

2024 年 12 月 6 日

2024 年度一般選抜過去問題集の訂正について

東京電機大学
入試センター

2024 年度一般選抜過去問題集について、下記の通り誤植がありました。
お詫びして訂正いたします。

記

試験種別：一般選抜（前期）／一般選抜（情報系外部試験利用）

試験日：2024 年 2 月 2 日

該当科目：英語

該当箇所：91 ページ右下

問題番号：大問 2 (a) ~ (f)

訂正内容：2024 年 2 月 1 日実施分の「英語」大問 2 を誤って重複して掲載している
ことが判明いたしました。正しくは次ページに記載のとおりの内容となります。受験生の皆様方にはご迷惑をおかけしましたことを深くお詫び申し上げます。

なお、92 ページ以降や解答解説箇所については、本来の問題のとおりに
掲載しております。

以上

2

次の英文の空所に入れるのに最も適切な語句を選び、その番号で答えなさい。

(20点)

(a) This room is packed with an overwhelming number of people. () is no way out.

- 1. Many fears here
- 2. Many fear there
- 3. Some panicking here
- 4. Some panics there

(b) This article contains details that some readers may ().

- 1. find them upset
- 2. think it heartbreak
- 3. find upsetting
- 4. think heartbroken

(c) Taro has () English.

- 1. to make himself understanding in
- 2. to get his message across
- 3. made himself understood
- 4. gotten his message across in

(d) Not only () a pay increase, but she demanded reduced hours as well.

- 1. the worker did want the employer to
- 2. the worker claimed her employer to
- 3. did the worker ask her employer for
- 4. did the worker appeal the employer for

(e) Teaching in a smaller group is () teaching in a bigger, noisier group.

- 1. most preferable of
- 2. much more preferable
- 3. far preferable to
- 4. infinitely preferable than

(f) The number of () for a job has dropped.

- 1. people both work or looking
- 2. those either work and look
- 3. people neither working nor look
- 4. those neither working nor looking

2024
年度

一般選抜 過去問題集

全日程徹底解説！

数学

英語

物理

化学

生物

国語

D!

＼がんばれ受験生／

こんなミスが目立った

出題教授陣の解説と
アドバイス付き

TDU 東京電機大学

受験生のみなさんへ

この本では、東京電機大学の2024年度の一般選抜問題と出題教授陣による解説やアドバイスを一挙に公開しています。まずはこの本の問題を解いてみましょう！今は解けなくても、解説とアドバイスを参考にして、繰り返しチャレンジすれば最後はきっと解けるはず。実際に出題された入試問題の研究こそが合格のカギになります。巻末には、2024年度入学者選抜の志願者数や合格者数、合格最低点なども掲載されていますので、参考にしてください。

来春、東京電機大学のキャンパスで
お会いできることを楽しみにしています。
がんばれ受験生！

「2025 東京電機大学入試ガイド」配布中！

2025年度大学入学共通テスト利用選抜・一般選抜などの情報や2024年度入試データが掲載されています。なお、2025年度大学入学共通テスト利用選抜・一般選抜の入学者選抜要項は10月中旬より本学ホームページ上で公開予定です。

目 次

出題内容 3

一般選抜（前期）（前期・英語外部試験利用）（情報系外部試験利用）

数学	16
物理	21
化学	31
生物	43
国語	54
英語	87

一般選抜（後期）（後期・英語外部試験利用）

数学	106
物理	108
化学	111
英語	116

一般選抜（工学部第二部）

数学	124
物理	125
英語	127

解答・解説

数学	132
物理	146
化学	157
生物	165
国語	170
英語	176

入試結果

大学入学共通テスト利用選抜（前期）	200
大学入学共通テスト利用選抜（後期）	201
一般選抜（前期）	202
一般選抜（前期・英語外部試験利用）	203
一般選抜（後期）	204
一般選抜（後期・英語外部試験利用）	205
工学部第二部（大学入学共通テスト利用選抜、一般選抜）	206

掲載の入試問題は、試験中に訂正した箇所を修正しております。

2024年度 一般選抜（前期）（前期・英語外部試験利用）（情報系外部試験利用）数学Ⅲ 出題内容

日程	設問番号	項目	内容
2 1	1	小問集	整数, 確率, 指数・対数, 微分法の応用, 複素数平面
	2	ベクトル	内積とその応用, 空間図形への応用
	3	微分積分	微分の計算, 定積分の計算, 極限値の計算
2 2	1	小問集	指数・対数, 整数, ベクトル, 複素数, 2次曲線
	2	三角関数と微分法の融合問題	三角関数の基本性質, 3次関数の微分法とその応用
	3	微分積分	定積分の面積や回転面の体積計算への応用, 極限値の計算
2 3	1	小問集	指数・対数, 三角関数, 確率, 複素数, 微分法の応用
	2	ベクトル	ベクトル演算, ベクトルの図形問題への応用
	3	微分積分	三角関数の微積分, 面積の計算
2 4	1	小問	不等式, $\tan x$ の加法定理, 整数, 極値, 定積分
	2	数列	数列の和とその公式
	3	微分, 積分	対数関数の微分, 積分
2 5	1	小問	連立方程式, 対数, 整式の割り算, 微分, 積分
	2	無理数, 整数	2進数, 3進数と整式
	3	積分	三角関数の積分

2024年度 一般選抜（前期）（前期・英語外部試験利用）（情報系外部試験利用）数学ⅡB 出題内容

日程	設問番号	項目	内容
2 1	1	小問集	整数, 確率, 指数・対数, 三角関数, 2次方程式
	2	ベクトル	内積とその応用, 空間図形への応用
	3	微分法	3次関数の極大・極小, 方程式・不等式への応用
2 2	1	小問集	指数・対数, 整数, ベクトル, 2次方程式, 空間座標
	2	三角関数と微分法の融合問題	三角関数の基本性質, 3次関数の微分法とその応用
	3	確率と数列の融合問題	確率の基本的な計算, 等比数列
2 3	1	小問集	指数・対数, 三角関数, 確率, 数列, 整数
	2	平面ベクトル	ベクトル演算, ベクトルの図形問題への応用
	3	三角関数と微分法の融合問題	三角関数の基本性質, 3次関数の微分法とその応用
2 4	1	小問	不等式, $\tan x$ の加法定理, 整数, 微分, 積分
	2	数列	数列の和とその公式
	3	微分, 積分	3次関数の微分と面積
2 5	1	小問	連立方程式, 対数, 整式の割り算, 極値, 積分方程式
	2	無理数, 整数	2進数, 3進数と整式
	3	積分, 数列	積分から項が決まる数列の一般項

2024年度 一般選抜（前期）（前期・英語外部試験利用）物理 出題内容

日程	設問番号	項目	内容
2 1	1	総合	運動量保存則, 力学的エネルギー保存則, 変圧器, 理想気体の状態方程式
	2	電磁気	コンデンサーの電気量・静電エネルギー, オームの法則
	3	力学	弾性衝突, 等加速度運動
2 2	1	総合	力学的エネルギー保存則, 力のつりあい, オームの法則, キルヒhoffの法則, 質量とエネルギー, 半減期
	2	電磁気	荷電粒子の運動, ローレンツ力
	3	力学	動摩擦力, 等加速度運動, 運動エネルギー
2 3	1	総合	力のつりあい, コンデンサーの電気量・静電エネルギー, ドップラー効果
	2	電磁気	誘導起電力, オームの法則, ジュール熱
	3	力学	力学的エネルギー保存則, 運動量保存則, 弾性衝突, 動摩擦力, 相対運動
2 4	1	総合	原子核, 気体の状態変化, 波の性質
	2	電磁気学	磁場に入射する荷電粒子の運動, ローレンツ力
	3	力学	円運動, 張力
2 5	1	総合	光の反射, X線, ばね, 気体の状態変化
	2	電磁気学	コンデンサー, 直流回路, 電位
	3	力学	放物運動, 反発係数

2024年度 一般選抜（前期）（前期・英語外部試験利用）化学 出題内容

日程	設問番号	項目	内容
2 1	1	総合（知識）	水素化合物の性質、塩基性酸化物、水素発生反応、塩の水溶液の液性、酸化還元反応と酸化数
	2	総合（計算）	燃焼反応と物質量、水溶液の濃度と密度、混合気体の圧力、金属の結晶構造と密度、熱化学方程式
	3	物理化学	水素-酸素燃料電池とリン酸型燃料電池
	4	有機化学	カルボン酸の性質と反応
2 2	1	総合（知識）	金属イオンの水溶液と硫化水素の反応、有機化合物とエステル結合、塩の水溶液の液性、構造異性体、ハロゲンの性質
	2	総合（計算）	化学平衡と平衡定数、水の蒸気圧と気体の分圧、酸の電離平衡、水和水を含む結晶の再結晶、熱化学方程式
	3	物理化学	炭素の同素体の性質と結晶構造
	4	有機化学	油脂の性質と反応
2 3	1	総合（知識）	分子の極性と非共有電子対、気体が発生する反応、希薄水溶液の沸点と凝固点、金属イオンの水溶液の反応と同定、有機物の製法
	2	総合（計算）	酸化還元滴定、中和滴定、熱化学方程式、有機化合物の組成式の決定、混合気体の体積
	3	物理化学	電気分解と電池
	4	有機化学	セラミックスの性質と反応
2 4	1	総合	アニリンの製法・有機化合物の構造・無機化学の反応・物質の沸点・リンの性質
	2	理論	気体の分子量・アンモニア水のpH・電解精錬・燃焼熱・イオン交換樹脂
	3	無機・理論	二次電池（鉛蓄電池・リチウムイオン電池）
	4	有機・理論	有機化合物の構造決定
2 5	1	総合	遷移元素・ハロゲンの性質・無機化学の反応・熱可塑性樹脂・不飽和脂肪酸
	2	理論	平衡定数・鉛蓄電池・酸化還元反応・燃焼熱・結晶の単位格子
	3	無機・理論	物質の三態
	4	有機・理論	有機化合物の構造決定

2024年度 一般選抜（前期）（前期・英語外部試験利用）生物 出題内容

日程	設問番号	項目	内容
2 1	1	小問	タンパク質の構造, タンパク質構成アミノ酸の特性, 代謝, 核酸構造, 遺伝, 独立の法則, 神経系, 植物の受精, 個体群, ミトコンドリアと葉緑体, 進化, 系統
	2	小問	免疫応答, クエン酸回路, DNA複製, ウニの発生, 神経の興奮, 植物学, 進化, 反射
	3	大問	生態系における生物の役割, 食物連鎖, エンドサイトシス, リソソーム, モータータンパク質, DNA複製, 半保存的複製
2 2	1	小問	リボソーム・小胞体, ATP, DNAの構造, 動物の受精や発生, ニューロン, 植物の核相, 個体群密度, 生物の出現, 細菌の分類, エネルギー獲得と物質の合成
	2	小問	B細胞の活性化, クエン酸回路, スプライシング, 動物の発生と細胞の分化, 興奮の伝導, 植物ホルモン, 分子進化, 種の分化
	3	大問	光合成, 呼吸, PCR法, 転写
2 3	1	小問	酵素の特性, 電子伝達系, 転写, 染色体と遺伝子, 筋肉, 植物の核相, 生態的多様性, 遺伝的多様性, 哺乳動物の進化, 微生物の分類, 動物の発生
	2	小問	生体膜, 適応放散, 効果器, 中胚葉誘導, 学習, 生態系のバランス, 真核生物の分類, 生物の出現
	3	大問	細胞周期, 植物の生殖, 代謝, 窒素同化
2 4	1	小問	細胞膜, ミトコンドリア, 転写, スプライシング, 翻訳, 動物の発生, シナプス, 種子の発芽, 植生の遷移とバイオーム, ハーディー・ワインベルグの法則, 植物, ヒトの目の構造
	2	小問	タンパク質の構造, 代謝, 解糖系, 転写, 被子植物の受精, ヒトの脳のはたらき, 光補償点, 遺伝子プール, 被子植物の出現
	3	大問	遺伝の法則, 脂肪やタンパク質の代謝, 塩基配列決定法, アガロースゲル電気泳動

	1	小問	酵素の特性, 呼吸と燃焼, コドン, タンパク質合成, 動物の発生, ヒトの耳のはたらき, 光芽種子, 生態系における物質収支, 生態ピラミッド, 種分化, 進化, 3ドメイン, 被子植物の受精
2 5	2	小問	酵素のフィードバック調節, 炭素同化, DNA複製, 茎や根の形成, 反射, 種子の光受容体, 遺伝子頻度, 分子系統樹
	3	大問	呼吸, アルコール発酵, 遺伝の法則, PCR法, DNAポリメラーゼ

2024年度 一般選抜（前期）（前期・英語外部試験利用）国語 出題内容

日程	設問番号	項目	内容
2 1 } 2 5	1	現代文・評論	内容説明・真偽, 空所補充等（5択6問, 記述2問）
	2	現代文・評論	内容説明・真偽, 空所補充, 主旨等（5択4問）
	3	現代文・評論	内容説明・真偽, 空所補充, 主旨等（5択4問）
	4	国語常識	書き取り（4択5問）
	5	国語常識	読み（記述5問）

2024年度 一般選抜（前期）（情報系外部試験利用）英語 出題内容

日程	設問番号	項目	内容
2 1	1	長文読解問題	内容理解・表現理解・語彙・他
	2	文法・語法問題	空所補充
	3	読解問題	内容理解
	4	英作文空所補充問題	空所補充
2 2	1	長文読解問題	内容理解・表現理解・語彙・他
	2	文法・語法問題	空所補充
	3	読解問題	内容理解
	4	英作文空所補充問題	空所補充
2 3	1	長文読解問題	内容理解・表現理解・英文和訳
	2	文法・語法問題	空所補充
	3	会話問題	内容理解・表現理解
	4	英作文空所補充問題	表現理解・空所補充
2 4	1	長文読解問題	内容理解・表現理解・英文和訳
	2	文法・語法問題	空所補充
	3	会話問題	内容理解・表現理解
	4	英作文空所補充問題	表現理解・空所補充
2 5	1	長文読解問題	内容理解・表現理解・英文和訳
	2	文法・語法問題	空所補充
	3	会話問題	内容理解・表現理解
	4	英作文空所補充問題	表現理解・空所補充

2024年度 一般選抜（後期）（後期・英語外部試験利用）数学III 出題内容

日程	設問番号	項目	内容
2/28	1	小問	3次方程式、対数、空間内の三角形の面積、極限、面積
	2	数列	数列の和とその公式
	3	確率、極限	確率、場合の数、極限
2/29	1	小問	3次方程式、2項定理、対数、微分、最小値
	2	数列	群数列、等比数列の和
	3	微分、積分	無理関数の微分、積分

2024年度 一般選抜（後期）（後期・英語外部試験利用）数学IIIB 出題内容

日程	設問番号	項目	内容
2/28	1	小問	3次方程式、対数、空間内の三角形の面積、微分、積分
	2	数列	数列の和とその公式
	3	微分、積分	絶対値記号付きの2次関数の微分、積分
2/29	1	小問	3次方程式、2項定理、対数、微分、積分
	2	数列	群数列、等比数列の和
	3	微分、積分	3次関数の微分と積分

2024年度 一般選抜（後期）（後期・英語外部試験利用）物理 出題内容

日程	設問番号	項目	内容
2/28	1	総合	X線, クーロン力と万有引力, ドップラー効果
	2	電磁気学	電場, 電気力線, 電位
	3	力学	円運動と万有引力, 単振動
2/29	1	総合	光の回折と干渉, 水素原子のスペクトル, 気体分子の熱運動
	2	電磁気学	コンデンサー
	3	力学	浮力, 単振動, 仕事とエネルギー

2024年度 一般選抜（後期）（後期・英語外部試験利用）化学 出題内容

日程	設問番号	項目	内容
2/28	1	総合	電気分解・工業的製法・コロイドの性質・ヨードホルム反応・銅と亜鉛の性質
	2	理論	気体の状態方程式・高分子の平均重合度・中和滴定・化学変化と量的関係（オゾンの生成）・水和水
	3	無機・理論	窒素酸化物の性質・反応熱・化学平衡
	4	有機・理論	陽イオン交換樹脂・糖類・ α -アミノ酸
2/29	1	総合	分子結晶・アセトアルデヒドと酢酸・第2周期元素の水素化合物・元素の周期表・金属樹
	2	理論	pHの計算・気体の状態方程式・電気分解・結合エネルギー・高分子化合物の平均重合度
	3	無機・理論	塩素の性質・電気分解
	4	有機・理論	有機化合物の構造決定

2024年度 一般選抜（後期）英語 出題内容

日程	設問番号	項目	内容
2/28	1	長文読解問題	内容理解・表現理解・語彙・他
	2	文法・語法問題	空所補充
	3	読解問題	内容理解
	4	英作文空所補充問題	空所補充
2/29	1	長文読解問題	内容理解・表現理解・語彙・他
	2	文法・語法問題	空所補充
	3	読解問題	内容理解
	4	英作文空所補充問題	空所補充

2024年度 一般選抜（工学部第二部）数学 出題内容

日程	設問番号	項目	内容
3/3	1	小問	2次関数, 数と式, 三角比, 整数の性質, 場合の数と確率
	2	小問	図形と方程式, 指数・対数, 三角関数, 微分法
	3	小問	対数関数のグラフ, 三角関数のグラフ, 不等式の表す領域の図示
	4	平面ベクトル	内分点, 内積, 長さ
	5	微分積分	直線の直交条件, 2次関数のグラフの接線, 直線と曲線の囲む部分の面積

2024年度 一般選抜（工学部第二部）物理 出題内容

日程	設問番号	項目	内容
3 3	1	総合	運動量保存則, 直線電流が磁場から受ける力, 屈折率, 光路長
	2	電磁気	コンデンサーの電気量, 共振回路
	3	力学	等加速度運動, 張力, 垂直抗力

2024年度 一般選抜（工学部第二部）英語 出題内容

日程	設問番号	項目	内容
3 3	1	長文読解問題	内容理解・表現理解・語彙・他
	2	文法・語法問題	空所補充
	3	読解問題	内容理解
	4	英作文空所補充問題	空所補充

国語

日程	番号	出典表記
2/1	1	船戸 修一 受け取る側の評価『科学コミュニケーション論』
	2	辻 篤子 科学者だから語れること『リベラルアーツと自然科学』
	3	中井正一 美学入門
2/2	1	小林 傳司 社会と科学をつなぐ新しい「専門家」『専門家』とは誰か』
	2	森 博嗣 科学的とはどういう意味か
	3	濱田 陽 生なる死 よみがえる生命と文化の時空
2/3	1	丸山 善宏 データサイエンスにおけるコペルニクス的転回『ユリイカ』第55巻第1号
	2	櫻井 芳雄 まちがえる脳
	3	吉川 浩満 理不尽な進化 遺伝子と運のあいだ
2/4	1	瀬戸 一夫 「コペルニクス的転回」の哲学的洞察『ユリイカ』第55巻第1号
	2	大森 荘蔵 知覚風景と科学的世界像『大森莊蔵セレクション』
	3	佐伯 啓思 現代文明論（上）人間は進歩してきたのか「西欧近代」再考
2/5	1	井山 弘幸 「科学革命Ⅱ—パラダイム変換と第二次科学革命」『現代科学論』所収
	2	池内 了 清少納言がみていた宇宙と、わたしたちのみている宇宙は同じなのか？—新しい博物学への招待
	3	内田 樹 複雑化の教育論

一般選抜(前期)(前期・英語外部試験利用)(情報系外部試験利用)

数学	1日目 (2月1日)	16	生物	1日目 (2月1日)	43
	2日目 (2月2日)	17		2日目 (2月2日)	45
	3日目 (2月3日)	18		3日目 (2月3日)	47
	4日目 (2月4日)	19		4日目 (2月4日)	49
	5日目 (2月5日)	20		5日目 (2月5日)	51
物理	1日目 (2月1日)	21	国語	1日目 (2月1日)	54
	2日目 (2月2日)	23		2日目 (2月2日)	61
	3日目 (2月3日)	25		3日目 (2月3日)	67
	4日目 (2月4日)	27		4日目 (2月4日)	74
	5日目 (2月5日)	29		5日目 (2月5日)	81
化学	1日目 (2月1日)	31	英語	1日目 (2月1日)	87
	2日目 (2月2日)	33		2日目 (2月2日)	90
	3日目 (2月3日)	35		3日目 (2月3日)	93
	4日目 (2月4日)	38		4日目 (2月4日)	96
	5日目 (2月5日)	40		5日目 (2月5日)	100

2024年度 一般選抜(前期)/一般選抜(前期・英語外部試験利用)/一般選抜(情報系外部試験利用) 【試験科目の選択と試験時間】

学部	学科・学系	1時間目 (90分)		2時間目 (70分)		3時間目 (60分)		合計点	
		10:00~11:30		12:30~13:40		14:30~15:30			
		数学	物理	化学	生物	国語	英語		
システムデザイン工学部	情報システム工学科	○	【出題範囲】 「Ⅲ」までの問題	△	△	—	△	○	
	デザイン工学科	○		△	△	—	△	○	
未来科学部	建築学科	○	【出題範囲】 「Ⅲ」までの問題	△	△	—	△	○	
	情報メディア学科	○		△	△	—	△	○	
	ロボット・メカトロニクス学科	○		△	△	—	—	○	
工学部	電気電子工学科	○	【出題範囲】 「Ⅲ」までの問題	△	△	—	—	○	
	電子システム工学科	○		△	△	—	—	○	
	応用化学科	○		△	△	—	—	○	
	機械工学科	○		△	△	—	—	○	
	先端機械工学科	○		△	△	—	—	○	
	情報通信工学科	○		△	△	—	—	○	
理工学部 理工学科	理学系	○	【出題範囲】 「Ⅱ・B」まで または 「Ⅲ」までの 問題を選択	△	△	—	—	○	
	生命科学系	○		△	△	△	—	○	
	情報システムデザイン学系	○		△	△	—	△	○	
	機械工学系	○		△	△	—	—	○	
	電子情報・生体医工学系	○		△	△	—	—	○	
	建築・都市環境学系	○		△	△	—	—	○	

3教科
合計300点
満点 ※注

●「○」は必須、「△」は1科目選択(試験時間開始後に選択)

●数学の試験では、数学Ⅲを含む問題と、数学Ⅲを含まない問題を同時に配付します。

システムデザイン工学部と未来科学部と工学部の学科に出願した受験者は、数学Ⅲを含む問題を選択してください。

理工学部の各学系のみに出願した受験者は、数学Ⅲを含む問題または数学Ⅲを含まない問題のいずれかを選択することができます。(配点はいずれも100点満点となります)
理工学部と他学部を併願する場合は、数学Ⅲ含む問題を選択してください。

●一般選抜(前期・英語外部試験利用)および一般選抜(情報系外部試験利用)を併用して理工学部と他学部を併願する場合は、数学Ⅲを含む問題を選択してください。

●「知識・技能」「思考力・判断力・表現力」を評価するため、自らの考えを立論し、それを表現するなどの記述式問題を含む試験問題を出題します。

※注 一般選抜(前期・英語外部試験利用)を単願する場合は、数学と理科(国語選択含む)の2科目で受験(2教科合計200点満点)し、3時間目の英語の試験は免除となります。

※注 一般選抜(情報系外部試験利用)を単願する場合は、数学と英語の2科目で受験(2教科合計200点満点)し、2時間目に試験教室を一時退室します。

(数学Ⅲを含む問題)

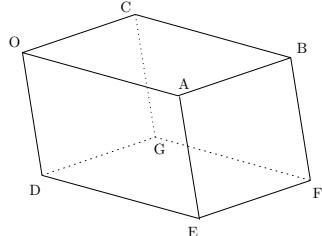
注意。問題1は解答のみを解答用紙1の右側の解答欄に記入し、問題2と3は、それぞれ解答用紙2と3に解き方も付して解答すること。

1. 次の各間に答えよ。(40点)

- (1) n を自然数とする。 $\sqrt{4n^2 + 37}$ が自然数となるとき、 n の値を求めよ。
- (2) 袋に赤球 n 個、白球 $(30 - n)$ 個の合計 30 個の球が入っている。ただし、 $1 \leq n \leq 29$ とする。袋から球を 1 個取り出し、戻さずもう 1 個取り出す。取り出した 2 個に赤球が含まれていたとき、2 個とも赤球である確率を P_n とする。 $P_n \geq \frac{1}{2}$ を満たす最小の n の値を求めよ。
- (3) 実数 x 以下の最大の整数を $[x]$ により表す。このとき、整数 $[(2.5)^{30}]$ の桁数を求めよ。ただし、 $0.301 < \log_{10} 2 < 0.302$ を利用してよい。
- (4) 関数 $f(x) = (x^2 - 4x) \log x - \frac{3}{2}x^2 + 8x$ の極大値および極小値を求めよ。
- (5) 複素数平面上で、不等式 $\sqrt{2}|z - 3i| \leq |\bar{z} - 3i|$ を満たす点 z 全体が表す図形の面積を求めよ。ただし、 i は虚数単位である。

(数学Ⅲを含む問題)

2. 下図の平行六面体 OABC-DEFG において、 $\overrightarrow{OA} = \vec{a}$ 、 $\overrightarrow{OC} = \vec{c}$ 、 $\overrightarrow{OD} = \vec{d}$ とする。OA = 3, OC = OD = 2, $\angle AOC = \angle AOD = \angle COD = 60^\circ$ であるとき、次の間に答えよ。ただし、(1) は解答のみを記入すること。(30点)
 - (1) 内積 $\vec{a} \cdot \vec{c}$ 、 $\vec{a} \cdot \vec{d}$ 、 $\vec{c} \cdot \vec{d}$ を求めよ。
 - (2) 線分 OF の長さを求めよ。
 - (3) 内積 $\overrightarrow{AC} \cdot \overrightarrow{AD}$ および $\triangle ACD$ の面積を求めよ。
 - (4) 線分 EF を 3:1 に内分する点を P とする。また、3 点 A, C, D を含む平面と直線 OP の交点を Q とする。線分の長さの比 OQ:QP を求めよ。



3. a を実数とし、

$$S(a) = \int_0^{2\pi} e^{ax} \sin x \, dx, \quad T(a) = \int_0^{2\pi} |e^{ax} \sin x| \, dx$$

とする。このとき、次の間に答えよ。ただし、(1) は解答のみを記入すること。(30点)

- (1) 関数 $f(x) = e^{ax}(a \sin x - \cos x)$ について、 $f(0)$, $f(\pi)$, $f(2\pi)$ を求めよ。また、導関数 $f'(x)$ を求めよ。
- (2) $S(a)$ および $T(a)$ を求めよ。
- (3) 極限値 $\lim_{a \rightarrow \infty} \frac{S(a)}{T(a)}$ を求めよ。
- (4) 極限値 $\lim_{a \rightarrow 0} \frac{S(a)}{a}$ を求めよ。

— 1 —

— 2 —

(数学II, 数学Bまでの問題)

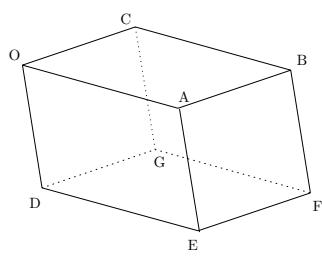
注意。問題1は解答のみを解答用紙1の右側の解答欄に記入し、問題2と3は、それぞれ解答用紙2と3に解き方も付して解答すること。

1. 次の各間に答えよ。(40点)

- (1) n を自然数とする。 $\sqrt{4n^2 + 37}$ が自然数となるとき、 n の値を求めよ。
- (2) 袋に赤球 n 個、白球 $(30 - n)$ 個の合計 30 個の球が入っている。ただし、 $1 \leq n \leq 29$ とする。袋から球を 1 個取り出し、戻さずもう 1 個取り出す。取り出した 2 個に赤球が含まれていたとき、2 個とも赤球である確率を P_n とする。 $P_n \geq \frac{1}{2}$ を満たす最小の n の値を求めよ。
- (3) 実数 x 以下の最大の整数を $[x]$ により表す。このとき、整数 $[(2.5)^{30}]$ の桁数を求めよ。ただし、 $0.301 < \log_{10} 2 < 0.302$ を利用してよい。
- (4) 2つの関数 $y = \cos 3x$ と $y = \cos 2x$ のグラフの共有点の y 座標のうち、最小のものを求めよ。
- (5) 実数 x, y は $x^2 + 2x + y^2 = 1$ を満たすとする。このとき、 $x + y$ の最小値およびそのときの x と y の値を求めよ。

(数学II, 数学Bまでの問題)

2. 下図の平行六面体 OABC-DEFG において、 $\overrightarrow{OA} = \vec{a}$ 、 $\overrightarrow{OC} = \vec{c}$ 、 $\overrightarrow{OD} = \vec{d}$ とする。OA = 3, OC = OD = 2, $\angle AOC = \angle AOD = \angle COD = 60^\circ$ であるとき、次の間に答えよ。ただし、(1) は解答のみを記入すること。(30点)
 - (1) 内積 $\vec{a} \cdot \vec{c}$ 、 $\vec{a} \cdot \vec{d}$ 、 $\vec{c} \cdot \vec{d}$ を求めよ。
 - (2) 線分 OF の長さを求めよ。
 - (3) 内積 $\overrightarrow{AC} \cdot \overrightarrow{AD}$ および $\triangle ACD$ の面積を求めよ。
 - (4) 線分 EF を 3:1 に内分する点を P とする。また、3 点 A, C, D を含む平面と直線 OP の交点を Q とする。線分の長さの比 OQ:QP を求めよ。



3. a と b を正の実数とする。関数

$$f(x) = x^3 - ax^2 - a^2x + b$$

の極大値を M 、極小値を m とする。次の間に答えよ。(30点)

- (1) M および m を a, b の式で表せ。
- (2) 3次方程式 $f(x) = 0$ がちょうど 2 個の実数解をもつとき、 b を a で表せ。
- (3) 不等式 $f(x) \leq M$ を満たす x の範囲を a を用いて表せ。
- (4) $-1 \leq x \leq 1$ における $f(x)$ の最大値が M であるとき、 a のとりうる値の範囲を求めよ。

— 7 —

— 8 —

数学 一般選抜（前期）（前期・英語外部試験利用）（情報系外部試験利用）2日目（2月2日実施）

(数学Ⅲを含む問題)

注意。問題1は解答のみを解答用紙1の右側の解答欄に記入し、問題2と3は、それぞれ解答用紙2と3に解き方も付して解答すること。

1. 次の各間に答えよ。(40点)

- (1) 不等式 $2^{x+2} - 3 \cdot 2^{-x} \leq 11$ を解け。
- (2) 1から1000までの整数で、3では割り切れるが、2でも5でも割り切れないものの個数を求めよ。
- (3) 平面上のベクトル \vec{a}, \vec{b} は $|\vec{a}| = 5, |\vec{a} + 3\vec{b}| = 2$ を満たしている。すべての実数 t に対し $|\vec{a} + t\vec{b}| \geq 2$ であるとき、内積 $\vec{a} \cdot \vec{b}$ の値を求めよ。
- (4) $z^3 = i$ を満たす複素数 z をすべて求めよ。ただし、 i は虚数単位とする。
- (5) xy 平面上の2点 A(-3, 0), B(0, -2) と椭円 $C: \frac{x^2}{9} + \frac{y^2}{4} = 1$ を考える。 $\triangle ABP$ の面積が最大となるような C 上の点 P(x, y) ($x > 0, y > 0$) の座標を求めよ。

2. 関数

$$f(x) = \frac{1}{2} \left(\tan^3 x + \frac{1}{\tan^3 x} \right) - 6 \left(\tan x + \frac{1}{\tan x} \right) \quad \left(\frac{\pi}{12} \leq x \leq \frac{5\pi}{12} \right)$$

について、次の間に答えよ。(30点)

- (1) $t = \tan x + \frac{1}{\tan x}$ とおくとき、 $f(x)$ を t を用いて表せ。
- (2) (1) の t を $\sin 2x$ を用いて表せ。また、 $\frac{\pi}{12} \leq x \leq \frac{5\pi}{12}$ のとき、 t のとりうる値の範囲を求めよ。
- (3) $f(x)$ の最大値と最小値を求めよ。

 3. t を正の実数とする。 xy 平面において、曲線 $y = |\log x|$ と直線 $y = t$ で囲まれた部分を D とするとき、次の間に答えよ。(30点)

- (1) D の面積 $S(t)$ を求めよ。
- (2) (1) の $S(t)$ について、 $\lim_{t \rightarrow +0} \frac{S(t)}{t^2}$ を求めよ。
- (3) 不定積分 $\int (\log x)^2 dx$ を求めよ。
- (4) D を x 軸のまわりに1回転してできる立体の体積 $V(t)$ を求めよ。

— 1 —

— 2 —

(数学Ⅱ, 数学Bまでの問題)

(数学Ⅱ, 数学Bまでの問題)

注意。問題1は解答のみを解答用紙1の右側の解答欄に記入し、問題2と3は、それぞれ解答用紙2と3に解き方も付して解答すること。

1. 次の各間に答えよ。(40点)

- (1) 不等式 $2^{x+2} - 3 \cdot 2^{-x} \leq 11$ を解け。
- (2) 1から1000までの整数で、3では割り切れるが、2でも5でも割り切れないものの個数を求めよ。
- (3) 平面上のベクトル \vec{a}, \vec{b} は $|\vec{a}| = 5, |\vec{a} + 3\vec{b}| = 2$ を満たしている。すべての実数 t に対し $|\vec{a} + t\vec{b}| \geq 2$ であるとき、内積 $\vec{a} \cdot \vec{b}$ の値を求めよ。
- (4) 2次方程式 $x^2 + (k+1)x + 2k+1=0$ の2つの解 α, β が $\alpha^3 + \beta^3 = 0$ を満たすとき、定数 k の値をすべて求めよ。
- (5) xyz 空間ににおいて、点 P は3点 A(-2, 0, 0), B(1, 1, 2), C(-1, 2, 1) から等距離にあり、さらに yz 平面上にあるとする。Pの座標を求めよ。

2. 関数

$$f(x) = \frac{1}{2} \left(\tan^3 x + \frac{1}{\tan^3 x} \right) - 6 \left(\tan x + \frac{1}{\tan x} \right) \quad \left(\frac{\pi}{12} \leq x \leq \frac{5\pi}{12} \right)$$

について、次の間に答えよ。(30点)

- (1) $t = \tan x + \frac{1}{\tan x}$ とおくとき、 $f(x)$ を t を用いて表せ。
- (2) (1) の t を $\sin 2x$ を用いて表せ。また、 $\frac{\pi}{12} \leq x \leq \frac{5\pi}{12}$ のとき、 t のとりうる値の範囲を求めよ。
- (3) $f(x)$ の最大値と最小値を求めよ。

3. 表にA、裏にBと記されたコインが6枚ある。コインの表をA面、裏をB面と呼ぶ。A面を上向きにして6枚のコインを横1列に並べた後、次の試行を何回か続けて行う。

試行 さいころを投げ、出た目の数が k ならば、左から k 個までのコインをすべてひっくり返す。

例えば、1回目の試行において3の目が出て、2回目の試行において5の目が出た場合、次のようになる。

最初の状態：Ⓐ Ⓑ Ⓒ Ⓓ Ⓔ Ⓕ

1回目の試行後：Ⓑ Ⓑ Ⓒ Ⓓ Ⓔ Ⓕ

2回目の試行後：Ⓐ Ⓑ Ⓒ Ⓔ Ⓕ Ⓕ

n 回目の試行後に、左から3番目のコインのA面が上向きである確率を p_n とする。

このとき、次の間に答えよ。(30点)

- (1) p_1 を求めよ。また、 p_{n+1} を p_n を用いて表せ。
- (2) p_n を求めよ。
- (3) n 回目の試行後に、左から3番目と4番目のコインの上を向いている面の文字が一致する確率 q_n を求めよ。

— 7 —

— 8 —

注意。問題1は解答のみを解答用紙1の右側の解答欄に記入し、問題2と3は、それぞれ解答用紙2と3に解き方も付して解答すること。

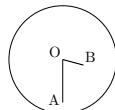
1. 次の各間に答えよ。（40点）

- (1) $\log_{10} 2 = a, \log_{10} 3 = b$ とする。等式

$$\log_{\sqrt{5}} \sqrt{72} = \frac{[(\text{ア})]a + [(\text{イ})]b}{-a + [(\text{ウ})]}$$

の $[(\text{ア})], [(\text{イ})], [(\text{ウ})]$ に適する整数を求めよ。

- (2) ある時計の長針（分針）の長さは2、短針（時針）の長さは1である。3時30分におけるこの時計の長針および短針の根元を点O、長針の先端を点A、短針の先端を点Bとするとき、 $\triangle OAB$ の面積を求めよ。



- (3) 6人でじゃんけんを1回する。あいこであり、かつぐーを出す人数がチョキを出す人数よりも少ない確率を求めよ。
- (4) 複素数 $z = (-1+i)^5(2+\sqrt{12}i)$ の絶対値 r と偏角 θ を求めよ。ただし、 $0 \leq \theta < 2\pi$ とする。
- (5) すべての正の数 x に対して、不等式 $3x^2 + 1 \geq k\sqrt{x}$ が成り立つような定数 k の値の範囲を求めよ。

— 1 —

- (数学IIIを含む問題)
2. 平面上で、 $\triangle OAB$ と、 $\overrightarrow{OC} = \frac{3}{5}\overrightarrow{OA} + \frac{6}{5}\overrightarrow{OB}$ を満たす点Cを考える。辺ABと線分OCの交点をP、線分ACを1:3に内分する点をQ、辺ABと線分OQの交点をRとする。 $\vec{a} = \overrightarrow{OA}, \vec{b} = \overrightarrow{OB}$ として、次の間に答えよ。（30点）
- \overrightarrow{BC} および \overrightarrow{OQ} を \vec{a} と \vec{b} を用いて表せ。
 - 線分の長さの比 $OR:RQ$ を求めよ。また、 $\overrightarrow{BC} = t\overrightarrow{OR}$ を満たす実数 t を求めよ。
 - $\triangle PBC$ の面積を S とするとき、 $\triangle PRO$ と $\triangle PQR$ の面積をそれぞれ s を用いて表せ。

3. $f(x) = 9\tan x - \tan 2x$ とする。 $t = \tan x$ とおき、 $y = f(x)$ を t の関数として表したもの $y = g(t)$ とする。次の間に答えよ。ただし、(3)は解答のみを記入すること。（30点）
- (ア) $g(t)$ を求めよ。
(イ) $0 < t < 1$ のとき、不等式 $g(t) > 0$ を満たす t の値の範囲を求めよ。
 - $0 < x < \frac{\pi}{4}$ かつ $f(x) = 0$ を満たす x の値を α とする。 $\cos \alpha$ の値を求めよ。
 - 不定積分 $I_1 = \int \tan x dx$ と $I_2 = \int \tan 2x dx$ を求めよ。
 - xy 平面において、曲線 $y = f(x)$ $\left(0 \leq x < \frac{\pi}{4}\right)$ と x 軸で囲まれた部分の面積 S を求めよ。

— 2 —

(数学II、数学Bまでの問題)

注意。問題1は解答のみを解答用紙1の右側の解答欄に記入し、問題2と3は、それぞれ解答用紙2と3に解き方も付して解答すること。

1. 次の各間に答えよ。（40点）

- (1) $\log_{10} 2 = a, \log_{10} 3 = b$ とする。等式

$$\log_{\sqrt{5}} \sqrt{72} = \frac{[(\text{ア})]a + [(\text{イ})]b}{-a + [(\text{ウ})]}$$

の $[(\text{ア})], [(\text{イ})], [(\text{ウ})]$ に適する整数を求めよ。

- (2) ある時計の長針（分針）の長さは2、短針（時針）の長さは1である。3時30分におけるこの時計の長針および短針の根元を点O、長針の先端を点A、短針の先端を点Bとするとき、 $\triangle OAB$ の面積を求めよ。
- (3) 6人でじゃんけんを1回する。あいこであり、かつぐーを出す人数がチョキを出す人数よりも少ない確率を求めよ。
- (4) 5120の正の約数の総和を求めよ。
- (5) 1以上150以下の整数のうち、3つの相異なる素数 p, q, r の積 pqr の形に素因数分解されるものの個数を求めよ。

— 7 —

- (数学II、数学Bまでの問題)
2. 平面上で、 $\triangle OAB$ と、 $\overrightarrow{OC} = \frac{3}{5}\overrightarrow{OA} + \frac{6}{5}\overrightarrow{OB}$ を満たす点Cを考える。辺ABと線分OCの交点をP、線分ACを1:3に内分する点をQ、辺ABと線分OQの交点をRとする。 $\vec{a} = \overrightarrow{OA}, \vec{b} = \overrightarrow{OB}$ として、次の間に答えよ。（30点）

- \overrightarrow{BC} および \overrightarrow{OQ} を \vec{a} と \vec{b} を用いて表せ。
- 線分の長さの比 $OR:RQ$ を求めよ。また、 $\overrightarrow{BC} = t\overrightarrow{OR}$ を満たす実数 t を求めよ。
- $\triangle PBC$ の面積を S とするとき、 $\triangle PRO$ と $\triangle PQR$ の面積をそれぞれ s を用いて表せ。

3. 関数

$$f(x) = 2(\sin^3 x + \cos^3 x) + 4 \sin 2x \quad (0 \leq x \leq \pi)$$

について、次の間に答えよ。（30点）

- $t = \sin x + \cos x$ $(0 \leq x \leq \pi)$ とするとき、 t がとりうる値の範囲を求めよ。
- $f(x)$ を(1)の t を用いて表せ。
- $f(x)$ の最大値およびそのときの x の値を求めよ。
- $f(x)$ が最小値をとるときの x の値を α とする。 $\sin \alpha, \cos \alpha$ の値を求めよ。

— 8 —

数学 一般選抜（前期）（前期・英語外部試験利用）（情報系外部試験利用）4日目（2月4日実施）

(数学Ⅲを含む問題)

注意。問題1は解答のみを解答用紙1の右側の解答欄に記入し、問題2と3は、それぞれ解答用紙2と3に解き方も付して解答すること。

1. 次の各間に答えよ。(40点)

- (1) 不等式 $\frac{x+1}{x-1} > \frac{x-7}{x-5}$ を解け。
- (2) $\tan x + \tan y = 2$, $\frac{1}{\tan x} + \frac{1}{\tan y} = 6$ のとき, $\tan(x+y)$ の値を求めよ。
- (3) m, n は共に正の整数で、等式 $m^2 + 4m - 45 = 2^n$ をみたしている。 m, n を求めよ。
- (4) 関数 $f(x) = |x-3|\sqrt{x+3}$ ($x \geq -3$) の極大値を求めよ。
- (5) 定積分 $\int_{\frac{\pi}{6}}^{\frac{\pi}{2}} x \cos^2 x \, dx$ を求めよ。

2. 自然数 n に対して $S_n = \sum_{k=1}^n k^2$ とするとき、次の間に答えよ。(30点)

- (1) 等式 $S_4 = \sum_{k=a}^{a+3} k$ をみたす自然数 a と、等式 $S_5 = \sum_{k=b}^{b+4} k$ をみたす自然数 b を求めよ。
- (2) 自然数 n に対して、等式 $S_{3n+1} = \sum_{k=c}^{c+3n} k$ が成り立つような自然数 c を n を用いて表せ。
- (3) 自然数 n に対して、等式 $S_{3n+2} = \sum_{k=d}^{d+3n+1} k$ が成り立つような自然数 d を n を用いて表せ。

(数学Ⅲを含む問題)

3. 曲線 $C : y = f(x) = x(\log x)^2$ ($x \geq 1$) に対し、 C 上の点 $(e, f(e))$ における接線を ℓ とする。ただし、 e は自然対数の底である。このとき、次の間に答えよ。(30点)

- (1) ℓ の方程式を求めよ。
- (2) C と x 軸および直線 $x = e$ で囲まれた部分の面積 S_1 を求めよ。
- (3) C と x 軸および ℓ で囲まれた部分の面積 S_2 を求めよ。

— 1 —

— 2 —

(数学Ⅱ, 数学Bまでの問題)

注意。問題1は解答のみを解答用紙1の右側の解答欄に記入し、問題2と3は、それぞれ解答用紙2と3に解き方も付して解答すること。

1. 次の各間に答えよ。(40点)

- (1) 不等式 $\frac{x+1}{x-1} > \frac{x-7}{x-5}$ を解け。
- (2) $\tan x + \tan y = 2$, $\frac{1}{\tan x} + \frac{1}{\tan y} = 6$ のとき、 $\tan(x+y)$ の値を求めよ。
- (3) m, n は共に正の整数で、等式 $m^2 + 4m - 45 = 2^n$ をみたしている。 m, n を求めよ。
- (4) すべての x に対して $f(-x) = -f(x)$ であり、 $f'(1) = 7$, $\int_1^2 f(x) \, dx = 9$ をみたす3次関数 $f(x)$ を求めよ。
- (5) 定積分 $\int_{-2}^2 |x^2 - 2x - 3| \, dx$ を求めよ。

2. 自然数 n に対して $S_n = \sum_{k=1}^n k^2$ とするとき、次の間に答えよ。(30点)

- (1) 等式 $S_4 = \sum_{k=a}^{a+3} k$ をみたす自然数 a と、等式 $S_5 = \sum_{k=b}^{b+4} k$ をみたす自然数 b を求めよ。
- (2) 自然数 n に対して、等式 $S_{3n+1} = \sum_{k=c}^{c+3n} k$ が成り立つような自然数 c を n を用いて表せ。
- (3) 自然数 n に対して、等式 $S_{3n+2} = \sum_{k=d}^{d+3n+1} k$ が成り立つような自然数 d を n を用いて表せ。

(数学Ⅱ, 数学Bまでの問題)

3. 実数 m は $0 < m < 1$ をみたし、曲線 $C : y = x^3 - x^2$ と直線 $\ell : y = m^2(x-1)$ において、 C と ℓ で囲まれた2つの図形の面積の和を S とする。このとき、次の間に答えよ。(30点)

- (1) 点 $(1, 0)$ 以外の C と ℓ の交点の x 座標を m を用いて表せ。
- (2) S を m を用いて表せ。
- (3) S が最小となるときの m の値を求めよ。

— 7 —

— 8 —

注意。問題1は解答のみを解答用紙1の右側の解答欄に記入し、問題2と3は、それぞれ解答用紙2と3に解き方も付して解答すること。

1. 次の各間に答えよ。（40点）

- (1) 連立方程式 $\begin{cases} x^2 + x + 1 = y \\ y^2 - 3y + 1 = x \end{cases}$ を解け。
- (2) 正の実数 a が等式 $\log_a 3^1 + \log_a 3^2 + \log_a 3^3 + \cdots + \log_a 3^{24} = 600$ をみたすように a の値を定めよ。
- (3) 2以上の整数 n に対して、 n 次式 $x^n + x + 1$ を $(x-1)(x-2)$ で割った余りを $ax+b$ とするとき、 a, b を n で表せ。
- (4) 曲線 $y = \sqrt{x^2 + 4}$ の接線が点 $(-2\sqrt{3}, 0)$ を通るとき、その接線の方程式を求めよ。
- (5) 定積分 $\int_1^e \log_2 x^2 dx$ を求めよ。

2. 3次式 $f(x) = ax^3 + bx^2 + cx + d$ の係数 a, b, c, d はそれぞれ0以上9以下の整数であるとする。ただし、 $a \neq 0$ である。このとき $f(\sqrt{10})$ は、

$$f(\sqrt{10}) = (10b + d) + (10a + c)\sqrt{10}$$

と表すことができるから、たとえば、 $f(\sqrt{10}) = 31 + 42\sqrt{10}$ とすると、 $a = 4, b = 3, c = 2, d = 1$ というように係数がすべて決定できる。次の間に答えよ。（30点）

- (1) $f(\sqrt{10}) = 23 + 45\sqrt{10}$ であるとき、 a, b, c, d を求めよ。
- (2) 5次式 $g(x) = px^5 + qx^4 + rx^3 + sx^2 + tx + u$ の係数がすべて0か1であつて、 $p \neq 0$ とする。 $g(\sqrt{2}) = 3 + 6\sqrt{2}$ であるとき、 $g(2)$ を求めよ。
- (3) 多項式 $h(x)$ の係数はすべて0以上2以下の整数であるとする。 $h(\sqrt{3}) = 25 + 13\sqrt{3}$ であるとき、 $h(-2)$ を求めよ。

（数学IIIを含む問題）

3. 関数 $f(x) = \cos x, g(x) = \cos\left(x + \frac{\pi}{3}\right), h(x) = \cos\left(x + \frac{2\pi}{3}\right)$ の定義域は $0 \leq x \leq \pi$ とする。このとき、次の間に答えよ。（30点）

- (1) $y = f(x)$ のグラフと $y = g(x)$ のグラフの交点の x 座標を求めよ。
- (2) y 軸と $y = f(x)$ のグラフと $y = g(x)$ のグラフで囲まれた部分の面積 S_1 を求めよ。
- (3) y 軸と $y = f(x)$ のグラフと $y = h(x)$ のグラフで囲まれた部分の面積 S_2 を求めよ。

（数学IIIを含む問題）

— 1 —

— 2 —

（数学II、数学Bまでの問題）

注意。問題1は解答のみを解答用紙1の右側の解答欄に記入し、問題2と3は、それぞれ解答用紙2と3に解き方も付して解答すること。

1. 次の各間に答えよ。（40点）

- (1) 連立方程式 $\begin{cases} x^2 + x + 1 = y \\ y^2 - 3y + 1 = x \end{cases}$ を解け。
- (2) 正の実数 a が等式 $\log_a 3^1 + \log_a 3^2 + \log_a 3^3 + \cdots + \log_a 3^{24} = 600$ をみたすように a の値を定めよ。
- (3) 2以上の整数 n に対して、 n 次式 $x^n + x + 1$ を $(x-1)(x-2)$ で割った余りを $ax+b$ とするとき、 a, b を n で表せ。
- (4) 関数 $f(x) = x^3 + ax^2 + ax + 1$ が極大値と極小値をもつように、定数 a の範囲を定めよ。
- (5) 等式 $f(x) = 3x^2 + \left(\frac{1}{2}x + 1\right) \int_0^1 f(t) dt$ をみたす関数 $f(x)$ を求めよ。

2. 3次式 $f(x) = ax^3 + bx^2 + cx + d$ の係数 a, b, c, d はそれぞれ0以上9以下の整数であるとする。ただし、 $a \neq 0$ である。このとき $f(\sqrt{10})$ は、

$$f(\sqrt{10}) = (10b + d) + (10a + c)\sqrt{10}$$

と表すことができるから、たとえば、 $f(\sqrt{10}) = 31 + 42\sqrt{10}$ とすると、 $a = 4, b = 3, c = 2, d = 1$ というように係数がすべて決定できる。次の間に答えよ。（30点）

- (1) $f(\sqrt{10}) = 23 + 45\sqrt{10}$ であるとき、 a, b, c, d を求めよ。
- (2) 5次式 $g(x) = px^5 + qx^4 + rx^3 + sx^2 + tx + u$ の係数がすべて0か1であつて、 $p \neq 0$ とする。 $g(\sqrt{2}) = 3 + 6\sqrt{2}$ であるとき、 $g(2)$ を求めよ。
- (3) 多項式 $h(x)$ の係数はすべて0以上2以下の整数であるとする。 $h(\sqrt{3}) = 25 + 13\sqrt{3}$ であるとき、 $h(-2)$ を求めよ。

（数学II、数学Bまでの問題）

3. 数列 $\{a_n\}$ は、初項が $a_1 = 3$ であり、 $n \geq 1$ のとき、 a_{n+1} は方程式

$$\int_1^x (t-1)(t-a_n) dt = 0$$

の1以外の解である。次の間に答えよ。（30点）

- (1) a_2 を求めよ。
- (2) a_{n+1} を a_n で表せ。
- (3) a_n を n で表せ。

— 7 —

— 8 —

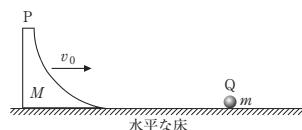
物理問題

(物理)

注意 問題1、2は各問題に付した解答群から正解を選んで、正解の番号を解答用紙のそれぞれの解答欄に記入しなさい。問題3は解答用紙に導き方も付して解答しなさい。

1. 次の各問に答えなさい。(36点)

- (i) 水平な床の上に、床と滑らかにつながる円弧面を持つ質量 M の可動台 P と質量 m ($< M$) の小球 Q が置かれている。図のように、P を床に静止していた Q に向かって初速 v_0 で滑らせたところ、Q は P の円弧面のある高さまで滑り上がり P に対して一旦静止した後、円弧面を滑り下りた。この間、P は傾くことはなかった。水平な床と P の円弧面は滑らかであり、重力加速度の大きさを g とする。



- (A) 小球 Q の最高点の、床からの高さを求めなさい。
(B) Q が円弧面を滑り下りて離れた後の、可動台 P の床に対する速さを求めなさい。

— 1 —

(物理)

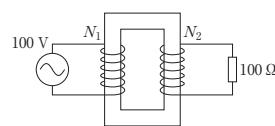
番号	1	2	
(A) の 解 答 群	$\frac{v_0^2}{2g}$	$\frac{mv_0^2}{2(M+m)g}$	
3	4	5	
	$\frac{Mv_0^2}{2(M+m)g}$	$\frac{(M+m)v_0^2}{2mg}$	$\frac{(M+m)v_0^2}{2Mg}$

番号	1	2	3	4	5
(B) の 解 答 群	$\frac{M-m}{M}v_0$	$\frac{M+m}{M}v_0$	v_0	$\frac{M+m}{M-m}v_0$	$\frac{M-m}{M+m}v_0$

— 2 —

(物理)

- (ii) 図のような変圧器がある。鉄心に巻きつけた巻数 N_1 の1次コイルに実効値100Vの交流電源をつなぎ、共通の鉄心に巻きつけた巻数 N_2 の2次コイルに 100Ω の抵抗をつないだところ、抵抗に実効値400Vの交流電圧が加わった。コイルの抵抗は無視でき、変圧器の鉄心ではエネルギー損失はなく、磁束は鉄心の外に漏れないものとする。



- (C) 2つのコイルの巻数の比 N_1/N_2 を求めなさい。
(D) 1次コイルを流れる電流の実効値を求めなさい。

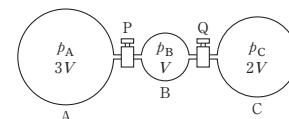
番号	1	2	3	4	5
(C) の 解 答 群	$\frac{1}{4}$	$\frac{1}{2}$	1	2	4

番号	1	2	3	4	5
(D) の 解 答 群	2	4	8	16	32

[A]

(物理)

- (iii) 図のように、3つの容器 A、B、C がコック P と Q でつながれている。A の体積は $3V$ 、B の体積は V 、C の体積は $2V$ であり、各容器中の気体の温度は常にまわりの大気の温度と同じで一定となっている。最初に P と Q は閉じてあり、各容器には同一の理想気体が封入され、A 内の気体の圧力は p_A 、B 内の気体の圧力は p_B 、C 内の気体の圧力は p_C となっていた。コックなどの容器以外の体積は無視できるものとする。



- (E) コック P を開いてじゅうぶん時間が経過した後の容器 B 内の気体の圧力を求めなさい。
(F) (E) の後、P を閉めてからコック Q を開いてじゅうぶん時間が経過した後の容器 C 内の気体の圧力を求めなさい。

番号	1	2	
(E) の 解 答 群	$\frac{1}{2}(p_A + p_B)$	$\frac{1}{4}(3p_A + p_B)$	
3	4	5	
	$\frac{1}{4}(p_A + 3p_B)$	$\frac{1}{2}(3p_A + p_B)$	$\frac{1}{2}(p_A + 3p_B)$

— 3 —

— 4 —

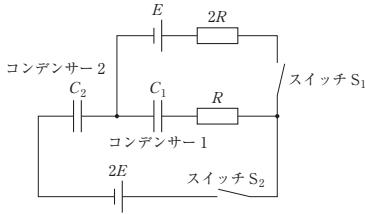
(物 理)

番 号	1	2
(F) の 解 答 群	$\frac{1}{4}(p_A + 3p_B) + \frac{2}{3}p_C$	$\frac{1}{4}(3p_A + p_B) + \frac{2}{3}p_C$
3	4	5
$\frac{1}{12}(3p_A + p_B) + \frac{1}{6}p_C$	$\frac{1}{12}(p_A + 3p_B) + \frac{2}{3}p_C$	$\frac{1}{12}(3p_A + p_B) + \frac{2}{3}p_C$

(物 理)

2. 図のように、抵抗値 R と $2R$ の 2 つの抵抗、それぞれ電気容量 C_1 と C_2 の 2 つのコンデンサー 1 と 2、起電力 E と $2E$ の 2 つの電池、2 つのスイッチ S_1 と S_2 からなる回路がある。はじめ、 S_1 と S_2 は開いており、コンデンサー 1 と 2 に電荷は蓄えられていなかった。電池の内部抵抗は無視できるものとする。

(24 点)



- (A) スイッチ S_1 を閉じた直後に、 S_1 を流れる電流の大きさを求めなさい。
 (B) S_1 を閉じてからじゅうぶん時間が経過した後に、コンデンサー 1 に蓄えられる電気量を求めなさい。
 (C) (B) の後、 S_1 を開いてからスイッチ S_2 を閉じた。じゅうぶん時間が経過した後に、コンデンサー 1 に蓄えられている電気量を求めなさい。
 (D) (C) のとき、コンデンサー 2 に蓄えられている静電エネルギーは、コンデンサー 1 に蓄えられている静電エネルギーの何倍になるかを求めなさい。

— 5 —

— 7 —

(物 理)

番 号	1	2	3	4	5
(A) の 解 答 群	$\frac{E}{3R}$	$\frac{E}{2R}$	$\frac{2E}{3R}$	$\frac{E}{R}$	$\frac{3E}{2R}$

番 号	1	2
(B) の 解 答 群	$\frac{1}{3}C_1E$	$\frac{1}{2}C_1E$
3	4	5
$\frac{2}{3}C_1E$	C_1E	$\frac{3}{2}C_1E$

番 号	1	2
(C) の 解 答 群	$\frac{2C_1 + C_2}{C_1 + C_2}C_1E$	$\frac{C_1 + 2C_2}{C_1 + C_2}C_2E$
3	4	5
$\frac{C_1 + 2C_2}{C_1 + C_2}C_1E$	$\frac{2C_1 + C_2}{C_1 + C_2}C_2E$	$(C_1 + C_2)E$

番 号	1	2
(D) の 解 答 群	$\frac{C_1C_2}{2C_1 + C_2}$	$\frac{C_1C_2}{(C_1 + 2C_2)^2}$
3	4	5
$\frac{C_1C_2}{C_1 + 2C_2}$	$\frac{C_1C_2}{(2C_1 + C_2)^2}$	$\frac{C_1C_2}{(C_1 + C_2)^2}$

[倍]

— 8 —

(物 理)

3. 図 1 のように、水平な床から高さ $3h$ の位置に小物体 P を、P の真下へ距離 h だけ離れた位置に小物体 Q を静止させ、P と Q を同時に静かにはなした。Q は図 2 のように床と弾性衝突した後、P と衝突した。P と Q の質量は同じであり、Q が床に衝突する際の床との接触時間は無視できる。重力加速度の大きさを g として、以下の各問に答えなさい。

(40 点)

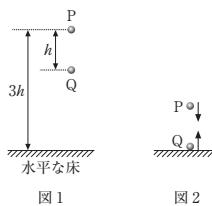


图 1

图 2

- (A) 床と衝突した直後の Q の速さを求めなさい。
 (B) Q が床と衝突してから小物体 P と最初に衝突するまでにかかる時間を求めなさい。
 (C) (B) で P と Q との衝突が起こった位置の床からの高さを求めなさい。
 (D) (B) で P と Q との衝突直前の P と Q の速さをそれぞれ求めなさい。

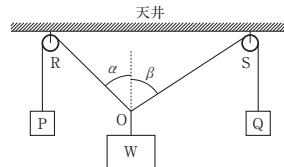
物理問題

(物 理)

注意 問題1、2は各問題に付した解答群から正解を選んで、正解の番号を解答用紙のそれぞれの解答欄に記入しなさい。問題3は解答用紙に導き方も付して解答しなさい。

1. 次の各問に答えなさい。 (36点)

- (i) 図のように、2つの小さな滑車RとSがそれぞれ天井に固定されている。この滑車に軽くて丈夫な糸をかけて、左側に物体P、右側に物体Q、糸の途中の点Oに物体Wを吊るしたところ、糸ORと糸OSが鉛直線からそれぞれ角度 α と角度 β をなしてつり合ひ、糸はたるまない状態でP、Q、Wは静止した。



- (A) 物体Pの質量は物体Qの質量の何倍であるかを求めなさい。
 (B) Qの質量は物体Wの質量の何倍であるかを求めなさい。

— 1 —

(物 理)

番 号	1	2
(A) の 解 答 群	$\frac{\sin\beta}{\sin\alpha}$	$\frac{\sin\alpha}{\sin\beta}$
3	4	5
$\frac{\cos\beta}{\cos\alpha}$	$\frac{\cos\alpha}{\cos\beta}$	$\frac{\cos\alpha}{\sin\beta}$

[倍]

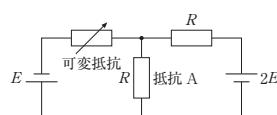
番 号	1	2
(B) の 解 答 群	$\frac{\sin\alpha}{\cos\beta}$	$\frac{\sin\alpha}{\sin(\alpha+\beta)}$
3	4	5
$\frac{\cos\beta}{\sin(\alpha+\beta)}$	$\frac{\sin(\alpha+\beta)}{\sin\alpha}$	$\frac{\sin(\alpha+\beta)}{\cos\alpha}$

[倍]

— 2 —

(物 理)

- (ii) 図のように、内部抵抗の無視できる起電力 E 、 $2E$ の電池、抵抗値 R の2つ抵抗、可変抵抗からなる回路がある。



- (C) 可変抵抗の値が r のとき、可変抵抗を流れる電流の大きさを求めなさい。
 (D) 図の抵抗Aを流れる電流の大きさが0となるとき、可変抵抗の値を求めなさい。

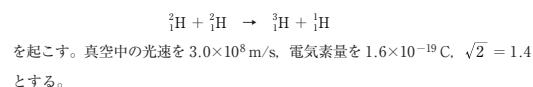
番 号	1	2	3	4	5
(C) の 解 答 群	$\frac{E}{r+R}$	$\frac{2E}{2r+R}$	$\frac{3E}{2r+R}$	$\frac{3E}{r+R}$	$\frac{4E}{2r+R}$

番 号	1	2	3	4	5
(D) の 解 答 群	$\frac{R}{4}$	$\frac{R}{2}$	R	$2R$	$3R$

— 3 —

(物 理)

- (iii) 重水素原子核は次のような核融合反応



- (E) この反応で質量の減少が $7.2 \times 10^{-30} \text{ kg}$ であるとき、放出されるエネルギーを MeV の単位で求めなさい。

- (F) 生成した ${}^3\text{H}$ は不安定な原子核であり半減期は12年である。30年後、生成された ${}^3\text{H}$ 原子核のおよそ何%が崩壊しているかを求めなさい。

番 号	1	2	3	4	5
(E) の 解 答 群	0.80	1.4	2.1	4.1	6.5

[MeV]

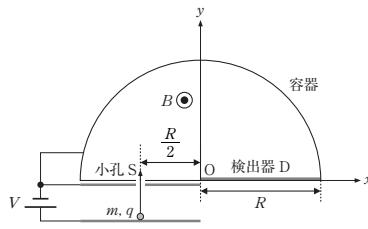
番 号	1	2	3	4	5
(F) の 解 答 群	64	75	83	91	95

[%]

— 4 —

(物 理)

2. 図のように、磁束密度の大きさ B の一様な磁場が紙面の裏から表に向けて印加された金属容器がある。金属容器は半径 R の半球体で、球の中心を原点 O として図のように x 軸と y 軸をとる。金属容器には $x = -\frac{R}{2}$ の位置に小孔 S があり、 O から $x = R$ までの範囲に荷電粒子検出器 D が置かれている。質量 m 、電荷 q (> 0) の荷電粒子を電位差 V で初速 0 から加速し、 S から y 軸に平行に金属容器に入射した。荷電粒子が通過する領域は全て真空であり、重力の影響は無視できるものとする。(24点)



- (A) 小孔 S を通過する速さ v としたとき、金属容器内で荷電粒子に加わる力の大きさを求めなさい。
- (B) (A)のとき、荷電粒子が検出器 D の右端に衝突する場合の、磁束密度の大きさを求めなさい。
- (C) (A)のときの速さ v を、 q 、 V 、 m を用いて表しなさい。
- (D) 磁束密度の大きさ B が一定のとき、荷電粒子が検出器 D に到達できる比電荷 $\frac{q}{m}$ の範囲を求めなさい。

— 5 —

(物 理)

番 号	1	2	3	4	5
(A) の 解 答 群	$\frac{qvB}{2}$	qvB	$2qvB$	$\frac{qv^2B}{4}$	qv^2B

番 号	1	2	3	4	5
(B) の 解 答 群	$\frac{2mv}{3qR}$	$\frac{3mv}{2qR}$	$\frac{mv}{qR}$	$\frac{4mv}{3qR}$	$\frac{4mv}{qR}$

番 号	1	2	3	4	5
(C) の 解 答 群	$\sqrt{\frac{qV}{2m}}$	$\sqrt{\frac{qV}{m}}$	$\sqrt{\frac{2qV}{m}}$	$\frac{2qV}{m}$	$\frac{qV^2}{m}$

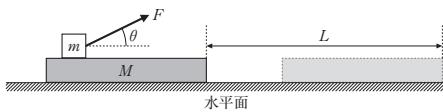
番 号	1	2
(D) の 解 答 群	$\frac{32V}{9B^2R^2} < \frac{q}{m} < \frac{32V}{B^2R^2}$	$\frac{32V}{9B^2R^2} < \frac{q}{m} < \frac{32V}{3B^2R^2}$
3	4	5
$\frac{16V}{9B^2R^2} < \frac{q}{m} < \frac{32V}{9B^2R^2}$	$\frac{16V}{9B^2R^2} < \frac{q}{m} < \frac{32V}{3B^2R^2}$	$\frac{16V}{9B^2R^2} < \frac{q}{m} < \frac{16V}{B^2R^2}$

— 6 —

(物 理)

3. 図のように、滑らかで水平な床に質量 M の台を置き、台の上に質量 m の小物体を置いて、両方とも水平な床に対して静止させた。小物体を水平から角度 θ の方向に一定の大きさ F の力で引いたところ、小物体は台から離れることなく台の上を滑り、台は水平方向に移動した。台と小物体の間には動摩擦係数 μ の動摩擦力が加わる。重力加速度の大きさを g として、以下の各問に答えなさい。

(40点)



- (A) 小物体が台から受ける垂直抗力の大きさを求めなさい。
- (B) 台の上を滑っている間の、小物体の床に対する加速度の大きさを求めなさい。
- (C) 台が動き始めてから距離 L だけ移動するまでにかかる時間を求めなさい。
- (D) (C)で距離 L だけ移動した直後の台が持つ運動エネルギーを求めなさい。

— 7 —

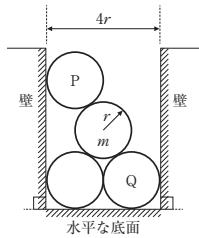
物理問題

(物 理)

注意 問題1, 2は各問題に付した解答群から正解を選んで、正解の番号を解答用紙のそれぞれの解答欄に記入しなさい。問題3は解答用紙に導き方も付して解答しなさい。

1. 次の各問に答えなさい。 (36点)

- (i) 図のように、水平な底面と鉛直な壁面を持つ間隔 $4r$ の溝に、半径 r 、質量 m の同じ4つの円柱を下から順に静かに置いた。溝の底面と壁面は滑らかであり、重力加速度の大きさを g とする。



(A) 図の円柱Pが壁面から受ける力の大きさを求めなさい。

(B) 図の円柱Qが底面から受ける力の大きさを求めなさい。

— 1 —

— 2 —

(物 理)

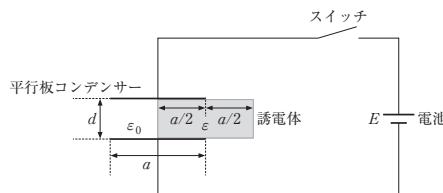
番 号	1	2
(A) の 解 答 群	$\frac{\sqrt{3}mg}{2}$	$\frac{mg}{2}$
3	4	5
$\frac{\sqrt{3}mg}{3}$	$\frac{mg}{3}$	$\frac{\sqrt{3}mg}{4}$

番 号	1	2	3	4	5
(B) の 解 答 群	$\frac{3}{2}mg$	$\sqrt{3}mg$	$2mg$	$2\sqrt{3}mg$	$\frac{5}{2}mg$

(物 理)

(物 理)

- (ii) 図のように、内部抵抗の無視できる起電力 E の電池、スイッチ、一辺の長さ a の正方形の極板を間隔 d で並べた平行板コンデンサーからなる回路が真空中にある。コンデンサーには、一辺の長さ a の正方形で厚さ d の誘電体が半分差し込まれ、誘電体が動き出さないように支えられている。最初スイッチは開いていて、コンデンサーに電荷は蓄えられていなかった。 a に対して d は十分小さく、真空の誘電率を ϵ_0 、誘電体の誘電率を ϵ ($> \epsilon_0$) とする。



(C) スイッチを閉じてじゅうぶん時間が経過した後、コンデンサーに蓄えられている電気量を求めなさい。

(D) 次にスイッチを開いてから、誘電体全体をコンデンサーからゆっくり引き抜いた。誘電体と極板との間の摩擦が無視できるとき、引き抜くのに必要な仕事を求めなさい。

— 3 —

— 4 —

番 号	1	2
(C) の 解 答 群	$\frac{(\epsilon + \epsilon_0)a^2E}{d}$	$\frac{(\epsilon + \epsilon_0)a^2E}{2\epsilon\epsilon_0d}$
3	4	5
$\frac{(\epsilon + \epsilon_0)a^2E}{\epsilon d}$	$\frac{(\epsilon + \epsilon_0)a^2E}{\epsilon\epsilon_0d}$	$\frac{(\epsilon + \epsilon_0)a^2E}{2d}$

番 号	1	2
(D) の 解 答 群	$\frac{(\epsilon^2 - \epsilon_0^2)a^2E^2}{4\epsilon_0d}$	$\frac{(\epsilon^2 + \epsilon_0^2)a^2E^2}{4\epsilon d}$
3	4	5
$\frac{(\epsilon^2 - \epsilon_0^2)a^2E^2}{8\epsilon_0d}$	$\frac{(\epsilon^2 - \epsilon_0^2)a^2E^2}{2\epsilon_0d}$	$\frac{(\epsilon^2 - \epsilon_0^2)a^2E}{8\epsilon d}$

(物 理)

- (iii) 振動数 f の音を発する音源が観測者とともに、速さ v_0 で壁に向かって進んでいる。観測者は壁で反射した音のみ聞くものとし、音速を V ($V > v_0$) とする。また、風は吹いていないとする。

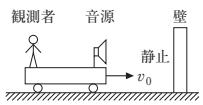


図1

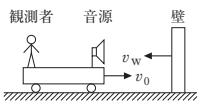


図2

- (E) 図1のように、壁が静止している場合に、観測者が聞く音の振動数を求めなさい。

- (F) 図2のように、壁が音源に向かって速さ v_w ($V > v_w$) で進んできた場合に、観測者が聞く音の振動数を求めなさい。

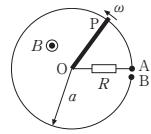
番 号	1	2	3	4	5
(E) の 解 答 群	$\frac{V+v_0}{V}f$	$\frac{V+v_0}{V-v_0}f$	$\frac{V-v_0}{V+v_0}f$	$\frac{V}{V-v_0}f$	f

番 号	1	2
(F) の 解 答 群	$\frac{V+v_w}{V-v_0}f$	$\frac{V+v_0}{V-v_w}f$
3	4	5
$\frac{(V+v_w)(V-v_0)}{(V+v_0)(V-v_w)}f$	$\frac{(V+v_w)(V+v_0)}{(V-v_0)(V-v_w)}f$	$\frac{(V-v_w)(V-v_0)}{(V+v_0)(V+v_w)}f$

- 5 -

(物 理)

2. 図のように、半径 a の円形導線 AB があり、円形導線の中心 O に一端を接触させた導体棒を点 P で円形導線と接触させながら O を中心として摩擦なく一定の角速度 ω で回転させた。また、OA 間には抵抗値 R の抵抗がつなげられている。円形導線が作る面に対して垂直に磁束密度の大きさ B の一樣な磁場を紙面の裏から表に向けてかけたところ、導体棒に誘導起電力が発生した。誘導起電力によって流れる電流による磁場の変化は無視できるとする。(24 点)



- (A) 微小時間 Δt での扇形 OPA の面積の変化量を求めなさい。

- (B) 発生した誘導起電力の大きさを求めなさい。

- (C) 抵抗に流れる電流の大きさを求めなさい。

- (D) 一定の角速度 ω で回転させるためには、導体棒に力を加え続ける必要がある。この力が行う仕事率を求めなさい。

- 7 -

(物 理)

番 号	1	2	3	4	5
(A) の 解 答 群	$\frac{a^2\omega\Delta t}{2}$	$\frac{a^2\omega\Delta t}{4}$	$a^2\omega\Delta t$	$\frac{a^2\Delta t}{2\omega}$	$\frac{a^2\Delta t}{4\omega}$

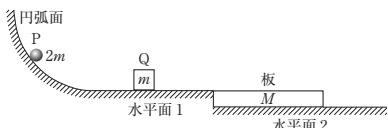
番 号	1	2	3	4	5
(B) の 解 答 群	$\frac{Ba^2\omega}{2}$	$\frac{Ba^2\omega}{4}$	$Ba^2\omega$	$\frac{Ba^2}{2\omega}$	$\frac{Ba^2}{4\omega}$

番 号	1	2	3	4	5
(C) の 解 答 群	$\frac{Ba^2\omega^2}{2R}$	$\frac{Ba^2\omega^2}{4R}$	$\frac{Ba^2\omega^2}{R}$	$\frac{Ba^2\omega}{2R}$	$\frac{Ba^2\omega}{4R}$

番 号	1	2	3	4	5
(D) の 解 答 群	$\frac{B^2a^4\omega^2}{2R}$	$\frac{B^2a^4\omega^2}{4R}$	$\frac{B^2a^4\omega^2}{R}$	$\frac{B^2a^4\omega}{2R}$	$\frac{B^2a^4\omega}{4R}$

- 8 -

3. 図のように、水平面1と滑らかにつながった円弧面上のある位置に質量 $2m$ の小球 P を置いて静かに離したところ、P は円弧面に沿って滑り下り、水平面1に静止していた質量 m の小物体 Q と弾性衝突した。衝突後、Q は水平面2に静止していた質量 M の板の水平な粗い上面を滑り、板の端から板に対して距離 L 移動した後に板に対して静止した。円弧面と2つの水平面は滑らかであり、最初に水平面1と板の上面は段差なく滑らかにつながっていた。また、衝突後の P は Q や板の運動に影響を与えないものとする。Q と衝突する直前の P の速さを v_0 、重力加速度の大きさを g として、以下の各問いに答えなさい。(40 点)



- (A) 最初に小球 P を円弧面上に置いた位置の、水平面1からの高さを求めなさい。

- (B) 衝突直後の P と小物体 Q の水平面1に対する速さをそれぞれ求めなさい。

- (C) 板の上面で Q が板に対して静止したときの、板の水平面2に対する速さを求めなさい。

- (D) 板の上面と Q との間の動摩擦係数を求めなさい。

- 9 -

物理問題

(物 理)

注意 問題1, 2は各問題に付した解答群から正解を選んで、正解の番号を解答用紙のそれぞれの解答欄に記入しなさい。問題3は解答用紙に導き方も付して解答しなさい。

1. 次の各問に答えなさい。 (36点)

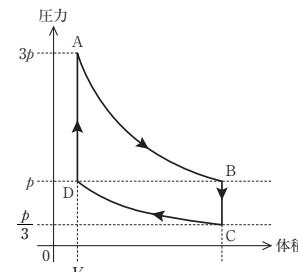
- (i) ある元素の放射性同位体が崩壊を続け、時刻 t_2 における個数が時刻 t_1 における個数の4分の1にまで減じたという ($t_2 > t_1$)。この元素の半減期は となる。また、半減期の異なる2つの元素の放射性同位体があり、それぞれ半減期 T_A の元素の個数を N_A 、半減期 T_B の元素の個数を N_B とする。初期時刻における2つの元素の個数は同じだったが、時間の経過とともにそれぞれ個数が減じ、時間 が経過した後にその比率が $N_A = \frac{1}{8}N_B$ になったという。

番 号	1	2	3	4	5
(A) の 解 答 群	$\frac{t_2 - t_1}{3}$	$\frac{t_1 - t_2}{3}$	$\frac{t_2 - t_1}{2}$	$\frac{t_1 - t_2}{2}$	$t_2 - t_1$

番 号	1	2	3	4	5
(B) の 解 答 群	$\frac{T_A T_B}{T_B - T_A}$	$\frac{2T_A T_B}{T_A - T_B}$	$\frac{2T_A T_B}{T_B - T_A}$	$\frac{3T_A T_B}{T_A - T_B}$	$\frac{3T_A T_B}{T_B - T_A}$

— 1 —

- (ii) 単原子分子の理想気体を図に示すように状態変化させた。状態 A では体積が V 、圧力が $3p$ である。気体に熱量を加えて A から B へと等温変化させ圧力を p にした。このときの内部エネルギーの変化は であり、外にした仕事は $W_{AB} = 3pV \log 3$ である。続いて B から C へと定積変化で圧力を $\frac{p}{3}$ とした後、C から D へ等温変化させて外部に $W_{CD} = -pV \log 3$ の仕事をさせ、さらに熱量を加えて D から定積変化させて再び A へ戻す。この1サイクルでの熱効率は となる。



番 号	1	2	3	4	5
(C) の 解 答 群	$3pV$	$2pV$	$\frac{3}{2}pV$	pV	0

番 号	1	2	3	4	5
(D) の 解 答 群	$\frac{2}{3} \frac{\log 3}{1 + \log 3}$	$\frac{2}{3} \frac{1}{1 + \log 3}$	$\frac{2}{3} \log 3$	$\frac{1}{3} \frac{\log 3}{2 - \log 3}$	$\frac{1}{2} \frac{\log 3}{3 + \log 3}$

— 2 —

(物 理)

- (iii) 水面上にある二つの波源 A, B を、同振幅、同振動数、同位相で単振動させた。波源 A, B から出る波の波長を λ とする。この時発生した合成波において、波源 A, B から観測点までの距離をそれぞれ L_A , L_B とする。二つの波源から発生した波が強め合う条件を表す式は、 $|L_A - L_B| = \boxed{(E)}$ となる。ただし、水面波の減衰は無視できるものとし、 $n = 0, 1, 2, \dots$ とする。また、波源 A, B の距離が 1.8 m で、波長 0.60 m の逆位相の波がでている場合、波が干渉して弱め合う点を結んだ線として正しく表している図は となる。

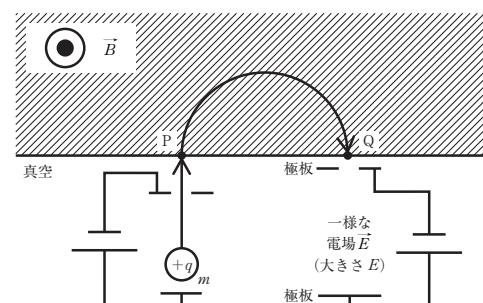
番 号	1	2	3	4	5
(E) の 解 答 群	$\frac{n}{2}\lambda$	$\left(\frac{n}{2} + \frac{1}{4}\right)\lambda$	$n\lambda$	$\left(n + \frac{1}{4}\right)\lambda$	$\left(n + \frac{1}{2}\right)\lambda$

番 号	1	2	3	4	5
(F) の 解 答 群	A.	A.	A.	A.	A.

— 3 —

(物 理)

2. 図のように質量 m 、正の電気量 q をもつ荷電粒子を電圧 V で初速 0 から加速した。この荷電粒子を紙面に垂直な磁束密度の大きさ B の一様な磁場中に点 P から入射させたところ、半円を描いて点 Q から再び磁場の外へ飛び出した。飛び出した荷電粒子は厚さの無視できる平行な極板間の一様な電場 E (大きさ E) の中を進み、反対側の極板に達する手前で停止した。 (24点)



- (A) 加速された荷電粒子が磁場中に入射するときの点 P での速さはいくらか。
 (B) PQ 間の直線距離はいくらか、点 P での速度を v として答えよ。
 (C) 加速された荷電粒子が磁場中に点 P で入射してから点 Q で磁場の外に出るまでの時間はいくらか。
 (D) 点 Q から磁場の外へ飛び出した荷電粒子が電場中を進んで停止するまでにいくら進んだか。PQ 間の距離の半分を r とする。

— 5 —

(物 理)

番 号	1	2	3	4	5
(A) の 解 答 群	$\sqrt{2qV}$	$\sqrt{\frac{2qV}{m}}$	$\sqrt{\frac{qV}{m}}$	$\frac{qV}{m}$	$\frac{2qV}{m}$

番 号	1	2	3	4	5
(B) の 解 答 群	$\frac{qB}{mv}$	$\frac{2qB}{mv}$	$\frac{mv^2}{qB}$	$\frac{mv}{qB}$	$\frac{2mv}{qB}$

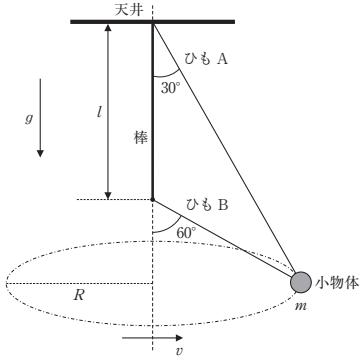
番 号	1	2	3	4	5
(C) の 解 答 群	$\sqrt{\frac{\pi m}{qB}}$	$\frac{\pi m}{2qB}$	$\sqrt{\frac{\pi m}{2qB}}$	$\frac{\pi m}{qB}$	$\frac{\pi^2 m}{qB}$

番 号	1	2	3	4	5
(D) の 解 答 群	$\frac{V}{E}$	$\frac{E}{V}$	$\frac{\pi V}{E}$	$\frac{E}{\pi V}$	πr

— 6 —

(物 理)

3. 図のように、軽いひも A と太さが無視できる長さ l の棒が天井に固定されており、棒の先には軽いひも B が固定されている。2 本のひもの他端には質量 m の小物体がつながれており、それぞれ鉛直方向と角度 30° および角度 60° を保ったまま水平面を半径 R 、速度 v で等速円運動している。重力加速度の大きさを g とする。(40 点)



— 7 —

(物 理)

- (A) 小物体が等速円運動しているとき、ひも A の張力の大きさを g 、 m 、 v 、 R を使って求めなさい。
 (B) 小物体が等速円運動しているとき、ひも B の張力の大きさを g 、 m 、 v 、 R を使って求めなさい。
 (C) 小物体が等速円運動している水平面の円の半径 R を l を使って表しなさい。
 (D) 2 本のひもが両方とも緩まずに回転するための速度 v の範囲を l 、 g を使って表しなさい。

— 8 —

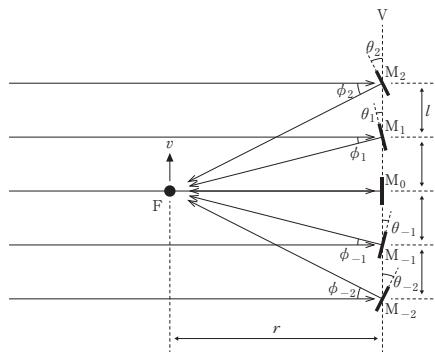
物理問題

(物 理)

注意 問題1, 2は各問題に付した解答群から正解を選び、正解の番号を解答用紙のそれぞれの解答欄に記入しなさい。問題3は解答用紙に導き方も付して解答しなさい。

1. 次の各問に答えなさい。 (36点)

- (i) 図のように、直線V上に複数の鏡 M_n （nは整数）が等間隔lで並べられており、それらが角度 θ_n で回転できる。ここでは $-2 \leq n \leq 2$ の範囲の鏡を例示してある。今、各鏡に向かって直線Vに対して垂直な方向から平行光線が入射したとき、各鏡の角度を調整して直線Vから距離rの位置にある物体Fに光を集めることを考える。入射光線と鏡 M_n による反射光線のなす角を ϕ_n とし、物体Fは入射光線には影響を及ぼさないものとする。また、光速は無限大とみなしてよい。



— 1 —

(物 理)

(A) θ_n と ϕ_n の関係を求めなさい。

(B) 図のように、物体Fが、鏡 M_0 から距離rの位置を直線Vと平行に一定の速さvで通過するとき、これに追従するように反射光線をFに集めるために必要なこの瞬間の鏡 M_n の回転角速度の大きさを求めなさい。ただし、ごく短い時間 Δt の間に M_n とFを結ぶ線分が描く面積 ΔS は、 Δt 間の角度の変化 $\Delta\phi_n$ を用いて $\Delta S = \frac{1}{2}(r^2 + n^2l^2)\Delta\phi_n$ と近似できる。

番 号	1	2	3	4	5
(A) の 解 答 群	$\phi_n = \frac{\theta_n}{2}$	$\phi_n = \theta_n$	$\phi_n = 2\theta_n$	$\phi_n = 3\theta_n$	$\phi_n = \frac{3}{2}\theta_n$

番 号	1	2	3	4	5
(B) の 解 答 群	$\frac{1}{2} \frac{vl}{n^2l^2 + r^2}$	$\frac{2vl}{n^2l^2 + r^2}$	$\frac{1}{2} \frac{vr}{n^2l^2 + r^2}$	$\frac{vr}{n^2l^2 + r^2}$	$\frac{2vr}{n^2l^2 + r^2}$

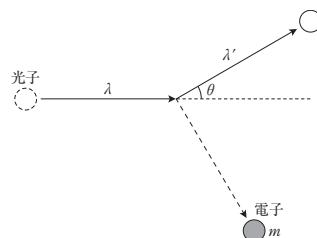
— 2 —

(物 理)

(物 理)

- (ii) 図のように波長 λ の光子が、静止している質量mの電子に衝突し、入射方向に対して角度 θ の方向にコンプトン散乱された。散乱後の光子の波長 λ' と λ の関係はコンプトン波長 $\lambda_c = \frac{hc}{mc}$ を用いて $\lambda' - \lambda = \lambda_c(1 - \cos\theta)$ と表せる。ただし、hとcはそれぞれプランク定数と光速を表す。

- (C) 衝突の前後で光子が失ったエネルギーの大きさを求めなさい。
(D) 散乱角が $\theta = \frac{\pi}{2}$ 、散乱前の光子の波長とコンプトン波長の比が $\frac{\lambda_c}{\lambda} = 0.01$ であるとき、反跳された電子の速さvは光速の何%になるか、求めなさい。ただし、電子の運動エネルギーは $\frac{1}{2}mv^2$ と書けるとする。また、必要があれば近似式 $\sqrt{1+0.01} \approx 1$ を用いてよい。



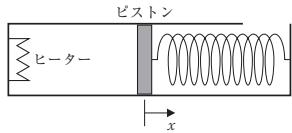
— 3 —

番 号	1	2
(C) の 解 答 群	$\frac{hc}{\lambda} \frac{\lambda(1-\cos\theta)}{\lambda(1-\cos\theta)+\lambda_c\sin\theta}$	$\frac{hc}{\lambda} \frac{\lambda_c(1+\cos\theta)}{\lambda_c(1+\cos\theta)+\lambda}$
3	4	5
	$\frac{hc}{\lambda} \frac{\lambda_c(1-\cos\theta)}{\lambda_c(1-\cos\theta)+\lambda}$	$\frac{hc}{\lambda} \frac{\lambda_c(1-\sin\theta)}{\lambda_c(1-\sin\theta)+\lambda}$

番 号	1	2	3	4	5
(D) の 解 答 群	0.15	1.4	3.5	14	50

— 4 —

(iii) 図のように、ばね付きピストンの入った断熱された円筒容器が水平に置かれている。容器内には絶対温度 T_0 の単原子分子の理想気体が n モル入っており、容器内面とピストンとの摩擦は無視できる。容器内には体積の無視できるヒーターが入っている。最初ばねは自然長であったが、ヒーターをつけて気体を加熱したところ、ピストンが水平方向に x だけ移動してばねが縮んだ。ピストンの断面積を S 、大気圧を P_0 、ばね定数を k 、気体定数を R とする。



- (E) 加熱後の気体の圧力を求めなさい。
(F) 加熱後の気体の絶対温度を求めなさい。

番号	1	2	3	4	5
(E) の解答群	$SP_0 + kx$	$P_0 + Skx$	$P_0 + \frac{kx}{S}$	$P_0 + \frac{kx}{R}$	$P_0 - \frac{kx}{S}$

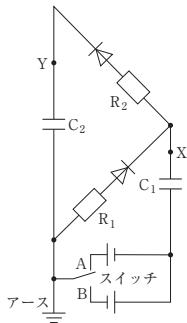
番号	1	2
(F) の解答群	$\frac{(SP_0+kx)(nRT_0+SxP_0)}{nRSP_0}$	$\frac{SP_0+kx}{nRSP_0}$
3	4	5
$\frac{nRT_0+SxP_0}{nRSP_0}$	$\frac{nRSP_0}{SP_0+kx}$	$\frac{nRSP_0}{nRT_0+SxP_0}$

- 5 -

(物 理)

(物 理)

2. 図のように 2 つの起電力 V の電池、スイッチ、ダイオード、抵抗値 R の 2 つの抵抗 R_1, R_2 、容量 C のコンデンサー C_1, C_2 からなる回路がある。ここで、ダイオードは順方向に接続されたときのみ電流を流す素子であるとする。最初はコンデンサー C_1, C_2 に蓄えられている電荷は共に 0 とする。以下の各問に答えなさい。(24 点)



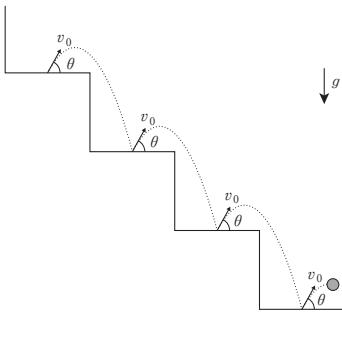
- (A) 開いていたスイッチを A につなぎ、コンデンサー C_1 に充電を行った。十分時間が経過した後にコンデンサー C_1 に蓄えられた電荷を求めなさい。
(B) (A)で行った操作の後にスイッチを B につなぎかえ、十分時間が経過した後の点 X の電位を、アースを基準として求めなさい。
(C) (B)の操作の後に、コンデンサー C_2 に蓄えられたエネルギーを求めなさい。
(D) (B)の操作の後に再度スイッチを A につなぎかえ、十分時間が経過した後に再びスイッチを B につないだ。十分時間が経過した後の点 Y の電位を、アースを基準として求めなさい。

- 7 -

(物 理)

(物 理)

3. 階段の上から小球を水平方向より角度 θ をなす向きに速さ v_0 で投げ出したとき、図のように小球が各段の水平面の中央で速さ v_0 、角度 θ ではねかえりながら階段を下りて行った。水平面はなめらかであり、小球と水平面の間の反発係数を e とする。また、階段の一段当たりの高さはすべて等しく、水平面の幅もすべて等しい。重力加速度の大きさを g として、以下の各問に答えなさい。(40 点)



- (A) 小球が水平面に衝突する直前の速さを求めなさい。
(B) 階段の一段当たりの高さを求めなさい。
(C) 階段の一段当たりの幅を求めなさい。
(D) 小球が図のように階段を下りていくために反発係数 e が満たす必要条件を求めなさい。

- 8 -

- 9 -

化学問題

(化 学)

注意 必要があれば、次の数値を用いなさい。

原子量 : H = 1.0, Li = 7.0, C = 12.0, N = 14.0, O = 16.0

気体定数 $R = 8.31 \text{ J/(K\cdot mol)} = 8.31 \text{ Pa}\cdot\text{m}^3/(\text{K}\cdot\text{mol})$ $= 8.31 \times 10^3 \text{ Pa}\cdot\text{L}/(\text{K}\cdot\text{mol})$ アボガドロ定数 $N_A = 6.02 \times 10^{23}/\text{mol}$ ファラデー定数 $F = 9.65 \times 10^4 \text{ C/mol}$

1. 各間に最も適当な解答を1つ解答群より選び、解答欄に番号で記入しなさい。
(配点 25点)

- (A) 次の(a)～(c)の記述の正誤の組み合わせとして、正しいものはどれですか。
- (a) 水素は宇宙に最も数多く存在する元素である。
- (b) 非金属元素の水素化合物は、常温・常圧では液体のものが多い。
- (c) 水素化合物を構成する他方の元素が、周期表上で右に行くほど水素化合物の塩基性が強くなり、左に行くほど酸性が強くなる。

(A)の解答群

	1	2	3	4	5
(a)	正	誤	正	誤	正
(b)	正	正	誤	誤	誤
(c)	誤	誤	誤	正	正

— 11 —

(B) 次の酸化物のうち、塩基性酸化物に分類されるものはどれですか。

(B)の解答群

1	MgO	2	Cl ₂ O ₇	3	SiO ₂
4	P ₄ O ₁₀	5	SO ₃		

- (C) 次の7つの元素の単体のうち、希塩酸に加えると水素を生じるものはいくつありますか。

Sn Cu Fe Mg Ag Ni Ca

(C)の解答群

1	1	2	2	3	3	4	4	5	5
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

- (D) 同じモル濃度の各水溶液を次の組み合わせで同量混合したとき、生成する塩が正塩でありこの正塩を溶かした水溶液が酸性を示すものはどれですか。

(D)の解答群

1	H ₂ SO ₄ + NaOH	2	HCl + NaOH	3	CH ₃ COOH + NaOH
4	HNO ₃ + Cu(OH) ₂	5	HCl + NH ₃		

— 12 —

(化 学)

(化 学)

- (E) 次の酸化還元反応のうち、下線を引いた原子において酸化数の変化が、最も大きいものはどれですか。

(E)の解答群

1	<u>S</u> O ₂ + 2H ₂ S → 3S + 2H ₂ O
2	2 <u>Mg</u> + O ₂ → 2MgO
3	K ₂ <u>Cr</u> ₂ O ₇ + H ₂ SO ₄ + 3SO ₂ → Cr ₂ (SO ₄) ₃ + H ₂ O + K ₂ SO ₄
4	2 <u>KMnO</u> ₄ + 3H ₂ SO ₄ + 5H ₂ O ₂ → 2MnSO ₄ + 5O ₂ + 8H ₂ O + K ₂ SO ₄
5	3 <u>Cu</u> + 8HNO ₃ → 3Cu(NO ₃) ₂ + 4H ₂ O + 2NO

— 13 —

2. 各間に最も適当な解答を1つ解答群より選び、解答欄に番号で記入しなさい。

(配点 25点)

- (A) メタノールとエタノールの混合物がある。これを完全燃焼させたところ、二酸化炭素 2.64 g と水(液)1.98 g を得た。このときに必要な酸素の体積は標準状態で何 L ですか。

(A)の解答群

1	0.10	2	0.50	3	2.0	4	4.0	5	6.0
---	------	---	------	---	-----	---	-----	---	-----

- (B) 標準状態で 470.4 L のアンモニアをすべて 1.000 L の水に溶解させたところ、このアンモニア水の密度は 0.90 g/cm³ であった。アンモニア水のモル濃度[mol/L]を求めなさい。ただし、水の密度は 1.00 g/cm³ とする。

(B)の解答群

1	11	2	12	3	13	4	14	5	15
---	----	---	----	---	----	---	----	---	----

- (C) 一定温度で、 $2.0 \times 10^5 \text{ Pa}$ で 6.0 L の窒素と $1.0 \times 10^5 \text{ Pa}$ で 3.0 L の水素を 5.0 L の容器に入れた。混合後の全圧は何 Pa ですか。

(C)の解答群

1	6.0×10^4	2	8.0×10^4	3	3.0×10^5	4	6.0×10^5	5	8.0×10^5
---	-------------------	---	-------------------	---	-------------------	---	-------------------	---	-------------------

— 15 —

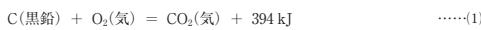
(化 学)

(D) 金属リチウムは体心立方構造をとり、単位格子の1辺の長さは0.35 nmである。リチウム結晶の密度(g/cm³)を求めなさい。ただし、0.35³ = 0.043とする。

(D)の解答群

1	0.54	2	0.89	3	1.20	4	1.65	5	1.85
---	------	---	------	---	------	---	------	---	------

(E) 次の熱化学方程式(1)～(3)を用いてエタンの生成熱[kJ/mol]を求めなさい。



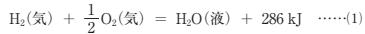
(E)の解答群

1	-680	2	86	3	108	4	880	5	2240
---	------	---	----	---	-----	---	-----	---	------

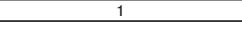
(化 学)

3. 文章中の空欄 ~ に適合するものを解答群の中から選び、解答欄に記号で記入しなさい。ただし、空欄 と は異なるものを選びなさい。また、文章後の設間に答えなさい。なお、計算結果は有効数字2桁で答えなさい。
(配点25点)

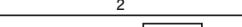
水素の燃焼反応を熱化学方程式で表すと次のようにある。



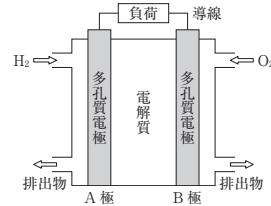
この反応で放出されるエネルギーを直接電気エネルギーとして効率よく取り出す装置が、水素-酸素燃料電池である。右図はその模式図である。触媒を含んだ2枚の多孔質電極(A極とB極)で仕切られた容器に電解質を入れ、A極側からH₂を供給し、B極側からO₂を供給する。リン酸型燃料電池では、2つの電極を導線でつないで放電すると、A極側で、



の反応が起き、B極側で、



の反応が起きる。その結果、導線を通って に向かって電流が流れる。すなわち、A極は 極、B極は 極となる。また、燃料電池の起電力は、約 Vである。



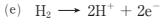
— 16 —

— 17 —

(化 学)

(化 学)

解答群



問1. この水素-酸素燃料電池のA極とB極の間に負荷をつないで1時間運転したところ、その間は両電極間の電圧は0.80 Vで一定であり、排出物から18.0 kgの水が得られた。

(ア) 流れた電気量は何Cですか。

(イ) 1時間の運転中に燃料電池から取り出された電気エネルギー[J]は、流れた電気量[C]に電圧[V]をかけることにより得られる。

電気エネルギー[J] = 流れた電気量[C] × 電圧[V]

(1)式で表される化学反応によって理論的に生じるエネルギーのうち、電気エネルギーとして取り出された割合は何%ですか。

問2. 下記の例にならって、リン酸型燃料電池の電池式を書きなさい。

ダニエル電池の電池式: $(-)Zn | ZnSO_4 \text{aq} | CuSO_4 \text{aq} | Cu(+)$

4. 文章中の空欄 に適合する語句または反応式を解答欄に記入し、文章後の設間に答えなさい。
(配点25点)

分子中にカルボキシ基を持つ化合物をカルボン酸といい、第一級アルコールやアルデヒドを酸化すると得られる。分子内のカルボキシ基の数を (語句) といい、モノカルボン酸やジカルボン酸のように分類できる。また、 (語句) を持つカルボン酸は、ヒドロキ酸とよばれる。モノカルボン酸は、分子間で水素結合を形成するため、液体または固体状態では (語句) として存在する。そのため、その沸点や融点は同程度の分子量を持つアルコールより高い。

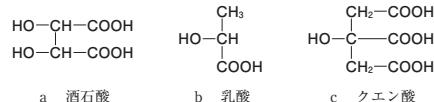
酢酸は、無色、刺激臭の液体で次式のようにアセトアルデヒドの酸化によって得られる。



工業的には、次式のようにメタノールと一酸化炭素の反応により製造される。



問1. 代表的なヒドロキ酸の構造を次に示した。以下の間にa～cの記号で解答欄に答えなさい。ただし、解答は複数当てはまるものも存在する。



a 酒石酸

b 乳酸

c クエン酸

(ア) ヨードホルム反応を示すものはどれですか。

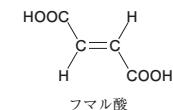
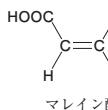
(イ) 二クロム酸カリウム水溶液中(硫酸酸性)に加えると酸化されるものはどれですか。

— 18 —

— 19 —

(化 学)

問2. マレイン酸とフマル酸の構造を次に示した。以下の記述(1)～(3)について、内容の正誤の組み合わせとして、正しいものを下記の選択肢より選び記号(あ～か)で答えなさい。



- (1) マレイン酸を加熱すると、分子内で脱水反応が起り無水マレイン酸を生じる。
- (2) マレイン酸は分子内で水素結合するため、分子間で水素結合するフマル酸より融点が高い。
- (3) マレイン酸は無極性分子であり、フマル酸は極性分子であるため、水に対する溶解度はフマル酸の方が大きい。

あ	い	う	え	お	か
(1) 誤	正	正	誤	正	誤
(2) 正	正	正	誤	誤	正
(3) 誤	誤	正	正	誤	正

問3. 酢酸の [3(語句)] の様子を表記しなさい。ただし、次の記載例のように水素結合を点線で表記すること。

[記載例]



— 20 —

— 21 —

解答解説は157ページ

化学 一般選抜（前期）（前期・英語外部試験利用）2日目（2月2日実施）

化学問題

(化 学)

注意 必要があれば、次の数値を用いなさい。

原子量 : H = 1.0, C = 12.0, N = 14.0, O = 16.0, Na = 23.0, K = 39.1

気体定数 $R = 8.31 \text{ J/(K}\cdot\text{mol)} = 8.31 \text{ Pa}\cdot\text{m}^3/(\text{K}\cdot\text{mol})$

$$= 8.31 \times 10^3 \text{ Pa}\cdot\text{L}/(\text{K}\cdot\text{mol})$$

アラダード定数 $F = 9.65 \times 10^4 \text{ C/mol}$

1. 各間に最も適当な解答を1つ解答群より選び、解答欄に番号で記入しなさい。

(配点 25点)

(A) Ag^+ , Al^{3+} , Cu^{2+} , Pb^{2+} , Zn^{2+} を含む酸性水溶液がある。この水溶液中のイオンの分離をするため、硫化水素を十分に吹き込んだところ沈殿が生じた。ろ過でこの沈殿を除いた水溶液に含まれるイオンの組合せとして正しいものはどれですか。

(A)の解答群

1	Ag^+ , Cu^{2+}	2	Al^{3+} , Pb^{2+}
3	Al^{3+} , Zn^{2+}	4	Cu^{2+} , Pb^{2+}
5	Pb^{2+} , Zn^{2+}		

(化 学)

(B) 次の記述のうち、まちがっているものはどれですか。

(B)の解答群

1	ナイロン 66 にはエスチル結合はない
2	アラミド繊維にはエスチル結合はない
3	ポリエチレンテレフタートにはエスチル結合はない
4	ポリアクリロニトリルにはエスチル結合はない
5	ポリプロピレンにはエスチル結合はない

(C) 次の記述のうち、まちがっているものはどれですか。

(C)の解答群

1	塩化ナトリウムの水溶液は中性を示す
2	酢酸ナトリウムの水溶液は塩基性を示す
3	塩化アンモニウムの水溶液は塩基性を示す
4	炭酸水素ナトリウムの水溶液は塩基性を示す
5	硫酸水素ナトリウムの水溶液は酸性を示す

— 9 —

— 10 —

(化 学)

(D) 分子式が $C_4H_8Cl_2$ である化合物の構造異性体に関する次の記述のうち、まちがっているものはどれですか。

(D)の解答群

1	炭素鎖が直鎖状の構造異性体は6種類ある
2	炭素鎖が枝分かれ状の構造異性体は3種類ある
3	炭素鎖が環状の構造異性体はない
4	一つの炭素原子に塩素原子が二つ結合している構造異性体は3種類ある
5	隣り合う炭素原子のそれぞれに塩素原子が結合している構造異性体は2種類ある

(E) 次の記述のうち、まちがっているものはどれですか。

(E)の解答群

1	ハロゲンの単体はいずれも二原子分子である
2	ハロゲンの酸化力は原子番号が大きくなるにつれて弱くなる
3	フッ素は水と激しく反応して水素を生成する
4	塩素は塩化ナトリウム水溶液の電気分解により製造される
5	ヨウ素はデンブンの検出に用いられる

— 11 —

(化 学)

2. 各間に最も適当な解答を1つ解答群より選び、解答欄に番号で記入しなさい。

(配点25点)

(A) 酢酸3.0 molとエタノール3.0 molに触媒として濃硫酸を少量加え、25℃で反応させた。平衡状態に達したとき、反応液中の酢酸エチルの物質量は何molですか。ただし、25℃におけるこの反応の平衡定数 K は4.0とする。

(A)の解答群

1	1.0	2	12	3	2.0	4	2.4	5	3.0
---	-----	---	----	---	-----	---	-----	---	-----

(B) 酸素を水上置換で捕集したところ、27℃、 9.96×10^4 Paの大気圧のもとで831 mLの気体が得られた。得られた酸素の質量は何gですか。ただし、27℃における水の蒸気圧を 3.6×10^3 Paとする。

(B)の解答群

1	0.26	2	0.51	3	0.77	4	1.02	5	2.6
---	------	---	------	---	------	---	------	---	-----

(C) ある一価の酸の0.10 mol/L水溶液のpHは3.0であった。この温度における電離定数 K_a は何 mol/Lですか。

(C)の解答群

1	1.0×10^{-5}	2	1.0×10^{-4}	3	1.0×10^{-3}	4	1.0×10^{-2}	5	1.0×10^{-1}
---	----------------------	---	----------------------	---	----------------------	---	----------------------	---	----------------------

— 13 —

(化 学)

(D) 硫酸銅(II) $CuSO_4$ の溶解度(溶媒100 gに溶解する溶質(無水物)の最大質量[g])の値は60℃において40 g/100 g水である。60℃における飽和水溶液100 gを20℃に冷却したところ、硫酸銅(II)五水和物 $CuSO_4 \cdot 5H_2O$ が25 g析出した。硫酸銅(II)の20℃における溶解度は何 g/100 g水ですか。ただし、 $CuSO_4$ の式量を160とする。

(D)の解答群

1	12	2	16	3	20	4	24	5	28
---	----	---	----	---	----	---	----	---	----

(E) 水、二酸化炭素、エチレンの生成熱はそれぞれ286 kJ/mol、394 kJ/mol、-52 kJ/molである。エチレンの燃焼熱は何 kJ/molですか。

(E)の解答群

1	628	2	732	3	1308	4	1412	5	1464
---	-----	---	-----	---	------	---	------	---	------

— 14 —

(化 学)

3. 文章中の空欄 [] に適合する数または語句を解答欄に記入し、文章後の設問に答えなさい。計算結果は有効数字2桁で答えなさい。

(配点25点)

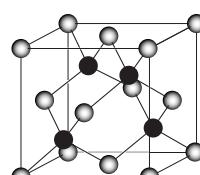
炭素は周期表の14族に属し、原子は [] 個の価電子を持つ。炭素の単体には、以下に示すA、B、Cなどの構造や性質が違うものがあり、これらを互いに [] であるという。

Aでは、すべての炭素原子は隣接する [] 個の原子と共有結合している。この結晶は1つの巨大分子と考えることもでき、非常に硬い。

Bでは、各炭素原子が隣接する [] 個の原子と共有結合しており、正六角形を基本単位とする網目状の平面が層状に積み重なった構造を形成している。平面どうしは [] 力で結びついているだけなので、層に沿って薄くはがれやすい。

Cは、60個の炭素原子が共有結合した球状分子からなり、加熱すると530℃で昇華する。

右図はAの結晶の単位格子を示している。○の炭素原子は [] 格子の配置をしており、その隙間に●の炭素原子が入り込んでいる。この単位格子内には合計 [] 個の原子が含まれている。



問1. A、B、Cのうち電気伝導性があるものをすべて記号で答えなさい。

問2. A、B、Cそれぞれの物質名を答えなさい。

問3. Aの結晶の単位格子の1辺の長さを 3.6×10^{-8} cmとして、この結晶の密度 [g/cm^3] を求めなさい。ただし、アボガドロ定数を $6.0 \times 10^{23}/\text{mol}$ として計算しなさい。

— 15 —

(化 学)

4. 文章中の空欄 に適合する語句を解答群の中から選び記号で答え、文章後の設問に答えなさい。ただし、解答群の語句は1回しか使用できないものとする。
(配点 25 点)

油脂はグリセリンとさまざまな 1 からなる 2 であり、動植物界にひろく存在する重要な天然資源である。一般に油脂は、1分子に含まれる3個の 1 が同じであるとは限らない。一般には油脂は 3 であるため、油脂の分子量は一定ではなく、一定の融点を示さないことが多い。室温で固体の油脂を 4 といい、液体の油脂を 5 という。

油脂の融点は、構成する 1 の炭素原子が少ないほど 6 する傾向がある。⁽ⁱⁱ⁾ けん化価は1gの油脂をけん化するのに必要な水酸化カリウム KOH の質量[mg]の数値と定義されている。けん化価は油脂の平均分子量の目安となっている。

ヨウ素価は100gの油脂に付加するヨウ素 I₂ の質量[g]の数値として定義されている。油脂の融点は、構成する 1 の炭素原子間二重結合が少ないほど 7 する傾向がある。二重結合を多く含む油脂を空気中に放置すると、酸化されて 8 しやすい。このような性質のものを 9 という。

【解答群】

- | | | | |
|-----------|------------|-------------|---------|
| (a) エーテル | (b) エステル | (c) アミド | (d) 脂肪酸 |
| (e) アルコール | (f) 脂肪族アミン | (g) 脂肪族炭化水素 | (h) 脂肪 |
| (i) 脂肪油 | (j) 純物質 | (k) 混合物 | (l) 固体 |
| (m) 液体 | (n) 固化 | (o) 液化 | (p) 乾性油 |
| (q) 不乾性油 | (r) 硬化油 | (s) 上昇 | (t) 低下 |

(化 学)

(化 学)

- 問1. グリセリンの分子式を答えなさい。
問2. 下線部(i)にもとづき、構成する 1 がすべてバルミチン酸 C₁₆H₃₀COOH (分子量 256) である油脂のけん化価を有効数字3桁で答えなさい。
問3. 下線部(ii)について、油脂の平均分子量を A、油脂一分子中の二重結合の数を B、ヨウ素の分子量を Cとしたとき、ヨウ素価を表す式として正しいものを下記の選択肢より選び記号(あ～か)で答えなさい。

あ	い	う	え	お	か
$\frac{100AB}{C}$	$\frac{100AC}{B}$	$\frac{100BC}{A}$	$\frac{AB}{100C}$	$\frac{AC}{100B}$	$\frac{BC}{100A}$

化学 一般選抜(前期)(前期・英語外部試験利用) 3日目(2月3日実施)

化学問題

(化 学)

注意 必要があれば、次の数値を用いなさい。

原子量 : H = 1.0, C = 12.0, N = 14.0, O = 16.0, Na = 23.0, S = 32.1,

Cl = 35.5, Ca = 40.1, Cu = 63.6

気体定数 R = 8.31 J/(K·mol) = 8.31 Pa·m³/(K·mol)

= 8.31 × 10³ Pa·L/(K·mol)

アボガドロ定数 N_A = 6.02 × 10²³/mol

ファラデー定数 F = 9.65 × 10⁴ C/mol

1. 各間に最も適当な解答を1つ解答群より選び、解答欄に番号で記入しなさい。
(配点 25 点)

(A) 次の記述のうち、正しいものはどれですか。

(A)の解答群

1	トリクロロメタンは非共有電子対をもつ極性分子である
2	アンモニアは非共有電子対をもつ無極性分子である
3	水は非共有電子対をもたない極性分子である
4	テトラクロロメタンは非共有電子対をもたない無極性分子である
5	二酸化炭素は非共有電子対をもつ極性分子である

(化 学)

(B) 次の各反応で発生する気体について、分子量の小さいものから順に並べたものはどれですか。

(a) 過酸化水素水に酸化マンガン(IV)を加える。

(b) 次亜塩素酸ナトリウムの水溶液に塩酸を加える。

(c) 銅に希硝酸を加える。

(d) 塩化アンモニウムに水酸化カルシウムを加えて加熱する。

(e) 炭化カルシウムに水を加える。

(B)の解答群

1	(a) < (d) < (e) < (c) < (b)	2	(a) < (d) < (c) < (b) < (e)
3	(d) < (a) < (e) < (c) < (b)	4	(d) < (e) < (c) < (a) < (b)
5	(e) < (d) < (a) < (c) < (b)		

(化 学)

(C) 次の(a)～(c)の3種類の希薄水溶液がある。性質の記述として、正しいものはどれですか。ただし、3種類の溶液の質量モル濃度は同じ値である。

- (a) 塩化カルシウム水溶液
- (b) 塩化ナトリウム水溶液
- (c) スクロース水溶液

(C)の解答群

1	凝固点と沸点が最も低いのは(a)である
2	凝固点と沸点はどの溶液も同じである
3	凝固点と沸点が最も低いのは(c)である
4	凝固点が最も低いのは(a)で、沸点が最も低いのは(c)である
5	凝固点と沸点が最も高いのは(a)である

— 13 —

(化 学)

(D) ある未知試料水溶液に、次の(a)～(f)の操作を順に行い、含まれている金属イオンの分析を行った。未知試料水溶液に含まれていたと考えられる金属イオンの組み合わせとして、正しいものを選びなさい。

- (a) 未知試料水溶液に希塩酸を加えたら白色沈殿が生じたのでろ過して、沈殿 A と、ろ液 B に分けた。
- (b) 沈殿 A は熱湯にすべて溶けた。
- (c) ロ液 B に H_2S を通じたが沈殿を生じなかった。この溶液を煮沸して H_2S を追い出したあと、 HNO_3 を加えてから熱して溶液 C とした。
- (d) 溶液 C に NH_4Cl と NH_3 水を加え、弱塩基性にしたら赤褐色沈殿を生じたのでろ過し、沈殿 D と、ろ液 E に分けた。
- (e) 沈殿 D に $NaOH$ 水溶液を過剰に加えたがまったく溶けなかった。
- (f) ロ液 E の分析を続けたが他に金属イオンは検出されなかった。

(D)の解答群

1	Ag^+ , Cu^{2+} , Fe^{3+}	2	Ag^+ , Cu^{2+}
3	Ag^+ , Pb^{2+} , Fe^{3+}	4	Pb^{2+} , Cu^{2+} , Fe^{3+}
5	Pb^{2+} , Fe^{3+}		

— 14 —

(化 学)

(E) 次の記述のうち、まちがっているものはどれですか。

(E)の解答群

1	酢酸ナトリウムを水酸化ナトリウムとともに加熱すると、エタンができる
2	アルケンは工業的には、ナフサの熱分解で得られるものが多い
3	アセチレンを赤熱した鉄に接触させると、ベンゼンができる
4	エチレンに白金を触媒として水素を反応させると、エタンができる
5	160℃に加熱した濃硫酸にエタノールを加えると、エチレンができる

2. 各間に最も適当な解答を1つ解答群より選び、解答欄に番号で記入しなさい。

(配点 25 点)

(A) 濃度未知の過酸化水素水 30.0 mL を、硫酸で酸性にした 0.0200 mol/L の過マンガン酸カリウム水溶液で酸化還元滴定をしたところ、15.0 mL 必要であった。この過酸化水素水の濃度は何 mol/L ですか。

(A)の解答群

1	0.0150	2	0.0250	3	0.0450	4	0.0600	5	0.0900
---	--------	---	--------	---	--------	---	--------	---	--------

(B) 0.100 mol/L のシュウ酸水溶液 20.0 mL を中和するのに濃度未知の水酸化ナトリウム水溶液 16.0 mL を要した。また、濃度未知の塩酸 30.0 mL を中和するのに、この水酸化ナトリウム水溶液 18.0 mL を要した。この塩酸の濃度は何 mol/L ですか。

(B)の解答群

1	0.100	2	0.125	3	0.150	4	0.200	5	0.360
---	-------	---	-------	---	-------	---	-------	---	-------

(C) 以下の熱化学方程式の Q の値はいくつですか。ただし、アセチレン(気)の燃焼熱は 1300 kJ/mol、ベンゼン(液)の燃焼熱は 3268 kJ/mol とする。また、燃焼によって生じる H_2O はすべて液体である。



(C)の解答群

1	-1968	2	-668	3	632	4	668	5	1968
---	-------	---	------	---	-----	---	-----	---	------

— 15 —

— 17 —

(化 学)

(D) 炭素、水素、酸素からなる有機化合物 450 mg を完全燃焼させたところ、水 450 mg と二酸化炭素 880 mg が生じた。この有機化合物の組成式は次のうちどちらですか。

(D)の解答群

1	CH ₂ O	2	CH ₃ O	3	CH ₄ O	4	C ₂ H ₅ O	5	C ₂ H ₆ O
---	-------------------	---	-------------------	---	-------------------	---	---------------------------------	---	---------------------------------

(E) 水素 3.20 g と窒素 16.8 g とメタン 128 g を混合し 0 ℃ で 2.02×10^6 Pa に保つ。この混合気体の体積は何 L ですか。

(E)の解答群

1	22.4	2	26.8	3	33.6	4	44.8	5	67.2
---	------	---	------	---	------	---	------	---	------

(化 学)

3. 文章中の空欄 [] に適合する反応式、物質名、語句または数値を解答欄に記入し、文章後の設間に答えなさい。有効数字は 2 衔とせよ。 (配点 25 点)

電気エネルギーによって強制的に酸化還元反応を起こすことを電気分解といいます。たとえば、炭素(黒鉛)を電極として塩化銅(II)水溶液を電気分解すると、陰極では次の反応が起こります。

[] (反応式)

炭素(黒鉛)を電極として塩化ナトリウム水溶液を電気分解すると、陰極では水酸化物イオンと [] (物質名) が生成します。ここで、陰極付近の水溶液を濃縮すると、おもに水酸化ナトリウムが得られます。工業的には、純度の高い水酸化ナトリウムを得るために、両電極間に陽イオンだけを通過させる膜を用いた方法が行われています。この方法を [] (語句) という。

一方、酸化還元反応を利用して電気エネルギーを取り出す装置を電池といいます。亜鉛板を入れた薄い硫酸亜鉛水溶液と、銅板を入れた濃い硫酸銅(II)水溶液を、両方の水溶液が混ざらないように素焼き板で仕切った電池を [] (語句) といいます。この電池では、[] (物質名) 板が正極になります。また、起電力は約 [] (数値) V である。

希硫酸に鉛と [] (物質名) を浸した構造の電池を鉛蓄電池といいます。この電池を放電すると、両極の表面には水に不溶な [] (物質名) が生じます。この電池は充電により再使用でき、自動車のバッテリーなどに用いられます。鉛蓄電池のように、充電できる電池を [] (語句) 電池または蓄電池といいます。充電できない電池を [] (語句) 電池といいます。

問. 白金電極を用いて硫酸ナトリウム水溶液を 200 mA で 5 時間 21 分 40 秒間電気分解した。陽極で発生した気体は何 g ですか。

— 18 —

— 19 —

(化 学)

4. 次の文章の空欄 [] に適合する語句、化学式または元素名を解答欄に記入し、文章後の設間に答えなさい。 (配点 25 点)

金属以外の無機物質を高温で熱処理してつくられた固体材料を [] (語句) といい、さまざまな工業製品がある。窓ガラスなどに最もよく使われるガラスは、けい砂、炭酸ナトリウム、石灰石などの原料の融解で得られる [] (語句) である。水を加えると硬化する建築材料の [] (語句) は、石灰石、粘土、セッコウなどを原料として加熱して得られる。[] (語句) に砂と砂利と水を加えて固めたものが [] (語句) である。

陶磁器は、原料と焼成する温度の違いで、土器、陶器、磁器に分類される。土器の原料はほとんど [] (語句) で、低温で焼いてつくる。陶器と磁器の原料は、[] (語句) 、けい砂(石英)と [] (語句) を含む陶土で、1000 ℃以上の高温で焼いてつくる。

[] (語句) には耐熱性が高く硬い長所がある反面、急な温度変化や衝撃に弱いなどの短所がある。これらの短所を取り除き特殊な性質を持たせるため、高純度の原料や新しい原料を使って精密な条件で焼成した [] (語句) を [] (語句) といい、ケイ酸塩や酸化アルミニウム、窒化ケイ素、チタン酸バリウムなどがある。

他に、工業や生活で多く用いられている無機物質として、種々の金属や炭酸塩などがある。金属はめっきしたり、合金にしたりして用いられることが多い。金属材料として最も多く用いられる鉄は、湿った空気中では酸化され、酸化鉄(III) [] (化学式) を含む赤さびを生じる。屋根などに用いるトタン板は、鐵板に [] (元素名) をめっきしたものである。銅にスズを添加してつくられる合金は [] (語句) とよばれ、太古から使われている。ガラスの原料となる炭酸ナトリウムは、工業的には [] (語句) 法でつくられる。最初の過程で、塩化ナトリウムの飽和水溶液にアンモニアと二酸化炭素を十分通じると炭酸水素ナトリウムが沈殿し、次の過程でこの沈殿を加熱して炭酸ナトリウムを得る。

問. 下線部の過程の反応式を答えなさい。

— 21 —

化学問題

(化 学)

注意 必要があれば、つぎの数値を用いなさい。

原子量 : H = 1.0, C = 12, N = 14, O = 16

$$\text{気体定数 } R = 8.31 \text{ J/(K} \cdot \text{mol}) = 8.31 \text{ Pa} \cdot \text{m}^3 / (\text{K} \cdot \text{mol}) \\ = 8.31 \times 10^3 \text{ Pa} \cdot \text{L} / (\text{K} \cdot \text{mol})$$

ファラデー定数 $F = 96500 \text{ C/mol}$ アボガドロ定数 $N_A = 6.0 \times 10^{23}/\text{mol}$

1. 各間に最も適合する解答を解答群より1つ選び出し、解答欄に番号で記入しなさい。

(配点 25 点)

(A) つぎに示す物質から一回の化学変化によって、アニリンが得られるものはどれですか。

(A)の解答群

1	ナフタレン	2	クメン
3	<i>p</i> -キシレン	4	<i>p</i> -クレゾール
5	ニトロベンゼン		

(B) つぎの化合物のうち、炭素鎖の枝分かれ構造をもつものはいくつありますか。

1-ブタノール 2-ブテン 1-ブロバノール 1-ペントン
2-メチルブタン 2-メチルプロパン

(B)の解答群

1	1	2	2	3	3	4	4	5	5
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

— 9 —

(C) つぎの反応のうち、水酸化物が生じるものはどれですか。

(C)の解答群

1	二酸化ケイ素に炭酸ナトリウムを反応させる
2	リン酸カルシウムとリン酸を反応させる
3	十酸化四リンを水に溶かして加熱する
4	炭化カルシウムに水を加える
5	酸化アルミニウムに塩酸を反応させる

(D) つぎの化合物について、沸点が高いものから順に並べたものはどれですか。

(a) ブタン (b) ヘキサン (c) 2-メチルプロパン

(D)の解答群

1	(a) > (b) > (c)	2	(a) > (c) > (b)
3	(b) > (a) > (c)	4	(b) > (c) > (a)
5	(c) > (b) > (a)		

— 10 —

(E) つぎのリンに関する記述のうち、まちがっているものはどれですか。

(E)の解答群

1	リンは元素の周期表の15族に属する典型元素で、原子は5個の価電子をもち、他の非金属元素の原子と共有結合をつくる
2	単体のリンは天然には存在せず、リン酸カルシウムを主成分とする鉱石にケイ砂とコーカスを混ぜて強熱してつくられる
3	黄リンを窒素中で250℃に加熱すると赤リンが得られる
4	黄リンは毒性が低く、赤リンは毒性が高い
5	リンを空気中で燃やすと白色の十酸化四リンが得られる

(化 学)

(化 学)

2. 各間に最も適合する解答を解答群より1つ選び出し、解答欄に番号で記入しなさい。

(配点 25 点)

(A) ある気体の密度は37℃, $1.55 \times 10^5 \text{ Pa}$ で 4.27 g/L であった。この気体はつぎのうちどれですか。

ただし、原子量はF = 19, Cl = 35.5とする。

(A)の解答群

1	フッ化水素	2	フッ素
3	塩化水素	4	クロロメタン
5	塩素		

(B) モル濃度 0.92 mol/L のアンモニア水のpHはいくらですか。ただし、アンモニアの電離定数は $K_b = 2.3 \times 10^{-5} \text{ mol/L}$ 、水のイオン積は $K_w = 1.0 \times 10^{-14}(\text{mol/L})^2$ とし、 $\log_{10} 2 = 0.30$ 、 $\log_{10} 2.3 = 0.36$ とする。

(B)の解答群

1	10.3	2	11.3	3	11.7	4	12.7	5	13.3
---	------	---	------	---	------	---	------	---	------

— 11 —

— 13 —

(化 学)

(C) 銅の電解精錬によって 200 A の電流で純銅 63.5 kg を得るのに、必要な日数はいくらですか。

ただし、原子量は Cu = 63.5 とする。

(C)の解答群

1	4	2	6	3	8	4	10	5	12
---	---	---	---	---	---	---	----	---	----

(D) エタンとプロパンの混合気体があり、その体積は 0 °C, 1.013×10^5 Pa で 5.60 L である。この混合気体を完全燃焼させたとき、1.10 mol の酸素を消費した。このとき発生した熱量 (kJ) はいくらですか。

ただし、エタンとプロパンの燃焼熱はそれぞれ 1560 kJ/mol, 2220 kJ/mol とし、燃焼によって生じた水はすべて液体である。

(D)の解答群

1	390	2	423	3	489	4	522	5	555
---	-----	---	-----	---	-----	---	-----	---	-----

(化 学)

(E) 濃度未知の塩化カルシウム水溶液 100 mL を陽イオン交換樹脂に通した後、純水で樹脂を完全に水洗した。水洗液も合わせて流出液 250 mL の塩酸が得られた。この塩酸のうち 10 mL を 0.10 mol/L の水酸化ナトリウム水溶液で中和滴定したところ、16 mL を要した。はじめの塩化カルシウム水溶液のモル濃度 (mol/L) はいくらですか。

ただし、陽イオン交換樹脂に通すことでの、すべてのカルシウムイオンが交換できたものとする。

(E)の解答群

1	0.080	2	0.10	3	0.20	4	0.40	5	0.80
---	-------	---	------	---	------	---	------	---	------

3. 文章中の空欄 [] に適合する(数値)、(語)句、(分)子式、(反)応式を解答欄に記入しなさい。(配点 25 点)

炭素は、元素の周期表 [1 (数値)] 族に属し、原子は価電子を [2 (数値)] 個もつ。酸素との化合物である二酸化炭素を構造式を用いて表したとき、炭素原子一つと酸素原子一つの間の共有結合は、価標 [3 (数値)] 本の共有結合で表される。炭素原子と酸素原子の間を結ぶ価標の数から、この結合を、[4 (語)] 結合とよぶ。二酸化炭素は、炭素や有機化合物の完全燃焼で生成する。実験室では石灰に希塩酸を反応させることで、得ることができる。この反応は、

[5 (反)]

で表される。二酸化炭素は、無色、無臭の気体で、水酸化ナトリウムとの反応により塩を生成する。この反応は、

[6 (反)]

で表される。この反応で生成する塩は、工業的には二酸化炭素、塩化ナトリウムとアンモニアを用いて [7 (語)] 法で作られる。

二酸化炭素は空气中に約 0.04 % 含まれているが、メタン、窒素酸化物、現在日本で使用が禁止されているフロンとともに温室効果ガスとして知られ、地球温暖化の原因物質の一つとして指摘されている。このため、世界的規模の排出規制の枠組み作りが検討されている。

空気中の二酸化炭素は緑色植物において、根から吸収した水と、光のエネルギー(多くは太陽光)を利用して糖類に変換される。この反応を [8 (語)] という。

緑色植物の [8 (語)] は複数の過程を経て複雑であるが、二酸化炭素と水から 1 mol のグルコース([9 (分)]) が生成する反応の熱化学方程式は、



(化 学)

で表される。ここで、二酸化炭素(気体)、水(液体)、グルコース(固体)の生成熱をそれぞれ 394 kJ/mol, 286 kJ/mol, 1270 kJ/mol とすると、Q は [13 (数値)] となる。このことから、この反応は [14 (語)] 热反応である。

(化 学)

4. 文章中の空欄 [] に適合する(数値), (語)句, (名称), (反)応式, (分)子式, (構)造式, (記)号を解答欄に記入しなさい。 (配点 25 点)

炭素, 水素, 酸素からなる分子量 170 以下の芳香族化合物 A がある。15.2 mg の化合物 A を完全燃焼させたところ, 二酸化炭素 35.2 mg, 水 7.2 mg を生じた。このことから化合物 A の分子式は, [1 (分)] となる。

化合物 A は塩化鉄(III)水溶液によって赤紫色に呈色した。化合物 A に無水酢酸を加えると, A の [2 (語)] 化された化合物 B および [3 (名)] が得られた。ここで反応した無水酢酸の物質量は, 化合物 A の物質量と等しかった。このことから化合物 A はベンゼン環上の水素原子が [4 (語)] 基に [5 (数値)] 節所置換されていることがわかる。

化合物 A を酸で加水分解すると, 化合物 C とメタノールが得られた。化合物 C は, ナトリウムフェノキシドに高温高圧のもとで二酸化炭素を反応させた後, 希硫酸を作用させることによって得られる。このことから, 化合物 A, B, C の構造式はそれぞれ [6 (構)], [7 (構)], [8 (構)] となる。

化合物 A, B, C の中で, 炭酸水素ナトリウムの飽和水溶液と反応するのは, 化合物 [9 (記)] で, その反応式は

[10 (反)]

となる。

- 19 -

解答解説は 161 ページ

化学 一般選抜(前期)(前期・英語外部試験利用) 5日目(2月5日実施)

化学問題

(化 学)

注意 必要があれば, つぎの数値を用いなさい。

原子量: H = 1.0, C = 12, N = 14, O = 16

気体定数 $R = 8.31 \text{ J}/(\text{K} \cdot \text{mol}) = 8.31 \text{ Pa} \cdot \text{m}^3/(\text{K} \cdot \text{mol})$

$= 8.31 \times 10^3 \text{ Pa} \cdot \text{L}/(\text{K} \cdot \text{mol})$

ファラデー定数 $F = 96500 \text{ C/mol}$

アボガドロ定数 $N_A = 6.0 \times 10^{23} / \text{mol}$

1. 各間に最も適合する解答を解答群より 1 つ選び出し, 解答欄に番号で記入しなさい。 (配点 25 点)

(A) 元素の周期表で第 4 周期に配置されている遷移元素に関するつぎの記述のうち, まちがっているものはどれですか。

(A)の解答群

1	イオンや化合物の水溶液は有色のものが多い
2	金属元素と非金属元素がともに含まれる
3	単体や化合物には, 触媒として利用されるものがある
4	酸化数が +6 や +7 などの大きい原子を含む化合物は, 強い酸化作用をもつことが多い
5	原子番号が増加しても, 原子の最外殻電子の数は 1 個または 2 個である

(化 学)

(B) つぎの(A)～(C)の記述の正誤の組み合わせのうち, 正しいものはどれですか。

(A) ハロゲンの塩は水に溶けやすいものが多いが, AgF を除くハロゲン化銀は水にほとんど溶けない

(B) ハロゲンの酸化力の強さは $I_2 > Br_2 > Cl_2 > F_2$ の順である

(C) 同じモル濃度のハロゲン化水素の水溶液の酸性の強さは HF > HCl > HBr > HI の順である

(B)の解答群

	(A)	(B)	(C)
1	正	誤	誤
2	正	正	誤
3	誤	正	誤
4	誤	正	正
5	誤	誤	正

- 11 -

- 12 -

(化 学)

(C) つぎの操作のうち、白色沈殿を生じないものはどれですか。

(C)の解答群

1	Ag ⁺ を含む水溶液に希塩酸を加える
2	Al ³⁺ を含む水溶液に過剰量のアンモニア水を加える
3	Ba ²⁺ を含む水溶液に希硫酸を加える
4	Ca ²⁺ を含む水溶液に炭酸アンモニウム水溶液を加える
5	Zn ²⁺ を含む水溶液にpH 2程度の強酸性下で硫化水素水を加える

(D) つぎの合成高分子のうち、構造にベンゼン環を含む熱可塑性樹脂はどれですか。

(D)の解答群

1	メラミン樹脂	2	ポリスチレン
3	ポリ塩化ビニル	4	ポリメタクリル酸メチル
5	フェノール樹脂		

(E) つぎの化合物のうち、不飽和脂肪酸はどれですか。

(E)の解答群

1	酒石酸	2	ステアリン酸
3	乳酸	4	アジピン酸
5	リノール酸		

— 13 —

(化 学)

(C) 試料水中に含まれる酸素(溶存酸素)の質量は、下記の化学反応を組み合わせて定量されている。

(i) 塩基性にしたマンガン(II)イオンを含む水溶液と溶存酸素を反応させ、沈殿を生成させる。

(ii) この沈殿をヨウ化物イオンの存在下で酸を加えて溶解させると、I₂が生成する。(iii) 生成したI₂の量から、溶存酸素の質量を求める。河川水100mLを試料に用いたとき、12.7mgのI₂が生成した。河川水1.0Lに含まれる酸素(溶存酸素)の質量(mg)はいくらですか。

ただし、原子量はI = 127とする。

(C)の解答群

1	0.80	2	1.6	3	4.0	4	8.0	5	16
---	------	---	-----	---	-----	---	-----	---	----

(D) 標準状態(0°C, 1013 × 10³ Pa)で672 Lの一酸化炭素とメタンの混合気体がある。この混合気体を完全燃焼させたところ、1153 kJの熱が発生した。燃焼前の混合気体における一酸化炭素：メタンの物質量比はいくらですか。

ただし、一酸化炭素の燃焼熱は283 kJ/mol、メタンの燃焼熱は891 kJ/molとする。

(D)の解答群

1	5:1	2	3:1	3	1:1	4	1:3	5	1:5
---	-----	---	-----	---	-----	---	-----	---	-----

— 16 —

(化 学)

2. 各間に最も適合する解答を解答群より1つ選び出し、解答欄に番号で記入しなさい。

(配点 25 点)

(A) 容積10 Lの密閉容器に水素2.0 molとヨウ素1.4 molを入れ、一定温度に保ったところ次式のような反応が起こり、平衡に達した。



平衡時のヨウ素が0.20 molであったとき、この温度における平衡定数Kはいくらですか。

ただし、容器内の物質はすべて気体として存在しているものとする。

(A)の解答群

1	7.5	2	9.0	3	15	4	36	5	64
---	-----	---	-----	---	----	---	----	---	----

(B) 質量パーセント濃度20%の希硫酸を充填した鉛蓄電池を5.0 Aの電流で32分10秒間充電した。充電後の希硫酸の質量パーセント濃度は30%であった。充電前の鉛蓄電池に充填されていた希硫酸の質量(g)はいくらですか。

ただし、原子量はS = 32とする。

(B)の解答群

1	3.7	2	7.4	3	37	4	48	5	74
---	-----	---	-----	---	----	---	----	---	----

— 15 —

(化 学)

(E) ある金属は面心立方格子の結晶で、単位格子の一辺の長さが4.00 × 10⁻⁸ cmである。この金属の結晶1.00 cm³中に含まれる原子の数はいくつですか。

(E)の解答群

1	1.56 × 10 ²²	2	3.12 × 10 ²²	3	6.25 × 10 ²²	4	1.25 × 10 ²³	5	2.18 × 10 ²³
---	-------------------------	---	-------------------------	---	-------------------------	---	-------------------------	---	-------------------------

— 17 —

(化 学)

3. 文章中の空欄 [] に適合する(数値), (語)句を解答欄に記入しなさい。
(配点 25 点)

極性分子の間には、分子の極性によって生じる静電気力がはたらく。一方で、窒素や二酸化炭素などの無極性分子であっても冷却すると液体や固体になることから、これらの無極性分子の間にも弱い引力がはたらいていると考えられる。このような分子間にはたらきをまとめて分子間力という。分子間力が存在することで、物質は温度や圧力によって固体・液体・気体という 3 つの状態をとる。この 3 つの状態を物質の [1 (語)] という。

ある物質の液体と気体が共存しているとき、温度と圧力を一定に保っていれば見かけ上、蒸発も凝縮も起こっていないような状態となる。この状態を気液 [2 (語)] という。気液 [2 (語)] の状態にあるときの、この物質の気体が示す圧力が蒸気圧である。蒸気圧と液体に接している気体の全圧が等しくなったとき、[3 (語)] が起きる。蒸気圧は物質の種類と温度が定まれば決まる量であり、蒸気圧を下げるためには温度を [4 (語)] ればよい。

固体の物質の場合にも、容易に気体となる性質をもっているものがある。このように固体から液体を経ずに直接気体になる現象を [5 (語)] という。固体と気体が [2 (語)] にあるときにも、この物質の気体が示す圧力を蒸気圧とよぶ。

[5 (語)] 性をもつ未知の物質 X の蒸気圧を決定するために以下の測定を行った。物質 X は非電解質でベンゼンによく溶けるので、まず物質 X の分子量を決めるためにベンゼンの凝固点降下の実験を行った。

最初に、純粋なベンゼンの凝固点を測定したところ、5.53 ℃であった。ベンゼン 25.0 g にナフタレン 0.320 g を溶かして凝固点を測定したところ 5.02 ℃となった。このことからベンゼンのモル凝固点降下は、[6 (数値)] K·kg/mol(有効数字 2 衔)と求められる。つぎに 25.0 g のベンゼンに 0.850 g の物質 X を溶かして凝固点

— 19 —

— 20 —

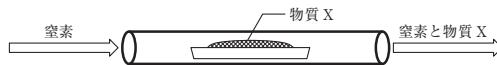
(化 学)

を測定したところ 4.51 ℃であった。このことから物質 X の分子量は [7 (数値)] (有効数字 2 衔)と求められた。

ただし、これらの溶液は希薄溶液とみなせるものとし、物質 X はこれらの溶液中で会合しないものとする。

続いて、物質 X の蒸気圧を決めるための測定を行った。下図のようにガラス管中に 3.00 g の物質 X を置き、ガラス管の一方から 27 ℃の窒素を 1.00 L/min の速さで流入させ、83 分後に残った物質 X の質量を測定したところ、1.81 g になっていた。このとき減少した物質 X の物質量は [8 (数値)] mol(有効数字 2 衔)となる。窒素中に物質 X が飽和していたとすると、27 ℃における物質 X の蒸気圧は [9 (数値)] Pa(有効数字 2 衔)と求められた。

ただし、蒸気圧測定の実験における気体の全圧は 101 kPa、温度は 27 ℃で一定である。また、物質 X は窒素と反応せず、窒素と気体になった物質 X のみがガラス管外へ流れ出てきており、[5 (語)] による気体の体積変化は無視できるものとする。



(化 学)

4. 文章中の空欄 [] に適合する(名称)、(構)造式を解答欄に記入しなさい。
(配点 25 点)

分子式 $C_{17}H_{16}O_4$ の化合物 A がある。1 mol の化合物 A のエステル結合をすべて加水分解すると、化合物 B、C、D がそれぞれ 1 mol ずつ得られた。化合物 B は、炭酸水素ナトリウムと反応し気体の [1 (名)] を発生し、化合物 C、D はそれぞれナトリウムと反応し、水素を発生した。化合物 C は炭酸水素ナトリウム水溶液には溶けなかつたが、水酸化ナトリウム水溶液には溶けた。

化合物 B は、 β -キシレンを酸化することによって得られる。また、化合物 B とエチレングリコールの縮合重合によって、高分子 E が得られた。このことから化合物 B の構造式は [2 (構)] となり、高分子 E の名称は [3 (名)] となる。

化合物 C に臭素水を十分に加えて反応させると、白色の芳香族化合物 F が得られた。また、化合物 C に濃硫酸と濃硝酸の混合物(混酸)を反応させると、火薬として使用されていた芳香族化合物 G が得られた。

化合物 D を穏やかに酸化すると、銀鏡反応を示す化合物が得られた。化合物 D には、2種類の構造異性体である化合物 H と I が存在する。化合物 H はナトリウムと反応して水素を発生する。また、化合物 H を酸化すると、フェーリング液を還元しない化合物 J が得られる。

このことから、化合物 C、化合物 J の名称はそれぞれ [4 (名)]、[5 (名)] となる。化合物 D の構造式は [6 (構)]、化合物 F の構造式は [7 (構)]、化合物 G の構造式は [8 (構)]、化合物 H の構造式は [9 (構)]、化合物 I の構造式は [10 (構)] となる。よって化合物 A の構造式は [11 (構)] となる。

— 21 —

— 22 —

解答解説は 162 ページ

生物問題

(生 物)

注意 問題1, 2, 3について、それぞれの指示にしたがって答を解答用紙の解答欄に記入しなさい。

1. 以下のA～Jの問題について、それぞれ最も不適切な説明を1つ選び、番号で答えなさい。
(40点)

A.

1. タンパク質を構成するアミノ酸は20種類存在する
2. アミノ酸はアミノ基とカルボキシ基をもつ
3. グルタミン酸の側鎖は正の電荷をもつ
4. アルギニンはアルカリ性の側鎖をもつ

B.

1. 生体内での化学反応全体を代謝という
2. 代謝では多くの場合、さまざまな酵素が個々の反応の触媒としてはたらいている
3. 代謝では多くの場合、酵素が触媒としてはたくためエネルギーの出入りはない
4. 代謝のうち、複雑な物質を単純な物質にする過程を異化という

C.

1. スクレオシドは糖とリン酸から構成される
2. RNAを構成する糖はリボースである
3. RNAは通常1本鎖で存在する
4. スクレオソームはDNAがヒストンとよばれるタンパク質に巻きついた構造である

— 23 —

(生 物)

D.

1. 遺伝子型を推定するために、劣性(潜性)ホモ接合体と交配することを検定交雑という
2. 同じ形質の個体どうしを交配したとき、常に同じ形質の個体ができる系統を純系とい
3. 対立形質をもつ両親から生じるF₁(雑種第一代)に優性(顕性)形質だけが現れることを独立の法則とい
4. つくられたすべての配偶子に対する遺伝子の組換えが起った配偶子の割合を組換え値とい

E.

1. 感覚ニューロンは皮膚などの受容器で受け取った情報を中枢へ伝える役割を担っている
2. 運動ニューロンは中枢からの命令を筋肉などの効果器へ伝える役割を担っている
3. 介在ニューロンは脳や脊髄などの中枢神経系を構成し、互いにつながりあって複雑なネットワークを形成している
4. ヒトでは、運動ニューロンは有髄神経纖維であるが、感覚ニューロンは無髄神経纖維である

— 24 —

(生 物)

F.

1. 被子植物の花粉はめしへの柱頭につくと発芽し、花粉管を伸ばす
2. 被子植物において花粉管の伸長が途中で止まってしまった場合、受精できない
3. 被子植物において花粉管内の精細胞の1つが卵細胞と受精してきた受精卵は胚を形成する
4. 被子植物において花粉管内の精細胞の1つが中央細胞と融合した場合、核相2nの胚乳となる

G.

1. 一定地域内に生息する個体群内の個体の分布様式のひとつとして、ランダム分布がある
2. ある範囲内に生息するいろいろな個体群の集まりを生物群集という
3. 個体群の密度の変化が原因で生じるさまざまな影響を相変異とい
4. 適当な生活空間と食物のある環境にいる個体群の時間経過にともなう個体数の増加をグラフにしたもの成長曲線とい

H.

1. ミトコンドリアは独自のDNAをもち、分裂によって増える
2. ミトコンドリアは嫌気性の細菌由来の細胞小器官であると考えられている
3. 葉緑体は独自のDNAをもち、分裂によって増える
4. 葉緑体はシアノバクテリアが細胞内共生を経て細胞小器官になったと考えられている

(生 物)

I.

1. 系統とは地球上で生物が進化してきた道筋のことである
2. 系統を表す図は樹木状の形に描かれるため系統樹とよばれる
3. 進化には目的があり、共通の目的をもつ生物種どうしが系統樹内ではまとまる傾向にある
4. 種は類似した特徴をもつ個体の集まりである

J.

1. タンパク質のフォールディングを補助するタンパク質をシャベロンとい
2. 多くのタンパク質では、60℃程度の温度でペプチド結合が切断される
3. タンパク質の変性によってタンパク質がその機能を失うことを失活とい
4. ポリペプチド鎖内にジスルフィド結合が形成される場合がある

— 25 —

— 26 —

(生 物)

2. 以下のA～Hについて、それぞれの文の空欄 [] に当てはまる、最も適切な語句を答えなさい。1つの問題に、2つの空欄 [] がある場合には、同一の語句が入るものとする。(24点)

- A. マクロファージがTLRによって病原体を認識すると、炎症反応や免疫細胞の活性化などの反応を引き起こす [] を分泌する。
- B. 呼吸において、クエン酸回路に入ったビルビン酸は二酸化炭素とC₂化合物となり、C₂化合物はコエンザイムAと結合して [] となる。
- C. 細胞内におけるDNA複製開始には鋸型鎖に相補的な短い [] が合成され、そこを起点にDNAポリメラーゼが新生鎖を伸長する。
- D. ウニの卵の細胞膜のすぐ下には、膜に包まれた多数の [] があり、[] の内容物によって卵黄膜(卵膜)から受精膜への形成が進む。
- E. 個々のニューロンには興奮の閾値が存在し、興奮が起こるか起こらないかの2通りしかない。ニューロンがもつこのような性質を [] の法則という。
- F. 冬でも葉をつけたままの樹木を常緑樹といい、それに対し乾季や冬に葉がなくなる樹木を [] という。
- G. 靈長類では、[] 性により枝などを掴みやすくなり、樹上生活に適応した。

- 27 -

(生 物)

H. 脊髄反射のうち、熱いものに触れたときに瞬間に手を引っ込める反射のことを行なう反射という。

- 28 -

(生 物)

3. 問題文を読み、以下の間に答えなさい。(36点)

問1 生態系を構成する生物の種類は多いが、食物をめぐる関係(栄養摂取の関係)から、(ア)、(イ)、(ウ)に分けることができる。(ア)は光合成などにより無機物から有機物をつくり出す。生態系では(ア)から始まる、食うか食われるかの関係がみられる。植物を食べる動物は一次(イ)とよばれ、(ア)である植物を食べて成長する。一次(イ)を食べて生活する肉食性動物は二次(イ)とよばれる。さらに、その肉食性動物を食べる三次(イ)もある。食うか食われるかの関係が一連に続くことを(エ)という。

(1) 文章中の空欄(ア)～(エ)に当てはまる、最も適切な語句を答えなさい。

- (2) 文章中的一次 [(イ)] に相当する動物はどれか、以下の中から2つ選び記号で答えなさい。
- (a) ウサギ (b) イタチ (c) カエル(成体) (d) バッタ
(e) モズ (f) タカ (g) シマヘビ (h) モグラ

- 29 -

(生 物)

問2 真核細胞では、生体膜で覆われた小胞を利用して生合成した分泌タンパク質の輸送や取り込んだ分子の輸送を行っている。下図はその概念を図示したものである。

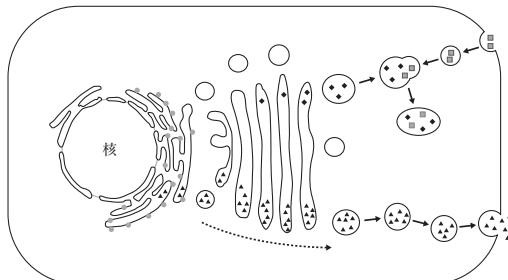


図 細胞における小胞を介した物質の輸送

(1) 次の語句を用いて、翻訳されたタンパク質が細胞外に分泌されるまでの全過程を説明しなさい。

【語句】 分泌小胞 粗面小胞体 ゴルジ体 リボソーム

(2) 関係する細胞小器官を明記しながら、細胞外のタンパク質が細胞内に取り込まれるところから分解されるまでの過程について説明しなさい。

(3) 細胞内における細胞小器官や小胞の移動は、ATPのエネルギーを利用して細胞骨格上をモータータンパク質が移動することで行われる。微小管上を移動するモータータンパク質の名称を2つ答えなさい。

- 30 -

(生物)

問3 1958年にメセルソンとスタールは天然に多く存在する窒素(¹⁴N)よりも質量の大きい同位体重窒素(¹⁵N)を利用してDNAが半保存的に複製されることを示した。このことを検証するために以下の実験を行った。

はじめに、条件1として重窒素(¹⁵N)を唯一の窒素源とする培地で大腸菌を培養した。条件2として、窒素(¹⁴N)を唯一の窒素源とする培地で大腸菌を培養した。条件3として、重窒素(¹⁵N)を唯一の窒素源とする培地で大腸菌を培養した後、その一部の培養液は窒素(¹⁴N)を唯一の窒素源とする培地に加え、大腸菌を培養した。条件1、2、3の大腸菌のDNAを抽出し、制限酵素で切断した。調製したDNAは密度勾配遠心分離法を行い、DNAの密度分布を解析した。

(1) 条件3の窒素(¹⁵N)を唯一の窒素源とする培地に移した後のある容量あたりの大腸菌の数を経時にカウントし、グラフにプロットしたところ図1になつた。大腸菌が1回分裂するのに要する時間を答えなさい。

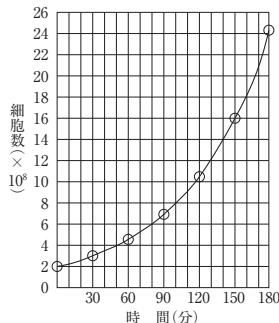
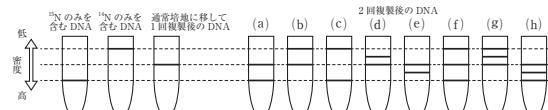


図1 培養時間に伴う大腸菌数の変化

— 31 —

(生物)

(2) メセルソンとスタールの実験により、図2に示す結果が得られた。条件3において、通常培地に移して1回複製後のDNAがこの位置に現れた理由を説明しなさい。

図2 密度勾配遠心分離法による結果の模式図
(密度が等しいDNAは遠心管内にバンドとして現れる)

(3) 2回目のDNA複製を終えた大腸菌のDNAバンドはどのような結果になると予想されるか。図2の(a)～(h)の中から選び記号で答え、その理由も説明しなさい。

— 32 —

解答解説は165ページ

生物 一般選抜（前期）（前期・英語外部試験利用）2日目（2月2日実施）

生物問題

(生物)

注意 問題1、2、3について、それぞれの指示にしたがって答を解答用紙の解答欄に記入しなさい。

1. 下のA～Jの問題について、それぞれ最も不適切な説明を1つ選び、番号で答えなさい。
(40点)

A.

1. リボソームはミトコンドリアよりも小さな構造体で、RNAとタンパク質から構成されている
2. 小胞体は二重の生体膜からなり、細胞質膜に広がっている
3. 表面にリボソームが付着した小胞体を粗面小胞体といい、付着していない小胞体を滑面小胞体という
4. 粗面小胞体に付着したリボソームで合成されたタンパク質の多くは、小胞体の膜を通して内部に取りこまれる

B.

1. アデノシンはアデニンとリボースが結合した化合物である
2. 1分子のADPには高エネルギーリン酸結合が2つ存在する
3. 高エネルギーリン酸結合が切れるときエネルギーが放出される
4. ATPは塩基と糖とリン酸で構成されている

C.

1. DNAを構成するヌクレオチドの塩基側の末端は5'末端とよばれる
2. DNAを構成する2本のヌクレオチド鎖は逆向きに結合している
3. DNA複製では、2本のヌクレオチド鎖のそれぞれが鋳型鎖になる
4. 複製されたDNAは、鋳型となる鎖と新たに合成された鎖の組み合わせで構成される

D.

1. 水中で生活する動物の多くは、雌雄が水中へ放卵や放精をして、体外受精を行う
2. ウニが受精する際、他の精子が卵に進入できないようにするしくみを多精拒否という
3. ウニの精子は、頭部、中片部、尾部からなり、頭部には核とミトコンドリアが含まれている
4. カエルの原腸胚では、原腸の入口が原口であり、原口の動物極側にある部分を原口背唇部という

— 19 —

— 20 —

(生 物)

E.

- ニューロンの膜電位が静止電位を保っているとき、ナトリウムポンプによって細胞外には Na^+ が多く、細胞内には K^+ が多い状態となっている
- 静止電位が保たれたニューロンの軸索に興奮が伝わると、電位依存性ナトリウムチャネルが開いて活動電位が発生する
- ニューロンの軸索において活動電位が一度発生すると、電位依存性ナトリウムチャネルと電位依存性カリウムチャネルはそれぞれ開いた状態が維持される
- ニューロンにおいて活動電位が収まつて膜電位が静止電位に戻ると、ナトリウムポンプによるナトリウムとカリウムの能動輸送の効果により、各イオンの濃度勾配は活動電位の発生前の状態に戻る

F.

- 被子植物の花粉四分子の核相は n である
- 被子植物の助細胞の核相は n である
- 被子植物の受精卵の核相は $2n$ である
- 被子植物の胚乳の核相は $2n$ である

G.

- 個体群密度が高くなると、資源をめぐる個体間の競争は起こりにくくなる
- ある環境で存在できる最大の個体数を環境収容力という
- 個体群を構成する個体の発育・生理などが密度変化に伴い変化することを密度効果という
- 個体群密度が一定の値よりも高くなると、死亡率の増加、出生率の低下が起き、個体数が増えにくくなるため、個体数は一定の値に落ち着く

(生 物)

H.

- 先カンブリア時代に出現したシアノバクテリアや藻類は光合成により酸素を放出し、大気中の酸素濃度を高めた
- カンブリア紀になると多種多様な大型動物が急増したが、これはカンブリア爆発とよばれている
- カンブリア紀末からオルドビス紀の頃にはオゾン層が成層圏に形成された
- オゾン層は赤外線を遮るために光合成が抑制され、動物が繁栄するきっかけとなつた

I.

- メタン菌(メタン生成菌)は古細菌(アーキア)に分類される
- 超好熱菌は古細菌(アーキア)に分類される
- 細胞性粘菌は古細菌(アーキア)に分類される
- 高度好塙菌は古細菌(アーキア)に分類される

J.

- 植物は太陽からの光エネルギーを化学エネルギーに変換する
- 動物は取りこんだ有機物の同化により、エネルギーを獲得している
- 植物は無機空素化合物を取りこみ、必要な有機空素化合物を合成している
- 動物は摂取したタンパク質を分解して得たアミノ酸を用いて、必要な有機空素化合物を合成している

- 21 -

- 22 -

(生 物)

2. 以下のA～Hについて、それぞれの文の空欄 [] に当てはまる、最も適切な語句あるいは数字を答えなさい。 (24点)

- A. ヒトの免疫において、サイトカインにより活性化された [] は、形質細胞(抗体産生細胞)に分化し、抗体を大量に合成して分泌する。
- B. クエン酸回路において、アセチル CoA(のアセチル基)は [] と結合してクエン酸となる。
- C. 真核細胞では、スプライシングの過程は主に [] 内で行われる。
- D. 動物の発生において、胚の特定の部分が、その近くの未分化の細胞群に作用して分化を促すはたらきを [] という。
- E. 有髓神経繊維が無髓神経繊維と比べて興奮の伝導が速い理由は、髓鞘の切れ目部分である [] を興奮が跳躍伝導するためである。
- F. 落葉や落果を促進する [] の合成はアブシン酸が促進する。
- G. 分子進化において、コドンの [] 番目の塩基は、他の塩基と比べて変化する速度が大きい。
- H. 生殖的隔離が成立した状態は、[] が分化した状態である。

(生 物)

3. 問題文を読み、以下の間に答えなさい。 (36点)

問1 光合成において、光エネルギーに依存して [A] により ATP が合成される。水の分解によって生じた電子が光化学系II、光化学系Iを通して伝達され、[B] が生じる反応系を光合成の電子伝達系といふ。電子が電子伝達系を通ると、水素イオン(H^+)が [C] 側から [D] の内側へ輸送され、その濃度勾配が大きくなると H^+ が [D] にある [E] を通って [C] 側に戻るときに ATP が合成される。このしくみは、ミトコンドリアで [F] により ATP が合成されるのと同じようなしくみである。葉緑体の [C] の部分では、二酸化炭素(CO_2)を還元して有機物を合成する反応が起こる。まず、気孔から取りこまれた CO_2 は、[G] という酵素により、 C_5 化合物と結合する。さらに、それが2つに分解されて、2分子の C_3 化合物になる。生じた C_3 化合物は ATP のエネルギーと [B] による還元作用によって、グリセルアルデヒドリン酸(GAP)となる。この GAP の一部が有機物の合成に使われ、残りは ATP のエネルギーを使って再び C_5 化合物へと戻る。

- 文章中の空欄[A]～[G]に当てはまる、最も適切な語句を答えなさい。ただし、空欄[A]と[F]は生体内で ATP が合成される異なる反応である。
- 高等植物において、光合成で生じた有機物は葉緑体から細胞質に輸送された後、植物体の各部へ運ばれる。
 - 各部に運ばれる際、主にどこを通って運ばれるか、名称を答えなさい。
 - 根や種子などに運ばれた有機物は何という物質となって貯蔵されるか、名称を答えなさい。

- 23 -

- 24 -

(生 物)

- (3) ある植物において、明条件下で1時間に 4.0 mg の CO_2 の吸収、暗条件下で1時間に 1.0 mg の CO_2 の放出が測定された。この植物を5時間明条件下においてたとき、グルコースは何mg合成されると考えられるか、整数で答えなさい。ただし、原子量はH=1.0、C=12.0、O=16.0とする。

問2 PCR法(ポリメラーゼ連鎖反応法)は、目的とするDNAのある領域を多量に増幅させる実験手法である。その反応工程はおおむね以下のI～IIIの繰り返しで行なわれる。

I 2本鎖DNAを含む溶液を加熱することにより、塩基間の水素結合を切つて1本鎖DNAに分離する。

II 複製したい領域の起点となるDNAプライマーを録型となる1本鎖のDNAに結合させる。

III 耐熱性のDNAポリメラーゼと4種類のスクレオチドを利用して、録型DNAに相補的な配列を複製する。

(1) PCR法の反応工程I～IIIについて、温度が高い順に並べかえるとどのような順になるか答えなさい。

(2) 反応工程IIで使用するプライマーは、2本で1組となっている。その理由を説明しなさい。

(3) 上記のPCR法の反応工程を計10回繰り返した場合、目的のDNA配列のある領域は理論上何倍に増幅されるか答えなさい。

— 25 —

(生 物)

問3 以下の間に答えなさい。

(1) 転写の最初のステップを示した以下の文章中の(A)と(B)に当てはまる、最も適切な語句を答えなさい。

真核生物では、DNAに存在する (A) とよばれる特別な塩基配列をもつ領域に、基本転写因子とともに (B) という酵素が結合し、転写が開始される。

(2) RNAを合成する際に録型となるDNA鎖の塩基配列が5'-AGCTTC-3'のとき、この領域を転写して合成されるRNAの塩基配列を5'末端から答えなさい。

— 26 —

解答解説は168ページ

生物 一般選抜(前期)(前期・英語外部試験利用) 3日目(2月3日実施)

生物問題

(生 物)

注意 問題1、2、3について、それぞれの指示にしたがって答を解答用紙の解答欄に記入しなさい。

1. 下以下のA～Jの問題について、それぞれ最も不適切な説明を1つ選び、番号で答えなさい。
(40点)

A.

1. 酶素は反応の活性化エネルギーを低下させるはたらきをもつ
2. アロステリック酵素は活性部位以外に基質が結合するアロステリック部位をもつ
3. 酶素反応の競争的阻害では基質を加えていくと阻害作用が弱まるが、非競争的阻害では基質を大量に加えても阻害作用を止めることはできない
4. NAD^+ は酵素による酸化還元反応において電子の運搬体としてははたらく

B.

1. 電子伝達系では、膜を隔てた H^+ の濃度勾配がATPの合成に役立っている
2. 電子伝達系は膜構造を有するミトコンドリアのマトリックスで反応が進行する
3. 酸化的リン酸化では、物質が酸化される過程で取り出されたエネルギーを用いてATPが合成される
4. クエン酸回路で生じた H^+ や e^- がNADHや FADH_2 の形で電子伝達系に運ばれる

(生 物)

C.

1. プロモーターはRNAポリメラーゼが結合して転写を開始させるためのDNA領域である
2. エキソンとイントロンはDNAにも成熟したmRNAにも存在する
3. 転写によってRNAは5'→3'の方向に合成される
4. RNAを構成するスクレオチドの糖はリボースである

D.

1. 同一の染色体に存在する遺伝子は連鎖しているという
2. 互いに独立している対立遺伝子A, aとB, bについて、遺伝子型 $AaBb$ の個体で減数分裂により生じる配偶子の遺伝子の組合せは8種類である
3. 全配偶子のうち、組換えを起こした配偶子の割合を組換え価といふ
4. 三点交雑をさまざまな形質について繰り返し行うと、染色体にある遺伝子の相対的位置を示す染色体地図を作成することができる

E.

1. 筋原纖維から明帯を除いた領域をサルコメアといふ
2. 筋原纖維において、アクチンフィラメントとミオシンフィラメントを比較すると、アクチンフィラメントのほうが細い
3. アクチンフィラメントと結合するミオシン頭部はATP分解活性をもつ
4. 筋収縮において、カルシウムイオンとトロボニンの結合によりトロボミオシンの立体構造が変化し、アクチンフィラメントとミオシン頭部が結合する

— 23 —

— 24 —

(生 物)

(生 物)

F.

1. ワラビの胞子体の核相は n である
2. ヒマワリの植物体の核相は $2n$ である
3. スギゴケの胞子の核相は n である
4. イチョウの植物体の核相は $2n$ である

G.

1. さまざまな環境に対応して多様な生態系が存在することを生態系多様性といふ
2. 生態系多様性が高い地域では、環境に応じていろいろな生物が生息するため種多様性も高い
3. 遺伝的多様性が低いと、環境が悪化したときに生き残る個体がいる可能性が大きい
4. 生態系に大規模な乱が生じると生物多様性が大きく損なわれることが多いが、中規模程度の乱では生物多様性は維持されたり増大したりすることもある

H.

1. 新生代古第三紀の終わりから新第三紀のはじめころ、靈長類の中から尾をもたない類人猿が出現し、現生の類人猿としては、テナガザル類・オランウータン・ゴリラ・ボノボ・チンパンジーなどがいる
2. 人類では後肢は指が短くなり、かかとや土ふまずができるべねやクッションの役割を果たし、歩行に適した足が形成された
3. 人類では直立した姿勢で内臓を支えるために骨盤が上下に長く幅広くなった
4. 頭骨と首をつなぐ部分にある脊髄の通り道(大後頭孔)は、類人猿では後頭部に斜めに開いているのに対して、人類ではより前方に真下に向いて開いている

— 25 —

I.

1. シアノバクテリア類はバクテリアに分類される
2. 大腸菌類はバクテリアに分類される
3. 枯草菌類はバクテリアに分類される
4. 子のう菌類はバクテリアに分類される

J.

1. 動物の受精卵の発生後期に見られる細胞分裂を卵割という
2. ウニの発生過程において、外胚葉、内胚葉、中胚葉が形成されるのは原腸胚期である
3. カエルの受精卵において、灰色三日月環が生じる側は将来背側となる
4. カエルでは、神経胚期に背側の外胚葉に神経板が現れる

— 26 —

(生 物)

(生 物)

2. 以下のA～Hについて、それぞれの文の空欄 [] に当てはまる最も適切な語句を答えなさい。 (24点)

A. 生体膜は [] の二重層からなり、その中にタンパク質がモザイク状に分布している。

B. 生物が共通の祖先から異なる環境へ適応して多様化することを [] という。

C. 汗腺や消化腺などのように排出管をもつ効果器を [] 腺という。

D. カエルやイモリなどの胚で、中胚葉誘導を引き起こす物質は [] タンパク質とよばれ、植物極側に局在する別のタンパク質によって合成が活性化される。

E. 動物において、生まれつき備わっている行動とは異なり、生まれた後の経験や訓練によって新しい行動を身につけることを [] という。

F. 食物網における上位の捕食者が、その生態系のバランスを保つのに重要な役割を果たしている場合があり、このような生物種を [] 種という。

G. 真核生物の中で動物、植物、菌類に分類されない生物は [] と総称されている。

H. 6.5億年ほど前の先カンブリア時代末期には、比較的大形で軟体質のからだをもつ多様な生物が出現している。これらの生物は [] 群とよばれている。

— 27 —

3. 問題文を読み、以下の間に答えなさい。 (36点)

問1 ある分裂組織の分裂過程の各細胞数を数えたところ、表1のような結果になった。この分裂組織の細胞周期の1周にかかる時間が24時間だったとして、次の間に答えなさい。

細胞周期	間期			分裂期				合計
	G_1 期	S期	G_2 期	前期	中期	後期	終期	
細胞数	120	60	90	18	12	38	22	360

(1) この分裂組織の細胞の分裂期に要する時間は何時間か。

(2) この分裂組織の細胞の細胞あたりのDNA量が1(相対値)の期間は何時間か。ただし、 G_1 期の時のDNA量を1とし、ミトコンドリアのDNA量は無視する。

(3) この分裂組織の細胞の細胞周期における細胞あたりのDNA量のグラフを描きなさい。ただし、グラフの横軸は時間、 G_1 期のDNA量を1とし、ミトコンドリアのDNA量は無視する。

— 28 —

(生 物)

問2 被子植物の生殖に関する以下の文章を読んで間に答えなさい。

減数分裂により形成された_(a)花粉四分子は花粉となり、雌しべの柱頭に付くと発芽して、胚のうに向かって_(あ)を伸ばす。花粉の中にあった雄原細胞は_(あ)が伸長するときに2個の_(い)になり、_(あ)が胚のうに達すると、_(い)は胚のう中に放出される。_(い)の1個は卵細胞と合体し_(b)受精卵となる。もう1個は中央細胞と合体して_(c)胚乳細胞となる。このような現象を_(う)という。

(1) (あ)～(う)の空欄に当てはまる最も適切な語句を答えなさい。

(2) 下線(a)～(c)の細胞の核相を下記の選択肢から選んで答えなさい。

【選択肢】 0.5n n 2n 3n 4n 8n

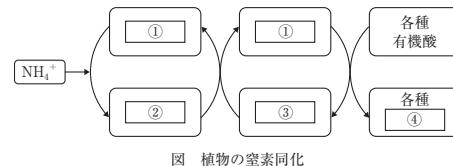
(生 物)

問3 生体内では物質の合成反応や分解反応など、非常に多くの化学反応が進行している。この生体内での化学反応全体を代謝といふ。代謝では多くの場合、さまざまな酵素が個々の反応の触媒としてはたらく。

(1) 次の語句を用いて、葉緑体のstromaで起こる二酸化炭素を取り込む反応段階を説明しなさい。

【語句】 リプロースニリン酸(C₅) ルビスコ ホスホグリセリン酸(C₃)

(2) 図は植物による窒素同化の過程を示した図である。空欄①～④に当てはまる語句を答えなさい。ただし、同じ番号の空欄には同じ語句が入る。



— 29 —

— 30 —

解答解説は169ページ

生物 一般選抜（前期）（前期・英語外部試験利用）4日目（2月4日実施）

生物問題

(生 物)

注意 問題1, 2, 3について、それぞれの指示にしたがって答を解答用紙の解答欄に記入しなさい。

1. 以下のA～Jの問題について、それぞれ最も不適切な説明を1つ選び、番号で答えなさい。(40点)

A.

1. 細胞膜はリン脂質の二重層からなり、その中にさまざまなタンパク質が配置されている
2. 細胞膜のリン脂質分子は、疎水性の部分と親水性の部分をもち、疎水性の部分を脂質二重層の内側に向けたり外側に向けたりすることができる
3. 細胞膜にモザイク状に埋め込まれたタンパク質は、膜の水平方向へ比較的自由に移動することができる
4. 脂質二重層を通してにくい物質には、細胞膜を貫通する輸送タンパク質を介して移動するものがある

B.

1. ミトコンドリアは呼吸の多くの反応にかかる細胞小器官である
2. ミトコンドリアは外膜と内膜の二重の膜をもつ
3. ミトコンドリアのクリステには呼吸にかかるすべての酵素が存在する
4. ミトコンドリアは独自に複製可能なDNAをもつ

(生 物)

C.

1. 転写によりできたRNAの塩基配列はチミンがウラシルになっている以外は非鏡像鎖と同じになる
2. 真核生物では、転写やスプライシングの過程は核内で行われる
3. tRNAは特定の核酸を結合してリボソームへ運搬する役割をもつ
4. リボソームはrRNAとタンパク質から構成されている

D.

1. 鳥類や魚類の卵のように卵黄がきわめて多く、それが植物半球に偏っている場合、動物極の周辺だけで平板状に卵割が引き起こされるが、これを表層という
2. カエルの原腸胚では、原腸の入口が原口であり、原口の動物極側にある部分を原口背唇部という
3. カエルの卵は植物極側に卵黄が多く含まれており、卵黄が多く含まれる部分では卵割が起こりにくいために、不等割になる
4. ウニはプリズム幼生の時期になると、口や肛門ができる、プランクトンなどを食物として成長し、やがて変態して成体となる

E.

1. 活動電位の発生を意味する興奮がニューロンの軸索を伝わることを伝達といい、シナプス間隙を介して別の細胞に興奮が伝わることを伝導といふ
2. 神経の軸索の末端部には、神経伝達物質を内包したシナプス小胞が存在する
3. 興奮性シナプスで機能する神経伝達物質には、アセチルコリンやノルアドレナリンがあげられる
4. 抑制性シナプスで機能する神経伝達物質には、 γ -アミノ酪酸があげられる

— 21 —

— 22 —

(生 物)

F.

1. オオムギ種子の発芽時に必要なエネルギー源は子葉に蓄えられている
2. オオムギ種子は発芽の条件が整うまではアブシシン酸によって休眠が維持されている
3. オオムギ種子の発芽が始まると、胚からジベレリンが分泌される
4. オオムギ種子の発芽が始まると、エネルギー源となるデンプンはアミラーゼによって分解される

G.

1. 热帯多雨林は、一年を通じて高温・多雨な地域で、常緑広葉樹の高木が多く生育し、地球上で最も樹木の種類が多い
2. 照葉樹林は、暖温帯に広がり、葉につやのある常緑広葉樹が優占種となる
3. 一次遷移が進行し、それ以上は全体として大きな変化を示さない状態を極相という
4. 陽樹であるタブノキやアラカシは、幼木では林などの日陰の環境に生育するが、ある程度成長すると光が強いほど成長がよくなる

H.

1. ハーディ・ワインベルグの法則が成立するためには「自由な交配で有性生殖をする」ことが条件として必要である
2. ハーディ・ワインベルグの法則が成立するためには「突然変異が起こらない」ことが条件として必要である
3. ハーディ・ワインベルグの法則が成立するためには「注目する形質間で自然選択がはたらかない」ことが条件として必要である
4. ハーディ・ワインベルグの法則が成立するためには「集団が十分に大きく、遺伝的浮動の影響を無視できない」ことが条件として必要である

— 23 —

(生 物)

I.

1. コケ植物、シダ植物、種子植物の3群はまとめて植物と総称される
2. 植物は、光合成を行う多細胞の真核生物である
3. 光合成を行う真核生物である藻類は、原生生物に分類される
4. コケ植物とシダ植物は維管束をもたない

J.

1. ヒトの眼の網膜の中心部の黄斑には、錐体細胞は集中しているが桿体細胞はほとんど分布していない
2. ヒトの眼の盲斑には、桿体細胞が最も多く分布している
3. ヒトの眼の網膜に到達する光量は、瞳孔括約筋(輪状の筋肉)と瞳孔散大筋(放射状の筋肉)がそれぞれ収縮することによって調節されている
4. ヒトの眼において、毛様筋が収縮するとチン小帯がゆるむので、水晶体の厚さが増し、近くのものが見やすくなる

— 24 —

(生 物)

2. 以下のA～Hについて、それぞれの文の空欄 [] に当てはまる、最も適切な語句を答えなさい。1つの問題に、2つの空欄 [] がある場合には、同一の語句が入るものとする。(24点)

A. 硫黄原子をもつアミノ酸である [] の間に作られるS-S結合は、タンパク質の三次構造や四次構造の形成に関与する。

B. 解糖系で生じた [] から、電子がミトコンドリアの内膜にある電子伝達系に渡される。

C. 原核生物において、調節タンパク質が結合するDNAの転写調節領域は [] とよばれている。

D. 被子植物において、花粉管の中の精細胞の一方が卵細胞と融合して受精卵となり、もう一方の精細胞は中央細胞と融合し [] となる。

E. 間脳にある [] には、自律神経系と内分泌系の中権がある。

F. 植物の光合成速度と呼吸速度が同じになる光の強度を [] という。

G. ある種の生物の集団がもつ遺伝子の集合全体を [] とよぶ。

H. 中生代の白亜紀に、胚珠が [] の中にある被子植物が出現した。被子植物では、[] により胚珠が乾燥から守られる。

— 25 —

(生 物)

3. 問題文を読み、以下の間に答えなさい。(36点)

問1 キイロショウジョウバエの体細胞には、8本の染色体がある。これらのうち3対はオス・メス共通の(ア)染色体、1対はオス・メスで組合せが異なる(イ)染色体である。(イ)染色体のうち、オス・メス共通のものを(ウ)染色体、オス特有のものを(エ)染色体という。

(1) 文章中の空欄(ア)～(エ)に当てはまる、最も適切な語句を答えなさい。

(2) ショウジョウバエの眼の色を決める遺伝子は(ウ)染色体上にある。赤眼の遺伝子Aは白眼の遺伝子aに対し顯性(優性)である。赤眼のオスと白眼のメスとの交配で生まれた個体のオス・メスについて、それぞれすべての眼の色を答えなさい。

問2 脂肪(中性脂肪)が呼吸基質となる場合、脂肪は加水分解されて(A)と(B)になる。(B)はミトコンドリアのマトリックスで端から炭素2個を含む部分が切り取られ、これがコエンザイムAと結合してアセチルCoAとなる。この過程を(C)といい、これが繰り返されて、(D)はアセチルCoAとして(D)に入り、最終的に二酸化炭素と水になる。タンパク質が呼吸基質となる場合、タンパク質は加水分解されてアミノ酸となり、アミノ酸のアミノ基をアンモニア(NH₃)として遊離後、ピルビン酸やそのほかの有機酸となり、(D)などに入って代謝される。

(1) 文章中の空欄(ア)～(エ)に当てはまる、最も適切な語句を答えなさい。

(2) 文章中の空欄(ア)はその後どのようになるか、簡単に説明しなさい。

— 26 —

(生物)

- (3) ヒトでは、タンパク質はエネルギー源としてきわめて使われにくい。タンパク質が呼吸基質として使用されるのは、主にどのようなときか説明しなさい。
- (4) 体重 70 kg、体脂肪率 20% のヒトが脂肪だけを呼吸基質とした場合、基礎代謝だけで脂肪を使い切る日数を見積もりなさい。ただし、1 日当たりの基礎代謝量は 1500 kcal、脂肪のエネルギー量は 9 kcal/g とする。

問 3 サンガー法とよばれる DNA 断片の塩基配列決定法は DNA ポリメラーゼを用いるが特殊なスクレオチドを加える必要がある。この特殊なスクレオチドは、新たに合成された DNA 鎮に取り込まれると DNA 合成が停止するようにデザインされている。例えば、4種類の塩基をもつ通常のスクレオチドのほかにシトシンを含む特殊なスクレオチド(ddCTP)を少量加えた反応溶液中では、シトシンを含むスクレオチド(dCTP)の代わりに ddCTP が取り込まれた DNA は伸長反応が停止する。そのため、長さの異なる複数の DNA 鎮が合成される。アデニン、チミン、グアニンについても同様の特殊なスクレオチドを用意し、それぞれ DNA 鎮の合成を行う。その後、4種類の反応液を電気泳動し(反応液は全量電気泳動したとする)、泳動パターンから DNA 鎮の塩基配列を決定することができる。

- (1) 図 1 は4種類の反応液を異なるレーンで電気泳動した結果である。泳動パターンから読み取ることができる、矢印で示したバンドの DNA 鎮の塩基配列を 5' 末端の方向から答えなさい。ただし、アデニン、シトシン、チミン、グアニンをもつ特殊なスクレオチドをそれぞれ ddATP、ddCTP、ddTTP、ddGTP と表記する。

— 27 —

(生物)

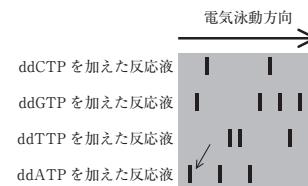


図 1 4種類の反応液を異なるレーンで電気泳動した結果

- (2) 反応溶液中に加える特殊なスクレオチド(ddATP、ddCTP、ddTTP、ddGTP)の量を増加させると合成される DNA 鎮はどうなるか説明しなさい。
- (3) 再現性の確認のため再度実験を行ったが、手順に誤りがあり、図 1 とは異なる図 2 のような泳動パターンが得られた。なぜこのような結果が得られたか、予想される誤りの原因を説明しなさい。

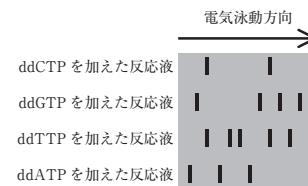


図 2 再現実験で電気泳動した結果

— 28 —

解答解説は 169 ページ

生物 一般選抜（前期）（前期・英語外部試験利用）5日目（2月5日実施）

生物問題

(生物)

注意 問題 1、2、3について、それぞれの指示にしたがって答を解答用紙の解答欄に記入しなさい。

1. 以下の A～J の問題について、それぞれ最も不適切な説明を 1 つ選び、番号で答えなさい。(40 点)

A.

- 一定量の酵素に対して基質濃度を高くすると、ある基質濃度以上で反応速度は一定になる
- 酵素反応において、基質量が十分な場合、酵素濃度を高くすると反応速度は大きくなる
- 酵素反応が基質と似た構造をもつ物質により阻害されることを競争的阻害といい、活性部位とは異なる場所に結合して引き起こされる酵素の阻害作用を非競争的阻害という
- 非競争的阻害では基質を加えていくと阻害作用が弱まるが、競争的阻害では基質を大量に加えても阻害作用は変わらない

B.

- 呼吸は酸素を必要とし、二酸化炭素と水が生じる点で、有機物の燃焼反応と似ている
- 燃焼では反応が一度に進行するため、放出されるエネルギーの大部分は熱と光になる
- 燃焼は酸化反応であるが、呼吸は酸化反応ではない
- 呼吸では、グルコースなどがさまざまな酵素によって段階的に分解されるため、エネルギーの一部を ATP として取り出すことができる

— 23 —

(生物)

C.

- 61 種類のコドンがタンパク質を構成する 20 種類のアミノ酸に対応している
- 翻訳では、リボソームが mRNA 上を 5'→3' 方向に移動する
- リボソーム上で、mRNA の開始コドン AUG に、メチオニンを結合した tRNA がアンチコドンの部分で結合する
- 翻訳で使用される tRNA の種類はタンパク質を構成するアミノ酸の種類と同じ数だけ存在している

D.

- カエルやイモリでは精子が卵に進入すると、卵の表層が内部の細胞質に対して約 30 度回転し、灰色三日月(環)を生じる
- アフリカツメガエルでは、柔実胚期までに形成された植物極側にある予定内胚葉域から分泌される物質が中胚葉を誘導する
- 体の一部の特徴が別の部分の特徴に転換する突然変異をホメオティック突然変異という
- ショウジョウウバエの卵の前端にはナノスとよばれる母性効果遺伝子の mRNA が蓄えられている

E.

- ヒトの耳では、鼓膜が中耳に位置し、耳小骨とうずまき管は内耳に位置する
- ヒトの耳では、音の高低はうずまき管内のリンパ液を伝わる振動が基底膜のどの位置の聴細胞を興奮させるかによって識別される
- ヒトの耳では、コルチ器には感覺毛をもつ聴細胞が存在し、聴細胞とおおい膜は接觸している
- ヒトの耳では、内耳に存在する前庭と半規管はからだの傾きや回転を認識する平衡受容器である

— 24 —

(生 物)

F.

1. 吸水させた光発芽種子を明所(白色光下)におくと発芽する
2. 吸水させた光発芽種子に赤色光を照射すると発芽する
3. 吸水させた光発芽種子に赤色光を照射した後、遠赤色光を照射すると発芽する
4. 吸水させた光発芽種子に赤色光を照射した後、遠赤色光を照射し、さらに赤色光を照射すると発芽する

G.

1. 各栄養段階に属する生物の個体数や現存量などを、生産者を下にして栄養段階が下位のものから順に積み重ねた図を、生態ピラミッドという
2. 消費者の成長量は、成長量 = 同化量 - (呼吸量 + 被食量 + 死滅量)で表される
3. ある期間中の植物の光合成による有機物生産の総量を純生産量という
4. 生産者において、純生産量から被食量と枯死量を引いた値が成長量である

H.

1. 山脈や海などで隔離されて自由な交配が行えず遺伝子プールが分断されることを地理的隔離という
2. 種分化のうち、新たに生じる複数の種の間に地理的な分布の差が見られる場合、分布的種分化という
3. 地理的隔離により交配できなくなった集団において、長い年月を経た後に地理的隔離条件が解消され互いの交配により子を生じても、その子には生殖能力が失われていることがある
4. 地理的に隔離されていない生物集団の中で進行する種分化を同所的種分化とよぶ

- 25 -

(生 物)

I.

1. ミドリムシは真核生物ドメインに分類される
2. 酵母は真核生物ドメインに分類される
3. 緑色硫黄細菌は細菌ドメインに分類される
4. メタン菌(メタン生成菌)は細菌ドメインに分類される

J.

1. 被子植物のおしべでは花粉がつくられ、めしべでは胚のうがつくられる
2. 被子植物の配偶子である精細胞と卵細胞が受精し、受精卵から胚がつくられる
3. 被子植物の成熟した花粉がめしべの柱頭につくと、発芽して花粉管を生じ、その中の始原生殖細胞が分裂して2個の精細胞になる
4. 被子植物の子房内にある胚珠では、胚のう細胞は3回の核分裂を行って、8個の核をもつ胚のうになる

- 26 -

(生 物)

2. 以下のA～Hについて、それぞれの文の空欄 [] に当てはまる、最も適切な語句を答えなさい。1つの問題に、2つの空欄 [] がある場合には、同一の語句が入るものとする。(24点)

A. 酶素のフィードバック調節では、一連の反応の [] が初期の段階に関与する酵素の活性を阻害や促進することで、[] の生産量が調節される。

B. 亜硝酸菌や硝酸菌、[] 細菌、鉄細菌などは、無機物を酸化したときに放出されるエネルギーを用いてATPやNADPHを合成し、炭素同化を行うことができる。

C. DNA複製の過程でつくられるラギング鎖の断片は [] とよばれている。

D. 茎と根の先端部には [] 分裂組織があり、ここから生じた細胞から茎や根が形成される。

E. アメフラシのえら引っ込み反射でみられる脱慣れと [] は、いずれも反射に対する反応が増強された現象ととらえることができる。

F. 光発芽種子の発芽には [] とよばれる光受容体が関わっている。

G. 自然選択とは無関係に進化が起こることがあり、偶然による遺伝子頻度の変化を [] という。

(生 物)

- H. すべての生物がもつリボソームRNAの [] を用いて、生物の系統関係を調べたところ、真核生物は1群にまとまるが、原核生物は2群に分かれることが明らかになった。

- 27 -

- 28 -

(生 物)

3. 問題文を読み、以下の間に答えなさい。 (36点)

問1 酵母のアルコール発酵では、まずグルコースは という反応で段階的に分解され、2分子の を生じる。この過程では差し引きで2分子のATPが生成される。その後、生じた2分子の は脱炭酸酵素のはたらきで、2分子の を遊離して2分子のアセトアルデヒドを生じる。このアセトアルデヒドがNADHを用いて還元され、エタノールが生じる。

(1) 文章中の空欄(A)～(C)に当てはまる、最も適切な語句を答えなさい。

(2) 酵母が24gの酸素を消費して55gの を放出した。

① このときアルコール発酵で消費されたグルコースは何gになるか、答えなさい。ただし、原子量は、H = 1.0, C = 12.0, O = 16.0とすること。

② このとき生じるATPは最大何モルと見積もられるか、計算しなさい。答は四捨五入して小数第1位まで求めなさい。

問2 タマネギのりん茎の色は、2組の対立遺伝子(A, aとB, b)による相互作用により決定されている。顯性(優性)遺伝子Aが単独で存在する場合は黄色の形質を発現するが、条件遺伝子Bが共存すると赤色の形質を発現する。Aが存在しない場合では、りん茎は白になる。2組の対立遺伝子は連鎖していないとして以下の間に答えなさい。

(1) 顯性ホモ *AABB* と潜性ホモ *aabb* を交雑して得た *F₁* の 遺伝子型とりん茎の色を答えなさい。

— 29 —

(生 物)

(2) *F₁* どうしをかけ合わせて *F₂* を得たとき、赤色のりん茎をもつものは何%か、小数第一位を四捨五入して整数で答えなさい。

(3) *F₂* の個体でりん茎が白色の遺伝子型すべてを答えなさい。

問3 ポリメラーゼ連鎖反応(PCR)では、微量のDNA試料から特定のDNA断片を増幅することができる。PCRは2本鎖DNAの増幅反応であり、DNAポリメラーゼ、プライマーと呼ばれる短い1本鎖DNA、錆型となる2本鎖DNA、塩基の異なる4種のスクレオチドが必要である。DNAポリメラーゼは、プライマーの3'末端に錆型DNAの塩基配列と相補的な塩基をもつスクレオチドを付け足してゆく。ただし、PCRでは伸長反応を進めるために錆型となる2本鎖DNAを1本鎖にする必要がある。PCRによりDNA断片が増幅できたかどうかは、アガロースゲルを用いた電気泳動により確認する。

(1) PCRではなぜ2本鎖DNAを1本鎖にする必要があるのか説明しなさい。

(2) PCRにより図に示した塩基配列をもつ2本鎖DNAが増幅された。PCRに使用した2種類のプライマーの塩基配列を5'末端から3'末端の方向で示しなさい。ただし、どちらのプライマーも15塩基からなる。

5' CGCCCAATAACGCAAACCGCCTCTCCCCGCGCGTTGGCCGATTCAATTAG 3'
 3' GCGGGTTATGCCTTGGCGGAGAGGGCGCGCAACCGCTAAGTAATTAC 5'
 図 増幅された2本鎖DNAの塩基配列

(3) PCRには好熱菌由来のDNAポリメラーゼが使用される。その理由を説明しなさい。

— 30 —

解答解説は169ページ

1 次の英文を読んで、後の問い合わせに答えなさい。

(40点)

Isaac Asimov once wrote a story about a robot who chose to become a human and "die" with dignity. In this story, *Bicentennial Man*, the robot could have been ^(a)"immortal", but it chose not to. Why do you think? Wouldn't it be wonderful if you could live forever? Well, the answer to this question is never simple, unfortunately. The current global average life expectancy for men is around 70 and 75 for women, but a recent study suggests that these days people can live to 150 if all the conditions are ^{(b)met}. People are certainly living longer, and efforts are underway to extend ^{(c)this} even further, with new science, technology, and drugs being used to prolong lives.

You might ask if there is a way to stop aging. The researcher Aubrey de Grey assumes ^{(d)so}. He argues that the cellular decay behind aging will eventually be beaten and that human longevity will reach "escape velocity" by 2036. However, ^{(e)there's an obvious stumbling block}: healthy life expectancy is still in the 70s for both men and women. What lies beyond that milestone currently is far less appealing. What this might mean is that you could be living longer in a body that has aged and has lost its youth and beauty. Imagine yourself as a 150-year-old with a body of, well, 150 years old. Can you honestly say that you'd be having so much fun with the extra life granted? The question then leads to a growing anxiety about "aging" rather than "dying."

In recent years, the mechanism of human aging has gradually become clear, with aging cells being recognized as the underlying problem. Professor Toru Minamino of Juntendo University explains that the cells of the human body are gradually damaged by various stresses on them. When they are left damaged, they become cancer cells. To prevent cancer, however, some cells stop cell division and start aging. Aging cells release substances that cause inflammation, which triggers other normal cells to age as well, just like a snowball rolling down a hill and getting bigger and bigger. In the long run, ^{(f)this process} makes our appearance old and

— 1 —

our bodies weak.

To tackle this, a research team led by Professor Makoto Nakanishi at the University of Tokyo discovered a way to prolong the life of cells by obstructing an enzyme called ^{(g)GLS1}. In animal experiments using aged mice, he observed that the use of GLS1 inhibitor could extend healthy life spans. When mice were hung on a stick, normal old mice fell off the stick in about 30 seconds on average, but when the GLS1 inhibitor was administered, they averaged better. The mice continued to hang for about one hundred seconds. ^{(h)Professor Nakanishi} compared this to a person in their 70s and 80s who has regained the strength they had in their 40s and 50s.

Referring to the robot in *Bicentennial Man* once again, why did ^{(i)it} long for a limited lifespan? Although all the research is aiming towards making our lives longer, we should remember that the limited lifespans we have in fact make life more meaningful. ^{(j)We know life is precious and experience it all the more meaningfully for the time limit}. Technology, science, creativity, and know-how should be providing us with better quality lives, not ^{(k)just drawn out lives}. And while we're here, as a wise man once said, "Live as if you were to die tomorrow."

[問1] 次の各問い合わせに対する最も適切な答えを1つずつ選び、その番号で答えなさい。

(a) 下線部(a)の意味は、どれですか。

1. a human
2. morally wrong
3. with dignity
4. living forever

— 2 —

(b) 下線部(b)の意味は、どれですか。

1. seen
2. satisfied
3. encountered
4. joined

(c) 下線部(c)が指すものは、どれですか。

1. life expectancy
2. a recent study
3. this question
4. a story

(d) 下線部(d)の内容として正しいものは、どれですか。

1. 人間は条件次第では150歳まで生きられる
2. 人間は以前よりも長く生きている
3. 人間の老化を阻止する方法が存在する
4. 人間の高齢化社会が2036年まで続く

(e) 下線部(e)の具体的な内容は、どれですか。

1. 健康な生活を期待できる年齢が男女ともに70歳代であること
2. 平均的な寿命が男性では70歳、女性では75歳であること
3. 70歳になると足腰が弱り、つまずいて転びやすくなること
4. 70歳代になるまで、老化を止める治療方法が確立されないこと

(f) 下線部(f)に含まれないものは、どれですか。

1. 細胞がさまざまなストレスを受けること
2. 癌化を防ぐために、細胞が衰えること
3. 痛が細胞を損傷させ、細胞分裂を妨げること
4. 衰えた細胞が、周囲の細胞を衰えさせること

— 3 —

(g) 下線部(g)について示唆されているものは、どれですか。

1. It makes cell life longer.
2. It makes mice stick to a surface.
3. It makes mice grow more slowly.
4. It makes animal cells become aged.

(h) 下線部(h)が行ったことは、どれですか。

1. GLS1酵素を発見し、寿命への影響を調査した
2. 細胞を長持ちさせる方法を見出した
3. マウスに迷路を解かせる実験を行った
4. 70～80歳代と40～50歳代の比較実験を行った

(i) 下線部(i)が指すものは、どれですか。

1. A research team
2. The mechanism of human aging
3. A way to stop aging
4. The robot in Asimov's story

(j) 下線部(j)の意味は、どれですか。

1. 幕引の時が近い命
2. 仕事に埋もれている人生
3. 寿命が延ばされただけの命
4. 定年退職後の人生

(k) 本文のタイトルとして適切なものは、どれですか。

1. How to live longer and healthier
2. A battle against aging
3. A step-by-step guide to staying young
4. Living longer or living better

— 4 —

〔問2〕下線部ア)を日本語に訳しなさい。

〔2〕次の英文の空所に入れるのに最も適切な語句を選び、その番号で答えなさい。

(20点)

- (a) The frightened boy () the dark cave.
 1. objected to enter 2. objected to enter into
 3. objected to entering 4. objected to entering into
- (b) Daniel () his bag when he was walking down the street.
 1. was robbed of 2. was robbed
 3. was stolen of 4. was stolen
- (c) () you studied harder, you would not have failed the math exam.
 1. If 2. Had 3. Were 4. Though
- (d) The more deeply I learned about the recent development of AI, () I found it.
 1. the more amazing 2. then much amazement
 3. the more amazed 4. then so amazingly
- (e) It is impossible () a human civilization in this area about 10,000 years ago.
 1. there to be 2. that there was
 3. there being 4. that there have been
- (f) The prosecutor has () John is responsible for the crime.
 1. many evidences that 2. a piece of evidence for
 3. reliable information that 4. a few informations against

— 5 —

— 7 —

(g) This is a picture of the man () will be running for president in the next election.

1. whom I expect 2. I expect he
 3. who I expect 4. who I expect he

(h) Rome was not built in a day, and ().

1. the smartphone in your hand too
 2. the smartphone in your hand did not either
 3. neither was the smartphone in your hand
 4. neither did the smartphone in your hand

(i) The notorious dictator is () as a great leader in his country.

1. looked up 2. respected for
 3. praised for 4. looked up to

(j) () as David was with the topic, he remained silent about it throughout the conference.

1. Interested 2. Anxious 3. Responsible 4. Familiar

〔3〕次の英文を読んで、各問い合わせに対する最も適切な答えを1つずつ選び、その番号で答えなさい。

(20点)

Having a sibling can cause jealousy, leading to "sibling rivalries". The way parents treat their children will have a strong influence on the relationship. Sometimes, parents want to be fair to the children, treating them equally. This, unfortunately, is very hard in practice. People are not the same and if parents try to create this environment of equality, it can cause a lot of stress in a family. It is also the case the other way, when one child is favored over the other.

David has an older brother, Alex. Alex is very competitive in comparison to David. Growing up, whenever they played against each other and Alex lost, he took it badly, whereas David took it in his stride, moving onto the next game. The main problem it seems is that they were very close in age. With there being only a year between them, their parents treated them the same as they were growing up, while Alex always saw himself as the older sibling, deserving more things and privileges. David was younger and was treated the same, and this soon turned into resentment for Alex against his younger brother and he took it out on him both physically and psychologically.

One day when they were teenagers, David and Alex's mother walked in on them as they were arguing. At that point, their mother identified more with David than Alex because she thought that Alex was the older and stronger one and often picked fights, basing a lot on reputation alone. She scolded Alex and told him to go to his room. Of course, this made Alex dislike his brother even more. This incident and many more led to an unhealthy rivalry between David and Alex. A balance was needed to allow Alex to work out his grief so that he and David both came out healthy at the other end with the pecking order established, and so that Alex didn't become emotionally stuck.

In their twenties, David and Alex's relationship was to a great extent defined by competition. They developed a rivalry, competing for a place in the adult world.

— 8 —

— 9 —

As they matured further into adulthood, they carried this competitive marker into all aspects of their lives. Like keeping up with the Jones's, if David got something, Alex would have to get something better. On their mother's birthday one year, Alex got his mom a bunch of flowers, but David's bunch was bigger and more expensive, which led to Alex storming out and kicking David's car, leaving a large dent. The two fell out and didn't speak for ages.

The good news is that David and Alex, now in their forties and both with their own families, have a much more mature relationship. The funny thing is, it's their kids that now battle for their parents' attention. At least the brothers are aware of what to look out for after having a very similar experience when they were younger. David and Alex speak regularly on the phone and give each other advice. They seem to have established a healthy hierarchy that they can both accept, with neither treading on the other's toes. And on Mom's birthday, they both put money in for a big bunch of flowers, which is cheaper than having to pay for car repairs each year!

(a) According to the passage, what is true about sibling rivalry?

1. It is very rare and not seen in most families.
2. It is a very easy issue to deal between children.
3. It is caused by parents favoring one over another.
4. It is seen as a source of healthy competition between siblings.

(b) According to the passage, which of the following best describes the relationship between Alex and David?

1. David was older and felt superior to Alex.
2. Alex was younger and resentful of David.
3. They got along well, and almost never fought.
4. Both boys were close in age and treated very similarly.

— 10 —

(c) When teenage David and Alex were arguing, what did their mother do?

1. She always preferred Alex to David.
2. She took David's side at times.
3. She loved both boys equally.
4. She never got involved in their fights.

(d) What happened to the rivalry between David and Alex in their early adulthood?

1. It ended in their twenties.
2. It became a competition to grow the most flowers.
3. It intensified even more.
4. It eventually evened out and became more mature.

(e) What is the situation between David and Alex like now?

1. They still hate each other and don't keep in touch.
2. They currently have children who compete for their parents' attention.
3. They communicate only by email and other social media.
4. They continually fight about who is higher in the hierarchy.

— 11 —

4 イタリア人留学生のMarcoは国際学生宿舎で暮らしています。この日は日本人デューサーのRemiとShunとピザの注文をしようとしています。情報の内容と一致するように会話の空所に最も適切な英単語を入れて、会話を完成させなさい。ただし、与えられたアルファベットで始まる単語で答えること。

例：(p)に“party”という語が入る場合、解答欄には partyと書くこと。

(20点)

Bocca Di Orso

~Genuine Italian Restaurant: welcomes those who are hungry like bears!
Bocca Di Orso is now open for take-outs and deliveries of our various mouthwatering pizzas.

Please see below for our take-out/delivery menu!

Pizzas (Sizes & Prices)

- Plain Pizza (Large 1,300 yen, Medium 900 yen, Small 700 yen)
 - ~ With some tomato-sauce and mozzarella cheese: choose your preferred toppings ~
- Margherita (Large 1,500 yen, Medium 1,300 yen, Small 800 yen)
 - ~ Simple tomato-sauce based cheese pizza with mozzarella cheese and basil leaves ~
- Marinara (Large 2,000 yen, Medium 1,800 yen, Small 1,500 yen)
 - ~ Tomato-sauce based seafood pizza ~
- Quattro Formaggi (Large 1,800 yen, Medium 1,400 yen, Small 1,000 yen)
 - ~ Cream-sauce based pizza with 4 sorts of cheese ~
- Diavola (Large 2,000 yen, Medium 1,700 yen, Small 1,500 yen)
 - ~ Tomato-sauce based pizza with pepperoni and chicken ~

Toppings

• Black Olives	150 yen	• Red Onion Slices	100 yen
• Dried Tomatoes	250 yen	• Spinach	100 yen
• Buffalo Mozzarella Cheese	300 yen	• Basil Leaves	200 yen

* All prices before 10% tax.

* We charge 300 yen for each delivery.

* We regret that we do not accept any kinds of prepaid cards like Suica/Pasmo.

* If you are ordering with us for the first time and order two pizzas, you'll get the third pizza free! (Not applicable to the Marinara/Diavola pizzas)

* From Monday to Thursday, we offer large pizzas for the same prices as medium ones.

Marco : Hello! I'm home. What have you two been up to?

Remi : Hi, Marco. We had a long day at school and are tired. We are thinking to order some food.

Shun : Do you know that the Italian restaurant around the corner started to deliver pizzas?

Marco : Oh, Bocca Di Orso? Great. I really miss good Italian pizzas. Let's order.

Shun : What pizzas shall we have? They have ^①(v) kinds.

Marco : Hmm... I'd love to have the Quattro Formaggi, but the Diavola is good, too.

Shun : Quattro Formaggi? What is that?

Remi : It's made with several ^②(t) of cheese. It sounds yummy.

Marco : Oh, you can also make an original pizza with your ^③(f) toppings. I love olives.

Shun : Why don't we order three, so that we can share and taste different ones?

Remi : OK, then, let's order a plain pizza with olives, a Quattro Formaggi and a Diavola.

Shun : Shall we just go pick them up? It costs 300 yen extra if we want them ^④(d).

Marco : Good idea. It's close enough to walk. How much are they, by the way?

Remi : It depends on what size we want. Shall we order three medium ones?

Shun : Wait. It's Wednesday today, right? We can have ^⑤(l) ones for the same price as mediums.

Marco : Wonderful! So, it will be ^⑥(f) thousand one hundred fifty yen. Oh, look! The third one is free because it's our first order.

Remi : Great! But that doesn't ^⑦(a) to the Diavola, so we should get the Quattro Formaggi as our third one.

Shun : So, we need to pay two thousand seven hundred fifty yen. Is that right?

Remi : No, the tax is not ^⑧(i) in the prices, so it will be three thousand ^⑨(t) five yen.

— 13 —

— 14 —

Marco : OK. It's not so expensive, so it will be my treat. Today, I've put all my cash on my *Suica*, and I'll pay with it.
 Remi : It says they don't ^(B)(t) any prepaid cards. I'll pay with my credit card.
 Marco : Oh, I'm sorry. I'll pay you back tomorrow.

英語 一般選抜（前期）(情報系外部試験利用) 2日目（2月2日実施）

1 次の英文を読んで、後の問い合わせに答えなさい。 (40点)

Nudge theory is a strategy used in behavioral economics to alter people's behavior by providing subtle "triggers" that influence them unconsciously. The term "nudge" literally translates to "poking someone with your elbow." A behavioral economist, Professor Richard Saylor, was awarded the Nobel Prize in Economic Sciences in 2017 after promoting ^(a)this strategy. After that, the concept of nudges ^(b)gained global popularity, especially among American companies. Today, it is widely employed in marketing strategies and public policy initiatives in the UK and the US. Known as "modern magic," it has the remarkable ability to significantly transform people's behaviors through small, subtle influences.

^(c)Behavioral economics is a novel field that employs psychology to comprehend how information and emotions drive human behavior. It recognizes that individuals do not always act in a rational manner. By studying human behavior, it seeks to emphasize economic phenomena and principles that conventional economics fails to explain. This discipline stresses the role of intuition and emotions in decision-making and action-taking processes, ^(d)shedding light on the mechanisms underlying such choices and behaviors.

Examples of how choices are influenced by our emotions appear in everyday life. For instance, suppose ^(e)a salaryman with a tight budget goes to a Japanese restaurant and opens the menu list. The menu lists several courses at different prices: 1,500 yen, 2,500 yen, and 3,500 yen. If he is in a situation where he has little money, you might expect him to order the cheapest one at 1,500 yen. But research shows over 50% choose the middle one, 2,500 yen. ^(f)What could be behind this decision making that on the surface seems irrational? When prices are divided, people assume that the higher-priced product must be of better quality than the cheaper product. However, people tend to avoid the most expensive products because they feel that the most expensive products are beyond their normal purchasing patterns, and that they may lose a lot of money if it isn't satisfying. ^(g)As

far as the cheapest option goes, people tend to avoid it because they are concerned that they will come across as poor or stingy in other people's eyes. This is said to be a psychological reaction to the cheapest product, where the individual is thinking, "If I choose the cheapest product, it might make a bad impression." Therefore, in these cases, if they have three choices, people tend to choose ^(h)the middle one.

There are several frameworks for nudge theory. One of the most well-known is the ⁽ⁱ⁾"EAST" framework. "EAST" stands for the key elements of nudge theory. E is for "Easy". Provide simple messages that are easier for consumers to understand. A is for "Attractive". Subtly direct people towards things by making them appealing. S is for "Social". Take advantage of social norms—people prefer to follow others. T is for "Timely". Provide information at the right time. For example, promoting life insurance before and after the birth of a child.

Nudge theory has been successfully utilized by governments and companies in the US and UK, but there are also individual examples closer to home. In Japan, ^(j)the owner of a multi-tenant building who was troubled by bicycles being left outside decided to act and applied nudge theory. She put up a sign that read, "This is a bicycle dumping area, please feel free to take one home with you," placing it at the height of the bicycle handlebars. As a result, bicycles are no longer left at the building. ^(k)This is a slightly different example of nudge theory, but it was effective in getting people to choose not to leave their bicycles unattended.

[問1] 次の問い合わせに対する最も適切な答えを1つずつ選び、その番号で答えなさい。

(a) 下線部(a)の目的は、どれですか。

1. To modify people's negative behavior using large-scale interventions.
2. To encourage people to be aware of their unconscious actions.
3. To change people's behavior through small and subtle influences.
4. To provide large triggers that push people into conscious decision-making.

(b) 下線部(b)のようになったのは、どうしてですか。

1. It is associated with political movements.
2. It is applied to traditional economic models.
3. It is dependent on conscious decision-making.
4. It is effective in influencing how people act.

(c) 下線部(c)の学問の主な目的は、どれですか。

1. It affects group psychology so that people will be better behaved.
2. It interferes with people's rational minds so they will be easier to observe.
3. It attempts to help emotional people focus more on what is best for them.
4. It examines how people behave when they are driven by their feelings.

(d) 下線部(d)の意味は、どれですか。

- | | |
|-----------------|--------------|
| 1. recognizing | 2. revealing |
| 3. interpreting | 4. changing |

(e) 下線部(e)は、どのような会社員のことですか。

1. 休憩の時間が限られている会社員
2. 使える額がとても限られている会社員
3. 昼食のメニューの選択肢が限られている会社員
4. 1か月の昼食の予算が定額制の会社員

(f) 下線部(f)の意味として正しいのは、どれですか。

1. 非合理的な意思決定をすると、何が表面化するのだろうか。
2. 明らかに不合理な間違いをしてしまう人には、何が影響するのだろうか。
3. 一見すると不合理に見える決断の裏には、何があるのだろうか。
4. この非合理に見える意思決定で、何がもたらされるのだろうか。

(g) 下線部(g)の意味は、どれですか。

1. Regarding the cheapest option
2. Beyond the cheapest choice
3. Regarding it as the cheapest
4. Below the cheapest choice

(h) 下線部(h)の選択をする理由として、適切なものはどれですか。

1. They know the most expensive menu item does not taste good.
2. They are not concerned about appearing poor or stingy.
3. They don't want to take the time to choose from the menu.
4. They assume the middle-priced option offers the best value.

(i) 下線部(i)に含まれないのは、どれですか。

1. Simple ideas that make creating surveys easy.
2. Attractive incentives that indirectly appeal to individuals.
3. Ideas that are connected to the wider community.
4. Well-timed distribution of information that prompts action.

— 3 —

— 4 —

(j) 下線部(j)の女性がとった行動は、どれですか。

1. She persuaded her tenants not to park their bicycles in the space.
2. She told individuals to park their bicycles closer to their homes.
3. She dumped more bicycles in the space so there was no room.
4. She advertised that people were allowed to take bicycles away.

(k) 本文の内容に一致するものは、どれですか。

1. Nudge theory can completely change all people's behaviors through small and subtle influences.
2. Economic sciences focus on understanding how information and emotions drive humans to behave selfishly.
3. People's rational choices are often influenced by their emotions and concerns about social perception.
4. Nudge theory utilizes frameworks like EAST to provide simple, attractive, social, and timely cues.

〔問2〕下線部(g)を This の内容を明らかにして、日本語に訳しなさい。

[2] 次の英文の空所に入れるのに最も適切な語句を選び、その番号で答えなさい。

(20点)

(a) This room is packed with an overwhelming number of people. () is no way out.

- | | |
|------------------------|----------------------|
| 1. Many fears here | 2. Many fear there |
| 3. Some panicking here | 4. Some panics there |

(b) This article contains details that some readers may ().

- | | |
|--------------------|---------------------------|
| 1. find them upset | 2. think it heartbreaking |
| 3. find upsetting | 4. think heartbroken |

(c) Taro has () English.

- | | |
|-------------------------------------|---------------------------------|
| 1. to make himself understanding in | 2. to get his message across |
| 3. made himself understood | 4. gotten his message across in |

(d) Not only () a pay increase, but she demanded reduced hours as well.

1. the worker did want the employer to
2. the worker claimed her employer to
3. did the worker ask her employer for
4. did the worker appeal the employer for

(e) Teaching in a smaller group is () teaching in a bigger, noisier group.

- | | |
|-----------------------|-------------------------------|
| 1. most preferable of | 2. much more preferable |
| 3. far preferable to | 4. infinitely preferable than |

(f) The number of () for a job has dropped.

- | | |
|------------------------------------|--------------------------------------|
| 1. people both work or looking | 2. those either work and look |
| 3. people neither working nor look | 4. those neither working nor looking |

— 5 —

— 7 —

- (g) There are some nice paintings in this museum. I ().
1. love all them
 2. like them all
 3. love everyone of them
 4. like each the paintings
- (h) If he had spoken to me in such a way, it () my nerves.
1. would have gotten on
 2. could have got
 3. should get on
 4. might get at
- (i) Yesterday () tomorrow.
1. Ken will be leaving for
 2. Ken was preparing for
 3. Ken was leaving to
 4. Ken had been preparing to
- (j) () no one noticed these mistakes.
1. The fact that
 2. The question is what
 3. What is incredible is that
 4. One thing which is unbelievable

— 8 —

- 3 次の英文を読んで、各問い合わせに対する最も適切な答えを1つずつ選び、その番号で答えなさい。
(20点)

Clive always ran late. Somehow, he always found himself rushing out the door, scrambling to catch the bus or train to work, or annoying his friends by not being at an arranged place on the dot. He was late for dates, meetings, appointments, and even parties. It was like he was living in his own time zone, where time revolved around him and no one else. His tardiness had become a running joke among his friends and family. They would make bets on how late he would be to events or create fake schedules just to trick him into showing up on time. But for Clive, it was a constant source of stress and anxiety. He hated the feeling of being rushed and felt guilty when he saw the disappointment on people's faces when he showed up behind schedule.

One day, Clive decided enough was enough. He was tired of living his life in a perpetual state of tardiness. So, he did something radical: he started waking up an hour earlier every day. At first, it was a struggle. He was used to hitting snooze multiple times and taking his time getting ready. But slowly, he started to adjust to his new routine. He also began to use a planner to schedule his day-to-day activities, which helped him manage his time better. He would list all the tasks he needed to do and allocated appropriate time for each. He would also prioritize tasks based on their importance, and this helped him to avoid procrastination.

As he started to arrive on time for events, something amazing happened. People started to take him more seriously. They saw him as reliable and trustworthy, and someone who could be counted on to show up when he said he would. Even his boss noticed the change and started giving him more responsibility at work. Clive couldn't believe the difference a little bit of punctuality had made in his life. He felt like he had more control over his time and his schedule. He was able to accomplish more and enjoy life without the constant stress of rushing.

Now, Clive is known as one of the most punctual people in his social circle. He

— 9 —

still wakes up early every day, but he does it with a smile on his face, knowing that he's in control of his time. And while he might be a little envious of those who can sleep in, he wouldn't trade his newfound punctuality for anything. Clive's story serves as a reminder that punctuality is not just a virtue but an essential life skill. It helps us manage our time better, reduces stress and anxiety, and makes us more productive and reliable.

- (a) According to paragraph 1, what is true of Clive and his situation?
1. He is bad at timekeeping and jokes about it with his friends.
 2. He is tardy but doesn't care if it annoys people when he is late.
 3. He is rarely on time and this bothers the people he is close to.
 4. He is laid back but usually makes it on time for work meetings.
- (b) Which of the following did Clive not do to change his life in paragraph 2?
1. He completed his tasks early to have more time to sleep.
 2. He woke up each day an hour earlier than usual.
 3. He used a planner to organize his routine.
 4. He put tasks in order of importance.
- (c) What did people think of Clive after he made the changes to his life?
1. That he could be trusted and could handle more responsibility in the workplace.
 2. That he could be relied on and could fill his schedule with more serious tasks.
 3. That he could be treated like an adult and could teach others about punctuality.
 4. That he could be taken seriously and could cope with the stress of rushing around.

— 10 —

- (d) What are the benefits of punctuality, according to the final paragraph?
1. It reduces stress, helps us get things done, and helps us keep our virtue.
 2. It helps us relax, changes our sleeping patterns, and keeps us social.
 3. It improves timekeeping, helps with anxiety, and makes us more trustworthy.
 4. It strengthens our memory, gives us new skills, and breathes new life into us.

- (e) What statement best summarizes the story?
1. Being punctual is a good way to organize your life and gain respect.
 2. Being on time will help you make more friends and improve your job.
 3. Being strict about timekeeping can help you understand time zones.
 4. Being prompt will make you busier than your friends and colleagues.

— 11 —

- 4 高校生の Maki と Simon が部活動の報告書をまとめているところに、同級生の Ruka が通りかかりました。情報の内容と一致するように会話の空所に最も適切な英単語を入れて、会話を完成させなさい。ただし、与えられたアルファベットで始まる単語で答えること。
- 例：(p)に“party”という語が入る場合、解答欄には party と書くこと。
(20点)

Report on the STEM (Science Technology Engineering Math) Club Exhibition

We succeeded in organizing a mathematical magic show as one of our club's activities at this year's school festival. It was highly successful, with a total of 532 visitors (266 last year).

Main Exhibitions: (1) The chart below is an example of the most popular ‘The Answer Is Always...’ tricks that amused the children in the audience. They loved the process of calculating!

Original Number	Left Digit	Middle Digit	Right Digit	Sum of Digits	Divide Original Number by Sum of Digits
111	1	1	1	3	?
222	2	2	2	6	?
333	3	3	3	9	?
444	4	4	4	12	?
555	5	5	5	15	?
666	6	6	6	18	?
777	7	7	7	21	?



(2) Another trick favored by children was ‘choose any three-digit number with decreasing order (751 for example) and identify the reverse of the original number, which would be 157. Then subtract 157 from 751 (751 – 157 = 594). Add 594 with its reverse 495, and your answer will be 1089.’

(3) We also presented a geometric art generator that mainly the second graders programmed. It enables anyone to create unique abstract art (like the sample picture above) in minutes with simple combinations of shapes like squares, triangles, circles, etc. It was number 1 in the school festival vote, attracting the interest of guests of all ages.

— 13 —

- Ruka : Hi, Maki. Did you take part in the school festival this weekend?
- Maki : Yes! Simon and I ^①(o) a magical math show and exhibition.
- Ruka : Ah, sorry I didn't get to see your show! How was it?
- Maki : No problem, Ruka. It was great! Visitors chose the best exhibition. We were happy that so many people ^②(v) for us.
- Ruka : I was surprised at the ^③(p) of the event! What did you show people?
- Simon : Look at this table in the report. The first trick, the most popular, is ‘The Answer Is Always...’. Do you know how to ^④(c) the sum in the chart? If you take the first original number, 111, for example, split it into three digits, add them, and then divide the original number by that total sum, you get a number. Do you see a ^⑤(p) of numbers with the others?
- Ruka : Let me see. All the answers equal ^⑥(t)-seven, right?
- Simon : You're right!
- Ruka : Oh, cool. And for the second ‘The Answer Is Always...’, if we follow this rule, the answer will always be 1089, right?
- Maki : Exactly. The rule works only when the original number decreases in ^⑦(o). Any other way wouldn't work.
- Ruka : Which was the most popular presentation, regardless of ^⑧(a)?
- Simon : It was a geometric art-generating program that combines ^⑨(s) into interesting pieces of art, created by the second-grade club members.
- Ruka : By the way, the visitors this year were ^⑩(t) as many as last year. It's quite a coincidence.
- Maki : Yeah, it is. It might be another number trick.
- Simon : I like that idea!

— 14 —

解答解説は180ページ

英語 一般選抜（前期）（情報系外部試験利用）3日目（2月3日実施）

- 1 次の英文を読んで、あととの間に答えなさい。
(40点)

Looking at the image of a dragon lying on its bed of golden treasure, it is difficult to imagine how anyone could have the patience or the skill to draw such a detailed picture. The shadows are deep, the gold and jewels shine. Each coin and scale is beautifully and realistically painted. The dragon looks ready to rise from the page and fly away. And this is not the only picture on the screen. Scrolling down the page, we see dozens of images, each as detailed and impressive as the last. Some are oil paintings, some are pencil drawings. Others are almost photographic in their realism. All are beautifully produced, whatever the theme or the medium may be. So is this all the work of one artist, or are we viewing the collected pictures of many different painters? The rather confusing answer to that question is, “both, and neither.” These images were not produced by a human, but by a machine—an AI, or artificial intelligence, to be exact.

Over the past couple of years, the web has seen the rapid growth of AI tools which can be used to create the types of images described above. It is a complicated digital process, involving algorithms^{*1} and datasets. However, put simply, the AI program receives a request from the human user, and then attempts to satisfy the request by creating a composite^{*2} picture using the millions of images which exist in its dataset.

For example, a user might type “a pink cat in the style of Picasso.” The AI will then use these keywords to build an image. It is certain to have thousands of pictures of cats and Picasso paintings in its dataset already, so this is quite a simple command for it to fulfill. The resulting image will be random, and completely unique. If the user is unhappy with the result, they can simply send the request again, or adjust their keywords to generate a completely new picture. It is an unpredictable process, and that is one of the reasons that using AI to create art can be so much fun.

However, to produce these images, the AI has had to make use of the work of

other people. Here, of course, lies one of the largest problems that the existence of AI “artists” has raised. The fact that the software uses existing images and styles to generate pictures is an ethical^{*3} grey area. Some images contained within AI datasets are freely available, but others are copyrighted. These datasets were originally intended for research purposes, but are now also being used by commercially available AIs. As the technology has developed and become more freely accessible, artificially produced art has moved from university laboratories into the public sphere. We can now download “AI Art” applications onto our smartphones, and enjoy producing endless images at home. Yet our creations, no matter how “original,” may actually contain elements that we do not have the right to use. Of course, monitoring the millions of images in existing databases is an almost impossible task. That is why the creation of new, ethical datasets may be necessary to prevent legal problems in the future.

Aside from the problem of ethics, there is a real concern that AI may eventually replace human artists. An AI can create highly-detailed, customized images in seconds, whereas a human would require months to produce the same picture. The speed with which a machine can produce its artwork is superhuman, and, in a way, unfair. Many creators and editors are now choosing to use AI-generated images instead of human-produced photographs or artwork in their publications. They are cheaper, there is more choice, and the quality is almost guaranteed. In this way, AI is having a large impact on the livelihoods^{*4} of human artists and photographers. The internet is already flooded with images produced to resemble the work of real human artists, with the differences between the two often impossible to see.

This is obviously a very difficult area to control, and it may become even more difficult as time goes on. The pace at which AI technology is growing is rapid, and it may grow too fast for us to monitor or create realistic boundaries. Moreover, many of the issues that AI art generates are subjective^{*5}. What exactly is “art?” Is machine art somehow less valuable than human art? Should we create two

— 1 —

— 2 —

separate categories? Can we copyright an art style? Should we even try to police creativity and free expression? Protecting human artists and respecting copyright laws are important. In the near future, it may become necessary to create complex laws regarding AI image usage, ethical datasets and keyword management. However, at the moment, the topic is still very much up for debate, and developing day by day.

*注

1. algorithm : 演算の手順
2. composite : 複合的な
3. ethical : 倫理的な
4. livelihood : 生計
5. subjective : 主観的な

[問1] 次の問い合わせに対する最も適切な答えを1つ選び、その番号で答えなさい。

(a) 下線部(a)の意味に最も近いのは次のうちのどれですか。

- | | |
|-------------|------------|
| 1. arrest | 2. develop |
| 3. regulate | 4. spoil |

[問2] (b)~(d)の問い合わせに対する最も適切な答えを1つずつ選び、その番号で答えなさい。

(b) AI "artists" are now able to produce

1. a very high volume of work, but with reduced quality.
2. skillfully drawn pictures in very limited numbers.
3. highly detailed pictures, in a single artistic style.
4. great numbers of fine pictures in a wide variety of styles.

— 3 —

— 4 —

[問3] 次の英文が本文の内容と一致する場合は1を、一致しない場合は2を解答欄に記入なさい。

- (e) An AI could produce a great volume of work in the time it takes a human to complete a single image.
- (f) Human-produced images are still more valuable than those produced by AIs because of their superior quality.
- (g) Modern monitoring techniques will probably continue to develop at the same pace as AI technologies.
- (h) At some point in the future, humans may need to create regulations to control exactly how AIs function and use information.
- (i) Although this is a complex issue, we should remember to consider the rights of human artists and respect existing rules.

[問4] 本文のタイトルとして最も適切なものを1つ選びなさい。

1. Creating an Original Online Image
2. AI Artists Generate Possible Problems
3. The Real Value of Virtual Pictures
4. The Definition of Human Art

[問5] 下線部(a)を和訳しなさい。

(c) To create an AI-generated image

1. a person must download a set of random photographs with which to create their chosen picture.
2. a human user must communicate with a unique algorithm through a complex online database.
3. the program must receive a human request before attempting to create a picture from its dataset of images.
4. the image software must generate thousands of keywords before creating a simple picture.

(d) Which of the following is NOT a potential problem with AI-generated art?

1. The AI may not actually have permission to use some of the images that it includes in its creations.
2. Existing AI databases contain so many images, that it may be impossible to check them all for copyrighted material.
3. The images that AI programs are able to create are generally of a very high quality and available at a reasonable price.
4. Some human creators of real and digital images may lose their income and eventually their jobs to AIs.

[問4] 本文のタイトルとして最も適切なものを1つ選びなさい。

[2] 次の英文の空所に入れるのに最も適切な語句を選び、その番号で答えなさい。

(20点)

(a) You must take control of your life, and learn to () your problems effectively!

1. cope with
2. feel for
3. look up
4. result in

(b) Once () by the snake, the mouse will usually die within 5 minutes.

1. bite
2. bites
3. bitten
4. biting

(c) We don't employ people based on age or appearance. Everybody is judged on their () merits.

1. academic
2. academy
3. intelligence
4. intelligent

(d) It () of a football match. There were no goals, and very little action.

1. was few
2. was many
3. wasn't a lot
4. wasn't much

(e) For us () this problem further would be pointless. You already know my opinion.

1. discuss
2. having discussed
3. to discuss
4. to have discussed

(f) () don't you like this picture? I think that it's beautifully painted.

1. At what point
2. In what way
3. At which stage
4. In which position

(g) I'll be (), so I'll prepare the dinner today, OK?

1. are you home before
2. you are home before
3. before you are home
4. home before you are

— 5 —

— 7 —

(h) I () to go to his next presentation, because he came to mine last month.

1. ought 2. ought not 3. used 4. used not

(i) I have never eaten () Chinese meal. It was absolutely wonderful.

1. a tastier 2. a less tasty
3. the least tasty 4. the tastiest

(j) A firefighter is someone () job can sometimes be extremely dangerous.

1. that 2. those 3. who 4. whose

3 次の会話文を読んで、空所に入れるのに最も適切なものを選び、その番号で答えなさい。ただし、同じ番号を2回使ってはいけません。 (20点)

Paul : Hey, Mike. (A) I'll pay.

Mike : OK, that sounds good. I was getting pretty tired of studying, anyway. You're in a generous mood, Paul! What's the special occasion?

Paul : Well, it's not really an occasion, but I just checked my bank account, and I got a little surprise!

Mike : Do you mean a surprise, or a shock? Do you have more, or less money than you expected?

Paul : A lot more. I wouldn't be buying you a drink if I were poor! (B) Well, my pay just came in, and I've got almost two thousand dollars to spend! I'd completely forgotten about it.

Mike : Lucky you! So you decided to use your money to buy your friend a drink?

Paul : Of course! It will be a nice chance to have a chat. But that's just the beginning. I'd also like a little advice.

Mike : No problem. What about?

Paul : This money. I've got a little dilemma. (C) So do I get a car, or a holiday? What do you think, Mike? I'd like to hear your opinion on this.

Mike : Wow, that's actually a tough question! I suppose it depends on which way you look at it. If you think of all the fun places you could go, then a car could be the best choice in the long term. (D) A trip like that could give you some memories for life.

Paul : Exactly. Both options sound great, don't they? But I was thinking that a car is a lot of expense and responsibility. Plus, what kind of car could I get for that money?

Mike : (E) But a holiday would only be for a couple of weeks or so. You could enjoy using a car for years. There are lots of ways of looking at it!

Paul : Now I'm even more confused! Let's go get that drink. This question

— 8 —

— 9 —

needs some serious thought.

- How would you feel about going on holiday with me this summer?
- You remember that I've been working for dad's construction business during the summer, don't you?
- Seeing that you're rich now, why don't we spend some of this money on a holiday next year?
- But on the other hand, a vacation in Europe could be an amazing experience, too.
- When you think about gasoline prices, I really don't think that buying a new car will ever be a good idea.
- I'm feeling good, so put those books away and let's go into town for a drink.
- Yes, it would have to be a second-hand one, so you'd need to be careful when you were buying it.
- I've been wanting a car for a long time, but at the same time I'd really like to travel to Europe, too.

4 日本語文とほぼ同じ意味を表すように、最も適切な1語を選択肢から選び、()内に入れて、英文を完成させなさい。必要な場合は正しい変化形に直すこと。ただし、同じ選択肢を2回使ってはいけません。 (20点)

「日本の象徴は何か」と聞かれたら、どう答えるだろうか。ありそうな答えがたくさん思い浮かぶ。例えば、桜や富士山、タンチョウヅル、朝日のイメージ、おそらく寿司すらも。

しかし、思い浮かぶものは他にもある。日本刀である。刀は「侍（名高い日本の武士）の魂」と昔から呼ばれてきた。数世紀の間に、この刀が、日本人の精神の強さや勇敢さ、上品さを象徴するようになってきた。

最初の日本刀は一直線でかなり短く、中国や韓国由来の剣が手本とされていた。そのうちに、刀に反りを与えることで、とりわけ馬に乗っている武士にとっては、より抜きやすくなることがわかった。平安時代の頃に、刀はより反りが深くなつた。長くてかなり軽くなり、片手で抜かれて扱われていた。何世紀も後に、戦場が歩兵によって支配されるようになった。刀は、侍の帯に刃が上になる形で身につけられ、鎧を突き刺すためにより厚くより重くなった。

日本刀の形状は、武士によるニーズの変化に合うように、長い期間をかけて進化してきたが、その美しさからも高く評価されてきた。刀を見るとしばしば、恐怖心が喚起される。刀は光り輝き、数世紀経った後でさえも、明らかにとても鋭い。

しかし、もっとよく見ると、鍛造の過程で作り出される、刀をただ死に至らしめる凶器にするだけではなく、美しい芸術作品にする重要な特徴を観察することができる。一つは、鋼鉄それ自体に備わっている粒子状の模様である。様々な種類の鋼鉄を繰り返し折り畳んでハンマーで打つことで、その金属の中に繊細な質感が生み出される。この質感は、真っ直ぐでも、木片のように不規則でも、また波状でもあります。次に、刃文（鍛冶屋が赤熱した刃を水の中に押し込む前に、粘土を鋼鉄に塗る際に生じるもの）に注目してみよう。刃文は、刀鍛冶の家の特徴を示しているため、その刀が作られた時期や場所の良い指標となる。

刀の鍛造は、多くの自然の要素を一つにする。最も重要な要素は鉄だが、それは河底にある砂から集められる。木炭は加熱炉を熱くするために燃やされ、風は送風機を

— 10 —

— 11 —

用いて送り込まれる。粘土は刃が水槽に押し込まれる前に塗り付けられる。土、風、火、水のすべてが刀を作るのに結合する。

日本刀の生産はまた、協力して働く数名の職人たちを団結させる。刀鍛冶がいるのはもちろんだが、その後で刃はさらに研磨職人によって成形され、きめ細かな鏡面仕上げになるまで磨かれる。鞘職人は、熟練の木彫り師というだけではなく、漆の塗布に熟練した人でなければならない。いくつかの種類の金具が上手に彫られ、刀身に取り付けられる。最後に、柄がきめ細やかに組みにも包まれるが、組みも自体も熟練の織り手と染職人によって作られている。日本刀は、いくつかの厳格かつ伝統的な芸術形式が複雑に結合したものだと言える。

If someone were to ask you, "What is the symbol of Japan?" how would you answer? Many possible answers come to (1): cherry blossoms, Mount Fuji, the Japanese crane, the image of the rising sun, or perhaps even sushi.

But here is another suggestion: the Japanese sword. The *katana* has (2) been called "the soul of the samurai," the renowned warriors of Japan. Over the centuries, this sword has come to symbolize the strength, courage, and refinement of the Japanese spirit.

The first Japanese swords were straight and fairly short, modeled after swords from China and Korea. Over time, it was (3) that giving a sword curvature made it easier to draw, particularly for warriors on horseback. Around the Heian period, swords became more deeply curved. They were long and fairly light, made to be drawn and wielded with one hand. In later centuries, battlefields came to be (4) by foot soldiers. Swords were worn edge-up in the belt of samurai, and they grew thicker and heavier to cut through armor.

While the shape of Japanese swords has evolved over time to meet the (5) needs of warriors, they have also been appreciated for their beauty. Looking at a sword often evokes a feeling of fear. They are bright and shining, even after centuries, and are obviously very sharp.

— 12 —

Look more closely, however, and you will be able to observe important properties created during the forging process that make these not just (6) weapons, but also beautiful works of art. The first is the grain pattern in the steel itself. Repeated folding and hammering of different kinds of steel creates a fine texture in the metal. This texture can be straight, irregular like a piece of wood, or wavy. Next, take note of the temper line, which arises when the smith puts clay on the steel before plunging the red-hot blade into water. The temper line is characteristic of the lineage of the swordsmith, so it is a good indicator of (7) and where the sword was created.

The forging of a sword unites many natural elements. Foremost is the iron, collected from sand at the bottom of rivers. Wood charcoal is burned to heat the forge, and wind is pumped in using bellows. Clay is applied (8) the blade before it is plunged into a bath of water. Earth, wind, fire, and water all combine to create a sword.

The production of a Japanese sword also (9) together several artisans working in collaboration. There is the swordsmith, of course, but then the blade is further shaped and honed to a fine mirror finish by the polisher. The scabbard maker must be a master wood carver as well as an expert (10) the application of *urushia* lacquer. Several kinds of metal fittings are expertly carved and fitted to the blade. Finally, the handle is painstakingly wrapped in fine silk cords, themselves created by master weavers and dyers. Japanese swords can be said to be an intricate combination of several exacting, traditional art forms.

as	bring	change	deadly	defeat
diversity	dominate	find	for	idea
in	long	mind	old	risky
search	take	time	to	when

— 13 —

解答解説は183ページ

英語 一般選抜（前期）(情報系外部試験利用) 4日目（2月4日実施）

1 次の英文を読んで、あとの間に答えなさい。

(40点)

When we think of the vastness^{*1} of space, it is hard to imagine that it might someday become "full." But that is exactly the problem that is happening to the space near the earth: It is becoming dangerously crowded with "space junk." This space junk consists of old, broken-down satellites, parts of rockets, unwanted cargo, and pieces that break off when these objects collide^{*2} in space. Naturally these objects are at risk of hitting working satellites.

Since the first satellites were launched in the 1950s, there have been thousands of man-made objects sent into space. Today, scientists are now ^(a)tracking tens of thousands of pieces of space debris^{*3} from earth. One of the largest, an old battery pack from the International Space Station, weighs almost 3 tons. However, the majority of debris is composed of many millions of small pieces of junk, ranging in size from tiny bits of metallic dust to bullet-sized fragments, which are too small to be tracked. All this junk is in addition to the over 5,000 working satellites currently in orbit. The huge amount of debris flying around the earth, much of it at speeds up to 25,000 km/h, is making it difficult to put new satellites into safe orbits.

The laws of physics dictate^{*4} that objects at different distances from the earth travel at different speeds. ^(r)Objects in lower orbits move faster, while those in higher orbits move slower. And there is one orbit that is especially in demand for communications satellites, a so-called "geostationary" orbit. This is the distance at which a satellite will take exactly 24 hours to orbit the earth, meaning that any satellite placed in geostationary orbit stays above the same spot on the earth as it rotates. To achieve a geostationary orbit, a satellite must be launched to 36,000 km above the equator^{*5}. And space in this highly desirable orbit is becoming very full. The risk of collisions between satellites—which can cost tens of millions of dollars to build and launch—is getting greater every year. Meanwhile, communications companies have plans to launch tens of thousands of new satellites in the coming decades.

— 1 —

So what can we do about this growing problem? A Switzerland-based company called ClearSpace believes it may have the answer. Working with the European Space Agency, the company has developed a special robotic satellite to get rid of space junk. The satellite works like this. After being launched, it will match speeds with larger pieces of space debris. Then, it will use its four "arms" to grasp the unwanted object. It will then re-direct the object towards the earth, essentially throwing it down into earth's gravity. As the debris falls to earth, it will burn up in the atmosphere. One less piece of space junk! And what about the ClearSpace satellite itself? Being solar-powered, it will have a lifespan of several years, so it may be possible to use the satellite to clear multiple pieces of debris. Once the satellite has cleared its area of space, its mission is finished. So, rather than becoming a piece of junk itself, the satellite will then destroy itself by dropping into our atmosphere and burning up.

ClearSpace, however, is not alone. Other companies are also aiming to get into the business of space cleanup. One of these, Astroscale, is a private Japanese company based in Tokyo. Their satellite uses a magnetic capture system to grab metal debris instead of a claw or arms. A real test of their system was performed in low earth orbit in 2021. After releasing a metal test object to serve as debris, the satellite was able to immediately re-capture this object, successfully demonstrating the capabilities of their system. During a later test of the satellite's automatic retrieval^{*6} system, however, problems were detected and the test was stopped. Although the tests were not a complete success and showed the difficulty of conducting such operations thousands of kilometers above the earth, they also prove the potential of such technology for clearing the space around the earth.

How will such companies make a profit? In the future, anyone that wants to place new satellites into orbit may first need to pay a service like Astroscale or ClearSpace to remove unwanted debris and prepare a safe patch of space for them. And while this will certainly be a huge technical challenge, so far the main problem for these startups^{*7} has been getting enough funding to develop and test their new

— 2 —

technologies. They will also need a small army of creative scientists and engineers. How about you? Would you like to join the future effort to clean up space?

*注

1. vastness : 広大さ
2. collide : 衝突する
3. space debris : 宇宙ゴミ
4. dictate : 決定する
5. equator : 赤道
6. retrieval : 検索
7. startup : 新興企業

[問1] 次の問い合わせに対する最も適切な答えを1つ選び、その番号で答えなさい。

- (a) 下線部(a)の意味に最も近いのは次のうちのどれですか。
- | | |
|-------------|---------------|
| 1. carrying | 2. following |
| 3. ignoring | 4. suspending |

[問2] (b)～(d)の問い合わせに対する最も適切な答えを1つずつ選び、その番号で答えなさい。

- (b) According to the author, space debris is a problem because
1. it can fall to earth and injure people or damage property.
 2. it pollutes the environment when it burns in the atmosphere.
 3. it may collide with and damage functioning satellites.
 4. its high speed makes its position hard to monitor.

- (c) In the future, communications companies plan to
1. use earth-based systems that do not require satellites.
 2. launch large numbers of new satellites into orbit.
 3. employ intelligent satellites that avoid collisions.
 4. develop satellites to clear spaces in orbit.

- (d) Which of the following statements is NOT true of satellites in geostationary orbit?
1. They take exactly one day to orbit the earth.
 2. They all orbit at the same distance from the earth.
 3. They are fixed relative to a point on the earth's surface.
 4. They travel at various speeds depending on their altitude.

[問3] 次の英文が本文の内容と一致する場合は1を、一致しない場合は2を解答欄に記入なさい。

- (e) Astroscale is a cooperative project between a Tokyo company and the Japanese Space Agency.
- (f) ClearSpace was the first company to perform a real satellite clearing test in orbit.
- (g) Satellite clearance companies have struggled to attract sufficient investment.
- (h) Most space debris is too small to be tracked from the earth.
- (i) After clearing several satellites, ClearSpace orbiters will return to earth to be reused in future missions.

— 3 —

— 4 —

[問4] 本文のタイトルとして最も適切なものを1つ選びなさい。

1. The Race to Launch More Satellites
2. The Costly Emptiness of Space
3. The Future of Satellite Communications
4. The Growing Need for Space Cleanup

[問5] 下線部(a)を和訳しなさい。

2 次の英文の空所に入れるのに最も適切な語句を選び、その番号で答えなさい。
(20点)

- (a) First put a little glue in the hole, then () the wooden peg and wait five to ten minutes for it to dry.
- | | |
|-------------|-----------|
| 1. indicate | 2. input |
| 3. insert | 4. invent |
- (b) Lost in the shopping mall, and not () what to do, little Jimmy just sat down on the floor and cried.
- | | |
|------------|------------|
| 1. to know | 2. knew |
| 3. known | 4. knowing |
- (c) This new material has () properties: it is ultra-lightweight, but incredibly strong.
- | | |
|-------------|----------------|
| 1. burnable | 2. remarkable |
| 3. unstable | 4. sustainable |
- (d) She () first washing her hands.
- | | |
|---------------------|-----------------------|
| 1. always eats with | 2. never eats without |
| 3. doesn't ever eat | 4. won't ever eat |
- (e) She may be loud and a little bossy, but I can't help ()!
- | | |
|----------------|----------------|
| 1. liking her | 2. her liking |
| 3. to like her | 4. her to like |

— 5 —

— 7 —

(f) Go to your room and clean up that mess. And don't come down () you've finished!

- 1. until
- 2. whereas
- 3. in case
- 4. by the time

(g) I had such a fantastic summer holiday. I really hate the thought () going back to work tomorrow!

- 1. for
- 2. in
- 3. of
- 4. on

(h) More () seem to be suffering from emotional problems these days.

- 1. than people ever
- 2. people than ever
- 3. people ever than
- 4. ever than people

(i) () we listen to this song again? You've already played it at least five times this morning. Let's hear something else!

- 1. Could
- 2. Have
- 3. Must
- 4. Shall

(j) The politician was asked a series of difficult questions, () he had no good answers.

- 1. provided that
- 2. given that
- 3. with which
- 4. to which

— 8 —

3 次の会話文を読んで、空所に入れるのに最も適切なものを選び、その番号で答えなさい。ただし、同じ番号を2回使ってはいけません。 (20点)

Sally : Oh, hi Jenny. How's it going?

Jenny : Bonjour, Sally!

Sally : What? Oh, I see! (A)

Jenny : Haha! How did you guess? Yes, I have. Although to tell you the truth I don't seem to be making much progress!

Sally : Oh no! What makes you say that? I thought that you were really enjoying your French lessons. You've made some friends there, right?

Jenny : Oh, I didn't say I wasn't enjoying them. I always have good fun there, and I have met some really nice people. (B)

Sally : Right. So, you're having a few problems keeping up?

Jenny : Yes, that's how it feels, at least. We've only been studying for six months, but my classmates are already saying complicated things that I can't follow!

Sally : That's too bad. Could it be that you haven't been studying enough? Or possibly languages aren't your strongest subject!

Jenny : To be honest, it's probably a combination of both of those things. Still, I really would like to improve. (C) I'll be totally embarrassed if I can't communicate with people there.

Sally : Yes, I see what you mean. It would definitely seem more professional if you could speak a little in French. (D) Even if it's only simple greetings, it shows that you have made an effort.

Jenny : You're right, of course. Well, I suppose that I should stop feeling sorry for myself and do some serious studying.

Sally : Hey, maybe I should join your class, and we could study together in our free time. I've never been to France, although I'd love to. (E)

Jenny : Or maybe we'd end up just gossiping and drinking a lot of coffee! What

— 9 —

do you think?

Sally : Actually, I think that's very likely. Come to think of it, that was a terrible idea! Please just concentrate on your studies and let me know how it's going!

- 1. Did I tell you that my new job will involve traveling to Paris next year?
- 2. Why are you studying French when you never actually go to France, Sally?
- 3. You've just been to your French conversation class, haven't you?
- 4. English may be all you need for global business, but it's always good to use the local language when you can.
- 5. But I just feel that everyone else is already much more fluent than I am, even though we all started at the same time.
- 6. Maybe I need to study less French and spend more time relaxing at home.
- 7. Maybe learning the language together would help to motivate us both.
- 8. Unfortunately I haven't been enjoying the class at all because it's too easy.

— 10 —

4 日本語文とほぼ同じ意味を表すように、最も適切な1語を選択肢から選び、()内に入れて、英文を完成させなさい。必要な場合は正しい変化形に直すこと。ただし、同じ選択肢を2回使ってはいけません。 (20点)

携帯電話が作られたのは、50年以上前のことである。当時の携帯電話はレンガ一つ分と同じ大きさで、充電するのに何時間もかかり、しかもほんの数分しか話すことができなかった。それ以降、携帯電話は信じられないほどの進化を遂げてきた。私たちは携帯電話でなんでもする。請求書の支払いや物事の手配、ビデオ作成、映画鑑賞、天気の確認などまだまだ他にもある。

多くの人にとって携帯電話は不可欠なものであり、それなしの生活など想像がつかない。ある最近の報告では、アメリカの成人は平均して毎日330回以上、つまり4分に1回は携帯電話を確認し、合計で一日に約3時間費やすことがわかっている。携帯をバッとする場合ですら、ウェブサイトやソーシャルメディアを限なくスクロールすることにつながる可能性がある。それでは、こうした携帯電話に関係するあらゆる活動が、私たちの脳にどのような影響を与えてるのであろうか。

おそらくこれは驚くべきことではないが、最近の研究では、携帯電話の使用がマイナスの結果をもたらしうることが明らかとなっている。ただ通話するだけで運転中の反応時間を低下させることがわかっている。さらには、電話の通知音が聞こえることで気が散り、仕事関連のタスクに悪影響を与えることもある。私たちは今では、常にメッセージを待つよう条件付けられており、携帯電話を確認したいという一般的な欲求を抱いている。また、複数の実験によって検証されたところでは、携帯電話が別の部屋に置かれている人の方が、自分のそばの机に置いてある人よりも、はるかに効率よく一連の課題を遂行していたという。そうした実験が示しているのは、携帯電話が単に存在しているだけで、私たちの問題解決能力や記憶力、集中力に悪影響を与える可能性があるということである。たとえ携帯電話について考えていないと主張したとしても、私たちはそれに触れたいという無意識の衝動に駆られるかもしれない。こうした衝動を我慢しようとすれば、今度は、集中力に悪影響を及ぼしかねない。

それにもかかわらず、他の研究では、私たちが限られた量の自制心しか持ち合わせていないという考え方を疑問視しており、人の決断力を検証する実験が行われてい

— 11 —

た。この研究では、参加者に様々な集中力課題を与えていた。携帯電話を使用したいという衝動を我慢することで注意散漫になると信じていた人は、これらの課題で悪い成績を収めていた。対照的に、携帯電話の誘惑を我慢することで精神的に強くなると信じていた人は、総じて同じ課題で良い成績を収めていた。携帯電話が間違いなく私たちにとって悪いと信じることで、実際、それが私たちにより大きな悪影響をもたらすことになる。自分の心的資源が無限だと考えている人はほど、悪影響が少ないのである。こうした信念は、部分的には文化的なものでもあります。というのも、アメリカのような西洋諸国の人たちの方が、インドのような国々における人たちよりも悪影響を受ける傾向にあるからである。

さらに何年もの研究を経てようやく、携帯電話が私たちに一体どのような影響を及ぼしているのかがわかるようになるだろう。しかしながら、現時点で、少なくとも2つのことが明らかなようである。第一に、私たちは機器にそれほど依存しないようにするべきである。こうした技術への過剰な依存が大きな注意散漫につながりうるからである。第二に、私たちは自己の心的資源の力を信じる気持ちを持ち続けるようにするべきである。そう信じることで、私たちは誘惑を我慢し、様々な分野で良い成績を取れることができるからである。

The first mobile phone was created over 50 years ago. As large as a brick, it took many hours to charge and only gave a few minutes of talk time. Since then, mobile phones have (1) an incredibly long way. We do everything on them: paying bills, making arrangements, creating videos, watching movies, checking the weather—the list goes on.

For many people, the mobile phone is an essential item, and life without it is unimaginable. One recent report found that on average, adults in the US check their phones over 330 times daily, or (2) every four minutes, spending a total of almost three hours a day on their devices. Even a quick look at our phones can lead to endless scrolling through websites and social media. So what effect is all this phone-related activity having (3) our brains?

— 12 —

Perhaps not surprisingly, recent research has found that the use of phones can bring negative consequences. Just (4) on the phone has been shown to lower reaction times while driving. Moreover, hearing a phone notification can distract us and impact work-related tasks. People are now conditioned to constantly expect messages and have a general desire to check their phones. Tests have demonstrated that people whose phones were (5) in another room performed a series of tasks much more effectively than people whose phones were on the desk beside them. Such experiments have shown that the mere presence of a phone can affect our problem-solving ability, our memory and our focus. Even when we claim (6) to be thinking about our phones, we may have a subconscious urge to touch them. Trying to resist this urge may in turn affect our powers of concentration.

Nevertheless, other research has questioned the idea that we only have a limited amount of willpower: experiments were conducted to test people's resolve. This research involved giving participants various concentration-based tasks. Individuals who believed that resisting the urge to use their phone would distract them, performed badly at these tasks. In (7), those who believed that resisting the temptation of their phone made them mentally stronger, generally performed better at the same tasks. In other words, belief is an important factor. Believing that our phones are definitely bad for us may in fact lead to them affecting us more negatively. People who think that their mental resources are infinite are (8) affected. These beliefs may also be partly cultural, with people in western countries such as the US tending to be more negatively influenced than those in countries such as India.

It will take many more years of research (9) we know exactly how our phones are impacting us. At this moment, however, at least two things seem clear. Firstly, we should try not to be (10) dependent on our devices, as an over-reliance on this technology can become a big distraction. Secondly, we should try to maintain a belief in the power of our own mental resources, as this confidence can

— 13 —

help us to resist temptation and improve our performance in many areas.

after	before	come	contrast	extent
first	less	no	none	not
on	once	pass	place	remove
so	such	talk	tell	to

— 14 —

1 次の英文を読んで、あととの問い合わせに答えなさい。 (40点)

Many of us are familiar with the story of Jurassic Park. Dinosaurs are brought back to life millions of years after becoming extinct, and placed in a wildlife park for the entertainment of humans. Of course, things do not go to plan, and the adventure begins. The movie has become an extremely successful series, growing bigger and more spectacular as time goes on. Yet the dinosaurs are always the stars of the show, and the moral questions at the heart of the movies remain the same: Should humans be able to artificially control and shape the natural world? Do we have the right to "play God?"

For better or for worse, the idea of recreating dinosaurs is just as impossible today as when the first film was released in 1993. Millions of years have passed since they became extinct, and no dinosaur genetic material remains. Yet real-world technology has advanced, and the goal of bringing back some types of extinct life may now be achievable. Many scientists and companies are keen to try. Some are interested in the scientific knowledge that such research would bring, while others imagine wildlife parks full of animals that have been brought back from extinction.

One animal of interest to scientists is the woolly mammoth. Similar in size and appearance to a modern-day elephant, the mammoth was a prehistoric creature that is thought to have become generally extinct as recently as 10,000 years ago. The first step in bringing back any extinct animal is to acquire a sample of that creature's genetic material. Without this essential element, the process cannot begin. Fortunately for scientists, mammoths inhabited the colder northern regions of the earth, meaning that after death, their bodies frequently became sealed in a frozen layer of soil and rock called permafrost^{*1}. Because permafrost remains constantly frozen, the dead mammoths are often (a)well-preserved, meaning that their flesh and therefore their DNA do not completely disappear over time. In warmer weather, permafrost sometimes melts, exposing the remains of dead

— 1 —

mammoths and giving us access to their genetic material. However, the next and most complex step is to use this material to bring the mammoth back. Several techniques may be available, but each has its own difficulties.

Cloning a mammoth would involve replacing the nucleus of the egg cell of a female elephant with the nucleus of a mammoth cell. The altered cell could then be injected into a female elephant, with the resulting baby being a genetically pure mammoth. This process is called somatic cell nuclear transfer^{*2}. Unfortunately, no living mammoth cells have ever been discovered, and scientists believe that conditions in the permafrost are not ideal for the perfect preservation of DNA.
(7) Until living cells are discovered, the cloning process seems out of reach.

Another way would be to inject the sperm^{*3} cells of a mammoth into the egg of an elephant. This is known as artificial insemination^{*4}. Since the mammoth is known to share 99 percent of its DNA with the modern-day Asian elephant, the insemination process is considered to be possible. If successful, the resulting baby would be a hybrid of elephant and mammoth. Scientists would then need to produce several generations of hybrid, and cross-breed them to produce a mammoth that was almost genetically pure. This process would take many years, and contain many uncertain elements, so success is not guaranteed. Moreover, it is thought that mammoth sperm cells would be damaged after being frozen for so long.

The final, and possibly strangest technique, is known as gene editing. In this method, the DNA of living elephant cells is altered by modifying and replacing parts of it with mammoth DNA. Scientists have been experimenting by introducing mammoth genes into Asian elephant skin cells, and have so far been successful on a small scale. However, to assemble these single "edited" cells and put them into an embryo^{*5} is a more difficult matter. The aim of gene editing would be to produce a mammoth-elephant hybrid. The hybrid would be an elephant that had mammoth characteristics, such as small ears, long hair, and resistance to cold.

As science advances, some of these problems may disappear. It is entirely

— 2 —

possible that one day humans will once again see a living mammoth. Some people are predicting success within a decade. But should we be trying at all? Similar experiments have already failed, as hybrid animals often die soon after birth. Moreover, the world has changed greatly since mammoths lived. The wild places have become smaller, the world is warmer, and we cannot predict the needs of an animal that disappeared thousands of years ago. Shouldn't we be concentrating on protecting our remaining wildlife? Although the idea of seeing a mammoth is exciting, there are ethical^{*6} problems as well as scientific ones to consider.

*注

1. permafrost : 永久凍土
2. somatic cell nuclear transfer : 体細胞核移植
3. sperm : 精子
4. insemination : 受精
5. embryo : 胚
6. ethical : 倫理的な

[問1] 次の問い合わせに対する最も適切な答えを1つ選び、その番号で答えなさい。

(a) 下線部(a)の意味に最も近いのは次のうちのどれですか。

- | | |
|--------------|-----------------|
| 1. well-done | 2. well-kept |
| 3. well-made | 4. well-ordered |

[問2] (b)~(d)の問い合わせに対する最も適切な答えを1つずつ選び、その番号で答えなさい。

(b) The "Jurassic Park" movies

1. are mainly concerned with the possible extinction of humanity.
2. deal with the moral questions surrounding the destruction of wildlife.
3. remind us of the dangers of attempting to influence the natural world.
4. show that bringing dinosaurs back to life is now more achievable than ever.

(c) The woolly mammoth may be a good subject for experimentation because

1. many companies and scientists are interested in the idea of restoring extinct wildlife.
2. mammoths are very similar in both size and shape to modern-day elephants.
3. several techniques may be available to bring extinct animals back from extinction.
4. preserved specimens containing genetic material can be found in certain cold areas.

— 3 —

— 4 —

- (d) Which technique is NOT mentioned as being a possibility to recreate living mammoths?
1. Placing an elephant egg cell containing a mammoth nucleus into a living female elephant.
 2. Creating a hybrid by using preserved mammoth sperm to inseminate a female elephant.
 3. Introducing cells altered with mammoth DNA into the embryos of female elephants.
 4. Using "edited" sperm cells to inseminate the frozen eggs of female mammoths.

〔問3〕次の英文が本文の内容と一致する場合は1を、一致しない場合は2を解答欄に記入しなさい。

- (e) Mammoth hybrids would likely possess elephant characteristics, such as long hair and a love of cold weather.
 (f) Some of the obstacles to bringing back mammoths may disappear as science continues to improve.
 (g) Because of the success of similar experiments, most scientists are expecting to see mammoths recreated within a decade.
 (h) Mammoths will probably feel at home in today's world as it has changed little over the past 10,000 years.
 (i) The idea of recreating extinct creatures is very interesting, but it may be better to focus on saving animals which already exist.

— 5 —

〔問4〕本文のタイトルとして最も適切なものを1つ選びなさい。

1. Modern-Day Dinosaurs
2. Prehistoric Wildlife Parks
3. Returning from Extinction
4. Preserving the Past

〔問5〕下線部(ア)を和訳しなさい。

— 6 —

- 〔2〕次の英文の空所に入れるのに最も適切な語句を選び、その番号で答えなさい。
 (20点)

- (a) I wasn't able to () him to come to school this morning. He is so lazy.
 1. require 2. persuade
 3. expect 4. allow
- (b) Never () to him before, I felt very nervous during our first meeting.
 1. had spoken 2. having been spoken
 3. having spoken 4. speaking
- (c) I am sorry to say that none of these () seems suitable for a leading position in this department.
 1. appointments 2. applicants
 3. appliances 4. appearances
- (d) Is that raw fish on your plate? I () want to eat that!
 1. wouldn't 2. needn't
 3. couldn't 4. can't
- (e) My brother deliberately told lies () trouble with mum and dad.
 1. get to me in 2. in order to get
 3. in getting me to 4. to get me in
- (f) I don't think that she's right for this job, () she's too young and inexperienced.
 1. as such 2. even if
 3. in that 4. of which

(g) When () in Japan? I really don't remember at all.

1. in the last time she was
2. she was in the last time
3. was she in the last time
4. was the last time she was

(h) I wish our school would () all these old-fashioned and outdated rules.

1. do well at
2. get rid of
3. make up with
4. stand up for

(i) It wasn't () movie I've ever seen, but I didn't particularly enjoy it.

1. a worse
2. the worst
3. a better
4. the best

(j) It's amazing to think that the piece () which you are listening was written over 400 years ago.

1. of
2. to
3. from
4. at

— 7 —

— 8 —

3 次の会話文を読んで、空所に入れるのに最も適切なものを選び、その番号で答えなさい。ただし、同じ番号を2回使ってはいけません。 (20点)

Ella : (A) Would you mind taking a look at it with me?
 Jack : Not at all. "Teach English in Japan. A wide variety of positions available."
 Yes, that looks really interesting. But I didn't know you wanted to go to Japan.
 Ella : Are you kidding? Ever since I was little, I've always been interested in Japan, and Japanese culture.
 Jack : You mean that you like cartoons and comics?
 Ella : I think that you mean anime and manga! And yes, I do like them. But it's not only that. (B) The country itself sounds fascinating, don't you think? It's definitely got a strong, recognizable image.
 Jack : Yes, of course it has a very distinctive culture, that's for sure. But where in Japan would you be working?
 Ella : It says in the advertisement that candidates can start by choosing a rural or an urban school in the prefecture of their choice.
 Jack : Wow, that sounds almost too good to be true. (C)
 Ella : It looks like you could, if that's where you wanted to go. At least, that's what it says in the advertisement. Although maybe some areas would have higher demand than others.
 Jack : Yes, I'm sure some places will be getting too many people applying. But ideally, where would you like to go?
 Ella : That's a difficult choice, isn't it? There are so many possible options that I should really do some research before I decide anything. (D) There would be fewer foreigners there, so I would have to use more Japanese.
 Jack : That's very true. (E) If I were you, I'd try for a more unusual destination. But that's just my opinion! It's your decision.
 Ella : No, I think you're right. Thanks for your thoughts. Anyway, I can't even

- 9 -

apply yet. I have to graduate from university here, first.
 Jack : I'm sure you won't have any problems. I may even try for a job myself!

1. So, for example, I could apply to work in downtown Tokyo, if I liked?
2. Personally speaking, which aspects of Japanese culture do you find most interesting?
3. What made you decide to go to Japan and not China, for example?
4. Hey, I was looking in the job advertisements section of the Saturday paper yesterday, and I found this.
5. If I went to a rural place I might get bored, but it would be a better learning experience.
6. I'm also interested in the history, the food, the customs and traditions, and the way of life in general.
7. To be honest, I still don't know if I'm going to apply or not.
8. Tokyo always looks so cool, but we already live in a big city, so I don't think it would be very different.

- 10 -

4 日本語文とほぼ同じ意味を表すように、最も適切な1語を選択肢から選び、()内に入れて、英文を完成させなさい。必要な場合は正しい変化形に直すこど。ただし、同じ選択肢を2回使ってはいけません。 (20点)

混み合ったダンスクラブやライブコンサートを行ったことがあれば、密閉空間で動いたり踊ったりしている人の身体から大量の熱が放出されていることがわかる。以前は、会場でパーティーの参加者を涼しくするために、エネルギーを使ってエアコンを作動させ、余分な熱気を大気に排出する必要があった。
 しかし今では、この熱気を放出することによりそうした熱エネルギーをただ無駄にする代わりに、それを利用する方法がある。スコットランドのとあるナイトクラブは、そのクラブを冷暖房するための環境にやさしい手段だとオーナーたちが言うボディーヒートというシステムを初めて開発した。

そのシステムが機能する方法は次の通りである。クラブのダンサーの身体から放出される熱が周りの空気を暖める。この熱気が上昇して天井にある換気扇によって捕らえられる。その熱は、放出される代わりに、水を温めるのに使われ、その温水はクラブの下の地面にポンプで送り込まれる。建物の下の冷たい岩盤の中に200メートルの深い穴がドリルで開けられており、温水がこの岩盤を暖め、それがある種の熱貯蔵庫(ほぼ電池のような役割)となる。この熱は、建物の様々な部分、例えば、オフィスや建物のより冷えた部分に必要とされた際に動かすことができる。以前は、スコットランドの厳冬の間、その建物を暖めるのにガスが動力源となるボイラーが使われていたが、これはもはや不要である。今や、その建物は、完全に、お客様が提供した熱によって暖められているのである。

このシステムには別の利点もある。夏には、逆の方法で、その建物を冷やすのに使われるるのである。水が冷たい岩盤にポンプで送り込まれた後、この冷水がポンプで戻ってきて冷房のために用いられる。このシステムを制御することで、どんな季節でも適温がもたらされる。

ボディーヒートを作った人たちによると、このシステムについて最も優れている点は、実証済みの既存技術を用いていることだといふ。本システムの主な革新は、クラブのダンサーから放出された熱を、天井近くの暖気を吸い上げることにより捕らえる

方法である。しかし、このシステムはたくさん人がいる会場であればどんなところにも順応可能だといふ。それはとりわけ、嚴冬と酷暑の夏がある日本のように、夏と冬で大きな温度変化がある気候で役に立つ。地下深くに熱を貯蔵することによって、企業は最大80%まで冷暖房費を削減することができる。それでもなお、このシステムを駆動するウォーターポンプを動かすのにいくらかの電力が必要となる。しかし、その一部は太陽光エネルギーから生み出しができる、それによってさらにコストを減らし、このシステムをもっと地球にやさしいものにすることができる。

この種のシステムを世間一般の人家で用いることはできるのか。おそらくできないだろう。それには地面深くにドリルで穴を開ける必要があり、その費用はとても高い。しかし、大きなアパートやマンション(例えば、日本の全都市で見られるもの)のために利用するのは確かに適している。

If you've ever been to a (1) dance club or live concert, you know that all those bodies moving and dancing in an enclosed space generate a great deal of heat. In the past, venues needed to use energy to power air conditioners to cool partygoers down, blowing the excess hot air away into the atmosphere.

But now there may be a way to make use of that thermal energy instead of just (2) it by releasing the hot air. A nightclub in Scotland has pioneered a system called BODYHEAT that its owners say is an environmentally (3) way to heat and cool their club.

Here's (4) the system works. Heat from dancers' bodies in the club warms the air around them. This hot air rises and is captured by exhaust fans in the ceiling. Instead of releasing that heat, it is used to warm up water, which is then pumped down into the ground below the club. Deep holes have been drilled 200 meters into the cold bedrock (5) the building, and the warm water heats this rock, creating a kind of heat reservoir, almost like a battery. This heat can be moved to different parts of the building as it is needed, for example, to the offices and cooler parts of the building. In the past, gas-powered boilers were used to heat

- 12 -

the building during Scotland's cold winters, but these are no longer necessary. Now the building is heated (6) by the warmth provided by its guests.

The system has another advantage, too. In the summer, it can be used in the (7) way to cool the building. Water is pumped down into the cold bedrock below and then this cooled water is pumped back up and used to cool the air conditioning. By controlling this system, the perfect temperature can be achieved in any season.

BODYHEAT's creators say that the best thing about the system is that it uses tried-and-true, (8) technology. The main innovation of the system is the way it captures heat from dancers in the club by sucking up the warm air near the ceiling. But they say the system can be adapted to any venue with a lot of people. It is especially useful in climates with a large temperature swing between summer and winter, like Japan, with its cold winters and brutally hot summers. By storing heat deep underground, businesses can (9) their heating and cooling bills by up to 80%. Some power is still necessary to run the water pumps that drive the system. But some of this power can come from solar energy, further reducing costs and making the system even greener.

Is it possible to use this kind of system in the average person's home? Probably not, because it requires drilling deep into the earth, which is very expensive. But it is certainly feasible to use for large apartment blocks and condominium complexes, such as (10) seen in all of Japan's cities.

be	beneath	cut	down	easy
entirely	exist	friendly	how	opposite
otherwise	pack	partially	push	remove
that	those	throw	waste	way

一般選抜(後期)(後期・英語外部試験利用)

数学	1日目 (2月28日)	.....	106
	2日目 (2月29日)	.....	107
物理	1日目 (2月28日)	.....	108
	2日目 (2月29日)	.....	110
化学	1日目 (2月28日)	.....	111
	2日目 (2月29日)	.....	113
英語	1日目 (2月28日)	.....	116
	2日目 (2月29日)	.....	119

2024年度 一般選抜（後期）／一般選抜（後期・英語外部試験利用） [試験科目の選択と試験時間]

- 「○」は必須、「△」は1科目選択(試験時間開始後に選択)
 - 数学の試験では、数学Ⅲを含む問題と、数学Ⅲを含まない問題を同時に配付します。
システムデザイン工学部と未来科学部と工学部の学科に出席した受験者は、数学Ⅲを含む問題を選択してください。
 - 理工学部の各学系のみに出席した受験者は、数学Ⅲを含む問題または数学Ⅲを含まない問題のいずれかを選択することができます。(配点はいずれも100点満点となります)
理工学部と他学部を併願する場合は、数学Ⅲを含む問題を選択してください。
 - 一般選抜(後期、英語外部試験利用)を併用して理工学部と他学部を併願する場合は、数学Ⅲを含む問題を選択してください。
 - 「知識・技能」「思考力・判断力・表現力」を評価するため、自らの考えを立論し、それを表現するなどの記述式問題を含む試験問題を出題します。
 - ※注 一般選抜(後期、英語外部試験利用)を単願する場合は、数学と理科の2科目で受験(2教科合計200点満点!)。3時間目の英語の試験は免除となります。

<p>(数学Ⅲを含む問題)</p> <p>注意。 問題1は解答のみを解答用紙1の右側の解答欄に記入し、問題2と3は、それぞれ解答用紙2と3に解き方も付して解答すること。</p> <p>1. 次の各間に答えよ。 (40点)</p> <ol style="list-style-type: none"> (1) 方程式 $(8x)^3 - (8x-1)^3 = (4x+1)^3 - x^3$ を解け。 (2) $3^8 \log_a 3 = a^{\log_3 a}$ が成り立つような実数 a を求めよ。 (3) 直方体 ABCD-EFGHにおいて、DHの中点をM、線分AFを2:1に内分する点をNとする。AB=AE=2, AD=1であるとき、△AMNの面積 S を求めよ。 (4) 極限値 $\lim_{x \rightarrow 0} \frac{x^2}{1 - \cos x}$ を求めよ。 (5) 曲線 $y = e^{2x}$ 上の点 $(1, e^2)$ における接線とこの曲線および y 軸で囲まれる图形の面積 S を求めよ。 <p>2. n を自然数とする。直角をはさむ2辺の長さが a_n と2である直角三角形を A_n とし、A_n の斜辺の長さを a_{n+1} とおく。ただし、$a_1 = 1$ とする。さらに一辺の長さが $(a_n)^2$ の正方形を B_n とする。このとき、次の間に答えよ。 (30点)</p> <ol style="list-style-type: none"> (1) a_2, a_3, a_4 を求めよ。 (2) a_n を求めよ。 (3) $B_1, B_2, B_3, \dots, B_n$ の面積の和を S_n とおく。 S_n を求めよ。 	<p>(数学Ⅲを含む問題)</p> <p>3. 1つのさいころを繰り返し n 回投げたとき、1の目がちょうど m 回出る確率を $p_n^{(m)}$ で表す。ただし、n, m は正の整数で、$n > m$ をみたすものとする。このとき、次の間に答えよ。 (30点)</p> <ol style="list-style-type: none"> (1) $p_3^{(2)}$ を求めよ。また、$\frac{p_6^{(2)}}{p_5^{(2)}}$ を求めよ。 (2) $\frac{p_{n+1}^{(m)}}{p_n^{(m)}}$ を n, m を用いて表せ。 (3) 各 n に対し、k は $\frac{n}{2}$ を超えない最大の整数とする。このとき、極限値 $\lim_{n \rightarrow \infty} \frac{p_{n+1}^{(k)}}{p_n^{(k)}}$ を求めよ。
--	---

— 1 —

— 2 —

<p>(数学Ⅱ、数学Bまでの問題)</p> <p>注意。 問題1は解答のみを解答用紙1の右側の解答欄に記入し、問題2と3は、それぞれ解答用紙2と3に解き方も付して解答すること。</p> <p>1. 次の各間に答えよ。 (40点)</p> <ol style="list-style-type: none"> (1) 方程式 $(8x)^3 - (8x-1)^3 = (4x+1)^3 - x^3$ を解け。 (2) $3^8 \log_a 3 = a^{\log_3 a}$ が成り立つような実数 a を求めよ。 (3) 直方体 ABCD-EFGHにおいて、DHの中点をM、線分AFを2:1に内分する点をNとする。AB=AE=2, AD=1であるとき、△AMNの面積 S を求めよ。 (4) 関数 $f(x) = ax^3 + bx^2 + cx + 3$ は $f'(0) = 4$ をみたし、かつ $x = -1$ で極大値5をとる。このとき、a, b, c を求めよ。 (5) 等式 $\int_2^a (x^2 + 2ax + 3a^2) dx = 3(a-2)$ をみたす a をすべて求めよ。 <p>2. n を自然数とする。直角をはさむ2辺の長さが a_n と2である直角三角形を A_n とし、A_n の斜辺の長さを a_{n+1} とおく。ただし、$a_1 = 1$ とする。さらに一辺の長さが $(a_n)^2$ の正方形を B_n とする。このとき、次の間に答えよ。 (30点)</p> <ol style="list-style-type: none"> (1) a_2, a_3, a_4 を求めよ。 (2) a_n を求めよ。 (3) $B_1, B_2, B_3, \dots, B_n$ の面積の和を S_n とおく。 S_n を求めよ。 	<p>(数学Ⅱ、数学Bまでの問題)</p> <p>3. 曲線 $C : y = |x(x-7)|$ ($x \geq 0$) における傾き1の接線を ℓ とし、C と ℓ で囲まれた图形の面積を S とする。このとき、次の間に答えよ。 (30点)</p> <ol style="list-style-type: none"> (1) $x > 7$ のとき、C 上の点 $(x, x(x-7))$ における接線の傾きを a とするとき、a のとりうる範囲を求めよ。 (2) ℓ の方程式を求めよ。 (3) S を求めよ。
--	--

— 7 —

— 8 —

数学 一般選抜（後期）（後期・英語外部試験利用）2日目（2月29日実施）

(数学Ⅲを含む問題)

注意。問題1は解答のみを解答用紙1の右側の解答欄に記入し、問題2と3は、それぞれ解答用紙2と3に解き方も付して解答すること。

1. 次の各間に答えよ。(40点)

- (1) 方程式 $x(x+2)(x+4)+(x+1)(x+3)(x+5)-(x+1)(x+2)(x+6) = -3$ を解け。
- (2) $\left(x^3 + \frac{1}{x}\right)^{12}$ を展開したときの定数項を求めよ。
- (3) 実数 a, b に対して等式 $3 + \log_2 a = 2 + \log_5 b = \log_{10}(a+b)$ が成り立つとき、 $\frac{1}{a} + \frac{1}{b}$ の値を求めよ。
- (4) 曲線 $y = \frac{e^x}{x^2}$ の接線が原点を通るとき、その接線の方程式を求めよ。
- (5) 関数 $f(x) = x^2 - 4 \log(x^2 + 1)$ の最小値を求めよ。

2. 数列 $\{a_n\}$ を次のように定める。 $a_1 = 1$ とし、

$$a_{n+1} = \begin{cases} n-1 & (a_n = 0 \text{ のとき}) \\ a_n - 1 & (a_n \neq 0 \text{ のとき}) \end{cases}$$

とする。さらに数列 $\{a_n\}$ を次のような群に分けて、第 n 群の総和を S_n とする。

$$a_1 | a_2, a_3 | a_4, a_5, a_6, a_7 | a_8, a_9, \dots, a_{15} | a_{16}, \dots$$

次の間に答えよ。(30点)

- (1) a_2, a_3, a_4, a_5 を求めよ。
- (2) ある自然数 k (ただし、 $k \geq 4$) に対して $a_k = 0$ であるとき、 $N > k$ であって $a_N = 0$ が成り立つような最小の N を k を用いて表せ。
- (3) $n \geq 2$ のとき S_n を求めよ。
- (4) $X = 2^{n-1}$ とおく。 $\sum_{k=1}^n S_k$ を X を用いて表せ。

— 1 —

(数学Ⅲを含む問題)

3. 曲線 $C : y = \sqrt{1-x}$ ($x \leq 1$) 上の点 $(a, \sqrt{1-a})$ (ただし、 $a < 1$) における接線を ℓ とし、 C と ℓ および x 軸で囲まれた图形の面積を S とする。このとき、次の間に答えよ。(30点)

- (1) ℓ の方程式を a を用いて表せ。
- (2) ℓ と x 軸の交点の x 座標を a を用いて表せ。
- (3) 定積分 $\int_a^1 \sqrt{1-x} dx$ を a を用いて表せ。
- (4) S を a を用いて表せ。

— 2 —

(数学Ⅱ、数学Bまでの問題)

注意。問題1は解答のみを解答用紙1の右側の解答欄に記入し、問題2と3は、それぞれ解答用紙2と3に解き方も付して解答すること。

1. 次の各間に答えよ。(40点)

- (1) 方程式 $x(x+2)(x+4)+(x+1)(x+3)(x+5)-(x+1)(x+2)(x+6) = -3$ を解け。
- (2) $\left(x^3 + \frac{1}{x}\right)^{12}$ を展開したときの定数項を求めよ。
- (3) 実数 a, b に対して等式 $3 + \log_2 a = 2 + \log_5 b = \log_{10}(a+b)$ が成り立つとき、 $\frac{1}{a} + \frac{1}{b}$ の値を求めよ。
- (4) 実数 a に対して、3次方程式 $x^3 - 6x - a = 0$ が3つの異なる実数解をもつような a の範囲を求めよ。
- (5) 等式 $\int_a^x f(t) dt = x^2 - 4x + 5 - 2a$ をみたすような a をすべて求めよ。

2. 数列 $\{a_n\}$ を次のように定める。 $a_1 = 1$ とし、

$$a_{n+1} = \begin{cases} n-1 & (a_n = 0 \text{ のとき}) \\ a_n - 1 & (a_n \neq 0 \text{ のとき}) \end{cases}$$

とする。さらに数列 $\{a_n\}$ を次のような群に分けて、第 n 群の総和を S_n とする。

$$a_1 | a_2, a_3 | a_4, a_5, a_6, a_7 | a_8, a_9, \dots, a_{15} | a_{16}, \dots$$

次の間に答えよ。(30点)

- (1) a_2, a_3, a_4, a_5 を求めよ。
- (2) ある自然数 k (ただし、 $k \geq 4$) に対して $a_k = 0$ であるとき、 $N > k$ であって $a_N = 0$ が成り立つような最小の N を k を用いて表せ。
- (3) $n \geq 2$ のとき S_n を求めよ。
- (4) $X = 2^{n-1}$ とおく。 $\sum_{k=1}^n S_k$ を X を用いて表せ。

(数学Ⅱ、数学Bまでの問題)

3. 関数 $f(x)$ が次の等式をみたすとする。

$$f(x) = x^3 + 3x^2 - 9x + \int_{-1}^3 f(t) dt$$

このとき、次の間に答えよ。(30点)

- (1) $f(x)$ を求めよ。
- (2) $f(x)$ の極大値と極小値、およびそのときの x の値を求めよ。
- (3) $f(x)$ の定義域が $-2 \leq x \leq 4$ のとき、 $f(x)$ の最大値と最小値、およびそのときの x の値を求めよ。

— 7 —

— 8 —

物理問題

(物理)

注意 問題1、2は各問題に付した解答群から正解を選んで、正解の番号を解答用紙のそれぞれの解答欄に記入しなさい。問題3は解答用紙に導き方も付して解答しなさい。

1. 次の各問に答えなさい。 (36点)

(i) 隣り合う原子間隔がすべて a の結晶格子に対する、波長 λ のX線の回折条件を考える。まず図1のようにy軸に平行にX線を入射したとき、実線で示す原子面に対して垂直に反射してきたX線のプラグの反射条件は $\lambda = \boxed{\text{A}}$ で与えられる。ただし、 n は自然数である。

次にこの結晶を左回りに90度回転させ、図2に示すようにy軸と角度 θ をなす方向からX線を入射させる。このとき、図2の実線で示す原子面によるプラグの反射条件は $\lambda = \boxed{\text{B}}$ で与えられる。

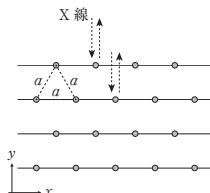


図1

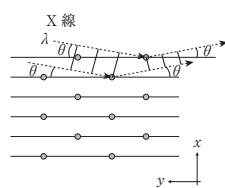


図2

番号	1	2	3	4	5
(A) の 解 答 群	$\frac{a}{n}$	$\frac{\sqrt{3}a}{n}$	$\frac{\sqrt{3}a}{2n}$	$\frac{a}{\sqrt{3}n}$	$\frac{2a}{\sqrt{3}n}$

番号	1	2	3	4	5
(B) の 解 答 群	$\frac{a \sin \theta}{n}$	$\frac{2a \sin \theta}{n}$	$\frac{\sqrt{3}a \sin \theta}{n}$	$\frac{a \sin \theta}{2n}$	$\frac{a \sin \theta}{\sqrt{3}n}$

— 1 —

— 2 —

(物理)

(ii) 水素原子は陽子とそのまわりを回る1個の電子から成り立っている。陽子は正の電荷 e 、電子は負の電荷 $-e$ をもち、 $e = 1.6 \times 10^{-19} \text{ C}$ である。陽子と電子の間の距離を $5.3 \times 10^{-11} \text{ m}$ 、クーロンの法則の比例定数を $9.0 \times 10^9 \text{ N} \cdot \text{m}^2/\text{C}^2$ 、万有引力定数を $6.7 \times 10^{-11} \text{ N} \cdot \text{m}^2/\text{kg}^2$ 、陽子の質量を $1.7 \times 10^{-27} \text{ kg}$ 、電子の質量を $9.1 \times 10^{-31} \text{ kg}$ とする。

(C) 陽子と電子の間にはたらくクーロン力の大きさを求めよ。

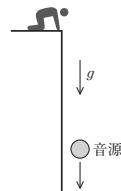
番号	1	2
(C) の 解 答 群	$2.7 \times 10^{-10} \text{ N}$	$4.3 \times 10^{-18} \text{ N}$
3	4	5
$5.1 \times 10^{-11} \text{ N}$	$8.2 \times 10^{-8} \text{ N}$	$6.2 \times 10^{-9} \text{ N}$

(D) 両者の間にはたらくクーロン力は万有引力の何倍か。

番号	1	2
(D) の 解 答 群	1.4×10^{58} 倍	2.2×10^{39} 倍
3	4	5
6.2×10^{37} 倍	1.5×10^{29} 倍	3.6×10^{20} 倍

(物理)

(iii) 振動数 f の音を出す静止した音源に速度 v_0 で観測者が近づくとき、観測される音の振動数は $\boxed{\text{E}}$ である。次に、図のように、この音源を観測者と同じ高さから真下に静かに落下させた。音源が落下しはじめてから時間 $\boxed{\text{F}}$ が経過した時に出された音を観測者が聞くとき、音波の振動数は $\frac{f}{3}$ になる。空気中の音の速さは V 、重力加速度の大きさは g とする。また、風や空気抵抗の影響は無視できるものとし、観測中の音源の速さは音速を超えないものとする。



番号	1	2	3	4	5
(E) の 解 答 群	$\frac{V}{V-v_0}f$	$\frac{V}{V+v_0}f$	$\frac{V-v_0}{V}f$	$\frac{V+v_0}{V}f$	f

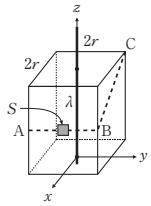
番号	1	2	3	4	5
(F) の 解 答 群	$\frac{V}{3g}$	$\frac{V}{2g}$	$\frac{V}{g}$	$\frac{2V}{g}$	$\frac{3V}{g}$

— 3 —

— 4 —

(物 理)

2. 図のように、 z 軸上の無限に長い針金に単位長さあたり λ の正電荷が一様に分布している。この電荷を囲む領域として、底面が一边の長さ $2r$ の正方形で、その中に z 軸が垂直に通る直方体を考える。線分 AB と線分 BC は直方体の表面上にある。ケーロンの法則の定数を k とし、単位面積を垂直に貫く電気力線の本数はその面上の電場の強さに等しいものとする。 (24 点)



(A) 電荷から出ている電気力線は針金の単位長さあたり何本か。

番 号	1	2	3	4	5
(A) の 解 答 群	$\frac{k\lambda}{4\pi}$	$\frac{k\lambda^2}{2}$	$k\lambda$	$4\pi k\lambda$	$2k\lambda$

(B) 図の線分 AB は xy 面に平行である。直方体の表面上にある線分 AB の中点を含む微小な領域 S には、単位面積あたりに何本の電気力線が横切っているか。

番 号	1	2	3	4	5
(B) の 解 答 群	$\frac{k\lambda}{4\pi r}$	$\frac{k\lambda^2}{2}$	$k\lambda r$	$4\pi k\lambda$	$\frac{2k\lambda}{r}$

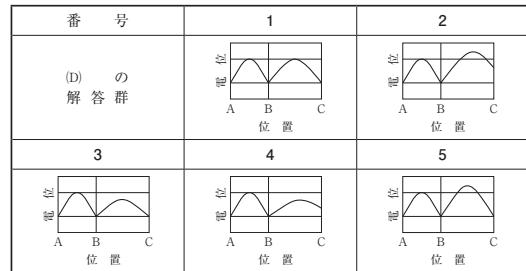
— 5 —

(物 理)

- (C) 線分 AB 上を電気量 Q の荷電粒子を動かしたところ、ある位置で荷電粒子の受ける力が最大になった。このときの力の大きさはいくらか。

番 号	1	2	3	4	5
(C) の 解 答 群	$\frac{k\lambda Q}{4\pi r^2}$	$\frac{k\lambda^2 Q^2}{2}$	$k\lambda Q r$	$4\pi k\lambda Q$	$\frac{2k\lambda Q}{r}$

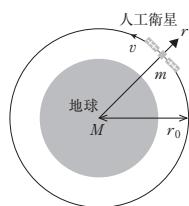
- (D) 線分 AB と線分 BC 上で測定した電位のグラフのうち、正しいものはどれか。



— 6 —

(物 理)

3. 図のように、質量 M の地球のまわりを質量 m の人工衛星が速さ v 、半径 r_0 で等速円運動をしている。円軌道の中心（地球の重心）から人工衛星に向かう方向を r 軸とする。万有引力定数を G として、以下の問い合わせなさい。 (40 点)



- (A) 人工衛星の等速円運動の周期を v と r_0 を用いて表しなさい。
(B) 人工衛星とともに円運動をする観測者 A から見た、人工衛星にはたらく力のつり合いの式を書きなさい。

(物 理)

この等速円運動をしていた人工衛星が r 軸方向にガスを噴射したところ、人工衛星の軌道は円軌道からわずかにずれ、 r 軸方向に振動し始めた。元の円軌道から r 軸方向のずれを R とし、 R は r_0 と比べて十分に小さいとする。なお、人工衛星の面積速度は一定であることから、人工衛星の質量の変化を無視すると、ガスを噴射した後の円周方向の速さは $\frac{r_0}{r_0+R}v$ で与えられる。

(C) 観測者 A から見たときの、 r 軸方向の人工衛星の運動方程式を書きなさい。

(D) R が r_0 に比べて十分小さい場合、次の近似式が成り立つ。

$$\frac{1}{(r_0+R)^n} \approx \frac{1}{r_0^n} \left(1 - n \frac{R}{r_0}\right)$$

これを用いて r 軸方向の運動方程式を近似すると、単振動の運動方程式になる。 r 軸方向の単振動の周期を求め、 v と r_0 を用いて表しなさい。

— 7 —

— 8 —

物理問題

(物理)

注意 問題1、2は各問題に付した解答群から正解を選び、正解の番号を解答用紙のそれぞれの解答欄に記入しなさい。問題3は解答用紙に導き方も付して解答しなさい。

1. 次の各問いに答えなさい。 (36点)

- (i) 図1のように波長 6.5×10^{-7} m の単色光を間隔 1.0×10^{-5} m 離れた複数スリットに入射させたところ、3 m 離れたスクリーン上に (A) (cm) 間隔で明線の縞模様が観測された。次に複数スリットを回折格子に置き換えて図2のように同様の実験を行ったところ、スクリーン上中央C点からC点を含めて数えて3番目に明るい模様が、回折格子から見て 30° の位置に観測された。これにより、この回折格子には (B) (mm)あたり1万本のスリットが引かれていることが分かる。

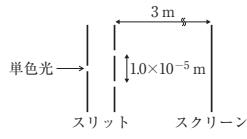


図1

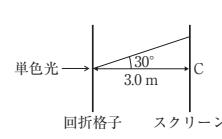


図2

番号	1	2	3	4	5
(A) の解答群	10	13	20	30	39

番号	1	2	3	4	5
(B) の解答群	6	13	26	39	65

— 1 —

- (ii) 水素原子から放出される光のスペクトル線の波長 λ は、量子数 n の状態から n' の状態へ遷移するときに放出される場合

$$\frac{1}{\lambda} = R \left(\frac{1}{n'^2} - \frac{1}{n^2} \right)$$

と表されることが知られている。例えば $n=3$ の状態から $n'=2$ へ遷移すると、(C) (m) の波長の光子が放出される。逆に基底状態の水素原子にエネルギー 10.2 eV の光を当てると、 $n = \boxed{(D)}$ の状態へ遷移を起こすことができる。なお、リードベリ定数 $R = 1.1 \times 10^7 \text{ m}^{-1}$ 、電気素量 $e = 1.6 \times 10^{-19} \text{ C}$ 、プランク定数 $\hbar = 6.6 \times 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s}$ 、光速 $c = 3.0 \times 10^8 \text{ m/s}$ とせよ。

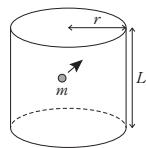
番号	1	2	3	4	5
(C) の解答群	1.2×10^{-7}	3.7×10^{-7}	6.5×10^{-7}	8.2×10^{-7}	1.4×10^{-6}

番号	1	2	3	4	5
(D) の解答群	1	2	3	4	6

— 2 —

(物理)

- (iii) 図のように半径 r 、高さ L の円柱形の容器に質量 m の單原子分子 N 個なる理想気体を入れた。分子の速さの2乗平均を $\overline{v^2}$ とすると、円柱の上面が受ける圧力は (E) となる。また、側面が受ける圧力は上面の圧力の (F) 倍となる。粒子は壁と弾性衝突するものとし、重力の影響は無視してよい。



番号	1	2	3	4	5
(E) の解答群	$\frac{Nm\overline{v^2}}{3\pi r^2 L}$	$\frac{Nm\overline{v^2}}{2\pi r^2 L}$	$\frac{Nm\sqrt{\overline{v^2}}}{2\pi r L}$	$\frac{Nm\sqrt{\overline{v^2}}}{3r^4 L}$	$\frac{Nm\overline{v^2}}{4\pi r^2 L}$

番号	1	2	3	4	5
(F) の解答群	$\frac{1}{2}$	1	π	$\frac{r}{2L}$	$\frac{\pi r}{L}$

— 3 —

2. 真空中で一辺が L の極板2枚を平行に置き、それぞれ電荷 $+Q$ 、 $-Q$ を与えた。極板間に厚さ d ($d \ll L$) で同じ面積を持つ誘電率 ϵ の誘電体が隙間なく挟まれている。これを初期状態(図1)とする。この状態から図2に示すように、誘電体との間に y ($y \ll L$) だけ隙間を開けるように上の極板を移動させた。真空の誘電率を ϵ_0 とする。



図3

(A) 図2の状態での極板間の電位差を求めよ。

番号	1	2
(A) の解答群	$\frac{Q}{L^2} \left(\frac{2y}{\epsilon_0} + \frac{d}{\epsilon} \right)$	$\frac{Q}{L^2} \left(\frac{y}{\epsilon_0} + \frac{d}{\epsilon} \right)$
3	4	5
$\frac{Q}{L} \left(\frac{y}{\epsilon_0} - \frac{d}{\epsilon} \right)$	$\frac{Q}{L} \left(\frac{y}{\epsilon} + \frac{2d}{\epsilon_0} \right)$	$\frac{Q}{L^2} \left(\frac{2y}{\epsilon} - \frac{d}{\epsilon_0} \right)$

(B) 初期状態から図2の状態にするために必要な力の大きさはいくらか。

番号	1	2	3	4	5
(B) の解答群	$\frac{Q}{\epsilon_0 y^2}$	$\frac{Q^2}{2\epsilon L y}$	$\frac{Q^2}{2\epsilon L^2}$	$\frac{Q^2}{2\epsilon_0 L^2}$	$\frac{Q^2}{\epsilon_0 L^2}$

— 5 —

(物 理)

(C) 極板を初期状態に戻し、今度は図3に示すように、上下の極板を横向きに x ($x \ll L$) だけずらした。この時の極板間の電位差はいくらになるか。ただし、電場は極板に挟まれた部分から外には漏れないものとする。

番 号	1	2
(C) の 解 答 群	$\frac{Qd}{L} \frac{1}{\varepsilon L - \varepsilon_0 x}$	$\frac{Qd}{L} \frac{1}{\varepsilon x - (\varepsilon - \varepsilon_0)L}$
3	4	5
$\frac{Qd}{L} \frac{1}{\varepsilon L + (\varepsilon - \varepsilon_0)x}$	$\frac{QL}{d} \frac{1}{\varepsilon L - (\varepsilon - \varepsilon_0)x}$	$\frac{Qd}{L} \frac{1}{\varepsilon L - (\varepsilon - \varepsilon_0)x}$

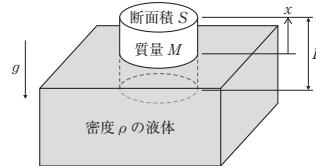
(D) 図3の状態は初期状態からどれだけコンデンサーに蓄えられた静電エネルギーが変化しているか、変化量を求めよ。ただし、 $a \ll b$ のとき $\frac{1}{b-a} \approx \frac{1}{b} + \frac{a}{b^2}$ と近似できることを用いて表せ。

番 号	1	2
(D) の 解 答 群	$\frac{Q^2}{L^2} \frac{\varepsilon - \varepsilon_0}{\varepsilon} x$	$\frac{Q^2}{2L^2} \frac{\varepsilon - \varepsilon_0}{\varepsilon} x$
3	4	5
$\frac{Q^2 d}{2L^3} \frac{\varepsilon - \varepsilon_0}{\varepsilon^2} x$	$\frac{Q^2}{L^3} \frac{\varepsilon - \varepsilon_0}{\varepsilon^2} x$	$\frac{Q^2 d}{4L^3} \frac{\varepsilon - \varepsilon_0}{\varepsilon^2} x$

(物 理)

3. 断面積 S 、高さ L 、質量 M の円柱を密度 ρ の液体に図のように浮かべる。液面から測った円柱の上面の位置を x とする。液体と円柱との摩擦や抵抗は考えなくて良い。また、重力加速度の大きさを g とし、液体の体積は円柱の体積より十分大きいものとする。

(40点)



- (A) 静止して釣り合っているときの上面の位置 x はいくらか。
 (B) 円柱を少し持ち上げ手を離したところ、円柱は傾くことなく上下に振動をした。上面の位置が x のときに円柱に働いている力の大きさを求めよ。なお $0 < x < L$ を満たすものとする。
 (C) またこの上下運動の周期を求めよ。
 (D) 円柱の上面を液面より深く沈め、 $x < 0$ としてから静かに手を離したところ、円柱は全体がちょうど液面から露出するところ $x = L$ まで上がり、その後沈み始めた。手を離した位置はどこであったか。

— 6 —

— 7 —

解答解説は154ページ

化学 一般選抜（後期）（後期・英語外部試験利用）1日目（2月28日実施）

化学問題

(化 学)

注意 必要があれば、つぎの数値を用いなさい。

原子量 : H = 1.0, C = 12, N = 14, O = 16

$$\text{気体定数 } R = 8.31 \text{ J/(K} \cdot \text{mol}) = 8.31 \text{ Pa} \cdot \text{m}^3 / (\text{K} \cdot \text{mol}) \\ = 8.31 \times 10^3 \text{ Pa} \cdot \text{L} / (\text{K} \cdot \text{mol})$$

フアラデー定数 $F = 96500 \text{ C/mol}$ アボガドロ定数 $N_A = 6.0 \times 10^{23} / \text{mol}$

1. 各間に最も適合する解答を解答群より1つ選び出し、解答欄に番号で記入しなさい。
(配点 25点)

(A) つぎの記述のうち、塩化ナトリウム水溶液を炭素電極で電気分解をしたときの現象として正しいものはどれですか。

(A)の解答群

1	陰極では水が還元され、水素が発生する
2	陽極では塩化物イオンが酸化され、塩化水素が発生する
3	陰極付近の水溶液のpHは小さくなる
4	陽極付近の水溶液のpHは変わらない
5	水溶液中のナトリウムイオンの濃度は減少する

(化 学)

(B) つぎの化合物とその工業的製法の組み合わせのうち、正しいものはどれですか。

(B)の解答群

	フェノール	硝酸
1	ハーバー・ボッシュ法	オストワルト法
2	クメン法	オストワルト法
3	クメン法	ハーバー・ボッシュ法
4	オストワルト法	ハーバー・ボッシュ法
5	オストワルト法	クメン法

(C) つぎのコロイドに関する記述のうち、まちがっているものはどれですか。

(C)の解答群

1	コロイド溶液に横からレーザー光を当てると、光の通路が輝いて見える
2	コロイド粒子自体の熱運動によって、ブラウン運動が観察される
3	疎水コロイドに少量の電解質を加えると、沈殿する
4	親水コロイドに多量の電解質を加えると、塩析が起こる
5	疎水コロイドに親水コロイドを加えると、凝析しにくくなる

— 9 —

— 10 —

(化 学)

(D) つぎの化合物のうち、ヨウ素と水酸化ナトリウム水溶液を加えて加熱すると、
黄色沈殿が生じるものはどれですか。

(D)の解答群

1	メタノール	2	ジエチルエーテル
3	アセトン	4	ホルムアルデヒド
5	酢酸		

(E) つぎの(ア)～(ウ)の記述の正誤の組み合わせのうち、正しいものはどれですか。

- (ア) ダニエル電池の正極は亜鉛であり、負極は銅である
(イ) Cu^{2+} と Zn^{2+} を含む酸性の水溶液に硫化水素を通じると、黒色沈殿が生じる
(ウ) $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]^{2+}$ は正方形の錯イオンで、 $[\text{Zn}(\text{NH}_3)_4]^{2+}$ は正四面体形の錯イオンである

(E)の解答群

	(ア)	(イ)	(ウ)
1	正	誤	誤
2	正	正	誤
3	誤	正	誤
4	誤	正	正
5	誤	誤	正

— 11 —

(化 学)

2. 各間に最も適合する解答を解答群より1つ選び出し、解答欄に番号で記入しなさい。
(配点25点)

(A) 炭素と水素のみからなる化合物がある。この化合物0.200 gは227 °Cにおいてすべて気体であり、 $7.50 \times 10^4 \text{ Pa}$ で142 mLの体積を占めた。この化合物の分子式はどれですか。

(A)の解答群

1	C_6H_6	2	C_6H_{12}	3	C_7H_8	4	C_8H_8	5	C_{10}H_8
---	------------------------	---	---------------------------	---	------------------------	---	------------------------	---	---------------------------

(B) 平均分子量が 5.65×10^4 のナイロン66に含まれるアミド結合の数は、1分子中に平均していくつかですか。

(B)の解答群

1	1.0×10^2	2	2.0×10^2	3	2.5×10^2	4	4.0×10^2	5	5.0×10^2
---	-------------------	---	-------------------	---	-------------------	---	-------------------	---	-------------------

(C) ある食酢10.0 mLに水を加えて、100 mLの水溶液とした。この水溶液10.0 mLを 0.100 mol/L の水酸化ナトリウム水溶液で滴定したところ、中和するのに7.14 mLを要した。食酢に含まれる酢酸の質量パーセント濃度(%)はいくらですか。
ただし、食酢の密度は 1.02 g/cm^3 とし、水酸化ナトリウムと反応したのは食酢中の酢酸のみとする。

(C)の解答群

1	4.2	2	4.4	3	4.6	4	4.9	5	5.2
---	-----	---	-----	---	-----	---	-----	---	-----

— 13 —

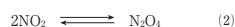
(化 学)

3. 文章中の空欄 [] に適合する(数値)、(数式)、(語)句、(名)称、(反)応式を解答欄に記入しなさい。
(配点25点)

一酸化窒素は [1 (語)] 色の気体で、銅に [2 (名)] を作用させることで発生する。銅と [2 (名)] の反応は、
[3 (反)] (1)

で表される。一酸化窒素の水に対する溶解度は [4 (語)] ため、発生した一酸化窒素は [5 (語)] 置換で捕集される。また、一酸化窒素は空気に触れると空気中の酸素によって酸化され [6 (語)] 色の二酸化窒素になる。一酸化窒素の生成熱は -90.8 kJ/mol 、二酸化窒素の生成熱は -33.0 kJ/mol であることから、一酸化窒素が酸素によって二酸化窒素に酸化される反応は [7 (語)] 热反応であり、一酸化窒素1 molが酸素によって酸化されたときの反応熱は [8 (数値)] kJ(有効数字3桁)となる。

一方、二酸化窒素は以下のように2分子が反応して [9 (語)] 色の四酸化二窒素を生成する。



この反応は可逆反応であり、注射器に二酸化窒素と四酸化二窒素の混合気体を入れて平衡状態になった後、温度一定の条件でピストンを押し込んで圧縮すると二酸化窒素の物質量が [10 (語)] する方向に平衡が移動する。それぞれの物質のモル濃度 $[\text{NO}_2]$ 、 $[\text{N}_2\text{O}_4]$ を使って(2)式の平衡定数 K を表すと、

$$K = [11 (数式)]$$

となる。二酸化窒素、四酸化二窒素の物質量をそれぞれ n_{NO_2} 、 $n_{\text{N}_2\text{O}_4}$ とすると 25°C 、 $1.0 \times 10^5 \text{ Pa}$ における平衡時の物質量の比は、

$$n_{\text{NO}_2} : n_{\text{N}_2\text{O}_4} = 1 : 3$$

となった。このときの平衡定数 K の値は [12 (数値)] L/mol(有効数字2桁)となる。

— 15 —

— 14 —

(化 学)

4. 文章中の空欄 [] に適合する(数値)、(語)句、(名)称、(構)造式を解答欄に記入しなさい。
(配点 25 点)

一般に、水溶液中にあるイオンと、符号の [1 (語)] 電荷をもった別のイオンとを取り換えるはたらきを示す樹脂を、イオン交換樹脂という。イオン交換樹脂の母体となる樹脂は、図1に示すような構造をもち、スチレンと少量の [2 (名)] を共重合することで得られる。この樹脂に酸性の官能基を導入すると陽イオン交換樹脂、塩基性の官能基を導入すると陰イオン交換樹脂が得られる。

图1 母体となる樹脂の構造式

スチレンと [2 (名)] を物質量比 9:1で共重合し、母体となる樹脂を作製した。この樹脂 80.0 g を濃硫酸で処理すると、[3 (語)] 化された陽イオン交換樹脂が、100 g 得られた。このことから、陽イオン交換樹脂に含まれるベンゼン環の [4 (数値)] % (有効数字3桁) が [3 (語)] 化されたことになる。

ただし、得られた母体となる樹脂中のスチレンと [2 (名)] の物質量比は、反応前の物質量比と等しいものとし、原子量は S = 32 とする。

この陽イオン交換樹脂を図2のような円筒形ガラス容器につめ、そこに α -アミノ酸 A (分子式 $C_3H_7NO_2$)、不斉炭素原子を一つもつ1価のカルボン酸 B (分子式 $C_3H_6O_3$)、還元性を示さない二糖 C (分子式 $C_{12}H_{22}O_{11}$) の3種類の有機化合物の混合水溶液を流した。混合水溶液を通じた後、流出液中に有機化合物が含まれなくなるまで純水で十分に洗浄した。このときの流出液を I とする。続いて、ガラス容器の上部から、十分な量の希塩酸を流すと、有機化合物を含む流出液 II が得られた。この流出液 II に分離された化合物の構造式は [5 (構)]、名称は [6 (名)] である。

一方、流出液 I を陰イオン交換樹脂をつめた円筒形ガラス容器の上部から通じた後、流出液中に有機化合物が含まれなくなるまで純水で十分に洗浄した。このときの流出液を III とする。続いて、ガラス容器の上部から、十分な量の水酸化ナトリウム水溶液を流すと、有機化合物を含む流出液 IV が得られた。この流出液 IV に分離された化合物の構造式は [7 (構)]、名称は [8 (名)] である。

また流出液 III をインペルターゼと作用させると、還元性を示したことより、流出液 III には [9 (名)] が含まれる。

ただし、実験中に化合物 A、B、C は互いに反応せず、二量体は形成しないものとする。

图2 実験操作の概要図

— 17 —

— 18 —

解答解説は163ページ

化学 一般選抜（後期）（後期・英語外部試験利用）2日目（2月29日実施）

(化 学)

注意 必要があれば、つぎの数値を用いなさい。

原子量 : H = 1.0, C = 12, N = 14, O = 16
気体定数 $R = 8.31 \text{ J}/(\text{K}\cdot\text{mol}) = 8.31 \text{ Pa}\cdot\text{m}^3/(\text{K}\cdot\text{mol}) = 8.31 \times 10^3 \text{ Pa}\cdot\text{L}/(\text{K}\cdot\text{mol})$
ファラデー定数 $F = 96500 \text{ C/mol}$
アボガドロ定数 $N_A = 6.0 \times 10^{23} / \text{mol}$

1. 各間に最も適合する解答を解答群より1つ選び出し、解答欄に番号で記入しなさい。
(配点 25 点)

(A) 結晶の種類が分子結晶に分類される物質の組み合わせは、つぎのうちどれですか。
(A)の解答群

1	スクロース、ナフタレン	2	二酸化ケイ素、スクロース
3	ダイヤモンド、ナフタレン	4	二酸化ケイ素、ダイヤモンド
5	ナフタレン、二酸化ケイ素		

(B) つぎの(A)～(D)の記述の正誤の組み合わせのうち、正しいものはどれですか。

(A) アセトアルデヒドを酸化すると酢酸になる
(B) アセトアルデヒドと酢酸はどちらも水によく溶ける
(C) アセトアルデヒドと酢酸はどちらもヨードホルム反応を示す
(D) の解答群

	(A)	(B)	(C)
1	正	誤	誤
2	正	正	誤
3	正	正	正
4	誤	正	正
5	誤	誤	正

(C) 物質(a)～(d)を、沸点が高いものから順に並べたものは、つぎのうちどれですか。
(a) メタン (b) アンモニア (c) 水 (d) フッ化水素
(C)の解答群

1	(a) > (b) > (c) > (d)	2	(b) > (c) > (a) > (d)
3	(c) > (b) > (d) > (a)	4	(c) > (d) > (b) > (a)
5	(d) > (c) > (b) > (a)		

— 9 —

— 10 —

(化 学)

(D) つぎの(ア)～(ウ)の記述の正誤の組み合わせのうち、正しいものはどれですか。

- (ア) 元素の周期表で縦の列に並んだ典型元素の化学的性質は似ている
(イ) 元素は、元素の周期表の第8周期まで認定されている
(ウ) 臭素、インジウム、水銀の単体は、常温常圧で液体である

(D)の解答群

	(ア)	(イ)	(ウ)
1	正	誤	誤
2	正	正	誤
3	誤	正	誤
4	誤	正	正
5	誤	誤	正

(E) 金属イオンを含む水溶液に金属板を入れたとき、金属樹が生成しない金属イオンと金属の組み合わせは、つぎのうちどれですか。

(E)の解答群

1	Ag ⁺ と Cu	2	Cu ²⁺ と Fe
3	Sn ²⁺ と Fe	4	Pb ²⁺ と Zn
5	Al ³⁺ と Sn		

— 11 —

(化 学)

2. 各間に最も適合する解答を解答群より1つ選び出し、解答欄に番号で記入しなさい。

(配点 25 点)

(A) 電離定数 K_a が 2.7×10^{-5} mol/L である1価の酸の水溶液の濃度が 0.037 mol/L のとき、pH はおよそいくらですか。

ただし、この酸の水溶液の電離度 α は 1 に比べて非常に小さいものとする。

(A)の解答群

1	2.0	2	2.5	3	3.0	4	3.5	5	4.0
---	-----	---	-----	---	-----	---	-----	---	-----

(B) 固体の表面に吸着占有面積がわかっている窒素などの気体分子を吸着させ、その量から表面積を求める方法がある。シリカゲルを 1.0 g はかりとり、その表面全体に 1 分子の厚さで吸着した窒素の量を測定したところ、標準状態(0°C, 1.013×10^5 Pa)で 0.15 L であった。このシリカゲル 1.0 g の表面積(m²)はいくらですか。

ただし、窒素 1 分子の吸着占有面積を 1.6×10^{-19} m² とする。

(B)の解答群

1	6.4×10^{-4}	2	3.2×10^{-2}	3	90	4	6.4×10^2	5	3.2×10^4
---	----------------------	---	----------------------	---	----	---	-------------------	---	-------------------

(C) 硫酸銅(II)水溶液を白金電極を用いて、一定の電流 2.00 A で 16 分 5 秒間電気分解した。析出した銅の質量(g)はいくらですか。

ただし、陰極で生成した物質は銅のみとし、原子量は Cu = 63.5 とする。

(C)の解答群

1	0.159	2	0.318	3	0.635	4	1.27	5	2.54
---	-------	---	-------	---	-------	---	------	---	------

— 13 —

(化 学)

(D) アンモニアの生成熱を 46 kJ/mol、水素分子中の H-H の結合エネルギーを 432 kJ/mol、窒素分子中の N≡N の結合エネルギーを 928 kJ/mol とすると、アンモニア分子中の N-H の結合エネルギー(kJ/mol)はいくらですか。

(D)の解答群

1	355	2	386	3	579	4	772	5	1158
---	-----	---	-----	---	-----	---	-----	---	------

(E) 平均分子量が 5.76×10^4 のポリエチレンテレフタートに含まれるエステル結合の数は、1 分子中に平均でいくつですか。

(E)の解答群

1	1.5×10^2	2	3.0×10^2	3	4.5×10^2	4	6.0×10^2	5	7.5×10^2
---	-------------------	---	-------------------	---	-------------------	---	-------------------	---	-------------------

— 14 —

(化 学)

3. 文章中の空欄 [] に適合する(数値)、(語)句、(名)称、(化)学式、(反)応式、(イ)オン反応式を解答欄に記入しなさい。

(配点 25 点)

ハロゲンは、元素の周期表の [1 (数値)] 族のうち ${}_{17}\text{Ts}$ を除く 5 元素の総称で、[2 (数値)] 価の陰イオンになりやすい性質がある。共有結合している原子が共有電子対を引き寄せる強さを相対的に表した [3 (語)] は、ハロゲンの中の [4 (名)] で最大となる。

ハロゲンに属する塩素の単体は、実験室において、酸化マンガン(IV)に濃塩酸を加えて加热するか、高圧ガラス管に希塩酸を加えることで得られる。それぞれの反応式は、

酸化マンガン(IV)を用いる合成法 : [5 (反)]

高圧ガラス管を用いる合成法 : [6 (反)]

となる。塩素の単体は、工業的には塩化ナトリウム水溶液の電気分解で製造される。各電極での電子 e⁻ を含むイオン反応式は、

陰極 : [7 (イ)]

陽極 : [8 (イ)]

となる。イオン交換膜法で質量パーセント濃度 0.117 % の塩化ナトリウム水溶液 1.00 kg を完全に電気分解したとき、製造された塩素は 27.0 °C, 1.013×10^5 Pa で [9 (数値)] L(有効数字 3 術) であった。

ただし、塩化ナトリウム水溶液の密度は 1.00 g/cm^3 とし、原子量は Na = 23.0, Cl = 35.5 とする。また、発生した塩素は水に溶けないものとする。

塩素は、水道水の消毒に用いられる。塩素は水に溶けると、その一部が水と反応して強酸である [10 (化)] と、[11 (化)] が生成する。[11 (化)] の水

— 15 —

(化 学)

溶液は強い酸化作用をもつことから、病原微生物の菌体膜を破壊する作用などがあり、殺菌作用を示す。また、新型コロナウイルスに対するアルコール以外に有効な消毒液として、塩素濃度 35 ppm(質量百万分率)以上を含む **11(化)** の水溶液が用いられている。

(化 学)

4. 文章中の空欄 **□** に適合する(語)句、(名)称、(構)造式、(記)号を解答欄に記入しなさい。
(配点 25 点)

化合物 A は分子式 $C_{21}H_{22}O_4$ で表される中性化合物である。化合物 A に水酸化ナトリウム水溶液を加えて加水分解し、分離操作を行ったところ、3種類の芳香族化合物 B, C, D が得られた。実験操作の概要を下図に示す。

化合物 B は2価の酸であり、加熱したところ **1(語)** し、環状の酸無水物 E が生じた。酸無水物 E を原料としたアルキド樹脂は、分子間に立体網目状の結合をもつ熱 **2(語)** 性樹脂に分類される。

化合物 C は不斉炭素原子をもち、ナトリウムと反応して、気体の **3(名)** が発生したが、フェーリング液を加えて加熱しても、塩化鉄(Ⅲ)水溶液を加えても反応しなかった。また、過マンガン酸カリウム水溶液に化合物 C を加えて反応させた後、得られた化合物に塩酸を加え、析出した化合物を加熱すると **1(語)** し、環状の酸無水物 E が得られる。

化合物 D はベンゼンの二置換体で置換基は *m*-位に位置しており、塩化鉄(Ⅲ)水溶液と反応し、青に呈色した。

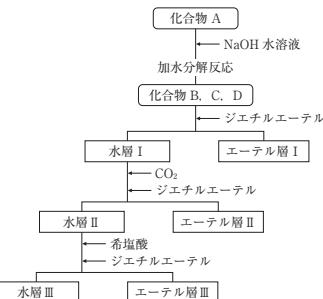


図 実験操作の概要

— 16 —

— 17 —

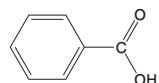
(化 学)

以上のことから、化合物 B の名称は **4(名)**、化合物 C, D の構造式はそれぞれ **5(構)**, **6(構)** となる。よって化合物 A の構造式は **7(構)** となる。

また、化合物 B, C, D のうち、エーテル層 I には化合物 **8(記)**、エーテル層 II には化合物 **9(記)**、エーテル層 III には化合物 **10(記)** が含まれていたことになる。

ただし、芳香族化合物の構造式はつぎの例にならって記入すること。

例) 安息香酸



— 18 —

解答解説は164ページ

1 次の英文を読んで、後の問い合わせに答えなさい。

(40点)

About ten years ago, a man from northern Europe was rescued after spending two months inside his snowbound car. According to experts, he may have entered (a) a state similar to hibernation^{*1}, which can lower body temperature and metabolism^{*2}. (b) There is limited scientific evidence supporting the existence of such a phenomenon in humans. Still, mounting evidence indicates that (c) non-hibernating mammals can enter a state of reduced energy by stimulating inactive brain-signaling pathways that slow metabolism.

Bears are known to hibernate for several months in extremely cold temperatures, during which their body temperatures and metabolic rates decrease significantly. This allows them to (d) conserve energy and survive without consuming food or water. However, there is (e) a question that has left scientists puzzled: how can bears maintain adequate blood flow and prevent blood clots during long periods of inactivity? For humans, blood clots in the veins can be life-threatening. Even short periods of immobility during a long flight, which may cause Economy Syndrome, can increase the risk of blood clots. Meanwhile, hibernating animals are protected from this condition despite their long inactivity. Researching the mechanisms behind (f) this protection could help in developing new therapies for blood clotting disorders in humans.

A study discovered that bears maintain a constant level of blood flow by making their blood vessels in their legs bigger or smaller. This process allows the bears to move blood to different parts of their body when they need it. It is also worth noting that bears go into a kind of deep sleep with a relatively high blood oxygen level. This is crucial for providing enough oxygen to their tissues and organs when they are not active and (g) minimizing the risk of blood clots.

Hibernating animals have developed specific mechanisms to reduce the risk of clot formation. One such mechanism involves the release of a substance that promotes relaxation of blood vessel walls, leading to increased blood flow. Besides,

— 1 —

specific proteins in their blood contribute to this process. In a new study, (h) researchers examined blood samples from 13 bears during hibernation and the same bears again in the summer. They identified a protein called 'Heat Shock Protein 47 (HSP47)' with the largest difference between active and hibernating bears.

The HSP47 is a protein that brings an enzyme to help proteins in the blood stick together and form clots. (i) This function is important for bears which are active and moving around, as it helps to stop bleeding and promotes the healing of injuries. However, hibernating bears do not require this mechanism as they are safely in their dens, so they produce much less HSP47 than active bears. In response to the new study, a biologist commented that although the cellular interaction of HSP47 is beneficial in (j) specific situations, it also plays an important role in fighting off infections and reducing inflammation.

To investigate the presence of a similar mechanism to prevent blood clot formation, the researchers conducted a comparison between the blood of bedridden patients with back injuries and that of physically active individuals. The study revealed that the immobile patients had lower level of circulating HSP47 proteins compared to the healthy individuals, which consequently contributed to a reduced risk of blood clot formation. Additionally, the researchers collected blood samples from healthy volunteers before (j) a month-long simulation study of spaceflight. Following 27 days of bed rest, a significant decrease in the production of HSP47 was observed in their bodies during the immobilization period.

The recent discoveries highlight the value of (k) studying the biology of bears in gaining insights into human body functions. These findings deepen our understanding of how animals adapt and survive in extreme conditions. Moreover, they hold promise for developing strategies to prevent blood clots in patients experiencing long immobility. The findings indicate that humans employ similar mechanisms to prevent blood clots as hibernating bears do. This opens new opportunities for further research and potential advancements in clinical practices,

— 2 —

offering hopeful prospects for the future.

*¹ hibernation 冬眠 *² metabolism 新陳代謝

[問1] 次の問い合わせに対する最も適切な答えを1つずつ選び、その番号で答えなさい。

(a) 下線部(a)の状態について述べられているものはどれですか。

1. the body gets warm saving energy
2. the body gets warm to stay active
3. the body gets cold saving energy
4. the body gets cold to stay active

(b) 下線部(b)の意味に近いものはどれですか。

1. No other example of human hibernation exists.
2. Plenty of phenomena prove human hibernation.
3. Human hibernation is partially supported.
4. Human hibernation is not a matter of debate.

(c) 下線部(c)を引き起こすことはどれですか。

1. 新陳代謝の速度が緩み、脳信号伝達の流れが遅くなる
2. あまり動いていない脳信号伝達経路が遮断され、代謝が上がる
3. 伝達経路での脳信号の流れが刺激され、新陳代謝が活発になる
4. 新陳代謝を遅くする脳信号伝達経路が刺激され、活性化する

(d) 下線部(d)のために役立っていることはどれですか。

1. cold weather
2. low metabolism
3. avoiding food
4. moving around

(e) 下線部(e)の意味に近いものはどれですか。

1. a question that has left scientists without any doubt
2. a question that scientists have been wondering about
3. a question that has led scientists to identify a puzzle
4. a question that scientists have solved with puzzles

(f) 下線部(f)の内容を表しているものはどれですか。

1. blood clots not appearing during long inactivity
2. blood clots appearing but still considered safe
3. being protected from other dangerous animals
4. being taken care of to avoid active moving

(g) 下線部(g)を可能にしているものはどれですか。

1. 意識しないで体を動かすこと
2. 活動時より血流を速めること
3. 十分な酸素を体中に送ること
4. 深くて良質な睡眠をとること

(h) 下線部(h)が発見したことはどれですか。

1. The summer bears have less risk of making blood clots.
2. HSP47 widens the blood vessel walls to increase blood flow.
3. A specific substance in the blood varies among the 13 bears.
4. A blood protein differs between hibernating and non-hibernating bears.

(i) 下線部(i)の状況を表しているものはどれですか。

1. when active
2. when hibernating
3. when staying still
4. when in safe spaces

— 3 —

— 4 —

(j) 下線部(j)の研究からわかったことはどれですか。

1. Patients who couldn't move showed similar HSP47 levels to healthy people.
2. HSP47 levels in healthy people remained unchanged.
3. More HSP47 was made during spaceflight simulation.
4. Immobilization reduced production of HSP47.

(k) 下線部(k)が役に立つと述べられているものはどれですか。

1. proving bears have connections to the human body in various ways
2. creating methods to stop clots in patients who cannot move
3. developing new technologies for studying bear hibernation
4. helping humans gain strength to survive in extreme conditions

[問2] 下線部(ア)を日本語にしなさい。

— 5 —

2 次の英文の空所に入れるのに最も適切な語句を選び、その番号で答えなさい。

(20点)

(a) Jim () committing a crime.

- | | |
|---------------------|---------------------|
| 1. was accused with | 2. was charged with |
| 3. had accused of | 4. had charged of |

(b) Hanako asked () about the project.

1. Mr. Yamada some information
2. Mr. Yamada for some advices
3. for advice from Mr. Yamada
4. of an information from Mr. Yamada

(c) () John take a walk for an hour every day, but he goes to the gym three times a week as well.

- | | |
|------------------|----------------|
| 1. Even if | 2. Rather than |
| 3. Not only does | 4. Should |

(d) Have you () the new computer software?

- | | |
|-----------------------|-------------------------|
| 1. gotten used to use | 2. gotten used to using |
| 3. used to use | 4. used to using |

(e) () Professor Tanaka resign, what will become of our laboratory?

- | | |
|----------|-----------|
| 1. After | 2. If |
| 3. For | 4. Should |

(f) If only I were more intelligent than ().

- | | |
|------------|------------|
| 1. he does | 2. he did |
| 3. he is | 4. he were |

— 7 —

(g) Although Mary failed an important test last week, she is () positive.

- | | |
|------------------|-----------------|
| 1. none the less | 2. all more the |
| 3. no less than | 4. no more than |

(h) This movie tells us () to be poor.

- | | |
|--------------------|------------------------|
| 1. how is it | 2. what it is like |
| 3. what is it that | 4. how it is like that |

(i) It () the device.

1. took me three hours to assemble
2. took me three hours assembling
3. spent me three hours to assemble
4. spent me three hours assembling

(j) Muay Thai is to Thailand () Sumo is to Japan.

- | | |
|---------|-------------|
| 1. that | 2. to which |
| 3. what | 4. in that |

3 次の英文を読んで、各問い合わせに対する最も適切な答えを1つずつ選び、その番号で答えなさい。

(20点)

Hikaru had some time on his hands. He had finished high school and was just waiting for his first year at university to start where he would study archeology. He decided to take up a new hobby to fill his time. He went to a local secondhand store and searched around for some ideas. After browsing for a while, he caught sight of something on the top shelf. It was a curious looking machine with a handle at the end of a long neck and a flat disk at the bottom. What he was looking at was a metal detector. He had never used one before, but the idea fascinated him. He bought it straight away and decided to give it a spin at his local beach.

Hikaru searched for hours but found nothing. The way that the machine worked was you walk along at a slow pace while swinging the detector head at the bottom from side to side. If something metallic appears under the disk, the machine emits a beeping sound, which gets louder the closer you get to the buried item. Hikaru was about to call it a day, when suddenly, while investigating a secluded part of the beach, he heard a beep, indicating that something metallic was just below the surface. The beeping became louder and faster as he approached the object. Eventually, Hikaru stopped, put down the detector, and started to dig with a small shovel. About 20 cm down, Hikaru's shovel hit an object. He brushed away the remaining sand, and in front of him sat an old, rusty metal box the size of a shoebox with a padlock on. Hikaru dug it out and looked at it quizzically. The lid was jammed shut. This seemed to be a job for a hammer and screwdriver.

At home, Hikaru sat in the shed at the bottom of his parents' garden and inspected the curious box. He got a toolbox and got a decent sized hammer and went to work on the lock. The lock was old, so it didn't take much to open it. Inside, he found a handwritten map and a key. The map marked a route from the place the box was found to a place marked "X". Hikaru got excited. Maybe there was treasure where X marked the spot. He rushed back to the beach with the key

— 9 —

— 8 —

and map in hand.

When he arrived at the beach, he found the place where he had discovered the box and, looking at the map, started to trace the line to where the treasure was. He soon arrived at a small mound with a door that was tucked away behind a hill, and completely out of sight. Hikaru nervously but excitedly put the key in the keyhole and turned until it clicked. The door was stiff when he pulled it, but he finally managed to yank it open. Inside was a small, dark, dusty room and sat in the middle of it was what appeared to be a treasure chest. Hikaru couldn't believe his eyes. He'd struck gold!

Hikaru's story eventually made it into the news and his find was broadcast on the television and all over the internet. When he had opened the chest, he had found genuine gold coins that had obviously been raided by pirates over one hundred years ago. The pirates had stored the gold away likely with the intention of coming back one day and claiming their loot. The find was substantial, and the coins were rare and, in fact, collector's items. Hikaru couldn't keep the coins but received a large reward, which he decided to invest in his education. He bought books on history and antiques and pledged to become an archeologist, excavating sites to find treasures and revealing the fascinating stories behind them.

(a) How did the story describe the metal detector?

1. It was a curious machine with a short neck and a handle.
2. It had a curious looking handle and a long neck at the bottom.
3. It was a curious machine with a flat disk, a neck, and a handle.
4. It had a handle at the bottom and a flat disk at the top.

— 10 —

(b) In the story, what was Hikaru fascinated by?

1. shopping at the secondhand store
2. studying archeology
3. visiting the local beach
4. using the metal detector

(c) What tool was NOT used in discovering the contents of the box?

1. a screwdriver
2. a hammer
3. a shovel
4. a metal detector

(d) Where did Hikaru find the box?

1. He found it near the mound.
2. He found it near the store.
3. He found it on a hidden part of the beach.
4. He found it on a shady part of the beach.

(e) What is the best title to this story?

1. Digging to a Future in Archeology
2. Archeological Tips for Metal Detecting
3. Insights into Archeology and Metal Detectors
4. Metal Detectors in Historical Archeology

— 11 —

4 英国からの留学生 Jack が友人の大学生 Shun と、忍者体験教室の Web サイトを見ながら、会話をしています。サイトを参考に会話の空所に最も適切な語を入れなさい。ただし、与えられたアルファベットで始まる單語で答えること。

例 : (p)に“party”という語が入る場合、解答欄には party と書くこと。

(20点)

NINJA EXPERIENCE

Asahi Ninja House guides you through a special ninja-experience

Availability:

- 10:00 a.m., 1:00 p.m., 4:00 p.m. from Thursday to Sunday

Reservation:

- We accept online reservations only. To book, click on “Reserve Now” at the bottom of the page and fill in the online form.
- Both individuals and groups are welcome to reserve.
- We strongly recommend group reservations as the minimum number of participants is five per session. We accept up to 20 participants each session.

Participation fee:

- 7,000 yen per person / 5,500 per child (tax included)

The package (90 minutes a session) includes:

- Wearing authentic ninja costumes. Souvenir photo opportunities are provided.
- Trying out your ninja weapons. Our trained instructors lead you through a series of hands-on activities to learn how to throw ninja stars (*shuriken*), swing swords, and blow darts.
- Exploring the ninja house. Your mission is to discover its various traps and tricks (pitfalls, rotating walls, secret passageways, and a hidden staircase) and to escape from the house within the time limit and without being detected by your enemies.

[Reserve Now](#)

Jack : Shun, my father Oliver and my brothers, Charlie and Steven are coming to Japan next month. They want to have a ninja experience at Asahi Ninja House.

Shun : A ninja experience?

Jack : Hear me out. We really want you to join us as it's ^①(r) that we make a group reservation with more than five participants.

Shun : Okay. That's a bit expensive, but trying to be a ninja for a day will be fun. Count me in.

Jack : Thanks. I can't wait to dress up like a ninja and see ^②(h) we look in those costumes.

Shun : The package includes some cool ninja activities such as throwing ninja stars and ^③(b) darts.

Jack : I hope we could receive step-by-step ^④(i) on using the weapons.

Shun : Does exploring a ninja house sound like a fun adventure?

Jack : Yes. We have to discover the secret staircase and passageways in the house to ^⑤(l) us to the exit, right?

Shun : And some parts of the walls may be equipped to ^⑥(r), which would be a shortcut to the exit.

Jack : I know the secret walls would also help us ^⑦(h) from our enemies.

Shun : We have to be careful not to get ^⑧(t) in the pitfalls, too.

Jack : There is a ^⑨(l) amount of time for the challenge. It's like being part of a real ninja ^⑩(m).

Shun : It really is.

— 13 —

— 14 —

解答解説は190ページ

1 次の英文を読んで、後の問い合わせに答えなさい。

(40点)

Kauai, characterized by its dramatic cliffs, rough coastlines, and green rainforests, is the oldest and northernmost island in the Hawaiian archipelago. The island is home to many unique and endangered plant species. It has a significant proportion of the native vegetation now under threat due to habitat loss, invasive species, and other environmental pressures. (a) Indigenous plants on Kauai are going extinct at alarming rates, with 97% of the island's plant species now considered endangered, critically endangered, or extinct. To tackle this problem, a team of researchers has been collecting samples of native plant species and preserving them by "seed banking" (storing seeds in secure locations), and by restoring plants to their native habitat. Reaching these precious plants is no easy task, however, due to the challenging land on which they grow. Creative approaches and innovations are now being devised to reach them.

Researchers on the island have started using (b) drones to collect the endangered plants from locations that are either too dangerous or impossible for humans to reach. Drones, also known as unmanned aerial vehicles (UAVs), can be incredibly useful in dangerous places where it may be difficult or risky for human beings to operate. The drones in question use a robotic device called the (c) Mamba. A main drone hovers above the Mamba and is connected to it by the wires. The Mamba hovers below the main drone and has an arm that it uses to conduct research. The researchers tried to work out how to make the arm that picks the plants extend horizontally from the Mamba. It is lifted by the main drone above, so a controller can precisely control the movements by using propellers to maintain stability. The Mamba's (d) sampling tools include a hook to pull a plant stem towards a blade and a grasping arm with soft foam pads that has a wrist-like mobility. The research team is also exploring the possibility of adding (e) additional tools to the Mamba, such as a vacuum for collecting plant remains and a nozzle that spreads a seed and growing material mix onto cliffsides for replenishing the crop.

— 1 —

The use of drones for collecting plant samples is (f) a significant development in the field of botany, as it allows researchers to collect more information than would be possible by traditional methods. According to Warren Wagner, a research botanist at the Smithsonian Institution, "It's a fabulous development and use of technology to get a lot more information than a person on foot." In the past, botanists had to descend the sharp rock faces of Kauai to collect plant samples, which was both dangerous and time-consuming. With the use of drones, researchers can access completely inaccessible areas from any location.

The study conducted in Kauai builds on years of botanical research on the island, where more than 250 native plant species grow. The plant, a member of the carnation family's category Schiedea, is then tenderly lifted by the drone. The research team, led by (g) Ben Nyberg, a geographer and drone specialist at the National Tropical Botanical Garden (NTBG), designed the Mamba from scratch to work out how to make the arms that pick the plants extend horizontally from the hovering drone. "That's when we started brainstorming and we came up with the idea of suspending a remote-controlled robotic arm on cables beneath a drone," says Guillaume Charron, an engineer at Outreach Robotics and a co-author of the study.

Collecting plant samples utilizing drones could have applications (h) beyond Kauai, including in areas that are hard to reach, such as the mountains that stick out above the Amazon jungle, or the rough land of the southwestern U.S. According to Nyberg, the drone system could be used in a variety of (i) additional applications like studies of treetops, depositing data-collection devices in a range of environments, or even planting trees.

Using drones to collect plant samples is a groundbreaking change for botanical studies. The technology allows researchers to access inaccessible areas, such as high ridges and sheer rock faces, to collect plant samples that were previously impossible to reach. (j) The Mamba allows for the precise collection of plant samples and has the potential to be used for a variety of other applications. The use of drones for collecting plant samples has the potential to provide (k) valuable

— 2 —

information about endangered plant species and how to protect them, which could be vital for the conservation of endangered and precious plant species on our planet.

【問1】次の問い合わせに対する最も適切な答えを1つずつ選び、その番号で答えなさい。

(a) 下線部(a)の意味に近いものはどれですか。

1. genuine
2. natural
3. authentic
4. native

(b) 下線部(b)をここで利用する目的は何ですか。

1. to help botanists collect rare and unfamiliar plants on uninhabited islands where only drones can reach
2. to help scientists collect rare and endangered plants from the spots that would be dangerous or impossible for humans to reach
3. to support scientists when operating drones in dangerous places where only rare and endangered plants exist
4. to support botanists in preserving rare and unfamiliar species of plants on dangerous islands that humans cannot reach

(c) 下線部(c)を利用する利点として述べられていることは何ですか。

1. 空中で静止飛行するドローン本体が安定性を保つことで、操縦者は2台のドローンを均衡に保つことができる
2. 2台のドローンのプロペラの安定性を保ち、操縦者は、ドローンがお互いを持ち上げる制御ができる
3. 自らマンバを持ち上げる必要がないため、操縦者はプロペラを使って安定性を保つことで、マンバの動きを正確に制御することができる
4. アームの操作を正確に行うため、プロペラが安定している市販のドローンを利用することで操縦者が容易に制御できる

(d) 下線部(d)の例として述べられている道具はどれですか。

1. a device used to draw a plant stem closer to a blade
2. a device used to collect and analyze the rare plant data
3. a foam-padded grasping device which moves like fingers
4. a plastic-wrapped grasping device which operates like an arm

(e) 下線部(e)で搭載する可能性を探っていることとして述べているものはどれですか。

1. 崖の斜面に安全にドローンを着陸させる
2. 種子と栽培資材を混ぜたものを崖の上に撒く
3. 植物の茎を正確に切り、採取する
4. 宙に舞う胞子を空中で吸い取る

(f) 下線部(f)の理由として最も適しているものはどれですか。

1. 伝統的な手法によって、これまでより多くの情報の収集や閲覧が可能になること
2. 従来の方法では入手不可能だった情報を収集し、多くの人が閲覧できること
3. 伝統的な手法によって、これまでより多くの人が情報収集に参加可能になること
4. 従来の方法では入手不可能だった多くの情報を、収集できるようになること

— 3 —

— 4 —

(g) 下線部(g)が行ったこととして正しいものはどれですか。

1. to figure out what makes the drones fly horizontally to pick rare plants safely
2. to experiment with the use of the remote-controlled arm in picking plants that grow horizontally
3. to figure out how to make the hovering drone's arms extend horizontally to pick plants
4. to experiment with the use of a horizontal remote-controlled arm to reach out to a drone

(h) 下線部(h)の例として述べているものはどれですか。

1. アマゾンのジャングルの河川
2. アメリカに点在する離島
3. アメリカの起伏の多い荒地
4. アマゾンの上空

(i) 下線部(i)のその他の活用の可能性として述べられていないものはどれですか。

1. mapping and taking photographs
2. surveying tall treetops
3. planting trees
4. placing data-collection devices

(j) 下線部(j)の例として正しいものはどれですか。

1. ドローンによる絶滅危惧植物の運搬方法
2. 絶滅危惧植物とその保護方法
3. ハワイの地形と絶滅危惧植物の関係
4. 植物学者がドローンを操縦する技術

— 5 —

(k) この英文のタイトルとしてふさわしいものはどれですか。

1. Revolutionizing Botanical Research: Drones for Endangered Plant Sampling in Kauai
2. How to Use the Mamba with Robotic Sampling Tools to Collect Plant Samples
3. Using Drones for Significant Research, Providing More Information than Traditional Methods
4. The Development and Design of the Mamba Drone by the Research Team

【問2】下線部(j)を「マンバは」から始まる日本語にしなさい。

— 6 —

2 次の英文の空所に入れるのに最も適切な語句を選び、その番号で答えなさい。

(20点)

(a) The celebrity provided () when the massive earthquake happened.

1. the disaster victims for a lot of aid
2. a lot of aid for the disaster victims
3. a lot of aid with the disaster victims
4. with a lot of aid the disaster victims

(b) Since they are all a few hours away from home, universities in this area are difficult ().

1. to attend them
2. to attend to
3. to go to
4. to go

(c) () I realize that I had cancer.

1. It was not until I had a full medical checkup this year that
2. Not until I had a full medical checkup this year that
3. It was not until I had a full medical checkup this year did
4. Not until I had a full medical checkup this year did

(d) When I saw the news on TV, I couldn't ().

1. but laughing
2. help laughing at it
3. but laugh it
4. help a laughter

(e) A () was made by Hanako's academic adviser that she go to America to learn more about the latest technology.

1. suggestion
2. project
3. plan
4. rumor

(f) () recently been made in this field that I can no longer follow professional discussion.

1. So much progress has
2. Many progresses have
3. A lot of progress has
4. Such a great progress has

(g) () which university you go to as what you learn there that matters.

1. Not as much as it is
2. It is so much
3. It is not so much
4. As much it is

(h) I can't find a wooden table that matches my room in nearby stores, so I've decided to () by my father.

1. ask it made
2. let it make
3. get one to make
4. have one made

(i) The fountain pen () was designed by a famous artist.

1. with that I wrote the letter
2. which I wrote the letter
3. I wrote the letter with
4. I wrote the letter

(j) The more you study, () to pass the entrance exam.

1. the better you are likely
2. the more likely you are
3. the more likely are you
4. the better likely you are

— 7 —

— 8 —

- 3 次の英文を読んで、各問い合わせに対する最も適切な答えを1つずつ選び、その番号で答えなさい。
(20点)

Alex was a high school student with a problem. He was an intelligent and ambitious boy who was interested in learning, but he also had a secret weakness that often got in the way of his studies: video games. He would spend hours playing late into the night, sacrificing precious hours of sleep. As a result, he would often find himself tired and unfocused during school, struggling to keep up with his assignments and falling behind.

One evening, as Alex was focused on an intense gaming session, his father entered the room. Concerned about his son's well-being, he said, "Alex, can we talk for a moment?" Startled, Alex turned off his game and looked at his father with tired eyes. "What's up, Dad?" he asked, his voice filled with exhaustion.

His father sat down next to his son. "Alex, I've noticed that you've been staying up really late playing video games. I know you really enjoy playing video games but it's important to find a balance between your hobbies and your responsibilities."

Alex nodded, feeling a sense of guilt creeping over him. "I know, Dad. I just get so caught up in the games, and before I know it, it's the early hours of the morning." His father continued, "You know I enjoy playing video games too. I think that a part of becoming an adult is being able to control the amount of time you enjoy your hobbies, however. That's not just video games but also going out with friends or even playing sports. How about we come up with a plan to help you balance your schedule?"

Alex looked up, hopeful for a solution. "I'd really appreciate that, Dad." Together, they devised a new routine. They made an agreement on a time for Alex to come home and go to bed so he would feel refreshed the next day. They also agreed that homework and studying would take precedence over video games.

Alex's father suggested setting specific time blocks for homework, encouraging Alex to complete his assignments immediately after school. This way, he would

have the rest of the evening to enjoy his favorite games guilt-free.

In the following weeks, Alex diligently followed the schedule he had created with his father. It wasn't always easy, as the attraction of newly released popular games often tempted him, but he did his best to stick to the plan.

As time went on, Alex noticed improvements in his sleep patterns and academic performance. Grateful for his father's guidance, Alex thanked him for the support. His dad smiled warmly, "You know, there is always time to play games. When I get busy with work, however, I have to cut down on game time. Sometimes I completely quit playing for a couple weeks. Then I come back when I'm not busy and I play more. That makes playing video games a gift to myself." Alex continued to thrive academically while enjoying his beloved video games in moderation.

- (a) How did Alex feel when his father entered his room and started speaking to him?

1. He felt terribly afraid.
2. He became extremely serious.
3. He felt quite surprised.
4. He became overly confused.

- (b) What did Alex's father suggest he balance in his life?

1. his homework and classes
2. how long he plays sports and how long he sleeps
3. going out with friends and spending time on his own
4. what he wants to do and what he needs to do

— 9 —

— 10 —

- (c) In paragraph 7, which word could replace 'diligently'?

1. closely
2. slowly
3. hardly
4. longingly

- (d) According to Alex's father, when did he give himself a present?

1. after playing video games
2. after working hard
3. after having a couple busy days
4. after performing well academically

- (e) What would be a good title for this story?

1. Advice for Improving a Daily Routine
2. The Shock of a Father at Late Night Video Games
3. Studying in School and Struggling to Sleep
4. A Present from Alex's Father

- 4 SamとKevinが空港行バスの乗り継ぎ先で、手荷物一時預り所の掲示を見ながら、会話をしています。手荷物一時預り所の掲示を参考に会話の空所に最も適切な語を入れなさい。ただし、与えられたアルファベットで始まる単語で答えること。

例：(p)に"party"という語が入る場合、解答欄には party と書くこと。

(20点)

ABC TOURIST INFORMATION CENTER
TEMPORARY BAGGAGE STORAGE SERVICE
Leave your baggage with us!

Business Hours: 9:00 a.m. - 8:00 p.m.

Fees (per item): SMALL (under 120 cm) 400 yen / day

REGULAR (120-160 cm) 800 yen / day

LARGE (161-200 cm) 900 yen / day

※ Fees depend on the total dimensions (length + width + height) of the item.

※ The longest dimension cannot be above 80 cm and the maximum weight is 30 kg.

Additional charges apply for items that exceed the size and weight limits above.

※ Items that do not fit inside lockers such as skis and musical instruments can be stored.

※ Please note that some items may not be accepted.

Further information is available at the front desk.

ABC Tourist Information Center
Phone: 03-5284-XXXX
Email: touristinfo@abc.co.jp

— 11 —

— 13 —

Sam : Hey Kevin, I heard there are some great spots to visit around here. We have a few hours before our airport limousine leaves so why don't we do some quick sightseeing?

Kevin : That'd be great. Is there a place where we can ^①(s) our baggage for a couple of hours in this terminal?

Sam : Look at the board there. There is a great storage service ^②(a) at the Tourist Information Center nearby.

Kevin : How much does it cost?

Sam : The fees vary ^③(d) on the sum of the length, width, and height of the baggage.

Kevin : What about the weight?

Sam : It says they accept an item up to thirty kilograms without additional charge.

Kevin : I'm sure none of our baggage ^④(e) the weight limit.

Sam : Right. I have a folding travel ruler just for situations like this.

Kevin : Awesome!

Sam : I'll be ^⑤(l) two bags here. Let me see...one of them fits into the small category, and the sum of the three ^⑥(d) of the other one is one hundred eighty centimeters. So my total comes to ^⑦(t) hundred yen. Do you want to use the ruler?

Kevin : Thanks. I only have one bag, but it's a huge suitcase with a ^⑧(h) over the limit. I'll be ^⑨(c) an additional fee. Thanks for the ruler.

Sam : Sure. Have you noticed that the ruler also ^⑩(s) as a bottle opener?

Kevin : Cool! You are such a resourceful traveler.

一般選抜（工学部第二部）

数学	.....	124
物理	.....	125
英語	.....	127

2024年度 一般選抜（工学部第二部）〔試験科目の選択と試験時間〕

学部	学科	1時間目 (90分)		2時間目 (60分)		合計点
		10:00～11:30		12:30～13:30		
工学部第二部	電気電子工学科	○		△	△	2教科 合計200点 満点
	機械工学科	○		△	△	
	情報通信工学科	○		△	△	

- 「○」は必須、「△」は1科目選択(試験時間開始後に選択)
- 英語の試験には、英和辞書または和英辞書(和英付き英和辞書を含む)のいずれか一冊を持ち込むことができます。
持ち込む辞書には、何も書き込んではいけません。また、何も挟み込んではいけません。なお、電子辞書の持ち込みはできません。
- 「知識・技能」、「思考力・判断力・表現力」を評価するため、自らの考えを立論し、それを表現するなどの記述式問題を含む試験問題を出題します。

注意。解答用紙の解答欄に解答のみを記入すること。

1. 次の各間に答えよ。 (25 点)

- (1) 2 次関数 $y = ax^2 + bx + c$ は、 $x = 1$ のとき最大値 5 をとり、そのグラフは点 $(-1, -1)$ を通る。このとき、 a, b, c の値を求めよ。
- (2) 方程式 $|x| - 2x = 7$ を解け。
- (3) $0^\circ \leq \theta \leq 180^\circ$ において、方程式 $2\cos^2 \theta - 11\sin \theta + 4 = 0$ を満たす θ をすべて求めよ。
- (4) $\sqrt[3]{756 \times n}$ が整数となるような最小の正の整数 n の値を求めよ。
- (5) 袋の中に白球が 5 個、赤球が 4 個、青球が 1 個入っている。この袋から同時に 3 個の球を取り出すとき、3 個とも同じ色の球である確率を求めよ。

2. 次の各間に答えよ。 (25 点)

- (1) xy 平面上の円 $x^2 + y^2 + 4y = 0$ の中心の座標と半径を求めよ。
- (2) $(\sqrt[3]{9} \div \sqrt[3]{27})^{20}$ を計算せよ。
- (3) $3\sqrt{2}\sin \theta + \sqrt{6}\cos \theta$ を合成して $r\sin(\theta + \alpha)$ の形に表したときの r, α の値を求めよ。ただし、 $r > 0$ および $0 \leq \alpha < 2\pi$ とする。
- (4) $\frac{1}{2}\log_7 14 - \log_7(49\sqrt{2})$ を計算せよ。
- (5) 3 次関数 $f(x) = x^3 - 6x + 1$ の極大値を求めよ。

— 1 —

— 2 —

3. xy 平面において、次をそれぞれ図示せよ。 (15 点)

- (1) 関数 $y = \log_3(x+1)$ のグラフ
- (2) 関数 $y = \tan \frac{x}{2}$ のグラフ
- (3) 不等式 $y(x-y) \geq 0$ の表す領域

4. $\triangle OAB$ において、辺 OB の中点を M とし、線分 AM を $4:1$ に内分する点を P とする。次の間に答えよ。 (15 点)

- (1) \overrightarrow{OP} を $\overrightarrow{OA}, \overrightarrow{OB}$ で表せ。
- (2) $OA = 3, OB = 2, AB = \sqrt{3}$ であるとき、内積 $\overrightarrow{OA} \cdot \overrightarrow{OB}$ および線分 OP の長さを求めよ。

5. xy 平面に直線 $l : y = x + 1$ とその上の点 $P(1, 2)$ がある。次の間に答えよ。 (20 点)

- (1) 点 P で l と直交する直線を m とする。 m の方程式を求めよ。
 - (2) 直線 l は P を接点として放物線 $C : y = ax^2 + b$ に接している。このとき、 a, b の値を求めよ。
- 以下、 a, b は (2) で求めた値で答えること。
- (3) (1) の直線 m と (2) の放物線 C の 2 つの交点のうち P ではないものを Q とする。点 Q の座標を求めよ。
 - (4) (1) の直線 m と (2) の放物線 C で囲まれた部分の面積を求めよ。

— 3 —

— 4 —

解答解説は 145 ページ

物理問題

(物理)

注意 問題1、2は各問題に付した解答群から正解を選んで、正解の番号を解答用紙のそれぞれの解答欄に記入しなさい。問題3は解答用紙に導き方も付して解答しなさい。

1. 次の各問に答えなさい。 (36点)

- (i) 図1のように、滑らかな x - y 水平面上で、 x 軸上を速さ v_0 で等速直線運動している質量 m の小物体Pが、原点Oに静止している同じ質量 m の小物体Qと衝突した。衝突後は図2のように、Pは y 軸の負方向へ、Qは y 軸の正方向へそれぞれ等速直線運動した。衝突後のPとQの運動方向が x 軸となす角はそれぞれ 30° と 60° であった。

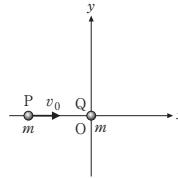


図1

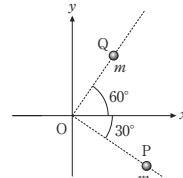


図2

- (A) 衝突後的小物体Pの速さは、衝突後的小物体Qの速さの何倍であるかを求めなさい。
- (B) 衝突後のPの速さを求めなさい。

— 15 —

(物理)

番号	1	2	3	4	5
(A) の解答群	$\sqrt{3}$	$\frac{\sqrt{3}}{3}$	1	2	$\frac{1}{2}$

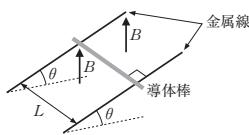
〔倍〕

番号	1	2	3	4	5
(B) の解答群	$2\sqrt{3}v_0$	$\frac{\sqrt{3}}{2}v_0$	v_0	$2v_0$	$\frac{1}{2}v_0$

— 16 —

(物理)

- (ii) 図のように、間隔 L で平行な2本の金属線を水平方向から θ だけ傾けて設置し、鉛直上向きに磁束密度の大きさ B の一様な磁場をかけた。さらに質量 m の導体棒を金属線の上に金属線に対して直角に置き、金属線を通して導体棒に電流を流したところ、導体棒は静止した。導体棒と金属線との摩擦と、電流による磁場の影響は無視でき、重力加速度の大きさを g とする。



- (C) 導体棒が磁場から受ける力の大きさを求めなさい。
- (D) 導体棒に流した電流の大きさを求めなさい。

番号	1	2	3	4	5
(C) の解答群	$mg \sin \theta$	$mg \cos \theta$	$mg \tan \theta$	mg	$\frac{mg}{\tan \theta}$

番号	1	2	3	4	5
(D) の解答群	$\frac{mg}{BL}$	$\frac{mg}{BL \tan \theta}$	$\frac{mg \sin \theta}{BL}$	$\frac{mg \cos \theta}{BL}$	$\frac{mg \tan \theta}{BL}$

— 17 —

(物理)

- (iii) 屈折率 n の一様な材料でできた、等辺の長さが L の直角二等辺三角形プリズムを真空中に置き光を入射させた。

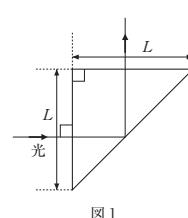


図1

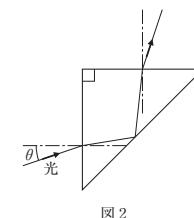


図2

- (E) 図1のように垂直に入射させた場合のプリズム内の光路長を求めなさい。
- (F) 図2のように入射角 θ で入射させた場合のプリズム内の光路長を求めなさい。

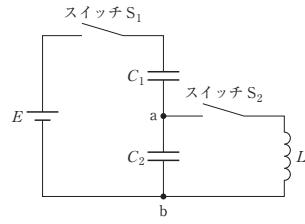
番号	1	2	3	4	5
(E) の解答群	nL	$\sqrt{2}nL$	$\frac{L}{n}$	$\frac{\sqrt{2}L}{n}$	n^2L

番号	1	2
(F) の解答群	nL	n^2L
3	4	5
$\frac{nL}{\sqrt{n^2 - \cos^2 \theta}}$	$\frac{n^2L}{\sqrt{n^2 - \sin^2 \theta}}$	$\frac{L}{\sqrt{n^2 - \cos^2 \theta}}$

— 18 —

(物 理)

2. 図のように、起電力 E の電池、電気容量 C_1 と C_2 の 2 つのコンデンサー、抵抗の無視できる自己インダクタンス L のコイル、2 つのスイッチ S_1 と S_2 からなる回路がある。最初 S_1 と S_2 は開いており、2 つのコンデンサーに電荷は蓄えられていなかった。(24 点)



- (A) スイッチ S_1 を閉じてじゅうぶん時間が経過した後に、電気容量 C_2 のコンデンサーに蓄えられる電気量を求めなさい。
 (B) (A)のとき、図の ab 間の電位差を求めなさい。
 (C) 次に S_1 を開けてからスイッチ S_2 を閉じたところ、コイルに振動電流が流れた。この振動の周期を求めなさい。
 (D) (C)のとき、コイルに流れる電流の最大値を求めなさい。

— 19 —

(物 理)

番 号	1	2
(A) の 解 答 群	$\frac{C_2^2 E}{C_1 + C_2}$	$C_2 E$
3	4	5
$\frac{C_2(C_1+C_2)E}{C_1}$	$\frac{(C_1+C_2)^2 E}{C_1 C_2}$	$\frac{C_1 C_2 E}{C_1 + C_2}$

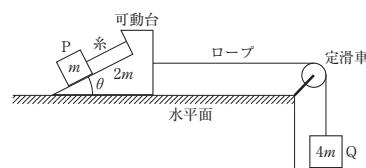
番 号	1	2
(B) の 解 答 群	E	$\frac{C_2 E}{C_1 + C_2}$
3	4	5
$\frac{C_1 E}{C_1 + C_2}$	$\frac{(C_1+C_2)E}{C_1 C_2}$	$\frac{(C_1+C_2)E}{C_1}$

番 号	1	2
(C) の 解 答 群	$\frac{2\pi}{\sqrt{LC_2}}$	$2\pi\sqrt{LC_2}$
3	4	5
$\sqrt{LC_2}$	$\pi\sqrt{LC_2}$	$\frac{1}{\sqrt{LC_2}}$

— 20 —

(物 理)

3. 図のように、傾斜角 θ の斜面をもつ質量 $2m$ の可動台が水平面上にある。斜面上には質量 m の小物体 P が軽くて丈夫な糸で吊るされており、糸は斜面と平行であった。また可動台の端には軽くて丈夫なロープがつけてあり、定滑車を通して質量 $4m$ の物体 Q とつながっている。はじめ可動台は動かないよう支えられ、ロープは水平に張っていた。支えを静かに取り除くと可動台は水平面上を運動し、Q は下降した。このとき P は斜面に対して静止したままであった。水平面および可動台の斜面は滑らかであり、重力加速度の大きさを g として、次の各問に答えなさい。(40 点)



- (A) 可動台の加速度の大きさを求めなさい。
 (B) ロープの張力の大きさを求めなさい。
 (C) 小物体 P が斜面から受ける垂直抗力の大きさを求めなさい。
 (D) P が斜面から離れないための、 $\tan \theta$ の条件を求めなさい。

— 21 —

— 23 —

1 次の英文を読んで、後の問い合わせに答えなさい。

(40点)

Sarah was a bit of a negative thinker. On a normal day, things would always feel a bit "off". On a good day, like going on a family trip, it would always appear to rain. This was, in fact, mainly her perception. It wouldn't always rain, but in her mind, (a)it seemed to be the case. She needed a change of perspective. (b)This wasn't easy, though, because she would have an immediate negative reaction to bad situations that were (c)beyond her control. She was in the grip of negative thoughts, and before she could apply any reason, the emotion had an impact on her mood.

Reframing is the process of changing one's frame of reference and interpreting things in a positive way. It is a method that aims to help people shed fixed ideas about an event or fact, develop the ability to think from a wide range of perspectives, and maintain a strong mental attitude. To illustrate (d)this, there is a famous story about a glass of water filled up halfway. There are two possible frames: one in which one feels dissatisfaction or lack of satisfaction, saying that the glass is half-empty, and the other in which one feels satisfaction or joy, saying that the glass is half-full.

There are two types of reframing "reframing the situation" and "reframing the content," and it is best (e)to choose the one that is more effective for the event. Reframing the situation puts things or people in a different situation and turns it into a positive one. In other words, an event in front of you may be inconvenient now, but it could be useful under different conditions. Reframing the content is a method of finding value by considering the significance of things from multiple perspectives, such as "this was a necessary opportunity" or "this experience will be useful in the future."

Sarah had a flash of inspiration one weekend. This happened (f)when she was taking a short stroll. Though she was doing fine and enjoying her day off, Sarah suddenly felt raindrops hitting the top of her head. As usual, Sarah started to experience her usual anger and frustration rise up from her stomach. She started

— 1 —

to get upset. As the rain got heavier, she remembered (g)a childhood experience. She was caught in a sudden thunderstorm while walking with her mother. The wind in the trees and the swirling rain with flashes of lightning were scary, but holding her mother's hand was reassuring, and they eventually arrived home safely. The rain had brought back that vivid memory of the precious moment she had spent with her mother. (h)A memory she would have otherwise never recalled. She looked skyward and silently thanked the rain for the nostalgic feeling it had brought her. (i)In the future, she determined to try to find something positive in any gloomy situation.

Later that day, Sarah came across an article online about reframing. She thought that after her experience in the rain, she would try to think about things more positively and look at things from a different perspective. (j)In that way, she could focus on the positives rather than the negatives all the time. In a short space of time, Sarah's glass had become half-full rather than half-empty! With a little bit of (k)tweaking, you too can turn anything into an advantage and be strong in the face of adversity.

【問1】次の各問い合わせに対する最も適切な答を1つずつ選び、その番号で答えなさい。

(a) 下線部(a)は、具体的にどの内容を表していますか。

1. It was always special on a rainy day.
2. It was always rainy on a special occasion.
3. It was always rainy on a normal day.
4. It was always sunny when she felt bad.

— 2 —

(b) 下線部(b)が指すものは、どれですか。

1. 天気予報で、雨が降らない日を選ぶこと
2. 雨が降った時に備えておくこと
3. 特別な日に雨が降るという意識を変えること
4. 雨がもたらしてくれる恩恵を考えること

(c) 下線部(c)の意味は、どれですか。

1. 自分の力では変えられない
2. 自分の手から届かない場所にある
3. 自分の得意とする分野にある
4. 自分の努力次第で変えられる

(d) 下線部(d)が指すものは、どれですか。

1. range
2. fact
3. method
4. attitude

(e) 下線部(e)の意味は、どれですか。

1. その場に応じてより効果的なリフレーミングを選ぶこと
2. 自分にとって効果があるリフレーミングを選んでおくこと
3. 自分にとって不都合になるリフレーミングが起こること
4. 状況を考慮してリフレーミングの価値を見出すこと

(f) 下線部(f)の意味は、どれですか。

1. when she was lost in thought
2. when she was a bit unlucky
3. when she was taking a nap
4. when she was taking a walk

— 3 —

(g) 下線部(g)について正しくないものは、どれですか。

1. Her mother and she were caught in a sudden storm.
2. She was afraid of the wind in the woods and the lightning flashes.
3. She felt better by holding her mother's body tightly.
4. Her mother and she came home safely in the end.

(h) 下線部(h)の意味は、どれですか。

1. 彼女を怒らせ、より欲求不満にした記憶
2. 彼女の子供時代に経験した不幸な出来事
3. 雨が降らなければ、彼女が思い出さなかった記憶
4. 彼女が否定的な思考を持つきっかけとなった出来事

(i) 下線部(i)の意味は、どれですか。

1. 物事を冷静に判断して、無理をしないようにすること
2. 物事を前向きに捉えて、別の視点から物事を見ようとする
3. 否定的な経験を忘れて、未来だけを肯定的に考えようとする
4. 経験したことを異なった観点から客観的に考えるよう

(j) 下線部(j)の意味は、どれですか。

1. adjustment
2. judgement
3. decision
4. determination

— 4 —

(k) 本文の内容と一致するものは、どれですか。

1. Sarah viewing her half-empty glass as half-full is a "reframing of the content."
2. Sarah realized she needed to strengthen her mentality in her childhood.
3. Sarah recollecting an event in her childhood led to a "reframing of the situation."
4. Sarah's schedule is now "half-full" through her wide and positive perspectives.

〔問2〕下線部(ア)を、日本語に訳しなさい。

— 5 —

〔2〕次の英文の空所に入れるのに最も適切な語句を選び、その番号で答えなさい。

(20点)

- (a) The car sounded strange, so she went to () at the dealership.
 1. get it repairing
 2. get it serviced
 3. have it service
 4. be repaired
- (b) They will extend the deadline ().
 1. should the need arise
 2. will the need arise
 3. if the need arise
 4. when the need arise
- (c) She looked at her daughter ().
 1. in sadder than angrier
 2. more in sadness than in anger
 3. in sadder than in angrier
 4. more sadness than anger
- (d) It is () to bring your ID to the test site. You need it to take an exam.
 1. with great importance
 2. with highest importance
 3. of little importance
 4. of utmost importance
- (e) The thought of () his parents again was something he couldn't stand.
 1. his not to see
 2. him never being able to see
 3. his no meeting
 4. him not to be able to meet
- (f) The house () from here is Mr. Niwa's.
 1. where you can see
 2. with the roof you can see it
 3. whose roof you can see
 4. the roof of which you can see it

— 7 —

(g) (), we went out into the woods without a torch.

1. Despite the sun having set
2. In spite the setting sun
3. Despite of the sun setting
4. In spite of the sun had set

(h) They constructed a building () of the Landmark Tower.

1. looked like that
2. looking alike one
3. modeled on that
4. modeling on one

(i) Nobody has any news about her (). Everyone is worried about her.

1. until now
2. so far
3. by then
4. before long

(j) Right after I posted my recent news on social media, I soon received a lot of comments from people () me.

1. at the same situation as
2. under the same circumstance
3. in the same boat as
4. on the same ship

〔3〕次の英文を読んで、各問い合わせに対する最も適切な答えを1つずつ選び、その番号で答えなさい。

(20点)

Keith tended to waste a lot of time doing things that had little consequence on his life. When he came home from work, he would watch a lot of TV and play video games until it was time for bed. The weekends weren't much different. He kept to himself, he didn't keep in touch with his friends and relatives, and from one day to the next he had little thought about how he may be throwing his life away. He wasn't bothered about doing many meaningful things. He had plenty of time for that in the future. He was strolling through life with a feeling of indifference and a look on his face that said as much.

One day while visiting his doctor, Keith received some bad news. He was diagnosed with a rare condition, and the doctors informed him that it would change his life and affect his health in a serious way. Keith was upset, but he tried to stay positive and focused. He searched in vain for a cure online and by reading medical journals but had no luck. When hope seemed to be running out, he came across an article online about a breakthrough in gene therapy that was in the research stage. The article described how scientists had discovered a way to alter the genes responsible for his illness. Keith was initially unsure, but the more he read, the more he believed this could be a chance of a cure. He reached out to the researchers who had made the breakthrough and offered to participate in their clinical trial. He was chosen after a rigorous selection procedure.

The gene therapy process was not simple. It involved a series of painful injections and treatments that frequently left Keith exhausted. However, he hung in there, as he knew this breakthrough could alter the course of his life. After a while, Keith started to see gradual but steady changes in his body. His symptoms began to diminish, and his energy levels rose. Keith couldn't quite believe it. After months of dealing with his illness, he was beginning to feel his old self again.

During his recovery period, Keith reflected on what had happened to him. The

— 8 —

— 9 —

discovery cured his illness, which had given him both a new lease of life and a new perspective. He began doing things he never believed he would be able to do again. He traveled to new places, developed new interests, and spent more time with loved ones. He even began volunteering at the hospital where he had been treated. After his experience, he had a strong desire to assist others who were experiencing similar difficulties. He felt as though he had been given a second chance, and he was determined to make the most of it.

Most of all, he realized that each day was a gift. He began to live with greater purpose and intention. He thought about how incredible it was that a single breakthrough had had such a profound effect on his life, and he is forever grateful to the scientists who made this breakthrough possible. Without them, he wouldn't be living his life to the fullest today. Keith now lives by this simple maxim: Yesterday's the past, tomorrow's the future, but today is a gift. That's why it's called the present. And it's a gift that keeps giving for Keith.

(a) According to the first paragraph, how did Keith live his life?

1. He did many pointless things and often went to bed early.
2. He made an effort on weekdays but was lazy in general.
3. He wasn't very social and mostly did meaningless things.
4. He wasted time walking around and thinking about his future.

(b) What happened when Keith visited his doctor?

1. He was informed that he was sick and that there was no known cure.
2. He was diagnosed with a condition that would be in medical journals.
3. He was asked by his doctor to join a clinical trial for gene therapy.
4. He was told that his sickness would be a serious life-changer.

— 10 —

— 11 —

(c) What happened during Keith's therapy?

1. Keith recovered when the injections and treatment started.
2. Keith felt an increase in energy when the therapy began.
3. Keith's symptoms improved while he stayed mentally strong.
4. Keith changed his negative attitude when he felt normal again.

(d) How did Keith's experience with the rare disease impact his outlook on life?

1. He began to take life for granted.
2. He started to appreciate his life more.
3. He kept living life as simple as possible.
4. He became determined to help everyone.

(e) In the story, what is the reason for using gene therapy?

1. To cure all diseases
2. To replace traditional medicine
3. To prevent genetic disorders from occurring
4. To provide a new option for treating a rare disease

4 日本に留学中のベトナム人大学生 Linh と日本人大学生 Hiroshi と Sakura が、以下のチラシについて話しています。チラシの内容と一致するように会話の空所に最も適切な英単語を入れて、会話を完成させなさい。ただし、与えられたアルファベットで始まる単語で答えること。

例：(p)に“party”という語が入る場合、解答欄には party と書くこと。

(20点)

International Exchange Event: Embrace Cultural Diversity!

Join us for an exciting International Exchange Event hosted by the International Center.

[Showcases]

Title	Description	Place	Schedule
Sap Dance	A traditional Vietnamese dance. Dancers jump and dance over sticks of bamboo.	Sanwa Hall	10:30 - 10:55
Muay Thai	Demonstrations of Muay Thai. Muay Thai is a Thai martial art.	Sanwa Hall	11:00 - 11:25
Koto Performance	Members of the university's koto club will perform.	Sanwa Hall	11:30 - 11:55

[Food booths]

Name/Country	Menu	Room	Floor
Selamat Datang (Malaysia)	• Nasi Goreng (fried rice) • Kaya Toast (toast with coconut jam) • Pisang Goreng (deep-fried banana)	1404	4
Masisseo (Korea)	• Bibimbap (mixed rice bowl, slightly spicy) • Hotteok (Korean sweet pancakes) • Kimchi (spicy fermented vegetables)	1405	4
Namaste! (India)	• Chicken Curry with Naan • Samosa (deep-fried pastry filled with vegetables) • Tandoori Chicken (chicken with various spices)	1505	5

[Notes]

- No registration required. Free admission!
- Photography is allowed, but be respectful of others' privacy.
- All food booths accept cash only.

— 13 —

Linh : Hey, guys! Guess what? I'm going to perform a traditional dance at the International Exchange Event this weekend!

Sakura : That's fantastic! What dance is it?

Linh : It's called the Sap Dance. We use sticks of (b), and we jump over them while dancing.

Hiroshi : Oh, cool! I'd love to see your performance. What time are you going on?

Linh : Yes, please come along. Ours is (s) for ten thirty. I'm excited to dance. After that, some of my friends from Thailand will be (d) Thai martial arts. The (l) to go on will be the koto players.

Sakura : Oh, one of my friends is a member of the koto club. It will be a cool show. I must take a lot of pictures of her.

Linh : Sounds good! But it says you should (r) others' privacy when taking photos. So maybe you should ask her first.

Sakura : Oh, that's right. I'll do that. By the way, do we have to (r) and pay to participate in the event?

Hiroshi : According to the flyer, there's no need to. We can attend for free and just go along. But we should (b) some cash to buy food there.

Linh : Speaking of which, I'm looking forward to trying some Korean food. Hmm, I can only try hotteok since I don't like (s) food.

Sakura : Oh, so we can try foreign dishes? Great! Let me see the menu... Wow, I'll definitely try some (M) food. Look at this! They will be deep frying the bananas. I wonder what they taste like!

Hiroshi : Yeah, absolutely! As for me, I want to eat Indian food. So, you two are going to the same floor. Then, why don't we meet up on the (f) floor and eat there together. I'll go downstairs and meet you there after I buy my Indian food.

Linh : Sounds good to me!

Sakura : Sure!

— 14 —

解答・解説

数学	132
物理	146
化学	157
生物	165
国語	170
英語	176

数学

前期日程1日目（2月1日試験）

[解答例]

III

1. (配点40点)

$$(1) \sqrt{4n^2+37}=x \text{ とおく } (x \text{ は自然数}). \quad x^2=4n^2+37 \text{ より } (x-2n)(x+2n)=37.$$

37は素数であり、 $x-2n < x+2n$ だから $x-2n=1$, $x+2n=37$ でなければならぬ。

これより、 $x=19$, $n=9$. したがって求める n の値は9である。

(2) 取り出した2個に赤球が含まれる取り出し方は、すべての取り出し方から白玉2個の取り出し方を引けばよいので、

$$30 \cdot 29 - (30-n)(29-n) = 59n - n^2 \text{ (通り).}$$

赤球2個取り出すのは $n(n-1)=n^2-n$ (通り)。

よって、 $P_n = \frac{n^2-n}{59n-n^2} = \frac{n-1}{59-n}$ である。条件 $1 \leq n \leq 29$ の下、不

等式 $P_n = \frac{n-1}{59-n} \geq \frac{1}{2}$ を解くと、 $(29 \geq) n \geq \frac{61}{3} = 20 + \frac{1}{3}$ となる。

求める n はこの不等式を満たす最小の整数だから、答は $n=21$.

(3) $[(2.5)^{30}] = \left[\left(\frac{5}{2} \right)^{30} \right]$ が n 衡の数であるとする。 n は不等式

$$10^{n-1} \leq \left(\frac{5}{2} \right)^{30} < 10^n$$

を満たす唯一の正の整数である。すなわち、

$$n-1 \leq 30(\log_{10} 5 - \log_{10} 2) < n. \quad (\star)$$

ここで $\log_{10} 5 = \log_{10} \frac{10}{2} = 1 - \log_{10} 2$ を用いると、 (\star) は

$$n-1 \leq 30(1-2\log_{10} 2) < n \quad (\star')$$

と表せる。一方、 $0.301 < \log_{10} 2 < 0.302$ より、

$$-0.602 > -2\log_{10} 2 > -0.604$$

$$\therefore 0.398 > 1-2\log_{10} 2 > 0.396$$

$$\therefore 11.94 > 30(1-2\log_{10} 2) > 11.88. \quad (\diamond)$$

よって (\star') , (\diamond) より、 $n=12$ が (\star) を満たす整数である。ゆえに答は12衡。

(4) $f(x) = (x^2-4x)\log x - \frac{3}{2}x^2+8x$ の定義域は $x>0$ である。また、

$$f'(x) = (2x-4)\log x + (x^2-4x) \times \frac{1}{x} - 3x+8 = (2x-4)\log x - 2x + 4 = 2(x-2)(\log x - 1) \text{ より、増減表は次の通り:}$$

x	0	\cdots	2	\cdots	e	\cdots
$f'(x)$	\times	+	0	-	0	+
$f(x)$	\times	\nearrow	$f(2)$	\searrow	$f(e)$	\nearrow

また、 $f(2) = -4\log 2 + 10$, $f(e) = -\frac{1}{2}e^2 + 4e$ と計算される。

以上より、極大値 $-4\log 2 + 10$, 極小値 $-\frac{1}{2}e^2 + 4e$ 。

(5) (与式) は $2|z-3i|^2 \leq |\bar{z}-3i|^2$ と同値である。 $z=x+yi$ (ただし x , y は実数) とすると、 $z-3i=x+(y-3)i$ および $\bar{z}-3i=x-(y+3)i$ より、 $|z-3i|^2=x^2+(y-3)^2$ および $|\bar{z}-3i|^2=x^2+(y+3)^2$ である。よって (与式) は $2(x^2+(y-3)^2) \leq x^2+(y+3)^2$ となり、整理して $x^2+y^2-18y+9 \leq 0$ となる。変形して

$$x^2+(y-9)^2 \leq 72$$

となり、これは点 $(0, 9)$ を中心とする半径 $\sqrt{72} (=6\sqrt{2})$ の円の周囲および内部を表す。ゆえに、求める面積は $\pi \cdot (\sqrt{72})^2 = 72\pi$ である。

2. (配点30点)

(1) $\vec{a} \cdot \vec{c} = |\vec{a}| |\vec{c}| \cos 60^\circ = 3 \times 2 \times \frac{1}{2} = 3$. 他の2つも同様の計算で $\vec{a} \cdot \vec{d} = 3$, $\vec{c} \cdot \vec{d} = 2$.

(2) $\overline{OF} = \vec{a} + \vec{c} + \vec{d}$ より、OFの長さを l とする。

$$\begin{aligned} l^2 &= |\overline{OF}|^2 = (\vec{a} + \vec{c} + \vec{d}) \cdot (\vec{a} + \vec{c} + \vec{d}) \\ &= |\vec{a}|^2 + |\vec{c}|^2 + |\vec{d}|^2 + 2\vec{a} \cdot \vec{c} + 2\vec{c} \cdot \vec{d} + 2\vec{d} \cdot \vec{a} \\ &= 9 + 4 + 4 + 6 + 6 + 4 = 33 \end{aligned}$$

ゆえに OF の長さ l は $\sqrt{33}$ 。

(3) (前半)

$$\begin{aligned} \overrightarrow{AC} \cdot \overrightarrow{AD} &= (\vec{c} - \vec{a}) \cdot (\vec{d} - \vec{a}) = \vec{c} \cdot \vec{d} - \vec{c} \cdot \vec{a} - \vec{a} \cdot \vec{d} + \vec{a} \cdot \vec{a} \\ &= 2 - 3 - 3 + 5 = 1. \end{aligned}$$

(後半) \overrightarrow{AC} と \overrightarrow{AD} のなす角 θ に対し、 $S = \frac{1}{2} |\overrightarrow{AC}| |\overrightarrow{AD}| \sin \theta$ を

計算すればよい。

$\triangle OAC$ に着目して、 $|\overrightarrow{AC}|^2 = 3^2 + 2^2 - 2 \cdot 3 \cdot 2 \cdot \frac{1}{2} = 7$ 、よって $|\overrightarrow{AC}| = \sqrt{7}$.

$\triangle OAD$ と $\triangle OAC$ は合同だから $|\overrightarrow{AD}| = \sqrt{7}$. したがって $|\overrightarrow{AC}| \cdot |\overrightarrow{AD}| = \sqrt{7} \cdot \sqrt{7} \cos \theta = 7 \cos \theta$.

前半の結果とあわせて、 $\cos \theta = \frac{5}{7}$ を得る。ゆえに、 $\sin \theta =$

$$\sqrt{1 - \left(\frac{5}{7} \right)^2} = \frac{2\sqrt{6}}{7}.$$

$$\text{以上より } S = \frac{1}{2} \cdot \sqrt{7} \cdot \sqrt{7} \cdot \frac{2\sqrt{6}}{7} = \sqrt{6}.$$

[別解] $|\overrightarrow{AC}| = |\overrightarrow{AD}| = \sqrt{7}$ を求めたのち、 $\triangle ACD$ の面積 $S = \frac{1}{2} \sqrt{|\overrightarrow{AC}|^2 |\overrightarrow{AD}|^2 - (\overrightarrow{AC} \cdot \overrightarrow{AD})^2} = \frac{1}{2} \sqrt{7 \cdot 7 - 5^2} = \sqrt{6}$.

(4) $\overrightarrow{OP} = \overrightarrow{OD} + \overrightarrow{DE} + \overrightarrow{EP} = \vec{d} + \vec{a} + \frac{3}{4}\vec{c}$. よって、 $\overrightarrow{OQ} = k\overrightarrow{OP} = k\vec{a} + \frac{3k}{4}\vec{c} + k\vec{d}$ における。一方、

$$\begin{aligned} \overrightarrow{OQ} &= \overrightarrow{OA} + \overrightarrow{AQ} = \overrightarrow{OA} + x\overrightarrow{AC} + y\overrightarrow{AD} \\ &= \vec{a} + x(\vec{c} - \vec{a}) + y(\vec{d} - \vec{a}) = (1-x-y)\vec{a} + x\vec{c} + y\vec{d} \end{aligned}$$

とおくこともできる。係数を比較して

$$\begin{cases} k = 1-x-y \\ \frac{3k}{4} = x \\ k = y \end{cases}$$

を得る。上下に和をとって $\frac{11k}{4} = 1$ 、すなわち、 $k = \frac{4}{11}$

を得る。これより、 $OQ : OP = 4 : 7$.

3. (配点30点)

(1) $f(0) = -1$, $f(\pi) = e^{a\pi}$, $f(2\pi) = -e^{2a\pi}$.

$$\begin{aligned} f'(x) &= e^{ax} a(\sin x - \cos x) + e^{ax} (a \cos x + \sin x) \\ &= e^{ax} (a^2 + 1) \sin x = (a^2 + 1) e^{ax} \sin x. \end{aligned}$$

(2) (1)の答より、 $\int e^{ax} \sin x dx = \frac{f(x)}{a^2 + 1} + C$ であることに着目する。

$$S(a) = \left[\frac{f(x)}{a^2 + 1} \right]_0^{2\pi} = \frac{f(2\pi) - f(0)}{a^2 + 1} = \frac{-e^{2a\pi} + 1}{a^2 + 1} = \frac{1 - e^{2a\pi}}{a^2 + 1}.$$

一方、 $|e^{ax} \sin x| = \begin{cases} e^{ax} \sin x & (0 \leq x \leq \pi) \\ -e^{ax} \sin x & (\pi \leq x \leq 2\pi) \end{cases}$ より

$$\begin{aligned} T(a) &= \int_0^\pi e^{ax} \sin x dx - \int_\pi^{2\pi} e^{ax} \sin x dx \\ &= \frac{f(\pi) - f(0)}{a^2 + 1} - \frac{f(2\pi) - f(\pi)}{a^2 + 1} \\ &= \frac{e^{a\pi} + 1}{a^2 + 1} - \frac{-e^{2a\pi} - e^{a\pi}}{a^2 + 1} = \frac{e^{2a\pi} + 2e^{a\pi} + 1}{a^2 + 1} = \frac{(e^{a\pi} + 1)^2}{a^2 + 1}. \end{aligned}$$

(3)

$$\frac{S(a)}{T(a)} = \frac{1 - e^{2a\pi}}{(e^{a\pi} + 1)^2} = \frac{(1 - e^{a\pi})(1 + e^{a\pi})}{(1 + e^{a\pi})^2} = \frac{1 - e^{a\pi}}{1 + e^{a\pi}}$$

より、 $\lim_{a \rightarrow \infty} \frac{S(a)}{T(a)} = \lim_{a \rightarrow \infty} \frac{1 - e^{-a}}{1 + e^{-a}} = \lim_{a \rightarrow \infty} \frac{e^{-a} - 1}{e^{-a} + 1} = \frac{0 - 1}{0 + 1} = -1$.

(4)

$$\lim_{a \rightarrow 0} \frac{S(a)}{a} = \lim_{a \rightarrow 0} \frac{1 - e^{2a\pi}}{a(a^2 + 1)} = \lim_{a \rightarrow 0} \left(-\frac{1}{a^2 + 1} \cdot \frac{e^{2a\pi} - 1}{a} \right)$$

ここで $\lim_{a \rightarrow 0} \frac{e^{2\pi a} - 1}{a}$ は、関数 $g(t) = e^{2\pi t}$ の $t=0$ における微分係数 $g'(0) = 2\pi$ に等しい。よって、 $\lim_{a \rightarrow 0} \frac{S(a)}{a} = -\frac{1}{0^2 + 1} \cdot 2\pi = -2\pi$.

[II B]

1. (配点 40 点)

- (1) [III]と同じ.
- (2) [III]と同じ.
- (3) [III]と同じ.

(4) 倍角の公式 $\cos 2x = 2\cos^2 x - 1$, より $\cos 3x = \cos(2x+x) = \cos 2x \cos x - \sin 2x \sin x = (2\cos^2 x - 1)\cos x - 2\sin x \cos x$
 $\sin x = (2\cos^2 x - 1)\cos x - 2\cos x(1 - \cos^2 x) = 4\cos^3 x - 3$
 $\cos x$ より, x 座標が $4\cos^3 x - 3\cos x = 2\cos^2 x - 1$ を満たす点が共有点である。一旦 $\cos x = t$ とおいて,

$$4t^3 - 3t = 2t^2 - 1$$

$$\iff 4t^3 - 2t^2 - 3t + 1 = 0 \iff (t-1)(4t^2 + 2t - 1) = 0$$

$$\iff t = 1, \frac{-1 \pm \sqrt{5}}{4}$$

これらの絶対値は 1 以下であるから, $\cos x = 1, \frac{-1 \pm \sqrt{5}}{4}$ を得る。

・ $\cos x = 1$ のとき, $\cos 2x = 1 (= \cos 3x)$ ゆえ, 交点の y 座標は 1.

・ $\cos x = \frac{-1 \pm \sqrt{5}}{4}$ のとき, 交点の y 座標は,

$$\cos 2x = 2\left(\frac{-1 \pm \sqrt{5}}{4}\right)^2 - 1 = \frac{-1 \mp \sqrt{5}}{4}.$$

以上の 1, $\frac{-1 \mp \sqrt{5}}{4}$ のうち, 最小のものは $\frac{-1 - \sqrt{5}}{4}$.

(5) $x+y=k$ とおく。設問は xy 平面の円 $C : x^2 + 2x + y^2 = 1$ と直線 $l : y = -x + k$ が共有点をもつような最小の k を求ることと解釈できる。

$y = k - x$ を与条件式に代入して $x^2 + 2x + (k-x)^2 = 1$, これを整理して $2x^2 + 2(1-k)x + k^2 - 1 = 0$ ——①を得る。C と l が共有点をもつ条件は $\frac{D}{4} = (1-k)^2 - 2(k^2 - 1) \geq 0$. 整理して $(k-1)(k+3) \leq 0$ だから $-3 \leq k \leq 1$. よって, 最小の k は -3 である。

また, $k = -3$ のとき, ①は $x^2 + 4x + 4 = 0$ となって, $x = -2$. このとき, $y = -3 - (-2) = -1$.

以上より $(x, y) = (-2, -1)$ のとき最小値 -3 .

2. (配点 30 点)

- [III]と同じ.

3. (配点 30 点)

- (1) $f'(x) = 3x^2 - 2ax - a^2 = (3x+a)(x-a)$ と $a > 0$ より, $f(x)$ の増減表は次のようになる。

x	…	$-\frac{a}{3}$	…	a	…
$f'(x)$	+	0	-	0	+
$f(x)$	↗	極大	↘	極小	↗

よって, 極大値 $M = f\left(-\frac{a}{3}\right) = \frac{5}{27}a^3 + b$, 極小値 $m = f(a) = -a^3 + b$ である。

- (2) k を実数の定数とするとき, 方程式 $f(x) = k$ の実数解の個数は, $y = f(x)$ のグラフと直線 $y = k$ の共有点の個数に一致する。①の増減表

x	…	$-\frac{a}{3}$	…	a	…
$f(x)$	↗	M	↘	m	↗

より, 方程式 $f(x) = k$ がちょうど 2 個の実数解をもつのは, 定数 k の値が $k = M$ または $k = m$ の場合である。よって, 方程式 $f(x) = 0$ がちょうど 2 個の実数解をもつのは, $M = 0$ または $m = 0$

のときである。 $a, b > 0$ より $M = \frac{5}{27}a^3 + b > 0$ だから, $M = 0$ は起りえない。一方, $m = -a^3 + b$ より, $m = 0$ は $b = a^3$ に同値である。以上より, 答は $b = a^3$ である。

- (3) 方程式 $f(x) = M$ を解くと,

$$f(x) = M \iff x^3 - ax^2 - a^2x - \frac{5}{27}a^3 = 0$$

$$\iff \left(x + \frac{a}{3}\right)^2 \left(x - \frac{5}{3}a\right) = 0$$

より, $x = -\frac{a}{3}, \frac{5}{3}a$ である。 $a > 0$ より $a < \frac{5}{3}a$ であることに注意すると, (1)の増減表より,

x	…	$-\frac{a}{3}$	…	a	…	$\frac{5}{3}a$	…
$f(x)$	↗	M	↘	m	↗	M	↗

であるので, $f(x) \leq M$ を満たす x の範囲は $x \leq \frac{5}{3}a$ である。

- (4) 区間 $-1 \leq x \leq 1$ における $f(x)$ の最大値が M であるための必要十分条件は,

- (i) $-1 \leq x \leq 1$ において不等式 $f(x) \leq M$ が成り立ち, かつ
- (ii) 方程式 $f(x) = M$ が $-1 \leq x \leq 1$ において解をもつ

ことである。条件(i)は区間 $-1 \leq x \leq 1$ が(3)で求めた範囲 $x \leq \frac{5}{3}a$ に含まれることと同値なので,

$$1 \leq \frac{5}{3}a \iff \frac{3}{5} \leq a$$

と同値である。次に, 条件(ii)は, 方程式 $f(x) = M$ の解が $x = -\frac{a}{3}$,

$\frac{5}{3}a$ であることと $a > 0$ より,

$$-1 \leq -\frac{a}{3} \text{ または } \frac{5}{3}a \leq 1 \iff a \leq 3$$

と同値である。よって, 求める a の値の範囲は, (i)かつ(ii)より, $\frac{3}{5} \leq a \leq 3$ である。

[解説]

[III]

1.

- (1) 整数（とくに平方数, 素数）の性質に関する基本問題.
- (2) 条件付き確率の問題.
- (3) 非整数の整数部分の桁数を求める典型的な問題.
- (4) 増減表を作つて関数の増減を調べる問題.
- (5) 複素数平面, 複素数の絶対値の意味, また座標平面上で不等式の表す領域の理解を問う問題.

2.

- (1) 内積の定義を思い出せばよい.
- (2) ベクトルの長さと内積の関係により解くとよい.
- (3) 内積の応用による三角形の面積を求める問題. 三角形の面積を実際に底辺×高さ÷2 で求めればよいのだが, その途中で, 三角比の基本性質, ベクトルの内積の定義を用いる.
- (4) 幾何ベクトルの演算や内分点の位置ベクトルに関する習熟度を問う問題.

3.

- (1) (2)以降を解くための準備的設問.
- (2) 定積分の基本性質, 絶対値を含む式の取り扱いが身についているか問う問題.
- (3) 極限の基本問題.
- (4) 極限の問題 ((3)よりやや難).

[II B]

1.

- (1) [III]と同じ.

- (2) **III**と同じ.
 (3) **III**と同じ.
 (4) 倍角の公式、加法定理を応用する問題.
 (5) 方程式の表す图形の問題と解釈するとよい問題.

2. **III**と同じ.

3. (1) 3次関数の微分、増減表、極大極小を問う問題.
 (2) 関数の増減を調べて方程式の解の個数を調べる問題.
 (3) 関数の増減の不等式への応用.
 (4) 関数の増減と最大最小の問題.

[出題者から]

- (1) 出題のねらい

試験範囲全般について基本的・標準的な内容を出題しました。また、「気づく力」について問う問題も出題しました。

- (2) ここがポイント

問題1について

(2), (3)は解き進めると、ある不等式を満たす（最大の）整数は何かという問い合わせとなります。その際、丁寧に式を見ないと答の値が1つずれてしまうなどのミスが起こりやすいです。この種の問題は、とくに慎重さが必要に思われます。

問題2について

空間ベクトルに苦手意識を持っている受験生もいくらかいるかと思いますが、実際に手を付けてみると、容易に解けることも少なくありません。本問も正答率は高めでした。（とくに(3)までの正答率は高かったです。）

III 問題3について

(2)の積分は、(1)の答を利用して計算すれば非常に少ない労力で済みます。そこに気づいてもらいたい設問でしたが、(1)の答を利用せず一から改めて計算している答案がほとんどでした。とは言うものの、その解法での正答率は比較的高く、感心しました。

- (3) こんなミスが目立った

III

問題1（小問集）

- (1) 出来は悪くなかった.
 (2) 値の1つ違い22が目についた.
 (3) 値の1つ違い11が目についた.
 (4) 出来は良かった。誤答の中で、極大値と極小値が逆のものが目に付いた。増減表をきちんと書いていないか、 e と2の大小関係を把握していないかが原因ではないか。
 (5) 比較的出来ていた。

問題2

- (1) 正答率は非常に高かった.
 (2) $\sqrt{17}$ という誤答があった。直方体の対角線と誤解したと思われる。
 (3) 正答率は非常に高かった.
 (4) (1)～(3)ができなくても解ける問題。（実際、(4)のみ正解の答案もあった）比較的よくできていたが、誤答としては、 $\overrightarrow{OQ} = \frac{4}{11} \overrightarrow{OP}$ ができていても、OQ:QPを間違えてしまったものやや目についた。

問題3

- (1) 代入ミスがしばしば見られた。とくに(2)で用いる際にミスが目立った。
 (2) (1)の誘導に従わない答案がほとんどであった。部分積分を用いた方針での出来は良かった。絶対値付きの積分もよく出来ていたが、それに関連した符号の計算ではミスが多くかった。
 (3) (2)の正答者の出来は良かった。ミスした人には、指数法則の誤解が見られる。とくに e^{2a} と e^{a+2} を混同していた。

- (4) 指数関数の極限に関する基本性質の確認であったが、出来は良くなかった。極限の公式として覚えている人も、微分の公式として導出している人も、少なかった。

II B

問題1（小問集）

- (1) **III**と同様.
 (2) **III**と同様.
 (3) **III**と同様.
 (4) 出来は良くなかった.
 (5) 最大値を答えてしまった誤答。

問題2

IIIと同様。

問題3

- (1) 全体的によく出来ていた。しかし、Mの計算間違いがやや目立った。極大値と極小値が逆になっている答案がいくらかあった。
 (2) 比較的出来ていたが > に気づかず = も答に含めた答案が目についた。
 (3) 比較的よくできていた。
 (4) $a \leq 3$ の部分は求まっていたが、 $1 \leq \frac{3}{5}a$ を見落としている答案が目立った。
 (4) 過去3年の出題傾向
 試験範囲全般について基本的・標準的な内容が出題されていますが、とくに、微分積分・ベクトル・確率は大学入学後も必要な数学ですから、ほぼ毎年出題されています。
 (5) 重要ポイント&合格へのアドバイス
 ・(1)でも述べましたが試験範囲全般から出題されることが多いので、苦手分野を作らないようにしたいところです。
 ・記述式の問題（問題2, 3）では、問(n)が問(n+1)のヒントになっていることがしばしばあります。その可能性をふまえて問題を解くといででしょう。その一方で、問(n)が解けずとも問(n+1)が解けるような問題もありますので、問題全体を見渡す習慣も付けておくといででしょう。

前期日程2日目（2月2日試験）

[解答例]

III

1. (配点40点)

- (1) $t=2^x$ とおくと、不等式は $2^2 \cdot t - 3 \cdot t^{-1} \leq 11$ となる。 $t > 0$ であるから、これは $4t^2 - 11t - 3 \leq 0$ と変形できる。したがって、
 $4t^2 - 11t - 3 = (4t+1)(t-3) \leq 0$
 を満たす $t > 0$ の範囲を求めるとき、 $0 < t \leq 3$ である。これより、
 $x = \log_2 t$ の範囲は $x \leq \log_2 3$ 。
 (2) 1から1000までの整数の集合をX、集合Xの中で2の倍数のなす部分集合をA、3の倍数のなす部分集合をB、5の倍数のなす部分集合をCとおく。求める個数mは $m = n(B) - n((A \cup C) \cap B)$ である。ただし、ここで $n(Y)$ は集合Yの要素の個数を表す。
 $B = \{3, 6, 9, \dots, 3 \times 333\}$ より $n(B) = 333$ である。次に、
 $n((A \cup C) \cap B) = n(A \cap B) + n(B \cap C) - n(A \cap B \cap C)$
 を求める。 $A \cap B = \{6, 12, \dots, 6 \times 166\}$ より $n(A \cap B) = 166$ 。
 $B \cap C = \{15, 30, \dots, 15 \times 66\}$ より $n(B \cap C) = 66$ 。 $A \cap B \cap C = \{30, 60, \dots, 30 \times 33\}$ より、 $n(A \cap B \cap C) = 33$ 。以上より、
 $n((A \cup C) \cap B) = 166 + 66 - 33 = 199$ 。したがって、 $m = 333 - 199 = 134$ 個。

- (3) $|\vec{a} + 3\vec{b}| \neq |\vec{a}|$ より、 $\vec{b} \neq \vec{0}$ である。

$$|\vec{a} + t\vec{b}|^2 = |\vec{a}|^2 + 2\vec{a} \cdot \vec{b}t + |\vec{b}|^2 t^2 = 25 + 2\vec{a} \cdot \vec{b}t + |\vec{b}|^2 t^2 \\ = |\vec{b}|^2 \left(t + \frac{\vec{a} \cdot \vec{b}}{|\vec{b}|^2} \right)^2 + 25 - \frac{(\vec{a} \cdot \vec{b})^2}{|\vec{b}|^2}$$

であり、 $|\vec{a} + t\vec{b}|^2$ が $t=3$ で最小値 $2^2=4$ をとることから、

$$\frac{\vec{a} \cdot \vec{b}}{|\vec{b}|^2} = -3, \quad 25 - \frac{(\vec{a} \cdot \vec{b})^2}{|\vec{b}|^2} = 4$$

である。よって、

$$21 = \frac{(\vec{a} \cdot \vec{b})^2}{|\vec{b}|^2} = \frac{\vec{a} \cdot \vec{b}}{|\vec{b}|^2} \cdot (\vec{a} \cdot \vec{b}) = -3\vec{a} \cdot \vec{b}$$

より、 $\vec{a} \cdot \vec{b} = -7$ である。

- (4) $|z^3| = |i| = 1$ より、 $|z| = 1$ 。したがって、 $z = \cos \theta + i \sin \theta$ ($0 \leq \theta < 2\pi$) とおくことができる。ド・モアブルの定理より、 $z^3 = \cos 3\theta + i \sin 3\theta$ 。 $z^3 = i$ より、

$$\cos 3\theta + i \sin 3\theta = \cos \frac{\pi}{2} + i \sin \frac{\pi}{2}$$

を得る。 $0 \leq 3\theta < 6\pi$ に注意すると、上の等式が成り立つのは、

$3\theta = \frac{\pi}{2}, \frac{5\pi}{2}, \frac{9\pi}{2}$ のときであることがわかる。したがって、

$\theta = \frac{\pi}{6}, \frac{5\pi}{6}, \frac{3\pi}{2}$ であり、これを $z = \cos \theta + i \sin \theta$ に代入すると、

$$z = \frac{\pm \sqrt{3} + i}{2}, -i.$$

- (5) $P(x, y)$ における接線が直線 AB に平行になるとき、 $\triangle ABP$ の面積は最大になる。椭円の方程式 $\frac{x^2}{9} + \frac{y^2}{4} = 1$ の両辺を x で微分して、 $\frac{2}{9}x + \frac{y}{2} \frac{dy}{dx} = 0$ 、つまり、 $\frac{dy}{dx} = -\frac{4x}{9y}$ を得る。直線 AB の傾きは $-\frac{2}{3}$ であるから、点 P における接線の傾きから、 $\frac{dy}{dx} = -\frac{4x}{9y} = -\frac{2}{3}$ となる。これを $\frac{x^2}{9} + \frac{y^2}{4} = 1$ に代入すると、 $\frac{x^2}{9} + \frac{x^2}{9} = 1$ 。これより、 $(x, y) = \left(\frac{3}{\sqrt{2}}, \sqrt{2}\right)$ を得る。

別解。円 $x^2 + y^2 = 1$ 上の 2 点 $A'(-1, 0)$, $B'(0, -1)$ と円上の点 P' について、 $\triangle A'B'P'$ の面積を考える。椭円 $\frac{x^2}{9} + \frac{y^2}{4} = 1$ は円を x 軸方向に 3 倍に拡大、 y 軸方向に 2 倍に拡大することで得られる。特に $\triangle ABP$ の面積が最大となる点 P は、 $\triangle A'B'P'$ の面積が最大となる点 P' を、 xy 平面を上述のように拡大する操作によって移動させることで得られる。

まず、 $\triangle A'B'P'$ の面積が最大となるような点 P' は線分 $A'B'$ の垂直二等分線と円の交点のうち第一象限にある点 $\left(\frac{1}{\sqrt{2}}, \frac{1}{\sqrt{2}}\right)$ である。これを移動させて得られる点 $\left(\frac{3}{\sqrt{2}}, \sqrt{2}\right)$ が求める点である。

2. (配点 30 点)

(1)

$$\left(\tan x + \frac{1}{\tan x}\right)^3 = \tan^3 x + \frac{1}{\tan^3 x} + 3\left(\tan x + \frac{1}{\tan x}\right)$$

より、 $\tan^3 x + \frac{1}{\tan^3 x} = t^3 - 3t$ 。したがって、 $f(x) = \frac{1}{2}(t^3 - 3t) - 6t = \frac{1}{2}t^3 - \frac{15}{2}t$.

(2)

$$\begin{aligned} t &= \tan x + \frac{1}{\tan x} = \frac{\sin x}{\cos x} + \frac{\cos x}{\sin x} \\ &= \frac{\sin^2 x + \cos^2 x}{\sin x \cos x} = \frac{1}{\sin x \cos x} = \frac{2}{\sin 2x}. \end{aligned}$$

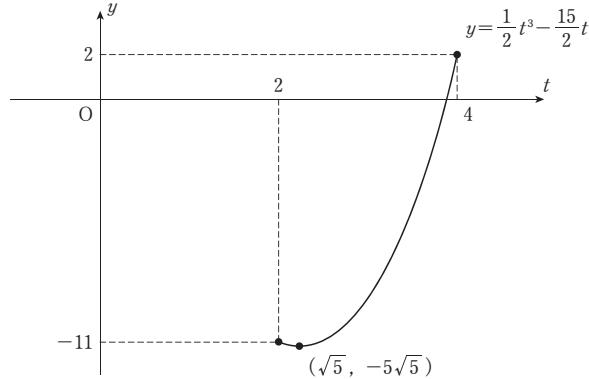
また、 $\frac{\pi}{12} \leq x \leq \frac{5\pi}{12}$ のとき、 $\frac{\pi}{6} \leq 2x \leq \frac{5\pi}{6}$ であるので、 $\frac{1}{2} \leq \sin 2x \leq 1$ 。よって、 $2 \leq t \leq 4$ 。

- (3) $g(t) = \frac{1}{2}t^3 - \frac{15}{2}t$ とおくとき、 $g'(t) = \frac{3}{2}(t^2 - 5)$ 。したがって、

$g'(t) = 0$ となるのは $t = \pm\sqrt{5}$ のときである。 t の動く範囲は $2 \leq t \leq 4$ であることに注意すると、 $g(t)$ の増減表は次のようになる。

t	2	...	$\sqrt{5}$	...	4
$g'(t)$	-	-	0	+	+
$g(t)$	$g(2)$	\searrow	$g(\sqrt{5})$	\nearrow	$g(4)$

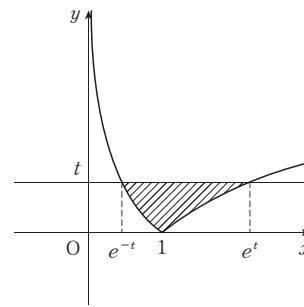
また、グラフは以下のようになる。



これより、 $f(x)$ の最大値は $g(4) = 2$ であり、最小値は $g(\sqrt{5}) = -5\sqrt{5}$ 。

3. (配点 30 点)

- (1) $|\log x| = \begin{cases} -\log x & (0 < x < 1) \\ \log x & (x \geq 1) \end{cases}$ に注意して、図を描くと次のようになる：



よって

$$S(t) = (e^t - e^{-t}) \times t - \int_{e^{-t}}^1 (-\log x) dx - \int_1^{e^t} \log x dx \quad \text{--- (1)}$$

一方、部分積分法で $\int \log x dx = x \log x - x + C$ と求まる。

$$\text{①, ②より } S(t) = t(e^t - e^{-t}) + [x \log x - x]_{e^{-t}}^1 - [x \log x - x]_1^{e^t} = e^t + e^{-t} - 2. \quad \text{--- (2)}$$

(別解) $y = -\log x$, $y = \log x$ の逆関数は $x = e^{-y}$, $x = e^y$ なので

$$S(t) = \int_0^t (e^y - e^{-y}) dy = [e^y + e^{-y}]_0^t = e^t + e^{-t} - 2.$$

- (2) $S(t) = e^t - 2 + e^{-t} = e^{-t}(e^t - 1)^2$ より

$$\lim_{t \rightarrow 0^+} \frac{S(t)}{t^2} = \lim_{t \rightarrow 0^+} \left\{ e^{-t} \left(\frac{e^t - 1}{t} \right)^2 \right\}$$

である。ここで、極限 $\lim_{t \rightarrow 0^+} \frac{e^t - 1}{t}$ は関数 e^t の $t=0$ における微分

係数に等しい。したがって、 $\lim_{t \rightarrow 0^+} \frac{e^t - 1}{t} = e^0 = 1$ である。また、

$$\lim_{t \rightarrow 0^+} e^{-t} = e^0 = 1 \text{ であるので, } \lim_{t \rightarrow 0^+} \frac{S(t)}{t^2} = 1.$$

- (3) 部分積分を行う。

$$\begin{aligned} \int (\log x)^2 dx &= x(\log x)^2 - \int \left[x \cdot 2(\log x) \frac{1}{x} \right] dx \\ &= x(\log x)^2 - 2 \int \log x dx \end{aligned}$$

を得る。②より、 $\int (\log x)^2 dx = x((\log x)^2 - 2 \log x + 2) + C$ (C

は積分定数)。

- (4) 直線 $y = t$ と 2 曲線 $y = -\log x$, $y = \log x$ の交点の x 座標はそれぞれ e^{-t} , e^t である。 $e^{-t} < e^t$ であることに注意して、

$$\begin{aligned}
 V(t) &= \pi t^2(e^t - e^{-t}) - \pi \int_{e^{-t}}^{e^t} (\log x)^2 dx \\
 &= \pi t^2(e^t - e^{-t}) - [x(\log x)^2 - 2\log x + 2] \Big|_{e^{-t}}^{e^t} \\
 &= \pi t^2(e^t - e^{-t}) - \pi \{t^2(e^t - e^{-t}) - 2t(e^t + e^{-t}) + 2(e^t - e^{-t})\} \\
 &= 2\pi(te^t + te^{-t} - e^t + e^{-t}).
 \end{aligned}$$

[II B]

1. (配点 40 点)

- (1) と同じ.
 (2) と同じ.
 (3) と同じ.
 (4) 解と係数の関係から

$$\alpha + \beta = -(k+1), \quad \alpha\beta = 2k+1$$

である。したがって

$$\begin{aligned}
 \alpha^3 + \beta^3 &= (\alpha + \beta)^3 - 3\alpha\beta(\alpha + \beta) \\
 &= (\alpha + \beta)\{(\alpha + \beta)^2 - 3\alpha\beta\} \\
 &= -(k+1)\{(k+1)^2 - 3(2k+1)\} \\
 &= -(k+1)(k^2 - 4k - 2) \\
 &= -(k+1)(k-2 + \sqrt{6})(k-2 - \sqrt{6})
 \end{aligned}$$

であるから、 $\alpha^3 + \beta^3 = 0$ となるのは、 $k = -1, 2 \pm \sqrt{6}$ 。(5) 点 P の座標を $(0, y, z)$ とおくと、

$$AP^2 = 2^2 + y^2 + z^2 = y^2 + z^2 + 4,$$

$$BP^2 = (-1)^2 + (y-1)^2 + (z-2)^2 = y^2 + z^2 - 2y - 4z + 6,$$

$$CP^2 = 1^2 + (y-2)^2 + (z-1)^2 = y^2 + z^2 - 4y - 2z + 6.$$

AP = BP = CP より、

$$AP^2 - BP^2 = 2y + 4z - 2 = 0,$$

$$AP^2 - CP^2 = 4y + 2z - 2 = 0.$$

これを解いて、 $y = \frac{1}{3}, z = \frac{1}{3}$ 。したがって、点 P の座標は

$$\left(0, \frac{1}{3}, \frac{1}{3}\right).$$

2. (配点 30 点)

- と同じ。

3. (配点 30 点)

- (1) 1回目の試行後に左から3番目のコインがA面であるための条件

は、1回目のさいころの目が1か2のときである。ゆえに $p_1 = \frac{2}{6} = \frac{1}{3}$ 。

$n+1$ 回目の試行後に左から3番目のコインがA面となるには、「 n 回目の試行後にA面であり、 $n+1$ 回目の試行後にA面のまま」または「 n 回目の試行後にB面であり、 $n+1$ 回目にA面にひっくり返す」のどちらかの場合である。前者の確率は $p_n \times \frac{1}{3}$ 、後者の確率は $(1-p_n) \times \frac{2}{3}$ である。したがって、

$$p_{n+1} = \frac{1}{3} p_n + \frac{2}{3} (1-p_n) = -\frac{1}{3} p_n + \frac{2}{3}.$$

- (2) (1)で得た式は $p_{n+1} - \frac{1}{2} = -\frac{1}{3}(p_n - \frac{1}{2})$ と表せる。これより、数列 $\{p_n - \frac{1}{2}\}$ は初項 $p_1 - \frac{1}{2} = -\frac{1}{6}$ 、公比 $-\frac{1}{3}$ の等比数列である。

したがって、 $p_n - \frac{1}{2} = \left(-\frac{1}{6}\right) \cdot \left(-\frac{1}{3}\right)^{n-1}$ 、ゆえに

$$p_n = \frac{1}{2} - \frac{1}{6} \cdot \left(-\frac{1}{3}\right)^{n-1}.$$

- (3) 1回目の試行後に左から3番目と4番目のコインの上を向いている面の文字が一致するには、1, 2, 4, 5, 6のいずれかの目が出ればよいので、 $q_1 = \frac{5}{6}$ 。

$n+1$ 回目の試行後に左から3番目と4番目のコインの上を向いている面の文字が一致するには、「 n 回目の試行後に面の文字が一致しており、 $n+1$ 回目の試行後も一致したまま」または「 n 回目

の試行後は面の文字が異なっており、 $n+1$ 回目の試行後に一致する」のどちらかである。したがって、

$$q_{n+1} = \frac{5}{6} q_n + \frac{1}{6} (1-q_n) = \frac{2}{3} q_n + \frac{1}{6}.$$

これより、 $q_{n+1} - \frac{1}{2} = \frac{2}{3} \left(q_n - \frac{1}{2}\right)$ を得る。したがって、

$$q_n = \left(\frac{2}{3}\right)^{n-1} \left(q_1 - \frac{1}{2}\right) + \frac{1}{2} = \frac{1}{2} \left(\frac{2}{3}\right)^n + \frac{1}{2}.$$

[解説]

[III]

1.

- (1) 指数・対数に関する基本問題。
 (2) 整数の問題であると同時に集合の要素の個数問題。
 (3) ベクトルの内積の問題であると同時に2次関数の問題。
 (4) 複素数とその極形式の問題。
 (5) 2次曲線(楕円)の座標幾何的問題を適切に解決できるか問う問題。

2.

- (1) 三角関数の基本性質、3次式を適切に式変形できるか問う問題。
 (2) 三角関数の基本性質を問う問題。
 (3) 3次関数の増減の問題。

3.

- (1) 対数関数を題材とした定積分の面積計算への応用。
 (2) 極限の問題。
 (3) 部分積分法の習熟度を問う問題。
 (4) 回転体の体積。

[II B]

1.

- (1) と同じ。
 (2) と同じ。
 (3) と同じ。
 (4) 解と係数の関係の問題。
 (5) 座標空間における幾何的問題を適切に解決できるか問う問題。

2.

- と同じ。

3.

- (1) 確率の問題。事象を正しく判読できるか問うている。
 (2) 数列の漸化式を解く問題。
 (3) 確率の問題。事象を正しく判読できるか問うている。

前期日程3日目（2月3日試験）

[解答例]

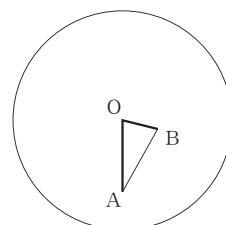
[III]

1. (配点 40 点)

$$\begin{aligned}
 (1) \log_{\sqrt{5}} \sqrt{72} &= \frac{\log_{10} \sqrt{72}}{\log_{10} \sqrt{5}} = \frac{\frac{1}{2} \log_{10} 72}{\frac{1}{2} \log_{10} 5} = \frac{\log_{10}(2^3 \cdot 3^2)}{\log_{10} 2} \\
 &= \frac{3 \log_{10} 2 + 2 \log_{10} 3}{1 - \log_{10} 2} = \frac{3a + 2b}{-a + 1}
 \end{aligned}$$

答(ア) 3(イ) 2(ウ) 1

(2)



時計の短針は12時間で 360° 回転するから、30分で 15° 回転する。よって、

$$\angle AOB = 90^\circ - 15^\circ = 75^\circ$$

である。加法定理により、

$$\begin{aligned}\sin \angle AOB &= \sin(45^\circ + 30^\circ) = \sin 45^\circ \cos 30^\circ + \cos 45^\circ \sin 30^\circ \\ &= \frac{\sqrt{2}}{2} \cdot \frac{\sqrt{3}}{2} + \frac{\sqrt{2}}{2} \cdot \frac{1}{2} = \frac{\sqrt{6} + \sqrt{2}}{4}.\end{aligned}$$

ゆえに、求める面積は

$$\frac{1}{2} \cdot OA \cdot OB \sin \angle AOB = \frac{1}{2} \cdot 2 \cdot 1 \cdot \frac{\sqrt{6} + \sqrt{2}}{4} = \frac{\sqrt{6} + \sqrt{2}}{4}.$$

別解: $\sin 75^\circ$ を求める際に、半角の公式を用いる:

$$\sin^2 75^\circ = \frac{1}{2}(1 - \cos 150^\circ) = \frac{1}{2}\left(1 + \frac{\sqrt{3}}{2}\right) = \frac{2 + \sqrt{3}}{4}.$$

$\sin 75^\circ > 0$ より、 $\sin 75^\circ = \frac{2 + \sqrt{3}}{4}$ を得る。二重根号を外して同じ結論を得る。

- (3) 題意の状況では、チョキのみか、グー・チョキ・パーがすべて出るかのいずれかであることに注意する。起こりうる(グー、チョキ)の人数の組は(0, 6), (1, 2), (1, 3), (1, 4), (2, 3)である。これらの場合の数は、

- ・(0, 6)は1(通り)、
- ・(1, 2)は ${}_6C_1 \times {}_5C_2 = 60$ (通り)、
- ・(1, 3)は ${}_6C_1 \times {}_5C_3 = 60$ (通り)、
- ・(1, 4)は ${}_6C_1 \times {}_5C_4 = 30$ (通り)、
- ・(2, 3)は ${}_6C_2 \times {}_5C_3 = 60$ (通り)

である。ゆえに、求める確率は

$$\frac{1+60+60+30+60}{3^6} = \frac{211}{729}.$$

- (4) $-1+i=\sqrt{2}\left(-\frac{1}{\sqrt{2}}+\frac{i}{\sqrt{2}}\right)=\sqrt{2}\left(\cos\frac{3}{4}\pi+i\sin\frac{3}{4}\pi\right)$ より、
 $(-1+i)^5=\sqrt{2}^5\left(\cos\frac{15}{4}\pi+i\sin\frac{15}{4}\pi\right)$
 $=4\sqrt{2}\left\{\cos\left(-\frac{1}{4}\pi\right)+i\sin\left(-\frac{1}{4}\pi\right)\right\}.$

一方、 $2+\sqrt{12}i=2(1+\sqrt{3}i)=4\left(\frac{1}{2}+\frac{\sqrt{3}}{2}i\right)=4\left(\cos\frac{\pi}{3}+i\sin\frac{\pi}{3}\right)$ 。
 ゆえに、 $z=4\sqrt{2}\left[\cos\left(-\frac{1}{4}\pi\right)+i\sin\left(-\frac{1}{4}\pi\right)\right]\times4\left(\cos\frac{\pi}{3}+i\sin\frac{\pi}{3}\right)=16\sqrt{2}\left(\cos\frac{\pi}{12}+i\sin\frac{\pi}{12}\right)$ 。

答 $r=16\sqrt{2}$, $\theta=\frac{\pi}{12}$.

- (5) $x>0$ より、与式は $\frac{3x^2+1}{\sqrt{x}} \geq k$ 、すなわち、 $3x^{\frac{3}{2}}+x^{-\frac{1}{2}} \geq k$ ——①と表せる。

すべての $x>0$ で①が成り立つには $f(x)=3x^{\frac{3}{2}}+x^{-\frac{1}{2}}(x>0)$ の最小値が k 以上であることと同値。そこで、 $f(x)$ の増減を調べると、 $f'(x)=\frac{9}{2}x^{\frac{1}{2}}-\frac{1}{2}x^{-\frac{3}{2}}=\frac{1}{2}x^{-\frac{3}{2}}(9x^2-1)$ より

x	0	...	$\frac{1}{3}$	...
$f'(x)$	\times	-	0	+
$f(x)$	\times	\curvearrowleft	$f\left(\frac{1}{3}\right)$	\nearrow

であるから、最小値は $f\left(\frac{1}{3}\right)=\frac{4\sqrt{3}}{3}$ である。したがって、求める範囲は $k \leq \frac{4\sqrt{3}}{3}$ である。

2. (配点30点)

- (1) \overrightarrow{BC} を \vec{a} と \vec{b} を用いて表すと、 $\overrightarrow{OC}=\frac{3}{5}\vec{a}+\frac{6}{5}\vec{b}$ より、

$$\overrightarrow{BC}=\overrightarrow{OC}-\overrightarrow{OB}=\frac{3}{5}\vec{a}+\frac{6}{5}\vec{b}-\vec{b}=\frac{3}{5}\vec{a}+\frac{1}{5}\vec{b}.$$

次に、点 Q が線分 AC を 1:3 に内分する点であることより、

$$\overrightarrow{OQ}=\frac{3}{4}\overrightarrow{OA}+\frac{1}{4}\overrightarrow{OC}=\frac{3}{4}\vec{a}+\frac{1}{4}\left(\frac{3}{5}\vec{a}+\frac{6}{5}\vec{b}\right)=\frac{9}{10}\vec{a}+\frac{3}{10}\vec{b}.$$

- (2) 3点 O, R, Q は同一直線上の点だから $\overrightarrow{OR}=k\overrightarrow{OQ}$ と表せる。また、点 R は直線 AB 上の点だから、 $\left(\frac{9}{10}+\frac{3}{10}\right)k=1$ 。これより $k=\frac{5}{6}$ 。したがって、 $OR:RQ=5:1$ である。また、

$$\overrightarrow{OR}=\frac{5}{6}\overrightarrow{OQ}=\frac{5}{6}\left(\frac{9}{10}\vec{a}+\frac{3}{10}\vec{b}\right)=\frac{3}{4}\vec{a}+\frac{1}{4}\vec{b}$$

であり、これと(1)の結果と比べると、

$$\overrightarrow{BC}=\frac{3}{5}\vec{a}+\frac{1}{5}\vec{b}=\frac{4}{5}\left(\frac{3}{4}\vec{a}+\frac{1}{4}\vec{b}\right)=\frac{4}{5}\overrightarrow{OR}.$$

よって、求める実数 t は $t=\frac{4}{5}$ である。

- (3) (2)の結果 $\overrightarrow{BC}=\frac{4}{5}\overrightarrow{OR}$ より、線分 BC と線分 OR は平行で、長さの比は BC:OR=4:5 である。従って、 $\triangle PBC$ と $\triangle PRO$ は相似 (\because 2組の角がそれぞれ等しい) であり、相似比は 4:5 である。よって、 $\triangle PBC$ の面積を S とすると、 $\triangle PRO$ の面積は

$$\left(\frac{5}{4}\right)^2 S = \frac{25}{16} S$$

である。また、(2)の前半の結果より $OR:RQ=5:1$ であるから、 $\triangle PRO$ と $\triangle PQR$ の面積比は 5:1 である。よって、 $\triangle PQR$ の面積は

$$\frac{1}{5} \times \frac{25}{16} S = \frac{5}{16} S$$

である。

3. (配点30点)

- (1) (7) 倍角の公式より、 $f(x)=9\tan x - \frac{2\tan x}{1-\tan^2 x}$ ゆえ $g(t)=9t - \frac{2t}{1-t^2} = \frac{t(7-9t^2)}{1-t^2}$.

(4) $0 < t < 1$ のとき、 $g(t)=\frac{t(7-9t^2)}{1-t^2}$ の符号は $7-9t^2$ の符号に一致する。よって、求める範囲は「 $0 < t < 1$ かつ $7-9t^2 > 0$ 」すなわち、「 $0 < t < 1$ かつ $-\frac{\sqrt{7}}{3} < t < \frac{\sqrt{7}}{3}$ 」である。したがって、答は $0 < t < \frac{\sqrt{7}}{3}$ 。

- (2) 「 $0 < x < \frac{\pi}{4}$ かつ $f(x)=0$ 」は、「 $0 < t < 1$ かつ $g(t)=0$ 」ということである。これを満たす t は、(1)の(7)の答より、 $t=\frac{\sqrt{7}}{3}$ と求まる。

ゆえに $\tan \alpha = \frac{\sqrt{7}}{3}$ である。

一方、 $1+\tan^2 \alpha = \frac{1}{\cos^2 \alpha}$ より、 $1+\left(\frac{\sqrt{7}}{3}\right)^2 = \frac{1}{\cos^2 \alpha}$ 。 $0 < \alpha < \frac{\pi}{4}$ に注意して $\cos \alpha = \frac{3}{4}$ を得る。

- (3) $I_1 = \int \tan x \, dx = \int \frac{\sin x}{\cos x} \, dx = \int -\frac{(\cos x)'}{\cos x} \, dx = -\log|\cos x| + C$
 $I_2 = \int \tan 2x \, dx = \frac{1}{2} \times (-\log|\cos 2x|) + C = -\frac{1}{2} \log|\cos 2x| + C$
 (C は積分定数)

- (4) (1)で求めた $g(t)$ は

$$g(0)=0, \quad 0 < t < \frac{\sqrt{7}}{3} \text{ のとき } g(t) > 0, \quad g\left(\frac{\sqrt{7}}{3}\right)=0, \\ \frac{\sqrt{7}}{3} < t < 1 \text{ のとき } g(t) < 0$$

を満たす。したがって、(2)の定数 α に対して、 $f(x)$ は
 $f(0)=0, \quad 0 < x < \alpha$ のとき $f(x) > 0$,

$$f(\alpha)=0, \quad \alpha < x < \frac{\pi}{4}$$
 のとき $f(x) < 0$

を満たす。ゆえに、求める面積 S は、 $S=\int_0^\alpha f(x)dx$ である。以下これを計算する：

$$S = \int_0^{\alpha} (9 \tan x - \tan 2x) dx = \left[-9 \log |\cos x| + \frac{1}{2} \log |\cos 2x| \right]_0^{\alpha}$$

$$= -9 \log \cos \alpha + \frac{1}{2} \log \cos 2\alpha.$$

更に、(2)の答より $\cos \alpha = \frac{3}{4}$, $\cos 2\alpha = 2 \cos^2 \alpha - 1 = \frac{1}{8}$ ゆえ、

$$S = -9 \log \frac{3}{4} + \frac{1}{2} \log \frac{1}{8} = \frac{33}{2} \log 2 - 9 \log 3$$

II B

1. (配点 40 点)

(1) **III** と同じ。

(2) **III** と同じ。

(3) **III** と同じ。

(4) $5120 = 2^{10} \cdot 5$ である。よって、5120 の正の約数のうちで 5 の倍数でないものは 2^{k-1} ($1 \leq k \leq 11$) であり、5 の倍数であるものは $2^{k-1} \cdot 5$ ($1 \leq k \leq 11$) である。よって、求める和は

$$\sum_{k=1}^{11} 2^{k-1} + \sum_{k=1}^{11} (2^{k-1} \cdot 5) = 6 \sum_{k=1}^{11} 2^{k-1} = 6 \cdot \frac{1(2^{11}-1)}{2-1} = 12282.$$

(5) 設問は、相異なる 3 つの素数の積で 150 以下のものは何個あるか? と換言できる。

素数: 2, 3, 5, 7, 11, 13, 17, 19, 23, 29, 31, 37, … に対して $p < q < r$ として、積 pqr の値を調べる:

$p=2$ の場合:

$2 \cdot 3 \cdot r$ 型: $5 \leq r \leq 150 \div 6 = 25$ より $r=5, \dots, 23$ 。よって、5 から 23 までの素数を数えて 7 個。

$2 \cdot 5 \cdot r$ 型: $7 \leq r \leq 150 \div 10 = 15$ より $r=7, 11, 13$ 。よって、3 個。

$2 \cdot 7 \cdot r$ 型: $11 \leq r \leq 150 \div 14 = 10.7 \dots$ は解なし。つまり、該当する r はない。これ以降 $3 \cdot q \cdot r$ 型 ($7 < q < r$) にもすべて該当なし。

$p=3$ の場合:

$3 \cdot 5 \cdot r$ 型: $7 \leq r \leq 150 \div 15 = 10$ より $r=7$ 。よって、1 個。

$3 \cdot 7 \cdot r$ 型: $11 \leq r \leq 150 \div 21 = 7.1 \dots$ は解なし。つまり、該当する r はない。これ以降 $3 \cdot q \cdot r$ 型 ($7 < q < r$) にもすべて該当なし。

$p \geq 5$ の場合: 一番小さい場合の $5 \cdot 7 \cdot 11 = 385$ が不適なので、 $p \geq 5$ の場合はすべて該当なし。

以上より、 $7+3+1=11$ 個。

2. (配点 30 点)

III と同じ。

3. (配点 30 点)

(1) $t = \sin x + \cos x = \sqrt{2} \sin\left(x + \frac{\pi}{4}\right)$ だから、 $0 \leq x \leq \pi$ のとき $-1 \leq t \leq \sqrt{2}$.

(2)

$$\begin{aligned} \sin 2x &= 2 \sin x \cos x = (\sin x + \cos x)^2 - 1 = t^2 - 1 \\ \sin^3 x + \cos^3 x &= (\sin x + \cos x)(\sin^2 x - \sin x \cos x + \cos^2 x) \\ &= t\left(1 - \frac{t^2 - 1}{2}\right) \end{aligned}$$

だから

$$f(x) = 2 \cdot t\left(1 - \frac{t^2 - 1}{2}\right) + 4 \cdot (t^2 - 1) = -t^3 + 4t^2 + 3t - 4.$$

(3) $g(t) = -t^3 + 4t^2 + 3t - 4$ とおく。ただし $-1 \leq t \leq \sqrt{2}$ 。

$g'(t) = -3t^2 + 8t + 3 = -(t-3)(3t+1)$ だから、 $t=3, -\frac{1}{3}$ のとき、

$g'(t)=0$ 。

$-1 \leq t \leq \sqrt{2}$ の範囲で増減表を書けば

t	-1	\dots	$-\frac{1}{3}$	\dots	$\sqrt{2}$
$g'(t)$		$-$	0	$+$	
$g(t)$	-2	\searrow	$g\left(-\frac{1}{3}\right)$	\nearrow	$4 + \sqrt{2}$

したがって、 $t=\sqrt{2}$ で最大値 $4+\sqrt{2}$ をとる。ここで $t=\sqrt{2}$ は、 $\sqrt{2} \sin\left(x + \frac{\pi}{4}\right) = \sqrt{2}$ 、すなわち、 $\sin\left(x + \frac{\pi}{4}\right) = 1$ ということだか

ら、 $x=\frac{\pi}{4}$ 。結局、答は $x=\frac{\pi}{4}$ で最大値 $4+\sqrt{2}$ 。

(4) (3)の解答の増減表より $g(t)$ は $t=-\frac{1}{3}$ で最小値をとる。すなわち、 $f(x)$ は $\sin x + \cos x = -\frac{1}{3}$ なる x で最小値をとる。 $\sin x + \cos x = -\frac{1}{3}$ なる x は $\sin^2 x + \cos^2 x = 1$ と併せて、 $\sin x = \frac{-1 \pm \sqrt{17}}{6}$ を満たすが、 $0 \leq x \leq \pi$ であるから $\sin x = \frac{-1 + \sqrt{17}}{6}$ のみ適する。このとき、 $\cos x = \frac{-1 - \sqrt{17}}{6}$ 。

III

1.

- (1) 指数・対数に関する基本問題。
- (2) 身近にあるものを題材にした三角比の問題。
- (3) 確率の問題。場合分けをしてもれなく数え上げる。
- (4) 複素数とその極形式の問題。
- (5) 問題文を正しく判読し、その上で微積分を用いて適切に解決できるか問う問題。

2. ベクトルの演算や内分点のベクトルを使った表示等の基本的理を問う問題。また、相似比と面積比の関係など、ベクトルを応用して图形の問題を解く際に、高校数学以前に身についていなければならない内容も含まれる。

3.

三角関数を題材にした微積分の問題。(1), (2)は三角関数の基本性質の理解度を測る設問。(3)は積分の計算習熟度、(4)は(1), (2), (3)の内容が正しく応用できるかを問う問題。

II B

1.

- (1) **III** と同じ。
- (2) **III** と同じ。
- (3) **III** と同じ。
- (4) 整数の性質と数列の融合問題。
- (5) ある性質をもつ数の集合を適切に把握できるか問う問題。

2.

III と同じ。

3.

- (1)(2) 三角関数の基本性質、3 次式を適切に式変形できるか問う問題。
- (3) 3 次関数の増減の問題。
- (4) 三角関数の基本性質を問う問題。

前期日程 4 日目 (2月4日試験)

【解答例】

III

1. (配点 40 点)

(1) 両辺に $(x-1)(x-5)$ をかけて分母をはらう。その際、 $(x-1)(x-5)$ は $1 < x < 5$ で負、 $x < 1$ または $x > 5$ で正なので、場合分けをする。まず、 $x < 1$ または $x > 5$ の場合、不等式 $x^2 - 4x - 5 > x^2 - 8x + 7$ を解くと $x > 3$ なので、この場合は $x > 5$ である。また、 $1 < x < 5$ の場合、不等式 $x^2 - 4x - 5 < x^2 - 8x + 7$ を解くと $x < 3$ なので、この場合は $1 < x < 3$ である。従って、 $x > 5$ または $1 < x < 3$ である。

(2) 2 つの条件より

$$6 = \frac{1}{\tan x} + \frac{1}{\tan y} = \frac{\tan x + \tan y}{\tan x \tan y} = \frac{2}{\tan x \tan y}.$$

したがって、 $\tan x \tan y = \frac{1}{3}$ である。よって

$$\tan(x+y) = \frac{\tan x + \tan y}{1 - \tan x \tan y} = \frac{2}{1 - \frac{1}{3}} = 3.$$

- (3) 左辺は $(m+9)(m-5)$ と因数分解できるから、 $m+9$ と $m-5$ がどちらも 2 のべき乗でなければならない。さらに $(m+9)-(m-5)=14$ だから、差が 14 となる 2 のべき乗であり、16 と 2 である。したがって、 $m=7$, $n=5$ 。

- (4) $x < 3$ において、 $f(x)=(3-x)\sqrt{x+3}$ 。微分すると、 $f'(x)=-\sqrt{x+3}+\frac{(3-x)}{2\sqrt{x+3}}=\frac{-2(x+3)+(3-x)}{2\sqrt{x+3}}=\frac{-3(x+1)}{2\sqrt{x+3}}=0$ である。

以下の増減表より、 $x=-1$ で極大値 $4\sqrt{2}$ を持つ。

x	…	-1	…
$f'(x)$	+	0	-
$f(x)$	↗	極大	↘

$x > 3$ においては $f'(x)=\frac{3x+3}{2\sqrt{x+3}}$ となり極値をとらない。 $x=3$ では $f(x)$ は微分可能ではないが、 $2 \leq x < 3$ で単調減少、 $x > 3$ で単調増加なので、 $x=3$ では極大値をとらない。よって、極大値は $4\sqrt{2}$ だけである。

$$\begin{aligned} (5) \int_{\frac{\pi}{6}}^{\frac{5\pi}{6}} x \cos^2 x dx &= \int_{\frac{\pi}{6}}^{\frac{5\pi}{6}} \frac{x(1+\cos 2x)}{2} dx \\ &= \int_{\frac{\pi}{6}}^{\frac{5\pi}{6}} \frac{x}{2} dx + \int_{\frac{\pi}{6}}^{\frac{5\pi}{6}} \frac{x \cos 2x}{2} dx \\ \int_{\frac{\pi}{6}}^{\frac{5\pi}{6}} x dx &= \left[\frac{x^2}{2} \right]_{\frac{\pi}{6}}^{\frac{5\pi}{6}} = \frac{1}{2} \cdot \frac{25\pi^2}{36} - \frac{1}{2} \cdot \frac{\pi^2}{36} = \frac{24\pi^2}{2 \cdot 36} = \frac{\pi^2}{3} \\ \int_{\frac{\pi}{6}}^{\frac{5\pi}{6}} x \cos 2x dx &= \left[x \cdot \frac{\sin 2x}{2} \right]_{\frac{\pi}{6}}^{\frac{5\pi}{6}} - \int_{\frac{\pi}{6}}^{\frac{5\pi}{6}} \frac{\sin 2x}{2} dx \\ &= \frac{5\pi}{12} \cdot \left(-\frac{\sqrt{3}}{2} \right) - \frac{\pi}{12} \cdot \frac{\sqrt{3}}{2} \\ &\quad - \left[-\frac{\cos 2x}{4} \right]_{\frac{\pi}{6}}^{\frac{5\pi}{6}} \\ &= -\frac{\sqrt{3}\pi}{4} - \left(-\frac{1}{4} \cdot \frac{1}{2} + \frac{1}{4} \cdot \frac{1}{2} \right) \\ &= -\frac{\sqrt{3}\pi}{4} \end{aligned}$$

よって

$$\begin{aligned} \int_{\frac{\pi}{6}}^{\frac{5\pi}{6}} \frac{x}{2} dx + \int_{\frac{\pi}{6}}^{\frac{5\pi}{6}} \frac{x \cos 2x}{2} dx &= \frac{1}{2} \cdot \frac{\pi^2}{3} + \frac{1}{2} \cdot \left(-\frac{\sqrt{3}\pi}{4} \right) \\ &= \frac{\pi^2}{6} - \frac{\sqrt{3}\pi}{8} \end{aligned}$$

2. (配点 30 点)

- (1) $S_n = \sum_{k=1}^n k^2 = \frac{n(n+1)(2n+1)}{6}$ であり、また $\sum_{k=p}^q k = \frac{(q-p+1)(p+q)}{2}$ であるから、条件は

$$\frac{4 \cdot 5 \cdot 9}{6} = \frac{4(2a+3)}{2}$$

すなわち

$$30 = 2(2a+3) = 4a+6$$

である。したがって、 $a=6$ 。同様に、 $55=5b+10$ を解いて、 $b=9$ 。

(2) 等式の左辺は

$$S_{3n+1} = \frac{(3n+1)(3n+2)(6n+3)}{6} = \frac{(3n+1)(3n+2)(2n+1)}{2}$$

右辺は $\frac{(3n+1)(2c+3n)}{2}$ であるから、条件は

$$2c+3n=(3n+2)(2n+1)=6n^2+7n+2$$

となる。したがって

$$c=\frac{6n^2+4n+2}{2}=3n^2+2n+1$$

(3) 等式の左辺は

$$S_{3n+2} = \frac{(3n+2)(3n+3)(6n+5)}{6} = \frac{(3n+2)(n+1)(6n+5)}{2}$$

右辺は $\frac{(3n+2)(2d+3n+1)}{2}$ であるから、条件は

$$2d+3n+1=(n+1)(6n+5)=6n^2+11n+5$$

となる。したがって

$$d=\frac{6n^2+8n+4}{2}=3n^2+4n+2$$

3. (配点 30 点)

- (1) $f'(x)=(\log x)^2+2 \log x$ より $f'(e)=3$ だから、 ℓ の方程式は $y=f'(e)(x-e)+f(e)=3(x-e)+e=3x-2e$ 、すなわち $y=3x-2e$ である。

(2)

$$\begin{aligned} S_1 &= \int_1^e x(\log x)^2 dx = \int_1^e \left(\frac{x^2}{2} \right)' (\log x)^2 dx \\ &= \left[\frac{x^2}{2} (\log x)^2 \right]_1^e - \int_1^e x \log x dx \\ &= \left[\frac{x^2}{2} (\log x)^2 \right]_1^e - \int_1^e \left(\frac{x^2}{2} \right)' \log x dx \\ &= \left[\frac{x^2}{2} (\log x)^2 - \frac{x^2}{2} \log x + \frac{x^2}{4} \right]_1^e \\ &= \frac{e^2-1}{4}. \end{aligned}$$

- (3) (2)で求めた S_1 から直線の下の直角三角形の面積を引けば良い。 ℓ と x 軸の交点の x 座標を求める $a=\frac{2e}{3}$ 。したがって、直角三角形の面積は、 ℓ の方程式を $y=g(x)=3x-2e$ とおくと、

$$\frac{1}{2} \{g(e) \times (e-a)\} = \frac{e^2}{6}$$

よって、求める面積は

$$S_2 = \frac{e^2-1}{4} - \frac{e^2}{6} = \frac{e^2-3}{12}$$

II B

1. (配点 40 点)

- (1) **III** と同じ。

- (2) **III** と同じ。

- (3) **III** と同じ。

- (4) $f(x)=ax^3+bx^2+cx+d$ とすると、 $f(x)=-f(-x)$ より、 $f(x)$ は奇関数なので、 $f(x)=ax^3+cx$ である。よって、 $f'(x)=3ax^2+c$ だから、 $f'(1)=3a+c=7$ である。また、 $\int_1^2 f(x) dx = \left[\frac{1}{4}ax^4 + \frac{1}{2}cx^2 \right]_1^2 = \frac{15}{4}a + \frac{3}{2}c = 9$ である。これらより、 $a=2$, $c=1$ であるから、 $f(x)=2x^3+x$ 。

- (5) $f(x)=x^2-2x-3$ とおくと $f(x)=(x+1)(x-3)$ より $-2 \leq x \leq -1$ において $f(x) \geq 0$, $-1 \leq x \leq 2$ において $f(x) \leq 0$ だから

$$\begin{aligned} \int_{-2}^2 |x^2-2x-3| dx &= \int_{-2}^{-1} (x^2-2x-3) dx - \int_{-1}^2 (x^2-2x-3) dx \\ &= \left[\frac{x^3}{3} - x^2 - 3x \right]_{-2}^{-1} - \left[\frac{x^3}{3} - x^2 - 3x \right]_{-1}^2 = \frac{34}{3} \end{aligned}$$

2. (配点 30 点)

- III** と同じ。

3. (配点 30 点)

- (1) $x^3-x^2=m^2(x-1)$ を解くと、 $x=1$, $\pm m$ 。よって、求める x 座標は $x=\pm m$ である。

- (2) $0 < m < 1$ より、 $-m < m < 1$ 。

$$\begin{aligned} S &= \int_{-m}^m \{(x^3-x^2)-m^2(x-1)\} dx + \int_m^1 \{m^2(x-1)-(x^3-x^2)\} dx \\ &= \left[\frac{x^4}{4} - \frac{x^3}{3} - \frac{m^2x^2}{2} + m^2x \right]_{-m}^m + \left[\frac{m^2x^2}{2} - m^2x - \frac{x^4}{4} + \frac{x^3}{3} \right]_m^1 \\ &= -\frac{m^4}{4} + 2m^3 - \frac{m^2}{2} + \frac{1}{12} \end{aligned}$$

- (3) S を m で微分して、 $S'=-m^3+6m^2-m=-m(m^2-6m+1)=0$ ならば、 $m=0$, $3 \pm 2\sqrt{2}$ である。 $0 < 3 - 2\sqrt{2} < 1$ かつ $1 < 3 + 2\sqrt{2}$ であることに注意する。増減表はつぎの通り。

m	0	\cdots	$3-2\sqrt{2}$	\cdots	1
$f'(x)$		-	0	+	
$f(x)$		↘	極小	↗	

よって、 $m=3-2\sqrt{2}$ のとき極小値をとり、 $S(m)$ のグラフから、それは $0 < m < 1$ における最小値である。

[解説]

III

1. (1) 分母を払うとき、 $(x-1)(x-5)$ の正負で不等号の向きが変わるので場合分けをするが、 $(x-1)(x-5)$ の正負は、2次関数 $y=(x-1)(x-5)$ のグラフを考えても分かりやすい。
- (2) $\tan x$ の加法定理。
- (3) 右辺は2の幂乗と積の形なので、 $m^2+4m-45$ を積の形にするため因数分解する。
- (4) 絶対値を外すため、場合分けをする。
- (5) $\cos(2x)=\cos^2 x-\sin^2 x=2\cos^2 x-1$ より、 $\cos^2 x$ を $\frac{\cos(2x)+1}{2}$ に置き換える。あとは被積分関数 $x \cos(2x)$ の形から部分積分を用いる。

2. 教科書に載っている公式 $\sum_{k=1}^n k = k \frac{n(n+1)}{2}$, $\sum_{k=1}^n k^2 = \frac{n(n+1)(2n+1)}{6}$,

$$\sum_{k=1}^n k^3 = \left\{ \frac{n(n+1)}{2} \right\}^2$$

(2) $\sum_{k=p}^q k = \frac{(q-p+1)(p+q)}{2}$ を思いつけない場合、次のようにやる。

$$\text{まず}, \sum_{k=c}^{k=c+3n} k = \sum_{k=1}^{k=c+3n} k - \sum_{k=1}^{k=c-1} k = \frac{(c+3n)(c+3n+1)-c(c-1)}{2} = \frac{2c+6cn+9n^2+3n}{2} \quad \text{とし、これが } S_{3n+1} = \frac{(3n+1)(3n+2)(6n+3)}{6} = \frac{(3n+1)(3n+2)(2n+1)}{2} \text{ に等しいので,}$$

$$2c+6cn+9n^2+3n = (3n+1)(3n+2)(2n+1)$$

これより、

$$\begin{aligned} c &= \frac{(3n+1)(3n+2)(2n+1)-9n^2-3n}{2+6n} \\ &= \frac{(3n+1)(3n+2)(2n+1)-3n(3n+1)}{2(1+3n)} \\ &= \frac{(3n+2)(2n+1)-3n}{2} = \frac{6n^2+4n+2}{2} \\ &= 3n^2+2n+1 \end{aligned}$$

と c が n の整式になるまで計算する。

3. (1) $f(x)=x(\log x)^2$ の微分の計算は、積の微分の公式より、

$$\{x(\log x)^2\}' = x' \{(\log x)^2\} + x \{(\log x)^2\}'$$

合成関数の微分の公式より、

$$\{(\log x)^2\}' = 2 \log x \cdot (\log x)' = \frac{2}{x} \log x$$

(2) $\int x(\log x)^2 dx$ や $\int \log x dx$ の計算は、 $x=\left(\frac{x^2}{2}\right)'$ や $1=x'$ を用いて、部分積分をする。

(3) $f'(x)=(\log x)^2+2 \log x > 0$, $f''(x)=\frac{2(\log x+1)}{x} > 0$ ($x>1$) より、 $y=f(x)$ は単調増加で下に凸であり、直線 ℓ は $f(x)$ のグラフの下にある。

II B

1. (1)(2)(3) III と同じ。

(4) $f(-x)=-f(x)$ より $f(x)$ は奇関数であるから、 x の偶数幂乗の項は無いので、 x^2 の係数と定数項は 0 になる。

(5) 絶対値を外すため、場合分けをする。

2. III と同じ。

3. (2) 曲線 $C: y=x^3-x^2-m^2(x-1)$ と直線 ℓ のグラフを描く。 C は $x=0$ で x 軸と接していて、 $x=\frac{2}{3}$ で極小値を取り、 $x=1$ で x 軸

と交わる。 ℓ は(1)より、 $x=-m$, m , 1 で C と交わる傾きが正の直線。

- (3) $S(m)$ を m の3次関数とみて極値を求める。増減表から $m=0$ から $m=3-2\sqrt{2}$ まで単調減少していて、 $m=3-2\sqrt{2}$ から $m=1$ まで単調増加しているので、 $m=3-2\sqrt{2}$ での $S(m)$ の極小値は最小値になっている。

前期日程5日目（2月5日試験）

[解答例]

III

1. (配点40点)

$$\begin{aligned} (1) \quad &\text{上の式の } y \text{ を下の式に代入し、移項して整理すると} \\ &(x^2+x+1)^2-3(x^2+x+1)+1-x=0 \\ &x^4+2x^3-2x-1=0 \\ &(x-1)(x^3+3x^2+3x+1)=0 \\ &(x-1)(x+1)^3=0 \end{aligned}$$

となるから、 $x=\pm 1$, $y=x^2+x+1$ より、解は $x=-1$, $y=1$ と $x=1$, $y=3$ である。

- (2) 左辺は

$$\log_a(3^1 \cdot 3^2 \cdots 3^{24}) = \log_a 3^{1+2+\cdots+24} = \log_a 3^{300} = 300 \log_a 3$$

である。したがって条件は $\log_a 3=2$, すなわち $a^2=3$ となり、 $a=\sqrt{3}$ 。

- (3) $f(x)=x^n+x+1$, 余りを $ax+b$ とおくと

$$\begin{aligned} f(1) &= 3 = a+b, \\ f(2) &= 2^n+3 = 2a+b \end{aligned}$$

したがって $a=2^n$, $b=-2^n+3$ である。

$$(4) \quad y' = \frac{x}{\sqrt{x^2+4}}$$

より点 $(a, \sqrt{a^2+4})$ における接線の方程式は $y = \frac{a}{\sqrt{a^2+4}}(x-a) + \sqrt{a^2+4}$ 。これを整理すると $y = \frac{a}{\sqrt{a^2+4}}x + \frac{4}{\sqrt{a^2+4}}$ 。これが $(-2\sqrt{3}, 0)$ を通るから $\frac{a}{\sqrt{a^2+4}} \cdot (-2\sqrt{3}) + \frac{4}{\sqrt{a^2+4}} = 0$ を解いて $a = \frac{2}{\sqrt{3}}$, $\sqrt{a^2+4} = \frac{4}{\sqrt{3}}$ だから求める方程式は $y = \frac{1}{2}x + \sqrt{3}$ 。

$$(5) \quad \int_1^e \log_2 x^2 dx = \int_1^e \frac{2 \log x}{\log 2} dx = \frac{2}{\log 2} \int_1^e \log x dx. \quad \text{ここで,}$$

$$\int_1^e \log x dx = \int_1^e (x') \log x dx = [x \log x]_1^e - \int_1^e x \frac{1}{x} dx = e - 0 - (e-1) = 1. \quad \text{よって, } \int_1^e \log_2 x^2 dx = \frac{2}{\log 2} \text{ である.}$$

2. (配点30点)

- (1) 条件より $10a+c=45$, $10b+d=23$ である。したがって $a=4$, $b=2$, $c=5$, $d=3$ 。

- (2) $g(\sqrt{2})$ を計算すると

$$g(\sqrt{2}) = (q \cdot 2^2 + s \cdot 2 + u) + (p \cdot 2^2 + r \cdot 2 + t) \sqrt{2}$$

となる。したがって

$$\begin{aligned} p \cdot 2^2 + r \cdot 2 + t &= 6 = 110_{(2)}, \\ q \cdot 2^2 + s \cdot 2 + u &= 3 = 11_{(2)} \end{aligned}$$

より、 $(p, r, t) = (1, 1, 0)$, $(q, s, u) = (0, 1, 1)$ であるから

$$g(x) = x^5 + x^3 + x^2 + 1$$

であり、 $g(2) = 2^5 + 2^3 + 2^2 + 1 = 32 + 8 + 4 + 1 = 45$ 。

- (3) $h(x) = a_0 + a_1 x + a_2 x^2 + a_3 x^3 + \cdots + a_n x^n$ とおく。 $\sqrt{3}^{2m} = 3^m$,

$$\sqrt{3}^{2m+1} = 3^m \sqrt{3}$$

$$h(\sqrt{3}) = (a_0 + a_2 \cdot 3 + a_4 \cdot 3^2 + a_6 \cdot 3^3 + \cdots)$$

$$+ (a_1 + a_3 \cdot 3 + a_5 \cdot 3^2 + a_7 \cdot 3^3 + \cdots) \sqrt{3}$$

$$= 25 + 13\sqrt{3}$$

ここで、 $25, 13$ を 3 進法で表すと、 $25 = 2 \cdot 3^2 + 2 \cdot 3 + 1 = 221_{(3)}$,

$$13 = 1 \cdot 3^2 + 1 \cdot 3 + 1 = 111_{(3)}$$

より、 $a_0=1, a_2=2, a_4=2, a_1=1, a_3=1$,

$a_5=1$ で $a_k=0$ ($k \geq 6$) が分かる。ゆえに、

$$h(x) = x^5 + 2x^4 + x^3 + 2x^2 + x + 1$$

よって

$$h(-2) = -32 + 2 \cdot 16 - 8 + 2 \cdot 4 - 2 + 1 = -1.$$

3. (配点 30 点)

$$(1) \cos x - \cos\left(x + \frac{\pi}{3}\right) = 0 \text{ を解く。和積の公式より、}$$

$$\begin{aligned} \cos x - \cos\left(x + \frac{\pi}{3}\right) &= -2 \sin \frac{x + \frac{\pi}{3}}{2} \sin \frac{x - \left(x + \frac{\pi}{3}\right)}{2} \\ &= -2 \sin\left(x + \frac{\pi}{6}\right) \sin\left(-\frac{\pi}{6}\right) = \sin\left(x + \frac{\pi}{6}\right) \end{aligned}$$

だから、 $\sin\left(x + \frac{\pi}{6}\right) = 0$ を解けば良い。 $0 \leq x \leq \pi$ より $x = \frac{5}{6}\pi$ 。

(注) x 軸をはさんで $x = \pi - \theta$ かつ $x + \frac{\pi}{3} = \pi + \theta$ であれば $\cos x = \cos\left(x + \frac{\pi}{3}\right)$ となる。 $2\theta = \frac{\pi}{3}$ だから、 $\theta = \frac{\pi}{6}$ で、 $x = \frac{5\pi}{6}$ を得る。グラフから、明らかに解は 1 つだけである。

$$(2) y = \cos\left(x + \frac{\pi}{3}\right)$$
 のグラフは、 $y = \cos x$ のグラフを、 x 軸の負の方

に向に $\frac{\pi}{3}$ だけずらしたものと等しいから、 $0 \leq x \leq \frac{5\pi}{6}$ の範囲では

$\cos x \geq \cos\left(x + \frac{\pi}{3}\right)$ が成り立つ。ゆえに、

$$\begin{aligned} S_1 &= \int_0^{\frac{5\pi}{6}} \left[\cos x - \cos\left(x + \frac{\pi}{3}\right) \right] dx = \int_0^{\frac{5\pi}{6}} \sin\left(x + \frac{\pi}{6}\right) dx \\ &= \left[-\cos\left(x + \frac{\pi}{6}\right) \right]_0^{\frac{5\pi}{6}} = 1 + \frac{\sqrt{3}}{2} \end{aligned}$$

$$(注) \int_0^{\frac{5\pi}{6}} \cos x dx = \sin \frac{5\pi}{6} = \frac{1}{2} \quad \text{と} \quad \int_0^{\frac{5\pi}{6}} \cos\left(x + \frac{\pi}{3}\right) dx =$$

$$\left[\sin\left(x + \frac{\pi}{3}\right) \right]_0^{\frac{5\pi}{6}} = \sin \frac{7\pi}{6} - \sin \frac{\pi}{3} = -\frac{1}{2} - \frac{\sqrt{3}}{2} \text{ に分けても簡単}$$

に計算できる。

$$(3) \cos x - \cos\left(x + \frac{2\pi}{3}\right) = 0 \text{ を解く。} (1) \text{ と同様に考えると, } \sqrt{3} \sin$$

$$\left(x + \frac{2\pi}{3}\right) = 0 \text{ より } x = \frac{2\pi}{3}. \text{ よって, } (2) \text{ と同様に考えて,}$$

$$S_2 = \int_0^{\frac{2\pi}{3}} \left[\cos x - \cos\left(x + \frac{2\pi}{3}\right) \right] dx = \frac{3\sqrt{3}}{2}$$

II B

1. (配点 40 点)

(1) **III** と同じ。

(2) **III** と同じ。

(3) **III** と同じ。

(4) $f'(x) = 3x^2 + 2ax + a$ が 2 つの異なる実数解を持つべきである。判別式 $D = (2a)^2 - 4 \cdot 3 \cdot a = 4a^2 - 12a = 4a(a-3) > 0$ より $a < 0, 3 < a$ 。

$$(5) c = \int_0^1 f(t) dt \quad \text{と} \quad \text{お} \quad \text{く} \quad \text{と}, \quad c = \int_0^1 \left[3x^2 + \left(\frac{1}{2}x + 1 \right)c \right] dx =$$

$$\left[x^3 + \frac{cx^2}{4} + cx \right]_0^1 = 1 + \frac{c}{4} + c \text{ より } c = -4 \text{ であるから, } f(x) = 3x^2 - 2x - 4 \text{ である。}$$

2. (配点 30 点) **III** と同じ。

3. (配点 30 点) (1) a_2 は、題意より

$$\begin{aligned} \int_1^x (t-1)(t-3) dt &= \int_1^x (t^2 - 4t + 3) dt \\ &= \left[\frac{t^3}{3} - 2t^2 + 3t \right]_1^x \\ &= \frac{x^3 - 1}{3} - 2(x^2 - 1) + 3(x - 1) \\ &= \frac{x-1}{3}((x^2 + x + 1) - 6(x + 1) + 9) \\ &= \frac{x-1}{3}(x^2 - 5x + 4) \\ &= \frac{(x-1)^2(x-4)}{3} \end{aligned}$$

$$= 0$$

の 1 以外の解であるから、 $a_2 = 4$ 。

(2) (1) の 「 $3 (= a_1)$ 」 を a_n に置き換えて同様に計算すれば

$$\int_1^x (t-1)(t-a_n) dt = \frac{(x-1)^2(2x-(3a_n-1))}{6}$$

$$= 0$$

$$\text{となるから, } a_{n+1} = \frac{3a_n - 1}{2}.$$

(3) (2) の漸化式で $a_n = a_{n+1} = c$ とおくと $c = \frac{3c-1}{2}$ より, $c = 1$ である。

これを利用すると

$$a_{n+1} - 1 = \frac{3}{2}(a_n - 1)$$

であり、 $a_1 - 1 = 2$ だから

$$a_n - 1 = 2 \cdot \left(\frac{3}{2}\right)^{n-1}$$

$$\text{となり, } a_n = 2 \cdot \left(\frac{3}{2}\right)^{n-1} + 1.$$

【解説】

III

1. (1) 2 変数の連立方程式なので、変数を一つ減らして 1 変数の方程式を求めよう。この場合は代入すれば良い。一般に高次方程式の解を求めるのは難しいが、高校数学で高次方程式を解く場合、簡単に低次式の積に分解できたり、適当な変数変換で 2 次式に式変形できる場合などもあるが、そうでない場合は整数解を持っているかを調べて、因数定理を用いて因数分解する。整数解があるとすれば、それはその整式の定数項の約数である。

(2) 対数法則 $\log_a x + \log_a y = \log_a xy$ と公式 $\sum_{k=1}^n k = \frac{n(n+1)}{2}$ 。

(3) 2 次式で割ったときの余りは 1 次式であるから、それを $ax+b$ とすると、ある整式 $Q(x)$ があって

$$x^n + x + 1 = (x-1)(x-2)Q(x) + (ax+b)$$

となるので、あとは $(x-1)(x-2)Q(x) = 0$ になるように $x=1, 2$ を代入して a, b の連立一次方程式を作る。

(4) $t = x^2 + 4$ とおくと、合成関数の微分法より、 $(\sqrt{x^2 + 4})' = (\sqrt{t})' t'$
 $= \frac{1}{2\sqrt{t}} \cdot 2x = \frac{2x}{2\sqrt{x^2 + 4}} = \frac{x}{\sqrt{x^2 + 4}}$ である。ただし、 $(\sqrt{t})'$ は \sqrt{t} の t による微分である。

(5) 底の変換より、 $\log_2 x^2 = \frac{\log x^2}{\log 2} = \frac{2}{\log 2} \log x$ で、 $\log x$ の積分は $\int \log x dx = \int x' \log x dx$ と部分積分を用いる。

2. α が無理数で a, b, c, d が有理数のとき、 $a + b\alpha = c + d\alpha$ ならば $a = b, c = d$ である。実際、 α が無理数で s, t が有理数のとき、 $s + t\alpha = 0$ ならば $s = 0, t = 0$ である。なぜなら、 $s \neq 0$ ならば $t \neq 0$ だから、 $\alpha = -\frac{s}{t}$ と α は有理数となってしまうからである。

(3) 整式 $h(x)$ は、25, 13 を 3 進法で表すことで、その形を求めることができる。

3. (1) は単位円を用いて考えてみるとわかりやすい。 $\cos \theta$ は偏角 θ に対応する単位円周上の点の x 座標である。

(2) 2 つのグラフの曲線の位置関係をおさえる。まず、 $y = \cos x$ のグラフを描き、次に $y = \cos\left(x + \frac{\pi}{3}\right)$ のグラフの y 切片や x 軸とのどこで交わるか、 $y = -1$ となる x 座標などをプロットして、 $y = \cos x$ のグラフとの関係を求める。

II B

1. (1)(2)(3) **III** と同じ。

(4) 問題の 3 次関数 $f(x)$ が $x=a$ で極大、 $x=b$ で極小をとるならば、 $f'(x)=0$ は実数解 a, b をもつ。逆に、 $f'(x)=0$ が相異なる実数解 a, b ($a < b$) をもつならば、 x^3 の係数は 1 なので $f'(x) = 3(x-a)(x-b)$ と因数分解され、増減表を考えると、 $x=a$ で極大

値、 $x=b$ で極小値をもつ。そして、2次方程式が相異なる実数解をもつのは、その2次式の判別式が正のときである。

2. [III]と同じ。

3. 答案のようにではなく積分すると、

$$\int_1^x \{t^2 - (a_n+1)t + a_n\} dt = \frac{x^3}{3} - \frac{a_n+1}{2}x^2 + a_n x - \frac{3a_n-1}{6}$$

という x の3次式になるが、 $x=1$ を解に含むことは題意から分かっているので、因数定理より $x-1$ で割れる。（問題文で $x=1$ 以外に解が一つしかないと言っているので $x=1$ が重解であることもわかる。つまり $(x-1)^2$ で割れることもわかる。）この3次式を $x-1$ で割り算していくと、

$$\begin{aligned} \frac{x^3}{3} - \frac{3a_n+1}{x} + \frac{3a_n-1}{6} &= (x-1) \left(\frac{x^2}{3} - \frac{3a_n+1}{6}x + \frac{3a_n-1}{6} \right) \\ &= (x-1)^2 \times \frac{2x-(1-3a_n)}{6} \end{aligned}$$

とできる。

(3) $p \neq 1$ のとき、漸化式が $a_{n+1} = pa_n + q$ の形の数列の一般項を求めるには、

$$\begin{cases} a_{n+1} = pa_n + q \\ c = pc + q \end{cases}$$

$$a_{n+1} - c = p(a_n - c)$$

の形にする。ここで、 $c = \frac{q}{1-p}$ である。 $b_n = a_n - c$ とおくと、

$b_{n+1} = pb_n$ となるから $\{b_n\}$ は等比数列である。

[出題者から]

基本的な概念の理解と計算力を問う問題を出している。2の(2), (3)では、 $g(x)$, $h(x)$ が正しく求まっていても、 $g(2)$, $h(-2)$ の値の計算が間違っている答案があった。また2の(3)では $h(x)$ は次数も分かっていないので、まずは $h(x)$ をどのように求めるかを正しく書いてある答案もあったが、そうでない答案もあった。考え方も数学では重要な要素である。3などの微積分の問題では、複数の曲線（直線も含む）で囲まれた図形の面積を求める場合、それらの曲線がどういう位置関係にあるかを正しく描けることが大切なので、そこに注意して学習すると良いだろう。基本的には教科書の内容を十分に理解し、例題や章末問題程度の基本的な問題練習以外にも、入試の過去問等を利用して、少し難しきめの問題を時間をかけて解く練習もしておくと良いだろう。同じ問題が出ることは無いが、難しい問題への取り組み方（攻略法）を練習で身につけることはできる。

後期日程1日目（2月28日試験）

[解答例]

III

1. (配点40点)

(1)

$$\begin{aligned} (8x)^3 - (8x-1)^3 &= \{8x - (8x-1)\} \{(8x)^2 + 8x(8x-1) + (8x-1)^2\} \\ &= 3(8x)^2 - 8x - 16x + 1 \\ &= 192x^2 - 24x + 1, \end{aligned}$$

$$(4x+1)^3 - x^3 = 63x^3 + 48x^2 + 12x + 1$$

であるから

$$\text{右辺} - \text{左辺} = 63x^3 - 144x^2 + 36x$$

$$\begin{aligned} &= 9x(7x^2 - 16x + 4) \\ &= 9x(x-2)(7x-2) \end{aligned}$$

よって、 $x=0, 2, \frac{2}{7}$ 。

(2) 両辺の3を底とする対数をとると

$$8 \log_3 3 = (\log_3 3)^2$$

ここで $x = \log_3 3$ とおくと $\frac{8}{x} = x^2$ となるから、 $x^3 = 8$ であり、

$x=2$ となる。したがって $a=3^2=9$ 。

(3) $\triangle AMF$ は3辺の長さが $\sqrt{2}$, $\sqrt{6}$, $2\sqrt{2}$ なので直角三角形で、3辺の長さの比が $1 : \sqrt{3} : 2$ なので、 \overrightarrow{AF} と \overrightarrow{AM} のなす角は $\frac{\pi}{3}$ で

ある。また、 $|\overrightarrow{AM}| = \sqrt{2}$, $|\overrightarrow{AN}| = \frac{2}{3} |\overrightarrow{AF}| = \frac{2}{3} \cdot 2\sqrt{2} = \frac{4\sqrt{2}}{3}$ だ

$$\text{から}, S = \frac{1}{2} \cdot \sqrt{2} \cdot \frac{4\sqrt{2}}{3} \cdot \sin \frac{\pi}{3} = \frac{2\sqrt{3}}{3}.$$

$$\begin{aligned} (4) \lim_{x \rightarrow 0} \frac{x^2}{1-\cos x} &= \lim_{x \rightarrow 0} \frac{x^2(1+\cos x)}{(1-\cos x)(1+\cos x)} = \lim_{x \rightarrow 0} \frac{x^2}{\sin^2 x}(1+\cos x) \\ &= 2. \end{aligned}$$

(5) $y' = 2e^{2x}$ だから、接線の方程式は $y = 2e^2(x-1) + e^2 = 2e^2x - e^2$ である。よって求める面積 S は、

$$S = \int_0^1 (e^{2x} - 2e^2x + e^2) dx = \left[\frac{e^{2x}}{2} - e^2x^2 + e^2x \right]_0^1 = \frac{e^2 - 1}{2}$$

2. (配点30点)

$$(1) a_2 = \sqrt{5}, a_3 = 3, a_4 = \sqrt{13}$$

(2) $a_{n+1}^2 = a_n^2 + 4$ より $c_n = a_n^2$ ($n=1, 2, 3, \dots$) とおくと、 $c_1 = 1$ より、数列 $\{c_n\}$ は初項1、公差4の等差数列である。よって $c_n = 1 + 4(n-1) = 4n - 3$ だから $a_n = \sqrt{4n-3}$.

(3) B_n の面積は a_n^4 だから、(2)より

$$\begin{aligned} S_n &= \sum_{k=1}^n (4k-3)^2 \\ &= \sum_{k=1}^n (16k^2 - 24k + 9) \\ &= 16 \sum_{k=1}^n k^2 - 24 \sum_{k=1}^n k + 9 \sum_{k=1}^n 1 \\ &= \frac{8n(n+1)(2n+1)}{3} - 12n(n+1) + 9n \\ &= \frac{n(16n^2 - 12n - 1)}{3} \end{aligned}$$

3. (配点30点)

(1)

$$p_3^{(2)} = {}_3C_2 \left(\frac{1}{6} \right)^2 \left(\frac{5}{6} \right)^1 = \frac{3 \times 5}{216} = \frac{5}{72}$$

$$p_5^{(2)} = {}_5C_2 \left(\frac{1}{6} \right)^2 \left(\frac{5}{6} \right)^3 = \frac{5 \cdot 4}{2 \cdot 1} \cdot \frac{5^3}{6^5}$$

$$p_6^{(2)} = {}_6C_2 \left(\frac{1}{6} \right)^2 \left(\frac{5}{6} \right)^4 = \frac{6 \cdot 5}{2 \cdot 1} \cdot \frac{5^4}{6^6}$$

より、

$$\frac{p_6^{(2)}}{p_5^{(2)}} = \frac{6 \cdot 5}{2 \cdot 1} \cdot \frac{5^4}{6^6} \cdot \frac{5 \cdot 4}{2 \cdot 1} \cdot \frac{6^5}{5^3} = \frac{5}{4}$$

(答) $p_3^{(2)} = \frac{5}{72}$, $\frac{p_6^{(2)}}{p_5^{(2)}} = \frac{5}{4}$.

(2)

$$p_n^{(m)} = {}_nC_m \left(\frac{1}{6} \right)^m \left(\frac{5}{6} \right)^{n-m} = \frac{n!}{m!(n-m)!} \cdot \frac{5^{n-m}}{6^n}$$

$$p_{n+1}^{(m)} = {}_{n+1}C_m \left(\frac{1}{6} \right)^m \left(\frac{5}{6} \right)^{n+1-m} = \frac{(n+1)!}{m!(n+1-m)!} \cdot \frac{5^{n+1-m}}{6^{n+1}}$$

より、

$$\begin{aligned} \frac{p_{n+1}^{(m)}}{p_n^{(m)}} &= \frac{(n+1)!}{m!(n+1-m)!} \cdot \frac{5^{n+1-m}}{6^{n+1}} \cdot \frac{m!(n-m)!}{n!} \cdot \frac{6^n}{5^{n-m}} \\ &= \frac{5(n+1)}{6(n+1-m)} \end{aligned}$$

(答) $\frac{p_{n+1}^{(m)}}{p_n^{(m)}} = \frac{5(n+1)}{6(n+1-m)}$

(3) (2)より、

$$\lim_{n \rightarrow \infty} \frac{p_{n+1}^{(k)}}{p_n^{(k)}} = \lim_{n \rightarrow \infty} \frac{5(n+1)}{6(n+1-k)} = \frac{5}{6} \lim_{n \rightarrow \infty} \frac{1 + \frac{1}{n}}{1 + \frac{1}{n} - \frac{k}{n}}$$

ここで k は $\frac{n}{2}$ を超えない最大の整数だから、 n の偶奇で場合分けする。

(i) n が偶数のとき、 $k = \frac{n}{2}$ より、

$$\lim_{n \rightarrow \infty} \frac{1 + \frac{1}{n}}{1 + \frac{1}{n} - \frac{k}{n}} = \lim_{n \rightarrow \infty} \frac{1 + \frac{1}{n}}{1 + \frac{1}{n} - \frac{1}{2}} = 2$$

(ii) n が奇数のとき, $k=\frac{n-1}{2}$ より,

$$\lim_{n \rightarrow \infty} \frac{1+\frac{1}{n}}{1+\frac{1}{n}-\frac{k}{n}} = \lim_{n \rightarrow \infty} \frac{1+\frac{1}{n}}{1+\frac{1}{n}-\frac{1}{2}+\frac{1}{2n}} = 2$$

以上より, $\lim_{n \rightarrow \infty} \frac{p_{n+1}^{(m)}}{p_n^{(m)}} = \frac{5}{6} \cdot 2 = \frac{5}{3}$

[II B]

1. (配点 40 点)

(1) [III]と同じ.

(2) [III]と同じ.

(3) [III]と同じ.

(4) $f'(x)=3ax^2+2bx+c$ と $f'(0)=4$ より $c=4$ である. $f'(-1)=0$ より $3a-2b=-4$ で, $f(-1)=5$ より, $-a+b-4+3=5$. すなわち $-a+b=6$ である. 連立一次方程式を解いて, $b=-14$, $a=8$ である. したがって, $a=8$, $b=14$, $c=4$ である.

(5) $\int_2^a (x^2+2ax+3a^2)dx = \left[\frac{1}{3}x^3+ax^2+3a^2x \right]_2^a = \frac{13a^3}{3}-\frac{8}{3}-4a-6a^2=3a-6$ を整理して, $\frac{1}{3}(13a^3-18a^2-21a+10)=0$. $13a^3-18a^2-21a+10=(a-2)(13a^2+8a-5)$. $13a^2+8a-5=0$ を解いて, $a=2$, -1 , $\frac{5}{13}$ である.

2. (配点 30 点)

[III]と同じ.

3. (配点 30 点)

(1) $x>7$ において, $y=x(x-7)$ より $y'=2x-7$.

よって, $a>2 \cdot 7 - 7 = 7$

(2) (1)より $0 < x < 7$ を考える. このとき, $y=-x(x-7)$, $y'=7-2x=1$ より $x=3$. 接点は点 $(3, 12)$ となり, 求める方程式は $y-12=x-3$ より $y=x+9$.

(3) C と ℓ の交点の x 座標 ($x \geq 7$) は, $x+9=x(x-7)$ より $x^2-8x-9=0$ を解くと $x=9$. 求める面積を 2 つに分けて,

$$\begin{aligned} S &= \int_3^7 \{(x+9)-(7x-x^2)\}dx + \int_7^9 \{(x+9)-(x^2-7x)\}dx \\ &= \left[\frac{x^3}{3} - 3x^2 + 9x \right]_3^7 + \left[-\frac{x^3}{3} + 4x^2 + 9x \right]_7^9 \\ &= \frac{116}{3} \end{aligned}$$

[解説]

[III]

1. (1) 2 項定理 $(a+b)^3 = {}_3C_0a^3 + {}_3C_1a^2b + {}_3C_2ab^2 + {}_3C_3b^3 = a^3 + 3a^2b + 3ab^2 + b^3$ または因数分解の公式 $a^3 - b^3 = (a-b)(a^2 + ab + b^2)$ を使って展開整理すると 3 次式を得るが, 定数項が 0 なので因数分解は容易である.

(2) 底の変換の公式より $\log_a 3 = \frac{\log_3 3}{\log_3 a} = \frac{1}{\log_3 a}$ である.

(3) 次のように座標を適当に入れても良い. \overrightarrow{AF} と \overrightarrow{AM} のなす角 θ は, A(0, 0, 2), B(2, 0, 2), C(2, 1, 2), D(0, 1, 2), E(0, 0, 0), F(2, 0, 0), G(2, 1, 0), H(0, 1, 0) と座標を入れて考えると, $\overrightarrow{AF}=(2, 0, -2)$, $\overrightarrow{AM}=(0, 1, -1)$ で, 内積は 2, $|\overrightarrow{AF}|=2\sqrt{2}$,

$$|\overrightarrow{AM}|=\sqrt{2} \text{ より, } \cos \theta = \frac{\overrightarrow{AF} \cdot \overrightarrow{AM}}{|\overrightarrow{AF}| |\overrightarrow{AM}|} = \frac{1}{2} \text{ から } \theta = \frac{\pi}{3} \text{ と分かる.}$$

(4) $x=0$ を代入すると分母は 0 になるため, 工夫する必要がある. 極限を求める際, 教科書に載っている公式 $\lim_{x \rightarrow 0} \frac{\sin x}{x} = 1$ より

$$\lim_{x \rightarrow 0} \frac{x}{\sin x} = 1, \lim_{x \rightarrow 0} \left(\frac{x}{\sin x} \right)^2 = 1 \text{ である.}$$

(5) 合成関数の微分法より, $(e^{2x})'=2e^{2x}$ となる. $y=e^{2x}$ のグラフは下に凸で, 接線との位置関係は容易にわかるだろう.

2. (2) 三平方の定理より, $a_n^2 + 2^2 = a_{n+1}^2$ が成り立つことに注意して, まずは数列 $\{a_n^2\}$ が公差 4 の等差数列であることに着目する.

(3) B_n の面積は $a_2^2 \times a_n^2 = a_n^4$ であることに注意. 公式 $\sum_{k=1}^n k = \frac{n(n+1)}{2}$,

$$\sum_{k=1}^n k^2 = \frac{n(n+1)(2n+1)}{6}$$

3. (1) $p_3^{(2)}$ は 3 回さいころを投げて 1 の目が 2 回出る確率だから, 3 回投げて出た目を a_1, a_2, a_3 とすると, このうち 2 つが 1 である場合の数は ${}_3C_2$ で, 1 が出る確率は $\frac{1}{6}$ で, 1 以外の目が出る確率は $\frac{5}{6}$

なので, $p_3^{(2)} = {}_3C_2 \left(\frac{1}{6}\right)^2 \frac{5}{6}$ である. 一般に n 個のものから m 個選ぶ場合の数は,

$${}_nC_m = \frac{n(n-1)(n-2)\cdots(n-m+1)}{m!}$$

である.

(3) k は $\frac{n}{2}$ を超えない整数なので, $\frac{n}{2}$ が整数ならば, それが k だが,

それは n が偶数のときである. よって,

$$k = \begin{cases} \frac{n}{2} & (n \text{ が偶数のとき}) \\ \frac{n-1}{2} & (n \text{ が奇数のとき}) \end{cases}$$

[II B]

1. (1)(2)(3) [III]と同じ.

(4) 問題に与えられている条件を書き下して, 連立一次方程式を作れば良い.

(5) 一般に 3 次方程式の解は, 解の公式はあるものの, 高校数学では習わないし, あまり実用的ではない. 高校数学で 3 次方程式を解く場合は, 簡単に因数分解できる場合もあるが, 因数定理を用いる. その際, 3 次式の定数項の約数で整数解を持っているのではないかと調べる(必ず整数解があるとは限らない). 定数項が 0 でなければ, まずは $x=\pm 1$ から代入して 0 になるか調べる.

2. [III]と同じ.

3. (3) $x < 7$ と $x \geq 7$ で場合分けして, 関数 $y=|x(x-7)|$ の絶対値をはずしてグラフを描こう.

後期日程 2 日目 (2月29日試験)

[解答例]

[III]

1. (配点 40 点)

(1) 右辺を移項して展開して整理すると

$$\begin{aligned} x(x+2)(x+4) + (x+1)(x+3)(x+5) - (x+1)(x+2)(x+6) + 3 \\ &= (x^3 + 6x^2 + 8x) + (x^3 + 9x^2 + 23x + 15) - (x^3 + 9x^2 + 20x + 12) + 3 \\ &= x^3 + 6x^2 + 11x + 6 \\ &= (x+1)(x+2)(x+3) = 0 \end{aligned}$$

となる. したがって $x=-1, -2, -3$.

(2) 与式 $= \sum_{k=0}^{12} {}_{12}C_k (x^3)^k \cdot \left(\frac{1}{x}\right)^{12-k} = \sum_{k=0}^{12} {}_{12}C_k x^{4k-12}$ となるから, $k=3$ の項が定数になる. よって定数項は

$${}_{12}C_3 = \frac{12 \cdot 11 \cdot 10}{3 \cdot 2 \cdot 1} = 220.$$

(3) 等式の値を k とすると

$$a=2^{k-3},$$

$$b=5^{k-2},$$

$$a+b=10^k$$

である. したがって

$$\frac{1}{a} + \frac{1}{b} = \frac{a+b}{ab} = \frac{10^k}{2^{k-3} \cdot 5^{k-2}} = \frac{10^k}{10^k \cdot 2^{-3} \cdot 5^{-2}} = 2^3 \cdot 5^2 = 200.$$

(4) $y' = \frac{e^x(x-2)}{x^3}$ より, 点 $(t, \frac{e^t}{t^2})$ での接線の方程式は $y = \frac{e^t(t-2)}{t^3} + \frac{e^t}{t^2}$ である. 接線が原点を通るので, $0 = -\frac{e^t(t-2)}{t^3} + \frac{e^t}{t^2}$ で, $t=3$ を得る. ゆえに, $y = \frac{e^3}{27}x$.

(5) $f'(x) = \frac{2x(x^2-3)}{1+x^2}$ より, $f'(x)=0$ を解くと, $x=0, \pm\sqrt{3}$ である.

増減表はつぎの通り.

x	…	$-\sqrt{3}$	…	0	…	$\sqrt{3}$	…
$f'(x)$	-	0	+	0	-	0	+
$f(x)$	↘	$3-8\log 2$	↗	0	↘	$3-8\log 2$	↗

グラフの概形から, $x=\pm\sqrt{3}$ のとき, 最小値 $3-8\log 2$ をとる.

2. (配点 30 点)

- (1) 数列 $\{a_n\}$ は次のようになる:

$$1, 0, 1, 0, 3, 2, 1, 0, 7, 6, 5, 4, 3, 2, 1, 0, \dots$$

したがって $a_2=0, a_3=1, a_4=0, a_5=3$.

- (2) 定義によって $a_{k+1}=k-1, a_{k+2}=k-2, \dots, a_{2k-1}=1, a_{2k}=0$ である. したがって $N=2k$.

- (3) (2)より, $n \geq 2$ のとき第 n 群は

$$0, 2^{n-1}-1, 2^{n-1}-2, \dots, 2, 1$$

という数列である. したがって

$$S_n = \sum_{k=1}^{2^{n-1}-1} k = \frac{2^{n-1}(2^{n-1}-1)}{2} = 2^{n-2}(2^{n-1}-1) = 2^{2n-3}-2^{n-2}$$

- (4) (3)より

$$\begin{aligned} \sum_{k=1}^n S_k &= 1 + \sum_{k=2}^n S_k \\ &= 1 + \sum_{k=2}^n (2^{2k-3}-2^{k-2}) \\ &= 1 + \frac{1}{2^3} \sum_{k=2}^n 4^k - \frac{1}{2^2} \sum_{k=2}^n 2^k \\ &= 1 + \frac{1}{2^3} \frac{4^2(4^{n-1}-1)}{4-1} - \frac{1}{2^2} \frac{2^2(2^{n-1}-1)}{2-1} \\ &= 1 + \frac{2}{3}(4^{n-1}-1)-(2^{n-1}-1) \\ &= \frac{2}{3}4^{n-1}-2^{n-1}+\frac{4}{3} \\ &= \frac{2X^2-3X+4}{3} \end{aligned}$$

3. (配点 30 点)

- (1) $y'=-\frac{1}{2}(1-x)^{-\frac{1}{2}}$ より, ℓ の方程式は, $y=-\frac{1}{2\sqrt{1-a}}(x-a)+$

$$\sqrt{1-a}=-\frac{1}{2\sqrt{1-a}}x+\frac{a}{2\sqrt{1-a}}+\sqrt{1-a}=-\frac{1}{2\sqrt{1-a}}x+\frac{2-a}{2\sqrt{1-a}}$$

- (2) $y=0$ のとき $0=-\frac{1}{2\sqrt{1-a}}x+\frac{2-a}{2\sqrt{1-a}}=\frac{1}{2\sqrt{1-a}}(-x+2-a)$

より, $x=2-a$.

- (3) $1-x=t$ とおくと, $\int_a^1 \sqrt{1-x} dx = -\int_{1-a}^0 t^{\frac{1}{2}} dt = -\left[\frac{2}{3}t^{\frac{3}{2}}\right]_{1-a}^0 = \frac{2}{3}(1-a)^{\frac{3}{2}}$

- (4) 底辺が $(2-a)-a=2-2a$, 高さ $\sqrt{1-a}$ の直角三角形から(3)を引けば S となる. ゆえに, $S=\frac{1}{2}(2-2a)\sqrt{1-a}-\frac{2}{3}(1-a)^{\frac{3}{2}}=\frac{1}{3}(1-a)^{\frac{3}{2}}$

- (5) 両辺微分して $f(x)=2x-4$ を得る.

II B

1. (配点 40 点)

- (1) Ⅲと同じ.

- (2) Ⅲと同じ.

- (3) Ⅲと同じ.

- (4) $f(x)=x^3-6x$ とおく. $f'(x)=3x^2-6=0$ より $x=-\sqrt{2}$ で極大値 $4\sqrt{2}$, $x=\sqrt{2}$ で極小値 $-4\sqrt{2}$ をとる. $y=f(x)$ のグラフと $y=a$ のグラフの交点を考えて, 求める範囲は $-4\sqrt{2} < a < 4\sqrt{2}$ である.

- (5) 両辺微分して $f(x)=2x-4$ を得る.

$$\int_a^x (2x-4) dt = x^2 - 4x - a^2 + 4a = x^2 - 4x + 5 - 2a$$

より, $a^2-6a+5=0$ だから, これを解いて $a=1, 5$ である.

2. (配点 30 点)

Ⅲと同じ.

3. (配点 30 点)

- (1) $\int_{-1}^3 f(t) dt = k$ とおくと $f(x)=x^3+3x^2-9x+k$ より

$$\begin{aligned} k &= \int_{-1}^3 f(t) dt = \left[\frac{1}{4}t^4 + t^3 - \frac{9}{2}t^2 + kt \right]_{-1}^3 \\ &= \frac{81}{4} + 27 - \frac{81}{2} + 3k - \left(\frac{1}{4} - 1 - \frac{9}{2} - k \right) \\ &= 4k + 12. \end{aligned}$$

したがって $4k + 12 = k$ より $k = -4$ であるから, $f(x)=x^3+3x^2-9x-4$.

- (2) $f'(x)=3x^2+6x-9=3(x^2+2x-3)=3(x+3)(x-1), f'(x)=0$ のとき $x=-3, 1$ より, 増減表はつぎのようになる.

x	…	-3	…	1	…
$f'(x)$	+	0	-	0	+
$f(x)$	↗	23	↘	-9	↗

よって, $x=-3$ のとき極大値 23, $x=1$ のとき極小値 -9 をとる.

- (3) $f(-2)=18, f(4)=72$ であるから, (2)とあわせて $x=4$ のとき最大値 72, $x=1$ のとき最小値 -9 をとる.

[解説]

Ⅲ

1. (1) 展開して整理し, 3次方程式を解く. 高校数学で3次方程式を解く場合は, 簡単に因数分解できる場合もあるが, 因数定理を用いる場合も多い. $f(x)$ を3次式とすると, $f(x)$ の定数項の約数 k で $f(k)=0$ となるか調べると良い(必ず整数解があるとは限らない). 定数項が0でなければ, まずは $x=\pm 1$ から代入して $f(1), f(-1)$ が0になるか調べる.

- (2) 2項定理

$$(a+b)^n = {}_n C_0 a^n + {}_n C_1 a^{n-1} b + {}_n C_2 a^{n-2} b^2 + \dots + {}_n C_k a^{n-k} b^k + \dots + {}_n C_n b^n$$

において, $a^{n-k} b^k$ の係数が組合せの総数 ${}_n C_k$ である理由は

$$(a+b)^n = (a+b)(a+b)(a+b) \cdots (a+b)$$

を展開するとき, n 個の因数 $(a+b)$ から a または b のどちらかを選んで掛け合わせることで次数 n の単項式を作るが, そのとき $a^{n-k} b^k$ という単項式は n 個の $(a+b)$ から k 個の b を選んだ場合の数である ${}_n C_k$ 個できるからである(残りの $n-k$ 個からは a を選ぶ). なお, ${}_n C_k = \frac{n(n-1)(n-2) \cdots (n-k+1)}{k!}$ で, ${}_n C_0 = 1$ である.

- (3) まずは, 等式 $3 + \log_2 a = 2 + \log_{10} b = \log_{10}(ab)$ で表される量を k とおけるかどうか. これができれば, $a, b, a+b$ を k を用いて $a=2^{k-3}, b=5^{k-2}, a+b=10^k$ と表せる. $x^m y^m = (xy)^m$ だから,

$$ab = 2^{k-3} 5^{k-2} = 5 \cdot 2^{k-3} 5^{k-3} = 5 \cdot 10^{k-3} = \frac{5}{10^3} 10^k$$

- (4) 商の微分法

$$\left(\frac{f(x)}{g(x)} \right)' = \frac{f'(x)g(x) - f(x)g'(x)}{g(x)^2}$$

より, $\left(\frac{e^x}{x^2} \right)' = \frac{(e^x)' x^2 - e^x (x^2)'}{x^4}$ である.

- (5) 合成関数の微分法より, $u=x^2+1$ とおくと,

$$(\log(u^2+1))' = (\log u)' \cdot u' = \frac{1}{u} \cdot 2x = \frac{2x}{x^2+1}$$

である.

2. (1) $a_1=1 \neq 0$ だから, 定義に従って, $a_2=a_1-1=0$ である. $a_2=0$ だから, 定義に従って, $a_3=2-1=1$ である. $a_3=1 \neq 0$ だから, 定義

に従って、 $a_4=a_3-1=1-1=0$ である。 $a_4=0$ だから、定義に従つて、 $a_5=4-1=3$ である。

- (2) $a_k=0$ ならば、定義に従つて、 $a_{k+1}=k-1\neq 0$ である。よって、 $a_{k+2}=a_{k+1}-1=k-2$ である。これで $a_k, a_{k+1}, a_{k+2}, \dots$ のパターンが分かる。

(4) (3)で求めた S_n は $n\geq 2$ の場合なので、 $\sum_{k=1}^n S_k = S_1 + \sum_{k=2}^n S_k$ とする。

3. (1) 合成関数の微分法より、 $u=1-x$ とおくと、

$$(\sqrt{1-x})' = (\sqrt{u})' \cdot u' = \left(u^{\frac{1}{2}}\right)' \cdot u' = \frac{1}{2} u^{-\frac{1}{2}} \cdot (-x) = \frac{-x}{2\sqrt{1-x}}$$

である。

- (4) C と ℓ のグラフを描いて囲まれた図形を正しく把握する。 C は上に凸の曲線で、 $y=\sqrt{x}$ のグラフを知っていれば概形は容易に描ける。

Ⅱ B

1. (1)(2)(3) Ⅲと同じ。

- (4) 「方程式の実数解の個数」として標準的な問題である。曲線 $y=x^3-6x$ と直線 $y=a$ の交点（共有点）が $x^3-6x-a=0$ の実数解の個数なので、3次関数 $y=x^3-6x$ のグラフを描いて考察する。

- (5) 微分と積分の関係

$$\frac{d}{dx} \int_a^x f(t) dt = f(x)$$

（ただし、 a は定数）を用いる。

2. Ⅲと同じ。

3. (1), (2)は標準的である。(3) (2)で求めた極大値・極小値が必ずしも最大値・最小値と限らないので、 $f(-2), f(4)$ の値も計算してグラフの概形を描いてみて、最大値・最小値を決める。

【出題者から】

後期入試1日目、2日目ともに問1の(3)があまりできていませんでした。空間図形や対数が苦手な人は多めに練習しておきましょう。また3次方程式の問題では因数分解ができていない人が多かったです。因数定理の使い方を練習しておきましょう。また、組合せの総数 nC_k の計算など、基本的な計算はしっかりできるように練習しましょう。総和記号 Σ を使うときは、1から n まで k を動かして $f(k)$ を足していく、つまり $f(1)+f(2)+\dots+f(n)$ とするので、 $\sum_{k=1}^n f(n)$ と書いてはいけません。次に必ず括弧をつけて、 $\sum_{k=1}^n (9k-3k^2+4)$ と書きましょう。括弧がないと、 $\sum_{k=1}^n 9k-3k^2+4$ は $\sum_{k=1}^n (9k-3k^2+4)$ と $\sum_{k=1}^n (9k-3k^2)+4$ のどちらかがわからないし、他の例では、 $n=1, 2, 3, \dots$ に対して、 -2^n と $(-2)^n$ は違うものであることがわからないからです。

工学部第二部（3月3日試験）

【解答例】

1. (配点25点)

- (1) (数I:2次関数) 前半の条件より $y=a(x-1)^2+5$ とおける。後半の条件より $-1=a(-1-1)^2+5$ 。これを解いて $a=-\frac{3}{2}$ を得る。

$$\text{したがって、 } y=-\frac{3}{2}(x-1)^2+5=-\frac{3}{2}x^2+3x+\frac{7}{2}.$$

$$\text{ゆえに } a=-\frac{3}{2}, b=3, c=\frac{7}{2}.$$

- (2) (数I:数と式) $x\geq 0$ のとき、与式は $x-2x=7, x=-7$ 。これは不適。

一方、 $x<0$ のとき、与式は $-x-2x=7$ となって、解 $x=-\frac{7}{3}$ を得る。

- (3) (数I:三角比) $\cos^2 \theta=1-\sin^2 \theta$ を使って方程式を整理すると、

$$2\sin^2 \theta+11\sin \theta-6=0, \text{ すなわち, } (2\sin \theta-1)(\sin \theta+6)=0.$$

ゆえに、 $\sin \theta=\frac{1}{2}$ であるから $\theta=30^\circ, 150^\circ$ 。

- (4) (数A:整数の性質) 素因数分解 $756=2^2 \times 3^3 \times 7$ より $n=2 \times 7^2$ が求めるもの、すなわち $n=98$ 。
- (5) (数A:場合の数と確率) 合計10個であるから、3個の球の取り出し方は ${}_{10}C_3$ 通り。そのうち、3つとも白球は ${}_5C_3$ 通り、3つとも赤球は ${}_4C_3$ 通り、3つとも青球は起こりえない。したがって、求める確率は $\frac{{}_5C_3+{}_4C_3}{{}_{10}C_3}=\frac{10+4}{120}=\frac{7}{60}$ である。

2. (配点25点)

- (1) (数II:図形と方程式) 与式は $x^2+(y+2)^2=4$ と書き換えられる。これより、中心の座標は $(0, -2)$ 、半径は $\sqrt{4}=2$ 。

- (2) (数II:指數) $(\sqrt[4]{9} \div \sqrt[5]{27})^{20}=\left((3^2)^{\frac{1}{4}} \div (3^3)^{\frac{1}{5}}\right)^{20}=(3^{\frac{1}{2}} \div 3^{\frac{3}{5}})^{20}=\left(3^{\frac{1}{2}-\frac{3}{5}}\right)^{20}=3^{10-12}=\frac{1}{9}$.

- (3) (数II:三角関数) まず、 $r=\sqrt{(3\sqrt{2})^2+(\sqrt{6})^2}=\sqrt{24}=2\sqrt{6}$ である。そこで、 $3\sqrt{2}\sin \theta+\sqrt{6}\cos \theta=2\sqrt{6}\left(\sin \theta \cdot \frac{\sqrt{3}}{2}+\cos \theta \cdot \frac{1}{2}\right)$ と式変形することより、 α は $\cos \alpha=\frac{\sqrt{3}}{2}, \sin \alpha=\frac{1}{2}$ を満たすものと分かる。ゆえに $\alpha=\frac{\pi}{6}$ 。

- (4) (数II:対数) (与式) $=\frac{1}{2}\log_7(2 \cdot 7)-\log_7(7^2 \cdot 2^{\frac{1}{2}})=\frac{1}{2}(\log_7 2+1)-(2+\frac{1}{2}\log_7 2)=-\frac{3}{2}$.

- (5) (数II:微積) $f'(x)=3x^2-6=3(x^2-2)$ より、増減表は次のようになる。

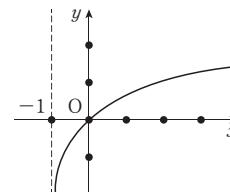
x	…	$-\sqrt{2}$	…	$\sqrt{2}$	…
$f'(x)$	+	0	-	0	+
$f(x)$	↗	$f(-\sqrt{2})$	↘	$f(\sqrt{2})$	↗

よって、極大値 $f(-\sqrt{2})=4\sqrt{2}+1$ 。

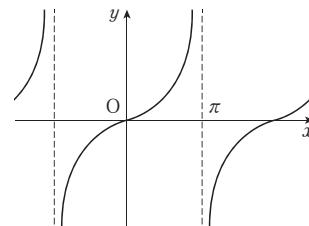
3. (配点15点)

(数II:対数関数、三角関数、不等式の表す領域) グラフ、領域は次の通り。

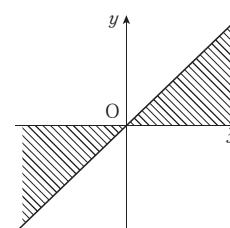
(1)



(2)



(3)



4. (配点 15 点)

(数 B ; ベクトル)

$$(1) \overrightarrow{OP} = \frac{1}{5}\overrightarrow{OA} + 4\overrightarrow{OM} = \frac{1}{5}\left(\overrightarrow{OA} + 4 \cdot \frac{1}{2}\overrightarrow{OB}\right) = \frac{1}{5}(\overrightarrow{OA} + 2\overrightarrow{OB}).$$

$$(2) |\overrightarrow{AB}|^2 = 3 \text{ より}, |\overrightarrow{OB} - \overrightarrow{OA}|^2 = 3. \text{ ゆえに } |\overrightarrow{OB}|^2 - 2\overrightarrow{OB} \cdot \overrightarrow{OA} + |\overrightarrow{OA}|^2 = 3. \text{ よって } 2^2 - 2\overrightarrow{OA} \cdot \overrightarrow{OB} + 3^2 = 3. \text{ したがって, } \overrightarrow{OA} \cdot \overrightarrow{OB} = 5. \text{ また, この結果と(1)の答より } |\overrightarrow{OP}|^2 = \frac{1}{25}(|\overrightarrow{OA}|^2 + 4\overrightarrow{OA} \cdot \overrightarrow{OB} + 4|\overrightarrow{OB}|^2) = \frac{1}{25}(3^2 + 4 \cdot 5 + 4 \cdot 2^2) = \frac{45}{25} = \frac{9}{5}. \text{ したがって, 線分 OP の長さは } \frac{3\sqrt{5}}{5} \text{ である.}$$

5. (配点 20 点)

(数 II ; 微積)

$$(1) l \text{ と } m \text{ が直交することから } m \text{ の傾きは } -1 \text{ である. したがって } m : y - 2 = -(x - 1), \text{ ゆえに } m : y = -x + 3.$$

(2) P は C 上の点だから $2 = a + b - ①$ また, 接線の傾きに着目して

$$2a \times 1^2 = 1 \text{ ゆえ } a = \frac{1}{2} \quad ② \text{ よって } ①, ② \text{ より } a = \frac{1}{2}, b = \frac{3}{2}.$$

$$(3) m \text{ と } C \text{ の交点の } x \text{ 座標は } -x + 3 = \frac{1}{2}x^2 + \frac{3}{2} \text{ を解いて, } x = -3. \text{ 1. よって, } Q(-3, 6).$$

(4) 面積は

$$\int_{-3}^1 \left[(-x + 3) - \left(\frac{1}{2}x^2 + \frac{3}{2} \right) \right] dx = \int_{-3}^1 \left(-\frac{1}{2}x^2 - x + \frac{3}{2} \right) dx \\ = \left[-\frac{1}{6}x^3 - \frac{1}{2}x^2 + \frac{3}{2}x \right]_{-3}^1 = -\frac{1}{6}(1+27) - \frac{1}{2}(1-9) + \frac{3}{2}(1+3) \\ = \frac{16}{3}.$$

[解説]

いずれも教科書や問題集で見たことがあるような問題かと思います。出題範囲について、教科書にある例題や練習問題を確実に解けることを目指すとよいでしょう。

1. (1) 2 次関数のグラフ（頂点、軸など）をしっかり理解しましょう。
 - (2) 絶対値の取り扱いに習熟しましょう。
 - (3) 3 角関数は公式など覚えることが多いように感じるかもしれません、基本的なものから着実に頭に入れておきましょう。
 - (4) 問題を解くカギ（この問題では素因数分解）に気づく力を養いましょう。
 - (5) 確率の問題では事象の数え忘れなどに注意しましょう。
2. (1) 円の方程式をしっかり理解しましょう。
 - (2) 指数計算に習熟しましょう。
 - (3) 3 角関数の合成は重要事項です。着実に身に着けておきましょう。
 - (4) 対数計算に習熟しましょう。
 - (5) 極大・極小の問題を確実に解くには増減表を書くことが必要です。
3. 三角関数や指数関数・対数関数は大学の授業でも頻繁に登場します。高校で習う範囲についてしっかりと身に着けておきましょう。
4. ベクトルは大学の授業でも頻繁に登場します。高校で習う範囲についてしっかりと身に着けておきましょう。
5. 微分積分は大学の授業でも頻繁に登場します。高校で習う範囲についてしっかりと身に着けておきましょう。

物理

前期日程 1 日目 (2 月 1 日試験)

[解答例]

1. (配点 36 点)

(i)

$$(A) \text{ 正解: } 3. \frac{Mv_0^2}{2(m+M)g}$$

求める高さを h 、そのときの P と Q の速さを v とすると、運動量保存則と力学的エネルギー保存則

$$Mv_0 = (m+M)v$$

$$\frac{1}{2}Mv_0^2 = \frac{1}{2}(m+M)v^2 + mgh$$

より

$$h = \frac{Mv_0^2}{2g(m+M)}$$

となる。

$$(B) \text{ 正解: } 5. \frac{M-m}{M+m}v_0$$

初速 v_0 の向きを正として、P の速度を v_P 、Q の速度を v_Q とすると運動量保存則 $Mv_0 = Mv_P + mv_Q$ より

$$v_Q = \frac{M}{m}(v_0 - v_P)$$

となり、それを力学的エネルギー保存則

$$\frac{1}{2}Mv_0^2 = \frac{1}{2}Mv_P^2 + \frac{1}{2}mv_Q^2$$

に代入すると

$$\frac{1}{2}M(v_0^2 - v_P^2) = \frac{M^2}{2m}(v_0 - v_P)^2$$

となる。両辺を $v_0 - v_P$ で割って整理すると

$$v_P = \frac{M-m}{M+m}v_0$$

となる。

(ii)

$$(C) \text{ 正解: } 1. \frac{1}{4}$$

巻数の比が電圧の実効値の比となるので $N_1 : N_2 = 100 \text{ V} : 400 \text{ V}$ より

$$\frac{N_1}{N_2} = \frac{1}{4}$$

となる。

$$(D) \text{ 正解: } 4. 16 \text{ A}$$

消費される電力が 1 次コイルと 2 次コイルで等しくなる。2 次コイルで消費される電力は

$$\frac{V^2}{R} = \frac{400^2}{100} = 1600 \text{ W}$$

であり、求める電流の実効値を I とすると $100 \times I = 1600 \text{ W}$ より、 $I = 16 \text{ A}$ となる。

(iii)

$$(E) \text{ 正解: } 2. \frac{1}{4}(3p_A + p_B)$$

温度を T 、気体定数を R 、最初に容器 A、B、C に入っている気体の物質量をそれぞれ n_A 、 n_B 、 n_C とすると、状態方程式より

$$n_A = \frac{3p_A V}{RT}, n_B = \frac{p_B V}{RT}, n_C = \frac{2p_C V}{RT}$$

である。P を開けてじゅうぶん時間が経過すると、 $3V + V = 4V$ の体積に $n_A + n_B$ の物質量の気体が入って容器 A と B の圧力が一定となるので、求める圧力を p'_B とすると

$$p'_B = \frac{\left(\frac{3p_A V}{RT} + \frac{p_B V}{RT}\right)RT}{4V} = \frac{1}{4}(3p_A + p_B)$$

となる。

$$(F) \text{ 正解: } 5. \frac{1}{12}(3p_A + p_B) + \frac{2}{3}p_C$$

(E)の状態でPを閉じると、容器Bに入っている気体の物質量 n'_B は

$$n'_B = \frac{\frac{1}{4}(3p_A + p_B)V}{RT}$$

である。Pを閉めてからQを開けると $n'_B + n_C$ の物質量の気体が体積 $V+2V=3V$ を占めるので、

求める圧力は

$$\begin{aligned} & \left[\frac{\frac{1}{4}(3p_A + p_B)V}{RT} + \frac{2p_C V}{RT} \right] RT \\ & = \frac{1}{12}(3p_A + p_B) + \frac{2}{3}p_C \end{aligned}$$

となる。

2. (配点24点)

(A) 正解 : 1. $\frac{E}{3R}$

スイッチを閉じた直後は帶電していないコンデンサーは導線とみなすことができ、合成抵抗 $R+2R$ に電圧 E がかかるので、求める電流は

$$\frac{E}{2R+R} = \frac{E}{3R}$$

となる。

(B) 正解 : 4. $C_1 E$

コンデンサー1には電圧 E がかかるので、求める電気量は $C_1 E$ となる。

(C) 正解 : 3. $\frac{C_1+2C_2}{C_1+C_2} C_1 E$

コンデンサー1と2に蓄えられる電気量をそれぞれ Q_1, Q_2 とすると、コンデンサー1と2にかかる電圧は電池の起電力 $2E$ と等しいので

$\frac{Q_1}{C_1} + \frac{Q_2}{C_2} = 2E$ となる。また(B)の状態でコンデンサー1と2の間には $-C_1 E$ の電気量が蓄えられているので、電荷量保存の式 $-Q_1 + Q_2 = -C_1 E$ が成り立つ。これらの式を解くと

$$Q_1 = \frac{C_1+2C_2}{C_1+C_2} C_1 E$$

となる。

(D) 正解 : 2. $\frac{C_1 C_2}{(C_1+2C_2)^2}$

コンデンサー1に蓄えられている静電エネルギーを U_1 とすると、(C)で求めた Q_1 を使うと

$$U_1 = \frac{Q_1^2}{2C_1} = \frac{C_1(C_1+2C_2)^2 E^2}{2(C_1+C_2)^2}$$

となる。(C)で $Q_2 = \frac{C_1 C_2 E}{C_1+2C_2}$ となるので、コンデンサー2に蓄えられている静電エネルギーを U_2 とすると

$$U_2 = \frac{Q_2^2}{2C_2} = \frac{C_1^2 C_2 E^2}{2(C_1+C_2)^2}$$

となる。よって求める値は

$$\frac{U_2}{U_1} = \frac{C_1 C_2}{(C_1+2C_2)^2}$$

倍となる。

3. (配点40点)

(A) 正解 : $2\sqrt{gh}$

Qの質量を m 、衝突する直前の速さを v とすると、力学的エネルギー保存則

$$\frac{1}{2}mv^2 = mg \times 2h$$

より $v=2\sqrt{gh}$ である。床と弾性衝突すると速さは同じで向きが変わるので、求める速さは $2\sqrt{gh}$ となる。

(B) 正解 : $\frac{1}{4}\sqrt{\frac{h}{g}}$

Qが床と衝突したとき、Pは床から高さ h の位置にいて、(A)と同じ速さで下向きに落下している。求める時間を t とすると、Qが床と衝突

して t 後のPとQのそれぞれの床からの高さ y_P, y_Q は

$$y_P = -\frac{1}{2}gt^2 - 2\sqrt{gh}t + h$$

$$y_Q = -\frac{1}{2}gt^2 + 2\sqrt{gh}t$$

であり、衝突するときは同じ高さとなるので、 $y_P=y_Q$ から

$$t = \frac{h}{4\sqrt{gh}} = \frac{1}{4}\sqrt{\frac{h}{g}}$$

となる。

(C) 正解 : $\frac{15}{32}h$

(B)で求めた t を(B)の y_P または y_Q の式に入れると

$$y_P = y_Q = \frac{15}{32}h$$

となる。

(D) 正解 : Pの速さ : $\frac{9}{4}\sqrt{gh}$, Qの速さ : $\frac{7}{4}\sqrt{gh}$

Qが床と衝突して t 後のPとQの速度を v_P, v_Q とすると、上向きを正として $v_P = -gt - 2\sqrt{gh}, v_Q = -gt + 2\sqrt{gh}$ となる。求める値は(B)で求めた t のときの値なので、それを代入すると

$$v_P = -\frac{9}{4}\sqrt{gh}, v_Q = \frac{7}{4}\sqrt{gh}$$

となり、求めるPとQの速さは絶対値をとったものとなる。

前期日程2日目 (2月2日試験)

[解答例]

1. (配点36点)

(i)

(A) 正解 : 1. $\frac{\sin \beta}{\sin \alpha}$ 倍

Pの質量を m_P 、Qの質量を m_Q とすると、点Oに加わる力の水平方向のつり合いの式 $m_P g \sin \alpha = m_Q g \sin \beta$ から

$$\frac{m_P}{m_Q} = \frac{\sin \beta}{\sin \alpha}$$

倍となる。

(B) 正解 : 2. $\frac{\sin \alpha}{\sin(\alpha+\beta)}$ 倍

点Oに加わる力の鉛直方向のつり合いの式は、Wの質量を m_W とすると、 $m_P g \cos \alpha + m_Q g \cos \beta = m_W g$ であり、(A)の $m_P = \frac{\sin \beta}{\sin \alpha} m_Q$ を代入すると

$$\frac{m_Q}{m_W} = \frac{\sin \alpha}{\sin \alpha \cos \beta + \sin \beta \cos \alpha} = \frac{\sin \alpha}{\sin(\alpha+\beta)}$$

倍となる。

(ii)

(C) 正解 : 5. $\frac{4E}{2r+R}$

可変抵抗を図の右から左の向きに流れる電流を I_r 、抵抗Aを図の上から下の向きに流れる電流を I_A とする。図の左半分、右半分の回路にキルヒホッフの法則を使うと $E = -RI_A + rI_r, 2E = R(I_r + I_A) + RI_A$ となり、これらの式から

$$I_r = \frac{4E}{2r+R}$$

となる。

(D) 正解 : 2. $\frac{R}{2}$

(C)の式から

$$I_A = \frac{(2r-R)E}{(2r+R)R}$$

となる。これが0になるためには $2r-R=0$ であり

$$r = \frac{R}{2}$$

となる。

(iii)

(E) 正解: 4. 4 : 1 MeV

減少した質量 Δm と放出されるエネルギー E との間には、光速を c とすると $E=\Delta mc^2$ の関係があるので、求めるエネルギーは $7.2 \times 10^{-30} \times (3.0 \times 10^8)^2$ J である。これを電気素量で割ると eV の単位になるので

$$\frac{7.2 \times 10^{-30} \times (3.0 \times 10^8)^2}{1.6 \times 10^{-19}} \div 4.1 \times 10^6 \text{ eV} \\ = 4.1 \text{ MeV}$$

となる。

(F) 正解: 3. 83%

最初に N_0 個あった不安定な原子核の t 後の数 N 個は、半減期を T とすると $N=N_0\left(\frac{1}{2}\right)^{\frac{t}{T}}$ となる。

崩壊した割合は

$$1 - \frac{N}{N_0} = 1 - \left(\frac{1}{2}\right)^{\frac{30}{12}} = 1 - \left(\frac{1}{2}\right)^{\frac{5}{2}} \\ = 1 - \frac{1}{4\sqrt{2}} = \frac{8 - \sqrt{2}}{8} \div 0.83$$

であり、%で表すと 83%となる。

2. (配点 24 点)

(A) 正解: 2. qvB ローレンツ力の式より qvB となる。(B) 正解: 4. $\frac{4mv}{3qR}$

荷電粒子は(A)の力を向心力とする等速円運動を行う。検出器 D の右端に衝突するときは半径

$$\frac{\frac{R}{2} + R}{2} = \frac{3R}{4}$$

の等速円運動となるので

$$qvB = \frac{mv^2}{\frac{3R}{4}}$$

より

$$B = \frac{4mv}{3qR}$$

となる。

(C) 正解: 3. $\sqrt{\frac{2qV}{m}}$ 加速されて荷電粒子が得るエネルギーは qV で、これが運動エネルギーとなるので $qV = \frac{1}{2}mv^2$ より

$$v = \sqrt{\frac{2qV}{m}}$$

となる。

(D) 正解: 1. $\frac{32V}{9B^2R^2} < \frac{q}{m} < \frac{32V}{B^2R^2}$ 検出器 D に到達できるのは等速円運動の半径が $\frac{\frac{R}{2} + R}{2} = \frac{3R}{4}$ から $\frac{\frac{R}{2} + R}{2} = \frac{3R}{4}$ のときである。半径が r のとき、 $qvB = \frac{mv^2}{r}$ であり、(C)の v を使うと

$$\frac{q}{m} = \frac{2V}{B^2r^2}$$

の関係が得られる。 $r = \frac{R}{4}$ のとき $\frac{q}{m} = \frac{32V}{B^2R^2}$ 、 $r = \frac{3R}{4}$ のとき $\frac{q}{m} = \frac{32V}{9B^2R^2}$ となるので、求める範囲は

$$\frac{32V}{9B^2R^2} < \frac{q}{m} < \frac{32V}{B^2R^2}$$

となる。

3. (配点 40 点)

(A) 正解: $mg - F \sin \theta$ 求める垂直抗力の大きさを N とすると、小物体に加わる鉛直方向の力のつり合いの式 $N + F \sin \theta = mg$ より、 $N = mg - F \sin \theta$ となる。(B) 正解: $\frac{F \cos \theta - \mu(mg - F \sin \theta)}{m}$ 小物体には左向きに大きさ $\mu N = \mu(mg - F \sin \theta)$ の動摩擦力が加わるので、求める加速度の大きさを a_m とすると小物体についての水平方向の運動方程式 $ma_m = F \cos \theta - \mu(mg - F \sin \theta)$ より

$$a_m = \frac{F \cos \theta - \mu(mg - F \sin \theta)}{m}$$

となる。

(C) 正解: $\sqrt{\frac{2ML}{\mu(mg - F \sin \theta)}}$ 小物体に加わる動摩擦力と同じ大きさで右向きの動摩擦力が台に加わる。台の加速度の大きさを a_M とすると、台についての水平方向の運動方程式 $Ma_M = \mu(mg - F \sin \theta)$ より

$$a_M = \frac{\mu(mg - F \sin \theta)}{M}$$

となる。求める時間を t とすると、 $\frac{1}{2}a_M t^2 = L$ より

$$t = \sqrt{\frac{2ML}{\mu(mg - F \sin \theta)}}$$

となる。

(D) 正解: $\mu L(mg - F \sin \theta)$ 距離 L 移動した直後の台の速さを v とすると、(C)の a_M を使って

$$v = a_M t = \sqrt{\frac{2\mu L(mg - F \sin \theta)}{M}}$$

となる。求める運動エネルギーは

$$\frac{1}{2}Mv^2 = \mu L(mg - F \sin \theta)$$

となる。

また動摩擦力は $\mu(mg - F \sin \theta) \times L$ の仕事を台に対して行うので、その仕事が台の運動エネルギーの変化量と等しいことから同じ結果が得られる。

前期日程 3 日目 (2 月 3 日試験)

[解答例]

1. (配点 36 点)

(i)

(A) 正解: 3. $\frac{\sqrt{3}mg}{3}$ 求める力の大きさを N_P 、P と P の右下の円柱との間の垂直抗力の大きさを F_P とすると、P に加わる力の水平方向のつり合いの式 $N_P = F_P \cos 60^\circ$ と、鉛直方向のつり合いの式 $mg = F_P \sin 60^\circ$ から

$$N_P = \frac{mg}{\sqrt{3}} = \frac{\sqrt{3}mg}{3}$$

となる。

(B) 正解: 5. $\frac{5}{2}mg$ 求める力の大きさを N_Q 、P の右下の円柱と Q との間の垂直抗力の大きさを F_Q 、P の右下の円柱と Q の左の円柱との間の垂直抗力の大きさを f とすると、P の右下の円柱に加わる力の水平、鉛直方向のつり合いの式

$$F_P \cos 60^\circ + f \cos 60^\circ = F_Q \cos 60^\circ$$

$$F_P \sin 60^\circ + mg = f \sin 60^\circ + F_Q \sin 60^\circ$$

から $f = \frac{mg}{\sqrt{3}}$ と $F_Q = \frac{3mg}{\sqrt{3}}$ が得られ、Q に加わる力の鉛直方向のつり合いの式 $N_Q = F_Q \sin 60^\circ + mg$ に F_Q を入れると

$$N_Q = \frac{5mg}{2}$$

となる。

(ii)

(C) 正解: 5. $\frac{(\varepsilon + \varepsilon_0)a^2 E}{2d}$

平行板コンデンサーの真空部分の電気容量は

$$\varepsilon_0 \frac{a \times \frac{a}{2}}{d} = \varepsilon_0 \frac{a^2}{2d}$$

で、誘電体が差し込まれた部分の電気容量は

$$\varepsilon \frac{a \times \frac{a}{2}}{d} = \varepsilon \frac{a^2}{2d}$$

であり、それらの並列接続なので合成容量は $(\varepsilon + \varepsilon_0) \frac{a^2}{2d}$ である。求める電気量はこの合成容量に電圧 E をかけた

$$(\varepsilon + \varepsilon_0) \frac{a^2 E}{2d}$$

となる。

(D) 正解: 3. $\frac{(\varepsilon^2 - \varepsilon_0^2)a^2 E^2}{8\varepsilon_0 d}$

誘電体を全て引き抜くとコンデンサーの電気容量は $\varepsilon_0 \frac{a^2}{d}$ となり、

コンデンサーに蓄えられている電気量は(C)の値と変わらない。引き抜くのに必要な仕事は誘電体を引き抜く前後のコンデンサーに蓄えられている静電エネルギーの変化に等しい。よって求める仕事は

$$\begin{aligned} & \frac{1}{2} \frac{\left\{ (\varepsilon + \varepsilon_0) \frac{a^2 E}{2d} \right\}^2}{\varepsilon_0 \frac{a^2}{d}} - \frac{1}{2} \frac{\left\{ (\varepsilon + \varepsilon_0) \frac{a^2 E}{2d} \right\}^2}{(\varepsilon + \varepsilon_0) \frac{a^2}{2d}} \\ &= \frac{(\varepsilon^2 - \varepsilon_0^2)a^2 E^2}{8\varepsilon_0 d} \end{aligned}$$

となる。

(iii)

(E) 正解: 2. $\frac{V+v_0}{V-v_0} f$

壁から見ると音源が v_0 の速さで近づいてくるので、ドップラー効果の式より壁が受け取る音の振動数を f' とすると、 $f' = \frac{V}{V-v_0} f$ となる。この音を壁はそのまま反射し、観測者は v_0 の速さで近づきながら聞くので、求める振動数は

$$\frac{V+v_0}{V} f' = \frac{V+v_0}{V-v_0} f$$

となる。

(F) 正解: 4. $\frac{(V+v_w)(V+v_0)}{(V-v_0)(V-v_w)} f$

v_0 の速さで近づいてくる音源の音を壁は v_w の速さで近づきながら受け取るので、壁が受け取る音の振動数を f'' とすると、 $f'' = \frac{V+v_w}{V-v_0} f$ となる。この音を v_w の速さで観測者に近づきながら発し、観測者は v_0 の速さで近づきながら聞くので、求める振動数は

$$\frac{V+v_0}{V-v_w} f'' = \frac{(V+v_w)(V+v_0)}{(V-v_0)(V-v_w)} f$$

となる。

2. (配点 24 点)

(A) 正解: 1. $\frac{a^2 \omega \Delta t}{2}$

Δt の間に回転する角度は $\omega \Delta t$ であり、その角度を持つ扇形の面積が求める変化量であり

$$\frac{1}{2} a^2 \omega \Delta t$$

となる。

(B) 正解: 1. $\frac{Ba^2 \omega}{2}$

扇形 OAP を貫く磁束の時間 Δt での変化量を $\Delta\Phi$ とすると、 $\Delta\Phi = B \times \frac{a^2 \omega \Delta t}{2}$ であり、求める起電力の大きさは

$$\frac{\Delta\Phi}{\Delta t} = \frac{Ba^2 \omega}{2}$$

となる。

(C) 正解: 4. $\frac{Ba^2 \omega}{2R}$

オームの法則より求める電流は(B)の起電力を抵抗値 R で割った

$$\frac{Ba^2 \omega}{2R}$$

となる。

(D) 正解: 2. $\frac{B^2 a^4 \omega^2}{4R}$

抵抗で生じる単位時間あたりのジュール熱と同じ仕事率の仕事を導体棒に加えれば一定の角速度で回転させられる。単位時間あたり抵抗で発生するジュール熱は

$$R \times \left(\frac{Ba^2 \omega}{2R} \right)^2 = \frac{B^2 a^4 \omega^2}{4R}$$

であり、これが求める値となる。

3. (配点 40 点)

(A) 正解: $\frac{v_0^2}{2g}$

求める高さを h とすると、水平面 1 を位置エネルギーの基準とした力学的エネルギー保存則

$$2m \times g \times h = \frac{1}{2} \times 2m \times v_0^2$$

より

$$h = \frac{v_0^2}{2g}$$

となる。

(B) 正解: P : $\frac{1}{3} v_0$, Q : $\frac{4}{3} v_0$

初速 v_0 の向きを正として、衝突直後の P と Q の速度をそれぞれ v_P , v_Q とすると、運動量保存則 $2mv_0 = 2mv_P + mv_Q$ と反発係数の式

$$1 = -\frac{v_Q - v_P}{0 - v_0} \text{ より}$$

$$v_P = \frac{1}{3} v_0, v_Q = \frac{4}{3} v_0$$

となる。それぞれ正の値なので、これが速さである。

(C) 正解: $\frac{4m}{3(m+M)} v_0$

Q と板が同じ速さになるので求める速さを V とすると、運動量保存則

$$m \times \frac{4}{3} v_0 = (m+M)V$$

より

$$V = \frac{4mv_0}{3(m+M)}$$

となる。

(D) 正解: $\frac{8Mv_0^2}{9gL(m+M)}$

求める動摩擦係数を μ とすると、Q に加わる動摩擦力の大きさは Q に加わる垂直抗力 mg の μ 倍の μmg である。また板に対しても同じ大きさで反対向きの動摩擦力が加わる。水平面 2 に対する Q と板の加速度をそれぞれ a_Q , a_M とすると、Q の水平方向の運動方程式 $ma_Q = -\mu mg$, 板の水平方向の運動方程式 $Ma_M = \mu mg$ より、

$a_Q = -\mu g$, $a_M = \frac{\mu mg}{M}$ が得られる。板に対する Q の加速度は $a_Q - a_M = -\frac{\mu g(m+M)}{M}$ で、(B)の v_0 の速さから板に対して止まるまでに L 進むので等加速度運動の式 $0^2 - v_Q^2 = 2(a_Q - a_M)L$ より

$$\mu = \frac{8Mv_0^2}{9gL(m+M)}$$

となる。

また動摩擦力が行う全体の仕事 $-\mu mgL$ が Q と板の運動エネルギーの変化量

$$\frac{1}{2}(m+M) \left\{ \frac{4mv_0}{3(m+M)} \right\}^2 - \frac{1}{2}m \left(\frac{4}{3}v_0 \right)^2$$

と等しいという式からも μ を求めることができる。

動摩擦力は Q と板の両方に仕事を行うが、 Q が板に対して止まるまでに Q が x_0 、板が x_M 動くとすると、動摩擦力は Q に $-\mu mgx_0$ 、板に μmgx_M の仕事を行うので、全体の仕事は $-\mu mg(x_0 - x_M) = -\mu mgL$ となる。

[出題者から]

(1) 出題のねらい

問題1は全分野からの出題で解答群からの選択式であり、基礎的な知識・理解を判断するというねらいがあります。問題2は電磁気学分野を中心とした解答群からの選択式であり、基礎的な理解・知識に加えて応用力を判断する場合もあります。問題3は力学分野を中心にした記述式となっていて、基礎的な知識・理解や応用力さらに理解の深さを判断するねらいがあります。

(2) ここがポイント

どの問題も教科書の章末問題のレベルを大きく超えることはありません。教科書に記されている法則やそれを表現する式を暗記して当てはめるだけではなく、物理的な考え方をしっかりと理解することが大切です。

(3) こんなミスが目立った

・1日目問3(B)

床との衝突後からの時間ではなく、最初の静止した状態からの時間を求めている人がいました。問題をよく読んで正しい値を計算しましょう。また途中まで式があっているにもかかわらず、ルートの計算を間違えている人も多くいたので、ルートを含む式の計算の仕方を確認しておきましょう。

・1日目問3(D)

P と Q のそれぞれの速さを求める問題で、 P と Q の答えを逆に書いている人がいました。問題文や図をよく見てどの物体にどの記号がついているかよく確認してください。

・2日目問3(A)

台からの垂直抗力を mg としている人がいました。垂直抗力は面に対して垂直に加わっている合力で決まりますので、加わっている全ての力を考えましょう。動摩擦力や最大静止摩擦力はその垂直抗力に比例します。

・2日目問3(B)

問3(A)が正解しているにもかかわらず動摩擦力を μmg としている人がいました。また床ではなく台に対する加速度を求めている人がいました。小物体、台、床などがどれなのかわからなくなることがあるかと思いますが、問題文に書いてありますのでよく読んでください。また $-\mu(mg - F \sin \theta)$ の括弧を外して式を整理した人で $-\mu F \sin \theta$ にしたり、 $F \sin \theta$ の前の μ を書き忘れたりしている人が目立ちました。

・3日目問3(A)

力学的エネルギー保存則を使う際に質量が $2m$ にもかかわらず m を用いた式を書いている人がいました。特に運動エネルギーの方の質量を間違えている人の方が多くいました。公式をそのまま覚えるのではなく、問題にあった変数を使って式を立てるようにしてください。

・3日目問3(B)

弾性衝突後の速度を求めるのに運動量保存則と力学的エネルギー保存則を用いている人が多くいました。弾性衝突なので力学的エネルギーは保存されますが、2次方程式となって2組の解が出てくることになります。一方は衝突前後の速度がどちらも変わらない衝突をしていない解となるので、そちらではない方の解を選ぶ必要があります。運動量保存則と反発係数の式を使うと1組の解のみ得られ、また弾性衝突以外でも使えるので、反発係数を使った計算ができるようにしておきましょう。

・3日目問3(C)

力学的エネルギー保存則を使って解いている人が多くいました。動摩擦力が加わっている場合は動摩擦力が行う仕事の分だけ力学的エネルギーが変化するので注意してください。

・3日目問3(D)

小物体の運動のみ考えて計算している人が多くいました。台の方も運動しているので台に対する相対加速度を用いて計算するか、台の運動エネルギーも含めて動摩擦力の行った仕事による運動エネルギー変化を考える必要があります。

(4) 過去3年間の出題傾向

・令和6年度入試

運動量保存則、力学的エネルギー保存則、変圧器、理想気体の状態方程式、コンデンサーに蓄えられる電荷・静電エネルギー、弾性衝突、等加速運動、動摩擦力、半減期、オームの法則、キルヒホフの法則、荷電粒子の運動、ローレンツ力、垂直抗力、誘電体とコンデンサーの静電容量、ドップラー効果、誘導起電力、オームの法則、ジュール熱、相対運動

・令和5年度入試

運動量保存則、力学的エネルギー保存則、弾性衝突、反発係数、放物運動、張力、動摩擦力、単振動、円運動の向心力と垂直抗力、オームの法則、コンデンサーに蓄えられる電荷・静電エネルギー、ジュール熱、理想気体の状態方程式、内部エネルギー、熱力学第一法則、気体のする仕事、電場の強さ、荷電粒子の運動、クーロン力、ローレンツ力、弦の振動、直線電流が磁場から受ける力

・令和4年度入試

運動量保存則(2次元)、相対運動、力学的エネルギー保存則、放物運動、動摩擦力、円運動と垂直抗力、オームの法則、ジュール熱、誘電体とコンデンサーの静電容量、コンデンサーに蓄えられる電荷・静電エネルギー、直線電流により生じる磁場、磁場中の荷電粒子の運動、コイルの交流抵抗、熱容量と比熱、理想気体の状態方程式、気体のする仕事、屈折の法則、屈折率物質波と定常状態

(5) 重要なポイント

記述式の問題では問題文で与えられている変数のみを使って解答できているかを確認してください。問題文にない変数を使った解答は必ず間違えています。自分が覚えている公式とは異なる変数が用いられている場合がありますので、問題に合わせて公式を使う必要があります。また記述式の問題で記号の区別、例えば大文字の M と小文字の m とギリシャ文字の μ が判然としない解答がときどき見受けられます。疑わしくは罰せざる方針で採点しますが、しっかりと書き分けましょう。筆記体ではなく、教科書に記されている書体を用いて練習してください。文字の大きさにも気を配りましょう。

識別できる書体例: M, m, μ

識別が難しい書体例: M, m, μ

これ以外にも小文字の u と v 、小文字の l と数字の 1 、小文字の g と数字の 9 なども判別しにくいことがあります。出題側は小文字の l ではなく大文字 L を使って、問題が誤読されないように工夫したりしています。大学では自分の意見を文章で人に伝える機会が多くあり、その際に文章が読みにくかったり判別できなかったりすると、せっかくの内容が伝わらなくて損をすることになります。入試の記述問題でも人に見てもらうことを意識して誤解されないように丁寧に解答を書くことを心がけてください。丁寧に書いている人ほど正答率が高く、雑に書いている人ほど間違いが多い印象があります。

(6) 合格へのアドバイス

教科書の例題や章末問題を解くことによって基本的な考え方をしっかりと理解した上で、あまり厚くない問題集などに取り組み、必ず一冊全部やりとげるとよいでしょう。何が出題されるか判らない状況では、抜けがあることが最も危険だからです。限られた時間内に解くために、「一見して解答の方針が立つ」かどうかをまず見極める力を養ってください。なお、解答の道筋が見えたとしても、実際には計算が進まない場合があります。数学はじゅうぶんに使いこなせるように学習してください。また物理の問題では、前の問題の答えを使って次の問題を解くことがあります。途中の問題で間違えるとその後の問題も間違えることになりますので、特に最初の問題を慎重に解き、時間が余ったら計算ミスなどしていないか何度も確かめましょう。

前期日程4日目（2月4日試験）

〔解答例〕

1. (配点36点)

(a)	(b)	(c)	(d)	(e)	(f)
3	5	5	1	3	3

(i)(A) 時刻 t における元素の個数を $n(t)$ とすると、

$$n(t_2) = \frac{1}{4} n(t_1) \quad (1)$$

となる。初期時刻 $t=0$ における元素の個数を n_0 、半減期を T とおくと、

$$n(t) = n_0 \cdot \left(\frac{1}{2}\right)^{\frac{t}{T}}$$

なので、これに(1)式の関係を用い、

$$n_0 \cdot \left(\frac{1}{2}\right)^{\frac{t_2}{T}} = \frac{1}{4} n_0 \cdot \left(\frac{1}{2}\right)^{\frac{t_1}{T}}$$

となる。これを T について解くと、

$$T = \frac{t_2 - t_1}{2}$$

となる。正解: 3… $\frac{t_2 - t_1}{2}$

(答) 3

(B) 初期時刻における元素の個数を n_0 とし、2つの元素の時刻 t における個数をそれぞれ $n_A(t)$, $n_B(t)$ とすると、

$$n_A(t) = n_0 \cdot \left(\frac{1}{2}\right)^{\frac{t}{T_A}}$$

$$n_B(t) = n_0 \cdot \left(\frac{1}{2}\right)^{\frac{t}{T_B}}$$

である。 $N_A = \frac{1}{8} N_B$ なのでこの関係を用いると

$$n_0 \cdot \left(\frac{1}{2}\right)^{\frac{t}{T_A}} = \frac{1}{8} n_0 \cdot \left(\frac{1}{2}\right)^{\frac{t}{T_B}}$$

となる。これを t について解くと、

$$t = \frac{3 T_A T_B}{T_B - T_A}$$

となる。正解: 5… $\frac{3 T_A T_B}{T_B - T_A}$

(答) 5

(ii)(C) AB, CD の変化は等温なので、内部エネルギーの変化は 0。

正解: 5…0

(答) 5

(D) 1サイクル中に気体が外部にした正味の仕事を W' 、外部から吸収した熱量を Q_{in} とするとき、熱効率は $e = \frac{W'}{Q_{in}}$ である。

BC と DA の変化は等積なので、外部にする仕事は 0 である。したがって、 W' は AB と CD の変化で外部にした仕事の和となるので、 $W' = W_{AB} + W_{CD} = 3pV \log 3 - pV \log 3 = 2pV \log 3$ となる。1サイクル中で熱量を吸収する変化は AB と DA の変化なので、 $Q_{in} = Q_{AB} + Q_{DA}$ である。AB の変化は等温なので $Q_{AB} = W_{AB} = 3pV \log 3$ 、DA の変化は等積なので $Q_{DA} = \Delta U_{DA} = \frac{3}{2}(3p - p)V = 3pV$ となる。したがって、 $Q_{in} = 3pV \log 3 + 3pV = 3pV(1 + \log 3)$ となる。

以上から、熱効率は $e = 2pV \log 3 / 3pV(1 + \log 3) = \frac{2}{3} \frac{\log 3}{1 + \log 3}$ 。

正解: 1… $\frac{2}{3} \frac{\log 3}{1 + \log 3}$

(答) 1

(iii)(E) 同位相の波が強め合う条件は $|L_A - L_B| = n\lambda$ ($n=0, 1, 2, \dots$)

正解: 3… $n\lambda$

(答) 3

(F) 逆位相の波が弱めあう条件は $|L_A - L_B| = n\lambda$ ($n=0, 1, 2, \dots$) で

ある。AB 間が 1.8 m なので、この間で条件が成り立つ点は $|L_A - L_B| = 0$ m, 0.6 m, 1.2 m となる点である。AB を結んだ直線上で考えると $(L_A, L_B) = (0.9, 0.9), (0.6, 1.2), (1.2, 0.6), (0.3, 1.5), (1.5, 0.3)$ の 5 点が条件に当てはまるので、線が 5 本描かれている図が正解。正解: 3

(答) 3

2. (配点24点)

(A) 荷電粒子が磁場中に入射するときの点 P での速さを v とする。エネルギー保存則より $\frac{1}{2}mv^2 = qV$ が成り立つので $v = \sqrt{\frac{2qV}{m}}$ となる。

$$\text{正解: } 2 \cdots \sqrt{\frac{2qV}{m}}$$

(答) 2

(B) 荷電粒子はローレンツ力を向心力として等速円運動をするので、この円の半径を r とすると $qvB = \frac{mv^2}{r}$ が成り立つ。よって、 $r = \frac{mv}{qB}$ となり、PQ 間の距離は $2r$ なので $\frac{2mv}{qB}$ が正解。

$$\text{正解: } 5 \cdots \frac{2mv}{qB}$$

(答) 5

(C) 円運動の周期を T とおくと $T = \frac{2\pi r}{v}$ である。これに(ii)で求めた r

$$\text{を代入すると } T = \frac{2\pi m}{qB} \text{ となる。求めるのは半円を描く時間なので,}$$

$$\frac{T}{2} = \frac{\pi m}{qB} \text{ である。}$$

$$\text{正解: } 4 \cdots \frac{\pi m}{qB}$$

(答) 4

(D) 荷電粒子の進行方向と電場の向きは逆向きであり、荷電粒子が電場から受ける力の大きさ F は $F = qE$ である。荷電粒子が電場中を進む加速度を a とおくと $ma = -qE$ より $a = -\frac{qE}{m}$ の等加速度直線運動をする。したがって、荷電粒子が停止した位置を x とすると、 $0^2 - v^2 = 2a(x-0)$ が成り立つので、 $v^2 = \frac{2qE}{m}x$ より、 $x = \frac{mv^2}{2qE}$ 。これに(i)で求めた v を代入すると $x = \frac{m}{2qE} \cdot \frac{2qV}{m} = \frac{V}{E}$ となる。

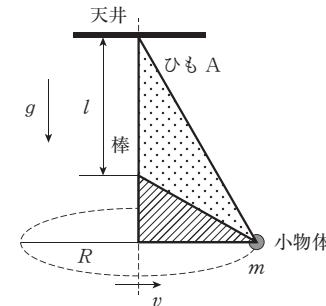
$$\text{正解: } 1 \cdots \frac{V}{E}$$

(答) 1

*なお、この問の選択肢の 5 番に定義されていない文字 r が示されている。この r は荷電粒子が作る半円の半径を示す値であり、試験時間中にその情報の追加を行ったが、さまざまな値の定義を想起させるため、この問は「採点不能」とした。

3. (配点40点)

(A) ひも A に作用する張力を T_A 、ひも B に作用する張力を T_B とする鉛直方向、水平方向の力のつり合いの式はそれぞれ以下のようになる。



$$\begin{aligned} \text{鉛直方向: } T_A \cos 30^\circ + T_B \cos 60^\circ - mg &= \frac{\sqrt{3}}{2} T_A + \frac{1}{2} T_B - mg \\ &= 0 \end{aligned} \quad \dots (1)$$

$$\begin{aligned}
 \text{水平方向: } T_A \sin 30^\circ + T_B \sin 60^\circ - \frac{mv^2}{R} &= \frac{1}{2} T_A + \frac{\sqrt{3}}{2} T_B - \frac{mv^2}{R} \\
 &= 0 \quad \cdots (2)
 \end{aligned}$$

$\sqrt{3} \times \text{(1)} - \text{(2)}$ より, $T_A - \sqrt{3} mg + \frac{mv^2}{R} = 0$ と求まるので $T_A = m\left(\sqrt{3}g - \frac{v^2}{R}\right)$

(答) $m\left(\sqrt{3}g - \frac{v^2}{R}\right)$

*なお、これは解答の一例で、図のように  の直角三角形を用いたものや、 が二等辺三角形であると証明したのちこの条件を用いたものなどの解答もすべて正答としている。

(B) 前問の答えを式(1)に代入して T_B を求める。

$$m\left(\sqrt{3}g - \frac{v^2}{R}\right) + \frac{1}{2}T_B - mg = 0 \text{ より, } T_B = m\left(\frac{\sqrt{3}v^2}{R} - g\right).$$

(答) $m\left(\frac{\sqrt{3}v^2}{R} - g\right)$

(C) 小物体からひも B が固定された棒の先までの高さを x とおくと $\tan 60^\circ = \frac{R}{x} = \sqrt{3}$ より、 $x = \frac{R}{\sqrt{3}}$ となる。また、 $\tan 30^\circ = \frac{R}{l+x} = \frac{1}{\sqrt{3}}$ が成り立つので、 $x = \frac{R}{\sqrt{3}}$ を代入して R について解くと、 $R = \frac{\sqrt{3}}{2}l$ と求まる。

(答) $\frac{\sqrt{3}}{2}l$

(D) $T_A = 0$ の場合を考える。式(1)より $T_B = 2mg$ 、これを式(2)に代入して v について解くと、 $v = \sqrt{\sqrt{3}Rg}$ 、 $R = \frac{\sqrt{3}}{2}l$ より $v = \sqrt{\frac{3}{2}lg}$ 。これを v_1 とする。

次に $T_B = 0$ の場合を考える。式(2)より $T_A = \frac{2mv^2}{R}$ 、これを式(1)に代入して v について解くと $v = \sqrt{\frac{lg}{2}}$ 。これを v_2 とする。

$v_2 < v_1$ ので、求める速度の範囲は $-\sqrt{\frac{3}{2}lg} \leq v \leq -\sqrt{\frac{1}{2}lg}$ 。
 $\sqrt{\frac{1}{2}lg} \leq v \leq \sqrt{\frac{3}{2}lg}$ 。

(答) $-\sqrt{\frac{3}{2}lg} \leq v \leq -\sqrt{\frac{1}{2}lg}$, $\sqrt{\frac{1}{2}lg} \leq v \leq \sqrt{\frac{3}{2}lg}$

*速度の符号は指定されていないので、正の範囲または負の範囲のいずれか一方、またはこの両方を書いていても正答とした。

(1) 出題のねらい

問題1は選択問題のみです。基本的な内容を幅広く理解しているかを見ています。問題2は電磁気学の分野から選択問題、問題3は力学の分野から記述問題を出題しています。基礎的理解度に加えて、どのように考えて解答しているかも見ています。

(2) ここがポイント

問題1は力学・電磁気学以外の分野から出題されることが多いです。出題範囲は広いですが、問題は基本的なことを問うものが多いです。問題2は電磁気学の分野から出題され、すべて選択問題ではあるものの問題1よりも応用力が問われる問題です。問題3は力学の分野から出題されます。問題3はすべて記述問題ということで、力学の基本的な法則や公式の暗記だけでは解答の方針に迷うような発展的な問題が多いです。しかし、出題範囲は限られているので、基本をしっかりと身に着けていれば対応できます。

(3) こんなミスが目立った。

選択問題では問題1の(iii)(F)の解答が1や4を選んでいる解答が多くみたです。(E)の正答率は高いので、波の干渉についての基礎的知識は押さえていたものの、干渉が起きた結果、どのような波ができるかをイメージできなかった人が多かったのだと思います。

記述問題では、問題3の(A)から、三角関数の勘違いをした解答が多くみ

られました。三角関数は理解していても、問題を解くとき直角三角形はさまざまな方向を向いています。そのため、ただ sin と cos を取り違えている人ももちろんいたのですがそれは少数で、鉛直方向の射影と水平方向の射影を足し算してしまう、という致命的なミスが目立ちました。これは図をきちんと描いてそれぞれの値を記入していけば防げた間違いだったはずです。物理の勉強はもちろん式の理解や暗記も必要ですが、物体の配置や運動などをまず描写し、そこに基本法則などをあてはめて式を構築していくことがとても大事です。特に記述式の問題では「問題で提示されている物体の運動や自然現象をきちんと把握しているか」を問うていることが多いです。どの式を持ってくるのか、ではなく、まず図の中に必要な情報をきちんと記入し、その後でどの式を用いるべきか、順序だてて解いていくように日ごろから注意するといいでしょう。

(4) 過去3年間の出題傾向

・令和6年度入試

原子核、気体の状態変化、波の性質、磁場に入射する荷電粒子の運動、ローレンツ力、円運動、張力、光の反射、X線、ばね、コンデンサー、直流回路、電位、放物運動、反発係数

・令和5年度入試

波の屈折、気体分子の運動と圧力、水素のエネルギー準位、回転運動とばねの弾性力、回転運動と自由落下、直線電流が磁場から受ける力、電磁誘導の法則、気体の状態変化、人工衛星の運動、ドップラー効果、放物運動、電荷と電場、電位

・令和4年度入試

気体の圧力、気体の状態方程式、気体の定圧変化、気体の内部エネルギーと仕事、ドップラー効果、気柱の共鳴、光の屈折、縦波（疎密波）のグラフ、薄膜による光の干渉、光の回折と干渉、斜面上のばね振り子、弹性衝突、核反応とエネルギー、等加速度直線運動、運動エネルギーと位置エネルギー、運動量保存則、力学的エネルギー保存則、斜方投射、糸の張力、棒のつり合い、力のモーメント、点電荷の周りの電場・電位、静電気力、平板に分布した電荷と電場、コンデンサーの電気量、静電エネルギー、オームの法則、キルヒホッフの法則、抵抗で消費される電力

(5) 重要ポイント

物理現象について理解することが重要なのは当然ですが、問題を解くためには数学の力も必要になります。特に、三角関数を使う問題は毎年出題されているので理解しておきましょう。

(6) 合格へのアドバイス

教科書の内容を理解していれば十分な点数が取れるような問題になっていますが、単に公式を当てはめれば正解できるような問題は多くありません。公式や法則を丸暗記するのではなく、その意味や成り立ちを理解することが大事です。

前期日程5日目（2月5日試験）

1. (配点36点)

(a)	(b)	(c)	(d)	(e)	(f)
3	3	3	2	3	1

(i)(A) 図より $\frac{\pi}{2} - \left(\frac{\pi}{2} - \theta_n\right) = \frac{\varphi_n}{2}$ が成り立つので、 $2\theta_n = \varphi_n$ となる。

(答) 3

(B) 三角形の面積の公式から $\Delta S = \frac{1}{2}rv\Delta t$ と書けるので、これと問題文の式を使うと $rv\Delta t = (r^2 + n^2l^2)\Delta\varphi_n$ となり、これを変形すると $\frac{\Delta\varphi_n}{\Delta t} = \frac{vr}{r^2 + n^2l^2}$ が得られる。(A)から $2\Delta\theta_n = \Delta\varphi_n$ なので、ミラーの回転角速度は $\frac{\Delta\theta_n}{\Delta t} = \frac{1}{2} \frac{vr}{r^2 + n^2l^2}$ となる。

(答) 3

(ii)(C) 散乱前後の光子の振動数をそれぞれ v , v' とおいて波長変化の式 $\lambda' - \lambda = \lambda_c(1 - \cos\theta)$ に代入すると $c\left(\frac{1}{v'} - \frac{1}{v}\right) = \lambda_c(1 - \cos\theta)$ とな

り、これを変形すると $\frac{v'}{v} = \frac{1}{\frac{\lambda_c v}{c}(1-\cos \theta) + 1}$ となる。これを使う

と散乱前と後の光子のエネルギー変化は $hv - hv' = hv\left(1 - \frac{v'}{v}\right) = hv\left(1 - \frac{1}{\frac{\lambda_c v}{c}(1-\cos \theta) + 1}\right) = \frac{hc}{\lambda} \frac{\lambda_c(1-\cos \theta)}{\lambda_c(1-\cos \theta) + \lambda}$ となる。(答) 3

(D) 電子の運動エネルギーが $\frac{1}{2}mv^2$ と書けるとき、 $\frac{1}{2}mv^2 =$

$\frac{hc}{\lambda} \frac{\lambda_c(1-\cos \theta)}{\lambda_c(1-\cos \theta) + \lambda}$ が成り立つ。コンプトン波長を使ってこれを

少し変形すると $\frac{v^2}{c^2} = 2 \frac{\left(\frac{\lambda_c}{\lambda}\right)^2(1-\cos \theta)}{\frac{\lambda_c}{\lambda}(1-\cos \theta) + 1}$ となる。今、光子の散乱角

が $\theta = \frac{\pi}{2}$ なので $\frac{v^2}{c^2} = 2 \frac{\left(\frac{\lambda_c}{\lambda}\right)^2}{\frac{\lambda_c}{\lambda} + 1}$ 、ここに $\frac{\lambda_c}{\lambda} = 0.01$ を代入して問題文

の近似式を用いると、 $\frac{v}{c} = \sqrt{2} \frac{0.01}{\sqrt{1+0.01}} \approx 0.014$ となる。

(答) 2

(iii)(E) ばねが x だけ縮んでいるので、フックの法則より加熱後の気体の圧力 P_1 は $P_0 + \frac{kx}{S}$ となる。

(答) 3

(F) 加熱前の気体の体積は状態方程式から $\frac{nRT_0}{P_0}$ である。ここから

ピストンが x だけ移動するので、加熱後の体積 V_1 は $\frac{nRT_0}{P_0} + Sx$ である。加熱後の温度を T_1 とし、これを理想気体の状態方程式を用いて表すと $T_1 = \frac{P_1 V_1}{nR} = \frac{(SP_0 + kx)(nRT_0 + SxP_0)}{nRSP_0}$ となる。

(答) 1

2. (配点 24 点)

(A) A に繋いだ場合、C₂ 側にはダイオードによって電流は流れないので $Q_1 = CV$ となる。

(答) 3

(B) B に繋ぐと B 側の電源、C₁、R₂、C₂ の順に直列に繋がれた回路ができる。この切り替えのとき、C₁ と C₂ の上側極板にたまつた電荷はダイオードによって電流が流れないので、保存する所がポイント。B に繋いで十分時間がたった後、C₁ の下側の極板に蓄えられた電荷を Q'₁、C₂ の上側の極板に蓄えられた電荷を Q'₂ と置くと、この電荷保存則から $-Q'_1 + Q'_2 = CV$ となる。また、この直列回路の電圧降下について $\frac{Q'_1}{C} + \frac{Q'_2}{C} = V$ が成り立つ。この 2 式から $Q'_1 = 0$ 、 $Q'_2 = CV$ が得られる。よって点 X の電位 V_1 は V となる。

(答) 3

(C) C₂ の電荷は $Q'_2 = CV$ なので、エネルギーは $U_2 = \frac{1}{2} \frac{Q'_2^2}{C} = \frac{1}{2} CV^2$ となる。

(答) 5

(D) A に繋ぐと C₂ の電荷は（ダイオードによって）保存されたままで、C₁ に再び CV の電荷が溜まる。結果として C₁ と C₂ の間に $2CV$ の電荷が溜まった状態になる。ここから再び B に繋いで十分に時間が経過したとき、C₁ の下側の極板に蓄えられた電荷を Q''₁、C₂ の上側の極板に蓄えられた電荷を Q''₂ とおくと、電荷保存則から $-Q''_1 + Q''_2 = 2CV$ となる。また、電圧降下について $\frac{Q''_1}{C} + \frac{Q''_2}{C} = V$ が成り立つ。

この 2 式から $Q''_1 = -\frac{CV}{2}$ 、 $Q''_2 = \frac{3CV}{2}$ が得られる。よって点 Y の

電位 V_2 は $\frac{3V}{2}$ となる。

(答) 4

3. (配点 40 点)

(A) 小球は水平方向には等速運動をするので、反発係数は鉛直方向の速度の比で求められる。問題文より、小球が投げ出されたときの運動とはねかえった直後の運動は同じになるので、鉛直上方向を正とし、はねかえった直後の鉛直方向の速度を v'_y とおくと $v'_y = v_0 \sin \theta$ である。衝突直前の鉛直方向の速度を v_y とするとき、反発係数 $e = -\frac{v'_y}{v_y}$ より、

$$v_y = -\frac{v_0}{e} \sin \theta \text{ となる。}$$

水平方向の速度を v_x とおくと $v_x = v_0 \cos \theta$ である。よって、衝突直前の小球の速さを v とするとき、 $v = \sqrt{v_x^2 + v_y^2} = \sqrt{v_0^2 \cos^2 \theta + v_0^2/e^2 \sin^2 \theta} = v_0 \sqrt{\cos^2 \theta + 1/e^2 \sin^2 \theta} = v_0 \sqrt{1 + \left(\frac{1}{e^2} - 1\right) \sin^2 \theta}$ となる。

$$(答) v_0 \sqrt{1 + \left(\frac{1}{e^2} - 1\right) \sin^2 \theta}$$

(B) 小球が投げ出されてから衝突するまでの時間を t とおくと、 $v_y = v_0 \sin \theta - gt$ が成り立つ。(A) より、衝突直前の鉛直方向の速度は $v_y = -\frac{v_0}{e} \sin \theta$ なので代入すると $-\frac{v_0}{e} \sin \theta = v_0 \sin \theta - gt$ より、 $t = \frac{v_0(1+e)\sin \theta}{eg}$ と求まる。

時刻 t における鉛直方向の位置は $y = v_0 \sin \theta t - \frac{1}{2}gt^2$ より、 $y =$

$$\frac{v_0^2(1+e)\sin^2 \theta}{eg} - \frac{v_0^2(1+e)^2 \sin^2 \theta}{2e^2 g} = \frac{v_0^2(e^2 - 1) \sin^2 \theta}{2e^2 g} \text{ となる。}$$

$e^2 - 1 < 0$ ので一段当たりの高さは絶対値をとって $\left| \frac{v_0^2(e^2 - 1) \sin^2 \theta}{2e^2 g} \right|$ である。もしくはマイナスを掛けて $\frac{v_0^2(1-e^2) \sin^2 \theta}{2e^2 g}$ 。

$$(答) \frac{v_0^2(1-e^2) \sin^2 \theta}{2e^2 g}$$

別解: t を求めずに、 $v_y^2 - v_0^2 \sin^2 \theta = -2gy$ の式に当てはめて解いても同じ答えが得られる。

(C) 問題文より、小球は常に水平面の中間点ではねかえるので、小球がある衝突から次の衝突までに水平方向に移動する距離が階段の各段の幅 L を与える。小球は水平方向に等速運動をするので、ある衝突から次の衝突までにかかる時間で移動した水平距離を求めればよい。(B) より、衝突までにかかる時間は $t = \frac{v_0(1+e)\sin \theta}{eg}$ なので、 $L = v_0 \cos \theta \cdot \frac{v_0(1+e)\sin \theta}{eg} = \frac{v_0^2(1+e)\sin \theta \cos \theta}{eg} \left(= \frac{v_0^2(1+e)\sin 2\theta}{2eg} \right)$ と求まる。

$$(答) \frac{v_0^2(1+e)\sin 2\theta}{2eg}$$

(D) 水平面の高さを $y=0$ とおくと、はねかえった小球が再び $y=0$ に達するまでの時間は $y = v_0 \sin \theta t - \frac{1}{2}gt^2$ より、 $t = \frac{2v_0 \sin \theta}{g}$ である。小球が階段の幅の $\frac{1}{2}$ の距離を移動する時間を t' とすると、 $t' < t$ が成り立つ必要がある。 t' は(B)より、 $t' = \frac{v_0(1+e)\sin \theta}{2eg}$ なので、

$$\frac{v_0(1+e)\sin \theta}{2eg} < \frac{2v_0 \sin \theta}{g}$$

$$1 + e < 4e$$

$$\frac{1}{3} < e$$

を満たす必要がある。

$$(答) \frac{1}{3} < e$$

後期日程 1 日目 (2 月 28 日試験)

[解答例]

1. (配点 36 点)

(a)	(b)	(c)	(d)	(e)	(f)
2	1	4	2	4	4

(i)(A) 面間隔は $\frac{\sqrt{3}a}{2}$ より、上の面で反射する光と下の面で反射する光

の光路差は $\sqrt{3}a$ 。プラグの反射条件 $n\lambda = \sqrt{3}a$ より、 $\lambda = \frac{\sqrt{3}a}{n}$ 。

(答) (2)。

(B) 反射するまでの光路は上の面の方が $a \cos(30^\circ + \theta)$ だけ長い。反射してからの光路は下の面の方が $a \cos(30^\circ - \theta)$ だけ長い。よって、上の面で反射する光と下の面で反射する光の光路差は $a \cos(30^\circ - \theta) - a \cos(30^\circ + \theta) = a \sin \theta$ 。プラグの反射条件 $n\lambda = a \sin \theta$ より、 $\lambda = \frac{a \sin \theta}{n}$ 。

(答) (1)。

$$(ii)(C) F_C = k \frac{e^2}{r^2} = 9.0 \times 10^9 \times \frac{(1.6 \times 10^{-19})^2}{(5.3 \times 10^{-11})^2} = 8.2 \times 10^{-8}$$

(答) (4)。

$$(D) \frac{\frac{ke^2}{r^2}}{\frac{GmM}{r^2}} = \frac{ke^2}{GmM} = \frac{9.0 \times 10^9 \times (1.6 \times 10^{-19})^2}{6.7 \times 10^{-11} \times 9.1 \times 10^{-31} \times 1.7 \times 10^{-27}} \\ = 2.2 \times 10^{39}$$

(答) (2)。

(iii)(E) 単位時間あたりに $(V+v_0)$ の距離に含まれる音が観測者を通過する。また、観測者を通過する音の波長は $\frac{V}{f}$ である。観測される音の振動数は、単位時間あたりに観測者を通過する 1 波長分の音波の数 $\frac{V+v_0}{V} = f \frac{V+v_0}{V}$ 。

(答) (4)。

(F) 落下してから時間 t 経過したときの音源の速さは gt で、観測者から遠ざかる。この音源から出た音波は Δt の時間で $(V+gt)\Delta t$ 進み（音源の速度は Δt の間は一定であると近似した）、その距離に含まれる 1 波長分の音波の数は $f\Delta t$ である。よって、観測者に届く音の波長 λ' は $\lambda' = \frac{(V+gt)\Delta t}{f\Delta t}$ で、観測される振動数は $\frac{V}{\lambda'} =$

$$f \frac{V}{V+gt} = f \frac{V}{3} \text{ である。よって, } t = \frac{2V}{g}.$$

(答) (4)。

2. (配点 24 点)

(A) 針金を中心とする高さ h の円筒閉曲面を考えると、ガウスの法則より、この閉曲面を貫く電気力線の本数は $4\pi k\lambda h$ 本である。よって、単位長さあたりの電気力線の本数は $4\pi k\lambda$ である。

(答) (4)。

(B) 針金を中心とする半径 r 、高さ h の円筒閉曲面を考えると、円筒側面（表面積は $2\pi rh$ ）を貫く電気力線の密度 n に等しい。よって、この円筒閉曲面を貫く全電気力線は $2\pi rhn$ で、これは(A)の答えより $4\pi k\lambda h$ に等しい。以上より、 $n = \frac{2k\lambda}{r}$ 。

(答) (5)。

(C) 電気力線の密度は電場の強さ E に等しく、電荷が電場から受ける力の大きさは $F = QE$ である。よって、力が最大になるのは電気力線の密度（または E ）が最大になる場所である。(B)の答えより、 E は針金の距離に反比例するので、線分 AB のうち針金に最も近い線分 AB の中点で E は最大。つまり、 F も最大で、 $F = \frac{2k\lambda Q}{r}$ 。

(答) (5)。

(D) 電位は針金からの距離の関数である。線分 BC 上の電位の変化を考えるとき、その中点で電位が最も高くなる。また、線分 BC の中点と針金の距離は、線分 AB の中点と針金の距離に等しいので、これらの

電位は等しい。針金からの距離は A, B, C すべて等しいため、A, B, C で電位はすべて等しい。以上の特徴を全て含むグラフは(1)である。

(答) (1)。

3. (配点 40 点)

(A) 周期は速さ v で円周の長さ $2\pi r_0$ を動くのにかかる時間なので、

$$T = \frac{2\pi r_0}{v}.$$

$$(答) \frac{2\pi r_0}{v}.$$

(B) 人工衛星にはたらく万有引力と遠心力の r 軸方向の力の成分はそれぞれ、 $-G \frac{mM}{r_0^2}$ と $m \frac{v^2}{r_0}$ 。よって、 r 軸方向のつり合いの式は

$$-G \frac{mM}{r_0^2} + m \frac{v^2}{r_0} = 0.$$

$$(答) -G \frac{mM}{r_0^2} + m \frac{v^2}{r_0} = 0$$

(C) ガスの噴射により、人工衛星の r 軸方向の位置が R だけずれると、地球の中心から人工衛星までの距離は $r_0 + R$ となる。このとき、人工衛星にはたらく万有引力は $-G \frac{mM}{(r_0 + R)^2}$ である。また、円周方向の速さは $v' = \frac{r_0}{r_0 + R} v$ であることから、人工衛星にはたらく遠心力は

$$m \frac{v'^2}{r_0 + R} = m \frac{r_0^2}{(r_0 + R)^3} v^2$$

よって、 r 軸方向の運動方程式は、加速度を a とすると、 $ma = -G \frac{mM}{(r_0 + R)^2} + m \frac{r_0^2}{(r_0 + R)^3} v^2$

$$(答) ma = -G \frac{mM}{(r_0 + R)^2} + m \frac{r_0^2}{(r_0 + R)^3} v^2$$

* 地球の中心から人工衛星までの距離を $(r_0 - R)$ としても解いている解答も正答とした。

(D) 問題文中に与えられた近似式を用いると、人工衛星にはたらく万有引力と遠心力はそれぞれ次のように近似できる。

$$-G \frac{mM}{(r_0 + R)^2} \approx -G \frac{mM}{r_0^2} \left(1 - 2 \frac{R}{r_0}\right) \\ m \frac{r_0^2}{(r_0 + R)^3} v^2 \approx m \frac{v^2}{r_0} \left(1 - 3 \frac{R}{r_0}\right)$$

よって、 x 軸方向の運動方程式は、(B)のつり合いの式を用いて変形すると

$$ma = 2 \left(G \frac{mM}{r_0^2}\right) \frac{R}{r_0} - 3m \frac{v^2}{r_0^2} R = 2 \left(m \frac{v^2}{r_0}\right) \frac{R}{r_0} - 3m \frac{v^2}{r_0^2} R = -m \frac{v^2}{r_0^2} R$$

この運動方程式は、ばね定数 $k = m \frac{v^2}{r_0^2}$ のばねにつながれた質量 m の

質点の単振動と同じで、その周期は $T = 2\pi \sqrt{\frac{m}{k}} = \frac{2\pi r_0}{v}$

$$(答) \frac{2\pi r_0}{v}$$

後期日程 2 日目（2月29日試験）

[解答例]

1. (配点 36 点)

(a)	(b)	(c)	(d)	(e)	(f)
3	3	3	2	1	2

(i)(A) 明線になる（強めあう）条件はそれぞれのスリットからスクリーンまでの距離 L_1, L_2 の差 $|L_1 - L_2|$ が波長の整数倍であればよい。また、スリット間の距離に対してスリットからスクリーンまでの距離が十分大きい場合はスリットからスクリーンまでの光の経路は平行とみなせるのでスリット間の距離を d とし、スリットから見たスクリーン上のある点への角度を θ とすると、 $|L_1 - L_2| = d \sin \theta$ となる。「中央近く」の明線の位置を中央から x とおくと、 x はとても小

さい値なので $\sin \theta = \tan \theta = \frac{x}{3}$ となり、明線は等間隔となるから、その間隔は $m=1$ の明線の位置に等しいので、 $d \sin \theta = \lambda$ 、よって $d \frac{x}{3} = \lambda$ 、 $\therefore x = \frac{3\lambda}{d}$

数字をすべて代入すると $x = 0.195 \text{ m} \approx 20 \text{ cm}$

(答) (3)

(B) 回折格子の明線の条件は、格子定数を D とおくと $D \sin \theta = m\lambda$ とあらわされる。 $D = \frac{m\lambda}{\sin \theta}$

ここで、中央が $m=0$ なので 3 番目は $m=2$ となることを考慮し数値を代入すると $D = 2.6 \times 10^{-6}$ 格子定数とは回折格子の筋と筋の間隔なので、10000 倍すると $2.6 \times 10^{-2} \text{ m} = 26 \text{ mm}$ 。

(答) (3)

1. (ii)の解答

(C) 問題文中の式に代入し λ を求める。 $\frac{1}{\lambda} = R \left(\frac{1}{2^2} - \frac{1}{3^2} \right)$ $\lambda = \frac{36}{5 \times 1.1 \times 10^7} = 6.5 \times 10^{-7}$

(答) (3)

(D) 振動数条件 $E_n - E_{n'} = h\nu = h\frac{c}{\lambda}$ にそれぞれ数値を代入すると、

$$10.2 \times 1.6 \times 10^{-19} = 6.6 \times 10^{-34} \times \frac{3.0 \times 10^8}{\lambda} \text{ となり, } \frac{1}{\lambda} \approx 8.24 \times 10^7.$$

問題文中の式に $n'=1$ を代入すれば、 $n'=2$ となる。

(答) (2)

1. (iii)の解答

(E) 気体分子の鉛直上向きの速度成分を v_z とおく。面と一回衝突することによって面に与える力積は $2mv_z$ である。衝突後に下の面で衝突し、

またこの面に戻ってくれば、かかる時間は $\frac{2L}{v_z}$ となるので、1秒間に

上の面で衝突する回数はその逆数 $\frac{v_z}{2L}$ となる。したがって 1 個の分子

が 1 秒間に壁に与える力積は $2mv_z \times \frac{v_z}{2L} = \frac{mv_z^2}{L}$ となり、これは 1 個の分子が壁に及ぼす力の平均値となる。ここから容器全体の分子 N 個

が壁に与える力 $\frac{Nm v_z^2}{L}$ と、面の面積 πr^2 、また $\overline{v_z^2} = \frac{1}{3} v^2$ の関係を用いて $\frac{Nm \frac{1}{3} v^2}{L} = \frac{Nm v^2}{3\pi r^2}$ 。

(答) (1)

(F) パスカルの原理より、圧力は等しい。

(答) (2)

2. (配点 24 点)

(A) コンデンサーの電気容量を C 、極板間の電位差を V 、蓄えられる電気量を Q 、とおくと $V = \frac{Q}{C}$ の関係があり、また、コンデンサーの電気

容量は極板の面積を S 、極板間距離を d 、誘電率を ϵ とすれば $C = \epsilon \frac{S}{d}$ で求められる。図 1 から図 2 の状態にしたとき、蓄えられた電気量は変化しないが、電気容量は変化しているので、それを C' とおくと、極板を広げたことにより真空の部分が生じるので、これは誘電体が挟まれているコンデンサーと、誘電体がはさまっていない間が真空のコン

デンサーの直列つなぎを考えればよい。 $\frac{1}{C'} = \frac{1}{\epsilon \frac{S}{d}} + \frac{1}{\epsilon_0 \frac{S}{y}} = \frac{d}{\epsilon S} + \frac{y}{\epsilon_0 S}$

よって電位差 $V' = Q \left(\frac{d}{\epsilon S} + \frac{y}{\epsilon_0 S} \right)$ 。コンデンサーは一辺 L の正方形。

(答) (2)

(B) エネルギーの変化量は仕事量なので、 $\frac{1}{2} QV$ から $\frac{1}{2} QV'$ に変化さ

せるのに力を F 加えたとすれば、仕事量は Fy となるので、

$$F = \frac{\frac{1}{2} QV' - \frac{1}{2} QV}{y} = \frac{Q(V' - V)}{2y} \text{ となる。} (A) \text{より, } V' - V = \frac{yQ}{\epsilon_0 S} \text{ で} \\ \text{あるから } F = \frac{Q}{2y} \frac{yQ}{\epsilon_0 S} = \frac{Q^2}{2\epsilon_0 S} = \frac{Q^2}{2\epsilon_0 L^2}$$

(答) (4)

(C) 今度は誘電率がはさまっていない幅が x のコンデンサーと、誘電率の挟まつた幅が $(L-x)$ のコンデンサーの並列つなぎ。合成容量 C'' は $\epsilon_0 \frac{Lx}{d} + \epsilon \frac{L(L-x)}{d}$ となるので、求める電位差 V'' は、 $V'' = \frac{Q}{C''}$ に代入すればよい。

(答) (5)

(D) エネルギーの変化量は $\frac{1}{2} QV'' - \frac{1}{2} QV = \frac{1}{2} Q(V'' - V)$ で求められる。(A)および(C)より

$$V'' - V = \frac{Qd}{L} \left(\frac{1}{\epsilon L - (\epsilon - \epsilon_0)x} - \frac{Qd}{\epsilon L^2} \right) = \frac{Qd}{L} \left(\frac{1}{\epsilon L - (\epsilon - \epsilon_0)x} - \frac{1}{\epsilon L} \right) \\ = \frac{Qd}{L} \frac{(\epsilon - \epsilon_0)x}{\epsilon^2 L^2 - \epsilon L(\epsilon - \epsilon_0)x}$$

近似式より、 $\frac{Qd}{L} \frac{(\epsilon - \epsilon_0)x}{\epsilon^2 L^2}$ となり、 $\frac{1}{2} Q$ を乗じれば答えがもとまる。

(答) (3)

3. (配点 40 点)

(A) 重力 Mg と浮力が釣り合って静止している。浮力の大きさはその物体が排除した流体に作用する重力の大きさに等しいので $\rho S(L-x)g$ 。

$$\text{よって } \rho S(L-x)g = Mg, \therefore x = L - \frac{M}{\rho S}$$

(答) $L - \frac{M}{\rho S}$

(B) 物体には重力と浮力が作用し運動している。大きさを問うているので $|\rho S(L-x)g - Mg|$

(答) $\rho S(L-x)g - Mg$ または $-\rho S(L-x)g + Mg$

*片方のみの解答で正答とした。

(C) 単振動の周期 T は $T = 2\pi \sqrt{\frac{m}{k}}$ で求められる。 m は質量で k は復

元力の比例定数(ばね定数に相当)である。(B)より $F = \rho Sg \left(L - x - \frac{M}{\rho S} \right)$ もしくは $-\rho Sg \left(L - x - \frac{M}{\rho S} \right)$ とあらわすと、か

っこの中が円柱上面の変位、係数の絶対値 ρSg が復元力の比例定数 k にあたり、質量は M なので T の式に代入すると $T = 2\pi \sqrt{\frac{M}{\rho Sg}}$

(答) $2\pi \sqrt{\frac{M}{\rho Sg}}$

(D) 円柱が静止するときの上面の位置を x_0 とおく。

$0 < x < L$ では、位置エネルギー(ばねの弾性エネルギーに相当)

$$U_1(x) = \frac{1}{2} \rho Sg(x - x_0)^2$$

$x < 0$ では作用している力は(B)の解答に $x=0$ を代入して $F = \rho Sg - Mg$

となるので、エネルギーは $U_2(x) = -Fx + U_1(0) = (Mg - \rho Sg)L -$

$$+ U_1(0) = \rho Sg \left(\frac{M}{\rho S} - L \right) x + U_1(0) \text{ とあらわされ, } \left(\frac{M}{\rho S} - L \right) = -x_0 \text{ な} \\ \text{で } U_2(x) = -\rho Sg x_0 x + U_1(0) = -\rho Sg x_0 x + \frac{1}{2} \rho Sg x_0^2 \text{ となる。}$$

いまちょうど $x=L$ まで上がったのだから $U_1(L) = U_2(x)$ として

$$\frac{1}{2} \rho Sg(L - x_0)^2 = -\rho Sg x_0 x + \frac{1}{2} \rho Sg x_0^2 \text{ となり, } x = \frac{2x_0 L - L^2}{2x_0} \text{ を得る。}$$

ここで、 x_0 は(A)より $x_0 = L - \frac{M}{\rho S}$ を代入して

$$x = \frac{\frac{L^2}{2} - \frac{ML}{\rho S}}{\rho S L - M} \times \rho S = \frac{\frac{\rho S L^2}{2} - ML}{\rho S L - M} = \frac{(\rho S L - 2M)L}{2(\rho S L - M)}$$

(答) $\frac{(\rho S L - 2M)L}{2(\rho S L - M)}$

(1) 出題のねらい

問題1は選択問題のみです。基本的な内容を幅広く理解しているかを見ています。問題2は電磁気学の分野から選択問題、問題3は力学の分野から記述問題を出題しています。基礎的理解度に加えて、どのように考えて解答しているかも見ています。

(2) ここがポイント

問題1は力学・電磁気学以外の分野から出題されることが多いです。出題範囲は広いですが、問題は基本的なことを問うものが多いです。問題2は電磁気学、問題3は力学の分野から出題されます。問題1と比べると応用力が問われるような問題が多いです。しかし、出題範囲は限られているので、基本をしっかりと身に着けていれば対応できます。

(3) こんなミスが目立った。

問題3の記述問題では、(A)はほとんどの解答が正答で、浮力というものについてよく理解していることがわかりました。ですが、(B)の運動方程式の解答率はこちらの予想よりかなり低かったです。図中に力の矢印を描き入れるまではできたようですが、その後、「力のつり合い」と「運動方程式」を区別して考えることがむつかしかった受験生が多くいたようです。また、(C)においては単振動の周期を示す式は書けたものの、この問題に適した値をその式の中に書き入れられず、途中で終わってしまっている解答が非常に目立ちました。物理の勉強はもちろん式の理解や暗記も必要ですが、物体の配置や運動などをまず描写し、そこに基本法則などをあてはめて式を構築していくことがとても大事です。特に記述式の問題では「問題で提示されている物体の運動や自然現象をきちんと把握しているか」を問うていることが多いです。どの式を持ってくるのか、ではなく、まず図の中に必要な情報をきちんと記入し、その後でどの式を用いるべきか、順序だてて解いていくように日ごろから注意するといいでしょう。

(4) 過去3年間の出題傾向

・令和6年度入試

波の屈折、気体分子の運動と圧力、水素のエネルギー準位、回転運動とばねの弾性力、回転運動と自由落下、直線電流が磁場から受ける力、電磁誘導の法則、気体の状態変化、人工衛星の運動、ドップラー効果、放物運動、電荷と電場、電位

・令和5年度入試

気体の圧力、気体の状態方程式、気体の定圧変化、気体の内部エネルギーと仕事、ドップラー効果、気柱の共鳴、光の屈折、縦波（疎密波）のグラフ、薄膜による光の干渉、光の回折と干渉、斜面上のばね振り子、弹性衝突、核反応とエネルギー、等加速度直線運動、運動エネルギーと位置エネルギー、運動量保存則、力学的エネルギー保存則、斜方投射、糸の張力、棒のつり合い、力のモーメント、点電荷の周りの電場・電位、静電気力、平板に分布した電荷と電場、コンデンサーの電気量、静電エネルギー、オームの法則、キルヒhoffの法則、抵抗で消費される電力

・令和4年度入試

レンズの焦点距離と倍率、気体の比熱と断熱変化、比熱・熱量と融解熱、光電効果、原子核崩壊、スネルの法則、ド・ブロイ波、気体の状態方程式、ドップラー効果、電子の加速エネルギー、摩擦のある斜面を滑る運動とばね、運動エネルギーと衝突と円運動、物体の衝突と運動エネルギーおよび作用反作用の法則、斜面上の物体の運動とばねのエネルギー、コイル・コンデンサーを含む回路に流れる交流電流とインピーダンス、コンデンサーに蓄えられるエネルギーと力学的エネルギーおよび仕事、平板に分布した電荷と電場および電荷に働く力

(5) 重要ポイント

物理現象について理解することが重要なのは当然ですが、問題を解くためには数学の力も必要になります。特に、三角関数を使う問題は毎年出題されているので理解しておきましょう。

(6) 合格へのアドバイス

教科書の内容を理解していれば十分な点数が取れるような問題になっていますが、単に公式を当てはめれば正解できるような問題は多くありません。公式や法則を丸暗記するのではなく、その意味や成り立ちを理解することが大事です。

工学部第二部（3月3日試験）**[解答例]****1. (配点36点)**

(i)

$$(A) \text{ 正解: } 1. \sqrt{3} \text{ 倍}$$

衝突後のPとQの速さをそれぞれ v_P と v_Q とすると、y軸方向の運動量保存則

$$0 = mv_Q \sin 60^\circ - mv_P \sin 30^\circ$$

より $v_P = \sqrt{3} v_Q$ が得られ、

$$\frac{v_P}{v_Q} = \sqrt{3}$$

倍となる。

$$(B) \text{ 正解: } 2. \frac{\sqrt{3}}{2} v_0$$

x軸方向の運動量保存則

$$mv_0 = mv_P \cos 30^\circ + mv_Q \cos 60^\circ$$

に(A)の結果の $v_Q = \frac{v_P}{\sqrt{3}}$ を代入すると

$$v_P = \frac{\sqrt{3}}{2} v_0$$

となる。

(ii)

$$(C) \text{ 正解: } 3. mg \tan \theta$$

導体棒を流れる電流が磁場から受ける力は水平方向であり、求めるその力の大きさを F とすると、金属棒に平行な方向の力のつり合い

$$F \cos \theta = mg \sin \theta$$

より

$$F = \frac{mg \sin \theta}{\cos \theta} = mg \tan \theta$$

となる。

$$(D) \text{ 正解: } 5. \frac{mg \tan \theta}{BL}$$

求める電流を I とすると、 F の大きさは IBL と表されるので(C)の結果を使うと $IBL = mg \tan \theta$ から

$$I = \frac{mg \tan \theta}{BL}$$

となる。

(iii)

$$(E) \text{ 正解: } 1. nL$$

光路長は光が進む距離に媒質の屈折率をかけたものである。図1で光がプリズムに入射する点をA、プリズム内で反射する点をB、プリズムから出していく点をCとする。ABの長さが x のとき、二等辺三角形であることを考えるとBCの長さは $L-x$ となり、プリズム中を光が進む距離は $x+L-x=L$ なので、求める光路長は nL となる。

$$(F) \text{ 正解: } 4. \frac{n^2 L}{\sqrt{n^2 - \sin^2 \theta}}$$

図2で光がプリズムに入射する点をP、プリズム内で反射する点をQ、プリズムから出していく点をRとする。PQの長さを x_1 、QRの長さを x_2 、Pでの屈折角を α とすると、 $x_1 \cos \alpha + x_2 \cos \alpha = L$ という

関係が成り立ち、プリズム中を光が進む距離は $x_1 + x_2 = \frac{L}{\cos \alpha}$ であ

る。屈折の法則 $\frac{\sin \theta}{\sin \alpha} = n$ より $\sin \alpha = \frac{\sin \theta}{n}$ であり、 $\cos \alpha =$

$\sqrt{1 - \sin^2 \alpha} = \sqrt{1 - \frac{\sin^2 \theta}{n^2}} = \frac{1}{n} \sqrt{n^2 - \sin^2 \theta}$ となる。これらの式より求める光路長は

$$n \times \frac{L}{\frac{1}{n} \sqrt{n^2 - \sin^2 \theta}} = \frac{n^2 L}{\sqrt{n^2 - \sin^2 \theta}}$$

となる。

2. (配点24点)

(A) 正解: 5. $\frac{C_1 C_2 E}{C_1 + C_2}$

合成容量を C とすると $\frac{1}{C} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2}$ より

$$C = \frac{C_1 C_2}{C_1 + C_2}$$

であり、求める電気量は合成容量に電位差をかけた

$$\frac{C_1 C_2}{C_1 + C_2} E$$

となる。

(B) 正解: 3. $\frac{C_1 E}{C_1 + C_2}$

求める電位差は(A)の電気量を C_2 で割った値なので、

$$\frac{1}{C_2} \frac{C_1 C_2}{C_1 + C_2} E = \frac{C_1 E}{C_1 + C_2}$$

となる。

(C) 正解: 2. $2\pi\sqrt{LC_2}$

振動の角振動数を ω とすると、 $\omega = \frac{1}{\sqrt{LC_2}}$ であり、求める周期は

$$\frac{2\pi}{\omega} = 2\pi\sqrt{LC_2}$$

となる。

(D) 正解: 4. $\frac{C_1 E}{C_1 + C_2} \sqrt{\frac{C_2}{L}}$

(A)のときの C_2 のコンデンサーに蓄えられる静電エネルギーが、全てコイルの磁場のエネルギーに変換されたときの電流が求める最大値である。その値を I とすると、

$$\frac{1}{2} \frac{C_1 C_2 E}{C_1 + C_2} \frac{C_1 E}{C_1 + C_2} = \frac{1}{2} L I^2$$

の式から

$$I = \frac{C_1 E}{C_1 + C_2} \sqrt{\frac{C_2}{L}}$$

となる。

3. (配点 40 点)

(A) 正解: $\frac{4}{7}g$

求める可動台の加速度の大きさを a 、ロープの張力の大きさを T_1 とすると、P、Q、可動台は同じ加速度で運動するので、P と可動台の水平方向の運動方程式 $(m+2m)a = T_1$ と Q の鉛直方向の運動方程式 $4ma = 4mg - T_1$ から

$$a = \frac{4}{7}g$$

となる。

(B) 正解: $\frac{12}{7}mg$

(A)の運動方程式から $T_1 = \frac{12}{7}mg$ となる。

(C) 正解: $\frac{(7 \cos \theta - 4 \sin \theta)mg}{7}$

糸の張力の大きさを T_2 、P が斜面から受ける垂直抗力の大きさを N とすると、P についての水平、鉛直方向の運動方程式はそれぞれ $ma = T_2 \cos \theta - N \sin \theta$ と $m \times 0 = N \cos \theta + T_2 \sin \theta - mg$ となる。

鉛直方向の式に $\cos \theta$ 、水平方向の式に $\sin \theta$ をかけて両辺をそれぞれ引くと、 $N = m(g \cos \theta - a \sin \theta)$ が得られ、(A)の $a = \frac{4}{7}g$ を代入すると、

$$N = \frac{(7 \cos \theta - 4 \sin \theta)mg}{7}$$

となる。

(D) 正解: $\tan \theta \leq \frac{7}{4}$

(C)より $N \geq 0$ になればよいので、 $7 \cos \theta - 4 \sin \theta \geq 0$ より

$$\frac{\sin \theta}{\cos \theta} = \tan \theta \leq \frac{7}{4}$$

となる。

化学

前期日程 1 日目 (2月 1 日試験)

[解答例と解説]

1. (配点 25 点)

(A) 3

(b) 非金属元素の単体は常温、常圧では気体のものが多いが正しい。

(c) 水素化合物は、周期表上で右に行くほど酸性が強くなり、左に行くほど塩基性が強くなる。が正しい。

(B) 1

塩基性酸化物は MgO である。その他は酸性酸化物に分類される。

(C) 5

Cu と Ag は水素を生じない。

(D) 5

それぞれできる塩は、1 : $NaHSO_4$ 、2 : $NaCl$ 、3 : CH_3COONa 、4 : $CuNO_3(OH)$ 、5 : NH_4Cl である。この中で正塩は、 $NaCl$ 、 CH_3COONa 、 NH_4Cl の 3 個であり、この中で水溶液が酸性を示すのは NH_4Cl である。

(E) 1

S の酸化数は +4 から 0 へと一番大きく変化している。

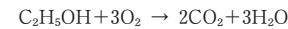
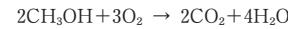
(Mg は 0 から +2, Cr は +6 から +3, K は +1 で変化なし, Cu は 0 から +2)

2. (配点 25 点)

(A) 3

混合物中のメタノールを x [mol]、エタノールを y [mol] とする。

それぞれが燃焼する反応式は、次のとおりである。



よって、生じる二酸化炭素と水の物質量は、

$$\text{二酸化炭素 } x + 2y = \frac{2.64}{44.0} = 0.060$$

$$\text{水 } 2x + 3y = \frac{1.98}{18.0} = 0.110$$

と書ける。この 2 式より、 $x = 0.040$ mol, $y = 0.010$ mol とわかる。

したがって、必要な酸素量は、

$$\frac{3}{2}x + 3y = \frac{3}{2} \times 0.040 + 3 \times 0.010 = 0.090 \text{ mol}$$

とわかる。よって、標準状態での体積は、 $22.4 \times 0.090 = 2.0 \text{ L}$

(B) 4

アンモニアのモル質量は 17.0 g/mol であるから、このアンモニア水の質量は、

$$17.0 \times \frac{470.4}{22.4} + 1000 = 1360 \text{ g}$$

と計算される。アンモニア水の密度は 0.90 g/cm³ であるから、これの

体積は、 $\frac{1360}{0.90} \text{ mL}$ と計算される。よって、アンモニア水のモル濃度は、

$$\frac{470.4 / 22.4}{1.36 \times 10^3 / (0.90 \times 1000)} = 13.897 \cdots \approx 14 \text{ mol/L}$$

となる。

(C) 3

窒素の分圧を p_{N_2} [Pa]、水素の分圧を p_{H_2} [Pa]、全圧を p [Pa] とおく。温度が一定であるからボイルの法則を用いる。

$$2.0 \times 10^5 \times 6.0 = p_{N_2} \times 5.0 \quad p_{N_2} = 2.4 \times 10^5 \text{ Pa}$$

$$1.0 \times 10^5 \times 3.0 = p_{H_2} \times 5.0 \quad p_{H_2} = 6.0 \times 10^4 \text{ Pa}$$

分圧の法則より、全圧は以下のように求められる。

$$p = p_{N_2} + p_{H_2} = 2.4 \times 10^5 + 6.0 \times 10^4 = 3.0 \times 10^5 \text{ Pa}$$

(D) 1

体心立方格子の単位格子中には、2 個相当の原子を含むから、リチウムの結晶密度 [g/cm³] は、

物理

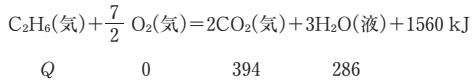
化学

$$\frac{2 \times \frac{7.0}{6.0 \times 10^{23}}}{(0.35 \times 10^{-7})^3} = \frac{14}{6.0 \times 10^{23} \times 0.35^3 \times 10^{-21}} = \frac{14}{6.0 \times 0.043 \times 10^2} = 0.54 \text{ g/cm}^3$$

と計算される。

(E) 2

(3)式の各物質の生成熱 [kJ/mol] は以下のとおりである。



ところで、(反応熱)=(生成物の生成熱の和)-(反応物の生成熱の和)であるから、 $1560 = (394 \times 2 + 286 \times 3) - (Q + 0)$ より $Q = 86 \text{ kJ/mol}$ と求められる。

3. (配点 25 点)

空欄埋めは、各 2 点 (ただし、4 と 5 は両方で 2 点) $\times 5 = 10$ 点
問 1. (ア), (イ), 問 2 は各 5 点 $\times 3 = 15$ 点

1. (e) 2. (b) 3. (g)
4. (i) 5. (h) 6. (j)

問 1.

(ア) $1.9 \times 10^8 \text{ C}$

B 極 (正極) では、 $\text{O}_2 + 4\text{H}^+ + 4\text{e}^- \rightarrow 2\text{H}_2\text{O}$ の反応が起こるから、 H_2O が 2 mol 生じるときに e^- は 4 mol 流れている。よって、 18.0 kg の水が生じたときに流れる e^- は、

$$\frac{18.0 \times 10^3 \text{ g}}{18.0 \text{ g/mol}} \times \frac{4}{2} = 2.00 \times 10^3 \text{ mol}$$

である。これを電気量に換算すると、

$$2.00 \times 10^3 \times 9.65 \times 10^4 = 1.93 \times 10^8 \approx 1.9 \times 10^8 \text{ C}$$

を得る。

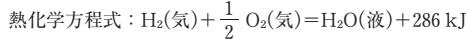
(イ) 54 % (52%~56%)

まず、取り出された電気エネルギーは、

$$1.93 \times 10^8 \text{ C} \times 0.80 \text{ V} = 1.54 \times 10^8 \text{ J}$$

と計算される。

B 極 (正極) では、 H_2O が $1.00 \times 10^3 \text{ mol}$ 生じた。



より、 H_2O が 1 mol 生じるときには 286 kJ のエネルギーが生じるから、 H_2O が $1.00 \times 10^3 \text{ mol}$ 生じるときには、 $1.00 \times 10^3 \times 286 \times 10^3 = 286 \times 10^6 \text{ J}$ のエネルギーが生じる。よって、電気エネルギーに変換された割合は、

$$\frac{1.54 \times 10^8}{286 \times 10^6} \times 100 = 54 \%$$

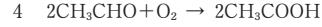
と計算される。

- 問 2. (-)Pt·H₂|H₃PO₄aq|O₂·Pt(+)
ただし、Pt はなくとも正解とする

4. (配点 25 点)

1~3 は 2 点 $\times 3 = 6$ 点、空欄 4, 5 は 3 点 $\times 2 = 6$ 点、空欄計 12 点
問 1: (1) 3 点、(2) 4 点、問 2: 3 点、問 3: 3 点 問 合計 13 点

1 値数 2 ヒドロキシ基 3 二量体



問 1

(1) ヨードホルム反応を示すのは構造中に $\text{CH}_3\text{CH}(\text{OH})$ 部分を含む乳酸

したがって、乳酸のみ b

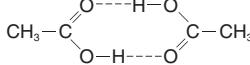
(2) 二クロム酸カリウムで酸化されるのは第一級、第二級アルコール
したがって、乳酸と酒石酸 a と b

問 2 お

- (1) 正
(2) 誤: 分子間で水素結合をするフマル酸の方が融点が高い
(3) 誤: マレイン酸は極性分子でフマル酸は無極性分子である。その

ためマレイン酸の方が水への溶解度は高い。

問 3



前期日程 2 日目 (2月2日試験)

[解答例と解説]

1. (配点 25 点)

(A) 3

イオン化傾向の小さい金属のイオンは硫化水素と反応して沈殿を生じる。酸性溶液中では硫化水素と反応して沈殿を生じるのは Ag^+ , Cu^{2+} , Pb^{2+} である。

(B) 3

ポリエチレンテレフタラート PET はテレフタル酸とエチレングリコールを縮合重合させたものでありエステル結合をもっている。ナイロン 66 とアラミド繊維にはアミド結合がある。ポリアクリロニトリルとポリプロピレンにはエステル結合はない。

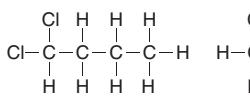
(C) 3

塩化アンモニウムの水溶液では電離した NH_4^+ の一部が水と反応して H_3O^+ が生成するため酸性を示す。

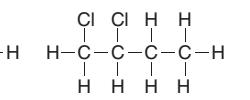
(D) 5

分子式 $\text{C}_4\text{H}_8\text{Cl}_2$ で表されるアルケン二塩素化体の構造異性体は A~I の 9 種。このうち直鎖状炭素鎖の構造異性体数は A~F の 6 種類、枝分かれ状炭素鎖の構造異性体は G~I の 3 種類、環状炭素鎖の異性体はない。同じ炭素原子に塩素原子が二つ結合している異性体は A, E, G の 3 種類、隣り合う炭素原子のそれぞれに塩素原子が結合している異性体は B, F, H の 3 種類。誤った記述は 5 である。

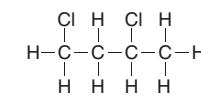
A



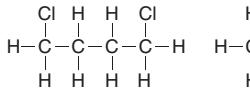
B



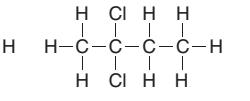
C



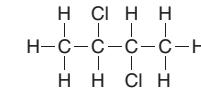
D



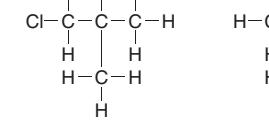
E



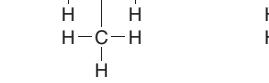
F



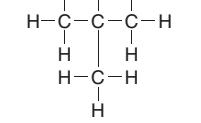
G



H



I



(E) 3

フッ素 F_2 が水と反応して生成するのは酸素 O_2 である。

2. (配点 25 点)

(A) 3

反応式は $\text{CH}_3\text{COOH} + \text{C}_2\text{H}_5\text{OH} \rightleftharpoons \text{CH}_3\text{COOC}_2\text{H}_5 + \text{H}_2\text{O}$

混合溶液の体積を V [L], 平衡状態において生成している酢酸エチルの物質量を x [mol] とすると

CH_3COOH	$\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$	$\text{CH}_3\text{COOC}_2\text{H}_5$	H_2O
初期濃度	$3.0/V$	$3.0/V$	0
平衡時の濃度	$\frac{(3.0-x)}{V}$	$\frac{(3.0-x)}{V}$	$\frac{x}{V}$

$$\text{したがって, } K = \frac{[\text{CH}_3\text{COOC}_2\text{H}_5][\text{H}_2\text{O}]}{[\text{CH}_3\text{COOH}][\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}]} = \frac{(x/V)^2}{\left(\frac{3.0-x}{V}\right)^2} = 4.0$$

$$3.0x^2 - 24.0x + 36.0 = 0, \quad \text{これを解いて, } x = 2.0, 6.0$$

$x < 3.0$ なので, $x = 2.0 \text{ mol}$

(B) 4

捕集した気体は、酸素と水蒸気の混合気体である。

水蒸気の分圧は $3.6 \times 10^3 \text{ Pa}$ なので酸素の分圧は

$$9.96 \times 10^4 - 3.6 \times 10^3 = 9.60 \times 10^4 \text{ Pa}$$

$$\text{気体の状態方程式 } pV = \frac{w}{M} RT \text{ より, } w = \frac{pVM}{RT}$$

$$w = \frac{9.60 \times 10^4 \times 0.831 \times 10^{-3} \times 32}{8.31 \times 300} = 1.024 \text{ g} \approx 1.02 \text{ g}$$

(C) 1

水溶液の水素イオン濃度 $[H^+]$ は、 $[H^+] = 10^{-pH} = 1.0 \times 10^{-3} \text{ mol/L}$ なので、酸の電離度 α は、 $\alpha = \frac{1.0 \times 10^{-3}}{0.10} = 1.0 \times 10^{-2}$ となり、この酸は弱酸である。

$c [\text{mol/L}]$ の弱酸の電離平衡定数 K_a は、

$$K_a \approx c\alpha^2 = 0.10 \times 1.0 \times 10^{-4} = 1.0 \times 10^{-5} \text{ mol/L}$$

(D) 3

硫酸銅(II)五水和物の式量は、 $160 + 18 \times 5 = 250$

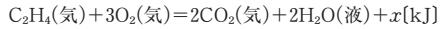
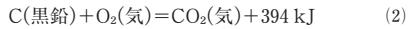
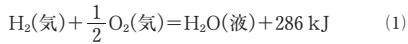
100 g の水に硫酸銅(II)は 60 °C において 40 g 溶けるから、140 g の飽和水溶液中に硫酸銅(II)は 40 g 含まれる。したがって飽和溶液 100 g 中には硫酸銅(II)は $40 \times \frac{100}{140} = 28.6 \text{ g}$ 含まれる。

20 °C に冷却したとき硫酸銅(II)五水和物が 25 g 析出したこと、硫酸銅(II)は $25 \times \frac{160}{250} = 16 \text{ g}$ が析出し、溶液 $100 - 25 = 75 \text{ g}$ 内には $28.6 - 16 = 12.6 \text{ g}$ 残っている。

したがって、20 °C において水 100 g に硫酸銅(II)が $x [\text{g}]$ 溶けるとすると

$$\frac{12.6}{75} = \frac{x}{100+x}, \quad x = 20.2 \text{ g}$$

(E) 4



$$x = (1) \times 2 + (2) \times 2 - (3) = 1412 \text{ kJ}$$

よって、 $\text{C}_2\text{H}_4(\text{気})$ の燃焼熱は 1412 kJ/mol である。

3. (配点 25 点)

1 ~ 7 : $2 \times 7 = 14$ 点、問 1 : 1 点、問 2 : $2 \times 3 = 6$ 点、問 3 : 4 点、計 25 点

- | | | |
|------|---------------------|---------|
| 1. 4 | 2. 同素体 | 3. 4 |
| 4. 3 | 5. 分子間 or ファンデルワールス | 6. 面心立方 |
| 7. 8 | | |

問 1 B

問 2 A : ダイヤモンド、B : 黒鉛 (グラファイト)、

C : フラーレンまたは C_{60}

問 3 $(3.6 \times 10^{-8})^3 \text{ cm}^3$ に C 原子が 8 個入っているので 密度は

$$\frac{12.0 \times 8}{6.0 \times 10^{23}} \times \frac{1}{(3.6 \times 10^{-8})^3} = 3.42 \text{ g/cm}^3$$

答 3.4 g/cm^3

4. (配点 25 点)

1 ~ 9 : $2 \times 9 = 18$ 点、問 1 : 2 点、問 2 : 3 点、問 3 : 2 点、計 25 点
1 : (え)脂肪酸、2 : (い)エステル、3 : (さ)混合物、4 : (く)脂肪、

5 : (け)脂肪油、6 : (と)低下、7 : (て)上昇、8 : (せ)固化、9 : (た)乾性油

問 1. $\text{C}_3\text{H}_8\text{O}_3$

問 2. 209

けん化価は次のように定義されている。

$$\text{けん化価} = \frac{3}{\text{油脂の平均分子量}} \times \text{KOH の式量} \times 1000$$

パルミチン酸とグリセリンの分子量はそれぞれ 256 と 92.0 であるから、この油脂の分子量は $806 (= 256 \times 3 + 92.0 \times 3)$ 。KOH の式量は 56.1 であるので、

$$\text{けん化価} = \frac{3}{806} \times 56.1 \times 1000 = 208.81 \dots$$

問 3. う

ヨウ素価は次のように定義されている。254 は I_2 の分子量。

$$\text{ヨウ素価} = \frac{100}{\text{油脂の平均分子量}} \times \text{油脂 1 分子中の二重結合の数} \times 254$$

[出題者から]

(1) 出題のねらい

問題 1 と 2 は、広い範囲からまんべんなく出題しています。ただし問題 4 が有機化学の問題なので、問題 1 と 2 の有機化学に関する問題は少なくてバランスを取っています。問題 1 は総合的な基礎知識を問う問題です。問題 2 は基礎的な計算問題で、難度の高い問題はありません。問題 3 と 4 は、記述式の問題です。基礎的な内容ですが、順序立てて解いていくことが求められます。問題 3 は炭素の同素体について、その性質と結晶構造に関する問題、問題 4 は油脂の性質とヨウ素価・けん化価についての問題です。

(2) ここがポイント

1. A 金属イオンの水溶液と硫化水素の反応を理解しておきましょう。
B エステル結合についてよく理解しておきましょう。
C 酸・塩基の性質と塩の水溶液の液性についてよく理解しておきましょう。
D 構造異性体についてよく理解しておきましょう。
E ハロゲンの性質を理解しておきましょう。
2. A 化学平衡と濃度の関係を理解し、平衡定数の計算に慣れておきましょう。
B 水上置換法で捕集した気体の圧力は水の蒸気圧を含むことを覚えておきましょう。
C 酸の水溶液の濃度と pH と電離定数の関係を理解しておきましょう。
D 結晶水を含む結晶の再結晶では、溶解度は無水物として溶解度が示されますが、実際に析出する際は結晶水つまり水を含んで析出するので、計算が複雑になります。順序立てて考えましょう。
E 化合物の生成熱から燃焼熱を求める典型的な熱化学方程式の問題です。生成熱とは何か、燃焼とはどのような反応か、基本を押さえておきましょう。
3. 炭素の同素体 3 種類に関する問題です。炭素の電子配置と結合様式の関係を整理し、同素体とその性質を理解しておきましょう。A の結晶構造は一見すると難しく見えますが、図に示されているように、○の結晶内の隙間に●が 4 つ入り込んでいる、と考えると一気にわかりやすくなります。また、結晶構造から密度を求める問題では、桁を間違えないように注意しましょう。
4. 油脂の基本的な性質と反応に関する問題です。油脂の基本的な化学的性質を知るために、けん化価やヨウ素価が測定されます。けん化価は油脂の平均分子量の目安になっており、ヨウ素価は大きいほど試料中の不飽和度が高い（二重結合の数が多い）ことを示します。基本的な性質やどのような場面で用いられるか、などについても理解しておきましょう。
- (3) こんなミスが目立った
問題 1、問題 2 では、特に正解率が低い問題はありませんでした。
問題 3 では 1 から 7 の穴埋め問題は比較的よくできていました。問 1 で電気伝導性があるのは B (グラファイト) だけですが、B と A (ダイヤモンド) をあげている人がいました。グラファイトでは価電子が 1 個残っていますが、ダイヤモンドでは残っていないので電気伝導性はありません。問 3 では、有効数字の桁を間違っている人が見受けられました。注意しましょう。問題 4 でも 1 から 9 の穴埋め問題はよくできていました。問 1 で分子式を問うているのに示性式を書いていた人がいました。問 2 の計算は正答率が低かったです。油脂の分子量を求める段階で、パルミチン酸とグリセリンから油脂ができる反応の反応式が書けなかった人が多かったようです。

す。

(4) 過去3年の出題傾向

令和3年度

触媒の働き、酸化還元反応、塩の水溶液の性質、無機化合物の反応と性質、化学反応式と物質量、無機イオンの同定、構造異性体、同位体と原子量、燃焼反応と物質量、再結晶、弱塩基水溶液のpH、凝固点降下、逆滴定、浸透圧、平衡定数、元素分析法を用いた有機化合物の構造式の決定、ベンゼンの反応、電池、1族元素の性質と反応、金属元素の性質、付加重合反応と合成繊維

令和4年度

アルカリ金属の性質、塩の水溶性、不動態、有機化合物の構造、呈色反応、状態変化と熱量、弱酸の電離度と中和反応、状態方程式と気体の分子量、酸の希釈と濃度、固体と気体の溶解度、高分子化合物の合成と性質、水溶液及び気体の色、金属と酸および水の反応、触媒の性質、構造異性体、熱化学方程式、気体の反応と平衡定数、水溶液の濃度、飽和蒸気圧と分圧の法則、弱酸の電離定数とpH、電池の反応と電気量、元素の性質と反応

令和5年度

水素化合物の性質、塩基性酸化物、水素発生反応、塩の水溶液の液性、酸化還元反応と酸化数、燃焼反応と物質量、水溶液の濃度と密度、混合気体の圧力、金属の結晶構造と密度、熱化学方程式、カルボン酸の性質と反応、金属イオンの水溶液の反応、有機化合物とエステル結合、塩の水溶液の液性、構造異性体、ハロゲンの性質、化学平衡と平衡定数、酸の電離平衡、水和水を含む結晶の再結晶、油脂の性質と反応、電気分解と電池、セラミックスの性質と反応

(5) 重要ポイント

基本的なことがらをまんべんなく出題しているので、特にここが重要なポイントはありません。教科書をよく読み理解し、基礎を確実に身につけましょう。基本的な物質の名称と構造式、化学反応式を正確に書けるようにしておきましょう。例題程度の計算問題は確実に解けるようにしておきましょう。

(6) 合格へのアドバイス

全ての分野をまんべんなく勉強することがポイントです。過去の出題問題を解いてみて、理解できない箇所があれば、必ず教科書の該当箇所をよく読み理解して下さい。計算問題は解き方を理解するだけでなく、必ず自分で計算してみてください。そのとき、やみくもに計算するのではなく、分数のまま次の式に代入するなど、計算の仕方を工夫することで、計算ミスを減らし、所要時間を短縮することができます。有効数字も注意して下さい。有効数字の桁数を指定された場合は、途中計算ではなく、最終の答えを出す段階で指定された桁数になるよう四捨五入してください。

前期日程3日目（2月3日試験）

[解答例と解説]

1. (配点25点)

(A) 1

分子中、他の3原子と共有結合した窒素原子、他の2原子と共有結合した酸素原子および他の1原子と共有結合した塩素原子は非共有電子対をそれぞれ、1組、2組および3組持つ。アンモニアは三角錐構造で極性分子、二酸化炭素は直線構造で無極性分子である。

(B) 4

発生する気体と分子量は、(a) O₂=32、(b) Cl₂=71、(c) NO=30、(d) NH₃=17、(e) C₂H₂=26

(C) 4

凝固点降下度が最も大きいのは塩1モルから3モルのイオンが電離して溶解している(a)で、沸点は最も高い。(c)は、スクロースは電離しない糖のため、他の電離する塩より沸点上昇度は小さくなる。

(D) 5

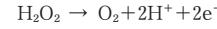
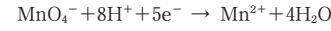
塩化物沈殿Aが生じ、熱湯にすべて溶けたことからPb²⁺が検出され、Ag⁺はない。ろ液Bは酸性でH₂Sと硫化物沈殿を作らないことからCu²⁺はない。溶液Cは弱塩基性で赤褐色沈殿を生じたことからFe³⁺が検出され、この沈殿がNaOHにとけないのでAl³⁺、Zn²⁺などはない。

(E) 1

酢酸ナトリウムを水酸化ナトリウムとともに加熱すると、メタンができる。

2. (配点25点)

(A) 2



過酸化水素水の濃度をx [mol/L] とすると、

$$0.0200 \times \frac{15.0}{1000} \times 5 = x \times \frac{30.0}{1000} \times 2$$

よって、0.0250 mol/L となる。

(B) 3

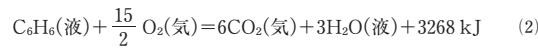
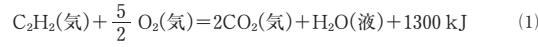
水酸化ナトリウム水溶液の濃度をx [mol/L]、塩酸の濃度をy [mol/L] とする。

$$2 \times 0.100 \times 20.0 = 1 \times x \times 16.0$$

$$1 \times y \times 30.0 = 1 \times x \times 18.0$$

$$x = \frac{4.00}{16.0} \text{ mol/L} \text{ であり}, y = \frac{18.0x}{30.0} = 0.150 \text{ mol/L} \text{ となる。}$$

(C) 3



(1)×3-(2)より



(D) 4

$$\text{この有機化合物中のCの質量} = 880 \times \frac{12.0}{44.0} = 240 \text{ mg}$$

$$\text{この有機化合物中のHの質量} = 450 \times \frac{2.0}{18.0} = 50 \text{ mg}$$

$$\text{この有機化合物中のOの質量} = 450 - 240 - 50 = 160 \text{ mg}$$

したがって、C : H : O = $\frac{240}{12.0} : \frac{50}{1.0} : \frac{160}{16.0} = 2 : 5 : 1$ であるので組成式はC₂H₅Oとなる。

(E) 3

各気体の物質量は以下の通りである。

$$\text{H}_2 : \frac{3.20}{2.0} = 1.60 \text{ mol}$$

$$\text{N}_2 : \frac{16.8}{28.0} = 0.60 \text{ mol}$$

$$\text{CH}_4 : \frac{12.8}{16.0} = 0.80 \text{ mol}$$

よって、混合気体の物質量は3.00 molである。

これを0℃で2.02×10⁵Paにしたときの体積は、 $22.4 \times 3.00 \times \frac{1.01 \times 10^5}{2.02 \times 10^5} = 33.6 \text{ L}$ である。

3. (配点25点)

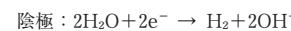
1~10:2点×10=20点、問:5点

1. Cu²⁺+2e⁻→Cu 2. 水素 3. イオン交換膜法

4. ダニエル電池 5. 銅 6. 1.1 7. 酸化鉛(IV)

8. 硫酸鉛(II) 9. 二次 10. 一次

問 白金電極を用いて硫酸ナトリウム水溶液を電気分解すると以下の反応が進行する。



5時間21分40秒=19300秒なので、通電した電気量は0.200×19300

=3860 C である。この電気分解により流れる電子の物質量は $\frac{3860}{96500} = 0.040 \text{ mol}$ である。したがって、陽極で発生する酸素の質量は $0.010 \times 32 = 0.32 \text{ g}$ である。

答 0.32 g

4.

1~11：各 2 点 $\times 11 = 22$ 点，間：3 点

1. セラミックス（窯業製品）
 2. ソーダ石灰ガラス
 3. ポルトランドセメント（セメント）
 4. コンクリート
 5. 粘土
 6. 長石
 7. ファインセラミックス（ニューセラミックス）
 8. Fe_2O_3
 9. 垂鉛
 10. 青銅（ブロンズ）
 11. アンモニアソーダ（ソルベー）
- 問. $\text{NaCl} + \text{NH}_3 + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{NaHCO}_3 \downarrow + \text{NH}_4\text{Cl}$

前期日程 4 日目（2月4日試験）

〔解答例と解説〕

1. (配点 25 点)

(A) 正解 [5]

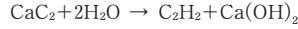
アニリンはニトロベンゼンを出発物質として工業的に製造されています。

(B) 正解 [2]

2-メチルブタン, 2-メチルプロパンが枝分かれ構造を持っています。

(C) 正解 [4]

炭化カルシウムに水を加えると、以下の化学反応が進行します。



この反応では、アセチレンと水酸化カルシウムが生成します。

(D) 正解 [3]

一般に、構造の似た分子では、分子量が大きいほど、沸点は高くなります。また、同じ分子量のアルカンでは枝分かれしている分子より直鎖分子の方が沸点が高くなります。

(E) 正解 [4]

赤リンは黄リンと比べて、反応性が低く、毒性についても低いです。

2. (配点 25 点)

(A) 正解 [5]

気体の分子量は、気体の状態方程式を使用して計算できます。

$$PV = nRT$$

$$n = m/M$$

ここで、P は圧力、V は体積、n は物質、R は気体定数、T は絶対温度、m は質量、M はモル質量です。上記の式から分子量は以下の通り計算されます。

$$M = \frac{m}{V} \times \frac{RT}{P}$$

モル数 n は次のように表されます：

$$M = \frac{4.27 \text{ g/L} \times 8.314 \text{ J/(mol} \cdot \text{K}) \times 310 \text{ K}}{1.55 \times 10^5 \text{ Pa}} = 71.0 \text{ g/mol}$$

モル質量からこの気体は塩素となります。

(B) 正解 [3]

アンモニアの水溶液が水と反応して反応してアンモニウムイオン (NH_4^+) と水酸化物イオン (OH^-) を生成する平衡反応



ここで、上記反応の平衡定数 K は以下のように表されます。

$$K = \frac{[\text{NH}_4^+][\text{OH}^-]}{[\text{NH}_3][\text{H}_2\text{O}]}$$

ここで、 $[\text{NH}_4^+] = [\text{OH}^-]$ とし、アンモニア水のモル濃度を C 、 $K[\text{H}_2\text{O}]$ をアンモニアの電離定数 K_b 水のイオン積を K_w とすると、 $K_b = 2.3 \times 10^{-5} \text{ mol/L}$ で、 $[\text{OH}^-] = \sqrt{cK_b}$ より

$$[\text{OH}^-] = \sqrt{0.92 \times 2.3 \times 10^{-5}} = \sqrt{4 \times 2.3 \times 10^{-6}} \\ = 2 \times 2.3 \times 10^{-3} \text{ mol/L}$$

$$\therefore [\text{H}^+] = \frac{K_w}{[\text{OH}^-]} = \frac{1.0 \times 10^{-14}}{2 \times 2.3 \times 10^{-3}} \text{ mol/L}$$

$$\therefore \text{pH} = -\log[\text{H}^+] = 14 + \log_{10} 2 + \log_{10} 2.3 - 3 = 11.66$$

(C) 正解 [5]

純銅 63.5 kg は $1.00 \times 10^3 \text{ mol}$ で、 Cu^{2+} の還元に必要な電子は $2.00 \times 10^3 \text{ mol}$ となるため、

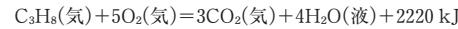
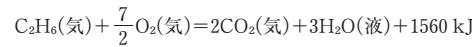
$$200\text{A} \times x \text{ s} / 96500 \text{ C/mol} = 2.00 \times 10^3 \text{ mol}$$

$$x = 96.5 \times 10^4 \text{ s} = 11.2 \text{ 日}$$

となり、必要な日数は 12 日となります。

(D) 正解 [3]

1 mol のエタンおよびプロパンが完全燃焼するには、それぞれ 3.5, 5 mol の酸素が必要で、その熱化学方程式は以下の通りとなります。



この混合気体の体積は 0°C , $1.013 \times 10^5 \text{ Pa}$ で 5.60 L であるため、この混合気体は気体の状態方程式から 0.250 mol となります。

エタンの物質量を x とおき、プロパンの物質量を $(0.25-x)$ とすると、完全燃焼に 1.10 mol の酸素が消費されたことから

$$\frac{7}{2}x + 5(0.25-x) = 1.10$$

$$x = 0.100$$

以上から、エタン 0.100 mol 、プロパン 0.150 mol の混合気体となり、完全燃焼させたときの熱量は、 $(0.100 \text{ mol}) \times (1560 \text{ kJ/mol}) + (0.150 \text{ mol}) \times (2220 \text{ kJ/mol}) = 489 \text{ kJ}$ となります。

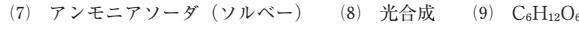
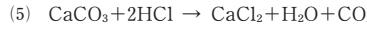
(E) 正解 [3]

塩化カルシウム水溶液が陽イオン交換樹脂に通されると、カルシウムイオン (Ca^{2+}) は水溶液から除去され、塩化物イオン (Cl^-) が水溶液に残ります。

中和滴定の結果、 0.10 mol/L の水酸化ナトリウム水溶液が 16 mL 消費されたことから、 10 mL の塩酸に 1.6 mmol の水酸化ナトリウムが必要なことがわかります。塩酸は 250 mL には 40 mmol の塩化物イオンが存在することになります。初期の塩化カルシウム (CaCl_2) 水溶液 100 mL に 40 mmol の塩化物イオンが存在することから、塩化カルシウム水溶液の濃度は 0.20 mol/L となります。

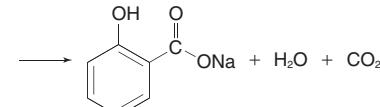
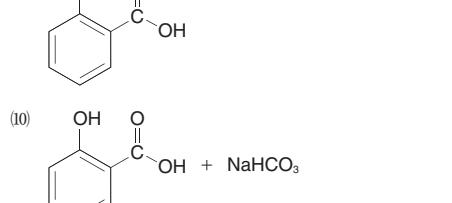
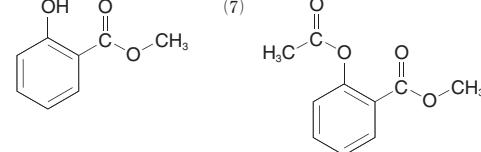
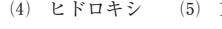
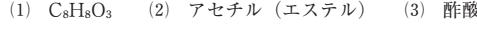
3. (配点 25 点)

(1) 14 (2) 4 (3) 2 (4) 二重



(10) 6 (11) 6 (12) 6 (13) -2810 (14) 吸

4. (配点 25 点)



<ここがポイント>

1. A アニリンの製法について理解しておきましょう。
B 有機化合物の構造とその名称について理解しておきましょう。
C 無機化学の反応について理解しておきましょう。
D 物質の構造と沸点についての関係について理解しておきましょう。
E リンの特徴について理解しておきましょう。
2. A 気体の分子量の求め方について理解しておきましょう。
B アンモニア水のpHの計算方法について理解しておきましょう。
C 電解精錬について理解しておきましょう。
D 燃焼熱について理解しておきましょう。
E イオン交換樹脂について理解しておきましょう。
3. 二酸化炭素に関する問題になります。二酸化炭素は気候変動に強く影響を与えている物質の一つです。喫緊の課題として二酸化炭素に関する化学反応を理解しておくことは大事です。
4. 有機化合物に関する問題です。分子量や分子式を求める計算力、分子式と構造上の特徴から各化合物の構造を求める応用力を問う問題になります。

<こんなミスが目立った>

問題1では(D)、問題2では(C)、(E)の正答率が低い傾向にありました。問題3と4は記述式なので、問題をよく読んで解答するように心がけましょう。問題3は反応式を誤答するケースが散見されました。問題4は2の分子構造のミスが多く見受けられました。

<重要ポイント>

本学の化学の入試問題は化学基礎、化学の教科書の基本的な内容を基準として作られています。また、有機化学など一部の応用問題も出題されます。教科書を熟読し、要点を整理しながら基礎的な化学の知識を確実に身に着けていることが求められます。文章をしっかりと読み、計算ミスをなくすことが重要なポイントです。

<合格へのアドバイス>

出題内容は化学基礎、化学の教科書の基本的な内容とその簡単な応用です。出題範囲が広いため、教科書をしっかりと読んで、基礎的な内容の理解しておきましょう。また、教科書の例題や参考書の問題に取り組むことで知識の定着を図りましょう。計算問題は単に公式を覚えているだけでは解けない問題を多く出題しています。計算問題は約分することで計算が楽になることがあります。演習問題や過去問を解き、計算力を養いましょう。特に、各数値の単位を意識することで計算ミスが少なくなります。記述式の問題では、化学の基礎に加えて読解力と応用力も問われることになります。しっかりと文章を読み解くことができれば、教科書の内容を覚えていなくても解ける問題があります。参考書などの問題だけでなく、過去問を解くことで、記述式問題への対策をしておくといいでしよう。

前期日程5日目（2月5日試験）

[解答例と解説]

1. (配点25点)

(A) 正解 [2]

遷移元素は金属元素で構成されています。

(B) 正解 [1]

ハロゲンの酸化力の強さは $F_2 > Cl_2 > Br_2 > I_2$ となり、ハロゲン化水素の酸の強さは、 $HI > HBr > HCl > HF$ となります。

(C) 正解 [5]

Zn^{2+} と硫化水素水を反応させると硫化亜鉛を形成しますが、強酸性の条件では硫化亜鉛は、水に溶解します。

(D) 正解 [2]

(E) 正解 [5]

2. (配点25点)

(A) 正解 [4]

平衡に達するまでに反応したヨウ素は $1.4\text{ mol} - 0.2\text{ mol} = 1.2\text{ mol}$ であり、反応した水素も 1.2 mol であるため、平衡時の水素の物質量は $2.0\text{ mol} - 1.2\text{ mol} = 0.8\text{ mol}$ である。また、平衡時のヨウ化水素の物質量は $2 \times 1.2\text{ mol} = 2.4\text{ mol}$ となる。

$$\text{したがって平衡定数 } K = \frac{\left(\frac{2.4}{10}\right)^2}{\left(\frac{0.8}{10}\right) \times \left(\frac{0.2}{10}\right)} = 36 \text{ となります。}$$

(B) 正解 [5]

充電した際の電気量から反応した電子の物質量は、 $\frac{5.0 \times 1930}{96500} = 0.10\text{ mol}$ となります。充電前の溶質の質量 $x\text{ [g]}$ 、希硫酸の質量 $y\text{ [g]}$ とすると、

$$\text{充電前は, } \frac{x}{y} = 0.20$$

充電後は、硫酸が $0.10\text{ mol} \times 98\text{ g/mol} = 9.8\text{ g}$ 生成し、水が $0.10\text{ mol} \times 18\text{ g/mol} = 1.8\text{ g}$ 消費されるので、 $\frac{x+9.80}{y+9.80-1.80} = 0.30$ これを解いて $y = 74\text{ g}$ となります。

(C) 正解 [4]

反応式より、生成した I_2 の物質量 $1/2$ 倍が溶存している酸素の物質量となります。

$$\frac{12.7 \times 10^{-3}}{127 \times 2} \times \frac{1}{2} \times 16 \times 2 \times 10^3 \times \frac{1000}{100} = 8.0$$

よって酸素の質量は 8.0 mg となります。

(D) 正解 [1]

一酸化炭素の物質量を $x\text{ [mol]}$ 、メタンの物質量を $y\text{ [mol]}$ とすると

$$\text{体積 } 22.4x + 22.4y = 67.2$$

$$\text{熱量 } 283x + 891y = 1153$$

これを解いて $x = 2.5\text{ mol}$ 、 $y = 0.50\text{ mol}$ となることから、物質量の比は、 $5 : 1$ となります。

(E) 正解 [3]

面心立方格子の1つの格子内に4個の原子が含まれます。この結晶 1 cm^3 中には $4\text{ 個} \div (4.0 \times 10^{-8}\text{ cm})^3 = 6.25 \times 10^{22}$ 個となります。

3. (配点25点)

- (1) 三態 (2) 平衡 (3) 沸騰 (4) 下げ

- (5) 升華 (6) 5.1 (7) 1.7×10^2

- (8) 7.0×10^{-3} (9) 2.1×10^2

4. (配点25点)

- (1) 二酸化炭素 (2)

- (3) ポリエチレンテレフタート (PET) (4) フェノール

- (5) アセトン (6)

- (7)

- (9)

- (10)

- (11)

<ここがポイント>

1. A 遷移元素について理解しておきましょう。

- B ハロゲンの性質について理解しておきましょう。

- C 無機化学の反応について理解しておきましょう。

- D 樹脂の構造と性質の関係について理解しておきましょう。
E 油脂を構成する脂肪酸について理解しておきましょう。
2. A 平衡定数の求め方について理解しておきましょう。
B 鉛蓄電池の充放電の反応について理解しておきましょう。
C 酸化還元について理解しておきましょう。
D 燃焼熱について理解しておきましょう。
E 結晶構造について理解しておきましょう。
3. 物質の三態に関する問題になります。物質は圧力と温度によって状態が変わります。身近な物質の状態変化を理解しておくことは大事です。
4. 有機化合物に関する問題です。分子量や分子式を求める計算力、分子式と構造上の特徴から各化合物の構造を求める応用力を問う問題になります。

<こんなミスが目立った>

問題1では(D)、問題2では(B)、(C)の正答率が低い傾向にありました。問題3と4は記述式なので、問題をよく読んで解答するように心がけましょう。問題3は「沸騰」を誤答するケースが散見されました。問題4は分子構造のミスが多く見受けられました。

<重要ポイント>

本学の化学の入試問題は化学基礎、化学の教科書の基本的な内容を基準として作られています。また、有機化学など一部の応用問題も出題されます。教科書を熟読し、要点を整理しながら基礎的な化学の知識を確実に身に着けていることが求められます。文章をしっかりと読み、計算ミスをなくすことが重要なポイントです。

<合格へのアドバイス>

出題内容は化学基礎、化学の教科書の基本的な内容とその簡単な応用です。出題範囲が広いため、教科書をしっかりと読んで、基礎的な内容の理解しておきましょう。また、教科書の例題や参考書の問題に取り組むことで知識の定着を図りましょう。計算問題は単に公式を覚えているだけでは解けない問題を多く出題しています。計算問題は約分することで計算が楽になることがあります。演習問題や過去問を解き、計算力を養いましょう。特に、各数値の単位を意識することで計算ミスが少なくなります。記述式の問題では、化学の基礎に加えて読解力と応用力も問われることになります。しっかりと文章を読み解くことができれば、教科書の内容を覚えていなくても解ける問題があります。参考書などの問題だけでなく、過去問を解くことで、記述式問題への対策をしておくといいでしょう。

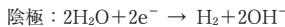
後期日程1日目（2月28日試験）

[解答例と解説]

1. (配点25点)

(A) 正解 [1]

各電極で以下の反応が生じます。



(B) 正解 [2]

(C) 正解 [2]

溶媒分子がコロイド粒子に衝突することによって、プラウン運動は観察されます。

(D) 正解 [3]

アセトンとヨウ素、水酸化ナトリウムの混合溶液を加熱すると、特有の臭気をもつ黄色沈殿（ヨードホルム CHI_3 ）ができます。

(E) 正解 [4]

ダニエル電池は、銅板が正極で、亜鉛板が負極です。

2. (配点25点)

(A) 正解 [1]

圧力 $p=7.50 \times 10^4 \text{ Pa}$ 、体積 $V=0.142 \text{ L}$ 、温度 $T=227^\circ\text{C}=500 \text{ K}$ 、質

量 $w=0.200 \text{ g}$ 、気体定数 $R=8.31 \times 10^3 \text{ Pa}\cdot\text{L}/(\text{K}\cdot\text{mol})$ ので、モル質量 M は：

$$M = \frac{wRT}{pV} = 78.0 \text{ g/mol}$$

選択肢の中で分子量が 78 g/mol となるのは、 C_6H_6 となります。

(B) 正解 [5]

ナイロン 66 $[\text{NH}(\text{CH}_2)_6\text{NH}-\text{CO}(\text{CH}_2)_4\text{CO}]_n$ の繰り返し単位 1 個（式量 226）あたりには、アミド結合は 2 個含まれます。また、平均分子量が 5.65×10^4 ので、平均重合度 n は：

$$226n = 56500 \quad n = 250$$

よって $250 \times 2 = 500$ 個となります。

(C) 正解 [1]

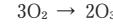
中和滴定の結果より、中和に要した水酸化ナトリウムの物質量は、 $7.14 \times 10^{-4} \text{ mol}$ となります。水溶液 10 ml 中の酢酸の物質量も $7.14 \times 10^{-4} \text{ mol}$ となり、酢酸の質量は、 $7.14 \times 10^{-4} \times 60 = 0.043 \text{ g}$ となります。水溶液は、10 倍に希釈されているので、食酢中の酢酸の質量は、 0.428 g となります。食酢の質量は、食酢の密度 × 食酢の体積でもつまり、 $1.02 \times 10 = 10.2 \text{ g}$ となります。よって、食酢に含まれる酢酸の質量パーセント濃度は、

$$0.43 \div 10.2 \times 100 = 4.2 \%$$

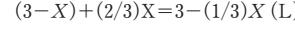
となります。

(D) 正解 [2]

酸素からオゾンを生成する化学反応は



と表されます。反応に使われた酸素を $X \text{ (L)}$ とすると、反応後に残った酸素は $(3-X) \text{ (L)}$ になります。一方、発生したオゾンは $(2/3)X \text{ (L)}$ になるため、反応後の体積は



となります。これが 2.85 L であることから $3 - (1/3)X = 2.85$ であり、 $X = 0.45 \text{ (L)}$ となります。

反応に使われた酸素が 0.45 L であることから、生成したオゾンの体積は $(2/3) \times 0.45 = 0.30 \text{ (L)}$ となります。

(E) 正解 [4]

加熱前は、硫酸マグネシウム n 水和物の式量は、 $120 + 18n$ となり、その質量は、 2.46 g となります。加熱後は、硫酸マグネシウムの式量は 120 となり、その質量は 1.20 g でした。よって、以下の式が成り立ちます。

$$120 + 18n : 2.46 = 120 : 1.20$$

よって、 $n = 7$ となります。

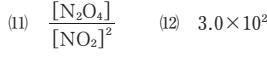
3. (配点25点)

(1) 無 (2) 希硝酸



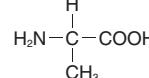
(4) 低い (5) 水上 (6) 赤褐色 (7) 発

(8) 57.8 (9) 無 (10) 減少

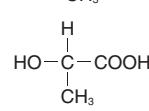


4. (配点25点)

(1) 同じ (2) *p*-ジビニルベンゼン (3) スルホン (4) 33.3

(5) 

(6) アラニン

(7) 

(8) 乳酸 (9) スクロース

<ここがポイント>

1. A 電気分解について理解しておきましょう。

B 工業的製法について理解しておきましょう。

C コロイドの性質について理解しておきましょう。

- D ヨードホルム反応について理解しておきましょう。
 E 銅と亜鉛の性質について理解しておきましょう。
2. A 気体の状態方程式について理解しておきましょう。
 B 高分子の平均重合度について理解しておきましょう。
 C 中和滴定について理解しておきましょう。
 D オゾンの生成について理解しておきましょう。
 E 水和水について理解しておきましょう。
3. 窒素酸化物に関する問題になります。窒素酸化物は、物質は圧力と温度によって状態が変わります。身近な物質の状態変化を理解しておくことは大事です。
4. 有機化合物に関する問題です。分子量や分子式を求める計算力、分子式と構造上の特徴から各化合物の構造を求める応用力を問う問題になります。

<こんなミスが目立った>

問題1では(C)、問題2では(B)の正答率が低い傾向にありました。問題3と4は記述式なので、問題をよく読んで解答するように心がけましょう。問題3は計算問題を誤答するケースが散見されました。問題4は分子構造のミスが多く見受けられました。

<重要ポイント>

本学の化学の入試問題は化学基礎、化学の教科書の基本的な内容を基準として作られています。また、有機化学など一部の応用問題も出題されます。教科書を熟読し、要点を整理しながら基礎的な化学の知識を確実に身に着けていることが求められます。文章をしっかりと読み、計算ミスをなくすことが重要なポイントです。

<合格へのアドバイス>

出題内容は化学基礎、化学の教科書の基本的な内容とその簡単な応用です。出題範囲が広いため、教科書をしっかりと読んで、基礎的な内容の理解しておきましょう。また、教科書の例題や参考書の問題に取り組むことで知識の定着を図りましょう。計算問題は単に公式を覚えているだけでは解けない問題を多く出題しています。計算問題は約分することで計算が楽になることがあります。演習問題や過去問を解き、計算力を養いましょう。特に、各数値の単位を意識することで計算ミスが少くなります。記述式の問題では、化学の基礎に加えて読解力と応用力も問われることになります。しっかりと文章を読み解くことができれば、教科書の内容を覚えていなくても解ける問題があります。参考書などの問題だけでなく、過去問を解くことで、記述式問題への対策をしておくといいでしよう。

後期日程2日目（2月29日試験）

[解答例と解説]

1. (配点25点)
- (A) 正解 [1]
 結晶の種類が分子結晶に分類される物質は、スクロース、ナフタレンです。
- (B) 正解 [2]
 醋酸はヨードホルム反応を示しません。
- (C) 正解 [4]
 分子間に水素結合が形成されるため、フッ化水素、水、アンモニアは分子量が小さいにもかかわらず高い沸点を示します。水は、非共有電子対2つが水素結合を作るため、沸点が一番高くなります。フッ化水素とアンモニアでは電気陰性度が大きいフッ素原子がより強い水素結合を分子間に作るため、アンモニアより沸点が高くなります。メタンは水素結合を作らないため、沸点が一番低くなります。
- (D) 正解 [1]
 元素は元素の周期表の第7周期まで認定されています。また常温常圧で単体が液体である元素は、水銀と臭素のみです。
- (E) 正解 [5]

水溶液に溶解している金属イオンよりもイオン化傾向が大きい金属との組み合わせにより、イオン化傾向が大きい金属が金属イオンになり、小さい金属イオンの单体が樹状の結晶になって金属樹が生成します。

2. (配点25点)

(A) 正解 [3]

電離度が1より十分に小さいため、近似による水素イオン濃度計算が可能です。水溶液のモル濃度をc [mol/L] とすると、

$$[\text{H}^+] = \sqrt{cK_a} = \sqrt{0.999 \times 10^{-6}} \approx 1.0 \times 10^{-3}$$

これをpHに直すので、pH=3.0となります。

(B) 正解 [4]

全ての気体は、標準状態(0°C, 1.013×10⁵Pa)で1molあたりおよそ22.4Lの体積を占めます。1molは、6.0×10²³個の分子の集まりなので、0.15Lには、4.0×10²¹個の窒素分子があることになります。窒素1分子あたりの吸着占有面積(1.6×10⁻¹⁹m²)から、このシリカゲル1.0gの表面積は：

$$4.0 \times 10^{21} \times 1.6 \times 10^{-19} = 6.4 \times 10^2 \text{ m}^2$$

となります。

(C) 正解 [3]

電気量[C]=電流[A]×時間[s]なので、流れた電子の物質量は

$$\frac{2.00 \text{ A} \times (16 \times 60 + 5) \text{ s}}{9.65 \times 10^4 \text{ C/mol}} = 0.0200 \text{ mol}$$

陰極での反応は Cu²⁺+2e⁻→Cu

電子2molでCuが1mol析出します。

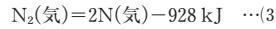
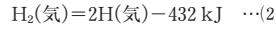
よって、析出するCuの質量は 0.0200 mol×1/2×63.5 g/mol=0.635 gとなります。

(D) 正解 [2]

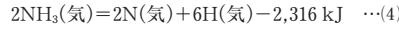
アンモニアの生成熱を表す熱化学方程式は



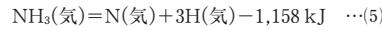
で表される。一方、1molの水素分子および窒素分子を2molの水素原子および窒素原子に解離する反応の熱化学方程式はそれぞれ



となるため、((2)×3+(3))-(1)より



(4)÷2より



アンモニア1mol中にN-H結合は3molあるため、アンモニアのN-Hの結合エネルギーは1,158 kJ÷3 mol=386 kJ/molとなります。

(E) 正解 [4]

ポリエチレンテレフタラート(PET)の平均重合度をnとおくと、その繰り返し単位の式量は192で、分子量は192nであるから

$$192n = 5.76 \times 10^4 \quad \therefore n = 300$$

PETの繰り返し単位1個あたり、エステル結合は2個含まれるため、PET1分子中に含まれるエステル結合の数は300×2=600個

3. (配点25点)

(1) 17 (2) 1 (3) 電気陰性度 (4) フッ素

(5) 4HCl+MnO₂→MnCl₂+2H₂O+Cl₂

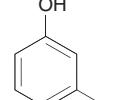
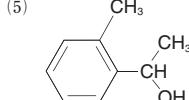
(6) Ca(ClO)₂·2H₂O+4HCl→CaCl₂+4H₂O+2Cl₂

(7) 2H₂O+2e⁻→H₂+2OH⁻ (8) 2Cl⁻→Cl₂+2e⁻

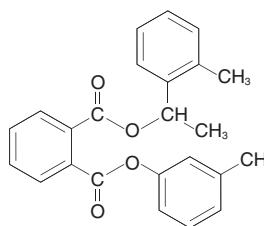
(9) 0.246 (10) HCl (11) HClO

4. (配点25点)

(1) 脱水 (2) 硬化 (3) 水素 (4) フタル酸



(7)



(8) C

(9) D

(10) B

<ここがポイント>

1. A 分子結晶について理解しておきましょう。
- B アセトアルデヒドと酢酸について理解しておきましょう。
- C 第2周期元素の水素化合物について理解しておきましょう。
- D 元素の周期表の関係について理解しておきましょう。
- E 金属樹について理解しておきましょう。
2. A pHの求め方について理解しておきましょう。
- B 気体の状態方程式について理解しておきましょう。
- C 電気分解について理解しておきましょう。
- D 結合エネルギーについて理解しておきましょう。
- E 高分子化合物の平均重合度について理解しておきましょう。
3. 塩素に関する問題になります。塩素は、塩酸など化学分野では広く使われている物質です。塩素の性質や化学反応を理解しておくことは大事です。
4. 有機化合物に関する問題です。分子量や分子式を求める計算力、分子式と構造上の特徴から各化合物の構造を求める応用力を問う問題になります。

<こんなミスが目立った>

問題1では(C)、問題2では(D)、(E)の正答率が低い傾向にありました。問題3と4は記述式なので、問題をよく読んで解答するように心がけましょう。問題4は分子構造のミスが多く見受けられました。

<重要ポイント>

本学の化学の入試問題は化学基礎、化学の教科書の基本的な内容を基準として作られています。また、有機化学など一部の応用問題も出題されます。教科書を熟読し、要点を整理しながら基礎的な化学の知識を確実に身に着けていることが求められます。文章をしっかりと読み、計算ミスをなくすことが重要なポイントです。

<合格へのアドバイス>

出題内容は化学基礎、化学の教科書の基本的な内容とその簡単な応用です。出題範囲が広いため、教科書をしっかりと読んで、基礎的な内容の理解しておきましょう。また、教科書の例題や参考書の問題に取り組むことで知識の定着を図りましょう。計算問題は単に公式を覚えているだけでは解けない問題を多く出題しています。計算問題は約分することで計算が楽になることがあります。演習問題や過去問を解き、計算力を養いましょう。特に、各数値の単位を意識することで計算ミスが少なくなります。記述式の問題では、化学の基礎に加えて読み解く力と応用力も問われることになります。しっかりと文章を読み解くことができれば、教科書の内容を覚えていなくても解ける問題があります。参考書などの問題だけでなく、過去問を解くことで、記述式問題への対策をしておくといいでしよう。

生物

前期日程1日目（2月1日試験）

[解答例]

[1] (配点4点×10=40点)

- A. 3 B. 3 C. 1 D. 3 E. 4
 F. 4 G. 3 H. 2 I. 3 J. 2

[2] (配点3点×8=24点)

- A. サイトカイン（一酸化窒素、インターロイキンも可）
 B. アセチルCoA（活性酢酸も可）
 C. RNA（プライマーも可）
 D. 表層粒
 E. 全か無か
 F. 落葉樹
 G. 拇指対向（母指対向も可）
 H. 屈筋（屈曲も可）

[3] (配点36点)

問1 (12点)

- (1) (ア) 生産者 (イ) 消費者 (ウ) 分解者 (エ) 食物連鎖
 (2点×4)
 (2) a, d (2点×2)

問2

- (1) リボソームで翻訳されたタンパク質はまず粗面小胞体に入る。その後、(粗面)小胞体の一部がタンパク質を内包した小胞として分離し、ゴルジ体へ運ばれる。ゴルジ体においてタンパク質は修飾を受け、分泌小胞が形成される。ゴルジ体から分離した分泌小胞は細胞膜に移動し、細胞膜と融合して内部のタンパク質が細胞外へと放出される。(4点)
 (2) エンドサイトーシスにより、細胞膜が陷入して一層の膜構造からなる小胞内に閉じ込められたタンパク質は、小胞がリソソームと融合することで、リソソーム内に取り込まれ、リソソーム内の酵素によって分解される。(4点)
 (3) キネシン、ダイニン (2点×2)

問3

- (1) 50分 (2点)
 (2) 重窒素(¹⁵N)を含むDNA鎖を錠型鎖として、新たに窒素(¹⁴N)を含むDNA鎖の新生鎖が合成され、重窒素(¹⁵N)と窒素(¹⁴N)を含む混成DNAが形成されたため (4点)
 (3) b (2点)
 重窒素(¹⁵N)と窒素(¹⁴N)を含む混成DNAを錠型鎖として、新たに窒素(¹⁴N)を含むDNA鎖の新生鎖が合成される。すなわち、一つは重窒素(¹⁵N)と窒素(¹⁴N)を含む混成DNA、もう一つは窒素(¹⁴N)のみを含むDNAが形成される (4点)

[解説]

[1]

A: この問題では、タンパク質の基本構成要素であるアミノ酸に関する知識を問っています。アミノ酸は生体内でタンパク質を構成する際に欠かせない分子であり、その構造と性質を理解することは生物学の基礎を学ぶ上で非常に重要です。グルタミン酸は側鎖にカルボキシル基を持つため、負の電荷を帯びやすく、通常は酸性を示します。これは、タンパク質の構造や機能に影響を及ぼす重要な特性です。

B: この問題では、代謝に関する基本的な理解と酵素の役割についての知識を評価しています。酵素は反応のエネルギー障壁を下げることで反応を促進しますが、代謝反応自体にはエネルギーの出入りが伴います。酵素の役割は反応を起こりやすくすることであり、エネルギーの出入りを無くすわけではありません。

C: この問題では、生物学における核酸の基本的な構成要素と構造に関する知識を評価しています。ヌクレオシドは糖（リボースまたはデ

化学

生物

オキシリポース)と塩基(アデニン、グアニン、シトシン、ウラシル、またはチミン)から構成されます。リン酸が結合した形態をヌクレオチドとよびます。

D: この問題では、遺伝学の基本原則に関する理解として、特に遺伝子の伝達と変異のメカニズムについての理解を評価しています。独立の法則(メンデルの第二の法則)は、異なる形質の遺伝子が互いに独立して遺伝することを指します。優性の法則は、対立形質がある場合、遺伝子型がヘテロの個体では優性形質が発現する現象を示しています。

E: この問題では、神経系の基本的な構成要素に関する理解として、特に神経系の構造と機能の基礎と神経信号の伝達機構に関する理解を評価しています。ヒトにおいて、運動ニューロンが有髄神経纖維であることは一般的に正しいですが、感覚ニューロンが全て無髄神経纖維であるわけではありません。感覚ニューロンには、有髄神経纖維も存在します。有髄神経纖維は高速で信号を伝達することができ、触覚や圧力感覚などの情報を迅速に中枢へ伝えるのに役立ちます。無髄神経纖維も存在し、これらはより遅い伝達速度を持ちますが、痛みや温度感覚などの情報伝達に関わっています。

F: 被子植物の受精過程、特に花粉の発芽、花粉管の成長、双重受精とその結果に関する理解を評価しています。受精過程の各ステップが正確に理解されているか、および植物の生殖の基本的な概念に対する知識を確認しています。被子植物の重複受精では、1つの精細胞が卵細胞と融合して2nの受精卵(将来の胚)を形成し、もう1つの精細胞が中央細胞(2つの極核を含む)と融合して3n(3倍体)の胚乳を形成します。この過程は、被子植物特有の現象であり、胚乳は種子の発育を支える栄養組織として機能します。

G: この問題では、生態学における基本的な概念と用語に関する理解を評価しています。実際に「相変異」という用語は、個体群生態学の文脈では一般的に使われるものではありません。個体群の密度に依存する効果は、生態学では一般に「密度効果」として知られており、個体群内の競争、捕食、病気の伝播など、個体数が増加するにつれて生じる相互作用の強化を指します。

H: この問題では、細胞小器官の起源と進化に関する理解を評価しています。ミトコンドリアは好気性細菌由来の細胞小器官と考えられています。嫌気性細菌は酸素を必要としない環境で生きる微生物ですが、ミトコンドリアは酸素を利用してエネルギーを産生する好気性呼吸を行います。このため、ミトコンドリアの起源に関する仮説では、古代の好気性細菌が他の細胞に取り込まれ、共生関係を築いたことが起源であるとされています。

I: この問題では、生物の進化と系統に関する理解を評価しています。進化は無作為な突然変異と自然選択によって駆動されるプロセスであり、特定の「目的」を持つとは考えられていません。生物種が進化する過程は、環境への適応や生存競争の結果であり、共通の目的を持つというよりは、共通の祖先から分岐した結果として理解されています。

J: この問題では、タンパク質の構造、機能、およびそれらがどのように変化するかに関する基本的な理解を評価しています。ペプチド結合はタンパク質を構成する基本的な結合であり、その切断は極めて高いエネルギーを必要とします。60°C程度の温度では、タンパク質は変性するかもしれません、ペプチド結合が切断されること一般的ではありません。変性はタンパク質の三次元構造が変わることを指し、ペプチド結合の切断とは異なります。

[2]

A: 生物学における免疫応答の基本的なメカニズムの理解を評価しています。具体的には、マクロファージが病原体を認識するメカニズムと、その後に起こる免疫系の活動についての知識を問っています。TLRによる病原体の認識後、マクロファージはサイトカインを分泌します。サイトカインは、免疫細胞を活性化させたり、炎症反応を促進させたりするなど、免疫系の様々な細胞間で情報伝達を行うた

めに重要な役割を担っています。この過程は、体が感染に対してどのように反応し、防御メカニズムを活性化させるかを示しています。サイトカインの分泌は、免疫系が病原体に迅速に反応し、感染の拡大を防ぐために不可欠です。

B: この問題では、生物学における細胞呼吸の詳細なプロセス、特にケエン酸回路(クレブス回路)の初期段階における化学変化に関する理解を評価しています。呼吸において、ケエン酸回路の前段階でピルビン酸はまず二酸化炭素を放出し、残りの2炭素の骨格がコエンザイムA(CoA)と結合します。この反応はピルビン酸デヒドロゲナーゼ複合体によって触媒され、生成物はアセチルCoAです。アセチルCoAは、ケエン酸回路における反応の出発物質として機能します。アセチルCoAからのアセチル基がオキサロ酢酸と結合してケエン酸を形成することで、ケエン酸回路が開始されます。この過程は、細胞呼吸においてエネルギーを効率的に产生するための重要なステップであり、炭水化物、脂肪、タンパク質からのエネルギー放出に関与しています。

C: この問題では、細胞生物学の基礎となるDNAの複製プロセスに関する理解を評価しています。具体的には、DNA複製が開始される際の初期段階、つまり新しいDNA鎖の合成が始まるための起点となる要素に焦点を当てています。DNA複製プロセスでは、複製開始点において、DNA錠に相補的な短いRNA(プライマー)が合成されます。このRNAプライマーは、DNAポリメラーゼがDNAの新生鎖の伸長を開始するための起点を提供します。RNAプライマーはプライマーと呼ばれる特殊な酵素によって合成され、DNAポリメラーゼはこのプライマーの3'末端から新しいDNA鎖の合成を始めます。このプロセスは、細胞が分裂し、遺伝情報を次世代に正確に伝えるために不可欠です。

D: この問題では、生物学における受精過程、特にウニの卵の受精における細胞レベルでの変化に関する理解を評価しています。具体的には、受精時に卵細胞の細胞膜の下で起こる特定の細胞内構造の役割に焦点を当てています。ウニの卵の細胞膜のすぐ下にある表層粒は、受精時に重要な役割を果たします。これらの顆粒は、精子が卵細胞に侵入した後、細胞膜に融合し、その内容物を細胞外に放出します。放出された内容物は、卵細胞の周りに固い層を形成し、これが受精膜の基となります。このプロセスは追加的な精子の侵入を防ぎ、多重受精を防止するために重要です。表層粒の放出によって形成される受精膜は、受精卵が適切に発展するための環境を確保します。

E: この問題では、神経系の基本的な要素であるニューロンの興奮に関する理解を評価しています。具体的には、膜電位の上昇(脱分極)がニューロンを興奮させるために必要な閾値に達するかどうかを決定する原理に焦点を当てています。個々のニューロンが興奮するかどうかは、膜電位の上昇(脱分極)が閾値を超えられるかに依存し、この原理は全か無かの法則と呼ばれています。全か無かの法則によれば、ニューロンの膜電位の上昇が閾値を超えた場合にはのみ興奮が発生し、膜電位の上昇が閾値に達しない場合は興奮は発生しません。興奮の大きさは膜電位の上昇の程度によって変わらないため、ニューロンが発する興奮は常に一定の強度を持ちます。

F: この問題では、植物学および生態学における樹木の適応戦略に関する基本的な理解を評価しています。具体的には、樹木が季節に応じて葉を保持するか落とすかという特性に焦点を当てています。常緑樹は、年間を通じて葉を保持する樹木のことを指し、これに対して冬季や乾季に葉を落として休眠状態に入る樹木を落葉樹と呼びます。落葉樹は、水分の損失を防ぐためや、寒さや乾燥による損傷から自身を保護するために葉を落とします。この適応戦略により、落葉樹は厳しい季節を乗り越え、適切な条件下で再び新しい葉を生やすことができます。

G: この問題では、進化生物学における靈長類の適応戦略に関する基本的な理解を評価しています。具体的には、靈長類が樹上生活に適応

するために発展させた特定の形質に焦点を当てています。靈長類では、拇指対向により枝などを掴みやすくなり、樹上生活に適応したと言えます。対向指とは、一つまたは複数の指が他の指と反対方向に動くことができる特徴を指します。この特徴により、靈長類は枝をしっかりと握ることができ、樹上で移動や食物の取得に有利な状況を生み出しています。

H: この問題では、神経生理学における基本的な生理反応、特に脊髄レベルで起こる反射機関に関する理解を評価しています。熱いものに触れた際に手を瞬時に引っ込める反射は、屈筋反射として知られています。この反射は脊髄レベルで処理され、感覺ニューロンが受けた刺激を脊髄に伝え、運動ニューロンを介して特定の筋肉群、この場合は屈筋、を活性化します。結果として、刺激された部位が迅速に動かされ、潜在的な損傷から身体を守ることができます。

[3]

問1 この問題では、生態系における基本的な構成要素とその相互関係に関する理解を評価しています。生態系の動態を理解するためには、生物間の栄養摂取の関係を正確に把握することが不可欠です。具体的には、生態系内でのエネルギーの流れと物質循環における各種生物群（生産者、消費者、分解者）の役割と、これらが形成する食物連鎖や食物網の概念に焦点を当てています。

(1) 生産者は、光合成や化学合成を通じて、無機物から有機物を生成する生物です。これにより、生態系におけるエネルギーの基盤を提供します。消費者は、他の生物を食べることで生きている生物で、一次消費者（草食動物）、二次消費者（小さな肉食動物や雑食動物）、三次消費者（大きな肉食動物）などの階層に分かれます。分解者は、死んだ生物や有機廃棄物を分解し、その過程で無機栄養素に変換する生物です。これにより、生産者が再び利用できる形で栄養素が生態系に戻されます。つまり、生産者から始まり、複数の消費者レベルを経由して分解者に至るまでの一連の食べる・食べられる関係を表す食物連鎖によって生態系内のエネルギーと物質の移動がつなげられています。

(2) 一次消費者は、生態系における食物連鎖の中で、直接植物（生産者）を食べる生物を指します。これらの消費者は、エネルギーを植物から直接受け取り、食物連鎖の次の段階へエネルギーを伝達する重要な役割を担います。ウサギは草食動物であり、草など植物を食べることで生きています。これは一次消費者の典型的な例です。バッタも植物の葉を食べることで知られている草食性の昆虫であり、一次消費者に分類されます。その他の選択肢（イタチ、カエル（成体）、モズ、タカ、シマヘビ、モグラ）は、他の動物を食べる肉食動物または雑食動物であり、一次消費者ではありません。これらは二次消費者やそれ以上のレベルに位置付けられる生物です。

問2 この問題では、生物学における細胞内のタンパク質輸送メカニズムに関する理解を評価しています。具体的には、真核細胞内で分泌タンパク質が合成され、細胞外へ輸送されるまでの過程における主要な細胞小器官とその役割についての知識を問うています。

(1) タンパク質の合成から分泌までに関与する細胞内構造（リボソーム、粗面小胞体、ゴルジ体、分泌小胞）の機能と、これらが相互にどのように作用するかを理解している必要があります。リボソーム：タンパク質合成の場であり、mRNA の情報に基づいてアミノ酸を連結させる。分泌タンパク質の合成は、細胞の粗面小胞体に結合しているリボソームで行われます。粗面小胞体：リボソームによって合成されたタンパク質が送り込まれる場所であり、タンパク質の折りたたみや初期段階の修正が行われます。分泌タンパク質はここで適切な形状と機能を得ます。ゴルジ体：粗面小胞体から送られてきたタンパク質がさらに修正を受ける場所であり、ゴルジ体では、タンパク質に糖鎖が付加されるなどして、最終的な形となります。分泌小胞：ゴルジ体で修正されたタンパク質が包まれる小胞であり、細胞膜と融合して、その内容物を細胞外

に分泌します。

(2) 細胞外のタンパク質が細胞内に取り込まれ、分解されるまでの過程は、次のように説明できます。エンドサイトーシス：細胞外のタンパク質はまず、細胞膜によって取り込まれるプロセスであるエンドサイトーシスによって細胞内に運ばれます。この過程で、細胞膜が窓み、タンパク質を含む小胞を形成し、細胞内へと取り込まれます。リソソーム：最終的に、小胞内のタンパク質はリソソームと融合します。リソソームは、強力な分解酵素を含む細胞小器官で、取り込まれたタンパク質を分解して、その構成要素（アミノ酸など）を細胞で再利用するために提供します。この過程を通じて、細胞は細胞外から取り込んだタンパク質を効率的に利用し、不要なタンパク質を分解してその成分を再利用することができます。このシステムは細胞のホメオスタシスを維持し、細胞の正常な機能を保つために不可欠です。

(3) 微小管上を移動するモータータンパク質として、主に以下の2つが知られています。キネシン：細胞のプラス端方向へ物質を運ぶ役割を持ちます。これは微小管の成長する方向へ物質を輸送することを意味します。ダイニン：細胞のマイナス端方向へ物質を運ぶ役割を持ちます。これは微小管の原点に近い方向、つまり細胞内の中心体方向へ物質を輸送することを意味します。これらのモータータンパク質は、細胞内の物質輸送において非常に重要な役割を果たします。ATP をエネルギー源として利用し、細胞内で必要な場所へタンパク質を含んだ小胞や細胞小器官などを正確に運ぶことができます。

問3 メセルソンとスタールの実験に関するこの問題では、DNA複製のメカニズムを理解しているかを評価しています。具体的には、DNAが半保存的に複製されることを実証した歴史的な実験の手法とその結果の意味を理解しているかどうかを問っています。同位体を用いた実験設計と、その結果からどのようにしてDNAの複製方式が推定されたかを把握している必要があります。

(1) 大腸菌の世代時間を計算するには、細胞数が2倍になるのに要する時間を測定します。実験においては、大腸菌が¹⁴Nを含む培地に移された後の細胞数の増加を時間経過とともに記録し、これをグラフにプロットします。グラフ上で、細胞数が初期値から2倍になるのに要した時間が、1回の細胞分裂（世代時間）に相当します。例えば、グラフ上で細胞数が最初に 2×10^8 で、50分後に 4×10^8 個になっている場合、大腸菌が1回分裂するのに50分かかると計算できます。

(2) 条件3では、最初に重窒素（¹⁵N）を含む培地で育てた大腸菌を、その後窒素（¹⁴N）を含む培地に移し、1回のDNA複製サイクルを経ています。この実験の重要なポイントは、重窒素（¹⁵N）で構成された重いDNAから、DNA複製後にどのような密度のDNAが生じるかを観察することです。1回複製後のDNAが特定の位置に現れる理由は、DNAが半保存的に複製されることに基づきます。つまり、新しく生じた2本鎖DNAには、元の重窒素（¹⁵N）のヌクレオチド鎖の1本と、新しく合成された窒素（¹⁴N）のヌクレオチド鎖の1本ずつ含まれます。これにより、複製されたDNAは重窒素（¹⁵N）と窒素（¹⁴N）の間の密度に位置します。この結果は、DNAが複製される際に、新旧の鎖がそれぞれ1本ずつ含まれることを示しており、DNA複製が半保存的であることを実証しています。この観察から、DNAの各鎖が新しい複製過程で鋳型として機能し、結果として遺伝情報が正確に次世代に伝えられるメカニズムが明らかになりました。

(3) 条件3において、重窒素（¹⁵N）を含む培地から窒素（¹⁴N）を含む培地に移して1回目のDNA複製が終わった後、大腸菌が2回目のDNA複製を経ると、以下のような結果が予測されます。1回目の複製で生成された重窒素（¹⁵N）と窒素（¹⁴N）の混成DNAから、2回目の複製で新たに生成されるDNAのひとつは、窒素（¹⁴N）のみを含むDNA、もうひとつは重窒素（¹⁵N）と窒素（¹⁴N）

の混成 DNA になります。これは、1回目の複製で生成された新しい鎖が窒素 (¹⁴N) のみを含んでいるためです。密度勾配遠心分離法による解析では、これら窒素 (¹⁴N) のみを含む DNA と重窒素 (¹⁵N) と窒素 (¹⁴N) の混成 DNA が別々のバンドとして現れることが予測されます。この結果は、DNA が半保存的に複製されるという事実をさらに裏付けるものとなります。

<出題のねらい>

本試験の問題セットは、受験生が生物学の基本的な知識と理解を有しているかを広範囲にわたり評価することを目的としています。

問題1：選択問題を通じて、生物学の全範囲からバランス良く出題し、受験生の教科書レベルの基礎学力を問います。正しい知識の定着を促すため、誤った選択肢を一つ選ぶ形式を採用しています。このアプローチは、受験生が正しい情報を積極的に識別し、理解を深める機会を提供することを意図しています。

問題2：用語の定義や基本的な概念の理解を問うことで、受験生が生物学の基礎をしっかりと把握しているかを評価します。分野の偏りなく全範囲から出題することで、生物学の広い知識領域に対する理解度を確認します。

問題3：特定のテーマを題材にして、受験生の総合的な理解度を問う記述問題と基礎的な計算問題を出題します。この問題では、受験生が単に知識を記憶するだけでなく、実際の生物学的現象やプロセスを理解し、それを用いて問題解決ができるかを重視しています。

各問題は、受験生が生物学の基本的な概念を正確に理解し、それらを実際の現象やデータと関連付けて考える能力を持っているかを評価するために設計されています。この試験を通じて、受験生は自身の理解度を確認し、さらなる学習の方向性を見定めることができます。

<こんなミスが目立った>

(1)用語の混同：生物学には似たような用語が多く存在します。これらの用語を混同しやすく、誤った用語を使用することがあります。対策として、各用語の正確な定義と使い方を覚え、類似した用語間の違いを明確に理解することが重要です。(2)過程の理解不足：生物学の問題はしばしば、生物学的过程やメカニズムの理解を問います。これらの過程のステップや関連する細胞小器官を正確に理解していないと、解答が難しくなります。対策として、生物学的过程をステップごとに理解し、それぞれの過程で何が起こっているのかを視覚的にイメージできるようにすることが役立ちます。(3)概念の理解不足：生物学は、多くの基本概念や原理に基づいています。これらの概念を十分に理解していないと、問題の根本的な部分に対する正確な回答が困難になります。対策として、基本概念を深く理解し、例えば細胞の構造や遺伝の法則など、基礎から応用までを繋げて考えることができるように勉強することが重要です。(4)計算ミス：生物学では、遺伝学の問題などで計算をする場合があります。単純な計算ミスにより、正しい解答を導き出せないことがあります。対策として、計算問題に慣れるためには、実際に問題を解きながら計算練習を積むことが重要です。また、計算過程を丁寧に書き出し、自分の解答を再確認する癖をつけることで、ミスを減らすことができます。

<過去3年間の出題傾向>

単に知識を暗記するだけでなく、その知識を実際の問題解決や現象の説明に応用できるかを試す問題が増えています。また、具体的な生物現象を説明するために基本概念をどのように適用するかを問う問題が出題される傾向にあります。特に、実験データやグラフ、表などを読み解き、それに基づいた推論や解釈を求める問題が増加しています。これらの問題は、受験生のデータリテラシー（情報や知識を活用する能力）や思考能力を評価することを目的としています。

<重要なポイント>

(1)基本概念の理解：生物学の基本的な概念と原理をしっかりと理解する

ことが重要です。細胞構造、遺伝の法則、生態系の動態、進化論などの基本的なトピックを理解することをお勧めします。(2)用語の正確な理解と使用：専門用語の意味を正確に理解し、適切な文脈で使用できるようにします。用語の混同は混乱を招くため、類似した用語の違いを明確に区別できるようになります。(3)実験方法とデータ分析：実験手法、データの読み取り方、グラフの解釈、統計的な分析方法などに慣れ親しむことが重要です。実験結果の解釈やデータからの情報抽出能力を養いましょう。(4)応用問題への対応：基本知識をもとに、新しい問題に対する応用能力を養います。具体的な現象や事例に基づいて考え、知識を組み合わせて解答を導き出す練習を行いましょう。(5)現代の生物学的課題への理解：環境問題、生命倫理、遺伝子工学など、現代社会で生じている生物学的課題について理解し、それらに対する自身の意見や考えを持つことも求められます。

<合格へのアドバイス>

知識の定着と理解の深化のためには、定期的な復習が必要です。また、過去問題を解くことで、試験形式に慣れ、自身の弱点を把握し、改善策を講じることができます。近年では、特定の実験手法や技術を理解しているか、またそれらを使ってどのようにして生物学的な問い合わせに答えることができるかを問う問題が出題されることがあります。例えば、PCR 法やゲル電気泳動法などの分子生物学的手法に関する知識が問われることがあります。これらの傾向は、受験生が単に幅広い知識を持っているだけでなく、その知識を実際の問題解決に応用し、データを解釈・分析する能力、そして現代の科学が直面する倫理的・社会的課題について考える力を持っているかを測るためのものです。これらのスキルは、生物学を学ぶ上で非常に重要なものとなっています。

前期日程2日目（2月2日試験）

[解答例]

[1] (配点4点×10=40点)

- A. 2 B. 2 C. 1 D. 3 E. 3
F. 4 G. 1 H. 4 I. 3 J. 2

[2] (配点3点×8=24点)

- A. B細胞
B. オキサロ酢酸（C4化合物も可）
C. 核
D. 誘導
E. ランビエ絞輪
F. エチレン
G. 3
H. 種

[3] (配点36点)

問1 (22点)

- (1) (A) 光リン酸化 (B) NADPH (C) ストロマ
(D) チラコイド膜（チラコイドも可）
(E) ATP 合成酵素 (F) 酸化的リン酸化
(G) リブロース二リン酸カルボキシラーゼ/オキシゲナーゼ (Rubisco, ルビスコも可) (2点×7, 14点)

- (2) ① 師管（師部でも可） ② (貯蔵) デンプン (油も可)
(2点×2)

- (3) 明条件下での1時間当たりのCO₂吸収量が4.0 mgで、暗条件下での1時間当たりのCO₂放出量が1.0 mgであることから、光合成による1時間当たりのCO₂吸収量（眞の光合成量）は、4.0 mg+1.0 mg=5.0 mgである。よって明条件5時間での光合成によるCO₂吸収量（眞の光合成量）は、5.0 mg×5時間=25 mgであるので、この25 mgのCO₂を材料として光合成が行われてグルコース (C₆H₁₂O₆) が合成されたと考える。光合成の化学反応式は、6CO₂+12H₂O→C₆H₁₂O₆+6O₂+6H₂Oであるので、求めるグルコースの質量を X mg とすると、6×44 mg : 180 mg = 25 mg : X mg となり、X=(180×25)/(6×44)=17.045÷17 mgとなる。

180 g×5(時間)×5 mg/(6分子×44 g)=17 mg (4点)

問2 (7点)

- (1) I→III→II (2点)
- (2) 2本鎖DNAの各1本鎖が錆型となるため、DNAを増幅するためにはそれぞれのDNA鎖に結合するプライマー(センスプライマーとアンチセンスプライマー)が必要となるため。(3点)
- (3) $2^{10}=1,024$ (倍) (2点)

問3 (7点)

- (1) (A) プロモーター (B) RNAポリメラーゼ(RNA合成酵素)
(2点×2)
- (2) 5'-GAAGCU-3' (3点)

前期日程3日目(2月3日試験)

[解答例]

[1] (配点4点×10=40点)

- A. 2 B. 2 C. 2 D. 2 E. 1
F. 1 G. 3 H. 3 I. 4 J. 1

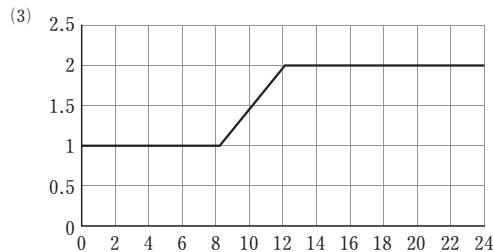
[2] (配点3点×8=24点)

- A. リン脂質
B. 適応放散
C. 外分泌
D. ノーダル
E. 学習(行動)(習得的行動も可)
F. キーストーン
G. 原生生物
H. エディアカラ生物

[3] (配点36点)

問1 (12点)

- (1) 分裂期(前期+中期+後期+終期)の細胞数は90個
 $(90/360) \times 24 = 6$ 時間 (4点)
- (2) DNA量が1倍の期間G1期の細胞数は120個
 $(120/360) \times 24 = 8$ 時間 (4点)



(4点)

問2 (12点)

- (1) (a) 花粉管 (b) 精細胞 (c) 重複受精 (2点×3)
- (2) (a) n (b) 2n (c) 3n (2点×3)

問3 (12点)

- (1) 1分子のリブロース二リン酸(C₅)と1分子の二酸化炭素がルビスコのはたらきによって2分子のホスホグリセリン酸(C₃)に変換されることで、炭素が固定される。(4点)
- (2) ① グルタミン酸 ② グルタミン
③ ケトグルタル酸(αケトグルタル酸も可)
④ アミノ酸 (2点×4)

前期日程4日目(2月4日試験)

[解答例]

[1] (配点4点×10=40点)

- A. 2 B. 3 C. 3 D. 1 E. 1
F. 1 G. 4 H. 4 I. 4 J. 2

[2] (配点3点×8=24点)

- A. システイン

B. NADH

C. オペレーター

D. 胚乳(胚乳細胞も可)

E. 視床下部

F. 光補償点

G. 遺伝子プール

H. 子房

[3] (配点36点)

問1 (8点)

- (1) (ア) 常 (イ) 性 (ウ) X (エ) Y (1点×4)

- (2) オス:白、メス:赤(完答4点)

問2 (16点)

- (1) (A) グリセリン(グリセロールも可) (B) 脂肪酸

- (C) β酸化 (D) クエン酸回路(TCA回路、クレブス回路も可)

(2点×4)

- (2) グリセリンは解糖系に入って代謝される(2点)

- (3) エネルギー源の飢餓状態において炭水化物や脂肪を使ったあとにつかわれる。(3点)

- (4) $70 \times 1000 \text{ g} \times 0.2 \times 9 \text{ kcal/g} \div 1500 \text{ kcal/day} = 84 \text{ 日}$ (3点)

問3 (12点)

- (1) 5'-AGT GCG ATTACGA-3' (4点)

- (2) 特殊なヌクレオチドが取り込まれる確率が高くなるので、新生鎖がほとんど伸長しない段階で合成が停止する。(4点)

- (3) ddCTPの泳動パターンがddTTPの泳動パターンに示されている。ddTTPだけを加えるべき反応溶液に誤ってddCTPも加えて反応させてしまった。(4点)

前期日程5日目(2月5日試験)

[解答例]

[1] (配点4点×10=40点)

- A. 4 B. 3 C. 4 D. 4 E. 1
F. 3 G. 3 H. 2 I. 4 J. 3

[2] (配点3点×8=24点)

- A. 最終産物(最終生成物も可)

- B. 硫黄(硫黄酸化、他の化学合成細菌の名称でも可)

- C. 岡崎フラグメント

- D. 頂端

- E. 銳敏化

- F. フイトクロム

- G. 遺伝的浮動

- H. 塩基配列

[3] (配点36点)

問1 (12点)

- (1) (A) 解糖系 (B) ビルビン酸 (C) 二酸化炭素 (2点×3)

- (2) ① 呼吸の化学反応式: $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 + 6\text{O}_2 \rightarrow 6\text{CO}_2 + 12\text{H}_2\text{O} + 38\text{ATP}$
アルコール発酵の化学反応式: $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 \rightarrow 2\text{C}_2\text{H}_5\text{OH} + 2\text{CO}_2 + 2\text{ATP}$

方針としては、酵母が呼吸とアルコール発酵の両方の反応を行なっていて、それぞれから発生した二酸化炭素の量の合計が55gであると考えて計算する。まず24gの酸素を用いて呼吸でグルコースを完全に分解した場合のグルコースのモル比は $24\text{g}/(32\text{g} \times 6) = 0.125$ である。この呼吸によって発生した二酸化炭素の量は、 $44\text{g} \times 6 \times 0.125 = 33\text{g}$ であるので、アルコール発酵によって発生した二酸化炭素量は、 $55\text{g} - 33\text{g} = 22\text{g}$ と計算できる。

この22gの二酸化炭素を発生したアルコール発酵において消費されたグルコースのモル比は $22\text{g}/(44\text{g} \times 2) = 0.25$ となりアルコール発酵によって消費されたグルコース量は、 $180\text{g} \times 0.25 = 45\text{g}$ と計算できる。

答え、45 g (3点)

- ② 呼吸による ATP 生成量：38 モル×0.125=4.75 モル
アルコール発酵による ATP 生成量：2 モル×0.25=0.5 モル
呼吸とアルコール発酵の両方からの ATP 合計：
 $4.75 \text{ モル} + 0.5 \text{ モル} = 5.25 \text{ モル}$

答え、5.3 モル (3点)

問2 (10点)

- (1) 遺伝子型： $AaBb$ 色：赤 (4点)
(2) $\frac{9}{16} \times 100 = 56.3\%$ 答え 56% (3点)
(3) $aaBB, aaBb, aabb$ (3点)

問3 (14点)

- (1) 2本鎖 DNA が1本鎖 DNA へと解離しないと、プライマーはそれぞれの鋳型鎖に結合（ハイブリダイズ）できないため。 (4点)
(2) 5'-CGCCCAATACGCAAA-3',
5'-CATTAATGAATCGGC-3' (3点×2)
(3) PCR では、2本鎖を1本鎖に分離するために95度程度に加熱する必要がある。好熱菌の耐熱性のDNAポリメラーゼを用いないとDNAポリメラーゼが失活してしまうため。 (4点)

英語

前期日程1日目（2月1日試験）

① 長文読解問題

【解答例】

【問1】（3点×11=33点）

- (a) 4 (b) 2 (c) 1 (d) 3 (e) 1 (f) 3
(g) 4 (h) 2 (i) 4 (j) 3 (k) 4

【問2】（7点）

- (ア) 私たちは生命が貴重だと知っていて、時間制限があるからこそ、より有意義に生命を経験するのである。

【解説】

【問1】

- (a) 第1パラグラフの1文目に「あるロボットが人間になり、『死ぬ』ことを選んだ」、2文目に「そのロボットは“immortal”であることができたのに、そうであることを選ばなかった」と記述がある。これらの記述から、“immortal”は「不死の」という意味であることが分かる。したがって、選択肢4が正解。
- (b) meetには「(条件など)を満たす」の意味があり、if節は、「すべての条件が揃えば」の意味。したがって、選択肢2が正解。
- (c) 下線部を含む節は「これをさらに長く伸ばす努力が行われている」の意味。下線部以前にある単数形の名詞句で、この文脈に合致するものは、life expectancy「寿命」つまり、選択肢1が正解。
- (d) 第2パラグラフの冒頭に「あなたは、加齢を止める方法があるのかと疑問に思うかもしれない」という記述があり、「研究者であるAubrey de Greyはそう考えている」と続いているので、選択肢3が正解。
- (e) 下線部は「明らかな障害がある」の意味。直前の文で人間の寿命が2036年までに飛躍的に伸びる可能性について述べられているが、逆接を示すhoweverをはさんで、下線部の後には“healthy life expectancy is still in the 70s for both men and women”とある。この日本語訳である選択肢1が正解。
- (f) 人間の老化の過程は、細胞がストレスによって損傷を受ける→それらの細胞が修復しない場合に癌化する→癌（の広がり）を抑制するために、細胞分裂が停止し、細胞が衰え始める→衰えつつある細胞が炎症を起こす物質を放出する→その物質が他の細胞を衰えさせる、という過程をたどることが記述されている。この過程に含まれていない、選択肢3が正解。
- (g) 下線部を含む文では、「東京大学の中西教授がGSL1と呼ばれる酵素を阻害することにより、細胞の寿命を伸ばす方法を発見した」ことが述べられている。ここから、GSL1酵素が加齢を促進するものであることが読み取れる。したがって、選択肢4が正解。
- (h) 第4パラグラフでは、中西教授が行った実験について記述されている。教授は、マウスが棒にぶら下がっていられる時間を測定したが、GSL1酵素を阻害したマウスはより長時間ぶら下がることができたことから、人間で言えば30歳程度の若返り効果であると述べたことが分かる。したがって、選択肢2が正解。選択肢1も正解に近いが、第4パラグラフでは、生き物そのものの寿命については述べられておらず、また、中西教授がGSL1酵素を発見したという記述もない。
- (i) 下線部を含む節は、「なぜ『それ』は限りある寿命を切望したのか」の意味。第1および第5パラグラフから、永遠に生き続けることを望まなかつたのは、ロボットであることが分かる。したがって、選択肢4が正解。
- (j) draw out～には、「～を引き伸ばす」という意味がある。したがって、選択肢3が正解。
- (k) 第1パラグラフで、なぜロボットは永遠に生きながらえることを選ばなかつたのか、という問い合わせがあり、第5パラグラフがその答えとなっている。第2、第3、第4パラグラフでは、科学の力で寿命を伸ばそうとする試みについて記述されているが、第5パラグラフ

はそういった試みに対する警鐘を鳴らし、長寿や若さを保ち続けようとしてすることを必ずしも肯定的に捉えていない。したがって、選択肢 4 が正解。

[問2]

ここで life とは「人生」のことであり、それは precious=「貴重なもの」となる。また experience は know と並列関係にある動詞である。続く it は life を指している。all the more ~は「いっそう、なおさら、だからこそ」を意味し、for the time limit の for は理由を表す前置詞である。

[試証] Isaac Asimov は、かつて、人間になり、尊厳とともに死ぬことを選んだロボットの物語を書いた。この物語、『バイセンティアル・マン』で、「不死」であったかもしれないそのロボットは、そうしないことを選んだ。なぜだろうか。もし永遠に生きられるとしたら、素晴らしいことではないだろうか。残念なことに、この問い合わせへの答えがシンプルであることはない。現在の世界の男性の平均寿命は 70 歳、女性は 75 歳だが、最近の研究は、条件さえ揃えば人は今では 150 歳まで生きられるとしている。人々は確かに、以前より長生きしている。そして、新しい科学や技術、そして薬が寿命を延ばし、これをさらに長くしようとする努力が続けられている。

あなた方は、老化を避ける方法はないかと尋ねるかもしれない。研究者の Aubrey de Grey は、それはできると考えている。彼は、老化の背後にある細胞の劣化は、最終的に止めることができ、人間の寿命は、2036 年には、「脱出速度」に達するというのだ。しかしながら、そこには明らかな障害がある。健康寿命は今でも男女共に 70 歳代なのだ。現在、そのマイルストーンの先にあるものは、はるかに魅力的ではないのである。

これが意味するのは、私たちが老化し、若さと美を失った身体で長生きするようになるかもしれないということだ。150 歳の身体を持つ、150 歳の自分を想像してみてほしい。得られた余分な人生をそれほど楽しく生きていると本当に言えるだろうか。そうなると、この問い合わせは「死ぬこと」ではなく「老いること」への不安の増大をもたらすのである。

最近では、人間の老化のメカニズムがだんだんと明らかになってきている。老化した細胞がその背景にある問題だと認識されているのだ。順天堂大学の南野徹教授は、人間の体の細胞は、さまざまなストレスがかかることによって徐々にダメージを受けると説明する。細胞は傷ついたままにされると、癌化する。癌を防ぐためにはしかし、細胞の一部が分裂をやめ、老化し始めることになる。老化する細胞は炎症を引き起こす物質を放出する。そしてそれが他の正常な細胞までもが老化する引き金になるのである。それはまるで、丘を転げ落ちる雪玉がどんどん大きくなるようなものだ。長い目でみると、このプロセスが私たちを老けさせ、私たちの体を弱くするのである。

これに立ち向かうため、東京大学の中西真教授率いる研究チームは、GLS1 と呼ばれる酵素を阻むことで細胞の生命をのばす方法を発見した。年老いたネズミを使った動物実験において、中西教授は GLS1 阻害剤を使用することで健康寿命を伸ばすことができる发見したのである。ネズミが棒にぶら下がると、老化した通常のネズミが平均 30 秒で棒から落ちた一方、GLS1 阻害剤を与えられるとその平均値があがった。ネズミは 100 秒ほどぶら下がり続けたのである。中西教授はこれを、40 代と 50 代の強さを取り戻した 70 代と 80 代の人間に匹敵するとした。

今一度、『バイセンティアル・マン』のロボットに話を戻そう。なぜロボットは、限られた寿命を欲しがったのだろうか。全ての研究が私たちの寿命を伸ばすことを目的としている中、私たちは、私たちの限られた寿命が、人生をより意味のあるものにすることを、覚えておくべきなのだ。私たちは生命が貴重だと知っていて、時間制限があるからこそ、より有意義に生命を経験するのである。技術や科学、創造性とノウハウは、ただ単に長引く人生ではなく、よりよい人生をもたらすべきものなのである。私たちが生きている間、かつてある賢人が言ったように、私たちは「明日死ぬかのように生きる」べきなのである。

② 文法・語法問題

[解答例] (2 点×10=20 点)

- (a) 3 (b) 1 (c) 2 (d) 1 (e) 2
(f) 3 (g) 3 (h) 3 (i) 4 (j) 4

[解説]

- (a) object to ~ 「～に反対する」の to は前置詞で、その後ろの動詞は動名詞 (entering) にする。enter は場所を表す語句 (the dark cave) を後ろに取る場合、他動詞として使用されるので、前置詞 into は不要である。よって、選択肢 3 が正解。
「その恐れ深いていた少年は、暗い洞窟に入ることに反対した。」
- (b) 動詞 rob は、<rob A of B> の形を取り、「A (人・銀行など) から B (金・財産) を奪う、強奪する」の意味を持つ。問題文では、A (人) にあたる Daniel が主語の位置にあるので、受動態になっている。選択肢 1 が正解。steal は物を表す語句を目的語として取る動詞なので、受動態にした時に主語が人 (Daniel) になることはない。ゆえに、steal を使用した選択肢 3, 4 は正答にならない。
「Daniel は通りを歩いていた時に、バッグを盗まれた。」
- (c) 主節の動詞が、<過去形助動詞 + have + 過去分詞> なので、仮定法過去完了の文と分かる。仮定法過去完了の条件節の動詞は過去完了形 (had + 過去分詞) となるので、If you had studied harder したいところだが、選択肢を見てもそのような形を作ることは不可能である。しかし、この形は <if を省略して had を主語の前に倒置させる> ことが可能であり、Had you studied harder と言い換えることができる。したがって、選択肢 2 Had が正解。
「もし君がもっと一生懸命勉強していたならば、その数学の試験で不合格にならなかっただろうに。」
- (d) <The + 比較級~, the + 比較級…> で「～すればするほど、ますます…」の構文。この the + 比較級という要素は、その後ろにある節内から倒置されたものであり、この問題文の場合、() に入る要素は <find + 目的語 + 補語> の補語に当たるものである。目的語と補語の間には主語一述語の関係があるので、補語の位置には amazing が置かれる (find it (= AI) amazing)。したがって、選択肢 1 が正解。選択肢 2, 4 には節同士をつなぐ等位接続詞がないので文として成立しない (then は副詞)。
「私が近年の AI の発達について知れば知るほど、私はそれが素晴らしいと気付いた。」
- (e) 形式主語 it が後ろの that 節を受けている構文である。that 節内は “about 10,000 years ago” という表現があることから過去形で書く必要がある。選択肢 2 が正解。there 構文を不定詞で書く場合、<for there to be> の形式をとり、主節より時間的に前の事柄を表すために不定詞は <to have been> としなければならない (すなわち、for there to have been であれば正答となる)。よって、選択肢 1 は不可。なお、形式主語が動名詞を受ける場合もあるが、それが可能な補語は種類が限られており、補語が impossible の時は形式主語が後に現れる動名詞を受けるのは不可能である。選択肢 3 は不可。
「約 1 万年前にこの地域に人類の文明が存在したということは、不可能である。」
- (f) evidence と information は不可算名詞であるので、複数形になっている選択肢 1, 4 は不正解。名詞の後ろには、John is responsible for the crime という文が続いているので、名詞の直後には同格の従属接続詞 that を置くのが適切である。よって、選択肢 3 が正解。
「その検察官は、John にその犯罪に対する責任がある信頼できる情報を掴んでいる。」
- (g) the man を先行詞として、I expect he (= the man) will be running for president in the next election という文がその先行詞を修飾する形になっている。先行詞と同一の人物を指す he (= the man) を関係詞に置き換える場合、人間を表す主格の関係代名詞 who を使用する。その後、who は関係詞節の先頭に移動し who I expect will be running ... の形になる。したがって、選択肢 3 が正解。
「これは、次の選挙で大統領に立候補するであろう男性の写真である。」

(h) neither は、先に述べられた否定文 (Rome was not built in a day) を受けて、「～もまたそうではない」という意味の表現である。この場合の neither は、not ... either が一語になったものと考えてよい。neither は否定の副詞であり、文頭に置かれた場合、後ろは倒置 (be 動詞／助動詞が主語の前に移動する) が起きる。問題文は、二つの文が等位接続詞 and で並べられており、二つ目の文を省略せずに書くと、the smartphone in your hand was not built in a day either = neither was the smartphone in your hand built in a day となる。同じ語句が繰り返されている箇所を省略すると、the smartphone in your hand was not either = neither was the smartphone in your hand となる。したがって、選択肢 3 が正解。同じ語句の繰り返しにおいても否定語 (not) は省略できないので、選択肢 1 は不正解。選択肢 2, 4 は was の代わりに did が使われているので不正解。

「ローマは 1 日にして成らず。また、君の手の中にあるスマートフォンも然り。」

(i) look up to ~ 「～を尊敬する」の受動態である、選択肢 4 が正解。選択肢 2, 3 はともに for の目的語が欠けているため不可 (受動態の文の主語 the notorious dictator は、能動態の文において respect/praise の目的語であり、for の目的語ではない)。なお、選択肢 1 の look up ~ には「(人・場所) を訪ねる」という他動詞的な用法があるが、主語が人であることから文意が通らず、不正解。

「その悪名高き独裁者は、彼の国では偉大な指導者として尊敬されている。」

(j) 「A (形容詞) + as + SV」で「S はだけれども」という as の讓歩構文。この構文において重要な点は、A は as の後ろにある文中の動詞の補語であるということである。この問題文の場合、後ろの文の動詞は was であり、そこから () に入る補語を考える。was の後ろには、with the topic という句があるので、これとうまくつながるのは be familiar with ~ 「～を熟知している」のみである。よって、選択肢 4 が正解。他の形容詞は with と結びつくことができないため不正解。

「David はその話題に精通していたが、会議を通じてそれについて一言も発しなかった。」

③ 読解問題

[解答例] (4 点 × 5 = 20 点)

- (a) 3 (b) 4 (c) 2 (d) 3 (e) 2

[解説]

(a) 本文第 1 パラグラフ最後の文に、It is also the case the other way, when one child is favored over the other. とあり、二人の兄弟姉妹の内どちらかがひいきされる状況にあると家族にストレスをもたらすことがありうることが示されている。したがって、選択肢 3 が正解である。

(b) 本文第 2 パラグラフ 4 つ目と 5 つ目の文の、The main problem it seems is that they were very close in age. With there being only a year between them, their parents treated them the same as they were growing up ... から、二人は年子であり、そのためには両親は子供時代の二人を同じように扱ったということが示されている。よって、選択肢 4 が正解である。

(c) 本文第 3 パラグラフは、David と Alex が口喧嘩していたところに母親が入ってくるところから描かれるが、第 3 パラグラフ 2 つ目の文に、At that point, their mother identified more with David than Alex because ... とあり、彼らの母親がその時、Alex よりも David の側についていたこととその理由が示されている。よって、正解は選択肢 2 である。

(d) 第 4 パラグラフ 2 つ目の文に、They developed a rivalry, competing for a place in the adult world. とあり、3 つ目の文に、As they matured further into adulthood, they carried this competitive marker into all aspects of their lives. とある。兄弟間のライバル関係

が一層激しくなったことがわかる。よって、正解は選択肢 3 である。

(e) 本文第 5 パラグラフ最初の文から 2 つ目の文に、The good news is that David and Alex, ~ have a much more mature relationship. The funny thing is, it's their kids that now battle for their parents' attention. とある。よって、正解は選択肢 2 である。

[試訳] 兄弟姉妹がいることは「兄弟（姉妹）間のライバル関係」に発展する嫉妬心を引き起こすことがある。親がどのように子供達に接するかが、その関係に強い影響をもたらす。時に、親は子供たちを平等に扱い、公平でいることを願う。残念なことに、これは実際にはとても難しいことなのである。人は一人一人異なり、もし親がこのような平等な環境を整えようとする、家庭内にたくさんのストレスを持ち込むことになりかねない。反対に親が特定の子供をえこひいきしても同じことだ。

David には Alex という兄がいる。Alex は David に比べて競争心がとても強く、子供時代、お互いに競い合って遊んでいて Alex が負けると、いつも David なら受け止めて次のゲームに進むところ、Alex は憤慨していた。一番の問題と思われる原因是、二人の年齢が近いということのようだ。一歳しか違わない二人を、二人の両親は子供のころ平等に扱ったが、Alex は常に自分は年上だと意識し、より多くのものや特権を得られて当然だと考えていた。David は年下なのに、自分と同じように扱われ、このことはすぐに、Alex の弟に対する憤りに変わり、そして Alex はそれを David に対する身体的・心理的態度として表した。

二人が 10 歳であったある日のこと、David と Alex の母親は、二人が口喧嘩をしているところにでくわした。その時、母親は Alex より David の味方をした。母親は、よく見聞きすることだけを根拠にして、Alex が年上でより力が強く、よく喧嘩を始めたと思ったからだった。彼女は Alex を叱り、自分の部屋に行くように言った。もちろんこのことは、Alex が弟をさらに嫌いになる原因となった。この事件と他の諸々が、David と Alex のライバル関係を不健全なものにした。Alex と David の両方が確立された優先順位に対して最終的に納得し、Alex が感情的に行き詰まらずに済むためには、Alex が辛い気持ちを解消できるようにバランスをとる必要があった。

20 歳になると、David と Alex の関係は、競争心によって大部分定義できるようなものだった。彼らはライバル関係を確立し、大人の世界での居場所を競うようになった。より大人になると、彼らは、この競争心を生活の全てに持ち込むようになった。まるで隣人と張り合うように、David が何かを手にすると、Alex はよりよい何かを手に入れなければ気が済まないのだった。ある年の母親の誕生日、Alex は花束をプレゼントしたが、David の花束の方がより大きくて高価なものだった。このことで Alex は荒れ、David の車を蹴り大きく凹ませてしまった。二人は決裂し、何年も口をきかなかった。

David と Alex が今ともに 40 歳に入り、それぞれに家庭を持ち、かなり落ち着いた関係を持つようになったことは朗報だ。可笑しいのは、今、親からの注目を得ようと戦いを繰り広げているのは彼らの子供たちだということだ。少なくとも、Alex と David の二人は、若い時の似たような経験からどうすればよいかを分かっている。David と Alex は電話でよく話をし、それぞれに助言し合う。彼らは、互いの感情を害さずに、互いを受け入れができる健全な序列を確立したようだ。そして母親の誕生日には、二人でお金を出し合って大きな花束を買うが、それは、毎年車の修理代を出さなければならないことに比べれば、安いのである！

④ 英作文空所補充問題

[解答例] (2 点 × 10 = 20 点)

- (1) various (2) types/tastes (3) favorite/favourite
(4) delivered (5) large/larger (6) four
(7) apply (8) included (9) twenty
(10) take

[解説]

- (1) メニューの最初のレストランの説明書きに “Bocca Di Orso is now open for take-outs and deliveries of our various mouthwatering

- pizzas." とある。したがって、various が入る。
- (2) メニューの Quattro Formaggi の説明書きに、Cream-sauce based pizza with 4 sorts of cheese とある。several types of cheese は、4 types of cheese の言い換えである。よって、types が正解。tastes (味) も可。
- (3) メニューの Plain Pizza の説明部分に choose your preferred toppings とある。with favorite toppings がその言い換えとなるため、favorite (もしくはイギリス英語の favourite) が正解。
- (4) メニューの *印 2 つ目に We charge 300 yen for each delivery. とある。会話文では「配達してもらいたいなら 300 円余分にかかる」を意味するため、want + O + 過去分詞 (O が～された状態で欲しい) の形を取っており、deliver の過去分詞である delivered が正解である。
- (5) メニューにある *印の 5 番目に From Monday to Thursday, we offer large pizzas for the same prices as medium ones. とある。会話文では「水曜日だから M サイズのものを同じ値段で L サイズのピザを買うことができる」と言っているので、large が正解。「L サイズのピザ」が「より大きなピザ」でも正しい文となるため、larger も可。
- (6) オーダーは Plain Pizza の L サイズとオーリープのトッピング、Quattro Formaggi の L サイズ、Diavola の L サイズであり、水曜日であるため、L サイズのピザが M サイズの料金となる。したがって合計は 4,150 円である。
- (7) メニューの *印 4 つ目に If you are ordering with us for the first time and order two pizzas, you'll get the third pizza free! とあり()内に "Not applicable to the Marinara/Diavola pizzas". (これは Marinara と Diavola ピザには適用されない) とある。会話文では「それは Diavola ピザには適用されない」となっており、doesn't の後で動詞の原形が入るため、apply が正解。
- (8) メニューの最初の *印には、All prices before 10% tax. とある。会話では「税は含まれていない」と言い直されているため、included が正解。
- (9) 合計金額 2,750 円に 10% の税金が課されると、3,025 円である。
- (10) メニューの *印 3 番目に We regret that we do not accept any kinds of prepaid cards like Suica/Pasmo. とあり、take はここでは accept と同義で使われる。

[出題のねらい]

① 長文読解問題

本学の教員による書き下ろし。長寿医療技術に関する説明文である。この分野に関する基本的な背景的知識があると理解しやすい。説明文の全体的・局所的な読解能力や、文章構成理解力などが問われている。

② 文法・語法問題

基本的な文法・語法・単語・熟語等についての理解力や運用力が問われている。

③ 読解問題

本学の教員による書き下ろし。時系列に主人公の行動をパラグラフ単位で読み取る力が問われている。

④ 英作文空所補充問題

本学の教員による書き下ろし。情報を読み取り、その内容を英語で発信できる力が問われている。

[ここがポイント]

① 長文読解問題

600 語程度の英文の全体を読みながら、概要を把握することから始めよう。パラグラフごとに要点をメモしながら読むと、全体像が理解しやすくなる。次に、設問になっている部分を注意深く読み、問題解決のための手がかりを得る。局所的な問題は、すぐ近くに解答の手がかりが隠されていることが多い。最後に、全体を読み、内容真偽の問題に取り組もう。

② 文法・語法問題

基本的な文法、語彙やイディオムの用法が出題されている。問題文の文意をしっかりと理解し、その上で、適切な選択肢を選ぶようにしよう。普段から、新出語やイディオムを辞書で確認する習慣をつけておこう。

③ 読解問題

500 語程度の英文と設問の英文を読み比べてみよう。それぞれのパラグラフに問題が設けられているので、その理解が重要である。

④ 英作文空所補充問題

ポスターの情報を基に会話をなされているので、その情報の中で使われている表現をそのまま使える場合もあれば、類義語を使う必要がある場合もある。普段から英英辞典を引いて、パラフレーズする習慣をつけておこう。

[こんなミスが目立った]

特に多かった誤答は以下の通りである。問題文の【試訳】や解説を参照して、受験生が間違いやすい点を確認しておこう。

① 長文読解問題

【問 1】特に(g)で選択肢 1, (h)で選択肢 4 の誤答がそれぞれ多かった。

(g)の誤答は、問題の意図を正確に読み取れていないためと思われる。

【問 2】では、単語の品詞の理解が不足しているもの、意味の取り違え、熟語の理解不足などが多く見られた。具体的には下記のような誤答が多く見られた。

- ・"experience" が "know" と並列関係にある動詞であることに気が付かず、名詞や形容詞的に捉えた誤訳（「経験」「経験的である」など）が多くかった。
- ・"experience" が "know" と並列関係にある動詞であることに気が付かず、"know" という述語動詞が文末にきてしまい、文の前半「人生が貴重であること」と、文の後半「より一層有意義に生命／人生を経験する」の両方にかかってしまう誤訳が多かった。
- ・"experience" という語自体の誤訳（「高価」「実験」「実験的」など）が多くかった。
- ・"precious" の誤訳（「感動」「特別」「宝物」「圧力」など）が多くかった。
- ・"life" の誤訳（「生命」／「人生」／「命」ではなく、「生活」と訳しているもの）が多く見られた。
- ・"all the more"（「だからこそいっそう～、なおさら～」の熟語の意味を理解できおらず、all のみを「全て」と訳してしまうものや、最上級の表現と捉えて、「最も」などと訳している誤答が多かった。

② 文法・語法問題

(a)で選択肢 1, (b)で選択肢 4, (j)で選択肢 2 の誤答がそれぞれ多かった。他には、特に目立った誤答はなかった。

③ 読解問題

特に目立った誤答はなかった。

④ 英作文空所補充問題

単語のスペリングの間違いや、語形変化の誤答品詞の取り違えなどが多かった。具体的には、以下の誤答が見られた。

- (1) variously, varied, veryなどの誤答があった。
- (2) toppings, tomatosなどの誤答や、複数形にすべきところを、単数形(taste, type)とする誤答があった。
- (3) favour, freeなどの誤答が多かった。
- (4) delivery, deliver, delivering, deliveredなどの誤答が多かった。
- (5) largestとする誤答が多かった。
- (6) fiveとする誤答が多かった。
- (7) accept, applicable, allow, appliciateなどの誤答があった。
- (8) involved, include, includingなどの誤答があった。
- (9) twelveとする誤答が多かった。
- (10) treatとする誤答が多かった。

<合格へのアドバイス>

本学の英語の問題は、学習指導要領に沿った出題に心がけている。普段

から、辞書を使いながら、検定教科書の本文を熟読し、理解に努める姿勢ができていれば、合格点は十分に取れるはずである。基本的な事柄をしっかり学習してください。

前期日程2日目（2月2日試験）

① 長文読解問題

[解答例]

[問1] (3点×11=33点)

- (a) 3 (b) 4 (c) 4 (d) 2 (e) 2 (f) 3
(g) 1 (h) 4 (i) 1 (j) 4 (k) 4

[問2] (7点)

(ア) 看板に本人の意図とは異なったメッセージを掲示して、自転車の所有者を望ましい行動に導くことが、ナッジ理論の少し異なる例である。

[解説]

[問1]

(a) ナッジ理論は人々の否定的な行動を大規模な介入によって影響を与えるのではなくて、小規模な介入によって変えようとしているので、選択肢1は誤り。選択肢2は、無意識の行為に意識向けるよう促すことについては何も言及されていない。選択肢4は、大きなきっかけと意識的な意思決定について言及している。どちらもナッジ理論の説明とは関係ない。「ナッジ理論」とは、行動経済学で用いられる戦略で、無意識のうちに影響を与える微妙な「きっかけ」を提供することによって、人々の行動を変えるものなので、選択肢3が正解。

(b) ナッジ理論が、政治運動にかかわるという記述はないので選択肢1は誤り。選択肢2で、行動経済学で使われてはいるが、伝統的な経済モデルへの応用が人気の理由であるという具体的な言及はない。選択肢3の「意識的な意思決定による」という内容は述べられていない。選択肢4のナッジ理論が世界的な人気を得たのは、小さなささいな影響によって人々の行動を大きく変えることができるからであとあるので正解である。

(c) 人々をより行儀よく振る舞わせるために集団心理を操作することについては言及されていないので、選択肢1は誤り。行動経済学者が人々の理性的な心を観察しやすくするために干渉するという記述はないので、選択肢2も誤り。感情的な人々が自分にとって何が最善であるかに集中できるようにすることについては触れられていないので、選択肢3も誤り。下線部(c)以降に、行動経済学者は、情報と感情が人間の行動をどのように動かすかを理解するために心理学を用いる分野であり、意思決定や行動を起こす過程における直感や感情の役割を強調すると言及されているので、選択肢4が正解。

(d) shed light on ~は、「～に焦点を当てる」の意味。選択肢2の revealing が最も意味が近い。

(e) 下線部の a salaryman with a tight budget は、「家計の厳しいサラリーマン」の意味。on a (tight) budget で「厳しい予算で；財政が緊迫して」でイディオムとしても用いられる。選択肢2が最もこの意味に近い。

(f) What could be ... 「何があるだろうか」が基本の文型で、behind decision making that ... 「…という意思決定の裏には」が副詞句で文全体を修飾している。さらに that は、decision making を先行詞とする関係代名詞で、that seems to be irrational 「不合理に見える」の意味。on the surface は「表面上、表面的に」の意味を表す。選択肢3が最もこの意味に近い。

(g) as far as ... goes は、「…に関する限りでは」の意味を表すイディオム。the cheapest option は、メニューで最も値段の安いメニューを指している。この直後に、他の人に貧しいとかケチだとか思われるたくないという理由が述べられているので、選択肢1の「最も値段の安いメニューに関しては」の意味が正しい。

(h) 價格が中間のメニューを選ぶ理由が問われている。人々は、最も高いメニューだと満足のいくものでなければ大損するかもしれないと思

考え、最も安いメニューだとケチだと思われることを懸念する。そのため、中間の価格帯のメニューが最もよい選択だと思い込んでいる。選択肢4が正解である。

- (i) ナッジ理論のフレームワークに含まれていないものを選ぶ。E は「Easy」。消費者にとって理解しやすいシンプルなメッセージを提供する。A は「Attractive(魅力的)」。魅力的なものにすることで、人々をさりげなく物事に向かわせる。S は「Social」。社会的規範を利用する一人は他人に従うことを好む。T は「Timely」。適切なタイミングで情報を提供する。選択肢1の simple はフレームワークに含まれていない。
- (j) 雑居ビルのオーナーは、「ここは自転車の捨て場ですので、ご自由にお持ち帰りください」と張り紙をしている。選択肢4が正解である。
- (k) ナッジ理論は、人々の行動に大きな影響を与えることができるが、必ずしも全ての行動に変化をもたらすとは限らないので、選択肢1は誤り。行動経済学者は、情報と感情が人間の行動をどのように駆り立てるかを理解しようとするものだが、この記述は利己的な行動を促すわけではないので、選択肢2も誤り。ナッジ理論が合理的な選択に影響を与えるとは特に書かれていないので選択肢3も誤り。第4パラグラフで、ナッジ理論のいくつかの枠組みの一つとして EAST フレームワークが挙げられている。EAST フレームワークはナッジ理論の重要な要素を表しており、解答の選択4が正解である。

[問2]

ナッジ理論は、人々の行動を微妙な「トリガー」を用いて、無意識に行動に影響を与えることを意味する。しかし、この場合は看板で偽りの情報を提供し、好ましくない行動を控えさせたという点で、従来のナッジ理論とは異なっていることを指摘する。

[試証] ナッジ理論は、行動経済学で使用される戦略であり、人々の行動を微妙な「トリガー」で変え、無意識のうちに影響を与えることを意味する。「ナッジ」という用語は文字通り「肘で誰かをつつく」ことを指す。行動経済学者である Richard Saylor 教授は、この戦略を推進した結果、2017年にノーベル経済学賞を受賞した。その後、ナッジの概念は特にアメリカの企業の間で世界的な人気を博した。今日、これは英国と米国のマーケティング戦略や公共政策の取り組みで広く採用されている。「現代の魔法」として知られ、小さな微妙な影響を通じて人々の行動を劇的に変える卓越した能力を持っている。

行動経済学者は、心理学を活用して情報と感情が人間の行動をどのように突き動かすのかを理解しようとする新しい分野である。それは個々の人が必ずしも合理的に行動するとは限らないことを認識している。人間の行動を研究することにより、従来の経済学者が説明できない経済現象や原則を強調しようとする。この学問分野は、意思決定や行動を起こすプロセスにおける直感や感情の役割を強調し、そうした選択や行動の根底にあるメカニズムに光を当てる。

選択が感情に左右される例は、日常生活にも現れる。例えば、予算が限られているサラリーマンが日本料理店に行き、メニューを開いたとする。メニューには値段の違うコースがいくつか並んでいる：1,500円、2,500円、3,500円。お金がない状況なら、一番安い1,500円を注文すると思うかもしれない。しかし、調査によれば、50%以上が中間の2,500円を選んでいる。表面的には非合理的に見えるこの意思決定の背景には何があるのだろうか？価格が分かれている場合、人々は価格の高い製品は安い製品よりも品質が良いに違いないと考える。しかし、最も高価な商品は、自分の通常の購買パターンを超えており、満足のいくものでなければ大損するかもしれないを感じるため、人々は最も高価な商品を避ける傾向がある。安いものに関しては、他人の目から見て貧乏くさい、ケチくさいと思われることを懸念して敬遠する傾向がある。これは、「一番安い商品を選ぶと印象が悪くなるかもしれない」という心理が働いていると言われている。したがって、このような場合、3つの選択肢があれば、人は真ん中のものを選ぶ傾向がある。

ナッジ理論にはいくつかのフレームワークがある。最もよく知られて

るのが「EAST（簡単な）」というフレームワークである。「EAST」はナッジ理論の重要な要素を表している。Eは「Easy」。消費者にとって理解しやすいシンプルなメッセージを提供する。Aは「Attractive（魅力的）」。魅力的なものにすることで、人々をさりげなく物事に向かわせる。Sは「Social（社会的な）」。社会的規範を利用する、つまり人は他人に追随することを好む。Tは「Timely（タイミングの良い）」。適切なタイミングで情報を提供する。例えば、子供が生まれる前後に生命保険を宣伝する。

ナッジ理論はアメリカやイギリスの政府や企業でうまく活用されているが、もっと身近な例もある。日本では、屋外に放置される自転車に困っていた雑居ビルのオーナーが、ナッジ理論を応用して行動を起こした。「ここは自転車の捨て場です、ご自由にお持ち帰りください」という看板を自転車のハンドルの高さに設置したのだ。その結果、自転車がビルに放置されることになった。これはナッジ理論の少し違う例だが、自転車を放置しないことを選択させるのに効果的だった。

② 文法・語法問題

【解答例】（2点×10=20点）

- (a) 2 (b) 3 (c) 4 (d) 3 (e) 3
(f) 4 (g) 2 (h) 1 (i) 2 (j) 3

【解説】

(a) 選択肢1はMany fears、選択肢3はSome、選択肢4はSome panicsを主語と考えると後に続くisと数が一致しないため不正解になる。選択肢1と4のManyとSomeは主語として考えられるが、続くfearsとpanicsに3人称単数現在のsがあり一致しないため不正解。よって、Manyが主語、fearが動詞、そしてthere is no way outとthere構文として成り立つ選択肢2が正解となる。

「この部屋は溢れんばかりの人でいっぱいだ。多くの人は出口がないことを不安に思っている。」

(b) detailsは<find+O+分詞>のOに該当し、関係詞代名詞thatの先行詞になっている。このことからOが残っている選択肢1と2は不正解となる。選択肢4はheartbreakingと現在分詞であれば正解になりました。よって、選択肢3が正解となる。

「この記事は、一部の読者によっては動搖してしまう詳細（内容）を含んでいる。」

(c) 選択肢1と3は<make oneself understood>という熟語で、選択肢1はunderstandingになっているため不正解。選択肢3は、「英語で」を意味するin Englishとinがあれば正解になりました。選択肢2と4は<get one's message across>という熟語で、選択肢3と同様に選択肢2はinがあれば正解になりました。よって、選択肢4が正解になる。

「太郎は英語で自分のメッセージを伝えた。」

(d) <not only ~ but (also) ...>のnot onlyが文頭に来ると倒置が起こる。したがって、倒置が起きていない選択肢1と2は不正解となる。選択肢4のappealは、the employerの前にtoが必要である。よって、選択肢3が正解となる。

「その労働者は雇用主に対して、賃上げを要求しただけでなく、労働時間の削減も求めた。」

(e) 文意が2つの事柄を比較しているため、最上級を使用している選択肢1は不正解。preferableはthanではなくtoをとるため、選択肢2は最後にtoがあれば、選択肢4はthanではなくtoであれば正解になりました。よって、選択肢3が正解となる。farはpreferableを強調している。

「少人数のグループを教えることは、より大人数で騒がしいグループを教えるよりかは、ずっと好ましい。」

(f) peopleまたはthoseを修飾する場合は、分詞にする必要がある。bothはand、eitherはor、neitherはnorを伴う。また、<both/either/neither A and/or/nor B>のAとBは文法上同等でなければならず、ここではAとBは両方とも分詞になる必要がある。これら全てを満たす選択肢4が正解となる。neither A nor Bで、A =

working・B=lookingと分詞で揃っている。

「働くことも職を探すことも、どちらもしていない人の数が減った。」

(g) 代名詞が目的語に来て、それをallで修飾する場合、<代名詞+all>の語順になる。よって、選択肢2が正解となる。選択肢1はall of themであれば、選択肢3はevery one of themであれば、選択肢4はeach of the paintingsであれば正解になりました。

「この美術館にはいくつか素晴らしい絵画がある。私はそれら全部が好きである。」

(h) 仮定法過去完了の文で、主節が<助動詞の過去形+have+過去分詞>になっており、また<get on one's nerve（～をイライラさせる）>という熟語になっている選択肢1が正解となる。

「もし彼がそんな風に私に話しかけていたら、私をイライラさせていたであろう。」

(i) Yesterdayがあること、prepare for tomorrowで「明日に向けて準備する」という意味が成り立つことから、時制は過去になると判断できる。よって、選択肢2が正解となる。選択肢4はtoがforであれば正解になりました。

「昨日、ケンは明日に備えて準備していた。」

(j) 選択肢1を入れるとThe fact that ~ mistakesが主語になり、述語動詞がなくなり不正解。選択肢2のwhatはnoticedの目的語を指すことになるが、these mistakesと目的語があるため不正解。選択肢4はOne thing ~ unbelievableが主語相当になるが、これに対応する述語動詞がない。unbelievableの後にisを入れれば正解になりました。一方、選択肢3は、whatがthe thing whichと同等で、What is incredibleまでが主語、これに対応する述語動詞がisで、that以下は補語になっている。thatは名詞節を導く接続詞である。

「信じられないことは、誰もこれらのミスに気づかなかつたことである。」

③ 読解問題

【解答例】（4点×5=20点）

- (a) 3 (b) 1 (c) 1 (d) 3 (e) 1

【解説】

(a) According to paragraph 1, what is true of Clive and his situation?

「第1パラグラフによると、Cliveと彼の状況についてあてはまるのはどれか？」

Cliveが時間を守るのが下手なのは正しいが、彼は友人と冗談を言ったりしない。友人は彼の遅刻を迷惑に思っているので、選択肢1は誤り。彼は多くのことに遅刻するが、罪悪感を感じているとは書いてないので、選択肢2も誤り。Cliveはのんびりしていて、仕事の会議に間に合っているとあるので、選択肢4も誤り。Cliveはデートや約束に遅刻し、それが彼の友人を悩ませているとあるので、選択肢3が正解。

(b) Which of the following did Clive not do to change his life in paragraph 2?

「第2パラグラフでCliveが自分の生活を変えるためにしなかったことは次のうちどれか？」

Cliveは、毎日いつもより1時間早く起床し、スケジュール帳を使って日課を整理し、タスクを重要なものから順番にこなしていくと書かれている。眠る時間を稼ぐために早めに仕事を終わらせたという記述はないので、選択肢1に書かれている内容が誤り。選択肢1が正解である。

(c) What did people think of Clive after he made the changes to his life?

「生活を変えた後のCliveを、人々はどう思っていたか？」

Cliveが生活を改め、行事に時間通りに出席するようになってから、人々は彼をより真剣に受け止めるようになった。彼の上司はその変化に気づき、職場でより多くの責任を与えるようになった。選択肢1の「職場で信頼され、より多くの責任を負えるということ」が正しい。

- (d) What are the benefits of punctuality, according to the final paragraph?

「最終パラグラフによれば、時間厳守の利点とは何か」

時間を守ることによって人が完全に高潔になることを示唆しているわけではないので、選択肢1は誤り。時間を守ることが社会生活を向上させるかもしれないという示唆はあるかもしれないが、最終段落ではそれについての言及はないので、選択肢2も誤り。時間を守ることは、私たちに新しい命を吹き込むかもしれないが、記憶力を強化したり、新しい技能を身につけたりするとは書かれていないので、選択肢4も誤り。選択肢3「時間を守ることは、時間管理を改善し、不安を取り除き、私たちより信頼できるようにする」は、最後の段落では、時間を守ることの利点として、時間の管理がしやすくなる、ストレスや不安が軽減される、信頼できると思われる、などが挙げられているので正しい。

- (e) What statement best summarizes the story?

「この物語を最もよく要約しているのはどの文か」

時間を守ることが人間関係を円滑にするという記述はあるが、友達を増やすのに役立つという記述はないので選択肢2は誤り。時間管理に関するものだが、タイムゾーンに関する記述はないので、選択肢3は誤り。Cliveは仕事でより多くの責任を与えられたが、時間を守ることで友人や同僚より忙しくなるという意味ではないので選択肢4も誤り。選択肢1の「時間を守ることは、自分の人生を整理し、尊敬を得る良い方法である」は、Cliveが慢性的な遅刻癖から時間を守るようになるまでの変化を中心に展開している。時間管理がうまくいき、ストレスが減り、他人から尊敬されるようになるなど、時間を守ることのプラスの効果が強調される。したがって、この物語を最もよく要約している文は選択肢1が正しい。

[試訳] Cliveはいつも走りながらも遅刻していた。どういうわけか、彼はいつも急いでドアから飛び出し、仕事や予定のバスや電車に間に合おうとしたり、友達にちょうどどの時間に待っている場所に着かないでイライラさせたりしていた。彼はデート、会議、約束、そしてパーティーにも遅れがちだった。まるで彼が自分だけの時間帯で生きているかのようだ。時間は彼の周りを回り、他の誰も関係ないかのようだった。彼の遅刻は友達や家族の間で冗談のネタになっていた。イベントに何時に到着するかに賭け事をしたり、彼を時間通りに現れさせるために架空のスケジュールを作成したりすることさえあった。しかし、Cliveにとっては、それが絶え間ないストレスと不安の原因だった。急いでいる感覚が嫌で、予定より遅れて到着すると人々の顔に失望が見えるのが辛かった。

ある日、Cliveはもう我慢できないと決断した。自分の人生を永遠の遅刻の状態で過ごすことにはんざりしていたのだ。そこで、彼は何か過激なことを行ったのだ——毎日1時間早く起きることを始めた。最初は苦労した。彼は何度もスヌーズを押して、ゆっくりと準備をすることに慣れていたからだ。しかし徐々に、彼は新しいルーティンに慣れてきた。また、日々の活動をスケジュールに組み込むためにスケジュール帳を使用し、時間をより良く管理する手助けとなった。彼はやるべき仕事をリストアップし、それぞれに適切な時間を割り当てた。また、タスクの重要性に基づいて優先順位を付けることで、先延ばしを避けることができた。

彼がイベントに時間通りに到着し始めると、驚くべきことが起こった。人々は彼をもっと真剣に受け止めるようになった。彼らは彼を信頼でき、約束した時に現れることができる頼りになる人物と見なし始めた。彼の上司も変化に気付き、仕事で彼にもっと責任を与え始めた。Cliveは、ちょっとした時間厳守が彼の人生にどれだけの変化をもたらしたか信じられなかった。彼は自分の時間とスケジュールをコントロールできるようになり、絶え間ない急ぐことからくるストレスから解放され、より多くのことを成し遂げ、人生を楽しむことができた。

今では、Cliveは彼の社交的なサークルで最も時間通りの人物として知られている。彼は毎日早く起きているが、それを自分の時間をコントロールできるという安心感と共にしている。そして、寝ている人たちを少し羨

ましく思うかもしれないが、新たに見出した時間通りの生活を何にも代えたくないと思っている。Cliveの話は、時間通りに来ることが美德だけでなく、本質的な生活のスキルであることを思い起こさせてくれる。それは私たちが時間をより良く管理し、ストレスと不安を減少させ、より生産的で信頼性がある人間になるのに役立つ。

④ 英作文空所補充問題

[解答例] (2点×10=20点)

- | | |
|----------------------------|---------------|
| (1) organized/organised | (2) voted |
| (3) popularity/performance | (4) calculate |
| (6) thirty | (7) order |
| (9) shapes | (10) twice |

[解説]

- (1) 報告書1つ目の文に「SimonとMakiたちSTEM部は高校の文化祭で、数学マジックショーと展示の企画運営に成功した」と記載がある。動詞 organize(企画運営する)は、報告書では前置詞 in の目的語として動名詞の形をとっているが、会話文の空欄1では述語動詞(過去形)として働くので、organizedとすれば正解となる。イギリス綴りの organisedでも正解。
- (2) 報告書(3)3つ目の文 "It was number 1 in the school festival vote ..." を読むと、文化祭の出し物に対する人気投票で、STEM部の展示が首位であったことがわかる。報告書では名詞で使われていた voteを、動詞の過去形 votedに変えれば正解となる。
- (3) 報告書(1)1つ目の文「子どもの来場者に最も人気があった…(the most popular ... that amused the children in the audience)」の文中にある popularを、定冠詞 theに続く主語として機能する名詞 popularityにすれば正解となる。文脈から、performanceとしても正解。
- (4) 空欄4を含む文の前々文で SimonはRukaに報告書の表(table)に注目させ、最も人気があった1つ目の「答えはいつも…」では「どのように計算して和(sum)を求めるかがわかるか?」と尋ねている。報告書(1)最後の文にある動名詞 calculatingを、how toに続く原形動詞 calculate((疑問詞+to不定詞)の形)に変化させれば正解となる。
- (5) Simonの1つ目のセリフでは、報告書(1)の表(1つ目の「答えはいつも…」)について述べており、中でも4つ目の文では計算方法を説明している。報告書の表も見ながら、Simonの説明に従って計算してみると、111のみならず222や333など他の数字で試しても、同じパターン(規則性/繰り返される形式・模様)で同じ答えが導き出されることがわかるので、patternが正解となる。
- (6) 空欄6の直後にハイフンがあることからも、十の位の数値が正解となると予想できる。報告書(1)の表をヒントにしながら、Simonの1つ目のセリフ(表の説明)に従い計算をしてみると、答えはいずれも thirty-sevenになる。
- (7) 空欄7を含む文の主語 The ruleは、直前のRukaのセリフにある、2つ目の「答えはいつも…」の計算上従うべき規則を指している。2つ目の「答えはいつも…」の記載がある報告書(2)を読むと、「(751のように)数が下がっていく順序で(with decreasing order) 3桁の数字を選ぶように」指示されていることがわかる。空欄7を含む文の直後でMakiは、「他のやり方では(下がっていく順序の数字でない)うまくいかない」と述べており、orderが正解だとわかる。“any other way”的way(やり方)がorder(順序)の言い換えであるとわかると、さらに容易に正解に辿りつける。
- (8) 空欄8を含む文で、一番人気のあった出し物は何かと問うRukaに対し、Simonは“a geometric art-generating program”と答えている。“a geometric art-generating program”的記載がある報告書(3)最後の文には、「あらゆる年齢層の来場者の興味を惹きつけた(attracting the interest of guests of all ages)」とあるので、その言い換え表現である“regardless of(8)”((8)に関わらず)の空欄には、age(年齢)が入る。
- (9) 報告書(3)2つ目の文 “with simple combinations of shapes like

squares, triangles, circles, etc." にある combinations と、空欄 9 を含む文 "that combines (9)" にある combines に着目すると、combinations of に続く〈前置詞の目的語としての名詞 shapes〉と、combines に続く〈他動詞の目的語としての名詞 shapes〉が共通していることがわかる。shapes が正解。

- (10) 来場者数についての情報は、報告書の冒頭、1つ目の文の末尾に "with a total of 532 visitors (266 last year)" とあり、今年は昨年の2倍であったことがわかる。twice (2倍) が正解となる。

[出題のねらい]

① 長文読解問題

本学の教員による書き下ろし。行動経済学におけるナッジ理論に関する説明文である。この分野に関する基本的な背景的知識があると理解しやすい。説明文の全体的・局所的な読解能力や、文章構成理解力などが問われている。

② 文法・語法問題

基本的な文法・語法・単語・熟語等についての理解力や運用力が問われている。

③ 読解問題

本学の教員による書き下ろし。遅刻癖を克服した Clive のエピソードに関する物語である。時系列に沿って主人公の行動をパラグラフ単位で読み取る力が問われている。

④ 英作文空所補充問題

本学の教員による書き下ろし。情報を読み取り、その内容を英語で発信できる力が問われている。

[ここがポイント]

① 長文読解問題

600 語程度の英文の全体を読みながら、概要を把握することから始めよう。パラグラフごとに要点をメモしながら読むと、全体像が理解しやすくなる。次に、設問になっている部分を注意深く読み、問題解決のための手がかりを得る。局所的な問題は、すぐ近くに解答の手がかりが隠されていることが多い。最後に、全体を読み、内容真偽の問題に取り組もう。

② 文法・語法問題

基本的な文法、語彙やイディオムの用法が出題されている。問題文の文意をしっかりと理解し、その上で、適切な選択肢を選ぶようにしよう。普段から、新出語やイディオムを辞書で確認する習慣をつけておこう。

③ 読解問題

500 語程度の英文と設問の英文を読み比べてみよう。それぞれのパラグラフに問題が設けられているので、その理解が重要である。

④ 英作文空所補充問題

ポスターの情報を基に会話がなされているので、その情報の中で使われている表現をそのまま使える場合もあれば、類義語を使う必要がある場合もある。普段から英英辞典を引いて、パラフレーズする習慣をつけておこう。

[こんなミスが目立った]

特に多かった誤答は以下の通りである。問題文の〔試訳〕や解説を参照して、受験生が間違いやすい点を確認しておこう。

① 長文読解問題

〔問1〕

- (g)で選択肢 4, (i)で選択肢 3, (k)で選択肢 3 の誤答がそれぞれ多かった。他には、特に目立った誤答はなかった。

〔問2〕

指示代名詞の This の用法の理解が不足しているもの、意味の取り違え、熟語の理解不足などが多く見られた。具体的には下記のような誤答が多く見られた。

- ・指示代名詞 This が指す内容を明らかにしていない
- ・指示代名詞 This の指す内容に登場するビルのオーナー女性が具体的に

何をして、その結果何が起こったかを理解していない

- ・height の誤訳 (高い、憎しみ)
- ・no longer の誤訳 (長くない、長い間)
- ・過去分詞 left の誤訳 (左)
- ・slightly の誤訳 (明らかに、おおいに、とても、など)

② 文法・語法問題

- (a)で選択肢 3, (b)で選択肢 1, (c)で選択肢 3, (d)で選択肢 2, (e)で選択肢 2, (f)で選択肢 3 の誤答がそれぞれ多かった。

③ 読解問題

- (a)で選択肢 1 の誤答が多かった。他には、特に目立った誤答はなかった。

④ 英作文空所補充問題

1, 2, 3 …と縦に回答欄を使い書き入れるところ、1段目の左右、2段目の左右…と回答を書き入れているため不正解となっている例が複数あった。解答欄の間違いには注意しよう。また、文字の書き方が不鮮明で、r / v, r / n, u / a 等が判別しづらい例が多数あった。

他には、単語のスペリングの間違いや語形変化の誤答、品詞の取り違えなどがあった。具体的には、以下の誤答例が見られた。

- (1) organize, organizing
- (2) visit, visited
- (3) program, popular, process
- (4) culculate, caluculate, choose, count, create
- (5) process, patern
- (6) twenty, third, three, thirty, thirty, thirtee, thirthy, therty
- (7) other
- (8) ages, art, abstract
- (9) shape, simple, squares, sample
- (10) triangles, total, trick

<合格へのアドバイス>

本学の英語の問題は、学習指導要領に沿った出題に心がけている。普段から、辞書を使いながら、検定教科書の本文を熟読し、理解に努める姿勢ができていれば、合格点は十分に取れるはずである。基本的な事柄をしっかり学習してください。

前期日程3日目（2月3日試験）

① 長文読解問題

〔解答(例)〕

〔問1～4〕 (3点×10=30点)

- (a) 3 (b) 4 (c) 3 (d) 3 (e) 1
(f) 2 (g) 2 (h) 1 (i) 1 (j) 2

〔問5〕 (10点)

- (ア) 私たちの創造したものが、どんなに「独創的」であろうとも、私たちが使用する権利のない要素を実際には含んでいるかもしれない。

〔解説〕

〔問1〕

- (a) 当該文脈から動詞 police の意味を推測する問題。直前では、芸術スタイルを著作権で保護することが可能なのかという疑問が呈されており、下線部(a)を含む疑問文が、それと関連した問い合わせをしていると考えができる。名詞 police の「警察」という意味もヒントとなり、「取り締まる、規制する」という意味に対応する regulate が正解だとわかる。

〔問2〕

- (b) AI が作り出すことのできる芸術作品がどのようなものかを導き出す問題。第1段落5行目の Scrolling 以降の4つの文から選択肢 4 が正解だとわかる。
(c) AI による生成画像を作り出すための方法について答える問題。その方法が記述されている第2段落の内容から選択肢 3 が正解だとわ

かる。

- (d) AIによって生成される芸術に付随する潜在的な問題として不適切なものを答える問い合わせ。こうした潜在的な問題については、第4～5段落で列挙されている。選択肢1は第4段落4～12行目の内容に、選択肢2は第4段落12～13行目の内容に、選択肢4は第5段落冒頭の内容に合致する。選択肢3については、第5段落7行目のTheyから始まる文に、AIが生成する画像は手頃な値段で、選択肢が多く、質も高いことが記されているものの、これ自体は潜在的な問題とは言えない。よって、選択肢3が正解となる。

[問3]

- (e) 第5段落2行目のAnから始まる文と内容が一致するため、答えは1となる。
- (f) 第6段落の中盤でいくつか疑問文が列挙されているが、意味上は反語のような形となっている。4～5行目のIs machine art somehow less valuable than human art?という疑問文が、英文(f)の内容と対応している。ここでは、人による作品とAIによる作品の質の優劣について語っているわけではないため、答えは2となる。
- (g) 第6段落2行目のTheから始まる文の内容とは明らかな矛盾がある。そのため、答えは2となる。
- (h) 第6段落8行目のInから始まる文と内容が一致するため、答えは1となる。
- (i) 第6段落7行目のProtectingから始まる文と内容が一致するため、答えは1となる。

[問4]

- (j) 本文全体を通して、AIが生み出す芸術作品の潜在的な問題が主なテーマとなっている。よって、選択肢2が正解となる。

[問5]

our creationsは、「私たちの創造したもの（=創造物）」という意味で、主語として機能する。また、2つのコンマで挿入されたno matter how “original”は、「どんなに「独創的」でも」という程度の意味を表す。後に続くmay actually contain elements that we do not have the right to useは、主語に対する述語とその目的語である。「含む」を意味する述語動詞containの目的語は、elements that we do not have the right to useであるが、thatは目的格の関係代名詞で、制限用法の関係代名詞節としてelementsを修飾する。そのため、「私たちが使用する権利のない（=使用権のない）要素」という意味になる。

② 文法・語法問題

[解答] (2点×10=20点)

- (a) 1 (b) 3 (c) 1 (d) 4 (e) 3
(f) 2 (g) 4 (h) 1 (i) 1 (j) 4

[解説]

- (a) 熟語表現の理解を問う問題。空所直前では「生活の管理」が話題となっている。このことから、「（問題に）対処する」という表現を作り出す選択肢1が正解だとわかる。
- (b) 動詞の変化を問う問題。従属節内の主語は、主節主語と一致する場合、従属節内の主語はbe動詞と共に省略可能となる。そのため、it (=the mouse) is bittenのit isが省略された形の選択肢3が正解となる。
- (c) 文脈に合う形容詞を選択する問題。人の雇用が年齢や見た目ではなく、学業成績に基づき判断されるという内容になるよう空所を埋めると、選択肢1が答えとなる。
- (d) 文脈に合う否定表現を選択する問題。第2文において、問題となっているサッカーの試合について、ゴールもなかったし、動きもほとんどなかったという否定的な内容が述べられていることから、空所には否定表現が入ることがわかる。not much of a ~で「大した~でない」という意味になるため、選択肢4が正解となる。
- (e) 不定詞に関する問題。空所に不定詞を入れることで、名詞用法の不定詞が主語となり、「これ以上この問題について議論しても無駄だ」

という文が完成する。選択肢の中には不定詞表現が2つあるが、この内容に合致するのは選択肢3となる。

- (f) 2語以上から成る疑問詞に関する問題。第2文にbeautifully paintedとあることから、「描き方」が問題になっていることがわかる。それに対応する疑問文を作る表現は選択肢2しかない。
- (g) 文法的な語順を問う問題。「あなたより前に帰宅する」という内容になるよう空所を埋めると、選択肢4が答えとなる。従属節内はbefore you are homeとなるのが本来の形であるが、主節がI'll be homeとなることから、従属節内のhomeが省略される。よって、home before you areという語順が導かれる。
- (h) 文脈に合う助動詞を選択する問題。because以下で主節内容の理由が述べられている。「先月彼が自分のプレゼンテーションに来てくれたから、今度は自分が彼のプレゼンテーションに行くべきだ」という内容になるよう空所を埋めると、選択肢1が答えとなる。
- (i) 比較に関する問題。第2文の内容から、問題となっている中華料理の評価が物凄く高いことがわかる。否定と比較級の組み合わせによって最上級相当の表現を作り出すことができる。ここでは、「これまで食べた中華料理の中でこれ以上美味しいものはない」というニュアンスにすれば良いので、選択肢1が正解となる。
- (j) 関係代名詞の形を問う問題。空所を含む文全体がfirefighter「消防士」の定義となっている。先行詞はsomeoneで、空所直後に名詞が続くので、関係代名詞の形として適切なのは所有格である。よって、選択肢4が正解となる。

③ 会話問題

[解答] (4点×5=20点)

- (A) 6 (B) 2 (C) 8 (D) 4 (E) 7

[解説]

- (A) 空所Aの直後で、PaulがI'll payと述べていることから、Mikeを飲みへと誘う発言が含まれる選択肢6が正解だとわかる。
- (B) 空所Bの前後で、Paulが大金を手にした旨の発言をしているので、夏休み中に父親の建設会社で働いていたという発言を含む選択肢2が正解だとわかる。
- (C) 空所C前後の発言から、Paulが車を手にするか、休暇を手にするかの板挟みの状況にあることがわかり、ここから選択肢8が正解だとわかる。
- (D) 空所Cの後に続く部分であり、Paulによる車か休暇かの選択に関するMikeの意見が述べられている文脈である。そのため、車との比較をする形でヨーロッパでの休暇について言及している選択肢4が空所Dに入る。
- (E) 空所EはPaulによる直前の質問（反語的な疑問文）への応答となる部分である。Mikeが手にしたお金ではそれほど高価な車は買えないというのがこの疑問文の趣旨であることから、入手できる車が中古にならざるを得ないといった発言を含む選択肢7が正解となる。

④ 英作文空所補充問題

[解答] (2点×10=20点)

- (1) mind (2) long (3) found (4) dominated
(5) changing (6) deadly (7) when (8) to
(9) brings (10) in

[解説]

- (1) come to mindで「思い浮かぶ」という意味の熟語表現。
- (2) 時間的な長さを表す副詞longが入る。「昔から」という日本語に対応している。
- (3) 「～がわかった」に対応する表現が入る。ここでは、受動態を作るfindの過去分詞foundが答えとなる。
- (4) 「支配される」に対応する表現であるdominated（受動態を作るdominateの過去分詞）が答えとなる。
- (5) 「ニーズの変化」という意味に合うように、changeを現在分詞

- changing という形に変える必要がある。
- (6) 「死に至らしめる」に対応する形容詞 deadly が入る。
 - (7) 「(その刀が作られた) 時期」に対応する表現が入る。空所直後が and where S + V と続くことから、名詞 time ではなく、間接疑問文を構成する when が答えとなることがわかる。
 - (8) be applied to ~で「～に塗り付けられる」という意味になる。
 - (9) bring together ~で「～を団結させる」という意味になる。ここでは、bring の三人称単数現在である brings が答えとなる。
 - (10) expert in ~で「～に熟練した人」という意味になる。

[出題のねらい]

① 長文読解問題

本学の教員による書き下ろし。AI による芸術作品が引き起こす諸問題に関する説明文である。全体的・局所的な読解能力や、文章構成理解力などが問われている。

② 文法・語法問題

基本的な文法・語法・単語・熟語等についての理解力や運用力が問われている。

③ 会話問題

本学の教員による書き下ろし。空所前後の会話文を注意深く読み、自然な会話の流れを読み取る力が問われている。

④ 英作文空所補充問題

本学の教員による書き下ろし。対応する日本語文と照らし合わせる形で空所に適切な語を入れる。語形変化を必要とする場合があるため、単語の知識だけではなく、適切な語形に直すための文法力も同時に問われている。

[ここがポイント]

① 長文読解問題

普段から分野を問わず、800 語程度で書かれた英文を読みながら、概要を把握する訓練をしよう。パラグラフごとに要点をメモしながら読むと、全体像が理解しやすくなる。局所的な問題に関しては、設問となっている部分の前後に解答のための手がかりが隠されていることが多い。また、内容真偽の問題については、本文中の該当箇所を注意深く読むことで解答を導くことができる。

② 文法・語法問題

基本的な文法・語法・単語・熟語等に関する問題が出題されている。問題文の文意をしっかりと理解し、その上で、適切な選択肢を選ぶようにしよう。普段から、新出の単熟語について辞書で調べる習慣をつけておこう。

③ 会話問題

300 語程度の会話文中に 5 つの空所が用意されている。会話文全体や設問に目を通すことでトピックを把握することが可能である。空所前後から解答のための手がかりが得られることが多い。

④ 英作文空所補充問題

500 語程度で書かれた英文中に 10 個の空所が用意されている。対応する日本語文と照らし合わせる形でこれらの空所に適切な語を入れる。不要な選択肢が 10 個あり、かつ、語形変化を必要とする場合があるため、基本的な文法事項の理解に基づき、空所に合う品詞（また、動詞であれば語形を変える必要があるかどうか）を見極めなければならない。普段から辞書で品詞を確認し、また、英作文問題に取り組むことで文法事項の整理をしつつ、アウトプットの練習をしておくことをお勧めする。

[こんなミスが目立った]

① 長文読解問題

〔問 1～4〕

とりわけ(a)と(d)の正答率が低く、どちらも選択肢 3 が正解だが、選択肢 1 と 2 を選ぶ解答が目立った。

〔問 5〕

主語の our creations は、「(人が AI を介して) 創造したもの」を意味するが、「創造」や「創造性」のように、モノではなくコトの意味に解釈し

ている答案が散見された。また、no matter how ~というかたまりで捉えることができていないものが多く見られ、matter を「問題」と訳出したり、あるいは、no matter で「重要でない」としているものも多かった。original に関しても、「オリジナル」というカタカナでの訳出が目立った。目的語部分では、関係代名詞節を同格の that 節と混同している訳出も多くあり、elements を「要素」としている答案は非常に少なかった。さらに、the right to use 「使用する権利」は不定詞を含む名詞句であるが、「正しく使用する」のように right を名詞ではなく副詞として捉えている答案が非常に多かった。関係代名詞節や不定詞といった基本的な文法事項について理解を深める必要がある。

② 文法・語法問題

(c), (d), (e), (f), (i) で正答率が低かった。(c) で選択肢 3 と 4 (正解は 1) を、(d) で選択肢 1 と 3 (正解は 4) を、(e) で選択肢 2 (正解は 3) を、(f) で選択肢 1 (正解は 2) を、(i) で選択肢 4 (正解は 1) を選ぶ解答が多かった。

③ 会話問題

(A), (B), (E) で正答率が低かった。(A) で選択肢 1 (正解は 6) を、(B) で選択肢 6 (正解は 2) を、(E) で選択肢 5 (正解は 7) を選ぶ解答が多かった。

④ 英作文空所補充問題

誤答では、類似の意味を持つ単語の選択やスペリングミス、語形変化に関する誤答、品詞の取り違えなどがあった。特に多く見られた誤答を以下に列挙する。

- (1) idea
- (2) old, oldly, longly
- (3) finded
- (4) 特になし。
- (5) change, changed, changeing, diversity
- (6) risky, defeat
- (7) time
- (8) in
- (9) bring, take, takes
- (10) as, for, diversity, searching

<合格へのアドバイス>

本学の英語の問題は、学習指導要領に沿った出題となるよう心がけている。普段から、辞書を用いて検定教科書の本文を精読して理解に努める姿勢ができていれば、合格点は十分に取れるはずである。基本的な事柄をしっかりと学習しよう。

前期日程 4 日目（2月4日試験）

① 長文読解問題

〔解答(例)〕

〔問 1～4〕 (3 点×10=30 点)

- (a) 2 (b) 3 (c) 2 (d) 4 (e) 2
(f) 2 (g) 1 (h) 1 (i) 2 (j) 4

〔問 5〕 (10 点)

(ア) 低い軌道にある物体ほど速く動くが、高い軌道にある物体はより遅く動く。

〔解説〕

〔問 1〕

(a) track 「追跡する」という意味に最も近いのは follow。よって、選択肢 2 が答えとなる。

〔問 2〕

(b) 宇宙ゴミが問題である理由について答える問い合わせ。第 1 段落最終文で宇宙ゴミと作動中の衛星が衝突する危険性について述べられている。よって、選択肢 3 が答えとなる。

(c) 通信会社の将来的な計画について答える問い合わせ。第 3 段落最終文の内容から選択肢 2 が正解だとわかる。当該の文には into orbit に当たる記述はないが、同じ段落 3 行目の And から始まる文で、通信衛星

- に必要とされる静止軌道というものがあることがわかるため、この選択肢を答えとして導くことができる。
- (d) 静止軌道上の衛星に関する記述として不適切なものを選ぶ問題。第3段落全体の内容を踏まえると、altitude「高度」に応じてスピードを変えて移動するという記述が不適切であることが判明する。よって、選択肢4が答えとなる。
- [問3]
- (e) 第5段落2行目のOneから始まる文と内容が一致しないため、答えは2となる。
- (f) 第4段落2行目のWorkingから始まる文でClearSpaceがどのような企業であるかに関する説明がなされている。その内容と一致しないため、答えは2となる。なお、第5段落4行目のAから始まる文に、Astroscaleの衛星システムに関する説明があり、その内容の一部が英文(f)と重なるので注意が必要である。
- (g) 第6段落4行目のAndから始まる文と内容が一致するため、答えは1となる。
- (h) 第2段落4行目のHoweverから始まる文と内容が一致するため、答えは1となる。
- (i) 第4段落最後の2文と内容が一致しないため、答えは2となる。
- [問4]
- (j) 本文全体を通して、宇宙ゴミを取り除くことの必要性が主なテーマとなっている。よって、選択肢4が正解となる。
- [問5]
- まず、全体としては、接続詞while前後の節同士が対比の意味でつながっていることを理解する必要がある。次に、それぞれの節では主語と述語の両方で比較級が用いられていること、また、後半節内のthoseが、前半節内のobjectsを指す代名詞として機能していることを理解したうえで訳出しなければならない。前半節内の比較級に関しては、例えば、「より低い軌道にある物体はより早く動く」とすることも可能だが、「低い軌道にある物体ほど速く動く」と訳出すれば、ここでの比較級のニュアンスがより明確に捉えられる。後半節内の比較級についても同様である（上の解答例では、前半・後半の訳出に際して、日本語表現の重複を避けた形にしている）。
- 2 文法・語法問題**
- [解答] (2点×10=20点)
- (a) 3 (b) 4 (c) 2 (d) 2 (e) 1
 (f) 1 (g) 3 (h) 2 (i) 3 (j) 4
- [解説]
- (a) 文脈に合う動詞を選択する問題。空所直前にput a little glue in the hole「接着剤を穴に入れる」という記述があり、直後にはthe wooden peg「木釘」という名詞句が来ている。これらのことから、「挿入する」という意味の選択肢3が正解だとわかる。
- (b) 動詞の変化を問う問題。まず、空所の前にandがあり、Lost in the shopping mallとnot()what to doが接続されていることに気づく必要がある。形容詞lostが先頭にあることから、前半はbeingが省略された分詞構文となっているので、後半も分詞構文が来ることが予想される。「ショッピングモールで迷子になり、何をすべきかわからなかったので」という意味になるよう空所を埋めると、選択肢4が答えとなる。
- (c) 文脈に合う形容詞を選択する問題。新素材の性質を特徴付ける形容詞を入れる必要がある。コロン以下に「超軽量だが信じられないほど強力」という具体的な説明があるので、これに合う意味の形容詞は選択肢2しかない。
- (d) 文脈に合う否定表現を選ぶ問題。never do ... without doing ~で二重否定をなし、「…するときには必ず～する」という意味になる。よって、選択肢2が正解となる。
- (e) 動詞helpの用法を問う問題。can't help doing ~で「～せざにはいられない」という意味になる。よって、選択肢1が正解となる。
- (f) 文脈に合う接続詞を選ぶ問題。第1文に「部屋に行って片づけなさい」という記述、さらに第2文に「降りてくるな」という記述がある。このことから、空所以降の部分が「終わるまで」という日本語に対応すると考えることができる。よって、継続の終了時点を表す接続詞untilが相応しいので、選択肢1が正解となる。
- (g) 熟語の理解を問う問題。hate the thought of ~で「～を考えただけでもゾッとする」という意味になる。よって、選択肢3が正解となる。
- (h) 比較に関する問題。moreは形容詞manyの比較級で、peopleを前から修飾する。また、more ~ than everで「これまで以上に多くの～」という意味になる。よって、選択肢2が正解となる。
- (i) 文脈に合う助動詞を選択する問題。第2文以降に、問題となっている歌を聞き飽きており、別ものが聞きたいという旨の発言がある。このことから、空所を含む文を「またこの歌を聞かなければならぬのか？」という日本語に対応する疑問文にすれば良いとわかる。よって、選択肢3が答えとなる。
- (j) 関係代名詞の非制限用法に関する問題。関係代名詞を用いないで文を構成する場合、... a series of difficult questions, but he had no good answers to them. のようになる。このとき、文末の代名詞themはa series of difficult questionsに対応している。これを先行詞とした非制限用法の関係代名詞節を作ると、... a series of difficult questions, to which he had no good answers. となる。よって、選択肢4が正解となる。
- 3 会話問題**
- [解答] (4点×5=20点)
- (A) 3 (B) 5 (C) 1 (D) 4 (E) 7
- [解説]
- (A) 形式と文脈の両面から答えを導くことができる。形式的には、Jennyが空所Aの発話に対してYes, I have.と応答していることから、それに対応する付加疑問文が含まれる選択肢3が正解だとわかる。また、文脈上、空所Aの直前でJennyがフランス語で挨拶をし、直後にはあまり進歩を感じられないと述べているので、フランス語会話の授業について言及している選択肢3がやはり答えだとわかる。
- (B) 空所Bの直後で、ついていくのに少し問題があるのかといった確認をSallyがしている。そのことから、フランス語学習を同時に始めた他の人たちがすでに自分よりもずっと流暢になっていることについて言及している選択肢5が答えだとわかる。
- (C) 空所Cの直前で、JennyがSallyに応答する形で、フランス語学習に十分に取り組めていないこと、また、語学が一番得意な分野ではないことについて触れたうえで、それでもフランス語を上達させたいと発言している。空所直後では、現地の人たちとコミュニケーションがとれなかつたら恥ずかしいとも述べている。また、その後のSallyの発言の中に、ちょっとだけフランス語が話せばプロらしく見える旨、また、単純な挨拶だけでも努力していることがわかる旨の内容が含まれている。これらを総合すると、翌年に仕事でパリに行くことについて言及している選択肢1が答えだとわかる。
- (D) 空所Dは、直前の空所Cと同じ文脈（上記参照）を共有している。当該の文脈を考慮に入れると、可能なときに地元の言語を話すことの重要性について言及している選択肢4が正解だとわかる。
- (E) 空所Eの直前が、フランス語が上達しないJennyを励ますために、Sallyも同じ授業に参加して、暇なときには一緒に勉強することを提案する文脈となっている。そのため、フランス語学習を一緒に行うこと、両者の意欲を高めることになるといった内容が含まれる選択肢7が正解だとわかる。
- 4 英作文空所補充問題**
- [解答] (2点×10=20点)

- (1) come (2) once (3) on (4) talking (5) placed
 (6) not (7) contrast (8) less (9) before (10) so

[解説]

- (1) come a long way で「進化を遂げる」という意味の熟語表現。ここでは、haveと共に現在完了形をなすため、come (come-came-come) の過去分詞形が入る。そのため、語形を変化させる必要はない。
- (2) 回数を表す副詞 once が入る。「～に1回」という日本語に対応している。
- (3) have an effect on ～「～に影響を与える」という表現の理解から、前置詞 on が選択できるかが問題となっている。
- (4) has の直前までの空所を含む部分が主語に対応していることを理解したうえで、talk を talking という動名詞の形に変える必要がある。「ただ通話するだけで」という日本語訳との対応を考えただけでは解答へとたどり着けない。
- (5) 「～に置かれている」に対応する表現が入る。ここでは、受動態を作る place の過去分詞 placed が答えとなる。
- (6) 「～いない（と主張した）」に対応する表現が入る。空所直後の不定詞表現を否定する形の not が答えとなる。
- (7) in contrast で「対照的に」という意味の熟語表現。
- (8) 「ほど～ない」に対応する表現が入る。Believing から始まる直前の文には more による比較表現がある。その文と対照的な内容となっていることを理解したうえで、比較級の less が選択できるかが問題となっている。
- (9) it takes [時間表現] before ～で「(時間) を経てようやく～」という意味になる。
- (10) 「それほど」に対応する副詞 so が入る。

[出題のねらい]

① 長文読解問題

本学の教員による書き下ろし。宇宙ゴミの処分に関する説明文である。全体的・局所的な読解能力や、文章構成理解力などが問われている。

② 文法・語法問題

基本的な文法・語法・単語・熟語等についての理解力や運用力が問われている。

③ 会話問題

本学の教員による書き下ろし。空所前後の会話文を注意深く読み、自然な会話の流れを読み取る力が問われている。

④ 英作文空所補充問題

本学の教員による書き下ろし。対応する日本語文と照らし合わせる形で空所に適切な語を入れる。語形変化を必要とする場合があるため、単語の知識だけではなく、適切な語形に直すための文法力も同時に問われている。

[ここがポイント]

① 長文読解問題

普段から分野を問わず、800語程度で書かれた英文を読みながら、概要を把握する訓練をしよう。バラグラフごとに要点をメモしながら読むと、全体像が理解しやすくなる。局所的な問題に関しては、設問となっている部分の前後に解答のための手がかりが隠されていることが多い。また、内容真偽の問題については、本文中の該当箇所を注意深く読むことで解答を導くことができる。

② 文法・語法問題

基本的な文法・語法・単語・熟語等に関する問題が出題されている。問題文の文意をしっかりと理解し、その上で、適切な選択肢を選ぶようにしよう。普段から、新出の単熟語について辞書で調べる習慣をつけておこう。

③ 会話問題

300語程度の会話文中に5つの空所が用意されている。会話文全体や設間に目を通すことでトピックを把握することが可能である。空所前後から解答のための手がかりが得られることが多い。

④ 英作文空所補充問題

500語程度で書かれた英文中に10個の空所が用意されている。対応する日本語文と照らし合わせる形でこれらの空所に適切な語を入れる。不要な選択肢が10個あり、かつ、語形変化を必要とする場合があるため、基本的な文法事項の理解に基づき、空所に合う品詞（また、動詞であれば語形を変える必要があるかどうか）を見極めなければならない。普段から辞書で品詞を確認し、また、英作文問題に取り組むことで文法事項の整理をしつつ、アウトプットの練習をしておくことをお勧めする。

[こんなミスが目立った]

① 長文読解問題

[問1～4]

とりわけ(a)と(d)の正答率が低く、(a)で選択肢1（正解は2）を、(d)で選択肢2と3（正解は4）を選ぶ解答が目立った。

[問5]

まず、文構造レベルでは、objects in lower orbits と those in higher orbits を、while 前後の節における主語名詞句として理解できていない解答が多く見られた。主語であれ目的語であれ、英語では、前置詞句や関係代名詞節のような修飾語句を後ろに置くことで、より大きな名詞句を形成するのが一般的であるが、そうした基本的文法事実を確実に定着させることが重要である。次に、単語レベルでは、object(s)という名詞をobjection と取り違える形で「反対意見」のように訳出する解答、low(er)とhigh(er)をそれぞれ、「小さい、短い」「大きい、長い」のように訳出する解答も少なからず見られた。比較級やwhile（対比の意味で用いられている接続詞）の訳出が全くない解答も多かった。また、orbit(s)を「位置」としたり、カタカナで「オービット」とする訳出も多く見られた。

② 文法・語法問題

(b), (e), (h), (i), (j)で正答率が低かった。(b)で選択肢1～3（正解は4）を、(e)で選択肢2～4（正解は1）を、(h)で選択肢1（正解は2）を、(i)で選択肢4（正解は3）を、(j)で選択肢1～3（正解は4）を選ぶ解答が多くかった。

③ 会話問題

(C), (D), (E)で正答率が低かった。(C)で選択肢4～6（正解は1）を、(D)で選択肢6と7（正解は4）を、(E)で選択肢6（正解は7）を選ぶ解答が多くかった。

④ 英作文空所補充問題

誤答では、類似の意味を持つ単語の選択やスペリングミス、語形変化に関する誤答、品詞の取り違えなどがあった。特に多く見られた誤答を以下に列挙する。

- (1) came, passed, extend
- (2) so
- (3) 特になし。
- (4) talk, telling
- (5) removed
- (6) no, none
- (7) 特になし。
- (8) 特になし。
- (9) after, first
- (10) such

<合格へのアドバイス>

本学の英語の問題は、学習指導要領に沿った出題となるよう心がけている。普段から、辞書を用いて検定教科書の本文を精読して理解に努める姿勢ができていれば、合格点は十分に取れるはずである。基本的な事柄をしっかり学習しよう。

前期日程5日目（2月5日試験）

① 長文読解問題

[解答(例)]

[問1～4] (3点×10=30点)

- (a) 2 (b) 3 (c) 4 (d) 4 (e) 2
(f) 1 (g) 2 (h) 2 (i) 1 (j) 3

[問5] (10点)

(ア) 生きた細胞が発見されるまで、このクローン作成の過程には手が届かないようである。

[解説]

[問1]

(a) well-preserved「保存状態の良い」という意味に最も近いのは well-kept。よって、選択肢2が答えとなる。

[問2]

- (b) 映画「ジュラシック・パーク」シリーズに関する記述として適切なものを選択する問題。第1段5行目の Yet から始まる文の内容から選択肢3が正解だとわかる。
(c) マンモスが優れた実験対象であるかもしれない理由について答える問題。第3段落6行目の Fortunately から続く2つの文の内容から選択肢4が正解だとわかる。
(d) 生きたマンモスの再生を可能にする技術として言及されていないものを答える問題。選択肢1～3の内容はそれぞれ、第4～6段落の中で言及されている。言及されていない技術は、「遺伝子編集された精子細胞を用いて、凍結されたメスマンモスの卵細胞を受精させる」というものである。よって、選択肢4が正解となる。

[問3]

- (e) 第6段落最後の The から始まる文と内容が一致しないため、答えは2となる。
(f) 第7段落最初の As から始まる文と内容が一致するため、答えは1となる。
(g) 第7段落3行目の Similar から始まる文と内容が一致しないため、答えは2となる。
(h) 第7段落5行目の Moreover から始まる2つの文と内容が一致しないため、答えは2となる。
(i) 第7段落7行目の Shouldn't から始まる2つの文と内容が一致するため、答えは1となる。

[問4]

(j) 本文全体を通して、絶滅動物の再生が主なテーマとなっている。よって、選択肢3が正解となる。

[問5]

まず、全体としては、接続詞 until「～まで」から始まる従属節とそれに続く主節という2つの節から構成されていることを理解する必要がある。従属節では、living cells「生きた細胞」における分詞形容詞(-ing), are discovered「発見される」における受動態を作る過去分詞(-ed)が、主節では、the cloning process「クローン作成の過程」という名詞句およびout of reach「～に手が届かない」という熟語表現が訳出上のポイントとなる。

② 文法・語法問題

[解答] (2点×10=20点)

- (a) 2 (b) 3 (c) 2 (d) 1 (e) 4
(f) 3 (g) 4 (h) 2 (i) 2 (j) 2

[解説]

- (a) 文脈に合う動詞を選択する問題。第2文で「彼がとても怠惰である」ということが言及されている。このことから、空所を含む第1文が「今朝彼を説得して学校に連れてくることができなかった」という日本語に対応すると考えることができる。よって、選択肢2が正解となる。
(b) 動詞の変化を問う問題。主節の主語と述語動詞(I felt)よりも前に置かれる要素であること、また空所直前にneverがあり、さらに

before「以前に」があることから、分詞構文の現在完了形(経験を表す用法)が来ることが予想される。選択肢2か3に答えが絞られるが、speak toの後に目的語himが置かれていることから、能動態を選ぶ必要がある。よって、答えは選択肢3となる。

- (c) 文脈に合う名詞を選ぶ問題。空所前後の内容から、当該人物が会社部署における指導的な地位に相応しいかどうかが問題となっていることがわかる。この文脈に合うのは選択肢2のapplicants「応募者」しかない。
(d) 文脈に合う助動詞を選択する問題。第1文で「あの生魚はあなたの皿に乗っているの?」という質問をしていることから、空所を含む第2文では「自分ならあれは食べたくない」という仮定法を伴うニュアンスが表現されていると考えができる。よって、助動詞の過去形が必要となり、選択肢1が正解となる。
(e) getを用いた熟語表現に関する問題。get O in trouble with～で「Oを～ともめさせる」という意味になる。よって、選択肢4が正解となる。ここでの不定詞は目的を表す副詞用法である。
(f) 2語から成る接続詞に関する問題。「彼女がこの仕事に相応しいとは思わない」という前半の内容を踏まえると、「若くて経験不足」という後半の内容が、当該の職に相応しくないとすることの理由になっていると考えられる。in that S+V～「～という点で」は理由を表すため、選択肢3が正解となる。
(g) 文法的な語順を問う問題。第1文が疑問文であることから、S+Vという平叙文の語順を含む選択肢1と2は答えから外すことができる。「彼女が最後に日本にいたのはいつ?」という形で文意が通るのは選択肢4だけである。
(h) 文脈に合う熟語表現を選択する問題。「自分たちの学校がこれらすべての古臭くて時代遅れの規則を一掃してくれたらなあ」という日本語になるよう空所を埋めると、選択肢2が答えとなる。
(i) 比較に関する問題。後半の内容から、問題となっている映画が楽しめなかつたことがわかる。「これまで見てきた映画の中で最悪というわけではないが、とりわけ楽しくはなかつた」に相当する日本語になれば良いので、答えは選択肢2となる。
(j) 関係代名詞に関する問題. listen toのtoが、目的格の関係代名詞whichと共に先行詞の直後に置かれている。よって、選択肢2が正解となる。

③ 会話問題

[解答] (4点×5=20点)

- (A) 4 (B) 6 (C) 1 (D) 5 (E) 8

[解説]

- (A) 直後には、職業の応募資格に関するJackの発言がある。そのことから、求人広告に言及した選択肢4が空所Aに入る。空所Aは会話の冒頭にもなっているので、選択肢4の文頭がheyという呼びかけ表現から始まっていることもヒントになる。
(B) 空所B直前の発言から、日本の魅力全般について語る場面であることがわかる。そのため、日本の歴史や食べ物、その他の特徴について述べている選択肢6が正解となる。
(C) 直前のEllaの発言によると、勤務地に関して田舎か都会が選択可能と求人広告に書いてあることがわかる。そのため、田舎や都会に言及した選択肢は1, 5, 7, 8といつかあるが、空所C直後のEllaによる発言It looks like you couldと対応するのは選択肢1しかない。
(D) 直前のJackによる質問や空所Dを含むEllaの一連の発言を考慮すると、勤務地としての田舎と都会の選択について検討している場面であることがわかる。空所の直後で、「そこには外国人が少ないから日本語をもっと使わざるを得ない」とEllaが述べているので、田舎での学習機会について言及している選択肢5が答えだとわかる。
(E) 空所Eは、直前の空所Dと同じ文脈(上記参照)を共有している。空所直後には、自分なら普通ではない行き先を選ぶ旨の発言がある。

そのため、東京のような大都市にはすでに住んでおり、そういう場所を選んでも代わり映えしないといった内容が含まれる選択肢8が答えたとわかる。

④ 英作文空所補充問題

【解答】(2点×10=20点)

- (1) packed (2) wasting (3) friendly (4) how
- (5) beneath (6) entirely (7) opposite (8) existing
- (9) cut (10) those

【解説】

- (1) 「混み合った」に対応する表現が入る。ここでは、packの過去分詞である packed が答えとなる。
- (2) 「～を無駄にする」に対応する表現が入るが、instead of の目的語位置に当たるため、waste を動名詞の wasting に変える必要がある。
- (3) 「(環境に) やさしい」に対応する形容詞 friendly が入る。
- (4) 「(そのシステムが機能する) 方法」に対応する表現が入る。空所直後が the system works という節になっているが、名詞 wayを入れた場合には直前に冠詞が必要となる。そこで、関係副詞 how が答えたとわかる。
- (5) 「(建物) の下の (冷たい岩盤)」に対応する前置詞 beneath が入る。
- (6) 「完全に」に対応する副詞 entirely が入る。
- (7) 「逆の」に対応する形容詞 opposite が入る。
- (8) 「既存 (技術)」に対応する表現が入る。ここでは、名詞 technology に対する前置修飾の形をとる。そのため、exist を現在分詞の existing に変える必要がある。
- (9) 「～を削減する」に対応する動詞 cut が入る。
- (10) large apartment blocks and condominium complexes の代用表現である those が答えとなる。「(日本の全都市で見られる) もの」という日本語に対応している。

【出題のねらい】

① 長文読解問題

本学の教員による書き下ろし。絶滅動物の再生に関する説明文である。全体的・局所的な読解能力や、文章構成理解力などが問われている。

② 文法・語法問題

基本的な文法・語法・単語・熟語等についての理解力や運用力が問われている。

③ 会話問題

本学の教員による書き下ろし。空所前後の会話文を注意深く読み、自然な会話の流れを読み取る力が問われている。

④ 英作文空所補充問題

本学の教員による書き下ろし。対応する日本語文と照らし合わせる形で空所に適切な語を入れる。語形変化を必要とする場合があるため、単語の知識だけではなく、適切な語形に直すための文法力も同時に問われている。

【ここがポイント】

① 長文読解問題

普段から分野を問わず、800語程度で書かれた英文を読みながら、概要を把握する訓練をしよう。パラグラフごとに要点をメモしながら読むと、全体像が理解しやすくなる。局所的な問題に関しては、設問となっている部分の前後に解答のための手がかりが隠されていることが多い。また、内容真偽の問題については、本文中の該当箇所を注意深く読むことで解答を導くことができる。

② 文法・語法問題

基本的な文法・語法・単語・熟語等に関する問題が出題されている。問題文の文意をしっかりと理解し、その上で、適切な選択肢を選ぶようにしよう。普段から、新出の単熟語について辞書で調べる習慣をつけておこう。

③ 会話問題

300語程度の会話文中に5つの空所が用意されている。会話文全体や設

間に目を通すことでトピックを把握することが可能である。空所前後から解答のための手がかりが得られることが多い。

④ 英作文空所補充問題

500語程度で書かれた英文中に10個の空所が用意されている。対応する日本語文と照らし合わせる形でこれらの空所に適切な語を入れる。不要な選択肢が10個あり、かつ、語形変化を必要とする場合があるため、基本的な文法事項の理解に基づき、空所に合う品詞(また、動詞であれば語形を変える必要があるかどうか)を見極めなければならない。普段から辞書で品詞を確認し、また、英作文問題に取り組むことで文法事項の整理をしつつ、アウトプットの練習をしておくことをお勧めする。

【こんなミスが目立った】

① 長文読解問題

【問1～4】

とりわけ(b)と(c)の正答率が低く、(b)で選択肢2と4(正解は3)を、(c)で選択肢2と3(正解は4)を選ぶ解答が目立った。

【問5】

まず、従属節に関して、untilを副詞のように捉える「まだ～」という訳出、前置詞byと混同した「～までに」という訳出が目立った。受動態の訳出がない解答も多かった。次に、主節に関して、processを「計画」としたり、progressを取り違えて「進歩」とする解答が非常に多く見られた。また、processを「過程」と理解できた場合でも、the cloning processという名詞句の訳出においては、「クローンの過程」や「クローン技術の過程」のように、「(クローンを) つくること」に相当する「作成」や「培養」といった表現が抜け落ちている答案が目立った。述語の一部を構成するout of reachに関しても誤った訳出が目立ち、例えば、reachをresearchと取り違えた「研究の対象外、研究できない」といった明らかな誤答から、「実現、成功、完成しない」といったものまで様々な解答があった。out of reachは、「手の届く範囲の外にある(=手が届かない)」を意味するので、ある事柄が上手くいかどうかを問題とする「実現、成功、完成」を含む解答は、近似はしているが正解とは言い難い。普段から英英辞書を活用して単熟語の意味の本質について考える習慣をつけたいところである。

② 文法・語法問題

(a), (b), (c), (g), (j)で正答率が低かった。(a)で選択肢3と4(正解は2)を、(b)で選択肢1(正解は3)を、(c)で選択肢1と4(正解は2)を、(g)で選択肢3(正解は4)を、(j)で選択肢1(正解は2)を選ぶ解答が多かった。

③ 会話問題

(C), (D), (E)で正答率が低かった。(C)で選択肢5(正解は1)を、(D)で選択肢1, 7, 8(正解は5)を、(E)で選択肢7(正解は8)を選ぶ解答が多かった。

④ 英作文空所補充問題

誤答では、類似の意味を持つ単語の選択やスペリングミス、語形変化に関する誤答、品詞の取り違えなどがあった。特に多く見られた誤答を以下に列挙する。

- (1) pack, packing, pushing
- (2) waste
- (3) easy
- (4) way
- (5) down
- (6) partially
- (7) otherwise, opposing
- (8) exist, existed, exsisting
- (9) remove
- (10) be, being, beneath, easily, that

＜合格へのアドバイス＞

本学の英語の問題は、学習指導要領に沿った出題となるよう心がけてい

る。普段から、辞書を用いて検定教科書の本文を精読して理解に努める姿勢ができていれば、合格点は十分に取れるはずである。基本的な事柄をしっかりと学習しよう。

後期日程1日目（2月28日試験）

① 長文読解問題

[解答例]

[問1] (3点×11=33点)

- (a) 3 (b) 3 (c) 4 (d) 2 (e) 2 (f) 1
(g) 3 (h) 4 (i) 1 (j) 4 (k) 2

[問2] (7点)

- (ア) この機能は、血を止めるのを助け、負傷からの回復を促すので、活発に動き回るクマにとって重要だ。

[解説]

[問1]

- (a) 下線部(a)「冬眠に似た状態」について述べられているものは「体温と代謝を低下させる冬眠に似た状態に入った可能性がある」という箇所から判断する。よって選択肢3が正解。
(b) 下線部(b)は「このような現象が人間にも起こりうるものだということを裏付ける科学的証拠は限られている」という意味である。よって選択肢3が正解。
(c) 下線部(c)「冬眠しない哺乳類が（消費）エネルギー低下状態に入ることができる」のために身体で起こることとは本文の stimulating inactive brain-signaling pathways that slow metabolism を指す。よって選択肢4が正解。
(d) 下線部(d)「エネルギーを節約して使う」ために役立っているのは「体温と代謝が著しく低下する」ことである。よって選択肢2が正解。
(e) 下線部(e)は「科学者たちを悩ませてきた問題」という意味。よって選択肢2が正解。
(f) 下線部(f)「この保護」とは、「クマが長期間活動していない間にも血栓ができるのを防げること」を指している。よって選択肢1が正解。
(g) 下線部(g)「血栓のリスクを最小限に抑える」ことを可能にしているのは、「血管を収縮および拡張させて血流を一定に保つことと血中酸素濃度が比較的高い状態で冬眠に入り、活動していない時にも組織や臓器に十分な酸素を供給すること」である。よって選択肢3が正解。
(h) 下線部(h)「研究者たち」が発見したのは、「夏に活動中のクマと冬眠中のクマの血液の間で『ヒートショックタンパク質47（HSP47）』に大きな違いがあること」である。よって選択肢4が正解。
(i) 下線部(i)「特定の状況」は、「クマが活発に動き回ってケガをする危険がある時」を指している。よって選択肢1が正解。
(j) 下線部(j)「ひと月にわたるシミュレーション研究」からわかったことは、「健康な人でもベッドで安静にして動かないでいると HSP47 の産生量が低下すること」である。よって選択肢4が正解。
(k) 下線部(k)「クマの生態を研究すること」について、動物が極限状態に適応して生き延びる様子を理解することが、人間の身体機能解明につながり、長期間動けない患者の血栓を予防する戦略の開発への望みにつながっていくといったことが記されている。よって選択肢2が正解。

[問2]

まず This function is important for ~は「この機能は～にとって重要だ」という意味である。そして「～」の部分は bears which are active and moving around 「活発に動き回るクマ」であり, as it ~「それ（この働き・機能）が～するから」が挿入される。こちらの「～」の部分は helps to stop bleeding and promotes the healing of injuries 「血を止めるのを助け、負傷からの回復を促す」である。

[試証] 10年ほど前、北欧のある男性が、雪に閉ざされた車内で2カ月過ごした後、救助された。専門家によると、彼は体温と代謝を低下させる、冬

眠に似た状態に入った可能性がある。このような現象が人間にも起こりうるものだということを裏付ける科学的証拠は限られている。それでも、冬眠しない哺乳類が、代謝を低下させる不活発な脳信号伝達経路を刺激することで、エネルギー低下状態に入ることを示す証拠は増えている。

クマは極寒の地で数ヶ月間冬眠することが知られていて、その間は体温と代謝率が著しく低下する。これによってエネルギーを節約し、食べ物や水を摂らないで生き延びることができる。しかし科学者たちを悩ませてきた問題がある。それはクマが長期間活動していない間、どのようにして十分な血流を維持し、血栓を防ぐことができるのかということだ。人間にとて、静脈内の血栓は生命を脅かす可能性がある。長距離のフライトのあいだに少し体を動かさないでいるだけでも、エコノミー症候群を引き起す可能性があり、血栓のできるリスクが高まる。一方、冬眠中の動物は長い間動かなくても、この状態から守られている。この保護のメカニズムを研究することは、人間の血栓症に対する新しい治療法の開発に役立つかもしれない。

ある研究により、クマは足の血管を太くしたり細くしたりすることで、一定の血流量を保っていることがわかった。このプロセスによって、クマは必要なときに体のさまざまな部位に血液を送ることができる。またクマは血中酸素濃度が比較的高い状態で深い眠りにつくことも、注目に値する。これは、活動していないときに組織や臓器に十分な酸素を供給し、血栓のリスクを最小限に抑えるために極めて重要である。

冬眠する動物は、血栓ができるリスクを軽減するための特別なメカニズムを発達させてきた。その一つが、血管壁の弛緩を促し、血流を増加させる物質の放出である。さらに血液中の特殊なタンパク質がこの過程に役立っている。新しい研究で、研究者たちは冬眠中の13頭のクマから血液サンプルを取って調べ、夏にも同じクマたちから再び血液サンプルを取って調べた。そして活動中のクマと冬眠中のクマとの間で最も大きな違いがある「ヒートショックタンパク質47（HSP47）」と呼ばれるタンパク質を特定した。

HSP47は、血液中のタンパク質同士が結合して血栓になるのを助ける酵素をもたらすタンパク質のことである。この機能は、血を止めるのを助け、負傷からの回復を促すので、活発に動き回るクマにとって重要だ。しかし、冬眠中のクマは巣穴の中で安全に過ごしていてこのメカニズムを必要としないので、活発なクマに比べてHSP47の産生量ははるかに少ない。この新しい研究に対し、ある生物学者は、「HSP47の細胞間相互作用は特定の状況においてのみ有益とはいえない、実は感染症の撃退や炎症の抑制にも重要な役割を果たしている」とコメントを添えている。

血栓形成を防ぐ同様のメカニズムの存在を調べるために、研究者たちは、背中を痛めて寝たきりの患者と、体を活発に動かしている人の血液を比較した。その結果、体を動かさない患者は健康な人に比べて、循環しているHSP47タンパク質のレベルが低く、それが血栓形成のリスク低減に役立っていることが明らかになった。さらに研究者らは、1ヵ月にわたる宇宙飛行シミュレーション研究の前に、健康なボランティアから血液サンプルを採取した。27日間ベッドで安静にしていた後、動かなかった期間中に彼らの体内でHSP47の有意な産生量低下が観察された。

今回の発見は、クマの生態を研究することが、人間の身体機能に対する洞察を得るために価値があることを浮き彫りにし、動物がどのように極限状態に適応し、生き延びていくのかについての理解を深める。さらにこの発見は、長期間動けない患者の血栓を予防する戦略を開発する上で有望である。今回の発見は、冬眠中のクマが行っているのと同様のメカニズムを、人間が血栓予防に利用していることを示唆している。このことは、さらなる研究と臨床における進歩の可能性に新たな機会を与え、将来への希望に満ちた展望をもたらす。

② 文法・語法問題

[解答例] (2点×10=20点)

- (a) 2 (b) 3 (c) 3 (d) 2 (e) 4
(f) 3 (g) 1 (h) 2 (i) 1 (j) 3

【解説】

- (a) 「A（人）を B（罪）で告訴する」は <charge A with B> または <accuse A of B>。問題文では、告訴される人 (Jim) が主語となっているので、受動態である。よって、選択肢 2 が正答。
- 「Jim は犯罪を犯した罪で告訴された。」
- (b) information と advice は可算名詞として使用できない代表的な不可算名詞である。よって冠詞の a や複数形の -s が付いている選択肢 2, 4 は排除される。「A に B を求める」は <ask A for B> と表現するので、選択肢 1 が正解になるには Mr. Yamada と some information の間に for が必要である。よって選択肢 3 が正解。<ask for ~> は「～を求める」という意味である。
- 「Hanako は Mr. Yamada に、このプロジェクトについてのアドバイスを求めた。」
- (c) <not only A but also B> 「A ばかりでなく B も」という構文の A, B の位置に文が現れた表現である。この場合、A は文頭に否定要素が来ることになり倒置が生じる (Not only does John take a walk ...)。選択肢 3 が正答。他の選択肢を入れた場合、そもそも適切な意味や構造を付与できる文とはなり得ない。
- 「John は毎日 1 時間散歩するだけでなく、週に 3 回はジムにも通っている。」
- (d) <get used to doing> で「～するのに慣れる」の意味である。選択肢 2 が正答。
- 「新しいコンピューターソフトの使い方に慣れたかい？」
- (e) resign に三单現の -s が付いていないことに注目されたい。選択肢 1, 2 を入れて従属節を作った場合、resign が原形であることを説明できない。ここでは、これから起きることに対する仮定述べる <if S should V, ...> の if を省略して should を倒置した形を用いて、Should Professor Tanaka resign (= if Professor Tanaka should resign) とすれば、resign が原形であることと矛盾しない。選択肢 4 が正答。
- 「Professor Tanaka が辞めたら、私たちの研究室はどうなるのだろう？」
- (f) まず、... I were more intelligent than () の部分に注目する。これは比較の文であり than 以下はその前の部分と同じ形を繰り返している必要があるので、動詞は be 動詞を使用しなければならない。ゆえに選択肢 1, 2 は排除。また、If only 以下は仮定法で書かなければならぬが、ここでは「彼よりももっと頭がよければなあ」という意味で、「彼の頭の良さ」に関しては仮定の話ではなく現実の事柄であるため仮定法を用いない。よって選択肢 3 が正答。
- 「私が彼よりもっと頭が良ければなあ。」
- (g) Although 節は「Mary は先週大切な試験に落ちてしまったが」という彼女にとって望ましくない事態が述べられているが、主節で彼女は「前向きである (positive)」と述べられている。この意味のつながりを表すのに最適なのは選択肢 1 の <none the less> 「それでもなお」である。
- 「Mary は先週大切な試験に落ちてしまったが、それでもなお彼女は前向きだ。」
- (h) tell + O1 + O2 「O1 に O2 を教える・示す」の O2 のところに間接疑問文が現れた形である。間接疑問文内では、助動詞や be 動詞が主語の前に倒置されることはないので、選択肢 1, 3 は誤り。選択肢 4 は「貧しいということが、いかにしてそのようであるか」という意味の分からぬ文になってしまい、that のはたらきが説明できぬため不可。正答は選択肢 2 で、「貧乏というのはどのようなものか」という意味。It は仮主語で、to 不定詞以下を受けている。
- 「この映画は、私たちに貧乏というのはどのようなものか教えてくれる。」
- (i) It takes O1 (人) + O2 (時間) + to do 「O1 が～するのに O2 かかる」の形で、選択肢 1 が正答。spend は、仮主語の it を主語にとることはない。

「その装置を組み立てるのに 3 時間かかった。」

- (j) A is to B what C is to D 「A の B に対する関係は、C の D に対する関係と同じである」の構文。選択肢 3 が正答。
- 「タイにとってのムエタイは、日本にとっての相撲のようなものである。」

③ 読解問題

【解答例】 (4 点 × 5 = 20 点)

- (a) 3 (b) 4 (c) 1 (d) 3 (e) 1

【解説】

- (a) 第 1 パラグラフで、a metal detector 「金属探知機」は「長い首の先にハンドルがあり、底に平らな円盤がついた不思議な形の機械」と表されている。よって正解は選択肢 3 である。
- (b) 第 1 パラグラフで、「Hikaru は金属探知機を使ったことはなかったが、金属探知機を使ってみるという考えに魅了された」とある。よって正解は選択肢 4 である。
- (c) 箱の中身を発見するまでに、第 2 パラグラフでは海岸で a metal detector を使って箱を探し当て、a small shovel で箱を掘り出し、第 3 パラグラフでは a decent sized hammer で箱の鍵を開けている。a screwdriver に関しては第 2 パラグラフに「閉まっていたフタを開けるのはハンマーとドライバーを使う仕事のようだった」という表現があるだけで、実際に a screwdriver は使用していない。よって正解は選択肢 1 である。
- (d) Hikaru が箱を発見するいきさつについて「Hikaru がその日はもうそろそろ終わりにしようかなと思いながら海岸の奥まった場所を調べていると、突然、すぐ下に金属製の何かがあることを示す『ピッ』という音が聞こえた」とある。よって正解は選択肢 3 である。
- (e) Hikaru がたまたま見つけた金属探知機で宝を発見し、考古学者を目指して勉学にいそしむ道が拓けていく物語のタイトルとして、全体をふまえたものを選ぶ。よって正解は選択肢 1 である。

【試訳】

Hikaru には時間があった。高校を卒業し、考古学を学ぶべく大学 1 年生になるのを待つばかりだった。彼は時間を埋めるために新しい趣味を持つことにした。地元の中古品店に行き、何かいいものはないかと探し回った。しばらく物色していると、棚の一番上にあるものが目に入った。それは長い首の先にハンドルがあり、底に平らな円盤がついた不思議な形の機械で、金属探知機というものだった。Hikaru はそれまで金属探知機を使ったことはなかったが、使ってみるという考えに魅了され、さっそくそれを購入して地元の海岸で試してみることにした。

Hikaru は何時間も探したが、何も見つかなかった。その機械の使い方は、ゆっくり歩きながら下にある探知機のヘッドを左右に振って、円盤の下方に何か金属があればビープ音が放たれ、埋まつた物に近づくほど音が大きくなるというものだった。Hikaru がその日はもうそろそろ終わりにしようかなと思いながら海岸の奥まった場所を調べていると、突然、すぐ下に金属製の何かがあることを示すビープ音が聞こえてきた。ビープ音はその物体に近づくにつれて大きくなり、速くなった。やがて Hikaru は立ち止まって探知機を置き、小さなシャベルで掘り始めた。20 センチほど掘り下げたところで、スコップが物体に当たった。砂を払うと目の前には、南京錠のついた靴箱ほどの大きさの古くて錆びた金属製の箱があった。ヒカルはそれを掘り出していぶかしげに見た。フタが閉まっていた。これを開けるのはハンマーとドライバーを使う仕事のようだった。

家に戻ると Hikaru は両親の庭の奥にある物置で、その不思議な箱を調べた。彼は工具箱から適当な大きさのハンマーを取り出し、鍵を開けようとした。鍵は古かったので、開けるのにそれほど時間はかからなかった。中には手書きの地図と鍵が入っていた。地図には箱が見つかった場所から「X」と書かれた場所までの道筋が記されていた。Hikaru は興奮した。もしかしたら X と書かれた場所に宝があるかもしれない。彼は鍵と地図を手に海岸に急いで戻った。

浜辺に着くと箱を見ついた場所を見つけ、地図をたどりながら宝のあり

かを探り始めた。まもなく、小高い丘の後ろにひっそりとたたずむ、人目につかない扉のある小さな塚にたどり着いた。Hikaru は緊張しつつもわくわくしながら鍵を鍵穴に差し込み、カチッと音がするまで回した。ドアを引くと硬かったが、なんとか開けることができた。中は狭くて暗くてほこりっぽい部屋で、中央に宝箱のようなものがどっかりと据えられていた。Hikaru は目を疑った。彼は金塊を手に入れたのだ！

Hikaru の話はやがてニュースになり、彼の発見はテレビやインターネットで放送された。彼が宝箱を開けると、100 年以上前に海賊に略奪されたと見て取れる本物の金貨が出てきた。海賊たちは、いつか戻って来て分捕り品を取り戻すつもりで金を蓄えておいたのだろう。発見物はかなりの量があり、金貨は希少コレクターズ・アイテムだった。Hikaru は金貨を自分のものにすることはできなかったが、多額の報酬を受け取った。彼は歴史と骨董品に関する本を買い、将来は考古学者になって遺跡を発掘し、宝物を見つけてその背後にいる魅力的な物語を明らかにすることを心に誓った。

④ 英作文空所補充問題

[解答例] (2 点×10=20 点)

- (1) recommended (2) how (3) blowing
- (4) instruction(s) (5) lead (6) rotate/revolve
- (7) hide (8) trapped (9) limited
- (10) mission

[解説]

- (1) ウエブサイトから個人でも団体でも予約可能だが、各 session の最小催行人数が 5 名のため、団体（5 名以上）での申込みを推奨していることが読み取れるので、空所には recommended が適切である。
- (2) 忍者体験 package には、忍者コスチュームを着ることが含まれておらず、「忍者の恰好をして、どのように見えるのかを見るのが待ち遠しい」となるように、空所に how を入れて、see how we look in those costumes とする。
- (3) 実際に忍者の武器を手にするアクティビティについて話していることから、such as の後に武器を使用する具体的な動作が続く。ウェブサイトに “blow darts” とあるので、空所に blowing を入れて、blowing darts にする。
- (4) ウェブサイトに「訓練を積んだインストラクター（trained instructors）が主導する体験活動を通して、武器の使い方を学ぶ」とあり、Jack は順を追った説明、指示を受けることを期待していることがわかるので、空所には instruction(s) が入る。
- (5) 忍者屋敷の探索では、屋敷のからくり（秘密の通路や隠れ階段など）を見つけ、屋敷から脱出する任務がある。秘密の通路や隠れ階段は、逃げ口に通ずる経路となることから、空所には lead が入る。
- (6) どんでん返し（rotating walls）のからくりについて話していることから、空所には rotate または revolve が入る。
- (7) 任務遂行に際し、忍者屋敷のからくりは屋敷外へ通ずる経路になるだけでなく、「敵に気づかれないと」のように身を隠す装置にもなることから、空所には hide が入る。
- (8) 「落とし穴の罠に引っかかるないように注意しない」となるように、空所に trapped を入れて、get trapped in the pitfalls とする。
- (9) 忍者屋敷での任務には、time limit も設けられているので、「制限時間がある」となるように、空所に limited を入れて、There is a limited amount of time とする。
- (10) 忍者屋敷のからくりを見つけ、敵に気づかれることなく、制限時間内に屋敷から脱出することが、「本物の忍者の任務の一部のようだ」と言っているので、空所には mission が入る。

[出題のねらい]

① 長文読解問題

全体的・局所的な読解能力や、文章構成理解力などが問われている。

② 文法・語法問題

基本的な文法・語法・単語・熟語等についての理解力や運用力が問われている。

③ 読解問題

パラグラフ単位で文脈を読み取る力が問われている。

④ 英作文空所補充問題

情報を読み取り、その内容を英語で発信できる力が問われている。

[ここがポイント]

① 長文読解問題

600 語程度の英文の全体を読みながら、概要を把握してみよう。パラグラフごとに要点をメモしながら読むと、全体像が理解しやすくなる。次に設問になっている部分を注意深く読み、問題解決のための手がかりを得る。局所的な問題は、すぐ近くに解答の手がかりが隠されていることが多い。最後に全体を読み、内容真偽の問題に取り組もう。

② 文法・語法問題

基本的な文法、語彙やイディオムの用法が出題されている。問題文の文意をしっかりと理解してから適切な選択肢を選ぶようにしよう。ふだんから、新出語やイディオムを辞書で確認する習慣をつけておこう。

③ 読解問題

500 語程度の英文と設問の英文を読み比べてみよう。それぞれのパラグラフに問題が設けられているので、パラグラフごとに要点をまとめて読みとる練習が必要である。

④ 英作文空所補充問題

ポスターの情報を基に会話がなされているので、その情報の中で使われている表現をそのまま使える場合もあれば、類義語を使う、応用して考える、といった場合もある。日常から英英辞典を引いて、別の言葉で言い直す習慣をつけておこう。

[こんなミスが目立った]

特に多かった誤答は以下の通りである。問題文の【試訳】や解説を参照して、受験生が間違いやすい点を確認しておこう。

① 長文読解問題

[問 1]

(b)で選択肢 1, (k)で選択肢 4 の誤答がそれぞれ多かった。他には、特に目立った誤答はなかった。

[問 2]

構文を取り違えて「この機能は、クマが活発に動き回るために重要である」のようにしてしまうもの多かった。また単語（function, bleeding, promote など）の理解が不足しているものが目立った。

② 文法・語法問題

(a)で選択肢 1, (b)で選択肢 1, (d)で選択肢 3, (e)で選択肢 2, (f)で選択肢 4 の誤答がそれぞれ多かった。選択肢の全てに目を通してから、正しい答えを選ぶようにしよう。

③ 読解問題

(e)で選択肢 2 の誤答が多かった。他には、特に目立った誤答はなかった。

④ 英作文空所補充問題

単語のスペリングの間違いや、語形変化の誤答・単語の取り違えなどが多かった。

(1) recommend, reservation(s)にしてしまう誤答が多かった。

(3) blow にしてしまう誤答が多かった。

(4) instructors または instruct とする誤答が多かった。

(6) rotate と解答すべきところ rotating, rotation にする誤答が多かった。

(7) hidden とした誤答があった。

(8) (get) trapped 「罠に引っかかる」にするところ traps, tricks などとした誤答があった。

(9) limited にするところ limit とする誤答が多かった。

<合格へのアドバイス>

本学の英語の問題は、学習指導要領に沿った出題に心がけている。普段から、辞書を使いながら、検定教科書の本文を熟読し、理解に努める姿勢ができていれば、合格点は十分に取れるはずである。基本的な事柄をしっかりと学習してほしい。

後期日程2日目（2月29日試験）

① 長文問題

【解答例】

【問1】（各3点×11=33点）

- (a) 4 (b) 2 (c) 3 (d) 1 (e) 2 (f) 4
(g) 3 (h) 3 (i) 1 (j) 2 (k) 1

【問2】（7点）

- (ア) マンバは、植物サンプルの正確な収集を可能にし、他のさまざまな用途に使用される可能性を秘めている。

【解説】

- (a) 下線部(a)の indigenous「土着の、原産の」は、選択肢 4. native「その土地に生まれ育った、その場所に固有の」と同じ意味となる。
- (b) 選択肢 2 にある to help scientists collect rare and endangered plants from the spots that would be dangerous or impossible for humans to reach「科学者たちが、人間には危険な場所や不可能な場所から希少植物や絶滅危惧植物を採集するのを助けるため」が本文第2パラグラフ最初の文の to collect the endangered plants from locations that are either too dangerous or impossible for humans to reach「絶滅の危機に瀕している植物を、人間が到達するには危険すぎるか不可能な場所から採集するため」という記載と同じとなる。崖の斜面や谷底など人が歩いて立ち寄れない場所から植物を採取するためにドローンが利用されている。
- (c) 選択肢 3 の「自らマンバを持ち上げる必要がないため、操縦者はプロペラを使って安定性を保つことで、マンバの動きを正確に制御することができる」が、本文第2パラグラフ第7文 It is lifted by the main drone above, so a controller can precisely control the movements by using propellers to maintain stability。「上空のメインドローンによって持ち上げられ、安定性を保つためにプロペラを使用することで、操縦者が動きを正確に制御することができる」と一致する。マンバという名の付けられたドローンは、2台のドローンを組み合わせたもので、上有るドローンからワイヤーで吊り下された下方のドローンにアームが取り付けられ、植物を採取する仕組みになっている。下方のドローンも単にワイヤーで吊り下げられているだけでなく、安定性を保つために自らもプロペラを用いて飛行しているのと同じ状況になっている。
- (d) 選択肢 1. a device used to draw a plant stem closer to a blade「植物の茎を刃に近づけるための装置」が、本文第2パラグラフ第7文 a hook to pull a plant stem towards a blade「植物の茎を刃の方に引っ張るためのフック」と一致する。マンバからアームを伸ばし、植物を採取するためにカッターのような刃と植物をつかむためのフックがついている。
- (e) 第2パラグラフ最後の文にある a vacuum for collecting plant remains and a nozzle that spreads a seed and growing material mix onto cliffsides for replenishing the crop「植物の残骸を収集するバキュームと、作物を補充するために種子と栽培資材の混合物を崖の斜面に散布するノズル」の部分から選択肢 2 が正しいとわかる。
- (f) 選択肢 4「従来の方法では入手不可能だった多くの情報を、収集できるようになること」が、本文第3パラグラフ第1文の後半にある it allows researchers to collect more information than would be possible by traditional methods「従来の方法では不可能であった、より多くの情報を収集することができる」と一致する。
- (g) 選択肢 3. to figure out how to make the hovering drone's arms extend horizontally to pick plants「ホバリングするドローンのアームを水平に伸ばす方法を考え出す」と同じ意味になる。

ムを水平に伸ばし、植物を収穫する方法を考え出す」という選択肢は、英文第4パラグラフ第3文の後半 designed the Mamba from scratch to work out how to make the arms that pick the plants extend horizontally from the hovering drone「ホバリングするドローンから植物を摘み取るアームを水平に伸ばす方法を研究するため、マンバをゼロから設計した」と同じ意味になる。

- (h) 第5パラグラフ第1文の最後に the rough land of the southwestern U.S.「アメリカ南西部の荒れた土地」とあり選択肢 3 と一致する。
- (i) 選択肢 1. mapping and taking photography「地図作成と写真撮影」は本文では述べられていない。そのほかの選択肢については、第5パラグラフ最後の文 studies of treetops, depositing data-collection devices in a range of environments, or even planting trees「こずえの調査、さまざまな環境でのデータ収集装置の設置、さらには植樹」で述べられている。
- (j) 選択肢 2. 「絶滅危惧植物とその保護方法」が、本文最終パラグラフの最後の文にある endangered plant species and how to protect them「絶滅の危機に瀕している植物種とその保護方法」と一致する。
- (k) この英文では、ハワイのカウアイ島での絶滅危惧植物の保護のために、種子などをサンプルとして採取し、大学の研究室で保存活動を行うこと、またそのサンプルの採取には、人が歩いては立ち入れない場所が多いため、ドローンを利用していることが書かれている。そのことから、選択肢 1 の Revolutionizing Botanical Research: Drones for Endangered Plant Sampling in Kauai「植物研究に革命を起こす：カウアイ島で絶滅危惧植物のサンプリングにドローンを活用」が本文のタイトルとして最も適している。

【問2】

and を前後して述語動詞が2つ並列されている。前半は、allows の構文なので、「～を可能にする、～ができる」という意味に着目し、「植物サンプルの正確な収集を可能にし」と訳す。sample は、「サンプル、見本、標本」などが適切。the precise collection は「正確な収集、正確に集めること」となる。後半は、has the potential が「可能性がある、可能性を持っている、可能性を秘めている」であり、a variety of「さまざまな、いろいろな、数々の」、be used for「使用される、使われている」、application「用途、応用、適用」ということから、「他のさまざまな用途に使用される」と続くように文を完成させる。

【試証】 ドラマチックな断崖、荒々しい海岸線、緑の熱帯雨林が特徴的なカウアイ島は、ハワイ諸島で最も古く、最も北に位置する島だ。この島には、絶滅が危惧される植物の固有種が多く生息している。生息地の損失、外来種、その他の環境圧力により、現在ではかなりの割合の在来植物が脅威にさらされている。カウアイ島の在来植物は憂慮すべき速さで絶滅しており、現在では島の植物種の97%が絶滅危惧種、危機的絶滅危惧種、絶滅種とみなされている。この問題に取り組むため、研究者チームは在来植物のサンプルを収集し、「シード・バンキング」(種子を安全な場所に保管すること)によって保存し、植物を自生地に復元している。しかし、これらの貴重な植物が生育する土地は険しく、容易には辿り着けない。現在、そのような植物に到達するために、創造性に富んだアプローチやイノベーションが考案されている。

この島の研究者たちは、人間が行くには危険すぎる、あるいは不可能な場所から絶滅の危機に瀕している植物を採取するためにドローンを使始めた。無人航空機(UAV)としても知られるドローンは、人間が操作するのが困難だったり危険だったりするような危ない場所では、驚くほど役に立つ。当該ドローンは、マンバと呼ばれるロボット装置を使用している。メインのドローンはマンバの上空をホバリングし、ワイヤーでマンバと接続されている。マンバはメインドローンの下でホバリングし、調査に使用するアームを持っている。研究者たちは、植物を摘み取るアームをマンバから水平に伸ばす方法を研究した。このアームは上方のメインドローンによって持ち上げられ、安定性を保つためにプロペラを使用することで、操縦者が動きを正確に制御することができる。マンバのサンプリングツール

には、植物の茎を刃の方に向かって引っ張るフックと、手首のような可動性を持つ柔らかい発泡パッドを備えた把持アームがある。研究チームはまた、植物の残骸を収集するためのバキュームや、作物を再生させるために種子と栽培資材の混合物を崖の斜面に散布するノズルなど、マンパに追加のツールを加える可能性も模索している。

植物サンプルの収集にドローンを使用することは、研究者たちが伝統的な方法によって可能であったよりも多くの情報を収集することを可能にするため、植物学の分野において重要な発展である。スミソニアン協会の植物学者、Warren Wagnerによれば、「徒歩で人が移動するよりもはるかに多くの情報を得ることができる、素晴らしい発展であり技術の利用だ。」かつては、植物学者はカウアイ島の鋭利な岩肌を降りて植物サンプルを採取しなければならず、危険で時間もかかった。ドローンを使えば、研究者はどんな所からでも、人間には全く近づけない場所にアクセスできる。

カウアイ島で行われたこの研究は、250種以上の在来植物が生育するカウアイ島での長年の植物学的研究に基づくものだ。カーネーション科シエデ属の植物は、ドローンで優しく持ち上げられる。国立熱帯植物園(NTBG)の地理学者でドローンの専門家であるBen Nybergが率いる研究チームは、植物を摘み取るアームをホバリングするドローンから水平に伸ばす方法を研究するため、マンパをゼロから設計した。「そこでブレインストーミングを始めたところ、遠隔操作のロボットアームをドローンの下にケーブルで吊り下げるというアイデアを思いついた」と、アウトリーチ・ロボティクスのエンジニアでこの研究の共著者であるGuillaume Charronは言う。

ドローンを利用した植物サンプルの収集は、カウアイ島だけでなく、アマゾンのジャングルの上に突き出た山々や、アメリカ南西部の荒れた土地など、手の届きにくい地域にも応用できる可能性がある。Nybergによれば、ドローンシステムは、梢の調査、さまざまな環境でのデータ収集装置の設置、あるいは植林など、さまざまな追加的な応用が可能だという。

植物サンプルの収集にドローンを使用することは、植物学研究にとって画期的な変化である。この技術により、研究者は、高い尾根や切り立った岩肌など、以前は手の届かなかった場所にアクセスし、植物サンプルを採取することができる。マンパは植物サンプルの正確な収集を可能にし、他のさまざまな用途に使用できる可能性を秘めている。植物サンプルの収集にドローンを使用することで、絶滅の危機に瀕している植物種やその保護方法に関する貴重な情報を提供できる可能性がある。この情報は、地球上で絶滅の危機に瀕している貴重な植物種の保護に不可欠である。

② 文法・語法問題

【解答例】(2点×10=20点)

- (a) 2 (b) 3 (c) 4 (d) 2 (e) 1
(f) 1 (g) 3 (h) 4 (i) 3 (j) 2

【解説】

- (a) 「A(人)にB(物)を供給する」は provide A with B、または provide B for A である。この形にあてはまるのは選択肢2のみである。
「巨大地震が起きた時、その有名人は被災者に多くの支援をした。」
- (b) S is difficult/easy + to V という、難易を表す形容詞 + to 不定詞の構文である。この構文の特徴は、Vが他動詞または自動詞 + 前置詞で必ず目的語を欠いており、文の主語はその欠けた目的語の内容を表しているということである。そのため、()には目的語を欠いた他動詞、または目的語を欠いた自動詞 + 前置詞のいずれかが入る。選択肢の attend は他動詞、go は自動詞で、この条件にあてはまるのは選択肢3の to go to (自動詞 + 前置詞、前置詞の目的語なし)のみである。

「この地域の大学は、すべて家から数時間離れているので、通うのが難しい。」

- (c) not until ~ を含む構文である。1つ目のパターンとして、Not until ~ ... (~して初めて...) があり、主節(...の部分)は文頭の否定語の影響で倒置が生じる。もう一つのパターンとして、この not until ~ の部分を強調構文の焦点の位置(it is X that ...のXの位置)に置いて、It is not until ~ that ...とする構文もあり、その場合には that 以

下には倒置は起きない。この時点で、選択肢2、3は除外できる。問題文では、realizeが過去形になっていないことから、倒置が生じて... did I realize ...となつたと考えられ、上の1つ目のパターンの文であることが分かる。選択肢4が正答。

「今年詳細な健康診断を受けて初めて、私は癌であることが分かった。」

- (d) 「～しないではいられない」の表現として、cannot help but doing、または cannot (help) but do がある。選択肢2が正答。選択肢3は、laughが自動詞であるにもかかわらず目的語を取っているので不可。「テレビでそのニュースを見たとき、私は笑わざにはいられなかつた。」

- (e) ()には名詞が入り、that節はその名詞と同格となる。that節内の動詞が原形であることに注意されたい。このような現象が起きるのは、()に入る名詞が要求・提案・命令などの意味の場合である。このような条件を満たすのは、選択肢1の suggestion(提案)のみである。

「アメリカに行って最新技術についてもっと学んではどうかという提案が花子の指導教官によってなされた。」

- (f) progressは不可算名詞なので、冠詞のaや複数形を表す-(e)sがついている選択肢2、4は除外。選択肢3を入れた場合、that節の働きが不明になるため不可。選択肢1にはsoが含まれており、so ~ that ... (非常に~なので...) 構文が形成される。選択肢1が正答。「近年この分野では非常に多くの進展があったので、私はもはや専門的な議論についていくことができない。」

- (g) not so much A as B 「AというよりもむしろB」が、強調構文の焦点要素の位置(it is X that ...のXの位置)に現れている構文である。選択肢3が正答。それ以外の選択肢は、英文として適切な文法的構造を与えることはできない。

「大切なのは、どの大学に行くかよりもそこで何を学ぶかである。」

- (h) 「木製テーブル(a wooden table)」は、特定の物が存在しているわけではないので、それを受ける代名詞にはoneを使用する。選択肢1、2は除外。one(木製テーブル)とmakeの間には受け身の関係(「木製テーブルが作られる」)があるので、makeが過去分詞になっているものを選ぶ。選択肢4が正答。haveは「have+O+過去分詞」の形をとることが確認されることを確認されたい。

「近くの店には私の部屋に合う木製テーブルがないので、父に作ってもらうことにした。」

- (i) 先行詞 the fountain penを、I wrote the letter with it (= the fountain pen).という文を使って修飾する表現を作る。選択肢2、4はwithを含まないので除外。itは前置詞の目的語であるので、関係代名詞thatに置き換えることはできない。選択肢1は誤り。選択肢3のように、前置詞+関係代名詞の前置詞が元の位置に留まっている場合、関係代名詞は省略可能である。選択肢3が正答。

「私がその手紙を書いた万年筆は、有名な芸術家によってデザインされた。」

- (j) The + 比較級~, the + 比較級...「～すればするほど、その分ますます...」の構文。()の部分は、you are likely to pass ...のlikelyを比較級 more likelyに変え、theをつけて節の先頭に出した形(the more likely you are to pass ...)が正しい形である。選択肢2が正答。「勉強すればするほど、入学試験に合格する可能性がより高まる。」

③ 読解問題

【解答例】(4点×5=20点)

- (a) 3 (b) 4 (c) 1 (d) 2 (e) 1

【解説】

- (a) 第2パラグラフの1-2文目で、父親がAlexの部屋に入り話しかけている。それに対して次の文で、“startled(驚いた)”とAlexの心情が述べられている。この“startled”に最も近いのは、選択肢3に含まれる“surprised”である。

- (b) 第3パラグラフの3文目で、 "... it's important to find a balance between your hobbies and your responsibilities." と父親がAlexに助言している。“your hobbies (趣味)”と“your responsibilities (義務)”は、それぞれ“what he wants to do (やりたいこと)”と“what he needs to do (やらねばならないこと)”と言い換えることができるるので、選択肢4が正答である。
- (c) “diligently”は「熱心に、しっかりと」という意味であり、選択肢の中で置き換える可能なのは「厳密に、きっちりと」という意味を持つ選択肢1の“closely”である。
- (d) 第8パラグラフの3-7文目にAlexの父親の発言がある。その発言を要約すると、「仕事が忙しくて数週間ゲームができないことがあるが、そのような時期が終わるとまたゲームをプレイすることができる。仕事が忙しくてゲームができない時期があるおかげで、ゲームができる時間をある種の贈り物のように感じる」ということである。つまり、問題文にあるように、父が自分自身にプレゼント（ここではゲームの時間）を贈るのは、忙しい仕事をした後ということになる。選択肢2が正答。
- (e) Alexが父親からアドバイスを受けながら、生活を改善してゆく（具体的には、ゲーム中毒から抜け出し正しい生活リズムを取り戻す）様子が述べられている。選択肢1が正答。

〔試訳〕 Alexは問題を抱えた高校生だった。聰明で野心にあふれ、勉強熱心な少年だったが、彼には密かな弱点があり、それがしばしば勉強の妨げになっていた。それはテレビゲームである。彼は貴重な睡眠時間を犠牲にして、夜遅くまで何時間も遊んでいた。その結果、学校では疲れて集中力がなくなり、課題についていけず遅れをとることもしばしばだった。

ある晩、Alexがゲームに集中していると、父親が部屋に入ってきた。息子の様子を心配した父親は、「Alex、ちょっと話があるんだが」と言った。驚いたAlexはゲームを止め、疲れた目で父親を見た。「どうしたんだい、父さん？」彼は疲労に満ちた声で尋ねた。

父親は息子の隣に座った。「Alex、おまえが夜遅くまでテレビゲームをしていることに気づいたんだ。おまえがテレビゲームを楽しんでいるのは知っているが、趣味と責任のバランスをとるのは大切なことだよ。」

Alexは、罪悪感が忍び寄るのを感じながらうなずいた。「わかってるよ、父さん。ゲームに夢中になっているうちに、いつの間にか朝になってしまふんだ」。父親が続けた。「私もテレビゲームが大好きなんだよ。でも、趣味を楽しむ時間を自分でコントロールできるようになることが、大人になることだと思うんだ。それは、テレビゲームだけでなく、友達と遊びに行くとか、スポーツをするとかも同じさ。スケジュールのバランスを取るためにプランを考えみてないかい？」

Alexは解決策を期待して顔を上げた。「本当に感謝するよ、父さん」。二人は一緒に新しい日課を考えた。Alexが帰宅してベッドに入る時間を決め、翌日すっきりした気分で過ごせるようにした。また、宿題や勉強はテレビゲームよりも優先されることにも同意した。

Alexの父親は、宿題をする特定の時間帯を決めて、放課後すぐに宿題を終わらせるようAlexに勧めた。そうすれば夕方の残りの時間で、Alexは罪悪感なく好きなゲームを楽しむことができる。

それからの数週間、Alexは父親と一緒に作ったスケジュールにきちんと従った。新発売の人気ゲームに誘惑されることもしばしばで、いつも簡単だったわけではなかったが、彼は最善を尽くして計画を守った。

時間が経つにつれて、Alexは睡眠パターンと学業成績が向上していることに気づいた。父親の指導に感謝し、Alexは父親にお礼を言った。父親は温かく微笑んだ。「あなたの、ゲームをする時間はいつもあるんだ。しかし、仕事が忙しくなると、ゲームの時間を減らさなければならない。2、3週間、プレイを完全にやめてしまうこともある。それから、忙しくなるとゲームを再開し、たくさんプレイする。そのとき、テレビゲームをすることは自分へのプレゼントだと感じるんだ」。Alexは、大好きなテレビゲームを適度に楽しみながら、学業でも成功を収め続けた。

④ 英作文空所補充問題

〔解答例〕 (2点×10=20点)

- (1) store (2) available (3) depending (4) exceeds
 (5) leaving (6) dimensions (7) thirteen (8) height
 (9) charged (10) serves

〔解説〕

- (1) 揭示のタイトルにある“storage”から動詞形のstore「保管する」が適切である。また、掲示の“※Items that do not fit inside lockers such as skies and musical instruments can be stored” の記載もヒントになる。
- (2) 「一時手荷物預りサービスが利用可能である」という意味の文を完成させる。掲示の“Further information is available at the front desk” もヒントとなり、available がふさわしいとわかる。
- (3) 掲示の料金の注意書きにある“Fees depend on the total dimensions” 「料金は全体のサイズによる」という記載から、depend をdependingに変化させる。
- (4) 掲示の“Additional charges apply for items that exceed the size and weight limits above.” 「サイズや重さが規定を超える場合追加料金が課される」という記載から、空所には、exceeds が入る。“none of our baggage (不可算名詞)” は単数扱い。
- (5) 会話の流れと、掲示の“Leave your baggage with us!” から、手荷物を2つ「預ける」という意味になることがわかるので、I'll be の後にleavingを入れて、未来進行形の文を作る。
- (6) 掲示にある“the total dimensions (length + width + height)” という「手荷物の寸法」に関する表現をヒントに、空所にdimensionsを入れて、the sum of the three dimensions 「3辺の合計」とする。
- (7) Samはsmall「小サイズ」とlarge「大サイズ」の手荷物2個を預けるので、400円+900円で合計1,300円となり、thirteen hundred yenとする。
- (8) Kevinはとても大きなスーツケースを持っていて、その1辺が制限を超えていることがわかるので、“h”から始まる辺の名称heightが正解になる。
- (9) 設問8の文からKevinに追加料金が課されることがわかる。掲示の“Additional charges apply for items that exceed the size and weight limits above.” 「サイズや重さが規定を超える場合追加料金が課される」という記載をヒントに、空所にchargedを入れて、I'll be charged an additional fee とする。
- (10) スーツケースの長さを測る器具は栓抜きとしても「役に立つ」という文意となるため、serve が適切である。三单現のsを付け忘れないよう注意。

〔出題のねらい〕

① 長文読解問題

ハワイ・カウアイ島での希少植物の採取・保護のためにドローンを用いることに関する説明文である。この分野に関する基本的な背景的知識があると理解しやすい。説明文の全体的・局所的な読解能力や、文章構成理解力などが問われている。

② 文法・語法問題

基本的な文法・語法・単語・熟語等についての理解力や運用力が問われている。

③ 読解問題

本学の教員による書き下ろし。時系列に主人公の行動をパラグラフ単位で読み取る力が問われている。

④ 英作文空所補充問題

本学の教員による書き下ろし。情報を読み取り、その内容を英語で発信できる力が問われている。

[ここがポイント]

① 長文読解問題

600語程度の英文の全体を読みながら、概要を把握することから始めよう。パラグラフごとに要点をメモしながら読むと、全体像が理解しやすくなる。次に、設問になっている部分を注意深く読み、問題解決のための手がかりを得る。局所的な問題は、すぐ近くに解答の手がかりが隠されていることが多い。最後に、全体を読み、内容真偽の問題に取り組もう。

② 文法・語法問題

基本的な文法、語彙やイディオムの用法が出題されている。問題文の文意をしっかりと理解し、その上で、適切な選択肢を選ぶようにしよう。普段から、新出語やイディオムを辞書で確認する習慣をつけておこう。

③ 読解問題

500語程度の英文と設問の英文を読み比べてみよう。それぞれのパラグラフに問題が設けられているので、その理解が重要である。

④ 英作文空所補充問題

ポスターの情報を基に会話がなされているので、その情報の中で使われている表現をそのまま使える場合もあれば、類義語を使う必要がある場合もある。普段から英英辞典を引いて、パラフレーズする習慣をつけておこう。

[こんなミスが目立った]

特に多かった誤答は以下の通りである。問題文の〔試訳〕や解説を参照して、受験生が間違いややすい点を確認しておこう。

① 長文読解問題

〔問1〕(d)で選択肢3, (k)で選択肢3の誤答がそれぞれ多かった。他には、特に目立った誤答はなかった。

〔問2〕では、andを前後して述語動詞が並列されている構造を理解していないものや、単語の品詞の理解が不足しているもの、意味の取り違え、熟語の理解不足などが多く見られた。具体的には下記のような誤答が多く見られた。

The Mamba allows for the precise collection of plant samples and has the potential to be used for a variety of other applications.

- ・“allow”「可能にする」の用法で、「許す、許可する」が多かった。
- ・“precise”「正確な」の誤訳として「貴重な」「希少な」が多かった。
- ・“potential”「可能性」という語の訳（「ボテンシャル」とカタカナのままや「能力」）が多かった。
- ・“applications”を「用途」「適用」「応用」ではなく、「アプリ」「機能」「分野」「状況」「こと」と訳しているものが多く見られた。

② 文法・語法問題

(b)で選択肢1と選択肢4、(c)で選択肢1と選択肢2、(f)で選択肢4の誤答がそれぞれ多かった。選択肢の全てに目を通してから、正しい答えを選ぶようにしよう。

③ 読解問題

(a)で選択肢2と選択肢4、(c)で選択肢3の誤答が多かった。他には、特に目立った誤答はなかった。

④ 英作文空所補充問題

単語のスペリングの間違いや、語形変化の誤答、品詞の取り違えなど多かった。

- (1) storage, service, serve, send, strangeなどの誤答があった。
- (2) around, apply, area, arrived, advertisementなどの誤答が多かった。
- (3) depend, depends, differentなどの誤答が多かった。
- (4) exceed, exceeded, exceedingなどの誤答が多かった。
- (5) leave, left, locker, largeとする誤答が多かった。
- (6) dimention や dimensionとする誤答が多かった。
- (7) thirty, twenty, twelveなどの誤答があった。
- (8) hight, highなどの誤答があった。
- (9) cost, charge, charging, chrasesとする誤答が多かった。
- (10) serve, such, set, skis, storedなどの誤答が多かった。

<合格へのアドバイス>

本学の英語の問題は、学習指導要領に沿った出題に心がけている。普段から、辞書を使いながら、検定教科書の本文を熟読し、理解に努める姿勢ができていれば、合格点は十分に取れるはずである。基本的な事柄をしっかり学習してください。

工学部 第Ⅱ部（3月3日試験）

① 長文読解問題

〔解答例〕

〔問1〕（3点×11=33点）

- (a) 2 (b) 3 (c) 1 (d) 3 (e) 1 (f) 4
(g) 3 (h) 3 (i) 2 (j) 1 (k) 3

〔問2〕（7点）

- (ア) 今後は、どんな暗い状況でも、何か前向きなことを見つけようと決意した。

〔解説〕

〔問1〕

(a) itは、前の文のthisを指している。そのThisは、その直前の文のOn a good day, ... it would always appear to rain.を指している。選択肢2の「特別な日はいつも雨だった」が最も文意に近い。

(b) Thisは、指示代名詞で「(たった今述べた事・物・人や起こった事をさして)これ、それ、今述べた事」の意味。直前の文で述べられており、選択肢3の「特別な日に雨が降るという意識を変えること」が正しい。

(c) beyond one's controlは、「〈人〉の手に負えない」の意味である。選択肢1の「自分の力では変えられない」が最も文意が近い。

(d) 下線部(d)のthisは、指示代名詞で「(たった今述べた事・物・人や起こった事をさして)これ、それ、今述べた事」の意味。illustrateは動詞で「説明する」の意味。句全体は「たった今述べたことを説明すると」の意味になる。thisが指すことができるのはmethodだけである。

(e) oneは代名詞で、type of reframingを指している。eventは「行事、出来事」の意味で、ここでは「場面」の意味で用いられている。場面場面で、効果的リフレーミングを選ぶことを意味しているので、選択肢1が正しい。

(f) 過去のフラッシュバックで母親と散歩中に突然の雷雨に見舞われたことを思い出している。場面が似ていたことが、フラッシュバックが起こったことにつながったと考えられるので、散歩中だったと推測できる。選択肢4が正解である。

(g) このパラグラフで、彼女の母親は彼女の手をしっかりと握ったとある。彼女が、母親の体をしっかりと抱いてはいないので、選択肢3が誤りである。

(h) otherwiseは副詞で、「もしそうでなければ(if not)」の意味で使われている。A memory she would not have recalled if not.と書き換える。if notはif the rain had not got heavierに相当する。選択肢3が最も近い。

(i) In this wayは、直前の文の「彼女は、雨の中での経験を経て、物事をもっと前向きに考え、違う視点から見るようにならうと思った」を受けている。選択肢2と4が解答の候補となるが、選択肢4の「客観的に考える」だけでは「前向きに」という点が抜けている。選択肢2が正解である。

(j) 本文の中で繰り返し述べられている「物事を、観点を変えて前向きに捉える」ことを言い換えている。「観点を少し変えて」にするには、選択肢1のadjustmentが最も適当である。

(k) Sarahは、「半分しかないグラスを見ている」は比喩的な表現であり、文字通り彼女のグラスを見ているわけではないので選択肢1は誤り。Sarahが自分のメンタリティを強化する必要があることに気づいたのは幼少期ではないので、選択肢2も誤り。Sarahのスケジュールは、彼女の広く前向きな視点によって「半分埋まった」状態になつ

たとは書かれていないので選択肢4も誤り。選択肢3の「Sarahは子供時代の回想によって、「状況のリフレーミング」を行った」が正しい。

〔問2〕

In the futureで「今後は、将来」、determineは「～しようと決意する」の意味。<find + something + positive>は、S+V+Oの第3文型で「何か前向きなものを見つける」の意味。in any gloomy situationで「どんな暗い状況でも」の意味。構文を理解して、辞書で単語の意味を調べれば正解できる。

〔試訳〕 Sarahはちょっとしたネガティブな考え方をする人だった。普段の日常でも、何かがちょっと「おかしい」と感じることがあった。家族旅行などの良い日でも、いつも雨が降るような気がした。しかし実際には、それは主として彼女の認識の問題だった。いつも雨が降るわけではなかったが、彼女の心の中ではそう思えた。彼女は視点を変える必要があった。しかし、これは簡単ではなかった。なぜなら、彼女は自分のコントロールを超えた悪い状況に対してすぐにネガティブな反応を示したからだ。彼女はネガティブな考えにとらわれ、理性を働かせる前に感情が彼女の気分に影響を与えててしまうのだ。

「リフレーミング」とは、自分の視点を変え、物事を肯定的な方法で解釈するプロセスである。これは、出来事や事実についての固定観念を取り除き、様々な視点から考える能力を育み、強い精神状態を保つことを目指す方法である。これを示すために、半分まで水が入ったグラスの有名な話がある。可能なフレームは2つある。1つは不満や満足感の欠如を感じるフレームで、「グラスには半分しか入っていない」というもの。もう1つは満足や喜びを感じるフレームで、「グラスには半分も入っている」というものである。

リフレーミングには2種類ある。「状況のリフレーミング」と「内容のリフレーミング」であり、そのイベントに対して効果的な方を選ぶのがベストだ。状況のリフレーミングは、物事や人々を異なる状況に置き、それを肯定的なものに変える。つまり、目の前の出来事は今は不便かもしれないが、異なる条件下では有用なものになる可能性がある。内容のリフレーミングは、事物の重要性を様々な視点から考えることで価値を見出す方法である。「これは必要な機会だった」とか、「この経験は将来役に立つだろう」といった具体例がある。

Sarahはある週末にひらめきを得た。それは彼女がちょっとした散歩をしているときに起こった。普通に過ごし、休日を楽しんでいたSarahは、突然頭の上に雨粒が当たるのを感じた。いつものように、Sarahはいつも怒りや不満が胃から湧き上がってくるのを感じ始めた。彼女は腹を立て始めた。雨がますます強くなるにつれ、彼女は子供の頃の経験を思い出した。彼女は母親と一緒に歩いているときに突然の雷雨に遭遇した。木々の中の風と、稲妻の光と一緒に渦巻く雨は怖かったが、母親の手を握っていることで安心感を得られ、最終的に無事に家に到着した。雨は彼女が母親と過ごした貴重な瞬間の鮮明な記憶を呼び起した。それは彼女がそうでなければ思い出さなかっただろう記憶だった。彼女は空を見上げて、雨が彼女に懐かしい感情をもたらしたことに対する感謝をした。将来、彼女はどんな陰鬱な状況でも何かポジティブなものを見つけようと決心した。

その日の後半、Sarahはリフレーミングについてのオンライン記事に出会った。彼女は雨の経験の後で、物事をよりポジティブに考え、異なる視点から物事を見るることを試みることにした。そのようにして、彼女はいつもネガティブな面ではなく、ポジティブな面に焦点を当てることができるようになった。短い期間で、Sarahのグラスは、「半分しか入っていない」ではなく、「半分も入っている」となったのだ。ほんのわずかな変更で、あなたも何でも利点に変えることができ、逆境に立ち向かう強さを身につけることができる。

② 文法・語法問題

〔解答例〕 (2点×10=20点)

- (a) 2 (b) 1 (c) 2 (d) 4 (e) 2

- (f) 3 (g) 1 (h) 3 (i) 2 (j) 3

〔解説〕

- (a) 使役動詞 get の<get + O + 過去分詞 (O を～してもらう)>と、分詞の用法がポイントとなる。itはcarを指し、serviceは動詞で、意味は「点検・修理する」である。車は点検・修理されるためのものであるため、serviceを過去分詞にする必要がある。これら全てを満たす選択肢2が正解となる。選択肢1はrepairingと現在分詞、選択肢3はserviceと原形であるため不正解。選択肢4は車ではなく「彼女が修理される」という意味になってしまうため不正解。
「車の音が変わったので、彼女はディーラーに車を修理してもらいに行った」
- (b) 条件を表す表現を選ぶ問題である。選択肢3と4はariseに3人称単数現在のsがついていれば正解になりえた。倒置をして条件文になるのはshouldであるため、選択肢1が正解となる。このshouldは仮定の条件を表し、「もし万一～したら」の意味である。
「万が一必要が生じたら、彼らは期限を伸ばすだろう」
- (c) 前置詞inの後には名詞が来るため、形容詞だけの選択肢1と3は不正解。また、<more A than B (Bよりもしある A)>のAとBには文法的に同等の要素が来る必要がある。選択肢4にはAとBに同じ名詞が来ているが、文全体では副詞句とならなければならないため不正解。よって、AとBに来る要素がin sadnessとin angerと、両方とも副詞句になっている選択肢2が正解となる。
「彼女は怒ってというよりは悲しそうに自分の娘を見た」
- (d) <It is ~ to do>の形式主語構文で、「～」には形容詞相当語句が来る必要がある。<with + 抽象名詞>は副詞扱いであるため、選択肢1と2は不正解。<of + 抽象名詞>は形容詞扱いであるが、選択肢3は後に続く「試験を受けるにはそれ(=ID)が必要です」の文意と合わない。よって、選択肢4が正解となる。
「試験会場に身分証明書を持っていくことは最も重要です。試験を受けるにはそれが必要です」
- (e) 前置詞ofの後には動名詞が来る。このことから、to不定詞を伴っている選択肢1と4は不正解。選択肢3には動名詞が来ているが、動名詞の否定語はnotかneverを使うため不正解。よって、選択肢2が正解となる。himは動名詞の意味上の主語である。
「二度と自分の親に会うことができないと思うと、彼は耐えられなかった」
- (f) 選択肢1のhouseを先行詞とする関係副詞whereが使われているが、seeの目的語がないため不正解。選択肢2は、you can see itがroofを修飾しているとすると、itがいらないため不正解。同様のことが選択肢4にも言え、itがあるため不正解。whichの先行詞はhouseで、the roof of which(その家の屋根)である。よって、選択肢3が正解となる。whoseの先行詞はhouseで、whoseは先行詞に人も外もとる。
「ここから見える屋根がある家が丹羽さんの家です」
- (g) 前置詞句としては<despite ~>か<in spite of ~>が正しい形であるため、選択肢2と3は不正解。選択肢4は前置詞of以下に節が来ているため不正解。よって、選択肢1が正解となる。despiteは前置詞であり、the sunは動名詞のhaving setの意味上の主語になっている。having setは完了形の動名詞である。
「日が沈んだのにもかかわらず、私たちは懐中電灯も持たず森の中へ入っていった」
- (h) 選択肢1は<A look like B>であるため、a buildingを後置修飾する場合は現在分詞にする必要がある。このことから、lookingであれば正解になりえた。選択肢2のlook alikeは、<A and B look alike (AとBはよく似ている)>という形式をとる。比較対象はalike以下ではなく主語にくるため不正解。動詞のmodelは、<model A on ~(～をもとにしてAを作る)>で、受け身は<A be modeled on ~ (Aは～を手本にしている・～を手本にして作られている)>という形式である。a buildingはAに相当し、modeled on ~はbuildingを後置

修飾しているため、過去分詞にする必要がある。よって、選択肢 3 が正解で、選択肢 4 は不正解。that は前に出てきた名詞の代用語であり、ここでは building を指す。

「彼らはランドマークタワー（のビル）を手本にしたビルを建てた」

- (i) 文意は「彼女についての知らせがない状態が、今も変わらず続いている」である。選択肢 3 は「その時までに」、選択肢 4 は「まもなく」という意味で、文意に合わないため不正解。選択肢 1 は「今まで」という意味だが、その状況がすでに変わっていること意味するため不正解。つまり、「今までには、彼女についての知らせはなかった（しかし、今はある）」という文意ならば正解になりえた。選択肢 2 の so far は「その状況が今も続いている」場合に使用される。文意と合うため、選択肢 2 が正解となる。
- 「今までのところ、誰にも彼女についての知らせがない。みんな彼女のことを心配している。」
- (j) 選択肢 1 は at が in であれば正解になりえた (in the situation)。選択肢 2 は circumstance の後に as があれば正解になりえた (the same as)。選択肢 4 も選択肢 2 と同様で as があれば正解になりました。よって、選択肢 3 が正解となる。in the same boat はイディオムで「同じ境遇にある」という意味である。
- 「最近の出来事をソーシャルメディアに投稿した直後、すぐにたくさんコメントを私と同じ境遇の人からもらった」

③ 読解問題

[解答例] (4 点 × 5 = 20 点)

- (a) 3 (b) 4 (c) 3 (d) 2 (e) 4

〔解説〕

- (a) 選択肢 3 が「Keith は社交的ではなく、一人で閉じこもり、ほとんど意味も目的もない活動をしている」に合致している。選択肢 1 は、就寝時間までテレビを見たりビデオゲームをしたりしたことが書かれているが、早く寝ることについては何も書かれていないので不正解。選択肢 2 は、Keith が平日を有意義に過ごしたという記述はない。それどころか、彼は自分の人生にほとんど影響を与えないことをして多くの時間を浪費する傾向があったと書かれている。選択肢 4 は、Keith が歩き回ったり、将来のことを考えたりして時間を浪費したとは書かれていない。単に彼が時間を浪費していることが書かれているだけである。
- (b) 選択肢 4 「この病気は、彼の人生を大きく変えることになるだろう」が一致する。選択肢 1 は、主治医が治療法がないと告げたとは書かれていない。選択肢 2 は、彼が稀な病気であることは書かれているが、その病気が「医学雑誌に載る」ことは明示されていない。選択肢 3 は、医師が Keith に臨床試験に参加するよう求めたとは書かれていない。その代わりに、Keith は画期的な論文をネットで見つけ、自身が研究者に接触した。
- (c) 本文では、Keith が遺伝子治療の過程で徐々に改善し始めたこと、そして「頑張った」期間があったことに触れている。選択肢 3 が正しい。選択肢 1 は、注射や治療が始まつてすぐに Keith が回復したとは書かれていない。選択肢 2 は、Keith のエネルギー level が上昇したことは書かれているが、それが治療開始直後に起こったとは書かれていない。選択肢 4 は、Keith が否定的な態度をとったり、治療後に普通の感覚を取り戻したりしたことについては何も書かれていない。

- (d) Keith は遺伝子治療の成功後、人生に対する新たな視点と感謝を得た。選択肢 2 が正しい。選択肢 1 は、Keith がこの体験の後、人生を当たり前のものと思うようになったことを示唆しているわけではない。むしろ、彼は自分の時間を大切にするようになった。選択肢 3 は、Keith はシンプルな人生を受け入れた。選択肢 4 は、すべての人を助けることを決意したというわけではなく、同じ困難を抱える人への支援を強く望んだのである。

- (e) 選択肢 4 の「遺伝子治療は、Keith が患っていたような希少疾患に対する新しい治療法を提供することを目的としていた」が最も適切である。選択肢 1 は、目的はすべての病気を治すことではなかった。あくまで Keith が患う希少疾患に対する遺伝子治療を使って臨床試験が行われたことが記述されているだけである。選択肢 2 は、遺伝子治療は新しく効果的な可能性のある治療法として紹介されているが、従来の医療に取って代わることが目的ではない。選択肢 3 は、希少疾患に対する新たな治療法を生み出すことであって、遺伝性疾患全般を予防することではない。

〔試証〕 Keith は、自分の人生にほとんど影響を与えないことをして多くの時間を浪費する傾向があった。仕事から帰ると、彼はたくさんテレビを見たりビデオゲームをしたりして、寝る時間になるまで過ごした。週末もそれほど変わらなかった。彼は孤独を好み、友達や親戚と連絡を取らず、いかに人生を棒に振りつつあるのかと日々考えることはほとんどなかった。彼は多くの意味のあることをすることなど気にもかけていなかった。将来そのようなことをする時間はたくさんあると考えていた。彼は無闇な気持ちと、それを示す顔つきで人生を歩んでいた。

ある日、医者を訪れた際、Keith は悪い知らせを受けた。彼はまれな病気と診断され、医師たちはそれが彼の人生を変え、健康に深刻な影響を与えると伝えた。Keith は動搖したが、前向きな気持ちと集中力を保とうとした。彼はオンラインで治療法を探したり、医学ジャーナルを読んだりしたが、うまくいかなかった。希望が失われつつあるように感じられたとき、彼はオンラインで研究段階にある遺伝子療法のブレークスルーについての記事に出会った。その記事には、科学者たちが彼の病気の原因となる遺伝子を変える方法をどのように発見したかが書かれていた。Keith は、最初は不安だったが、読むにつれてこれが治癒のチャンスになり得ることを感じようになった。彼はブレークスルーを達成した研究者に連絡を取り、彼らの臨床試験に参加することを申し出た。彼は厳格な選考プロセスの後に選ばれた。

遺伝子療法プロセスは簡単ではなかった。それには一連の苦痛な注射や治療が含まれ、Keith を頻繁に疲れさせた。しかし、彼はそれに耐えた。なぜなら、このブレークスルーが彼の人生のコースを変える可能性があると知ったからだ。しばらくすると、Keith は自分の体に徐々にではあるが、着実な変化を見始めた。彼の症状が軽減され始め、エネルギー level が上がった。Keith はそれを信じられなかった。数か月間病気と戦ってきた後、彼は自分らしい姿に戻り始めた。

回復期間中、Keith は自分に何が起きたのかを考えた。その発見が彼の病気を治癒し、彼に新しい人生の機会と新しい視点を与えた。彼はもう二度とできないと思っていたことをやり始めた。新しい場所に旅行し、新しい興味を持ち、愛する人の時間をもっと過ごした。彼は治療を受けた病院でボランティア活動さえも始めた。彼の経験の後、彼は同じような困難を経験している他の人々を支援したいという強い願望を抱いた。彼は自分に二度目のチャンスが与えられたように感じ、それを最大限に活かす決意をした。

最も重要なのは、彼は毎日が贈り物だということに気づいたことである。彼はより大きな目的と意図を持って生きるようにになった。1つのブレークスルーが彼の人生に深い影響を与えたことが、どれほど信じがたいことなのかを考え、このブレークスルーを可能にした科学者に永遠に感謝している。彼らがいなかったら、彼は今日、人生を最大限に生きていなかろう。Keith は今、このシンプルな格言に従って生きている。「昨日は過去、明日は未来、しかし今日は贈り物だ。だから、それは present (=現在) と呼ばれているのだ。そしてそれは Keith にとって贈り物であり続けている。」

④ 英作文空所補充問題

[解答例] (2 点 × 10 = 20 点)

- (1) bamboo (2) scheduled/set (3) demonstrating/doing
(4) last (5) respect (6) register (7) bring
(8) spicy (9) Malaysian (10) fourth

[解説]

- (1) 揭示の Sap Dance の説明に “sticks of bamboo” とある。Linh は Sap Dance を踊ると言っているので、bamboo が正解。
- (2) 揭示のスケジュールを見ると Sap Dance が 10 時半からだとわかる。ここでは「予定されている」という意味の scheduled または set が正解。
- (3) 揭示の Muay Thai の説明の冒頭に “Demonstrations” とある。ここでは動詞の demonstrate を変化させた demonstrating が正解。
- (4) スケジュールを見ると琴のパフォーマンスは最後なのがわかる。したがって last が正解。
- (5) 揭示の下部に注意書きがある。2つ目の項目に、「写真をとっても良いが他の人のプライバシーを尊重するように」とある。そのことから「尊重する」という動詞の respect が正解。
- (6) このイベントに参加するには登録が必要かと聞いている。掲示の一つ目の項目に、登録は必要がないという記載がある。registration の動詞の形である register が正解。
- (7) 揭示の下部の3つ目の項目に、フードブースは現金のみ使用可能と書いてある。このことから、現金を「持っていく」を意味する bring が正解。
- (8) Linh は韓国料理を試したいが、Hotteok しか試せないと言っている。メニューを見ると Hotteok 以外の2つは spicy, つまり辛い料理だということがわかる。そのことから、Linh は辛い料理が苦手だと推測できるため、spicy が正解。
- (9) 直後に「バナナを揚げる」と言っている。バナナを揚げた料理を提供しているのはマレーシア料理のお店のみ。したがって、ここは Malaysian が正解。
- (10) Hiroshi はインド料理（5階）を買いに行くが、他の2人は4階のお店に行くため、4階で落ち合おうということを意図しているのがわかる。したがって、fourth が正解。

[出題のねらい]

① 長文読解問題

本学の教員による書き下ろし。リフレーミングに関する説明文である。この分野に関する基本的な背景的知識があると理解しやすい。説明文の全体的・局所的な読解能力や、文章構成理解力などが問われている。

② 文法・語法問題

基本的な文法・語法・単語・熟語等についての理解力や運用力が問われている。

③ 読解問題

本学の教員による書き下ろし。時系列に主人公の行動をパラグラフ単位で読み取る力が問われている。

④ 英作文空所補充問題

本学の教員による書き下ろし。情報を読み取り、その内容を英語で発信できる力が問われている。

[ここがポイント]

① 長文読解問題

600語程度の英文の全体を読みながら、概要を把握することから始めよう。パラグラフごとに要点をメモしながら読むと、全体像が理解しやすくなる。次に、設問になっている部分を注意深く読み、問題解決のための手がかりを得る。局所的な問題は、すぐ近くに解答の手がかりが隠されていることが多い。最後に、全体を読み、内容真偽の問題に取り組もう。

② 文法・語法問題

基本的な文法、語彙やイディオムの用法が出題されている。問題文の文意をしっかりと理解し、その上で、適切な選択肢を選ぶようにしよう。普段から、新出語やイディオムを辞書で確認する習慣をつけておこう。

③ 読解問題

500語程度の英文と設問の英文を読み比べてみよう。それぞれのパラグラフに問題が設けられているので、その理解が重要である。

④ 英作文空所補充問題

ポスターの情報を基に会話がなされているので、その情報の中で使われている表現そのまま使える場合もあれば、類義語を使う必要がある場合もある。普段から英英辞典を引いて、バラフレーズする習慣をつけておこう。

[こんなミスが目立った]

特に多かった誤答は以下の通りである。問題文の【試訳】や解説を参照して、受験生が間違いややすい点を確認しておこう。

① 長文読解問題

【問1】

(k)で選択肢 4 の誤答が多かった。他には、特に目立った誤答はなかった。

【問2】

英語の構文を正確に理解できずにそのまま直訳している答案がみられた。例えば、「見つけるために挑戦することを決心した」、「見つけることに挑戦すると決定した」のように、日本語が不自然な例があった。また、gloomy, positive, situation をそのままカタカナにした答案があった。英語の positive や situation は、日本語に対応する複数の意味があるので、きちんと訳し出したいかった。try to ~は、「～しようとする、努める、やってみる」の意味である。辞書の使用が認められているので、辞書を引く練習も必要である。

② 文法・語法問題

(a)で選択肢 1 と選択肢 4, (b)で選択肢 3, (c)で選択肢 1, (d)で選択肢 2, (e)で選択肢 4, (g)で選択肢 4, (h)で選択肢 1, (j)で選択肢 1, の誤答がそれぞれ多かった。選択肢の全てに目を通してから、正しい答えを選ぶようにしよう。また、辞書の使用が認められているので、短時間で辞書を有效地に活用できるように、普段から辞書の使い方に慣れておこう。

③ 読解問題

(c)で選択肢 1 と選択肢 2 の誤答が多かった。他には、特に目立った誤答はなかった。

④ 英作文空所補充問題

単語の綴りの間違いや語形変化の誤り、品詞の取り違えが多かった。以下の誤答が多くみられた。

- (2) sanwa, started, schedule
- (3) demonstrate, demonstration(s), demonstrated
- (5) respectful
- (6) require, registrate
- (7) buy, be
- (8) sweet
- (9) Masisseo, Malaysia, Muay
- (10) four, food, floor, forth

<合格へのアドバイス>

本学の英語の問題は、学習指導要領に沿った出題に心がけている。普段から、辞書を使いながら、検定教科書の本文を熟読し、理解に努める姿ができていれば、合格点は十分に取れるはずである。また、二部の試験は、辞書の使用が認められているので、限られた時間内に、効率的に辞書を活用して答案を完成する練習をしてください。

大学入学共通テスト利用選抜(前期) 結果

()は女子内数

分野	学部	学科・学系	年度	募集人員(人)	志願者数(人)	受験者数(A)(人)	合格者数(B)(人)	受験倍率(A/B)(倍)	合格最低点(点)	合格最低得点率(%)	満点(点)			
情報・通信・ネットワーク	システムデザイン工学部	情報システム工学科	2024	30	997 (124)	990 (124)	118 (17)	8.4	450	75.0	600			
			2023	30	982 (113)	975 (112)	130 (17)	7.5	450	75.0				
	未来科学部	情報メディア学科	2024	25	762 (202)	759 (201)	97 (26)	7.8	438	73.0				
			2023	25	967 (196)	959 (196)	101 (26)	9.5	455	75.8				
	工学部	情報通信工学科	2024	25	586 (51)	582 (51)	127 (15)	4.6	425	70.8				
			2023	25	674 (69)	667 (69)	77 (8)	8.7	460	76.7				
	理工学部	情報システムデザイン学系	2024	45	665 (119)	661 (119)	171 (34)	3.9	389	64.8				
			2023	45	423 (61)	423 (61)	157 (23)	2.7	367	61.2				
	合 計		2024	125	3,010 (496)	2,992 (495)	513 (92)	5.8	—	—				
			2023	125	3,046 (439)	3,024 (438)	465 (74)	6.5	—	—				
建築・都市・デザイン	システムデザイン工学部	デザイン工学科	2024	25	437 (173)	433 (173)	70 (28)	6.2	431	71.8	600			
			2023	25	407 (141)	406 (141)	74 (36)	5.5	427	71.2				
	未来科学部	建築学科	2024	30	525 (176)	525 (176)	69 (19)	7.6	437	72.8				
			2023	30	555 (170)	553 (168)	71 (27)	7.8	443	73.8				
	理工学部	建築・都市環境学系	2024	20	338 (92)	337 (92)	123 (29)	2.7	366	61.0				
			2023	20	252 (55)	251 (54)	112 (29)	2.2	350	58.3				
	合 計		2024	75	1,300 (441)	1,295 (441)	262 (76)	4.9	—	—				
			2023	75	1,214 (366)	1,210 (363)	257 (92)	4.7	—	—				
電気・電子・生体医工	工学部	電気電子工学科	2024	25	632 (50)	629 (50)	162 (13)	3.9	399	66.5	600			
			2023	25	573 (36)	568 (36)	136 (9)	4.2	403	67.2				
	工学部	電子システム工学科	2024	20	460 (36)	456 (36)	121 (10)	3.8	398	66.3				
			2023	20	235 (13)	232 (13)	70 (7)	3.3	393	65.5				
	理工学部	電子情報・生体医工学系(2024) 電子工学系(2023)	2024	20	308 (50)	306 (50)	105 (27)	2.9	360	60.0				
			2023	20	296 (30)	293 (30)	136 (16)	2.2	340	56.7				
	合 計		2024	65	1,400 (136)	1,391 (136)	388 (50)	3.6	—	—				
			2023	65	1,104 (79)	1,093 (79)	342 (32)	3.2	—	—				
機械・ロボット	未来科学部	ロボット・メカトロニクス学科	2024	25	384 (60)	383 (60)	77 (16)	5.0	407	67.8	600			
			2023	25	309 (35)	302 (34)	73 (11)	4.1	409	68.2				
	工学部	機械工学科	2024	25	790 (64)	783 (63)	205 (21)	3.8	405	67.5				
			2023	25	595 (40)	590 (40)	182 (13)	3.2	406	67.7				
	工学部	先端機械工学科	2024	20	401 (45)	399 (44)	97 (15)	4.1	397	66.2				
			2023	20	274 (31)	272 (31)	70 (7)	3.9	390	65.0				
	理工学部	機械工学系	2024	20	317 (19)	316 (19)	99 (7)	3.2	360	60.0				
			2023	20	165 (8)	164 (8)	71 (5)	2.3	347	57.8				
	合 計		2024	90	1,892 (188)	1,881 (186)	478 (59)	3.9	—	—				
			2023	90	1,343 (114)	1,328 (113)	396 (36)	3.4	—	—				
生命・化学・サイエンス	工学部	応用化学科	2024	20	420 (123)	420 (123)	107 (26)	3.9	411	68.5	600			
			2023	20	389 (110)	388 (110)	90 (30)	4.3	413	68.8				
	理工学部	理学系	2024	15	291 (47)	289 (47)	141 (20)	2.0	362	60.3				
			2023	15	205 (17)	204 (17)	95 (5)	2.1	378	63.0				
	理工学部	生命科学系	2024	20	201 (64)	200 (63)	73 (26)	2.7	360	60.0				
			2023	20	262 (86)	260 (86)	113 (48)	2.3	341	56.8				
	合 計		2024	55	912 (234)	909 (233)	321 (72)	2.8	—	—				
			2023	55	856 (213)	852 (213)	298 (83)	2.9	—	—				
総 合 計			2024	410	8,514(1,495)	8,468(1,491)	1,962 (349)	4.3	—	—	—			
			2023	410	7,563(1,211)	7,507(1,206)	1,758 (317)	4.3	—	—	—			

大学入学共通テスト利用選抜(後期) 結果

()は女子内数

学部	年度	募集人員 (人)	志願者数 (人)	受験者数(A) (人)	合格者数(B) (人)	受験倍率 (A/B)(倍)	満点 (点)
システムデザイン工学部	2024	5	49 (11)	49 (11)	6 (1)	8.2	600
	2023	5	39 (14)	39 (14)	5 (1)	7.8	
未来科学部	2024	5	62 (22)	62 (22)	9 (2)	6.9	600
	2023	5	45 (8)	45 (8)	7 (1)	6.4	
工学部	2024	7	126 (19)	126 (19)	22 (6)	5.7	600
	2023	7	80 (8)	80 (8)	26 (5)	3.1	
理工学部	2024	7	106 (26)	105 (26)	12 (4)	8.8	600
	2023	7	78 (5)	78 (5)	11 (0)	7.1	
総合計	2024	24	343 (78)	342 (78)	49 (13)	7.0	—
	2023	24	242 (35)	242 (35)	49 (7)	4.9	—

※学部単位の募集／合格最低点は非公表

大学入学共通テスト利用選抜(留学生特別)

※2024年度、2023年度ともに志願者なし。

一般選抜(前期) 結果

* 一般選抜(前期)の合格最低点は、素点ではなく、平準化した点数です。

()は女子内数

分野	学部	学科・学系	年度	募集人員(人)	志願者数(人)	受験者数(A)(人)	合格者数(B)(人)	受験倍率(A/B)(倍)	合格最低点(点)*	合格最低得点率(%)	満点(点)			
情報・通信・ネットワーク	システムデザイン工学部	情報システム工学科	2024	65	1,910 (238)	1,815 (227)	220 (25)	8.3	198	66.0	300			
			2023	65	2,009 (193)	1,886 (180)	215 (8)	8.8	198	66.0				
	未来科学部	情報メディア学科	2024	55	1,629 (413)	1,552 (399)	117 (30)	13.3	206	68.7				
			2023	55	1,896 (342)	1,818 (336)	125 (29)	14.5	207	69.0				
	工学部	情報通信工学科	2024	55	1,130 (91)	1,058 (80)	199 (7)	5.3	187	62.3				
			2023	55	1,321 (119)	1,227 (108)	135 (14)	9.1	199	66.3				
	理工学部	情報システムデザイン学系	2024	70	1,150 (168)	1,103 (157)	220 (32)	5.0	173	57.7				
			2023	70	963 (112)	902 (107)	271 (35)	3.3	166	55.3				
	合 計		2024	245	5,819 (910)	5,528 (863)	756 (94)	7.3	—	—				
	合 計		2023	245	6,189 (766)	5,833 (731)	746 (86)	7.8	—	—				
建築・都市・デザイン	システムデザイン工学部	デザイン工学科	2024	55	831 (278)	793 (269)	126 (44)	6.3	189	63.0	300			
			2023	55	859 (240)	824 (236)	156 (55)	5.3	185	61.7				
	未来科学部	建築学科	2024	65	911 (250)	859 (238)	119 (34)	7.2	197	65.7				
			2023	65	1,074 (297)	1,040 (287)	119 (44)	8.7	196	65.3				
	理工学部	建築・都市環境学系	2024	35	399 (85)	374 (76)	111 (24)	3.4	162	54.0				
			2023	35	381 (76)	366 (71)	116 (26)	3.2	161	53.7				
	合 計		2024	155	2,141 (613)	2,026 (583)	356 (102)	5.7	—	—				
	合 計		2023	155	2,314 (613)	2,230 (594)	391 (125)	5.7	—	—				
電気・電子・生体医工	工学部	電気電子工学科	2024	60	1,324 (92)	1,254 (87)	212 (18)	5.9	179	59.7	300			
			2023	60	1,181 (74)	1,114 (69)	296 (14)	3.8	170	56.7				
	工学部	電子システム工学科	2024	40	882 (62)	842 (56)	148 (11)	5.7	180	60.0				
			2023	40	607 (36)	579 (35)	170 (7)	3.4	168	56.0				
	理工学部	電子情報・生体医工学系(2024) 電子工学系(2023)	2024	35	308 (50)	294 (48)	91 (18)	3.2	155	51.7				
			2023	35	398 (24)	376 (22)	107 (9)	3.5	151	50.3				
	合 計		2024	135	2,514 (204)	2,390 (191)	451 (47)	5.3	—	—				
	合 計		2023	135	2,186 (134)	2,069 (126)	573 (30)	3.6	—	—				
機械・ロボット	未来科学部	ロボット・メカトロニクス学科	2024	55	580 (66)	550 (64)	165 (17)	3.3	172	57.3	300			
			2023	55	604 (57)	571 (53)	143 (11)	4.0	172	57.3				
	工学部	機械工学科	2024	55	1,331 (61)	1,270 (59)	309 (16)	4.1	174	58.0				
			2023	55	1,177 (51)	1,119 (49)	346 (14)	3.2	172	57.3				
	工学部	先端機械工学科	2024	50	761 (54)	725 (50)	173 (9)	4.2	169	56.3				
			2023	50	741 (43)	693 (43)	176 (13)	3.9	164	54.7				
	理工学部	機械工学系	2024	35	434 (28)	411 (26)	114 (8)	3.6	150	50.0				
			2023	35	356 (4)	336 (4)	98 (2)	3.4	150	50.0				
	合 計		2024	195	3,106 (209)	2,956 (199)	761 (50)	3.9	—	—				
	合 計		2023	195	2,878 (155)	2,719 (149)	763 (40)	3.6	—	—				
生命・化学・サイエンス	工学部	応用化学科	2024	40	683 (195)	650 (185)	195 (55)	3.3	180	60.0	300			
			2023	40	690 (168)	667 (163)	190 (50)	3.5	181	60.3				
	理工学部	理学系	2024	55	398 (73)	381 (72)	160 (25)	2.4	154	51.3				
			2023	55	292 (35)	274 (35)	135 (11)	2.0	159	53.0				
	理工学部	生命科学系	2024	35	245 (88)	235 (84)	102 (40)	2.3	150	50.0				
			2023	35	295 (89)	274 (80)	115 (41)	2.4	150	50.0				
	合 計		2024	130	1,326 (356)	1,266 (341)	457 (120)	2.8	—	—				
	合 計		2023	130	1,277 (292)	1,215 (278)	440 (102)	2.8	—	—				
総 合 計			2024	860	14,906 (2,292)	14,166 (2,177)	2,781 (413)	5.1	—	—	—			
総 合 計			2023	860	14,844 (1,960)	14,066 (1,878)	2,913 (383)	4.8	—	—	—			

一般選抜(前期・英語外部試験利用) 結果 * 一般選抜(前期・英語外部試験利用)の合格最低点は、素点ではなく、平準化した点数です。

()は女子内数

分野	学部	学科・学系	年度	募集人員 (人)	志願者数 (人)	受験者数(A) (人)	合格者数(B) (人)	受験倍率 (A/B) (倍)	合格最低点 (点)*	合格最低得点率 (%)	満点 (点)	
情報・通信・ネットワーク	システムデザイン工学部	情報システム工学科	2024	5	785 (99)	769 (96)	107 (9)	7.2	132	66.0	200	
			2023	5	656 (77)	635 (75)	73 (3)	8.7	133	66.5		
	未来科学部	情報メディア学科	2024	5	737 (189)	716 (187)	39 (8)	18.4	142	71.0		
			2023	5	838 (188)	819 (183)	41 (11)	20.0	144	72.0		
	工学部	情報通信工学科	2024	5	467 (43)	452 (41)	84 (6)	5.4	128	64.0		
			2023	5	381 (38)	362 (36)	44 (7)	8.2	133	66.5		
	理工学部	情報システムデザイン学系	2024	5	515 (86)	504 (84)	73 (8)	6.9	119	59.5		
			2023	5	355 (66)	341 (64)	100 (23)	3.4	110	55.0		
	合 計		2024	20	2,504 (417)	2,441 (408)	303 (31)	8.1	—	—		
			2023	20	2,230 (369)	2,157 (358)	258 (44)	8.4	—	—		
建築・都市・デザイン	システムデザイン工学部	デザイン工学科	2024	5	398 (137)	386 (133)	68 (19)	5.7	126	63.0	200	
			2023	5	343 (124)	335 (122)	69 (20)	4.9	126	63.0		
	未来科学部	建築学科	2024	5	397 (103)	384 (99)	44 (5)	8.7	135	67.5		
			2023	5	369 (99)	356 (98)	43 (10)	8.3	130	65.0		
	理工学部	建築・都市環境学系	2024	5	172 (33)	166 (31)	35 (5)	4.7	112	56.0		
			2023	5	126 (24)	121 (24)	35 (6)	3.5	105	52.5		
	合 計		2024	15	967 (273)	936 (263)	147 (29)	6.4	—	—		
			2023	15	838 (247)	812 (244)	147 (36)	5.5	—	—		
電気・電子・生体医工	工学部	電気電子工学科	2024	5	509 (35)	493 (35)	97 (5)	5.1	120	60.0	200	
			2023	5	317 (21)	312 (21)	103 (9)	3.0	113	56.5		
	工学部	電子システム工学科	2024	5	324 (14)	317 (13)	70 (3)	4.5	122	61.0		
			2023	5	191 (15)	188 (15)	61 (4)	3.1	111	55.5		
	理工学部	電子情報・生体医工学系 (2024) 電子工学系 (2023)	2024	5	156 (15)	150 (15)	54 (6)	2.8	103	51.5		
			2023	5	103 (9)	99 (9)	29 (3)	3.4	100	50.0		
	合 計		2024	15	989 (64)	960 (63)	221 (14)	4.3	—	—		
			2023	15	611 (45)	599 (45)	193 (16)	3.1	—	—		
機械・ロボット	未来科学部	ロボット・メカトロニクス学科	2024	5	252 (38)	243 (37)	65 (11)	3.7	114	57.0	200	
			2023	5	219 (39)	211 (38)	50 (6)	4.2	117	58.5		
	工学部	機械工学科	2024	5	509 (19)	486 (18)	110 (2)	4.4	118	59.0		
			2023	5	301 (16)	292 (16)	99 (5)	2.9	114	57.0		
	工学部	先端機械工学科	2024	5	331 (25)	317 (24)	75 (2)	4.2	113	56.5		
			2023	5	269 (30)	264 (30)	63 (5)	4.2	111	55.5		
	理工学部	機械工学系	2024	5	195 (12)	183 (12)	66 (4)	2.8	100	50.0		
			2023	5	115 (8)	114 (8)	37 (4)	3.1	101	50.5		
	合 計		2024	20	1,287 (94)	1,229 (91)	316 (19)	3.9	—	—		
			2023	20	904 (93)	881 (92)	249 (20)	3.5	—	—		
生命・化学・サイエンス	工学部	応用化学科	2024	5	293 (93)	281 (87)	70 (16)	4.0	122	61.0	200	
			2023	5	237 (61)	225 (58)	65 (17)	3.5	121	60.5		
	理工学部	理学系	2024	5	145 (19)	137 (19)	62 (4)	2.2	104	52.0		
			2023	5	81 (16)	78 (16)	35 (3)	2.2	112	56.0		
	理工学部	生命科学系	2024	5	105 (40)	103 (40)	50 (19)	2.1	100	50.0		
			2023	5	106 (42)	102 (40)	50 (19)	2.0	102	51.0		
	合 計		2024	15	543 (152)	521 (146)	182 (39)	2.9	—	—		
			2023	15	424 (119)	405 (114)	150 (39)	2.7	—	—		
	総 合 計		2024	85	6,290 (1,000)	6,087 (971)	1,169 (132)	5.2	—	—		
			2023	85	5,007 (873)	4,854 (853)	997 (155)	4.9	—	—		

一般選抜(後期) 結果

*一般選抜(後期)の合格最低点は、素点ではなく、平準化した点数です。

()は女子内数

分野	学部	学科・学系	年度	募集人員 (人)	志願者数 (人)	受験者数(A) (人)	合格者数(B) (人)	受験倍率 (A/B) (倍)	合格 最低点 (点)*	合格 最低得点率 (%)	満点 (点)			
情報・通信・ネットワーク	システムデザイン工学部	情報システム工学科	2024	7	323 (54)	276 (50)	25 (2)	11.0	209	69.7	300			
			2023	7	376 (31)	316 (27)	7 (2)	45.1	225	75.0				
	未来科学部	情報メディア学科	2024	7	310 (73)	275 (69)	9 (3)	30.6	222	74.0				
			2023	7	319 (54)	285 (51)	10 (1)	28.5	214	71.3				
	工学部	情報通信工学科	2024	7	226 (41)	184 (37)	7 (1)	26.3	222	74.0				
			2023	7	310 (22)	270 (19)	11 (0)	24.5	218	72.7				
	理工学部	情報システムデザイン 学系	2024	17	232 (48)	199 (42)	38 (9)	5.2	172	57.3				
			2023	17	192 (20)	170 (19)	24 (1)	7.1	186	62.0				
	合 計		2024	38	1,091 (216)	934 (198)	79 (15)	11.8	—	—				
	合 計		2023	38	1,197 (127)	1,041 (116)	52 (4)	20.0	—	—				
建築・都市・ デザイン	システムデザイン工学部	デザイン工学科	2024	7	188 (68)	169 (61)	13 (5)	13.0	203	67.7	300			
			2023	7	214 (60)	191 (56)	15 (4)	12.7	208	69.3				
	未来科学部	建築学科	2024	7	234 (71)	201 (60)	9 (1)	22.3	210	70.0				
			2023	7	258 (67)	221 (56)	26 (11)	8.5	197	65.7				
	理工学部	建築・都市環境学系	2024	7	97 (24)	84 (23)	16 (5)	5.3	170	56.7				
			2023	7	116 (18)	96 (15)	15 (3)	6.4	173	57.7				
	合 計		2024	21	519 (163)	454 (144)	38 (11)	11.9	—	—				
	合 計		2023	21	588 (145)	508 (127)	56 (18)	9.1	—	—				
電気・電子・ 生体医工	工学部	電気電子工学科	2024	7	280 (25)	250 (23)	12 (1)	20.8	203	67.7	300			
			2023	7	336 (23)	279 (21)	21 (1)	13.3	192	64.0				
	工学部	電子システム工学科	2024	7	223 (35)	202 (33)	12 (3)	16.8	195	65.0				
			2023	7	175 (14)	144 (12)	13 (1)	11.1	194	64.7				
	理工学部	電子情報・生体医工 学系 (2024) 電子工学系 (2023)	2024	7	97 (10)	89 (9)	23 (1)	3.9	161	53.7				
			2023	7	100 (8)	90 (7)	21 (1)	4.3	157	52.3				
	合 計		2024	21	600 (70)	541 (65)	47 (5)	11.5	—	—				
	合 計		2023	21	611 (45)	513 (40)	55 (3)	9.3	—	—				
機械・ ロボット	未来科学部	ロボット・メカトロニ クス学科	2024	7	176 (24)	152 (22)	18 (3)	8.4	187	62.3	300			
			2023	7	186 (17)	164 (15)	19 (3)	8.6	188	62.7				
	工学部	機械工学科	2024	7	274 (20)	238 (19)	21 (1)	11.3	191	63.7				
			2023	7	272 (20)	227 (18)	24 (2)	9.5	189	63.0				
	工学部	先端機械工学科	2024	7	315 (30)	281 (28)	32 (4)	8.8	182	60.7				
			2023	7	277 (30)	227 (25)	36 (6)	6.3	174	58.0				
	理工学部	機械工学系	2024	7	132 (8)	119 (8)	49 (3)	2.4	150	50.0				
			2023	7	99 (5)	92 (4)	22 (2)	4.2	150	50.0				
	合 計		2024	28	897 (82)	790 (77)	120 (11)	6.6	—	—				
	合 計		2023	28	834 (72)	710 (62)	101 (13)	7.0	—	—				
生命・化学・ サイエンス	工学部	応用化学科	2024	3	83 (35)	71 (29)	9 (3)	7.9	192	64.0	300			
			2023	3	139 (33)	118 (24)	9 (1)	13.1	207	69.0				
	理工学部	理学系	2024	12	87 (10)	79 (9)	23 (2)	3.4	154	51.3				
			2023	12	51 (6)	45 (6)	12 (2)	3.8	168	56.0				
	理工学部	生命科学系	2024	7	52 (12)	48 (11)	19 (2)	2.5	149	49.7				
			2023	7	39 (7)	33 (6)	14 (2)	2.4	153	51.0				
	合 計		2024	22	222 (57)	198 (49)	51 (7)	3.9	—	—				
	合 計		2023	22	229 (46)	196 (36)	35 (5)	5.6	—	—				
総 合 計			2024	130	3,329 (588)	2,917 (533)	335 (49)	8.7	—	—				
総 合 計			2023	130	3,459 (435)	2,968 (381)	299 (43)	9.9	—	—				

一般選抜(後期・英語外部試験利用) 結果 * 一般選抜(後期・英語外部試験利用)の合格最低点は、素点ではなく、平準化した点数です。

()は女子内数

分野	学部	学科・学系	年度	募集人員 (人)	志願者数 (人)	受験者数(A) (人)	合格者数(B) (人)	受験倍率 (A/B) (倍)	合格最低点 (点)*	合格最低得点率 (%)	満点 (点)			
情報・通信・ネットワーク	システムデザイン工学部	情報システム工学科	2024	3	142 (29)	128 (28)	9 (1)	14.2	142	71.0	200			
			2023	3	142 (18)	129 (17)	3 (0)	43.0	145	72.5				
	未来科学部	情報メディア学科	2024	3	153 (39)	140 (38)	4 (0)	35.0	149	74.5				
			2023	3	158 (27)	142 (26)	5 (0)	28.4	150	75.0				
	工学部	情報通信工学科	2024	3	102 (29)	96 (27)	3 (0)	32.0	149	74.5				
			2023	3	88 (6)	82 (6)	5 (0)	16.4	145	72.5				
	理工学部	情報システムデザイン学系	2024	3	61 (20)	56 (17)	11 (2)	5.1	115	57.5				
			2023	3	79 (18)	69 (17)	5 (1)	13.8	146	73.0				
	合 計		2024	12	458 (117)	420 (110)	27 (3)	15.6	—	—				
			2023	12	467 (69)	422 (66)	18 (1)	23.4	—	—				
建築・都市・デザイン	システムデザイン工学部	デザイン工学科	2024	3	77 (22)	75 (22)	5 (0)	15.0	136	68.0	200			
			2023	3	88 (26)	84 (24)	5 (2)	16.8	141	70.5				
	未来科学部	建築学科	2024	3	128 (36)	110 (31)	4 (1)	27.5	150	75.0				
			2023	3	110 (27)	100 (22)	14 (2)	7.1	134	67.0				
	理工学部	建築・都市環境学系	2024	3	51 (16)	50 (16)	18 (4)	2.8	114	57.0				
			2023	3	42 (7)	35 (5)	8 (1)	4.4	126	63.0				
	合 計		2024	9	256 (74)	235 (69)	27 (5)	8.7	—	—				
			2023	9	240 (60)	219 (51)	27 (5)	8.1	—	—				
電気・電子・生体医工	工学部	電気電子工学科	2024	3	85 (7)	79 (7)	4 (0)	19.8	138	69.0	200			
			2023	3	107 (7)	96 (7)	11 (0)	8.7	132	66.0				
	工学部	電子システム工学科	2024	3	73 (8)	73 (8)	4 (0)	18.3	149	74.5				
			2023	3	59 (4)	56 (4)	8 (1)	7.0	137	68.5				
	理工学部	電子情報・生体医工学系 (2024) 電子工学系 (2023)	2024	3	37 (5)	35 (4)	8 (0)	4.4	109	54.5				
			2023	3	30 (1)	25 (1)	7 (1)	3.6	104	52.0				
	合 計		2024	9	195 (20)	187 (19)	16 (0)	11.7	—	—				
			2023	9	196 (12)	177 (12)	26 (2)	6.8	—	—				
機械・ロボット	未来科学部	ロボット・メカトロニクス学科	2024	3	78 (10)	71 (10)	16 (3)	4.4	118	59.0	200			
			2023	3	66 (9)	58 (9)	14 (3)	4.1	128	64.0				
	工学部	機械工学科	2024	3	98 (5)	84 (5)	7 (0)	12.0	131	65.5				
			2023	3	79 (5)	68 (4)	7 (0)	9.7	137	68.5				
	工学部	先端機械工学科	2024	3	100 (14)	89 (13)	14 (3)	6.4	125	62.5				
			2023	3	100 (7)	86 (5)	17 (2)	5.1	123	61.5				
	理工学部	機械工学系	2024	3	64 (4)	61 (4)	26 (2)	2.3	101	50.5				
			2023	3	36 (1)	32 (1)	8 (1)	4.0	100	50.0				
	合 計		2024	12	340 (33)	305 (32)	63 (8)	4.8	—	—				
			2023	12	281 (22)	244 (19)	46 (6)	5.3	—	—				
生命・化学・サイエンス	工学部	応用化学科	2024	2	39 (19)	35 (18)	4 (3)	8.8	128	64.0	200			
			2023	2	56 (15)	51 (13)	3 (2)	17.0	154	77.0				
	理工学部	理学系	2024	3	38 (4)	36 (4)	11 (0)	3.3	112	56.0				
			2023	3	20 (0)	17 (0)	3 (0)	5.7	114	57.0				
	理工学部	生命科学系	2024	3	20 (2)	18 (2)	7 (1)	2.6	105	52.5				
			2023	3	16 (5)	13 (5)	3 (0)	4.3	100	50.0				
	合 計		2024	8	97 (25)	89 (24)	22 (4)	4.0	—	—				
			2023	8	92 (20)	81 (18)	9 (2)	9.0	—	—				
総 合 計			2024	50	1,346 (269)	1,236 (254)	155 (20)	8.0	—	—	—			
			2023	50	1,276 (183)	1,143 (166)	126 (16)	9.1	—	—	—			

大学入学共通テスト利用選抜(工学部第二部) 結果

()は女子内数

学部	学科	年度	募集人員 (人)	志願者数 (人)	受験者数(A) (人)	合格者数(B) (人)	受験倍率 (A/B) (倍)	合格最低点 (点)	合格最低得点率 (%)	満点 (点)	
工学部第二部	電気電子工学科	2024	15	72 (11)	72 (11)	46 (7)	1.6	224	56.0	400	
		2023	15	77 (10)	77 (10)	53 (9)	1.5				
		2022	15	104 (10)	103 (10)	53 (3)	1.9				
	機械工学科	2024	15	70 (15)	70 (15)	56 (13)	1.3	209	52.3		
		2023	15	88 (9)	87 (9)	65 (8)	1.3				
		2022	15	107 (10)	106 (10)	63 (8)	1.7				
	情報通信工学科	2024	15	80 (19)	80 (19)	23 (5)	3.5	265	66.3		
		2023	15	107 (16)	106 (16)	31 (4)	3.4				
		2022	15	140 (17)	138 (17)	33 (3)	4.2				
合 計		2024	45	222 (45)	222 (45)	125 (25)	1.8	—	—	—	
		2023	45	272 (35)	270 (35)	149 (21)	1.8	—	—	—	
		2022	45	351 (37)	347 (37)	149 (14)	2.3	—	—	—	

※大学入学共通テスト利用選抜(工学部第二部)については、入試年度により合格水準の変動が大きいことから、合格最低点は参考として直近過去3年間の平均点を掲載。

一般選抜(工学部第二部) 結果

()は女子内数

学部	学科	年度	募集人員 (人)	志願者数 (人)	受験者数(A) (人)	合格者数(B) (人)	受験倍率 (A/B) (倍)	合格最低点 (点)	合格最低得点率 (%)	満点 (点)	
工学部第二部	電気電子工学科	2024	20	107 (19)	98 (17)	60 (11)	1.6	104	52.0	200	
		2023	20	149 (12)	133 (11)	71 (6)	1.9				
		2022	20	189 (23)	168 (21)	48 (7)	3.5				
	機械工学科	2024	20	107 (13)	97 (10)	69 (6)	1.4	94	47.0		
		2023	20	149 (11)	131 (10)	83 (7)	1.6				
		2022	20	176 (18)	157 (16)	69 (10)	2.3				
	情報通信工学科	2024	20	115 (19)	103 (16)	22 (3)	4.7	132	66.0		
		2023	20	163 (18)	143 (15)	31 (2)	4.6				
		2022	20	204 (23)	184 (23)	33 (3)	5.6				
合 計		2024	60	329 (51)	298 (43)	151 (20)	2.0	—	—	—	
		2023	60	461 (41)	407 (36)	185 (15)	2.2	—	—	—	
		2022	60	569 (64)	509 (60)	150 (20)	3.4	—	—	—	

※一般選抜(工学部第二部)については、入試年度により合格水準の変動が大きいことから、合格最低点は参考として直近過去3年間の平均点を掲載。

M E M O

M E M O

入試情報 大学入学共通テスト利用選抜／一般選抜の概要

大学入学共通テスト利用選抜／一般選抜 (前期、前期・英語外部試験利用、情報系外部試験利用、後期、後期・英語外部試験利用、工学部第二部)

入試種別	①大学入学共通テスト利用選抜			②一般選抜		
	(前期)	(後期)	(工学部第二部)	(前期、前期・英語外部試験利用、情報系外部試験利用*)	(後期、後期・英語外部試験利用)	(工学部第二部)
対象学部	システムデザイン工学部 未来科学部 工学部・理工学部	システムデザイン工学部 未来科学部 工学部・理工学部	工学部第二部	システムデザイン工学部 未来科学部 工学部・理工学部	システムデザイン工学部 未来科学部 工学部・理工学部	工学部第二部
1月	出願期間 1月 6日(月)～ 1月17日(金) 試験日 1月18日(土)～ 1月19日(日)	試験日 1月18日(土)～ 1月19日(日)	出願期間 1月 6日(月)～ 2月13日(木) 試験日 1月18日(土)～ 1月19日(日)	出願期間 1月 6日(月)～ 1月19日(日)		
2月	合格発表 2月12日(水)	出願期間 2月14日(金)～ 3月 6日(木) 合格発表 3月19日(水)	合格発表 2月22日(土)	試験日 2月 1日(土)～ 2月 5日(水) 合格発表 2月12日(水)	出願期間 2月10日(月)～ 2月19日(水) 試験日 2月27日(木)～ 2月28日(金)	出願期間 2月13日(木)～ 2月24日(月)
3月					合格発表 3月 7日(金)	試験日 3月 3日(月) 合格発表 3月 8日(土)

*一般選抜(情報系外部試験利用)の対象学部等は、システムデザイン工学部・未来科学部・理工学部の理学系、情報システムデザイン学系、電子情報・生体医工学系のみとなります。

①大学入学共通テスト利用選抜

(前期・後期) 3教科方式および4教科方式(システムデザイン工学部・未来科学部・工学部・理工学部)

指定教科	指定科目	3教科方式	4教科方式 [国語]	4教科方式 [情報]	合計点
数学	「数学I、数学A」※旧教育課程履修者は「旧数学I・旧数学A」を選択可	100点(得点×1.0)	100点(得点×1.0)	100点(得点×1.0)	600点 満点
	「数学II、数学B、数学C」※旧教育課程履修者は「旧数学II・旧数学B」を選択可	100点(得点×1.0)	100点(得点×1.0)	100点(得点×1.0)	
外国語	「英語」①	200点(得点×1.0)	200点(得点×1.0)	200点(得点×1.0)	
理科	「物理」「化学」「生物」から1科目の得点を使用②	200点(得点×2.0)	100点(得点×1.0)	100点(得点×1.0)	
国語	「国語」(近代以降の文章のみ)	—	100点(得点÷1.1)	—	
情報	「情報I」※旧教育課程履修者は「旧情報」を選択可	—	—	100点(得点×1.0)	

(工学部第二部)

指定教科	指定科目	配点	合計点
数学	「数学I、数学A」または「数学II、数学B、数学C」のいずれか高得点の1科目を使用 ※旧教育課程履修者は「旧数学I・旧数学A」または「旧数学II・旧数学B」を選択可	200点(得点×2.0)	400点 満点
外国語	「英語」①	200点 外國語(得点×1.0)または 理 科(得点×2.0)または 國 語((得点÷1.1)×2.0)または 情 報(得点×2.0)	
理科	「物理基礎／化学基礎／生物基礎／地学基礎」のうち 「物理基礎」と「化学基礎」の2つの出題範囲、「物理」 または「化学」のいずれか1科目の得点を使用②		
国語	「国語」(近代以降の文章のみ)		
情報	「情報I」※旧教育課程履修者は「旧情報」を選択可		

①リーディング(大学入学共通テストにおける配点100点)は150点満点に、リスニング(大学入学共通テストにおける配点100点)は50点満点になるように換算します。

②2科目受験者は、第1解答科目の得点を使用します。

②一般選抜(前期、前期・英語外部試験利用、情報系外部試験利用、後期、後期・英語外部試験利用)

学部	学科・学系	一般選抜(前期、前期・英語外部試験利用、情報系外部試験利用)					一般選抜(後期、後期・英語外部試験利用)						
		1時間目		2時間目		3時間目		合計点	1時間目		2時間目		合計点
		数学	物理	化学	生物	国語	英語		数学	物理	化学	英語	
システムデザイン工学部	情報システム工学科	○	△	△	△	○	○	(前期) 3科目 合計 300点満点 (各科目100点)	○	△	△	○	○
	デザイン工学科	○	△	△	△	○	○		○	△	△	○	○
未来科学部	建築学科	○	△	△	△	○	○		○	△	△	○	○
	情報メディア学科	○	△	△	△	○	○		○	△	△	○	○
	ロボット・メカトロニクス学科	○	△	△	△	○	○		○	△	△	○	○
工学部	電気電子工学科	○	△	△	○	○	○		○	△	△	○	○
	電子システム工学科	○	△	△	○	○	○		○	△	△	○	○
	応用化学科	○	△	△	○	○	○		○	△	△	○	○
	機械工学科	○	△	△	○	○	○		○	△	△	○	○
	先端機械工学科	○	△	△	○	○	○		○	△	△	○	○
	情報通信工学科	○	△	△	○	○	○		○	△	△	○	○
理工学部	理学系	○	△	△	○	○	○	(情報系外部試験利用) 2科目 合計 200点満点 (各科目100点)	○	△	△	○	○
	生命科学系	○	△	△	△	△	○		○	△	△	○	○
	情報システムデザイン学系	○	△	△	△	○	○		○	△	△	○	○
	機械工学科	○	△	△	○	○	○		○	△	△	○	○
	電子情報・生体医工学系	○	△	△	○	○	○		○	△	△	○	○
	建築・都市環境学系	○	△	△	○	○	○		○	△	△	○	○

●「○」は必須科目。「△」は選択科目。

●理工学部の各学系のみに出願した受験者は「数学Ⅲを含む」問題、あるいは「数学Ⅲを含まない」問題のいずれかを試験当日に選択可能。

●「物理」「化学」「生物」「国語」(後期は「物理」「化学」)は同一時間に実施。各学科・学系別に指定されている「△」の中から試験当日に1科目を選択。

●「英語外部試験利用」受験者は、「数学」と「理科」(国語選択含む)の2科目受験。

●「情報系外部試験利用」受験者は、「数学」と「英語」の2科目受験。

●合否判定は、3科目合計点から高得点者を選抜する「合計点選抜方式」と数学1科目が100点満点の者を選抜する「数学満点選抜方式」を採用。

●2025(令和7)年度一般選抜に限り、旧教育課程の履修者等にも配慮した出題を行います。

③一般選抜(工学部第二部)

学科	1時限目		2時限目		合計点
	数学(必須)	英語(選択)	物理(選択)		
電気電子工学科	○	△	△		2科目合計 200点満点 (各科目100点)
機械工学科	○	△	△		
情報通信工学科	○	△	△		

- 数学の出題範囲は数学I、数学A、数学II、数学B(数列)、数学C(ベクトル)まで。
- 英語の試験では、辞書の持ち込みが可能です。電子辞書の持ち込みはできません。
- 合否判定は、2科目合計点から高得点者を選抜する「合計点選抜方式」と数学1科目が100点満点の者を選抜する「数学満点選抜方式」を採用。
- 2025(令和7)年度一般選抜に限り、旧教育課程の履修者等にも配慮した出題を行います。

各入学者選抜の詳しい情報は入学者選抜要項で必ず確認してください。大学入学共通テスト利用選抜・一般選抜の入学者選抜要項は10月中旬より本学ホームページ上で公開予定です。

東京電機大学で学べる5つの専門分野一覧

分野や学びの内容から学科・学系を見つけよう。

情報・通信・ネットワーク	建築・都市・デザイン	電気・電子・生体医工
東京 システムデザイン工学部 情報システム工学科	東京 システムデザイン工学部 デザイン工学科	東京 工学部 電気電子工学科
東京 未来科学部 情報メディア学科	東京 未来科学部 建築学科	東京 工学部 電子システム工学科
東京 工学部 情報通信工学科	埼玉 理工学部 建築・都市環境学系	埼玉 理工学部 電子情報・生体医工学系
埼玉 理工学部 情報システムデザイン学系		
東京 工学部第二部(夜間部) 情報通信工学科		東京 工学部第二部(夜間部) 電気電子工学科
機械・ロボット	生命・化学・サイエンス	
東京 未来科学部 ロボット・メカトロニクス学科	東京 工学部 応用化学科	
東京 工学部 機械工学科	埼玉 理工学部 理学系*	
東京 工学部 先端機械工学科	●数学コース ●物理学コース ●化学コース ●数理情報学コース	
埼玉 理工学部 機械工学系	埼玉 理工学部 生命科学系	
東京 工学部第二部(夜間部) 機械工学科		

東京 東京千住キャンパス

埼玉 埼玉鳩山キャンパス

※ 2年次よりコース選択

TDU 東京電機大学
<https://www.dendai.ac.jp/>

[入試センター] 〒120-8551 東京都足立区千住旭町5番 TEL 03-5284-5151