

2023  
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

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



D!

**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2023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、2023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！

### 「2024東京電機大学入試ガイド」配布中！

2024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2023年度入試  
データが掲載されています。なお、2024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
<b>一般選抜（前期）（前期・英語外部試験利用）</b>	
数学.....	16
物理.....	21
化学.....	31
生物.....	43
国語.....	55
英語.....	88
<b>一般選抜（後期）（後期・英語外部試験利用）</b>	
数学.....	106
物理.....	108
化学.....	112
英語.....	116
<b>一般選抜（工学部第二部）</b>	
数学.....	124
物理.....	124
英語.....	126
<b>解答・解説</b>	
数学.....	132
物理.....	147
化学.....	159
生物.....	167
国語.....	171
英語.....	178
<b>入試結果</b>	
大学入学共通テスト利用選抜（前期） .....	199
大学入学共通テスト利用選抜（後期） .....	200
一般選抜（前期） .....	201
一般選抜（前期・英語外部試験利用） .....	202
一般選抜（後期） .....	203
一般選抜（後期・英語外部試験利用） .....	204
工学部第二部（大学入学共通テスト利用選抜、一般選抜） .....	205

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。



2023年度 一般選抜（前期）（前期・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 / 1	1	小問	因数定理, 対数, 複素数, 極限值, 定積分
	2	数列	階差数列, 余弦定理
	3	微分, 積分	最小値, 定積分
2 / 2	1	小問	対数, 2次関数, 最小値, 極限值
	2	図形と方程式	円, 垂直二等分線
	3	積分	定積分, 部分積分, 置換積分
2 / 3	1	小問	整式の割り算, 正接, 確率, 極限值, 接線
	2	数列	漸化式, 等比数列
	3	積分	定積分, 置換積分
2 / 4	1	小問	指数, 点と直線, 確率, 極限值, 定積分
	2	三角関数	余弦, 一般角, 方程式
	3	微分, 積分	接線, 不定積分, 回転体の体積
2 / 5	1	小問	点と直線の距離, 空間ベクトル, 確率, 複素数, 接線
	2	微分, 積分	軌跡, 2次関数, 3次関数, 曲線の囲む面積
	3	微分, 積分	三角関数, 置換積分

2023年度 一般選抜（前期）（前期・英語外部試験利用）数学ⅡB 出題内容

日程	設問番号	項目	内容
2/1	1	小問	因数定理, 対数, 複素数, 接線, 定積分
	2	数列	階差数列, 余弦定理
	3	積分	方程式, 定積分
2/2	1	小問	対数, 2次関数, 最小値, 定積分
	2	図形と方程式	円, 垂直二等分線
	3	数列, 積分	等差数列, 等比数列, 定積分
2/3	1	小問	整式の割り算, 正接, 確率, 3次方程式, 定積分
	2	数列	漸化式, 等比数列
	3	積分	放物線, 定積分, 面積
2/4	1	小問	指数, 点と直線, 確率, 2次式, 面積
	2	三角関数	余弦, 一般角, 方程式
	3	微分, 積分	3次関数, 最大値, 最小値, 面積
2/5	1	小問	点と直線の距離, 空間ベクトル, 確率, 三角関数, 座標空間における直線
	2	微分, 積分	軌跡, 2次関数, 3次関数, 曲線の囲む面積
	3	平面図形	三角形の3辺の大小関係, 三角比, 3次関数

## 2023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，オームの法則，コンデンサーの静電エネルギー，理想気体の状態方程式，熱力学第一法則
	2	電磁気	荷電粒子の運動，クーロン力，ローレンツ力
	3	力学	放物運動，反発係数
2 / 2	1	総合	張力，直線電流が磁場から受ける力，理想気体の内部エネルギー・状態方程式
	2	電磁気	荷電粒子の運動，クーロン力，ローレンツ力
	3	力学	円運動の向心力・垂直抗力，運動量保存則，力学的エネルギー保存則，動摩擦力
2 / 3	1	総合	弾性衝突，放物運動，電子の運動，ローレンツ力，弦の振動
	2	電磁気	オームの法則，コンデンサーの電気量・静電エネルギー，ジュール熱
	3	力学	振り子の衝突，運動量保存則，力学的エネルギー保存則
2 / 4	1	総合	光の屈折，気体分子の運動，ボーアの原子模型
	2	力学	ばねの運動，落体の運動，等速円運動
	3	電磁気学	磁場と電流，直流回路
2 / 5	1	総合	気体の状態変化，人工衛星の運動，音
	2	力学	平面運動，放物運動
	3	電磁気学	電荷と電場，電位

2023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	カルボキシ基をもつ物質・タンパク質の反応・ケイ素の性質・一酸化窒素の性質・非共有電子対をもつ物質
	2	理論	油脂の分子量・浸透圧・酸化還元・化学平衡・完全燃焼
	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 / 2	1	総合	異性体の関係にある物質・アセチレンの反応・気体の捕集法・一酸化炭素の性質・ハロゲンの性質
	2	理論	酸化還元滴定・電気分解・完全燃焼・気体の溶解度・油脂のヨウ素価
	3	無機・理論	銅の性質，イオン交換樹脂
	4	有機・理論	タンパク質，アミノ酸の構造決定
2 / 3	1	総合	異性体・糖類の性質・鉄の単体と化合物の性質・硝酸銀水溶液の反応・16族元素の性質
	2	理論	有機化合物の元素分析・水素イオン濃度・電気分解・溶解度・中和熱
	3	無機・理論	理想気体，実在気体
	4	有機・理論	セルロース，アセチルセルロース
2 / 4	1	総合（知識）	共有結合と電子対，混合物の分離と精製，セラミックス，電池の性質，不斉炭素原子
	2	総合（計算）	燃焼反応と物質質量，溶解度と再結晶，化学反応式と反応速度，金属と酸の反応，混合気体と物質質量
	3	無機化学	ハロゲンの単体と化合物の性質と結晶構造
	4	有機化学	アンモニアの製法と反応
2 / 5	1	総合（知識）	金属イオンの反応と同定，塩の水溶液とpH，アルミニウムの性質と化合物，ケイ素の性質と化合物，電池の性質
	2	総合（計算）	溶解度と再結晶，酸・塩基の水溶液と水素イオン濃度，ボイルの法則，凝固点降下，熱化学方程式
	3	物理化学	コロイドの性質
	4	有機化学	有機化合物の反応と同定

2023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	タンパク質のはたらき, 異化と同化, DNA複製, 減数分裂, 無性生殖, 興奮伝達, 植物の生活環(受精), 相変異, 生物の出現, 系統, 生体膜における物質輸送
	2	小問	ATP, 光化学系, 同義置換, 形態形成を調節する遺伝子, 興奮の伝導, 植物ホルモン, 個体群密度, 人類の出現
	3	大問	シアノバクテリア, 光合成細菌, 化学合成細菌, タンパク質の一次構造・立体構造, ハーディー・ワインベルグの法則, 遺伝子頻度
2 / 2	1	小問	タンパク質の立体構造, ATP, 翻訳, 染色体, ニューロン, 植物ホルモン, 個体群, 生物の出現とその発展, 3ドメイン, 発酵
	2	小問	光リン酸化, 核酸の構造, 連鎖と組換え, ヒトの目の構造, オーキシンの極性移動, 密度効果, 真獣類, 生得的行動
	3	大問	酵素反応速度, $\beta$ -ガラクトシダーゼ, 自然免疫, 獲得免疫, 体液性免疫, 細胞性免疫, 遺伝の法則, 自家受精
2 / 3	1	小問	アミノ酸側鎖, 呼吸, 発酵, オペロン説, 遺伝子発現, 卵と精子, ウニの受精, シナプス, 胚乳, 個体群密度, 生物の出現とその発展, 系統関係, 興奮の伝導
	2	小問	適応免疫, 転写, ウニの発生, 視物質, 発芽とジベレリンのはたらき, 競争的排除, 生物の大量絶滅, 3ドメイン
	3	大問	検定交雑, 組換え価, 二重乗換え, バイオーム, 母性効果遺伝子, ペプチドの設計
2 / 4	1	小問	受容体トリガンド, 真核生物の呼吸, 転写, ヌクレオソーム, 被子植物の発生, ヒトの目の構造, 植物の維管束, 生態ピラミッド, 生態系における物質収支, 初期の脊椎動物, 真核生物, 原核生物, 細菌の分類, 生物の出現
	2	小問	適応免疫, MHC抗原, カルビン・ベンソン回路, 灰色三日月環, 末梢神経系, 限界暗期と花芽の形成, 縄張り, 哺乳類の多様化と繁栄, 相同と相似
	3	大問	呼吸の反応式, アルコール発酵の反応式, 種間競争, 競争的排除, アミノ酸側鎖, ペプチドの設計

2 / 5	1	小問	細胞の構造，植物細胞と動物細胞，解糖系，バイオテクノロジー，制限酵素，細胞の分化と誘導，中枢神経系，脳のはたらき，発芽とジベレリン，種間の相互作用，被子植物の出現，哺乳類の出現，鳥類の出現，三葉虫の繁栄，学名，二名法，生物の陸上への進出
	2	小問	原形質流動，化学合成細菌，DNA複製，再生医療，ES細胞，筋収縮とエネルギー，クレアチンリン酸，落葉の調節，生産構造，相同と相似
	3	大問	光合成，カルビン・ベンソン回路，自然浄化，呼吸，光合成，溶存酸素，硝化

---

**2023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）

## 2023年度 一般選抜（前期）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・内容真偽・語彙・英文和訳
	2	文法・語彙・多肢選択問題	空所補充
	3	会話	空所補充
	4	英作文空所補充問題	空所補充
2 / 4	1	長文読解問題	内容理解・内容真偽・語彙・英文和訳
	2	文法・語彙・多肢選択問題	空所補充
	3	会話	空所補充
	4	英作文空所補充問題	空所補充
2 / 5	1	長文読解問題	内容理解・内容真偽・語彙・英文和訳
	2	文法・語彙・多肢選択問題	空所補充
	3	会話	空所補充
	4	英作文空所補充問題	空所補充

## 2023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
2/27	1	小問	内積, 三角関数, 確率, 置換積分, 指数関数
	2	微分積分	3次関数, 解と係数の関係, 曲線の囲む面積, 相加相乗平均
	3	微分積分	対数関数, 曲線の囲む面積, 部分積分, 置換積分
2/28	1	小問	対数, 三角関数, 3次関数, 置換積分
	2	空間ベクトル	同一平面上の点, 内積, 平行四辺形の面積
	3	微分積分	2次関数, 回転体の体積, 4次関数

## 2023年度 一般選抜（後期）（後期・英語外部試験利用）数学ⅡB 出題内容

日程	設問番号	項目	内容
2/27	1	小問	内積, 三角関数, 確率, 恒等式, 3次関数
	2	微分積分	3次関数, 解と係数の関係, 曲線の囲む面積, 相加相乗平均
	3	空間ベクトル	ベクトルの平行・垂直, 内積, 三角形の重心, 同一平面上の点
2/28	1	小問	対数, 三角関数, 3次関数, 階差数列, 垂直二等分線
	2	空間ベクトル	同一平面上の点, 内積, 平行四辺形の面積
	3	微分積分	2次関数, 接線, 曲線の囲む面積, 解と係数の関係

## 2023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
2/27	1	総合	理想気体の内部エネルギー，ドップラー効果，運動方程式
	2	力学	単振動，落体の運動
	3	電磁気学	コンデンサー，直流回路
2/28	1	総合	直流回路，レンズ，力のモーメント
	2	力学	運動量保存則，力学的エネルギー
	3	電磁気学	電流が磁場から受ける力，コイル

## 2023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
2/27	1	総合（知識）	アルカリ金属の性質，2族元素化合物の性質，不動態，有機化合物の構造，官能基の検出反応
	2	総合（計算）	状態変化と熱量，燃焼反応と物質質量，弱酸の電離度と中和反応，状態方程式と気体の分子量，溶液濃度に関する基本計算
	3	物理化学	固体と気体の溶解度
	4	有機化学	高分子化合物の合成反応と性質
2/28	1	総合（知識）	水溶液および液体の色，金属単体の反応性，触媒の性質，構造異性体，鉄化合物水溶液の呈色反応
	2	総合（計算）	ヘスの法則，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
	3	物理化学	電池の反応と電気量
	4	無機化学	14族元素の性質と反応

## 2023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 / 27	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 / 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

## 2023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, 円の方程式, 解と係数の関係, 指数, 対数
	2	小問	三角関数, 積分, 確率, 内積, 数列の和
	3	小問	指数関数のグラフ, 三角関数のグラフ, 領域の図示
	4	平面ベクトル	内積, 三角形の面積, 垂直条件
	5	微分積分	3次関数, 接線, 曲線の囲む面積

## 2023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, 力学的エネルギー保存則, 磁束, 自己インダクタンス, ドップラー効果
	2	電磁気	直線電流が磁場から受ける力, オームの法則, ジュール熱
	3	力学	静止摩擦力, 動摩擦力, 張力

## 2023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

# 一般選抜(前期)(前期・英語外部試験利用)

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) …………… 48
4日目(2月4日) …………… 19	4日目(2月4日) …………… 50
5日目(2月5日) …………… 20	5日目(2月5日) …………… 52
物理 1日目(2月1日) …………… 21	国語 1日目(2月1日) …………… 55
2日目(2月2日) …………… 23	2日目(2月2日) …………… 62
3日目(2月3日) …………… 25	3日目(2月3日) …………… 69
4日目(2月4日) …………… 27	4日目(2月4日) …………… 75
5日目(2月5日) …………… 29	5日目(2月5日) …………… 82
化学 1日目(2月1日) …………… 31	英語 1日目(2月1日) …………… 88
2日目(2月2日) …………… 33	2日目(2月2日) …………… 91
3日目(2月3日) …………… 36	3日目(2月3日) …………… 94
4日目(2月4日) …………… 38	4日目(2月4日) …………… 97
5日目(2月5日) …………… 40	5日目(2月5日) …………… 100

## 2023年度 一般選抜(前期) / 一般選抜(前期・英語外部試験利用) 【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		物理	化学	生物	国語		英語 ※注
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	△	△	—	△	○	3教科 合計300点 満点 ※注
	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	○		△	△	—	—	○	
理工学部 理工学科	情報通信工学科	○		△	△	—	—	○	
	理学系	○		△	△	—	—	○	
	生命科学系	○		△	△	△	—	○	
	情報システムデザイン学系	○		△	△	—	△	○	
	機械工学系	○	△	△	—	—	○		
	電子工学系	○	△	△	—	—	○		
建築・都市環境学系	○	△	△	—	—	○			

- 「○」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受験した受験者は、数学Ⅲを含む問題を選択してください。  
理工学部の学系のみ受験した受験者は、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(前期・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(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。

(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. 次の各問に答えよ. (40点)

- (1) 等式  $x^{\log_2 x} = \frac{x^5}{2^6}$  が成り立つような実数  $x$  をすべて求めよ.
- (2) 複素数  $z = x + yi$  ( $i$  は虚数単位) は,  $x > 0, y > 0$  で  $z^2 = i$  をみたすという.  $z$  を求めよ.
- (3)  $f(x)$  は  $x^3$  の係数が1であるような3次式であり, 恒等式
 
$$(x+1)f(x) = (x-2)f(x+1)$$
 をみたしている.  $f(x)$  を求めよ.
- (4)  $f(x) = \frac{ax^3 + bx^2 + cx + d}{(x+2)(x-1)}$  が  $\lim_{x \rightarrow \infty} f(x) = 1$  と  $\lim_{x \rightarrow -1} f(x) = 0$  をみたすとき,  $c$  と  $d$  を求めよ.
- (5) 定積分  $\int_{-\pi}^{\pi} \{(\cos x + x^2)e^{x^3} - e^{-x^3} \cos x\} dx$  を求めよ.

2. 自然数  $n$  に対し, 平面上の3点  $A_n, B_n, C_n$  の間の距離を

$$\begin{cases} a_n = B_n C_n \\ b_n = A_n C_n \\ c_n = A_n B_n \end{cases}$$

とすると, 数列  $\{a_n\}, \{b_n\}, \{c_n\}$  は初項が  $a_1 = 0, b_1 = 3, c_1 = 3$  であり, それぞれの階差数列の一般項が  $2n+1, 2n+2, 2n+3$  であるという. このとき, 次の問に答えよ. (30点)

- (1) 数列  $\{d_n\}$  の初項が  $d$  であり, その階差数列が  $\{2n+\ell\}$  ( $\ell$  は定数) であるとき, その一般項を  $d_n = n^2 + pn + q$  (ただし  $p, q$  は定数) の形で表せ.
- (2) 一般項  $a_n, b_n, c_n$  を求めよ.
- (3)  $n \geq 2$  のとき,  $\angle A_n B_n C_n$  を求めよ.

(数学Ⅲを含む問題)

3. 自然数  $n$  と実数  $a$  に対し

$$F(a) = \int_0^1 (x^n - ax^2)^2 dx$$

とおく. このとき, 次の問に答えよ. (30点)

- (1)  $F(a)$  を求めよ.
- (2)  $F(a)$  が最小値をとるときの  $a$  の値を求めよ.
- (3)  $F(a)$  の最小値を求め, それが0になるような  $n$  をすべて求めよ.

(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. 次の各問に答えよ. (40点)

- (1) 等式  $x^{\log_2 x} = \frac{x^5}{2^6}$  が成り立つような実数  $x$  をすべて求めよ.
- (2) 複素数  $z = x + yi$  ( $i$  は虚数単位) は,  $x > 0, y > 0$  で  $z^2 = i$  をみたすという.  $z$  を求めよ.
- (3)  $f(x)$  は  $x^3$  の係数が1であるような3次式であり, 恒等式
 
$$(x+1)f(x) = (x-2)f(x+1)$$
 をみたしている.  $f(x)$  を求めよ.
- (4) 曲線  $y = x^3 + 2x^2 + 2x + 2$  の接線で点  $(0, 2)$  を通るものをすべて求めよ.
- (5) 定積分  $\int_0^1 \left\{ \sum_{k=1}^{100} k(k+1)x^k \right\} dx$  を求めよ.

2. 自然数  $n$  に対し, 平面上の3点  $A_n, B_n, C_n$  の間の距離を

$$\begin{cases} a_n = B_n C_n \\ b_n = A_n C_n \\ c_n = A_n B_n \end{cases}$$

とすると, 数列  $\{a_n\}, \{b_n\}, \{c_n\}$  は初項が  $a_1 = 0, b_1 = 3, c_1 = 3$  であり, それぞれの階差数列の一般項が  $2n+1, 2n+2, 2n+3$  であるという. このとき, 次の問に答えよ. (30点)

- (1) 数列  $\{d_n\}$  の初項が  $d$  であり, その階差数列が  $\{2n+\ell\}$  ( $\ell$  は定数) であるとき, その一般項を  $d_n = n^2 + pn + q$  (ただし  $p, q$  は定数) の形で表せ.
- (2) 一般項  $a_n, b_n, c_n$  を求めよ.
- (3)  $n \geq 2$  のとき,  $\angle A_n B_n C_n$  を求めよ.

(数学Ⅱ, 数学Bまでの問題)

3.  $a, b$  を実数とし,  $f(x) = ax^2 + bx$  とおく. すべての  $a, b$  に対して等式

$$\int_0^1 f(x) dx = \frac{f(\alpha) + f(\beta)}{2}$$

が成り立つような定数  $\alpha, \beta$  (ただし  $0 < \alpha < \beta < 1$ ) の性質を調べたい. このとき, 次の問に答えよ. (30点)

- (1)  $\int_0^1 f(x) dx$  を計算し,  $a, b$  を用いて表せ.
- (2)  $\alpha, \beta$  を求めよ.
- (3) 3次関数  $g(x) = x^3$  に対して

$$A = \int_0^1 g(x) dx, \quad B = \frac{g(\alpha) + g(\beta)}{2}$$

とすると,  $A, B$  の値を求めよ.

(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.

- 次の各問に答えよ. (40点)
  - 方程式  $\log_2(9 - 2^{x+1}) = 2 - x$  を解け.
  - $a, b$  を正の数とし, 実数  $x, y$  は  $\frac{x^2}{a^2} - \frac{y^2}{b^2} = 1$  をみたすとする.  $\frac{x^4}{a^4} + \frac{y^4}{b^4}$  の最小値とそのときの  $x$  の値をすべて求めよ.
  - 2次関数  $f(x) = x^2 + 4x + 1$  に対して, 相異なる実数  $a, b$  が  $f(a) = b, f(b) = a$  をみたしている. そのような実数の組  $(a, b)$  をすべて求めよ.
  - 自然数  $n$  に対して  $a_n = (e^n + e^{-n}) \cos n\pi, b_n = e^n \cos(n+1)\pi$  とする. 極限値  $\lim_{n \rightarrow \infty} (a_n + b_n)$  を求めよ.
  - 関数  $f(x) = \int_1^x (x-t) \cos t \, dt$  に対して定積分  $\int_{\frac{\pi}{2}}^{\frac{3\pi}{2}} f'(x) \sin x \, dx$  を求めよ.
- 定数  $k$  に対して, 方程式  $x^2 + y^2 + (k-4)x + (4+3k)y - 16k - 42 = 0$  で表される曲線を  $C$  とする.  $k$  の値に関わらず  $C$  が通る定点を  $A(a_1, a_2), B(b_1, b_2)$  (ただし  $a_1 < b_1$ ) とする. さらに線分  $AB$  の垂直二等分線  $\ell$  と  $x$  軸との交点を  $P$  とし, 中心が  $P$  で  $A$  を通る円の方程式を  $x^2 + y^2 + px + qy + r = 0$  とする. このとき, 次の問に答えよ. (30点)
  - $A, B$  の座標を求めよ.
  - $P$  の座標を求めよ.
  - $p, q, r$  を求めよ.

- 1 -

(数学Ⅲを含む問題)

- $m, n$  を1以上の整数とし,

$$I_{m,n} = \int_0^1 x^m(1-x)^n \, dx$$

とおく. このとき, 次の問に答えよ. (30点)

- $n \geq 2$  のとき  $I_{m,n} = c I_{m+1, n-1}$  をみたす  $c$  を  $m, n$  を用いて表せ.
- $I_{m,n}$  を  $m, n$  を用いて表せ.
- 定積分  $\int_0^{\frac{\pi}{2}} \tan^4 x (1 + \tan^2 x)(1 - \tan x)^5 \, dx$  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.

- 次の各問に答えよ. (40点)
  - 方程式  $\log_2(9 - 2^{x+1}) = 2 - x$  を解け.
  - $a, b$  を正の数とし, 実数  $x, y$  は  $\frac{x^2}{a^2} - \frac{y^2}{b^2} = 1$  をみたすとする.  $\frac{x^4}{a^4} + \frac{y^4}{b^4}$  の最小値とそのときの  $x$  の値をすべて求めよ.
  - 2次関数  $f(x) = x^2 + 4x + 1$  に対して, 相異なる実数  $a, b$  が  $f(a) = b, f(b) = a$  をみたしている. そのような実数の組  $(a, b)$  をすべて求めよ.
  - 3次関数  $f(x)$  が  $3f(x) - xf'(x) = (x+1)(x-3), f'(1) = 7$  をみたすとき,  $f(x)$  を求めよ.
  - $0 \leq t \leq 1$  とする.  $x = x(t), y = y(t), z = z(t)$  が,
 
$$\frac{x+y}{3} = \frac{y+z}{4} = \frac{z+x}{5} = t$$
 をみたすとき,
 
$$\int_0^1 \frac{(x+y+z)(xy+yz+zx)}{x^2+y^2+z^2} \, dt$$
 を求めよ.
- 定数  $k$  に対して, 方程式  $x^2 + y^2 + (k-4)x + (4+3k)y - 16k - 42 = 0$  で表される曲線を  $C$  とする.  $k$  の値に関わらず  $C$  が通る定点を  $A(a_1, a_2), B(b_1, b_2)$  (ただし  $a_1 < b_1$ ) とする. さらに線分  $AB$  の垂直二等分線  $\ell$  と  $x$  軸との交点を  $P$  とし, 中心が  $P$  で  $A$  を通る円の方程式を  $x^2 + y^2 + px + qy + r = 0$  とする. このとき, 次の問に答えよ. (30点)
  - $A, B$  の座標を求めよ.
  - $P$  の座標を求めよ.
  - $p, q, r$  を求めよ.

- 7 -

(数学Ⅱ, 数学Bまでの問題)

- 自然数  $n$  に対して, 1次関数  $f_n(x)$  を

$$\begin{cases} f_1(x) = x + 2, \\ f_{n+1}(x) = \int_x^{x+2} f_n(t) \, dt \end{cases}$$

で定める. このとき, 次の問に答えよ. (30点)

- $f_2(x)$  を求めよ.
- $f_n(x) = a_n x + b_n$  とおくと,  $a_{n+1}$  を  $a_n$  で表せ. さらに  $b_{n+1}$  を  $a_n$  と  $b_n$  で表せ.
- $f_n(x)$  を求めよ.

- 8 -

(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. 次の各問に答えよ. (40点)

- (1)  $x^{1000} + x^{999} + x + 1$  を  $x^2 + 1$  で割った余りを求めよ.
- (2)  $0 < \alpha < \frac{\pi}{4}, 0 < \beta < \frac{\pi}{4}$  をみたす  $\alpha, \beta$  に対して  $\left(1 - \frac{2}{\tan \alpha}\right) \left(1 - \frac{2}{\tan \beta}\right) = 5$  が成り立つとき,  $\tan(\alpha + \beta)$  の値を求めよ.
- (3) 平面上の集合  $\{(x, y) | x, y \text{ は } 0 \text{ 以上 } 3 \text{ 以下の整数}\}$  から相異なる3点を選ぶとき, それらが一直線上にある確率を求めよ.
- (4) 極限値  $\lim_{n \rightarrow \infty} \frac{2^{n+1} + 3^{n+1}}{2^n + 3^n}$  を求めよ.
- (5) 曲線  $y = e^{-x}$  上の点  $(t, e^{-t})$  における接線と  $x$  軸と  $y$  軸で囲まれた図形の面積が  $e^{-t}$  となるような  $t$  の値をすべて求めよ.

2.  $a_1 = 3, a_{n+1} = a_n^2 - 2a_n + 2$  ( $n = 1, 2, 3, \dots$ ) で定められた数列  $\{a_n\}$  がある. このとき, 次の問に答えよ. (30点)

- (1)  $a_2, a_3$  を求めよ.
- (2)  $b_n = a_n - 1$  とおくと,  $b_{n+1}$  を  $b_n$  で表せ.
- (3)  $c_n = \log_2 b_n$  とおくと, 数列  $\{c_n\}$  の一般項を求めよ.
- (4) 数列  $\{a_n\}$  の一般項を求めよ.

(数学Ⅲを含む問題)

3. 自然数  $n$  に対し

$$I_n(x) = \int_0^x \frac{t^{2n+1}}{t^2 + 1} dt$$

とおく. このとき, 次の問に答えよ. (30点)

- (1)  $I_1(x)$  を,  $u = t^2 + 1$  とおいて置換積分を行うことによって求めよ.
- (2)  $I_{n+1}(x) + I_n(x)$  を求めよ.
- (3)  $I_4(1)$  を求めよ.

(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. 次の各問に答えよ. (40点)

- (1)  $x^{1000} + x^{999} + x + 1$  を  $x^2 + 1$  で割った余りを求めよ.
- (2)  $0 < \alpha < \frac{\pi}{4}, 0 < \beta < \frac{\pi}{4}$  をみたす  $\alpha, \beta$  に対して  $\left(1 - \frac{2}{\tan \alpha}\right) \left(1 - \frac{2}{\tan \beta}\right) = 5$  が成り立つとき,  $\tan(\alpha + \beta)$  の値を求めよ.
- (3) 平面上の集合  $\{(x, y) | x, y \text{ は } 0 \text{ 以上 } 3 \text{ 以下の整数}\}$  から相異なる3点を選ぶとき, それらが一直線上にある確率を求めよ.
- (4) 定数  $k$  に対して方程式  $x^3 - \frac{9}{2}x^2 + 6x - k = 0$  が異なる3つの実数解をもつような  $k$  の範囲を求めよ.
- (5) 定積分  $\int_{-1}^3 |x^3 - 3x^2 - x + 3| dx$  を求めよ.

2.  $a_1 = 3, a_{n+1} = a_n^2 - 2a_n + 2$  ( $n = 1, 2, 3, \dots$ ) で定められた数列  $\{a_n\}$  がある. このとき, 次の問に答えよ. (30点)

- (1)  $a_2, a_3$  を求めよ.
- (2)  $b_n = a_n - 1$  とおくと,  $b_{n+1}$  を  $b_n$  で表せ.
- (3)  $c_n = \log_2 b_n$  とおくと, 数列  $\{c_n\}$  の一般項を求めよ.
- (4) 数列  $\{a_n\}$  の一般項を求めよ.

(数学Ⅱ, 数学Bまでの問題)

3. 2つの2次関数  $f(x), g(x)$  に対して  $p = \int_0^1 f(x) dx, q = \int_0^1 g(x) dx$  とする. 実数  $a$  に対して  $f(x), g(x)$  は

$$f(x) = 3x^2 + 2qx + a, \quad g(x) = -3x^2 + 8px + a$$

をみたしているとする. このとき, 次の問に答えよ. (30点)

- (1)  $p, q$  を  $a$  を用いて表せ.
- (2) 2つの放物線  $y = f(x), y = g(x)$  の共有点が1つであるような  $a$  を求めよ.
- (3) 2つの放物線  $y = f(x), y = g(x)$  の共有点が2つであり, これら2つの放物線で囲まれた図形の面積が1となるような  $a$  を求めよ.

(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.

- 次の各問に答えよ. (40点)
  - 方程式  $8^x + 8^{1-x} = 6$  を解け.
  - 直線  $2x + 3y + 1 = 0$  に関して点  $A(-1, a)$  と点  $B(b, 2)$  が対称となるような  $a, b$  の値を求めよ.
  - 1から4までの整数を1つずつ書いた4枚のカードの中から, A, B, Cの3人が順に1枚のカードを取り出してもとに戻す. A, B, Cが引いたカードの数をそれぞれ  $a, b, c$  とするとき, 2次方程式  $ax^2 + bx + c = 0$  が異なる実数解をもつ確率を求めよ.
  - 自然数  $n$  に対して  $a_n = \frac{1 \cdot 3 \cdot 5 \cdots (2n-1)}{n!}$  とする. 極限值  $\lim_{n \rightarrow \infty} \frac{a_{n+1}}{a_n}$  を求めよ.
  - 定積分  $\int_0^{\frac{\pi}{2}} \cos 3x \cos x \, dx$  を求めよ.
- 実数  $\cos 72^\circ$  の値を求めたい.  $\alpha = \cos 72^\circ$  とおく. このとき, 次の問に答えよ. (30点)
  - $\cos 144^\circ$  を  $\alpha$  を用いて表せ. また  $\cos 216^\circ$  を  $\alpha$  を用いて表せ.
  - $144^\circ + 216^\circ = 360^\circ$  に注意して, 方程式  $f(x) = 0$  が  $\alpha$  を解にもつような整数係数の3次式  $f(x)$  を1つ求めよ.
  - $\alpha$  の値を求めよ.

(数学Ⅲを含む問題)

- 曲線  $C: y = e^x + x$  の接線であって原点を通るものを  $\ell$  とする. 曲線  $C$  と接線  $\ell$ , および  $y$  軸で囲まれた図形を  $x$  軸のまわりに1回転させてできる回転体の体積を  $V$  とする. このとき, 次の問に答えよ. (30点)
  - $\ell$  の方程式を求めよ.
  - 不定積分  $\int xe^x \, dx$  を求めよ.
  - $V$  を求めよ.

(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.

- 次の各問に答えよ. (40点)
  - 方程式  $8^x + 8^{1-x} = 6$  を解け.
  - 直線  $2x + 3y + 1 = 0$  に関して点  $A(-1, a)$  と点  $B(b, 2)$  が対称となるような  $a, b$  の値を求めよ.
  - 1から4までの整数を1つずつ書いた4枚のカードの中から, A, B, Cの3人が順に1枚のカードを取り出してもとに戻す. A, B, Cが引いたカードの数をそれぞれ  $a, b, c$  とするとき, 2次方程式  $ax^2 + bx + c = 0$  が異なる実数解をもつ確率を求めよ.
  - 整式  $f(x)$  が  $\{f'(x)\}^2 = f(x)$  および  $f(0) = 4, f'(0) < 0$  をみたすとき,  $f(x)$  を求めよ.
  - 曲線  $y = x^2 + 6x - 4$ , 直線  $y = 3x + 6$ , および  $y$  軸で囲まれた図形の  $x \geq 0$  の部分の面積を求めよ.
- 実数  $\cos 72^\circ$  の値を求めたい.  $\alpha = \cos 72^\circ$  とおく. このとき, 次の問に答えよ. (30点)
  - $\cos 144^\circ$  を  $\alpha$  を用いて表せ. また  $\cos 216^\circ$  を  $\alpha$  を用いて表せ.
  - $144^\circ + 216^\circ = 360^\circ$  に注意して, 方程式  $f(x) = 0$  が  $\alpha$  を解にもつような整数係数の3次式  $f(x)$  を1つ求めよ.
  - $\alpha$  の値を求めよ.

(数学Ⅱ, 数学Bまでの問題)

- 関数  $f(x) = x^3 - 3x^2 - 6x + 8$  に対して曲線  $y = f(x)$  を  $C$  とする. このとき, 次の問に答えよ. (30点)
  - 関数  $f(x)$  が極値をとるときの  $x$  の値を求めよ.
  - $-\frac{4}{5} \leq x \leq 2$  の範囲で  $f(x)$  は  $x = a$  で最大値,  $x = b$  で最小値をとる.  $a, b, f(a), f(b)$  を求めよ.
  - (2) で求めた  $a, b$  に対して, 曲線  $C$ , 直線  $x = a$ , 直線  $x = b$ , および  $x$  軸で囲まれた図形の面積  $S$  を求めよ.

(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. 次の各問に答えよ。(40点)

- (1)  $xy$  平面において, 点  $P$  が曲線  $x^2 + y^2 - 4x - 2y + 4 = 0$  上を動くとき,  $P$  と直線  $3x - y + 5 = 0$  の距離の最小値を求めよ.
- (2) 四面体  $OABC$  において,  $\triangle ABC$  の重心を  $G$  とし, 線分  $OG$  の中点を  $M$  とする. 直線  $CM$  と  $\triangle OAB$  の交点を  $P$  とするとき,  $\vec{OP}$  を  $\vec{OA}$  と  $\vec{OB}$  を用いて表せ.
- (3) 1 から 10 までの番号が書かれた 10 枚のカードの入った袋がある. ここから同時にカードを 2 枚取り出す. このとき, 2 枚のカードに書かれた番号の積が, ある整数の 2 乗になっている確率を求めよ.
- (4) 絶対値が 1 の複素数  $z$  で,  $z^2 + \bar{z}$  が実数となるものをすべて求めよ. ただし,  $\bar{z}$  は  $z$  と共役な複素数とする.
- (5) 直線  $y = 3x + 2$  が曲線  $y = x(a - \log x)^2$  の接線であるとき, 実数  $a$  の値を求めよ.

- 1 -

(数学Ⅲを含む問題)

2.  $a$  を実数とする. 2 つの関数

$$f(x) = -x^2 + 2(a+1)x - a^3 - a^2 + a + 6,$$

$$g(x) = x^3 - 3(a-1)x^2 + 3a(a-2)x + 5$$

について, 次の問に答えよ。(30点)

- (1)  $f(x)$  が最大値をとるときの  $x$  の値を  $s$  とおく.  $s$  を  $a$  を用いて表せ. また,  $a$  が実数全体を動くとき,  $xy$  平面上の点  $P(s, f(s))$  の軌跡  $C_1$  の方程式を求めよ.
- (2)  $g(x)$  が極小値をとるときの  $x$  の値を  $t$  とおく.  $t$  を  $a$  を用いて表せ. また,  $a$  が実数全体を動くとき,  $xy$  平面上の点  $Q(t, g(t))$  の軌跡  $C_2$  の方程式を求めよ.
- (3) (1) の  $C_1$  と (2) の  $C_2$  で囲まれた部分の面積  $S$  を求めよ.

3.  $a$  を正の実数とする. 関数  $f(x) = a \cos x + \sin x$  ( $0 \leq x \leq \frac{\pi}{2}$ ) が最大値をとるときの  $x$  の値を  $c$  とおく. このとき, 次の問に答えよ。(30点)

- (1)  $\cos c, \sin c$  をそれぞれ  $a$  を用いて表せ.
- (2)  $t = a \sin x - \cos x$  とおく.  $0 \leq x \leq c$  のとき,  $t$  の値の範囲を求めよ.
- (3)  $\{f(x)\}^2$  を  $a$  と (2) の  $t$  を用いて表せ.
- (4) 定積分  $\int_0^c \{f(x)\}^3 dx$  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. 次の各問に答えよ。(40点)

- (1)  $xy$  平面において, 点  $P$  が曲線  $x^2 + y^2 - 4x - 2y + 4 = 0$  上を動くとき,  $P$  と直線  $3x - y + 5 = 0$  の距離の最小値を求めよ.
- (2) 四面体  $OABC$  において,  $\triangle ABC$  の重心を  $G$  とし, 線分  $OG$  の中点を  $M$  とする. 直線  $CM$  と  $\triangle OAB$  の交点を  $P$  とするとき,  $\vec{OP}$  を  $\vec{OA}$  と  $\vec{OB}$  を用いて表せ.
- (3) 1 から 10 までの番号が書かれた 10 枚のカードの入った袋がある. ここから同時にカードを 2 枚取り出す. このとき, 2 枚のカードに書かれた番号の積が, ある整数の 2 乗になっている確率を求めよ.
- (4)  $0 \leq x \leq \pi$  のとき, 方程式  $\sin 2x + \sqrt{3} \cos 2x = \sqrt{2}$  を解け.
- (5)  $O$  を原点とする  $xyz$  空間において, 2 点  $A(-1, 0, 0), B(1, 2, t)$  を考える.  $\triangle OAP$  が正三角形となるような点  $P$  が直線  $AB$  上に存在するとき, 実数  $t$  の値を求めよ.

- 7 -

(数学Ⅱ, 数学Bまでの問題)

2.  $a$  を実数とする. 2 つの関数

$$f(x) = -x^2 + 2(a+1)x - a^3 - a^2 + a + 6,$$

$$g(x) = x^3 - 3(a-1)x^2 + 3a(a-2)x + 5$$

について, 次の問に答えよ。(30点)

- (1)  $f(x)$  が最大値をとるときの  $x$  の値を  $s$  とおく.  $s$  を  $a$  を用いて表せ. また,  $a$  が実数全体を動くとき,  $xy$  平面上の点  $P(s, f(s))$  の軌跡  $C_1$  の方程式を求めよ.
- (2)  $g(x)$  が極小値をとるときの  $x$  の値を  $t$  とおく.  $t$  を  $a$  を用いて表せ. また,  $a$  が実数全体を動くとき,  $xy$  平面上の点  $Q(t, g(t))$  の軌跡  $C_2$  の方程式を求めよ.
- (3) (1) の  $C_1$  と (2) の  $C_2$  で囲まれた部分の面積  $S$  を求めよ.

3. 正の実数  $a, b, t$  が  $b = 2a, a + b + t = 2$  を満たすとする.  $OA = a, OB = b, AB = t$  となる  $\triangle OAB$  が存在するとき, 次の問に答えよ。(30点)

- (1)  $a, b$  をそれぞれ  $t$  を用いて表せ. また,  $t$  のとりうる値の範囲を求めよ.
- (2) 直線  $AB$  上の点  $C$  を, 直線  $AB$  と直線  $OC$  が垂直となるようにとるとき, 線分  $BC$  の長さを  $t$  を用いて表せ.
- (3)  $\triangle OAB$  の面積  $S$  を  $t$  を用いて表せ.
- (4) (3) の  $S$  が最大となるときの  $t$  の値を求めよ.

- 8 -

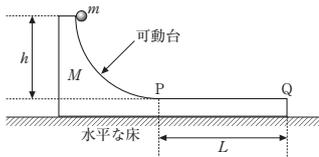
物理問題

(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. 次の各問いに答えなさい。(36点)

(i) 図のように、円弧面と水平面PQがなめらかにつながった面を持つ質量  $M$  の可動台が、滑らかで水平な床の上に静止している。可動台の水平面から高さ  $h$  の位置より質量  $m$  の小物体を静かに滑らせたところ、小物体は円弧面を滑り下り、PQを通過して可動台から飛び出した。可動台の面は全て滑らかであり、PQの長さを  $L$ 、重力加速度の大きさを  $g$  とする。



- (A) 点Pを通過する瞬間、小物体の床に対する速さを求めなさい。
- (B) 小物体が点Pを通過してから、点Qを通過するまでにかかる時間を求めなさい。

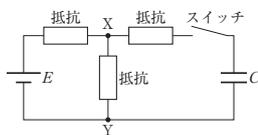
(物理)

番号	1	2
(A) の解答群	$\sqrt{2gh}$	$\sqrt{\frac{2Mgh}{m+M}}$
3	4	5
	$\sqrt{\frac{2mgh}{M}}$	$\sqrt{\frac{2Mgh}{m}}$
		$\sqrt{\frac{2(m+M)gh}{M}}$

番号	1	2
(B) の解答群	$\frac{L}{\sqrt{2gh}}$	$L\sqrt{\frac{m+M}{2Mgh}}$
3	4	5
	$L\sqrt{\frac{M}{2mgh}}$	$L\sqrt{\frac{m}{2Mgh}}$
		$L\sqrt{\frac{M}{2(m+M)gh}}$

(物理)

(ii) 図のように、内部抵抗を無視できる起電力  $E$  の電池、同じ大きさの抵抗値を持つ3つの抵抗、電気容量  $C$  のコンデンサー、スイッチからなる回路がある。はじめスイッチは開いており、コンデンサーに電荷は蓄えられていなかった。



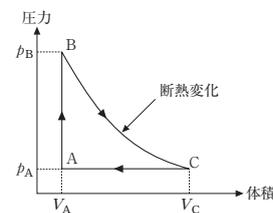
- (C) 開いていたスイッチを閉じた。閉じた直後における点Xと点Yの間の電位差を求めなさい。
- (D) スイッチを閉じてじゅうぶん時間が経過した。コンデンサーに蓄えられている静電エネルギーを求めなさい。

番号	1	2	3	4	5
(C) の解答群	$2E$	$E$	$\frac{3E}{4}$	$\frac{E}{2}$	$\frac{E}{3}$

番号	1	2	3	4	5
(D) の解答群	$CE^2$	$\frac{CE^2}{2}$	$\frac{9CE^2}{32}$	$\frac{CE^2}{8}$	$\frac{CE^2}{18}$

(物理)

(iii) 図のように、1モルの単原子分子理想気体を、圧力  $p_A$ 、体積  $V_A$  の状態Aから定積変化により圧力  $p_B$ 、体積  $V_A$  の状態Bへ、状態Bから断熱変化により圧力  $p_A$ 、体積  $V_C$  の状態Cにした後、定圧変化により状態Aに戻した。



- (E) A → B の変化において、気体が外部から吸収した熱量を求めなさい。
- (F) A → B → C → A の変化で、気体が外部にする正味の仕事を求めなさい。

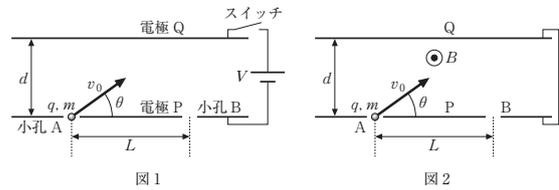
番号	1	2
(E) の解答群	$\frac{1}{2}(p_B - p_A)V_A$	$(p_B - p_A)V_A$
3	4	5
	$\frac{3}{2}(p_B - p_A)V_A$	$2(p_B - p_A)V_A$
		$\frac{5}{2}(p_B - p_A)V_A$

(物理)

番号	1
(F) 解答群	$\frac{\rho_A V_C + (2\rho_B - \rho_A) V_A}{2}$
2	3
$\frac{\rho_A V_C + (2\rho_B + 3\rho_A) V_A}{2}$	$\frac{-5\rho_A V_C + (2\rho_B + 3\rho_A) V_A}{2}$
4	5
$\frac{-5\rho_A V_C + (2\rho_B - 5\rho_A) V_A}{2}$	$\frac{\rho_A V_C + (2\rho_B - 5\rho_A) V_A}{2}$

(物理)

2. 図1のように、距離  $L$  離れた2つの小孔 A, B を持つ電極 P と、P に平行で距離  $d$  隔てられた電極 Q が、電圧  $V$  の電源とスイッチに接続されている。スイッチを閉じて、質量  $m$ 、電気量  $q (> 0)$  の荷電粒子を小孔 A から電極 P に対して角度  $\theta$  の方向へ速さ  $v_0$  で電極間へ打ち込んだところ、荷電粒子は電極に衝突することなく、小孔 B から飛び出した。重力の影響はなく、はじめ電極間には磁場は加えられていなかった。(24点)



- (A) 電極間にある荷電粒子が受ける力の大きさを求めなさい。  
 (B) 電圧  $V$  を、 $m, v_0, d, q, L, \theta$  を用いて表しなさい。  
 (C) 次に、図2のように電源を外して電極 P と Q を導線でつないで等電位にし、電極間に磁束密度の大きさが  $B$  の磁場を紙面と垂直に裏から表へ向けて加えた。その後、小孔 A から(A)と同じ荷電粒子を電極 P に対して角度  $\theta$  の方向へ速さ  $v_0$  で電極間へ打ち込んだところ、荷電粒子は電極に衝突することなく、小孔 B から飛び出した。このとき、電極間にある荷電粒子が受ける力の大きさを求めなさい。  
 (D) (C)のとき、磁束密度の大きさを  $B$  を、 $m, v_0, q, L, \theta$  を用いて表しなさい。

(物理)

番号	1	2	3	4	5
(A) 解答群	$qV$	$qVd$	$qVL$	$\frac{qV}{d}$	$\frac{qV}{L}$

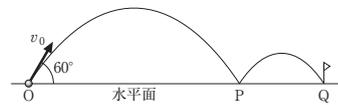
番号	1	2
(B) 解答群	$\frac{mv_0^2 d \sin \theta}{2qL}$	$\frac{mv_0^2 d \cos \theta}{2qL}$
3	4	5
$\frac{mv_0^2 d \sin 2\theta}{qL}$	$\frac{mv_0^2 d \cos 2\theta}{qL}$	$\frac{mv_0^2 d \tan 2\theta}{qL}$

番号	1	2
(C) 解答群	$qv_0 B$	$qv_0 B \sin \theta$
3	4	5
$qv_0 B \cos \theta$	$qv_0 B \sin 2\theta$	$qv_0 B \cos 2\theta$

番号	1	2
(D) 解答群	$\frac{2mv_0 \sin \theta}{qL}$	$\frac{2mv_0 \cos \theta}{qL}$
3	4	5
$\frac{2mv_0 \tan \theta}{qL}$	$\frac{2mv_0 \sin 2\theta}{qL}$	$\frac{2mv_0 \cos 2\theta}{qL}$

(物理)

3. 図のように、水平面上の点 O から速さ  $v_0$  で水平面と角度  $60^\circ$  の方向へ打ち出されたゴルフボールが、滑らかな水平面上の点 P で1回だけバウンドした後、水平面上の点 Q にあるカップに入った。ゴルフボールとカップの大きさおよび空気抵抗は無視でき、ゴルフボールと水平面との反発係数を  $e$ 、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) ゴルフボールが到達する最高点の水平面からの高さを求めなさい。  
 (B) OP の水平距離を求めなさい。  
 (C) 点 P でバウンドした直後におけるゴルフボールの速さを求めなさい。  
 (D) PQ の水平距離を求めなさい。

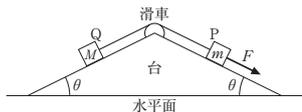
物理問題

(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は解答用紙に書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) 図のように、質量  $m$  の小物体 P と質量  $M (> m)$  の小物体 Q を結んだ軽く丈夫な糸を台の頂点の軽い滑車へかけて、台の2つの滑らかな斜面上に P と Q を置き、P が動き出さないように P へ斜面下方の力  $F$  を斜面に平行に加えて静止させる。台は水平面上に固定されており、糸は斜面と平行であり、台の2つの斜面の傾斜角を  $\theta$ 、重力加速度の大きさを  $g$  とする。



- (A) 力  $F$  の大きさを、 $m, M, g, \theta$  を用いて表しなさい。
- (B) 力  $F$  を取り除くと、P と Q は同時に動き出した。P と Q が斜面上を動いているときの糸の張力の大きさを求めなさい。

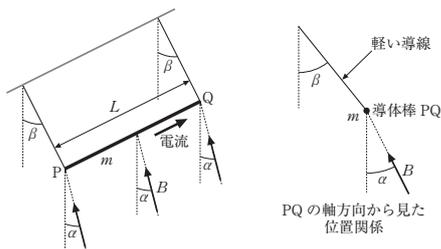
(物理)

番号	1	2
(A) の解答群	$(M - m)g \sin \theta$	$(M - m)g \cos \theta$
3	4	5
	$(M + m)g \sin \theta$	$(M - m)g \tan \theta$

番号	1	2
(B) の解答群	$\frac{Mmg \cos \theta}{M - m}$	$\frac{Mmg \sin \theta}{M + m}$
3	4	5
	$\frac{2Mmg \cos \theta}{M + m}$	$\frac{2Mmg \sin \theta}{M + m}$
		$\frac{2Mmg \tan \theta}{M + m}$

(物理)

(ii) 質量  $m$ 、長さ  $L$  の導体棒 PQ が軽い導線で水平につるされており、PQ に垂直に鉛直方向から角度  $\alpha$  で上向きに磁束密度の大きさ  $B$  の一様な磁場が加えられている。PQ に電流を流したところ、図のように PQ は鉛直方向から角度  $\beta (> \alpha)$  傾いてつりあった。重力加速度の大きさを  $g$  とする。



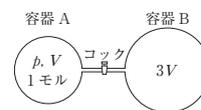
- (C) 導体棒 PQ に流れている電流が磁場から受ける力の大きさを求めなさい。
- (D)  $\alpha = \frac{\beta}{2}$  としたとき、PQ に流れている電流の大きさを求めなさい。

番号	1	2	3	4	5
(C) の解答群	$\frac{mg \sin \beta}{\cos(\beta + \alpha)}$	$\frac{mg \sin \alpha}{\cos(\beta - \alpha)}$	$\frac{mg \sin \beta}{\cos(\beta - \alpha)}$	$\frac{mg \cos \beta}{\cos(\beta - \alpha)}$	$\frac{mg \cos \beta}{\cos(\beta + \alpha)}$

番号	1	2	3	4	5
(D) の解答群	$\frac{2mg}{BL} \sin \beta$	$\frac{2mg}{BL} \cos \frac{\beta}{2}$	$\frac{mg}{BL} \sin \frac{\beta}{2}$	$\frac{mg}{BL} \cos \frac{\beta}{2}$	$\frac{2mg}{BL} \sin \frac{\beta}{2}$

(物理)

(iii) 図のように、体積  $V$  と  $3V$  の断熱容器 A と B を断熱されたコック付きの細い管でつないだ。はじめ A には圧力  $p$  の単原子分子理想気体 1 モルが封入されており、B の内部は真空でコックは閉じていた。次に、コックを開いてしばらくぶんな時間が経過した。コックの開閉の前後で気体の内部エネルギーは変化しないものとする。



- (E) コックを開いてしばらく時間が経過した後の気体の温度は、コックを開く前の気体の温度の何倍になるか求めなさい。
- (F) (E) のとき、気体の圧力を求めなさい。

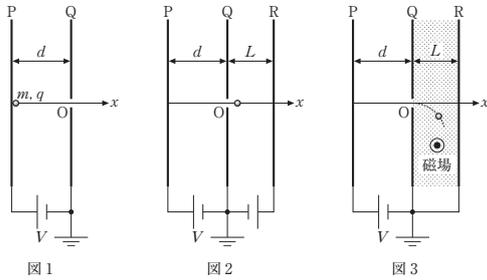
番号	1	2	3	4	5
(E) の解答群	$\frac{1}{4}$	$\frac{1}{2}$	$\frac{2}{3}$	$\frac{3}{4}$	1

(倍)

番号	1	2	3	4	5
(F) の解答群	$\frac{p}{4}$	$\frac{p}{2}$	$\frac{2p}{3}$	$\frac{3p}{4}$	$p$

(物理)

2. 図1のように、平板電極Pと小孔があいている平板電極Qを距離  $d$  隔てて平行に固定し、Pに静止している電気量  $q (> 0)$ 、質量  $m$  の荷電粒子を、PQ間に電位差  $V$  を与えて加速し、小孔を通過させた。Qの小孔の位置を原点Oに定め、両電極に垂直な荷電粒子の運動方向に沿って  $x$  軸を設定する。空気抵抗や重力の影響は無視できるとする。(24点)



- (A) 電極PQ間の荷電粒子の加速度の大きさを求めなさい。  
 (B) Oを通過した瞬間の荷電粒子の速さを求めなさい。  
 (C) 図2のように、 $x = L$ の位置にQと平行に平板電極Rを配置し、逆方向に電位差を与えて、Rに荷電粒子が到達しないようにしたい。このときQR間の電場の大きさはいくらより大きくしなければならないか。  
 (D) 次に、図3のようにQとRの電位差を0にして、QR間の領域にのみ紙面に垂直に裏から表へ向けて一様な磁場を加え、Rに荷電粒子が到達しないようにしたい。このとき磁場の磁束密度の大きさはいくらより大きくしなければならないか。

(物理)

番号	1	2	3	4	5
(A) の解答群	$\frac{qV}{2md}$	$\frac{qV}{md}$	$\frac{2qV}{md}$	$\frac{qV}{d}$	$\frac{2qV}{d}$

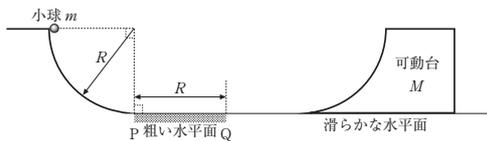
番号	1	2	3	4	5
(B) の解答群	$\sqrt{\frac{qV}{2m}}$	$\sqrt{\frac{qV}{m}}$	$\sqrt{\frac{2qV}{m}}$	$\frac{1}{2}\sqrt{\frac{qV}{m}}$	$2\sqrt{\frac{qV}{m}}$

番号	1	2	3	4	5
(C) の解答群	$\frac{V}{L+d}$	$\frac{V}{2L}$	$\frac{V}{d}$	$\frac{V}{L}$	$\frac{2V}{L}$

番号	1	2	3	4	5
(D) の解答群	$\frac{1}{2L}\sqrt{\frac{mV}{q}}$	$\frac{1}{L}\sqrt{\frac{2mV}{q}}$	$\frac{1}{L}\sqrt{\frac{mV}{2q}}$	$\frac{1}{L}\sqrt{\frac{mV}{q}}$	$\frac{2}{L}\sqrt{\frac{mV}{q}}$

(物理)

3. 図のように、半径  $R$  の滑らかな円弧面が最下点Pで水平面となめらかにつながっている。水平面のPからQまでの長さ  $R$  の区間の面は粗く、PQ間以外の水平面は滑らかである。また、滑らかな円弧面を持つ質量  $M$  の可動台が水平面上の滑らかな部分に置かれている。可動台の円弧面の左端は水平面となめらかにつながっている。質量  $m$  の小球を、円弧面上端の水平面からの高さ  $R$  の位置より静かに滑らせたところ、小球は円弧面を滑り下り、PQ間を通過した後、可動台の円弧面上をある高さまで上がって可動台に対して一旦静止した。小球と粗い水平面との動摩擦係数を  $\mu$ 、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) 点Pを通過する直前の、小球の速さと小球が円弧面から受ける垂直抗力の大きさをそれぞれ求めなさい。  
 (B) 点Qを通過した直後の小球の速さを求めなさい。  
 (C) 小球が可動台の円弧面を滑り上がって可動台に対して一旦静止したとき、水平面に対する可動台の速さを求めなさい。  
 (D) (C)のとき、小球の水平面からの高さを求めなさい。

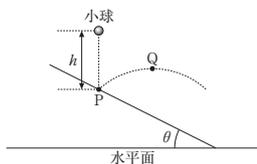
物理問題

(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は解答用紙に書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) 図のように、水平面に対して角度  $\theta$  ( $< 45^\circ$ ) をなす斜面上の点Pの鉛直上方高さ  $h$  の位置から小球を自由落下させたところ、小球は斜面と弾性衝突し、放物線軌道の頂点Qに到達した。重力加速度の大きさを  $g$  とする。



- (A) 頂点Qにおける小球の速さを求めなさい。  
 (B) Qの点Pからの高さを求めなさい。

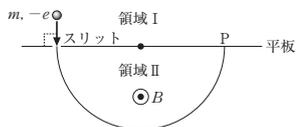
番号	1	2
(A) の解答群	$\sqrt{2gh} \sin 2\theta$	$\sqrt{2gh} \sin \theta$
3	4	5
$\sqrt{2gh} \tan \theta$	$\sqrt{2gh} \cos \theta$	$\sqrt{2gh} \cos 2\theta$

(物理)

番号	1	2	3	4	5
(B) の解答群	$h \sin^2 2\theta$	$h \sin^2 \theta$	$h \tan^2 \theta$	$h \cos^2 \theta$	$h \cos^2 2\theta$

(物理)

- (ii) 真空中において、領域Iで静止していた電子を電位差  $V$  で加速した直後に、図のように平板にあけたスリットを通して、紙面と垂直に裏から表に向かう磁束密度の大きさが  $B$  の磁場が加えられた領域IIに平板に対して垂直に入射させたところ、電子は円軌道を描きながら点Pに到達した。電子の質量を  $m$ 、電気量を  $-e$  ( $e > 0$ ) とする。



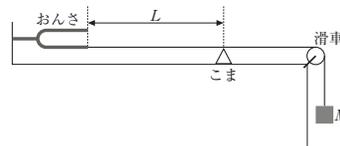
- (C) スリットを通過した直後の電子の速さを求めなさい。  
 (D) 円軌道の半径を求めなさい。

番号	1	2	3	4	5
(C) の解答群	$\sqrt{\frac{eV}{2m}}$	$\sqrt{\frac{eV}{m}}$	$\sqrt{\frac{2eV}{m}}$	$2\sqrt{\frac{m}{eV}}$	$\sqrt{\frac{m}{2eV}}$

番号	1	2	3	4	5
(D) の解答群	$\frac{1}{B}\sqrt{\frac{2e}{mV}}$	$\frac{2}{B}\sqrt{\frac{e}{mV}}$	$\frac{1}{B}\sqrt{\frac{mV}{2e}}$	$\frac{1}{B}\sqrt{\frac{mV}{e}}$	$\frac{1}{B}\sqrt{\frac{2mV}{e}}$

(物理)

- (iii) 図のように、弦の一端に振動数  $f$  のおんさが、また他端には質量  $M$  のおもりが取り付けられ、おもりを滑車を介して吊り下げることににより、弦に一定の張力が加わるようになっている。途中にこまを置き、おんさを鳴らしながらその位置を調整したところ、おんさからの距離が  $L$  のとき、おんさとこまの間の弦に3つの腹を持つ定常波が生じた。ただし弦の線密度(単位長さあたりの質量)は一定であり、重力加速度の大きさを  $g$  とする。



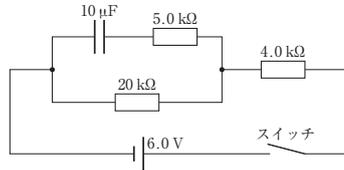
- (E) 弦を伝わる波の波長を求めなさい。  
 (F) 弦の線密度を求めなさい。

番号	1	2	3	4	5
(E) の解答群	$\frac{1}{3}L$	$\frac{2}{3}L$	$L$	$\frac{3}{2}L$	$3L$

番号	1	2	3	4	5
(F) の解答群	$\frac{Mg}{9L^2f^2}$	$\frac{Mg}{3L^2f^2}$	$\frac{Mg}{L^2f^2}$	$\frac{9Mg}{4L^2f^2}$	$\frac{3Mg}{L^2f^2}$

(物理)

2. 図のように、電気容量  $10 \mu\text{F}$  のコンデンサー、抵抗値  $4.0 \text{ k}\Omega$ 、 $5.0 \text{ k}\Omega$ 、 $20 \text{ k}\Omega$  の3つの抵抗、起電力  $6.0 \text{ V}$  で内部抵抗の無視できる電池、スイッチからなる回路がある。はじめスイッチは開いており、コンデンサーに電荷は蓄えられていなかった。(24点)



- (A) スイッチを閉じた直後に、 $4.0 \text{ k}\Omega$  の抵抗に流れる電流の大きさを求めなさい。  
 (B) スイッチを閉じてからじゅうぶん時間が経過したときに、 $20 \text{ k}\Omega$  の抵抗に流れる電流の大きさを求めなさい。  
 (C) (B)のとき、コンデンサーに蓄えられている電気量を求めなさい。  
 (D) (B)の後、スイッチを再び開いた。スイッチを開いてからじゅうぶん時間が経過するまでの間に、 $5.0 \text{ k}\Omega$  の抵抗で発生するジュール熱を求めなさい。

(物理)

番号	1	2	3	4	5
(A) の解答群	0.25	0.30	0.50	0.75	1.0

(mA)

番号	1	2	3	4	5
(B) の解答群	0.25	0.30	0.50	0.75	1.0

(mA)

番号	1	2	3	4	5
(C) の解答群	$1.0 \times 10^{-5}$	$2.0 \times 10^{-5}$	$3.0 \times 10^{-5}$	$4.0 \times 10^{-5}$	$5.0 \times 10^{-5}$

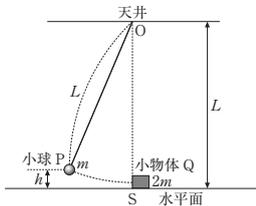
[C]

番号	1	2	3	4	5
(D) の解答群	$9.0 \times 10^{-6}$	$2.5 \times 10^{-5}$	$3.6 \times 10^{-5}$	$4.5 \times 10^{-5}$	$1.0 \times 10^{-4}$

[J]

(物理)

3. 図のように、天井の点 O と小球 P が長さ  $L$  の軽くて丈夫な糸で結ばれており、O の鉛直下方に距離  $L$  離れた滑らかな水平面上の点 S には小物体 Q が静止して置かれている。糸を張った状態で P を水平面から高さ  $h$  持ち上げて静かにはなしたところ、P は Q と弾性衝突して跳ね返った。 $h$  は  $L$  よりもじゅうぶんに小さく、P の質量を  $m$ 、Q の質量を  $2m$ 、重力加速度の大きさを  $g$  とし、以下の各問に答えなさい。(40点)



- (A) 衝突する直前の小球 P の速さと糸の張力をそれぞれ求めなさい。  
 (B) 衝突直後の小物体 Q の速さを求めなさい。  
 (C) 衝突して跳ね返った P が到達する最高点の水平面からの高さを求めなさい。  
 (D) 衝突してから、P が(C)のときの高さに初めて到達するまでにかかる時間を求めなさい。

物理問題

(物理)

1. 問(i)と(ii)は、文章中の空欄  に適合する数値または数式を対応する解答群より選び、その番号をそれぞれの解答欄に記入しなさい。問(iii)は、各問に付した解答群の中から正解を選び、その番号をそれぞれの解答欄に記入しなさい。  
(36点)

(i) 媒質1から媒質2へ平面波が進んでいる。この波の媒質1内での波長は4.2 mであったが、媒質2では波長が3.5 mとなった。媒質1に対する媒質2の相対屈折率が  (a) と分かる。また媒質1での波の速さが30 m/sであった。媒質2での波の速さは  (b) (m/s)である。

番号	1	2	3	4	5
(a) の解答群	0.70	0.83	1.0	1.2	1.4

番号	1	2	3	4	5
(b) の解答群	21	25	30	36	42

(物理)

- (ii) 一辺の長さが  $L$  で容積  $V$  の立方体容器の中に  $N$  個の気体分子が閉じ込められている。気体分子1個の質量は  $m$  であり、気体分子同士は衝突せず、気体分子と容器の壁との衝突は弾性衝突であるとする。  $x$  方向に移動している分子1個の1回の衝突で壁が受ける力積は、  $x$  方向の速度成分を  $v_x$  として  (c) である。この衝突は単位時間に  $\frac{v_x}{2L}$  回起きる。従って分子の2乗平均速度  $\overline{v^2}$  を用いて気体の圧力が  (d) と表せる。なお気体分子は等方的に運動し、重力の影響は無視できるものと仮定した。

番号	1	2	3	4	5
(c) の解答群	$\frac{mv_x}{3}$	$mv_x$	$2mv_x$	$mv_x^2$	$2mv_x^2$

番号	1	2	3	4	5
(d) の解答群	$\frac{Nm\overline{v^2}}{3V}$	$\frac{2Nm\overline{v^2}}{3V}$	$\frac{Nm\overline{v^2}}{3L}$	$\frac{2Nm\overline{v^2}}{L}$	$\frac{Nm\overline{v^2}}{L^2}$

(物理)

- (iii) ボーアの原子模型を用いて原子のエネルギー単位を求める。電子の質量を  $m$ 、電気素量を  $e$ 、プランク定数を  $h$ 、クーロンの法則の比例定数を  $k$  とし、電子は原子核の周りを速さ  $v$  で半径  $r$  の等速円運動をしていると仮定する。  
(e) ボーアの量子化条件  $2\pi rmv = nh$  を用いて水素原子のエネルギー単位を求めよ。ただし、  $n = 1, 2, 3 \dots$  は量子数を表す。

番号	1	2	3	4	5
(e) の解答群	$-\frac{2\pi^2mk^2e^4}{n^2h^2}$	$-\frac{\pi^2mk^2e^4}{n^2h^2}$	$-\frac{\pi^2mk^2e^4}{2n^2h^2}$	$\frac{2mk^2e^4}{n^2h^2}$	$\frac{mk^2e^4}{n^2h^2}$

(f) ヘリウム原子が取り得る最低エネルギーの大きさは(e)の水素の最低エネルギーの何倍になるか。ただし、電子間のクーロン力は無視してよい。

番号	1	2	3	4	5
(f) の解答群	1	2	4	8	16

(物理)

2. 図1に示すように、滑らかな水平面上に質量  $M$  の小物体を置く。小物体には自然長  $r$  のばねがついており、ばねの他端は固定してある。この固定点を中心にこの小物体を1分間に30回転させると、ばねの長さは  $R$  となった。(i)と(ii)は、解答群のなかから適切な答一つを選び、その番号を解答欄に記入しなさい。(iii)と(iv)は導き方も示して解答しなさい。  
(32点)

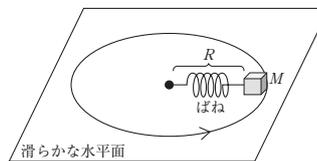


図1

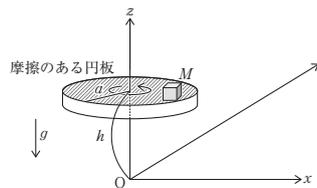


図2

(物 理)

(i) 回転しているとき小物体に作用するばねの弾性力の大きさを求めよ。

番 号	1	2	3	4	5
(i) の 解 答 群	$MR$	$\frac{M\pi^2}{R}$	$\frac{M\pi}{2R}$	$MR\pi^2$	$MR^2$

(ii) このばねのばね定数はいくらか。

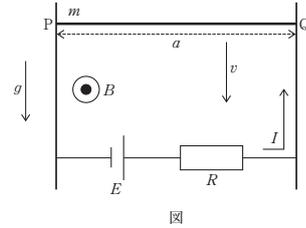
番 号	1	2	3	4	5
(ii) の 解 答 群	$M(R-r)$	$\frac{M\pi^2}{R-r}$	$\frac{M\pi}{2R}$	$\frac{MR\pi^2}{R-r}$	$M\pi^2$

(iii) 今度はばねを取り外し、図2に示すように半径  $a$  の摩擦のある円板の縁にこの小物体を置く。円板の面は水平で地面から高さ  $h$  のところにある。  $z$  軸周りにこの円板を図2のように回転させ、回転数が0からゆっくりと上がってちょうど毎分30回転となった時、静止摩擦力で円板上にとどまっていた小物体は動き始め、同時に円板から飛び出た。静止摩擦係数はいくらか。重力加速度の大きさを  $g$  とする。

(iv) (iii)で飛び出る直前の小物体は  $x$  軸の真上 ( $x > 0$ ) にあった。その後小物体は地面のどの地点に落ちるか  $xy$  座標で答えよ。なお座標原点  $O$  は円板の回転軸のある場所とする。

(物 理)

3. 距離  $a$  離して鉛直に固定された十分に長い二本の平行導線があり、抵抗値  $R$  の抵抗、電源電圧  $E$  の直流電源を図のようにつないで回路を作った。回路の面に垂直な方向には磁束密度  $B$  の磁場を印加してある。平行導線に沿って長さ  $a$ 、質量  $m$  の導線 PQ を、平行導線に接触したままで、初速度0で静かに落下させた。二本の平行導線と導線 PQ との間の摩擦力は無視できるものとする。重力加速度の大きさを  $g$  とする。(i)と(ii)は、解答群のなかから適切な答の一つを選び、その番号を解答欄に記入しなさい。(iii)と(iv)は導き方も示して解答しなさい。(32点)



図

(物 理)

(i) 回路を流れる電流が  $I$  のとき、導線 PQ が受けるローレンツ力の大きさを求めよ。

番 号	1	2	3	4	5
(i) の 解 答 群	$Ba^2I$	$BaI^2$	$BaI$	$\frac{BI}{a}$	$\frac{BI}{a^2}$

(ii) 導線 PQ の落下速度が  $v$  のとき、回路に生じる誘導起電力の大きさはいくらか。

番 号	1	2	3	4	5
(ii) の 解 答 群	$Ba^2v$	$Bav^2$	$Bav$	$\frac{Bv}{a}$	$\frac{Bv}{a^2}$

(iii) (ii)のときの電流  $I$  はいくらになるか。

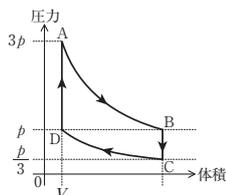
(iv) 落下を始めてから十分時間が経過したあと、導線 PQ を流れる電流はいくらか。

物理問題

(物理)

1. 文章中の空欄  に適合する数値または数式を対応する解答群より選び、その番号をそれぞれの解答欄に記入しなさい。(36点)

(i) 単原子分子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。この気体に熱を加えて状態 A から状態 B へと等温変化させたところ、圧力が  $p$  に変化した。続いて、状態 B から状態 C へと定積変化させ圧力を  $\frac{p}{3}$  とした。この時、状態 C の温度は状態 B の  (a) 倍であった。その後、外部からの仕事により状態 C から圧力  $p$ 、体積  $V$  の状態 D に等温変化させた。さらに体積を  $V$  に保ったまま状態 D に熱量  (b) の熱を加えて、再び状態 A に戻した。



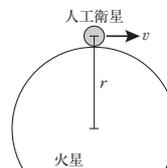
図

番号	1	2	3	4	5
(a) の解答群	0	$\frac{1}{3}$	1	2	3

番号	1	2	3	4	5
(b) の解答群	$-2pV$	$-pV$	$\frac{1}{2}pV$	$\frac{3}{2}pV$	$3pV$

(物理)

(ii) 図のように、火星の表面のごく近くを半径  $r$  の円軌道を描いて、人工衛星が速さ  $v$  で運動している。火星の質量は地球の質量の 0.1 倍、半径は 0.5 倍であるとする。火星と地球の密度は同様としてよい。この時、火星表面における重力加速度は地球表面の重力加速度  $g$  の  (c) 倍であり、この人工衛星の速さは  (d) となる。



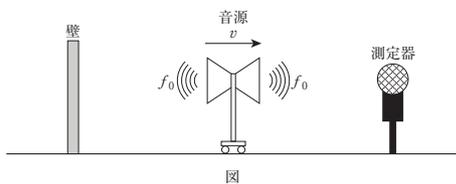
図

番号	1	2	3	4	5
(c) の解答群	0.1	0.4	0.7	0.9	1.2

番号	1	2	3	4	5
(d) の解答群	$\sqrt{\frac{gr}{10}}$	$\sqrt{\frac{gr}{5}}$	$\sqrt{\frac{2gr}{5}}$	$\sqrt{\frac{gr}{2}}$	$\sqrt{gr}$

(物理)

(iii) 図のように、静止した測定器と壁を結ぶ直線上を測定器に向かって速さ  $v$  で運動する音源がある。音源からは周波数  $f_0$  の音が発せられており、測定器には音源から直接届く音と、壁に反射された音の両方が観測される。音速の大きさを  $V$  としたとき、測定器が観測するうなりの周波数は  (e) である。また、 $V = 330 \text{ m/s}$ 、 $f_0 = 544 \text{ Hz}$ 、うなりの周波数が  $33 \text{ Hz}$  であるとするとき、音源が移動する速さ  $v$  は  (f) (m/s) となる。ただし、風の影響はなく音速  $V$  は音源の速さ  $v$  よりも大きいとし、必要ならば  $\sqrt{544^2 + 33^2} = 545$  を用いよ。



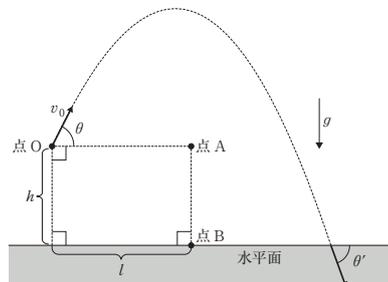
図

番号	1	2	3	4	5
(e) の解答群	$\frac{2vVf_0}{V^2 - v^2}$	$\frac{2vVf_0}{V^2 + v^2}$	$\frac{2vf_0}{V - v}$	$\frac{2vf_0}{V + v}$	$\frac{Vf_0}{V - v}$

番号	1	2	3	4	5
(f) の解答群	1	5	8	10	12

(物理)

2. 図のように水平面からの高さ  $h$  の点 O から質量  $m$  の小物体を水平方向から角度  $\theta$  の方向へ初速度の大きさ  $v_0$  で投げ上げたところ、水平方向からの角度  $\theta'$  で水平面に落下した。図のように点 O から水平距離  $l$  はなれた点 A と点 B とをとり、また、重力加速度の大きさを  $g$  とする。(i) と (ii) はそれぞれの解答群より適切な答えを選び、その番号を解答欄に記入しなさい。(iii) と (iv) は導き方も示して解答しなさい。(32点)



図

(物理)

(i) 投げ上げた小物体が点 A の上側を通るには  $\sin 2\theta$  はいくらより大きくなければいけないか。

番号	1	2	3	4	5
(i) の解答群	$\frac{gl}{v_0}$	$\frac{gl}{v_0^2}$	$\frac{gl}{2v_0^2}$	$\frac{v_0^2}{gl}$	$\frac{2v_0^2}{gl}$

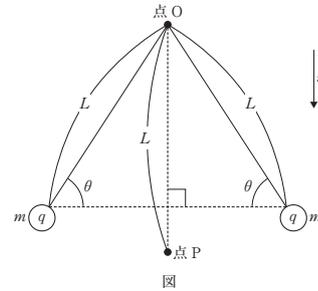
(ii)  $\theta$  を  $30^\circ$  にして投げ上げたところ、小物体はちょうど点 A を通って水平面に落ちた。投げ上げてから水平面に落ちるまでの時間はいくらか。

番号	1	2
(ii) の解答群	$t = \frac{v_0 + \sqrt{v_0^2 + 8gh}}{2g}$	$t = \frac{v_0 + \sqrt{v_0^2 - 8gh}}{2g}$
3	4	5
$t = \frac{v_0 - \sqrt{v_0^2 + 8gh}}{2g}$	$t = \frac{\sqrt{3}v_0 + \sqrt{3v_0^2 + 8gh}}{2g}$	$t = \frac{\sqrt{3}v_0 + \sqrt{3v_0^2 - 8gh}}{2g}$

(iii) (ii) の落下点と点 B との間の距離はいくらか。  $v_0$ ,  $g$ ,  $h$  を用いて表わせ。  
 (iv) (ii) で物体が水平面に落下するときの  $\sin \theta'$  はいくらか。  $v_0$ ,  $g$ ,  $h$  を用いて表わせ。

(物理)

3. 図のように、長さ  $L$  の 2 本の軽い糸の一端を点 O に固定し、それぞれ下端に質量  $m$  の小球をつるした。2 つの小球に等しい正の電気量  $q$  を与えたところ小球は反発し合い、2 本の糸が図のように水平方向からの角度  $\theta$  を保って静止した。重力加速度の大きさを  $g$ 、クーロンの法則の比例定数を  $k$  とする。(i) と (ii) はそれぞれの解答群より適切な答えを選び、その番号を解答欄に記入しなさい。(iii) と (iv) は導き方も示して解答しなさい。(32 点)



(物理)

(i) 各小球の水平方向の力のつりあいの式を答えよ。糸の張力の大きさを  $T$  とする。

番号	1	2
(i) の解答群	$T \cos \theta - k \frac{2q^2}{(2L \cos \theta)^2} = 0$	$T \cos \theta - k \frac{q^2}{2L \cos \theta} = 0$
3	4	5
$T \cos \theta - k \frac{2q^2}{(2L \cos \theta)^2} = 0$	$T \cos \theta - k \frac{q^2}{(2L \cos \theta)^2} = 0$	$T \sin \theta - k \frac{q^2}{(L \cos \theta)^2} = 0$

(ii) 与えられた電気量  $q$  はいくらか。

番号	1	2
(ii) の解答群	$L \cos \theta \sqrt{\frac{2mg}{k \tan \theta}}$	$2L \cos \theta \sqrt{\frac{2mg}{k \tan \theta}}$
3	4	5
$2L \cos \theta \sqrt{\frac{mg}{k \tan \theta}}$	$L \cos \theta \sqrt{\frac{mg}{k \tan \theta}}$	$L \cos \theta \sqrt{\frac{mg}{2k \tan \theta}}$

(iii) 図の状態から左側の小球だけを固定し、右側の小球を糸が鉛直下向きになる点 P まで動かした。左側の小球が、点 P の位置につくる電位と右側の小球が最初にいた位置につくる電位の差はいくらか。  
 (iv)  $\theta$  が  $60^\circ$  の場合、(iii) の状態において、2 つの小球が点 O につくる電場の大きさはいくらか。必要ならば  $\sin 15^\circ = \frac{\sqrt{6} - \sqrt{2}}{4}$ ,  $\cos 15^\circ = \frac{\sqrt{6} + \sqrt{2}}{4}$  を用いよ。

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. 各問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) カルボキシ基をもつ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	サリチル酸, ベンゼンスルホン酸
2	サリチル酸, 無水酢酸
3	ベンゼンスルホン酸, マレイン酸
4	無水酢酸, 安息香酸
5	マレイン酸, 安息香酸

(化学)

- (B) 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) 硫黄原子を含むタンパク質の水溶液に水酸化ナトリウム水溶液を加えて加熱後、酢酸鉛(II)水溶液を加えると白色沈殿が生じる
- (イ) ベンゼン環をもつタンパク質の水溶液に濃硝酸を加えて加熱し、冷却後にアンモニア水を加えると橙黄色になる
- (ウ) タンパク質の水溶液に水酸化ナトリウム水溶液を加えた後、少量の硫酸銅(II)水溶液を加えると赤紫色になる

(B)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

(化学)

(C) ケイ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。

(C)の解答群

1	単体は天然には存在しない
2	地殻中に酸素に次いで多く存在する元素である
3	単体は電気炉中でケイ砂を炭素で還元して得られる
4	単体は導体と絶縁体の中間の電気伝導性をもつ半導体である
5	単体はダイヤモンドと同様の構造をもつ透明度の高い結晶である

(D) 希硝酸と銅片を反応させたところ気体 A が発生した。気体 A 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。

(D)の解答群

1	気体 A は四酸化二窒素と平衡状態をとる
2	銀と希硝酸を反応させても気体 A は発生する
3	気体 A は水上置換法で捕集する
4	気体 A は空気中で酸化されて赤褐色の気体となる
5	白金を触媒として、アンモニアを酸化しても気体 A は得られる

(化学)

(E) 非共有電子対をもつ分子、イオンの組み合わせは、つぎのうちどれですか。

(E)の解答群

1	アンモニウムイオン, 二酸化炭素	2	アンモニウムイオン, ベンゼン
3	二酸化炭素, ベンゼン	4	二酸化炭素, 水
5	ベンゼン, 水		

(化学)

2. 各問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) 分子量  $M$  の脂肪酸のみからなる油脂がある。この油脂の分子量を表す式はどれですか。

(A)の解答群

1	$2M + 28$	2	$2M + 56$	3	$3M + 38$	4	$3M + 51$	5	$3M + 89$
---	-----------	---	-----------	---	-----------	---	-----------	---	-----------

(B) 質量パーセント濃度0.90%の塩化ナトリウム水溶液は生理食塩水とよばれ、血液と同じ浸透圧を示す。生理食塩水と同じ浸透圧を示すグルコース水溶液を1.0 L調製するのに必要なグルコースの質量(g)はいくらですか。

ただし、原子量は  $\text{Na} = 23$ ,  $\text{Cl} = 35.5$  とし、生理食塩水の密度は  $1.0 \text{ g/cm}^3$  とする。

(B)の解答群

1	9.0	2	18.4	3	27.7	4	41.6	5	55.4
---	-----	---	------	---	------	---	------	---	------

(化学)

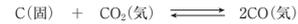
(C) 濃度  $0.500 \text{ mol/L}$  の硝酸銀水溶液  $100 \text{ mL}$  に銅板を浸しておいたところ、反応後の銅板と析出した金属を合わせた質量は、もとの銅板の質量に比べて  $0.763 \text{ g}$  増加した。このとき、反応後の水溶液における硝酸銀の濃度 ( $\text{mol/L}$ ) はいくらですか。

ただし、原子量は  $\text{Cu} = 63.5$ ,  $\text{Ag} = 108$  とし、溶液の体積は変化しないものとする。

(C)の解答群

1	0.33	2	0.37	3	0.40	4	0.43	5	0.47
---	------	---	------	---	------	---	------	---	------

(D) 次式で示される可逆反応がある。



容積  $V[\text{L}]$  の密閉容器に赤熱したコークスと  $n[\text{mol}]$  の二酸化炭素を入れて、ある温度で保持した。平衡に達したとき、混合気体中の二酸化炭素と一酸化炭素の物質量の比は  $2:1$  であった。このときの平衡定数  $K[\text{mol/L}]$  はいくらですか。

ただし、平衡時にコークスは存在したが、その体積は無視できるものとする。

(D)の解答群

1	$\frac{n}{6V}$	2	$\frac{n}{5V}$	3	$\frac{n}{4V}$	4	$\frac{n}{3V}$	5	$\frac{n}{2V}$
---	----------------	---	----------------	---	----------------	---	----------------	---	----------------

(化学)

(E) メタンとエチレンの混合気体を完全燃焼させたところ、二酸化炭素が  $704 \text{ mg}$ 、水が  $324 \text{ mg}$  生成した。燃焼前の混合気体におけるメタン：エチレンの体積比はいくらですか。

(E)の解答群

1	1:9	2	2:7	3	1:1	4	7:2	5	9:1
---	-----	---	-----	---	-----	---	-----	---	-----

(化学)

3. 文章中の空欄  に適合する(数値)、(名)称、(化)学式、(イ)オン反応式を解答欄に記入しなさい。(配点25点)

酸化還元反応を利用して、化学エネルギーを電気エネルギーとして取り出す装置を電池という。その中でも、電気エネルギーを取り出すだけでなく、外部から電気エネルギーを与えることで充電が可能な電池のことを二次電池とよぶ。一般の自動車用バッテリーに用いられている二次電池は  (名) である。この電池の起電力は約  $2 \text{ V}$  で、正極活物質に  (化)、負極活物質に  (化)、電解液には希硫酸を用いる。この電池の正極および負極における放電時の電子  $e^-$  を含むイオン反応式は以下のとおりである。

正極:  (イ)

負極:  (イ)

上記に示されるように、この電池を放電すると両極の表面に白色の難溶性化合物である  (名) が析出する。例えば、この電池を  $1.0 \text{ A}$  の電流で  $1.0$  時間放電すると、正極の質量は  (数値)  $\text{g}$  (有効数字2桁)、負極の質量は  (数値)  $\text{g}$  (有効数字2桁) 増加する。長時間放電すると電圧は低下するが、逆向きに電流を流し充電することで  (イ) および  (イ) の逆反応が進行し、起電力が回復する。

ただし、原子量は  $\text{S} = 32$ ,  $\text{Pb} = 207$  とする。

(名) の他にも様々な二次電池が実用化されているが、その中でもリチウムイオン電池はきわめて幅広い用途で利用されている。この電池はリチウムイオンが電荷の担体(キャリア)としてはたらくし、充電によってリチウムイオンと電子が正極から負極へ移動し、放電時にはリチウムイオンと電子が負極から正極側へ移動することで電流を取り出すことができる。負極活物質に炭素、正極活物質にはリチウムとコバルトの化合物である  (名) を用いたものが一般的であるが、

(化学)

コバルトは流通量が少なく希少な金属の1つであるため、近年ではコバルトを必要としない正極材料の開発が活発に行われている。一方、リチウムについても資源供給に少なからず課題があるため、リチウムの代わりに同じアルカリ金属の **10(名)** や **11(名)** のイオンを電荷キャリアとして利用する二次電池にも注目が集まっている。**10(名)** と **11(名)** はどちらもリチウムに比べて豊富に存在する。炎の中に入れたとき、**10(名)** は黄色、**11(名)** は赤紫色の炎色反応を示す。

(化学)

4. 文章中の空欄 **1** に適合する(名)称、(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、窒素、酸素からなる、分子量297で互いに構造異性体の関係にある化合物XとYがある。化合物XとYをそれぞれ完全に加水分解したところ、いずれも酸性の化合物Aと塩基性の化合物Bが生成し、化合物Xからは中性の化合物C、化合物Yからは中性の化合物Dも生じた。生成した化合物の物質量の比は化合物XでA:B:C=1:1:1となり、化合物YでA:B:D=1:1:1となった。

化合物Aとエチレングリコール(**1(構)**)を縮重合させるとポリエチレンテレフタレート(PET)が得られた。このことから化合物Aの構造式は、**2(構)**である。

化合物Cの分子式はC<sub>4</sub>H<sub>10</sub>Oであり、塩基性条件下、ヨウ素を加えて温めると、黄色沈殿が生じた。また、硫酸酸性の二クロム酸カリウム水溶液に化合物Cを加えたところ、酸化して化合物Eが得られたが、化合物Dを加えても反応しなかった。これらのことから、化合物C、化合物Dおよび化合物Eの構造式はそれぞれ、**3(構)**、**4(構)**、**5(構)**である。

化合物Bの希塩酸溶液を氷水で冷却しながら亜硝酸ナトリウム水溶液を加えた後、5℃以上に温めると、気体の**6(名)**を発生し、有機化合物である**7(名)**を生じた。このことから化合物Bの名称は、**8(名)**である。

以上のことから、化合物XとYの分子式は**9(分)**となり、化合物XとYのうち、構造中に不斉炭素原子を含むものは化合物**10(記)**であり、その構造式は、**11(構)**である。

解答解説は159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、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. 各問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) 異性体の関係にあ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	アクリル酸、メタクリル酸
2	フマル酸、マレイン酸
3	1-ブタノール、ジメチルエーテル
4	シュウ酸、コハク酸
5	メチルオレンジ、メチルレッド

(化学)

(B) つぎのアセチレ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。

(B)の解答群

1	実験室では炭化カルシウムに水を加えてつくられる
2	触媒を用いて塩化水素を付加すると、塩化ビニルを生じる
3	触媒を用いて酢酸を付加すると、アセトアルデヒドを生じる
4	触媒を用いてシアン化水素を付加すると、アクリロニトリルを生じる
5	赤熱した鉄に触れさせると、3分子のアセチレンが重合してベンゼンになる

(C) つぎの気体の捕集方法の組み合わせのうち、正しいものはどれですか。

(C)の解答群

	アンモニア	塩素	一酸化窒素
1	上方置換	下方置換	水上置換
2	上方置換	水上置換	上方置換
3	上方置換	下方置換	上方置換
4	水上置換	上方置換	下方置換
5	下方置換	上方置換	水上置換

(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) 一酸化炭素は強い酸化力をもつ
- (イ) 二酸化ケイ素を炭素で還元すると、ケイ素の単体と一酸化炭素が生じる
- (ウ) ギ酸に濃硫酸を加えて加熱すると一酸化炭素が生じる

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) つぎの記述のうち、まちがっているものはどれですか。

E)の解答群

1	ハロゲンの単体の酸化力は、原子番号が小さいほど強い
2	臭素の単体は、非金属元素の単体の中で唯一、常温常圧で液体である
3	フッ化水素酸は、二酸化ケイ素を溶かす
4	塩化水素とアンモニアが反応すると、塩化アンモニウムの白煙が生じる
5	すべてのハロゲン化銀は水に溶けにくい

(化学)

2. 各問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) 濃度 0.050 mol/L の硫酸鉄(II)水溶液 20 mL と濃度 0.020 mol/L の過マンガン酸カリウム水溶液を硫酸酸性下で過不足なく反応させた。この過マンガン酸カリウム水溶液の体積(mL)はいくらですか。

(A)の解答群

1	10	2	15	3	20	4	25	5	30
---	----	---	----	---	----	---	----	---	----

(B) 陰極に白金電極を用いて、一定の電流 0.386 A で硝酸銀水溶液を電気分解した。1.20 × 10<sup>-2</sup> mol の銀を析出させるのに必要な時間(分)はいくらですか。ただし、陰極で生成した物質は銀のみである。

(B)の解答群

1	30	2	40	3	50	4	60	5	70
---	----	---	----	---	----	---	----	---	----

(C) メタンと水素の混合気体 100 mL を完全燃焼させるのに、酸素が 95 mL 同温同圧下で必要であった。この混合気体中の水素の体積(mL)はいくらですか。

(C)の解答群

1	40	2	50	3	60	4	70	5	80
---	----	---	----	---	----	---	----	---	----

(化学)

D) 水 250 mL に 20℃、1.0 × 10<sup>5</sup> Pa の空気が接しているとき、水に溶解している窒素の質量(mg)はいくらですか。

ただし、空気は窒素と酸素の体積比 4 : 1 の混合気体とし、窒素は 20℃、1.0 × 10<sup>5</sup> Pa で水 1.0 L に 7.1 × 10<sup>-4</sup> mol 溶解する。

D)の解答群

1	2.1 × 10 <sup>-1</sup>	2	1.0	3	2.0	4	4.0	5	5.0
---	------------------------	---	-----	---	-----	---	-----	---	-----

E) リノール酸(C<sub>17</sub>H<sub>33</sub>COOH)のみからなる油脂がある。この油脂のヨウ素価はいくらですか。

ただし、原子量は I = 127 とする。

E)の解答群

1	58	2	87	3	116	4	144	5	174
---	----	---	----	---	-----	---	-----	---	-----

(化学)

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

銅は身近な金属材料で銅像や屋根などに使用され、酸素や水、二酸化炭素と反応すると、表面に [ 1 (語) ] 色のさびを生じる。これはろくしょうとよばれる塩基性炭酸塩の一種である。この塩基性炭酸塩は Cu<sub>2</sub>(CO<sub>3</sub>)(OH)<sub>2</sub> と表され、鉱物ではマラカイト(孔雀石)とよばれ日本古来の岩絵具として使われてきた。

マラカイトを試験管にとり、バーナーでゆっくり加熱すると、まず水蒸気が生じ、その後、[ 2 (名) ] が発生し、最後には、黒色の [ 3 (化) ] が 0.159 g 残った。この反応式は、以下のように表される。



さらに、黒鉛を加えて加熱し、完全に還元させると、[ 5 (数値) ] g(有効数字 3 桁)の銅が得られた。

ただし、原子量は Cu = 63.5 とする。

マラカイトに希塩酸を加えると、気体の [ 2 (名) ] を発生しながら溶解する。この反応式は、以下のように表される。



(化学)

ここで塩化銅(Ⅱ)を水に溶かしたときについて考える。塩化銅(Ⅱ)水溶液における銅(Ⅱ)イオンの定量のために、つぎの実験を行った。

- (i) 十分な量の陽イオン交換樹脂を円筒形の管に詰めた。この樹脂には **8(語)** 基(-SO<sub>3</sub>H)が導入されており、たとえば塩化ナトリウム水溶液を加えると、樹脂中の **8(語)** 基の水素原子が、水素イオンとして、水溶液中の **9(名)** イオンと置き換わる性質をもつ。
- (ii) (i)の管に塩化銅(Ⅱ)水溶液 50 mL を流した後、純水で樹脂を完全に水洗した。水洗液を合わせて流出液 250 mL を回収した。これを溶液 A とした。
- (iii) 溶液 A の 10 mL を、0.010 mol/L の水酸化ナトリウム水溶液で滴定したところ、中和するために 40 mL を要した。

以上の実験から、溶液 A における水素イオンの濃度は、**10(数値)** mol/L となり、もとの塩化銅(Ⅱ)水溶液における銅(Ⅱ)イオンの濃度は、**11(数値)** mol/L となる。

(化学)

4. 文章中の空欄 **1** に適合する(数値)、(語)句、(名称)、(記)号を解答欄に記入しなさい。(配点 25 点)

タンパク質は生命活動を支える重要な物質の一つで、ポリペプチド構造をもつ。ポリペプチドは、多数の α-アミノ酸が **1(語)** 基と **2(語)** 基(順不同)の部分で縮合した高分子化合物である。

天然の α-アミノ酸で構成されるトリペプチド X と Y は同じ分子式で表され、分子量は 400 以下である。これらは右頁のアミノ酸(あ)~(し)のいずれかから構成されている。

トリペプチド X と Y をそれぞれ濃硝酸中で加熱したところ、どちらの溶液も黄色となり、**3(名)** 反応を示した。また、トリペプチド X と Y をそれぞれ水酸化ナトリウム水溶液中で加熱した後、酢酸鉛(Ⅱ)水溶液を加えたところ、どちらからも黒色沈殿が生じた。このことから、トリペプチド X と Y はどちらも **4(名)** を含むことがわかった。また、トリペプチド X と Y の水溶液に塩化鉄(Ⅲ)水溶液を加えたところ、トリペプチド X の水溶液のみ呈色した。このことからトリペプチド X は分子中に **5(名)** 類であるアミノ酸を含むことがわかった。トリペプチド X に含まれる炭素、水素、窒素の質量パーセントはそれぞれ 53.25%、6.57%、10.96% であり、トリペプチド X の分子量は **6(数値)** (有効数字 3 桁)である。

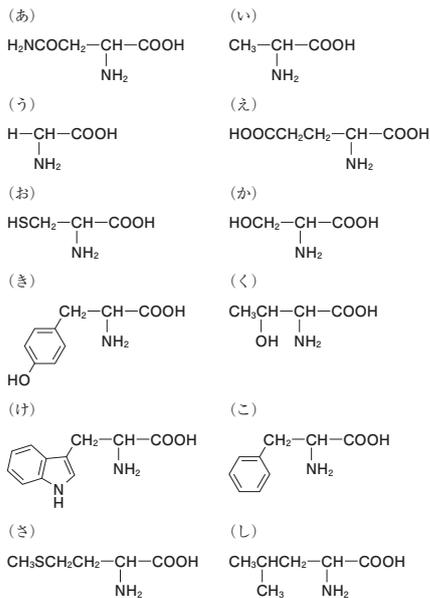
トリペプチド X を加水分解するとアミノ酸 a と b とアラニンが、トリペプチド Y を加水分解するとアミノ酸 a と c と d が得られた。アミノ酸 b と c の水溶液はどちらも **3(名)** 反応を示し、アミノ酸 b の水溶液のみ塩化鉄(Ⅲ)水溶液により呈色した。

このことから、アミノ酸 a、b、c、d の構造はアミノ酸(あ)~(し)のうちそれぞれ **7(記)**、**8(記)**、**9(記)**、**10(記)** となる。

ただし、原子量は S = 32 とする。

(化学)

アミノ酸の構造



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. 各問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) つぎの有機化合物の構造に関する記述のうち、正しいものはどれですか。

(A)の解答群

1	エタノールとジエチルエーテルは互いに構造異性体の関係である
2	イソブレンにはシストランス異性体が存在する
3	マレイン酸とフタル酸は互いにシストランス異性体の関係である
4	2-ブタノールは不斉炭素原子をもつ
5	$\alpha$ -アミノ酸はすべて不斉炭素原子をもつ

(化学)

(B) つぎのうち、水溶液が還元性を示す二糖どうしの組み合わせはどれですか。

(B)の解答群

1	グルコース, スクロース	2	グルコース, フルクトース
3	スクロース, マルトース	4	フルクトース, ラクトース
5	マルトース, ラクトース		

(C) つぎの鉄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	四酸化三鉄は黒さびの主成分である
2	塩化鉄(III)六水和物の結晶は黄褐色である
3	鉄に希硫酸を加えると水素が発生する
4	鉄(II)イオンを含む水溶液にチオシアン酸カリウム水溶液を加えると、濃青色沈殿が生じる
5	鉄(III)イオンを含む水溶液に塩基の水溶液を加えると、水酸化鉄(III)の沈殿が生じる

(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) 硝酸銀水溶液に少量のアンモニア水を加えると、褐色沈殿が生じる
- (イ) 硝酸銀水溶液にヨウ化カリウム水溶液を加えると、黄色沈殿が生じる
- (ウ) アンモニア性硝酸銀水溶液にホルムアルデヒド水溶液を加えて加熱すると、白色沈殿が生じる

(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

(化学)

(E) つぎの16族元素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	酸素と硫黄にはそれぞれ同素体がある
2	酸素原子は非金属元素の原子とは共有結合をつくり、金属元素の原子とはイオン結合をつくる
3	オゾンは無色無臭の有毒な気体である
4	二酸化硫黄は酸化剤としても還元剤としてもはたらく
5	硫黄は空気中で点火すると青い炎をあげて燃え、二酸化硫黄を生じる

(化学)

2. 各問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、水素、酸素のみからなる有機化合物 36.8 mg を完全燃焼させ、発生した気体を吸気管で集めたところ、塩化カルシウム管は 43.2 mg、ソーダ石灰管は 70.4 mg 質量が増加した。この有機化合物の組成式はどれですか。

(A)の解答群

1	CH <sub>2</sub> O	2	C <sub>2</sub> H <sub>4</sub> O	3	C <sub>2</sub> H <sub>6</sub> O	4	C <sub>3</sub> H <sub>8</sub> O	5	C <sub>4</sub> H <sub>10</sub> O
---	-------------------	---	---------------------------------	---	---------------------------------	---	---------------------------------	---	----------------------------------

(B) 濃度 0.030 mol/L の酢酸水溶液の水素イオン濃度 (mol/L) はいくらですか。  
ただし、酢酸の電離定数は  $K_a = 2.7 \times 10^{-5}$  mol/L とする。

(B)の解答群

1	$9.0 \times 10^{-4}$	2	$1.8 \times 10^{-3}$	3	$9.0 \times 10^{-3}$	4	$1.8 \times 10^{-2}$	5	$3.0 \times 10^{-2}$
---	----------------------	---	----------------------	---	----------------------	---	----------------------	---	----------------------

(C) 硝酸銀水溶液を白金電極で電気分解したところ、陰極に銀が 3.24 g 析出した。このとき、陽極で発生した気体の体積 (L) は 0℃、 $1.013 \times 10^5$  Pa でいくらですか。  
ただし、原子量は  $A_g = 108$  とし、流れる電流はすべて銀の析出に使われるものとする。

(C)の解答群

1	0.168	2	0.336	3	0.672	4	1.34	5	2.69
---	-------	---	-------	---	-------	---	------	---	------

(化学)

(D) 一部の硝酸カリウムが溶けきれずに残っている 40℃ の硝酸カリウム飽和水溶液がある。飽和水溶液と溶け残っている結晶の質量は合わせて 100 g であった。これを 20℃ に冷却した後ろ過したところ、23.0 g の硝酸カリウムがろ紙に残った。最初に溶けきれずに残っていた硝酸カリウムの質量 (g) はいくらですか。  
ただし、20℃、40℃ における硝酸カリウムの水 100 g への溶解度をそれぞれ 32、64 とする。

(D)の解答群

1	4.4	2	8.6	3	12.9	4	15.3	5	18.6
---	-----	---	-----	---	------	---	------	---	------

(E) 同じ温度の 1.0 mol/L の塩酸 100 mL と濃度未知の水酸化ナトリウム水溶液 100 mL を断熱容器内で混合したところ、水溶液の温度が 1.5 K 上昇した。このとき、水酸化ナトリウム水溶液の濃度 (mol/L) はいくらですか。  
ただし、塩酸、水酸化ナトリウム水溶液およびこれらの混合物の密度はすべて  $1.0 \text{ g/cm}^3$  とし、水溶液 1 g の温度を 1 K 上げるのに必要な熱量は 4.2 J とする。また混合したときの温度上昇は、塩酸と水酸化ナトリウム水溶液の中和反応における中和熱のみによるとし、中和熱は 57 kJ/mol である。

(E)の解答群

1	0.10	2	0.22	3	0.45	4	0.68	5	1.0
---	------	---	------	---	------	---	------	---	-----

(化学)

3. 文章中の空欄  に適合する(数値)、(語)句、(名)称、(化)学式を解答欄に記入しなさい。  
(配点 25 点)

理想気体では、気体の絶対温度  $T$ 、圧力  $P$ 、体積  $V$ 、および質量がわかると、分子量を求めることができる。分子量を求めたい物質が、ある温度で固体や液体であっても、温度を上昇させて完全に気体にすることができれば、この物質の分子量を求めることもできる。

ある理想気体について考える。この気体が 27℃、 $1.0 \times 10^5$  Pa において、密度が  $2.0 \text{ g/L}$  であったとき、この気体の分子量は  (1 (数値)) (有効数字 2 桁) となる。

理想気体では、273 K、 $1.013 \times 10^5$  Pa で 1 mol の気体の体積は  (2 (数値)) L (有効数字 3 桁) となる。しかし、実際には気体は分子自身に体積があり、分子間には分子間力がはたらくため、塩化水素やアンモニアのような極性分子では、無極性分子に比べて  (2 (数値)) L からのずれが大きい。分子自身の体積がなく、分子間力がはたらかないと考えた仮想的な気体を理想気体といい、これらが無視できない気体を実在気体という。実在気体の理想気体とのずれは、物質質量  $n$  を用いて以下の式の  $Z$  で見積もることができる。

$$Z = \frac{PV}{nRT}$$

理想気体では、 $Z$  は  (3 (数値)) となる。しかし実在気体では、圧力が  (4 (語)) ときや、温度が  (5 (語)) ときは  (3 (数値)) からのずれが大きくなる。

圧力一定のもとで物質質量一定の気体の温度を下げていくことを考える。横軸に温度、縦軸に体積をとってグラフにすると、理想気体では、 (6 (名)) の法則が成り立つので、気体の体積は気体の絶対温度に比例し、温度を下げると気体の体積

(化学)

は減少する。しかし、実在気体では、温度を下げると体積は減少するが、 (7 (名)) に達すると凝縮が始まり、体積は急激に減少する。すべての気体分子が液体に状態変化した後、再び温度を下げると体積は減少するが、 (8 (名)) に達すると固体に状態変化し、体積は再び不連続に変化する。温度を変化させたときの体積変化を気体と液体と比較すると、一般的に温度を 1 K 下げたときの体積変化が大きいのは  (9 (語)) である。

金属マグネシウムの原子量を知りたい。ここでは、金属マグネシウムと硫酸を反応させて発生する  (10 (化)) の体積から算出することにした。金属マグネシウム 30.0 mg を十分な量の希硫酸を用いて完全に溶解させ、17℃、 $1.00 \times 10^5$  Pa で 29.0 mL の  (10 (化)) を水上置換法で捕集した。このとき、マグネシウムの原子量は  (11 (数値)) (有効数字 3 桁) となる。

ただし、発生した気体は理想気体として扱えるものとし、水の飽和蒸気圧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(数値)、(数式)、(語)句、(名)称、(示)性式を解答欄に記入しなさい。(配点25点)

天然高分子のセルロースは、β-グルコースが [1(語)] 重合すると得られ、 $(C_6H_{10}O_5)_n$  の分子式で表すことができる。セルロースのモノマー単位のグルコース部分に存在する3個の [2(語)] 基は、様々な酸や酸無水物と反応してエステル化する。例えば、セルロースを無水酢酸とエステル化すると、アセチルセルロースが生成する。セルロースの示性式 $[C_6H_7O_2(OH)_3]_n$ を用いると、トリアセチルセルロースが生成する反応はつぎの式で表すことができる。



完全にエステル化したトリアセチルセルロースを部分的に加水分解したアセチルセルロースを紡糸した繊維がよく用いられている。この繊維を [5(名)] 繊維とよぶ。このように得られたアセチルセルロースのモノマー単位あたりに残ったアセチル基の平均の数を  $m$  とおくと、加水分解反応はつぎの式で表される。



あるアセチルセルロースのアセチル基を完全に加水分解したとき、加水分解で生成した酢酸の加水分解前のアセチルセルロースに対する割合を質量パーセントで示したものを酢化度という。例えば、ジアセチルセルロースの酢化度は [8(数値)] % (小数第1位まで)となる。

十分に乾燥させた1.00gのアセチルセルロース([6(示)])がある。これをアセトンに溶解し、すべてのアセチル基を完全に加水分解した後、生成した酢酸を0.200mol/Lの水酸化ナトリウム水溶液で中和したところ、50.0mLを要した。このことから、このアセチルセルロースの酢化度は [9(数値)] % (有効数字3桁)で、 $m$  は [10(数値)] (有効数字3桁)とわかる。

化学 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)

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, He = 4.0, C = 12.0, N = 14.0, O = 16.0, S = 32.1, Cl = 35.5

Ar = 40.0, Zn = 65.4, Ag = 107.9, I = 126.9, Pt = 195.1

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

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

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. 各問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) 次の分子やイオン a ~ d を、非共有電子対の数が多い順にならべたものはどれですか。

a.  $N_2$     b.  $CO_2$     c.  $H_3O^+$     d.  $NH_4^+$

(A)の解答群

1	a>b>d>c	2	a>b>c>d	3	b>a>c>d
4	b>a>d>c	5	c>d>a>b		

(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	溶媒に対する溶けやすさの差を利用して、混合物から特定の物質を溶媒に溶かして分離する操作を抽出という
2	沸点の差を利用して、液体の混合物から成分を分離する操作を分留という
3	固体と液体の混合物から、ろ紙などを利用して固体を分離する方法をろ過という
4	不純物を含む固体を溶媒に溶かし、温度によって溶解度が異なることを利用してより純粋な物質を析出させて分離する方法を透析という
5	固体の混合物を加熱して、固体から直接気体になる成分を冷却して分離する方法を昇華法という

(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	ソーダ石灰ガラスは光ファイバーの材料である
2	コンクリートは塩基性の物質であり、酸性雨などの酸と反応して劣化する
3	土器はセラミックスの一種である
4	ガラスはアモルファスである
5	ファインセラミックスは、焼き固める温度や時間を精密に制御して作られる

(化学)

D) 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	酸化還元反応を利用して、化学エネルギーを電気エネルギーに変換する装置のことを電池という
2	ダニエル電池では、イオン化傾向の大きい亜鉛が負極、イオン化傾向の小さい銅が正極になる
3	鉛蓄電池を放電させると、正極・負極ともに、しだいに白色の硫酸鉛(II)でおおわれてくる
4	ダニエル電池の起電力より鉛蓄電池の起電力の方が大きい
5	アルカリマンガン乾電池の電解液には、塩化アンモニウムを含む塩化亜鉛水溶液が用いられている

E) 次の化合物のうち、不斉炭素原子をもつものはどれですか。

E)の解答群

1	$\text{CH}_3\text{CH}(\text{OH})\text{COOH}$	2	$\text{NH}_2\text{CH}_2\text{COOH}$
3	$\text{C}_6\text{H}_5\text{COOH}$	4	$(\text{CH}_3)_2\text{CHCOOH}$
5	$(\text{COOH})_2$		

(化学)

2. 各問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) 炭素と水素のみからなる化合物 5.8 mg をすべて完全燃焼させたところ、水 9.0 mg と二酸化炭素が生じた。このとき発生した二酸化炭素は標準状態で何 mL ですか。

(A)の解答群

1	1.5	2	3.0	3	4.5	4	9.0	5	18
---	-----	---	-----	---	-----	---	-----	---	----

(B) 塩化カリウム 71.4 g をある量の水に加えて加熱したところ 80℃ ですべて溶解し、飽和溶液となった。これを 20℃ に冷却すると何 g の塩化カリウムが析出しますか。ただし、塩化カリウムの水への溶解度[g/水 100 g]は 20℃ で 34.0、80℃ で 51.0 とする。

(B)の解答群

1	11.9	2	23.8	3	27.2	4	37.4	5	54.4
---	------	---	------	---	------	---	------	---	------

(化学)

C) 分子 A と分子 B とが反応して分子 C が生成する反応は、 $2A + B \rightarrow 2C$  という化学反応式で示される。分子 C の生成速度( $v$  mol/(L·s))は A のモル濃度[A] と B のモル濃度[B]を用いて以下の式で表される。

$$v = k[A]^2[B]$$

$k$  は反応速度定数とする。一定温度において、A のモル濃度を 0.5 倍、B のモル濃度を 2 倍にすると、C の生成速度は何倍になりますか。

C)の解答群

1	0.25	2	0.5	3	1	4	2	5	4
---	------	---	-----	---	---	---	---	---	---

D) 亜鉛と白金の混合物 1.57 g を十分な量の塩酸と反応させたところ、0.0040 mol の水素が発生した。混合物中の白金の質量は何 g ですか。

D)の解答群

1	0.11	2	0.21	3	0.43	4	0.65	5	1.31
---	------	---	------	---	------	---	------	---	------

E) ヘリウムとアルゴンの混合気体がある。この気体の密度は、標準状態で 0.58 g/L である。この混合気体中のヘリウムの物質量はアルゴンの物質量の約何倍ですか。

E)の解答群

1	0.25	2	0.5	3	1	4	2	5	3
---	------	---	-----	---	---	---	---	---	---

(化学)

3. 文章後の設問に答えなさい。

(配点25点)

ハロゲンの単体  $\text{F}_2$ ,  $\text{Cl}_2$ ,  $\text{Br}_2$ ,  $\text{I}_2$  は、酸化剤として働く。ヨウ素分子  $\text{I}_2$  は常温で黒紫色の結晶である。 $\text{I}_2$  の結晶の単位格子は図のような直方体であり、各頂点と各面の中央にヨウ素分子の中心が配置している。 $\text{I}_2$  は水に溶けにくい。ヨウ化カリウム水溶液には溶けて褐色の溶液となる。ハロゲンと水素の化合物 HF, HCl, HBr, HI は水によく溶けて、HF 水溶液以外は強い酸性を示す。これらの化合物の中では、HF の沸点が最も高い値を示す。

問 1.  $\text{F}_2$ ,  $\text{Cl}_2$ ,  $\text{Br}_2$ ,  $\text{I}_2$  の中で最も強い酸化剤はどれですか。

問 2. 単位格子中に含まれる  $\text{I}_2$  の数を答えなさい。

問 3.  $\text{I}_2$  の結晶の密度[g/cm<sup>3</sup>]を有効数字2桁で答えなさい。ただし、単位格子の各辺の長さを  $5.0 \times 10^{-8}$  cm,  $7.0 \times 10^{-8}$  cm,  $10.0 \times 10^{-8}$  cm とする。

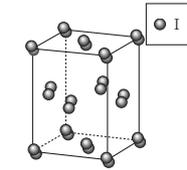


図 ヨウ素の結晶構造

問 4. 下線部のヨウ素分子とヨウ化カリウムの化学反応について反応式を示しなさい。

問 5.  $\text{F}_2$ ,  $\text{Cl}_2$ ,  $\text{Br}_2$  および HF, HCl, HBr, HI のうち、常温で有色の気体のものをすべて答えなさい。

問 6. HF の沸点が HCl, HBr, HI よりも高い理由を 25 字以内で説明しなさい。

(化学)

4. 次の文章の空欄 [ ] に適合する物質名、語句または反応式を答えなさい。  
また、文章後の設問に答えなさい。(配点25点)

アンモニアは工業的には窒素と水素から高温高压で、[1(物質名)] を主成分とする触媒を用いて合成されている。この工業的製法を [2(語句)] という。原料の純粋な窒素は液化した空気を分留して得られる。純粋な水素は地球上に天然には存在しないので当初、赤熱したコークスと高温の [3(物質名)] との反応で得たが、最近では天然ガスと [3(物質名)] との反応で得ている。

アンモニアと二酸化炭素を 180℃、高压で反応させて尿素がつくられる。

[4(反応式)]

また、アンモニアから工業的に硝酸が次の三段階を経る方法でつくられる。

① 白金を触媒としてアンモニアを酸化し、一酸化窒素にする。

[5(反応式)]

② 一酸化窒素を酸化して二酸化窒素にする。



③ 二酸化窒素を水に吸収させて硝酸に変える。

[6(反応式)]

この段階の反応で発生する一酸化窒素は、②の段階で再利用される。

上記①～③の段階の反応の一つの反応式にまとめると、次の反応式が得られる。

[7(反応式)]

この硝酸の製法を [8(語句)] という。

(化学)

問1. このアンモニアの工業的製法において、発熱反応であるにもかかわらず 500℃程度の高温で反応させる理由を20字以内で説明しなさい。

問2. 実験室で、塩化アンモニウムに水酸化カルシウムを混合し、強熱したら気体が発生した。

(ア) この気体をソーダ石灰に通した後の捕集方法として適切なのはどれですか。

次の a～c から選び記号で答えなさい。

- a. 水上置換 b. 下方置換 c. 上方置換

(イ) また、(ア)で選んだ方法が適切である理由を30字以内で答えなさい。

問3. [7(反応式)] では 1.00 kg のアンモニアから 63% の濃硝酸は理論上、何 L つくれますか、有効数字2桁で答えなさい。ただし、濃硝酸の密度は 1.39 g/cm<sup>3</sup> とする。

解答解説は162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、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, Cl = 35.5,

Ba = 137

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

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

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. 各問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) 次のイオンのうち、少量の水酸化ナトリウム水溶液を加えると沈殿が生じ、さらに過剰の水酸化ナトリウム水溶液を加えるとその沈殿が消失するイオンはいくつありますか。



(A)の解答群

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

(化学)

(B) 次の物質 a～d の 0.050 mol/L の水溶液を、pH の大きい順にならべたものはどれですか。

- a. Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> b. NaHSO<sub>4</sub> c. Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> d. NaHCO<sub>3</sub>

(B)の解答群

1	d>c>b>a	2	c>d>a>b	3	d>a>b>c	4	a>b>d>c	5	c>a>d>b
---	---------	---	---------	---	---------	---	---------	---	---------

(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	ルビーとサファイアはどちらも微量のアルカリ金属を含む酸化アルミニウムの結晶である
2	工業的には単体のアルミニウムは、酸化アルミニウムを氷晶石とともに熔融塩電解して製造される
3	単体のアルミニウムは空気中で酸化アルミニウムの被膜を形成するため、その内部は酸化されにくい
4	アルミニウム粉末と他の金属酸化物を混ぜて点火するとテルミット反応が起こる
5	硫酸アルミニウムと硫酸カリウムの混合水溶液を濃縮すると、ミョウバンが得られる

(化学)

D) 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	ケイ素の結晶は多数のケイ素原子が次々に共有結合で結ばれた構造である
2	ケイ素は地殻中に質量パーセントでもっとも多く存在する元素である
3	二酸化ケイ素の結晶はケイ素原子と酸素原子が交互に共有結合している
4	ケイ酸ナトリウムに水を加えて加熱すると水ガラスが得られる
5	高純度のケイ素の結晶は半導体の性質を示す

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	アルカリマンガン乾電池と酸化銀電池の負極活性物質はどちらも Zn である
2	リチウム電池は二次電池である
3	一般に電解質水溶液にイオン化傾向の異なる2種類の金属板を浸した電池では、イオン化傾向の大きい方が負極になる
4	燃料電池の多くは水素を負極活性物質、酸素を正極活性物質としている
5	ダニエル電池の放電時間を長くするためには、正極活性物質の硫酸銅(II)水溶液の濃度を高くするとよい

(化学)

2. 各問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) 硝酸ナトリウムの水への溶解度[g/100g水]は、80℃で148、20℃で88である。80℃の硝酸ナトリウム飽和水溶液100gを20℃まで冷却すると、硝酸ナトリウムは何g析出しますか。

(A)の解答群

1	24	2	44	3	60	4	74	5	88
---	----	---	----	---	----	---	----	---	----

(B) 次の各水溶液の水素イオン濃度の値が小さい順にならべたものはどれですか。ただし、塩酸と水酸化バリウムは完全に電離しているものとし、水のイオン積を  $1.0 \times 10^{-14} (\text{mol/L})^2$  とする。

- a. 0.50 mol/L の塩酸 10 mL を水でうすめて 1000 mL にした水溶液
- b. 0.20 mol/L の酢酸水溶液(酢酸の電離度は 0.010 とする)
- c. 0.050 mol/L の水酸化バリウム水溶液
- d. 0.10 mol/L のアンモニア水(アンモニアの電離度は 0.020 とする)

(B)の解答群

1	b < c < d < a	2	c < d < a < b	3	c < d < b < a	4	d < c < a < b	5	d < c < b < a
---	---------------	---	---------------	---	---------------	---	---------------	---	---------------

(化学)

C) コックを介して連結された容器Aと容器Bがある。3.0Lの容器Aに  $2.0 \times 10^5 \text{ Pa}$  の窒素を入れ、2.0Lの容器Bに  $1.0 \times 10^5 \text{ Pa}$  の水素を入れ、温度は一定に保ったまま、コックを開いて両気体を混合した。混合後の全圧は何Paですか。ただし、コックの体積は無視できるものとする。

C)の解答群

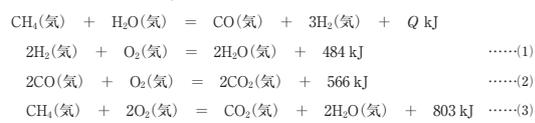
1	$1.6 \times 10^4$	2	$4.0 \times 10^4$	3	$1.2 \times 10^5$	4	$1.6 \times 10^5$	5	$3.0 \times 10^5$
---	-------------------	---	-------------------	---	-------------------	---	-------------------	---	-------------------

D) 2.56gのナフタレン  $\text{C}_{10}\text{H}_8$  をベンゼン100gに溶かした溶液の凝固点は何℃ですか。ただし、ベンゼンの凝固点を5.5℃、モル凝固点降下を  $5.0 \text{ K} \cdot \text{kg/mol}$  とする。また、この溶液は希薄溶液とみなしてよい。

D)の解答群

1	4.0	2	4.2	3	4.5	4	4.8	5	5.0
---	-----	---	-----	---	-----	---	-----	---	-----

E) 次の熱化学方程式のQの値を下の(1)~(3)を用いて求めなさい。



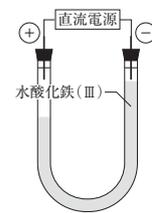
E)の解答群

1	-247	2	-206	3	-121	4	85	5	126
---	------	---	------	---	------	---	----	---	-----

(化学)

3. 文章中の空欄 [ ] に適合する語句を解答欄に記入し、文章後の設問に答えなさい。なお、[3] ~ [5] には色の名前を答えなさい。また、[8] は「会合」以外の語句を記入しなさい。(配点25点)

塩化鉄(III)飽和水溶液を多量の沸騰水に加えると、固体的水酸化鉄(III)が水溶液中に分散したコロイド溶液が得られる。このコロイド溶液は、水素イオンと塩化物イオンを含んでいるが、セロハン袋に包んで蒸留水中に浸しておくと、これらのイオンを取り除くことができる。一般に、このような分離・精製の操作を [1] といい、セロハン膜のように溶液中のある成分は通すが、ほかの成分は通さない膜を [2] という。セロハン膜をイオンが通ることは、袋の外側の水にプロモチモールブルー(BTB)溶液を加えると [3] 色を呈し、硝酸銀水溶液を加えると [4] 色沈殿を生じることからも確認できる。水酸化鉄(III)のコロイド溶液は [5] 色を呈する。この水酸化鉄(III)のコロイド溶液に直流電圧をかけると右図のように、[5] 色部分が陰極に引張られた。



金のコロイド溶液がある。このコロイド溶液を顕微鏡で観察するとコロイド粒子が不規則に動いているのがわかる。このような粒子の動きを [6] という。

コロイドは、水との親和性の程度に応じて、疎水コロイドと親水コロイドに分類できる。親水コロイドを形成するゼラチンは分子量が大きく、分子1個でコロイド粒子の大きさをもつ。このようなコロイドは [7] コロイドとよばれる。一方、セッケン水のように、多数の分子が会合して形成するコロイドは [8] コロイドとよばれる。比較的濃度の高いゼラチン水溶液は、高温では流動性をもつ [9] であるが、冷却すると流動性を失い [10] となる。



生物問題

(生物)

(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. リゾチームは細菌の細胞壁に存在する特定の多糖類の結合を切断する
2. 免疫グロブリンは可変部の立体構造の違いによって特異的な抗原と結合する
3. 微小管は $\alpha$ チューブリンと $\beta$ チューブリンからなり、細胞内の細胞小器官の移動や物質輸送の際のレールになる
4. 上皮細胞と基底膜を結合するヘミデスマソームでは、カドヘリンが基底膜に結合している

B.

1. 異化の例としては呼吸があげられる
2. 異化とは単純な物質を栄養として取り込む工程である
3.  $\text{CO}_2$ を取り入れて有機物を合成する反応を炭酸同化という
4. アミノ酸からポリペプチドを合成する過程はすべての生物が行う同化である

C.

1. 細胞内では、DNA複製の開始時に鋳型鎖に相補的な短いRNAプライマーが合成される
2. DNAポリメラーゼは3'→5'の方向へ新生鎖を伸長する
3. DNAの複製方式は半保存的複製とよばれている
4. DNAの二重らせんをほどく酵素をDNAヘリカーゼという

D.

1. 生殖細胞のうち、卵や精子のように合体して新しい個体をつくる細胞を配偶子という
2. 無性生殖には、分裂、対合、栄養生殖などの方法がある
3. 減数分裂の第一分裂の際に、二価染色体を構成する相同染色体の間で交ざりが起こって染色体の一部が交換される乗換えが起こる場合がある
4. 減数分裂では、娘細胞1個のもつDNA量は $G_1$ 期の母細胞の半分になる

E.

1. 中枢神経系は受容器が受け取った情報を処理する
2. 動物では、眼や耳は受容器に該当し、筋肉や分泌腺は効果器に該当する
3. 反射における興奮伝達は、「受容器→感覚神経→運動神経→効果器」の経路(反射弓)で行なわれる
4. 熱いものに手が触れたとき、瞬間的に手を引っ込める行動を屈筋反射という

F.

1. アカマツの受精は水中を泳ぐ精子により行われる
2. イチョウの受精は水中を泳ぐ精子により行われる
3. イヌワラビの受精は水中を泳ぐ精子により行われる
4. コスギゴケの受精は水中を泳ぐ精子により行われる

(生物)

(生物)

G.

1. 個体群密度の違いによって生じる形質のまとまった変化を相変異という
2. 生物多様性には3つの階層(段階)があり、遺伝的多様性、種多様性、および様々な環境に対応する生態系多様性である
3. バッタは、幼虫時の個体群密度が高いと、孤独相の成虫個体とは形態や生理が異なる群生相の成虫個体になる
4. 孤独相のバッタは単独生活し、短い後肢をもつ成虫が多い

H.

1. 最初の生物は約40億年前までに誕生したと考えられている
2. 生命の起源から約30億年にわたって微生物の時代が続いたと考えられている
3. これまでに見つかった最古の生物化石は約35億年前の現生の原核生物に似た生物の化石である
4. 約5億年前までの化石はすべて原核生物の化石である

I.

1. 地球上で生物が進化してきた道筋を系統という
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. 進化の道筋や系統関係は、DNAの塩基配列の解析などによって明らかにできる
4. 従来の分類体系と矛盾する系統は無視する必要がある

J.

1. 水分子のほとんどはアクアポリンを介して生体膜を透過しているため、移動する水の量の調節は細胞膜上のアクアポリンの数を変化させることで行われる
2. ナトリウムポンプによって、動物細胞の内側には $\text{K}^+$ が多く、外側は $\text{Na}^+$ が多く保たれている
3. 担体(輸送体)は運搬する分子と結合すると、立体構造が変化して生体膜の反対側へ物質を運搬する
4. 生体膜の一部が陥入して外液ごと物質を取り込むはたらきをエキソサイトーシスという

(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. ATPは [ ] というヌクレオシドにリン酸が3分子結合した化合物である。
- B. 光合成では葉緑体の [ ] において、タンパク質複合体から構成されている光化学系I、IIの反応が進行する。
- C. DNAの一塩基置換により [ ] が変わっても、 [ ] が指定するアミノ酸は変わらない場合がある。
- D. ショウジョウバエの体節ごとの特有の器官形成には [ ] 遺伝子という調節遺伝子がかかわっている。
- E. 有髄神経繊維では、興奮が髄鞘の切れ目の部分をとびとびに伝導する [ ] 伝導がみられる。
- F. 植物ホルモンのオーキシンは多種あるが、 [ ] は植物が合成する天然のオーキシンである。
- G. 捕獲したすべての個体に標識をつけてから放し、しばらく時間をおいて標識された個体が十分に分散した後、再び同様の条件のもとで捕獲し、捕獲した個体に含まれる標識個体数から全体の個体数を求める方法を [ ] という。

— 27 —

(生物)

- H. 新生代古第三紀の終わりから新第三紀のはじめころ、霊長類の中から尾をもたない [ ] が現れた。現生の [ ] としてはオランウータン、ゴリラ、ボノボ、チンパンジーなどがある。

— 28 —

(生物)

3. 問題文を読み、以下の間に答えなさい。(36点)

問1

- (1) シアノバクテリアの光合成と紅色硫黄細菌の光合成の違いを、以下の語句を用いて説明しなさい。  
【語句】 硫化水素 クロロフィルa 水 酸素
- (2)
- (i) 群生した初期のシアノバクテリアと堆積物が積み重なってつくられた独特の層状構造をもつ岩石を何とよぶか、答えなさい。
- (ii) 上記(i)とほぼ同じ時期に大規模に形成された<sup>しじょう</sup>縮状鉄鉱層は、どのようにして形成されたと考えられているか説明しなさい。
- (3) シアノバクテリアや紅色硫黄細菌は光エネルギーを利用して炭酸同化を行うが、<sup>(a)</sup>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炭酸同化を行う細菌を何とよぶか、答えなさい。また、その<sup>(b)</sup>細菌の例を2つあげなさい。

— 29 —

(生物)

- 問2 タンパク質はアミノ酸が多数つながった生体高分子である。タンパク質を構成する基本アミノ酸は20種類ある。これらのタンパク質のはたらきはタンパク質の構造によって決まり、タンパク質の構造はどのようなアミノ酸がどのような配列で結合しているかによって決まる。

- (1) 次の語句を用いて、タンパク質に含まれる20種類の基本アミノ酸を構成する元素について説明しなさい。  
【語句】 炭素 水素 窒素 酸素 硫黄 18種類
- (2) 次の語句を用いて、タンパク質の一次構造とアミノ酸同士の連結について説明しなさい。  
【語句】 カルボキシ基 アミノ基  $-CO-NH-$  ポリペプチド
- (3) 25500分子のタンパク質を薬剤によって処理すると、その84%のタンパク質が変性した。その後、その薬剤を徐々に取り除く処理を実施したところ、変性したタンパク質のうちの45%のタンパク質の機能が回復した。<sup>(a)</sup>回復したタンパク質分子と<sup>(b)</sup>変性したままのタンパク質分子は何分子か求めなさい。

— 30 —

(生物)

問3 以下の文章中の空欄A～Lにおいて、空欄Cには当てはまる語句を、そのほかの空欄には当てはまる数値を答えなさい。ただし、A、B、K、Lは分数で答えてもよい。また、「D、E」、「F、G」、「H、I、J」は最小の整数比で答えなさい。

ある植物の種子の色について緑(RRとRr)が75%、白(rr)が25%を占める集団を考える。この集団では、個体数が十分に多く、自由な交雑が行われ、他の集団との移入や移出がなく、突然変異は起こらず、自然選択ははたらかないものとする。

Rとrの遺伝子頻度をそれぞれ $p$ 、 $q$ とし、 $p+q=1$ であるとすると、

$$RR:Rr:rr = p^2:2pq:q^2$$

であるため、 $p = \frac{A}{C}$ 、 $q = \frac{B}{C}$ である。 $\frac{C}{C}$ の法則が成り立つ場合、この遺伝子頻度は世代を経ても変化しない。

次に、この集団から白の個体をすべて除くとする。残された緑の個体のみで自由交配させると、次世代集団における遺伝子頻度はどのように変化するだろうか。

$$RR:Rr:rr = \frac{D}{E} : \frac{E}{E} : \frac{E}{E}$$

であるため、この集団において、Rの遺伝子頻度とrの遺伝子頻度の比は

$$R:r = \frac{F}{G} : \frac{G}{G}$$

である。自由交配させると次世代は、

$$RR:Rr:rr = \frac{H}{I} : \frac{I}{I} : \frac{J}{I}$$

となる。よって、次世代の集団内において、R遺伝子の頻度は $\frac{K}{L}$ 、r遺伝子の頻度は $\frac{L}{L}$ となる。このように選択がはたらくことにより遺伝子頻度は変化する。

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)

(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.

- タンパク質は多数のアミノ酸がペプチド結合でつながったポリペプチドからなり、このアミノ酸の並びを一次構造という
- $\alpha$ ヘリックス構造や $\beta$ シート構造などのタンパク質の部分的な立体構造を二次構造という
- メチオニンに含まれる硫黄どうしのS-S結合がポリペプチド内やポリペプチド間で生じる場合がある
- 成人のヘモグロビンは $\alpha$ 鎖と $\beta$ 鎖の2種類のポリペプチドが2本ずつ集まった構造をつくる

B.

- ATPはアデニンとデオキシリボースから構成されるアデノシンに、3つのリン酸が結合した分子である
- ADPとリン酸が結合するとATPができる
- ATP 1分子中には2つの高エネルギーリン酸結合が存在する
- ATPは代謝におけるエネルギーの吸収と放出を仲立ちする

C.

- tRNAはコドンの塩基配列を64種類もつ
- tRNAに運搬されたアミノ酸はペプチド結合で連結される
- UAA, UAG, UGAの3つのコドンには、対応するアミノ酸がない
- 翻訳はリボソームで行われる

D.

- ひとつの体細胞に存在する大きさと形がほとんど同じ2本の対になった染色体を相同染色体という
- ヒトの体細胞に含まれる23組の染色体のうち、22組は男女に共通して見られる染色体で常染色体という
- 減数分裂の第一分裂で二価染色体が形成されるときに相同染色体の間で交差が起こることがあるが、その部位をプラズマという
- 遺伝子型がAAやaaのように、着目する遺伝子座の遺伝子が同じ個体をホモ接合体といい、Aaのように異なる個体をヘテロ接合体という

E.

- ニューロンの基本構造は核が存在する細胞体とそこから伸びた軸索や樹状突起からなる
- 有髄神経では、グリア細胞の1種が髄鞘とよばれる構造を形成してニューロンの軸索に巻きついている
- 有髄神経繊維はほとんどの無脊椎動物の神経繊維に見られる
- 有髄神経繊維の軸索に見られる髄鞘の切れ目をランビエ絞輪という

(生物)

- F.
1. エチレンは果実の成熟促進にはたらく
  2. サイトカイニンは側芽の伸長促進にはたらく
  3. アブシシン酸は発芽抑制にはたらく
  4. フロリゲンは花芽の形成抑制にはたらく
- G.
1. ある範囲内に生息する同種の個体の集まりを個体群という
  2. ある範囲内に生息するすべての個体群の集まりを生物群集という
  3. 時間経過にともなうある範囲内に生息する個体数の増加をグラフにしたものを成長曲線という
  4. ある環境で存在できる個体数には上限があり、この個体数のことを個体群収容力という
- H.
1. 先カンブリア時代の前半には、従属栄養生物が出現していたと考えられている
  2. 先カンブリア時代の前半には、化学合成によってエネルギーを獲得する生物が出現していたと考えられている
  3. 先カンブリア時代の前半には、酸素を発生しない光合成生物が出現していたと考えられている
  4. 先カンブリア時代の前半には、小形の多細胞生物が出現していたと考えられている

(生物)

- I.
1. 細胞の構造に着目すると、生物は原核生物と真核生物に大別される
  2. 細菌(バクテリア)は原核生物であり、大腸菌やシアノバクテリアなどが含まれる
  3. 古細菌(アーキア)は原核生物であり、超好熱菌、高度好塩菌、メタン菌などが含まれる
  4. 細胞形態の比較から、真核生物は細菌(バクテリア)より古細菌(アーキア)と近縁であることが明らかにされている
- J.
1. グルコースを呼吸基質としたアルコール発酵では、グルコース1分子から差し引きで2分子のATPが生じる
  2. アルコール発酵では、ピルビン酸が2分子結合してエタノールと二酸化炭素になる
  3. グルコースを呼吸基質とした乳酸発酵では、グルコース1分子から差し引きで2分子のATPが生じる
  4. 筋肉でグルコースやグリコーゲンが酸素を消費せずに乳酸に分解される過程でエネルギーを取り出す現象を解糖という

(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. 葉緑体のチラコイド膜の電子伝達系において生じる  $H^+$  の濃度勾配からATPが合成される。この反応は光エネルギーがもたなるため  とよばれる。
- B. スクレオチド鎖には方向性があり、 基で終わる末端を5'末端という。
- C. 連鎖している二つの遺伝子間では、ふつう一定の割合で組換えが起こる。生じた全配偶子のうち、組換えを起こした配偶子の割合を  という。
- D. ヒトにおいて、視神経が網膜を貫いている部分を  といい、この部分には光を受容する視細胞が存在しない。
- E. 植物において、オーキシンを排出する輸送タンパク質は  とよばれ、ある種の  は光や重力などの刺激によって細胞膜での分布が変わる。
- F. 個体群  の変化に伴って、個体群を構成する個体の発育・生理などが変化することを  効果という。

(生物)

- G. 胎生の哺乳類は、カンガルーのように比較的未熟な状態で出産して腹部の袋の中で子を育てる有袋類と、ある程度の大きさまで母体の中で育ててから出産する  に分けられる。
- H. 動物が外界からの刺激を受けて常に定まった生得的行動を示す場合、この刺激を  という。

(生物)

3. 問題文を読み、以下の間に答えなさい。(36点)

問1

〔実験1〕ラクトースはグルコース1分子とガラクトース1分子が結合した糖である。ラクトースを各単糖に分解する酵素を使って次の実験を行った。酵素を入れた試験管にラクトースを濃度が0.5%になるように加え、温度37℃でラクトースの分解反応を行った。反応開始後、10分ごとに試験管中のグルコースの量を測定すると、反応時間とグルコースの量の関係は図1ようになった。

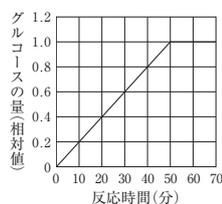


図1 実験結果

- (1) この実験に用いられているラクトース分解酵素の名称はどれか、以下の中から選び記号で答えなさい。
- (a)  $\beta$ -アミラーゼ
  - (b)  $\beta$ -アミロイド
  - (c)  $\beta$ -オキシダーゼ
  - (d)  $\beta$ -ガラクトシダーゼ
  - (e)  $\beta$ -グルコシダーゼ

(生物)

(2) 反応開始後60分におけるラクトースとグルコースとガラクトースの量的な関係はどのようにになっているか説明しなさい。

(3) 〔実験1〕において、試験管にラクトースを濃度が1%になるように加え、他の条件は変えずに反応させると、グルコースの生成量は時間とともにどのように変化するか、グラフで示しなさい。ただし、反応速度は変化しなかったものとし、図1における反応開始50分後のグルコース量を相対値1とする。グラフの縦軸はグルコース量(相対値)、横軸は反応時間(分)とし、グラフの縦軸の( )内に適切な数値を記入すること。

(4) 〔実験1〕において、反応温度を20℃にし、他の条件は変えずに反応させると、反応速度は0.5倍になった。その場合、グルコースの生成量は時間とともにどのように変化するか、グラフで示しなさい。グラフの縦軸はグルコース量(相対値)、横軸は反応時間(分)とし、グラフの縦軸の( )内に適切な数値を記入すること。

問2 ヒトの免疫系に関する以下の間に答えなさい。

- (1) 自然免疫と獲得免疫について、両者の違いが分かるように説明しなさい。
- (2) 下記(i)~(iv)の細胞は、(a)自然免疫あるいは(b)獲得免疫のどちらかに主に関わる細胞か、それぞれアルファベットで答えなさい。
- (i) 好中球
  - (ii) B細胞
  - (iii) T細胞
  - (iv) NK細胞

(生物)

(3) 体液性免疫と細胞性免疫について、両者の違いが分かるように説明しなさい。

問3 カボチャの果皮の色は(A, a)と(B, b)の2組の対立遺伝子で決定されており、それぞれの遺伝子は独立している。A遺伝子は果皮の発色を被覆する遺伝子でaに対して顕性(優性)である。すなわち、潜性(劣性)ホモaaの組み合わせをもつ個体以外は白色の果皮となる。一方、Bは黄色、bは緑色の遺伝子でBはbに対し顕性(優性)である。

- (1) 白色(AABB)と緑色(aabb)を交雑してF<sub>1</sub>を得たとする。F<sub>1</sub>の遺伝子型と果皮の色を答えなさい。
- (2) F<sub>1</sub>どうしの交配をしたとき、F<sub>2</sub>の中で果皮が黄色になる個体の遺伝子型をすべて答えなさい。
- (3) 上記F<sub>2</sub>個体のうち何%が黄色の果皮をつけるか、求めなさい。答は小数点第一位まで示しなさい。

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. アミノ酸の基本構造は、1つの炭素原子にアミノ基、カルボキシ基、水素原子、側鎖が結合したものである
2. アスパラギンは酸性の側鎖をもつアミノ酸である
3. ロイシンは疎水性の側鎖をもつアミノ酸である
4. システインとメチオニンは硫黄を含んでいる

B.

1. 酸素を利用して有機物を分解し、ATPを合成する反応は呼吸とよばれる
2. 呼吸で発生したCO<sub>2</sub>と消費されたO<sub>2</sub>の体積比を呼吸商という
3. 酸素を利用せず有機物を分解し、ATPを合成する反応は発酵とよばれる
4. 乳酸発酵ではピルビン酸が酸化されて乳酸となる

C.

1. オペレーターは原核生物のDNAに存在する転写調節領域である
2. 細胞内のすべての遺伝子は恒常的に発現している
3. リプレッサーは調節遺伝子にコードされている
4. 大腸菌では、培地中にラクトースが含まれていないと調節タンパク質がラクトースオペロンの転写を抑制する

(生物)

D.

1. 動物の配偶子である卵と精子は始原生殖細胞に由来する
2. ウニでは、1個の一次精母細胞から4個の精細胞が生じる
3. ウニの精子は卵に近づくと、頭部の細胞質中でミオシンフィラメントの束ができ、先体突起を形成する
4. ウニの卵が受精すると卵黄膜は受精膜に変わる

E.

1. ニューロンの軸索の末端には、神経伝達物質を内包したシナプス小胞が存在する
2. シナプス間隙で興奮の伝達に関与する神経伝達物質は、興奮の伝達後もシナプス間隙に留まり続ける
3. シナプスには興奮性シナプスと抑制性シナプスが存在する
4. シナプス後細胞の細胞膜上には、伝達物質依存性イオンチャネルが存在する

F.

1. イネの種子は有胚乳種子である
2. カキの種子は無胚乳種子である
3. ダイズの種子は無胚乳種子である
4. ナズナの種子は無胚乳種子である

(生物)

G.

1. 個体群の密度が変化したことが原因で生じる個体数の変化を相変異という
2. 個体群密度が増加すると、食料や生活空間が不足するとともに排出物が多く蓄積する
3. 個体群密度が増加すると、死亡率の増加や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
4. 植物の最終収量一定の法則は密度効果の例である

H.

1. 初期の独立栄養生物は硫化水素などを酸化して得られるエネルギーを使って二酸化炭素を還元していたと考えられる
2. 光エネルギーを利用して水を分解して酸素を発生する光合成細菌は、先カンブリア時代の初期に出現していたと考えられている
3. 約27億年前の地層からストロマトライトとよばれる独特の層状構造をもつ岩石が発見されている
4. シアノバクテリアの繁栄により、海水中に大量の酸素が放出された

I.

1. 生物の外部形態は生物分類の基準として近年用いられるようになった
2. 生物の系統関係を推定するうえで解剖学的特徴が重要なことがある
3. 形態の類似には、共通の祖先をもつための類似(相同)と、直接の系統関係はないが同じ機能を実現するために偶然似た形態になったもの(相似)がある
4. 鳥類の翼と昆虫の翅は相似であり、鳥類の翼とハチュウ類や哺乳類の前肢は相同である

(生物)

J.

1. ニューロンの静止状態では、膜内の電位を基準(0mV)としたとき、通常、膜外は負の値をとっている
2. ニューロンにおける静止電位と活動電位は、細胞膜上のタンパク質を介したイオンの移動によって発生する
3. 個々のニューロンでは、興奮を起こすために必要な刺激の強さが異なる
4. 神経繊維における興奮の伝導では、興奮直後の部位が不応期となるため、興奮が興奮直後の部位の方向に伝わることはない

(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. 適応免疫(獲得免疫)は、異物の型を認識した免疫細胞であるT細胞やB細胞などの [ ] が中心になってはたらく免疫反応である。
- B. 転写に使用されるDNAの鋳型鎖は [ ] 鎖とよばれる。
- C. ウニの発生において、原腸胚はプリズム幼生を経て [ ] 幼生になる。
- D. 桿体細胞には [ ] とよばれる視物質が含まれており、暗順応や明順応に関係している。
- E. オオムギの発芽時においては、 [ ] から放出されるジベレリンがアミラーゼ合成を誘導する。
- F. 生活上の要求が似た種の間で餌や空間(住みか)などの争奪が起こり、一方の種が除かれることを [ ] という。
- G. 6600万年前、何回目かの地球規模の生物の大量絶滅が起こり、アンモナイト類や大繁栄していた [ ] 類が絶滅し、針葉樹が衰退した。
- H. すべての生物がもつ [ ] の塩基配列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。

(生物)

3. 問題文を読み、以下の間に答えなさい。(36点)
- 問1 ある種の植物で、互いに連鎖している無光沢葉(a)、白花(b)、しわ種子(c)は、野生型の光沢葉(A)、赤花(B)、丸種子(C)に対して潜性(劣性)の遺伝子である。これら3対の遺伝子について遺伝子型AaBbCcのF<sub>1</sub>をつくり、これに無光沢葉・白花・しわ種子の個体を交配して表1に示す1000個体を得た。

表1

形質	個体数
光沢葉、赤花、丸種子	350
光沢葉、赤花、しわ種子	90
光沢葉、白花、丸種子	10
光沢葉、白花、しわ種子	50
無光沢葉、赤花、丸種子	40
無光沢葉、赤花、しわ種子	10
無光沢葉、白花、丸種子	100
無光沢葉、白花、しわ種子	350
合計	1000

- (1) AとBの間で組換えが起きた個体は、1000個体のうちの何個体が答えなさい。
- (2) 各遺伝子間の組換え価(%)を求めなさい。  
① A-B間 ② B-C間 ③ A-C間
- (3) 表の個体のうち、二重乗換えによって生じた個体の表現型をすべて答えなさい。

(生物)

問2 日本列島は南北に長く、そのバイオームは低緯度から亜熱帯多雨林→(あ)→(い)→針葉樹林の順に緯度が高くなるにつれて移り変わる。このような緯度に対応したバイオームの分布を(う)という。各バイオームの優占樹種としては、亜熱帯多雨林では(A)など、(あ)では(B)など、(い)では(C)など、針葉樹林では(D)などがあげられる。一方、標高に応じてみられるバイオームの分布を(え)という。

- (1) 文章中の空欄(あ)～(え)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(A)～(D)に当てはまる最も適切な樹種を以下の中から2つずつ選び、記号で答えなさい。
- (a) アコウ (b) アラカシ (c) エゾマツ (d) オリーブ  
(e) ガジュマル (f) コルクガシ (g) スダジイ (h) チーク  
(i) トドマツ (j) ブナ (k) ミズナラ

問3 ショウジョウバエの卵における前後軸形成過程を以下の語句を用いて説明しなさい。  
【語句】ピコイド ナノス mRNA 母性効果遺伝子

問4 5つの異なるアミノ酸A、B、C、D、Eが直列に1つずつペプチド結合でつながるペプチドを設計する。この場合、このアミノ酸の並びの組み合わせは理論上何通りあるか求めなさい。

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.

- ステロイドホルモンは細胞膜を通り抜けて細胞内にある受容体と結合する
- インスリンは細胞膜を通過できないため、細胞膜にある受容体に結合することで作用する
- サイクリック AMP のように、細胞外シグナル分子としてはたらくし、さらに細胞内の情報伝達も担う物質をセカンドメッセンジャーという
- トル様受容体によって病原体を認識したマクロファージから分泌されたサイトカインによって炎症反応が引き起こされる

B.

- 真核生物において解糖系は細胞質基質で反応が進行する
- 真核生物においてクエン酸回路はゴルジ体で反応が進行する
- 真核生物において呼吸の電子伝達系はミトコンドリアで反応が進行する
- 真核生物において炭水化物、脂肪、タンパク質はそれぞれ呼吸基質として利用される

(生物)

C.

- 真核生物の転写開始には基本転写因子、RNA ポリメラーゼ、プロモーターが必要である
- クロマチン構造が凝集している領域では遺伝子は転写されない
- RNA ポリメラーゼは DNA の鋳型鎖上を 5'→3' の方向に移動する
- 真核生物の DNA はヒストンと結合し、ヌクレオソームを形成する

D.

- 被子植物のおしべの先端のやくの中では、花粉母細胞が減数分裂を行って 4 個の細胞からなる雄原細胞ができる
- 被子植物において、花粉管から放出された 2 個の精細胞のうち、1 個は卵細胞と受精して受精卵となり、他の 1 個は中央細胞と融合し、胚乳をつくる
- 被子植物は、茎頂分裂組織としてはたらく幼芽と根端分裂組織をもつ幼根を種子の段階でもっている
- 被子植物の花の構造の形成過程には、3 種類のホメオティック遺伝子からつくられるタンパク質(調節タンパク質)が関わっている

E.

- 網膜の適刺激は光であり、コルチ器の適刺激は音である
- ヒトの網膜には、色の識別に関与する桿体細胞と、うす暗い場所でも機能する錐体細胞が存在する
- ヒトの眼の構造において、水晶体と黄斑は視軸上に並んでいる
- 近くを見るときは、毛様体が収縮し、チン小帯がゆるんだ状態になっている

(生物)

F.

- コケ植物には維管束がない
- シダ植物には維管束がない
- 裸子植物には維管束がある
- 種子植物には維管束がある

G.

- 各栄養段階にある生物の個体数や生物量、エネルギー量などをピラミッド状に表現した図を生態ピラミッドという
- 生産者の総生産量は現存量に相当し、純生産量は見かけの光合成量に相当する
- 生産者の純生産量は総生産量から呼吸量を引いた量に相当する
- 消費者の生産量は、同化量から呼吸量(または呼吸量 + 老廃物排出量)を引いた量である

H.

- エディアカラ生物群やバージェス動物群の化石の中に原索動物や初期の脊椎動物と考えられる化石が見つかった
- 初期の脊椎動物は、関節によって開閉できるような顎をもたない無顎類であった
- 軟骨魚類や硬骨魚類は、シルル紀からデボン紀に海中や淡水中で繁栄した
- カンブリア紀末ごろまでにはオゾン層が形成され、陸上で生物が生活できる環境が整った

(生物)

I.

- 水中に生息しているアオミドロは真核生物に分類される
- 水中に生息している菌類は真核生物に分類される
- 陸上で生息している細胞性細菌は真核生物に分類される
- 陸上で生息しているメタン生成菌は真核生物に分類される

J.

- 生物が出現する前の生物体に必要な物質が生み出されていく過程を分子進化という
- 生物が自律的に生きるためには、秩序正しい物質の代謝が必要である
- 生物として機能するためには、膜により外界と仕切られることによる自己境界性の確立が必要である
- 生物が自律的に生きるためには、自分と同じ構造をもつ個体をつくる自己複製系の確立が必要である

(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. T細胞は細胞表面のTCRを介して樹状細胞の  と抗原のペプチド断片に接触する。
  - B. 光合成で合成されたATPとNADPHは、葉緑体のストロマの  でCO<sub>2</sub>の固定に用いられる。
  - C. カエルの受精において、精子が卵内に侵入してから第一卵割までの間に卵の表層全体が内側の細胞質に対して約30°回転し、周囲の色と濃さの異なる  が生じる。
  - D. 脊椎動物の神経系において、体性神経系や自律神経系は  神経系に区分される。
  - E. 短日植物において、暗期の途中で光照射を行って連続した暗期の長さを限界暗期以下にすることを  という。
  - F. 動物の個体あるいは群れが、同種他個体あるいはほかの群れを寄せつけず、積極的に一定の空間を占有する場合、その一定の空間を  という。
  - G. 新生代に入ると、多くの絶滅したは虫類の  地位を受け継いで、哺乳類の適応放散が進み、多様化が急速に進行した。

(生物)

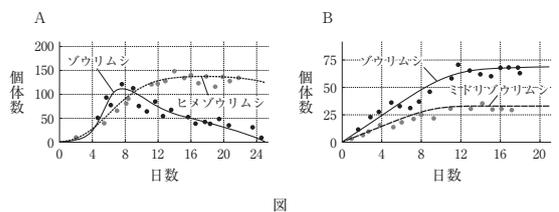
- H. 系統関係を推定するうえで外部形態や解剖学的特徴は重要な情報源である。形態の類似のうち、共通の祖先からその形質を引き継いだ類似は  とよばれる。

(生物)

3. 問題文を読み、以下の間に答えなさい。(36点)
- 問1 酵母の呼吸と発酵について以下の間に答えなさい。
- (1) 1分子のグルコースが呼吸により、二酸化炭素と水に分解されたときの反応式を答えなさい。
  - (2) (1)の反応過程で合成されるATPは合計で最大何分子か答えなさい。
  - (3) 1分子のグルコースを基質としたアルコール発酵の反応式を示しなさい。
  - (4) (3)の反応過程で、解糖系で生成した  A が脱炭酸酵素のはたらきで  B になり、その後NADHにより還元されてアルコールができる。AおよびBの空欄に当てはまる語句を答えなさい。
  - (5) 呼吸と発酵が同時に行われる状態で、酵母が96mgの酸素を吸収し、220mgの二酸化炭素を放出した。
    - ① このとき呼吸で消費したグルコースは何mgか求めなさい。
    - ② このときアルコール発酵で発生した二酸化炭素は何mgか求めなさい。
    - ③ このときアルコール発酵で消費したグルコースは何mgか求めなさい。
    - ④ このときATPは最大何mol合成されるか求めなさい。答は有効数字2桁で答えなさい。

(生物)

- 問2 ゾウリムシ、ヒメゾウリムシ、ミドリゾウリムシをそれぞれ単独で飼育すると個体数は12日目あたりまで増加し、その後はほぼ一定数となった。下図はこれらの種の種間競争に関する実験結果を示したグラフである。この図を見て、以下の設問に答えなさい。



- (1) 図-Aは、ゾウリムシとヒメゾウリムシを混合して飼育した場合の各個体の増殖曲線である。ゾウリムシの個体数は8日目あたりで減少し、やがて絶滅した。このような結果になった要因を説明しなさい。
- (2) 図-Bは、ゾウリムシとミドリゾウリムシを混合して飼育した場合の各個体の増殖曲線である。ゾウリムシもミドリゾウリムシも個体数は増加し、やがてほぼ一定となった。このような結果になった要因を説明しなさい。

(生物)

問3 生体内のタンパク質分子を構成する基本アミノ酸は20種類である。これらのうち、疎水性のアミノ酸はW, P, F, L, I, V, Aの7種類、親水性のアミノ酸はG, R, N, D, E, Q, K, S, T, Yの10種類、疎水性も親水性も中程度のアミノ酸はC, H, Mの3種類とする。いま、5つのアミノ酸で構成されるペプチドを設計する。ただし、N末端とC末端が疎水性または親水性のアミノ酸、中央のアミノ酸は疎水性・親水性が中程度、それ以外のアミノ酸はトリプトファンが少なくとも1つ使われれば良いこととする。設計可能なアミノ酸配列の種類は何通りあるか求めなさい。

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.

1. すべての細胞に細胞膜と細胞質基質がある
2. 植物細胞では、原形質連絡を通じて細胞間で物質の交換が行われる
3. 液胞は植物細胞で発達しており、動物細胞では見られない
4. クロロフィルは葉緑体、アントシアン(アントシアニン)は液胞に含まれる色素である

B.

1. 解糖系では、消費および生成の結果、グルコース1分子あたり差し引き2分子のATPが生じる
2. 解糖系では、 $C_6$ 化合物を呼吸基質として、複数段階の反応を経て $C_3$ 化合物が生じる
3. 解糖系では、 $O_2$ は消費されない
4. 解糖系では、 $NAD^+$ が還元されて $NADH$ ができるが、この反応に関わる酵素を水素化酵素という

(生物)

C.

1. 1970年代に開発されたサンガー法によるDNAの塩基配列決定法では、DNAポリメラーゼを用いる
2. PCR法では4種類のスクレオチドを材料として用いる
3. 遺伝子組換えの際に使用する制限酵素は、アミノ酸配列を認識して切断する
4. DNAマイクロアレイ解析で使用されるプラスチックの基板には、各スポットにそれぞれ異なる塩基配列の1本鎖DNAが接着されている

D.

1. カエルの胚で、中胚葉誘導を引き起こす物質はノーダルタンパク質とよばれる
2. イモリの原腸胚の神経誘導には、形成体から分泌される $\beta$ -カテニンというタンパク質が関わっている
3. ショウジョウバエの胚の前後軸の形成において、ピコイド遺伝子やナノス遺伝子のmRNAの局在が重要な役割を果たしているが、このような遺伝子を母性効果遺伝子という
4. ショウジョウバエのホメオティック遺伝子には、頭部や胸部の発生にかかわるアンテナペディア遺伝子群と、胸部や腹部の発生にかかわるパイソラックス遺伝子群がある

(生物)

- E.
1. 大脳の皮質にはニューロンの細胞体が多く存在し、髄質にはニューロンの軸索が多く存在する
  2. 間脳は視床と視床下部からなり、視床下部は自律神経系の中核である
  3. 中脳には姿勢保持の他に眼球運動や瞳孔反射の中核がある
  4. 小脳には呼吸運動や血液循環などの機能に関する中核がある
- F.
1. オオムギの発芽時に胚からジベレリンが放出される
  2. オオムギの発芽時に胚乳からアミラーゼが放出される
  3. オオムギの発芽時にアミラーゼによりデンプンが糖に分解される
  4. オオムギの種子のデンプンが分解されてできた糖を利用して胚は発芽する
- G.
1. 餌や生活空間など要求する資源が似ている異種個体群間で起こる資源をめぐる争いを種間競争という
  2. 生物(宿主)の体表もしくは体内に他の生物が休息して利益を得て、それにより宿主が不利益を受ける関係を競争的排除という
  3. 異種の生物が互いに利益を受けながら生活する関係を相利共生という
  4. 異種の生物のうち一方が利益を受け、他方は利益も不利益も受けない関係を片利共生という

(生物)

- H.
1. 白亜紀前期までに胚珠が子房に包まれた乾燥に強い種子をもつ被子植物が現れた
  2. 三畳紀(トリアス紀)に羊膜類から原始的な哺乳類が出現した
  3. ジュラ紀に羽毛をもつ恐竜類から鳥類が出現した
  4. 三葉虫は古生代に出現し、中生代に海中で繁栄した
- I.
1. 学名は生物の種を正式に表すために考案された
  2. リンネが確立した二名法では、属名と科名が併記される
  3. 学名を見れば、同じ属に属するかどうかわかる
  4. 種は類似した特徴を持つ個体の集まりである
- J.
1. カンブリア紀に繁栄した藻類により、多量の酸素が放出された
  2. カンブリア紀末頃までにオゾン層が形成された
  3. 太陽からの有害な紫外線をさえぎるオゾン層が形成されたため、陸上で生物が生活できる環境が整った
  4. 化石が確認されている最古の陸上植物は維管束がないシダ植物のリニアである

(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. 原形質流動は、細胞小器官に結合したミオシンが [ ] に沿って移動することでおこる。
- B. 無機物を酸化して得られた化学エネルギーを利用し、ATPやNADPHを合成して炭酸同化を行う硝化菌などを [ ] 細菌という。
- C. 岡崎フラグメントは、DNA複製の過程で [ ] 鎖の合成時に形成される比較的短いDNA断片である。
- D. 哺乳類の胚盤胞から内部細胞塊を取り出し、多分化能と複製能を維持したまま培養細胞として確立した細胞が [ ] である。
- E. 骨格筋は、弛緩時に [ ] とATPから合成した [ ] リン酸を蓄え、収縮時にATPが枯渇した際はエネルギー源として利用する。
- F. 植物の落葉が起こるとき、葉柄の基部に [ ] とよばれる特別な細胞層が形成される。
- G. 物質生産の面から見た植物群集の同化器官(葉)と非同化器官(葉以外の茎や花・種子など)の空間的な分布状態を [ ] という。

(生物)

- H. 系統関係を推定するうえで外部形態や解剖学的特徴は重要な情報源である。形態の類似のうち、直接の系統関係はないが、偶然同じ機能を実現するために類似したもののどうしの関係を [ ] とよぶ。

(生物)

3. 問題文を読み、以下の問に答えなさい。(36点)

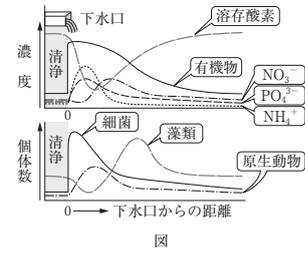
問1 密閉できる透明のガラス容器に緑藻を入れ、下表の照射と二酸化炭素供給の条件下で実験を行った。以下の問に答えなさい。

表		
実験	前半(10分間)	後半(10分間)
実験 A	明・CO <sub>2</sub> あり	暗・CO <sub>2</sub> あり
実験 B	明・CO <sub>2</sub> なし	暗・CO <sub>2</sub> あり
実験 C	暗・CO <sub>2</sub> なし	暗・CO <sub>2</sub> あり
実験 D	暗・CO <sub>2</sub> なし	明・CO <sub>2</sub> あり

- 実験 A～D の二酸化炭素吸収速度の経時変化を図示しなさい。解答欄のグラフの縦軸は二酸化炭素吸収速度、横軸は時間で、縦の破線は前半と後半の区切りを示す。
- 植物の光合成において、気孔から取り込まれた二酸化炭素を還元して固定する反応経路は何と呼ばれているか答えなさい。
  - ①の中で二酸化炭素の取り込みに関与する酵素は何か答えなさい。
  - ①の経路の中の物質で実験 A の後半で蓄積する物質の <sup>(a)</sup>物質名と <sup>(b)</sup>炭素数を答えなさい。
  - ①の経路の中の物質で、照射下で二酸化炭素の供給をなくしたときに蓄積する物質は何か答えなさい。
  - グルコース 1 mol の合成には、④の物質は何 mol 必要か答えなさい。

(生物)

問2 下図は河川に下水道から有機物を含む汚水が流入したときの化学物質の変化と生物相の変化の模式図である。ただし、下水道から流入する化学物質の量、河川の流速は一定とする。以下の問に答えなさい。



- 図のような有機物の濃度の変化のメカニズムについて説明しなさい。
- 図のような溶存酸素量の変化のメカニズムについて説明しなさい。
- 図において、アンモニウムイオンはどのようなメカニズムで減少すると考えられるか、説明しなさい。
- さまざまな生物の作用などにより河川の汚染が回復する作用を何と云うか答えなさい。

1 下の英文を読んで、後の問いに答えなさい。(40点)

Have you ever heard the phrase “it’s not rocket science” or “it’s not brain surgery”? When we think of aerospace engineers and brain surgeons, we immediately associate them with intelligence. By contrast, recent studies suggest that <sup>(a)</sup>they are not much different from the average person in terms of intelligence.

It has long been debated whether people are born with better intelligence or <sup>(b)</sup>whether it is due to the environment and conditions in which they are raised. Years of psychological research have shown that there are two mindsets: “a fixed mindset” and “a growth mindset.”

At the root of the “fixed mindset” is the desire to “make oneself look good.” These people tend to avoid <sup>(c)</sup>challenges with potential failure. For example, they are quick to give up when they run into obstacles and tend to think that <sup>(d)</sup>their efforts are fruitless. They ignore negative feedback even when it is useful. They feel threatened by the success of others. They are unable to reach their full potential and quickly move into <sup>(e)</sup>a state where their ability to grow is at a standstill.

“Growth mindset” individuals, on the other hand, start with a desire to learn and are willing to persevere <sup>(f)</sup>in the face of challenges and adversity. They see hard work as a passageway to success, learning from criticism and being inspired by the successes of others. Because of their underlying desire to learn, they are able to absorb everything in a snowball effect and reach a higher level of success.

In a 20-year study of both adults and children, Dr. Carol Dweck, Professor of Psychology at Stanford University, found that believing that “personality and intelligence are not innate, but can be developed” <sup>(g)</sup>can make a significant difference in both adults and children. In one of her studies, she conducted an experiment with four-year-old children in which she taught one group a “fixed mindset” and the other a “growth mindset.” She gave each group a choice between two different jigsaw puzzles. The fixed mindset group chose the easier puzzle to demonstrate

their ability and showed the researchers that <sup>(h)</sup>they were error-free. On the contrary, the growth mindset group, after choosing the more complex puzzle, was “puzzled” by the “fixed mindset” group, wondering why they chose the same puzzle over and over again when they could not learn anything new. In other words, the fixed mindset group sought assured success to make themselves look smarter, while the growth mindset group chose to develop their abilities. This may be because <sup>(i)</sup>their definition of “success” is not about looking smart, but about getting smarter.

In addition, Dr. Dweck and colleagues tested a group of teenage boys and girls. They had each teenager complete ten nonverbal IQ tests and praised them in two ways: One way was to say, “Wow, you got an X, that’s a good score.” And the other way was to say, “You are smart.” In other words, one praises ability, and the other praises intelligence. The participants who were praised for their ability avoided the harder problem when choosing between the next two problems, while 90% of the children who were praised for their intelligence chose the harder problem, which was more rewarding for learning.

<sup>(j)</sup>This all suggests that the two mindsets have a significant impact on how much they “enjoy” a challenge. Both groups enjoyed the first problem because it was easy to get right, but as the problems became more difficult, those who were praised for their ability did not enjoy them, while those who were praised for their intelligence enjoyed the more difficult problems because it benefitted their learning.

<sup>(k)</sup>The former is increasingly demotivated by not being able to solve a problem correctly, while the latter grows and matures.

[問1] 次の各問い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)が指しているのは、どれですか。

1. 航空宇宙や脳外科の学問
2. 航空宇宙エンジニアや脳外科医
3. 最近の知性に関する研究
4. 平均的な教養がある一般人

(b) 下線部(b)の具体的な意味は、どれですか。

1. whether people were brought up by their intelligent parents
2. whether people grew up in hard conditions
3. whether it’s due to the economic situation of the family people grew up in
4. whether it’s because of how and where people were brought up

(c) 下線部(c)の意味は、どれですか。

1. a refusal to accept someone’s authority
2. an invitation to someone to compete or fight
3. a new or difficult task that tests somebody’s ability and skill
4. a statement or an action that somebody refuses to accept

(d) 下線部(d)の意味は、どれですか。

1. 努力が足りないこと
2. 努力こそが重要なこと
3. 成功を意識した努力は足りないこと
4. 成功のための努力は必ず報われること

(e) 下線部(e)が表しているものは、どれですか。

1. 成長が伸び悩んでいる状態
2. 潜在的な能力を発揮できる状態
3. 他人の成功をうらやましく思う状態
4. 他人からの助言を受け入れられない状態

(f) 下線部(f)が表しているものは、どれですか。

1. when they are challenging someone
2. when they need to get advice
3. even when things get hard
4. even when they are meeting challengers

(g) 下線部(g)をもたらす条件は、どれですか。

1. 固定マインドセットの人が、能力を最大限に発揮すること
2. 成長マインドセットの人が、人間性や知性で優れていること
3. 能力次第で、人間性や知性を発揮できると信じること
4. 人間性や知性を発展させることができると信じること

(h) 下線部(h)が表しているものは、どれですか。

1. 固定マインドセットのグループは、間違いを犯さないこと
2. 研究者のグループが完成したパズルに、間違いがあること
3. 研究者のグループの実験方法に、誤りはいくつかあること
4. 成長マインドセットのグループのパズルには、間違いがないこと

(i) 下線部(i)が表しているものは、どれですか。

1. 成長マインドセットグループが、成功と定義すること
2. 固定マインドセットグループにとって、賢くなること
3. 成長マインドセットグループにとって、パズルを成功させること
4. 固定マインドセットグループにとって、パズルを成功させること

(j) 下線部(j)の具体例として正しいものは、どれですか。

1. The fixed mindset group enjoyed being given more difficult challenges.
2. The fixed mindset group enjoyed being praised for their intelligence.
3. The growth mindset group enjoyed the problem when their intelligence was praised.
4. The growth mindset group enjoyed the problem when they improved their scores.

(k) 本文のタイトルとして最も適切なものは、どれですか。

1. How to Improve Teenage Learning Attitudes
2. How to Become a Rocket Scientist
3. How Belief and Desire Relate to Intelligence
4. How Intelligent People Solve Puzzles

[問2] 下線部(ア)を、the former と the latter が指す内容を明確にして、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) We have already ( ) the delay.

1. apologized her
2. told her we are sorry
3. apologized to her for
4. told to her we are sorry for

(b) It ( ) me that I would ever be in a position to break the world record.

1. didn't happened
2. had not occurred to
3. wasn't happened to
4. had never been occurred

(c) We must take ( ) this dog than the other one.

1. more care of
2. care of
3. better care
4. care

(d) Their parents ( ) opportunities to go abroad during the pandemic.

1. refused to their
2. denied them
3. refused providing their
4. denied them of giving

(e) Next week the university will celebrate students who have made major contributions in society this year. ( ) are Seiichi Hirota and Shinkichi Ogimoto.

1. Between the one recognized
2. Among the ones being recognizing
3. Between those recognizes
4. Among those being recognized

(f) They understand how much the public is feeling the impact of price increases. ( ) they are determined to deliver the best value for customers.

1. which is why
2. for which is why
3. that is the reason
4. for that reason

— 7 —

(g) In this way, the two people fell in love ( ) and then got married.

1. each other
2. with each other
3. one another
4. to one another

(h) ( ), slice the bacon.

1. After the pasta will be cooked
2. Before the pasta was cooking
3. While the pasta is cooking
4. When the pasta cooked

(i) There ( ) that children acquire their mother tongue without being taught by their parents.

1. is support evidence
2. are grow evidences
3. are supporting evidences
4. is growing evidence

(j) The final results are due ( ).

1. on January
2. half past ten
3. on November 5th
4. to tomorrow

— 8 —

3 次の英文を読んで、各問い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)

It was Kousuke's first day at university. He sat at the back in his first class, which was English, a subject that he struggled with. He hoped to get credit and that the pain of having to study it would be over soon. His teacher, an American professor, started addressing the class. Kousuke strained his ears, as he found it difficult to hear her. The teacher called out, "Can you hear me clearly?" and everyone remained silent. At that point, the student sitting next to Kousuke put up her hand and said, "Sorry, could you speak a little louder, please?" The teacher acknowledged this and started using a microphone. Kousuke was impressed by his partner's boldness and confidence in responding in English.

First, the teacher explained the syllabus. Then, changing tone, she explained that the world was becoming smaller and the need for communication between people of different countries was growing more important every day. However, the most important thing was that to really understand what was going on in the world, young people needed to see the bigger picture, and that that picture can be better accessed by having a good understanding of English. Although Kousuke struggled with English, he understood this message clearly. He wanted to know what was going on in the world, he wanted to be informed, and he wanted to be part of the global community. However, he still doubted this would be achievable.

After the teacher's explanation, she told the class they were going to play an icebreaker game. Working in pairs, the students had to write three sentences about themselves and make one of them a lie. While playing, the students read out the three sentences, and their partner had to guess which one was not true. Kousuke came up with three ideas: 1. I am from Tokyo. 2. I have a pet cat. 3. English is my favorite subject. He turned to his partner, introduced himself in Japanese, and started playing. Joy, his partner, introduced herself in English. She was an international student who had only recently arrived in Japan. Joy started and read

— 9 —

her three sentences: 1. I am from the Philippines. 2. My favorite food is pizza. 3. I don't like studying English. Kousuke, without thinking, went straight for number three. Joy laughed and said, "Yes, three is the lie. I love English!" She looked at Kousuke's sentences and said, "I think I can guess which one is the lie. You don't like studying English, right?" Kousuke blushed slightly but agreed that it was obvious.

Kousuke wanted to know why Joy was so confident. Joy said that although she also found English difficult, she just tried her best. She added that this was their opportunity to learn a lot, so they should seize it with both hands. She promised to help Kousuke, and they agreed to speak only English in class. By the end of the year, the two were inseparable, and they would chat in English inside and outside of class. Kousuke now feels more confident in his English abilities and has a good grasp of what is going on in the world. All it took was a bit of inspiration and support from the people around him, which he vowed to do for others in the future.

(a) According to paragraph 1, what is true of Kousuke?

1. He lacks English communication ability but wants to get a high score in his new class.
2. He finds it difficult to understand his teacher because her explanations are not clear.
3. He is not comfortable sitting next to someone who is better at English than him.
4. He doesn't feel positive about English and would rather not study it anymore.

(b) According to paragraph 2, what does Kousuke think after hearing the teacher's explanation?

1. English is used by everyone, so to be part of the global community, he must learn it.
2. The world is getting bigger, so he must learn English to stay informed about everything.
3. The world is getting bigger, so there will soon be fewer opportunities to learn English.
4. English can help him access more information, so he can know what is happening globally.

(c) What happened when Kousuke and Joy played the icebreaker game?

1. Kousuke told Joy that his favorite subject was English but lied about the type of pet he has.
2. Joy guessed Kousuke's false statement was that he enjoyed learning English as a subject.
3. Kousuke told Joy two lies but one of them turned out to be the truth and the correct answer.
4. Joy guessed Kousuke was from somewhere other than the area he mentioned in the game.

(d) What happened to Kousuke and Joy in the final paragraph?

1. They became best friends and they spoke to each other every day in English and Japanese.
2. They chose to speak only English together and talked to each other during and after class.
3. They promised to talk about world issues with people who spoke in English in class.
4. They agreed to teach others who were confident and that had a good English ability.

(e) What statement best summarizes the story?

1. If you study English, you will certainly make friends with people from other countries.
2. If you are active and motivated in English class, learning will be achievable and enjoyable.
3. English is the language of the global community and should be used in all situations.
4. English is spoken globally, so understanding it can increase your knowledge of geography.

**4** Simon と Teru は高校の部活動で、創作宇宙食コンテストに応募していました。二次選考通過のメールを受けたところに、同級生の Emma が通りかかります。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)

Dear Adachi High School STEM Club members,

We are glad to inform you that you have passed the second round of the Space Food Design Competition 20XX. The recipe that you submitted has been chosen for the final round. The next phase is the on-site demonstration. It will be the main event of the Tokyo International High School Spring Festival, on March 5.

Referring to the judging points shown below, you will need to finalize your newly created recipe and explain your team's meal design with photos or illustrations. Put everything in a PDF and submit it by December 21 to [https://SpaceFoodDesignCompetition20XX/recipe/adachi\\_hs](https://SpaceFoodDesignCompetition20XX/recipe/adachi_hs). Please register all team members' names as well.

During the event, each team will make a fifteen-minute oral presentation. After the presentation, there will be a cooking session, where teams will prepare their meals in an open kitchen. Finally, there will be a tasting session. For the tasting session, you must prepare five sets of your meal samples for the judges. One of the five judges will be chosen from the audience randomly on the day.

You will be assessed on the following criteria:

1. Ease of preparation in space	20%
2. Appearance	15%
3. Innovation	15%
4. Nutrition	15%
5. Teamwork	15%
6. Weight	10%
7. Taste	10%

We look forward to seeing you on the competition day and trying your space meal. Best of luck!

Regards,  
Joshua Green  
President of the Tokyo International High School Spring Festival Committee

Simon : We did it! They've approved our meal.  
 Teru : Yes! We need to perfect our design.  
 Simon : I'll share this good news with the club members in the LINE group chat.  
 Emma : Hi, guys. You look so excited. Has something good happened?  
 Teru : Oh, hi, Emma. We've passed the second round of the Space Food Design Competition and will <sup>①</sup>(c ) with other schools in spring.  
 Emma : Wow, congratulations! Creating space food sounds very interesting. What kind of food did you design?  
 Teru : Have a look, Emma. This is what we came up with.  
 Emma : I like this. Are you going to <sup>②</sup>(c ) it in front of the audience on the day?  
 Simon : Yeah, after we orally present our design using slides, we will <sup>③</sup>(d ) how we make our meal in an open kitchen. We will have a tasting session, too.  
 Emma : Oh! Make sure someone tastes it beforehand. I'm also curious how you will be <sup>④</sup>(j ).  
 Simon : Here are the criteria.  
 Emma : What does it mean by appearance?  
 Simon : Appearance means how it <sup>⑤</sup>(l ).  
 Teru : As you can see, how <sup>⑥</sup>(e ) it can be prepared is the most important judging point.  
 Emma : I'm surprised to see taste is at the bottom of the list.  
 Simon : It's equally important as to how much it <sup>⑦</sup>(w ), but there are more important factors.  
 Emma : About the <sup>⑧</sup>(f ) point, isn't nutrition difficult to calculate?  
 Teru : Yes, it is. It's really difficult for us to calculate the level of nutrition exactly, but we will receive expert opinions. As far as I'm concerned, number three is the most important thing for us.  
 Emma : For the third point, what does it mean to be <sup>⑨</sup>(i )?

— 14 —

Teru : I think it's about being original and creating something new. We're going for the fresh bread scent.  
 Simon : Imagine if astronauts could add the appealing "just out of the oven" scent to their daily meals. That's our aim.  
 Emma : What an unusual idea! You'll do great. How many judges will there be? And are all the judges experts?  
 Simon : There will be five judges, and one judge will be picked from the audience at <sup>⑩</sup>(r ) on the day. This can be anyone.  
 Emma : It sounds like a great competition. I wish you all the best!

— 15 —

解答解説は178ページ

英語 一般選抜(前期) 2日目(2月2日実施)

1 次の英文を読んで、後の問いに答えなさい。(40点)

Do you know the latest robot technology? Technology changes very quickly, and robots sometimes are "retired". For example, Honda's famous "ASIMO" project has finally ended. The first model of ASIMO was <sup>①</sup>revealed by Honda in 2000. After that, there were seven generations of the robot developed by Honda. ASIMO appeared in various events in Japan and abroad, showing the advances made by the Japanese manufacturer. In ASIMO shows, the robot was seen to dance, kick soccer balls, and display many other skills. However, in 2018, Honda <sup>②</sup>halted development, and 2022 saw the end of the shows. They had been enjoyed by so many people curious to see the development in robotics over the years. From now, Honda will focus on remote-controlled avatar robots instead.

Despite the end of ASIMO, the race to develop humanoids is ongoing. Humanoid robots should be capable of carrying out tasks we would usually do. Human society and the environment are designed according to the human body, and therefore, a "humanoid" is an ideal type of robot that would coexist with us. The design is no easy task, however. A humanoid would need to be advanced enough to cope with <sup>③</sup>things we use on a daily basis. For example, doorknobs are designed for human hands, and stairs for our legs and feet. Regarding mobility, walking requires a high degree of balance performance and is one of the most difficult technologies in robotics, and robotics engineers are still grappling with the problem. Despite this mobility issue, they expect future designs to possess more humanlike limbs. It seems that <sup>④</sup>they are aiming for models that walk rather than models that roll on wheels.

Speaking of humanoid robots, Boston Dynamics' "Atlas" is the world's best technology in this category at present. Atlas not only runs, but also performs "parkour": this means incredible movements usually performed by acrobatic humans. Scientists at Boston Dynamics have recently had two robots do parkour simultaneously, said Ben Stephens, the Atlas controls lead. "Every behavior here

— 1 —

has a small chance of failure. It's almost 90 seconds of continuous jumping, jogging, and turning, so <sup>⑤</sup>those probabilities add up." Having the robots perform parkour sequences including running along a balance beam and doing flips helps in the development of a robot capable of multiple tasks. It's a "go-anywhere, do-anything robot of the future," said Scott Kuindersma, leader of Boston Dynamics' Atlas team, in a blog post accompanying new videos <sup>⑥</sup>posted on YouTube.

One day soon, these advanced robots with Machine Learning and Artificial Intelligence will be able to perform many duties, including many tasks we find difficult, tiring, or time-consuming. They will help us in various ways and will evolve to a degree that it may be hard to distinguish robot from human. However, many experts and philosophers suggest that robots will never be like us as they can never possess humanlike emotions. These emotions are connected to our conscious experience. <sup>⑦</sup>This is considered to block any chance for a robot to feel true emotion itself. Robots simply cannot be programmed to be conscious like we are.

Though humanoid robots may never be exactly like us, the field is developing rapidly. Some current robot technology, like that used for ASIMO, is quickly becoming outdated, as more advances in science, engineering, and technology push the boundaries of what we can do. Many are asking what the future holds. The way that we will be able to utilize humanoid technology in the future is up to the scientists, designers, and engineers of the current generation. There are already many practical applications for the use of humanoids, including supporting us mentally and physically. As future designs become even more sophisticated, these robots may be able to comfort us and keep us safe from harm. One day, it may be just like having another human by our side in times of need. There is a challenge to reach <sup>⑧</sup>this ambitious level, but we trust in the creative power of young minds to bring the dreams of the future into the now.

— 2 —

[問1] 次の各問い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. discovered    2. released    3. paused    4. sold
- (b) 下線部(b)の意味は、どれですか。  
 1. stopped    2. enjoyed    3. brought    4. acquired
- (c) 第1パラグラフの内容と一致するものはどれですか。  
 1. Honda created a humanoid called ASIMO that lived for more than seven generations.  
 2. ASIMO is one of the most popular robots in the world so the shows will go on.  
 3. Honda plans to continue the development of ASIMO after the avatar project.  
 4. ASIMO is capable of dancing, controlling a ball, and is skillful, but its time is over.
- (d) 下線部(d)が指しているものは、どれですか。  
 1. 人間の外見を備えるロボット  
 2. ロボット設計のデザイン  
 3. ドアノブや階段  
 4. 人間の顔をしたアバター

- (e) 下線部(e)が指しているものは、どれですか。  
 1. ロボットの技術者  
 2. ロボットの利用者  
 3. 人間の手足を持つロボット  
 4. 車輪のついたロボット
- (f) 第2パラグラフで、ロボット開発上、困難なこととして挙げられているものは、どれですか。  
 1. To make robots strong enough to climb stairs and open doors  
 2. To design a robot with limbs that are humanlike in appearance  
 3. To create a robot that will serve us completely despite the task  
 4. To develop robots that can adjust to the human environment
- (g) 下線部(g)が意味するものは、どれですか。  
 1. 連続した動作に失敗する確率  
 2. 同じ単純動作を繰り返す確率  
 3. 複数の仕事を失敗しない確率  
 4. 平均台の上を走り抜ける成功率
- (h) 下線部(h)が意味するものは、どれですか。  
 1. made    2. uploaded    3. sent    4. written

- (i) 下線部(i)の文の内容と一致するものは、どれですか。  
 1. Robots can never be the same as humans because the materials won't ever be available.  
 2. Robots can never feel the same as us because emotions are connected to consciousness.  
 3. Humans will always be more advanced than robots because experts design them.  
 4. Humans will never let robots be like humans as we wouldn't be able to tell us apart.
- (j) 第5パラグラフで人型ロボットを作る利点として挙げられているのは、どれですか。  
 1. They will make us mentally and physically stronger.  
 2. They will motivate scientists to create the perfect robot.  
 3. They will look after us when needed and keep us company.  
 4. They will use their creative power to utilize humans.
- (k) 本文の内容と一致するものは、どれですか。  
 1. Humanoid robots are not always the ideal type to coexist with humans.  
 2. Someday engineers will be able to program robots with consciousnesses like ours.  
 3. We rely on the creativity of young people for the future of humanoid robots.  
 4. The robot of the future must be a walking model, not a rolling wheel model.

[問2] 下線部(ア)を this の内容を明らかにして、日本語で説明しなさい。

**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 computer wouldn't start yesterday, but now it is working, so it ( ) any longer.  
 1. doesn't need repairing    2. needn't repairing  
 3. doesn't need be repaired    4. needn't to repair
- (b) Mary saw John eat a pizza in one minute, and Catherine saw ( ).  
 1. it too    2. one too  
 3. that did as well    4. him did as well
- (c) Leading such a significant project is a ( ) chew for Carl.  
 1. bit too big to bite a    2. bite a too big bit to  
 3. bite too a big to bit    4. bit too big a bite to
- (d) Animals found in the south are ( ) than those inhabiting the north.  
 1. at riskier    2. at less dangerous  
 3. more at risk    4. less at danger
- (e) The drop in ( ) from overseas will weaken the economy of the country.  
 1. the number of visitor    2. number visitors  
 3. a number of visitor    4. visitor numbers
- (f) ( ) a slight fever, Jim doesn't seem to be very ill.  
 1. Although    2. Within  
 3. Except for    4. No matter

- (g) Bill had been walking ( ) five hours when he was rescued.
1. the wrong way in
  2. in forest in
  3. wrong direction for
  4. in the woods for
- (h) The house, the windows ( ) all broken now, is a very old one.
1. of which are
  2. which are
  3. of that are
  4. that are
- (i) If lands are conserved, they may ( ) and prevent loss of species.
1. control climate change help
  2. change climate help control
  3. help control climate change
  4. help climate control change
- (j) The house took more than five years to build, ( ) getting enough money for the work.
1. owing to problems
  2. because of problems
  3. due troubles
  4. owing troubles

3 次の英文を読んで、各問い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)

Ted felt there were too many items in his life. He lived in a small apartment, where he was surrounded by "things". He tended not to throw anything away, and the lack of space made it quite hard to relax. Ted was also stressed about life. He had a job but struggled to pay his bills every month. He was out of shape, spending too much time on the couch watching TV or playing video games while eating junk food. He also had trouble sleeping at night. He didn't know what to do, but he felt he was in a cycle of bad habits.

One day, Ted watched a show about creating space in the house. Inspired, he got some cardboard boxes and started to put things away. Over a weekend, he managed to put a large quantity of stuff in his cupboards. Now, there was more space to move around, but when Ted opened the cupboard, he feared he'd get crushed by a landslide of items he'd stored away. Ted was still feeling that his efforts to reduce items had just presented him with more problems.

One reason Ted held onto things was that he was afraid if he let items go, the memories would go with them. Something then sprang to mind. Next to where Ted worked was a charity shop, where people donate their unwanted or unused items that then can be sold to make money for worthwhile causes. At the weekend, he packed up a load of boxes in his car and dropped them off at the shop. Ted felt very good about himself. When he got home, Ted looked at his TV and sofa: they had to go. After this, he cleared shelves, kitchen cabinets, and drawers, so they were minimal. He took photos of important documents and shredded the originals, throwing the folders away. He removed framed photos and kept them digitally on his phone instead. He cleared his fridge of food that was going to waste and kept only the essentials for the next few days.

Ted now went to work on his budget. After getting paid, he went to the bank and withdrew his whole paycheck in bank notes. He laid the notes neatly on his

now empty floor. He went through his outgoings, removing the notes as he went along, putting them in envelopes for each expense. When he saw what was left, he knew exactly his monthly spend. When he went food shopping, he bought fewer items to reduce the chance of waste, and he focused on food that would nourish and fill him, rather than snacks and sugary drinks. When he went home, he had a healthy and well-balanced meal. That night, before bed, Ted sat very still for a minute and breathed deeply, clearing his mind. In no time at all, he was fast asleep.

Ted has now gotten into this routine and is feeling much better about himself and his situation. He is better off physically, mentally, and financially, and he feels comfortable with his surroundings. He doesn't miss his TV or sofa, and lives a balanced life. He lives by the motto "Less is more," and leading the simple life has reduced the demands upon him, living a cycle of good habits rather than bad.

- (a) According to the first paragraph, what problem **didn't** Ted have?
1. He didn't have much space, and he threw too many things away.
  2. He used money badly and had trouble covering his costs.
  3. He wasn't very fit, and he spent too much time on his sofa.
  4. He was unhealthy and had trouble getting out of bad habits.
- (b) According to paragraph 2, what happened when Ted cleared up his apartment?
1. He missed his favorite TV show which was on the subject of making space.
  2. He created lots of space that was once filled with empty cardboard boxes.
  3. His cupboards became too full and there was a chance that he might get crushed.
  4. He changed his life too quickly and started to think that lack of space wasn't a problem.

- (c) What did Ted do in paragraph 3?
1. He threw all his unwanted stuff away but kept all his valuable items.
  2. He donated clothes to a shop and then sold his TV and sofa for money.
  3. He donated money to a group, which would be used for a charity event.
  4. He gave things away to a shop to sell, which would help people in need.
- (d) What is **not** mentioned in paragraph 4?
1. Ted went to the bank and put all his spare money in his account.
  2. Ted went shopping and bought food that was good for his diet and health.
  3. Ted spent some time before bed relaxing so he could get to sleep more easily.
  4. Ted checked how he spent his money and divided cash into envelopes.
- (e) According to the final paragraph, what was the result of Ted reducing things from his life?
1. He feels better in body and mind, and he has more money to spend.
  2. He looks better, and he can usually sleep very well at night.
  3. He found out the less he has, the more room he had to fill with things.
  4. He has a well-balanced life, and he enjoys having many things.

- 4 日本人大学生の Taro が、夏休みに行われる海外英語短期研修について、国際センターのスタッフに質問をしています。掲示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)

**Summer School in New York, 20XX**

Below are details of the upcoming Summer School Program.

**Period:** August 14-September 4, 20XX (3 weeks)  
**Host university:** New York University, U.S.  
**Number of participants:** 30  
**Required language ability:** Adequate communication skills in English are preferred. Interviews will be conducted for screening.  
**Class timetable:** Students are required to attend a minimum of 12 hours of classes per week from the list below:

	Mon	Tue	Wed	Thu	Fri
9:00-12:00	Grammar1	Listening	Reading	Speaking1	Writing1
13:00-16:00	Conversation	Speaking2	Writing2	Grammar2	Cultural Study

**Application:** Students must complete the Online Application by May 1 found here: [www.dendai.org/geo/summer](http://www.dendai.org/geo/summer).  
**Fee:** 550,000 yen (air fare included)  
**Housing:** On-campus housing available (various types of rooms with different prices (\$150-\$200 per week))  
**Pick-up service:** From JFK Airport to the campus without charge, or you can use other means of public transport.  
 \* For those arriving on August 13 only  
 \* Accepted on a rolling basis

**Inquiries:**  
 Office of Global Education  
 4th Floor, Bldg. 1 (Room 1406)  
[geo@dendai.com](mailto:geo@dendai.com)

Taro : Excuse me, may I ask you something about the summer school program on the bulletin board?  
 Staff : Sure.  
 Taro : I'm thinking about attending the summer program, but I'm wondering what the minimum level of English is.  
 Staff : The program has no language <sup>①</sup>(r ). However, you should have basic communication skills in English to better adjust to life in the U.S.  
 Taro : I see. How are the English classes?  
 Staff : Well, you can choose at least <sup>②</sup>(f ) English classes a week from the class timetable. In total, you have to <sup>③</sup>(c ) 36 hours of study in three weeks.  
 Taro : Sounds nice. How many students do you expect to <sup>④</sup>(a ) for this?  
 Staff : We receive about 50 to 60 applications every year, but we <sup>⑤</sup>(a ) 30 students only. So if you want to <sup>⑥</sup>(p ) in the program, you have to prepare well for the interview.  
 Taro : I will. By the way, does the fee of 550,000 yen <sup>⑦</sup>(i ) the housing fee?  
 Staff : I'm afraid it doesn't. The housing fees <sup>⑧</sup>(v ) from \$150 to \$200 per week according to the type of the room.  
 Taro : And one more thing is...well, actually, my cousin lives in N.Y. and I want to visit him before the program starts. Can I get to the U.S. prior to August 13?  
 Staff : That would be fine. In that case, you cannot have a <sup>⑨</sup>(f ) pick-up service from the airport. Yet various means of public transportation are <sup>⑩</sup>(a ) in N.Y. including trains, buses, and taxis.  
 Taro : OK. Thank you so much for your time and help.

英語 一般選抜(前期) 3日目 (2月3日実施)

- 1 次の英文を読んで、あとの問いに答えなさい。(40点)

Pierre de Fermat (1607-1665) was an ingenious French mathematician who solved many great mathematical puzzles. But he is most famous for the mystery he left behind which bears his name. Many years after Fermat's death, his son was looking through one of his father's old mathematics textbooks. The book contained the simple-looking formula:

$$x^n + y^n = z^n$$

When  $n = 2$ , in other words  $x^2 + y^2 = z^2$ , it is easy to find answers for  $x$ ,  $y$ , and  $z$ . The first solution is  $3^2 + 4^2 = 5^2$ , and another is  $6^2 + 8^2 = 10^2$ . In fact, when  $n = 2$ , there are an infinite number of solutions to the problem. But no one has ever found any numbers for  $x$ ,  $y$ , and  $z$  that will solve  $x^3 + y^3 = z^3$ , or  $x^4 + y^4 = z^4$ , or for any case where  $n$  is greater than 2. For centuries, mathematicians have believed that there is no solution for the case  $n > 2$ , but no one had ever been able to prove that this was true.

Beside the equation <sup>\*1</sup> Fermat's son found a memo in his father's handwriting. Fermat had written that there were no solutions when  $n > 2$  and then, "I have discovered a truly marvelous proof of this, which this margin <sup>\*2</sup> is too narrow to contain." Had Fermat really proved it? Had he written it somewhere else? If so, where was it? Fermat's son searched his father's papers, but was unable to find anything. He published the short message in a mathematics journal, inspiring countless other mathematicians to try and solve what became known as "Fermat's Last Theorem <sup>\*3</sup>."

Although the problem is easy to understand and the equation is quite simple, proving it was not so easy! Over the years, mathematicians have tried to prove the theorem without success. As the problem grew in fame, several organizations offered prize money to anyone who could solve it. The French Academy of Sciences offered prizes in 1816 and again in 1850; the Academy of Brussels added a prize in 1883, and in 1908 a wealthy German named Paul Wolfskehl created a prize

fund worth 100,000 gold marks <sup>\*4</sup> to anyone who could prove Fermat's Last Theorem. In the first year alone, over 600 attempts were sent in, but none was successful.

Over the years, thousands of people have tried to solve the problem and get the prize money. The Wolfskehl committee continued to receive letters every week with "proofs," but every attempt contained some error which made it incorrect. In fact, Fermat's Last Theorem was long considered the world's most difficult mathematical problem, because there were so many unsuccessful attempts to solve it.

The world was therefore amazed in 1993 when, suddenly and with no fanfare <sup>\*5</sup>, English mathematician Andrew Wiles announced at a conference in Cambridge that he had solved the problem. It had taken him six years, during which time he worked secretly, telling only his wife what he was trying to do. Wiles' proof was hundreds of pages long, and so complicated that only a few dozen people in the world could really understand it. After examining Wiles' proof, however, mathematicians found that it contained an error! Wiles then spent another year trying to fix it, and was ready to give up, but with the help of one of his former students, Richard Taylor, he found a way to deal with the problem. They published a paper together in 1995 explaining their solution. The mathematics community was satisfied that Fermat's Last Theorem had finally been solved. Wiles and Taylor accepted the long-standing Wolfskehl prize, along with the prestigious Abel prize for mathematics, worth €600,000.

Wiles was honored with several other prizes and distinctions <sup>\*6</sup> for advancing the field of mathematics known as Number Theory. He was knighted <sup>\*7</sup>, making him Sir Andrew Wiles. The mathematics institute at Oxford is now located in the Andrew Wiles Building. But most importantly, he will forever be known as the genius who solved Fermat's Last Theorem.

\*注

1. equation : 方程式
2. margin : ページの余白
3. Fermat's Last Theorem : フェルマーの最終定理
4. gold mark : ゴールド・マルク (当時のドイツ通貨の名称)
5. with no fanfare : 質素に
6. distinction : 功績
7. (be) knighted : ナイト爵位を与えられる

[問1] 次の問い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. admitted  | 2. committed |
| 3. permitted | 4. submitted |

[問2] (b)~(d)の問い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,

1. Pierre de Fermat was unable to solve difficult mathematical problems.
2. Fermat's son wrote a memo in the margin of one of his father's journals.
3. Fermat may have written a proof to his famous problem, but it has never been found.
4. Fermat is most famous for solving the theorem that was named after him.

— 3 —

- (c) Over the years, many mathematicians have
1. won the prize money offered for solving the problem.
  2. searched Fermat's textbooks for his missing proof.
  3. solved the problem for the case where  $n > 2$ .
  4. sent letters with attempted proofs that contained some mistake.

(d) Which of the following statements is NOT true about Wiles' proof?

1. Wiles' first proof was extremely long and complicated.
2. For Wiles' first proof, mathematicians found there to be a mistake.
3. Wiles published his first proof with the help of one of his former students.
4. Wiles revealed his proof rather quietly at a mathematics conference in 1993.

[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) Mathematicians were discouraged by the difficult challenge of Fermat's problem.
- (f) Several organizations have offered prize money for a solution to Fermat's Last Theorem.
- (g) Andrew Wiles contacted the news media to tell them about his discovery.
- (h) For six years, Wiles told only his wife about his work on the problem.
- (i) For solving the problem, Wiles received only fame in the mathematics community.

— 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 Easy Solution to a Difficult Problem
2. The Complicated Proof to a Short Equation
3. The New Equation for an Old Proof
4. The Frenchman who Solved the Puzzle

[問5] 下線部(a)を和訳しなさい。

— 5 —

2 次の各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 governor ( ) the people of the world for all their donations to the city.
- |                 |                 |
|-----------------|-----------------|
| 1. thanked      | 2. thanked to   |
| 3. was grateful | 4. was thankful |
- (b) Yuki is normally very shy, as you know. Can you ever imagine ( ) karaoke out loud in front of a group of people?
- |              |                   |
|--------------|-------------------|
| 1. her sing  | 2. her singing    |
| 3. her sings | 4. her to singing |
- (c) You live in that large apartment, but you don't make much money. Are you living beyond your ( )?
- |               |                 |
|---------------|-----------------|
| 1. boundaries | 2. expectations |
| 3. expenses   | 4. means        |
- (d) She ( ) to help look after her baby brother while her parents were out.
- |               |             |
|---------------|-------------|
| 1. considered | 2. disliked |
| 3. enjoyed    | 4. offered  |
- (e) Please ( ) your bags and phones to the teacher before you enter the examination room.
- |              |              |
|--------------|--------------|
| 1. give away | 2. hand over |
| 3. put back  | 4. take off  |
- (f) None of the students ( ) finished the test yet.
- |        |             |
|--------|-------------|
| 1. are | 2. were     |
| 3. has | 4. has been |

— 7 —

- (g) By ( ) this contract, you agree to all its rules and conditions.
1. sign
  2. signed
  3. signing
  4. have signed
- (h) There is a school in this area. Drivers should ( ) children running into the road.
1. keep up with
  2. look up to
  3. take away from
  4. watch out for
- (i) The new teacher's ( ) made all the students excited to participate in her lessons.
1. annoyance
  2. enthusiasm
  3. ignorance
  4. indifference
- (j) ( ) that the sky was getting dark, she hurried to bring in the laundry and close all the windows.
1. Seen
  2. Seeing
  3. Had seen
  4. To see

- 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回使ってはけません。(20点)

Andy: Well, I think that's the last of the boxes unpacked. ( A )

Belle: Yeah, the house is looking so much better now. Thanks for all your hard work, Andy. I'm proud of you!

Andy: Moving house was easier than I thought, but I don't want to do it again! At last we'll be able to relax for a while.

Belle: Actually, don't speak too soon! You know we still haven't decided what to do with the garden. It's like a jungle out there!

Andy: ( B ) Give me a break, Belle!

Belle: Of course I don't mean at this moment! ( C )

Andy: OK, then. We can think of some ideas while we have this coffee. So do you have some kind of plan? You know I have no experience with gardens—I lived in apartments and flats until we got married.

Belle: Don't worry, me too! That's why I was thinking about making a garden that doesn't need much care. What do you think about paving over the grass and just having some garden furniture and potted plants?

Andy: You want to put concrete over the grass? ( D ) It would be a shame to cover the grass. This is our first garden!

Belle: I can see your point. But I do want an area where we can sit outside in the summer.

Andy: I agree. ( E ) It will look nice, and the leaves will give us shade when it's hot. We could just pave a small area.

Belle: Hey, that's a really nice idea. The tree is a great feature, so we should definitely keep it. But we'll need to cut back most of the other plants first, and make the place look neater.

Andy: No problem. But give me a couple of days to relax first, OK?

1. Do you have any idea how much they cost?
2. How about we make a sitting area in the corner, over there under the big tree?
3. We've only just finished the inside, and now you want to send me outside?
4. When are we going to get started on cleaning the house?
5. I just thought it would be fun to talk about it, and maybe draw a few sketches.
6. I'm really interested in working in the garden at the moment.
7. Low maintenance is good, but it would be nice for baby Sara to have a green area to play in.
8. There are a few more things that we need to put away, but most of the cleaning up is done.

- 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。動詞と形容詞については、必要に応じて適切な形に直すこと。また、同じ選択肢を2回使ってはけません。(20点)

2013年、ある男が、とあるイギリスのビーチに沿って飼犬を散歩させていた。その犬は突然、砂の上にあるものを調べようと走り出した。男が追いつくと、悪臭が足元にある黄色がかった塊から発せられているのにすぐに気づいた。その物体は非常に不快だったので、散歩を続けたが、それでもなおビーチにあった物に興味をそそられ、インターネットで調べて興味深い結果をいくつか手に入れた。その物体は龍涎香(りゅうぜんこう)の可能性があり、それはかなり高値で売れるようだった。

龍涎香はマッコウクジラの腸で形成されると考えられる物質である。マッコウクジラはハンターであり、その食事の大部分をイカが占めている。科学者の立てた理論によると、一部のクジラは円滑剤の役目を果たすこのろう状の物質を作り出し、排泄前にイカの鋭いくちばしからクジラの内部を保護するという。多くの龍涎香のかたまりが実際、イカのかちばしを含むことがわかっている。

明らかに、龍涎香はクジラの消化過程から出る老廃物である。それは悪臭を放つので、不快で目を向けられない。それではなぜ人々はこの物質のためにそれほど高いお金を払うことを厭わないのだろうか。意外かもしれないが、龍涎香は数千年の間ずっと、とりわけ香水として価値が高かった。古代エジプト人はそれをお香として燃やし、ヨーロッパ人は一般的な薬として用いた。龍涎香は高級原料として食べ物や飲み物、たばこの中に使われてきた。近頃は主に、香水産業(ここでは固定剤—香水の香りがずっと長持ちするのを可能にする物質—として使用されている)によって用いられている。龍涎香が極めて高価である主な理由の一つはその希少性である。ほんの一握りのクジラしかこの物質を作り出さないと推定されており、それゆえ、実際にひとかけらでも見つけた人は誰でも極めて幸運である。

龍涎香のかけらは、1kg当たり数千ドルの価値があるので、見つければ文字通りあなたの人生を変えることになる。貧しい漁師が幸運の発見の後でお金持ちになる事例がこれまでいくつもあった。2021年に、イエメンの漁師グループがクジラの死体の中で120kg以上の龍涎香を発見した。その前の年には、タイの漁師が推定300万ドル

の価値がある龍涎香を見つけた。

しかしながら、このイギリス人男性に関するニュースはそれほど素晴らしいものではなかった。例の謎のかたまりを回収後、行われた分析によって、それは龍涎香では全くないということが確定した。しかし、彼の話がはっきりする結末だったけれども、龍涎香は高価な物質であるため、いつも念には念を入れて確認する価値がある。ビーチに沿って歩いているときに万が一悪臭を放つ非常に不快な物体を見つけたら、それは本物である可能性がある。

In 2013, a man was walking his dog along an English beach. The dog suddenly ran off to ( 1 ) something on the sand. When he caught up, he was quickly aware of the terrible smell coming from the yellowish lump at his feet. As the object was so unpleasant, the man continued his walk, but still intrigued by the thing on the beach, he searched on the internet and got some interesting results. It seemed that it might be ambergris, and ambergris can fetch a very high price.

Ambergris is a substance that is thought to be ( 2 ) in the guts of sperm whales. Sperm whales are hunters, and their diet consists largely ( 3 ) squid. Scientists theorize that some whales produce this waxy material to act as a lubricant, protecting the insides of the whale ( 4 ) the sharp beaks of the squid before they are excreted. Many lumps of ambergris have, in fact, been found to contain squid beaks.

Clearly, ambergris is a waste ( 5 ) of a whale's digestive process. It is smelly, and unpleasant to look at. So why are people willing to pay such a high price for this substance? Perhaps surprisingly, ambergris has been highly valued for thousands of years, particularly as a perfume. Ancient Egyptians burned it as incense, and Europeans used it as a general medicine. Ambergris has even been used as a luxury ( 6 ) in food, drinks and cigarettes. Nowadays, it is mainly employed by the perfume industry, where it is used as a fixative: a substance which allows the fragrance of the perfume to remain much longer. One of the main

reasons for its extremely high price is its rarity. It is estimated that only a small percentage of whales produce the substance, therefore anyone who actually discovers a piece is extremely lucky.

Finding a piece of ambergris, valued at thousands of dollars a kilogram, can ( 7 ) change your life. There have been several cases of poor fishermen suddenly ( 8 ) rich after their lucky find. In 2021 a group of Yemeni fishermen discovered over a hundred and twenty kilograms of ambergris inside a dead whale. The previous year, a Thai fisherman found ambergris worth an ( 9 ) three million dollars.

The news for the English man, however, was not so good. After recovering the mystery lump, an analysis determined that it was not ambergris at all. But although his story had a disappointing ending, ambergris is such a valuable substance that it is always worth checking to make sure. If you ( 10 ) find a smelly, disgusting object when you are walking along the beach, it may be the real thing.

about	basically	become	by	estimate
ever	form	from	goods	ingredient
inspect	literally	look	marine	never
of	product	take	to	with

英語 一般選抜(前期) 4日目(2月4日実施)

1 次の英文を読んで、あとの問いに答えなさい。(40点)

We spend approximately one third of our lives sleeping. For humans, and for many animals too, sleep is a physical necessity. Not getting enough sleep will eventually have a serious negative impact on our minds and bodies. The health benefits of sleep are obvious. But when we sleep, we also dream, and this is an area that is less well understood. Almost everyone experiences regular dreams, and although most of them quickly fade from memory, some may (a) persist for months, or even years. They can create any combination of impressions and emotions. The world of dreams is very chaotic, and everybody's experiences are different.

Neuroscientists—those scientists interested in understanding brain function—are naturally keen to research the mechanics<sup>\*1</sup> of dreaming. How and why does it occur? But studying the brain of a sleeping person has proven difficult. One way is to use an electroencephalogram<sup>\*2</sup>, or EEG, to record changes in voltage<sup>\*3</sup> across a person's head. Because electrical activity on your scalp<sup>\*4</sup> mirrors the electrical activity of the brain beneath, an EEG reading can provide information about brain function. When an area of the brain is in use, it will show electrical variations. Similarly, functional Magnetic Resonance Imaging<sup>\*5</sup>, or fMRI, scans, can allow scientists to monitor changing blood flow patterns in a sleeper's brain. Areas of increased flow are more active, while areas of decreased flow are resting. Data recorded using these techniques can help to build up a picture of a dreamer's brain. Unfortunately, however, electrical monitoring equipment does not give enough fine detail to show exactly which areas are active, and images provided by scans cannot keep up with the speed at which the brain actually works. Because of our limited success in obtaining a detailed picture, scientists still know relatively little about which parts of the brain contribute to the production of dreams.

We do know some facts about the basic process. Sleep monitoring has shown that dreaming usually occurs during the REM stage of sleeping. One study estimates that up to eighty percent of dreams are experienced during REM sleep.

so called because of the rapid eye movements that occur during this phase. Human sleep moves in cycles which repeat approximately every ninety minutes, meaning that the REM phase of the cycle occurs from four to six times a night. Every night, an average person will experience around ninety to a hundred and twenty minutes of REM sleep in total. It has also been estimated that a person can spend up to two hours dreaming each night, having several dreams of five to twenty minutes in length. During the REM phase, scientists have noted that the activity in the sleeping brain is similar to that of a waking brain, meaning that REM sleep is very different from the other stages of sleep in terms of brain activity.

Despite the limited knowledge we have gained from technical experiments, Sleep Science is still a fairly recent area of study, and a lot of our data is anecdotal<sup>\*6</sup>. Information must be gathered through interviews and questionnaires<sup>\*7</sup> completed by ordinary people who are willing to talk about their dreaming experiences. Because they are confusing and short-lived, it is difficult to collect concrete data. However, people are generally very interested in dreams and their possible meaning, so there is a good amount of general information regarding content and frequency.

There are certain "types" of dreams that humans share. Many of us have experienced falling, sometimes from a ladder or stair. These dreams can often wake us up. Dreams of being chased, or of flying, are very common. Sometimes we have dreams where we are very strong, or terribly weak or slow. Being naked in a dream is popular, as is being in an impossibly hard exam. We all have nightmares from time to time, which can leave us with a feeling of fear even after we wake.

Dreams combine the familiar and the strange with infinite variety. Some believe that they carry powerful messages, while others think that dreams are just the result of our brains throwing out unwanted information. Whatever you believe, our studies and experiences show us the incredible complexity of the human brain and remind us how far we have yet to go in understanding it.

\*注

1. mechanics : 機構
2. electroencephalogram : 脳波図
3. voltage : 電圧
4. scalp : 頭皮
5. Magnetic Resonance Imaging : 磁気共鳴映像法
6. anecdotal : 必ずしも信頼できない
7. questionnaire : アンケート調査

[問1] 次の問い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. arrange   | 2. contain |
| 3. disappear | 4. remain  |

[問2] (b)~(d)の問い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, sleep is considered to be

1. a process that humans and animals must complete in order to dream.
2. a physical activity that can have a negative effect on our daily lives.
3. an essential part of life for humans and a great number of animals.
4. an irregular and poorly-understood function of the human mind and body.

— 3 —

(c) Scientists interested in the human brain have been attempting to research ways to

1. adjust the blood flow in a resting brain to better understand the dreaming process.
2. measure the electrical activity on a sleeper's head using an fMRI scanner.
3. increase the accuracy of monitoring equipment in order to improve the dream experience.
4. monitor the various changes that take place in the brains of people who are dreaming.

(d) Which of the following statements is NOT true of REM sleep?

1. It is so named because of the quick movements of the eyes of sleepers.
2. It has been estimated that up to four fifths of our dreams occur during this period.
3. Brain activity measured during REM sleep is distinct from that of other phases.
4. An average human experiences four to six 90-minute periods of REM sleep per night.

— 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を解答欄に記入しなさい。

- (e) As a long-established area of study, Sleep Science has been able to gather a great deal of accurate and detailed data on the dreaming process.
- (f) It has not been necessary to collect information directly from human subjects, because most anecdotal data can be obtained from scientific monitoring equipment.
- (g) One of the barriers to collecting detailed information on dreams is the fact that they are often chaotic, and very quickly fade from our minds.
- (h) Although the dreams we experience are seldom the same from day to day or from person to person, we do know that human dreams can share some common themes.
- (i) As well as demonstrating the complexity of the human mind, nightmares and other shared dreams are universally believed to carry important meanings for the dreamer.

[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. Human Sleep Disorders
2. Researching the Dream Process
3. The Meaning of Our Dreams
4. The Science of Better Sleep

[問5] 下線部aを和訳しなさい。

— 5 —

2 次の各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 group of young researchers has taken ( ) to develop this compact and long-lasting battery.

- |                   |                  |
|-------------------|------------------|
| 1. a great effort | 2. great efforts |
| 3. a great pain   | 4. great pains   |

(b) The teacher was angry because Sally was always ( ) her friends in class.

- |            |             |
|------------|-------------|
| 1. talking | 2. texting  |
| 3. playing | 4. speaking |

(c) Mr. Tanaka, president of Tanaka Motors, is known as a man of ( ). When he says he will do something, he does it.

- |            |               |
|------------|---------------|
| 1. actions | 2. his action |
| 3. words   | 4. his word   |

(d) Bad things happen when ( ) expect them.

- |                   |                  |
|-------------------|------------------|
| 1. they are least | 2. they are less |
| 3. we least       | 4. we less       |

(e) English is ( ) less necessary to college students than math.

- |         |        |
|---------|--------|
| 1. but  | 2. no  |
| 3. none | 4. too |

(f) I listen to many kinds of music, such as classical, rock and jazz. I don't like rap. ( ).

- |             |           |
|-------------|-----------|
| 1. although | 2. but    |
| 3. despite  | 4. though |

— 7 —

(g) ( ) the referee in that match. I would have given that player a red card!

1. Have I been
2. Had I been
3. I have been
4. I had been

(h) I was nervous, but ( ) I think I did very well in my job interview.

1. all in all
2. day by day
3. little by little
4. time to time

(i) A: How were my test results, doctor?

B: Don't worry, you're in perfect ( ).

1. figure
2. form
3. shape
4. system

(j) I'm so ( ) with this rainy weather! When will we see the sun again?

1. caught up
2. fed up
3. kept up
4. put up

— 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)

Dan : We have a bit of time tonight. Why don't we think about where to go on vacation this spring?

Yumi : Okay, good idea. I'd be happy if we could go back to Hawai'i! I love it there.

Dan : ( A ) Besides, you've been to Hawai'i three times already.

Yumi : Yes, I suppose you're right. Well, what kind of vacation are you thinking about?

Dan : I've been working so hard this past year, I think I'd really just like to relax. Is that okay with you? Or would you prefer to go on an adventure holiday?

Yumi : Relaxing is fine, but I hope we can do some interesting sightseeing, at least.

Dan : ( B )

Yumi : I was just there for a business trip last spring, remember?

Dan : Oh, sorry, I had forgotten about that. Never mind Kyoto, then. Do you have some ideas about where you'd like to go?

Yumi : I think I'd like to go to a city with a lot of history.

Dan : How about Hiroshima? We could visit the atomic bomb museum.

Yumi : That could be interesting. ( C )

Dan : No, but I've always wanted to go. It's such an important part of Japanese history. I think everyone should go at least once.

Yumi : You're absolutely right. But can we do something fun the next day?

Dan : Of course! What do you suggest?

Yumi : I have always wanted to go to Miyajima. The *torii* is very famous, and you can see the deer that live on the island.

Dan : That sounds really nice! By the way, does Hiroshima have any famous

— 9 —

local dishes?

Yumi : Of course! Hiroshima is known for a special kind of *okonomiyaki*.

Dan : Oh, is it different from the one in Kansai?

Yumi : ( D ) It's delicious!

Dan : Well, you have convinced me about Hiroshima. Let's try and book a hotel, shall we? Oh, just one more thing. How should we get there?

Yumi : ( E )

Dan : And that way we can buy a *bentō* at Tokyo station and then enjoy it while watching the scenery. This is going to be a great trip!

1. Haven't you ever been there before?
2. Surely the best way to go would be to take a night flight, wouldn't it?
3. But we really should try to stay in Japan this time, I think.
4. I'd love to relax on the beach with you!
5. If we went to London, we could visit my family.
6. Kyoto has a lot of beautiful locations for tourists.
7. The bullet train takes longer than flying, but it's quite pleasant to see the countryside go by.
8. Yes, Hiroshima's version is made with a base of noodles.

— 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。動詞と形容詞については、必要に応じて適切な形に直すこと。また、同じ選択肢を2回使ってはいけません。(20点)

世界で最も人気のある飲み物を知っているだろうか。コーヒーが世界的に群を抜いて一番人気のある飲料(1日当たり20億杯以上飲まれている)だと知っても驚くには当たらないかもしれない。しかし、コーヒーを飲むことがどうやってそれほど広がったのだろうか。

コーヒーの正確な起源は不確かだが、おそらく最初に栽培された場所はエチオピアである。言い伝えられるところによると、カルディという名のヤギ飼いが、飼育しているヤギがコーヒーチェリーを食べているのを見て、この飲料をつくり始めたという。15世紀由来の記録では、エチオピアからイエメン(そこでは聖職者が夜間の祈りの間、覚醒した状態を保つためにコーヒーを飲んでいた)にコーヒーを輸出したことが記されている。イエメンのモカという都市がコーヒー輸出の主要な場所になり、コーヒー豆をエジプトやオスマン帝国のような他の地域に送った。

コーヒーはついにはヨーロッパ、初めはオーストリアに到達し、ミルクや砂糖を加えるのが一般的になった。今日でさえ、ウィーンのコーヒーは甘くてクリーミーで、しばしばチョコレートがふりかけられた状態で提供される。オーストリアから、コーヒーはイタリアまで広がり、カプチーノやエスプレッソのような種類のコーヒーが開発された。

コーヒーの人気が高まるにつれて、人々は他国でコーヒーの木の栽培を試みた。そうした人たちは、様々な場所で(インドネシアから始まってカリブ海地域や中米でも)多種多様のコーヒーを育てるのに成功した。今日では、ブラジルが世界第一位のコーヒー生産国となっている。

最初にコーヒーハウスが開店したのは1650年代のロンドンで、1675年までには同都市で3,000店以上存在していた。そうした店は、芸術家や作家、政治家、その他の思想家が集まり、意見を交換し合い、その日の話題について議論するための一般的な場所となった。それ以前には、人々はパブに集い、お酒を飲みながら社交的な付き合いをしていた。しかし、コーヒーハウスはパブよりも早く営業が始まるため、コーヒー

— 11 —

を飲むことで、人々は眠くなることなく、より一層会話することが促された。

コーヒーは最初、17世紀にオランダ人の手によって日本にもたらされたが、希少品だったため高価だった。コーヒーの輸入は明治維新後に増えた。最初にコーヒーショップが開店したのは東京で1888年のことだったが、それによって大きな成功を取ることはなかった。しかしながら、コーヒーはゆっくりとはあるが確かに人気を博し、1930年代までには日本中に数千店のコーヒーショップが存在していた。今や、日本には何十ものコーヒーショップチェーンがあり、日本人は世界有数のコーヒー愛飲家となっている。

Do you know the most popular drink in the world? It may not come as a surprise to learn that coffee is by far the most popular beverage worldwide, with over 2 billion cups ( 1 ) each day. But how did coffee drinking become so widespread?

The precise origins of coffee are ( 2 ), but it was probably first grown in Ethiopia. Legends say that a man started making the drink after seeing his goats eating coffee berries. Records from the 15th century tell of exporting coffee from Ethiopia to Yemen, where holy men drank it to ( 3 ) awake during their nighttime prayers. The city of Mocha in Yemen became a major site of coffee exporting, sending the beans to other places such as Egypt and the Ottoman Empire.

Coffee ( 4 ) reached Europe, first arriving in Austria, where it became popular to add milk and sugar to the drink. Even today, Viennese coffee is sweet and creamy, often served with a sprinkle of chocolate. From Austria, coffee ( 5 ) to Italy, where varieties like cappuccino and espresso were developed.

As the popularity of coffee grew, people tried growing coffee plants in other countries. They had success in growing varieties of coffee in various places, starting ( 6 ) Indonesia, then the Caribbean and Central America. Today, Brazil is the world's largest coffee producer.

The first coffeehouses opened in London in the 1650s, and by 1675 there were over 3,000 in the city. They became a popular place for artists, writers, politicians, and other thinkers to meet, exchange opinions, and discuss the issues of the day. Before that, people had met in pubs to socialize ( 7 ) drinking alcohol. But coffeehouses opened ( 8 ) than pubs, and drinking coffee stimulated people to talk more instead of making them sleepy.

Coffee was first brought to Japan by the Dutch in the 17th century but it was rare and expensive. Coffee imports increased after the Meiji Restoration. The first coffee shop opened in Tokyo in 1888, but it was not a ( 9 ) success. Coffee did slowly ( 10 ) on, however, and by the 1930s there were thousands of coffee shops across the country. Now, there are dozens of coffee shop chains in Japan, and Japanese people are some of the world's leading coffee drinkers.

after	catch	delicious	despite	drink
early	eventually	fast	good	great
indifferent	last	late	spread	stay
toward	unclear	while	widen	with

英語 一般選抜(前期) 5日目(2月5日実施)

1 次の英文を読んで、あとの問いに答えなさい。(40点)

People have always been fascinated by bright, shiny things: silver, gold, gemstones<sup>\*1</sup>, and most of all, diamonds. Although diamonds are composed entirely of carbon—itsself a very common element—the carbon atoms are arranged in a perfect cubic<sup>\*2</sup> structure, making diamonds among the hardest materials on earth. And diamonds are transparent, with a refractive index<sup>\*3</sup> much higher than glass, so they sparkle<sup>\*4</sup> brightly. Diamonds' durability and sparkle makes them very desirable as jewelry.

Diamonds are rare, however, found naturally in only a handful of places on earth. Most diamond mines are in Africa, with some of the largest mines in South Africa. Historically, one company, De Beers, has controlled almost all the diamond production and sales worldwide: until recently, they sold over 80% of the world's diamonds. They created the slogan "Diamonds are forever." And because they control so much of the world's diamond market, De Beers is also able to set the prices. In the 1980s, a De Beers advertising campaign told American viewers they should spend two months' salary on a diamond engagement ring. (Viewers in Japan were told to spend three months' salary!) This campaign was very successful and led to steady increases in the demand for diamonds and as a result, higher prices.

Diamond mining<sup>\*5</sup> is a difficult process, requiring the removal of vast amounts of rock. This process is called strip mining, and causes enormous damage to the environment around the mines. Diamond mining is also a dangerous job that pays very little to its workers—often less than one dollar a day—who are mainly poor, unskilled laborers. Many of the workers are children. As more and more people have learned about the harsh reality of diamond production, many have felt uneasy about supporting an industry that pollutes the environment while taking advantage of its workers.

These feelings became even stronger after the release of a 2006 Hollywood movie called "Blood Diamond." The film brought attention to serious problems

around diamond production. The movie told how some diamonds were mined in African war zones and sold to profit warlords<sup>\*6</sup> and finance armed conflicts<sup>\*7</sup>. Customers around the world began to ask, "How can I be sure that the ring I am buying does not contain blood diamonds?"

To try and answer these concerns, the World Diamond Congress introduced a system called the Kimberley Process to certify diamonds as being "conflict-free," meaning they were mined away from war zones, and under safe conditions. The system did not work well, however. There were reports of officials being bribed to falsify<sup>\*8</sup> the certification process, and blood diamonds became mixed in with conflict-free diamonds. Even now there is no guarantee that the diamonds you are thinking of buying were actually mined safely and ethically.

One possible solution to these environmental and human-rights problems might be to create diamonds artificially. The first synthetic diamonds were made in a laboratory in the 1950s. There are now several methods used to create diamonds, with the two most popular processes being Chemical Vapor Deposition (CVD)<sup>\*9</sup> and High-Pressure High-Temperature (HPHT). With these technologies, it is now possible to create a perfect diamond anywhere in the world, in a fairly short time, and with less cost and damage than regular mining requires. As the technology advances, prices for these lab-grown diamonds are expected to drop sharply in the future.

Although lab-grown diamonds are growing in popularity, their sales are still only about 1% as much as mined diamonds, a tiny part of the overall diamond market. De Beers has begun selling some synthetic diamonds as part of their business, but they are careful to protect their main market, telling consumers that naturally-occurring diamonds are "more valuable" and "more precious" than artificial ones.

Will synthetic diamonds eventually replace natural diamonds? The answer depends on whether consumers will ever change their way of thinking about this hard, sparkling little rock.

\*注

1. gemstone : 宝石用原石
2. cubic : 立方体の
3. refractive index : 屈折率
4. sparkle : 輝く
5. mining : 採掘
6. warlord : 独裁者
7. armed conflict : 武力衝突
8. falsify : ~の誤りを立証する
9. Chemical Vapor Deposition (CVD) : 化学蒸着

[問1] 次の問い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. adequate  | 2. decisive |
| 3. difficult | 4. nervous  |

[問2] (b)~(d)の問い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, diamonds are desirable because

1. they require the processing of tons of rocky materials.
2. they are extremely hard, and they reflect light well.
3. they can be extracted by almost anyone, even unskilled workers.
4. their production is controlled primarily by one company.

— 3 —

(c) The term "blood diamonds" refers to

1. diamonds whose production damages the environment.
2. diamonds mined in South Africa and sold by De Beers.
3. diamonds that are not certified by the Kimberley Process.
4. diamonds that are mined in war zones and sold to support these wars.

(d) Which of the following statements is NOT true of synthetic diamonds?

1. Synthetic diamonds can be created anywhere in the world.
2. Synthetic diamonds are cheaper to produce than natural diamonds.
3. Synthetic diamonds cause less damage to the environment.
4. Synthetic diamonds are believed to be superior to naturally-occurring diamonds.

[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) People have been drawn to diamonds since the success of a 1980s ad campaign.

(f) De Beers pioneered the creation of several processes to create diamonds artificially.

(g) The Kimberley Process cannot ensure that all diamonds sold are conflict-free.

(h) De Beers tells consumers that lab-grown diamonds are less desirable than natural ones.

(i) Consumers have largely stopped buying natural diamonds, switching to artificial gemstones.

— 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. Alternatives to Diamonds
2. De Beers' Path to Success
3. How to Create Synthetic Diamonds
4. Moving Away from "Blood Diamonds"

[問5] 下線部(a)を和訳しなさい。

— 5 —

2 次の各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) Kensuke, you've worked really hard this semester! You ( ) a long summer vacation.

- |           |            |
|-----------|------------|
| 1. accept | 2. allow   |
| 3. delay  | 4. deserve |

(b) The oil tanker sank ( ) the coast of South Africa, near the Cape of Good Hope.

- |          |         |
|----------|---------|
| 1. among | 2. at   |
| 3. off   | 4. over |

(c) Did granddad say ( ) to eat when he comes to visit?

- |                      |                  |
|----------------------|------------------|
| 1. does he want      | 2. did he want   |
| 3. what does he want | 4. what he wants |

(d) As ( ) as I would like to help you with this problem, I'm afraid there's really nothing I can do.

- |         |         |
|---------|---------|
| 1. far  | 2. long |
| 3. much | 4. soon |

(e) She was ( ) the best athlete on the field today. She won every event she was in.

- |             |             |
|-------------|-------------|
| 1. easily   | 2. quickly  |
| 3. strictly | 4. strongly |

— 7 —

- (f) That was ( ) doubt the most interesting movie I have seen all year.
1. for
  2. in
  3. with
  4. without
- (g) That box is really heavy. You could ( ) your back if you're not careful.
1. ache
  2. hurt
  3. pain
  4. suffer
- (h) I don't want to sound rude, but that hat doesn't really ( ) you!
1. look
  2. match
  3. style
  4. suit
- (i) The service in the restaurant was so bad that I ( ) to see the manager.
1. allowed
  2. consulted
  3. demanded
  4. required
- (j) I ( ) be surprised if it rained later. Look at all those dark clouds!
1. can't
  2. might
  3. should
  4. wouldn't

— 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回使ってはけません。(20点)

Joe : All these channels, and there's nothing but reality shows and cheap dramas. I don't know why we pay for cable TV.

Mel : I know what you mean. ( A )

Joe : We joined an online movie service?

Mel : Yeah, we decided to become members when we bought the new TV, don't you remember?

Joe : I think I can recall something about connecting the TV to the Internet. ( B )

Mel : One or two, but nothing major. It's a good job you have me to take care of your technical problems!

Joe : I admit that when it comes to technology I can be a little slow to learn! Anyway, let's check out this wonderful service. What do you feel like watching?

Mel : Hang on, let's look at the menu. ( C ) You can even search using actor or director's names.

Joe : I have to say that's pretty handy. Well, I don't really have a favorite actor, so why don't we search by genre. You know what kind of movies I like, so could you do a search for me? You're faster at inputting words.

Mel : Let me guess, you want "horror," right?

Joe : If you don't mind!

Mel : ( D )

Joe : No problem, you're very kind. Oh, look at that one! "Zombie Summer Camp." We've never watched that one before.

Mel : There's a reason we've never seen it—it looks terrible! Come on, Joe. I don't mind watching horror movies, but that one just looks silly! Let's keep looking. What do you think of this one? "Crying Flower." ( E )

— 9 —

Joe : Yeah, it looks good, and the reviewers give it a high rating. Let's watch it! But if it's bad, remember that I didn't choose it!

Mel : Be quiet and get us some snacks!

1. Fine, we can watch a scary movie this time, but next time I get to choose, OK?
2. We had a few problems, didn't we?
3. When did we subscribe to this movie service?
4. I don't think this service has anything I'd like to see.
5. Now, you can search by movie name, or you can do a wider search by genre or category.
6. On the other hand, this could be the perfect opportunity to try out that new online movie service we joined.
7. The review says that it received a lot of awards, and the story seems really interesting.
8. To be honest I'm not really in the mood to watch a scary movie tonight.

— 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。動詞と形容詞については、必要に応じて適切な形に直すこと。また、同じ選択肢を2回使ってはけません。(20点)

ほとんどの人が毎日相当の時間を、何かを読むことに費やす。言葉を見るのが画面上であろうとページ上であろうと、我々は山のような文章を通読して勉強や仕事を完了させなければならない。伝言や図表、取扱説明書等々、大量の情報がある。しかし、せざるを得ないという理由で読むことが、とりわけおもしろいということは決してなく、おそらくそれが、ファンタジー小説がそれほど人気のある一因となっている。我々の日常生活は目的によって導かれているため、別の世界に逃避して没頭することを切望しているのである。

楽しみを目的とした読書は、今なお極めて人気のある営みであり、それはこのデジタルの時代ですら変わることはない。当然のことながら、多くの種類のフィクションがあるが、最も売れているジャンルの一つがファンタジーである。一般的な言い方をすれば、ファンタジーには、現実世界に存在しない魔法的・超自然的要素が含まれる。幅広い用語であるため、下位ジャンルに分類可能である。

ハイ・ファンタジーは普通、我々のものとは完全に異なる世界(つまり、独自のルールや基準を持ったどこか)に場面設定される。中にはよく知っている要素もあるかもしれないが、完全に新しく非現実的なものもある。様々な種族の生物が現れたり、魔法が使われたり、恐ろしい怪物が登場したりする。ハイ・ファンタジーの著者は、説得力のある新たな世界(それには長い歴史や個性的な登場人物の配役がある)を必死に創造しようと努力する。J・R・R・トールキン著の『ロード・オブ・ザ・リング』のことを思い浮かべてみればわかるだろう。

対照的に、ロー・ファンタジーは現実世界に場面設定されるが、ストーリーを創造して進めるための魔法的・空想的要素を導入する。『ハリー・ポッター』シリーズは、現実に基づいていることから、ロー・ファンタジーだと考えられ、我々の世界と並行して存在する魔法世界を発見する典型的な男の子の冒険を扱っている。

もちろん、ファンタジーというジャンルは、数十の別カテゴリー(それには多くのクロスオーバー作品や共通要素も含まれる)に分類可能である。ダーク・ファンタ

— 11 —

ジーは、ロー・ファンタジーをホラー要素と結びつけてゾッとするような雰囲気を作り出している。マジカル・リアリズムは、我々にほほ見覚えのある世界（ここでは魔法や空想の要素が完全に普通だと考えられている）を提供する。これまでに読んだかもしれないマンガのことを思い浮かべてみればわかるだろう。その多くが、ファンタジージャンルのうちのひとつまたはそれ以上と共通のテーマを持っていることだろう。

数え切れないほどの小さな変種があるにもかかわらず、我々の大部分が、お気に入りのファンタジー作品の全てが同じ目的を果たすことに同意できる。その目的とは、そうしたファンタジー作品を通して短い時間逃避して、現実であれば決して経験することのできない場所や状況を楽しむ機会を得るということである。ファンタジー作品は、純粋に読書を楽しむ機会になり、現実からしばしの間逃れることになる。

Most people spend some time every day reading. Whether we are looking at words on a screen, or on a page, we must read ( 1 ) a mountain of text to complete our studies and do our jobs. Messages, figures, instructions: there is so much information. But reading because we have to is never ( 2 ) fun, and perhaps that is one of the reasons why fantastic fiction is so popular. Our daily lives are so purpose-driven, that we long to escape and lose ourselves in other worlds.

Reading for pleasure is still a hugely popular activity, ( 3 ) in this digital age. Naturally there are many types of fiction but one of the bestselling genres is fantasy. Generally ( 4 ), fantasy contains magical or supernatural elements that do not exist in the real world. It is a broad term, and can be broken ( 5 ) into sub-genres.

High fantasy is usually set in a completely different world to our own: somewhere with its own rules and standards. Some elements may be familiar, but others will be completely new and unreal. There can be different races of creature, the use of magic, or ( 6 ) monsters. Authors of high fantasy try hard to build a new world that feels convincing, with a long history and a cast of distinct characters. Think of the book *The Lord of the Rings*, by J.R.R Tolkien.

— 12 —

By contrast, low fantasy is set in the real world, but ( 7 ) magical or fantastical elements to create and drive the story. The *Harry Potter* books can be considered low fantasy, because they are grounded in reality, and deal with the adventures of a ( 8 ) boy who discovers a magical world existing alongside our own.

Of course, the fantastic genre can be divided into dozens of other categories, with many crossovers and shared elements. Dark fantasy combines low fantasy with elements of horror to create a frightening atmosphere. Magical realism presents us with an almost ( 9 ) world, where elements of magic or fantasy are considered completely normal. Think of the comic books you may have read. Many of them will have themes in common with one or more of the fantasy genres.

Despite numerous small variations, most of us can agree that our favorite fantasy stories all serve the same purpose: they give us a chance to escape for a short time, and enjoy places and situations that we could never truly experience. They are a chance to enjoy reading for reading's sake, and escape ( 10 ) reality for a while.

across	around	do	down	even
familiar	favorite	from	how	in
introduce	knowledge	particularly	rare	say
speak	terrible	though	through	typical

— 13 —

解答解説は187ページ



# 一般選抜(後期)(後期・英語外部試験利用)

数学 1日目(2月27日) ……………	106
2日目(2月28日) ……………	107
物理 1日目(2月27日) ……………	108
2日目(2月28日) ……………	110
化学 1日目(2月27日) ……………	112
2日目(2月28日) ……………	114
英語 1日目(2月27日) ……………	116
2日目(2月28日) ……………	119

## 2023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】

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	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	△	△	○	3教科 合計300点 満点 <sup>※注</sup>	
	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	○	△		△	○		
	電子工学系	○	△		△	○		
	建築・都市環境学系	○	△		△	○		

- 「○」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。  
理工学部の学系のみ出願した受験者は、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)し、3時間目の英語の試験は免除となります。

(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. 次の各問に答えよ.(40点)

- (1)  $\vec{a} = (-2, 1)$ ,  $\vec{b} = (1, 1)$  とする. 実数  $t$  が  $0 \leq t \leq 2$  を動くとき,  $|\vec{a} + t\vec{b}|$  の最大値と最小値を求めよ.
- (2) 関数  $f(x) = 5\sin^2 x + 4\sin x \cos x + 3\cos^2 x$  の最大値と最小値を求めよ.
- (3) 袋の中に赤玉2個, 白玉5個の合計7個の玉が入っている. 1個のさいころを1回投げ, 出た目と同じ個数の玉を袋から取り出す. このとき, 取り出した玉の中に赤玉が含まれない確率を求めよ.
- (4) 定積分  $\int_0^{\frac{\pi}{2}} \tan^3 x \, dx$  を求めよ.
- (5) 関数  $f(x) = e^{2x}(1 - 2\sin x + \cos x)$  ( $0 \leq x \leq \pi$ ) の最小値を  $m$ , 最大値を  $M$  とするとき, 積  $mM$  の値を求めよ.

- 1 -

(数学Ⅲを含む問題)

2. 次の問に答えよ.(30点)

- (1)  $\alpha, \beta$  を実数とすると, 定積分  $\int_0^{\alpha} x(x-\alpha)(x-\beta) \, dx$  を求めよ.
- (2)  $c$  を正の実数とする. 2次方程式  $cx^2 - cx - 1 = 0$  の異なる2個の実数解を  $\alpha, \beta$  とするとき,  $\alpha^2 + \beta^2, \alpha^4 + \beta^4$  をそれぞれ  $c$  を用いて表せ.
- (3)  $c$  を正の実数とする. 曲線  $y = cx^3 - x$  と曲線  $y = cx^2$  で囲まれた2つの部分の面積の和  $S$  を,  $c$  を用いて表せ.
- (4)  $c$  が正の実数全体を動くとき, (3)の  $S$  の最小値を求めよ.

3. 実数  $t$  は  $t > 1$  を満たすとする.  $xy$  平面における曲線  $C_1: y = \log x$  と曲線  $C_2: y = -\log\left(-\frac{1}{t}x + \frac{1}{t} + 1\right)$  について, 次の問に答えよ.(30点)

- (1)  $C_1$  と  $C_2$  の共有点の座標を求めよ.
- (2)  $C_1$  と  $C_2$  で囲まれた部分の面積  $S$  を求めよ.
- (3) (2)の  $S$  について,  $S = 4$  となるような  $t$  の値を求めよ.

- 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. 次の各問に答えよ.(40点)

- (1)  $\vec{a} = (-2, 1)$ ,  $\vec{b} = (1, 1)$  とする. 実数  $t$  が  $0 \leq t \leq 2$  を動くとき,  $|\vec{a} + t\vec{b}|$  の最大値と最小値を求めよ.
- (2) 関数  $f(x) = 5\sin^2 x + 4\sin x \cos x + 3\cos^2 x$  の最大値と最小値を求めよ.
- (3) 袋の中に赤玉2個, 白玉5個の合計7個の玉が入っている. 1個のさいころを1回投げ, 出た目と同じ個数の玉を袋から取り出す. このとき, 取り出した玉の中に赤玉が含まれない確率を求めよ.
- (4) 等式  $\frac{4}{(x^2-1)^2} = \frac{a}{x-1} + \frac{b}{(x-1)^2} + \frac{c}{x+1} + \frac{d}{(x+1)^2}$  が  $x$  についての恒等式となるように, 実数  $a, b, c, d$  の値を定めよ.
- (5) 関数  $f(x) = \int_0^x (3t+1)(t-k) \, dt$  の極大値が0であるような実数  $k$  の値をすべて求めよ.

- 7 -

(数学Ⅱ, 数学Bまでの問題)

2. 次の問に答えよ.(30点)

- (1)  $\alpha, \beta$  を実数とすると, 定積分  $\int_0^{\alpha} x(x-\alpha)(x-\beta) \, dx$  を求めよ.
- (2)  $c$  を正の実数とする. 2次方程式  $cx^2 - cx - 1 = 0$  の異なる2個の実数解を  $\alpha, \beta$  とするとき,  $\alpha^2 + \beta^2, \alpha^4 + \beta^4$  をそれぞれ  $c$  を用いて表せ.
- (3)  $c$  を正の実数とする. 曲線  $y = cx^3 - x$  と曲線  $y = cx^2$  で囲まれた2つの部分の面積の和  $S$  を,  $c$  を用いて表せ.
- (4)  $c$  が正の実数全体を動くとき, (3)の  $S$  の最小値を求めよ.

3.  $xyz$  空間における3点  $A(3, 0, 0)$ ,  $B(0, 2, 0)$ ,  $C(0, 0, 6)$  を通る平面を  $\alpha$  とする. 空間ベクトル  $\vec{n}$  は,  $\overline{AB}$  および  $\overline{AC}$  に垂直であり, その成分表示は  $\vec{n} = (a, b, 1)$  ( $a, b$  は実数) であるとする. このとき, 次の問に答えよ.(30点)

- (1)  $a, b$  の値を求めよ.
- (2)  $\triangle ABC$  の重心  $G$  を通り,  $\vec{n}$  に平行な直線を  $l$  とする.  $l$  と  $xy$  平面の交点  $P$  の座標を求めよ.
- (3) 原点  $O$  を通り,  $\alpha$  に垂直な直線を  $m$  とする.  $m$  と  $\alpha$  の交点  $Q$  の座標を求めよ.

- 8 -

(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.

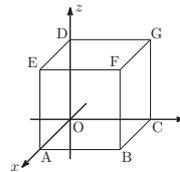
1. 次の各問に答えよ.(40点)

- (1) 実数  $a, b$  が  $2^a = 5^b = 10^{\frac{2}{3}}$  を満たすとき,  $\frac{1}{a} + \frac{1}{b}$  の値を求めよ.
- (2)  $\alpha$  を実数とする. 関数  $f(x) = 3\sin x + 2\sin(x + \alpha)$  の最大値が4であるとき,  $\cos \alpha$  の値を求めよ.
- (3) 方程式  $x^3 - 3x^2 - 9x + a = 0$  が, 異なる2個の負の解と1個の正の解をもつような実数  $a$  の値の範囲を求めよ.
- (4)  $0 < \theta < \pi$  とする.  $xy$  平面上の3点  $A(-1, 0), B(\cos \theta, \sin \theta), C(\cos \theta, 0)$  について,  $\triangle ABC$  の面積の最大値を求めよ.
- (5) 定積分  $\int_0^{\frac{\pi}{2}} \frac{1}{\cos x} dx$  を求めよ.

- 1 -

(数学Ⅲを含む問題)

2.  $O$  を原点とする  $xyz$  空間に3点  $A(1, 0, 0), C(0, 1, 0), D(0, 0, 1)$  をとり,  $OA, OC, OD$  を3辺にもつ下図の立方体  $OABC-DEFG$  を考える.



2点  $P, Q$  をそれぞれ辺  $AE, CG$  上に,  $AP = t, CQ = 2t$  ( $0 < t < \frac{1}{2}$ ) となるようにとる. 3点  $O, P, Q$  を通る平面を  $\alpha$  とするとき, 次の問に答えよ. (30点)

- (1) 平面  $\alpha$  と直線  $BF$  の交点  $R$  の座標を  $t$  を用いて表せ.
  - (2) (1)の点  $R$  について, 四角形  $OPRQ$  の面積  $S$  を  $t$  を用いて表せ.
  - (3) 平面  $\alpha$  と立方体  $OABC-DEFG$  の共通部分が五角形となるような  $t$  の条件を求めよ.
  - (4)  $t$  が(3)の条件を満たすとき, 平面  $\alpha$  と線分  $EF, FG$  の交点をそれぞれ  $H, I$  とおく.  $H$  と  $I$  の座標を求めよ.
3. 実数  $t$  は  $0 < t < 1$  を満たすとする.  $xy$  平面において, 2次関数  $y = f(x)$  のグラフは点  $A(0, t)$  に頂点を持ち, 点  $B(1-t, 0)$  で  $x$  軸と交わる. このグラフの  $A$  から  $B$  の部分  $y = f(x)$  ( $0 \leq x \leq 1-t$ ) を  $C$  とする. また,  $x$  軸と  $y$  軸および  $C$  で囲まれた領域を  $D$  とする. このとき, 次の問に答えよ. (30点)
- (1)  $f(x)$  を求めよ.
  - (2)  $D$  を  $y$  軸のまわりに1回転させてできる立体の体積  $V(t)$  を求めよ.
  - (3)  $D$  を  $x$  軸のまわりに1回転させてできる立体の体積  $W(t)$  を求めよ. また, (2)で求めた  $V(t)$  について,  $W(t) = V(t)$  を満たす  $t$  の値を求めよ.

- 2 -

一般選抜(後期)(後期・英語外部試験利用)

(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.

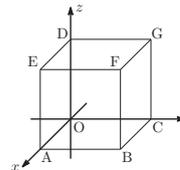
1. 次の各問に答えよ.(40点)

- (1) 実数  $a, b$  が  $2^a = 5^b = 10^{\frac{2}{3}}$  を満たすとき,  $\frac{1}{a} + \frac{1}{b}$  の値を求めよ.
- (2)  $\alpha$  を実数とする. 関数  $f(x) = 3\sin x + 2\sin(x + \alpha)$  の最大値が4であるとき,  $\cos \alpha$  の値を求めよ.
- (3) 方程式  $x^3 - 3x^2 - 9x + a = 0$  が, 異なる2個の負の解と1個の正の解をもつような実数  $a$  の値の範囲を求めよ.
- (4) 数列  $\{a_n\}$  が  $a_1 = 10, a_{n+1} = a_n + \frac{1}{n^2 + n}$  ( $n = 1, 2, 3, \dots$ ) を満たすとき, 一般項  $a_n$  を求めよ.
- (5)  $O$  を原点とする  $xy$  平面上の2点  $A(2, 7), B(6, 5)$  を考える. 線分  $AB$  の垂直二等分線上に点  $P$  をとるとき, 線分  $OP$  と線分  $PA$  の長さの和  $OP + PA$  が最小となるような  $P$  の座標を求めよ.

- 7 -

(数学Ⅱ, 数学Bまでの問題)

2.  $O$  を原点とする  $xyz$  空間に3点  $A(1, 0, 0), C(0, 1, 0), D(0, 0, 1)$  をとり,  $OA, OC, OD$  を3辺にもつ下図の立方体  $OABC-DEFG$  を考える.



2点  $P, Q$  をそれぞれ辺  $AE, CG$  上に,  $AP = t, CQ = 2t$  ( $0 < t < \frac{1}{2}$ ) となるようにとる. 3点  $O, P, Q$  を通る平面を  $\alpha$  とするとき, 次の問に答えよ. (30点)

- (1) 平面  $\alpha$  と直線  $BF$  の交点  $R$  の座標を  $t$  を用いて表せ.
  - (2) (1)の点  $R$  について, 四角形  $OPRQ$  の面積  $S$  を  $t$  を用いて表せ.
  - (3) 平面  $\alpha$  と立方体  $OABC-DEFG$  の共通部分が五角形となるような  $t$  の条件を求めよ.
  - (4)  $t$  が(3)の条件を満たすとき, 平面  $\alpha$  と線分  $EF, FG$  の交点をそれぞれ  $H, I$  とおく.  $H$  と  $I$  の座標を求めよ.
3.  $t$  を実数とする. 曲線  $y = x^2$  を平行移動して得られる曲線  $C$  が点  $(t, 2t)$  で直線  $y = 2x$  に接するとする. このとき, 次の問に答えよ. (30点)
- (1)  $C$  の方程式を求めよ.
  - (2)  $C$  が曲線  $C' : y = 1 - x^2$  と2個の共有点をもつような  $t$  の値の範囲を求めよ.
  - (3)  $t$  が(2)の範囲にあるとき,  $C$  と(2)の曲線  $C'$  で囲まれた部分の面積  $S(t)$  を求めよ. ただし, 必要があれば公式
 
$$\int_{\alpha}^{\beta} (x - \alpha)(x - \beta) dx = -\frac{1}{6}(\beta - \alpha)^3$$
 を用いてよい.
  - (4)  $t$  が(2)の範囲にあるとき, (3)で求めた  $S(t)$  の最大値を求めよ.

- 8 -

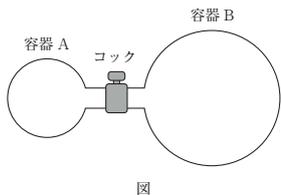
数学

物理問題

(物理)

1. 文章中の空欄 [ ] に適合する数値または数式を対応する解答群より選び、その番号をそれぞれの解答欄に記入しなさい。(36点)

(i) 図のように、二つの断熱容器 A と B がコックのついた細い短管でつながれている。まずコックを閉めた状態で単原子分子の理想気体を A に封入したところ、A 内の温度が 127℃、圧力が  $5.0 \times 10^6$  Pa になった。この時の気体の内部エネルギーは (a) (J) である。次にコックを開きしばらくすると、はじめ真空であった B に気体の流れ込んだ。十分時間が経ったのち、温度を測定したところ (b) (℃) であった。容器の体積はそれぞれ A が  $5.0 \text{ m}^3$ 、B が  $10 \text{ m}^3$  であり、気体定数  $R$  は  $8.31 \text{ J}/(\text{mol} \cdot \text{K})$  とする。



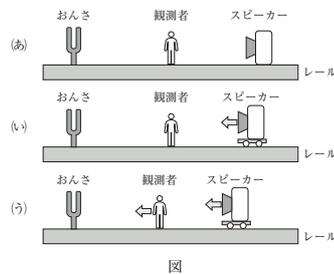
番号	1	2	3	4	5
(a) の解答群	$1.0 \times 10^7$	$1.3 \times 10^7$	$3.8 \times 10^7$	$6.3 \times 10^7$	$1.0 \times 10^8$

番号	1	2	3	4	5
(b) の解答群	-73	0.0	27	77	127

- 1 -

(物理)

(ii) 図(a)のように、440 Hz の音を出すおんき、 $f_S$  (Hz) の音を出すスピーカー、観測者が直線のレール上に並んでいる。はじめにおんきとスピーカーをレールに固定して音を出したところ、観測者には1秒あたり3回のうなりが聞こえた。次に、図(b)のようにスピーカーを台車に乗せてレール上を観測者のほうへ速度 (c) (m/s) で移動させたところ、このうなりがおさまった。そののち、図(c)のようにスピーカーはそのまま動かしつつ観測者もレール上を同じ速度 (c) (m/s) でおんきの方へ移動するとうなりがまた聞こえたので、このうなりを観測したところ、1秒間に (d) 回聞こえた。観測中は無風状態であったとし、音速は 340 m/s とする。



番号	1	2	3	4	5
(c) の解答群	1.0	1.5	2.3	3.2	4.4

番号	1	2	3	4	5
(d) の解答群	3	4	6	9	10

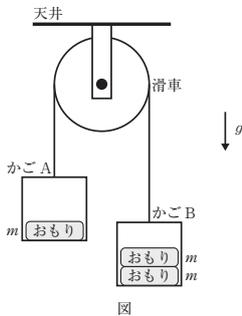
- 2 -

一般選抜(後期)(後期・英語外部試験利用)

物理

(物理)

(iii) 図のように、両端にかごの付いたひもを天井に固定された滑車にかけた。かご A を手で押さえたまま、質量  $m$  のおもりを一つ A に載せ、質量  $m$  のおもりを二つ重ねてかご B に載せた。そののち静かに手を離すと、かごは動き出し加速度の大きさは (e) になった。このときのかご B の中の下のおもりが上のおもりを押す力の大きさは (f) である。かご、ひも、および滑車の質量と摩擦、空気の影響は無視できるものとし、重力加速度の大きさを  $g$  とする。



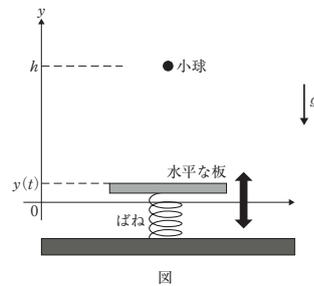
番号	1	2	3	4	5
(e) の解答群	$\frac{g}{3}$	$\frac{2g}{3}$	$\frac{g}{\sqrt{3}}$	$\frac{2g}{\sqrt{3}}$	$2\sqrt{3}g$

番号	1	2	3	4	5
(f) の解答群	$mg$	$\frac{2mg}{3}$	$\frac{mg}{3}$	$\frac{4mg}{3}$	$3mg$

- 3 -

(物理)

2. 図のように、質量  $m$  の小球と、ばねにつながれた小球より十分質量の大きい水平な板がある。小球は  $y = h$  の高さで固定されており、板は  $y$  方向に単振動している。板の上面の位置は  $y(t) = A \sin \omega t$  で表されるものとする。  $t = 0$  で小球の支えが外され、小球は落下し始め板と衝突した。板と小球は弾性衝突をした後、小球は鉛直上向きに上昇したが板は衝突の影響を受けずに振動を続けた。重力加速度の大きさを  $g$  とする。(i)と(ii)は、解答群のなかから適切な答を一つ選び、その番号を解答欄に記入しなさい。(iii)と(iv)は導き方も示して解答しなさい。(32点)



- 5 -

(物理)

- (i) 小球が落下し始めてから板と衝突するまでにかかった時間が台の振動の周期の  $\frac{1}{6}$  であった。衝突の瞬間の板の変位を求めなさい。

番号	1	2	3	4	5
(i) の解答群	$\frac{1}{2}A$	$\frac{\sqrt{2}}{2}A$	$\frac{\sqrt{3}}{2}A$	$\sqrt{3}A$	$2A$

- (ii) (i)のとき、板の速度を求めなさい。

番号	1	2	3	4	5
(ii) の解答群	$\frac{1}{2}A\omega$	$\frac{\sqrt{2}}{2}A\omega$	$\frac{\sqrt{3}}{2}A\omega$	$\sqrt{3}A\omega$	$2A\omega$

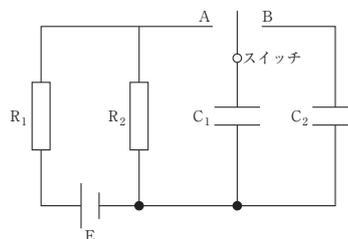
- (iii) (i)のとき、 $h$ の値を求めなさい。

- (iv) 衝突直後の小球の速度を求めなさい。

(物理)

3. 図のように、内部抵抗を無視できる起電力  $12\text{ V}$  の電池  $E$ 、抵抗値  $15\ \Omega$  の抵抗  $R_1$ 、抵抗値  $45\ \Omega$  の抵抗  $R_2$ 、電気容量  $1.0 \times 10^{-6}\text{ F}$  のコンデンサー  $C_1$ 、電気容量  $2.0 \times 10^{-6}\text{ F}$  のコンデンサー  $C_2$ 、スイッチから構成される回路がある。はじめスイッチは A、B のどちら側にも接続されておらず、コンデンサーに電荷はたくわえられていないものとする。

(i)と(ii)は、解答群のなかから適切な答の一つを選び、その番号を解答欄に記入しなさい。(iii)と(iv)は導き方も示して解答しなさい。(32点)



図

一般選抜(後期)(後期・英語外部試験利用)

物理

(物理)

- (i) スイッチを A 側につないだ直後に  $R_1$  に流れる電流の大きさはいくらか。

番号	1	2	3	4	5
(i) の解答群	$0.0\text{ A}$	$0.20\text{ A}$	$0.80\text{ A}$	$1.4\text{ A}$	$2.7\text{ A}$

- (ii) スイッチを A 側につないだ直後に  $R_2$  に流れる電流の大きさはいくらか。

番号	1	2	3	4	5
(ii) の解答群	$0.0\text{ A}$	$0.20\text{ A}$	$0.80\text{ A}$	$1.4\text{ A}$	$2.7\text{ A}$

- (iii) スイッチを A 側につないで十分に時間が経過し、 $C_1$  が充電された。 $C_1$  の静電エネルギーを求めよ。

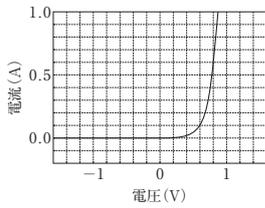
- (iv) (iii)のち、スイッチを B 側につなぎかえた。電荷の移動が終わった後、 $C_2$  にたくわえられた電気量を求めよ。

物理問題

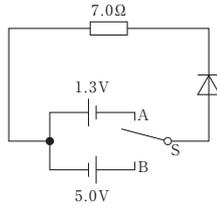
(物理)

1. 問(i)と(ii)は、文章中の空欄  に適合する数値を対応する解答群より選び、その番号をそれぞれの解答欄に記入しなさい。問(iii)は、各問に付した解答群の中から正解を選び、その番号をそれぞれの解答欄に記入しなさい。(36点)

(i) 下記のグラフのような特性を持つダイオードに、抵抗、内部抵抗を無視できる電池、スイッチを接続して図のような回路を構成した。スイッチSをA側に入れたときに回路を流れる電流は  (a) (A) となる。また、スイッチSをB側に入れたときに回路を流れる電流は  (b) (A) となる。



グラフ



図

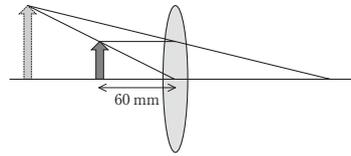
番号	1	2	3	4	5
(a) の解答群	0.0	0.1	0.2	0.6	0.7

番号	1	2	3	4	5
(b) の解答群	0.0	0.2	0.4	0.6	0.8

- 1 -

(物理)

(ii) 焦点距離 100 mm を持つ凸レンズを用いて物体を拡大して見る。図のようにレンズから 60 mm 離れた光軸上に物体を置きその反対側からのぞいたところ、レンズから  (c) (mm) 離れた位置に  (d) 倍に拡大された虚像が観測された。



図

番号	1	2	3	4	5
(c) の解答群	40	60	100	150	210

番号	1	2	3	4	5
(d) の解答群	0.4	1.0	1.7	2.0	2.5

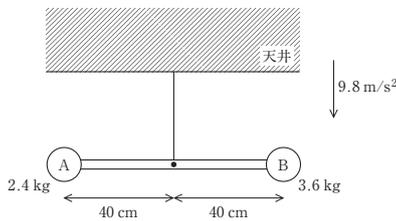
- 2 -

一般選抜(後期)(後期・英語外部試験利用)

物理

(物理)

(iii) 図のように質量がそれぞれ 2.4 kg のおもり A と、3.6 kg のおもり B が長さ 80 cm の軽い棒の両端に固定されている。棒の中心は天井から鉛直下方へ軽いひもで吊り下げられており、棒は水平に手で保たれていた。この状態から静かに手を離れた直後、全体の重心の位置は A から  (e) (cm) 離れた位置にある。また、棒の中心の周りの力のモーメントの大きさは  (f) (N・m) になる。ただし、重力加速度の大きさを  $9.8 \text{ m/s}^2$  とする。



図

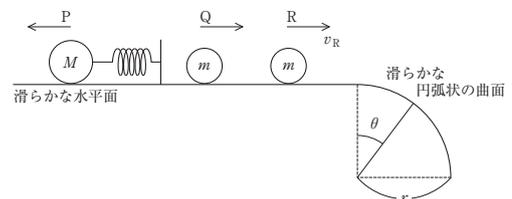
番号	1	2	3	4	5
(e) の解答群	16	30	32	48	60

番号	1	2	3	4	5
(f) の解答群	0.47	0.48	4.7	4.8	47

- 3 -

(物理)

2. 質量  $M$  の物体 P にばね定数  $k$  の重さの無視できるばねを固定し、滑らかな水平面に置く。ばねの他端に質量  $m$  の物体 Q を押し付け、ばねを自然長より  $L$  だけ縮めた状態から P と Q を同時に静かに離れたところ、Q はばねから離れたあとに速さ  $v$  で進み、P は速さ  $V$  で進んだ。重力加速度の大きさを  $g$  とする。(i)と(ii)はそれぞれの解答群より適切な答を選び、その番号を解答欄に記入しなさい。(iii)と(iv)は導き方も示して解答しなさい。(32点)



図

滑らかな水平面

滑らかな円弧状の曲面

- 5 -

(物理)

(i) Q がばねから離れたあとの速さ  $v$  はいくらか。

番号	1	2	3	4	5
(i) の解答群	$\frac{m}{M}V$	$\frac{M}{m}V$	$\sqrt{\frac{M}{m}}V$	$\sqrt{\frac{m}{M}}V$	$\frac{V}{Mm}$

(ii) ばねを自然長より縮めた長さ  $L$  はいくらか。

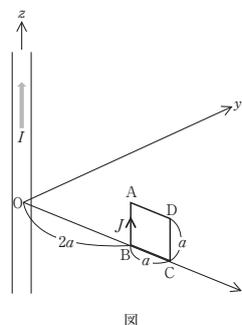
番号	1	2
(ii) の解答群	$\sqrt{\frac{mv^2 + MV^2}{k}}$	$\frac{mv + MV}{k}$
3	4	5
$\frac{mv^2 + MV^2}{k}$	$\sqrt{\frac{mv + MV}{k}}$	$\frac{\sqrt{mv^2 + MV^2}}{k}$

(iii) ばねから離れた Q は同じ直線上を同じ方向に向かって速さ  $v_R$  で進んでいる質量  $m$  の物体 R に衝突した。このときの反発係数が 0.5 であるとき、Q と衝突した後の R の速さはいくらか。R と衝突する前の Q の速さを  $v$  として答えよ。

(iv) R は Q と衝突したあと滑らかな平面を直進し、その先にある図のような半径  $r$  の滑らかな円弧状の曲面に沿って進み、鉛直方向からの角度が  $\theta$  となる位置で曲面から離れた。  $\cos\theta$  はいくらか答えよ。ただし、Q と衝突後に R が平面を進む速さを  $v_{R'}$  として用いよ。

(物理)

3. 図のように座標をとり、 $z$  軸に沿って一定の大きさの電流  $I$  を流し、磁場を作る。 $xz$  面内に一辺の長さ  $a$  の電源が接続された一巻きの正方形コイル (ABCD) を置く。BC は  $x$  軸にあり、B は原点 O から  $2a$  離れた位置にある。B から A へ向かって一定の大きさの電流  $J$  を流す。このコイルの電気抵抗は  $R$  で、自己インダクタンスは無視できる。なお真空中の透磁率を  $\mu_0$  とする。(i)と(ii)は、解答群のなかから適切な答の一つを選び、その番号を解答欄に記入しなさい。(iii)は導き方も示して解答し、(iv)はグラフに記入しなさい。(32点)



図

一般選抜(後期)(後期・英語外部試験利用)

物理

(物理)

(i) 電流  $I$  によって作られた磁場によってコイルの辺 AB 部分が受ける力の大きさを求めよ。

番号	1	2	3	4	5
(i) の解答群	$\frac{\mu_0 IJ}{2\pi a}$	$\frac{\mu_0 I}{2\pi a}$	$\frac{\mu_0 J}{4\pi}$	$\frac{\mu_0 IJ}{2\pi}$	$\frac{\mu_0 IJ}{4\pi}$

(ii) コイル全体が受ける力の大きさと向きを求めよ。

番号	1	2
(ii) の解答群	$\frac{\mu_0 IJ}{2\pi a}$ , $+x$ 方向	$\frac{\mu_0 I}{4\pi a}$ , $+y$ 方向
3	4	5
$\frac{\mu_0 J}{6\pi}$ , $+z$ 方向	$\frac{\mu_0 IJ}{8\pi}$ , $-y$ 方向	$\frac{\mu_0 IJ}{12\pi}$ , $-x$ 方向

(iii)  $z$  軸上の電流  $I$  を単位時間あたり  $\Delta I$  だけ増加させ  $I + \Delta I$  とする。このとき  $\Delta I$  によってコイルに流れる電流の大きさを求めよ。ただし電流が  $I$  のときの磁束を  $\Phi_0$  とする。

(iv) 電流  $I$  を交流電流に変え、 $I' = I_0 \cos(2\pi ft)$  とした ( $I_0 > 0$ ,  $f$  は周波数,  $t$  は時刻)。一巻きコイルに流れる全電流の一周期分を解答用紙のグラフに記入しなさい。ただし、図中の矢印方向を正とし、振幅を  $I_1 > 0$  としなさい。

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, S = 32.1, Cu = 63.6

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

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

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. 各問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) 次のアルカリ金属に関する記述のうち、まちがっているものはどれですか。

(A)の解答群

1	単体はすべて銀白色である
2	単体の融点が最も低いのはリチウムである
3	単体を密度が約 $0.84 \text{ g}/\text{cm}^3$ の灯油中に入れると、リチウムのみが浮かぶ
4	カリウムは、炎色反応により赤紫色を示す
5	ナトリウムの単体は、常温の水と激しく反応して水酸化物を生じる

— 9 —

(化学)

(B) 次の塩のうち、最も水に溶けやすいものはどれですか。

(B)の解答群

1	$\text{Mg}(\text{OH})_2$	2	$\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$	3	$\text{BaSO}_4$
4	$\text{CaCO}_3$	5	$\text{MgSO}_4$		

(C) 次の金属元素のうち、単体を濃硝酸中に加えると不動態を生じるものはいくつありますか。

Li Ni Zn Mg Al Pb Ca

(C)の解答群

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

(D) 次の物質のうち、アゾ基を持つものはどれですか。

(D)の解答群

1	インジゴ	2	ニヒドリン	3	メラミン
4	ピクリン酸	5	メチルオレンジ		

(E) 次の物質のうち、塩化鉄(III)水溶液で呈色しないものはどれですか。

(E)の解答群

1	サリチル酸メチル	2	サリチル酸	3	アセチルサリチル酸
4	フェノール	5	<i>o</i> -クレゾール		

— 10 —

(化学)

2. 各問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)  $0^\circ\text{C}$ の水  $10 \text{ g}$ を  $100^\circ\text{C}$ で全て蒸発させるには、何  $\text{kJ}$ の熱量が必要ですか。  
ただし、液体の水  $1 \text{ g}$ の温度を  $1^\circ\text{C}$ 上げるのに必要な熱量を  $4.2 \text{ J}$ 、 $0^\circ\text{C}$ における水の融解熱を  $6.0 \text{ kJ/mol}$ 、 $100^\circ\text{C}$ における水の蒸発熱を  $41 \text{ kJ/mol}$ とする。

(A)の解答群

1	30	2	55	3	160	4	260	5	460
---	----	---	----	---	-----	---	-----	---	-----

(B)  $7.40 \text{ g}$ のジエチルエーテル  $\text{C}_4\text{H}_{10}\text{O}$ が完全燃焼したとき、反応した酸素は標準状態で何  $\text{L}$ ですか。

(B)の解答群

1	6.70	2	13.4	3	33.5	4	52.6	5	67.0
---	------	---	------	---	------	---	------	---	------

(C) ある1価の酸の水溶液の  $\text{pH}$ は  $3.0$ であった。この水溶液  $20.0 \text{ mL}$ を  $0.0500 \text{ mol/L}$ の水酸化ナトリウム水溶液で滴定をしたところ  $14.8 \text{ mL}$ で過不足なく中和した。この酸の電離度を求めなさい。

(C)の解答群

1	0.013	2	0.027	3	0.040	4	0.054	5	0.070
---	-------	---	-------	---	-------	---	-------	---	-------

— 11 —

(化学)

(D) ある気体の  $127^\circ\text{C}$ 、 $1.00 \times 10^5 \text{ Pa}$ における密度は  $1.32 \text{ g/L}$ であった。この気体の分子量を求めなさい。

(D)の解答群

1	18	2	28	3	32	4	44	5	58
---	----	---	----	---	----	---	----	---	----

(E) 質量パーセント濃度が  $15.7\%$ の希硫酸を水で希釈して  $0.100 \text{ mol/L}$ の硫酸水溶液を  $1.00 \text{ L}$ 調製したい。 $15.7\%$ の希硫酸は何  $\text{mL}$ 必要ですか。  
ただし、 $15.7\%$ の希硫酸の密度を  $1.10 \text{ g}/\text{cm}^3$ とする。

(E)の解答群

1	38	2	57	3	76	4	95	5	115
---	----	---	----	---	----	---	----	---	-----

— 12 —

一般選抜(後期)(後期・英語外部試験利用)

化学

(化学)

3. 文章中の空欄 [ ] に適合する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)

一定量の溶媒に一定温度で溶質を溶かしていくと溶ける量には限度がある。この限度の量を溶解度といい、溶解度まで溶質を溶かした溶液を [1] という。固体の溶解度は、100gの溶媒に溶ける溶質の最大質量(グラム単位)の数値で表す。固体の溶解度は高温ほど大きくなるものが多く、温度による溶解度の差を利用して、固体物質を精製する操作を [2] という。

互いに反応しない2種以上の気体を1つの容器に入れたとき、混合気体が示す圧力である全圧は、各成分気体をそれぞれ単独で同じ容器に入れたときの圧力である [3] の和で表される。同温・同体積の混合気体の場合では、成分気体の [3] の比は各成分気体の物質量の比に等しくなる。

気体の溶解度は、その気体の圧力が  $1.013 \times 10^5$  Pa のとき、溶媒 1L に溶ける気体の物質量や質量、または、その気体の体積を 0℃、 $1.013 \times 10^5$  Pa の条件に換算した値で表す。溶解度が小さい気体では、一定量の溶媒に溶ける気体の質量は、温度が一定ならその気体の圧力(混合気体の場合には [3]) に比例する。この法則を [4] という。

- 問1. 硫酸銅(Ⅱ)  $\text{CuSO}_4$  の水に対する溶解度は、60℃で40、10℃で15である。60℃において  $\text{CuSO}_4$  が溶解度まで溶けた水溶液が210gある。
- (1) この水溶液中に  $\text{CuSO}_4$  は何g溶けていますか。ただし、 $\text{CuSO}_4$  の式量を160とする。
  - (2) この水溶液を10℃に冷やすと  $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$  の結晶が析出した。析出した結晶は何gですか。ただし、 $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$  の式量を250とする。

(化学)

- 問2. 27℃において  $3.0 \times 10^5$  Pa の酸素 3.0L と、27℃において  $2.0 \times 10^5$  Pa の窒素 1.5L を温度一定のまま 5.0L の容器に入れた。
- (1) この混合気体の平均分子量を求めなさい。
  - (2) 容器全体を77℃にしたときの混合気体の全圧を求めなさい。
- 問3. 酸素は20℃、 $1.013 \times 10^5$  Pa において水 1L に  $1.4 \times 10^{-3}$  mol 溶ける。20℃で  $1.013 \times 10^5$  Pa の空気が水に接しているとき、水 5.0L 中に溶けている酸素は何mgですか。ただし、空気は窒素と酸素の物質量の比が4:1の混合気体とする。

(化学)

4. 文章中の空欄 [ ] に適合する語句または物質名を解答欄に記入し、文章後の設問に答えなさい。(配点25点)

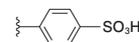
高分子化合物は、一般に単量体とよばれる [1(語句)] が小さい化合物を重合することによってつくることができる。重合の種類は、縮重合、付加重合、開環重合や付加縮合などがある。このうち、2つ以上の官能基をもつ単量体どうしから、水などの分子がとれる反応を繰り返して高分子化合物になる重合反応は、[2(語句)] である。

合成高分子化合物を主成分として、熱や圧力を加えると成形・加工できるものを合成樹脂という。合成樹脂のうち熱可塑性樹脂は、[3(語句)] で合成されるものが多い。一般に、スチレンに少量の [4(物質名)] を加えて共重合すると、架橋構造を持つポリスチレンが得られる。このポリスチレン中のベンゼン環の水素原子を酸性または塩基性の官能基で置換するとイオン交換樹脂が得られる。イオン交換樹脂のように合成高分子化合物のうち、特殊な機能を備えたものを [5(語句)] という。

- 問1. スチレンと1,3-ブタジエンを共重合して得られる高分子化合物の重合反応を反応式で表しなさい。
- 問2. 酸性基を多く含む陽イオン交換樹脂と塩基性基を多く含む陰イオン交換樹脂をそれぞれ円筒内に詰め、塩化ナトリウム水溶液を両方の円筒に順次通すと何が得られますか。

(化学)

- 問3. スルホ基を含む陽イオン交換樹脂を詰めた円筒に、濃度不明の硫酸銅(Ⅱ)水溶液 40 mL を通した。流出液を過不足なく中和するのに、0.10 mol/L の水酸化ナトリウム水溶液 60 mL を要した。以下の問いに答えなさい。
- (1) 円筒内で起こる変化を反応式で表しなさい。ただし、陽イオン交換樹脂は下記のように表すものとする。



- (2) 硫酸銅(Ⅱ)水溶液の濃度は何 mol/L ですか。有効数字2桁で答えなさい。
- 問4. 次の a ~ c の記述の中で、合成樹脂のリサイクルの方法として正しい記述を全て選びなさい。
- (a) 合成樹脂を熱分解や化学反応により分解し、原料の単量体や有用な物質に変換し、資源として再利用する方法をケミカルリサイクルという。
  - (b) 合成樹脂を燃焼させて、発生した単量体を資源として再利用する方法をサーマルリサイクルという。
  - (c) 合成樹脂を融解し、成形加工して素材を再利用する方法をマテリアルリサイクルという。

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  
 Cu = 63.6, Zn = 65.4  
 気体定数  $R = 8.31 \text{ J}/(\text{K}\cdot\text{mol}) = 8.31 \text{ Pa}\cdot\text{m}^3/(\text{K}\cdot\text{mol})$   
 $= 8.31 \times 10^5 \text{ Pa}\cdot\text{L}/(\text{K}\cdot\text{mol})$   
 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. 各問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、まちがっているものはどれですか。

(A)の解答群

1	デンブロン溶液にヨウ素ヨウ化カリウム溶液を加えると青紫色を示す
2	フェノールフタレインの酸性溶液は無色である
3	クロム酸カリウムを水に溶かすと赤褐色を示す
4	過マンガン酸カリウムを水に溶かすと赤紫色を示す
5	臭素は常温・常圧では赤褐色の液体である

(化学)

(B) 金属 A ~ D は、金 Au, 銅 Cu, マグネシウム Mg, 鉄 Fe のうちのどれかである。次の a, b, c の記述から、金属 B と金属 D の組み合わせとして正しいものはどれですか。

- a. A, B は希塩酸に溶けて水素を発生するが, C, D は反応しない
- b. B は熱水と反応して水素を発生するが, A は反応しない
- c. C は濃硝酸に溶けて二酸化窒素を発生するが, D は溶けない

(B)の解答群

1	Mg, Au	2	Mg, Cu	3	Fe, Cu	4	Fe, Mg	5	Fe, Au
---	--------	---	--------	---	--------	---	--------	---	--------

(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	反応の前後で物質自体は変化せず、反応速度を大きくする物質を触媒という
2	触媒は反応物に対する作用のしかたによって、均一触媒と不均一触媒に分類される
3	過酸化水素水は常温ではほとんど分解しないが、酸化マンガン(IV)を少量加えたと常温でも激しく分解して酸素を発生する
4	生体内で起こる化学反応に対して、触媒としてはたらくタンパク質を酵素という
5	一般に、反応熱と活性化エネルギーの大きさは、触媒の有無によらず一定である

(化学)

(D) 分子式が  $\text{C}_5\text{H}_{10}$  であり二重結合をもつ構造異性体に関する記述について、まちがっているものはどれですか。

(D)の解答群

1	この構造異性体は全部で5種類ある
2	酸性 $\text{KMnO}_4$ 溶液との加熱により、アセトンが生成する構造異性体は1種類ある
3	酸性 $\text{KMnO}_4$ 溶液との加熱により、酢酸が生成する構造異性体は3種類ある
4	酸性 $\text{KMnO}_4$ 溶液との加熱により、 $\text{CO}_2$ が発生する構造異性体は3種類ある
5	$\text{Br}_2$ を付加するとすべての構造異性体で不斉炭素原子が生じる

(E) 次の記述のうち、正しいものはどれですか。

(E)の解答群

1	$\text{FeCl}_3$ 水溶液に $\text{KSCN}$ 水溶液を加えても、変化しない
2	$\text{FeSO}_4$ 水溶液に $\text{KSCN}$ 水溶液を加えると、血赤色溶液に変化する
3	$\text{FeSO}_4$ 水溶液に $\text{NaOH}$ 水溶液を加えると、赤褐色沈殿を生じる
4	$\text{FeSO}_4$ 水溶液に $\text{K}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ 水溶液を加えると、濃青色沈殿を生じる
5	$\text{FeCl}_3$ 水溶液に $\text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ 水溶液を加えると、褐色溶液に変化する

(化学)

2. 各問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) エタノール(液)、二酸化炭素、水(液)の生成熱はそれぞれ、 $278 \text{ kJ/mol}$ 、 $394 \text{ kJ/mol}$ 、 $286 \text{ kJ/mol}$  である。エタノール(液)の燃焼熱は何  $\text{kJ/mol}$  ですか。

(A)の解答群

1	1080	2	1250	3	1370	4	1650	5	1920
---	------	---	------	---	------	---	------	---	------

(B) 体積が一定の容器に、ヨウ素  $2.0 \text{ mol}$  と水素  $2.0 \text{ mol}$  を入れて一定温度に保ったところ、反応が平衡に達してヨウ化水素が  $3.2 \text{ mol}$  生成した。この温度における平衡定数を求めなさい。

(B)の解答群

1	16	2	32	3	64	4	80	5	96
---	----	---	----	---	----	---	----	---	----

(C) 質量パーセント濃度が  $6.00\%$  の塩化ナトリウム水溶液の質量モル濃度は何  $\text{mol/kg}$  ですか。

(C)の解答群

1	1.00	2	1.03	3	1.06	4	1.09	5	1.12
---	------	---	------	---	------	---	------	---	------

(化学)

D) 一酸化窒素を水上置換で捕集したところ、27℃、 $1.04 \times 10^5$  Pa で 831 mL の気体が得られた。得られた一酸化窒素の質量は何 g ですか。ただし、27℃における水の飽和蒸気圧は  $4.00 \times 10^3$  Pa とする。

D)の解答群

1	1.00	2	1.04	3	1.08	4	2.04	5	2.08
---	------	---	------	---	------	---	------	---	------

E) 0.030 mol/L の酢酸水溶液の pH はいくらですか。ただし、この温度における酢酸の電離定数は  $2.7 \times 10^{-5}$  mol/L、 $\log_{10}3.0 = 0.48$ 、 $\log_{10}5.0 = 0.70$  とする。

E)の解答群

1	2.0	2	2.5	3	3.0	4	3.5	5	4.0
---	-----	---	-----	---	-----	---	-----	---	-----

(化学)

3. 文章中の空欄 [ ] に適合する語句、物質名または反応式を解答欄に記入し、文章後の設問に答えなさい。(配点 25 点)

亜鉛板を薄い硫酸亜鉛水溶液に浸したものと、銅板を濃い硫酸銅(II)水溶液に浸したものを、素焼き板やセロハンなどで仕切り、亜鉛板と銅板を導線でつないだ電池を [1(語句)] という。この電池では [2(物質名)] 板の方が正極となる。

希硫酸に鉛と [3(物質名)] を浸した構造の電池を鉛蓄電池という。この電池を放電させると、両極の表面には水に不溶な [4(物質名)] が生じる。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る。鉛蓄電池のように、充電によって繰り返し使うことのできる電池を蓄電池または [5(語句)] という。

負極活物質に水素、正極活物質に酸素を用いた水素-酸素燃料電池には、リン酸を電解質としたものと固体高分子を電解質としたものがある。これらの燃料電池を放電すると負極と正極では次の反応が起こる。

負極: [ ] 6(反応式)

正極: [ ] 7(反応式)

問1. 以下の電池の中で起電力が最も小さいものを選び、解答欄に記入しなさい。

鉛蓄電池、リチウムイオン電池、リチウム電池、水素-酸素燃料電池(リン酸形)、マンガンド電池

問2. [1(語句)] を 500 mA の電流で 1930 秒間放電させた。放電する前と比べて、負極と正極の質量はそれぞれ何 mg 変化しましたか。有効数字は3桁とし、質量が増加する場合を正とせよ。

一般選抜(後期)(後期・英語外部試験利用)

(化学)

4. 次の文章の空欄 [ ] に適合する元素や物質の名称、数または語句を答えなさい。また、文章後の設問に答えなさい。(配点 25 点)

炭素、ケイ素、[1(名称)]、[2(名称)] とゲルマニウムは周期表の [3(数)] 族に属する元素である。このなかで単体の密度が最も大きいのは [1(名称)] である。炭素の単体にはダイヤモンド、黒鉛や管状の構造の [4(名称)] など、構造や性質の異なる多数の [5(語句)] が存在する。ケイ素の単体は光沢のある [6(語句)] 色の結晶で、天然には存在せず酸化物を電気炉で溶融し [7(名称)] で還元してつくられる。[1(名称)] と [2(名称)] は強酸にも強塩基にも溶け、このような性質の元素を [8(語句)] という。しかし、[1(名称)] は希硝酸には溶けるが希硫酸には溶けない。

問1. 文章中の5つの元素のうち、金属元素に分類されるものすべてを元素記号で答えなさい。

問2. 赤熱した炭素に二酸化炭素が触れたとき起こる反応を、反応式で答えなさい。

問3. 問2で生じる気体は、実験室では干酸に濃硫酸を加えて加熱して得られる。この反応の反応式を答えなさい。

問4. [1(名称)] が希硫酸に溶けない理由を簡単に説明しなさい。

化学



# 一般選抜（工学部第二部）

数学	124
物理	124
英語	126

## 2023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		
		数学	英語	物理	
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. 次の各問に答えよ。(25点)

- (1) 関数  $y = -3x^2 + 12x - 5$  ( $-1 \leq x \leq 4$ ) の最大値と最小値を求めよ。
- (2) 点  $(-2, 1)$  を中心とする半径 2 の円と、直線  $y = 2x + 1$  の交点の座標を求めよ。
- (3) 2 次方程式  $2x^2 - 4x + 23 = 0$  の 2 つの虚数解を  $\alpha, \beta$  とするとき、 $\alpha^2 + \alpha\beta + \beta^2$  を求めよ。
- (4) 正の実数  $a$  について、 $\frac{1}{\sqrt[3]{a^3}} \div \left(\frac{a^2}{a^{\frac{1}{4}} \times \sqrt{a}}\right)^2$  を計算し、 $a^p$  ( $p$  は既約分数) の形で表せ。
- (5)  $(\log_5 \sqrt{2} - \frac{1}{2} \log_5 54) \times \log_3 \sqrt{5}$  を計算せよ。

2. 次の各問に答えよ。(25点)

- (1)  $0 \leq x < 2\pi$  のとき、不等式  $\sqrt{3} \sin x + \cos x < -1$  を解け。
- (2) 放物線  $y = x^2 + 4$  と  $x$  軸、および 2 直線  $x = -1, x = 3$  で囲まれた部分の面積を求めよ。
- (3) 3 個のさいころを同時に投げるとき、出る目の和が 6 となる確率を求めよ。
- (4) ベクトル  $\vec{a}, \vec{b}$  が  $|\vec{a} + \vec{b}| = 1, |\vec{a} - \vec{b}| = 6$  を満たすとき、内積  $\vec{a} \cdot \vec{b}$  を求めよ。
- (5) 和  $\sum_{k=1}^n 2^{k+1}$  を求めよ。

3.  $xy$  平面において、次をそれぞれ図示せよ。(15点)

- (1) 関数  $y = 2^{1-x}$  のグラフ
- (2) 関数  $y = -\sin \frac{x}{2}$  ( $0 \leq x \leq 2\pi$ ) のグラフ
- (3) 連立不等式  $\begin{cases} y \leq -x^2 + 4 \\ y \geq x + 2 \end{cases}$  の表す領域

4.  $\triangle OAB$  において、 $\vec{OA} = \vec{a}, \vec{OB} = \vec{b}$  とする。 $|\vec{a}| = 4, |\vec{b}| = 6, \vec{a} \cdot \vec{b} = 8$  のとき、次の間に答えよ。(15点)

- (1) 線分  $AB$  の長さを求めよ。
- (2)  $\triangle OAB$  の面積を求めよ。
- (3) 線分  $OA$  を直径とする円と直線  $AB$  の交点のうち、 $A$  でない方を  $P$  とおく。 $\vec{OP}$  を  $\vec{a}, \vec{b}$  を用いて表せ。

5. 関数  $f(x) = x^3 - 6x + 12$  について、次の間に答えよ。(20点)

- (1)  $f(x)$  の極大値と極小値を求めよ。
- (2) 曲線  $y = f(x)$  の接線  $l$  が点  $(0, -4)$  を通るとき、 $l$  の方程式を求めよ。
- (3) (2) の  $l$  と曲線  $y = f(x)$  で囲まれた部分の面積を求めよ。

解答解説は145ページ

物理問題

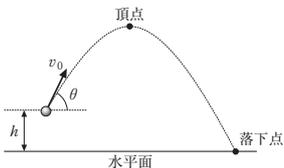
(物理)

(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は解答用紙に溝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、水平面から測って高さ  $h$  の点から水平となす角度  $\theta$ 、初速  $v_0$  で小球を投げ上げたところ、小球は放物線を描いて運動し、その頂点に達した後水平面に落下した。空気の影響は無視でき、重力加速度の大きさを  $g$  とする。



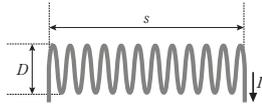
- (A) 放物線の頂点の水平面から測った高さを求めなさい。
- (B) 水平面に落下する直前の小球の速さを求めなさい。

番号	1	2
(A) の解答群	$\frac{v_0^2 \sin^2 \theta}{2g}$	$\frac{v_0^2 \cos^2 \theta}{2g} + h$
3	4	5
$\frac{v_0^2 \sin^2 \theta}{g}$	$\frac{v_0^2 \sin^2 \theta}{2g} + h$	$\frac{v_0^2 \sin \theta + h}{2g}$

番号	1	2
(B) の解答群	$\sqrt{2gh}$	$v_0 + \sqrt{2gh}$
3	4	5
$\sqrt{v_0^2 \sin^2 \theta + 2gh}$	$\sqrt{v_0^2 \cos^2 \theta + gh}$	$\sqrt{v_0^2 + 2gh}$

(物理)

- (ii) 図のように、真空中に置いた直径  $D$ 、長さ  $s$  のソレノイドに電流  $I$  が流れている。 $D \ll s$  でソレノイド中の磁場は一様であり、ソレノイドの単位長さあたりの巻き数を  $n$ 、真空の透磁率を  $\mu_0$  とする。



- (C) ソレノイドを貫く磁束を求めなさい。  
 (D) ソレノイドの自己インダクタンスを求めなさい。

番号	1	2	3	4	5
(C) の解答群	$\mu_0 n I$	$\frac{\pi \mu_0 n D^2 I}{4}$	$\frac{\pi \mu_0 n D^2 s I}{4}$	$\frac{4 \mu_0 n I}{\pi D^2}$	$\frac{4 \mu_0 n s I}{\pi D^2}$

番号	1	2	3	4	5
(D) の解答群	$\mu_0 n^2$	$\frac{\pi \mu_0 n^2 D^2}{4}$	$\frac{\pi \mu_0 n^2 D^2 s}{4}$	$\frac{4 \mu_0 n^2}{\pi D^2}$	$\frac{4 \mu_0 n^2 s}{\pi D^2}$

(物理)

- (iii) 図のように、一定の振動数の音を発する音源 R が点 O を中心とする等速円運動をしている。円と同一平面内の円の外側にある点 P に静止している観測者が R から発せられた音を聞いたところ、音の最小の振動数が  $f_1$  で最大の振動数が  $f_2$  であった。音速を  $V$  とする。



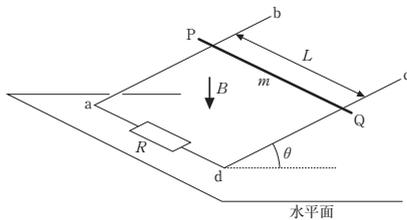
- (E) 音源 R の等速円運動の速さを求めなさい。  
 (F) 音源 R から発せられている音の振動数を求めなさい。

番号	1	2	3	4	5
(E) の解答群	$\frac{f_2 - f_1}{f_2} V$	$\frac{f_2}{f_1} V$	$\frac{f_1}{f_2} V$	$\frac{f_2 + f_1}{f_2 - f_1} V$	$\frac{f_2 - f_1}{f_2 + f_1} V$

番号	1	2
(F) の解答群	$\frac{f_1}{f_1 + f_2}$	$\frac{f_2}{f_1 + f_2}$
3	4	5
	$\frac{2f_1 f_2}{f_1 + f_2}$	$\frac{f_1 + f_2}{2f_1 f_2}$
		$\frac{f_1 f_2}{f_2 - f_1}$

(物理)

2. 図のように、鉛直下向きの一様な磁束密度の大きさが  $B$  の磁場中に、2本の導体レール ab, cd を間隔  $L$  で平行に並べ、a と d の間に抵抗値  $R$  の抵抗をつなぎ、水平面となす角度  $\theta$  で設置した。レール上方に質量  $m$  の導体棒 PQ を置いて静かにはなすと PQ はレール上を滑り下り、じゅうぶんに時間が経つと PQ はレール上を一定の速さで運動した。抵抗以外の部分の電気抵抗は無視でき、PQ はレールに対して常に直交し、レール上を滑らかに動くものとする。回路を流れる電流による磁場の変化は無視でき、重力加速度の大きさを  $g$  とする。(24点)



- (A) PQ が一定の速さで運動しているとき、抵抗に流れる電流の大きさを求めなさい。  
 (B) (A) のとき、PQ の速さを求めなさい。  
 (C) (A) のとき、PQ が 2 本のレールから受ける垂直抗力の大きさの和を求めなさい。  
 (D) (A) のとき、抵抗で単位時間あたりに発生するジュール熱を求めなさい。

(物理)

番号	1	2	3	4	5
(A) の解答群	$\frac{mg \sin \theta}{BL}$	$\frac{mg \tan \theta}{BL}$	$\frac{BL}{mg \cos \theta}$	$\frac{mg}{BL \sin \theta}$	$\frac{mg \sin^2 \theta}{B^2 L}$

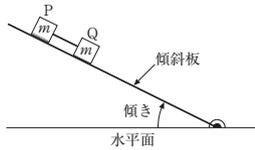
番号	1	2
(B) の解答群	$\frac{mg R \tan \theta}{B^2 L^2}$	$\frac{B^2 L^2 \cos^2 \theta}{mg R}$
3	4	5
	$\frac{BLR}{mg \tan \theta}$	$\frac{mg R}{B^2 L^2 \tan \theta}$
		$\frac{mg R \tan \theta}{B^2 L^2 \cos \theta}$

番号	1	2
(C) の解答群	$mg \cos \theta$	$mg (\cos \theta + \tan \theta)$
3	4	5
	$\frac{mg}{\cos \theta}$	$mg (\cos \theta + \sin \theta)$
		$mg \tan \theta$

番号	1	2
(D) の解答群	$\frac{m^2 g^2 R \tan^2 \theta}{B^2 L^2}$	$\frac{m^2 g^2 R \sin^2 \theta}{B^2 L^2}$
3	4	5
	$\frac{mg R^2 \cos \theta}{B^2 L^2}$	$\frac{B^2 L^2 R \sin^2 \theta}{m^2 g^2}$
		$\frac{mg R \tan \theta}{BL}$

(物理)

3. 図のように、水平面からの傾きを変えることができる傾斜板があり、同じ質量  $m$  を持つ小物体 P と小物体 Q が軽くて伸びない糸でつながれて静止している。P は傾斜板との間に摩擦があり、静止摩擦係数は  $\mu$ 、動摩擦係数は  $\mu' (< \mu)$  である。一方 Q と傾斜板との間に摩擦はない。P が動き出すまで傾斜板の傾きを徐々に大きくしていったところ、傾き  $\theta$  で P と Q は糸がたるむことなく傾斜板を滑り始めた。滑り始めたら傾きを  $\theta$  に固定し、P の速さが  $v$  に達したときに糸を切ったところ、しばらくして P は傾斜板上で静止した。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)  $\tan \theta$  を求めなさい。  
(B) 糸を切る直前の糸にかかっている張力を求めなさい。  
(C) 滑り始めてから糸を切るまでの時間を求めなさい。  
(D) 糸を切った後、小物体 P が減速して静止するための  $\tan \theta$  の条件を求めなさい。

英語 一般選抜 (工学部第二部) (3月3日実施)

- 1 次の英文を読んで、後の問いに答えなさい。(40点)

Various billionaire entrepreneurs have been exploring the possibility of creating living environments beyond our native planet, with <sup>(a)</sup>ideas ranging from creating massive, floating space colonies to building livable environments on Mars. A US based company, SpaceX, intends to put its first private citizen in space in 2023, and already has big plans for settling humans on Mars and <sup>(b)</sup>making us a truly multi-planet species. On the other hand, another company, Blue Origin, is pursuing the development of its massive space colonies. In a presentation, the company detailed their ambitions to put up to one trillion people in space in <sup>(c)</sup>O'Neill colonies: they are equipped with artificial gravity, orbit the Earth, and sustain human life. They compared the experience on them to "Maui on its best day, all year long." It sounds appealing, but <sup>(d)</sup>the road to get there will no doubt be covered with many space rocks.

Scientists and innovators around the world are working on solutions to launch us into space, but before we <sup>(e)</sup>jump onboard with the idea, we need to consider where we would actually live on our new home planet. Building a house on a planet like Mars, for example, is no easy task. Despite <sup>(f)</sup>this situation, a team at AI Space Factory, an architectural firm in New York, is tackling the challenge set by NASA and has created a habitat that can withstand the challenges of Martian life and the limitations of buildings in space. The company has created a habitat that could be the solution to survival and prosperity on Mars. <sup>(g)</sup>Marsha, as they called it, is a 3D-printed, egg-shaped home, which would be constructed on the surface of Mars by robots we transport there, using the materials found there, which can be extracted from the rocks found on Mars, with bioplastics made from plants that could grow on the Red Planet.

After countless improvements and redesigns, the company exhibited one, which was a one-third scale version of Marsha in 3D, winning the highest award at NASA's 3D Printing Habitat Challenge in 2019. The result was <sup>(h)</sup>a very durable 3D

printable dwelling that could provide people with protection from both high temperatures and radiation on Mars.

<sup>(i)</sup>Marsha has been carefully designed with the needs of early space travelers in mind. The first floor has a workspace and a lab to conduct research for dwellers that would arrive later. Besides, there is a kitchen and a communication facility on the second floor. The third floor would meet the personal needs of the inhabitants, with a garden, sanitary pods, and personal sleeping pods. Under the bright skylights on the top floor, there is a space that combines recreation and exercise, where you can keep fit and stay healthy. A winding staircase, connecting each of these stories, follows the curve of the interior wall for the maximum space efficiency.

AI Space Factory has also built Tera, a 3D-printed Earth habitat, which takes its design cues from the Marsha habitat, and which is designed to be printed from sustainable materials found on-planet. The material used for Tera is 50% stronger than concrete, but it is also biodegradable, and the goal is to show that construction on Earth <sup>(j)</sup>can be less offensive to the environment. With their sustainable building practices, the designers want to show a world where building can be made without using materials that can't be recycled. As it stands, Tera might be the closest thing we can get to experiencing life on Mars. <sup>(k)</sup>Having little possibility to witness ourselves prospering beyond Earth, we can still be excited by the prospect of our civilization beginning a new era. For now, we should turn our attention to our own planet and make it a safe and clean environment to live in.

[問1] 次の各問い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)について、本文で述べられているものは、どれですか。
1. building massive underground shelters to protect citizens
  2. transferring people from Earth to a space station in 2023
  3. finding a planet other than Earth to let billionaires to live on
  4. creating an environment on Mars where people could live
- (b) 下線部(b)が実現される条件として述べられているものは、どれですか。
1. 地球を捨て、全人類を他の惑星に移住させる
  2. 地球以外の惑星にも人類を定住させる
  3. 宇宙空間に浮かぶ集団居住区を建築する
  4. 気軽に宇宙旅行ができるようにする
- (c) 下線部(c)の特徴として述べられていないものは、どれですか。
1. 無重力状態である
  2. 地球を周回する
  3. 生命を維持できる
  4. 気候が一定である
- (d) 下線部(d)の内容は、どれですか。
1. コロニーの床には、隕石由来の石が敷き詰められる予定である
  2. コロニー内の砂浜には、隕石を細かく砕いた砂を用いる
  3. コロニーの完成には、宇宙ならではの障害が予想される
  4. コロニーまでの道路は、隕石で覆われていると考えられる

— 3 —

(e) 下線部(e)の意味に近いものは、どれですか。

1. joyfully ride
2. completely dismiss
3. cautiously move
4. unconditionally agree

(f) 下線部(f)の内容は、どれですか。

1. 科学者や発明家たちが、私たちが宇宙へ送り出すための解決策に取り組んでいる
2. さまざまな起業家たちが、地球外に生活環境を創造するアイデアを模索している
3. 火星のような地球以外の惑星に家を建てるのは、簡単なことではない
4. 1兆人の一般人を宇宙に送り出すという野望を明らかにした会社もある

(g) 下線部(g)の特徴として述べられているものは、どれですか。

1. 火星の高温や放射能から地球上の人類を守るための避難所である
2. 火星で見つかる岩や、そこで育つ植物から作られる家である
3. 火星の地下に設置する、3Dプリンタで印刷できる避難所である
4. 火星に由来する素材で作られる、環境に優しい地球用の家である

(h) 下線部(h)の完成に寄与した要因として適切なものは、どれですか。

1. 火星で栽培できる植物由来の素材を使用したこと
2. 何度も改良を加えたり、再設計をしたりしたこと
3. NASAが主催したコンテストで優勝したこと
4. 火星の過酷な環境から人類を保護したこと

— 4 —

(i) 下線部(i)について、本文から読み取れる内容として正しいものは、どれですか。

1. 後続の移住者のための研究活動をする設備がある
2. 衣と食を充足するために、作物を育てるための庭がある
3. 健康を維持するための医療施設が完備されている
4. 居住空間を最大にするために、階段は建物の外にある

(j) 下線部(j)に最も近いものは、どれですか。

1. requires less surface area to be effective
2. causes more negative impact on Earth
3. damages the ecosystem on a smaller scale
4. needs to be more defensive against threats

(k) この文章のタイトルとして最も適切なものは、どれですか。

1. A Space War Between Nations
2. Racing to a New Life in Space
3. Martians, our Friendly Neighbors
4. Building houses from Meteorites

[問2] 下線部(a)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) Mary and Sue promised to ( ) later over a cup of coffee.

1. talk the problem
2. talk with the problem
3. discuss the problem
4. discuss about the problem

(b) ( ) that broke the vase beside the window while I was asleep?

1. Who was it
2. Was it who
3. Who was
4. Who did

(c) Mary must have made a tremendous effort, ( ) it would have been impossible for her to solve such a hard problem all by herself.

1. so
2. if
3. then
4. or

(d) I should have known ( ) such a risky product.

1. better than to buy
2. more than buy
3. better than buying
4. more as buying

(e) The question Bill asked us was difficult ( ).

1. to reply
2. to answer
3. to reply it
4. to answer it

(f) ( ) stormy outside, the expedition decided to stay in a cabin.

1. Having been
2. It being
3. There being
4. It had been

— 7 —

- (g) Sophia, who was laid off last month due to the economic recession, is now ( ) online.
1. looking for a work
  2. searching a work
  3. looking for a job
  4. searching a job
- (h) ( ) of reading through all the books on the shelf in a day.
1. Susan is possible
  2. Susan is capable
  3. It is able of Susan
  4. It is possible for Susan
- (i) All the students were ( ) the irrational school rules.
1. made to obey to
  2. made obey to
  3. made to obey
  4. made obey
- (j) There seemed to be little, ( ), difference between the methods that the two research teams adopted.
1. if any
  2. if not
  3. if ever
  4. if only

— 8 —

- 3 次の英文を読んで、各問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)

Daniel Costa had lived in Japan for nearly twenty years. During that time he had worked mainly as an English teacher while indulging in his favorite pastime, eating. Daniel loved all kinds of Japanese food. His favorite was the cheap, but delicious fare of *ramen*.

His hometown was San Francisco where he got his first taste of Japanese cuisine in Japan Town, a cluster of Japanese shops and restaurants. At that time, there was only one restaurant that served *ramen*, and it wasn't very good. Daniel thought that the soup was too thin and the slices of pork were not very well seasoned compared to the many types of *ramen* he fell in love with while in Japan.

So he was very surprised when he returned to San Francisco on a visit to his parents and was told that 10 new *ramen* restaurants had opened across the city that year, not just in Japan Town. However, he was shocked at the prices. A bowl of regular *ramen* was priced at \$16.00 to \$20.00! This was double the price of the same dish back in Japan. It was then he decided that he wanted to learn the art of *ramen* making and open his own restaurant. He figured that as an American who had lived in Japan for nearly two decades, he would be able to create a superior restaurant with a better dining experience and ambience.

Upon his return to his home in Yokohama, he decided to quit teaching English and work at his favorite *ramen* shop. The manager of his local branch was not very surprised when Daniel came into his shop and begged him to teach him how to make his famous *ikei ramen*. Many foreigners were coming to Japan to learn many crafts and skills. The manager laughed and told him to be ready to work long hours.

Daniel woke up at 5:00 a.m. every day and rushed down to the *ramen* shop to learn the many skills needed to make distinguished *ramen*. He learned how to select the right bones and pieces of meat, and then boil them for hours with various

— 9 —

other ingredients to create the perfect soup base. He also had to learn how to make the noodles, a process that took many hours. The hardest aspect of the job was standing all day, stirring the pots and continuously yelling out greetings to the customers as they came into the shop. He had never put any thought into how much effort and energy it took to do a job he took for granted.

After four years of hard labor he decided to return to the U.S. and open his own *ramen* shop. He decided to open his restaurant in Denver, Colorado, where there were only two *ramen* shops. After only six months he was able to open another restaurant. He was surprised and delighted by how many people came to his shop every day to slurp down his tasty bowls of *ramen*. He never thought that *ramen*, a dish that many Japanese view as cheap and greasy, could become so popular. One morning as he was opening his restaurant, he thought, life is not a bowl of cherries, it's a bowl of *ramen*!!!

- (a) Where did Daniel acquire his passion for Japanese food?
1. In Japan
  2. In San Francisco
  3. In Japan Town
  4. In Denver
- (b) What did Daniel think as an American with his experience?
1. He could create an exact copy of a typical *ramen* shop.
  2. He could create an average quality *ramen* shop.
  3. He could create the most reasonable *ramen* shop in San Francisco.
  4. He could create an excellent restaurant with high quality.

— 10 —

- (c) What did the Japanese manager of the *ramen* shop think?
1. Daniel was crazy and could not succeed.
  2. Daniel was like many foreigners who had come to Japan recently.
  3. Too many foreigners were coming into Japan.
  4. Making *ramen* was too difficult for Daniel to learn.
- (d) What did Daniel do during his time working at the *ramen* shop?
1. Daniel succeeded in learning how to make *ramen* very easily.
  2. Daniel spent little time learning and spent more time welcoming guests.
  3. Daniel learned many important steps to make *ramen*.
  4. Daniel worked hard but gave up after a few years and switched to sushi.
- (e) What happened to Daniel after he opened his own *ramen* shop in Denver?
1. He was able to open three more shops after only six months.
  2. He made a lot of money and then sold the shop to a friend.
  3. He was successful enough to open up another shop after six months.
  4. He made enough money to open up two more shops in four years.

— 11 —

4 日本に留学中のイギリス人大学生 Stephen と日本人大学生 Reina が、以下の掲示について話しています。掲示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)

Experience Japanese Calligraphy!

Are you interested in experiencing Japanese culture? International Center is holding another event where you can enjoy Japanese culture! Below is the information about our next event. Invite your friends and join us!

Theme: *Shodo* (Japanese calligraphy)

We have invited a professional calligrapher and a leading figure in the field, Ms. Kyoko Sano, who has 20 years of experience teaching calligraphy.

Date: Sunday, May 30th

Time: 10:00 - 11:30

Fee: 500 yen\*

(\*100-yen discount for those who joined our last event)

Details:

1. Introductory Lecture (20 minutes)

First, you are going to learn about the tools used in calligraphy, such as ink brush, ink, and paper. Also, there will be a lecture on the basic structure of *kanji*, or the Japanese writing system.

2. Demonstration and Practice (30 minutes)

Even if this is your first time to practice *Shodo*, don't worry. We will try our best to teach you not only how to hold and stroke an ink brush, but also about good posture.

3. Create Your Own Masterpiece (30 minutes)

Finally, you will get to make your own work. This session will enable you to write your name in *kanji*. You can pick your favorite Japanese phrase, or we can identify *kanji* for your name.

Notes:

- The event will be held in English.
- Registration is required. It can be done personally at International Center, or you can do so by sending us an email. The deadline is Saturday, May 22nd.

International Center  
Email: i-center@ac.senju.jp

— 13 —

Stephen : Hi, Reina. Have you seen the latest post on the university's online bulletin board? It's about an event <sup>①</sup>(h ) by International Center.

Reina : Not yet. What kind of event?

Stephen : Japanese calligraphy. I was wondering if you were interested.

Reina : That sounds fun!

Stephen : Good. I'm also <sup>②</sup>(i ) Tomoya, Saki and Paula. They haven't responded to my message yet. But I hope they can join, too.

Reina : I see. I think I would enjoy it myself because I haven't done *Shodo* since... I can't even remember!

Stephen : Oh, is that so? Apparently, an experienced teacher will <sup>③</sup>(l ) the event.

Reina : Really? Let me see the post. Right, she has <sup>④</sup>(t ) calligraphy for 20 years. Oh, and the event is going to be in English! It would help me <sup>⑤</sup>(b ) up my English. By the way, have you learned how to write *kanji*?

Stephen : I have some <sup>⑥</sup>(b ) knowledge of it. But I haven't actually written any. I can't wait to see her <sup>⑦</sup>(d ) *Shodo* and learn how to write my name in *kanji*.

Reina : That's going to be fun! Could you sign up for all of us?

Stephen : Sure. I'll go to the office as soon as they respond.

Reina : Thank you! Let me give you the <sup>⑧</sup>(p ) fee up-front. How much is it?

Stephen : It's <sup>⑨</sup>(f ) hundred yen since we participated in their last event. Thanks.

Reina : Here you are. When's the deadline?

Stephen : Today is Friday, so it's <sup>⑩</sup>(t )!

— 14 —

解答解説は194ページ



# 解答・解説

数学	132
物理	147
化学	159
生物	167
国語	171
英語	178

# 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) 両辺の 2 を底とする対数をとると

$$(\log_2 x)^2 = 5 \log_2 x - 6$$

であり,  $X = \log_2 x$  とおくと  $X^2 - 5X + 6 = (X-2)(X-3) = 0$  となるから  $X = 2, 3$ . よって  $x = 4, 8$ .

(2)  $z^2 = (x+yi)^2 = x^2 - y^2 + 2xyi = i$  より連立方程式

$$\begin{cases} x^2 = y^2 \\ 2xy = 1 \end{cases}$$

を解いて  $z = \frac{\sqrt{2}}{2} + \frac{\sqrt{2}}{2}i, -\frac{\sqrt{2}}{2} - \frac{\sqrt{2}}{2}i$  である.  $x > 0, y > 0$  より

$$z = \frac{\sqrt{2}}{2} + \frac{\sqrt{2}}{2}i.$$

(3) 右辺に因数  $x-2$ , 左辺に因数  $x+1$  があることより  $f(x) = x(x-2)g(x)$  と表される. これを条件式に代入すると

$$(x+1)x(x-2)g(x) = (x-2)(x+1)(x-1)g(x+1)$$

$$xg(x) = (x-1)g(x+1)$$

したがって  $g(1) = 0$  であり,  $x$  の係数が 1 であることから  $g(x) = x-1$  であり,  $f(x) = x(x-1)(x-2)$ .

(4)  $\lim_{x \rightarrow \infty} f(x) = \lim_{x \rightarrow \infty} \frac{ax+b+\frac{c}{x}+\frac{d}{x^2}}{1+\frac{1}{x}-\frac{2}{x^2}} = 1$  より  $a=0, b=1, \lim_{x \rightarrow -1} f(x)$

$= 0$  より  $\lim_{x \rightarrow -1} (x^2+cx+d) = 0$  であるから  $d = -c-1$ . したがって

$$\lim_{x \rightarrow -1} f(x) = \lim_{x \rightarrow -1} \frac{x^2+cx-c-1}{(x+2)(x-1)} = \lim_{x \rightarrow -1} \frac{x+c+1}{x+2} = \frac{c+2}{3} = 0.$$

よって  $c = -2, d = 1$ .

(5)  $f(x) = (e^x - e^{-x})\cos x$  とすると  $f(-x) = (e^{-x} - e^x)\cos x = -f(x)$  であるから  $f(x)$  は奇関数である. したがって

$$\begin{aligned} & \int_{-\pi}^{\pi} \{(\cos x + x^2)e^x - e^{-x}\cos x\} dx \\ &= \int_{-\pi}^{\pi} x^2 e^x dx = \left[ \frac{1}{3} e^x \right]_{-\pi}^{\pi} = \frac{1}{3} (e^{\pi} - e^{-\pi}). \end{aligned}$$

2. (配点 30 点)

(1)  $n \geq 2$  のとき,

$$\begin{aligned} d_n &= d + \sum_{k=1}^{n-1} (2k + \ell) \\ &= d + 2 \cdot \frac{n(n-1)}{2} + \ell(n-1) \\ &= d + n(n-1) + \ell(n-1) \\ &= n^2 + (\ell-1)n + (d-\ell) \end{aligned}$$

$n=1$  のときもこの式でよい.

よって  $d_n = n^2 + (\ell-1)n + (d-\ell)$ .

(2) (1)より,  $a_n = n^2 - 1, b_n = n^2 + n + 1, c_n = n^2 + 2n$ .

(3) 余弦定理より

$$\begin{aligned} \cos \angle A_n B_n C_n &= \frac{a_n^2 + c_n^2 - b_n^2}{2a_n c_n} \\ &= \frac{(n^2-1)^2 + (n^2+2n)^2 - (n^2+n+1)^2}{2(n^2-1)(n^2+2n)} \\ &= \frac{n^4 + 2n^3 - n^2 - 2n}{2(n^2-1)(n^2+2n)} \\ &= \frac{(n^2+2n)(n^2-1)}{2(n^2-1)(n^2+2n)} \\ &= \frac{1}{2} \end{aligned}$$

よって  $\angle A_n B_n C_n = \frac{\pi}{3}$ .

3. (配点 30 点)

$$\begin{aligned} (1) \quad F(a) &= \int_0^1 (x^n - ax^2)^2 dx \\ &= \int_0^1 (x^{2n} - 2ax^{n+2} + a^2x^4) dx \\ &= \left[ \frac{x^{2n+1}}{2n+1} - \frac{2ax^{n+3}}{n+3} + \frac{a^2x^5}{5} \right]_0^1 \\ &= \frac{1}{2n+1} - \frac{2a}{n+3} + \frac{a^2}{5} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} (2) \quad F'(a) &= \left( \frac{1}{2n+1} - \frac{2a}{n+3} + \frac{a^2}{5} \right)' \\ &= -\frac{2}{n+3} + \frac{2a}{5} \\ &= 0 \end{aligned}$$

であるから,  $a = \frac{5}{n+3}$  のとき最小値をとる.

(3) (2)より  $F\left(\frac{5}{n+3}\right)$  を求める.

$$\begin{aligned} F\left(\frac{5}{n+3}\right) &= \frac{1}{2n+1} - \frac{10}{(n+3)^2} + \frac{5}{(n+3)^2} \\ &= \frac{(n+3)^2 - 5(2n+1)}{(2n+1)(n+3)^2} \\ &= \frac{n^2 - 4n + 4}{(2n+1)(n+3)^2} \\ &= \frac{(n-2)^2}{(2n+1)(n+3)^2} \end{aligned}$$

よってこれが 0 になるのは  $n=2$  のときのみである.

Ⅱ B

1. (配点 40 点)

(1) Ⅲ と同じ.

(2) Ⅲ と同じ.

(3) Ⅲ と同じ.

(4) 点  $(t, t^3 + 2t^2 + 2t + 2)$  における接線は  $y = (3t^2 + 4t + 2)x - 2t^3 - 2t^2 + 2$  で, 点  $(0, 2)$  を通るので  $2t^3 + 2t^2 = 0$  より  $t = 0, -1$ . よって  $y = 2x + 2, y = x + 2$

$$\begin{aligned} (5) \quad & \int_0^1 \left\{ \sum_{k=1}^{100} k(k+1)x^k \right\} dx = \sum_{k=1}^{100} \left\{ k(k+1) \int_0^1 x^k dx \right\} \\ &= \sum_{k=1}^{100} \left\{ k \left[ \frac{x^{k+1}}{k+1} \right]_0^1 \right\} = \frac{100 \cdot 101}{2} = 5050. \end{aligned}$$

2. (配点 30 点)

Ⅲ と同じ.

3. (配点 30 点)

$$(1) \quad \int_0^1 f(x) dx = \left[ \frac{ax^3}{3} + \frac{bx^2}{2} \right]_0^1 = \frac{a}{3} + \frac{b}{2}.$$

$$(2) \quad \frac{f(\alpha) + f(\beta)}{2} = \frac{1}{2} \{ a(\alpha^2 + \beta^2) + b(\alpha + \beta) \}. \quad (1) \text{ と合わせて}$$

$$\begin{cases} \alpha^2 + \beta^2 = \frac{2}{3} \\ \alpha + \beta = 1 \end{cases}$$

したがって  $\alpha^2 + \beta^2 = (\alpha + \beta)^2 - 2\alpha\beta = 1 - 2\alpha\beta = \frac{2}{3}$  であり,  $\alpha\beta =$

$\frac{1}{6}$ . よって  $\alpha, \beta$  は 2 次方程式  $x^2 - x + \frac{1}{6} = 0$  の 2 解であり,

$$6x^2 - 6x + 1 = 0 \text{ を解くと } x = \frac{3 \pm \sqrt{3}}{6}. \text{ したがって } \alpha = \frac{3 - \sqrt{3}}{6},$$

$$\beta = \frac{3 + \sqrt{3}}{6}.$$

$$(3) \quad A = \int_0^1 g(x) dx = \left[ \frac{x^4}{4} \right]_0^1 = \frac{1}{4}.$$

$$\begin{aligned} 2B &= g(\alpha) + g(\beta) \\ &= \alpha^3 + \beta^3 \\ &= (\alpha + \beta)^3 - 3\alpha\beta(\alpha + \beta) \\ &= 1^3 - 3 \cdot \frac{1}{6} \cdot 1 \\ &= \frac{1}{2} \end{aligned}$$

より  $B = \frac{1}{4}$ .

[解説]

Ⅲ

- (1) 2を底とする対数をとってから式を簡単にする.
  - 与えられた条件式から解答例にある連立方程式を導く. よくできていた.
  - 与えられた恒等式に  $x=2$  を代入すると  $3f(2)=0$  より  $f(2)=0$  が得られる. 因数定理より  $x-2$  は  $f(x)$  の因数である. 同様にして  $x$  も  $f(x)$  の因数であることがわかるから  $f(x)=x(x-2)g(x)$  と表される. よくできていた.
  - 極限值に関する標準的な問題.
  - 解答例にある  $f(x)$  が奇関数であることに気付くことができるかがポイントである.
- (1) 階差数列の一般項を求める問題. 公式を正確に書くことができていない答案が散見された.
    - (1)で求めた  $d_n$  を用いる.
    - 三角形  $A_nB_nC_n$  の各辺の長さを(2)で求めているから, 余弦定理を用いる.
  - (1) 積分の計算問題.
    - (1)で求めた  $F(a)$  を微分する.
    - (2)より  $a = \frac{5}{n+3}$  のとき  $F(a)$  は最小値をとるため,  $F\left(\frac{5}{n+3}\right)$  を計算する. さらにそれが0になるような  $n$  をすべて求める.

Ⅱ B

- (1) Ⅲと同じ.
  - Ⅲと同じ.
  - Ⅲと同じ.
  - 接線を求める基本問題. まず点  $(t, t^3+2t^2+2t+2)$  における接線の方程式を求め, この接線が  $(0, 2)$  を通る条件を考える.
  - 積分する関数をまず簡単にする.
- Ⅲと同じ.
  - (1) 積分の計算問題.
    - すべての  $a, b$  に対して等式が成り立つから, 左辺と右辺の  $a, b$  の係数はそれぞれ一致する.
    - $A, B$  共に基本的な計算で求められる.

前期日程2日目(2月2日試験)

[解答例]

Ⅲ

- (配点40点)
  - $9-2^{x+1}=2^{2-x}$  であり,  $2^x=X$  とおいて両辺に  $X$  を掛けて整理すると
 
$$2X^2-9X+4=(2X-1)(X-4)=0$$
 より  $X = \frac{1}{2}$ . 4. したがって  $x = -1, 2$ .
  - $X = \frac{x^2}{a^2}, Y = \frac{y^2}{b^2}$  とおくと
 
$$Y = X - 1$$
 であるが  $Y \geq 0$  なので  $X \geq 1$  となる.  $Z = X^2 + Y^2$  の最小値を求めていく.
 
$$\begin{aligned} Z &= X^2 + Y^2 \\ &= X^2 + (X^2 - 2X + 1) \\ &= 2X^2 - 2X + 1 \\ &= 2\left(X - \frac{1}{2}\right)^2 + \frac{1}{2}. \end{aligned}$$
 したがって  $X=1$  のとき最小値  $Z=1$  となる. すなわち  $x = \pm a$  のとき最小値1.
  - $a^2+4a+1=b$  から  $b^2+4b+1=a$  を引くと
 
$$(a^2-b^2)+4(a-b)=b-a$$

となり,  $a-b$  で割ると  $a+b+4=-1$  より  $b=-a-5$ . これを最初の式に代入して  $a^2+4a+1=-a-5$ . したがって  $a^2+5a+6=(a+2)(a+3)=0$ . よって  $(a, b) = (-2, -3), (-3, -2)$ .

$$\begin{aligned} (4) \quad a_n + b_n &= e^n(-1)^n + e^n(-1)^{n+1} + e^{-n}(-1)^n \\ &= e^n(-1)^n - e^n(-1)^n + e^{-n}(-1)^n \\ &= e^{-n}(-1)^n \end{aligned}$$

となるので  $\lim_{n \rightarrow \infty} (a_n + b_n) = 0$ .

$$\begin{aligned} (5) \quad f(x) &= \int_1^x (x-t) \cos t \, dt \\ &= x \int_1^x \cos t \, dt - \int_1^x t \cos t \, dt \end{aligned}$$

と書きかえられる.  $f'(x) = \int_1^x \cos t \, dt, f''(x) = \cos x$  と確かめられるので部分積分法を用いて

$$\begin{aligned} &\int_{\frac{\pi}{2}}^{\frac{3\pi}{2}} f'(x) \sin x \, dx \\ &= \int_{\frac{\pi}{2}}^{\frac{3\pi}{2}} (-\cos x)' f'(x) \, dx \\ &= \left[ -(\cos x) f'(x) \right]_{\frac{\pi}{2}}^{\frac{3\pi}{2}} + \int_{\frac{\pi}{2}}^{\frac{3\pi}{2}} (\cos x) f''(x) \, dx \\ &= \int_{\frac{\pi}{2}}^{\frac{3\pi}{2}} \cos^2 x \, dx = \frac{1}{2} \int_{\frac{\pi}{2}}^{\frac{3\pi}{2}} (\cos(2x) + 1) \, dx \\ &= \frac{1}{2} \left[ \frac{1}{2} \sin(2x) + x \right]_{\frac{\pi}{2}}^{\frac{3\pi}{2}} = \frac{\pi}{2}. \end{aligned}$$

2. (配点30点)

- (1) 曲線  $C$  の方程式は変形すると

$$x^2 + y^2 - 4x + 4y - 42 + k(x + 3y - 16) = 0$$

となるから曲線  $C$  は  $k$  の値に関わらず,  $x^2 + y^2 - 4x + 4y - 42 = 0$  と  $x + 3y - 16 = 0$  の交点を通る. そこで連立方程式

$$\begin{cases} x^2 + y^2 - 4x + 4y - 42 = 0 \\ x + 3y - 16 = 0 \end{cases}$$

を解く. 第2式より  $x = -3y + 16$  だからこれを第1式に代入して

$$(-3y + 16)^2 + y^2 - 4(-3y + 16) + 4y - 42 = 0$$

$$10y^2 - 80y + 150 = 0$$

$$y^2 - 8y + 15 = 0$$

$$(y-3)(y-5) = 0$$

より  $y=3, 5$ .  $y=3$  のとき  $x=7, y=5$  のとき  $x=1$  より  $A(1, 5), B(7, 3)$ .

- (2) 線分  $AB$  の中点は  $\left(\frac{1+7}{2}, \frac{5+3}{2}\right) = (4, 4)$  であり, 直線  $AB$  の傾

きは  $\frac{3-5}{7-1} = -\frac{1}{3}$  であるから,  $\ell$  の方程式は  $y-3(x-4)+4=$

$$3x-8. y=0$$
 とおくと  $x = \frac{8}{3}$ . よって  $P$  の座標は  $\left(\frac{8}{3}, 0\right)$ .

- (3)  $PA^2 = \left(1 - \frac{8}{3}\right)^2 + 5^2 = \frac{25}{9} + \frac{225}{9} = \frac{250}{9}$ . したがって中心が  $P$  で  $A$  を通る円の方程式は

$$\left(x - \frac{8}{3}\right)^2 + y^2 = \frac{250}{9}.$$

これを変形して

$$x^2 + y^2 - \frac{16}{3}x - \frac{62}{3} = 0.$$

よって  $p = -\frac{16}{3}, q = 0, r = -\frac{62}{3}$ .

3. (配点30点)

- (1)  $n \geq 2$  のとき

$$\begin{aligned} I_{m, n} &= \int_0^1 x^m (1-x)^n \, dx \\ &= \int_0^1 \frac{1}{m+1} (x^{m+1})' (1-x)^n \, dx \\ &= \left[ \frac{x^{m+1}(1-x)^n}{m+1} \right]_0^1 + \frac{n}{m+1} \int_0^1 x^{m+1} (1-x)^{n-1} \, dx \\ &= \frac{n}{m+1} I_{m+1, n-1}. \end{aligned}$$

したがって  $c = \frac{n}{m+1}$ .

$$(2) \quad I_{m,n} = \frac{n}{m+1} I_{m+1,n-1} \\ = \frac{n}{m+1} \cdot \frac{n-1}{m+2} \cdot I_{m+2,n-2}$$

これを繰り返すと

$$I_{m,n} = \frac{n(n-1)(n-2)\cdots 2}{(m+1)(m+2)\cdots(m+n-1)} \cdot I_{m+n-1,1} \\ = \frac{m!n!}{(m+n-1)!} \cdot I_{m+n-1,1} \\ = \frac{m!n!}{(m+n-1)!} \int_0^1 x^{m+n-1}(1-x)dx \\ = \frac{m!n!}{(m+n-1)!} \left( \int_0^1 x^{m+n-1}dx - \int_0^1 x^{m+n}dx \right) \\ = \frac{m!n!}{(m+n-1)!} \left( \left[ \frac{x^{m+n}}{m+n} \right]_0^1 - \left[ \frac{x^{m+n+1}}{m+n+1} \right]_0^1 \right) \\ = \frac{m!n!}{(m+n-1)!} \left( \frac{1}{m+n} - \frac{1}{m+n+1} \right) \\ = \frac{m!n!}{(m+n-1)!} \cdot \frac{1}{(m+n)(m+n+1)} \\ = \frac{m!n!}{(m+n+1)!}$$

(3)  $t = \tan x$  とすると

$$\begin{array}{c|c} x & 0 \rightarrow \frac{\pi}{4} \\ \hline t & 0 \rightarrow 1 \end{array} \quad \text{と} \quad \frac{dt}{dx} = \frac{1}{\cos^2 x} = 1 + \tan^2 x$$

より求める定積分は置換積分法により  $I_{4,5}$  に帰着され(2)より

$$I_{4,5} = \frac{4!5!}{10!} = \frac{4!}{10 \cdot 9 \cdot 8 \cdot 7 \cdot 6} = \frac{1}{10 \cdot 9 \cdot 2 \cdot 7} = \frac{1}{1260}$$

### II B

1. (配点 40 点)

- (1) III と同じ。  
 (2) III と同じ。  
 (3) III と同じ。  
 (4)  $f(x) = ax^3 + bx^2 + cx + d$  とおくと、

$$3f(x) - xf'(x) \\ = 3(ax^3 + bx^2 + cx + d) - x(3ax^2 + 2bx + c) \\ = 3ax^3 + 3bx^2 + 3cx + 3d - 3ax^3 - 2bx^2 - cx \\ = bx^2 + 2cx + 3d \\ (x+1)(x-3) = x^2 - 2x - 3$$

より  $b=1, c=-1, d=-1$ . したがって  $f'(1) = 3a + 2 - 1 = 7$  から  $a=2$ . よって  $f(x) = 2x^3 + x^2 - x - 1$ .

- (5)  $x+y=3t, y+z=4t, z+x=5t$  より  $x+y+z=6t$  となり,  $x=2t, y=t, z=3t$ . よって  $xy+yz+zx=11t^2, x^2+y^2+z^2=14t^2$  であるから

$$\int_0^1 \frac{(x+y+z)(xy+yz+zx)}{x^2+y^2+z^2} dt = \int_0^1 6t \cdot \frac{11}{14} dt = \frac{33}{14}$$

2. (配点 30 点)

III と同じ.

3. (配点 30 点)

(1)  $f_2(x) = \int_x^{x+2} (t+2)dt \\ = \left[ \frac{t^2}{2} + 2t \right]_x^{x+2} \\ = \frac{(x+2)^2 - x^2}{2} + 2\{(x+2) - x\} \\ = (2x+2) + 4 \\ = 2x+6$

(2)  $f_{n+1}(x) = \int_x^{x+2} (a_n t + b_n) dt \\ = \left[ \frac{a_n t^2}{2} + b_n t \right]_x^{x+2} \\ = a_n \frac{(x+2)^2 - x^2}{2} + b_n \{(x+2) - x\}$

$$= a_n(2x+2) + 2b_n \\ = 2a_n x + (2a_n + 2b_n)$$

よって,  $a_{n+1} = 2a_n, b_{n+1} = 2a_n + 2b_n$ .

- (3) 数列  $\{a_n\}$  は初項 1, 公比 2 の等比数列だから  $a_n = 2^{n-1}$ . したがって  $b_{n+1} = 2b_n + 2^n$ . 両辺を  $2^{n+1}$  で割ると  $\frac{b_{n+1}}{2^{n+1}} = \frac{b_n}{2^n} + \frac{1}{2}$ . また  $b_1 = 2$  より  $\frac{b_1}{2^1} = 1$ . したがって数列  $\left\{ \frac{b_n}{2^n} \right\}$  は初項 1, 公差  $\frac{1}{2}$  の等差数列だから  $\frac{b_n}{2^n} = 1 + \frac{n-1}{2} = \frac{n+1}{2}$ . よって  $b_n = (n+1) \cdot 2^{n-1}$  であり,  $f_n(x) = 2^{n-1}x + (n+1) \cdot 2^{n-1} = 2^{n-1}(x+n+1)$ .

### 【解説】

#### III

1. (1) 対数の底と真数の定義より  $9 - 2^{x+1} = 2^{2-x}$  が得られる.  
 (2)  $X = \frac{x^2}{a^2}, Y = \frac{y^2}{b^2}$  とおいたときの  $X, Y$  の値の範囲に注意する.  
 (3)  $a, b$  は相異なる実数であることに注意する.  
 (4)  $\cos n\pi = (-1)^n, \cos(n+1)\pi = (-1)^{n+1}$  である.  
 (5)  $f'(x), f''(x)$  がどのように表されるかを調べる. 定理「 $\alpha$  が定数のとき  $\left( \int_\alpha^x g(t) dt \right)' = g(x)$ 」を用いる.  
 2. (1)  $C$  の方程式を  $k$  について整理する.  $k$  の値に関わらず  $C$  が通る点は  $k$  の係数と定数項が共に 0 となる点であることから連立方程式を立てる.  
 (2) (1) で求めた  $A, B$  の座標を用いて  $\ell$  の方程式を求める.  
 (3)  $PA^2$  を求め, 中心の座標と半径が与えられたときの円の方程式の公式を用いる.  
 3. (1)  $I_{m,n}$  の積分を計算する.  $I_{m+1,n-1}$  が出てくるように考えて部分積分をする.  
 (2) (1) で求めた  $c$  を繰り返し用いると  $I_{m+n-1,1}$  が出てくるため, これを計算する.  
 (3)  $I_{m,n}$  の形に帰着する.

#### II B

1. (1) III と同じ.  
 (2) III と同じ.  
 (3) III と同じ.  
 (4)  $f(x)$  が 3 次関数であることがわかっているため,  $f(x) = ax^3 + bx^2 + cx + d$  とおいて条件式に代入する.  
 (5)  $x, y, z$  をそれぞれ  $t$  を用いて表す.  
 2. III と同じ.  
 3. (1) 積分の計算.  
 (2)  $f_n(x) = a_n x + b_n$  とおいたため, この式を用いて  $f_{n+1}(x)$  を計算し,  $x$  について整理する. このときの  $x$  の係数が  $a_{n+1}$  で, 定数項が  $b_{n+1}$  である.  
 (3)  $a_n$  および  $b_n$  を求めることができれば  $f_n(x)$  が求められるため, (2) を用いてまず数列  $\{a_n\}$  の一般項を求める.

### 前期日程 3 日目 (2 月 3 日試験)

#### 【解答例】

#### III

1. (配点 40 点)

- (1)  $f(x) = x^{1000} + x^{999} + x + 1$  とし,  $f(x)$  を  $x^2 + 1$  で割った商を  $q(x)$ , 余りを  $ax + b$  とおくと

$$f(x) = (x^2 + 1)q(x) + ax + b.$$

$x = i (= \sqrt{-1})$  を代入すると

$$f(i) = i^{1000} + i^{999} + i + 1 = 1 - i + i + 1 = 2$$

したがって  $ai + b = 2$  より  $a = 0, b = 2$  となり, 余りは 2 である.

- (2)  $X = \tan \alpha, Y = \tan \beta$  とおき, 条件式の両辺に  $XY$  を掛けて整理すると

$$(X-2)(Y-2) = 5XY$$

$$\begin{aligned} -4XY - 2X - 2Y + 4 &= 0 \\ (X+Y) - 2(1-XY) &= 0 \end{aligned}$$

仮定より  $XY < 1$  であるから、両辺を  $1-XY$  で割ることにより

$$\tan(\alpha+\beta) = \frac{X+Y}{1-XY} = 2.$$

(3) そのような直線は

(A-1) :  $x$  軸に平行な 4 直線,

(A-2) :  $y$  軸に平行な 4 直線,

(A-3) : 直線  $y=x$ ,

(A-4) : 直線  $y=-x+3$ ,

および

(B-1) : 直線  $y=x-1$ ,

(B-2) : 直線  $y=x+1$ ,

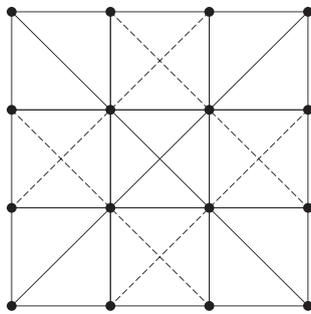
(B-3) : 直線  $y=-x+2$ ,

(B-4) : 直線  $y=-x+4$

がある。(A) タイプのほうはそれぞれの直線上の 3 点の選び方は  ${}_4C_3=4$  通りであり、(B) タイプのほうはそれぞれの直線上の 3 点

の選び方は  ${}_3C_3=1$  通りである。したがって確率は  $\frac{10 \cdot 4 + 4}{16C_3} =$

$$\frac{11}{140}.$$



—— : (A)-type      - - - - : (B)-type

$$(4) \lim_{n \rightarrow \infty} \frac{2^{n+1} + 3^{n+1}}{2^n + 3^n} = \lim_{n \rightarrow \infty} \frac{2 \left(\frac{2}{3}\right)^n + 3}{\left(\frac{2}{3}\right)^n + 1} = 3$$

(5)  $y' = -e^{-x}$  より、接線の方程式は  $y = -e^{-t}(x-t) + e^{-t} = -e^{-t}x + (t+1)e^{-t}$ .  $x$  軸との交点の  $x$  座標は  $x=t+1$ ,  $y$  軸との交点の  $y$  座標は  $y=(t+1)e^{-t}$  より三角形の面積は  $\frac{1}{2}(t+1)^2 e^{-t} = e^{-t}$ , よって  $t = -1 \pm \sqrt{2}$ .

2. (配点 30 点)

$$(1) a_2 = 3^2 - 2 \cdot 3 + 2 = 5, \quad a_3 = 5^2 - 2 \cdot 5 + 2 = 17.$$

(2)  $a_n = b_n + 1$  を与えられた漸化式に代入すると  $b_{n+1} + 1 = (b_n + 1)^2 - 2(b_n + 1) + 2 = b_n^2 + 1$  となるから、 $b_{n+1} = b_n^2$  である.

(3)  $c_{n+1} = \log_2 b_{n+1} = \log_2 b_n^2 = 2 \log_2 b_n = 2c_n$  より、数列  $\{c_n\}$  は公比が 2 の等比数列であり、初項は  $c_1 = \log_2 b_1 = \log_2(a_1 - 1) = \log_2 2 = 1$  である。したがって  $c_n = 2^{n-1}$ .

$$(4) (2) \text{ と } (3) \text{ より, } a_n = b_n + 1 = 2^{2^n} + 1 = 2^{2^{n-1}} + 1.$$

3. (配点 30 点)

(1)  $u = t^2 + 1$  とおくと  $du = 2tdt$  であり、 $t^2 = u - 1$  である。また  $t$  と  $u$  の対応は次のようになる。

$$\begin{array}{l|l} t & 0 \rightarrow x \\ \hline u & 1 \rightarrow x^2 + 1 \end{array}$$

したがって

$$\begin{aligned} I_1(x) &= \int_0^x \frac{t^3}{t^2+1} dt \\ &= \frac{1}{2} \int_1^{x^2+1} \frac{u-1}{u} du \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} &= \frac{1}{2} \int_1^{x^2+1} \left(1 - \frac{1}{u}\right) du \\ &= \frac{1}{2} [u - \log u]_1^{x^2+1} \\ &= \frac{1}{2} \{x^2 - \log(x^2+1)\} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} (2) \quad I_{n+1}(x) + I_n(x) &= \int_0^x \frac{t^{2n+3}}{t^2+1} dt + \int_0^x \frac{t^{2n+1}}{t^2+1} dt \\ &= \int_0^x \left( \frac{t^{2n+3}}{t^2+1} + \frac{t^{2n+1}}{t^2+1} \right) dt \\ &= \int_0^x \frac{t^{2n+1}(t^2+1)}{t^2+1} dt \\ &= \int_0^x t^{2n+1} dt \\ &= \left[ \frac{t^{2n+2}}{2n+2} \right]_0^x \\ &= \frac{x^{2n+2}}{2n+2} \end{aligned}$$

(3) (2) と (1) より

$$\begin{aligned} I_4(1) &= -I_3(1) + \frac{1}{8} \\ &= I_2(1) - \frac{1}{6} + \frac{1}{8} \\ &= -I_1(1) + \frac{1}{4} - \frac{1}{6} + \frac{1}{8} \\ &= -\frac{1}{2}(1 - \log 2) + \frac{1}{4} - \frac{1}{6} + \frac{1}{8} \\ &= \frac{1}{2} \log 2 - \frac{1}{2} + \frac{1}{4} - \frac{1}{6} + \frac{1}{8} \\ &= \frac{1}{2} \log 2 + \frac{-12 + 6 - 4 + 3}{24} \\ &= \frac{1}{2} \log 2 - \frac{7}{24} \end{aligned}$$

## II B

1. (配点 40 点)

(1)  $\text{III}$  と同じ.

(2)  $\text{III}$  と同じ.

(3)  $\text{III}$  と同じ.

(4)  $y = x^3 - \frac{9}{2}x^2 + 6x$  と  $y = k$  のグラフが異なる 3 点で交わるような  $k$  の範囲を求めればよい。  $y' = 3x^2 - 9x + 6 = 3(x^2 - 3x + 2) = 3(x-1)(x-2) = 0$  のとき  $x=1, 2$ . よって  $x=1$  のとき極大値  $\frac{5}{2}$ ,  $x=2$  のとき極小値 2 をとる。したがって  $2 < k < \frac{5}{2}$  のときこれらは異なる 3 点で交わる.

$$\begin{aligned} (5) \quad \int_{-1}^3 |x^3 - 3x^2 - x + 3| dx &= \int_{-1}^3 |(x+1)(x-1)(x-3)| dx \\ &= \left[ \frac{1}{4}x^4 - x^3 - \frac{1}{2}x^2 + 3x \right]_{-1}^1 + \left[ \frac{1}{4}x^4 - x^3 - \frac{1}{2}x^2 + 3x \right]_{-1}^3 = 4 + 4 = 8 \end{aligned}$$

2. (配点 30 点)

$\text{III}$  と同じ.

3. (配点 30 点)

$$\begin{aligned} (1) \quad p &= \int_0^1 (3x^2 + 2qx + a) dx = [x^3 + qx^2 + ax]_0^1 = 1 + q + a. \quad q = \int_0^1 (-3x^2 + 8px + a) dx = [-x^3 + 4px^2 + ax]_0^1 = -1 + 4p + a \text{ より連立方程式} \\ \begin{cases} p = 1 + q + a \\ q = -1 + 4p + a \end{cases} &\text{を解いて } p = -\frac{2a}{3}, \quad q = -\frac{5a+3}{3}. \end{aligned}$$

(2) 方程式  $f(x) = g(x)$  が重解をもつような  $a$  を求める.

$$3x^2 + 2\left(-\frac{5}{3}a - 1\right)x + a = -3x^2 - \frac{16}{3}ax + a$$

$$6x^2 + 2\left(-\frac{5}{3}a - 1 + \frac{8}{3}a\right)x = 0$$

$$3x^2 + (a-1)x = 0$$

$$x(3x + a - 1) = 0$$

よって  $x=0, \frac{1-a}{3}$  より  $\frac{1-a}{3} = 0$ . したがって  $a=1$ .

- (3) (2)より  $a \neq 1$  のとき共有点は2つで、これらの点の  $x$  座標は  $x=0$ ,

$$\frac{1-a}{3}.$$

$a < 1$  のとき  $\frac{1-a}{3} > 0$  だから、

$$\begin{aligned} & \int_0^{\frac{1-a}{3}} \{g(x)-f(x)\} dx \\ &= \int_0^{\frac{1-a}{3}} \{-6x^2+2(1-a)x\} dx \\ &= [-2x^3+(1-a)x^2]_0^{\frac{1-a}{3}} \\ &= -2\left(\frac{1-a}{3}\right)^3+(1-a)\left(\frac{1-a}{3}\right)^2 \\ &= \frac{1}{27}(1-a)^3=1 \end{aligned}$$

より  $1-a=3$  だから  $a=-2$ .

$a > 1$  のとき  $\frac{1-a}{3} < 0$  だから、

$$\begin{aligned} & \int_{\frac{1-a}{3}}^0 \{g(x)-f(x)\} dx \\ &= -\int_0^{\frac{1-a}{3}} \{g(x)-f(x)\} dx \\ &= -\frac{1}{27}(1-a)^3=1 \end{aligned}$$

より  $1-a=-3$  だから  $a=4$ .

したがって  $a=-2, 4$ .

#### [解説]

#### Ⅲ

- (1)  $f(x)$  を  $x^2+1$  で割った商の  $q(x)$  と余りの  $ax+b$  を用いて  $f(x)=(x^2+1)q(x)+ax+b$  と表す.  $x=i$  を代入すると  $f(i)=0 \cdot q(i)+ai+b=ai+b$  である.
- $X=\tan \alpha, Y=\tan \beta$  において条件式を整理する.
- 選んだ3点が一直線上にあるときの、直線の方に着目して場合分けをする.
- 分母分子をそれぞれ  $3^n$  で割る. 基本問題.
- 接線、 $x$  軸と  $y$  軸で囲まれた図形は三角形だから、この三角形の面積を  $t$  を用いて表す.
- (1)から順に考えると自然に解くことができる.
  - 漸化式で  $n=1, 2$  の場合を考えれば  $a_2, a_3$  がそれぞれ求められる.
  - $b_n=a_n-1$  を  $a_n=b_n+1$  と変形して数列  $\{a_n\}$  の漸化式に代入すると  $b_{n+1}$  と  $b_n$  の関係式が得られる.
  - (2)で求めた数列  $\{b_n\}$  の漸化式から数列  $\{c_n\}$  の漸化式を求める.
  - (2), (3)で求めたものを用いる.
- (1) 置換積分の問題. 置換の仕方が与えられているためその通りに計算する.
  - $I_{n+1}(x)$  と  $I_n(x)$  は積分範囲が同じだから、一つの積分にまとめてから計算する.
  - (2), (1)からそれぞれ  $I_{n+1}(1)+I_n(1)$  および  $I_1(1)$  がわかるから、これらを用いて  $I_4(1)$  を求める.

#### Ⅱ B

- Ⅲと同じ.
  - Ⅲと同じ.
  - Ⅲと同じ.
  - $y=x^3-\frac{9}{2}x^2+6x$  と  $y=k$  のグラフが  $k$  の値によってどのように交わるかを調べる.
  - $f(x)=x^3-3x^2-x+3$  において  $f(x)$  の値が0以上である  $x$  の範囲、0以下である  $x$  の範囲を調べると、 $f(x) \geq 0$  であるのは  $-1 \leq x \leq 1$ ,  $f(x) \leq 0$  であるのは  $1 \leq x \leq 3$  だから、 $-1 \leq x \leq 1$  と  $1 \leq x \leq 3$  に積分範囲を分けて計算する.

2.

Ⅲと同じ.

3.

- $p=\int_0^1(3x^2+2qx+a)dx, q=\int_0^1(-3x^2+8px+a)dx$  の右辺を計算し、連立方程式を立てる.
- 共有点が1つであるような  $a$  を求めるのだから、方程式  $f(x)=g(x)$  が重解をもつような  $a$  を求める.
- 共有点が2つのときこれらの点の  $x$  座標は  $x=0, \frac{1-a}{3}$  であり、  
 $a < 1$  のとき  $\frac{1-a}{3} > 0$  で、 $a > 1$  のとき  $\frac{1-a}{3} < 0$  だから場合分けをして考える.

#### [出題者から]

- 出題のねらい  
試験範囲全般について基本的・標準的な内容を理解しているかがわかる問題を出題している.
- ここがポイント  
問1 (3) 選んだ3点が一直線上にある場合を考えると解答例にある通り、出てくる直線がわかる. これらの直線上に対象の点が4点ある場合 (Aタイプ) と、3点ある場合 (Bタイプ) に分けて考えると整理して扱える.  
問2 (2), (3) 変形のしかたは解答例の他にもあるが、一般の  $n$  に対して数列  $\{b_n\}, \{c_n\}$  の漸化式や一般項を求めなければならない.  $n=1, 2, 3, 4, 5$  のときなどいくつか考えて推測するのみでは求めたことにはならない.
- こんなミスが目立った  
問2 (4)  $2^{2^{n-1}}+1=4^{n-1}+1$  と変形していた答案が見受けられた.  
Ⅲ 問3 (1)  $\int_1^{x^2+1}\left(1-\frac{1}{u}\right)du$  の計算ができていない答案が散見された.  
Ⅱ B 問3 (2) 分数式の計算ミスが目立った.
- 過去3年間の出題傾向  
各分野の基本・標準問題が出題されている. 例えば式の計算, 数列, 平面ベクトル, 空間ベクトル, 最大値・最小値, 三角関数, 接線, 面積, 回転体の体積, 確率などがある. 問2, 3のどちらかに微積分の問題が出題されることが多い.
- 重要ポイント  
問題の意味を正確に読み取ることができるようにしておくことが大切である. 公式を単に暗記するだけでなく, 基礎的, 標準的な内容を十分に理解した上で問題を解けるようにしておくこと, 計算力を養っておくことも必要である.
- 合格へのアドバイス  
出題範囲の内容を理解した上で, 典型的な問題の考え方を十分理解する. さらに標準的な問題が解ける力をつけ, それを筋道立てて解答として書けるまでにしておくことを勧める.

#### 前期日程4日目(2月4日試験)

#### [解答例]

#### Ⅲ

- (配点40点)
  - $8^x=X$  において両辺に  $X$  を掛けて整理すると  $X^2-6X+8=(X-2)(X-4)=0$ . したがって  $X=2, 4$  であり,  $x=\frac{1}{3}, \frac{2}{3}$ .
  - A, B の中点  $\left(\frac{-1+b}{2}, \frac{a+2}{2}\right)$  が与えられた直線上の点より,  $2 \cdot \frac{-1+b}{2}+3 \cdot \frac{a+2}{2}+1=0$ . これを整理して  $3a+2b=-6$ . 与えられた直線の傾きは  $-\frac{2}{3}$ , 直線 AB の傾きは  $\frac{2-a}{b+1}$  であり, これら2直線は直交するから  $-\frac{2}{3} \cdot \frac{2-a}{b+1}=-1$ . これを整理して

$2a+3b=1$ . よって連立方程式

$$\begin{cases} 3a+2b=-6 \\ 2a+3b=1 \end{cases}$$

を解いて,  $a=-4$ ,  $b=3$ .

- (3)  $b^2-4ac>0$  となる場合の数を数えればよい.  $b$  の値で場合分けすると

$b$	$(a, c)$
1	なし
2	なし
3	(1, 1), (1, 2), (2, 1)
4	(1, 1), (1, 2), (2, 1), (1, 3), (3, 1)

よって確率は  $\frac{8}{64} = \frac{1}{8}$ .

$$(4) \frac{a_{n+1}}{a_n} = \frac{1 \cdot 3 \cdot 5 \cdots (2n+1)}{(n+1)!} \frac{n!}{1 \cdot 3 \cdot 5 \cdots (2n-1)}$$

$$= \frac{2n+1}{n+1} = \frac{2 + \frac{1}{n}}{1 + \frac{1}{n}}$$

より  $\lim_{n \rightarrow \infty} \frac{a_{n+1}}{a_n} = 2$ .

$$(5) \int_0^{\frac{\pi}{4}} \cos 3x \cos x dx$$

$$= \frac{1}{2} \int_0^{\frac{\pi}{4}} \{\cos(3x+x) + \cos(3x-x)\} dx$$

$$= \frac{1}{2} \left[ \frac{1}{4} \sin 4x + \frac{1}{2} \sin 2x \right]_0^{\frac{\pi}{4}} = \frac{1}{4}$$

## 2. (配点 30 点)

- (1) 倍角の公式より  $\cos 144^\circ = 2\alpha^2 - 1$  である. また

$$\begin{aligned} \cos 216^\circ &= \cos(72^\circ + 144^\circ) \\ &= \cos 72^\circ \cos 144^\circ - \sin 72^\circ \sin 144^\circ \\ &= \cos 72^\circ \cos 144^\circ - 2 \sin^2 72^\circ \cos 72^\circ \\ &= \cos 72^\circ \cos 144^\circ - 2(1 - \cos^2 72^\circ) \cos 72^\circ \\ &= \alpha(2\alpha^2 - 1) - 2(1 - \alpha^2)\alpha \\ &= 4\alpha^3 - 3\alpha \end{aligned}$$

である.

- (2)  $\cos 216^\circ = \cos(-144^\circ) = \cos 144^\circ$  だから(1)より

$$4\alpha^3 - 3\alpha = 2\alpha^2 - 1$$

よって,

$$f(x) = 4x^3 - 2x^2 - 3x + 1$$

とおけば  $f(\alpha) = 0$  である.

- (3) (2)で得た  $f(x) = 4x^3 - 2x^2 - 3x + 1 = 0$  は  $x=1$  を解にもつので,  $\alpha \neq 1$  より,  $\alpha$  は

$$\frac{f(x)}{x-1} = 4x^2 + 2x - 1 = 0$$

の解である. この2次方程式の解は

$$x = \frac{-2 \pm \sqrt{20}}{8} = \frac{-1 \pm \sqrt{5}}{4}$$

で,  $\alpha > 0$  だから,

$$\alpha = \frac{-1 + \sqrt{5}}{4}$$

## 3. (配点 30 点)

- (1)  $y' = e^x + 1$  であるから, 点  $(t, e^t + t)$  における接線の方程式は

$$y = (e^t + 1)(x - t) + (e^t + t)$$

$$= (e^t + 1)x - (t - 1)e^t$$

である. これが原点を通るから

$$0 = (e^t + 1) \cdot 0 - (t - 1)e^t$$

より  $(t - 1)e^t = 0$ . ここで  $e^t > 0$  だから  $t = 1$ , よって  $\ell$  の方程式は  $y = (e + 1)x$  である.

- (2)  $\int x e^x dx = x e^x - \int e^x dx$

$$= x e^x - e^x + C$$

$$= (x - 1)e^x + C \quad (C \text{ は積分定数})$$

- (3) (2)より  $\int_0^1 x e^x dx = [(x - 1)e^x]_0^1 = 1$  だから

$$V = \pi \int_0^1 (e^x + x)^2 dx - \pi \int_0^1 ((e + 1)x)^2 dx$$

$$= \pi \int_0^1 (e^{2x} + 2x e^x + x^2) dx - \pi(e + 1)^2 \int_0^1 x^2 dx$$

$$= \pi \left\{ \left[ \frac{e^{2x}}{2} \right]_0^1 + 2 \left[ (x - 1)e^x \right]_0^1 + \left[ \frac{x^3}{3} \right]_0^1 \right\} - \pi(e + 1)^2 \left[ \frac{x^3}{3} \right]_0^1$$

$$= \pi \left( \frac{e^2}{2} - \frac{1}{2} + 2 + \frac{1}{3} \right) - \pi(e + 1)^2 \cdot \frac{1}{3}$$

$$= \pi \left( \frac{e^2}{2} - \frac{1}{2} + 2 + \frac{1}{3} - \frac{e^2}{3} - \frac{2e}{3} - \frac{1}{3} \right)$$

$$= \frac{\pi(e^2 - 4e + 9)}{6}$$

## II B

### 1. (配点 40 点)

- (1)  $\text{III}$  と同じ.  
 (2)  $\text{III}$  と同じ.  
 (3)  $\text{III}$  と同じ.  
 (4)  $f(x)$  を  $n$  次式とすると,  $f'(0) < 0$  より  $n \neq 0$ .  $\{f'(x)\}^2 = f(x)$  より,  $2(n - 1) = n$  となるので,  $n = 2$ . よって  $f(x) = ax^2 + bx + c$  ( $a \neq 0$ ) とすると,

$$ax^2 + bx + c = (2ax + b)^2 = 4a^2x^2 + 4abx + b^2$$

よって  $a = \frac{1}{4}$ ,  $c = b^2$  となり,  $f(x) = \frac{1}{4}x^2 + bx + b^2$ .  $f(0) = 4$  より,

$b = \pm 2$  であり,  $f'(0) < 0$  より  $b = -2$ . よって  $f(x) = \frac{1}{4}x^2 - 2x + 4$ .

- (5) 与えられた曲線と直線の  $x \geq 0$  における交点の  $x$  座標は  $x^2 + 6x - 4 - (3x + 6) = x^2 + 3x - 10 = (x - 2)(x + 5) = 0$  より  $x = 2$ .  $0 \leq x \leq 2$  において  $x^2 + 6x - 4 \leq 3x + 6$  であるから求める面積は

$$\int_0^2 \{3x + 6 - (x^2 + 6x - 4)\} dx$$

$$= \int_0^2 (-x^2 - 3x + 10) dx$$

$$= \left[ -\frac{1}{3}x^3 - \frac{3}{2}x^2 + 10x \right]_0^2$$

$$= -\frac{8}{3} - 6 + 20 = \frac{-8 + 42}{3} = \frac{34}{3}$$

### 2. (配点 30 点)

$\text{III}$  と同じ.

### 3. (配点 30 点)

- (1)  $f'(x) = 3(x^2 - 2x - 2) = 0$  を解いて  $x = 1 \pm \sqrt{3}$ .  
 (2)  $-\frac{4}{5} < 1 - \sqrt{3}$  であり,  $2 < 1 + \sqrt{3}$  なので, 増減表は次のようになる.

$x$	$-\frac{4}{5}$	$\cdots$	$1 - \sqrt{3}$	$\cdots$	2
$f'(x)$		+	0	-	
$f(x)$	$\frac{1296}{125}$	$\nearrow$	極大 $6\sqrt{3}$	$\searrow$	-8

したがって  $a = 1 - \sqrt{3}$ ,  $b = 2$ ,  $f(a) = 6\sqrt{3}$ ,  $f(b) = -8$ .

- (3)  $f(x) = (x + 2)(x - 1)(x - 4)$  より,  $a < x < b$  の範囲で  $C$  が  $x$  軸と交わる点の  $x$  座標は  $x = 1$  である.

$$S_1 = \int_{1-\sqrt{3}}^1 (x^3 - 3x^2 - 6x + 8) dx$$

$$= \left[ \frac{x^4}{4} - x^3 - 3x^2 + 8x \right]_{1-\sqrt{3}}^1$$

$$= \left( \frac{1}{4} - 1 - 3 + 8 \right)$$

$$- \left\{ \frac{(1 - \sqrt{3})^4}{4} - (1 - \sqrt{3})^3 - 3(1 - \sqrt{3})^2 + 8(1 - \sqrt{3}) \right\}$$

$$\begin{aligned}
&= \frac{17}{4} - \left\{ (7-4\sqrt{3}) - (10-6\sqrt{3}) - 3(4-2\sqrt{3}) + 8(1-\sqrt{3}) \right\} \\
&= \frac{17}{4} - (-7) = \frac{45}{4}, \\
S_2 &= -\int_1^2 (x^3 - 3x^2 - 6x + 8) dx \\
&= -\left[ \frac{x^4}{4} - x^3 - 3x^2 + 8x \right]_1^2 \\
&= -\left( 0 - \frac{17}{4} \right) = \frac{17}{4},
\end{aligned}$$

とおくと

$$S = S_1 + S_2 = \frac{45}{4} + \frac{17}{4} = \frac{62}{4} = \frac{31}{2}.$$

【解説】

Ⅲ

- $8^x = X$  において方程式を整理する。
  - 与えられた直線を  $\ell$  とすると線分 AB の中点は  $\ell$  上の点であり、直線 AB と  $\ell$  は直交する。これらを式で表す。
  - $a, b, c$  の値はそれぞれ 4 通りあるからすべての場合の数は  $4^3 = 64$ 。そのうち異なる実数解をもつのは  $b^2 - 4ac > 0$  をみたとすきだから  $b$  の値に注目して条件をみたく場合を調べる。
  - $\frac{a_{n+1}}{a_n}$  をまず簡単にする。
  - まず三角関数の公式を用いて積分する関数を変形する。基本問題。
- 三角関数の公式を用いる。
  - (1) で求めた  $\alpha$  の式から方程式を立てる。  $\cos(144^\circ + 216^\circ) = \cos 144^\circ + \cos 216^\circ$  という間違いが多かった。
  - (2) で求めた方程式を解いて、解のうちどれが  $\alpha$  かを吟味する。
- 点  $(t, e^t + t)$  における接線の方程式を求め、これが原点を通る条件から  $\ell$  の方程式を求める。接線の基本問題。
  - 部分積分の基本問題。
  - $V$  を求める式に出てくる積分  $\pi \int_0^1 \{(e+1)x\}^2 dx$  は半径  $e+1$ 、高さ 1 の円錐の体積に等しいから直接  $\pi(e+1)^2 \cdot \frac{1}{3}$  とすることもできる。

Ⅱ B

- Ⅲ と同じ。
  - Ⅲ と同じ。
  - Ⅲ と同じ。
  - はじめに  $f(x)$  の次数についての式を立てる。  $f(x)$  が 2 次式であるとわかれば  $f(x) = ax^2 + bx + c$  とおくことができる。
  - 面積を求める図形を確認する。
- Ⅲ と同じ。
- 極値を求める基本問題。
  - 導関数を用いて関数の最大値・最小値を求める基本問題。最小値は  $x = -\frac{4}{5}$ 、2 における  $f(x)$  の値を比較する。
  - (2) より  $f(a) > 0$ 、 $f(b) < 0$  だから  $a \leq x \leq b$  の範囲で  $C$  は  $x$  軸と交わる。その交点の  $x$  座標は  $x=1$  である。したがって面積を求めるときは  $a \leq x \leq 1$  と  $1 \leq x \leq b$  に分けて考える。

前期日程 5 日目 (2 月 5 日試験)

【解答例】

Ⅲ

- (配点 40 点)
  - 方程式  $x^2 + y^2 - 4x - 2y + 4 = 0$  を変形すると  $(x-2)^2 + (y-1)^2 = 1$  となる。したがって、点 P は中心が  $(2, 1)$  で半径が 1 の円の上を動く。点  $(2, 1)$  と直線  $3x - y + 5 = 0$  の距離は
$$\frac{|3 \cdot 2 + (-1) \cdot 1 + 5|}{\sqrt{3^2 + 1^2}} = \frac{10}{\sqrt{10}} = \sqrt{10}.$$

ここから円の半径の 1 を引いたものが、点 P と直線の距離の最小値である。よって、最小値は  $\sqrt{10} - 1$ 。

- $\vec{a} = \vec{OA}$ 、 $\vec{b} = \vec{OB}$ 、 $\vec{c} = \vec{OC}$  とする。  $\vec{CP} = k\vec{CM}$  ( $k$  は実数) とおくと、

$$\begin{aligned}
\vec{OP} &= \vec{OC} + \vec{CP} = \vec{OC} + k\vec{CM} = \vec{OC} + k(\vec{OM} - \vec{OC}) \\
&= \vec{c} + k\left(\frac{1}{2}\vec{a} + \frac{\vec{b} + \vec{c}}{3} - \vec{c}\right) = \frac{k\vec{a} + k\vec{b} + (6-5k)\vec{c}}{6}.
\end{aligned}$$

点 P は  $\triangle OAB$  上にあるので、 $6-5k=0$ 、すなわち、 $k = \frac{6}{5}$  を得る。これを上式に代入して、

$$\vec{OP} = \frac{1}{5}\vec{a} + \frac{1}{5}\vec{b} = \frac{1}{5}\vec{OA} + \frac{1}{5}\vec{OB}.$$

- 2 枚のカードの数字の積がある整数の 2 乗になるのは、その数字の組が  $(1, 4)$ 、 $(1, 9)$ 、 $(2, 8)$ 、 $(4, 9)$  のいずれかであるときである。10 枚のカードから 2 枚を取り出す取り出し方は  ${}_{10}C_2$  通りあるので、求める確率は  $\frac{4}{{}_{10}C_2} = \frac{4}{45}$  である。

- 複素数  $z^2 + \bar{z}$  が実数である条件は  $z^2 + \bar{z} = \bar{z}^2 + z$  である。これは  $(z - \bar{z})(z + \bar{z} - 1) = 0$  と変形できることから、 $z$  が実数であるか、もしくは、 $z$  の実部が  $\frac{1}{2}$  であることと同値である。絶対値が 1 であることを考え合わせて、 $z = \pm 1$  または  $z = \frac{1 \pm \sqrt{3}i}{2}$  を得る。

(別解) 絶対値が 1 の複素数なので、 $z = \cos \alpha + i \sin \alpha$  ( $0 \leq \alpha < 2\pi$ ) とおける。このとき

$$\begin{aligned}
z^2 + \bar{z} &= \cos 2\alpha + i \sin 2\alpha + \cos \alpha - i \sin \alpha \\
&= (\cos 2\alpha + \cos \alpha) + i(\sin 2\alpha - \sin \alpha)
\end{aligned}$$

が実数であることから、 $\sin 2\alpha - \sin \alpha = 0$  でなければならない。

これを解いて  $\alpha = 0, \pi, \frac{\pi}{3}, \frac{5\pi}{3}$ 。したがって、 $z = \pm 1, \frac{1 \pm \sqrt{3}i}{2}$ 。

- 関数  $f(x) = x(a - \log x)^2$  を微分すると、

$$\begin{aligned}
f'(x) &= (a - \log x)^2 + x \cdot 2(a - \log x) \cdot \frac{-1}{x} \\
&= (a - \log x)^2 - 2(a - \log x)
\end{aligned}$$

である。曲線  $y = f(x)$  の点  $(t, f(t))$  における接線の傾きが 3 であるとき、 $f'(t) = 3$  であるから、

$$\begin{aligned}
&(a - \log t)^2 - 2(a - \log t) = 3 \\
&\iff (a - \log t)^2 - 2(a - \log t) - 3 = 0 \\
&\iff (a - \log t + 1)(a - \log t - 3) = 0 \\
&\iff \log t = a + 1 \text{ または } \log t = a - 3.
\end{aligned}$$

ここで、 $\log t = a + 1$  のとき、 $f(x) = x(a - \log x)^2$  に  $x = t$  を代入すると  $f(t) = t$  を得る。一方、直線  $y = 3x + 2$  は点  $(t, f(t))$  を通ることから  $f(t) = 3t + 2$ 。これらより  $t = -1$  が得られるが、これは  $f(x)$  の定義域に含まれず不適。

以上より、 $\log t = a - 3$  であり、 $f(x) = x(a - \log x)^2$  に  $x = t$  を代入すると  $f(t) = 9t$  を得る。上で得た  $f(t) = 3t + 2$  とあわせて、

$t = \frac{1}{3}$  を得る。このとき、 $a = 3 + \log t = 3 - \log 3$  である。

実際に  $a = 3 - \log 3$  のときに、 $y = f(x)$  の点  $\left(\frac{1}{3}, f\left(\frac{1}{3}\right)\right)$  における接線の方程式を求めると、

$$y = f'\left(\frac{1}{3}\right)\left(x - \frac{1}{3}\right) + f\left(\frac{1}{3}\right) = 3\left(x - \frac{1}{3}\right) + 3 = 3x + 2$$

であることがわかる。

- (配点 30 点)

$$\begin{aligned}
(1) \quad f(x) &= -x^2 + 2(a+1)x - a^3 - a^2 + a + 6 \\
&= -(x-a-1)^2 - a^3 + 3a + 7
\end{aligned}$$

より、 $x = a+1$  で  $f(x)$  は最大となる。したがって、 $s = a+1$  であり、点 P の座標は  $(a+1, -a^3 + 3a + 7)$  と表せる。 $a$  を動かしたときの点 P の軌跡  $C_1$  の方程式は  $x = a+1$ 、 $y = -a^3 + 3a + 7$  から  $a$  を消去することで得られ、

$$y = -(x-1)^3 + 3(x-1) + 7 = -x^3 + 3x^2 + 5$$

である。

- (2) 関数  $g(x) = x^3 - 3(a-1)x^2 + 3a(a-2)x + 5$  の導関数は  
 $g'(x) = 3x^2 - 6(a-1)x + 3a(a-2) = 3(x-a)\{x - (a-2)\}$   
 である。これより、 $g(x)$  の増減表は以下ようになる。

$x$	...	$a-2$	...	$a$	...
$g'(x)$	+	0	-	0	+
$g(x)$	↗	$g(a-2)$	↘	$g(a)$	↗

よって  $g(x)$  は  $x=a$  で極小値  $g(a) = a^3 - 3a^2 + 5$  をとる。したがって、 $t=a$  であり、点 Q の座標は  $(a, a^3 - 3a^2 + 5)$  である。 $a$  を動かしたときの軌跡  $C_2$  の方程式は  $x=a, y = a^3 - 3a^2 + 5$  から  $a$  を消去することで得られ、 $y = x^3 - 3x^2 + 5$  である。

- (3) 2つの曲線  $C_1, C_2$  の交点を求める。方程式

$$-x^3 + 3x^2 + 5 = x^3 - 3x^2 + 5$$

を整理すると、 $2x^2(x-3) = 0$  となり、これを解くと、 $x=0, 3$ 。よって2つの曲線の交点は  $(0, 5), (3, 5)$  である。 $0 < x < 3$  において、 $-x^3 + 3x^2 + 5 > x^3 - 3x^2 + 5$  であることに注意すると、囲まれた部分の面積は

$$\begin{aligned} S &= \int_0^3 \{(-x^3 + 3x^2 + 5) - (x^3 - 3x^2 + 5)\} dx \\ &= -2 \int_0^3 (x^3 - 3x^2) dx \\ &= -2 \left[ \frac{1}{4}x^4 - x^3 \right]_0^3 \\ &= \frac{27}{2}. \end{aligned}$$

### 3. (配点 30 点)

- (1)  $a > 0$  より、 $\cos \alpha = \frac{1}{\sqrt{a^2+1}}, \sin \alpha = \frac{a}{\sqrt{a^2+1}}$  となる実数  $\alpha$  が

$0 < \alpha < \frac{\pi}{2}$  の範囲にただ1つ存在する。三角関数の合成により

$$\begin{aligned} f(x) &= \sin x + a \cos x \\ &= \sqrt{a^2+1} (\cos \alpha \sin x + \sin \alpha \cos x) \\ &= \sqrt{a^2+1} \sin(x+\alpha) \end{aligned}$$

と表せるので、 $f(x) \leq \sqrt{a^2+1}$  である。また、 $0 \leq x \leq \frac{\pi}{2}$  の範囲で  $f(x) = \sqrt{a^2+1}$  となるのは、 $\sin(x+\alpha) = 1$  のときであり、 $0 < \alpha \leq x+\alpha \leq \frac{\pi}{2} + \alpha < \pi$  に注意すると、 $x+\alpha = \frac{\pi}{2}$  のときである。よって、 $f(x)$  が最大値をとるときの  $x$  の値は  $c = \frac{\pi}{2} - \alpha$  である。したがって、

$$\begin{aligned} \cos c &= \cos\left(\frac{\pi}{2} - \alpha\right) = \sin \alpha = \frac{a}{\sqrt{a^2+1}}, \\ \sin c &= \sin\left(\frac{\pi}{2} - \alpha\right) = \cos \alpha = \frac{1}{\sqrt{a^2+1}} \end{aligned}$$

である。

(別解)  $f(x)$  を微分すると  $f'(x) = -a \sin x + \cos x$  である。実数  $\theta$  が  $-a \sin \theta + \cos \theta = 0$  ( $0 \leq \theta \leq \frac{\pi}{2}$ ) を満たすとき、 $\tan \theta = \frac{1}{a} > 0$  であるから、このような実数  $\theta$  はただ一つ存在する。

$0 \leq x < \theta$  のとき  $f'(\theta) > 0$  であり、 $\theta < x \leq \frac{\pi}{2}$  のとき  $f'(\theta) < 0$  であるから、 $f(x)$  が最大値をとるときの  $x$  の値は  $c = \theta$  である。 $\cos \theta > 0$  より、

$$\begin{aligned} \cos c &= \cos \theta = \frac{1}{\sqrt{1+\tan^2 \theta}} = \frac{1}{\sqrt{1+\left(\frac{1}{a}\right)^2}} = \frac{a}{\sqrt{a^2+1}}, \\ \sin c &= \sin \theta = \cos \theta \tan \theta = \frac{a}{\sqrt{a^2+1}} \cdot \frac{1}{a} = \frac{1}{\sqrt{a^2+1}} \end{aligned}$$

である。

(別解) 座標平面上に点  $P(\cos x, \sin x)$  と点  $Q(a, 1)$  をとると

き、

$$f(x) = a \cos x + \sin x = \overline{OP} \cdot \overline{OQ}$$

である。これが最大となるのは  $\overline{OP}$  と  $\overline{OQ}$  が平行のときであり、

$$\overline{OP} = \frac{\overline{OQ}}{|\overline{OQ}|} = \left( \frac{a}{\sqrt{a^2+1}}, \frac{1}{\sqrt{a^2+1}} \right)$$

となる。これより、 $\cos c = \frac{a}{\sqrt{a^2+1}}, \sin c = \frac{1}{\sqrt{a^2+1}}$ 。

- (2)  $a > 0, 0 < c < \frac{\pi}{2}$  に注意すると、 $0 \leq x \leq c$  の範囲において、 $\frac{dt}{dx} =$

$a \cos x + \sin x > 0$ 。これより、 $t = a \sin x - \cos x$  は単調に増加する。 $x=0$  のとき  $t = a \sin 0 - \cos 0 = -1$  であり、 $x=c$  のとき

$$t = a \sin c - \cos c = a \cdot \frac{1}{\sqrt{a^2+1}} - \frac{a}{\sqrt{a^2+1}} = 0$$

なので、 $t$  の値の範囲は  $-1 \leq t \leq 0$  である。

- (3)  $\{f(x)\}^2 = (a \cos x + \sin x)^2 = a^2 \cos^2 x + 2a \cos x \sin x + \sin^2 x$ 、

$$t^2 = (a \sin x - \cos x)^2 = a^2 \sin^2 x - 2a \sin x \cos x + \cos^2 x$$

なので、 $\{f(x)\}^2 + t^2 = (a^2+1)\sin^2 x + (a^2+1)\cos^2 x = a^2+1$ 。これより、 $\{f(x)\}^2 = a^2+1-t^2$  である。

- (4)  $t = a \sin x - \cos x$  による置換積分を行う。 $\frac{dt}{dx} = f(x)$  であることと(2)、(3)より、

$$\begin{aligned} \int_0^c \{f(x)\}^3 dx &= \int_0^c \{f(x)\}^2 f(x) dx \\ &= \int_0^c (a^2+1-t^2) \frac{dt}{dx} dx = \int_{-1}^0 (a^2+1-t^2) dt \\ &= \left[ (a^2+1)t - \frac{1}{3}t^3 \right]_{-1}^0 = a^2+1 - \frac{1}{3} = a^2 + \frac{2}{3}. \end{aligned}$$

### II B

1. (配点 40 点)

- (1) Ⅲと同じ。  
 (2) Ⅲと同じ。  
 (3) Ⅲと同じ。  
 (4) 三角関数の合成を行うと、 $\sin 2x + \sqrt{3} \cos 2x = 2 \sin\left(2x + \frac{\pi}{3}\right)$  である。

$\frac{\pi}{3} \leq 2x + \frac{\pi}{3} \leq \frac{7\pi}{3}$  に注意すると、方程式  $2 \sin\left(2x + \frac{\pi}{3}\right) = \sqrt{2}$ 、つまり、 $\sin\left(2x + \frac{\pi}{3}\right) = \frac{\sqrt{2}}{2}$  を満たすのは、 $2x + \frac{\pi}{3} = \frac{3\pi}{4}, \frac{9\pi}{4}$  のときである。よって、 $x = \frac{5\pi}{24}, \frac{23\pi}{24}$ 。

- (5) 題意をみたす点 P が存在するためには、 $\overline{AO}$  と  $\overline{AB}$  のなす角が  $\frac{\pi}{3}$  もしくは  $\frac{2\pi}{3}$  であることが必要十分条件である。したがって、

$$\cos \angle OAB = \frac{\overline{AO} \cdot \overline{AB}}{|\overline{AO}| |\overline{AB}|} = \frac{2}{\sqrt{t^2+8}}$$

が  $\pm \frac{1}{2}$  に一致すればよい。これより  $t^2 = 8$  であり、 $t = \pm 2\sqrt{2}$  であることがわかる。

2. (配点 30 点)

Ⅲと同じ。

3. (配点 30 点)

- (1)  $b = 2a, a+b+t=2$  より、 $a = \frac{2-t}{3}, b = \frac{2(2-t)}{3}$  である。 $a > 0,$

$b > 0, t > 0$  より  $0 < t < 2$  である。さらに三角形の成立条件より、 $a+b > t$  かつ  $a+t > b$  かつ  $b+t > a$  である。ここで  $b=2a$  より、 $b+t > a$  は常に成立し、

$$a+b > t \iff \frac{2-t}{3} + \frac{2(2-t)}{3} > t \iff 1 > t,$$

$$a+t > b \iff \frac{2-t}{3} + t > \frac{2(2-t)}{3} \iff t > \frac{1}{2}.$$

なので、 $t$  の値の範囲は  $\frac{1}{2} < t < 1$  である。

- (2)  $\theta = \angle OBA$  とおくと、余弦定理より

$$\cos \theta = \frac{OB^2 + AB^2 - OA^2}{2OB \cdot AB} = \frac{b^2 + t^2 - a^2}{2bt}.$$

$b=2a>a$  より,  $\cos \theta > 0$  がわかる. よって,  $\theta$  は鋭角であり,

$\theta = \angle OBC$ . また,  $\cos \theta = \frac{BC}{OB} = \frac{BC}{b}$  より,

$$\begin{aligned} BC &= b \cos \theta = \frac{b^2 + t^2 - a^2}{2t} = \frac{4(2-t)^2 + t^2 - (2-t)^2}{2t} \\ &= \frac{\frac{(2-t)^2}{3} + t^2}{2t} = \frac{2(t^2 - t + 1)}{3t} \end{aligned}$$

である.

(3) (2)より,

$$\begin{aligned} OC^2 &= OB^2 - BC^2 = b^2 - BC^2 = (b-BC)(b+BC) \\ &= \left( \frac{2(2-t)}{3} - \frac{2(t^2-t+1)}{3t} \right) \left( \frac{2(2-t)}{3} + \frac{2(t^2-t+1)}{3t} \right) \\ &= \frac{4}{9} \left( \frac{2t-t^2}{t} - \frac{t^2-t+1}{t} \right) \left( \frac{2t-t^2}{t} + \frac{t^2-t+1}{t} \right) \\ &= \frac{4}{9} \cdot \frac{-2t^2+3t-1}{t} \cdot \frac{t+1}{t} = \frac{4(1-t)(2t-1)(t+1)}{9t^2} \end{aligned}$$

であるから,  $OC = \frac{2\sqrt{(1-t)(2t-1)(t+1)}}{3t}$  となる. よって,

$\triangle OAB$  の面積は

$$\begin{aligned} S &= \frac{1}{2} \cdot AB \cdot OC = \frac{1}{2} \cdot t \cdot \frac{2\sqrt{(1-t)(2t-1)(t+1)}}{3t} \\ &= \frac{\sqrt{(1-t)(2t-1)(t+1)}}{3} \end{aligned}$$

である.

(別解) ヘロンの公式より,

$$\begin{aligned} S &= \frac{1}{4} \sqrt{(a+b+t)(-a+b+t)(a-b+t)(a+b-t)} \\ &= \frac{1}{4} \sqrt{2 \cdot \frac{2+2t}{3} \cdot \frac{4t-2}{3} \cdot (2-2t)} \\ &= \sqrt{\frac{(1+t)(2t-1)(1-t)}{3}}. \end{aligned}$$

(4) 3次関数

$f(t) = (1-t)(2t-1)(t+1) = (1-t^2)(2t-1) = -2t^3 + t^2 + 2t - 1$  を微分すると,  $f'(t) = -6t^2 + 2t + 2 = -2(3t^2 - t - 1)$  より,  $f(t)$  は  $t = \frac{1 \pm \sqrt{13}}{6}$  で極値をとる.  $3 < \sqrt{13} < 4$  より,  $4 < 1 + \sqrt{13} < 5$  なので,

$$\frac{1}{2} < \frac{4}{6} < \frac{1 + \sqrt{13}}{6} < \frac{5}{6} < 1$$

である. また,  $\frac{1 - \sqrt{13}}{6} < 0$  なので,  $\frac{1}{2} < t < 1$  の範囲での  $f(t)$  の増減表は

$t$	$\frac{1}{2}$	...	$\frac{1 + \sqrt{13}}{6}$	...	1
$f'(t)$		+	0	-	
$f(t)$		$\nearrow$	$f\left(\frac{1 + \sqrt{13}}{6}\right)$	$\searrow$	

となる. したがって,  $S = \frac{1}{3} \sqrt{f(t)}$  は  $t = \frac{1 + \sqrt{13}}{6}$  のとき最大値をとる.

**【解説】**

**Ⅲ**

- (1) 円の中心から直線までの距離を求め, 円の半径との差をとる.  
 (2)  $\triangle OAB$  上に点 P があるための条件を, ベクトルを用いて表す.  
 (3) 積が整数の 2 乗となる数字の組を数え, 全事象の要素の個数である  ${}_{10}C_2$  で割る.  
 (4) 複素数が実数であるための条件を, 共役な複素数を用いて表す.  
 (5) 曲線の接線の傾きを導関数を用いて表す. また, 自然対数  $\log t$  に関する 2 次方程式を解く.
- (1) 2 次関数を平方完成して, その最大値を求める.

(2) 3 次関数の極小値を導関数を用いて調べる.

(3) 2 曲線の交点を求め, 2 曲線が囲む図形の面積を定積分を用いて計算する.

- (1) 三角関数の合成などを用いて, 関数が最大値をとる  $x$  の値を求める.  
 (2)  $t$  の導関数を求め,  $t$  が単調増加することを示す.  
 (3)  $f(x)$  と  $t$  の類似性から  $\{f(x)\}^2$  を  $t$  を用いて表す.  
 (4)  $t$  の導関数が  $f(x)$  に一致することを用いて,  $t$  による置換積分を行う.

**Ⅱ B**

- (1), (2), (3) **Ⅲ** と同じ.  
 (4) 三角関数の合成を行う.  
 (5) 正三角形となる点 P が存在する条件をベクトルの内積などを用いて表す.
- Ⅲ** と同じ.
- (1) 三角形の成立条件を  $a, b, t$  の不等式として書く.  
 (2) 余弦定理を用いて,  $\cos \angle OBA$  を求め,  $BC = b \cos \angle OBA$  を計算する.  
 (3) 三平方の定理から  $OC$  を求め, ここから  $\triangle OAB$  の面積を計算する. もしくはヘロンの公式を用いてもよい.  
 (4)  $S^2$  は  $t$  の 3 次関数であり, この増減を調べる.

**後期日程 1 日目 (2 月 27 日試験)**

**【解答例】**

**Ⅲ**

1. (配点 40 点)

- (1)  $|\vec{a}|^2 = (-2)^2 + 1^2 = 5$ ,  $|\vec{b}|^2 = 1^2 + 1^2 = 2$ ,  $\vec{a} \cdot \vec{b} = -1$  なので,
- $$\begin{aligned} |\vec{a} + t\vec{b}|^2 &= (\vec{a} + t\vec{b}) \cdot (\vec{a} + t\vec{b}) \\ &= |\vec{a}|^2 + 2t\vec{a} \cdot \vec{b} + t^2|\vec{b}|^2 = 2t^2 - 2t + 5 \\ &= 2\left(t - \frac{1}{2}\right)^2 + \frac{9}{2}. \end{aligned}$$

$0 \leq t \leq 2$  なので,  $t = \frac{1}{2}$  のとき最小値  $\frac{3\sqrt{2}}{2}$ ,  $t = 2$  のとき最大値 3.

(2)  $\sin^2 x + \cos^2 x = 1$  であることと 2 倍角の公式より,

$$\begin{aligned} 5 \sin^2 x + 4 \sin x \cos x + 3 \cos^2 x \\ &= -(1 - 2 \sin^2 x) + 4 \sin x \cos x + 3(\sin^2 x + \cos^2 x) + 1 \\ &= -\cos 2x + 2 \sin 2x + 4. \end{aligned}$$

さらに三角関数の合成を行うと,

$$-\cos 2x + 2 \sin 2x + 4 = \sqrt{5} \sin(2x + \alpha) + 4.$$

ただし,  $\alpha$  は  $\sin \alpha = -\frac{1}{\sqrt{5}}$ ,  $\cos \alpha = \frac{2}{\sqrt{5}}$  を満たす角である. こ

れより  $f(x)$  の最大値は  $\sqrt{5} + 4$ , 最小値は  $-\sqrt{5} + 4$  である.

(3)  $1 \leq i \leq 5$  とする. 7 個の玉から  $i$  個の玉を取り出す場合の数は  ${}_{7}C_i$  であり, 5 個の白玉から  $i$  個の玉を取り出す場合の数は  ${}_5C_i$  である. よって, 袋の中から  $i$  個の玉を取り出すとき, 取り出した玉の中に赤玉が含まれない確率は

$$P_i = \frac{{}_5C_i}{{}_7C_i} = \frac{5!}{(5-i)!i!} = \frac{5!(7-i)!}{7!(5-i)!} = \frac{(7-i)(6-i)}{7 \cdot 6}$$

である. また, 袋の中から 6 個の玉を取り出すとき, 取り出した玉の中に赤玉が含まれない確率は  $P_6 = 0$  である.  $1 \leq i \leq 6$  に対し,

1 個のさいころを 1 回投げるとき, 出る目が  $i$  である確率は  $\frac{1}{6}$  な

ので, 求める確率は

$$\begin{aligned} &\frac{1}{6}P_1 + \dots + \frac{1}{6}P_6 = \frac{1}{6}P_1 + \dots + \frac{1}{6}P_5 \\ &= \frac{1}{6} \cdot \frac{6 \cdot 5 + 5 \cdot 4 + 4 \cdot 3 + 3 \cdot 2 + 2 \cdot 1}{7 \cdot 6} \\ &= \frac{1}{6} \cdot \frac{30 + 20 + 12 + 6 + 2}{7 \cdot 6} = \frac{5}{18} \end{aligned}$$

である。

$$\begin{aligned}
 (4) \quad \int_0^{\frac{\pi}{3}} \tan^3 x \, dx &= \int_0^{\frac{\pi}{3}} \frac{\sin^3 x}{\cos^3 x} \, dx = \int_0^{\frac{\pi}{3}} \frac{\sin x(1-\cos^2 x)}{\cos^3 x} \, dx \\
 &= \int_0^{\frac{\pi}{3}} \left( \frac{\sin x}{\cos^3 x} + \frac{-\sin x}{\cos x} \right) dx \\
 &= \left[ \frac{1}{2\cos^2 x} + \log |\cos x| \right]_0^{\frac{\pi}{3}} \\
 &= 2 - \log 2 - \frac{1}{2} = \frac{3}{2} - \log 2.
 \end{aligned}$$

(5) 関数  $f(x) = e^{2x}(1-2\sin x + \cos x)$  を微分すると、  
 $f'(x) = 2e^{2x}(1-2\sin x + \cos x) + e^{2x}(-2\cos x - \sin x)$   
 $= e^{2x}(2-5\sin x)$

である。  $0 < \theta < \frac{\pi}{2}$  の範囲で  $\sin \theta = \frac{2}{5}$  を満たす角を  $\theta$  とする。

このとき、 $f(x)$  の増減表は

$x$	0	...	$\theta$	...	$\pi - \theta$	...	$\pi$
$f'(x)$		+	0	-	0	+	
$f(x)$	2	/	$f(\theta)$	\	$f(\pi - \theta)$	/	0

となるので、 $f(x)$  の  $0 \leq x \leq \pi$  における最小値は  $m = f(\pi - \theta)$ 、最大値は  $M = f(\theta)$  である。よって、

$$\begin{aligned}
 S &= mM = f(\pi - \theta)f(\theta) \\
 &= e^{2(\pi - \theta)}(1 - 2\sin(\pi - \theta) + \cos(\pi - \theta)) \cdot e^{2\theta}(1 - 2\sin \theta + \cos \theta) \\
 &= e^{2(\pi - \theta) + 2\theta}(1 - 2\sin \theta - \cos \theta)(1 - 2\sin \theta + \cos \theta) \\
 &= e^{2\pi}((1 - 2\sin \theta)^2 - \cos^2 \theta) \\
 &= e^{2\pi}((1 - 2\sin \theta)^2 - (1 - \sin^2 \theta)) \\
 &= e^{2\pi}(-4 + 5\sin \theta)\sin \theta = -\frac{4}{5}e^{2\pi}
 \end{aligned}$$

である。

## 2. (配点 30 点)

$$\begin{aligned}
 (1) \quad \int_0^{\alpha} x(x-\alpha)(x-\beta) \, dx &= \int_0^{\alpha} (x^3 - (\alpha+\beta)x^2 + \alpha\beta x) \, dx \\
 &= \left[ \frac{1}{4}x^4 - \frac{1}{3}(\alpha+\beta)x^3 + \frac{1}{2}\alpha\beta x^2 \right]_0^{\alpha} \\
 &= \frac{1}{4}\alpha^4 - \frac{1}{3}(\alpha+\beta)\alpha^3 + \frac{1}{2}\alpha^3\beta = \frac{1}{4}\alpha^4 - \frac{1}{3}\alpha^4 - \frac{1}{3}\alpha^3\beta + \frac{1}{2}\alpha^3\beta \\
 &= -\frac{1}{12}\alpha^4 + \frac{1}{6}\alpha^3\beta = -\frac{1}{12}\alpha^3(\alpha - 2\beta).
 \end{aligned}$$

(2) 2次方程式  $cx^2 - cx - 1 = 0$  の解と係数の関係より、 $\alpha + \beta = 1$ 、 $\alpha\beta = -\frac{1}{c}$  であるから、

$$\begin{aligned}
 \alpha^2 + \beta^2 &= (\alpha + \beta)^2 - 2\alpha\beta = 1^2 - 2 \cdot \frac{-1}{c} = 1 + \frac{2}{c}, \\
 \alpha^4 + \beta^4 &= (\alpha^2 + \beta^2)^2 - 2\alpha^2\beta^2 = \left(1 + \frac{2}{c}\right)^2 - 2 \cdot \left(\frac{-1}{c}\right)^2 \\
 &= \frac{c^2 + 4c + 2}{c^2}
 \end{aligned}$$

である。

(3) 曲線  $y = cx^3 - x$  と曲線  $y = cx^2$  の共有点の  $x$  座標は方程式  $cx^3 - x = cx^2$  の解である。

$cx^3 - x = cx^2 \iff cx^3 - x - cx^2 = 0 \iff x(cx^2 - cx - 1) = 0$   
 より、 $f(x) = cx^2 - cx - 1$  とおくと、 $c > 0$ 、 $f(0) = -1 < 0$  なので、  
 2次方程式  $f(x) = 0$  は正の解と負の解を1個ずつもつ。 $f(x) = 0$   
 の負の解を  $\alpha$ 、正の解を  $\beta$  とするとき、2つの曲線は3つの共有点  
 $(0, 0)$ 、 $(\alpha, c\alpha^2)$ 、 $(\beta, c\beta^2)$  をもち、 $\alpha \leq x \leq 0$  の範囲で  $cx^3 - x \geq$   
 $cx^2$  であり、 $0 \leq x \leq \beta$  の範囲で  $cx^3 - x \leq cx^2$  である。したがって、  
 2つの曲線で囲まれた2つの部分の面積の和は

$$S = \int_{\alpha}^0 ((cx^3 - x) - cx^2) \, dx + \int_0^{\beta} (cx^2 - (cx^3 - x)) \, dx$$

となる。(1)より、

$$\begin{aligned}
 \int_{\alpha}^0 ((cx^3 - x) - cx^2) \, dx &= \int_{\alpha}^0 x(cx^2 - cx - 1) \, dx \\
 &= \int_{\alpha}^0 cx(x - \alpha)(x - \beta) \, dx = -c \int_0^{\alpha} x(x - \alpha)(x - \beta) \, dx
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 &= \frac{c}{12} \cdot \alpha^3(\alpha - 2\beta), \\
 \int_0^{\beta} (cx^2 - (cx^3 - x)) \, dx &= -\int_0^{\beta} x(cx^2 - cx - 1) \, dx \\
 &= -c \int_0^{\beta} x(x - \alpha)(x - \beta) \, dx = \frac{c}{12} \cdot \beta^3(\beta - 2\alpha),
 \end{aligned}$$

である。よって、

$$\begin{aligned}
 S &= \frac{c}{12} \cdot \alpha^3(\alpha - 2\beta) + \frac{c}{12} \cdot \beta^3(\beta - 2\alpha) \\
 &= \frac{c}{12} (\alpha^4 - 2\alpha^3\beta + \beta^4 - 2\alpha\beta^3) \\
 &= \frac{c}{12} (\alpha^4 + \beta^4 - 2\alpha\beta(\alpha^2 + \beta^2))
 \end{aligned}$$

である。ここで、 $\alpha\beta = -\frac{1}{c}$  であり、(2)より、 $\alpha^2 + \beta^2 = \frac{c+2}{c}$ 、 $\alpha^4 +$

$\beta^4 = \frac{c^2 + 4c + 2}{c^2}$  となるので、求める面積の和は

$$\begin{aligned}
 S &= \frac{c}{12} \left( \frac{c^2 + 4c + 2}{c^2} - 2 \cdot \frac{-1}{c} \cdot \frac{c+2}{c} \right) \\
 &= \frac{c}{12} \cdot \frac{c^2 + 4c + 2 + 2c + 4}{c^2} = \frac{c^2 + 6c + 6}{12c} \\
 &= \frac{c}{12} + \frac{1}{2} + \frac{1}{2c}
 \end{aligned}$$

である。

(4)  $c > 0$  より、相加平均と相乗平均の大小関係から

$$\frac{c}{12} + \frac{1}{2c} = \frac{1}{2} \left( \frac{c}{6} + \frac{1}{c} \right) \geq \sqrt{\frac{c}{6} \cdot \frac{1}{c}} = \frac{1}{\sqrt{6}}$$

となるので、

$$S = \frac{1}{2} + \frac{c}{12} + \frac{1}{2c} \geq \frac{1}{2} + \frac{1}{\sqrt{6}} = \frac{3 + \sqrt{6}}{6}$$

である。 $\frac{c}{6} = \frac{1}{c}$  つまり、 $c = \sqrt{6}$  のとき等号が成立するので、 $S$

の最小値は  $\frac{3 + \sqrt{6}}{6}$  である。

## 3. (配点 30 点)

(1) 共有点の  $x$  座標は方程式  $\log x = -\log\left(-\frac{1}{t}x + \frac{1}{t} + 1\right)$  の解である。これを变形すると、

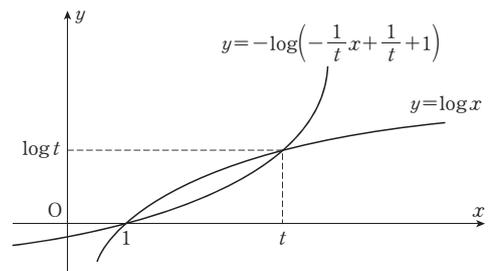
$$\log\left\{x\left(-\frac{1}{t}x + \frac{1}{t} + 1\right)\right\} = 0$$

を得る。したがって、 $-\frac{1}{t}x^2 + \left(\frac{1}{t} + 1\right)x = 1$  を満たす  $x$  を求めればよい。これを整理すると

$$x^2 - (t+1)x + t = (x-t)(x-1) = 0$$

であり、方程式の解は  $x=1$ 、 $t$  である。したがって、共有点の座標は  $(1, 0)$  と  $(t, \log t)$  である。

(2) (1)の変形と同様にして、不等式  $\log x > -\log\left(-\frac{1}{t}x + \frac{1}{t} + 1\right)$  を解くと  $1 < x < t$  を得る。したがって、 $1 < x < t$  のとき、 $xy$  平面において曲線  $y = \log x$  は曲線  $y = -\log\left(-\frac{1}{t}x + \frac{1}{t} + 1\right)$  よりも上にある。



したがって、面積  $S$  は

$$\begin{aligned}
 S &= \int_1^t \left\{ \log x - \left( -\log\left(-\frac{1}{t}x + \frac{1}{t} + 1\right) \right) \right\} dx \\
 &= \int_1^t (\log x + \log(t+1-x) - \log t) \, dx.
 \end{aligned}$$

である。ここで、部分積分を用いて、

$$\int \log x \, dx = x \log x - \int x(\log x)' \, dx \\ = x \log x - \int 1 \, dx = x \log x - x + C$$

であるので、 $\int_1^t \log x \, dx = [x \log x - x]_1^t = t \log t - t + 1$  を得る。

また、 $s = t + 1 - x$  と置換すると、

$$\int_1^t \log(t+1-x) \, dx = -\int_t^1 \log s \, ds = \int_1^t \log s \, ds = t \log t - t + 1.$$

したがって、

$$S = \int_1^t \log x \, dx + \int_1^t \log(t+1-x) \, dx - \int_1^t \log t \, dx \\ = (t \log t - t + 1) + (t \log t - t + 1) - (t-1) \log t \\ = (t+1) \log t - 2t + 2.$$

- (3)  $S = (t+1) \log t - 2t + 2 = 4$  を整理すると  $(t+1)(\log t - 2) = 0$ 。よって、 $t = -1$  または  $\log t = 2$  が得られるが、 $t > 1$  なので  $t = -1$  は条件を満たさない。ゆえに  $\log t = 2$ 、つまり  $t = e^2$  のときに  $S = 4$  となる。

## II B

1. (配点 40 点)

- (1) Ⅲと同じ。  
 (2) Ⅲと同じ。  
 (3) Ⅲと同じ。  
 (4) 等式の両辺に  $(x^2 - 1)^2$  を掛けると、

$$4 = a(x-1)(x+1)^2 + b(x+1)^2 + c(x-1)^2(x+1) + d(x-1)^2$$

を得る。ここに  $x = 1, -1, 0$  を代入して、それぞれ  $4 = 4b, 4 = 4d, 4 = -a + b + c + d$  を得る。これらより、 $-a + c = 2, b = 1, d = 1$ 。さらに、 $4 = a(x-1)(x+1)^2 + b(x+1)^2 + c(x-1)^2(x+1) + d(x-1)^2$  の両辺の  $x^3$  の係数を比べると、 $0 = a + c$  を得る。したがって、 $a = -1, b = 1, c = 1, d = 1$ 。

- (5) 導関数が  $f'(x) = (3x+1)(x-k)$  であることに注意すると、 $x = -\frac{1}{3}$ 、 $k$  のとき、 $f'(x) = 0$  となる。

関数  $f(x)$  の増減を調べると、 $k = -\frac{1}{3}$  のときは極値をもたず、

$k < -\frac{1}{3}$  のとき極大値は  $f(k)$  となり、 $k > -\frac{1}{3}$  のとき極大値は  $f(-\frac{1}{3})$  となる。

したがって、題意が成立するのは

$$k < -\frac{1}{3}, \text{ かつ, } f(k) = 0, \text{ であるかもしくは, } k > -\frac{1}{3},$$

$$\text{かつ, } f(-\frac{1}{3}) = 0$$

のときである。いま

$$f(x) = \int_0^x (3t+1)(t-k) \, dt \\ = \int_0^x (3t^2 + (1-3k)t - k) \, dt \\ = \left[ t^3 + \frac{1-3k}{2} t^2 - kt \right]_0^x \\ = x^3 + \frac{1-3k}{2} x^2 - kx$$

である。

$$f(k) = k^3 + \frac{1}{2}(1-3k)k^2 - k^2 = -\frac{1}{2}k^2(k+1),$$

$$f(-\frac{1}{3}) = -\frac{1}{27} + \frac{1}{18}(1-3k) + \frac{1}{3}k = \frac{1}{6}\left(k + \frac{1}{9}\right).$$

より、求める  $k$  は  $k = -1, -\frac{1}{9}$  である。

2. (配点 30 点)

Ⅲと同じ。

3. (配点 30 点)

- (1)  $\overrightarrow{AB} = (-3, 2, 0), \overrightarrow{AC} = (-3, 0, 6)$  である。ベクトル  $\vec{n}$  は  $\overrightarrow{AB}$ 、

$\overrightarrow{AC}$  と垂直なので、

$$\vec{n} \cdot \overrightarrow{AB} = -3a + 2b = 0, \vec{n} \cdot \overrightarrow{AC} = -3a + 6 = 0.$$

これより、 $a = 2, b = 3$ 。

$$(2) \overrightarrow{OG} = \frac{1}{3}(\overrightarrow{OA} + \overrightarrow{OB} + \overrightarrow{OC}) = \left(1, \frac{2}{3}, 2\right).$$

直線  $l$  は  $G$  を通り、 $\vec{n} = (2, 3, 1)$  に平行なので、 $l$  上の点  $P$  は実数  $t$  を用いて  $(x, y, z) = \left(2t+1, 3t+\frac{2}{3}, t+2\right)$  とかける。  $P$  は  $xy$  平面にあるので、 $t = -2$ 。したがって、交点は  $P\left(-3, -\frac{16}{3}, 0\right)$ 。

- (3) 4点  $A, B, C, Q$  は平面  $\alpha$  上にあるので、 $\overrightarrow{AQ} = k\overrightarrow{AB} + l\overrightarrow{AC}$  ( $k, l$  は実数) とおける。このとき、  
 $\overrightarrow{OQ} = \overrightarrow{OA} + k\overrightarrow{AB} + l\overrightarrow{AC} = (3, 0, 0) + k(-3, 2, 0) + l(-3, 0, 6)$   
 $= (3-3k-3l, 2k, 6l)$ 。

$\overrightarrow{OQ}$  は  $\overrightarrow{AB}, \overrightarrow{AC}$  に垂直であることから、

$$\overrightarrow{OQ} \cdot \overrightarrow{AB} = -3(3-3k-3l) + 2(2k) = 0,$$

$$\overrightarrow{OQ} \cdot \overrightarrow{AC} = -3(3-3k-3l) + 6(6l) = 0.$$

これより、 $k = \frac{9}{14}, l = \frac{1}{14}$  となり、 $Q\left(\frac{6}{7}, \frac{9}{7}, \frac{3}{7}\right)$  を得る。

(別解)  $\overrightarrow{OQ}$  は  $\vec{n} = (2, 3, 1)$  に平行なので、実数  $k$  を用いて、 $\overrightarrow{OQ} = k\vec{n}$  とおくことができる。このとき、 $\overrightarrow{OQ} = k\vec{n} = (2k, 3k, k)$  であり、 $\overrightarrow{AQ} = \overrightarrow{OQ} - \overrightarrow{OA} = (2k-3, 3k, k)$ 。

点  $Q$  が平面  $\alpha$  上にいるとき、

$$\overrightarrow{AQ} \cdot \vec{n} = 2(2k-3) + 3(3k) + k = 0$$

である。これを变形して、 $2(7k-3) = 0$ 。したがって、 $k = \frac{3}{7}$  であ

り、点  $Q$  の座標は  $\left(\frac{6}{7}, \frac{9}{7}, \frac{3}{7}\right)$  である。

## 【解説】

### Ⅲ

1. (1) ベクトルの大きさの2乗を内積を用いて計算すればよい。大きさの2乗の最大値と最小値を答えている解答が多かった。  
 (2) 2倍角の公式と三角関数の合成を用いて三角関数をまとめていけばよい。問1の中ではあまり出来は良くなかった。変形の手順が多いため、難しかったかもしれない。  
 (3) 確率の標準的な問題である。それぞれのさいころの目について、取り出した玉の中に赤玉が含まれない確率を求めればよい。 $\frac{31}{126}$  という誤答が多かった。  
 (4) 積分を行う関数を  $\cos x$  と  $\sin x$  を用いて表し、 $\cos x$  に関して置換積分ができる形に変形すればよい。定積分の計算問題としては難しいかと思ったが、問1の中では比較的できていた。  
 (5) 導関数を求め、最大値と最小値を計算する。最大値をとるときの  $x$  座標を文字でおけば、最終的に積  $mM$  をその文字が残らない形で表すことができる。問1の中では最も難しい問題と考える。正答者はほとんどいなかった。
2. 2曲線の囲む面積の和を求める問題である。(3)において、面積を直接計算すると計算量が多くなるが、(1)、(2)で面積の和を求めるための準備をしており、それを利用して求めることがポイントである。  
 (1) 原始関数を求め、 $x = \alpha$  と  $x = 0$  を代入して差をとればよい。定積分の計算問題であり、正答率はとてもよかった。  
 (2) 解と係数の関係を用いて、 $\alpha + \beta, \alpha\beta$  を求める。 $\alpha^4 + \beta^4$  については、 $\alpha^4 + \beta^4 = (\alpha^2 + \beta^2)^2 - 2\alpha^2\beta^2$  と表せばよい。解と係数の関係を正しく理解しておらず、 $\alpha + \beta = c, \alpha\beta = -1$  としている誤答が多かった。  
 (3) 2曲線の共有点の  $x$  座標が  $x = \alpha, 0, \beta$  となることに気づくことが1つのポイントである。ここに気づくと、2曲線の面積の計算に(1)で求めた積分を利用することができ、(2)で求めた  $\alpha$  と  $\beta$  の対称式から計算することができる。誤答としては、 $\alpha, \beta$  の大小関係を説明していないものや、(1)の計算を代入する際に元の積分が  $c$  倍されていることを忘れていたものがあった。また、 $\alpha, \beta$  を用いずに

計算しようとし、その計算途中で終わっている答案もあった。

- (4) 面積  $S$  の形から、相加相乗平均の大小関係を用いることができる。  
(3)で正答が得られた受験生はよくできていた。
3. 対数関数のグラフに関する問題である。(2)において2曲線に囲まれた面積を求める際に、 $\log x$  の定積分と置換積分を用いる。標準的な問題であるが、置換積分を適切に行わないと計算量が多くなるためか、正答率は低かった。
- (1) 共有点を求めるため、2曲線の方程式を連立する。得られる対数関数の方程式をまとめると、 $x$  の2次方程式の解を求めることに帰着する。誤答としては、 $x$  の2次方程式の形に直すことができても、パラメータ  $t$  を含む式の因数分解ができていないものが多い。また、点の座標でなく  $x=1$ 、 $t$  を答えとした誤答もあった。
- (2) (1)で求めた2つの共有点から、2曲線の囲む面積を積分で表せる。 $\log x$  の積分を部分積分を用いて計算し、 $\log(t+1-x)$  の積分を置換積分を用いて計算すればよい。(2)を完答できた答案はほとんどなかった。 $\log x$  の不定積分は計算できていたが、パラメータ  $t$  を含む形の積分になると、 $x$ 、 $t$  の2文字が現れて混乱しているように思われる答案が多かった。
- (3)  $S=4$  において得られる  $t$  の方程式が因数分解できることに気づけばよい。(2)が正しく解答できていないため、(3)も正解できている答案は少なかった。

Ⅱ B

1. (1), (2), (3) Ⅲと同じ。
- (4) 恒等式の両辺に  $(x^2-1)^2$  を掛けて得られる  $x$  の恒等式について、係数を比較するか、もしくは、 $x$  にいくつかの数を代入して左右を比較すればよい。
- (5) 導関数  $f'(x)$  について、 $f'(x)=0$  の解が  $x=-\frac{1}{3}$ 、 $k$  であることがわかる。ここから、 $k$  の値の範囲に応じて  $x=-\frac{1}{3}$ 、 $x=k$  のどちらで  $f(x)$  が極大となるかを場合分けすればよい。問1の中では最も難しい問題であると思われ、実際に正答者もほとんどいなかった。
2. Ⅲと同じ。
3. 空間ベクトルの垂直と平行に関する問題である。やや易しい問題であるかと思われたが、直線上の点の位置ベクトルをパラメータを用いて表すことができず、受験生の正答率は低かった。
- (1) ベクトル  $\vec{n}$  が、 $\overline{AB}$  および  $\overline{AC}$  と垂直になることを内積の言葉に直せば、 $a$ 、 $b$  の方程式を得ることができる。ベクトルの範囲としては基本的な問題であると思うが、4割程度の受験生しか正答できていなかった。
- (2) 直線  $l$  が  $\vec{n}$  に平行なことを用いて、直線  $l$  上の点の位置ベクトルをパラメータを用いて表せばよい。(2)を正解できていた答案はほとんどなかった。多くの答案で直線  $l$  上の点の位置ベクトルを表すことができずなかった。
- (3) 直線  $m$  上の点  $Q$  について、ベクトル  $\overline{OQ}$  が  $\alpha$  と垂直になることから、 $\overline{AB}$  および  $\overline{AC}$  とそれぞれ垂直になる。これを内積を用いて表せば  $Q$  の座標を求めることができる。(2)と同じように、直線  $m$  上の点の位置ベクトルを表すことができずなかった。

【出題者から】

- (1) 出題のねらい  
高校数学の基本的な内容を理解しているか問う問題を各分野から万遍なく出題している。いくつかの定理や公式を組み合わせて解く問題が多いが、その中のほとんどは標準的な問題であり、複雑な議論や高度な計算力を必要とする問題は出題していない。
- (2) ここがポイント  
各問題のポイントは上記の【解説】に記載したので、そちらを参照して

ほしい。

- (3) こんなミスが目立った  
注意不足による誤りが散見された。例えば、問1(1)ではベクトルの大きさの2乗を答えている解答があった。問3(1)では  $x$  座標のみを  $x=1$ 、 $t$  と答え、点の座標の形で答えていない解答があった。題意に沿った計算、解答を心がけるよう注意してほしい。また、曲線  $C: y=f(x)$  のことを  $C=f(x)$  と書くなど、記述が不正確な答案も少なかった。その他、各問題毎に目に付いたミスは上記の【解説】に記載した。
- (4) 過去3年間の出題傾向  
問1は解答のみを記述する小問5問から構成され、小問は各分野から万遍なく、標準的な問題が出題される。例えば、2023年度入試の後期日程では確率、恒等式、垂直二等分線、三角関数の加法定理・合成、対数、3次関数の極大・極小、ベクトルの内積、階差数列、置換積分、指数関数・三角関数の最大・最小などがある。問2は数学ⅡBまでの範囲内の問題で構成され、問3は微分積分に関する問題が出題されやすい傾向がある。
- (5) 重要ポイント  
大学入学後の初年度授業で必修となる微分積分からは毎年必ず出題されている。高校数学の各分野の学習を万遍なく行ったのち、更に重点的に微分積分の対策をすることを勧める。
- (6) 合格へのアドバイス  
問2、問3では、答えを求めるだけでなく正しい記述が要求されるため、普段から解答を正しく記述する練習をするとうい。また、1つの分野からではなくいくつかの分野の複合的な問題が出題されることも多いので、教科書の例題だけではなく、過去問題集などを利用して、複合的な問題に慣れておいてもらいたい。

後期日程2日目(2月28日試験)

【解答例】

Ⅲ

1. (配点40点)
- (1)  $2^a=10^{\frac{2}{5}}$  より  $a=\frac{2}{5}\log_2 10$ 、 $5^b=10^{\frac{2}{5}}$  より  $b=\frac{2}{5}\log_5 10=\frac{2\log_2 10}{5\log_2 5}$ 。  
したがって、  
$$\frac{1}{a} + \frac{1}{b} = \frac{5}{2\log_2 10} + \frac{5\log_2 5}{2\log_2 10} = \frac{5}{2} \left( \frac{1+\log_2 5}{\log_2 10} \right)$$
  
$$= \frac{5}{2} \left( \frac{1+\log_2 5}{1+\log_2 5} \right) = \frac{5}{2}$$
- (2) 加法定理より、  
$$3\sin x + 2\sin(x+\alpha) = 3\sin x + 2\cos\alpha\sin x + 2\sin\alpha\cos x$$
  
$$= (3+2\cos\alpha)\sin x + 2\sin\alpha\cos x$$
  
と変形できる。三角関数の合成公式より、その最大値は  
$$\sqrt{(3+2\cos\alpha)^2 + 4\sin^2\alpha} = \sqrt{13+12\cos\alpha}$$
  
である。したがって、 $\sqrt{13+12\cos\alpha}=4$ 、すなわち、 $13+12\cos\alpha=16$ であり、これを満たすのは  $\cos\alpha=\frac{1}{4}$  のときである。
- (3)  $f(x)=x^3-3x^2-9x+a$  とすると  $f'(x)=3x^2-6x-9=3(x-3)(x+1)$ 。  
したがって増減表は以下ようになる。

$x$	...	-1	...	3	...
$f'(x)$	+	0	-	0	+
$f(x)$	↗	$a+5$	↘	$a-27$	↗

異なる負の解が2つと正の解が1つとなるためには  $f(-1)=a+5>0$ 、 $f(0)=a<0$  であることが必要十分である。したがって  $a$  の範囲は  $-5<a<0$ 。

- (4)  $\triangle ABC$  の面積は、 $\frac{1}{2}(1+\cos\theta)\sin\theta$  である。 $f(\theta)=\frac{1}{2}(1+\cos\theta)\sin\theta$  とおくと、

$$f'(\theta) = -\sin\theta \sin\theta + (1 + \cos\theta)\cos\theta = -\sin^2\theta + \cos\theta + \cos^2\theta \\ = 2\cos^2\theta + \cos\theta - 1 = (2\cos\theta - 1)(\cos\theta + 1).$$

$f'(\theta) = 0$  となるのは、 $\cos\theta = \frac{1}{2}$  のときである。関数  $f(\theta)$  の増減表を書くと、次のようになる。

$\theta$	0	...	$\frac{\pi}{3}$	...	$\pi$
$f'(\theta)$		+	0	-	
$f(\theta)$		↗	$f(\frac{\pi}{3})$	↘	

したがって、面積が最大となるのは  $\theta = \frac{\pi}{3}$  のときであり、最大値は  $\frac{1}{2}f(\frac{\pi}{3}) = \frac{3\sqrt{3}}{8}$ 。

$$(5) \quad \int_0^{\frac{\pi}{6}} \frac{1}{\cos x} dx = \int_0^{\frac{\pi}{6}} \frac{\cos x}{\cos^2 x} dx = \int_0^{\frac{\pi}{6}} \frac{\cos x}{1 - \sin^2 x} dx.$$

$t = \sin x$  と置換すると、

$$\int_0^{\frac{\pi}{6}} \frac{\cos x}{1 - \sin^2 x} dx = \int_0^{\frac{1}{2}} \frac{1}{1 - t^2} dt \\ = \frac{1}{2} \int_0^{\frac{1}{2}} \left( \frac{1}{1-t} + \frac{1}{1+t} \right) dt \\ = \frac{1}{2} \left[ -\log(1-t) + \log(1+t) \right]_0^{\frac{1}{2}} \\ = \frac{1}{2} \left( -\log \frac{1}{2} + \log \frac{3}{2} \right) \\ = \frac{\log 3}{2}.$$

## 2. (配点 30 点)

(1)  $\overline{OP} = (1, 0, t)$ 、 $\overline{OQ} = (0, 1, 2t)$  である。

4 点 O, P, Q, R は平面  $\alpha$  上にあるので、実数  $k, l$  を用いて、 $\overline{OR} = k\overline{OP} + l\overline{OQ} = (k, l, t(k+2l))$  と表せる。点 R の  $x$  座標、 $y$  座標が 1 であることから、 $k=l=1$  がわかり、 $\overline{OR} = (1, 1, 3t)$ 。したがって、点 R の座標は  $(1, 1, 3t)$  であることがわかる。

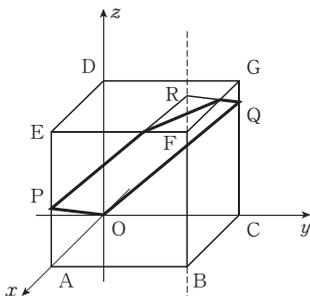
(別解) 直線 OP と直線 QR は同一の平面  $\alpha$  上にある。また、特に四角形 OAED と四角形 CBFQ が平行であることから、直線 OP と直線 QR は共有点をもたないことがわかる。したがって、直線 OP と直線 QR は平行である。同様に、直線 OQ と直線 PR は平行である。したがって、四角形 OPRQ が平行四辺形であり、 $\overline{OR} = \overline{OP} + \overline{OQ} = (1, 1, 3t)$  がわかる。

(2)  $\angle POQ = \theta$  とおくと、平行四辺形 OPRQ の面積は、

$$S = |\overline{OP}| |\overline{OQ}| \sin\theta = |\overline{OP}| |\overline{OQ}| \sqrt{1 - \cos^2\theta} \\ = \sqrt{|\overline{OP}|^2 |\overline{OQ}|^2 - (\overline{OP} \cdot \overline{OQ})^2} = \sqrt{(1+t^2)(1+4t^2) - (2t^2)^2} \\ = \sqrt{1+5t^2}$$

である。

(3) 平面  $\alpha$  と立方体の共通部分は、平行四辺形 OPRQ と立方体の共通部分に一致する。 $0 < t < \frac{1}{2}$  において、2 点 P, Q は立方体内にあることに注意すると、共通部分が五角形になるのは、図のように R の  $z$  座標が 1 より大きいときである。



$\overline{OR} = (1, 1, 3t)$  より、五角形となるのは  $3t > 1$  であればよい。 $t$  の範囲である  $0 < t < \frac{1}{2}$  と合わせて、 $\frac{1}{3} < t < \frac{1}{2}$  となる。

(4) PH と OQ が平行であることから、 $\overline{PH} = k\overline{OQ}$  と表せる。このとき、

$$\overline{OH} = \overline{OP} + \overline{PH} = \overline{OP} + k\overline{OQ} = (1, 0, t) + k(0, 1, 2t) \\ = (1, k, t+2tk).$$

点 H の  $z$  座標が 1 であることから、 $2tk+t=1$ 。したがって、 $k = \frac{1-t}{2t}$  であり、点 H の座標は  $(1, \frac{1-t}{2t}, 1)$ 。

同様に、QI と OP が平行であることから、 $\overline{QI} = l\overline{OP}$  と表せ、

$$\overline{OI} = \overline{OQ} + \overline{QI} = \overline{OQ} + l\overline{OP} = (0, 1, 2t) + l(1, 0, t) \\ = (l, 1, 2t+lt).$$

点 I の  $z$  座標が 1 であることから、 $l = \frac{1-2t}{t}$ 。したがって、点 I

の座標は  $(\frac{1-2t}{t}, 1, 1)$ 。

## 3. (配点 30 点)

(1)  $y = f(x)$  のグラフの頂点が  $(0, t)$  であるから、 $f(x) = ax^2 + t$  とおくことができる。さらに、点  $(1-t, 0)$  を通るので、 $0 = a(1-t)^2 + t$  が成り立たなければならない。ゆえに  $a = \frac{-t}{(1-t)^2}$  であり、

$$f(x) = \frac{-t}{(1-t)^2} x^2 + t.$$

(2)  $D$  を  $y$  軸のまわりに 1 回転させてできる回転体の体積は

$$V(t) = \int_0^t \pi x^2 dy = \pi \int_0^t \frac{(1-t)^2}{-t} (y-t) dy \\ = \pi \frac{(1-t)^2}{-t} \left[ \frac{1}{2} y^2 - ty \right]_0^t = \frac{\pi}{2} t(1-t)^2.$$

(3)  $D$  を  $x$  軸のまわりに 1 回転させてできる回転体の体積は

$$W(t) = \int_0^{1-t} \pi y^2 dx = \pi \int_0^{1-t} y^2 dx \\ = \pi \int_0^{1-t} \left( \frac{-t}{(1-t)^2} x^2 + t \right) dx \\ = \pi \int_0^{1-t} \left( \frac{-t^2}{(1-t)^4} x^4 - \frac{2t^2}{(1-t)^2} x^2 + t^2 \right) dx \\ = \pi \left[ \frac{-t^2}{5(1-t)^4} x^5 - \frac{2t^2}{3(1-t)^2} x^3 + t^2 x \right]_0^{1-t} \\ = \pi \left\{ \frac{t^2}{5} (1-t) - \frac{2t^2}{3} (1-t) + t^2 (1-t) \right\} \\ = \frac{8\pi}{15} t^2 (1-t).$$

また、 $W(t) = V(t)$ 、つまり、 $\frac{8\pi}{15} t^2 (1-t) = \frac{\pi}{2} t(1-t)^2$  を満たす  $t$

について調べる。 $0 < t < 1$  であるので、両辺を  $\pi t(1-t)$  で割って、

$\frac{8}{15} t = \frac{1}{2} (1-t)$  を得る。これを解いて  $t = \frac{15}{31}$  が求めるものである。

## II B

### 1. (配点 40 点)

(1)  $\text{III}$  と同じ。

(2)  $\text{III}$  と同じ。

(3)  $\text{III}$  と同じ。

(4) 条件は  $\{a_n\}$  の階差数列  $\{b_n\}$  が  $b_n = \frac{1}{n^2+n}$  であるということである。したがって、 $n \geq 2$  に対し

$$a_n = a_1 + \sum_{k=1}^{n-1} b_k = 10 + \sum_{k=1}^{n-1} \frac{1}{k^2+k} = 10 + \sum_{k=1}^{n-1} \left( \frac{1}{k} - \frac{1}{k+1} \right) \\ = 10 + \left( \frac{1}{1} - \frac{1}{2} \right) + \left( \frac{1}{2} - \frac{1}{3} \right) + \dots + \left( \frac{1}{n-2} - \frac{1}{n-1} \right) \\ + \left( \frac{1}{n-1} - \frac{1}{n} \right) \\ = 10 + 1 - \frac{1}{n} = 11 - \frac{1}{n}$$

を得る。これは  $n=1$  のときも  $a_1$  に等しい。したがって、一般項は  $a_n=11-\frac{1}{n}$  である。

(別解) 条件  $a_{n+1}=a_n+\frac{1}{n^2+n}$  は、 $a_{n+1}=a_n+\frac{1}{n}-\frac{1}{n+1}$  すなわち  $a_{n+1}+\frac{1}{n+1}=a_n+\frac{1}{n}$  と書き直せる。これは  $a_n+\frac{1}{n}$  が  $n$  によらず一定であることを意味する。したがって、 $a_n+\frac{1}{n}=a_1+\frac{1}{1}=11$  より、 $a_n=11-\frac{1}{n}$ 。

(5) 直線 AB の傾きは  $\frac{5-7}{6-2}=-\frac{1}{2}$  なので、線分 AB の垂直二等分線  $\ell$  の傾きは 2 である。2 点 A, B の中点の座標は  $(\frac{2+6}{2}, \frac{7+5}{2})=(4, 6)$  なので、 $\ell$  の方程式は  $y=2(x-4)+6$  である。

直線 OB の方程式は  $y=\frac{5}{6}x$  なので、直線 OB と  $\ell$  の交点  $P_0$  の座標は、

$$2(x-4)+6=\frac{5}{6}x \iff \frac{7}{6}x=2 \iff x=\frac{12}{7}$$

より  $x=\frac{12}{7}$  となり、このとき  $P_0$  の  $y$  座標は  $y=\frac{5}{6} \cdot \frac{12}{7}=\frac{10}{7}$  となる。線分 AB の垂直二等分線上の点 P は  $PA=PB$  を満たすので、

$$OP+PA=OP+PB \geq OB=\sqrt{6^2+5^2}=\sqrt{61}$$

であり、 $P_0(\frac{12}{7}, \frac{10}{7})$  は線分 OB 上の点なので、 $P=P_0$  のとき等号が成立する。したがって、 $OP+PA$  が最小になるときの P の座標は  $P(\frac{12}{7}, \frac{10}{7})$  である。

2. (配点 30 点)

Ⅲ と同じ。

3. (配点 30 点)

(1) 曲線  $C$  は  $y=x^2$  を平行移動して得られるので、その方程式は  $y=x^2+ax+b$  ( $a, b$  は実数) と表せる。点  $(t, 2t)$  を通るので、 $2t=t^2+at+b$  である。また、その点における接線の傾きが 2 であることから、 $2t+a=2$ 。これらより、 $a=2-2t, b=t^2$  を得るので、 $C$  の方程式は  $y=x^2+2(1-t)x+t^2$ 。

(別解) 曲線  $C: y=f(x)$  が点  $(t, 2t)$  において直線  $y=2x$  に接することは、2 次方程式  $f(x)-2x=0$  が  $x=t$  において重解をもつことと必要十分である。したがって、 $f(x)$  の  $x^2$  の係数が 1 であることに注意すると、 $f(x)-2x=(x-t)^2$  である。これより、 $f(x)=(x-t)^2+2x=x^2+2(1-t)x+t^2$  であり、 $C$  の方程式は  $y=x^2+2(1-t)x+t^2$ 。

(2) 曲線  $C: y=x^2+2(1-t)x+t^2$  が曲線  $C': y=1-x^2$  と 2 つの共有点をもつことは、2 次方程式  $x^2+2(1-t)x+t^2=1-x^2$  が異なる 2 つの実数解をもつことと必要十分である。これを变形して得られる方程式  $2x^2+2(1-t)x+t^2-1=0$  について、判別式  $D$  が

$$D/4=(1-t)^2-2(t^2-1)=-(t+3)(t-1)>0$$

を満たせばよい。これを解いて、 $-3<t<1$ 。

(3) 曲線  $C$  と  $C'$  の交点の  $x$  座標を  $\alpha, \beta$  ( $\alpha<\beta$ ) とおけば、

$$S(t)=\int_{\alpha}^{\beta}\{(1-x^2)-(x^2+2(1-t)x+t^2)\}dx \\ =-2\int_{\alpha}^{\beta}(x-\alpha)(x-\beta)dx=\frac{(\beta-\alpha)^3}{3}.$$

$\alpha, \beta$  は方程式  $(x^2+2(1-t)x+t^2)-(1-x^2)=2x^2+2(1-t)x+t^2-1=0$  の解なので、

$$\alpha+\beta=t-1, \alpha\beta=\frac{t^2-1}{2}.$$

である。

$$(\beta-\alpha)^2=(\beta+\alpha)^2-4\alpha\beta=(t-1)^2-2(t^2-1)=-t^2-2t+3$$

より、 $S(t)=\frac{1}{3}\{-t^2-2t+3\}^{\frac{3}{2}}$ 。

(4) 2 次関数  $g(t)=-t^2-2t+3=-(t+1)^2+4$  は  $-3<t<1$  の範囲において  $t=-1$  のとき最大値をとる。よって、 $S(t)$  は  $t=-1$  のとき最大値  $\frac{8}{3}$  をとる。

【解説】

Ⅲ

- (1)  $a, b$  を対数で表し、その底を統一して計算すればよい。対数が残ったままの答案が多かった。
- (2)  $\sin(x+\alpha)$  を加法定理によって  $\sin x, \cos \alpha$  などの積に直した後、三角関数の合成を用いればまとめることができる。
- (3)  $y=x^3-3x^2-9x+a$  のグラフが  $x$  軸と 3 箇所でお交わるためには、その極大値と極小値をみればよい。さらに、方程式  $x^3-3x^2-9x+a=0$  が 2 つの負の解と 1 つの正の解をもつためには、そのグラフの  $x=0$  における  $y$  座標をみればよい。
- (3) 三角形の面積を三角関数を用いて表し、増減表を書けばよい。問 1 の中では正答率が高かった。
- (5) 分母分子に  $\cos \theta$  を掛け、 $\cos^2 \theta=1-\sin^2 \theta$  と変形すれば、置換積分が使える形になる。
- (1) 平面上に 4 点 O, P, Q, R があることをベクトルの言葉で書く。後は点 R が直線 BF 上にあることを、ベクトルの成分表示の言葉に直せばよい。四角形 OPRQ が平行四辺形であることに気づけないと解くことが難しかったかもしれない。
- (2) 平行四辺形 OPRQ の面積をベクトルを用いて計算する。
- (3) 4 点 O, P, Q, R の中で、立方体の外にある可能性があるのは R だけであり、外にあるための条件を(1)で求めた R の座標を用いて表せばよい。
- (4) 点 H が平行四辺形 OPRQ 上にあることから、位置ベクトル  $\overrightarrow{OH}$  を  $\overrightarrow{OP}$  と  $\overrightarrow{OQ}$  で表す。点 H の  $x$  座標と  $z$  座標が 1 であることを用いる。点 I についても同様である。
- (1) 2 次関数の方程式は、頂点の座標とそれ以外に通る 1 点が与えられれば求めることができる。

- (2)  $y$  軸の周りに関する回転体の体積は  $\int_0^t \pi x^2 dy$  と表すことができる。 $x^2$  を  $y$  の式に直すと簡単に計算できる。
- (3)  $x$  軸の周りに関する回転体の体積は  $\int_0^{1-t} \pi y^2 dx$  と表すことができる。計算量が多く、式をうまく処理する必要がある。(2)の回転体の体積と一致するときの  $t$  の値は、 $t$  の方程式  $V(t)=W(t)$  を  $0<t<1$  に注意して整理すれば、求めることができる。

Ⅱ B

- (1), (2), (3) Ⅲ と同じ。
- (4) 階差数列から元の数列を求める問題である。部分分数分解を行うか、もしくは、一般項  $a_n$  の予想を立てて帰納法で示すのもよい。
- (5)  $OP+PA=OP+PB$  に注意すると、点 P が直線 OB にあるとき、線分の長さの和が最小となる。
- Ⅲ と同じ。
- (1) 2 次関数の平行移動と接線の情報から、曲線の方程式を求める問題である。平行移動という情報から曲線の方程式を  $y=x^2+ax+b$  とおくことを難しく感じる受験生がいたかもしれない。
- (2) (1)で求めた方程式と  $y=1-x^2$  を連立して得られる 2 次方程式が 2 つの異なる解をもてばよい。
- (3) 解と係数の関係から  $\alpha+\beta, \alpha\beta$  を  $t$  を用いて表すことができる。これを用いて  $(\beta-\alpha)^3$  を  $t$  で表す。
- (4)  $S(t)$  は  $t$  の 2 次関数  $g(t)=-t^2-2t+3$  を用いて表せるので、 $g(t)$  が最大値をとるときの  $t$  の値を求めればよい。(3)まで解けていけば難しい問ではない。

工学部第二部 (3月3日試験)

【解答例】

1. (配点 25 点)

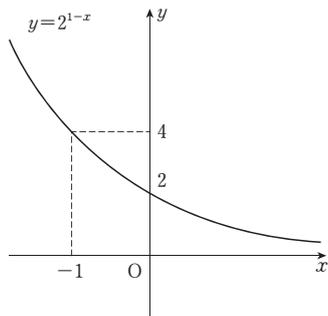
- (1)  $y = -3x^2 + 12x - 5 = -3(x-2)^2 + 7$  より,  $x=2$  のとき最大値 7,  $x=-1$  のとき最小値  $-20$ .
- (2) 点  $(-2, 1)$  を中心とする半径 2 の円の方程式は  $(x+2)^2 + (y-1)^2 = 4$ . これと  $y=2x+1$  を連立すると,  $(x+2)^2 + (2x)^2 = 4$ . これを整理すると,  $5x^2 + 4x = 0$  であり,  $x=0, -\frac{4}{5}$ . したがって交点は  $(0, 1), (-\frac{4}{5}, -\frac{3}{5})$ .
- (3) 解と係数の関係より,  $\alpha + \beta = 2, \alpha\beta = \frac{23}{2}$ . したがって,  $\alpha^2 + \alpha\beta + \beta^2 = (\alpha + \beta)^2 - \alpha\beta = 4 - \frac{23}{2} = -\frac{15}{2}$ .
- (4)  $\frac{1}{\sqrt[4]{a^3}} \div \left(\frac{a^2}{a^{\frac{1}{4}} \times \sqrt{a}}\right)^2 = a^{-\frac{3}{4}} \div \left(a^{2 - (\frac{1}{4} + \frac{1}{2})}\right)^2 = a^{-\frac{3}{4}} \div (a^{\frac{5}{4}})^2 = a^{-\frac{3}{4}} \div a^{\frac{5}{2}} = a^{-\frac{3}{4} - \frac{5}{2}} = a^{-\frac{13}{4}}$ .
- (5)  $(\log_5 \sqrt{2} - \frac{1}{2} \log_5 54) \times \log_3 \sqrt{5}$   
 $= (\frac{1}{2} \log_5 2 - \frac{1}{2} \log_5 54) \times \frac{1}{2} \log_3 5$   
 $= \frac{1}{4} \log_5 \frac{1}{27} \times \log_3 5 = \frac{1}{4} \frac{\log_3 \frac{1}{27}}{\log_3 5} \times \log_3 5$   
 $= \frac{1}{4} \log_3 \frac{1}{27} = \frac{1}{4} \log_3 (3^{-3})$   
 $= -\frac{3}{4} \log_3 3 = -\frac{3}{4}$ .

2. (配点 25 点)

- (1)  $\sqrt{3} \sin x + \cos x = 2\left(\frac{\sqrt{3}}{2} \sin x + \frac{1}{2} \cos x\right) = 2 \sin\left(x + \frac{\pi}{6}\right)$  である.  
 $2 \sin\left(x + \frac{\pi}{6}\right) < -1$  を変形すると,  $\sin\left(x + \frac{\pi}{6}\right) < -\frac{1}{2}$ . これより,  
 $\frac{7}{6}\pi < x + \frac{\pi}{6} < \frac{11}{6}\pi$ . したがって,  $\pi < x < \frac{5}{3}\pi$ .
- (2) 面積は  
 $\int_{-1}^3 (x^2 + 4) dx = \left[\frac{x^3}{3} + 4x\right]_{-1}^3 = 21 - \left(-\frac{13}{3}\right) = \frac{76}{3}$   
 である.
- (3) 和が 6 になるのは 3 つのさいころの目が  $(1, 1, 4), (1, 4, 1), (4, 1, 1), (1, 2, 3), (1, 3, 2), (2, 1, 3), (2, 3, 1), (3, 1, 2), (3, 2, 1), (2, 2, 2)$  の 10 通りである. したがって確率は  $\frac{10}{6^3} = \frac{10}{216} = \frac{5}{108}$ .
- (4)  $|\vec{a} + \vec{b}|^2 = |\vec{a}|^2 + 2\vec{a} \cdot \vec{b} + |\vec{b}|^2 = 1, |\vec{a} - \vec{b}|^2 = |\vec{a}|^2 - 2\vec{a} \cdot \vec{b} + |\vec{b}|^2 = 36$   
 より,  $4\vec{a} \cdot \vec{b} = -35$ . したがって,  $\vec{a} \cdot \vec{b} = -\frac{35}{4}$ .
- (5)  $\sum_{k=1}^n 2^{k+1} = \frac{2^2 - 2^{n+2}}{1-2} = 2^{n+2} - 4$ .

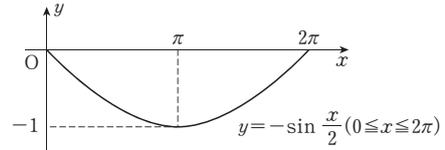
3. (配点 15 点)

- (1)  $y = 2^{1-x} = 2^{-(x-1)}$  のグラフは  $y = 2^{-x}$  のグラフを  $x$  軸方向に 1 平行移動することで得られる. したがって, グラフは次のようになる.

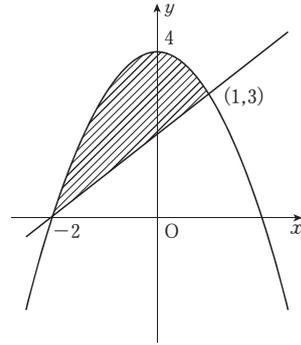


- (2)  $y = \sin \frac{x}{2}$  のグラフは  $y = \sin x$  のグラフを  $x$  軸方向に 2 倍に拡大したものである. このグラフを  $x$  軸に関して線対称に移動させた

ものが  $y = -\sin \frac{x}{2}$  のグラフである. これを  $0 \leq x \leq 2\pi$  の範囲で描くと次のようになる.



- (3)  $y = -x^2 + 4$  と  $y = x + 2$  から  $y$  を消去して整理すると,  $x^2 + x - 2 = (x+2)(x-1) = 0$ . この解は  $x = -2, 1$  であるので, 交点は  $(-2, 0), (1, 3)$ . これより, 領域は下図の斜線部分となる. ただし境界は含む.



4. (配点 15 点)

- (1)  $\vec{AB} = \vec{OB} - \vec{OA} = \vec{b} - \vec{a}$  である.  $|\vec{AB}|^2 = |\vec{b} - \vec{a}|^2 = |\vec{b}|^2 - 2\vec{a} \cdot \vec{b} + |\vec{a}|^2 = 6^2 - 2 \times 8 + 4^2 = 36$ . したがって,  $|\vec{AB}| = 6$ .
- (2)  $\triangle OAB = \frac{1}{2} |\vec{a}| |\vec{b}| \sin \angle AOB = \frac{1}{2} |\vec{a}| |\vec{b}| \sqrt{1 - \cos^2 \angle AOB}$   
 $= \frac{1}{2} \sqrt{|\vec{a}|^2 |\vec{b}|^2 - (\vec{a} \cdot \vec{b})^2} = \frac{1}{2} \sqrt{16 \times 36 - 8^2}$   
 $= 2\sqrt{4 \times 9 - 2^2} = 2\sqrt{32} = 8\sqrt{2}$ .
- (3) 点 P は線分 AB 上にあるので,  $\vec{OP} = (1-t)\vec{a} + t\vec{b}$  とおける. OP と AB は垂直なので,  $\vec{OP} \cdot \vec{AB} = ((1-t)\vec{a} + t\vec{b}) \cdot (\vec{b} - \vec{a}) = -(1-t)|\vec{a}|^2 - (2t-1)\vec{a} \cdot \vec{b} + t|\vec{b}|^2 = -16(1-t) - 8(2t-1) + 36t = 36t - 8 = 0$ .  
 これより  $t = \frac{2}{9}$  であり,  $\vec{OP} = \frac{7}{9}\vec{a} + \frac{2}{9}\vec{b}$ .

5. (配点 20 点)

- (1)  $f'(x) = 3x^2 - 6 = 3(x - \sqrt{2})(x + \sqrt{2})$  であり,  $f'(x) = 0$  となるのは  $x = \pm\sqrt{2}$  のときである. 増減を調べると, 以下のようになる.

$x$	$\cdots$	$-\sqrt{2}$	$\cdots$	$\sqrt{2}$	$\cdots$
$f'(x)$	$+$	$0$	$-$	$0$	$+$
$f(x)$	$\nearrow$	$f(-\sqrt{2})$	$\searrow$	$f(\sqrt{2})$	$\nearrow$

したがって極大値は  $f(-\sqrt{2}) = 4\sqrt{2} + 12$ , 極小値は  $f(\sqrt{2}) = -4\sqrt{2} + 12$ .

- (2)  $f'(x) = 3x^2 - 6$  より, 点  $(t, f(t))$  における接線の方程式は,  $y - f(t) = f'(t)(x - t)$ , つまり,  $y - (t^3 - 6t + 12) = (3t^2 - 6)(x - t)$  である. これを整理すると,  $y = (3t^2 - 6)x - 2t^3 + 12$  となる.  
 次に, 接線が点  $(0, -4)$  を通るとき  $t$  の値を求める.  $x=0, y=-4$  を代入して,  $-2t^3 + 16 = 0$ . これを変形して  $t^3 - 8 = (t-2)(t^2 + 2t + 4) = 0$ . したがって,  $t = 2$  であり, 接線  $l$  の方程式は  $y = 6x - 4$ .
- (3) 方程式  $x^3 - 6x + 12 = 6x - 4$  を整理して,  $x^3 - 12x + 16 = (x-2)(x^2 + 2x - 8) = (x-2)^2(x+4) = 0$ . これより, 曲線  $y = x^3 - 6x + 12$  と接線  $l$  の共有点は  $(2, 8)$  と  $(-4, -28)$  である.  $-4 < x < 2$  の範囲において,  $x^3 - 6x + 12 > 6x - 4$  であることに注意すると, 囲まれた部分の面積は,

$$\int_{-4}^2 \{(x^3 - 6x + 12) - (6x - 4)\} dx = \int_{-4}^2 (x^3 - 12x + 16) dx$$

$$= \left[\frac{x^4}{4} - 6x^2 + 16x\right]_{-4}^2 = (4 - 24 + 32) - (64 - 96 - 64) = 108.$$

[解説]

1. (1) 平方完成し、範囲に注意しながら最大値・最小値を求めればよい。
- (2) 円の方程式と直線の方程式を連立すればよい。
- (3) 解と係数の関係から  $\alpha+\beta$ ,  $\alpha\beta$  を求める。後は  $\alpha^2+\alpha\beta+\beta^2$  を、 $\alpha+\beta$ ,  $\alpha\beta$  を用いて表す。
- (4) 指数に関する基本的な問題であり、落ち着いて  $a^p$  の形に変形すればよい。
- (5) 対数に関する基本的な問題であり、対数の底を同じ値に揃えて計算すればよい。
2. (1) 三角関数の合成を行い、三角関数の不等式を満たす角度の範囲を求めればよい。
- (2) 面積を定積分を用いて表す問題である。
- (3) さいころの目の和が6になる目の出方を落ち着いて数えればよい。
- (4) ベクトルの大きさの2乗を内積を用いて表せばよい。
- (5) シグマ記号を用いた和の計算は、教科書の公式と少し異なる形でも計算できるようにしてほしい。
3. (1) 指数関数のグラフを描く問題である。誤答では、通る点がずれていたり明記されていないグラフが目立った。また、 $x$  軸と交わっているものもいくつかあった。
- (2) 三角関数のグラフを描く問題である。誤答では、 $y=\sin \frac{x}{2}$  は  $y=\sin x$  を  $x$  軸方向に  $\frac{1}{2}$  倍したグラフであると勘違いしているものがあつた。
- (3) 連立不等式の表す領域を図示する問題である。誤答では、通る点がずれていたり明記されていないグラフが目立った。また、領域を求める問題なのに、曲線と直線のグラフのみが書かれている答案がいくつかあつた。
4. (1) ベクトルの大きさを内積から計算すればよい。
- (2) 三角形の面積をベクトルを用いて表せるかを問うている。
- (3)  $\vec{OP}$  と  $\vec{AB}$  が垂直であることに気づき、それを内積の言葉に直せばよい。
5. (1) 3次関数の極大極小を問う基本的な問題である。方程式  $f'(x)=0$  を解いて極大値、極小値をとる  $x$  の値を求める。
- (2) 点  $(t, f(t))$  における接線の方程式を  $t$  を用いて表し、接線が点  $(0, -4)$  を通るときの  $t$  の値を求める。
- (3) 3次関数のグラフとその接線が囲む面積を求める標準的な問題である。

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) 正解: 2.  $\sqrt{\frac{2Mgh}{m+M}}$

Pを通過する瞬間の小物体の速さを  $v$ , 可動台の速さを  $V$  とおくと、以下の運動量保存則と力学的エネルギー保存則より以下のように求まる。

$$0 = mv - MV, \quad mgh = \frac{1}{2}mv^2 + \frac{1}{2}MV^2$$

$$v = \sqrt{\frac{2Mgh}{m+M}}$$

(B) 正解: 5.  $L\sqrt{\frac{M}{2(m+M)gh}}$

(A)の式から可動台の速さは  $V = \frac{m}{M}\sqrt{\frac{2Mgh}{m+M}}$  となり、求める時間を  $t$  とおくと、 $vt + Vt = L$  から

$$t = L\sqrt{\frac{M}{2(m+M)gh}}$$

となる。

(ii)

(C) 正解: 5.  $\frac{E}{3}$

スイッチを閉じた直後は帯電していないコンデンサーは導線とみなせるので、各抵抗の値を  $R$  とすると、全体の合成抵抗は  $\frac{R}{2} + R$

$= \frac{3R}{2}$  で、流れる電流は  $\frac{E}{3R/2} = \frac{2E}{3R}$  となる。XY間の抵抗に流れる電流は全電流の  $\frac{1}{2}$  なので、求める電位差は

$$\frac{1}{2} \times \frac{2E}{3R} \times R = \frac{E}{3}$$

となる。

(D) 正解: 4.  $\frac{CE^2}{8}$

スイッチを閉じてしばらく時間が経過したときはコンデンサーにつながる導線に電流は流れないので、コンデンサーにはXY間の抵抗にかかる電位差と同じ電位差がかかっている。このときのXY間の電位差は  $\frac{E}{2}$  となるので、求める静電エネルギーは

$$\frac{1}{2}C\left(\frac{E}{2}\right)^2 = \frac{CE^2}{8}$$

となる。

(iii)

(E) 正解: 3.  $\frac{3}{2}(p_B - p_A)V_A$

吸収した熱量は内部エネルギーの変化量に等しい。状態Aの温度を  $T_A$ , 状態Bでの温度を  $T_B$ , 気体定数を  $R$  とすると、内部エネルギーの変化量は  $\frac{3}{2}R(T_B - T_A)$  であり、各温度は理想気体の状態方程式を使って表せるので、吸収した熱量は

$$\frac{3}{2}R\left(\frac{p_B V_A}{R} - \frac{p_A V_A}{R}\right) = \frac{3}{2}(p_B - p_A)V_A$$

となる。

(F) 正解: 3.  $\frac{-5p_A V_C + (2p_A + 3p_B)V_A}{2}$

A → B は定積変化なので気体は仕事をしない。断熱過程では熱の出入りはなく、内部エネルギーの変化が気体が外部からなされる仕事となるので、B → C での気体が外部にする仕事を  $W_{BC}$  とすると

$$W_{BC} = -\frac{3}{2}R\left(\frac{p_A V_C}{R} - \frac{p_B V_A}{R}\right)$$

$$= -\frac{3}{2}(p_A V_C - p_B V_A)$$

である。C → A での気体が外部にする仕事を  $W_{CA}$  とすると、 $W_{CA} = p_A(V_A - V_C)$  なので、求める仕事は

$$W_{BC} + W_{CA} = \frac{-5p_A V_C + (2p_A + 3p_B)V_A}{2}$$

となる。

2. (配点 24 点)

(A) 正解: 4.  $\frac{qV}{d}$

電場の大きさは  $E = \frac{V}{d}$  なので、力の大きさは  $F = qE = \frac{qV}{d}$  となる。

(B) 正解: 3.  $\frac{mv_0^2 d \sin \theta}{qL}$

荷電粒子の加速度は電極 P の向きに  $\frac{qV}{md}$  なので、通過に時間  $t$  かかったとすると

$$(v_0 \sin \theta)t - \frac{1}{2} \frac{qV}{md} t^2 = 0$$

$$t = \frac{2mv_0 d \sin \theta}{qV}$$

であり、 $t$  の間に電極に平行に  $L$  進むので

$$(v_0 \cos \theta)t = L$$

$$\frac{2mv_0^2 d \cos \theta \sin \theta}{qV} = L$$

$$V = \frac{2mv_0^2 d \cos \theta \sin \theta}{qL} = \frac{mv_0^2 d \sin 2\theta}{qL}$$

となる。

(C) 正解: 1.  $qv_0 B$

ローレンツ力の式から求まる。

(D) 正解: 1.  $\frac{2mv_0 \sin \theta}{qL}$

ローレンツ力により荷電粒子は等速円運動をするので、その半径を  $r$  とすると

$$qv_0 B = \frac{mv_0^2}{r} \rightarrow B = \frac{mv_0}{qr}$$

小孔 B を出ていくときの角度は電極 P に対して  $\theta$  であり、等速円運動の中心を  $2\theta$  回転する運動となるので、 $\sin \theta = \frac{L/2}{r}$  が成り立つ。この関係を使うと

$$r = \frac{L}{2 \sin \theta}$$

$$B = \frac{mv_0}{qr} = \frac{2mv_0 \sin \theta}{qL}$$

となる。

3. (配点 40 点)

(A) 正解:  $\frac{3v_0^2}{8g}$

最高点での速度は水平成分  $v_0 \cos 60^\circ = \frac{v_0}{2}$  のみとなる。最高点の高さを  $h$  とおくと、力学的エネルギー保存則より、

$$\frac{1}{2} m v_0^2 = mgh + \frac{1}{2} m \left( \frac{1}{2} v_0 \right)^2$$

$$h = \frac{3v_0^2}{8g}$$

と求まる。

(B) 正解:  $\frac{\sqrt{3} v_0^2}{2g}$

打ち出されてから時間  $t$  後に水平面に達したとすると、高さの式より

$$-\frac{1}{2} g t^2 + (v_0 \sin 60^\circ)t = 0 \rightarrow t = \frac{\sqrt{3} v_0}{g}$$

その間に進む水平距離は

$$V_0 \cos 60^\circ t = \frac{\sqrt{3} v_0^2}{2g}$$

となる。

(C) 正解:  $\frac{v_0}{2} \sqrt{1+3e^2}$

点 P でバウンドする直前の速度の垂直成分  $v_y$  は(B)の  $t$  を使うと

$$v_y = v_0 \sin 60^\circ - gt = -\frac{\sqrt{3} v_0}{2}$$

バウンド直後の速度の垂直成分は  $-ev_y$ 、水平成分は  $v_0 \cos 60^\circ$  なので、速さは

$$\sqrt{\left(\frac{v_0}{2}\right)^2 + \left(e \frac{\sqrt{3} v_0}{2}\right)^2} = \frac{v_0}{2} \sqrt{1+3e^2}$$

となる。

(D) 正解:  $\frac{\sqrt{3} v_0^2}{2g} e$

点 P でバウンドしてから点 Q に到達するまでの時間を  $t'$  とすると、高さの式より

$$-\frac{1}{2} g t'^2 + \frac{\sqrt{3} v_0 e}{2} t' = 0 \rightarrow t' = \frac{\sqrt{3} v_0 e}{g}$$

その間に進む水平距離は

$$V_0 \cos 60^\circ t' = \frac{\sqrt{3} v_0^2}{2g} e$$

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.  $(M-m)g \sin \theta$

張力の大きさを  $T$  とすると、各物体に関する力のつり合いの式

$$Mg \sin \theta = T, \quad mg \sin \theta + F = T$$

から  $F = (M-m)g \sin \theta$  となる。

(B) 正解: 4.  $\frac{2Mmg \sin \theta}{M+m}$

張力の大きさを  $T'$ 、加速度の大きさを  $a$  とすると、各物体に関する運動方程式

$$Ma = Mg \sin \theta - T', \quad ma = T' - mg \sin \theta$$

から  $T' = \frac{2Mmg \sin \theta}{M+m}$  となる。

(ii)

(C) 正解: 3.  $\frac{mg \sin \beta}{\cos(\beta-\alpha)}$

求める力の大きさを  $F$ 、導線にかかる張力の大きさを  $T$  とすると、水平・鉛直方向についてつり合いの式

$$T \sin \beta = F \cos \alpha, \quad T \cos \beta + F \sin \alpha = mg$$

が成り立つ。これらの式から  $F$  を求めると

$$F = \frac{mg \sin \beta}{\cos \alpha \cos \beta + \sin \alpha \sin \beta} = \frac{mg \sin \beta}{\cos(\beta-\alpha)}$$

となる。

(D) 正解: 5.  $\frac{2mg}{BL} \sin \frac{\beta}{2}$

求める電流値を  $I$  とすると、 $F = IBL$  であるから、(C)の結果に  $\alpha = \beta/2$  を代入して

$$I = \frac{F}{BL} = \frac{mg \sin \beta}{BL \cos \frac{\beta}{2}} = \frac{2mg \sin \frac{\beta}{2} \cos \frac{\beta}{2}}{BL \cos \frac{\beta}{2}} = \frac{2mg}{BL} \sin \frac{\beta}{2}$$

となる。

(iii)

(E) 正解: 5. 1 倍

内部エネルギーが変化しないので温度は変化しない。よって 1 倍となる。

(F) 正解: 1.  $\frac{p}{4}$

温度が変化しないので、求める圧力を  $p'$  とすると状態方程式より

$$pV = p'(V+3V) \rightarrow p' = \frac{p}{4}$$

となる。

2. (配点 24 点)

(A) 正解: 2.  $\frac{qV}{md}$

求める加速度の大きさを  $a$  とすると、PQ 間の電場の大きさは  $\frac{V}{d}$  で

荷電粒子に加わる力は  $q\frac{V}{d}$  なので

$$ma = q\frac{V}{d} \rightarrow a = \frac{qV}{md}$$

となる。

(B) 正解: 3.  $\sqrt{\frac{2qV}{m}}$

求める速さを  $v$  とすると、O を通過した瞬間の荷電粒子の運動エネルギーは  $qV$  なので

$$\frac{1}{2}mv^2 = qV \rightarrow v = \sqrt{\frac{2qV}{m}}$$

となる。

(C) 正解: 4.  $\frac{V}{L}$

求める電場の大きさを  $E$  とすると、QR 間で電場が荷電粒子に行う負の仕事の大きさは  $qEL$  であり、これが O を通過した瞬間に荷電粒子がもつ運動エネルギー  $qV$  より大きければ、荷電粒子は R に到達できないので

$$qEL > qV \rightarrow E > \frac{V}{L}$$

となる。

(D) 正解: 2.  $\frac{1}{L}\sqrt{\frac{2mV}{q}}$

QR 間で荷電粒子は円運動を行うので、円運動の半径を  $R$  とすると

$$qvB = \frac{mv^2}{R} \rightarrow R = \frac{mv}{qB}$$

となり、この半径が QR 間の距離より小さければ荷電粒子は R に到達できないので、(B)の  $v$  を使って

$$R = \frac{mv}{qB} = \frac{m}{qB}\sqrt{\frac{2qV}{m}} < L$$

$$\rightarrow B > \frac{1}{L}\sqrt{\frac{2mV}{q}}$$

となる。

3. (配点 40 点)

(A) 正解: 速さ  $\sqrt{2gR}$ 、垂直抗力  $3mg$

点 P での小球の速さを  $v$  とすると、力学的エネルギー保存則を用いて

$$\frac{1}{2}mv^2 = mgR \rightarrow v = \sqrt{2gR}$$

である。求める垂直抗力の大きさを  $N$  とすると、円運動の向心力

$$\frac{mv^2}{R} = N - mg$$

から、 $N = 3mg$  となる。

(B) 正解:  $\sqrt{2gR(1-\mu)}$

求める速さを  $v_1$  とすると、力学的エネルギーの変化が動摩擦力のした仕事になるので

$$\frac{1}{2}mv_1^2 - mgR = -\mu mgR$$

この式から  $v_1 = \sqrt{2gR(1-\mu)}$  となる。

(C) 正解:  $\frac{m}{M+m}\sqrt{2gR(1-\mu)}$

求める速さを  $V$  とすると、運動量保存則と(B)の結果より

$$mv_1 = mV + MV$$

$$\rightarrow V = \frac{mv_1}{m+M} = \frac{m}{M+m}\sqrt{2gR(1-\mu)}$$

となる。

(D) 正解:  $\frac{MR(1-\mu)}{M+m}$

求める高さを  $h$  とすると、力学的エネルギー保存則より

$$\frac{1}{2}mv_1^2 = \frac{1}{2}mV^2 + \frac{1}{2}MV^2 + mgh$$

となるので、(B)、(C)の結果を代入して計算すると  $h = \frac{MR(1-\mu)}{M+m}$  となる。

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: 1.  $\sqrt{2gh} \sin 2\theta$

衝突による力学的エネルギーの損失はないので衝突後の小球の速さを  $v$  とすると、力学的エネルギー保存則

$$\frac{1}{2}mv^2 = mgh$$

より、 $v = \sqrt{2gh}$  となる。衝突後に小球は水平から  $90^\circ - 2\theta$  の角度で跳ね返るので、衝突後の水平方向の速さは

$$\sqrt{2gh} \cos(90^\circ - 2\theta) = \sqrt{2gh} \sin 2\theta$$

となり、頂点 Q では水平方向の成分のみなのでこれが答えとなる。

(B) 正解: 5.  $h \cos^2 2\theta$

求める高さを  $h'$  とすると、力学的エネルギー保存則

$$mgh = mgh' + \frac{1}{2}m(\sqrt{2gh} \sin 2\theta)^2$$

より、 $h' = h - h \sin^2 2\theta = h \cos^2 2\theta$  となる。

(ii)

(C) 正解: 3.  $\sqrt{\frac{2eV}{m}}$

求める速さを  $v$  とすると、加速された電子は  $eV$  の運動エネルギーを持つので

$$\frac{1}{2}mv^2 = eV$$

より、 $v = \sqrt{\frac{2eV}{m}}$  となる。

(D) 正解: 5.  $\frac{1}{B}\sqrt{\frac{2mV}{e}}$

求める半径を  $R$  とすると、ローレンツ力が円運動の向心力となるので  $evB = \frac{mv^2}{R}$  であり、(C)の  $v$  を使うと

$$R = \frac{mv}{eB} = \frac{m}{eB}\sqrt{\frac{2eV}{m}} = \frac{1}{B}\sqrt{\frac{2mV}{e}}$$

となる。

(iii)

(E) 正解: 2.  $\frac{2}{3}L$

求める波長を  $\lambda$  とすると

$$\frac{3}{2}\lambda = L$$

より、 $\lambda = \frac{2}{3}L$  となる。

(F) 正解: 4.  $\frac{9Mg}{4L^2f^2}$

求める線密度を  $\rho$  とすると、弦を伝わる波の速さは  $\sqrt{\frac{Mg}{\rho}}$  なので、

(E)の  $\lambda$  を使って

$$\sqrt{\frac{Mg}{\rho}} = f\lambda = \frac{2}{3}Lf \rightarrow \rho = \frac{9Mg}{4L^2f^2}$$

となる。

2. (配点 24 点)

(A) 正解: 4. 0.75 mA

スイッチを閉じた直後は帯電していないコンデンサーは導線とみなすことができるので全体の合成抵抗を  $R$  とすると

$$R = \frac{5.0 \times 20}{5.0 + 20} + 4.0 = 8.0 \text{ k}\Omega$$

である。求める電流を  $I$  とすると、 $I$  は合成抵抗を流れる電流と等しいので

$$I = \frac{6.0 \text{ V}}{8.0 \text{ k}\Omega} = 0.75 \text{ mA}$$

となる。

(B) 正解：1. 0.25 mA

スイッチを閉じてじゅうぶん時間が経過したときはコンデンサーにつながる導線に電流は流れず、電流は  $20 \text{ k}\Omega$  と  $4.0 \text{ k}\Omega$  の抵抗を通るので、求める電流は

$$\frac{6.0 \text{ V}}{20 \text{ k}\Omega + 4.0 \text{ k}\Omega} = 0.25 \text{ mA}$$

となる。

(C) 正解：5.  $5.0 \times 10^{-5} \text{ C}$

(B)のとき、 $20 \text{ k}\Omega$  の抵抗にかかっている電圧  $20 \text{ k}\Omega \times 0.25 \text{ mA} = 5.0 \text{ V}$  と同じ大きさの電圧がコンデンサーにかかっているため、求める電気量は

$$10 \mu\text{F} \times 5.0 \text{ V} = 5.0 \times 10^{-5} \text{ C}$$

となる。

(D) 正解：2.  $2.5 \times 10^{-5} \text{ J}$

コンデンサーに蓄えられているエネルギーのうち、抵抗比の  $\frac{5.0 \text{ k}\Omega}{5.0 \text{ k}\Omega + 20 \text{ k}\Omega} = \frac{1}{5}$  が  $5.0 \text{ k}\Omega$  の抵抗で発生するジュール熱となるので、求めるジュール熱は

$$\frac{1}{2} \times 10 \mu\text{F} \times (5.0 \text{ V})^2 \times \frac{1}{5} = 2.5 \times 10^{-5} \text{ J}$$

となる。

3. (配点 40 点)

(A) 正解：速さ  $\sqrt{2gh}$ 、張力  $mg\left(1 + \frac{2h}{L}\right)$

求める速さを  $v$  とすると、力学的エネルギー保存則より

$$mgh = \frac{1}{2}mv^2 \rightarrow v = \sqrt{2gh}$$

となる。張力を  $T$  とすると、向心力が張力と重力の和となるので

$$\frac{mv^2}{L} = T - mg \rightarrow T = mg\left(1 + \frac{2h}{L}\right)$$

となる。

(B) 正解： $\frac{2}{3}\sqrt{2gh}$

求める速さを  $V$ 、P の衝突後の速度を  $v'$  とすると、運動量保存則と跳ね返り係数の式

$$mv = mv' + 2mV, \quad -\frac{V - v'}{0 - v} = 1$$

より、 $V = \frac{2}{3}v = \frac{2}{3}\sqrt{2gh}$  となる。

(C) 正解： $\frac{1}{9}h$

(B)の式から、衝突直後の P の速さは左向きに  $|v'| = \frac{1}{3}\sqrt{2gh}$  となる。

求める高さを  $h'$  とすると、力学的エネルギー保存則

$$\frac{1}{2}mv'^2 = mgh'$$

より、 $h' = \frac{1}{9}h$  となる。

(D) 正解： $\frac{\pi}{2}\sqrt{\frac{L}{g}}$

衝突後の P は長さ  $L$  の振り子の運動となるので、その周期は  $2\pi\sqrt{\frac{L}{g}}$  である。衝突後に初めて(C)の高さに到達するまでにかかる時間は周期の  $\frac{1}{4}$  なので

$$\frac{1}{4} \times 2\pi\sqrt{\frac{L}{g}} = \frac{\pi}{2}\sqrt{\frac{L}{g}}$$

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に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 (A)

$(v_0 \cos 60^\circ)^2$  の計算で  $v_0$  を 2 乗するのを忘れている人がかなりいました。自分の解答に各変数の単位を代入して、求める物理量の単位と同じ単位になるかを確認する習慣をつけておくと間違いを減らせます。また  $60^\circ$  ではなく問題にない  $\theta$  という変数を使って解答を書いていた人もいました。問題で与えられている変数で解答が表されているかも確認しましょう。

・ 1 日目問 3 (B)

最高点までの時間を計算してその 2 倍の時間を使って計算しようとして、最高点までの時間のままで距離を計算してしまい正解の半分の長さを答えてしまった人が多くいました。

・ 1 日目問 3 (C)

ルートの計算を間違えている人が多くいました。 $e$  や  $v_0$  を 2 乗するのを忘れたり、ルートの外に共通の係数を出す際に計算間違いをしたりしていました。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)

跳ね返った後の水平方向の速度に  $e$  をかけてしまっている人が多くいました。滑らかな水平面での跳ね返りでは水平方向の速度成分は変化しないことに注意してください。

・ 2 日目問 3 (A)

垂直抗力を  $mg$  にしている人が多くいました。円運動をしている物体には向心力がかかっています。この問題では垂直抗力と重力の差が向心力となっていて、垂直抗力は重力より大きくなります。今度ブランコでこいでいないときと、こいで円運動をしているときとで、最下点でブランコから受ける力の違いを確認してみてください。

・ 2 日目問 3 (C)(D)

運動量保存則と力学的エネルギー保存則を使う際に 2 つの物体が動いているにもかかわらず  $m$  または  $M$  のみで式を立てている人が目立ちました。

・ 3 日目問 3 (A)

2 日目問 3 (A) と同様に張力を重力とつりあっていると考えて  $mg$  としている人が多くいました。円運動をしているので向心力を考える必要があります。解答例のように式を出した上で  $h \ll L$  なので近似的に  $mg$  になるとした解答は正解にしていますが、この力で何を考えるかによって  $2h/L$  の項を無視してよいかが決まり、いつも無視していいわけではないので注意してください。

・ 3 日目問 3 (D)

放物運動のように解こうとしている人が多くいました。糸の張力が加わりますので放物運動とは異なります。振り子とみなせることに気づくと振り子の周期の式を使って解けますが、気づかないと難しい問題です。振り子の周期の式のルートの中の分子と分母を間違えている人もいました。迷ったら単位を考えてみましょう。

(4) 過去3年間の出題傾向

・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

・令和3年度入試

等加速度直線運動, 動摩擦力, 静止摩擦係数, 運動量保存則, 力学的エネルギー保存則, 相対運動, ひもの張力, 力のモーメント, 荷電粒子の運動, 電場の強さ, オームの法則, 抵抗の接続, 電気エネルギー, 抵抗で消費される電力, コンデンサーの直列接続と並列接続, コンデンサーに蓄えられる電荷, 静電エネルギー, 導体中の自由電子の運動と定常電流, 抵抗率, 理想気体の状態方程式, 気体のする仕事, 気柱の定在波, 屈折の法則, 屈折率

(5) 重要ポイント

記述式の問題では, 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  $\mu$  が判然としない解答がときどき見受けられます。疑わしくは罰せずの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:  $M, m, \mu$

識別が難しい書体例:  $\mathcal{M}, \mathcal{m}, \mu$

これ以外にも小文字の  $u$  (ユウ) と  $v$  (ヴイ), あるいは  $l$  (小文字のエル) と  $1$  (数字のイチ) も判別しにくいことで有名です。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つたりすると, 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読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。

(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。数学はじょ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多くあります。途中の問題で間違えるとその後の問題も間違えることとなりますので, 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)
4	2	3	1	1	4

(i)(a) 波が媒質1から媒質2に進むとき, 入射角  $i$  を変えると屈折角  $r$

も変化するが,  $\frac{\sin i}{\sin r}$  の値は一定に保たれる。

$$\frac{\sin i}{\sin r} = n_{12}$$

これを屈折の法則といい, 定数  $n_{12}$  を媒質1に対する媒質2の屈折率という。

媒質1, 2におけるそれぞれの波の速さを  $v_1, v_2$ , 波長を  $\lambda_1, \lambda_2$  とする。それぞれの媒質における振動数は, 波源の振動数と同じ  $f$  であることから, 屈折率  $n_{12}$  は次式であらわされる。

$$n_{12} = \frac{v_1}{v_2} = \frac{f\lambda_1}{f\lambda_2} = \frac{\lambda_1}{\lambda_2}$$

これを用いて  $n_{12} = \frac{4.2}{3.5} = 1.2$  とする。(答) 4

(b) (a)より  $n_{12} = \frac{30}{v_2} = 1.2$  とするので,  $v_2 = \frac{30}{1.2} = 25$  (m/s)

となる。(答) 2

(ii)(c) 質量  $m$  の気体分子が壁に垂直に速度  $v_x$  で弾性衝突すると, 分子の運動量の変化は

$$mv' - mv = -mv_x - mv_x = -2mv_x \text{ (kg}\cdot\text{m/s)} \text{ となる。}$$

物体の運動量の変化は物体が受けた力積  $F\Delta t$  に等しいので,

$$mv' - mv = F\Delta t$$

より, 壁が受ける力積はこの反作用なので  $2mv_x$  (kg・m/s) となる。

(答) 3

(d) 幅が  $L$  の容器の中で気体分子は  $t$ (s) 間に  $\frac{v_x t}{2L}$  回衝突する。1回

の衝突で, 壁は分子から  $2mv_x$  の力積を受けるので, 壁が  $t$ (s) 間に受ける力積は  $2mv_x \times \frac{v_x t}{2L} = \frac{mv_x^2 t}{L}$  となる。

壁が1個の分子から平均的に  $f$ (N) の力を受けているとすると,  $t$ (s) 間に1個の分子が壁に及ぼす力積は  $ft$ (N・s) と表すことができるので, この平均的な力  $f$  は  $\frac{mv_x^2}{L}$  と表される。

さらに  $N$  個の分子から受ける力  $F'$  を考えると,  $F' = f_1 + f_2 + \dots + f_N$

であるから  $F' = \frac{mv_{1x}^2}{L} + \frac{mv_{2x}^2}{L} + \dots + \frac{mv_{Nx}^2}{L}$  となり,  $N$  個の分子の速度  $v_x$  の2乗の平均値を  $\overline{v_x^2}$  として  $\overline{v_x^2} = \frac{v_{1x}^2 + v_{2x}^2 + \dots + v_{Nx}^2}{N}$  よって

$$v_{1x}^2 + v_{2x}^2 + \dots + v_{Nx}^2 = N\overline{v_x^2} \text{ これを代入すると } F' = \frac{Nm\overline{v_x^2}}{L}$$

$$F' = \frac{Nm\overline{v_x^2}}{L}$$

圧力  $P$  は単位面積あたりに作用する力なので

$$P = \frac{F'}{L^2} = \frac{Nm\overline{v_x^2}}{L^3} = \frac{Nm\overline{v_x^2}}{V}$$

さらに,  $\overline{v_x^2}$  と同様に  $\overline{v_y^2}, \overline{v_z^2}$ , そして分子の速さ  $v$  の二乗平均  $\overline{v^2}$  を考えると, これらの間には  $\overline{v^2} = \overline{v_x^2} + \overline{v_y^2} + \overline{v_z^2}$  の関係があり, 重力の影響を考えなければ, 分子の熱運動はどの向きも均等なので,  $\overline{v_x^2} = \overline{v_y^2} = \overline{v_z^2}$  とすることができる。よって,  $\overline{v^2} = 3\overline{v_x^2}$  となり,

$$P = \frac{Nm\overline{v^2}}{3V} \text{ となる。 (答) 1}$$

(iii)(e) 原子核の電荷を  $xe$  とする。等速円運動をしているので, 電子間のクーロン力を無視すると電子の受ける向心力の大きさは原子核からのクーロン力と等しい。

$$m \frac{v^2}{r} = k \frac{q^2}{r^2} = k \frac{xe^2}{r^2}$$

電子1個あたりの力学的エネルギー  $E$  は運動エネルギーと静電気力による位置エネルギーの和となるので

$$E = \frac{1}{2} mv^2 + \left( -k \frac{xe^2}{r} \right) = k \frac{xe^2}{r^2} \times \frac{r}{2} - k \frac{xe^2}{r} = -k \frac{xe^2}{2r}$$

量子条件  $mvr = n \frac{h}{2\pi}$  ( $n=1, 2, 3, \dots$ ) より,  $v = \frac{nh}{2\pi rm}$  を用いて

$r = \frac{n^2 h^2}{4\pi^2 kmxe^2}$  を得て, 力学的エネルギー

$$E = -kxe^2 \times \frac{1}{2} \times \frac{4\pi^2 kmxe^2}{n^2 h^2} = -\frac{2\pi^2 k^2 me^4}{n^2 h^2} x^2$$



となる。水素原子では  $x=1$  なので

$$E = -\frac{2\pi^2 m k^2 e^4}{n^2 h^2}$$

となる。(答) 1

(f) ヘリウム原子では  $x=2$  であり、電子が 2 個回っているので

$$E = -\frac{2\pi^2 k^2 m e^4}{n^2 h^2} 2^2 \times 2.$$

よって 8 倍。(答) 4

2. (配点 32 点)

(i) 等速円運動をしているので、物体の遠心力とばねの弾性力がつりあっている。

遠心力は  $M\frac{v^2}{R} = MR\omega^2$  ともとめられ、このときの角速度

$$\omega = \frac{30 \times 2\pi}{60} = \pi \text{ であるから、ばねの弾性力は } MR\pi^2 \text{ となる。 (答) 4}$$

(ii) バネの弾性力  $F = kx = k(R-r)$  が (i) と等しいので、

$$k(R-r) = MR\pi^2 \text{ よって } k = \frac{MR\pi^2}{R-r}$$

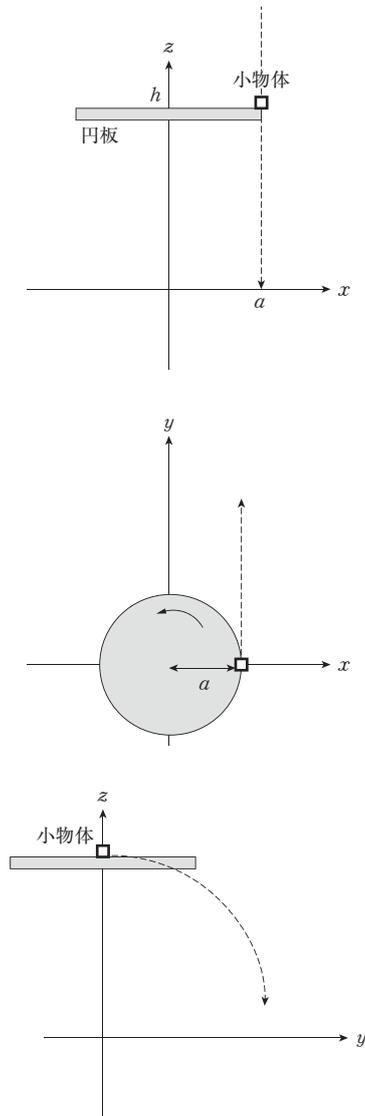
(答) 4

(iii) 飛び出す直前の遠心力と摩擦力のつりあい

$$Ma \times \left(\frac{30 \times 2\pi}{60}\right)^2 = Ma\pi^2 = \mu N = \mu Mg \text{ よって } \mu = \frac{a}{g} \pi^2$$

(答)  $\frac{a}{g} \pi^2$

(iv)



物体の持つ速度ベクトルは円周の接線方向で、大きさは  $v = \text{半径 } r \times \text{角速度 } \omega = a\pi$  となる。(i)より。

飛び出た後、 $z$  方向は等加速度直線運動(自由落下)をするが、 $xy$  面内

は等速直線運動をする。

小物体は  $x$  軸上から飛び出したので、出発地点の座標は  $(a, 0)$

$h$  の高さから自由落下し、 $z=0$  に達するまでの時間  $t$  は  $t = \sqrt{\frac{2h}{g}}$  なの

ので、 $xy$  面内を速度  $a\pi$  で  $y$  の正方向へ時間  $t$  等速に進む小物体の落

下地点の  $y$  座標は  $y = a\pi t = a\pi \sqrt{\frac{2h}{g}}$  となる。

(答)  $x$  座標:  $a$ ,  $y$  座標:  $a\pi \sqrt{\frac{2h}{g}}$

3. (配点 32 点)

(i) 磁束密度  $B$  の磁場に対して垂直に置かれた導線に大きさ  $I$  の電流が流れる。長さ  $a$  の導線が受ける力の大きさ  $F$  は  $F = BaI$  と表される。

(答) 3

(ii) この回路はひと巻きのコイルとみなせる。コイルを貫く磁場が時間的に変化すると、コイルに電流が生じる。この現象を電磁誘導といい、この電磁誘導によってコイルに生じる起電力を誘導起電力という。

この誘導起電力の大きさは磁束の単位時間当たりの変化の大きさ

$\left|\frac{\Delta\Phi}{\Delta t}\right|$  に等しい。ここで誘導起電力は  $V = -\frac{\Delta\Phi}{\Delta t}$  とあらわされ、磁束

$\Phi$  は磁束密度の大きさと断面積の積  $\Phi = BS$  で表される。

$$\text{よって } V = -\frac{\Delta\Phi}{\Delta t} = -\frac{B\Delta S}{\Delta t} = -\frac{B(a \times v\Delta t)}{\Delta t} = -Bav$$

$V$  の大きさ(絶対値)は  $Bav$

(答) 3

(iii) キルヒホッフの第二法則より導線が落下することによる誘導起電力を  $V_B$  とおくと

$$E = RI + V_B \text{ よって } I = \frac{E - V_B}{R} = \frac{E - (-Bav)}{R} = \frac{E + Bav}{R}$$

(答)  $\frac{E + Bav}{R}$

(iv) 導線は自由落下するので速度が鉛直下向きに増大し始める。その速度に比例して導線が磁場から受ける力が大きくなるので、十分時間がたつと、磁場から受ける力が重力とつりあう値まで大きくなり、それ以降、導線は等速で落下する。よって力のつり合い  $mg = BaI$

$$I = \frac{mg}{Ba}$$

(答)  $\frac{mg}{Ba}$

前期日程 5 日目 (2 月 5 日試験)

1. (配点 36 点)

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

(i)(a) 状態 A の温度を  $T_A$  とすると、 $n$  は理想気体のモル数、 $R$  は気体定数とすると単原子分子理想気体の状態方程式から  $3pV = nRT_A$  が成り立つので  $T_A = \frac{3pV}{nR}$  となる。

状態 A と B の間は等温変化であるから、状態 B の温度も

$$T_B = T_A = \frac{3pV}{nR} \text{ と書ける。}$$

図より状態 B の圧力は  $p$  であるから体積は  $3V$  となり、状態 C では状態 B と同じ体積で圧力は 3分の1になっているので

$$T_C = \frac{\left(\frac{1}{3}p\right) \times 3V}{nR} = \frac{pV}{nR} = \frac{1}{3}T_B$$

となる。(答) 2

(b) 状態 C から D は等温変化であるから、状態 D の温度は

$$T_D = T_C = \frac{pV}{nR} \text{ である。}$$

状態 D から A は定積変化なので、気体が吸収した熱量は内部エネルギー変化に等しい。

状態 A と D の内部エネルギーの差は、理想気体の内部エネルギーの

式を用いると

$$\Delta U = \frac{3}{2} nR(T_A - T_b) = \frac{3}{2} nR \left( \frac{3pV}{nR} - \frac{pV}{nR} \right) = 3pV$$

となる。(答) 5

- (ii)(c) 地球の表面における重力加速度を  $g$ , 地球の質量  $M$ , 人工衛星の質量  $m$  とおくと, 地表での万有引力と重力の関係から  $mg = G \frac{Mm}{R^2}$

が成り立ち,  $g = \frac{GM}{R^2}$  を得る。一方, 火星表面における重力加速度を  $g'$ , 火星の質量  $M'$ , 火星の半径  $r$  とおくと,  $g' = \frac{GM'}{r^2}$  が成り立ち,

$$\frac{G(0.1M)}{(0.5R)^2} = 0.4 \times \frac{GM}{R^2}$$

となる。(答) 2

- (d) 人工衛星は, 火星からの重力と火星の周りの回転運動による遠心力がつりあって周回運動をしているので  $mg' = m \frac{v^2}{r}$  が成り立つ。

$$\text{よって } v = \sqrt{g'r} = \sqrt{0.4g \times r} = \sqrt{\frac{2}{5}gr}$$

となる。(答) 3

- (iii)(e) 音源が停止しているとき, 時間  $t$  の間に音源から出る音の波長  $\lambda$  と音速  $V$ , 振動数  $f_0$  の間には  $\frac{Vt}{\lambda} = f_0 t$  という関係が成り立つ。

一方, 音源が速さ  $v$  で観測者に近づくと, 直接届く音の波長を  $\lambda'$  とすると, この関係は  $\frac{(V-v)t}{\lambda'} = f_0 t$  で与えられる。

従って  $\lambda' = \lambda - \frac{v}{f_0}$  となり, 音源の運動によって直接届く音の波長は短くなる。

これが音速  $V$  で伝わるので直接届く音の振動数を  $f'$  とおくと,

$$f' = \frac{V}{\lambda'} = \frac{Vf_0}{V-v}$$

一方で反射して届く音の振動数  $f''$  は, この  $f'$  の式で  $v$  を  $-v$  に置き換えれば得られ,  $f'' = \frac{Vf_0}{V+v}$  となる。

観測者には直接届く音と反射して届く音によるうなりが聞こえ, その周波数の大きさ  $f_b$  は二つの周波数の差分の絶対値により求まる。この場合は  $f'$  は周波数が高くなり,  $f''$  は周波数が低くなるので

$$f_b = f' - f'' = \frac{2vVf_0}{V^2 - v^2}$$

となる。(答) 1

- (f)  $f_b = \frac{2vVf_0}{V^2 - v^2}$  を  $v$  について解くと,  $v = \frac{V}{f_b} (-f_0 \pm \sqrt{f_0^2 + f_b^2})$  となる。

定義から  $v$  は音源の速さであり, これは正であるから,

$$v = \frac{V}{f_b} (-f_0 + \sqrt{f_0^2 + f_b^2})$$

が解となる。ここに  $V = 330 \text{ m/s}$ ,  $f_0 = 544 \text{ Hz}$ ,  $f_b = 33 \text{ Hz}$  を代入して  $\sqrt{544^2 + 33^2} = 545$  を使うと,

$v = 10 \text{ m/s}$

となる。(答) 4

## 2. (配点 32 点)

- (i) 点 A は投げ上げの始点と高さが等しいので, 「物体が元の高さに落下してきたとき, 水平方向の移動距離が  $l$  より大きい」という条件を求めることとなる。

小物体が最高点に達するまでにかかる時間は, 鉛直方向の速度成分を  $v_y$  とおくと鉛直投げ上げ運動より  $v_y = v_0 \sin \theta - gt$  となり, 最高点での鉛直方向の速度は 0 になるので  $0 = v_0 \sin \theta - gt$  よって

$$t = \frac{v_0 \sin \theta}{g}$$

よって元の高さまで落下するのにかかる時間は  $2t = \frac{2v_0 \sin \theta}{g}$  となる。

水平方向の速度成分を  $v_x$  とおくと, 等速度運動なので点 A の上側を通るためには  $v_x \times 2t > l$  でなければならない。

$$v_x \times 2t = v_0 \cos \theta \times \frac{2v_0 \sin \theta}{g} = \frac{2v_0^2 \sin \theta \cos \theta}{g}$$

三角関数の加法定理  $\sin(\alpha + \beta) = \sin \alpha \cos \beta + \cos \alpha \sin \beta$   $\alpha = \beta = \theta$   
 $\sin 2\theta = 2 \sin \theta \cos \theta$  より

$$\frac{2v_0^2 \sin \theta \cos \theta}{g} = \frac{v_0^2 \sin 2\theta}{g} > l \quad \text{よって } \sin 2\theta > \frac{gl}{v_0^2}$$

となる。(答) 2

- (ii) 鉛直方向の物体の運動は「基準点より投げ上げ,  $-h$  まで落下する」となるので鉛直投げ上げ運動の式  $y = y_0 + v_0 t - \frac{1}{2}gt^2$  に適切に値を代入し  $-h = v_0 \sin 30^\circ t - \frac{1}{2}gt^2$  となり  $-\frac{1}{2}gt^2 + \frac{1}{2}v_0 t + h = 0$  という二

次方程式の  $t$  を求める。解の公式より  $t = \frac{v_0 \pm \sqrt{v_0^2 + 8gh}}{2g}$  と解はふたつ出てくるが, 題意より値の大きい方 (和) が解答であることがわかる。(答) 1

- (iii) 水平方向の運動は等速度運動なので, 移動距離  $x = v_x t$  で求められる。

$$v_x = v_0 \cos \theta, \quad \theta = 30^\circ, \quad t = \frac{v_0 + \sqrt{v_0^2 + 8gh}}{2g}$$

をすべて式に代入し  $x = \frac{\sqrt{3}}{2} v_0 \times \frac{v_0 + \sqrt{v_0^2 + 8gh}}{2g} = \frac{\sqrt{3} v_0 (v_0 + \sqrt{v_0^2 + 8gh})}{4g}$  と求まるが, B 点までの距離  $l$  を差し引く必要がある。\*

- (i) より  $t = \frac{2v_0^2 \sin \theta \cos \theta}{g} = \frac{v_0^2 \sin 2\theta}{g} = \frac{\sqrt{3} v_0^2}{2g}$  を用いて求める距離は

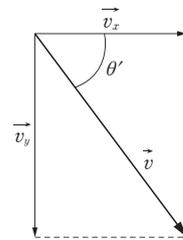
$$\frac{\sqrt{3} v_0 (v_0 + \sqrt{v_0^2 + 8gh})}{4g} - \frac{\sqrt{3} v_0^2}{2g} = \frac{\sqrt{3} v_0 (v_0 + \sqrt{v_0^2 + 8gh}) - 2\sqrt{3} v_0^2}{4g} = \frac{\sqrt{3} v_0 (\sqrt{v_0^2 + 8gh} - v_0)}{4g}$$

$$\text{(答)} \quad \frac{\sqrt{3} v_0 (\sqrt{v_0^2 + 8gh} - v_0)}{4g}$$

\* 距離ではなく, 点 B 上空に至るまでの時間を計算し, その時間を差し引いた値を用いて点 B 以降の距離を求めるという方法も正答としています。

- (iv) 図のように, 落下地点での水平方向, 鉛直方向の速度成分から

$$\sin \theta' = \frac{|\vec{v}_y|}{|\vec{v}|} = \frac{|\vec{v}_y|}{\sqrt{|\vec{v}_x|^2 + |\vec{v}_y|^2}}$$



$$v_x \text{ は一定の値で } \theta = 30^\circ \text{ なので } |\vec{v}_x| = v_0 \cos \theta = \frac{\sqrt{3}}{2} v_0$$

$$|\vec{v}_y| = |v_0 \sin \theta - gt| = \left| \frac{1}{2} v_0 - gt \right| \quad \text{(ii) より } t = \frac{v_0 + \sqrt{v_0^2 + 8gh}}{2g} \text{ を代入}$$

$$|\vec{v}_y| = \left| \frac{1}{2} v_0 - g \times \frac{v_0 + \sqrt{v_0^2 + 8gh}}{2g} \right| = \left| \frac{-v_0 - \sqrt{v_0^2 + 8gh}}{2} \right| = \frac{\sqrt{v_0^2 + 8gh}}{2} \text{ となるので,}$$

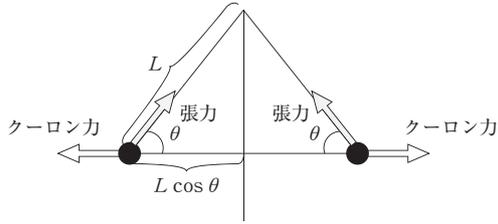
$$\sin \theta' = \frac{|\vec{v}_y|}{|\vec{v}|} = \frac{|\vec{v}_y|}{\sqrt{|\vec{v}_x|^2 + |\vec{v}_y|^2}} = \frac{\frac{\sqrt{v_0^2 + 8gh}}{2}}{\sqrt{\left(\frac{\sqrt{3}}{2} v_0\right)^2 + \left(\frac{\sqrt{v_0^2 + 8gh}}{2}\right)^2}}$$

$$= \frac{\frac{\sqrt{v_0^2 + 8gh}}{2}}{\frac{\sqrt{v_0^2 + 8gh}}{2}} = \frac{\sqrt{v_0^2 + 8gh}}{2\sqrt{v_0^2 + 2gh}} = \frac{\sqrt{v_0^2 + 8gh} \times \sqrt{v_0^2 + 2gh}}{2(v_0^2 + 2gh)} = \frac{\sqrt{v_0^4 + 10ghv_0^2 + 16g^2h^2}}{2(v_0^2 + 2gh)}$$

$$\text{となる。 (答)} \quad \frac{\sqrt{v_0^4 + 10ghv_0^2 + 16g^2h^2}}{2(v_0^2 + 2gh)}$$

## 3. (配点 32 点)

- (i) 張力の水平成分  $T \cos \theta$  とクーロン力のつりあいとなる。



(答) 4

(ii) (i)より  $q = \sqrt{T \cos \theta \times \frac{(2L \cos \theta)^2}{k}} = 2L \cos \theta \sqrt{\frac{T \cos \theta}{k}}$

小球は静止しているということは、鉛直成分も水平成分も力が釣り合っている。

よって鉛直成分の力のつり合い  $T \sin \theta - mg = 0$  より求まる

$T = \frac{mg}{\sin \theta}$  を  $q$  の式に代入して

$$q = 2L \cos \theta \sqrt{\frac{\frac{mg}{\sin \theta} \times \cos \theta}{k}} = 2L \cos \theta \sqrt{\frac{mg \tan \theta}{k}}$$

$$= 2L \cos \theta \sqrt{\frac{mg}{k \tan \theta}}$$

(答) 3

(iii) 電荷  $Q$  から距離  $r$  離れた地点の電位は無限遠点を基準として

$$V = k \frac{Q}{r} \text{ であるので}$$

右側にあった小球の電位  $V_1 = k \frac{q}{2L \cos \theta}$ .

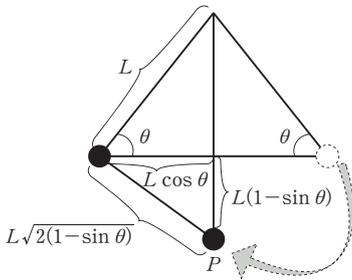
点Pにおける電位は、左側の小球から点Pまでの距離が図より、

$$\sqrt{(L \cos \theta)^2 + \{L(1 - \sin \theta)\}^2} = L\sqrt{2(1 - \sin \theta)}$$
 と求まるので

$$V_P = k \frac{q}{L\sqrt{2(1 - \sin \theta)}} \text{ となる。}$$

電位差は  $V_P - V_1 = k \frac{q}{L\sqrt{2(1 - \sin \theta)}} - k \frac{q}{2L \cos \theta}$

$$= \frac{kq}{L} \left( \frac{1}{\sqrt{2(1 - \sin \theta)}} - \frac{1}{2 \cos \theta} \right)$$



(答)  $\frac{kq}{L} \left( \frac{1}{\sqrt{2(1 - \sin \theta)}} - \frac{1}{2 \cos \theta} \right)$

\*  $q$  の値を(ii)で求めた値を代入している答案も正答としています。

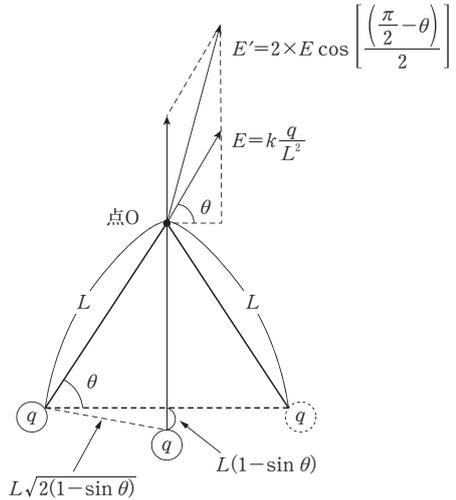
(iv) 二つの小球が点Oに作る電場は、それぞれ点Oからの距離が等しい

ので大きさは同じでそれぞれ  $E = k \frac{q}{L^2}$  となる。

よって合成電場の大きさは  $E' = 2 \times E \cos \left[ \frac{\left( \frac{\pi}{2} - \theta \right)}{2} \right]$

$\theta = 60^\circ = \pi/3$  と  $E$  をそれぞれ代入して

$$E' = 2 \times k \frac{q}{L^2} \times \cos \left[ \frac{\left( \frac{\pi}{2} - \frac{\pi}{3} \right)}{2} \right] = \frac{kq}{2L^2} (\sqrt{2} + \sqrt{6})$$



(答)  $\frac{kq}{2L^2} (\sqrt{2} + \sqrt{6})$

(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は力学、問題3は電磁気学の分野から選択問題と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えています。

(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は力学、問題3は電磁気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、基本をしっかりとし身につ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(ii)(d)を2とする誤答が目立ちました。(c)の正答率が高いので、根号の中の分数や小数などの取り扱いでうっかりした人が多かったのだと思います。

記述問題では、問題2の(iv)を  $\cos \theta'$  を求めてしまっている答案が非常に多かったです。よく読んでみると、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、「斜辺」と「他の一辺」の「他の一辺」を逆に用いている答案がほとんどでした。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が。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数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。どの式を持つてくるのか、ではなく、まず図の中に必要な情報をきちんと記入し、その後でどの数式を用いるべきか、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、弾性衝突、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、

物理

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

令和3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。

後期日程1日目(2月27日試験)

[解答例]

1. (配点36点)

(a)	(b)	(c)	(d)	(e)	(f)
3	5	3	3	1	2

(i)(a) 気体の内部エネルギー  $U$  は物質  $n$  (mol)、定積モル比熱  $C_V$  (J/(mol K))、温度  $T$  (K) とすると  $U=nC_V T$  で求められる。単原子分子の定積モル比熱  $\frac{3}{2}R$  を用いて  $U=\frac{3}{2}nRT$

そして気体の状態方程式  $pV=nRT$  より  $n$  を求めてもよいが、内部エネルギーは  $\frac{3}{2}pV$  で与えられるので  $\frac{3}{2} \times 5 \times 10^6 \times 5 = 3.75 \times 10^7$  (J) となる。

(答) 3

(b) 真空への断熱膨張では温度は変化しないので  $125^\circ\text{C}$  から変化しない。

(答) 5

(ii)(c) うなりとは、振動数(または周波数)がわずかに異なる2つの波が干渉して、振幅がゆっくり周期的に変わる合成波を生ずる現象で、各々の基本音の周波数の差に相当する回数だけ単位時間に音の強弱が聞かれる。よって、おんさの周波数を  $f_T$ 、スピーカーの周波数を  $f_S$  とおくと、うなりの1秒あたりの回数は  $N=|f_T-f_S|$  となるので、 $f_S$  の周波数は  $437\text{ Hz}$  もしくは  $443\text{ Hz}$  と見積もられるが、音源が近づいてくる場合、周波数は高くなるのだから、「周波数が高くなって  $440\text{ Hz}$  になる」ので、 $f_S$  は  $437\text{ Hz}$  とわかる。よって「音源が動く場合のドップラー効果の式」にこの値を代入して  $f'=\frac{V}{V-v}f$

$$=\frac{340}{340-v} \times 437 = 440 \quad \therefore v = 2.318182 \text{ m/s}$$

となる。(答) 3

(d) 観測者とスピーカーは同じ速度で移動しているので、観測者に対して  $f_S$  は変化せず  $f_S=437\text{ Hz}$  で、逆におんさに観測者が近づくので、観測者が受け取るおんさからの音の周波数は高くなる。「観測者が動く場合のドップラー効果の式」 $f'=\frac{V-v}{V}f$  より、観測者が近づく場合は  $v$  の値が負になることに注意し

$$f'=\frac{340+2.3}{340} \times 440 = 442.976 \text{ Hz} \quad N=|f_T'-f_S|=6 \text{ 回}$$

となる。(答) 3

(iii)(e) かごBが下がる方向へ加速度  $+a$  と取る。ひもの張力の大きさを  $T$  とすると、かごAについての運動方程式は  $ma=T-mg$ 。かごBについては  $2ma=2mg-T$  となり、連立して  $a=\frac{g}{3}$  となる。

(答) 1

(f) 求める力の大きさを  $R$  とすると、かごBに載っている「上のおもり」についての運動方程式は  $ma=-R+mg$  となり

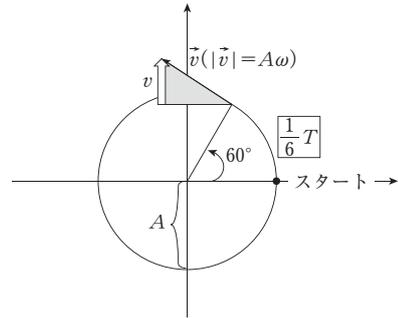
$$R=m(g-a)=m\left(g-\frac{g}{3}\right)=\frac{2}{3}mg \text{ となる。 (答) 2}$$

2.

(i) 変位が  $y(t)=A \sin \omega t$  なので、 $t=0$  のとき  $y=0$

この振動の周期を  $T$  とおくと、 $\frac{1}{6}T$  後(位相  $\frac{\pi}{3}(60^\circ)$ )の  $y$  座標は図より、 $A \sin 60^\circ = \frac{\sqrt{3}}{2}A$  となる。

(答) 3



(ii) 振動の速度は、図の回転運動の速度ベクトルの  $y$  成分となる。

半径  $A$  の円で等速運動している物体の角速度  $\omega$  と物体の速度  $v$  の関係は  $v=A\omega$ 。

$\frac{1}{6}T$  後の速度ベクトルは図の向きになり、 $y$  軸への正射影は  $A\omega \sin 30^\circ = \frac{1}{2}A\omega$  となる。

(答) 1

(iii) 角速度  $\omega$  と周期  $T$  との関係は  $\omega=\frac{2\pi}{T}$  なので変位の式は  $y(t)=A \sin \omega t=A \sin \frac{2\pi}{T}t$

$$A \sin \omega t = A \sin \frac{2\pi}{T}t$$

$t=\frac{1}{6}T$  のとき板の位置は正の領域にあるので(原点より上)、小球が自由落下し、衝突するまでの移動距離は  $h-y(t)$  となる。

$$t=\frac{1}{6}T \text{ のときの板の位置を } Y \text{ とおくと、} h-Y=\frac{1}{2}g\left(\frac{1}{6}T\right)^2 = \frac{1}{72}gT^2 \quad \therefore h=Y+\frac{1}{72}gT^2$$

$$\text{そして } Y\left(y=\frac{1}{6}T\right) \text{ は } Y=A \sin\left(\frac{2\pi}{T} \times \frac{1}{6}T\right) = A \sin \frac{1}{3}\pi = \frac{\sqrt{3}}{2}A$$

よって  $h=\frac{\sqrt{3}}{2}A+\frac{1}{72}gT^2$  となり、 $T=\frac{2\pi}{\omega}$  を代入して  $h=\frac{\sqrt{3}}{2}A+\frac{g\pi^2}{18\omega^2}$  となる。

$$\text{(答) } \frac{\sqrt{3}}{2}A+\frac{g\pi^2}{18\omega^2}$$

(iv) 問題文より「板は衝突の影響は受けずに振動し続ける」ので、衝突の前後で板の速度に変化はない。この板の速度を  $V$  とおく。小球は衝突後に上昇し、速度は変化するので、この小球の衝突直前直後の速度をそれぞれ  $v, v'$  とおくと反発係数は  $-\frac{v'-V}{v-V}$  となる。これが弾性衝突で反発係数は1になることから

$$1=-\frac{v'-V}{v-V} \quad \therefore v'=2V-v \quad (1)$$

ここで  $V$  は(i)より  $\frac{1}{2}A\omega$

$$v \text{ は自由落下の速度なので } v = -gt = -g \times \frac{1}{6}T = -\frac{1}{6}gT$$

それぞれ式(1)に代入すると  $v' = A\omega + \frac{1}{6}gT$  となり、 $T = \frac{2\pi}{\omega}$  を代入し

$$v' = A\omega + \frac{g\pi}{3\omega} \left( = \frac{3A\omega^2 + g\pi}{3\omega} \right)$$

(答)  $A\omega + \frac{g\pi}{3\omega}$

3.

(i)(ii) スイッチを A 側につないだあとの回路図を描きなおいし、図のように電流を  $I_1, I_2, I_3$ , そして電位差を  $V_1, V_2$  おく。

キルヒホッフの第 1 法則, 第 2 法則より

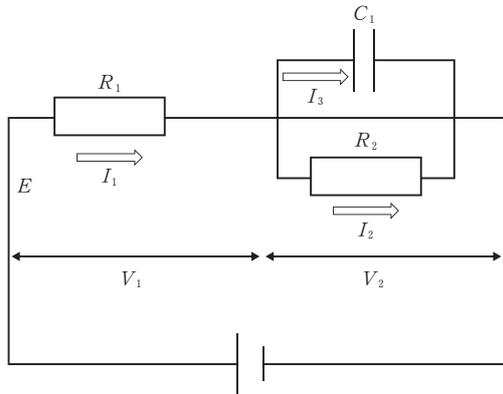
$$I_1 = I_2 + I_3 \quad (1) \quad E = V_1 + V_2 = R_1 I_1 + R_2 I_2 \quad (2)$$

スイッチをつないだ直後はコンデンサーに電気は蓄えられていないので電位差が 0 となり, 並列に接続された  $R_2$  両端の電位差も 0 となる。

オームの法則より  $I_2 = \frac{V_2}{R_2} = \frac{0}{45} = 0 \text{ A}$  \*よって式(1)は  $I_1 = I_3$  となる。

また式(2)より  $12 = 15 \times I_1 + 45 \times I_2$   $I_1 = 0.8 \text{ A}$  となる。

(答) (i) 3, (ii) 1



(iii)  $C_1$  の充電が完了しているので  $C_1$  にはもう電流は流れない。 $I_3 = 0$  よってキルヒホッフの法則より  $I_1 = I_2$ ,  $E = R_1 I_1 + R_2 I_2 = (15 + 45) \times I_1 = 12$   $I_1 = 0.2 \text{ A}$

$V_1 = R_1 \times I_1 = 15 \times 0.2 = 3 \text{ V}$   $V_2 = R_2 \times I_2 = 45 \times 0.2 = 9 \text{ V}$  ( $3 + 9 = 12 \text{ V}$  である)

図よりコンデンサーの両端の電位差も  $V_2 = 9 \text{ V}$  なので静電エネルギー  $U$  は

$$U = \frac{1}{2} C_1 V_2^2 = \frac{1}{2} \times 1 \times 10^{-6} \times 9^2 = 40.5 \times 10^{-6} \text{ J}$$

となる。(答)  $4.1 \times 10^{-5} \text{ J}$

(iv) スイッチを B 側につなぐと, 図のようにふたつのコンデンサーの電位差は等しい。この電位差を  $V$  とおく。

また, 回路は電源から切り離されるので, 二つのコンデンサーに蓄えられる電気量は(iii)の  $C_1$  にたまっている量から変化しない。その値を  $Q_1$  とすると

$$Q_1 = C_1 V_2 = 1 \times 10^{-6} \times 9 = 9 \times 10^{-6} \text{ C}$$

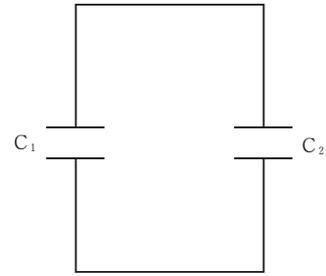
スイッチを B 側に倒した後の  $C_1, C_2$  それぞれの電気量を  $q_1, q_2$  とすると

$q_1 = C_1 V$   $q_2 = C_2 V$  として  $Q_1 = q_1 + q_2$  なので

$$Q_1 = C_1 V + C_2 V = (C_1 + C_2) V = (1.0 \times 10^{-6} + 2.0 \times 10^{-6}) \times V = 3.0 \times 10^{-6} \times V = 9.0 \times 10^{-6} \quad \therefore V = 3 \text{ V}$$

よって  $q_2 = 2.0 \times 10^{-6} \times 3 = 6.0 \times 10^{-6} \text{ C}$  となる。

(答)  $6.0 \times 10^{-6} \text{ C}$



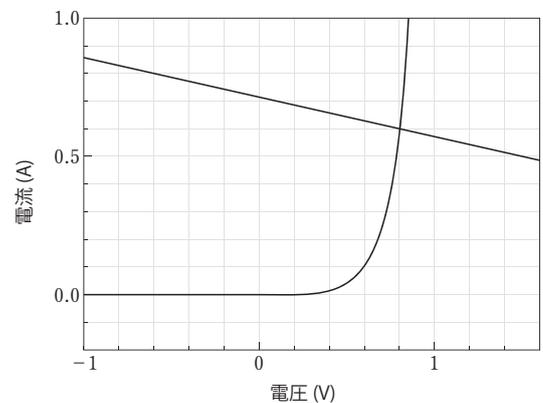
### 後期日程 2 日目 (2 月 28 日試験)

1. (配点 36 点)

(a)	(b)	(c)	(d)	(e)	(f)
1	4	4	5	4	3

(i)(a) 半導体ダイオードには, 一方向に向けて電流を流しやすいという性質があり, これを整流作用という。図のグラフより, 逆方向電圧のとき, 電流は流れず, 順方向電圧を加えると急激に流れるので, スイッチ S が A 側に入っているときはダイオードの逆方向に電池が接続されるので, 回路に電流は流れない。

(答) 1



(b) スイッチ S が B 側に入っているときはダイオードの順方向に電池が接続されるので, 回路に電流が流れる。このときダイオードの両端にかかる電圧を  $V$  とおくと, キルヒホッフの法則より  $V + 7.0I = 5.0$  となる。

この関係をダイオードの特性グラフに描き加えると上図の直線になるので, 2 つのグラフの交点より回路を流れる電流は  $0.6 \text{ A}$  となる。

(答) 4

(ii)(c) 凸レンズの焦点の内側の物体から出た光は, 凸レンズを通過した後も集まらずに広がるので実像はできないが, レンズの後方からはレンズの前方に拡大された物体があるかのように見える。このように, 実際に光が集まっていない像を虚像という。

凸レンズの焦点距離を  $f$ , 凸レンズから物体までの距離を  $a$ , 虚像までの距離を  $b$  とすると, これらの間には,  $\frac{1}{a} - \frac{1}{b} = \frac{1}{f}$  の関係があるので,  $f = 100 \text{ mm}$ ,  $a = 60 \text{ mm}$  を代入すると,  $b = 150 \text{ mm}$  を得る。(答) 4

(d) 像の倍率  $m$  については,  $m = \frac{b}{a}$  の関係があるので,  $a = 60 \text{ mm}$ ,  $b = 150 \text{ mm}$  を代入すると  $m = 2.5$  を得る。

(答) 5

(iii)(e) 重心から A までの距離を  $L_A$ , B までの距離を  $L_B$  とおき, 重心の周りの重力のモーメントの釣り合いを考えると  $m_A g L_A - m_B g L_B = 0$  すなわち  $m_A L_A = m_B L_B$  となるので, 重心の位置は棒の長さを質量の逆数の比  $\frac{1}{m_A} : \frac{1}{m_B}$  に内分する点であることがわかる。 $m_A =$

2.4 kg,  $m_B=3.6$  kg なので,  $L_A=80 \times \frac{3.6}{2.4+3.6}=48$  cm となる。

(答) 4

(f) 棒の中心のまわりの重力のモーメントをそれぞれ計算すると

$$A: m_A g L_A = 2.4 \times 9.8 \times 0.4 = 9.408 \text{ N}\cdot\text{m}$$

$$B: m_B g L_B = 3.6 \times 9.8 \times 0.4 = 14.112 \text{ N}\cdot\text{m}$$

A は反時計回り, B は時計回りなので和は  $9.408 - 14.112 = -4.704 \text{ N}\cdot\text{m}$  となる。

(答) 3

2.

(i) 運動量保存則より, はじめ静止していた二つの物体が, 手を離れた後に動き始めるので物体の運動方向に注意して,  $0 = mv + (-MV)$

$$v = \frac{M}{m} V \text{ となる。}$$

(答) 2

(ii) 摩擦がない滑らかな水平面での運動なので, 力学的エネルギー保存則を用いて,  $\frac{1}{2} k L^2 = \frac{1}{2} m v^2 + \frac{1}{2} M V^2$   $L = \sqrt{\frac{m v^2 + M V^2}{k}}$  となる。

(答) 1

(iii) 衝突前の Q の速さを  $v$ , R の速さが  $v_R$  なので, 衝突後のそれぞれの速度を  $v'$ ,  $v'_R$  とおく。

$$\text{反発係数 } 0.5 = -\frac{v' - v'_R}{v - v_R} \quad (1), \text{ また運動量保存則より } m v + m v_R = m v' + m v'_R \quad (2)$$

この2式を連立して  $v'_R$  を求める。  $v'_R = \frac{3}{4} v + \frac{1}{4} v_R (>0)$  となる。

$$\text{(答) } \frac{3}{4} v + \frac{1}{4} v_R$$

(iv)

高さの基準点を「曲面から離れる点」とする。

これは, 滑らかな円弧状の曲面を中心角  $\theta$  傾いた点であり, このときの R の速度を  $v_{RR}$  とおく。

力学的エネルギー保存則は

$$\frac{1}{2} m v_{RR}^2 = \frac{1}{2} m v'_R{}^2 + mgr(1 - \cos \theta) \quad (1)$$

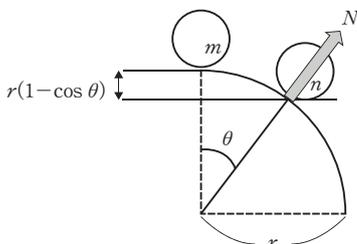
また, この点までは R は曲面を滑って移動しているので円運動の一部

であり, このときの向心力は  $F = ma = m \frac{v_{RR}^2}{r}$  となる。また, その地点での垂直抗力を  $N$  とするとこの向心力は  $m \frac{v_{RR}^2}{r} = mg \cos \theta - N$  (2)

とも書けるので, 式(1)と(2)を連立して  $N = 3mg \cos \theta - \frac{m}{r} v_{RR}^2 - 2mg$

を得る。曲面と離れるときに  $N=0$  となるので上式に  $N=0$  を代入して  $\cos \theta = \frac{v_{RR}^2}{3gr} + \frac{2}{3}$  となる。

$$\text{(答) } \frac{v_{RR}^2}{3gr} + \frac{2}{3}$$



3.

(i) 長さが  $a$  の電流  $J$  が磁束密度  $B$  の磁場から受ける力の大きさはそれぞれの向きが直交しているので  $F = JBa$  となる。また, この磁場は,

コイルから  $2a$  離れた直線電流  $I$  により作られるので, 磁束密度の大きさは  $B = \frac{\mu_0 I}{2\pi \times 2a} = \frac{\mu_0 I}{4\pi a}$  とあらわされる。

よって,  $F = Ja \times \frac{\mu_0 I}{4\pi a} = \frac{\mu_0 JI}{4\pi}$  (向きは  $-x$  方向) となる。

(答) 5

(ii) コイルの残りの3つの部分が受ける力をそれぞれ求めると, まず AD と BC は長さが等しく平行で, 流れる電流の向きが反対なので, 受ける力の大きさは等しく向きが反対であり, 打ち消しあってゼロになってしまう。CD は AB と長さが等しく平行で, 流れる電流の向きが反対ではあるが, 磁場を作る電流からの距離が違うので, 打ち消しあわない。電流から  $3a$  離れたところ (CD 部分) に作られる磁束密度は

$$B = \frac{\mu_0 I}{2\pi \times 3a} = \frac{\mu_0 I}{6\pi a} \text{ となり, 受ける力の大きさは } F = Ja \times \frac{\mu_0 I}{6\pi a} = \frac{\mu_0 JI}{6\pi} \text{ となる。この力の向きは } +x \text{ 方向なので, コイル全体が受ける}$$

力は  $\frac{\mu_0 JI}{6\pi} - \frac{\mu_0 JI}{4\pi} = -\frac{\mu_0 JI}{12\pi}$  となる。

(答) よって, 大きさ  $\frac{\mu_0 JI}{12\pi}$  向き  $-x$  方向。

(iii) コイルの中を通る磁束  $\Phi$  は電流  $I$  に比例する。電流の変化  $\Delta I$  に対する磁束の変化量を  $\Delta \Phi$  とおくと  $\Delta \Phi = \Phi_0 \frac{\Delta I}{I}$  となる。

磁束の変化によりコイルに誘導起電力  $V$  が生じ, その値は  $V = -\Delta \Phi$

なので, コイルに流れる電流の変化は  $\frac{V}{R} = \frac{1}{R} \left( -\Phi_0 \frac{\Delta I}{I} \right) = -\Phi_0 \frac{\Delta I}{RI}$  となる。

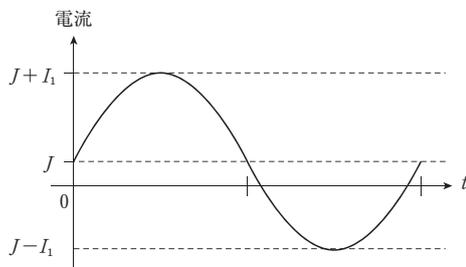
$$\text{(答) } \left| -\Phi_0 \frac{\Delta I}{RI} \right| = \Phi_0 \frac{\Delta I}{RI}$$

(iv) 磁束の変化をつくる電流が  $I = I_0 \cos(2\pi ft)$  なので, 発生する誘導起電力は, 振幅を  $V_1$  とおくと  $V_1 \sin(2\pi ft)$  となる。自己インダクタンスがゼロなので, 誘導電流は振幅を  $I_1$  とおくと  $I = I_1 \sin(2\pi ft)$  となる。

コイルに流れるすべての電流は元から流れている  $J$  を足し,  $J + I_1 \sin(2\pi ft)$  となる。

\* $z$  軸を流れる電流がつくる磁場は(ii)と同様に,  $z$  軸からの距離によって変化する。よってコイルに流れる誘導電流の値も複雑な計算を要する。しかし今回はそこまでの解答は要求せず, 振幅を  $I_1$  と定め, 時間変化を問うこととした。もちろん  $I_1$  を計算した解答も正答としている。

(答)



(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えています。問題2は力学, 問題3は電磁気学の分野から選択問題と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えています。

(2) ここがポイント

問題1の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は力学, 問題3は電磁気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つ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(i)(a)(b)ともにさまざまな解答が出ました。半導体ダイオードには特徴的な現象があり, 入試問題でも出されやすい分野ではあるのですが, とりこぼしてしまった受験生が多かったようです。

記述問題では, 問題2の(iv)において, 「滑らかな円弧状の曲面」から離れる瞬間の R の速度を  $v_R$  として計算してしまっている解答が多かった

です。おそらく円弧状なので等速円運動と混同したためと思われるが、この時点でRは「滑り落ち」しているため、速度は変化します。そのため力学的エネルギー保存則を用いて求めなければいけないのですが、その計算が抜けていました。これは落ちていて図に必要な値を記入して解いていけば防げた間違いだったはず。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数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、その後でどの数式を用いるべきか、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。

(4) 過去3年間の出題傾向

・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、気体分子の熱運動、運動方程式、単振動、直流回路、レンズ、力のモーメント、運動量保存則、力学的エネルギー、電流が磁場から受ける力、コイル

・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、弾性衝突、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

・令和3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) 正解：4.  $\frac{v_0^2 \sin^2 \theta}{2g} + h$

求める高さを  $h'$  とすると、頂点では水平方向の速度成分  $v_0 \cos \theta$  のみ持つので、力学的エネルギー保存則

$$mgh + \frac{1}{2}mv_0^2 = mgh' + \frac{1}{2}m(v_0 \cos \theta)^2$$

から、 $h' = \frac{v_0^2 \sin^2 \theta}{2g} + h$  となる。

(B) 正解：5.  $\sqrt{v_0^2 + 2gh}$

求める速さを  $v'$  とすると、力学的エネルギー保存則

$$mgh + \frac{1}{2}mv_0^2 = \frac{1}{2}mv'^2$$

から、 $v' = \sqrt{v_0^2 + 2gh}$  となる。

(ii)

(C) 正解：2.  $\frac{\pi\mu_0 n D^2 I}{4}$

ソレノイドが作る磁場の強さは  $H = nI$  であり、磁束  $\Phi$  は磁束密度と断面積の積で与えられるので、

$$\Phi = \mu_0 H \times \pi \left(\frac{D}{2}\right)^2 = \frac{\pi\mu_0 n D^2 I}{4}$$

となる。

(D) 正解：3.  $\frac{\pi\mu_0 n^2 D^2 s}{4}$

$\Phi = kI$ 、巻き数を  $N$  とすると、ソレノイドの自己インダクタンス  $L$

は  $L = kN$  となる。 $N = ns$ 、(C)より  $k = \frac{\pi\mu_0 n D^2}{4}$  なので

$$L = \frac{\pi\mu_0 n D^2}{4} \times ns = \frac{\pi\mu_0 n^2 D^2 s}{4}$$

となる。

(iii)

(E) 正解：5.  $\frac{f_2 - f_1}{f_2 + f_1} V$

音源の速さを  $v$ 、音源からの音の振動数を  $f$  とすると最小の振動数

$f_1 = \frac{V}{V+v} f$ 、最大の振動数  $f_2 = \frac{V}{V-v} f$  となるので、これらの式から

$$f_1(V+v) = f_2(V-v) \rightarrow v = \frac{f_2 - f_1}{f_2 + f_1} V$$

となる。

(F) 正解：3.  $\frac{2f_1 f_2}{f_1 + f_2}$

(E)の結果を  $f_2(V-v) = Vf$  の式に代入すると

$$f_2 \left( V - \frac{f_2 - f_1}{f_2 + f_1} V \right) = Vf \rightarrow f = \frac{2f_1 f_2}{f_1 + f_2}$$

となる。

2. (配点24点)

(A) 正解：2.  $\frac{mg \tan \theta}{BL}$

求める電流の大きさを  $I$  とすると、レールに平行な方向に対しての力のつりあいより

$$mg \sin \theta - IBL \cos \theta = 0$$

$$\rightarrow I = \frac{mg \sin \theta}{BL \cos \theta} = \frac{mg \tan \theta}{BL}$$

となる。

(B) 正解：5.  $\frac{mgR \tan \theta}{B^2 L^2 \cos \theta}$

求める速さを  $v$  とすると、磁場に垂直な速度成分  $v \cos \theta$  で生じる誘導起電力  $V$  は  $V = (v \cos \theta)BL$  であり、一方  $V = RI$  であるから、(A)の結果を用いると

$$(v \cos \theta)BL = R \frac{mg \tan \theta}{BL} \rightarrow v = \frac{mgR \tan \theta}{B^2 L^2 \cos \theta}$$

となる。

(C) 正解：3.  $\frac{mg}{\cos \theta}$

PQを流れる電流が受ける力のレールに垂直な成分は  $IBL \sin \theta$ 、重力のレールに垂直な成分は  $mg \cos \theta$  であるから、求める垂直抗力の大きさを  $N$  とすると、レールに垂直な方向に対しての力のつりあいより  $N - mg \cos \theta - IBL \sin \theta = 0$  となる。これに(A)の結果を用いると

$$N = mg \cos \theta + \frac{mg \tan \theta}{BL} BL \sin \theta$$

$$= mg(\cos \theta + \tan \theta \sin \theta) = \frac{mg}{\cos \theta}$$

となる。

(D) 正解: 1.  $\frac{m^2 g^2 R \tan^2 \theta}{B^2 L^2}$

求めるジュール熱は(A)の結果を使うと

$$RI^2 = R \left( \frac{mg \tan \theta}{BL} \right)^2 = \frac{m^2 g^2 R \tan^2 \theta}{B^2 L^2}$$

となる。

3. (配点 40 点)

(A) 正解:  $\frac{\mu}{2}$

張力を  $T$  とすると、各物体に関する力のつりあいの式

$$mg \sin \theta - T = 0, \quad mg \sin \theta + T - \mu mg \cos \theta = 0$$

から  $\tan \theta = \frac{\mu mg}{2mg} = \frac{\mu}{2}$  となる。

(B) 正解:  $\frac{\mu' mg \cos \theta}{2}$  または  $\frac{\mu' mg}{\sqrt{\mu'^2 + 4}}$

張力を  $T'$ 、加速度を  $a$  とすると、各物体に関する運動方程式

$$ma = mg \sin \theta - T'$$

$$ma = mg \sin \theta + T' - \mu' mg \cos \theta$$

から  $T' = \frac{\mu' mg \cos \theta}{2}$  となる。

または(A)より  $\tan \theta = \frac{\mu}{2}$  なので  $\cos \theta = \frac{1}{\sqrt{\tan^2 \theta + 1}} = \frac{2}{\sqrt{\mu^2 + 4}}$  とも表

せるので  $T' = \frac{\mu' mg}{\sqrt{\mu^2 + 4}}$  も正解となる。

(C) 正解:  $\frac{2v}{2g \sin \theta - \mu' g \cos \theta}$  または  $\frac{v\sqrt{\mu^2 + 4}}{g(\mu - \mu')}$

(B)の運動方程式から加速度  $a$  は

$$a = \frac{2g \sin \theta - \mu' g \cos \theta}{2}$$

となるので、求める時間を  $t$  とすると

$$t = \frac{v}{a} = \frac{2v}{2g \sin \theta - \mu' g \cos \theta}$$

となる。

または(A)より  $\tan \theta = \frac{\mu}{2}$  なので  $\sin \theta = \frac{\mu}{\sqrt{\mu^2 + 4}}$  とも表せるので

$$t = \frac{v\sqrt{\mu^2 + 4}}{g(\mu - \mu')}$$
 も正解となる。

(D) 正解:  $\mu' > \tan \theta$

動摩擦力が重力の斜面に平行な成分より大きければ減速するので

$$mg \sin \theta < \mu' mg \cos \theta$$

から  $\mu' > \tan \theta$  と求まる。

## 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) 正解 [5]

サリチル酸、安息香酸、マレイン酸がカルボキシ基をもつ物質となります。

(B) 正解 [4]

硫黄原子を含むタンパク質の水溶液に水酸化ナトリウム水溶液を加えて加熱後、酢酸鉛(II)水溶液を加えると PbS の「黒色沈殿」を生じます。

(C) 正解 [5]

ケイ素の単体は、ダイヤモンドと同様の構造をもつ「黒灰色」の結晶です。

(D) 正解 [1]

希硝酸に銅片を加えると、無色の一酸化窒素が発生します。四酸化二窒素と平衡状態をとるのは、二酸化窒素になります。

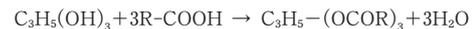
(E) 正解 [4]

二酸化炭素、水が非共有電子対をもつ分子・イオンとなります。

2. (配点 25 点)

(A) 正解 [3]

油脂はグリセリン ( $C_3H_5(OH)_3$ ) と 3 分子の脂肪酸  $R-COOH$  が脱水縮合反応により作られる化合物です。その反応式は、



と表されます。グリセリンの分子量は 92 なので油脂の分子量は、

$$92 + 3M - (3 \times 18) = 3M + 38$$

となります。

(B) 正解 [5]

質量パーセント濃度 0.90% の塩化ナトリウム水溶液の NaCl モル濃度は

$$9 \text{ g/L} \div 58.5 \text{ g/mol} = 0.1538 \text{ mol/L}$$

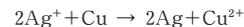
塩化ナトリウムは完全に電離しているため、溶液中の粒子(分子・イオン)のモル濃度は 0.3076 mol/L となります。生理食塩水と同じ浸透圧を示すグルコース水溶液を 1.0 L 調製するのに必要なグルコースは、0.3076 mol が必要となり、その質量は、

$$0.3076 \text{ mol} \times 180 \text{ g/mol} = 55.4 \text{ g}$$

となります。

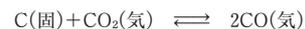
(C) 正解 [3]

硝酸銀水溶液と銅板の反応は以下の通りとなり、Ag が 2 mol 析出し、Cu が 1 mol 溶解します。



Cu が 1.00 mol 溶解した場合、金属板の質量は  $2 \times 108 - 63.5 = 152.5 \text{ g}$  だけ増加します。反応後に金属板の質量が 0.763 g 増加したことから、Cu が 0.00500 mol 溶解し、Ag が 0.0100 mol 析出したと計算できます。0.500 mol/L の硝酸銀水溶液 100 ml 中の硝酸銀は 0.0500 mol から 0.0100 mol 減少したことから反応後の硝酸銀水溶液の濃度は 0.40 mol/L となります。

(D) 正解 [2]



反応初期	$n$	$0$
平衡時	$n(1-\alpha)$	$2n\alpha$

$n(1-\alpha) : 2n\alpha = 2 : 1$  より、 $\alpha = 0.2$

平衡時の  $CO_2$  濃度は  $\frac{0.8n}{V}$  (mol/L)、CO 濃度は  $\frac{0.4n}{V}$  (mol/L) となります。

平衡定数は

$$K = \frac{[CO]^2}{[CO_2]} = \left( \frac{0.4n}{V} \right)^2 / \left( \frac{0.8n}{V} \right) = \frac{n}{5V} \text{ mol/L}$$

(E) 正解 [2]

メタンとエチレンの物質量を  $x$  mol と  $y$  mol とすると、

$$\text{二酸化炭素} : x + 2y = 704 \text{ mg} / 44 \text{ g/mol}$$

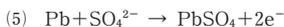
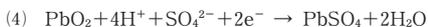
$$\text{水} : 2x + 2y = 324 \text{ mg} / 18 \text{ g/mol}$$

連立方程式を解くと、 $x = 0.20 \text{ mol}$ 、 $y = 0.70 \text{ mol}$  が得られ、

同温・同圧における気体の体積比 = 物質量の比より、メタン : エチレン = 2 : 7 となる。

3. (配点 25 点)

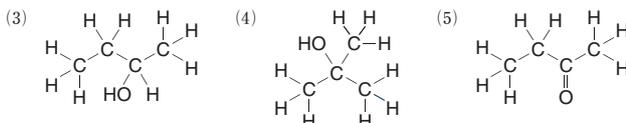
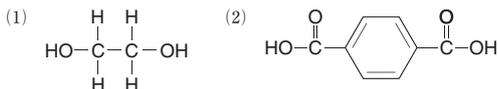
(1) 鉛蓄電池 (2)  $\text{PbO}_2$  (3)  $\text{Pb}$



(6) 硫酸鉛(II) (7) 1.2 (8) 1.8

(9) コバルト酸リチウム (10) ナトリウム (11) カリウム

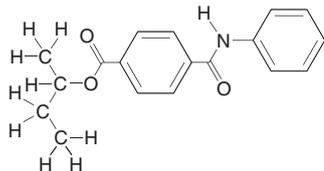
4. (配点 25 点)



(6) 窒素 (7) フェノール

(8) アニリン (9)  $\text{C}_{18}\text{H}_{19}\text{NO}_3$

(10) X (11)



<ここがポイント>

- A 有機化合物の分子構造について理解しておきましょう。  
B タンパク質の反応について理解しておきましょう。  
C ケイ素の特徴について理解しておきましょう。  
D 一酸化窒素の発生する反応について理解しておきましょう。  
E 分子構造について理解しておきましょう。
- A 油脂の分子量の求め方について理解しておきましょう。  
B 浸透圧の求め方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 化学平衡について理解しておきましょう。  
E 完全燃焼について理解しておきましょう。
- 二次電池に関する問題になります。鉛蓄電池は自動車用バッテリーとして広く使われている二次電池です。身近な電池として充放電に関する化学反応を理解しておくことは大事です。
- 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)、(C)、(D)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はコバルト酸リチウムを誤答するケースが散見されました。問題4は2の分子式の計算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付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

くする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。出題範囲が広いので、教科書をしっかりと読んで、基礎的な内容を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簡単になることが多々あります。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となります。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。

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) 正解 [2]

フマル酸とマレイン酸が異性体の関係にある物質の組み合わせとなります。

(B) 正解 [3]

アセチレンに酢酸を付加すると酢酸ビニルが生じます。

(C) 正解 [1]

アンモニアは、空気の主成分である窒素分子より分子量が小さいため、空気に比べ密度が低くなることから上方置換で捕集します。塩素は、窒素分子より分子量が大きいため、密度が高くなることから下方置換で捕集します。一酸化窒素は、窒素分子と分子量が近く、また水への溶解度も小さいことから水上置換で捕集します。

(D) 正解 [4]

一酸化炭素は還元剤として、酸化鉄などの還元に使われています。

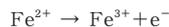
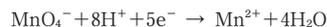
(E) 正解 [5]

フッ化銀は水に溶けます。

2. (配点 25 点)

(A) 正解 [1]

過マンガン酸イオンおよび鉄(II)イオンが酸化剤、還元剤としてそれぞれ反応するときのイオン反応式は以下の通りとなります。



以上のことから  $\text{FeSO}_4$  と  $\text{KMnO}_4$  とが過不足なく酸化還元反応するとき、それらの物質量の比は  $\text{FeSO}_4 : \text{KMnO}_4 = 5 : 1$  となります。

$$0.050 \text{ mol/L} \times 20 \text{ mL} : 0.020 \text{ mol/L} \times x \text{ mL} = 5 : 1$$

$$x = 10 \text{ mL}$$

となります。

(B) 正解 [3]

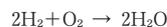
$$0.386 \text{ A} \times x \text{ s} = 0.12 \times 10^{-2} \text{ mol} \times 96500 \text{ C/mol}$$

$$x = 3000 \text{ s} = 50 \text{ min}$$

となります。

(C) 正解 [4]

メタンと水素の燃焼を表す化学反応式は、以下の通りとなります。



メタンと水素の体積をそれぞれ  $(100-x)$  [mL]、 $x$  [mL] とすると、反応式より、同温・同圧の状態ではメタン  $(100-x)$  [mL]、水素  $x$  [mL] を完全燃焼させるために要する酸素はそれぞれ、 $2 \times (100-x)$  [mL]、

$$\frac{1}{2} \times x \text{ [mL]}$$

これらを完全燃焼させるために要する同温・同圧における酸素の体積は 95 mL なので、

$$2(100-x)+(1/2)x=95$$

$x=70$  mL となります。

(D) 正解 [4]

$$0.71 \times 10^{-3} \times \frac{0.25}{1} \times \frac{4}{5} \times 28 \times 10^3 = 4.0 \text{ mg}$$

(E) 正解 [5]

リノール酸のみを含む油脂の化学式は  $(C_{17}H_{31}COO)_3C_3H_5$  で、分子量は 878 となります。

リノール酸には二重結合が 2 個あり、この油脂には 6 個の二重結合があります。

二重結合が 1 個あるとヨウ素が 1 個付加し、この油脂には 6 個のヨウ素が付加します。

ヨウ素価は、油脂 100 g に付加するヨウ素のグラム数を表すので、 $6 \times 127 \times 2 \times 100 / 878 = 174$  となります。

3. (配点 25 点)

(1) 緑 (青緑) (2) 二酸化炭素 (3) CuO

(4)  $2CuO + CO_2 + H_2O$

(5) 0.127 (6) 4

(7)  $2CuCl_2 + 3H_2O + CO_2$

(8) スルホ (9) ナトリウム (10) 0.04 (11) 0.10

4. (配点 25 点)

(1) アミノ (2) カルボキシ (3) キサントプロテイン

(4) 硫黄 (5) フェノール (6) 383

(7) さ (8) き (9) こ (10) か

#### <ここがポイント>

- A 有機分子の構造について理解しておきましょう。

B アセチレンの反応について理解しておきましょう。

C 気体の捕集法について理解しておきましょう。

D 一酸化炭素の特徴について理解しておきましょう。

E ハロゲンの性質について理解しておきましょう。
- A 酸化還元について理解しておきましょう。

B 電気分解について理解しておきましょう。

C 完全燃焼について理解しておきましょう。

D 溶解度について理解しておきましょう。

E 油脂のヨウ素価について理解しておきましょう。
- 銅に関する問題になります。銅の鉱物は顔料として古くから使われています。身近な材料に関する化学反応を理解しておくことは大事です。
- タンパク質に関する問題です。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(A)、(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 3 は計算ミスするケースが散見されました。問題 4 は構造式の見直し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つけていることが求められます。文章をしっかりと読み、計算ミスをなくする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。出題範囲が広いので、教科書をしっかりと読んで、基礎的な内容を理

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簡単になることが多々あります。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となります。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。

#### 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) 正解 [4]

2 ブタノールは不斉炭素原子をもちます。

(B) 正解 [5]

マルトース、ラクトースは還元性を示す二糖になります。グルコース、フルクトースは単糖となり、スクロースは二糖ですが還元性を示しません。

(C) 正解 [4]

鉄(II)イオンにチオシアン酸カリウム水溶液を加えても、反応は起こりません。3 価の鉄イオンとチオシアン酸イオンが反応すると、溶液が血赤色に変化します。

(D) 正解 [2]

アンモニア性硝酸銀水溶液にアルデヒド (R-CHO) を加えて加熱すると、銀イオンが還元されて銀の単体が生成し、鏡のようになります。この反応を銀鏡反応といいます。

(E) 正解 [3]

オゾンは淡青色で特異臭のある有毒な気体です。

2. (配点 25 点)

(A) 正解 [3]

(B) 正解 [1]

$$\begin{aligned} \alpha &= \sqrt{\frac{K_a}{c}} \\ &= \sqrt{\frac{2.7 \times 10^{-5}}{3.0 \times 10^{-2}}} \\ &= \sqrt{9.0 \times 10^{-4}} \\ &= 3.0 \times 10^{-2} \\ [H^+] &= c\alpha \\ &= 0.030 \text{ mol/L} \times 3.0 \times 10^{-2} \\ &= 9.0 \times 10^{-4} \text{ mol/L} \end{aligned}$$

となります。

(C) 正解 [1]

硝酸銀水溶液を白金電極で電気分解した際に陽極と陰極で起こる反応は

陽極:  $2H_2O \rightarrow O_2 + 4H^+ + 4e^-$

陰極:  $Ag^+ + e^- \rightarrow Ag$

陰極で起こる反応から銀が 4 mol 析出すると酸素が 1 mol 発生します。

陰極に析出した 3.24 g の銀は、0.0300 mol であることから陽極では 0.00750 mol の酸素が発生します。0 °C、 $1.013 \times 10^5$  Pa で 0.00750 mol の気体の体積は、

$$0.00750 \text{ mol} \times 22.4 \text{ L/mol} = 0.168 \text{ L}$$

(D) 正解 [1]

(E) 正解 [2]

3. (配点 25 点)

(1) 50 (2) 22.4 (3) 1

(4) 高い (5) 低い (6) シャルル

(7) 沸点 (8) 凝固点 (9) 気体

(10) H<sub>2</sub> (11) 24.9

4. (配点 25 点)

(1) 縮合 (2) ヒドロキシ (3) [C<sub>6</sub>H<sub>7</sub>O<sub>2</sub>(OCOCH<sub>3</sub>)<sub>3</sub>]<sub>n</sub>

(4) CH<sub>3</sub>COOH (5) アセテート

(6) [C<sub>6</sub>H<sub>7</sub>O<sub>2</sub>(OH)<sub>3-m</sub>(OCOCH<sub>3</sub>)<sub>m</sub>]<sub>n</sub>

(7) n(3-m) (8) 48.8 (9) 60.0 (10) 2.79

#### <ここがポイント>

- A 有機化合物の分子の構造について理解しておきましょう。  
B 糖類の構造や反応について理解しておきましょう。  
C 鉄や鉄イオンの反応について理解しておきましょう。  
D 硝酸銀水溶液の反応について理解しておきましょう。  
E 16 族元素の性質について理解しておきましょう。
- A 有機化合物の元素分析について理解しておきましょう。  
B 水素イオン濃度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 溶解度について理解しておきましょう。  
E 中和熱について理解しておきましょう。
- 気体に関する問題になります。気体は理想気体や実在気体として、化学反応に関与します。状態図や物質の三態に関し、基本的な事柄を理解しておくことは大事です。
- セルロースに関する問題です。セルロースと酢酸との反応や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)、(D)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 は計算ミスするケースが散見されました。問題 4 は酢化度の計算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つけていることが求められます。文章をしっかりと読み、計算ミスをなくする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。出題範囲が広いので、教科書をしっかりと読んで、基礎的な内容を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簡単になることが多々あります。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となります。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。

#### 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) 3

3 非共有電子対の数は、N<sub>2</sub>: 2 対、CO<sub>2</sub>: 4 対、H<sub>3</sub>O<sup>+</sup>: 1 対、NH<sub>4</sub><sup>+</sup>: 0 である。

(B) 4

透析ではなく再結晶が正しい。

(C) 1

セラミックスの知識を問う問題。光ファイバーとなるのは石英ガラスである。

(D) 5

アルカリマンガン乾電池の電解液は KOH 水溶液である。

(E) 1

不斉炭素原子 (4 種の異なる原子または原子団が結合している炭素) を持つのは CH<sub>3</sub>CH(OH)COOH である。

2. (配点 25 点)

(A) 4

完全燃焼の計算問題

生じた水の量より化合物中の水素の量を求めると、

$$9.0 \text{ mg} \times \frac{2.0}{18} = 1.0 \text{ mg}$$

となる。よって、もとの化合物には炭素原子が 4.8 mg 含まれている。完全燃焼によって、炭素原子 1 mol から二酸化炭素は 1 mol 生じるので、二酸化炭素の体積は、

$$\frac{4.8 \times 10^{-3}}{12} \times 22.4 \times 10^{-3} \approx 9.0 \text{ mL}$$

となる。

(B) 2

溶解度の計算問題

塩化カリウムを溶かした水の質量を  $x$  g とすると、溶解度は水 100 g に対して、飽和している溶質の量 [g] なので、

$$\frac{71.4}{x} = \frac{51.0}{100}$$

が成り立つ。よって、 $x=140$  g となる。この溶液を 20℃ に冷却したときに溶解している溶質の量は

$$34.0 \times \frac{140}{100} = 47.6 \text{ g}$$

したがって、析出する固体の質量は、

$$71.4 - 47.6 = 23.8 \text{ g}$$

となる。

(C) 2

反応速度の計算問題

反応速度式より [A] が 0.5 倍、[B] が 2 倍になると、 $v$  は  $0.5^2 \times 2 = 0.5$  (倍) となる。

(D) 5

金属と酸の反応 (イオン化傾向) の計算問題

亜鉛と塩酸の反応:  $\text{Zn} + 2\text{HCl} \rightarrow \text{ZnCl}_2 + \text{H}_2$

塩酸に溶解して水素を発生するのは亜鉛だけである。

Zn と HCl の反応は、Zn 1 mol あたり H<sub>2</sub> は 1 mol 発生するので、混合物中の Zn の物質量も 0.0040 mol である。

よって、混合物中の白金の質量は、

$$1.57 \text{ g} - (65.4 \text{ g/mol} \times 0.0040 \text{ mol}) \approx 1.31 \text{ g}$$

となる。

(E) 5

混合気体の組成の計算

気体 1 mol の体積は標準状態で 22.4 L である。よって混合気体の平均分子量は、

$$0.58 \text{ g/L} \times 22.4 \text{ L/mol} \approx 13 \text{ g/mol}$$

より 13 となる。

平均分子量は (各気体の分子量 × 存在比) の和であるから、ヘリウムの存在比を  $x$  とすると、

$$40(1-x) + 4x = 13$$

よって、 $x = \frac{3}{4}$  なので、ヘリウムはアルゴンの 3 倍存在する。

3. (配点 25 点)

問 1、問 2 : 各 2 点、問 3、問 4、問 5 : 各 5 点、問 6 : 6 点

問1 F<sub>2</sub>

問2 4

I<sub>2</sub>分子を真球とすると、面心立方格子構造と同一となる。単位格子の各頂点に8個、直方体の面の中心に2個配置される。単位格子当たりに含まれるヨウ素分子は4個分となる。

問3 4.8 g/cm<sup>3</sup>

Iの原子量は126.9、単位格子1個の質量はヨウ素原子8個分なので、

$$(126.9 \div 6.02 \times 10^{23}) \times 8 \text{ g で表される。}$$

単位格子の体積は

$$(5.0 \times 10^{-8}) \text{ cm} \times (7.0 \times 10^{-8}) \text{ cm} \times (10.0 \times 10^{-8}) \text{ cm で表される。}$$

密度 =  $\frac{\text{質量}}{\text{体積}}$  なので、上記の質量 [g] と体積 [cm<sup>3</sup>] を代入すると

$$\text{密度} \doteq 4.8 \text{ g/cm}^3 \text{ となる。}$$

問4 KI + I<sub>2</sub> → KI<sub>3</sub> (I<sub>2</sub> + I<sup>-</sup> → I<sub>3</sub><sup>-</sup>)

問5 F<sub>2</sub>, Cl<sub>2</sub>

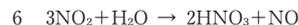
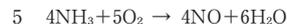
問6 HFは水素結合をつくるので最も沸点が高い (20文字)

4. (配点25点)

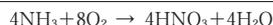
1~8 : 2点×8=16点, 問1~3 各3点×3=9点

1 四酸化三鉄(鉄) 2 ハーバー・ボッシュ法 (ハーバー法)

3 水蒸気 (水)



①の反応式+②の反応式×3+③の反応式×2より、



係数を4で割って、NH<sub>3</sub>+2O<sub>2</sub>→HNO<sub>3</sub>+H<sub>2</sub>O

8 オストワルド法 (オストワルド法)

問1. 「反応速度を高く (速く, 大きく) するため」 (11文字)

問2. (ア) c (1点)

(イ) 「気体はアンモニアで、水に溶けやすく空気より軽いため」 (25文字)

問3. アンモニアと硝酸の分子量: NH<sub>3</sub>=17.0, HNO<sub>3</sub>=63.0

1 molのアンモニアから1 molの硝酸ができるので、濃硝酸の体積をx(L)とおくと、

$$\frac{x \times 1.39 \times 1000 \times 0.63}{63.0} = \frac{1000}{17.0}, x = 4.23 \quad \text{答 } 4.2 \text{ L}$$

### 前期日程5日目 (2月5日試験)

1. 配点25点

(A) 3

いずれのイオンも少量の水酸化ナトリウム水溶液を添加すると水に溶けにくい水酸化物が生じる。このうち、Al<sup>3+</sup>, Zn<sup>2+</sup>, Pb<sup>2+</sup>の水酸化物は過剰な水酸化ナトリウムを加えると錯イオンを形成して溶解する。(Al<sup>3+</sup>, Zn<sup>2+</sup>, Pb<sup>2+</sup>が少量の水酸化ナトリウム水溶液で沈殿, 過剰量で溶解)

(B) 2

Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>は強酸と強塩基の塩であり水溶液は中性。NaHSO<sub>4</sub>を水に溶解するとHSO<sub>4</sub><sup>-</sup>が生じ、これからH<sup>+</sup>が解離するので酸性を示す。Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>は弱酸と強塩基の塩であり水溶液は塩基性を示す。NaHCO<sub>3</sub>はわずかに水に溶解し、加水分解により弱塩基性を示す。(塩の加水分解, NaHCO<sub>3</sub>水溶液の弱塩基性とNaHSO<sub>4</sub>水溶液の酸性の理由)

(C) 1

ルビーとサファイアはどちらも微量の重金属イオンを含むの結晶である。アルカリ金属は軽金属であるため1が誤り。(アルミニウムとそ

の化合物)

(D) 2

地殻中に質量パーセントでもっとも多く存在するのは酸素である。(ケイ素とその化合物)

(E) 2

リチウム電池は一次電池であるので2が誤り。二次電池であるのはリチウムイオン電池。(電池, 活物質, 実用電池)

2. 配点25点

(A) 1

80℃における硝酸ナトリウム飽和水溶液248gを20℃まで冷却すると

148-88=60gの硝酸ナトリウムが析出するから、これを用いた比例計算: 248:60=100:xより、24gを得る。

(B) 3

$$\text{a. } [\text{H}^+] = \frac{0.50 \times 10 \times 10^{-3}}{1.000} = 5.0 \times 10^{-3} \text{ mol/L}$$

$$\text{b. } [\text{H}^+] = 0.20 \times 0.010 = 2.0 \times 10^{-3} \text{ mol/L}$$

$$\text{c. } [\text{OH}^-] = 0.050 \times 2 = 0.10 = 1.0 \times 10^{-1} \text{ mol/L,}$$

$$[\text{H}^+] = \frac{1.0 \times 10^{-14}}{1.0 \times 10^{-1}} = 1.0 \times 10^{-13} \text{ mol/L}$$

$$\text{d. } [\text{OH}^-] = 0.10 \times 0.020 = 2.0 \times 10^{-3} \text{ mol/L,}$$

$$[\text{H}^+] = \frac{1.0 \times 10^{-14}}{2.0 \times 10^{-3}} = 5.0 \times 10^{-12} \text{ mol/L}$$

(C) 4

ボイルの法則より、窒素と水素の分圧は、

$$P_{\text{N}_2} = \frac{P_1 V_1}{V_2} = \frac{2.0 \times 10^5 \times 3.0}{5.0} = 1.2 \times 10^5 \text{ Pa}$$

$$P_{\text{H}_2} = \frac{P_1 V_1}{V_2} = \frac{1.0 \times 10^5 \times 2.0}{5.0} = 0.40 \times 10^5 \text{ Pa}$$

である。したがって、全圧は、P<sub>N<sub>2</sub></sub>+P<sub>H<sub>2</sub></sub>=1.6×10<sup>5</sup>Paと計算される。

(D) 3

ナフタレンの分子量は128であるから、2.56gのナフタレンは  $\frac{2.56}{128} = 0.0200 \text{ mol}$  と計算される。これを0.100kgのベンゼンに溶解

したのだから、この溶液の質量モル濃度は  $\frac{0.0200}{0.100} = 0.200 \text{ mol/kg}$  である。よって、凝固点降下度は  $5.0 \times 0.200 = 1.00 \text{ K}$  である。よって、凝固点は4.5℃となる。

(E) 2

$$(3)-(2) \times \frac{1}{2} - (1) \times \frac{3}{2} = 803 - 566 \times \frac{1}{2} - 484 \times \frac{3}{2} = -206 \text{ kJ}$$

3. (配点25点)

1~10:各1点, 問1:各4点×2=8点, 問2 3点

問3:各2点×2=4点

1. 透析 2. 半透膜 3. 黄 4. 白 5. 褐もしくは赤褐

6. ブラウン運動 7. 分子 8. ミセル 9. ゴル

10. ゲル

問1. (i) FeCl<sub>3</sub>+3H<sub>2</sub>O→Fe(OH)<sub>3</sub>+3HCl 4点

(ii) AgNO<sub>3</sub>+HCl→AgCl↓+HNO<sub>3</sub> 4点

問2. Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 3点

電気泳動で陰極側に移動するから、水酸化鉄(III)のコロイド粒子は正コロイドである。よって、Cl<sup>-</sup>, NO<sub>3</sub><sup>-</sup><SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>の順に凝集力が強くなる。

問3. (a) (イ), (カ) 2点

(b) (ア), (エ) 2点

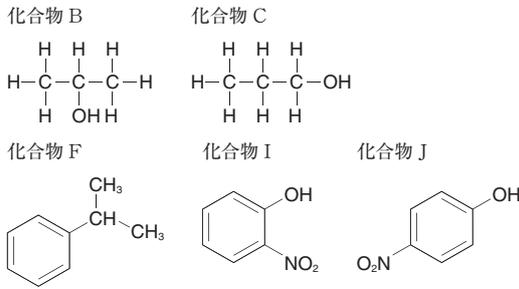
4. (配点25点)

1~3:各2点×3=6点, 問1. 各2点×5=10点,

問2, 3, 4 各2点×3=6点, 問5 3点

1:クメン法, 2:ニトロ化, 3:ポリプロピレン

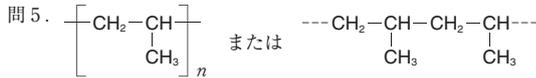
問1. 化合物IとJは入れ替わってもよい。



問 2. ピクリン酸または 2,4,6-トリニトロフェノール

問 3. 付加重合

問 4. 熱可塑性



後期日程 1 日目 (2 月 27 日試験)

[解答例と解説]

1. (配点 25 点)

(A) 正解(2)

リチウムの融点が最も高い (181 °C)

(B) 正解(5)

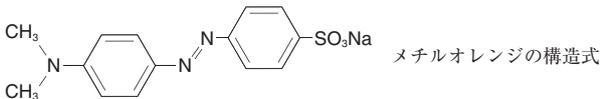
硫酸マグネシウムが最も水に溶けやすい, 他は全て水に溶けにくい。  
20 °C における水への溶解度は, 硫酸マグネシウムが 33.7 g/100 g 水,  
他は全て 0.01 g/100 g 水 未満である。

(C) 正解(2)

Ni と Al は不動態を生じる。

(D) 正解(5)

メチルオレンジのみアゾ基 (-N=N-) を持つ化合物である



(E) 正解(3)

フェノール類は塩化鉄(III)水溶液で呈色するが, アセチルサリチル酸  
にはベンゼン環を構成する炭素原子に結合するヒドロキシ基が存在し  
ない

2. (配点 25 点)

(A) 正解(1)

水 10 g は  $\frac{10}{18}$  mol であるので

0 °C の水を融解し, 0 °C から 100 °C に加熱し, 100 °C で全て蒸発させる  
のに必要な熱量は,

$$(6.0 + 41) \times \frac{10}{18} + 10 \times 4.2 \times 10^{-3} \times 100 = 30 \text{ kJ}$$

(B) 正解(2)

C<sub>4</sub>H<sub>10</sub>O の分子量は 74.0,

化学反応式は C<sub>4</sub>H<sub>10</sub>O + 6O<sub>2</sub> → 5H<sub>2</sub>O + 4CO<sub>2</sub>,

したがってジエチルエーテル 1 mol を完全燃焼するのに酸素は 6 mol  
必要である。

ジエチルエーテル  $\frac{7.40}{74.0}$  mol を完全燃焼するのに必要な酸素の標準状  
態における体積は

$$\frac{7.40}{74.0} \times 6 \times 22.4 = 13.4 \text{ L}$$

(C) 正解(2)

水溶液の pH が 3.0 なので [H<sup>+</sup>] = 10<sup>-3.0</sup> mol/L

酸の水溶液の濃度を x [mol/L] とする。中和点では

$$\frac{x \times 20.0}{1000} = \frac{0.0500 \times 14.8}{1000}$$

したがって x = 0.0370 mol/L

$$[\text{H}^+] = ca \text{ なので, } \alpha = \frac{[\text{H}^+]}{c} = \frac{1.0 \times 10^{-3}}{0.0370} = 0.027$$

(D) 正解(4)

理想気体の状態方程式 pV = nRT

また n [mol] は質量 w [g] とモル質量 M [g/mol] を用いて  $n = \frac{w}{M}$  と  
表すことができるので

$$pV = \frac{w}{M} RT, \quad M = \frac{wRT}{pV}$$

さらに密度 d [g/m<sup>3</sup>] は, 質量 w [g] と体積 V [m<sup>3</sup>] を用いて  $d = \frac{w}{V}$   
と表すことができるので

$$M = \frac{dRT}{p} = \frac{1.32 \times 10^3 \times 8.31 \times 400}{1.00 \times 10^5} = 43.8 \text{ g/mol}$$

(E) 正解(2)

15.7 % の希硫酸 (分子量 98.1) の密度は 1.10 g/cm<sup>3</sup> であることから  
15.7 % の希硫酸のモル濃度は, (1.10 × 1000 × 0.157) / 98.1 = 1.76 mol/L  
0.100 mol/L の希硫酸 1.00 L 中に含まれる硫酸は 0.100 mol なので,  
15.7 % の希硫酸 1000 × (0.100 / 1.76) = 56.8 mL を水で希釈して  
1.00 L にすれば良い。

3. (配点 25 点)

語句 2点 × 4 = 8 点, 問 1(2), 問 3 4点 × 2 = 8 点, 問 1(1), 問 2(1), (2)  
3点 × 3 = 9 点

1. 飽和溶液 (飽和水溶液) 2. 再結晶 3. 分圧

4. ヘンリーの法則

問 1

(1) 100 g の水に CuSO<sub>4</sub> は 40 g まで溶けるのでその飽和溶液の質量  
は 140 g

したがって飽和水溶液 210 g 中に CuSO<sub>4</sub> は 210 × (40 / 140) = 60 g 溶  
けている。 答 60 g

(2) 10 °C で CuSO<sub>4</sub> · 5H<sub>2</sub>O が x [g] 析出するとする。

10 °C における CuSO<sub>4</sub> の溶解度は 15 なので, 飽和水溶液  
100 + 15 = 115 g 中に CuSO<sub>4</sub> は 15 g 溶けている。

CuSO<sub>4</sub> · 5H<sub>2</sub>O が x [g] 析出後, 水溶液内に残っている CuSO<sub>4</sub> は  
 $\left( 60 - \frac{160}{250}x \right)$  [g]

$$\frac{\text{CuSO}_4 \text{ の質量}}{\text{水溶液の質量}} = \frac{60 - \frac{160}{250}x}{210 - x} = \frac{15}{115}$$

x = 63.99 g 答 64 g

問 2

(1) 酸素 (分子量 : 32) と窒素 (分子量 : 28) の物質量の比 (分圧の比)  
は,

$$3.0 \times 10^5 \times \frac{3.0}{5.0} : 2.0 \times 10^5 \times \frac{1.5}{5.0} = 9 : 3 = 3 : 1$$

よって平均分子量は,  $32 \times \frac{3}{4} + 28 \times \frac{1}{4} = 31$  答 31

(2) 27 °C における全圧は,  $3.0 \times 10^5 \times \frac{3.0}{5.0} + 2.0 \times 10^5 \times \frac{1.5}{5.0} = \frac{12}{5} \times 10^5$  (Pa)

77 °C にすると,  $\frac{12}{5} \times 10^5 \times \frac{350}{300} = 2.8 \times 10^5$  (Pa) 答 2.8 × 10<sup>5</sup> Pa

問 3 空気は窒素と酸素が物質量比 4 : 1 の混合物なので, 酸素分圧は  
全圧の  $\frac{1}{5}$

よって  $32 \times 1.4 \times 10^{-3} \times \frac{1}{5} \times 5.0 = 44.8 \times 10^{-3} \text{ g} = 44.8 \text{ mg}$

答 45 mg

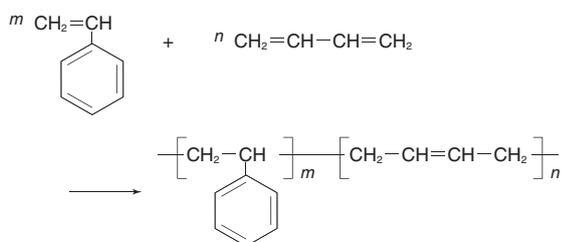
4. (配点 25 点)

語句 2点 × 5 = 10 点, 問 1, 問 3(1) : 3点 × 2 = 6 点, 問 1, 問 4 : 2  
点 × 2 = 4 点, 問 3(2) : 5 点

1 分子量, 2 縮合重合, 3 付加重合, 4 p-ジビニルベンゼン,

5 機能性高分子 (化合物)

問1

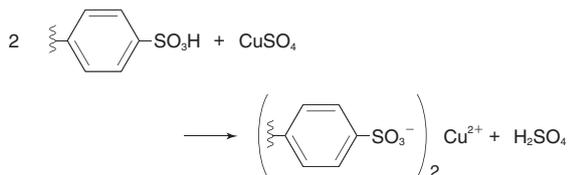


(ブタジエンは1,2で高分子化している可)

問2 イオン交換水が得られる。(脱イオン水が得られる)

問3

(1)



(2) 反応式より硫酸銅(II)の  $\text{Cu}^{2+}$  : 陽イオン交換樹脂の  $\text{H}^+ = 1 : 2$  の物質質量比でイオン交換される。

また、 $\text{H}^+ : \text{OH}^- = 1 : 1$  の物質質量比で中和する。硫酸銅(II)水溶液のモル濃度を  $x$  [mol/L] とすると、

$$\text{Cu}^{2+} : \text{OH}^- = 1 : 2 = x \text{ [mol/L]} \times \frac{40}{1000} \text{ L} : 0.10 \text{ [mol/L]} \times \frac{60}{1000} \text{ L}$$

これを解くと

$$x = 0.075 \text{ mol/L}$$

答 0.075 mol/L

問4

(a)と(c)

サーマルリサイクルは、合成樹脂を燃焼して発生した熱エネルギーを使って他のエネルギーに変換して再利用することである。

[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し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は固体の溶解度の温度変化から再結晶を行う問題と気体の分圧の法則と気体の溶解度に関する問題、問題4は高分子化合物の合成と反応式および物質質量についての問題です。

(2) ここがポイント

- 種々の金属の性質を理解しておきましょう。
  - 塩の溶解度についてよく理解しておきましょう。
  - 不動態を形成する金属を正しく覚えておきましょう。
  - 有機化合物の物質名と官能基および構造を正しく覚えておきましょう。
  - 呈色反応の種類と色の変化を理解しておきましょう。
- 物質の状態変化による熱量と温度変化による熱量を理解しておきましょう。
  - 完全燃焼反応について、反応した酸素の体積を求める基本的な問題です。
  - 弱酸の電離度を水溶液のpHと中和反応から求める問題です。順序立てて解く必要があります。
  - 気体の密度と状態方程式を用いて分子量を求める問題です。
  - 水溶液を希釈する際の必要量を、密度と質量パーセント濃度を用

いて求める問題です。種々の濃度の表し方と、濃度の変換方法を理解しておきましょう。

- 固体と気体の溶解度、および分圧の法則に関する問題です。固体の溶解度の温度変化によって析出する結晶の質量を求めるとき、析出する結晶が結晶水を含むため計算が複雑になります。結晶の析出に伴い溶媒の水も減少するので注意が必要です。気体の溶解度については、溶解度が小さい気体の溶解度は、その気体の分圧に比例するというヘンリーの法則を用いて、空気が接した水中に溶けている酸素の質量を求める問題です。どちらも段階を追って、丁寧に計算することが必要です。
  - 高分子化合物の合成とその反応や性質に関する問題です。重合の化学反応式では、反応式の係数や重合度を  $n$  や  $m$  などによって表わすことに注意しましょう。また、中和反応などの反応については、高分子であっても、単量体の反応を扱うのと考え方は変わりません。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では、特に正解率が低い問題はありませんでした。

問題2では(C)の正解率が低かったです。水溶液の水素イオン濃度はpHからすぐにわかります。中和点を求めるには電離度は関係なく酸の濃度  $x$  [mol/L] を用いて中和の方程式を立てます。電離度は酸の濃度が求まったのちに求めます。プロセスが複雑なので勘違いや計算ミスをした人が多かったのでしょうか。問題3については4のヘンリーの法則を正しく解答できた人が少なく、ヘスの法則、シャルルの法則などの解答が見受けられました。問1から問3の計算問題については、問1(1)と問2(1)は比較的良好にできていましたが、問1(2)、問2(2)と問3の正解率が低かったので、結晶水を含む結晶の再結晶と、ヘンリーの法則について、教科書の例題を用いて解き方をよく理解しておきましょう。問題4については、問1と問3(1)の正解率が低かったです。問1では二重結合部分が単結合になっていたり、二重結合の部位が違っていたりするミスが多かったです。また、(2)の計算についても正答率が低かったです。単純な中和反応なのですが、問3(1)の化学反応式が正しくつくれなかったために(2)の計算ができなかった人が多かったのでしょうか。

(4) 過去3年の出題傾向

2021年度

化学反応と熱・光、化学反応式、酸化数、分子の形、金属イオン、中和滴定、物質の燃焼、混合気体の分圧、金属結晶、溶解度、物質の三態、構造決定、アルキンの性質と反応、無機化合物の工業的製法、シクロアルカン、金属結晶の密度、水溶液のpH、電気分解、元素分析、14族元素の性質と反応、分子結晶と共有結合結晶、気体の体積、オストワルド法、完全燃焼、浸透圧、電池、酸化還元反応、糖類の性質

2022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

2023年度

アルカリ金属の性質、2族元素化合物の性質、不動態、有機化合物の構造、官能基の検出反応、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、溶液濃度に関する基本計算、固体と気体の溶解度、高分子化合物の合成反応と性質、水溶液および液体の色、金属単体の反応性、触媒の性質、構造異性体、鉄化合物水溶液の呈色反応、ヘスの法則、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、14族元素の性質と反応

(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、特にここが重要という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自分で解けるようになります。

(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、計算ミスを減らしたり、所要時間を短縮したりすることができます。また、有効数字も意識して下さい。

後期日程 2 日目 (2 月 28 日 試験)

1. 配点 25 点

(A) 正解(3)

クロム酸カリウムを水に溶かすと、黄色の  $\text{CrO}_4^{2-}$  を生じる。

(B) 正解(1)

4 種類の金属および水素のイオン化傾向は  $\text{Mg} > \text{Fe} > (\text{H}_2) > \text{Cu} > \text{Au}$  である。

a : A, B は Mg もしくは Fe であるとわかる。

b : B の方のイオン化傾向が大きいから、B は Mg で、A は Fe であるとわかる。

c : Au は濃硝酸に溶けないから、D は Au, C は Cu であるとわかる。

よって、A : Fe, B : Mg, C : Cu, D : Au とわかる。

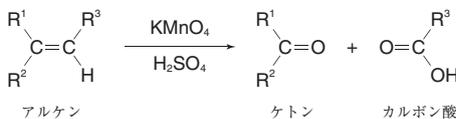
(C) 正解(5)

触媒の有無によらず、反応熱の大きさは一定だが、活性化エネルギーの大きさは変化する。

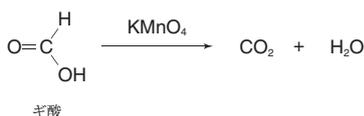
(D) 正解(3)

分子式  $\text{C}_5\text{H}_{10}$  で表されるアルケンの構造異性体は A~E の 5 種。このうち酸性  $\text{KMnO}_4$  溶液との加熱によりアセトンが生成する構造異性体は D のみ、酢酸が生成するのは B と D の 2 種類、 $\text{CO}_2$  が生成するのは末端に二重結合をもつ A, C, E の 3 種類。

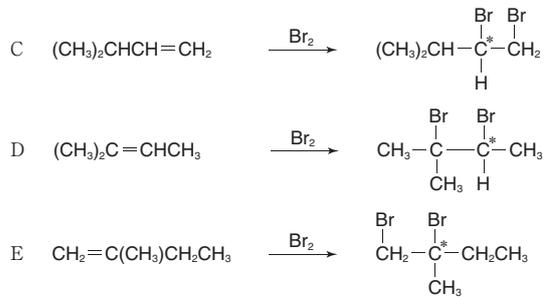
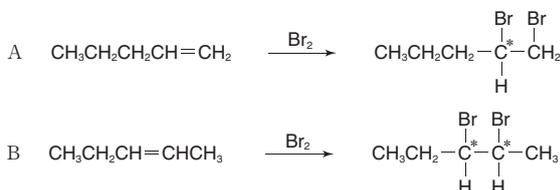
なお、酸性  $\text{KMnO}_4$  溶液に対するアルケンの反応は次のように、 $\text{C}=\text{C}$  結合が切断されカルボン酸やケトンを生じる。 $\text{R}^3=\text{H}$  のとき、生成物のギ酸  $\text{HCOOH}$  は  $\text{KMnO}_4$  によりさらに酸化されて  $\text{CO}_2$  と  $\text{H}_2\text{O}$  が生じる。



$\text{R}^3=\text{H}$  のとき



また、 $\text{Br}_2$  を付加させるとすべての構造異性体から不斉炭素原子 (\*) を有する付加生成物が生じる。



(E) 正解(4)

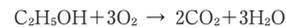
鉄イオンの反応

- 1 :  $\text{FeCl}_3$  水溶液に  $\text{KSCN}$  水溶液を加えると 血赤色になるので誤りを含む
- 2 :  $\text{FeSO}_4$  水溶液に  $\text{KSCN}$  水溶液を加えると、変化しないので誤りを含む
- 3 :  $\text{FeSO}_4$  水溶液に  $\text{NaOH}$  水溶液を加えると、緑白色沈殿を生じるので誤りを含む
- 4 :  $\text{FeSO}_4$  水溶液に  $\text{K}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6]$  水溶液を加えると 濃青色沈殿を生じるので正解
- 5 :  $\text{FeCl}_3$  水溶液に  $\text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]$  水溶液を加えると 濃青色沈殿を生じるので誤りを含む

2. 配点 25 点

(A) 正解(3)

エタノールの燃焼は以下の式で表わされる。



反応熱と生成熱の関係

$$\text{反応熱} = (\text{生成物の生成熱の総和}) - (\text{反応物の生成熱の総和})$$

より、エタノールの燃焼熱を求めることができる。

単体の生成熱は 0 として考えることになっており、エタノールの燃焼熱は

$$(2 \times 394 + 3 \times 286) - 278 = 1368 \text{ kJ/mol}$$

(B) 正解(3)

それぞれの物質の物質量は次のように表されます。

	$\text{I}_2$	$\text{H}_2$	$\rightarrow$	$2\text{HI}$
反応前	2.0 mol	2.0 mol		0 mol
平衡時	0.40 mol	0.40 mol		3.2 mol

よって、容器の体積を  $V$  [L] とおくと  $K = \frac{(3.2/V)^2}{(0.40/V)^2} = 64$

(C) 正解(4)

この水溶液が 1000 g あるとします。1000 g の内、6.00 % が  $\text{NaCl}$  であるので、 $\text{NaCl}$  の質量は 60.0 g で、物質量は 1.026 mol となる。よって、質量モル濃度は

$$1.026 \text{ mol} / (1.000 \text{ kg} - 0.060 \text{ kg}) = 1.09 \text{ mol/kg}$$

(D) 正解(1)

捕集した気体は、一酸化窒素と水蒸気の混合気体である。水蒸気のは分圧は  $4.0 \times 10^3 \text{ Pa}$  なので、一酸化窒素のは分圧は  $(1.04 - 0.0400) \times 10^5 \text{ Pa} = 1.00 \times 10^5 \text{ Pa}$  である。したがって、一酸化窒素の質量  $w$  [g] は

$$\begin{aligned} w &= M \times (pV/RT) = 30.0 \times 1.00 \times 10^5 \times 0.831 / (8.31 \times 10^3 \times 300) \\ &= 300/300 = 1.00 \text{ g} \end{aligned}$$

(E) 正解(3)

弱酸の電離度は  $\alpha = \sqrt{K_a/c}$  より計算できるので、0.030 mol/L の酢酸の電離度は  $3.0 \times 10^{-2}$ 。

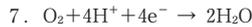
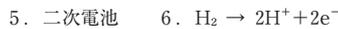
よって、 $[\text{H}^+] = 0.030 \times 3.0 \times 10^{-2} = 9.0 \times 10^{-4} \text{ mol/L}$ 。したがって、

$$\text{pH} = -\log_{10}(9.0 \times 10^{-4}) = 4 - 2 \log_{10} 3.0 = 3.04$$

3. (配点 25 点)

1 ~ 5 : 各 2 点 (2 × 5 = 10 点), 他は各 3 点 (3 × 5 = 15 点)

1. ダニエル電池
2. 銅
3. 酸化鉛(IV)
4. 硫酸鉛(II)



問1 水素-酸素燃料電池

起電力の値は以下の通り。

水素-酸素燃料電池=約1.2 V

マンガン乾電池=約1.5 V

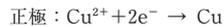
鉛蓄電池=約2.0 V

リチウム電池=約3.0 V

リチウムイオン電池=約4.0 V

問2 放電により流れた電気量は  $0.500 \times 1930 = 965 \text{ C}$ 。

965 C を電子の物質に換算すると  $965/96500 = 0.0100 \text{ mol}$



負極では Zn が  $0.00500 \text{ mol}$  溶解するので,  $65.4 \times 0.00500 = 0.327 \text{ g}$  減少する。

正極では Cu が  $0.00500 \text{ mol}$  析出するので,  $63.6 \times 0.00500 = 0.318 \text{ g}$  増加する。

負極:  $-327 \text{ mg}$

正極:  $+318 \text{ mg}$

4. (配点 25 点)

1~8 : 各 2 点  $\times 8 = 16$  点, 問 1~3. : 各 2 点  $\times 3 = 6$  点, 問 4. : 3 点

1 鉛

2 スズ

3 14

4 カーボンナノチューブ

5 同素体

6 灰 (灰白, 灰黒)

7 炭素 (コークス)

8 両性元素 (両性金属)

問 1. Ge, Sn, Pb

問 2.  $C + CO_2 \rightarrow 2CO$  (可逆反応)

問 3.  $HCOOH \rightarrow H_2O + CO \uparrow$  (反応矢印の上に濃硫酸と記載)

問 4. 「表面に塩化鉛(II) ( $PbCl_2$ ) の被膜をつくり (これが希塩酸に溶けにくい) ため。」

「表面に溶けにくい膜をつくるため。」や「不動態で覆われるため」はその膜が何かの記載がないこと, 高校の教科書では不動態であるとの既述がないことより 1~2 点減点とする。

## 生物

前期 1 日目 (2 月 1 日試験)

[解答例]

[1] (配点 4 点  $\times 10 = 40$  点)

A. 4 B. 2 C. 2 D. 2 E. 3  
F. 1 G. 4 H. 4 I. 4 J. 4

[2] (配点 3 点  $\times 8 = 24$  点)

A. アデノシン  
B. チラコイド (チラコイド膜も可)  
C. コドン  
D. ホメオティック (Hox も可)  
E. 跳躍  
F. インドール酢酸 (IAA も可)  
G. 標識再捕法  
H. 類人猿

[3] (配点 36 点)

問 1 (1) シアノバクテリアの光合成では水の分解によって酸素が生じるが, 紅色硫黄細菌の光合成では硫化水素の分解によって酸素ではなく硫黄が生じる。また, シアノバクテリアはクロロフィル a, 紅色硫黄細菌はバクテリオクロロフィルを光合成色素として光合成に利用する。(3 点)

(2) (i) ストロマトライト (2 点)

(ii) シアノバクテリアが放出した酸素が海水中に溶けていた鉄と反応し, 海底に大量の酸化鉄を堆積させたため形成された。(3 点)

(3) (a) 化学合成細菌 (2 点)

(b) 亜硝酸菌, 硝酸菌 (硝化菌, 硫黄 (酸化) 細菌, 鉄 (酸化) 細菌, 水素細菌 など) (3 点)

問 2 (1) タンパク質に含まれる 18 種類のアミノ酸は炭素, 水素, 窒素, 酸素から構成されるが, メチオニンとシステインはそれらと硫黄を含んでいる。「[メチオニンとシステイン] は [他の 2 種類のアミノ酸] でも可」(3 点)

(2) タンパク質のポリペプチド鎖を構成するアミノ酸の配列を一次構造という。アミノ酸が結合する際には, 一方のアミノ酸のカルボキシ基ともう一方のアミノ酸のアミノ基が  $-CO-NH-$  で示されるペプチド結合を介して数十から数千個連結される。(3 点)

(3) (a)  $(25500 \times 0.84) \times 0.45 = 9639$  答: 9639 分子 (2 点)

(b)  $25500 \times 0.84 - 9639 = 11781$  答: 11781 分子 (2 点)

問 3 A. 0.5 B. 0.5 C. ハーディー・ワインベルグ

D. 1 E. 2 F. 2 G. 1 H. 4 I. 4

J. 1 K.  $\frac{2}{3}$  L.  $\frac{1}{3}$  (1 点  $\times 11 + C$  2 点)

[解説]

[1]

- A. 教科書に出てくるタンパク質のはたらきについて理解しておきましょう。上皮細胞と基底膜を結合するヘミデスマソームでは, カドヘリンではなくインテグリンが基底膜に結合します。カドヘリンは同種のカドヘリンを識別して互いに接着します。
- B. 異化と同化, それぞれの特徴をしっかりと理解しておきましょう。異化とは, 複雑な分子が単純な分子へと分解されて, 化合物中に蓄えられていたエネルギーが放出される代謝です。同化では, 単純な物質を取り込み複雑な物質がつくれます。
- C. DNA 複製のメカニズムやはたらく酵素について理解しておきましょう。DNA ポリメラーゼは, 5'→3' の方向へ新生鎖を伸長します。
- D. 有性生殖と無性生殖の違いについて理解しておきましょう。有性生殖では, 配偶子が合体 (接合) して 1 の細胞になり, それが新しい個

体となります。一方、無性生殖は配偶子によらない生殖法であり、例えば、分裂、出芽、栄養生殖などの生殖方法があり、対合はありません。

- E. 動物における刺激の受容から行動まで、その仕組みを理解しておきましょう。無意識におこる反応を反射といい、ヒトの反射における興奮の伝達経路を反射弓と言いますが、受容器→感覚神経→反射中枢→運動神経→効果器の経路で興奮が伝達されます。選択肢3の経路では反射中枢が抜けています。
- F. コケ植物・シダ植物・種子植物がそれぞれどのような生活環をもち、どのように受精を行うのか、共通点と相違点を理解しておきましょう。コケ植物、シダ植物では、水中を泳ぐ精子により受精が行われます。種子植物は基本的には精細胞と卵細胞が受精しますが、裸子植物のうちイチョウやソテツは例外的に精子と卵細胞が受精します。
- G. 個体群密度の変化によって、個体の形態や行動などが大きく変化する現象を相変異といい、低密度の時に出現する型を孤独相、高密度の時に出現する型を群生相と言いますが、バッタは、孤独相では後脚は長く頑丈で飛び跳ねるのに適した成虫になり、群生相では後脚が短く翅の長い成虫になります。
- H. 生命の起源とその初期の変遷について、大きな変遷と時期を理解しておきましょう。約38億年前の地層から生物を構成していた炭素の痕跡が発見され、生物はそれ以前のおよそ40億年前までに出現したと考えられています。これまでに見つかった最古の生物化石は約35億年前の現生の原核生物に似た化石で、約21億年前までの化石はすべて原核生物の化石です。約5億年前は無脊椎動物や藻類の時代です。
- I. 生物の系統とはどのようなものなのか、生物の分類はどのように行われているのか、系統と分類の関係を理解しておきましょう。従来の分類に生物の系統関係がそのまま反映されているとは限らないため、絶えず分類と系統関係が矛盾しないようにする努力がなされてきました。新たな系統関係が明らかになり、従来の分類体系と明らかに矛盾する場合は、従来の分類体系をそのままにしておくのではなく、系統関係が反映されるように分類体系が改変されます。
- J. 生体膜における物質輸送とはたらくタンパク質、その仕組みについて理解しておきましょう。脂質二重層や輸送タンパク質を通過できないような大きさの物質は、生体膜自体がそれらの物質を包み込んだ小胞を形成して細胞外に放出したり細胞内に取り込んだりします。細胞膜の一部が陥入して物質を取り込むことをエンドサイトーシスといい、エキソサイトーシスは、エンドサイトーシスとは逆に、細胞内の小胞が細胞膜と融合して細胞外に物質を放出することです。

## [2]

- A. 生命活動のエネルギーはすべての生物が共通にもつATPを介して受け渡しされます。ATPがどのような形でエネルギーを受け取るのか理解しておきましょう。ATPはアデノシン三リン酸(Adenosine triphosphate)の略称です。
- B. 光合成は同化の代表的な例です。植物細胞では葉緑体で光合成がおこなわれますが、それぞれの反応の理にかなった場所で反応が進行します。葉緑体のどこでどのような反応が進行するのか、理解しておきましょう。へん平な袋状の構造であるチラコイド(膜)に光合成色素が存在し、光合成色素が吸収した光エネルギーは、光化学系Iあるいは光化学系IIの反応中心であるクロロフィルに集められます。ストロマの部分では、チラコイド(膜)でつくられたATPとNADPHを用いて二酸化炭素を還元して有機物を合成する反応が起こります。
- C. 突然変異によって引き起こされる遺伝情報の変化にはどのようなものがあるか、形質にどのように影響するのか、理解しておきましょう。mRNAの塩基配列情報は、翻訳の過程で3つの塩基ごとのコドンに区切ってアミノ酸に変換されるため、塩基の挿入や欠失はそれ

より下流のアミノ酸配列を大幅に変えることになります。一塩基の置換では、他のアミノ酸に変わる可能性もありますが、同じアミノ酸に対応するコドンへと塩基が置換されアミノ酸配列に何も影響を与えない(同義置換)場合もあります。

- D. 発生において、動物の体の構造を決める遺伝子について理解しておきましょう。ショウジョウバエは複数のホメオティック遺伝子をもっており、それぞれの体節で発現するホメオティック遺伝子の組み合わせによってそれぞれの体節がどのような形態になるか決まります。脊椎動物を含む多くの動物でショウジョウバエのホメオティック遺伝子とよく似た遺伝子群が発見され、それらはショウジョウバエのものも含めてHox(ホックス)遺伝子と呼ばれます。
- E. 軸索のまわりが髄鞘に囲まれている有髄神経繊維では、髄鞘が活動電流を流さない絶縁体としてはたつき、活動電流は隣のランビエ絞輪までの長い距離を流れることができるので、より遠くの場所を刺激することができます。これを跳躍伝導といい、跳躍伝導がおこる有髄神経繊維は無髄神経繊維と比べて50倍ほど速い速度で興奮を伝導できます。
- F. 頂芽優勢や重力屈性など、植物の成長はオーキシンの濃度によって促進されたり抑制されたりします。オーキシンとは、植物細胞の成長を促進したり抑制したりするはたらきのある一群の化学物質の総称であり、植物が合成する天然のオーキシンの実体はインドール酢酸(IAA)という物質です。
- G. 個体群密度を測定する方法の基本は、一定面積の区画をつくりその中の個体数を数える方法(区画法)ですが、動きが激しく見つけにくい動物では、ある数の個体を捕獲して標識をつける標識再捕法が用いられます。この問題については誤字脱字が多く見られました。正しく覚えましょう。
- H. 大型の類人猿がヒトに最も近縁な動物であり、人類と類人猿の大きな違いは、人類が直立二足歩行を行うことです。

## [3]

問1 独立栄養生物の炭酸同化のためのエネルギーを得る方法に関する問題もよく出題されます。光合成と併せて覚えておきましょう。光合成においては、シアノバクテリアと光合成細菌の違いも重要ポイントです。

- (1) 原核生物のなかでもシアノバクテリアは植物と同じタイプの光合成を行います。つまり、シアノバクテリアの光合成では、電子伝達系の出発物質として水を用いるため水の分解によって酸素が生じます。一方、光合成細菌の光合成では電子伝達系の出発物質として水ではなく硫化水素を用いるため、硫化水素の分解によって酸素ではなく硫黄が生じます。光合成に用いる色素も異なり、シアノバクテリアは光合成色素としてクロロフィルaを利用しますが、光合成細菌はバクテリオクロロフィルを利用します。
- (2) (i)マット状に群生した初期のシアノバクテリアによってつくられた層状構造の岩石、ストロマトライトが約27億年前の地層から発見されています。(ii)光合成の際に酸素を放出するシアノバクテリアの繁栄により、海水中に大量の酸素が放出され、有機物も増加し始めたと考えられています。酸素は、はじめのうちは水中に多く存在した鉄イオンなどと結合して酸化鉄になり海底に沈殿しました。これが縞状鉄鉱床の起源と考えられています。約20億~22億年前から水中や大気中に酸素が蓄積し始め、酸素の濃度が増すにつれて酸素を利用して有機物からエネルギーを効率的に取り出す好気性の生物が繁栄するようになったと考えられています。
- (3) 陸上生態系の窒素循環において重要な役割を果たしている硝化細菌は無機窒素化合物を利用する化学合成細菌で、アンモニアを酸化して亜硝酸にする亜硝酸菌と、亜硝酸を酸化して硝酸にする硝酸菌がいます。また、硫黄(酸化)細菌は硫化水素や硫黄、鉄(酸化)細菌は鉄、水素細菌は水素の酸化から、炭酸同化のエネルギーを得ています。

問2 タンパク質やアミノ酸の構造を問う問題は出題率が高いです。タンパク質の立体構造について、一次構造から四次構造まで、しっかり説明できるようにしておきましょう。

- (1) タンパク質を構成する20種類のアミノ酸のうち、硫黄を含むものはメチオニンとシステインだけで、システインに含まれる硫黄同士でS-S結合が形成されることにより、ポリペプチド内やポリペプチド間の架橋ができます。そのため、この構造はタンパク質が固有の構造をとるのに重要な役割を果たします。
- (2) ペプチド結合は-CO-NH-と表わされます。
- (3) 変性したタンパク質を活性のある構造へと戻す方法をリフォールディングといいます。変性剤を取り除くと自発的にリフォールディングが進行する場合がありますが、シャペロンというタンパク質が変性したポリペプチドに結合して折りたたみを補助する場合があります。変性したタンパク質は $25500 \times 0.84 = 21420$ 分子で、そのうちリフォールディングされたタンパク質は $21420 \times 0.45 = 9639$ 分子で、残り55% (11781分子) はリフォールディングされなかった(変性したままの)タンパク質です。単純な計算問題ですので、文章をよく読んで、計算ミスが無いように気をつけましょう。

問3 ハーディー・ワインベルグの法則が成り立つ場合、どのようなことでどのように遺伝子頻度が変化するのか、実際に計算してみましょう。白(rr)が25%であるため、 $RR:Rr:rr = p^2:2pq:q^2$ において $q^2=0.25$ となり、 $q=0.5$ であることがわかります。 $p+q=1$ であることから、 $p=0.5$ になります。 $p=0.5, q=0.5$ ですので、 $RR:Rr:rr = p^2:2pq:q^2 = 2 \times 0.5 \times 0.5 = 0.25:0.50 = 1:2$ となります。

この集団において、Rの遺伝子頻度は $\frac{1 \times 2 + 2 \times 1}{(1+2) \times 2} = \frac{4}{6}$ 、rの遺伝子頻度は $\frac{2 \times 1}{6} = \frac{2}{6}$ となり、したがって最小の整数比はR:r=2:1となります。

この集団において自由交配するため、次世代は $RR:Rr:rr = p^2:2pq:q^2$ より $RR:Rr:rr = 4:4:1$ となります。よって、R遺伝子の頻度は $\frac{4 \times 2 + 4 \times 1}{(4+4+1) \times 2} = \frac{12}{18} = \frac{2}{3}$ 、r遺伝子の頻度は $\frac{4 \times 1 + 1 \times 2}{(4+4+1) \times 2} = \frac{6}{18} = \frac{1}{3}$ となり、白の個体をすべて除くという選択によって遺伝子頻度が計算のように変化しました。

#### <出題のねらい>

問題1の選択問題では、全範囲から偏りなく出題することを意図しています。教科書レベルの基礎学力を問う問題で、誤った選択肢の一つを選択する形式になっているのは、正しい文を複数読むことで正しい知識を定着させてほしいと考えているためです。

問題2では、基本的な用語や概念を正しく理解(記憶)できているかどうかを問いました。こちらも問題1同様に分野が偏らないように全範囲から出題するようにしています。

問題3は、特定のテーマを題材に総合的な理解度を問う記述式問題と基礎的な計算問題を重視して出題しています。

#### <こんなミスが目立った>

基本的な概念についての正答率が高いものの、それを応用して計算する場合や組み合わせで考えることが必要な場合には正答率が大きく下がる傾向がありました。計算については、各試験日ともに必ず出題されていますが、単純に計算を間違えたと思われる解答や有効数字を考慮しない計算など、単純なミスもみられました。検算などで解決できるケースもありますので落ち着いて解答してください。また、複数の概念を組み合わせで解答する必要がある問題については難しかったようで、正答率が低くなる傾向が見られます。生物は丸暗記する学問ではないということを念頭において普段の学習の時点からそのことを意識して取り組んで下さい。

#### <過去3年間の出題傾向>

過去3年とも上記と同様に全ての分野からまんべんなく出題しています。特に問題1と2は<出題のねらい>で示した方針で作問しています。問題3については、いくつかの分野に限定して出題されていますが、試験日ごとに異なる分野となっています。特定の分野だけを集中して学習するよりも全分野をまんべんなく勉強しておくことが重要です。

#### <重要ポイント>

基礎的なことがらをまんべんなく出題しています。したがって、特にここが重要というポイントはありません。教科書をよく読み、基礎を確実に身につけ、仕組みを理解しましょう。そして、基本的な物質の名称と構造式、化学反応式まできちんと書けるようにしてください。計算についても、遺伝子の組み合わせなど基本的な計算問題を解けるようにしておきましょう。

#### <合格へのアドバイス>

生物学では化学物質の代謝などについても理解することが必要であり、化学に関する基本的な知識も求められます。過去問を解いて理解できない問題があれば教科書の該当箇所をよく復習し、基本的なことがらを理解してください。計算問題では有効数字についても意識してください。

#### 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. 3 B. 1 C. 1 D. 3 E. 3  
F. 4 G. 4 H. 4 I. 4 J. 2

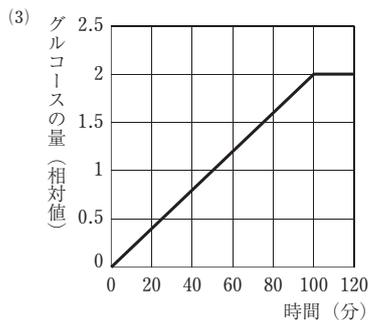
[2] (配点3点×8=24点)

- A. 光リン酸化  
B. リン酸  
C. 組換え価  
D. 盲斑  
E. PINタンパク質(PINも可)  
F. 密度  
G. 真獣類(有胎盤類も可)  
H. かぎ刺激(信号刺激も可)

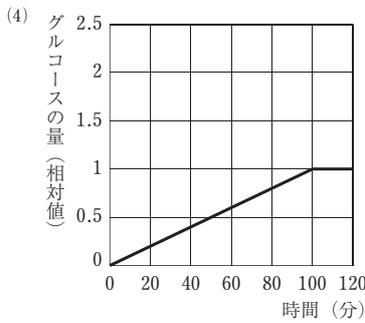
[3] (配点36点)

問1 (1) d (2点)

(2) ラクトースはすべて分解され、グルコースとガラクトースが等量存在する。(3点)



(4点)



(4点)

問2 (1) 自然免疫は食細胞やNK細胞が異物を排除する非特異的な反応であり、免疫記憶は形成されない。獲得免疫は、T細胞やB細胞が中心となって異物を抗原として認識して排除する特異的な反応であり、一度感染した異物に対しては免疫記憶が形成される。(4点)

(2) (i) a (ii) b (iii) b (iv) a (1点×4)

(3) 体液性免疫としては、活性化したB細胞から分化した形質細胞(抗体産生細胞)が放出する抗体が、抗原抗体反応によって抗原と特異的に結合し、抗原を無毒化して排除しやすくする仕組みがあげられる。一方、細胞性免疫としては、活性化したキラーT細胞が抗原に感染した細胞を直接攻撃して死滅させることで抗原を排除する仕組みがあげられる。(4点)

問3 (1) AaBb, 白 (完答3点)

(2) aaBB, aaBb (4点)

(3) F<sub>2</sub>の果皮は、白:黄色:緑=12:3:1になる。従って、黄色の果皮の割合は  $\frac{3}{16}=0.1875$  答 18.8% (4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. 4 C. 2 D. 3 E. 2  
F. 2 G. 1 H. 2 I. 1 J. 1

[2] (配点3点×8=24点)

A. リンパ球(白血球も可)  
B. アンチセンス  
C. プルテウス  
D. ロドプシン  
E. 胚  
F. 競争的排除(競争排除, 競争排除則も可)  
G. 恐竜  
H. リボソームRNA(rRNAも可)

[3] (配点36点)

問1 (1) 110個体 (2点)

(2) (2点×3)

① 11% ② 21% ③ 28%

(3) 光沢葉・白花・丸種子, 無光沢葉・赤花・しわ種子 (4点)

問2 (1) (あ) 照葉樹林 (い) 夏緑樹林 (う) 水平分布  
(え) 垂直分布 (2点×4)

(2) (A) a, e (B) b, g (C) j, k (D) c, i (1点×8)

問3 受精卵の発生過程で前後軸形成の際に、受精卵の細胞質内で**ピコイド**と**ナノス**というタンパク質の局在, すなわち濃度勾配が生じる。この濃度勾配が相対的な位置情報となり胚の前後軸が形成される。このようなタンパク質の遺伝子を**母性効果遺伝子**といい, それらの **mRNA** は卵形成中に合成され, 卵に局在して蓄積される。(4点)

問4  $5!=5\times 4\times 3\times 2\times 1=120$  答 120通り (4点)

### 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. 3 B. 2 C. 3 D. 1 E. 2  
F. 2 G. 2 H. 1 I. 4 J. 1

[2] (配点3点×8=24点)

A. MHC抗原(MHC, MHC分子, 組織適合抗原, 主要組織適合性複合体抗原, 主要組織適合性抗原, 主要組織適合抗原, 主要組織適合遺伝子複合体分子も可)

B. カルビン・ベンソン回路

C. 灰色三日月環(灰色三日月も可)

D. 末梢

E. 光中断

F. 縄張り(テリトリーも可)

G. 生態的

H. 相同

[3] (配点36点)

問1 (1)  $C_6H_{12}O_6+6H_2O+6O_2 \rightarrow 6CO_2+12H_2O$  (4点)

(2) 38(分子) (2点)

(3)  $C_6H_{12}O_6 \rightarrow 2C_2H_6O+2CO_2$  (3点)

(エタノールは  $C_2H_5OH$  でも可)

(4) A. ビルビン酸 B. アセトアルデヒド (2点×2)

(5) ①  $180 \times \frac{96}{6 \times 32} = 90$  答 90mg (3点)

②  $220 - 6 \times 44 \times \frac{96}{6 \times 32} = 88$  答 88mg (3点)

③  $180 \times \frac{88}{2 \times 44} = 180$  答 180mg (3点)

④  $38 \times \frac{0.09}{180} + 2 \times \frac{0.18}{180} = 0.021$

答 0.021 mol ( $2.1 \times 10^{-2}$  mol も可) (3点)

問2 (1) ゾウリムシとヒメゾウリムシを混合して飼育すると両者は細菌を食物とするので種間競争が激しくなり, より少ない食物で生息可能なヒメゾウリムシがゾウリムシを駆逐したためである。(別解: ゾウリムシとヒメゾウリムシは必要とする資源が近かったため, 競争的排除によってヒメゾウリムシに資源を奪われたゾウリムシが絶滅した。) (3点)

(2) ミドリゾウリムシとゾウリムシを混合した場合, ミドリゾウリムシは光合成ができるため両者の生活上の要求が微妙に異なることとなり, 競争的排除が起きなかったためである。(別解: ゾウリムシとミドリゾウリムシは必要とする資源に違いがあったため, 両者は異なる資源を利用して共存することができた。) (3点)

問3  $17 \times 3 \times 17 \times (1+19 \times 1+1 \times 19) = 17 \times 3 \times 17 \times 39 = 33,813$

答 33,813種類 (5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. 3 B. 4 C. 3 D. 2 E. 4  
F. 2 G. 2 H. 4 I. 2 J. 4

[2] (配点3点×8=24点)

A. アクチンフィラメント

B. 化学合成

C. ラギング

D. ES細胞(胚性幹細胞も可)

E. クレアチン

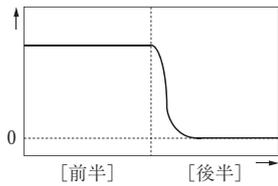
F. 離層

G. 生産構造

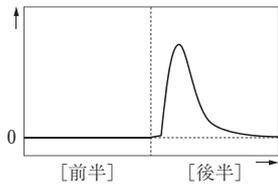
H. 相似

[3] (配点 36 点)

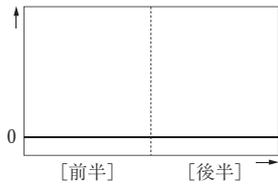
問 1 (1) A



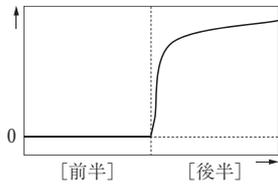
B



C



D



(3 点 × 4)

- (2) ① カルビン・ベンソン回路 (2 点)  
 ② リブロース二リン酸カルボキシラーゼ/オキシゲナーゼ  
 (リブロース 1,5-ビス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)  
 ③ (a) ホスホグリセリン酸 (PGA も可)  
 (b) 3 (2 点 × 2)  
 ④ リブロース二リン酸 (RuBP も可) (2 点)  
 ⑤ 6 (mol) (2 点)

問 2 (1) 汚水の流入により有機物量が増加すると、その有機物を取り  
 込む細菌などが増殖するため、有機物濃度は減少していく。

(3 点)

- (2) まず、細菌が呼吸により有機物を分解するのに酸素を消費す  
 るので水中の酸素濃度が低下する (別解: 有機物の増加や細菌  
 の増加で透明度が下がるので、藻類の光合成による酸素発生量  
 が減少する)。その後有機物量の減少や、原生動物の捕食により  
 細菌も減少するため透明度があがり、(また、硝酸イオンを使っ  
 た窒素同化も行われるため) 藻類の光合成が活発になり溶存酸  
 素量は増加する。(4 点)  
 (3) アンモニウムイオンは、硝化細菌によって硝酸イオンに変化  
 するため減少する。(3 点)  
 (4) 自然浄化 (自然浄化作用, 自浄作用 も可) (2 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) 2 (b) 4 (c) 3 (d) 1 (e) 1 (f) 3  
(g) 4 (h) 1 (i) 1 (j) 3 (k) 3

【問2】(7点)

- (ア) 固定マインドセットのグループは、問題に正解できないことでますますやる気をなくし、成長マインドグループは成長し成熟していく。

【解説】

【問1】

- (a) 下線部(a)の直前で、theyが受けそうな複数名詞は aerospace engineers and brain surgeons, recent studiesのみである。文意から recent studiesは排除される。aerospace engineers and brain surgeonsの日本語訳として適切な選択肢2が正解である。
- (b) 下線部(b)の日本語訳は、「彼らが育った環境や条件によるかどうか」である。選択肢1は、「知的な両親に育てられたかどうか」、選択肢2は「困難な状況で育ったかどうか」、選択肢3は「育った家庭の経済状況によるかどうか」とあり、どの選択肢も部分的な意味しかとらえていない。選択肢4の「どのように、どこで育ったかによって決まるかどうか」が最も文意に近い。
- (c) 下線部(c)の challengesは、「難問、難題」の意味。選択肢3の人の「能力や技能が試される新しい、または困難な課題」が最も語義に近い。
- (d) 下線部(d)は、「彼らの努力が実を結ばない」の意味。選択肢2, 3, 4の意味は、文意に沿っていないので不正解。選択肢1が正解である。
- (e) 下線部(e)の stateは、直後の where節の先行詞となっている。where their ability to grow is at a standstillは、「成長する力が止まっているところ」の意味。選択肢1が最も意味に近い。
- (f) 下線部(f)の in the face of～は「～に直面して」の意味。adversityは「逆境」の意味。「困難や逆境に直面した時に」の意味になる。選択肢で最も意味に近いのは、選択肢3の「状況が厳しい時でも」である。
- (g) 下線部(g)の主部を正しく見分けられるかが試されている。Believing that “personality and intelligence are not innate, but can be developed”までが主部である。動詞以下は、このように信じることで、「大人でも、子どもでも発展できる」という意味である。以上から、選択肢4が最も文意に近い。
- (h) 下線部(h)の theyが何を指すかを理解できているかが試されている。ここでは the fixed mindset groupを指しており、彼らは error-free(間違いがない)と述べられている。彼らは、易しい方のパズルを選んで、間違いがないことを研究者に示している。文意として示唆しているのは、選択肢1である。
- (i) 下線部(i)の theirは、直前の文の while節以下に示されている the growth mindset groupである。definition of successは、「成功の定義」の意味で、その内容は直後に述べられている「賢く見せることではなく、賢くなること」である。以上のことから、選択肢1が正解として導かれる。
- (j) 下線部(j)のあとに、2つのグループの違いが説明されている。両グループとも、最初の問題は容易に解けたので楽しんだ。より問題が難しくなると、能力を高められたグループ(fixed mindset group)は問題を楽しまなかったが、知性を高められたグループ(growth mindset group)は学習に役立つという理由でより難しい問題を楽しんだ。以上のことから、選択肢3が正解である。
- (k) 選択肢1の「10代の学習態度」は第6段落でしか取り上げられておらず、全体の主旨になりえない。選択肢2の「ロケット科学者になる」と選択肢4の「知的な人がパズルを解く」も文章全体に関連してはいない。選択肢3は、成長を止める固定的な考え方ではなく、積

極的な成長の考え方がいかに個人をより賢くさせるかについて述べており、全体の主旨に一致しているためタイトルにふさわしい。正解は選択肢3である。

【問2】

the formerは「前者」の意味で、この場合は「固定マインドセットのグループ」を、the latterは「後者」で、「成長マインドセットのグループ」をそれぞれ指している。solve a problem correctlyは「正確に問題を解く」の意味。接続詞 whileは対比を表し、「～である一方」の意味。

【試訳】「ロケット科学ではない」、あるいは「脳外科手術ではない」という言葉を聞いたことがありますか。航空宇宙エンジニアや脳外科医というと、すぐに知性を連想してしまいます。それに対して、最近の研究では、彼らの知能は一般人と大差ないことが示唆されています。

人は生まれながらにして優れた知能を持っているのか、それとも育った環境や条件によるものなのか、長い間議論されてきました。長年の心理学的研究により、2つのマインドセットがあることが分かっています。「固定マインドセット」と「成長マインドセット」です。

「固定マインドセット」の根底にあるのは、「自分をよく見せたい」という欲求です。このような人は、失敗の可能性があるチャレンジを避ける傾向があります。例えば、壁にぶつかるとすぐに諦めてしまい、自分の努力は実を結ばないと考える傾向があります。たとえ有益な意見であっても、否定的な意見は無視します。他人の成功に脅威を感じます。自分の可能性を十分に発揮することができず、すぐに成長力が止まってしまいます。

一方、「成長マインドセット」の人は、学びたいという気持ちからスタートし、課題や逆境に直面しても、辛抱強く努力することができます。批判から学び、他人の成功に刺激を受け、努力することが成功への道だと考えています。学習意欲が根底にあるため、何事も雪だるま式に吸収し、より高いレベルの成功に到達することができるのです。

スタンフォード大学心理学教授の Carol Dweck 博士は、20年にわたる大人と子どもの研究の中で、「性格や知能は生まれつきではなく、伸ばすことができる」と信じるのが、大人にも子どもにも大きな違いをもたらすことを発見しました。その研究の1つでは、4歳児を対象にした実験で2組のグループの一方に「固定マインドセット」を、もう一方に「成長マインドセット」を教えました。続いて、それぞれのグループに2種類のジグソーパズルのどちらかを選んでもらいました。固定マインドセットグループは、自分の能力を示すために簡単なパズルを選び、ミスがないことを研究者に示しました。逆に、成長マインドセットグループは、より複雑なパズルを選んだ後、「新しいことを学べないのに、なぜ同じパズルを何度も選ぶのか」と、固定マインドセットグループに「困惑」したそうです。つまり、固定マインドセットグループは、確実に成功することで自分を賢く見せようとし、成長マインドセットグループは、自分の能力を伸ばすことを選択したのです。これは、彼らの「成功」の定義が、賢く見えることではなく、賢くなることにあたるためかもしれません。

また、Dweck 博士らは、10代の男女を対象にしたテストを行いました。10代の少年少女に10種類の非言語的IQテストに全て答えさせ、2つの方法で褒めたのです。1つは、「すごいね、〇点だね、いい点数だね」と言う方法。もう1つは、「あなたは賢い」と言う方法です。つまり、一方は能力を褒め、もう一方は知性を褒めるのです。能力を褒められた参加者は、次の2つの問題のうちから選ぶとき、より難しい問題を避けたのに対し、知能を褒められた子どもたちの9割は、より学習効果の高い難しい問題を選びました。

これはすべて、2つのマインドセットが、挑戦を「楽しむ」ことに大きな影響を与えることを示唆しています。どちらのグループも、最初の問題は正解しやすいので楽しめましたが、問題が難しくなるにつれて、能力を褒められたグループは楽しめなくなり、知性を褒められたグループは学習に役立つので難しい問題を楽しむようになりました。前者は問題が正しく解けないことでますますやる気をなくし、後者は成長し成熟していくのです。

## 2 文法・語法問題

[解答例] (2点×10=20点)

- (a) 3 (b) 2 (c) 1 (d) 2 (e) 4  
(f) 1 (g) 2 (h) 3 (i) 4 (j) 3

[解説]

- (a) apologize は自動詞のため、<人>が後続する場合は前置詞が必要となる。そのため、選択肢 1 は不正解。さらに<apologize + to + 人 + for + 謝る内容>の形であるため、選択肢 3 が正解となる。選択肢 2 は sorry の後に for を付ければ、選択肢 4 は to を削除すれば正解となる。  
「すでに彼女には、遅れたことをお詫びしています」
- (b) occur と happen は自動詞のため、<人>が後続する場合は前置詞が必要であり、受動態は不可である。このため前置詞の無い選択肢 1、受動態の選択肢 3 と 4 は不正解になる。よって、選択肢 2 が正解となる。また、選択肢 2 は<it + occur + to + 人 + that + S + V>の形で、「～に SV であることが思い浮かぶ」の意味である。  
「まさか自分が世界記録を更新する立場になるとは、思いもよらなかった」
- (c) take care of に比較級 more を組み込んだ選択肢 1 が正解となる。選択肢 2 は than があるにもかかわらず比較級を表す語がないため不正解となる。  
「この犬はもう一方の犬よりもっと大切にしなければならない」
- (d) <deny + 人 + 物・事>の形で、選択肢 2 が正解となる。意味は「人に物・事を与えない、与えることを拒絶する」である。選択肢 1 と 3 の refuse は<refuse 目的語>または<refuse to do>を取るため不正解になる。  
「パンデミック時に、彼らは海外に出る機会を親に拒否されたのだ」
- (e) 「表彰されることになっている学生の中には廣田精一さんと扇本真吉さんがいる」と読める文を完成する選択肢 4 が正解。those の内容は the students で、being recognized はそれを後置修飾する分詞の形容詞用法。前置詞 Among から recognized まだが副詞句で、are が述語動詞、Seiichi Hirota and Shinkichi Ogimoto が主語である。選択肢 1 は the one が単数であること、選択肢 2 は being recognizing が受動態でないこと、選択肢 3 は前置詞 Between で S + V 構造を従えていることがそれぞれ不適切な点で、いずれも正解になりえない。  
「来週、本学では今年度社会に大きく貢献した学生を表彰する予定です。表彰される学生には廣田精一さんと扇本真吉さんが入っています」
- (f) コンマを挟んで接続詞無しに 2 文をつなぐ場合は、関係詞の非制限用法(継続用法)が必要だが、that にはこの非制限用法がない。ここでは、その用法がある which が適切である。また why がある場合 for は不要のため選択肢 2 は不正解になる。よって、選択肢 1 が正解となる。選択肢 1 の which の先行詞は前節である。選択肢 3 は、... increases. That is the reason (why) となれば、選択肢 4 は、... increases. For that reason, ... または ... increases, for which reason ... とすれば正解となる。  
「彼らは値上げの影響を国民がどれほど感じているかを理解しているので、顧客には最良の価値を提供すると決意している」
- (g) <fall in love with 人>の形で with が適切である。また each other も one another も副詞ではなく代名詞のため、手前の要素が他動詞または前置詞である必要がある。これらを満たす選択肢 2 が正解となる。  
「こうして、二人は恋に落ち、そして結婚した」
- (h) 動詞の時制に誤りのない選択肢 3 が正解。選択肢 1 は、時の副詞節では現在形で表す未来の内容が未来形で書かれているため、選択肢 2 と 4 は、後続する命令文につながらない過去形で書かれているため、いずれも正解になれない。cook は「(主語が)料理される」という特殊な意味で用いられているが、それを知らなくても正解できる出題内容である。

「パスタを茹でている間に、ペーコンをスライスしておく」

- (i) 選択肢 2 と 3 は、evidence は不可算名詞であるため不正解になる。選択肢 1 と 4 のうち、動詞の support を現在分詞 supporting にして形容詞化してある選択肢 4 が正解となる。  
「子どもは親から教わらなくても母語を習得するという証拠が増えつつあります」
- (j) 本問の be due は「(最終結果が通達・発表を) 予定されている」という意味。be due to 「～が原因である」とは異なるので、副詞の tomorrow の前に不要な前置詞 to を添えた選択肢 4 は不正解である。前置詞 on で「11月5日に」を正しく表現できている選択肢 3 が正解。選択肢 1 は on ではなく in であれば、選択肢 2 は half の前に at があれば、それぞれ正解になりえた。  
「最終結果は11月5日に発表されます」

## 3 読解問題

[解答例] (4点×5=20点)

- (a) 4 (b) 4 (c) 2 (d) 2 (e) 2

[解説]

- (a) According to paragraph 1, what is true of Kousuke?  
「第1パラグラフによると、Kousuke には何が当てはまるでしょうか？」  
選択肢 1 の「高い点数を取りたがっている」、選択肢 2 の「説明が不明瞭なせいで先生の言うことが理解しにくい」、選択肢 3 の「英語が自分より得意な人が隣の席にいて居心地が悪い」は該当する記述がないので、いずれも不正解。選択肢 4 の「英語に対して積極的にでなく、英語の勉強をやめたいと思っている」が正解。
- (b) According to paragraph 2, what does Kousuke think after hearing the teacher's explanation?  
「第2パラグラフによると、先生の説明を聞いた後で、Kousuke は何を考えるか？」  
選択肢 1 の「英語が全ての人に使われている」、選択肢 2 の「世界が大きくなっている」、選択肢 3 の「世界が大きくなっている結果として、英語を勉強する機会が減ることになる」は、いずれも該当する記述がない。選択肢 4 の「英語のおかげで収集できる情報を増やせると、世界で起きていることを知ることができる」は、第2段落第3文に一致するので正解となる。
- (c) What happened when Kousuke and Joy played the icebreaker game?  
「Kousuke と Joy がアイスブレイカーゲームをしたときどうなったか？」  
Kousuke はペットについて嘘をつかなかったので選択肢 1 は不正解。Kousuke は Joy に 2 つの嘘をつかなかったので選択肢 3 も不正解。Joy は Kousuke の出身地について推測しなかったので選択肢 4 も不正解。Joy は、Kousuke が英語は得意科目だというのが嘘だと推測したので選択肢 2 が正解。
- (d) What happened to Kousuke and Joy in the final paragraph?  
「最後のパラグラフで、Kousuke と Joy はどうなったのでしょうか？」  
選択肢 1 の「日本語で」、選択肢 3 の「英語話者と授業中に世界の諸問題を話し合う」、選択肢 4 の「自信があり英語力も十分に備えた人たちは」はいずれも該当する記述がない。選択肢 2 の「授業中も授業後も英語だけで話す」は最終段落 3～6 行目に一致するので正解となる。
- (e) What statement best summarizes the story?  
「物語を最もよく要約する文はどれですか？」  
選択肢 1 は、英語を勉強すれば「必ず」友達ができることを示唆しているが、明言されていないため不正解。英語が「あらゆる」場面で使われるとは書かれていないので、選択肢 3 は不正解。英語を勉強すれば「地理」の知識が増やせるわけではないので選択肢 4 は不正解。

「積極性と意欲」があれば英語学習は成果が出て楽しめるようになる  
と述べている選択肢2が正解である。

**【試訳】** Kousukeの大学入学初日のことでした。最初の授業は、苦手な英語の授業で、後ろの方に座っていました。早く単位をとって、勉強しなければならない苦痛から解放されたいと思っていました。先生はアメリカ人の教授で、クラスに向かって話し始めました。Kousukeは先生の声が聞き取りにくかったので、耳を澄ました。先生が「はっきり聞こえますか」と呼びかけても、みんな黙ったままでした。その時、Kousukeの隣に座っていた生徒が手を挙げて、「すみません、もう少し大きな声で話してもらえませんか」と言いました。先生はそれを認め、マイクを使い始めました。Kousukeは、パートナーの思い切りの良さや英語で答える自信に感心しました。

まず、先生がシラバスの説明をしました。そして、声の調子を変えて、聞いて聞かせたのは、世界は狭くなり、異なる国の人々の間でのコミュニケーションの必要性が日に日に増しているということでした。しかし、一番大切なことは、世界で起こっていることを本当に理解するためには、若い人たちがより大きな（世界の）全体像を見ることであり、その（世界の）全体像は英語をよく理解することでよりよくアクセスできるようになる、ということでした。Kousukeは英語が苦手でしたが、このメッセージははっきりと理解しました。世界で何が起きているのか知りたい、情報を得たい、国際社会の一員になりたいと考えていました。しかし、それが実現可能かどうかはまだ疑問でした。

先生は説明の後、「これからアイスブレイカーゲームをしましょう」とクラスの学生たちに言いました。2人1組で、自分についての文を3つ書き、そのうち1つはウソをつくというものでした。3つの文を読み上げ、パートナーがどれが嘘か当てるというゲームでした。Kousukeは3つのアイデアを思いつきました。1. 私は東京出身です。2. 私は猫を飼っています。3. 英語は私の好きな科目です。彼はパートナーの方を向き、日本語で自己紹介をして、ゲームを始めました。パートナーのJoyは英語で自己紹介をしました。彼女は日本に来て間もない留学生でした。Joyはまず、彼女の3つの文を読み上げました。1. 私はフィリピンから来ました。2. 私の好きな食べ物はピザです。3. 英語の勉強は好きではありません。Kousukeは、深く考えずに3番と答えました。Joyは笑いながら、「はい、3が嘘です。英語は大好きです。」彼女はKousukeの文を見て言いました。「どれが嘘か当てられると思います。英語の勉強が嫌いなんでしょう？」Kousukeは少し顔を赤らめながらも、確かに答えは一目瞭然だったと思いました。

Kousukeは、なぜJoyがそんなに自信があるのか知りたくなりました。Joyは、自分も英語は難しいと思うが、とにかく一生懸命やっているのだと言いました。これは多くのことを学ぶチャンスだから、両手で掴んだほうがいい、と言い足しました。彼女はKousukeを助けると約束し、2人は授業中、英語だけで話すことを約束しました。その年の終わりには、2人は授業中も外でも英語でおしゃべりをする仲になりました。Kousukeは今、自分の英語力に自信を持ち、世の中で何が起きているのかよく理解していました。必要だったのは、ちょっとしたきっかけと周囲のサポートであり、彼は将来、他の人のためにもそうしようと心に誓いました。

#### 4 英作文空所補充問題

**【解答例】** (2点×10=20点)

- (1) compete (2) cook/create (3) demonstrate  
(4) judged (5) looks (6) easy/easily  
(7) weighs (8) fourth (9) innovative  
(10) random

**【解説】**

- (1) メールの第1パラグラフでわかる情報——SimonとTeruたちSTEM部はSpace Food Design Competition(創作宇宙食コンテスト)を勝ち進み、他校の春の催事として開催される決勝戦に出場することになった——を踏まえ、空所1を含む文の主語weを受ける述語動詞を、withを伴う自動詞であることにも留意して考えると、空所には名詞competitionを動詞に変化させたcompeteが入る。

- (2) 空所2を含む文では、コンテスト当日に観客の前で～する予定なのが問われている。メールの第3パラグラフ2つ目の文に、参加チームが自分たちの創作宇宙食をopen kitchen(客に見えるように設えてある調理場)で作って見せるcooking sessionがあると書かれているので、cookまたはcreateが正解となる。

- (3) 空所3を含む文とその次の文を、メールの第3パラグラフ1つ目から3つ目の文と対応させて読むと、コンテスト当日の発表手順が時系列で把握でき、口頭発表の後、試食会の前にあるのはcooking sessionだとわかる。メールの第1パラグラフ3つ目の文にある名詞demonstrationを動詞demonstrateに変化させて空所に入れば、「調理法を実演して見せる」を意味し、正解となる。

- (4) 空所4を含む文で審査方法を問うEmmaに対し、その次の文からSimonが評価基準表を見せていることがわかる。メールの第2パラグラフの1つ目の文にjudging points(審査のポイント)とあることと、評価基準表の直前にbe assessed on the following criteria(下記の基準にしたがって評価される)とあることを結びつけて考えると、beに続く空所にはjudgedが入る。

- (5) 空所5の前文では、メールの評価基準表2つ目の項目にあるAppearance(外観)とは何か問われている。空所を含む文how it～では、appearanceという名詞の意味を節にして説明している。空所には、第二文型をとる自動詞appearの類義語lookを、itを受ける三単現looksの形で入れると正解になる。

- (6) 空所6を含む文では審査のポイントのうち最重要項目について述べられているので、メール中の評価基準表1つ目の項目を見ると、Ease of preparationとあり評価の20%を占める唯一の項目だとわかる。空所には、名詞easeを語形変化させた副詞easyまたはeasilyが入る。

- (7) 空所7を含む文の前文で、味が審査項目の一番下にあるのは意外だと言うEmmaに対し、空所を含む文でSimonは、味とequally important(同程度に重視されている)項目はhow much it～だと答えている。メール中の評価基準表を見ると、Tasteと並んで評価の10%を占める最下項目はWeightなので、その動詞形(三単現)weighsが正解となる。

- (8) 空所8を含む文でEmmaが言及しているのは、栄養価計算は難しいのではないかという点である。メール中の評価基準表を見ると、Nutritionは4つ目の項目なので、空所には序数fourth(4番目)が入る。

- (9) 空所9を含む文の導入句For the third point.(3つ目の点については)を手がかりに、メール中の評価基準表3つ目の項目を見るとInnovation(革新、新しい切り口、新しいものの導入)とあるので、空所には名詞innovationを形容詞に語形変化させたinnovativeが入る。

- (10) メール第3パラグラフ最後の文では、5人の審査員のうち1人は当日観客の中から無作為に(randomly)選ばれる、とある。この文が空所10を含む文で言い換えられているので、atに続く空所には副詞randomlyの名詞形randomを入れれば、同義を保ったまま、副詞としての働きをする<前置詞+名詞>句となる。

**【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。成長に関わる2種類の考え方(固定マインドセット・成長マインドセット)について説明している。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 読解問題

本学の教員による書き下ろし。パラグラフ単位で、概要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。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

メール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]

##### 1 長文読解問題

[問1]では、(f)で選択肢1、(j)で選択肢4の誤答が特に多かった。

[問2]では、指示文でthe formerとthe latterが何を指すのかを明示するように求めたが、「前者」や「後者」と直訳しただけの解答があった。また、単語を読み間違えた解答があった。例えば、formerをfarmer「農家、農夫」、latterをletter「手紙」と訳出していた。さらには、接続詞のwhileを「している間に」と同時に起こる意味で訳していた。ここでは、対比を表す「～する一方で」の意味である。by以下の部分は「問題を解けないことによって」という意味だが、「問題によってやる気が削がれる」とした解答もあった。

##### 2 文法・語法問題

誤答では、(c)で選択肢2、(d)で選択肢1、(f)で選択肢3と4、(i)で選択肢3、(j)で選択肢4が特に多かった。解説を参照して、答えを確認しよう。

##### 3 読解問題

誤答では、(a)で選択肢2、(e)で選択肢1が特に多かった。解説を参照して、答えを確認しよう。

#### 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。

- 特に目立った誤答は少なかった。
- まずcookが正解として浮かぶが、直前にcreating space foodがあるので、そこを手がかりにしてcreateと答えた答案もあった。どちらも正解である。
- 品詞の取り違えて、demonstrationという誤答が多かった。助動詞willの後に続くので動詞である。
- judgedのスペリングミスが見られた。
- itに続くので三単現の-sが必要だが、look、learnとした解答が散見された。
- 品詞を取り違えて、名詞のeaseの解答があった。
- itに続くので三単現の-sが必要だがweighとした解答や、weightと名詞で答えた解答があった。
- 表では、Nutritionは4つ目のポイントとして挙げられている。スペリングミスのforthの他、following、fifteenなどの誤答があった。
- to beに続くので形容詞(innovative)が必要だが、innovation(名詞)やinnovated(動詞の過去分詞)の解答があった。

- at random「無作為に」のイディオム表現だが、品詞の取り違えてrandomly(副詞)としたり、スペリングミスでrandomとした解答があった。

#### <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なるよう心がけて作られている。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) 2 (b) 1 (c) 4 (d) 3 (e) 1 (f) 4  
(g) 1 (h) 2 (i) 2 (j) 3 (k) 3

[問2](7点)

- (ア) 困った時に、もう一人の人間がそばにいてくれるような感覚になる野心的なレベル。

[解説]

[問1]

- (a) 第1パラグラフの第3文で、「最初のASIMOのモデルが2000年にホンダによって…」とある。前後関係からも、この年に発表されたと考えられる。選択肢2のreleaseは「公開する」の意味があり、revealと同義語と考えられる。
- (b) この文はHowever、in 2018…とあり、ASIMOの開発に変化が生じたことが読み取れる。さらに、and以下には、2022 saw the end of the showsとあり、一連の開発プロジェクトが終了することが推測される。選択肢1のstoppedが最も適切である。
- (c) 選択肢1は、「第7世代まで続いた」とあるが、本文に言及はない。選択肢2は、「ASIMOのショーが継続する」とあるが、開発の中止が決まっているので除外される。選択肢3の「アバターロボット計画の後でもASIMOの開発を継続する」も、第1パラグラフ最後の文に反するので不正解である。選択肢4が正解である。
- (d) 下線部は、我々が「日常的に使っている」物である。その具体例として、For example以下にdoorknobsやstairsがある。この条件を満たすのは、選択肢3の「ドアノブや階段」しかない。
- (e) 下線部のtheyは、述部がare aiming for models「…のモデルを目標としている」とあるので、ロボットのモデルを開発している研究者と考えられる。また、2文前にrobotics engineersがある。選択肢1の「ロボットの技術者」のみが、この条件を満たすので正解である。
- (f) 選択肢1は、strong enoughとあるが、本文の中に「強力なロボット」への言及はない。選択肢2は、「見かけが人間に似ている」とあるが、似ているだけでなく動作や振る舞いも人間に似ていることが求められている。選択肢3は、「人間に仕えるロボット」とあるが、人間とロボットについての主従関係は言及されていない。選択肢4は、「人間の環境に適応できるロボット」が第2パラグラフ2～4行目の内容に一致するので正解である。
- (g) 下線部(g)のthose probabilitiesの2文前でEvery behavior here has a small chance of failure.とあり、直前の文ではIt's almost 90 seconds of continuous jumping, jogging, and turningとある。すなわち、これらの失敗の確率がadd up(累積される)ということである。選択肢1の「連続した動作に失敗する確率」が正しい。
- (h) このpostedは「投稿する」という意味の動詞postの過去分詞で、posted on YouTubeが直前のnew videosを後置修飾し、「ユーチューブに投稿された新しい動画」を表現している。選択肢2のuploadedなら「ユーチューブに上げられた新しい動画」で、ほぼ同じ意味になる。

- (i) This が指す前文 (These emotions are connected to our conscious experience.) の内容を反映しているのは選択肢 2 の because 以下だけなので、それだけで選択肢 2 が正解と決められる。また、block が「阻止する」という動詞だとわかれば、「ロボットが本物の感情を抱く機会を阻止する」という内容も、選択肢 2 で「ロボットは私たちと同じように感じることは決してできない」と忠実に再現されていることが確認できる。
- (j) 選択肢 1 に「人型ロボットは人間を精神的肉体的に強くする」とあるが、本文では言及されていない。選択肢 2 に「人型ロボットは科学者が完璧なロボット作りに取り組む動機になる」とあるが、完璧なロボットという言葉はない。選択肢 4 に「人型ロボットは人間を利用する」とあるが、明らかに文意に反する。選択肢 3 の「人型ロボットは必要ときに人間の面倒を見てくれるし、いつでもそばにいてくれる」は第 5 パラグラフ最終 4 行分の要約と見なせる。正解は選択肢 3 である。
- (k) 選択肢 1 は、否定文である点が第 2 パラグラフ 3～4 行目に反する。選択肢 2 は、肯定文である点が第 4 パラグラフ最終文に反する。選択肢 4 は、must be の確信表現が第 2 パラグラフ最終文冒頭の It seems that の推量表現と一致しない。選択肢 3 は、第 5 パラグラフ最終文の but 以下と一致しており正解となる。

#### [問 2]

下線部の this ambitious level は、直前の文の One day, it may be just like having another human by our side in times of need. で示されたレベルを指している。by our side は「私たちのそばに」の意味。in times of need は「困ったとき、非常時に、危急の際に」を表す。

**[試訳]** 最新のロボット技術をご存知ですか？技術の移り変わりはとても早く、ロボットは時として「引退」することがあります。例えば、ホンダの有名な「ASIMO」プロジェクトがついに終了しました。ASIMO の初代モデルがホンダから公開されたのは 2000 年のこと。その後、ホンダが開発したロボットは 7 世代にわたりました。ASIMO は国内外のさまざまなイベントに登場し、日本メーカーの進化を見せつけました。ASIMO のショーでは、ロボットがダンスをしたり、サッカーボールを蹴ったり、他のさまざまな技を披露する姿が見られました。しかし、2018 年にホンダが開発を中止し、2022 年にショーが終了しました。ショーは長年、ロボット工学の発展を見守る多くの人々に親しまれてきました。今後ホンダは、その代わりにリモコン操作のアバターロボットに注力する予定です。

ASIMO は終了しましたが、ヒューマノイドの開発競争は続いています。ヒューマノイドロボットは、私たちが普段行っている作業を行うことができるものでなければなりません。人間の社会や環境は人間の身体に合わせて設計されているので、人間と共存するロボットとして「ヒューマノイド」は理想的な存在です。しかし、その設計は簡単なことではありません。ヒューマノイドには、私たちが日常的に使っているものに対応できるような高度な技術が必要なのです。例えば、ドアノブは人間の手に、階段は人間の足腰に合うように設計されています。また、移動に関しては、歩行は高度なバランス性能が必要で、ロボット工学の中でも最も難しい技術の一つであり、ロボット工学のエンジニアはまだこの問題に取り組んでいるところです。このような移動の問題にもかかわらず、将来的には、より人間らしい手足になることを期待しています。車輪で進むモデルではなく、歩くモデルを目指しているようです。

ヒューマノイドといえば、Boston Dynamics 社の「Atlas」が現時点での世界最高峰の技術です。Atlas は走るだけではなく、「バルクール」と呼ばれる、通常はアクロバティックな人間が行う信じられない動きを実行します。Boston Dynamics 社の科学者たちは、最近、2 台のロボットに同時にバルクールをさせたと、Atlas の制御部門のリーダーである Ben Stephens は言います。「ここでは、すべての動作にわずかな失敗の可能性があります。ジャンプ、ジョギング、旋回を 90 秒近く連続して行うので、その確率が積み重なります」。平均台を走ったり、宙返りをしたりするバルクールの連続動作をロボットに行わせることは、複数のタスクに対応できるロボットの開発に役立っています。Boston Dynamics 社の Atlas チームのリーダー

である Scott Kuindersma は、YouTube に投稿された新しい動画に付随するブログ記事で、「どこでも行けて何でもできる未来のロボットです」と語っています。

機械学習と人工知能を備えたこれらの高度なロボットが、私たちが困難と感じたり、骨が折れ、時間のかかる多くの作業を含む多くの任務をこなすようになる日は近いでしょう。そして、私たちがさまざまな形で支援し、人間とロボットの区別がつかなくなるほどの進化を遂げることでしょう。しかし、多くの専門家や哲学者は、ロボットが人間になることはあり得ないと指摘しています。なぜなら、ロボットは人間のような感情を持つことができないからです。これらの感情は、私たちの意識的な経験と結びついています。そのため、ロボットは人間のような感情を持つことができないと考えられています。ロボットは人間のように意識を持つようにプログラムすることができないのです。

人型ロボットが人間そっくりになることは絶対にないかもしれませんが、この分野は急速に発展しています。ASIMO に使われているような現在のロボット技術は、人間にできることの限界を押し広げる科学、工学、技術の進歩が増すにつれて、急速に時代遅れになりつつあるのです。多くの人が、未来はどうなるのかと問いかけています。今後、ヒューマノイド技術をどのように活用していくかは、今の世代の科学者、デザイナー、エンジニアの皆さんにかかっています。すでに私たちの精神的、肉体的なサポートなどを含む、ヒューマノイドを活用したさまざまな実用化が進んでいます。今後、さらに洗練されていけば、私たちの心を癒し、安全を守ってくれるようなロボットも登場するかもしれません。困ったときにまるでもう一人の人間がそばにいてくれるような感覚になる日が来るかもしれません。このような野心的なレベルに到達するのは大変なことですが、私たちは若い人たちの創造力が未来の夢を今すぐ実現させてくれると信じています。

#### [2] 文法・語法問題

**[解答例]** (2 点×10=20 点)

- (a) 1 (b) 1 (c) 4 (d) 3 (e) 4  
(f) 3 (g) 4 (h) 1 (i) 3 (j) 2

#### [解説]

- (a) 選択肢 2 と 4 の need は助動詞で、どちらも動詞の原形が後続していないから誤りである。選択肢 1 と 3 の need は一般動詞で、後続要素は不定詞でも動名詞でもよい。選択肢 3 は need と be の間に to が不足しているから誤り。正解は選択肢 1 である。  
「このパソコンは昨日起動しなかったが、今は動いているので、もう修理の必要はない」
- (b) Mary が目撃した「John がビザを食べる」という状況を代名詞 it でまとめた選択肢 1 が正解である。  
「Mary は John が 1 分でビザを食べるのを見たし、Catherine もそれを見た」
- (c) <too + 形容詞 + a + 名詞 + to do> という形で、「～過ぎる…で、…できない」を意味する文である。よって、選択肢 4 が正解となる。a bit は「少し」、big bite は「大きい一口」、chew は「噛む」という意味で、a bit too big a bite to chew の意味は「少し大き過ぎる一口で、噛めない」になり、比喩的に「実力や能力が足りない」の意味になる。  
「このような重要なプロジェクトを率いることは、Carl にとって少し大きすぎる挑戦である」
- (d) 「危機に瀕している」という意味の <be at risk> と比較級を組み合わせた選択肢 3 が正解となる。選択肢 1 の risk は名詞であるため比較級にできないので誤り。選択肢 2 は at がなければ、選択肢 4 は at ではなく in であれば、それぞれ正解になりえた。  
「南半球に生息する動物は、北半球に生息する動物よりも危機に瀕している」
- (e) 「来訪者の数」を正しく表現できている選択肢 4 が正解。visitor は可算名詞なので選択肢 1 の書き方なら the number of visitors と複数形にする必要があった。選択肢 4 の visitor numbers では、visitor は

他の名詞（この場合は numbers）の前に形容詞的に配置されることで単複の区別が不要になっている。（a dog / dogs が dog food に組み込まれる場合と同じ。）選択肢 2 は意味を成していない。選択肢 3 の a number of は「多数の」という意味なので visitor を複数形に訂正しても文意にそぐわない。

「海外からの訪問者数の減少は、その国の経済を弱体化させることになりませう」

- (f) except for は、名詞句を従えて「～を除けば、～を別にすれば」の意味。except と違って名詞節や副詞句は従えない。「微熱がある」と「Jim はそれほど病気でないようだ」の文意の整合性がとれるのは、「～を除けば」なので選択肢 3 が正解である。「微熱がある以外、ジムはそれほど病気ではないようだ」
- (g) for five hours 「5 時間ずっと」は had been walking 「歩き続けた」とつながるが、in five hours 「5 時間たった」はつながらないので選択肢 1 と 2 は排除できる。選択肢 3 は in the wrong direction となっていれば「間違った方向に」で、正解になりえた。正解は選択肢 4。the woods の意味は「森」である。「救助されたとき、Bill は 5 時間も森の中を歩いていた」
- (h) 関係代名詞 that は前置詞の目的語にならないので、of that を含む選択肢 3 は誤った書き方として排除できる。さらに、主格の that は which の代用になるので選択肢 2 と 3 はどちらかだけが正解とはなりえないと判断できると、正解は選択肢 1 と決められる。the windows of which は whose windows と同意で、先行詞は The house である。「この家は、今は窓ガラスがすべて割れてしまっているが、とても古いものである」
- (i) help は一般動詞だが原形の動詞を従えて「～するのに役立つ」を表す。climate change 「気候変動」に change を使えば、help の直後は control に決まる。正解は選択肢 3 である。「土地が保全されれば、気候変動を抑制し、種の喪失を防ぐ役に立つかもしれない」
- (j) 原因・理由を表す前置詞句を because of と正しく表記できている選択肢 2 が正解。選択肢 3 と 4 は、それぞれ due to, owing to となっていれば正解になりえた。選択肢 1 の owning は own の ing 形で、owing の代わりにはならない。「この家を建てるには、資金繰りに苦労したので、5 年以上の歳月を要した」

### 3 読解問題

【解答例】（4 点×5=20 点）

- (a) 1 (b) 3 (c) 4 (d) 1 (e) 1

#### 【解説】

- (a) According to the first paragraph, what problem didn't Ted have? 「第 1 パラグラフによると、Ted が抱えていなかったのは、どの問題でしょうか」  
選択肢 1 の「物をたくさん捨て過ぎた」は本文に一致しない。よって、正解である。選択肢 2 の「生活費を賄えていなかった」、選択肢 3 の「ソファで過ごす時間が長過ぎた」、選択肢 4 の「悪い習慣から抜け出せずにいた」は、いずれも本文に述べられている。
- (b) According to paragraph 2, what happened when Ted cleared up his apartment? 「第 2 パラグラフによると、Ted は自分のアパートを片付けるとどうなったでしょうか」  
選択肢 1 の「大好きなテレビ番組を見逃した」、選択肢 2 の「スペースがダンボールの空箱で埋まっていた」、選択肢 4 の「スペースが足りないことは問題ではないと考え始めた」は、いずれも書かれていない。選択肢 3 の「食器棚からあふれ出た物に押しつぶされる恐れがあった」は、第 2 パラグラフ 2～5 行目に一致するので、正解である。

- (c) What did Ted do in paragraph 3?

「第 3 パラグラフで Ted がしたことはどれでしょうか」

選択肢 1 の「不要な私物をすべて捨てた」、選択肢 2 の「テレビとソファを売ってお金に換えた」、選択肢 3 の「お金を寄付した」は、いずれも誤り。選択肢 4 の「物を売って困っている人たちに助ける店に物を譲った」は、第 3 パラグラフ 2～5 行目に一致するので正解になる。

- (d) What is not mentioned in paragraph 4?

「第 4 パラグラフに書かれていないのはどれでしょうか」

選択肢 1 の「銀行に行った」は書かれているが、「予備のお金を全て口座に入れた」は書かれていない。よって、選択肢 1 が正解である。

- (e) According to the final paragraph, what was the result of Ted reducing things from his life?

「最後のパラグラフでは、Ted が自分の人生から物を減らしていった結果、どんなことが起こったでしょうか」

第 5 パラグラフの 2～3 行目の He is better off physically, mentally, and financially, and he feels comfortable with his surroundings. の言い換えと見なせる選択肢 1 が正解。睡眠については何も書かれていないので、選択肢 2 は不正解。選択肢 3 は、空間を物で満たすことについて述べているので、除外できる。選択肢 4 も、Ted が多くの物を持つことを楽しんでいることについて述べているので、除外できる。

【試訳】 Ted は、自分の人生に物が多すぎると感じていました。彼は小さなアパートに住んでいて、そこでは「物」に囲まれていました。彼は何も捨てない傾向があり、スペースがないため、リラクセスすることがかなり困難でした。また、Ted は生活面でもストレスを感じていました。仕事はしていたものの、毎月の請求書の支払いに苦労していました。体型も崩れ、ジャンクフードを食べながら、ソファでテレビを見たり、ビデオゲームに興じる時間が長くなっていました。夜も眠れていませんでした。どうしたらいいのかかわからないけれども、悪い習慣の連鎖に陥っていると感じてはいました。

ある日、Ted は、家の中にスペースを作るという番組を見ました。その番組に触発されて、彼はダンボールをいくつか手に入れ、片づけを始めたのです。週末に、彼は大量の物を食器棚に入れることに成功しました。これで、動き回れるスペースは増えましたが、Ted は食器棚を開けると、収納した物の地滑りに押しつぶされるのではないかと心配になりました。Ted は相変わらず、物を減らそうと努力したらかえって問題を増やすことになった、などと感じていました。

Ted が物を持ち続ける理由の 1 つは、物を手放すと、思い出も一緒に手放すことになるのではと思ったからです。その時、あることが頭をよぎりました。Ted の職場の隣にはチャリティーショップがあり、慈善活動の資金調達のために売ってお金に換えてもらえる不用品や未使用品がそこに寄付されているのです。週末になると、Ted は自分の車にたくさん箱を積み込んで、その店に持っていきました。Ted はとてもいい気分でした。家に帰ると、Ted はテレビとソファに目をやりました。よし、持って行かなくちゃ。この後、彼は棚、キッチンキャビネット、引き出しを片付け、最小限の状態にしました。重要な書類は写真に撮り、原本はシュレッダーにかけて、書類がしまっていたフォルダーは捨てました。額縁に入れた写真も外し、携帯電話でデジタル保存するようにしました。冷蔵庫からは、無駄になりそうな食品を取り除き、数日分の必要なものだけを保管しました。

Ted は、今度は予算の作成に取り掛かりました。給料をもらうと、銀行に行き、給料の全額を紙幣で下ろしました。そして、その紙幣を、今は物が一切ない床にきちんと並べました。そして、支出を調べながら、紙幣を床から取り上げ、それぞれの支出に応じた封筒に入れました。床に残った紙幣を確認すると、自分の月々の支出が正確にわかりました。食品を買に行ったときは、無駄を省くために買うものを少なくし、スナック菓子や甘い飲み物ではなく、栄養がありお腹を満たしてくれる食品だけを買いました。家に帰ると、健康的でバランスの取れた食事をしました。その夜、寝る前に Ted は 1 分間じっと座り、深く呼吸をして、頭の中から雑念を払

いました。あっという間に、彼は眠りにつきました。

Ted は今、この習慣を身につけ、自分自身と自分の状況がずっと良く変わったと感じています。身体的にも、精神的にも、そして経済的にも、より良い状態になり、周囲の環境も心地よく感じています。テレビもソファも恋しくなく、バランスのとれた生活を送っています。彼は「より少ないほうが、より多くを得る」をモットーに生活しており、シンプルな生活を送ることで負担が減り、悪い習慣ではなく良い習慣のサイクルを生きています。

#### 4 英作文空所補充問題

[解答例] (2点×10=20点)

- (1) requirement (2) four (3) complete/cover/choose  
(4) apply (5) accept/admit (6) participate/partake  
(7) include (8) vary (9) free/flight  
(10) available/accessible

#### [解説]

- 資料4項目の Required language ability から、名詞形の requirement が正解となる。
- 資料5項目の Class timetable から、一週間に12時間の授業を受ける必要があることがわかり、さらに1回の授業は3時間であることから、週4クラスの受講が必須となる。従って four が正解となる。
- 資料5項目の Class timetable から、一週間当たりの授業時間は少なくとも12時間必要とされており、プログラム自体が3週間なので、合計で36時間の学習時間により、プログラムの修了となる。よって、修了の complete が正解となる。(cover/choose でも正解)
- 直後の staff の4番目の発言で、We receive about 50 to 60 applications every year. とあることから、「何人の申し込みがあると予想されるか」という質問に対する答えと推測することができる。よって「申し込み」を表す apply が正解となる。
- 空所5の直後に 30 students only とあり、資料3項目の Number of participants で定員が30名であると記載されていることから、「受け入れる」の意味を表す accept (または admit) が正解となる。
- 空所6の後半の節に、「面接の準備を十分にすることがある」とあり、資料4項目に Interview will be conducted for screening. (適性を確認するための面接を行う) とあることから、「(このプログラムに) 参加するには」という意味の participate (または partake) が正解となる。
- 空所7の次の staff の発言に I'm afraid it doesn't. とあり、寮費に関する発話が続いていることから、寮費に関する質問と推測することができる。また、資料7項目目の Fee から、費用に含まれるのは航空券の料金であり、費用 (fee) には寮費が含まれていないことから、I'm afraid it doesn't. は、寮費が費用に含まれているかについての質問に対する回答と推測することができる。よって、「含む」の意味の include が正解となる。
- 資料8項目の Housing で、various types of rooms with different prices とあることから、various の動詞形である vary が正解となる。
- 資料9項目の Pick-up service で、without charge とあることから、free が正解。flight も可能。
- 空所10の直後にある including 以降が公共交通機関の例であり、会話の流れから、大学の無料送迎サービスを使わなくてもそれらを利用することもできるという意味になることが予測できる。よって、「利用可能な」の意味を表す available/accessible が正解となる。

#### [出題のねらい]

##### 1 長文読解問題

大学の教員による書き下ろし。ヒューマノイドについて考察している。全体的・局所的な読解能力や、文章構成理解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

大学の教員による書き下ろし。パラグラフ単位で、概要を読み取る力が問われている。

##### 4 英作文空所補充問題

大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に注意深く読み、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

掲示物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]

##### 1 長文読解問題

[問1] では、(f)で選択肢2、(j)で選択肢1の誤答が特に多かった。

[問2] では、下線を含む文の直前の文 One day, it may be ... を指しているため、この文を説明すればよい。in time of need を「時間が足りない時に」や「必要な時間をかけて」と訳出している解答があった。また、another human を「別の人類」と解釈している解答があった。

また、下線部の ambitious を ambiguous と取り違えている解答があった。また、下線を含む文の2文前の harm を farm と取り違えて「農家、農場」と答えた解答があった。

##### 2 文法・語法問題

誤答では、(c)で選択肢1、(d)で選択肢2、(h)で選択肢2が特に多かった。解説を参照して、答えを確認しよう。

##### 3 読解問題

誤答では、(a)で選択肢3、(e)で選択肢4が特に多かった。解説を参照して、答えを確認しよう。

##### 4 英作文空所補充問題

単語のスプ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。

- required, reading などの誤答があった。ここでは名詞が必要。
- five, for などの誤答があった。手掛かりとなる最初の文字 f から連想したと思われる。
- cost, choice, conduct などの誤答があった。
- attend の誤答があった。
- are, allow, adopt, attend などの誤答があった。
- participate と動詞で解答すべきところに、participant と名詞の誤答が多かった。
- 時制の間違いで included, 現在分詞 including での誤答が見られた。
- 動詞とすべきところ、形容詞の various, very, vast などの誤答があった。
- fare, five, fee, few などの最初の文字 f から連想したと思われる誤答があった。
- arriving, arrived, arrive, accepted などの誤答があった。

## <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なるように心がけて作られている。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) 4 (b) 3 (c) 4 (d) 3 (e) 2  
(f) 1 (g) 2 (h) 1 (i) 2 (j) 2

[問 5] (10 点×1=10 点)

数世紀に渡り、数学者は  $n$  が 2 よりも大きい ( $n > 2$ ) の場合の解 (答) はないと信じてきた。しかし、これが真実だと証明できた者はひとりもいなかった。

#### [解説]

##### [問 1]

- (a) sent in = submitted 「提出する」

##### [問 2]

- (b) 「著者によれば」に続くものを問う問題。選択肢 3 の「フェルマーは彼の有名な難問 (フェルマーの最終定理) の証明を書いたかも知れないが、未だに見つかっていない」が最も適切である。第 2 段落に対応。
- (c) 「何年もの間、多くの数学者達は」に続くものを問う問題。選択肢 4 の「いくつかの誤りを含む証明を試みた手紙を送った」が最も適切である。第 3・4 段落に対応。
- (d) ワイルズの証明について正しくない記述を選ばせる問題。選択肢 3 の「ワイルズは最初の証明を彼の教え子からの助力によって出版した」が本文と一致しない。第 5 段落に対応。

##### [問 3]

- (e) 「数学者達は、フェルマーの問題の難しさに意欲を削がれた」について、本文第 2 段落 6～8 行目「数えきれない程多くの数学者達はフェルマーの最終定理として知られることになる問題を解くことに鼓舞された」とあり、本文の内容と一致しない。
- (f) 「いくつかの団体は、フェルマーの最終定理の解明のための賞金を申し出た」について、本文第 3 段落 3～4 行目「フェルマーの最終定理が有名になるにつれ、いくつかの団体は、この難題を解いたいかなる者にも賞金を申し出た」とあり、本文に一致する。
- (g) 「アンドリュー・ワイルズがニュースメディアとコンタクトを取り、彼らに彼の発見を知らせた」について、本文にはこのような記載はなく、一致しない。
- (h) 「6 年間に渡り、ワイルズは彼の妻だけに彼の研究について話した」について、本文第 5 段落 3～4 行目「フェルマーは最終定理を解くのに 6 年かかり、その間彼は、ひそかに研究を続け、妻だけに彼が何をしようとしていたかを話した」とあり、本文の内容と一致する。
- (i) 「フェルマーの最終定理を解いたことで、ワイルズは数学会から名声だけを受けた」について、本文第 6 段落 1～4 行目「ワイルズは、数論として知られる数学の分野を進展させたために、他のいくつかの賞金と功績という栄誉を受けた」また「彼はナイトの爵位を与えられ、アンドリュー・ワイルズ卿になった」とあり、本文の内容と一致しない。

##### [問 4]

- (j) 本文の全体的な内容は、単純な方程式だが、いかにフェルマーの最終定理の証明が難しかったのかについて書かれているので、選択肢 2 の The Complicated Proof to a Short Equation 「短い方程式に対する複雑な証明」がタイトルとして最も適切である。

## 2 文法・語彙問題

[解答例] (2 点×10=20 点)

- (a) 1 (b) 2 (c) 4 (d) 4 (e) 2  
(f) 3 (g) 3 (h) 4 (i) 2 (j) 2

- (a) thank は他動詞で感謝する相手を示すのに to は不要。一方, thankful, grateful は形容詞で後に to が必要。  
「知事は世界中の人々に、市に寄せられた全ての寄付について感謝した」
- (b) her singing imagine + 目的語 + 動名詞の形が使われる。  
「知ってると思うけど、ユキはいつもは内気だ。彼女が多くの人前で、カラオケを歌うの想像できる?」
- (c) means 「収入」  
「君はあの大きなアパートに住んでるけど、あまり多くのお金を稼いでないよね。自分の収入を超え生活してるの?」
- (d) offer + to 不定詞は「～すると申し出る」。  
「両親が外出中、彼女は自分の小さな弟の面倒をみることを申し出した」
- (e) hand over 「手渡しする」  
「試験会場に入る前に、バッグと携帯を教師に手渡しして下さい」
- (f) 主語が <none of the + 複数名詞> の場合は単数形動詞で受ける。また、目的語 the test があるので受動態は不可。  
「生徒の誰ひとりとして試験をまだ終えていない」
- (g) 前置詞の直後の動詞は動名詞。  
「この契約にサインすることにより、あなたは契約の規則と条件に同意することになる」
- (h) watch out for 「～に注意を払う」。  
「この付近には学校がある。ドライバーは、道路にかけ込んでくる子供達に気をつけるべきである」
- (i) enthusiasm 「熱意」。  
「新しい教師の熱意は、全ての学生に彼女の授業に参加させる意欲を与えた」
- (j) Seeing that ～ は原因・理由を表す分詞構文。  
「空が暗くなって来たので、彼女は洗濯物を入れるのを急ぎ、全ての窓を閉じた」

## 3 会話空所補充問題

[解答例] (4 点×5=20 点)

- (A) 8 (B) 3 (C) 5 (D) 7 (E) 2

#### [解説]

- (A) Andy が「やっとな最後の箱を片付けたね」と言い、Belle がさらに「そうだね、この家は遥かによくなったね」と続けているので、(A)に入るのは、選択肢 8 の「もう少し片付けるものがあるけど、整理はほとんど終わったね」が最も適切である。
- (B) Belle が直前に「まだ、庭をどうすべきか決めていないけどね、まるでそこはジャングルだよ」と言っていることを受けて、Andy は「今、中を片付けたばかりなのに、今度は外へ行って言うの?」と答えていると考えることができる。さらに Andy は「冗談だろ、よしてくれよ?」と続けていることも、選択肢 3 が最も相応しいヒントになる。
- (C) Belle の「もちろん今やるってなんて言ってないよ」という発言に続くのは、次の Andy の発言も考慮すると、選択肢 5 の「話してみただけでも楽しいと思ったんだ、それと庭のスケッチを描くこともね」と続けていると考えるのが最も適切である。
- (D) 空所(D)の直後に「芝生をコンクリートで覆うのはもったいない」とあるので、Andy の「芝生の上にコンクリートを敷きたいの?」という発言に続けて、選択肢 7 の「維持費が安いのはいいけど、赤ちゃんのサラには緑のあるところで遊ばせたいな」が続くと考えるのが最も適切である。
- (E) 直前の Belle の「分かったわ。でも夏に戸外に座れるエリアが欲し

い」という発言を受けている点、また、空所(E)に続く発言の内容から、選択肢2の「あそこの大きな木の下に、座れる場所を作ろうか」が続くと考えるのが最も相応しい。

**4 英作文空所補充問題**

[解答例] (2点×10=20点)

- (1) inspect (2) formed (3) of (4) from  
 (5) product (6) ingredient (7) literally (8) becoming  
 (9) estimated (10) ever

**[解説]**

- (1) inspect 「調べる、詳しく調査する」  
 (2) be formed 「形成される」  
 (3) consist of ～「～から成り立っている」  
 (4) protect A from B 「AをBから守る」  
 (5) a waste product 「老廃物」  
 (6) ingredient 「材料、原料」  
 (7) literally 「文字通り」  
 (8) become を前置詞 of の目的語となるように動名詞 becoming にする。poor fishermen はその意味上の主語である。  
 (9) estimate 「推測する」を形容詞化するために過去分詞 estimated にする。  
 (10) if 節中に ever を入れて「いつか～することがあるとしたら」を表現する。

**[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。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・語彙問題**

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 会話空所補充問題**

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。

**[こんなミスが目立った]**

**1 長文読解問題**

[問5] の和訳問題について、prove that～は「～だと証明する」とするのが適切であるが、「確かめる」「分かる」とした解答が目立った。

**4 英作文空所補充問題**

- (2) form を受動態にしない解答が多かった。  
 (3) of を by や to に取り違えた解答が目立った。  
 (4) product を goods に取り違えた解答が多く見られた。  
 (5) estimated に変化させず、estimate のままにした解答が多かった。

**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) 4 (b) 3 (c) 4 (d) 4 (e) 2  
 (f) 2 (g) 1 (h) 1 (i) 2 (j) 3

[問5] (10点×1=10点)

私たちはみな時々夢を見る。それは起きた後でさえ私たちに恐怖感を残すことがある。

**[解説]**

**[問1]**

下線部(a)の persist 「存続する」に最も意味に近いのは remain 「残る、存続する」。

**[問2]**

- (b) 「著者によれば、睡眠は～だと考えられる」に続けるのに最も適切なのは選択肢3の「人間と多くの動物にとって、生きることの本質的な部分」。本文第1段落に対応。  
 (c) 「人間の脳に興味を持っている科学者は、～(する)方法の研究を試みてきた」に続けるのに最も適切なのは、選択肢4の「夢を見ている状態の人の脳に起こる様々な変化を観察する」である。本文第2段落に対応。  
 (d) REM 睡眠について正しくない記述を選ばせる問題。本文第3段落6～8行目「毎晩、平均的な人は90分から120分のREM睡眠を経験している」とあることから、選択肢4の「平均的な人間は一晩で90分のREM睡眠を4～6回経験する」が正しくないとわかる。

**[問3]**

- (e) 「長い間に確立された分野の研究として、睡眠科学は夢を見るプロセスについて大量の正確で詳細なデータを収集することが可能になってきた」について、本文第4段落1～2行目「睡眠科学はごく新しい研究分野であり、多くのデータは必ずしも信用できない」とあり、また、同段落5行目「夢は混沌としていて短命であるので、具体的なデータを収集するのは難しい」とあることから、本文の内容に一致しない。  
 (f) 「直接被験者から情報を収集する必要はなかった。なぜならほとんどの信用できないデータは科学的モニタリング装置から得られるものであるから」について、本文第4段落1～4行目に「信用できないデータ」が「インタビュー」や「アンケート」で収集されていることが述べられている。よって、(f)は本文の内容に一致しない。  
 (g) 「夢について詳細な情報を収集することの障害になっている理由の一つは、夢が混沌としていることが多く、私たちの記憶からすぐに消え去ることである」について、本文第4段落5行目「なぜなら夢は複雑で短命であるからである」と書かれていることから、本文の内容と一致している。  
 (h) 「私たちが経験する夢は、日によっても人によっても同じであることは滅多にないが、人間の見る夢にいくつかの共通の話題があることは確かだ」について、本文第5段落1行目「私たちはある種の夢を共有している」とあり、以下に述べられている「追われる夢」や「飛ぶ夢」が「いくつかの共通の題材」の具体例に当たるので、本文の内容と一致している。  
 (i) 「人間の精神の複雑さを明らかにするだけではなく、悪夢など誰が見る夢は、その夢を見る人に重要な意味を伝えていると例外なく信じられている」について、本文第6段落1～3行目「夢は強いメッセージを伝えると信じる人がいる一方、脳が望ましくない情報を放り出した結果にすぎないと考える人もいる」とあることから、本文の内容と一致していない。

**[問4] (3点×1=3)**

- (i) 本文全体を通して、夢を見るプロセスの研究について説明しているので、選択肢3の Researching the Dream Process がタイトルとして最も相応しい。

**2 文法・語彙問題**

[解答例] (2点×10=20点)

- (a) 4 (b) 2 (c) 4 (d) 3 (e) 2  
 (f) 4 (g) 2 (h) 1 (i) 3 (j) 2

**[解説]**

- (a) take pains 「苦勞する」。  
 「若い研究者のグループはコンパクトで長持ちするバッテリーの開発にとっても苦勞した。」

- (b) text は「メールを送る」という他動詞で使われる。  
「サリーは授業中いつも友人にメールを送っていたので教師は怒った」
- (c) a man of his word 「言行一致の人」という慣用句である。  
「田中モーターズの社長である田中さんは、言行一致の人として知られている。彼がなにかをやると言えば、彼はやる」
- (d) least は否定副詞 little の最上級で「最も～ない」という意味。  
「悪いことは最も予期していないときに起きる」
- (e) 比較級の構文 no less ... than ～「～に劣らず…」を用いた問題。  
「英語は数学に劣らず、大学生には必要な科目である」
- (f) 口語で使われる副詞の though 「でも」は通常、文末に置かれる。  
「私は、クラシックやロック、ジャズなど多くの種類の音楽を聴く。でも、ラップは好きじゃない」
- (g) Had I been は if の省略による仮定法過去完了の倒置。if を復元した場合の語順は If I had been。  
「もし私とその試合のレフリーであったなら、そのプレーヤーにはレッドカードを与えていただろう」
- (h) all in all 「概ね」。  
「私は緊張していたが、概ね就職の面接はとてうまく行ったと思う」
- (i) in perfect shape 「体調が申し分なく良い」。  
A：先生、検査の結果はどうでしたか？  
B：心配しなくていいですよ。あなたはいたって健康です。
- (j) be fed up with ～「～に嫌気をさす、うんざりする」。  
「この雨の天気にはうんざりだ。いつ再び太陽が見えるんだ？」

### 3 会話空所補充問題

【解答例】(4点×5=20点)

- (A) 3 (B) 6 (C) 1 (D) 8 (E) 7

【解説】

- (A) 直前にある Yumi の「良いアイデアね、ハワイへ戻れたらうれしいわ。ハワイ大好き」という発言を受けて、空所には選択肢 3 の「今回は日本にいるべきだと思うよ」が入る。その後さらに Dan が「おまけに、ハワイへはこれまで3度行ってるよね」と付け加えていることもヒントになる。
- (B) 直後に Yumi が「私はそこに去年の春出張で行って来たばかり、覚えてる？」と質問しているので、空所内で Dan が選択肢 6 の「京都には美しい観光地がたくさんあるよ」と述べていると推測できる。
- (C) 直前で Dan が「広島はどうか？原爆ドームにも行ける」と述べていて、それを受けて Yumi が「それは良い考えかもね」と応答している。また、直後でダンが「いいや、でもずっと行きたかったんだ」と答えているので、空所には選択肢 1 の「そこに行ったことあるの？」という疑問文が入る。
- (D) 直前の会話では、広島に特別仕様のお好み焼きがあるという Yumi の発言に対して、Dan が関西のものとの違いについて質問している。このことから、空所には選択肢 8 の「そうだよ、広島のお好み焼きは麺がベースになってるんだ」が入るとわかる。
- (E) 直前の会話では、Dan が広島へ行く決心をし、ホテルを予約しようと提案している。さらに続けて Dan が広島まで行く手段について質問している。このことから、空所には選択肢 7 の「新幹線は飛行機より長いかかるけど、流れていく田舎の風景を見るのもとても楽しいわよ」が入るとわかる。空所の後には Dan が「それなら東京駅で弁当を買えば、景色を見ながら食事を楽しめるね」と付け加えているのもヒントになる。

### 4 英作文空所補充問題

【解答例】(2点×10=20点)

- (1) drunk (2) unclear (3) stay (4) eventually  
(5) spread (6) with (7) while (8) earlier

- (9) great (10) catch

【解説】

- (1) <with+名詞+過去分詞>で「コーヒーが飲まれている」を表せるよう、drink を過去分詞 drunk にする。
- (2) unclear 「不確かな」
- (3) stay awake で「覚醒した状態を保つ」という意味。
- (4) eventually 「ついに」
- (5) spread 「広がる」は、過去形も過去分詞形も spread のまま。
- (6) start with ～で「～から始まる」と意味。
- (7) while -ing で「～しながら」を表せる。
- (8) 「より早く」は early を比較級 earlier にして表現する。
- (9) 「大きな成功」の「大きな」は great。
- (10) catch on で「人気が出る」という意味。

【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。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・語彙問題

基本的な文法・語法・単語・熟語についての理解力や運用力が問われている。

#### 3 会話空所補充問題

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

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。

【こんなミスが目立った】

#### 1 長文読解問題

【問5】の和訳問題について、which の制限用法的誤出が多かった。また、from time to time や leave A with B の誤訳が目立った。

#### 4 英作文空所補充問題

- (1) drunk を誤って drank や drinking に変化させている解答が多くあった。
- (5) spread を誤って spreaded に変化させている解答が目立った。
- (8) early のままにしている解答が多かった。
- (9) great を good に取り違えた解答が目立った。

### 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) 4 (b) 2 (c) 4 (d) 4 (e) 2  
(f) 2 (g) 1 (h) 1 (i) 2 (j) 4

【問5】(10点×1=10点)

技術が進歩するにつれて、これらの実験室で作られるダイヤモンドの価格は将来急激に下落すると予想される。

【解説】

【問1】

下線部(a)の uneasy 「不安な」に最も意味が近いのは nervous (about～) 「～に神経をとがらせる、～が気になる」。

【問2】

- (b) 「著者によれば、ダイヤモンドは魅力的である。その理由は」に続くものとして最も適切なのは、選択肢 2 の「ダイヤモンドは非常に硬く、光をととてもよく反射する」である。第1段落に対応。
- (c) 「ブラッドダイヤモンド」という言葉が意味しているものを問う問題。選択肢 4 の「紛争地域で採掘され、紛争を財政的に支援してい

るダイヤモンド」が最も適切な答えである。第4段落に対応。

- (d) 人口ダイヤモンドに当てはまらない記述を選ばせる問題。選択肢4の「人工ダイヤモンドは天然のダイヤモンドより優れていると信じられている」が答えである。第7段落に対応。

[問3]

- (e) 「人々がダイヤモンドに魅了されてきたのは宣伝キャンペーンが成功した1980年代から」とあるが、第1段落1行目には「常に」とある。同キャンペーンについては第2段落で説明されており、その成功が「ダイヤモンドの需要増加と価格上昇につながった」と段落の最後にあるので、1980年代以前から元々あったダイヤモンドの魅力がキャンペーンによって飛躍的に高まったということである。よって、(e)は本文の内容と一致しない。
- (f) 「デビアスは、人工的にダイヤモンドを製造するいくつかのプロセスを開発した先駆者となった」とについては言及されていないので、本文の内容と一致しない。
- (g) 「キンバリープロセスは、販売されている全てのダイヤモンドが紛争地域以外で採掘されていることを保証できない」という点について、第5段落最終文「あなたが購入を考えるダイヤモンドが倫理的に全く問題なく発掘されたものであることは、今日でさえ保証できない」とあるので、本文の内容と一致する。
- (h) 「デビアスは消費者に、人工ダイヤモンドは天然ダイヤモンドより魅力が劣ると言っている」という点について、第7段落最終文「彼らは注意深く自分たちの主要なマーケットを守ろうとしており、天然ダイヤモンドは人工のものより価値があり、貴重であると消費者に言っている」と書かれており、本文の内容と一致する。
- (i) 「消費者は概ね天然ダイヤモンドを買うことを止め、人工宝石に移行している」という点について、第7段落1～2行目「人工ダイヤモンドは人気が出てきているが、販売高は天然のダイヤモンドの約1%にすぎない」とあるので、本文の内容と一致しない。

[問4]

本文全体としては、紛争地域で採掘され、紛争を財政的に支援しているダイヤモンドを購入しないための対策が述べられており、選択肢4の「ブラッドダイヤモンドからの撤退」がタイトルとして最も適切である。

[2] 文法・語彙問題

[解答例] (2点×10=20点)

- (a) 4 (b) 3 (c) 4 (d) 3 (e) 1  
(f) 4 (g) 2 (h) 4 (i) 3 (j) 4

- (a) deserve 「～に値する」。

「ケンスケ、君は今学期一生懸命勉強したね！君は長い夏休みをとるのに値する」

- (b) off 「～から離れた」。

「タンカーは、喜望峰近くの南アフリカ沖で沈んだ」

- (c) 間接疑問文なので、疑問詞 what の後はS+Vの語順。

「おじいちゃん、訪ねて来たときに何が食べたいか言った？」

- (d) 「～にもかかわらず」という逆接の意味を持つ表現が相応しいので、as much as S+Vにする。

「この問題について手伝ってあげたいけど、私にできることはひとつもない」

- (e) easily は最上級を強調して、「断然、間違いなく」。

「彼女は今日、間違いなくフィールド上で最も優れたアスリートだった。参加したすべての大会に勝っている」

- (f) without doubt で「疑いなく」という意味。

「それは今年見た中で疑いなく最もおもしろい映画だった」

- (g) hurt も pain も他動詞で使えるが、ここでは「～を痛める」という意味の hurt が正解。suffer (from) は後ろに headache のような名詞が来る。ache 「痛む」は目的語を取らない自動詞。

「この箱は凄く重いので、注意しないと腰を痛めるよ」

- (h) suit 「似合う」。

「失礼に聞こえてほしくないが、それは君にまったく似合わない！」

- (i) demand 「～することを強く要求する」。

「そのレストランのサービスは酷かったので、マネージャーに会わせると強く要求した」

- (i) 仮定法過去のif節に合うように、wouldn't で主節を完成させる。

「もし後で雨になっても驚かないな。あの暗い雲を見て見ろよ」

[3] 会話空所補充問題

[解答例] (4点×5=20点)

- (A) 6 (B) 2 (C) 5 (D) 1 (E) 7

[解説]

- (A) 直前でJoeが「ケーブルテレビにどうしてお金払っているのかわからない」と述べているが、それに対してMelが「君の言いたいことは分かる」と理解を示して譲歩している。この譲歩に対する逆説的な発言として「でも一方では、新しい映画のオンラインサービスを利用して最高のチャンスだよ」という選択肢6が入ると考えるのが最も適切である。

- (B) 直前でJoeが「テレビにインターネットを繋いだときにちょっとした問題があったような記憶があるけど」と述べており、その念押しとして「いくつか問題あったよね？」という選択肢2の発言をJoeが続けていると推測できる。直後にMelが「ひとつかふたつ、でも大したことじゃない」と答えていることもヒントとなる。

- (C) 直前でMelが「ちょっと待って、メニューを見てみよう」と言っているため、それに続くのは「映画のタイトルでも、それよりも広いジャンルでもカテゴリでも探せるよ」という選択肢5の発言だとわかる。さらに続けて「役者の名前でも、ディレクターの名前でも探せるよ」と言っていることもヒントとなる。

- (D) 「君はホラー映画が見たいんだよね？」という直前のMelからの質問に対して、Joeが「もし君が良ければね」と答えている。この会話を受けて、空所には選択肢1の「いいよ、今回は怖い映画を見よう。でも次は僕が選ぶ、それで良いだろう？」が入る。空所の後でMelが「問題ないね。君はとってもやさしいよ」と答えていることがヒントになる。

- (E) 直前でMelが「これはどうだい？“クライング・フラワー”」と言っているのを受けて、空所には選択肢7の「批評では、この映画は多くの賞をもらっていて、ストーリーもとてもおもしろそうだ」が入る。直後でJoeが「それはいい、レビューした人たちは、その映画に高い評価をつけている」と応答していることがヒントになる。

[4] 英作文空所補充問題

[解答例] (2点×10=20点)

- (1) through (2) particularly (3) even (4) speaking  
(5) down (6) terrible (7) introduces (8) typical  
(9) familiar (10) from

[解説]

- (1) (read)through で「通読する」という意味。

- (2) particularly 「とりわけ」

- (3) even 「～でさえ」

- (4) (Generally)speaking で「一般的な言い方をすれば」という意味。

- (5) can be broken down into 「～に分類可能である」をdownを補って完成させる。

- (6) terrible 「恐ろしい」

- (7) 主語のlow fantasyに合わせて3人称単数現在のsを付けてintroducesとする。

- (8) typical 「典型的な」

- (9) familiar 「見覚えのある」

- (10) (escape)from で「～から逃れる」という意味。

[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。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・語彙問題

基本的な文法・語法・単語・熟語についての理解力や運用力が問われている。

③ 会話空所補充問題

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

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。

[こんなミスが目立った]

① 長文読解問題

[問5] の和訳問題について、lab-grown や drop sharply の訳出がうまくできていない解答が目立った。

④ 英作文空所補充問題

- (1) through を though と取り違えた解答が見られた。
- (4) speaking を原形の speak としている解答や saying としているものも見られた。
- (7) introduces を原形や ing 形にしている解答があった。
- (8) typical を誤って typically とする解答があった。

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) 4 (b) 2 (c) 1 (d) 3 (e) 4 (f) 3  
(g) 2 (h) 2 (i) 1 (j) 3 (k) 2

【問2】(7点)

- (ア) 私たち自身が地球外で繁栄するのを目の当たりにする可能性はほぼ皆無だが、それでもなお、私たちは私たちの文明が新たな時代を切り拓く可能性に胸を躍らせることができる。

[解説]

【問1】

- (a) 下線部(a)の ideas に関する説明は、第1パラグラフに描写されている。building livable environments on Mars の言い換えが選択肢4「人々が生活できるであろう環境を火星に創ること」である。
- (b) 下線部(b)は「われわれ(人類)を真に複数の惑星で生きる種とする」の意味。これが実現するためには、複数の惑星に人類が存在する必要がある。したがって、選択肢2が正解。
- (c) オニールコロニーの特徴として述べられているのは、「人工重力がある」、「地球を周回する」、「生命を維持できる」、そして「一年中最高の日のマウイ島のような」ということである。したがって、選択肢1が「述べられていないもの」として正解となる。
- (d) 下線部(d)の road および space rocks は比喩表現であり、それぞれ「過程」「障害」をあらわしている。したがって、選択肢3が正解。
- (e) 下線部(e)が比喩表現であることは、後続の with the idea から明白であり、「賛同する」の意味。したがって、選択肢4の「無条件に賛成する」が正解。
- (f) 下線部(f)「この状況」とは、直前の一文「例えば、火星のような惑星に家を建てることは、簡単な仕事ではない」状況を指している。簡単ではないにもかかわらず、AI Space Factory はその課題を成し遂げようとしていることが、下線部の直後に記載されている。したがって、選択肢3が正解。
- (g) 前文に「火星での」生活を可能にする「居住空間」とあり、下線部の後に3Dプリンタで製造された卵型の「家」とあるので、選択肢1と3の「避難所」および選択肢4の「地球用の」は誤り。後述の内容と一致する選択肢2が正解である。

- (h) 下線部中の very durable「非常に耐久性の高い」の内容は、下線部直後の that 以下で「火星の高温と放射線の両方から人々を守ることができる」と詳述されている。つまり、設問文にある「完成」とは、Marsha が実用できる段階に達したという意味である。その「要因」を前文に求めると、「無数の改良と再設計」がふさわしく、「コンテストでの優勝」では因果関係が成立しないことがわかる。正解は選択肢 2 である。
- (i) 第 4 パラグラフは、Marsha 内部の描写である。Marsha が「初期の宇宙旅行者のニーズ」を考慮して設計されていることを念頭に置き、描写を読み取ると、選択肢 1 が次文の a lab to conduct research for dwellers that would arrive later に一致することがわかる。したがって、選択肢 1 が正解。
- (j) 下線部(j)は「環境に対して、より悪影響を与えないものであり得る」の意味。したがって、「生態系に与える悪影響がより小さい」を表す選択肢 3 が正解。
- (k) 第 1 パラグラフ冒頭で、起業家たちが地球外で（人類が）生活できる環境を作り上げる可能性を探し求めていると記述がある。具体的には、Space X 社は 2023 年に人類を宇宙に送り出そうと計画し、Blue Origin 社は巨大な宇宙コロニーを作ろうとしている。また、AI Space Factory は、NASA のコンテストで他団体と競い合い、最優秀賞を受賞している。これらの記述から、人類が宇宙で生活するような計画が加速しており、企業間で競い合っていることが確認できる。したがって、選択肢 2 が文章の内容を最も的確に表現している。

## 【問 2】

分詞構文を用いて書かれた文である。文頭の Having little possibility と主節の we can still be excited が、否定的な表現と肯定的な表現の対比になっていることから、分詞構文を用いずに書いた場合、Although we have little possibility... と表現するのが適切である。our civilization は、動名詞 beginning の意味上の主語である。そのため、「私たちの文明」となる。

【試訳】さまざまな億万長者の起業家たちが、我々の母なる星の遥か彼方に生活環境の可能性を探っています。そのアイデアは、巨大な浮遊宇宙植民地の建設から火星での居住環境の構築まで、多岐にわたります。米国の SpaceX 社は、2023 年に民間人初の宇宙飛行士を宇宙に送り出すつもりで、すでに火星に人類を移住させ、人類を真の多惑星種にするという大きな計画を持っています。一方、別の企業である Blue Origin は、その巨大なスペースコロニーの開発を進めています。同社のプレゼンテーションでは、オニール・コロニーで最大 1 兆人を宇宙に送り出すという彼らの野望を詳述しました。これらのコロニーは、人工重力を備え、地球の軌道を回り、人間の生命を維持するとのこと。彼らはそれらのコロニーでの体験を「一年中、最高の日のマウイ島」に例えたのです。魅力的な話ですが、そこに至るまでの道のりは、間違いなく多くの宇宙石で覆われていることでしょう。

世界中の科学者や革新者たちが、私たちが宇宙へ送り出すための解決策に取り組んでいますが、この構想に乗り出す前に、私たちは、私たちの新たに故郷となる惑星で、実際にどこに住むかを考える必要があります。例えば、火星のような惑星で家を建てるのは簡単なことではありません。そんな状況にもかかわらず、ニューヨークの建築会社 AI Space Factory のチームは、NASA が設定した課題に取り組み、火星での生活と宇宙での建物の限界に耐えられる居住空間を作り上げました。同社は、火星での生存と繁栄の解決策となりうる居住区を作り上げたのです。同社が Marsha と名付けたのは 3D プリンタで製造される卵型の家屋で、建築作業は火星に輸送されるロボットがこの惑星上で行うことになり、建築資材には火星にある岩から抽出できる物質と、火星で育成できる植物から成るバイオプラスチックが利用されることとなります。

数え切れないほどの改良と再設計を経て、当社は、3D で Marsha の 3 分の 1 スケールを再現したものを展示し、2019 年の NASA の 3D Printing Habitat Challenge で最優秀賞を獲得しました。その結果、火星での高温と放射線の両方から人々を守ることができる、非常に耐久性の高い、3D プリンタで製造できる家が完成しました。

Marsha は、初期の宇宙旅行者のニーズを念頭に置いて慎重に設計されています。1 階にはワークスペースと、後から来る住人のための研究を行う研究室があります。その上、2 階にはキッチンと通信設備があります。3 階には、庭、衛生施設、個人用寝台があり、住人の個人的なニーズに応えます。最上階の明るい天窗の下には、娯楽室と運動場を兼ねたスペースがあり、体調を保ち、健康を維持することができます。これらの各階をつなぐ曲がりくねった階段は、内壁のカーブに沿って設置され、空間効率を最大限に高めています。

AI Space Factory は、Marsha の居住空間のデザインをヒントに、惑星上で発見された持続可能な素材から 3D プリンタで製造するよう設計された地球居住空間「Tera」も建造しました。Tera に使用されている素材は、コンクリートよりも 50% 強いですが、生分解性もあり、その目的は、地球での建設が環境に対してより害が少ないことを示すことです。デザイナー達は、持続可能な建築手法で、リサイクルできない材料を使わずに建築ができる世界を示したいのです。現状では、Tera は私たちが火星での生活を体験できる最も身近な存在かもしれません。私たち自身が地球の外での繁栄を目の当たりにする可能性はほとんどありませんが、それでもなお、私たちの文明が新しい時代を迎えるという期待に胸を膨らませることが出来ます。今は、自分たちの惑星に目を向け、安全でクリーンな住環境にすることが大切です。

## 【2】 文法・語法問題

【解答例】(2 点×10=20 点)

- (a) 3 (b) 1 (c) 4 (d) 1 (e) 2  
(f) 2 (g) 3 (h) 2 (i) 3 (j) 1

### 【解説】

(a) 原則 talk は自動詞であり、「～について話す」と言いたいときには talk about ～を使う。選択肢 1 は、about が無いので不可。選択肢 2 は、with の後には話し相手を表す語句が来なければならないため不可。対して、discuss は他動詞なので「～について話す」という時には直後に目的語を取る。選択肢 3 が正解。選択肢 4 は about が不要である。

「Mary と Sue は、後でコーヒーを飲みながらこの問題について話し合おうと約束した」

(b) It is X that ... という強調構文の焦点要素 (= X) が疑問詞になっている文である。疑問詞の移動が起きる前は、It was who that broke the vase ... であり、疑問詞が文頭に移動したとき be 動詞 was も主語 it の前に移動する。その結果、最終的に Who was it that broke the vase ... となる。選択肢 1 が正解。1 以外の選択肢を入れた場合、どれも妥当な構造を与えることができない。

「私が寝ている間に、窓際の花瓶を割ったのはいったい誰だ」

(c) 前半部分は「メアリーはとてつもない努力をしたに違いない」の意味。( ) の後ろは動詞が過去形動詞 + have + 過去分詞なので仮定法過去完了の帰結節ということになる。意味は「彼女が一人でそのような難問を解決するのは不可能だっただろう」。この二文を正しくつなげられる接続詞は、「もしそうでなければ」の意味で仮定法の条件を示し得る選択肢 4 の or。選択肢 1、2 は接続詞ではあるが、二文を意味的に正しくつなぐことができない。選択肢 3 は副詞である。

「Mary は相当な努力をしたに違いない。そうでなければ、こんな難しい問題を一人で解くのは不可能だっただろう」

(d) know better than to do で「～するほど愚かでない」という決まった表現。選択肢 1 が正解。なお、should have known better than to do は「(今から考えると)～するほど愚かであるべきではなかった」=「～のような馬鹿なことをしなければよかった」という意味である。「こんな危うい製品を買うような馬鹿なことをしなければよかった」

(e) X is + 難易を表す形容詞 (difficult/easy/tough/hard/impossible, etc.) + to do の構文。この構文の特徴は、不定詞で使われる動詞が目的語を欠いた他動詞（もしくは、自動詞 + 前置詞）になることであ

り、文の主語 X はこの欠けている目的語に該当しなければならないということである。この条件を満たせるのは、選択肢 2 のみである。reply は自動詞なので、選択肢 1, 3 は不可（ここで使うには前置詞の目的語を欠いた reply to の形にする必要がある）。選択肢 4 は answer の目的語の位置が it で埋められているので不可。

「Bill が私たちに尋ねた質問は、答えるのが難しかった」

- (f) ( ) stormy outside は、主節より前にあるため、全体で副詞要素となる（つまり、分詞構文、もしくは〔従属接続詞+文〕で副詞節）。分詞構文の意味上の主語は、主節の主語（the expedition）と原則一致するが、それは stormy の主語ではありえないので、天候を表す it を分詞構文の主語として加える。その結果、選択肢 2 が正解となる。選択肢 1, 3 は分詞構文の主語が適切でない（選択肢 1 は主節の主語と一致して the expedition, 選択肢 3 は there）。選択肢 4 は、接続詞が足りない文（It had been stormy outside と the expedition decided to stay in a cabin の 2 つの文があるのに、接続詞がない）になってしまうので不可。

「外は荒れ模様だったので、探検隊は山小屋にとどまることにした」

- (g) 「仕事」という意味の work は不可算名詞であり、それに対して job は可算名詞である。選択肢 1, 2 は work に冠詞の a が付いているので不可。search は探す場所を目的語とする他動詞で、「仕事を探す」と言う場合は自動詞なので search for a job のように for が必要である。よって、選択肢 4 は不可。選択肢 3 が正解。

「不況のあおりを受けて先月解雇された Sophia は、現在ネットで職探しをしている」

- (h) possible は人を主語にすることができないので選択肢 1 は不可。反対に able は、無生物を主語にできないので選択肢 3 は不可（そもそも、able of 人という表現も適切ではない）。( ) の後ろの形が of reading であるので、それと適切に結びつくのは選択肢 2 の capable である（be capable of doing で「～することができる」）。選択肢 2 が正解。選択肢 4 は、of reading を to read にすれば正解となるが、そうでなければ適切ではない。

「Susan は一日で本棚の本を全部読み切ることができる」

- (i) make + 目的語 + do は、受動態にすると be made to do のように do の前に to が必要となるため選択肢 2, 4 は不可。obey 「～に従う」は他動詞なので後ろに to を入れてはいけない。したがって、選択肢 3 が正解。

「すべての生徒が不合理な校則に従わされた」

- (j) 選択肢 2 は前文を受けて「もしそうでなければ」。選択肢 3 は、通常 seldom や rarely と共に用いて「たとえあるにしても」の意味で「頻度」を示す表現。選択肢 4 は、仮定法で用いて「～でさえあればなあ」。いずれも不可である。選択肢 1 は、if any 「もしあれば、あるとしても」の意味で「数量」を表し、ここでは「(違いが) あるとしても」の解釈。選択肢 1 が正解。

「2 つの研究チームが採用した手法には違いがあるとしてもほとんどないようだった」

### 3 読解問題

【解答例】(4点×5=20点)

- (a) 1 (b) 4 (c) 2 (d) 3 (e) 3

#### 【解説】

- (a) Where did Daniel acquire his passion for Japanese food?

「Daniel はどこで日本食が大好きになったのですか」

第 1 パラグラフの最後の 2 文、および第 2 パラグラフの最後の文 (compared to ～以降) で、Daniel は日本にいる時点で既に日本食への愛着があったことがわかる。では、この愛着は日本で得たものなのか、それとも来日前に故郷のサンフランシスコ（そこにはジャパタウンがある）で得たものなのか。第 2 パラグラフでは、初めてサンフランシスコで食べた日本食（ラーメン）はあまり美味しくなかったと書かれている。そのため、日本食への愛着は日本で育まれ

たと考えられる。選択肢 1 が正解。

- (b) What did Daniel think as an American with his experience?

「Daniel は、彼自身のような経験をもつアメリカ人として何を考えましたか」

第 3 パラグラフの最後の 2 文に注目する。ここでは、Daniel がラーメン作りを学び、レストランを開く決意をする。特に最後の文に、“... as an American ..., he would be able to create a superior restaurant with a better dining experience and ambience” と述べられている。これに合致するのは、選択肢 4 である。

- (c) What did the Japanese manager of the ramen shop think?

「ラーメン店の日本人店主はどう思いましたか」

第 4 パラグラフで、Daniel がラーメン店の店主に教えを乞いに行く様子が描かれている。このパラグラフの最後の 2 文に注目する。そこには、“Many foreigners were coming to Japan to learn many crafts and skills. The manager laughed and told him to be ready to work long hours.” と書かれており、店主は Daniel のことを様々な技術を学びに日本にやって来た多くの外国人と同じように見なし、その店に受け入れることにしたことがわかる。選択肢 2 が正解。

- (d) What did Daniel do during his time working at the ramen shop?

「ラーメン店で働く間、Daniel は何をしましたか」

第 5 パラグラフに Daniel のラーメン店での修行の様子が描かれている。選択肢 3 の many important steps 「多くの大事な手順」は第 2 文から第 4 文までの内容を正しくまとめている。よって、選択肢 3 が正解。

- (e) What happened to Daniel after he opened his own ramen shop in Denver?

「デンバーでラーメン店を開業した後、Daniel に何が起きましたか」

第 6 パラグラフでは、Daniel がラーメン店での修行を終え、アメリカに帰国してからのことが描かれている。3 文目に、デンバーに自身のラーメン店をオープンした 6 カ月後に、もう一店舗別のレストランをオープンさせることができたことと書かれている。よって、正解は選択肢 3。

【試訳】 Daniel Costa は、日本に 20 年近く住んでいました。その間、主に英語の教師として働きながら、大好きな食べることに没頭していました。日本食は何でも好きでした。中でも、安いけれどおいしいラーメンが彼のお気に入りでした。

彼はサンフランシスコ出身で、そこにある日本の店やレストランが集まるジャパタウンで初めて日本食を味わいました。当時、ラーメンを出す店は 1 軒しかなく、しかもあまりおいしくありませんでした。日本で好きになった様々なラーメンと比べると、スープが薄く、チャーシューの味付けもあまり良くないと感じました。

だから、両親を訪ねてサンフランシスコに戻ったとき、その年にジャパタウンだけでなく、市内に 10 軒のラーメン店がオープンしたと聞いて、とても驚きました。しかしながら、彼がショックを受けたのは、その値段です。普通のラーメンが 1 杯 16 ドルから 20 ドルもするのです。日本での値段の倍です。その時、彼がラーメン作りの技術を習得して、自分の店を持つという望みを抱いたのはその時のことでした。日本に 20 年近く住んでいたアメリカ人であれば、よりおいしい食事ができて、雰囲気の良い店を作ることができるだろうと考えたのです。

横浜の自宅に戻ると、英語教師をやめて、お気に入りのラーメン店で働くことにしました。地元の支店の店主は、Daniel が自分の店に来て、有名な家系ラーメンの作り方を教えてほしいと懇願しても、あまり驚きませんでした。多くの外国人が、さまざまな物作りや技術を学ぶために日本に来ていたのです。店長は笑って、長時間働く覚悟をしろと言いました。

Daniel は毎日 5 時に起床し、ラーメン屋に駆けつけ、優れたラーメンを作るために必要な多くの技術を学びました。正しい骨や肉を選び、他の食材と一緒に何時間もかけて煮込んで完璧な出汁を取る方法を学びました。さらに、麺の作り方も学ばなければなりませんでしたが、その工程には数時間を要しました。一番大変だったのは、一日中立ちっぱなしで、鍋をか

き回しながら、来店するお客さんに大声であいさつをし続けることでした。当たり前のもと考えていた仕事に、どれだけの労力とエネルギーが必要なのか、これまで考えたこともありませんでした。

4年間の厳しい修行の後、彼はアメリカに戻り、自分のラーメン店を開くことを決意しました。ラーメン店が2軒しかないコロラド州デンバーに店を構えることにしたのです。そして、わずか半年後にもう1店舗をオープンすることができました。その時、彼は、こんなにもたくさんの人が毎日自分の店においしいラーメンを食べに来てくれることに驚き、喜びを感じました。日本人の多くが「安くて脂っこい」と思っているラーメンが、これほどまでに人気を博すとは思ってもみませんでした。ある朝、彼は店を開けながら、「人生はボウル一杯のサクランボではなく、どんぶり一杯のラーメンだ!」と思いました。

#### 4 英作文空所補充問題

[解答例] (2点×10=20点)

- (1) held/hosted (2) inviting (3) lead  
(4) taught (5) brush (6) basic/background  
(7) demonstrate/do (8) participation (9) four  
(10) tomorrow

[解説]

- (1) 掲示の第1パラグラフ1行目の holding を利用する。ここでは an event を後置修飾する形容語句を導けるよう過去分詞に変形する。「(イベントを)主催する」には hold の他に host も使えるので、正解は held または hosted となる。
- (2) 掲示の第1パラグラフ3行目の Invite を利用する。I'm also に続けて進行形が受動態を完成させることになるが、後ろの3人の人名が目的語だとわかれば受動態の可能性は排除できる。正解は現在分詞 inviting である。
- (3) 掲示の第2パラグラフ2行目の leading を利用する。助動詞 will の直後で、「イベントを主催する(イベントのリーダーになる)」と能動態を完成すればよいので原形にしておく。lead が正解である。
- (4) 掲示の第2パラグラフ3行目の teaching を利用する。直前に has があり文末に for 20 years があるので、「20年間教えてきた」と読める現在完了形が完成するよう teach を過去分詞に変形する。正解は taught である。
- (5) help + 人 + do で「人が~するのに役立つ」となるよう空所には原形の動詞を入れる。主語の It に前文の内容を当てはめ、「イベントが英語で行われることは Reina が自分の英語をどうすることに役立つのか」を考える。掲示の Details「詳細」1つ目と2つ目にある習字道具としての「筆」を利用すると、brush up「磨き直す(勉強し直す)」という熟語が完成する。正解は brush である。
- (6) 空所には名詞 knowledge を前置修飾する形容詞が入る。「漢字の書き方を習ったことはあるか」という問いの返事で、後ろの「でも実際に書いたことはない」という発言につながる内容にしなければならぬ。掲示の Details「詳細」1つ目にある「漢字の基本構造」を参考にすると、Stephen はごく初歩的な「基礎」知識しか持っていないとすればよいと判断できるので、正解は basic である。文脈上、background を入れて「予備知識」としてもよい。
- (7) see + 人 + do で「(人)が~するのを見る」となるよう空所には原形の動詞を入れる。掲示の Details「詳細」の2つ目の Demonstration and Practice「実演と練習」を参考にすると、「彼女(習字の先生)が実演する(手本を示す)のを見る」とすればよいと判断できる。正解は demonstrate だが、do も別解として認められる。
- (8) 掲示の第3パラグラフにある Fee「料金」に添えられた割引に関する説明の中の joined に着目すると、空所にはイベント参加料の「参加」がふさわしいと考えられる。直後の文で joined が participated in に言い換えられていることを確認し、この動詞の名詞形で「参加料(金)」と読める複合名詞を完成する。正解は participation である。

- (9) 掲示の第3パラグラフで、料金は500円、前回参加者は100円割り引きとある点を確認する。空所の後に「前回のイベントに参加したので」とあるから Stephen と Rina は割引料金を支払うことになる。正解は four である。
- (10) 掲示の Notes「注意事項」に deadline「締め切り」は土曜日とある。空所の前の「今日は金曜日だから」に続けると締め切りは当然「明日」となるので、正解は tomorrow である。

[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。近未来の宇宙開発に関する説明文である。この分野に関する基本的な背景の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]

#### 1 長文読解問題

[問2]

little を「少しある」という意味で解釈してしまい、そのために分詞構文が譲歩の意味であることに気がつくことが出来ていない解答が多かった。

prospering を「利益」や「富」と訳す誤答が多かった。

#### 4 英作文空所補充問題

単語のスペリングの違いや語形変化の誤答、品詞の取り違えなどが多かった。

1. 現在形の hold や、現在分詞の holding とする誤答が多かった。
2. 現在分詞であるべきところ、現在形の invite のままである解答が多かった。
3. lecture という誤答が多かった。
4. taught とスペルミスする誤答が目立った。
5. 「磨きかける」という意味なので、brush が正解だが、bring という誤答が多かった。

6. 特に多く見られる誤答はなかった。
7. 品詞の誤りで demonstration とする誤答が多かった。
8. pay を入れる誤答が多かった。
9. 100 円の値引きを考慮に入れず、five とする誤答が多かった。
10. tommorow というスペルミスが多かった。

#### <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なるよう心がけて作られている。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。

# 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	2023	30	982 (113)	975 (112)	130 (17)	7.5	450	75.0	600		
			2022	30	850 (106)	846 (106)	82 (9)	10.3	419	69.8			
	未来科学部	情報メディア学科	2023	25	967 (196)	959 (196)	101 (26)	9.5	455	75.8			
			2022	25	801 (187)	799 (186)	115 (29)	6.9	402	67.0			
	工学部	情報通信工学科	2023	25	674 (69)	667 (69)	77 (8)	8.7	460	76.7			
			2022	25	609 (56)	606 (56)	96 (7)	6.3	412	68.7			
	理工学部	情報システムデザイン学系	2023	45	423 (61)	423 (61)	157 (23)	2.7	367	61.2			
			2022	45	524 (74)	519 (73)	114 (16)	4.6	377	62.8			
	合 計			2023	125	3,046 (439)	3,024 (438)	465 (74)	6.5	—		—	—
				2022	125	2,784 (423)	2,770 (421)	407 (61)	6.8	—		—	—
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	2023	25	407 (141)	406 (141)	74 (36)	5.5	427	71.2	600		
			2022	25	447 (155)	447 (155)	66 (27)	6.8	397	66.2			
	未来科学部	建築学科	2023	30	555 (170)	553 (168)	71 (27)	7.8	443	73.8			
			2022	30	552 (161)	544 (160)	71 (22)	7.7	402	67.0			
	理工学部	建築・都市環境学系	2023	20	252 (55)	251 (54)	112 (29)	2.2	350	58.3			
			2022	20	237 (57)	237 (57)	55 (14)	4.3	373	62.2			
	合 計			2023	75	1,214 (366)	1,210 (363)	257 (92)	4.7	—		—	—
				2022	75	1,236 (373)	1,228 (372)	192 (63)	6.4	—		—	—
電気・電子・生体医工	工学部	電気電子工学科	2023	25	573 (36)	568 (36)	136 (9)	4.2	403	67.2	600		
			2022	25	610 (33)	605 (33)	148 (10)	4.1	372	62.0			
	工学部	電子システム工学科	2023	20	235 (13)	232 (13)	70 (7)	3.3	393	65.5			
			2022	20	323 (20)	319 (20)	79 (7)	4.0	375	62.5			
	理工学部	電子工学系 <sup>※</sup>	2023	20	296 (30)	293 (30)	136 (16)	2.2	340	56.7			
			2022	20	235 (21)	231 (21)	99 (11)	2.3	328	54.7			
	合 計			2023	65	1,104 (79)	1,093 (79)	342 (32)	3.2	—		—	—
				2022	65	1,168 (74)	1,155 (74)	326 (28)	3.5	—		—	—
機械・ロボット	未来科学部	ロボット・メカトロニクス学科	2023	25	309 (35)	302 (34)	73 (11)	4.1	409	68.2	600		
			2022	25	337 (37)	330 (37)	79 (11)	4.2	370	61.7			
	工学部	機械工学科	2023	25	595 (40)	590 (40)	182 (13)	3.2	406	67.7			
			2022	25	633 (43)	632 (43)	140 (11)	4.5	388	64.7			
	工学部	先端機械工学科	2023	20	274 (31)	272 (31)	70 (7)	3.9	390	65.0			
			2022	20	367 (38)	362 (38)	102 (12)	3.5	367	61.2			
	理工学部	機械工学系	2023	20	165 (8)	164 (8)	71 (5)	2.3	347	57.8			
			2022	20	305 (22)	303 (21)	102 (12)	3.0	351	58.5			
	合 計			2023	90	1,343 (114)	1,328 (113)	396 (36)	3.4	—		—	—
				2022	90	1,642 (140)	1,627 (139)	423 (46)	3.8	—		—	—
生命・化学・サイエンス	工学部	応用化学科	2023	20	389 (110)	388 (110)	90 (30)	4.3	413	68.8	600		
			2022	20	414 (92)	413 (92)	99 (25)	4.2	382	63.7			
	理工学部	理学系	2023	15	205 (17)	204 (17)	95 (5)	2.1	378	63.0			
			2022	15	283 (36)	283 (36)	95 (10)	3.0	373	62.2			
	理工学部	生命科学系	2023	20	262 (86)	260 (86)	113 (48)	2.3	341	56.8			
			2022	20	318 (90)	315 (90)	133 (49)	2.4	320	53.3			
	合 計			2023	55	856 (213)	852 (213)	298 (83)	2.9	—		—	—
				2022	55	1,015 (218)	1,011 (218)	327 (84)	3.1	—		—	—
総 合 計			2023	410	7,563(1,211)	7,507(1,206)	1,758 (317)	4.3	—	—	—		
			2022	410	7,845(1,228)	7,791(1,224)	1,675 (282)	4.7	—	—	—		

※2024年4月「電子工学系」は「電子情報・生体医工学系」として新たにスタートします。

## 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	2023	5	39 (14)	39 (14)	5 (1)	7.8	600
	2022	5	60 (11)	58 (11)	5 (1)	11.6	
未来科学部	2023	5	45 (8)	45 (8)	7 (1)	6.4	600
	2022	5	77 (12)	77 (12)	12 (1)	6.4	
工学部	2023	7	80 (8)	80 (8)	26 (5)	3.1	600
	2022	7	88 (10)	87 (9)	19 (0)	4.6	
理工学部	2023	7	78 (5)	78 (5)	11 (0)	7.1	600
	2022	7	86 (15)	85 (15)	32 (7)	2.7	
総 合 計	2023	24	242 (35)	242 (35)	49 (7)	4.9	—
	2022	24	311 (48)	307 (47)	68 (9)	4.5	—

※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)

※2022年度は下記志願者1名のみ。2023年度は志願者なし。

( )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)
建築・都市・ デザイン	システムデザイン工学部	情報システム工学科	2022	若干名	1 (0)	1 (0)	0 (0)	—	—	—	500

# 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	2023	65	2,009 (193)	1,886 (180)	215 (8)	8.8	198	66.0	300		
			2022	65	1,373 (136)	1,302 (127)	98 (11)	13.3	206	68.7			
	未来科学部	情報メディア学科	2023	55	1,896 (342)	1,818 (336)	125 (29)	14.5	207	69.0			
			2022	55	1,384 (277)	1,304 (264)	101 (23)	12.9	201	67.0			
	工学部	情報通信工学科	2023	55	1,321 (119)	1,227 (108)	135 (14)	9.1	199	66.3			
			2022	55	791 (58)	755 (57)	129 (12)	5.9	194	64.7			
	理工学部	情報システムデザイン学系	2023	70	963 (112)	902 (107)	271 (35)	3.3	166	55.3			
			2022	70	947 (116)	893 (113)	180 (22)	5.0	178	59.3			
	合 計			2023	245	6,189 (766)	5,833 (731)	746 (86)	7.8	-		-	-
				2022	245	4,495 (587)	4,254 (561)	508 (68)	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	2023	55	859 (240)	824 (236)	156 (55)	5.3	185	61.7	300		
			2022	55	696 (197)	657 (189)	106 (36)	6.2	187	62.3			
	未来科学部	建築学科	2023	65	1,074 (297)	1,040 (287)	119 (44)	8.7	196	65.3			
			2022	65	937 (251)	898 (238)	125 (32)	7.2	197	65.7			
	理工学部	建築・都市環境学系	2023	35	381 (76)	366 (71)	116 (26)	3.2	161	53.7			
			2022	35	294 (53)	281 (52)	72 (15)	3.9	174	58.0			
	合 計			2023	155	2,314 (613)	2,230 (594)	391 (125)	5.7	-		-	-
				2022	155	1,927 (501)	1,836 (479)	303 (83)	6.1	-		-	-
電気・電子・生体医工	工学部	電気電子工学科	2023	60	1,181 (74)	1,114 (69)	296 (14)	3.8	170	56.7	300		
			2022	60	1,001 (44)	954 (43)	254 (9)	3.8	172	57.3			
	工学部	電子システム工学科	2023	40	607 (36)	579 (35)	170 (7)	3.4	168	56.0			
			2022	40	555 (29)	510 (29)	124 (4)	4.1	175	58.3			
	理工学部	電子工学系*	2023	35	398 (24)	376 (22)	107 (9)	3.5	151	50.3			
			2022	35	191 (14)	181 (12)	70 (6)	2.6	152	50.7			
	合 計			2023	135	2,186 (134)	2,069 (126)	573 (30)	3.6	-		-	-
				2022	135	1,747 (87)	1,645 (84)	448 (19)	3.7	-		-	-
機械・ロボット	未来科学部	ロボット・メカトロニクス学科	2023	55	604 (57)	571 (53)	143 (11)	4.0	172	57.3	300		
			2022	55	426 (32)	409 (30)	121 (9)	3.4	171	57.0			
	工学部	機械工学科	2023	55	1,177 (51)	1,119 (49)	346 (14)	3.2	172	57.3			
			2022	55	1,015 (39)	971 (38)	301 (16)	3.2	176	58.7			
	工学部	先端機械工学科	2023	50	741 (43)	693 (43)	176 (13)	3.9	164	54.7			
			2022	50	436 (43)	403 (39)	140 (20)	2.9	160	53.3			
	理工学部	機械工学系	2023	35	356 (4)	336 (4)	98 (2)	3.4	150	50.0			
			2022	35	348 (19)	329 (16)	110 (4)	3.0	160	53.3			
合 計			2023	195	2,878 (155)	2,719 (149)	763 (40)	3.6	-	-	-		
			2022	195	2,225 (133)	2,112 (123)	672 (49)	3.1	-	-	-		
生命・化学・サイエンス	工学部	応用化学科	2023	40	690 (168)	667 (163)	190 (50)	3.5	181	60.3	300		
			2022	40	549 (123)	527 (116)	164 (34)	3.2	179	59.7			
	理工学部	理学系	2023	55	292 (35)	274 (35)	135 (11)	2.0	159	53.0			
			2022	55	382 (36)	367 (35)	140 (11)	2.6	170	56.7			
	理工学部	生命科学系	2023	35	295 (89)	274 (80)	115 (41)	2.4	150	50.0			
			2022	35	296 (74)	283 (71)	117 (38)	2.4	152	50.7			
	合 計			2023	130	1,277 (292)	1,215 (278)	440 (102)	2.8	-		-	-
				2022	130	1,227 (233)	1,177 (222)	421 (83)	2.8	-		-	-
総 合 計				2023	860	14,844 (1,960)	14,066 (1,878)	2,913 (383)	4.8	-	-	-	
				2022	860	11,621 (1,541)	11,024 (1,469)	2,352 (302)	4.7	-	-	-	

※2024年4月「電子工学系」は「電子情報・生体医工学系」として新たにスタートします。

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	2023	5	656 (77)	635 (75)	73 (3)	8.7	133	66.5	200		
			2022	5	378 (51)	366 (49)	37 (6)	9.9	139	69.5			
	未来科学部	情報メディア学科	2023	5	838 (188)	819 (183)	41 (11)	20.0	144	72.0			
			2022	5	599 (124)	578 (119)	51 (8)	11.3	139	69.5			
	工学部	情報通信工学科	2023	5	381 (38)	362 (36)	44 (7)	8.2	133	66.5			
			2022	5	213 (18)	206 (18)	31 (2)	6.6	129	64.5			
	理工学部	情報システムデザイン学系	2023	5	355 (66)	341 (64)	100 (23)	3.4	110	55.0			
			2022	5	281 (42)	274 (41)	48 (11)	5.7	123	61.5			
合計			2023	20	2,230 (369)	2,157 (358)	258 (44)	8.4	-	-	-		
			2022	20	1,471 (235)	1,424 (227)	167 (27)	8.5	-	-	-		
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	2023	5	343 (124)	335 (122)	69 (20)	4.9	126	63.0	200		
			2022	5	286 (92)	277 (88)	30 (11)	9.2	124	62.0			
	未来科学部	建築学科	2023	5	369 (99)	356 (98)	43 (10)	8.3	130	65.0			
			2022	5	283 (87)	275 (82)	29 (6)	9.5	134	67.0			
	理工学部	建築・都市環境学系	2023	5	126 (24)	121 (24)	35 (6)	3.5	105	52.5			
			2022	5	84 (19)	81 (18)	20 (3)	4.1	116	58.0			
	合計			2023	15	838 (247)	812 (244)	147 (36)	5.5	-		-	-
				2022	15	653 (198)	633 (188)	79 (20)	8.0	-		-	-
電気・電子・生体医工	工学部	電気電子工学科	2023	5	317 (21)	312 (21)	103 (9)	3.0	113	56.5	200		
			2022	5	283 (20)	271 (18)	78 (4)	3.5	115	57.5			
	工学部	電子システム工学科	2023	5	191 (15)	188 (15)	61 (4)	3.1	111	55.5			
			2022	5	168 (10)	161 (9)	47 (1)	3.4	116	58.0			
	理工学部	電子工学系*	2023	5	103 (9)	99 (9)	29 (3)	3.4	100	50.0			
			2022	5	59 (5)	57 (5)	24 (3)	2.4	103	51.5			
	合計			2023	15	611 (45)	599 (45)	193 (16)	3.1	-		-	-
				2022	15	510 (35)	489 (32)	149 (8)	3.3	-		-	-
機械・ロボット	未来科学部	ロボット・メカトロニクス学科	2023	5	219 (39)	211 (38)	50 (6)	4.2	117	58.5	200		
			2022	5	164 (15)	161 (14)	41 (4)	3.9	114	57.0			
	工学部	機械工学科	2023	5	301 (16)	292 (16)	99 (5)	2.9	114	57.0			
			2022	5	259 (13)	255 (12)	51 (2)	5.0	119	59.5			
	工学部	先端機械工学科	2023	5	269 (30)	264 (30)	63 (5)	4.2	111	55.5			
			2022	5	147 (15)	140 (15)	47 (9)	3.0	105	52.5			
	理工学部	機械工学系	2023	5	115 (8)	114 (8)	37 (4)	3.1	101	50.5			
			2022	5	110 (9)	109 (9)	34 (3)	3.2	112	56.0			
合計			2023	20	904 (93)	881 (92)	249 (20)	3.5	-	-	-		
			2022	20	680 (52)	665 (50)	173 (18)	3.8	-	-	-		
生命・化学・サイエンス	工学部	応用化学科	2023	5	237 (61)	225 (58)	65 (17)	3.5	121	60.5	200		
			2022	5	176 (58)	170 (56)	47 (16)	3.6	121	60.5			
	理工学部	理学系	2023	5	81 (16)	78 (16)	35 (3)	2.2	112	56.0			
			2022	5	102 (12)	100 (12)	26 (2)	3.8	128	64.0			
	理工学部	生命科学系	2023	5	106 (42)	102 (40)	50 (19)	2.0	102	51.0			
			2022	5	112 (26)	110 (26)	22 (5)	5.0	112	56.0			
	合計			2023	15	424 (119)	405 (114)	150 (39)	2.7	-		-	-
				2022	15	390 (96)	380 (94)	95 (23)	4.0	-		-	-
総合計			2023	85	5,007 (873)	4,854 (853)	997 (155)	4.9	-	-	-		
			2022	85	3,704 (616)	3,591 (591)	663 (96)	5.4	-	-	-		

\*2024年4月「電子工学系」は「電子情報・生体医工学系」として新たにスタートします。

# 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	2023	7	376 (31)	316 (27)	7 (2)	45.1	225	75.0	300		
			2022	10	376 (54)	320 (50)	28 (6)	11.4	207	69.0			
	未来科学部	情報メディア学科	2023	7	319 (54)	285 (51)	10 (1)	28.5	214	71.3			
			2022	10	422 (97)	374 (88)	10 (3)	37.4	231	77.0			
	工学部	情報通信工学科	2023	7	310 (22)	270 (19)	11 (0)	24.5	218	72.7			
			2022	10	291 (35)	258 (33)	41 (2)	6.3	191	63.7			
	理工学部	情報システムデザイン学系	2023	17	192 (20)	170 (19)	24 (1)	7.1	186	62.0			
			2022	20	302 (48)	275 (48)	71 (13)	3.9	178	59.3			
	合 計			2023	38	1,197 (127)	1,041 (116)	52 (4)	20.0	-		-	-
				2022	50	1,391 (234)	1,227 (219)	150 (24)	8.2	-		-	-
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	2023	7	214 (60)	191 (56)	15 (4)	12.7	208	69.3	300		
			2022	10	259 (89)	233 (80)	42 (13)	5.5	191	63.7			
	未来科学部	建築学科	2023	7	258 (67)	221 (56)	26 (11)	8.5	197	65.7			
			2022	10	299 (88)	257 (77)	39 (11)	6.6	191	63.7			
	理工学部	建築・都市環境学系	2023	7	116 (18)	96 (15)	15 (3)	6.4	173	57.7			
			2022	10	121 (21)	109 (18)	36 (9)	3.0	164	54.7			
	合 計			2023	21	588 (145)	508 (127)	56 (18)	9.1	-		-	-
				2022	30	679 (198)	599 (175)	117 (33)	5.1	-		-	-
電気・電子・生体医工	工学部	電気電子工学科	2023	7	336 (23)	279 (21)	21 (1)	13.3	192	64.0	300		
			2022	10	277 (26)	242 (25)	72 (6)	3.4	164	54.7			
	工学部	電子システム工学科	2023	7	175 (14)	144 (12)	13 (1)	11.1	194	64.7			
			2022	10	243 (25)	206 (22)	31 (4)	6.6	188	62.7			
	理工学部	電子工学系*	2023	7	100 (8)	90 (7)	21 (1)	4.3	157	52.3			
			2022	10	141 (16)	120 (15)	49 (5)	2.4	152	50.7			
	合 計			2023	21	611 (45)	513 (40)	55 (3)	9.3	-		-	-
				2022	30	661 (67)	568 (62)	152 (15)	3.7	-		-	-
機械・ロボット	未来科学部	ロボット・メカトロニクス学科	2023	7	186 (17)	164 (15)	19 (3)	8.6	188	62.7	300		
			2022	10	247 (29)	227 (28)	56 (9)	4.1	166	55.3			
	工学部	機械工学科	2023	7	272 (20)	227 (18)	24 (2)	9.5	189	63.0			
			2022	10	242 (16)	198 (12)	69 (4)	2.9	159	53.0			
	工学部	先端機械工学科	2023	7	277 (30)	227 (25)	36 (6)	6.3	174	58.0			
			2022	10	264 (33)	226 (29)	97 (13)	2.3	152	50.7			
	理工学部	機械工学系	2023	7	99 (5)	92 (4)	22 (2)	4.2	150	50.0			
			2022	10	163 (8)	136 (7)	48 (1)	2.8	158	52.7			
合 計			2023	28	834 (72)	710 (62)	101 (13)	7.0	-	-	-		
			2022	40	916 (86)	787 (76)	270 (27)	2.9	-	-	-		
生命・化学・サイエンス	工学部	応用化学科	2023	3	139 (33)	118 (24)	9 (1)	13.1	207	69.0	300		
			2022	5	165 (38)	144 (34)	46 (6)	3.1	176	58.7			
	理工学部	理学系	2023	12	51 (6)	45 (6)	12 (2)	3.8	168	56.0			
			2022	15	91 (16)	81 (15)	23 (7)	3.5	161	53.7			
	理工学部	生命科学系	2023	7	39 (7)	33 (6)	14 (2)	2.4	153	51.0			
			2022	10	91 (13)	77 (12)	23 (0)	3.3	162	54.0			
合 計			2023	22	229 (46)	196 (36)	35 (5)	5.6	-	-	-		
			2022	30	347 (67)	302 (61)	92 (13)	3.3	-	-	-		
総 合 計			2023	130	3,459 (435)	2,968 (381)	299 (43)	9.9	-	-	-		
			2022	180	3,994 (652)	3,483 (593)	781 (112)	4.5	-	-	-		

※2024年4月「電子工学系」は「電子情報・生体医工学系」として新たにスタートします。

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	2023	3	142 (18)	129 (17)	3 (0)	43.0	145	72.5	200
	未来科学部	情報メディア学科	2023	3	158 (27)	142 (26)	5 (0)	28.4	150	75.0	
	工学部	情報通信工学科	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	2023	3	79 (18)	69 (17)	5 (1)	13.8	146	73.0	
	合 計			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	2023	3	88 (26)	84 (24)	5 (2)	16.8	141	70.5	200
	未来科学部	建築学科	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	2023	3	42 (7)	35 (5)	8 (1)	4.4	126	63.0	
	合 計			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	2023	3	107 (7)	96 (7)	11 (0)	8.7	132	66.0	200
	工学部	電子システム工学科	2023	3	59 (4)	56 (4)	8 (1)	7.0	137	68.5	
	理工学部	電子工学系*	2023	3	30 (1)	25 (1)	7 (1)	3.6	104	52.0	
	合 計			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	2023	3	66 (9)	58 (9)	14 (3)	4.1	128	64.0	200
	工学部	機械工学科	2023	3	79 (5)	68 (4)	7 (0)	9.7	137	68.5	
	工学部	先端機械工学科	2023	3	100 (7)	86 (5)	17 (2)	5.1	123	61.5	
	理工学部	機械工学系	2023	3	36 (1)	32 (1)	8 (1)	4.0	100	50.0	
	合 計			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	2023	2	56 (15)	51 (13)	3 (2)	17.0	154	77.0	200
	理工学部	理学系	2023	3	20 (0)	17 (0)	3 (0)	5.7	114	57.0	
	理工学部	生命科学系	2023	3	16 (5)	13 (5)	3 (0)	4.3	100	50.0	
	合 計			2023	8	92 (20)	81 (18)	9 (2)	9.0	-	-
総 合 計			2023	50	1,276 (183)	1,143 (166)	126 (16)	9.1	-	-	-

\*2024年4月「電子工学系」は「電子情報・生体医工学系」として新たにスタートします。

## 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	2023	15	77 (10)	77 (10)	53 (9)	1.5	228	57.0	400
		2022	15	104 (10)	103 (10)	53 (3)	1.9			
		2021	15	97 (6)	97 (6)	51 (5)	1.9			
	機械工学科	2023	15	88 (9)	87 (9)	65 (8)	1.3	220	55.0	
		2022	15	107 (10)	106 (10)	63 (8)	1.7			
		2021	15	101 (10)	101 (10)	58 (7)	1.7			
	情報通信工学科	2023	15	107 (16)	106 (16)	31 (4)	3.4	263	65.8	
		2022	15	140 (17)	138 (17)	33 (3)	4.2			
		2021	15	126 (15)	125 (15)	39 (6)	3.2			
合 計		2023	45	272 (35)	270 (35)	149 (21)	1.8	—	—	—
		2022	45	351 (37)	347 (37)	149 (14)	2.3	—	—	—
		2021	45	324 (31)	323 (31)	148 (18)	2.2	—	—	—

※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	2023	20	149 (12)	133 (11)	71 (6)	1.9	114	57.0	200
		2022	20	189 (23)	168 (21)	48 (7)	3.5			
		2021	20	203 (8)	185 (6)	56 (2)	3.3			
	機械工学科	2023	20	149 (11)	131 (10)	83 (7)	1.6	104	52.0	
		2022	20	176 (18)	157 (16)	69 (10)	2.3			
		2021	20	180 (5)	167 (5)	60 (3)	2.8			
	情報通信工学科	2023	20	163 (18)	143 (15)	31 (2)	4.6	136	68.0	
		2022	20	204 (23)	184 (23)	33 (3)	5.6			
		2021	20	192 (7)	178 (7)	26 (0)	6.8			
合 計		2023	60	461 (41)	407 (36)	185 (15)	2.2	—	—	—
		2022	60	569 (64)	509 (60)	150 (20)	3.4	—	—	—
		2021	60	575 (20)	530 (18)	142 (5)	3.7	—	—	—

※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

# 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)	(留学生特別)	(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	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 5日(金)～ 1月 12日(金) 試験日 1月 13日(土)～ 1月 14日(日)	試験日 1月 13日(土)～ 1月 14日(日)	出願期間 1月 5日(金)～ 2月 13日(火) 試験日 1月 13日(土)～ 1月 14日(日)	出願期間 1月 5日(金)～ 2月 13日(火) 試験日 1月 13日(土)～ 1月 14日(日)	出願期間 1月 5日(金)～ 1月 19日(金)		
2月	合格発表 2月 12日(月)	出願期間 2月 16日(金)～ 3月 7日(木) 合格発表 3月 18日(月)	合格発表 2月 21日(水)	合格発表 2月 21日(水)	試験日 2月 1日(木)～ 2月 5日(月) 合格発表 2月 12日(月)	出願期間 2月 9日(金)～ 2月 20日(火) 試験日 2月 28日(水)～ 2月 29日(木)	出願期間 2月 13日(火)～ 2月 23日(金)
3月						合格発表 3月 7日(木)	試験日 3月 3日(日) 合格発表 3月 8日(金)

※一般選抜(情報系外部試験利用)は、2024年度入試より新設されます。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・生体工学系(2024年4月開設)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	合計点
数学	「数学I・数学A」	100点(得点×1.0)	100点(得点×1.0)	600点満点
	「数学II・数学B」	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)	
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)	
国語	「国語」(近代以降の文章のみ)	—	100点(得点×1.0)	

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。

②理科②グループの2科目受験者は、第1解答科目の得点を使用します。

(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」のいずれかが高得点の1科目を使用	200点(得点×2.0)	400点満点
外国語	「英語」①	200点(得点×1.0)または 理科(得点×2.0)または 国語(得点×2.0)	
理科	理科①グループの「物理基礎」と「化学基礎」の2科目または、理科②グループの「物理」と「化学」いずれかの1科目の得点を使用②		
国語	「国語」(近代以降の文章のみ)		

(留学生特別)

指定教科	指定科目	配点	合計点
数学	「数学I・数学A」	100点(得点×1.0)	500点満点
	「数学II・数学B」	100点(得点×1.0)	
外国語	「英語」①	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	100点(得点×1.0)	

### 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	3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)	○	△	△	○	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	○	△	△	△	○	(前期・英語外部試験利用)2科目 合計 200点満点 (数学・理科もしくは国語 各科目100点)	○	△	△	○		(後期・英語外部試験利用)2科目 合計 200点満点 (数学・理科 各科目100点)
	情報メディア学科	○	△	△	△	○							
工学部	ロボット・メカトロニクス学科	○	△	△	△	○	(情報系外部試験利用)2科目 合計 200点満点 (数学・英語 各科目100点)	○	△	△	○		
	電気電子工学科	○	△	△	△	○							
	電子システム工学科	○	△	△	△	○							
	応用化学科	○	△	△	△	○							
理工学部	機械工学科	○	△	△	△	○	出題範囲 Ⅲまで 200点満点 (各科目100点)	○	△	△	○		
	先端機械工学科	○	△	△	△	○							
	情報通信工学科	○	△	△	△	○							
	理学系	○	△	△	△	○							
	生命科学系	○	△	△	△	○							
理工学部	情報システムデザイン学系	○	△	△	△	○	出題範囲 Ⅱ・B)まで 又は「Ⅲ」 までを選択	○	△	△	○		
	機械工学系	○	△	△	△	○							
	電子情報・生体工学系(2024年4月開設)	○	△	△	△	○							
	建築・都市環境学系	○	△	△	△	○		△	△	○			

●「○」は必須科目。「△」は選択科目。

●理工学部の学系のみ出願した受験者は「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」)は同一時間を実施。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択する「合計点選抜方式」と数学1科目が100点満点の者を選択する「数学満点選抜方式」を採用。

### ③一般選抜(工学部第二部)

学科	1時間目	2時間目		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Ⅱ・Bまで。

●英語の試験時間には、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択する「合計点選抜方式」と数学1科目が100点満点の者を選択する「数学満点選抜方式」を採用。

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
<p><b>東京</b> システムデザイン工学部 情報システム工学科</p> <p><b>東京</b> 未来科学部 情報メディア学科</p> <p><b>東京</b> 工学部 情報通信工学科</p> <p><b>埼玉</b> 理工学部 情報システムデザイン学系</p> <p><b>東京</b> 工学部第二部(夜間部) 情報通信工学科</p>	<p><b>東京</b> システムデザイン工学部 デザイン工学科</p> <p><b>東京</b> 未来科学部 建築学科</p> <p><b>埼玉</b> 理工学部 建築・都市環境学系</p>	<p><b>東京</b> 工学部 電気電子工学科</p> <p><b>東京</b> 工学部 電子システム工学科</p> <p><b>埼玉</b> 理工学部 電子情報・生体医工学系(2024年4月開設)</p> <p><b>東京</b> 工学部第二部(夜間部) 電気電子工学科</p>
機械・ロボット	生命・化学・サイエンス	
<p><b>東京</b> 未来科学部 ロボット・メカトロニクス学科</p> <p><b>東京</b> 工学部 機械工学科</p> <p><b>東京</b> 工学部 先端機械工学科</p> <p><b>埼玉</b> 理工学部 機械工学系</p> <p><b>東京</b> 工学部第二部(夜間部) 機械工学科</p>	<p><b>東京</b> 工学部 応用化学科</p> <p><b>埼玉</b> 理工学部 理学系*</p> <ul style="list-style-type: none"><li>●数学コース</li><li>●物理学コース</li><li>●化学コース</li><li>●数理情報学コース</li></ul> <p><b>埼玉</b> 理工学部 生命科学系</p>	

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