

平成 29 年度入学試験問題(前期)

理 科

物 理	1~ 6 ページ
化 学	7~18 ページ
生 物	19~28 ページ
地 学	29~35 ページ

【注意事項】

- 試験開始の合図があるまで、この問題冊子を開いて見てはならない。
- あらかじめ選択を届け出た科目について解答すること。それ以外の科目について解答しても無効である。
- 各科目のページは上記のとおりである。落丁、乱丁、印刷の不鮮明な箇所等がある場合には、申し出ること。
- 解答用紙を別に配付している。解答は、問題と同じ科目、同じ番号の解答用紙に記入すること。指定の箇所以外に記入したものは無効である。
- 各科目の問題は、学部・学科・専攻等によって異なる点があるから、下に表示する。

(1) 物理を選択した受験者

教育学部 ① ② ③ ④

医学部保健学科 ② ③ ④

理工学部 ① ② ③ ④

農学生命科学部 ① ② ③ ④

(2) 化学を選択した受験者

教育学部 ① ② ③ ④ ⑤ ⑥

医学部保健学科 ① ② ③ ④

理工学部 ① ② ③ ④ ⑤ ⑥

農学生命科学部 ① ② ③ ④ ⑤ ⑥

(3) 生物を選択した受験者

教育学部 ① ② ③ ④

医学部保健学科 ① ② ③

理工学部 ① ② ③ ④

農学生命科学部 ① ② ③ ④

(4) 地学を選択した受験者

該当する学部学科すべて ① ② ③ ④

- 解答用紙の指定された欄に、学部名及び受験番号を記入すること。

- 提出した解答用紙以外は、すべて持ち帰ること。

物 理

- 1 以下の各問い合わせに答えなさい。ただし、惑星の自転、大気の影響および周囲に存在する天体の影響は無視する。

問 1 下記の文章を読み①から⑦に適語を入れなさい。

ある惑星の地表近くから水平方向に初速度 v_0 で物体を発射したところ、ある距離を飛んで地表面に落下した。次に、 v_0 より大きな初速度 v_1 で物体を発射したところ、物体の軌道は円を描いてこの惑星の周囲を回り続けた。このときの v_1 の大きさを〔 ① 〕と呼び、地球であれば $v_1 = 7.9 \text{ km/s}$ になる。次に、初速度を v_1 より大きく設定して物体を発射したところ、物体の軌道は〔 ② 〕を描いて惑星の周囲を回り続けた。最後に、物体の初速度をさらに大きく設定して発射したところ、物体は無限の遠方に飛んでいき、この惑星には二度と戻らなかつた。このときの最小の初速度 v_2 の大きさを〔 ③ 〕と呼び、地球であれば $v_2 = 11.2 \text{ km/s}$ になる。また、初速度の大きさが v_2 をこえるときの物体の軌道は〔 ④ 〕を描く。

さて、質量 m の物体が、質量 M の物体から〔 ⑤ 〕だけを受け、速度 v で運動しているとする。そのとき全体として〔 ⑥ 〕保存の法則が成り立つ。すなわち、〔 ⑥ 〕が〔 ⑦ 〕に保たれることより、〔 ⑤ 〕定数を G 、物体間の距離を r とすると、次の式が成り立つ。

$$\frac{1}{2}mv^2 + \left(-G\frac{Mm}{r} \right) = [\text{ ⑦ }]$$

問 2 ある惑星の地表近くから、ある初速度で物体を鉛直上向きに打ち上げたところ、物体は無限の遠方に飛び去り、惑星には二度と戻らなかつた。

- (1) このときの初速度が満たすべき条件を問 1 の式を用いて求めなさい。ただし、惑星の半径 R および地表近くでの重力加速度の大きさ g を用いること。
- (2) 重力加速度の大きさ $g = 7.2 \text{ m/s}^2$ 、惑星の半径 $R = 2.5 \times 10^6 \text{ m}$ のときの(1)で求めた条件を満たす初速度の最小値を算出しなさい。ただし、単位は km/s を用い、小数点以下第 1 位まで表記すること。

2

レンズに関する以下の各問い合わせに答えなさい。

問 1 (1) 図1のように焦点距離が50 mmの凸レンズを物体の位置Oから60 mm離れた位置Aに置く。このとき、位置Oから像を結ぶ位置までの距離と像の倍率を求めなさい。

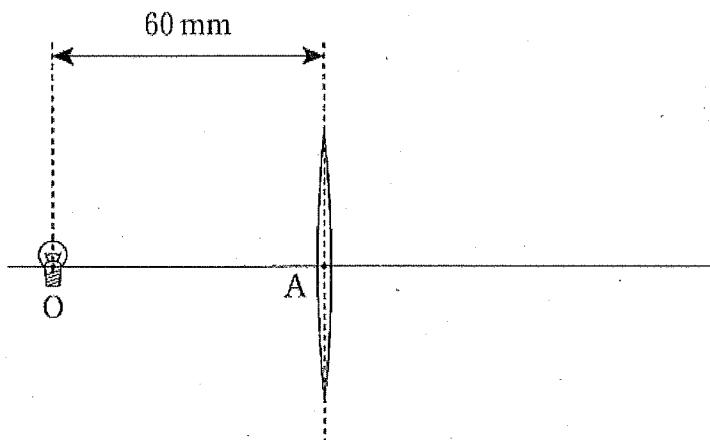


図1

(2) 図2のように焦点距離が50 mmの凸レンズを物体の位置Oから50 mmの位置Bに置き、焦点距離40 mmの凸レンズを位置Bから20 mm離れた位置Cに置く。これらの光軸は一致させてある。このとき、位置Oから像を結ぶ位置までの距離を求めなさい。

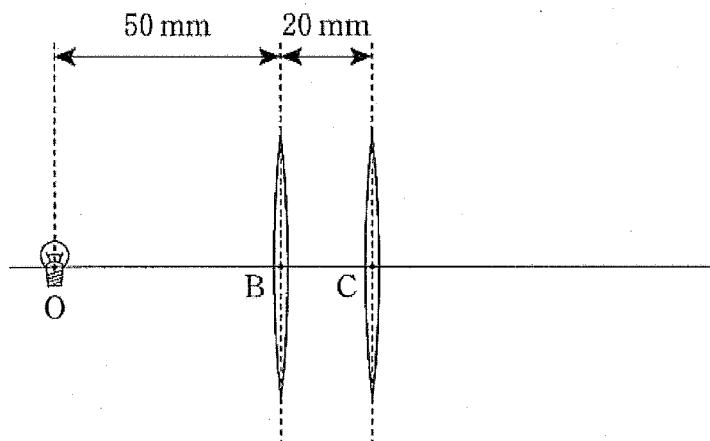


図2

問 2 図3のような広がり角が 25° の点光源と、直径12 mmの凸レンズが3枚ある。レンズの焦点距離はそれぞれ15, 20, 30 mmである。図4のようにレンズを1枚だけ用い、光軸上に置いた光源からの光を点Pに集めたい。レンズをPから35 mm離れた位置Qに置いたとき、点Pに最も多くの光を集められるレンズはどの焦点距離のレンズか、理由とともに答えなさい。ただし、広がり角の外側には光源からの光はないものとし、 $\tan 12.5^{\circ} = 0.22$ とする。

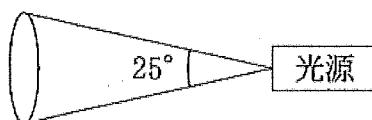


図3

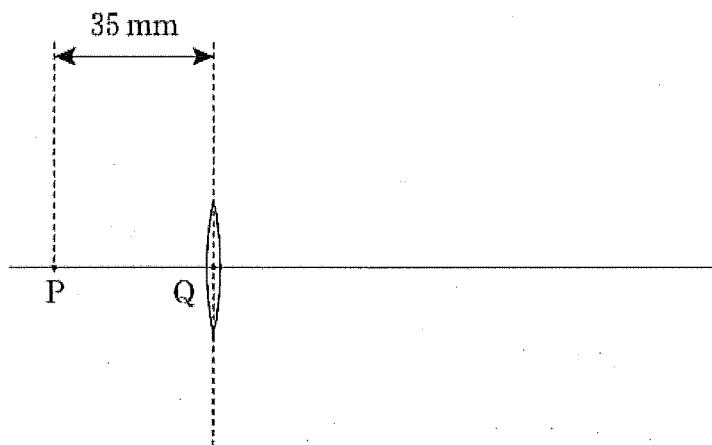


図4

3 図のように、紙面に垂直に表から裏の向きにかけられた磁束密度の大きさ B の一様な磁場中に、2本の十分に長い導体のレールが間隔 ℓ を隔てて平行に設置されており、その上を長さ ℓ 、質量 M の導体棒 P が両方のレールに直角に接触しながらなめらかに運動できるようになっている。また、導体棒 P には、導体棒 P をレールと直交したままレール上を指示通りに動かすことができる駆動装置が装着されている。さらに、レールには抵抗値 R の抵抗と自己インダクタンス L のコイルが接続されており、スイッチ S の切り替えによって抵抗またはコイルのどちらか一方を含む回路が形成されるようになっている。ここで、レールに平行に右向きを正とした x 軸を設定し、回路に流れる電流 I の向きは、図の矢印の向き(時計回り)を正とする。レールと導体棒 P の太さ、抵抗以外の電気抵抗、およびコイル以外の部分に流れる電流によって発生する磁場は無視できるものとする。また、レールは十分に長く、導体棒 P は運動の途中にレールからはずれたり抵抗に衝突したりすることはないものとして、以下の各問いに答えなさい。

問 1 最初、スイッチ S を抵抗に接続した。導体棒 P を、駆動装置によって時刻 t における位置 x が $x = A \sin \omega t$ で表される角振動数 ω 、振幅 A の単振動をするように動かしたところ、回路に電流 I が流れた。

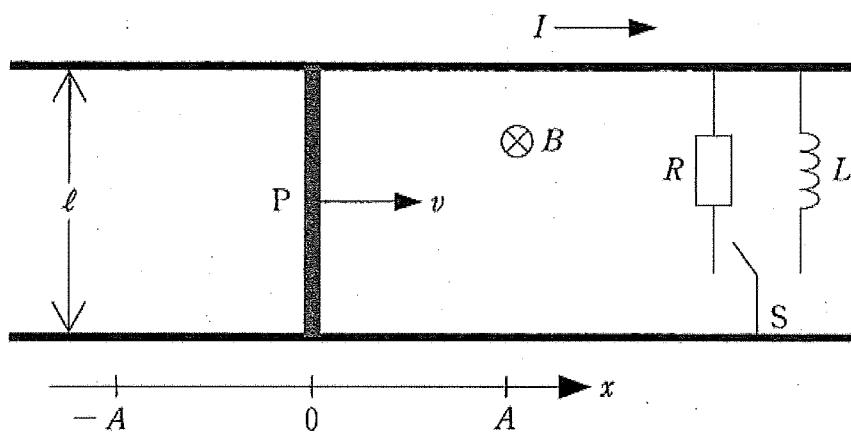
- (1) 時刻 t における導体棒 P の x 軸方向の速度 v を t を用いて表しなさい。
- (2) 時刻 t における回路に流れる電流 I を t を用いて表しなさい。
- (3) 抵抗が消費する電力の時間平均を求めなさい。

問 2 次に、導体棒 P の運動を $x = 0$ の位置で一旦停止し、スイッチ S をコイルに切り替えた後、再び導体棒 P を問 1 と同じ単振動をするように動かしたところ、回路に電流 I が流れた。

- (1) 時刻 t における回路に流れる電流 I を t を用いて表しなさい。
- (2) コイルが消費する電力の時間平均を求めなさい。

問 3 その後、導体棒 P の位置が $x = A$ となった瞬間に駆動装置の動力を切り、導体棒 P を自由に動けるようにしたところ、新たな単振動をはじめた。その振動中心の x 座標の値 x_0 および周期 T を以下の手順で求める。なお、回路全体は水平面上に設置されており、重力の影響は考えなくてよい。

- (1) 時間 Δt の間における電流 I の変化量を ΔI として、導体棒 P の運動による誘導起電力とコイルの誘導起電力の間に成り立つ関係式を導体棒 P の速度 v を用いて表しなさい。
- (2) 時間 Δt を十分小さくとると、その間における導体棒 P の位置 x の変化量 Δx を用いて、導体棒 P の速度 v は $v = \frac{\Delta x}{\Delta t}$ と表すことができる。このことを使って、 x と電流 I の関係式を求めなさい。
- (3) 導体棒 P の x 軸方向の加速度を a とする。導体棒 P が電流 I によって磁場から受ける力の向きに注意して、導体棒 P の運動方程式を求めなさい。
- (4) 以上から、導体棒 P の位置 x と加速度 a の間に成り立つ式を B , ℓ , M , L を用いて表し、 x_0 と T を求めなさい。



4

特殊相対性理論によると質量はエネルギーの形態の一つである。電子とその反粒子(粒子と質量および電荷の大きさが等しく、電荷の符号だけが反対の粒子)である陽電子が衝突して両方とも消滅し、光子などが生成される過程または反応を電子対消滅(以後、単に対消滅)と呼ぶ。電子、陽電子がともに静止した状態で対消滅するとして、以下の各問い合わせなさい。ただし、真空中の光の速さ $c = 3.0 \times 10^8 \text{ m/s}$ 、プランク定数 $\hbar = 6.6 \times 10^{-34} \text{ J}\cdot\text{s}$ 、電気素量 $e = 1.6 \times 10^{-19} \text{ C}$ 、電子の質量 $m = 9.1 \times 10^{-31} \text{ kg}$ とする。

問 1 光子 1 個だけが生成される対消滅は起こらない。この理由を述べなさい。

問 2 対消滅で光子 2 個のみが生成されるとする。

- (1) それぞれの光子のエネルギー $E_1[\text{eV}]$, $E_2[\text{eV}]$ の値を求めなさい。
- (2) それぞれの光子の波長 $\lambda_1[\text{m}]$, $\lambda_2[\text{m}]$ の値を求めなさい。
- (3) それぞれの光子の進行方向のなす角を理由とともに求めなさい。

問 3 次の文章の①から④にそれぞれの語群より適語を選びなさい。

放射線の医学利用の一つに、対消滅を用いる陽電子断層撮影検査がある。この検査では、脳や肺などの特定臓器、またはがんなどの特定組織に集まることがわかっている薬剤の一部を〔①〕で置き換えて検査対象に投与する。その後、〔①〕から生じた陽電子が対消滅するときに放射される 2 本の〔②〕を〔③〕測定する。この測定をあらゆる方向で繰返し何度も行い画像処理することで薬の〔④〕が得られ、臓器またはがんなどの組織がどれだけの範囲でどれだけ活発に活動しているかなどの診断が可能となる。

①の語群：放射線、放射能、放射性同位体

②の語群： α 線、 β 線、 γ 線、宇宙線

③の語群：同時、逐次、連続

④の語群：質量欠損、2 次元構造、3 次元分布

化 学

必要があれば、原子量および定数は次の値を使うこと。

$$H = 1.00 \quad C = 12.0 \quad O = 16.0 \quad Na = 23.0$$

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

$$\text{ファラデー定数 } F = 9.65 \times 10^4 \text{ C/mol}$$

1 以下の文章を読み、各問い合わせに答えよ。

ハロゲンである塩素原子において、電子が収容される最も外側にある電子殻は〔ア〕殻であり、この殻には〔イ〕個の電子が収容されている。この最外殻電子は、原子がイオンになったり、他の原子と結びつくときに、重要な役割を果たし、〔ウ〕電子という。塩素原子には、陽子の数が同じでも、質量数が異なるものがある。これは〔エ〕の数が異なるためであり、塩素には2種類の安定な同位体が存在する。①

塩素原子2個が結びつき塩素分子ができるときには、両方の塩素原子が電子を〔オ〕個ずつ出し合い〔カ〕することで、〔カ〕結合が形成される。このとき、塩素分子内の塩素原子は、〔キ〕原子と同じ電子配置となる。塩素分子は、実験室では、酸化マンガン(IV)に濃塩酸を加えて加熱することで合成される。② 塩素分子は水に溶けて、さらに一部は水と反応するため、〔ク〕置換により捕集される。③

塩素分子は他のハロゲンの単体と同様に、相手の物質から電子を奪う力が大きく酸化剤としてはたらく。例えば、塩素分子は加熱した銅と反応し、反応の前後において、銅の酸化数は〔ケ〕から〔コ〕に変化し、塩素の酸化数は〔サ〕から〔シ〕に変化する。

問 1 []内のアからシにあてはまる最も適切な語または数字を入れよ。

問 2 下線①に関連して、塩素の原子量を求めよ。なお、塩素には ^{35}Cl と ^{37}Cl の同位体がそれぞれ存在比75.8%および24.2%で存在し、質量数が原子の相対質量を表すとする。計算の過程を示し、答えは有効数字3桁で求めよ。

問 3 下線②について、実験室での塩素分子の合成方法を化学反応式で記せ。

問 4 下線③について、水と塩素分子との反応を化学反応式で記せ。

問 5 下線④について、ハロゲンの単体 F_2 , Cl_2 , Br_2 , I_2 について、酸化力が強い順に並べよ。

問 6 下線④に関連して、次の(1)から(4)のうち、反応が進行するものをすべて記号で選び、その化学反応式を記せ。

- (1) KCl 水溶液と Br_2
- (2) KI 水溶液と Cl_2
- (3) KBr 水溶液と Cl_2
- (4) KBr 水溶液と I_2

問 7 ハロゲンの単体 F_2 , Cl_2 , Br_2 , I_2 について、沸点が高い順に並べたのち、その理由を簡潔に説明せよ。なお、説明文には分子の極性の有無を含めること。

問 8 フッ化水素 HF と塩化水素 HCl の沸点をくらべると、 HF の沸点が異常に高い。この理由を簡潔に説明せよ。

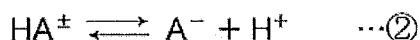
2

以下の文章を読み、各問い合わせに答えよ。

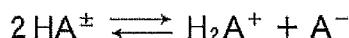
α -アミノ酸は、生体のタンパク質を構成する成分であり、一般式 $RCH(NH_2)COOH$ （以下では HA と略す）で表される。R はアミノ酸の側鎖といい、一般に炭化水素基や Hなどを表す。側鎖 R の違いによって、アミノ酸には固有の名称がつけられている。

アミノ酸は、分子内に酸性を示す〔ア〕基と塩基性を示す〔イ〕基をもつ。このため、アミノ酸は、結晶中または水溶液中の pH によっては、〔ア〕基の水素原子が水素イオンとなって〔イ〕基に移り、分子内に正負の異なる電荷をもつ〔ウ〕になる。最も簡単な構造をした α -アミノ酸は〔エ〕であり、〔エ〕以外の α -アミノ酸は分子中に〔オ〕をもつため、〔カ〕異性体が存在する。

アミノ酸の水溶液では、陽イオン (H_2A^+)、〔ウ〕 (HA^\pm)、陰イオン (A^-) が平衡状態にあり、pH を変化させるとそれらの割合が変化する。アミノ酸の水溶液中での平衡は次のように表される。



[X]を X の濃度とすると、①式の平衡定数は $K_1 = [キ]$ のように、②式の平衡定数は $K_2 = [ク]$ のように表される。ここで、 $K_1 \times K_2 (= K)$ を計算し、水素イオン濃度について解くと $[H^+] = [ケ]$ となる。ある pH においては、アミノ酸水溶液中の陽イオンの数と陰イオンの数がつり合うことがある。このときの pH は、そのアミノ酸の〔コ〕とよばれ、つぎのような平衡が成り立つ。



〔コ〕では正負の電荷がつり合っているので、 $[H_2A^+] = [A^-]$ である。このことから、〔コ〕での pH は、 $pH = [サ]$ と表される。

問 1 []内のアからサにあてはまる適切な語または式を入れよ。ただし、
ケおよびサは K を用いて表せ。

問 2 アミノ酸水溶液にある試薬を加えて加熱すると、加えた試薬がアミノ基と
反応し、溶液が赤紫～青紫色を呈する。この反応はアミノ酸の検出・定量方
法として利用される。この反応名を答えよ。

問 3 アミノ酸の一つであるアラニンの平衡定数 K_1 , K_2 はそれぞれ次のとおり
である。

$$K_1 = 5.0 \times 10^{-3} \text{ mol/L}$$

$$K_2 = 2.0 \times 10^{-10} \text{ mol/L}$$

- (1) アラニンの[コ]を求めよ。計算の過程を示し、答えは小数点以下第
1 位まで求めよ。
- (2) pH が 4.0 のとき、アラニン水溶液中には A^- に対して H_2A^+ は 10 の何
乗倍存在するか。計算の過程を示し、答えは整数で求めよ。
- (3) アラニンの[ウ]の構造式を示せ。

3 以下の文章を読み、各問い合わせに答えよ。

炭化水素の水素原子を〔ア〕基で置換した形の化合物をアルコールと総称する。ただし、芳香環の水素原子を〔ア〕基で置換した化合物は〔イ〕類という。アルコールの分子中に〔ア〕基が1個のものを〔ウ〕アルコール、2個以上のものを〔エ〕アルコールと総称する。また、アルコールは、〔ア〕基の結合している炭素原子に、他の炭素原子(アルキル基)が1個、2個、3個結合しているかによって、それぞれ〔オ〕アルコール、〔カ〕アルコール、〔キ〕アルコールに分類される。〔オ〕アルコールを適当な酸化剤を用いて酸化すると〔ク〕になり、さらに酸化すると〔ケ〕になる。一方、〔カ〕アルコールが酸化されると〔コ〕になる。アルコールの水への溶解度は、分子量が小さいほど、また、分子中の〔ア〕基の数が多いほど〔サ〕なる。したがって、炭化水素基の式量の大きなアルコールほど水に溶け〔シ〕なる。アルコールの〔ア〕基は水溶液中で電離しにくいので、水溶液は〔ス〕性である。

問 1 []内のアからスにあてはまる適切な語句を入れよ。

問 2 炭化水素はナトリウムの単体と反応しないが、アルコールの中にはナトリウムと反応して気体を発生するものもある。この気体の名称を記せ。

問 3 アルコール飲料(酒)の成分であるアルコールの物質名と構造式を記せ。

問 4 問 3 のアルコールを 130°C から 140°C に熱した濃硫酸に加えると生じる有機化合物の物質名と構造式を記せ。

問 5 問 3 のアルコールを 160°C から 170°C に熱した濃硫酸に加えると生じる有機化合物の物質名と構造式を記せ。

問 6 問 3 のアルコールと酢酸の混合物に触媒として濃硫酸を少量加えて熱すると何が生じるか、反応式を使って示せ。

4

中和滴定により食酢中の酢酸を定量する実験手順について、以下の文章を読み、各問い合わせよ。

実験 1：シュウ酸標準溶液による水酸化ナトリウム NaOH 水溶液の濃度決定

- 1) 水酸化ナトリウム(粒状)を電子天秤で 0.80 g 量り取ってビーカー中で水に溶かし、メスフラスコへ移して水を加えて、水溶液を 200 mL 調製する。
- 2) この水酸化ナトリウム水溶液の正確な濃度を求めるため、① ② シュウ酸二水和物($\text{COOH}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$)を電子天秤で量り取ってビーカー中で水に溶かし、メスフラスコへ移して水を加えて、0.0500 mol/L シュウ酸標準溶液を 500 mL 調製する。
- 3) 調製したシュウ酸標準溶液から 10.0 mL をホールピペットで正確に取り、コニカルビーカーに入れ、指示薬として③ フェノールフタイン溶液を 1 ~ 2 滴加える。
- 4) 上記の 1)で調製した水酸化ナトリウム水溶液をピュレットに移して滴下し、数回振り混ぜても薄い赤色が消えない点をもって終点とする。この時の滴定量を求める。 ④

実験 2：食酢中の酢酸の定量

食酢をホールピペットで 10.0 mL 取り、水で薄めて正確に 100 mL とする。この水溶液をホールピペットで 10.0 mL 取り、コニカルビーカーに入れる。フェノールフタイン溶液 1 ~ 2 滴を加えて、上記の実験 1 の 1)で調製した水酸化ナトリウム水溶液で滴定する。この時の滴定量を求める。 ⑤

問 1 上記の実験において、使用するメスフラスコ、ホールピペット、コニカルビーカー、ピュレットをきれいに水で洗った後、充分に乾燥していないとする。正確な滴定をするためにはどのようにしたらよいか。4つの器具のうち、次の(1)から(4)に当たるものの名称をすべて記せ。ただし、同じ器具を繰り返し記してもよい。また、該当する器具がないときは「なし」と答えること。

- (1) 必ず乾燥した状態で用いなければならない。
- (2) 水に濡れたまま用いてよい。
- (3) 使用する酸の水溶液で共洗いして用いる。
- (4) 使用する水酸化ナトリウム水溶液で共洗いして用いる。

問 2 下線①に関して、水酸化ナトリウムを天秤で 0.80 g 量り取ったのにもかかわらず、シュウ酸を用いて濃度を決定する理由を説明せよ。

問 3 下線②に関して、シュウ酸二水和物は何 g 量り取ればよいか。計算の過程を示し、答えは有効数字 3 衔で求めよ。

問 4 下線③の指示薬が「シュウ酸標準溶液と水酸化ナトリウム水溶液」および「酢酸水溶液と水酸化ナトリウム水溶液」の滴定に適している理由を説明せよ。

問 5 下線④の滴定量が 10.10 mL のとき、この水酸化ナトリウム水溶液のモル濃度はいくらか。計算の過程を示し、答えは有効数字 3 衔で求めよ。

問 6 下線⑤の滴定量が 7.27 mL のとき、薄めた食酢中における酢酸のモル濃度はいくらか。計算の過程を示し、答えは有効数字 3 衔で求めよ。

問 7 元の食酢 1.00 L 中に含まれる酢酸の質量は何 g か。また、食酢中の酸がすべて酢酸であるとして、質量パーセント濃度はいくらか。各々について計算の過程を示し、答えは有効数字 3 衔で求めよ。ただし、食酢の密度は 1.00 g/cm^3 とする。

5

以下の文章を読み、各問い合わせに答えよ。

水素は周期表の1族の元素で、宇宙に一番多く存在している。水素H₂は燃えても水のみを生じるため、地球環境への負荷が小さい優れた燃料として期待されている。しかし、水素は、地球上に単体H₂としてほとんど存在せず、水や有機化合物などの構成元素として広く分布している。現在、H₂は工業的には天然ガスや石炭などの化石資源から生産されており、その際に大量の二酸化炭素が排出されてしまう。二酸化炭素の排出を抑制するため、最も理想的なH₂の製造方法は、太陽光、風力、水力、地熱など自然エネルギーから得られた電力を用いて水H₂Oを分解してH₂を生産することである。

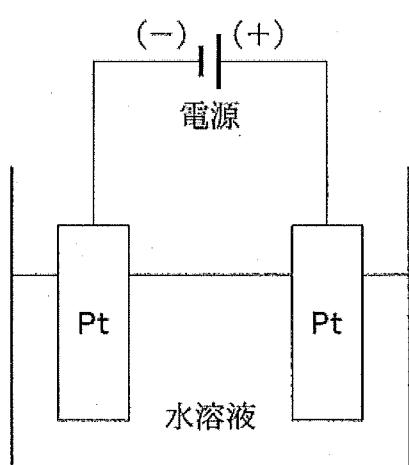


図1

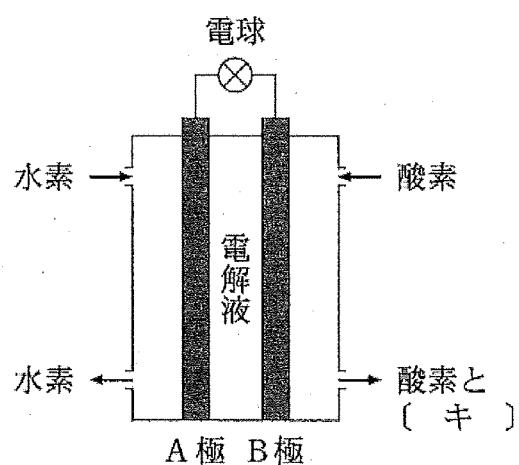


図2

図1に示すように、少量の水酸化ナトリウムNaOHか硫酸H₂SO₄を加えた水溶液に白金Pt電極を入れ、水を電気分解すると、陰極では〔ア〕反応が起こってH₂が発生し、陽極では〔イ〕反応が起こって酸素O₂が発生する。

一方、図2に示すような燃料電池という装置を利用して、H₂とO₂の〔ウ〕反応のエネルギーを効率的に電気エネルギーとして取り出すことができる。図2の燃料電池では、触媒作用をもつ二枚の多孔質の電極(A極とB極)で仕切られた容器に電解液としてリン酸水溶液を入れ、A極にH₂を、B極にO₂を供給すると、A極では、H₂が〔エ〕になり、その際に、〔オ〕を放出する。ここ

で、A極は燃料電池の〔 力 〕極となる。A極で放出された〔 オ 〕は、導線を通してB極へ流れ込む。B極では、この〔 オ 〕と、電解液中の〔 エ 〕、外部から供給される O_2 が反応して〔 キ 〕になる。ここで、B極は燃料電池の〔 ク 〕極となる。

問 1 []内のアからクにあてはまる最も適切な語を入れよ。

問 2 図1に示す装置で、希硫酸を用いて電気分解するとき、両電極での化学反応をイオン反応式で記せ。

問 3 希硫酸中で電気分解を行ったところ、温度 27°C 、圧力 $1.01 \times 10^5 \text{ Pa}$ で、体積 500 mL の水蒸気を含む H_2 が得られた。各々について計算の過程を示し、有効数字 3 桁で答えよ。

- (1) 27°C における水蒸気圧は $3.60 \times 10^3 \text{ Pa}$ であるものとして、得られた H_2 の物質量を求めよ。
- (2) (1)で求めた量の H_2 を得るために必要な電気量を求めよ。

問 4 図1に示す装置で、硝酸銀 AgNO_3 水溶液を用いて電気分解を行った。

- (1) 陰極で生成する物質名を答えよ。
- (2) (1)の理由を簡潔に説明せよ。

問 5 図2の燃料電池の起電力は 0.85 V であった。各々について計算の過程を示し、有効数字 3 桁で答えよ。

- (1) 18.0 g の液体の水が生成したとき、流れた電気量を求めよ。
- (2) この燃料電池を用いて、1 mol の液体の水が生成したとき、得られた電気エネルギーは何 kJ か求めよ。ただし、1 V の起電力で 1 C の電気量を取り出したときのエネルギーは 1 J である。
- (3) 1 mol の H_2 を完全燃焼させると、286 kJ の熱量が放出する。この燃料電池で得られた電気エネルギーは H_2 の燃焼熱の何 % か。

6 以下の文章を読み、各問い合わせに答えよ。

図1の模式図で示される構造の化合物Aは、単量体B: HO- $\text{O}-\text{C}_6\text{H}_4-\text{OH}$ と単量体C: HO- $\text{C}_6\text{H}_3(\text{CH}_3)-\text{OH}$ が脱水縮合したものである。この化合物Aは、炭素、水素、酸素、窒素から成る。試験管1および試験管2にはそれぞれに濃度が異なる化合物Aの水溶液が0.50 mLずつ入っている。それぞれの水溶液に対し、定量法(I)、定量法(II)を用いて水溶液に含まれる化合物Aのモル濃度と物質量を算出したい。なお、HO- $\text{O}-\text{C}_6\text{H}_4-\text{OH}$ 、HO- $\text{C}_6\text{H}_3(\text{CH}_3)-\text{OH}$ の分子量はそれぞれ194、221である。

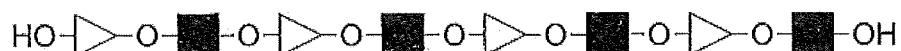


図1 化合物Aの構造

定量法(I)：この方法は末端の- $\text{C}_6\text{H}_3(\text{CH}_3)-\text{OH}$ の検出に基づく定量法である。試験管1に入った化合物Aの水溶液についてこの方法で定量した結果、試験管1の- $\text{C}_6\text{H}_3(\text{CH}_3)-\text{OH}$ の濃度は、61.2 mg/mLであった。

定量法(II)：この方法は化合物中に含まれる全ての- $\text{O}-\text{C}_6\text{H}_4-$ の検出に基づく定量法である。試験管2に入った化合物Aの水溶液についてこの方法で定量した結果、試験管2の- $\text{O}-\text{C}_6\text{H}_4-$ の濃度は、35.2 mg/mLであった。

問 1 化合物 A に含まれる炭素および水素を検出する方法の説明について、下記の文章の〔 〕内のアからオにあてはまる適切な語または化学式を入れて文章を完成せよ。

酸化銅(II)CuO などの酸化剤を用いて化合物 A を完全燃焼させると、成分元素の炭素 C は〔 ア 〕、水素 H は〔 イ 〕になる。〔 ア 〕は〔 ウ 〕を白濁させ、〔 イ 〕は硫酸銅(II)無水物 CuSO₄ を〔 エ 〕色から〔 オ 〕色に変化させることで検出できる。

問 2 化合物 A に含まれる窒素を検出する方法の説明について、下記の文章の〔 〕内のカからコにあてはまる適切な語または化学式を入れて文章を完成せよ。

化合物 A を〔 カ 〕と混合して加熱すると成分元素の窒素 N は〔 キ 〕になる。〔 キ 〕は湿らせた〔 ク 〕色リトマス紙を〔 ケ 〕色に変化させることや、濃塩酸を近づけると〔 コ 〕の白煙を生じることで検出できる。

問 3 試験管 1 に入った化合物 A のモル濃度と物質量を求めよ。計算の過程を示し、答えは有効数字 2 桁で求めよ。

問 4 試験管 2 に入った化合物 A のモル濃度と物質量を求めよ。計算の過程を示し、答えは有効数字 2 桁で求めよ。

生 物

1

次の文章を読み、問(1)~(6)に答えよ。

タンパク質は多数のアミノ酸が(①)結合と呼ばれる結合によって鎖状に長く連結され、このアミノ酸の鎖は(②)と呼ばれる。(②)を構成するアミノ酸配列を(③)という。(②)は部分的にらせん構造やシート構造をとることが知られ、このような部分的な立体構造を(④)という。1本の(②)は、これらの(④)がさらに組み合わされてより複雑な(⑤)と呼ばれる立体構造をつくる。立体構造は、タンパク質が存在する環境の条件によって変化することがある。

タンパク質の主なはたらきの1つとして生体触媒である酵素としての働きがある。酵素は、特定の物質のみに作用し、この酵素の作用を受ける物質を(⑥)という。この時、酵素が(⑥)に結合する特定の構造を(⑦)という。
A

問(1) 文章中の空欄(①)~(⑦)に当てはまる語句を答えよ。なお、同じ番号は繰り返し使用されていることを示す。

問(2) タンパク質を構成するアミノ酸のうち、ヒトの体内では合成できないか合成量が不十分で、食物から摂取が必要となるものは何と呼ばれるか答えよ。

また、以下の語群の中で該当するものをすべて選び、記号で答えよ。

- | | | | |
|------|------------|----------|-----------|
| [語群] | ア. アラニン | イ. ロイシン | ウ. チロシン |
| | エ. トレオニン | オ. グルタミン | カ. グルタミン酸 |
| | キ. トリプトファン | | |

問(3) タンパク質を構成するアミノ酸のうち、硫黄を含むものをすべて答えよ。

問(4) 問(3)のアミノ酸に含まれる硫黄どうしが結合して(②)の間を橋渡しすることができる、タンパク質が固有の構造をとるのに重要な役割を担っている。この結合は何と呼ばれるか答えよ。

問(5) 文章中の下線部Aの部位のアミノ酸配列を指定するDNAに塩基置換が生じた場合、この酵素のアミノ酸配列はどのような影響を受けると考えられるか、その可能性を2つ答えよ。さらに、それぞれの酵素活性への影響を説明せよ。

問(6) 酵素の反応速度は温度条件によって変化する。最適温度が35~40°Cの酵素Xを(⑥)を含む35°Cの溶液に加え、反応生成物量を測定したところ、下図の反応曲線が得られた。反応温度(a)10°Cおよび(b)56°Cで(⑥)の溶液に酵素Xを加えて反応させたときの反応曲線を解答欄中のグラフに実線で図示し、その根拠を句読点を含めて60字以内で説明せよ。

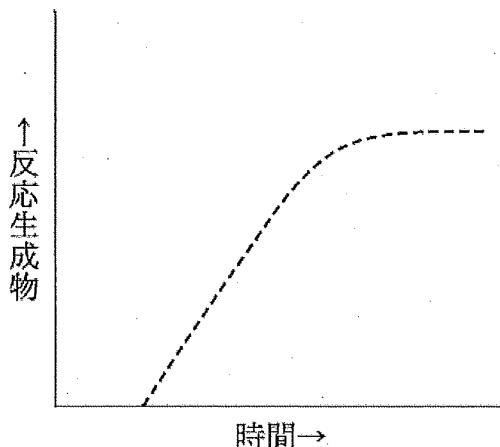


図 反応温度35°Cで得られた酵素Xの反応曲線

2 次の文章を読み、問(1)～(4)に答えよ。

植物は春になると芽生え、冬になる前に落葉し枯れるまで様々な環境の中で生活している。植物の成長を制御する働きをしている物質は総称して植物ホルモンと呼ばれている。種子の発芽には好適な環境要因が加わらないと発芽しない状態^Aがあり、このような状態を(①)という。このとき、植物ホルモンが重要な働きをしている場合もある。発芽後の植物は主に茎および葉を成長させている。この成長過程を(②)という。(②)が進んだ段階の植物では頂芽が成長し続けることで下部に位置している側芽の成長が抑制されている。このことを(③)という。(③)には(④)と(⑤)という植物ホルモンが関与している。頂芽が成長を続けているときには(④)が頂芽に存在するために側芽の成長が抑制されている。頂芽が切り取られた時には側芽における(⑤)の濃度が高まり、側芽の成長が始まる。(②)が進むと何らかの条件により花芽^Bが形成される。フロリゲンという物質が(②)から(⑥)への切り替えを制御している。開花した花から果実が作られ、子房内に種子が形成される。果実は(⑦)によって成熟が促進される。冬が近づくと老化した葉や果実は(⑧)が形成されて切り離される。これには(⑦)と(⑨)が作用している。落葉し、果実中の種子を放出することで厳しい冬を越えた後、翌年の春に種子が発芽して再び生活が始まる。

問(1) 文章中の空欄(①)～(⑨)に当てはまる語句を答えよ。なお、同じ番号は繰り返し使用されていることを示す。

問(2) 文章中の下線部Aについて、以下の設問(a)と(b)に答えよ。

- (a) 種子が発芽した後、低温に遭遇することによって花芽形成が促進される現象は何と呼ばれるか答えよ。
- (b) イネやムギの種子では吸水や温度などの条件がそろうと発芽する。発芽のときに起こる変化について、以下の語句をすべて用いて、句読点を含めて80字以内で説明せよ。

ジベレリン、アミラーゼ、胚乳、糊粉層、糖

問(3) 文章中の下線部Bについて、以下の設問(a)～(c)に答えよ。

- (a) 植物は日長を葉で感じ取ることで花芽形成する。昼と夜の長さに反応する現象について、長日植物と短日植物で適当なものを以下のア～オから2つずつ選び、それぞれ記号で答えよ。

- ア. 日長に関係なく、一定の大きさに成長すると花芽形成が起こる。
イ. 一定以下の長さの暗期に遭遇すると花芽形成が起こる。
ウ. 一定以上の連続する暗期になると花芽形成が起こる。
エ. 連続する暗期が光中断にあった場合、一定以上の長さの暗期があるために花芽形成が起こる。
オ. 連続する暗期が光中断にあった場合、一定以下の長さの暗期になったため花芽形成が起こる。

- (b) ダイズの種子を4月下旬から4日おきに4回まいたところ、生育期間が異なるにもかかわらず、全ての開花日はほぼ同じになった。この現象は、植物の何と呼ばれる性質によるものか答えよ。

(c) フロリゲンについての説明文で、正しいものを以下のア～エから全て選び記号で答えよ。

- ア. 茎頂分裂組織で働き花芽を分化させる。
- イ. 葉で合成されるタンパク質である。
- ウ. 接ぎ木によって移動しない。
- エ. 道管を通って葉から茎頂に移動する。

問(4) 文章中の下線部 C について、以下の設問(a)～(c)に答えよ。

- (a) 被子植物の花は、基本的に同心円状に配置された4つの部分からなっている。花を構成するこれら4つの部分はそれぞれ何と呼ばれるか答えよ。
- (b) 被子植物の花は3種類の調節遺伝子が相互に働き、花の形成に必要な他の遺伝子群を制御している。このしくみは何と呼ばれるか答えよ。
- (c) 花の形成に働く調節遺伝子に突然変異が生じると、花の特定の構造が変化する。このように本来形成されるべき構造が別の構造に置き換わるよう働く変異は何と呼ばれるか答えよ。

3 次の文章を読み、問(1)~(5)に答えよ。

体内の恒常性の維持には、意思とは無関係に作用する(①)神経系と内分泌腺から分泌されるホルモンとが協調して働く場合がある。その代表例として血糖濃度の調節がある。ヒトの血糖濃度は0.1%前後で維持されており、食後に血糖量が増加すると間脳の(②)から(③)神経を通じて、すい臓のランゲルハンス島のB細胞から(④)が分泌される。(④)は、グルコースの細胞内への取り込み、消費を促進し、肝臓ではグルコースから(⑤)への合成を促進する。この調節機能がうまく働くと高血糖状態が続く病態を(⑥)という。(⑥)は、I型、II型の2つの型に分類される。(⑥)によって高血糖状態が続くと神経や血管の障害が起き、腎臓のろ過機能が低下する。さらに悪化すると腎不全となる。

腎不全で腎臓機能が低下した人でも、腎臓移植を行うと健康な人と同じように生活できるようになる。しかし、移植を受けた人(レシピエント)の中には、移植された臓器のHLA抗原をレシピエントのヘルパーT細胞が異物と認識し、(⑦)細胞を主体とした体液性免疫と(⑧)細胞を主体とした細胞性免疫による拒絶反応が別々に、あるいは同時に起こる場合がある。また、血液型が異なる人の間で移植を行う場合は、移植組織の表面に存在する血液型抗原とレシピエントの血しょう中の抗体による(⑨)反応を介した体液性免疫による拒絶反応が起こる。このため、移植前に血しょう中の抗体を除去したり、抗体を産生する(⑦)細胞の活性化を抑える薬剤を投与する必要がある。臓器移植における拒絶反応を防ぐためには、体液性免疫と細胞性免疫の制御が重要である。

問(1) 文章中の空欄(①)~(⑨)に当てはまる語句を答えよ。なお、同じ番号は繰り返し使用されていることを示す。

問(2) 次のⅠ型およびⅡ型(⑥)の病態に関する説明文を読み、設問(a)と(b)に答えよ。なお(④)および(⑥)は、本文で使用されている語句と同じとする。

I型	すい臓のランゲルハンス島のB細胞が破壊され、食後でも(④)がほとんど分泌されなくなることによって血糖濃度が高くなる。
II型	遺伝、加齢、生活習慣などが原因となり、標的細胞の(④)に対する反応性の低下が徐々に起こり、その結果として血糖濃度が高くなる。

(a) グラフは、(⑥)患者Xおよび患者Yの食事による血糖濃度と(④)濃度の変化を示したグラフである。各グラフの特徴から類推される患者Xおよび患者Yに当てはまる(⑥)の分類型(Ⅰ型あるいはⅡ型)を答えよ。

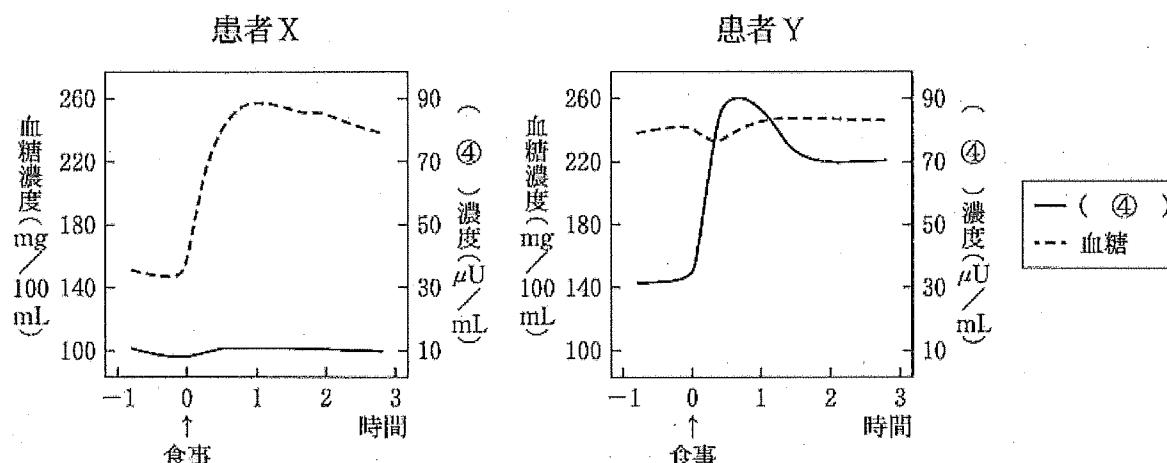


図 患者Xおよび患者Yの食事による血糖濃度と(④)濃度の変化

(b) 健康な人の食事による血糖濃度と(④)濃度の変化を解答欄中のグラフに図示せよ。なお健康な人の空腹時血糖濃度の正常値は、100 mg/100 mL未満および(④)濃度の正常値は、15 μU/mL未満とし、食後1時間の血糖濃度の正常値は、140 mg/100 mL未満および(④)濃度は、70 μU/mL未満とする。

問(3) 下線部Aの腎臓の構造と働きについて説明した記述で誤っているものを2つ選び記号で答えよ。

- ア. 腎臓の内部には、尿を生成する腎単位と呼ばれる構造が存在する。腎単位は、ボーマンのうと糸球体からなる腎小体とそれから伸びる細尿管からなる。
- イ. 腎動脈から入った血液は、糸球体でろ過されて、糸球体の周りを取り囲むボーマンのうへこし出されて原尿が生成される。
- ウ. 脳下垂体前葉から分泌されたパソプレシンは、腎臓の集合管に作用し、原尿からの水分の再吸収を促進する。
- エ. 原尿が細尿管を流れる間に水分・無機塩類・グルコースなどが再吸収され、尿素などの老廃物は尿として体外に排出される。
- オ. 腎臓で生成される尿中のタンパク質以外の成分の濃度は、血しょう中の成分濃度とほぼ同じである。

問(4) 下線部Bを構成するタンパク質の名称と異物を認識する部位の名称を答えよ。

問(5) 下線部Cのような免疫システムの総称を答えよ。またその免疫システムによって起こる二次応答は、一次応答よりも速やかに免疫応答することが知られている。その理由について、句読点を含めて120字以内で説明せよ。

4

次の文章を読み、問(1)~(4)に答えよ。

生態系は、さまざまな個体群からなる(①)とそれを取り巻く(②)環境から構成される。陸上生態系では、(③)である植物の光合成によって大気中の二酸化炭素に含まれる炭素が有機物中に取り込まれ、この過程で(④)エネルギーを(⑤)エネルギーとして有機物中に蓄える。このように、炭素とエネルギーは生態系内で利用されている。 A 植物が蓄えたエネルギーは、有機物とともに移動し、上位の(⑥)に次々と取り込まれて、それぞれの(⑦)の生物によって利用される。実際には、植物は、食物として植食性の動物に食べられ、さらに植食性の動物は肉食性の動物に食べられていく。これらの動物は、呼吸によって体内の有機物を分解し、生きていくための(⑧)エネルギーを得ております、最終的に、有機物中の炭素は二酸化炭素の形で大気中に戻される。植物と動物の枯死体・遺体・排出物としての有機物の炭素の多くは土壌に入り、ダンゴムシなどの土壌動物や細菌類と菌類からなる土壌微生物によって(⑨)エネルギーを得るために分解され、二酸化炭素として大気中に放出される。土壌微生物の中でも、菌根菌は植物と共生して根から有機物をエネルギー源として受け取り、それと引き替えに窒素および(⑩)を根に与えている。土壌微生物の現存量は土壌動物のそれよりはるかに多く、また土壌微生物の有機物分解力も土壌動物にくらべてきわめて大きい。しかし、土壌に入った有機物の炭素の全てが分解されて二酸化炭素となるわけではなく、一部は土壌有機物として残留している。大局的にみると、土壌有機物の量は、植物の純生産量と土壌微生物による有機物分解力とのバランス B によって決まり、純生産量以上に有機物が分解されれば減少する。近年、地球の年平均気温が上昇しており、その主な原因は化石燃料の燃焼に由来する大気中の二酸化炭素の増加などに伴う(⑪)の増大であると考えられている。土壌有機物量の増減は大気中の二酸化炭素濃度に影響を及ぼすと推定されている。 C

問(1) 文章中の空欄(①)～(⑨)に当てはまる語句を答えよ。なお、同じ番号は、繰り返し使用されていることを示す。

問(2) 文章中の下線部Aに関して、生態系における炭素の流れとエネルギーの流れの違いについて、句読点を含めて60字以内で説明せよ。

問(3) 文章中の下線部Bに関して、純生産量を表す下の式の空欄 [ア] と [イ] に当てはまる語句を答えよ。

$$\text{純生産量} = \boxed{\text{ア}} - \boxed{\text{イ}}$$

問(4) 文章中の下線部Cに関して、下の表に基づいて以下の問(a)と(b)に答えよ。

表 热帯林、温帯林、北方林の植物の現存量、純生産量と土壤有機物量

	植物の現存量 [kg/m ²]	純生産量 [kg/(m ² ・年)]	土壤有機物量 [kg/m ²]
熱帯林	22	1.44	20.8
温帯林	16	1.30	23.6
北方林	19	0.86	29.8

(a) 北方林、温帯林、热帯林の順に純生産量が増加しているにもかかわらず、土壤有機物量は減少している。その理由を句読点を含めて60字以内で答えよ。

(b) 地球の年平均気温が現在より上昇した場合、森林の土壤有機物量と大気中の二酸化炭素量どのように変化すると考えられるか、句読点を含めて60字以内で答えよ。

地 学

1 次の文章を読んで、以下の設問(1)～(3)に答えよ。

マグマは、深い方から、(ア)および(イ)と呼ばれる部分でつくられる。マグマは上昇する過程で、さまざまな深さで冷却・固結する。地下数km以深で冷却・固結したとされる岩石は、(ウ)と言う特徴的な組織を有する。一方、地表あるいは地表近くで冷却・固結してできた岩石は、特徴的な組織として(エ)を有することが多い。

また火成岩は、 SiO_2 の量(質量%)により四つに分類される。すなわち、 SiO_2 量が少ない方から、超塩基性岩、塩基性岩、中性岩および酸性岩である。塩基性岩の火山岩は(オ)、中性岩の火山岩は(カ)、酸性岩の火山岩は(キ)、塩基性岩の深成岩は(ク)、中性岩の深成岩は(ケ)、酸性岩の深成岩は(コ)と呼ばれる。

これら岩石の源となる本源マグマが、(ア)および(イ)で形成されることをのべたが、(ア)および(イ)の全体が溶けているわけではない。図1に示されているように、海洋地域および大陸地域の地下温度分布曲線は無水のかんらん岩融解曲線と交わらない。すなわち部分融解は起こらない。しかし、図1の矢印aおよび矢印bのように温度の上昇や圧力の低下が起これば、かんらん岩融解曲線(無水)と交差し、部分融解が起こる。また、(ア)に水の供給が起(A)れば、かんらん岩融解曲線が低温側に移動し、海洋地域および大陸地域の地下温度分布曲線とかんらん岩融解曲線(水過剰)が交わり、部分融解が起こる。

- (1) 文中の(ア)～(コ)に当てはまる語句をそれぞれ答えよ。
- (2) 図1の矢印aおよび矢印bのような変化が起こるのは、どのようなプレート境界か答えよ。

- (3) 下線部(A)に関連して、水の供給によりかんらん岩の融解温度が低下するの
は、どのようなプレート境界か答えよ。また、水の起源は何か説明せよ。

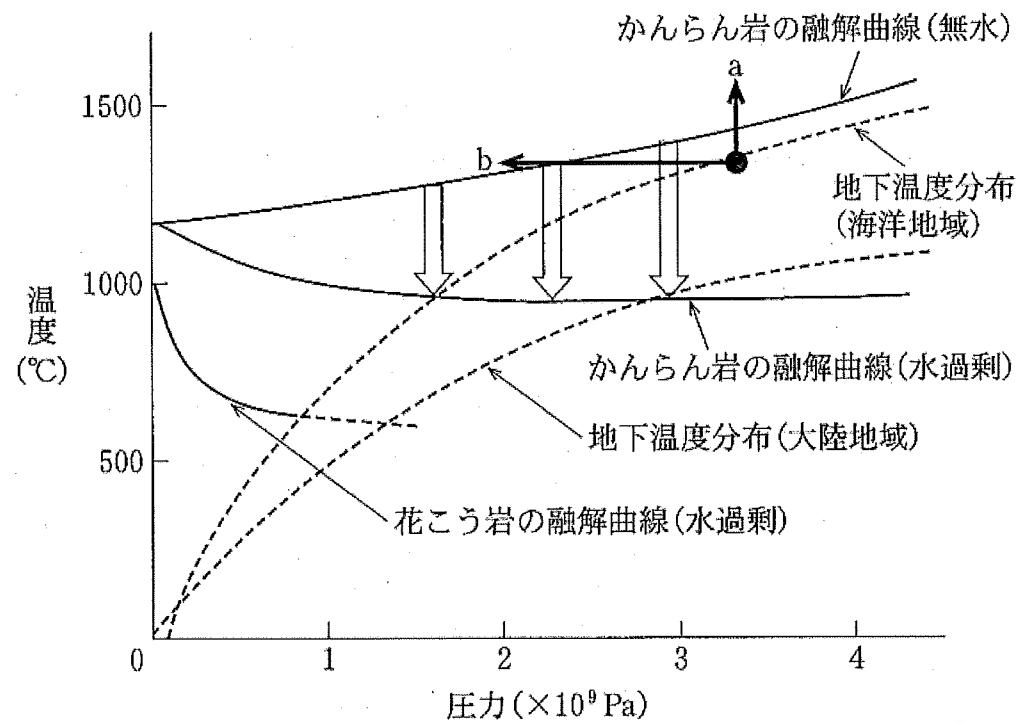


図1 かんらん岩および花こう岩の融解曲線

2

次の文章を読んで、以下の設問(1)～(5)に答えよ。

地球環境問題には、酸性雨、地球温暖化のほかに、次に示すようなオゾン層に関連する問題が存在している。1920年代に発明された(ア)類は、安定した化学物質であるうえに無害であったため、冷媒、洗浄剤などに利用された。1970年代には、成層圏に達した(ア)類と(イ)との反応で塩素原子が放出され、これがオゾン層を破壊するのではないかと警告された。1980年代に入り、(ウ)極でオゾン全量の急激な減少が発見された。このオゾン全量が極端に少ない領域は(エ)と呼ばれるようになった。オゾン層は破壊されると、地表に届く有害な(イ)が増加し、人間には、皮膚がん等の病気の発症や免疫機能の低下といった影響があるといわれており、その後オゾン層保護のための施策が実施されている。1990年代に入ると(オ)圏での(ア)濃度の増加はやみ、その後は減少に転じている。

(1) (ア)～(オ)に当てはまる語句を答えよ。

(2) オゾンの化学式を示せ。

(3) 成層圏内の気温は、上空に行くほど高くなるか低くなるか答えよ。

(4) 酸性雨に関連する以下の文章の中で誤りはどれか答えよ。

(a) 中性はpH値が7である。

(b) 酸性雨のおもな原因は大気中に排出された窒素酸化物や硫黄酸化物である。

(c) 石炭や石油には硫黄酸化物が数%程度含まれ、自動車等の排ガスには窒素酸化物が含まれている。

(d) 大気中の二酸化炭素が溶け込むため、降水は通常弱いアルカリである。

(e) pH値が5.8以下となるような酸性度が高い雨を酸性雨という。

- (5) 以下は地球温暖化について説明した文章である。文中の(カ)～(コ)に当てはまる語句を答えよ。

地表を覆う氷、雪、森林、草地などの違いにより太陽放射の反射率は異なる。この太陽放射の反射率は(カ)という。北極や南極周辺では、地球温暖化に伴い氷や雪の面積が(キ)すると、地表が多く太陽放射を(ク)するようになり、気温が(ケ)し、氷や雪の面積がさらに(キ)するといった現象の連鎖が起こり、極地方は地球温暖化の影響が顕著に現れやすい。

地球温暖化により海面の上昇が起こることが指摘されている。海面の上昇は氷河・氷床の融解や、海洋が熱を吸収して海水温が上がり海水が(コ)することにより生じる。

3 次の文章を読んで、以下の設問(1)および(2)に答えよ。

恒星の終末は、その恒星の質量に依存する。太陽質量の約8倍以下の恒星は、最終的に小さくて平均密度の高い(ア)となる。例えば、シリウスの伴星が(ア)である。

一方、太陽質量の約8倍以上の恒星は、巨大化して(イ)になり、その進化の最後に(ウ)爆発を起こすものがある。この爆発の結果、中心部分で(エ)とよばれる高密度の天体が作られる。(オ)とよばれる天体は、そこから出る規則正しい電波が観測されるもので、高速で自転する(エ)が(オ)の正体だと考えられている。

さらに、恒星の質量が十分に大きい場合、進化の最終段階で(ウ)爆発を起こさずに(カ)になるものがある。(カ)は、その表面から光さえ逃れることができない。最近、重力波を用いた新しい方法によって、2個の(カ)が衝突して合体する天体现象が初めて観測された。

(1) (ア)～(カ)に当てはまる語句を答えよ。

(2) (エ)に関する以下の問いに答えよ。

(エ)はほぼ球形をしていると考えられている。(エ)の質量を太陽質量、その半径を10kmとして、(エ)の平均密度をkg/m³の単位で有効数字1桁で求めよ。計算過程も示せ。ただし、太陽質量は 2×10^{30} kgとする。

4

地球生命の変遷史に関する次の文章を読んで、設問(1)~(6)に答えよ。

約46億年前に誕生した地球は、その後の数億年をかけて生命の宿る惑星となつた。古い順から冥王代と(ア)代および(イ)代からなる先(ウ)時代は、地球史のおおよそ[a]%を占めるほどの長期にわたるが、この時代の化石の証拠はその後と比較すると著しく乏しい。

(ウ)紀に入ると、多様な海棲動物の化石が一挙に出現するようになり、このことは(ウ)爆発と呼ばれている。続いて、遅くともシルル紀には陸上植物が、デボン紀には両生類が出現し、海陸ともに豊かな生態系が発達した。しかし、(エ)紀の末には、生命史において知られる限り最大の大量絶滅が起こった。

中生代を代表する生物として、恐竜(非鳥類型恐竜)やアンモナイトが挙げられる。これらは全て(オ)紀末に絶滅した。新生代は、哺乳類の時代として知られており、(カ)紀に属するおおよそ[b]万年前には、初期の人類(猿人)であるサヘラントロップスが出現した。

(1) (ア)~(カ)に当てはまる語句を答えよ。

(2) [a]~[b]に当てはまる数字を、以下の選択肢よりそれぞれ答えよ。

50, 70, 90, 300, 700

(3) 以下の選択肢より、(ウ)紀の化石群集を全て答えよ。

バージェス動物群、澄江(チェンジャン)動物群、エディアカラ生物群

(4) 図1は、古生代以降の生物の多様性を、海の無脊椎動物の科の数で表したものである。(ウ)爆発の位置と(エ)紀末の大量絶滅の位置および(オ)紀末の大量絶滅の位置を、図中の①~⑨から選べ。

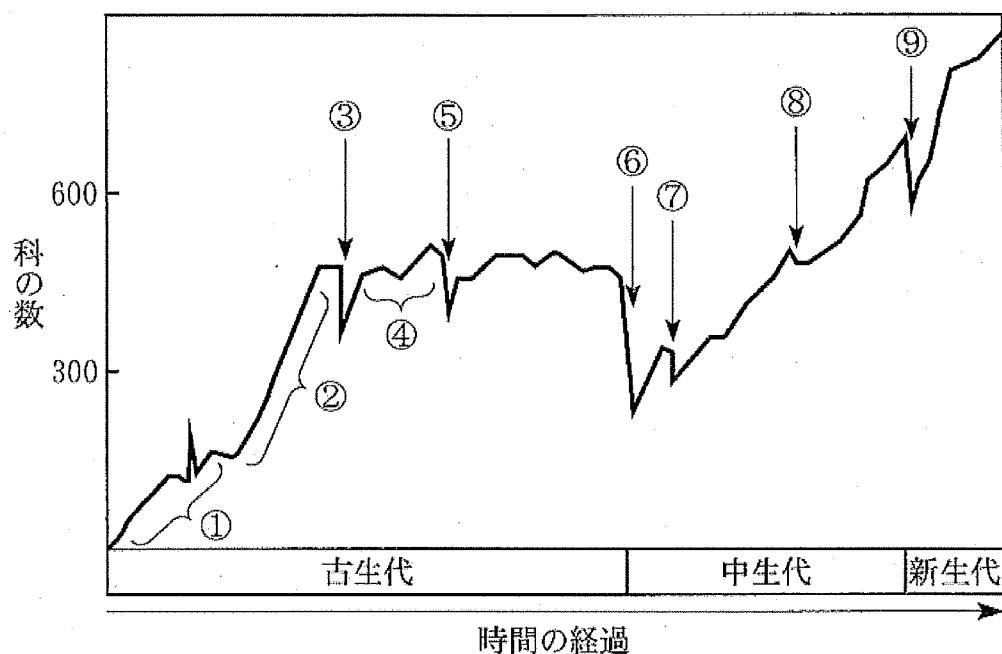


図1 古生代以降の生物多様性の変化

(5) (オ)紀末の大量絶滅の原因について50字以内で述べよ。

(6) (オ)紀末の大量絶滅は、中生代のはじまりから現在に至るまでの生物多様性の変化傾向にどのような影響を与えたか、図1に基づいて説明せよ。