

令和6年度(前期日程)

入学者選抜学力検査問題

理 科

試験時間

1. 理学部, 医学部(医学科・保健学科検査技術科学専攻), 薬学部, 工学部は **120 分**
2. 医学部(保健学科放射線技術科学専攻)は **60 分**

	問 題	ページ
物理	 1 ~ 3	1 ~ 6
化学	 1 ~ 3	7 ~ 11
生物	 1 ~ 3	12 ~ 21
地学	 1 ~ 4	22 ~ 27

注 意 事 項

1. 試験開始の合図があるまで, この冊子を開いてはいけません。
 2. あらかじめ届け出た科目の各解答紙の2箇所受験番号を必ず記入しなさい。
なお, 解答紙には必要事項以外は記入してはいけません。
 3. 解答は必ず解答紙の指定された場所に記入しなさい。
 4. 試験開始後, この冊子又は解答紙に落丁・乱丁及び印刷の不鮮明な箇所があれば, 手を挙げて監督者に知らせなさい。
 5. この冊子の白紙と余白部分は, 適宜下書きに使用してもかまいません。
 6. 試験終了後, 解答紙は持ち帰ってはいけません。
 7. 試験終了後, この冊子は持ち帰りなさい。
- ※この冊子の中に解答紙が挟み込んであります。

物 理

1 図1のように、人工衛星が地球の自転周期と同じ周期で、自転の向きに赤道上を回っていると
する。この人工衛星は、地上から見て静止して見えることから静止衛星という。また、この軌道
を静止軌道とよぶ。地球の質量を M [kg]、地球の半径を r [m]、人工衛星の質量を m_s [kg]、静
止軌道の半径を R_0 [m]、万有引力定数を G [$\text{N}\cdot\text{m}^2/\text{kg}^2$]、地球の自転周期を T [s] とし、以下の
問いに答えよ。ただし、空気抵抗は無視できるとする。

(問 1) 地球が人工衛星に及ぼす万有引力の大きさ F_G [N] を、 G 、 M 、 m_s 、 R_0 を用いて表せ。

(問 2) 人工衛星の向心加速度の大きさ a_c [m/s^2] を、 R_0 、 T を用いて表せ。

(問 3) 静止軌道の半径 R_0 を、 G 、 M 、 T を用いて表せ。

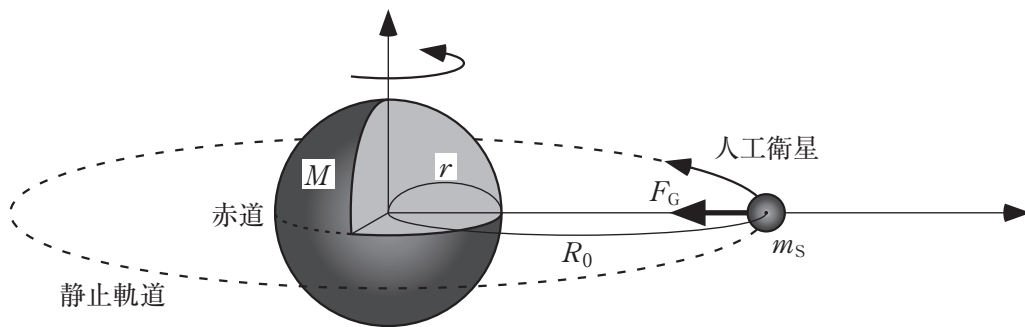


図 1

次に、図2のように、人工衛星と地球の赤道上の一点を長さ L [m] のケーブルで接続し、人工衛星を静止軌道より外側の位置で静止衛星とした。ケーブルの質量は無視できるとし、以下の問いに答えよ。

(問 4) ケーブルに作用する張力 F_T [N] を、 G , M , m_S , r , L , T を用いて表せ。

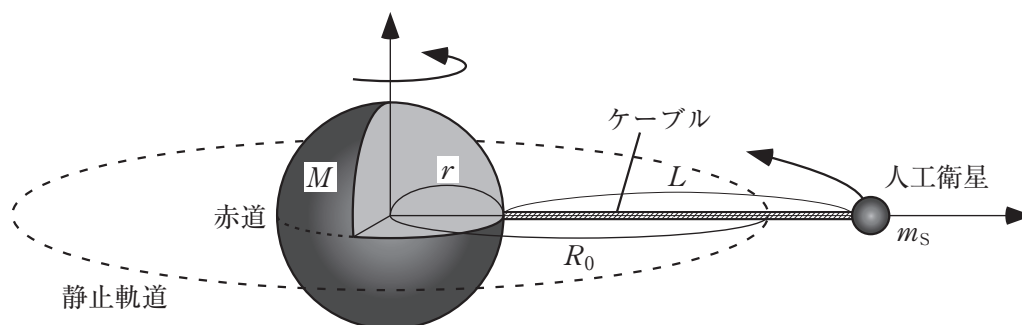


図 2

図3のように、ケーブルを利用してコンテナを人工衛星まで運ぶ。これを宇宙エレベーターとよぶ。質量 m_C [kg] のコンテナを地上から人工衛星まで運んだのち、コンテナを人工衛星から静かに放した。以下の問いに答えよ。

(問 5) コンテナを地上から人工衛星まで運ぶのに必要な仕事 W [J] を、 G , M , m_C , r , L , T を用いて表せ。

(問 6) コンテナを無限の遠方に飛ばすために、ケーブルの長さ L が満たすべき条件を、 R_0 と r を用いて表せ。

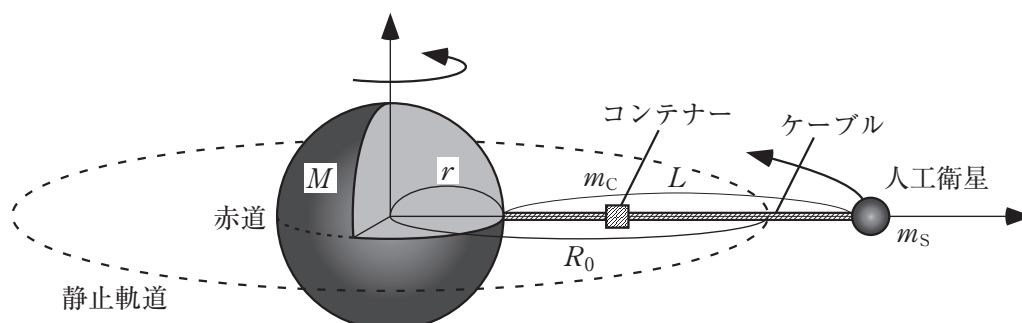


図 3

- 2 図のように内部抵抗 $r[\Omega]$ の交流電源に、抵抗値 $R[\Omega]$ の外部抵抗、自己インダクタンス $L[\text{H}]$ のコイル、電気容量 $C[\text{F}]$ のコンデンサーを直列に接続した回路を考える。交流電源の電圧 $V(t)$ と電流 $I(t)$ は、それぞれ

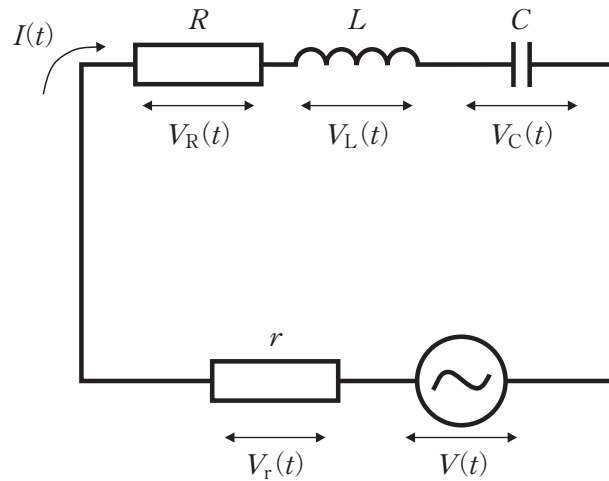
$$V(t) = V_0 \sin(\omega t + \phi)$$

$$I(t) = I_0 \sin \omega t$$

と表されるものとする。ここで、 $V_0[\text{V}]$ 、 $I_0[\text{A}]$ はそれぞれ電圧と電流の最大値、 $\phi[\text{rad}]$ は電圧と電流の位相差、 $\omega[\text{rad/s}]$ は角周波数、 $t[\text{s}]$ は時刻である。以下の問いに答えよ。なお、解答にあたって、必要であれば、以下の公式を使ってもよい。

$$\sin \theta \cos \theta = \frac{\sin 2\theta}{2}, \quad \sin^2 \theta = \frac{1 - \cos 2\theta}{2}, \quad \cos^2 \theta = \frac{1 + \cos 2\theta}{2},$$

$$A \sin \theta + B \cos \theta = \sqrt{A^2 + B^2} \sin(\theta + \alpha) \quad \text{ただし, } \tan \alpha = \frac{B}{A}$$



- (問 1) 外部抵抗、コイル、コンデンサーそれぞれにかかる電圧 $V_R(t)$ 、 $V_L(t)$ 、 $V_C(t)$ を、 r 、 R 、 L 、 C 、 I_0 、 ω 、 t の中から必要なものを用いて表せ。
- (問 2) 外部抵抗、コイル、コンデンサーで消費される電力の時間的変化 $P_R(t)$ 、 $P_L(t)$ 、 $P_C(t)$ をそれぞれ解答紙の対応する図に記入し、それらの振幅も図中に記入せよ。また、それぞれの消費電力の時間平均 $\overline{P_R}$ 、 $\overline{P_L}$ 、 $\overline{P_C}$ を図下の欄に記入せよ。ただし、図中の $T = \frac{2\pi}{\omega} [\text{s}]$ は交流電源の周期であり、使える物理量は r 、 R 、 L 、 C 、 I_0 、 ω 、 t とする。
- (問 3) 回路のインピーダンス $Z = \frac{V_0}{I_0}$ を、 r 、 R 、 L 、 C 、 ω 、 t の中から必要なものを用いて表せ。

(問 4) 交流電源の最大電圧 V_0 を一定にしたまま，角周波数 ω を変化させて電流を測定したところ，特定の角周波数(共振角周波数) ω_0 [rad/s] において測定値が最大となった。このときの角周波数 ω_0 と電流の最大値 $I_{\max}$ を r, R, L, C, V_0 の中から必要なものを用いて表せ。

(問 5) 交流電源の角周波数を ω_F [rad/s] に固定し，外部抵抗の抵抗値 R とコンデンサーの電気容量 C を変化させる場合，外部抵抗の平均消費電力 $\overline{P_R}$ を最大にする R と C を， r, L, ω_F の中から必要なものを用いて表せ。

- 3 図1のように、2つのスリット S_A と S_B に左から入射した波長 λ の単色光は、スリットで回折し、そこから L だけ離れたスクリーンに到達し干渉縞をつくる。 S_A と S_B の中点を通り、スクリーンに垂直な直線とスクリーンの交点を O とし、 O を原点とした x 軸をスクリーンに沿って図1のようにとる。 P はスクリーン上の任意の点である。 S_A と S_B の間の距離 d は L より十分小さいものとする。以下の問いに答えよ。なお、必要なら1に比べて十分に小さい実数 θ と δ に対する近似式 $\sin \theta \doteq \tan \theta$, $\sqrt{1 + \delta} \doteq 1 + \frac{\delta}{2}$ を用いてよい。

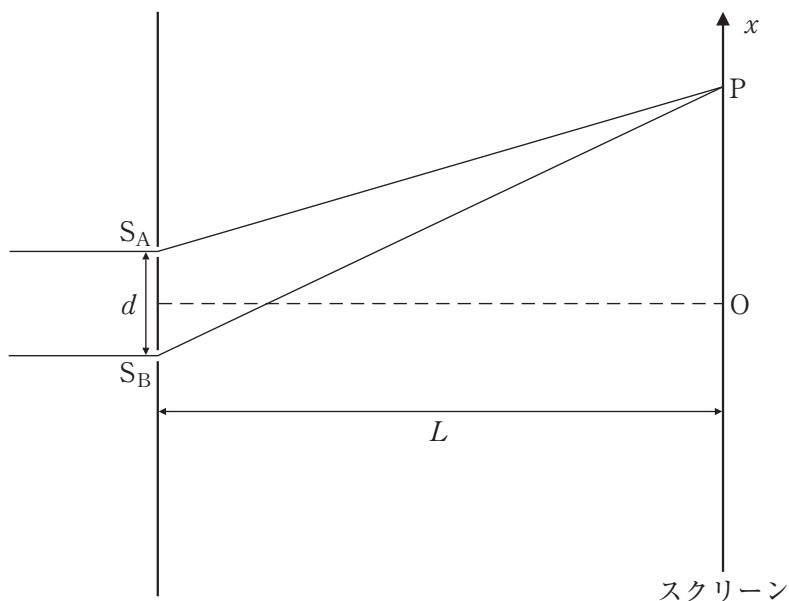


図1

- (問 1) スクリーン上の O では、2つのスリットから等距離のため明線ができる。 $x > 0$ においてできる明線のうち、 O に最も近い明線の位置 x_1 を λ , L , d で表せ。
- (問 2) O と x_1 の間にできる暗線の位置を λ , L , d で表せ。

次に、図2のように、 S_A と S_B の中点の位置にスリット S_C を追加した。このようにスリットが3つあっても、スクリーン上の O では、すべてのスリットから等距離とみなせるため明線ができる。また、 d が L より十分小さいから、距離 S_BP と距離 S_CP の差 $|S_BP - S_CP|$ は、距離 S_CP と距離 S_AP の差 $|S_CP - S_AP|$ に等しいと考えてよい。この長さを b とする。以下の問いに答えよ。

- (問 3) 3つのスリットで回折し、 x_1 の位置で干渉した光は、(問1)の x_1 での明線に比べて明るくなるか、暗くなるか、理由を述べて答えよ。
- (問 4) $x > 0$ にできる O と同程度の明るさの明線のうち、 O に最も近い明線の位置 x_2 を λ , L , d で表せ。

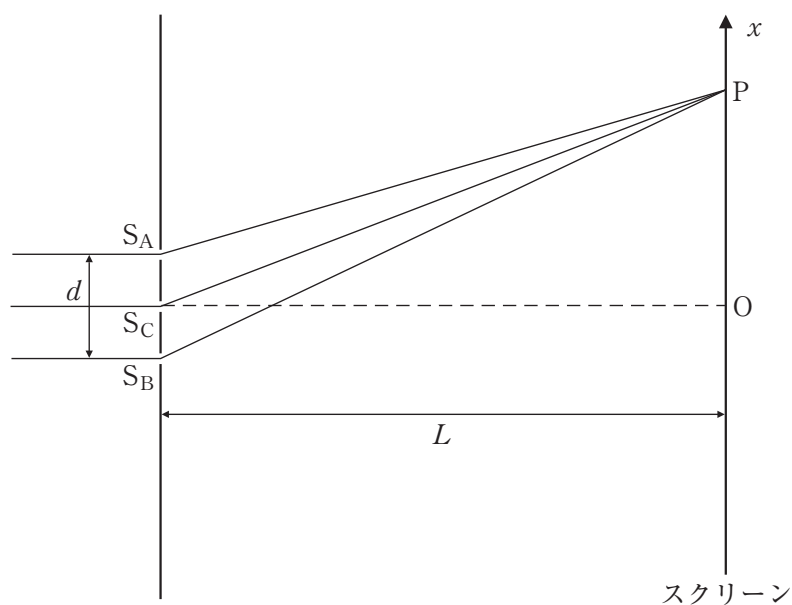


図 2

光は電磁波であるが、ここでは電場のみを考える。 $S_C P$ を X とすると、 S_C で回折した光の電場は、 P の位置 x で、

$$E_C = A \sin 2\pi \left(\frac{t}{T} - \frac{X}{\lambda} \right) = A \sin \phi$$

で与えられるものとする。ただし、 $\phi = 2\pi \left(\frac{t}{T} - \frac{X}{\lambda} \right)$ とおいた。 A は電場の振幅、 t は時刻、 T は電場の振動の周期である。以下の問いに答えよ。

(問 5) S_A と S_B で回折して P に到達した光の電場を、それぞれ、 E_A と E_B とする。 E_A 、 E_B 、 E_C の重ね合わせによりできる光の電場 E は、 P の位置 x で、

$$E = E_A + E_B + E_C = A \left(\boxed{} \right) \sin \phi$$

と表せる。 $\boxed{}$ に入る数式を波長 λ と長さ b で表せ。なお、必要なら実数 α 、 β に対し、 $\sin(\alpha + \beta) + \sin(\alpha - \beta) = 2 \sin \alpha \cos \beta$ の関係式を用いてよい。

(問 6) O と x_2 の間で、 $E = 0$ となる暗線の位置を λ 、 L 、 d で表せ。

(問 7) 光の電場の振幅の 2 乗を光の強度とする。 x_2 での光の強度は、 x_1 での光の強度の何倍か。

化 学

必要があれば、次の値を用いよ。

原子量：H = 1.0, C = 12, O = 16, K = 39, Zn = 65

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

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

$\sqrt{2} = 1.41$, $\sqrt{3} = 1.73$, $\log_{10} 2 = 0.301$, $\log_{10} 3 = 0.477$

1 次の先生と生徒の会話を読み、以下の各問に答えよ。

先生 亜鉛、カドミウムおよび水銀^{a)}は12族に属する ア 元素の金属で、これらの原子は イ 個の価電子をもちます。これらの元素の性質と社会への影響について考えてみましょう。水銀やカドミウムの単体とその化合物には、毒性を示すものが多いです。アセチレンを原料としてビニル樹脂を製造するために用いられていた触媒の水銀がメチル化して有機水銀となり、川や海に排出されたことが水俣病の原因とされています。

生徒 水銀は常温で液体という特異な性質をもち、体温計や血圧計に使われているけれど、使用は減ってきていると聞きました。確か、カドミウムも別の公害病と関係していましたよね。

先生 そうですね。食品や水からのカドミウム^{b)}の摂取が、イタイイタイ病の原因とされています。一方、同じ12族の亜鉛は、人の健康を維持するために不可欠な必須微量元素の一つで、体内で200種を超える酵素の機能に重要な役割を果たしています。また、亜鉛粉末を空気中で燃焼させるとできる酸化亜鉛^{c)}は水には溶解しませんが、酸と塩基の水溶液のいずれにも溶ける ウ 酸化物であると授業で取り扱いましたね。

生徒 亜鉛イオンを含む水溶液に少量の塩基を加えてできる水酸化亜鉛も ウ 水酸化物でしたよね。白色ゲル状の水酸化亜鉛にアンモニア水を過剰に加えると エ 色の錯イオン^{d)}となって溶解することを学びました。亜鉛は他には、どのようなものに使われているのですか。

先生 亜鉛は、マンガン乾電池、酸化銀電池、空気亜鉛電池^{e)}などの負極活物質としても利用されています。同じ族の元素でも、その性質は大きく異なるということですね。

生徒 化学はいろいろなところに影響を与えているんですね。私も、化学と社会や環境との関わりについて熊本大学でしっかり勉強します！

(問 1) 文中の ア ～ エ に、適切な数字や語句を記せ。

(問 2) 下線部 a) について、水銀をイオン化して溶かすことのできる液体をすべて選び、番号で答えよ。

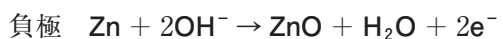
- ① 希塩酸 ② 希硫酸 ③ 濃硝酸 ④ 熱濃硫酸 ⑤ 熱水

(問 3) 下線部 b) のカドミウムとリン酸との化合物であるリン酸カドミウムは、白色結晶の水に難溶性の塩である。リン酸カドミウム $\text{Cd}_3(\text{PO}_4)_2$ の純水に対する溶解度積を K_{sp} 、飽和水溶液中のカドミウムイオンの濃度を c (mol/L) とするとき、 K_{sp} について、導出過程を示して c の関係式で表せ。

(問 4) 下線部 c) の酸化亜鉛の塩酸と水酸化ナトリウム水溶液との反応式をそれぞれ示せ。

(問 5) 下線部 d) の錯イオンの名称と形をそれぞれ示せ。

(問 6) 下線部 e) のボタン型電池として利用される空気亜鉛電池は、水酸化カリウム水溶液を電解質として用いている。負極では以下の電子 e^- を含むイオン反応式のように亜鉛が酸化されて酸化亜鉛が生成し、一方、正極では、酸素が還元されている。



(ア) 正極での反応を電子 e^- を含むイオン反応式で示せ。

(イ) 空気亜鉛電池を用い、0.40 mA の一定電流で放電を続けると、空気亜鉛電池の質量が 3.2 mg 増加した。このときの放電時間は何秒か求めよ。

2 次の文章を読み、以下の各問に答えよ。

フッ素(F)は、天然には CaF_2 として存在しており、 CaF_2 に濃硫酸を反応させることにより^{a)} HF が得られる。単体の F_2 は反応性が高く、水と反応すると HF を生じる^{b)}。HF 水溶液は、半導体産業においてケイ素の酸化被膜の除去^{c)} に用いられる。また、フッ素を含む高分子材料であるポリテトラフルオロエチレン(PTFE)^{d)} は、フライパンなどの表面コーティング材として用いられている。

(問 1) フッ化物イオンの電子配置を、解答欄に電子を黒丸で表して完成せよ。

(問 2) 下線部 a) と c) について、化学反応式をそれぞれ答えよ。

(問 3) 下線部 b) の反応により、HF 水溶液を調製した。以下の各問に答えよ。

(ア) 0.10 mol/L HF 水溶液を 100 mL 調製するために必要な F_2 の気体は、標準状態 (0°C , $1.01 \times 10^5 \text{ Pa}$) で何 L か。ただし、 F_2 は理想気体とし、 F_2 はすべて水と反応し、生成した HF はすべて水に溶解したとする。

(イ) 0.10 mol/L HF 水溶液の水素イオン濃度 $[\text{H}^+]$ はいくらか。ただし、HF の電離定数は、 $6.4 \times 10^{-4} \text{ mol/L}$ とする。

(ウ) 0.10 mol/L HF 水溶液 100 mL を 0.10 mol/L NaOH 水溶液で滴定したときの滴定曲線を図示せよ。なお、解答欄に点線で示した滴定曲線は、0.10 mol/L 塩酸 100 mL を 0.10 mol/L NaOH 水溶液で滴定した時のものである。

(エ) 滴定において、正確な実験結果を得るために必須な実験器具を 3 つ選び、番号で答えよ。

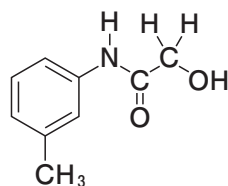
- | | | |
|-----------|-----------|----------|
| ① ビュレット | ② メートルグラス | ③ 駒込ピペット |
| ④ ホールピペット | ⑤ メスリンダー | ⑥ 丸底フラスコ |
| ⑦ 試験管 | ⑧ メスフラスコ | |

(問 4) 下線部 d) について、以下の各問に答えよ。

(ア) ポリテトラフルオロエチレンの構造式を答えよ。

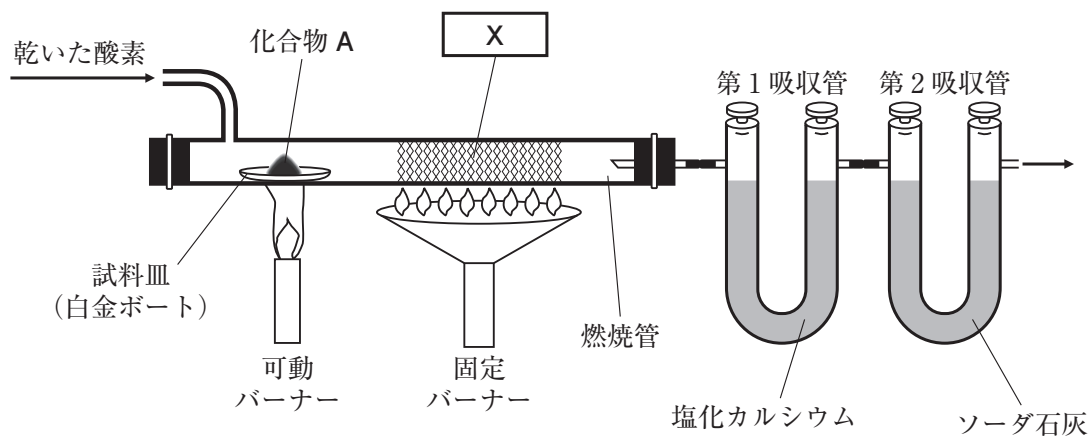
(イ) ポリテトラフルオロエチレンの様々な性質のうち、2 つを答えよ。

3 次の文章を読み、以下の各問に答えよ。なお、構造式は以下の例にならって記せ。



炭素と水素と酸素からなる未知の化合物 **A** がある。化合物 **A** 63.6 mg を試料皿にとり、元素分析を行うと、塩化カルシウムが入っている U 字管の質量は 25.2 mg 増加し、ソーダ石灰が入っている U 字管の質量は 176 mg 増加した。さらに、化合物 **A** の分子量を測定すると 318 であった。化合物 **A** を完全に加水分解すると、化合物 **B** とフェノールの混合物を生じた。化合物 **B** とフェノールの混合物をジエチルエーテルに溶解した後、分液ろうとに移し、炭酸水素ナトリウム水溶液とよく振り混ぜ、静置すると、水層とエーテル層に分離した。水層に塩酸を加えると白色固体が析出し、これを集めることで化合物 **B** を得た。化合物 **B** はパラ位に置換基を有する芳香族化合物であり、高分子化合物の原料として使われている化合物であった。一方、エーテル層のジエチルエーテルを蒸発させることでフェノールを得ることができた。なお、フェノールは、工業的にはベンゼンとプロペンから製造されている。

(問 1) 化合物 **A** の元素分析は以下の装置にて行った。図の **X** に汎用される化合物の名称、およびその役割を答えよ。



(問 2) 化合物 **A** の分子式を答えよ。

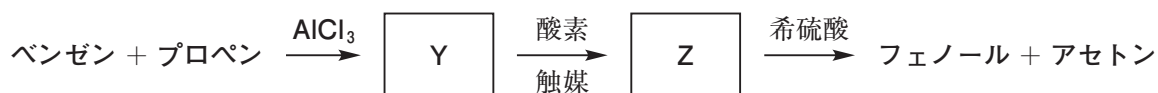
(問 3) 化合物 **A** および **B** について、操作(1)～(5)を行ったところ、以下の結果を得た。これらの結果から、化合物 **A** および **B** の構造式をそれぞれ答えよ。なお、いずれの化合物も不斉炭素原子をもたない。

- (1) 炭酸水素ナトリウム水溶液を加えると、化合物 **B** からのみ気体が発生した。
- (2) 塩化鉄(Ⅲ)水溶液を加えたが、いずれも呈色反応は起こさなかった。
- (3) 臭素水溶液を加えたが、いずれも溶液は脱色されなかった。
- (4) アンモニア性硝酸銀水溶液を加えたが、いずれも銀は析出しなかった。
- (5) ヨウ素と水酸化ナトリウム水溶液を加えて加熱したが、いずれも黄色沈殿を生じなかった。

(問 4) 下線部 **a**) について、炭酸水素ナトリウム水溶液ではなく、水酸化ナトリウム水溶液を用いた際、抽出される化合物について述べた以下の選択肢①～④から正しいものを1つ選べ。また、その理由を答えよ。

- ① エーテル層に化合物 **B** が抽出される。
- ② エーテル層にフェノールが抽出される。
- ③ エーテル層に化合物 **B** とフェノールが抽出される。
- ④ エーテル層には何も抽出されない。

(問 5) 下線部 **b**) について、以下はフェノールの工業的合成法である。以下の各問に答えよ。



(ア) この合成法の名称を答えよ。

(イ) Y , Z の構造式、および Z の化合物の名称をそれぞれ答えよ。

生 物

1 次の文章を読み、下記の(問1)～(問3)に答えよ。

(問 1) 以下の設問(ア)～(オ)に答えよ。

ヒト培養細胞のゲノム DNA 配列中に、下村脩博士が発見したオワンクラゲ由来の **1** 遺伝子を発現させる DNA 配列を組み込むと、ヒト細胞が緑色の蛍光を発するようになる。導入する DNA 配列の中には、遺伝子の転写開始部位近くに、RNA ポリメラーゼが結合する **2** と呼ばれる DNA 配列が存在する。RNA ポリメラーゼは、**3** と呼ばれる複数のタンパク質とともに転写複合体を形成し、**2** に結合する。遺伝子の DNA 配列の情報は、転写されて mRNA になり、mRNA の塩基配列に基づいて、リボソームにおいて翻訳が行われ、タンパク質が合成される。

- (ア) 文章中の **1** ～ **3** に適切な語句を入れよ。
- (イ) ヒト細胞の中で、導入された遺伝子の DNA 配列の転写および翻訳はそれぞれどこで行われるか、名称を答えよ。
- (ウ) リボソームが付着している主な細胞小器官の名称を答えよ。
- (エ) 翻訳を開始させる主な開始コドンに対応するアミノ酸の名称を答えよ。
- (オ) 遺伝子組換えにおいて用いられる制限酵素のひとつである HindIII は、DNA 配列中の 5'-AAGCTT-3' の 6 塩基からなる塩基配列を認識し、その部分で DNA の 2 本鎖を切断する。HindIII が認識する塩基配列は理論上何塩基に 1 回出現するか答えよ。

(問 2) 以下の設問(ア)～(エ)に答えよ。

通常のヒトの1細胞には 1 本の染色体が含まれており、ヒトゲノムは約 2 塩基対から成り立っている。またタンパク質をコードする遺伝子数は約 3 であることが知られており、その中のわずかな塩基配列の違いが、個人における形質の違いを生み出している。その一例として、エタノールをアセトアルデヒドに分解する1B型アルコール脱水素酵素(ADH1B)が挙げられる。ヒトのアルコール代謝能は、ADH1Bの活性の強さにより違いがあることが知られているが、ADH1B遺伝子の塩基配列中には、集団内の一部の個体において、^{a)}1塩基の違いが見られる部位が存在している。この部位の塩基によって酵素活性が異なり、ある個人において、両方の染色体がGを持つ遺伝子型(G/G)は高活性型、GとAを持つ染色体が一つずつ存在する遺伝子型(G/A)は活性型、両方の染色体がAを持つ遺伝子型(A/A)は低活性型となる。父、母、子二人^{b)}において、この部位の遺伝子型を決定した。

(ア) 文章中の 1 ～ 3 に、下記①～⑫から適切な番号を入れよ。

- | | | | |
|--------|---------|-------|--------|
| ① 22 | ② 23 | ③ 44 | ④ 46 |
| ⑤ 2200 | ⑥ 22000 | ⑦ 22万 | ⑧ 220万 |
| ⑨ 300万 | ⑩ 3000万 | ⑪ 3億 | ⑫ 30億 |

(イ) 下線部 a) のような部位の名称を答えよ。

(ウ) 下線部 b) の実験の結果、子二人のADH1Bは、いずれも低活性型であった。この時、父、母について、ありうる遺伝子型(G/G, G/A, A/A)を(父、母)の順で全て記せ。ただしADH1B遺伝子は常染色体上に存在しているものとする。

(エ) ADH1Bの遺伝子型は地域によって頻度が異なることが知られており、東アジアにおける高活性型の頻度は9%である。この場合における、活性型、低活性型の頻度を求めよ。

(問 3) 以下の設問(ア)～(ウ)に答えよ。

神経細胞内で電氣的に情報が伝わることを 1 という。情報が神経終末に到達し、シナプスにおいて神経細胞間で情報が伝えられることを 2 という。近年の研究により、シナプスでの 2 が高頻度に起こると、そのシナプスの前側の軸索末端と後側の樹状突起でタンパク質合成量が数倍に増加する^{a)}などし、その結果、シナプスで情報が伝えられる効率が変化して、その変化が長期間(数時間から一生)維持される^{b)}ことが明らかにされた。

(ア) 文章中の 1 , 2 に適切な語句を入れよ。

(イ) **下線部 a)**に関して、シナプスで高頻度に情報が伝えられた際に、軸索末端と樹状突起ではイオンチャネルなどの翻訳量が増える。シナプス近傍において、軸索末端側の主要なイオンチャネル分子に感知されてイオンを通過させやすくする主な刺激と、樹状突起側の主要なイオンチャネル分子に直接作用してイオンを通過させやすくする主な物質を、それぞれ答えよ。

(ウ) **下線部 b)**に関して、高頻度な刺激に応じてシナプスで情報が伝えられる効率が変化して維持されるという細胞レベルの応答は、個体レベルでは、一般にどのようにして個体の生存に役立つと考えられるか。20 字以内で答えよ。

2 次の文章を読み、下記の(問1)～(問3)に答えよ。

動植物のからだは、形や大きさ、機能が異なる様々な種類の細胞からできている。ニワトリの卵のように肉眼で見ることができる細胞もあるが、多くの細胞は顕微鏡を用いないと見ることができない。細胞が集まってできた組織や器官は、互いに情報をやり取りすることで個体としての統一性を保ちつつ、環境応答を行っている。

(問1) 下線部 a) に関して、以下の設問(ア)～(エ)に答えよ。

(ア) ヒトの眼では、対象物との距離に応じて水晶体の厚さが変わり、焦点が調節されている。遠くを見るとき各部位の状態として適切なものを、表1の①～⑥から1つ選び、番号で答えよ。

表1

	毛様体	チン小帯	水晶体
①	弛緩	ゆるむ	厚くなる
②	緊張	緊張	薄くなる
③	弛緩	ゆるむ	薄くなる
④	弛緩	緊張	薄くなる
⑤	緊張	ゆるむ	厚くなる
⑥	緊張	緊張	厚くなる

(イ) 眼は光の受容器であり、ヒトの視細胞には桿体細胞と錐体細胞の2種類がある。桿体細胞に含まれる主要な視物質の名称を答えよ。

- (ウ) 図1は、網膜における視細胞の分布を示している。錐体細胞の分布はA、Bのどちらか、答えよ。また①、②で示す網膜の部分の名称を答えよ。

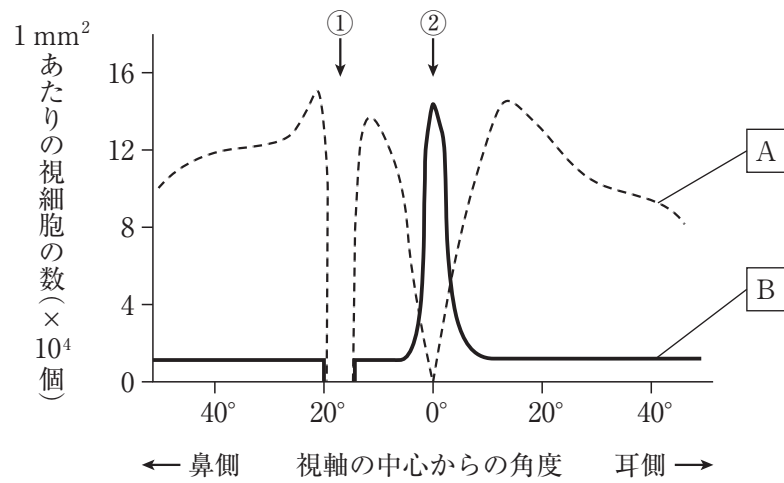


図1

- (エ) 表2は、ヒトの適刺激と受容器の組み合わせの一部をまとめたものである。①～③の名称を答えよ。

表2

適刺激	受容器		感覚
光(可視光)	眼	網膜	視覚
空気中の化学物質	鼻	嗅上皮	嗅覚
液体中の化学物質	舌	①	味覚
音波	耳	②	聴覚
からだの回転		③	平衡覚

(問 2) 下線部 b) に関して、以下の設問(ア)、(イ)に答えよ。

- (ア) 細胞壁分解酵素を用いて、植物の葉から、細胞壁を取り除いた細胞であるプロトプラストを単離した。対物マイクロメーターと、接眼レンズ内の接眼マイクロメーターを用いて、プロトプラストの大きさを計測することにした。まず、対物マイクロメーターをステージに載せて、対物レンズ 40 倍(総合倍率 600 倍)でみたところ、図 2 のように見えた。対物マイクロメーターの目盛りは、1 mm の長さを 100 等分している。次に、プロトプラストをステージに載せたところ、1 つの細胞が図 3 のようにみえた。図 3 のプロトプラストの直径を求めなさい。直径の単位も記載し、計算の過程も記述すること。上から見た状態で、プロトプラストは真円とする。簡略化のために、細胞核以外の細胞小器官は省略している。

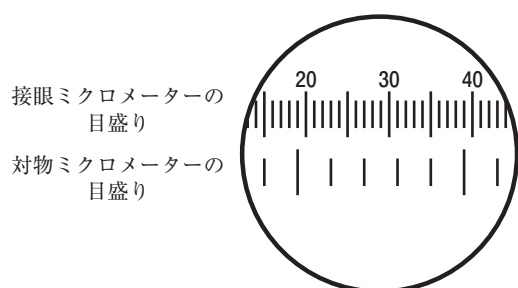


図 2

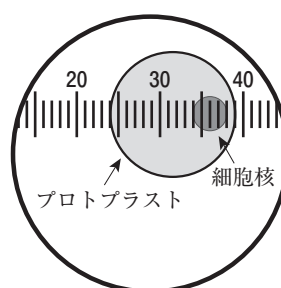


図 3

- (イ) 植物の細胞壁には、隣り合う細胞どうしの細胞膜がつながり、物質交換等を行う構造が存在している。この構造の名称を答えよ。

(問 3) 下線部 c)に関する次の文章を読み、以下の設問(ア)～(ウ)に答えよ。

植物の茎や幼葉鞘は光屈性を示す。幼葉鞘の場合、光の刺激は先端部で感受され、それが下部に伝わる。下部では光が当たる側よりも陰側の方で細胞の 1 がさかんになり、これにより屈曲が起こる。このときの光刺激の感受には 2 という受容タンパク質が働いており、このタンパク質は 3 色光を吸収する。先端部で受容した刺激を下部に伝えるのは、植物ホルモンのオーキシンである。オーキシンには植物体の中を決まった方向に移動する性質があり、この移動を極性移動という。

(ア) 文章中の 1 ～ 3 に適切な語句を入れよ。

(イ) オーキシンの性質として当てはまるものを以下の①～⑥からすべて選び、番号で答えよ。

- ① 水溶性である
- ② 幼葉鞘や茎の細胞壁におけるセルロース繊維間の結合を強める
- ③ 側芽付近でのサイトカイニンの合成を抑制する
- ④ 組織培養においてサイトカイニンに対する濃度比が高いと発根が促進される
- ⑤ 種子の発芽を抑制する
- ⑥ 種子の発芽を促進する

(ウ) 根の先端部の根冠には、重力を感受する役割をもつ細胞が存在する。この細胞の名称を答えよ。

3 次の文章を読み、下記の(問1)～(問4)に答えよ。

ヒラメなどの海水魚は、まわりの海水よりも塩類濃度が 体液をもつため、常に水が体外へと移動する。そのため、多量の海水を飲んで水を補給すると同時に、過剰な塩類をえらから する。一方、キンギョなどの淡水魚は、まわりの淡水よりも塩類濃度が 体液をもつため、常に水が体内へと侵入する。そのため、水中の塩類をえらから している。一部のサケ科魚類は、一生のうちに海水域と淡水域を往復することができるが、これは両方の水域で生息するための浸透圧調節のしくみが備わっているからである。^{a)}このように、生物は生育環境に応じて生体の恒常性を維持している。

(問1) 文章中の ～ に適切な語句を入れよ。

(問2) 下線部 a) に関して、ベニザケ(サケ科魚類)は生まれてからしばらくして、海洋型の浸透圧調節機能(海水適応能)を獲得する。図1は0歳魚の7月から1年魚の6月まで、淡水飼育したベニザケを海水移行して24時間後の血中ナトリウム濃度を示している。図1をみて以下の設問(ア)～(ウ)に答えよ。

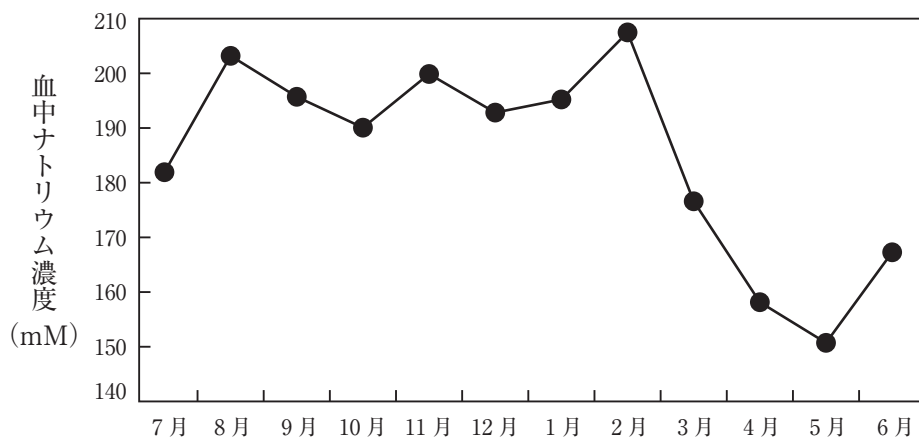


図1

(ア) 図1の実験から、ベニザケの海水適応能が最も高い時期は何月と考えられるか、その理由も含めて答えよ。

(イ) 10月と4月のベニザケでは、えらのナトリウムポンプ活性はどちらが高いと考えられるか、答えよ。

(ウ) 海水適応能に関わっているホルモンを，以下の①～⑤から1つ選び，番号で答えよ。

- ① アドレナリン ② インスリン ③ 成長ホルモン
④ チロキシン ⑤ グルカゴン

(問 3) 以下の設問(ア)～(ウ)に答えよ。

(ア) 図2の魚類の心血管系模式図を参考にして，脳，肺，からだの各部から心臓につながる血管を書き込みヒトの心血管系模式図を完成させなさい。その際，洞房結節の位置を●で，わかりやすく図の中にも書き込みなさい。なお，図中のRAは右心房，RVは右心室，LAは左心房，LVは左心室を示している。

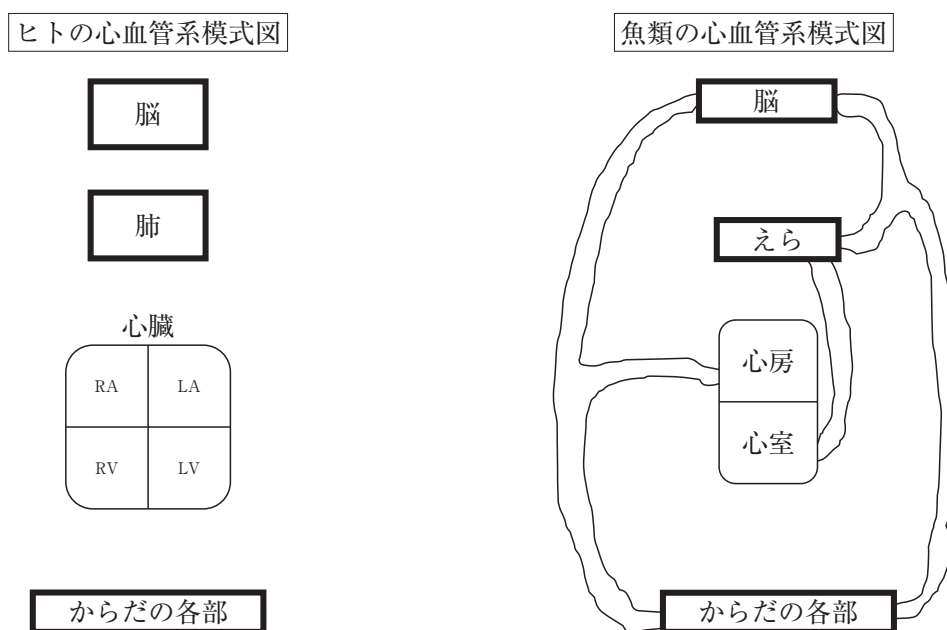


図2

(イ) ヒトの赤血球は，どのような方法でエネルギーを得ているのか，白血球との違いを説明せよ。

(ウ) 細い注射針でヒトの血液を採取(採血)すると，赤血球の破裂(溶血)が起こることがある。すべての赤血球が溶血した時，採取した血清中のナトリウム，カリウムの値はどのように変化すると考えられるか，その理由も含めて答えよ。

(問 4) 以下の設問(ア), (イ)に答えよ。

- (ア) 上位の栄養段階の生物は、被食者―捕食者相互関係を介して、下位の栄養段階の種の増減に影響を及ぼす。例えば、種間競争する一次消費者の A 種と B 種がバランスを保って生息していたとする。その場合、A 種と B 種を共に捕食できる捕食者 C 種はそのバランス維持にどのような影響を与えていると考えられるか、50 字程度で説明せよ。
- (イ) ヒトは栄養段階の最上位に位置する生物である。その捕食について、近年、家畜肉からダイズを原料とした「植物肉」の需要が増加しつつある。ヒトが家畜肉から、ダイズなどの植物肉への「補食」に切り替えることで、生態系のエネルギー効率はどうに変化するか、その理由とともに説明せよ。

地 学

1 次の文章を読み、以下の問いに答えよ。

低緯度地域は、一般に気温が高く湿度も高い。そしてこの高い気温と湿度により、低緯度地域では、鉛直方向に圏界面付近まで発達する 1 雲が発生しやすい。特に低緯度地域で 1 雲が多く発生している地球規模の帯状の領域は、 2 と呼ばれ、降水量が多く、水蒸気の凝結にともなう 3 が大量に放出されており、この 3 による空気の加熱により強い上昇流が生じている。 2 で上昇した空気は、南北緯度 30 度付近に広がる亜熱帯高圧帯でゆっくり下降する。そして対流圏下層で亜熱帯高圧帯から赤道方向に吹き出す風は、 4 により東よりに向きをかえ 5 風になる。南北両半球の 5 風は、海からの蒸発を促し 2 で合流し、この領域での 1 雲の発生を促し、多量の降水を支える。 2 での上昇、南北の亜熱帯高圧帯での下降、そして 5 風で 2 に戻る一連の流れを 6 という。

(問 1) 上の文章中の空欄 1 ～ 6 に適切な語を入れよ。

(問 2) 下線部 a) に関連して、北太平洋における亜熱帯高圧帯は、海陸分布などの影響により地表付近では閉じた等圧線をもつ北太平洋高気圧になる。北太平洋高気圧について、以下の問いに答えよ。

(ア) 北太平洋高気圧が同心円の等圧線をもつ場合、解答用紙の地点 A(×印)での地表付近の風の向きを矢印で示せ。矢印の長さは任意とする。

(イ) 北太平洋高気圧内の北西部における夏季の天候の特徴を 20 字程度で説明せよ。

(問 3) 北太平洋高気圧の下で海は安定した流れをしているとする。このとき北太平洋高気圧の中央付近の下では、上昇流と下降流のどちらの流れが生じているかを答え、その理由を 100 字程度で説明せよ。

2 次の文章を読み、以下の問いに答えよ。

平坦な地域で地質調査を実施した結果、次の図1のルートマップと図2の微化石を得ることができた。これらの図をみながら、以下の問いに答えよ。なお、この地域では地層の逆転は起こっていないかった。

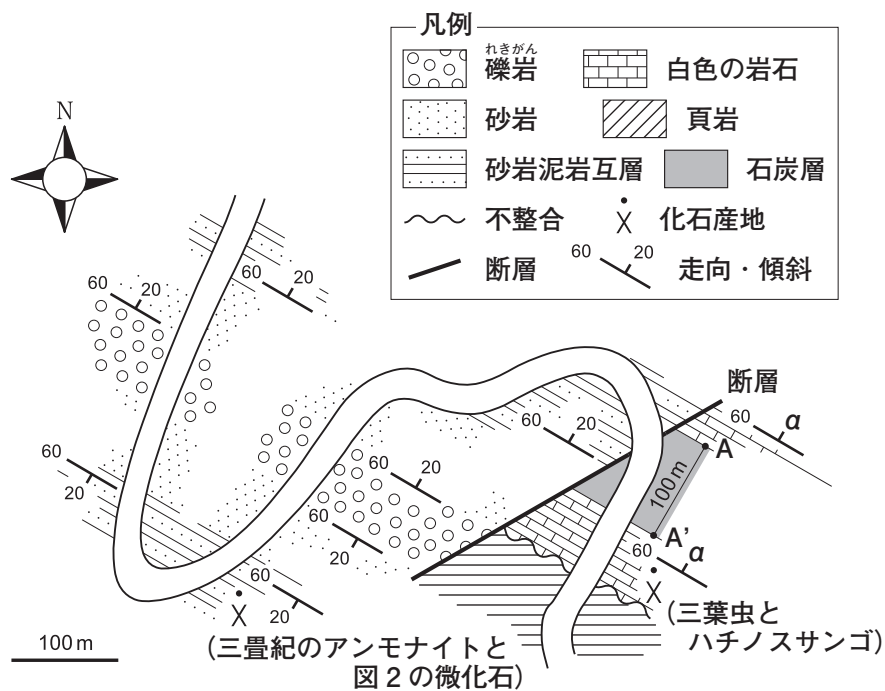


図1

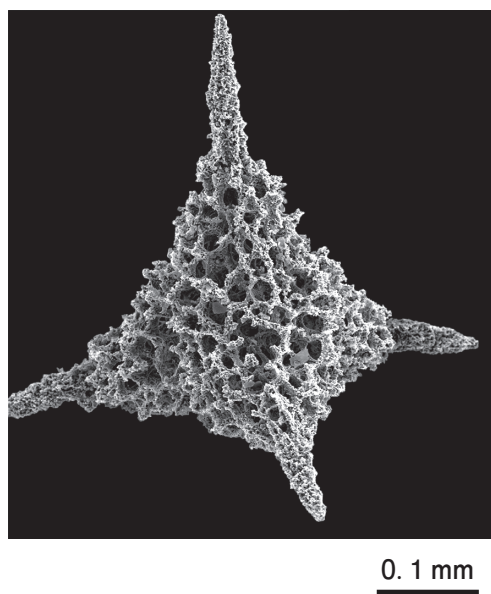


図2

(問 1) 図 1 で示されている調査地域東部の白色の岩石は、層厚が 50 m の石炭層を挟んでおり、走向に直交する A—A' 間の距離は 100 m であった。この石炭層の傾斜 α° を求めよ。

(問 2) 白色の岩石について調べた結果、この岩石は CaCO_3 を主体とする岩石で、三葉虫やハチノスサンゴなどの大型化石を含み、およそ 4 億 5 千万年～4 億年前に形成された古生代の堆積岩であることが明らかになった。この岩石名と形成された地質時代について古生代の何紀か答えよ。

(問 3) 図 2 の微化石は、 SiO_2 の骨格をもつプランクトンで、砂岩泥岩互層の泥岩から前期三畳紀のアンモナイトと共に見つかった。この微化石の名称として最も適当なものを、次の①～④の中から 1 つ選べ。

- ① 有孔虫 ② 放散虫 ③ コノドント ④ ストロマトライト

(問 4) 図 2 の微化石を産出した砂岩泥岩互層の下位の層準で、ペルム紀と三畳紀の大量絶滅を記録したイベント層が確認された。この大量絶滅について次の 4 つの語を用いて、100～150 字程度で説明せよ。

三葉虫 約 2 億 5 千万年前 海生 陸生

(問 5) 調査地域の特徴を表した文として正しいものを、次の①～④の中から 2 つ選べ。

- ① 礫岩には図 2 の微化石を含む砂岩泥岩互層の泥岩が礫として含まれている。
② 礫岩にはサンゴやビカリアなどの貝化石が含まれていた。
③ 石炭層からはシダ植物の化石が多産したが、被子植物の化石は産出しなかった。
④ 調査地域の中央部～西部には、背斜構造が発達している。

(問 6) 調査地域で生じた次の a～e のことがらについて、古いものから新しいものへと順にならべよ。

- a 礫岩の堆積
b 砂岩泥岩互層の堆積
c 白色の岩石の堆積
d 断層の形成
e 不整合の形成

3 次の文章を読み、以下の問いに答えよ。

地球が地球上の物体を引っばる力を重力という。重力は地球の質量による引力(万有引力)と自転による遠心力との合力である。引力のはたらきによって地球の形は球形になるはずだが、遠心力によって赤道方向に膨らんだ回転楕円体となっている。実際の地球表面は楕円体面よりも複雑で、海や陸といった凹凸がある。平らに見える穏やかな海水面でさえも実際には凹凸があり、海水面の変化を長年にわたって平均した面を平均海水面という。その平均海水面を陸地まで延長してみると、地球全体をおおう仮想の面がえられる。この面を といい、 の形に最も近い回転楕円体を とよぶ。a) は に対して凹凸をもっている。

楕円体である地球上では、b) 重力も緯度によって異なっている。地球内部の密度分布が同心球状であると仮定して、ある緯度で計算した重力の理論値を という。また地下に密度が大きい物体が存在する場所では、重力は局所的に大きくなることもある。このように地下の密度の不均一によって、実際の重力測定値は からずれてしまう。このずれを という。c) 重力の実測値を他の地域と比較するためには、実測値を 面上の値に補正する必要がある。

(問 1) 上の文章中の空欄 ～ に入る適切な語を答えよ。

(問 2) 下線部 a) のようになる理由を答えよ。

(問 3) 下線部 b) について、重力の大きさは赤道と両極(北極と南極)で最も大きく異なる。どのように違うか述べるとともに、その理由を説明せよ。

(問 4) 下線部 c) の重力の補正は、次の a ～ c の 3 段階で行われる。それぞれ何補正というかを答えよ。

- a 高度の影響を取り除く補正
- b 万有引力に影響を与える地面の凹凸の影響を取り除く補正
- c 測定点と との間にある物質による引力の影響を差し引く補正

4 次の文章を読み、以下の問いに答えよ。

地球を太陽系における一つの惑星として見たとき、表層での水循環系^{a)}が維持されるためには、太陽からの位置やその質量といった条件が重要となる。地球が位置している条件は、宇宙空間の中で生命体が存在するのに適した領域だと考えられている。近年では、人間活動の影響によってさまざまな循環系^{b)}の攪乱が生じ、多岐にわたる環境問題が発生している。^{c)}

(問 1) 下線部 a)に関連して、次の文章中の空欄 1 ～ 4 に入る数字として最も適切なものを、以下の数字から 1 つ選んで答えよ。

地球表層に存在する水のうち約 1 % は海水である。海洋以外の水の約 2 % は氷床や氷河が占める。一方、循環系の淡水のうち大部分は地下水が占めており、場所によっては数万年という長い滞留時間で特徴付けられる地下水盆も存在する。これに対し、水蒸気は地球表層に存在する水の約 3 % となっており、滞留時間は約 4 日程度となっている。

(数字)	0.001	0.01	10	30
	46	75	91	97

(問 2) 下線部 b)に関する以下の問いに答えよ。

(ア) 下線部 b)で述べている領域のことを一般に何とよぶか、答えよ。

(イ) 火星において、かつて液体の水が存在していた証拠を説明している文として誤っているものを、次の①～④の中から 1 つ選べ。

- ① 水蒸気は火星の大気を構成する主要な組成の一つである。
- ② 火星由来の隕石の中に水を含んだものが見つかった。
- ③ 極冠には季節変化が観測される。
- ④ 水の流れを示す河川地形が観察される。

(問 3) 下線部 c)に関する以下の問いに答えよ。

(ア) 自然環境において，大気のコ酸化炭素が地球表層に取り込まれる代表的な過程を 3 つ
答えよ。

(イ) 海洋の炭素循環において，生物はどのようなはたらき(生物ポンプ)をしているか。50 字
程度で説明せよ。

(ウ) 大気中に存在する温室効果ガスのうち，重要なものとして二酸化炭素があげられる
が，他に重要なガスとして何があるか。分子式で 2 つ答えよ。