

(令 8 前)

理 科

	ページ
物 理	1～ 6
化 学	7～15
生 物	16～25
地 学	26～32

- ・ ページ番号のついていない白紙は下書き用紙である。

注意 解答はすべて答案用紙の指定のところに記入しなさい。

物 理	75 点
化 学	75 点
生 物	75 点
地 学	75 点

物 理

I 図1のような半円状(半径 R)のレールが水平な床の上に固定されており、レールの最も低い位置に質量 M の質点(以下、質点 M)が置かれている。底から高さ h の位置にある質量 $m (< M)$ の質点(以下、質点 m)を静かに離すと、2つの質点は衝突した。図1に示すように x 軸はレールの底を原点として水平方向にとるものとし、質点 m を離れた位置の x 座標の絶対値は R に比べて十分に小さいとする。以下では1回目の衝突直後における質点 m の速度の x 成分を v_1 、質点 M の速度の x 成分を V_1 、2つの質点の間の反発係数を e 、重力加速度の大きさを g とする。また、質点はレール上をなめらかに運動するものとし、質点にはたらく空気抵抗の影響は考えないものとする。以下の問1～5に答えなさい。解答の導出過程も示しなさい。導出過程で必要な物理量があれば、それらを表す記号は全て各自が定義して使用してよいが、答えには与えられた物理量のみを用いなさい。(配点25点)

問1 2つの質点が完全非弾性衝突した場合($e = 0$)を考える。このときの v_1 および V_1 を求めなさい。

問2 問1において、2つの質点が原点で衝突してから再び原点に戻ってくるまでにかかる時間を求めなさい。

問3 2つの質点が弾性衝突した場合($e = 1$)を考える。このときの v_1 および V_1 を求めなさい。

問4 問3において衝突した時刻を $t = 0$ とすると、それぞれの質点の x 座標は時刻とともにどのように変化するか、概略を図示しなさい。ただし、質点 m の x 座標を実線、質点 M の x 座標を点線で示しなさい。

問 5 2つの質点が $0 < e < 1$ をみたす反発係数で非弾性衝突した場合を考える。
 衝突直前の質点 m の速度の x 成分を v_0 として、このときの $v_1 - V_1$ を v_0 と e
 を用いて表しなさい。また、十分長い時間が経ったとき、それぞれの質点の原
 点における速さを求めなさい。

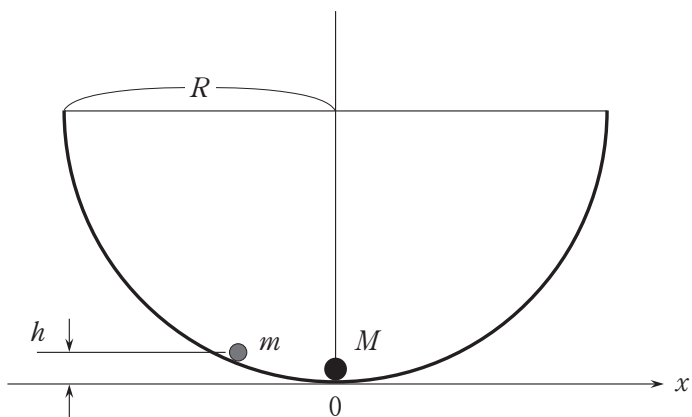


図 1

II 図1の回路が真空中に置かれている。抵抗 R の抵抗値を R ，コイル L の自己インダクタンスを L ，電池 E_1 ， E_2 の起電力をそれぞれ E_1 ， E_2 ，コンデンサー C_0 ， C_1 ， C_2 の電気容量をそれぞれ C_0 ， C_1 ， C_2 とする。はじめスイッチ S_1 ， S_2 ， S_3 は全て開いており，コンデンサー C_0 ， C_1 ， C_2 に電荷は蓄えられていないものとする。また，点 A ， B ， X ， Y を図1のようにおく。以下の問1～4に答えなさい。問1～3は，解答の導出過程も示しなさい。導出過程で必要な物理量があれば，それらを表す記号は全て各自が定義して使用してよいが，答えには与えられた物理量のみを用いなさい。(配点 25 点)

問 1 スイッチ S_1 を閉じ，十分に時間が経過した。このときコンデンサー C_1 の点 A 側の極板上の電気量 Q_1 を求めなさい。また，この間に電池 E_1 がした仕事 W_1 を求めなさい。

問 2 問1の状態からスイッチ S_2 を閉じ，十分に時間が経過した。このときコンデンサー C_1 の点 A 側の極板上の電気量 Q'_1 ，およびコンデンサー C_2 の点 B 側の極板上の電気量 Q'_2 をそれぞれ求めなさい。また，点 X を基準とした点 Y の電位 V'_0 を求めなさい。

問 3 問2の状態からスイッチ S_1 を開き，次にスイッチ S_2 を開いた。この状態で，コンデンサー C_0 の極板と同じ形状の面を持ち，極板間の厚みと同じ厚みを持つ比誘電率 $\epsilon_r (> 1)$ の誘電体を，コンデンサー C_0 の極板間に静かに完全に挿入した。このとき外力がコンデンサー C_0 にした仕事を求めなさい。その際， V'_0 を用いて解答してもよい。

問 4 問3の操作ののちスイッチ S_3 を閉じた。この時刻を $t = 0$ として，点 X を基準とした点 Y の電位 V の時間変化の概略を図示しなさい。その際，電位の最大値および最小値と，それらを与える時刻を明示しなさい。

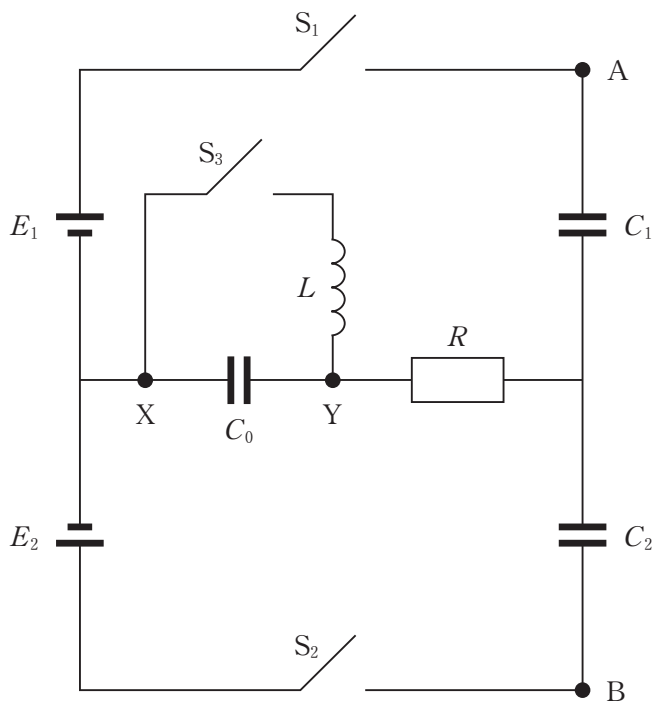


图 1

Ⅲ 図1のように、大気中に置かれた容器1と容器2がコックのついた細い管で連結されている。はじめコックは閉じられており、容器1と容器2にはそれぞれ物質質量 n の同種の単原子分子理想気体が封入されている。容器1の断面積は S 、長さは L で体積は SL である。容器2の断面積は容器1と同様に S であるが、容器の側面の1つはなめらかに動くピストンとなっている。また、容器1と容器2の内部には体積を無視できるヒーターがそれぞれ設置されており、気体を加熱することができる。初期状態において、二つの容器内の気体の温度は共に T_0 、圧力は共に大気圧と同じ p_0 、容器2の長さは L である。容器、細い管、ピストン、コックと気体の間に熱のやり取りはなく、細い管の体積およびピストンの質量は無視できるものとする。気体定数を R とする。以下の問1～4に答えなさい。解答の導出過程も示しなさい。導出過程に必要な物理量があれば、それらを表す記号は全て各自が定義して使用してよいが、答えには与えられた物理量のみを用いなさい。(配点25点)

問1 初期状態から容器1の気体を加熱し、気体の温度を T_1 にした。このときの容器1を占める気体の圧力と、気体に加えられた熱量を求めなさい。

問2 初期状態から容器2の気体をゆっくりと加熱したところ、ピストンはゆっくりと動き、気体の温度は T_2 となった。このときの気体がピストンにした仕事を、 T_2 を用いて表しなさい。

問3 問2において加えられた熱量が問1と同じとき、容器2の気体の温度 T_2 を求めなさい。また、容器2の長さが初期状態の何倍になるかを求めなさい。

問4 初期状態から問1の操作を行った。その後コックを少しずつ開いたところ、容器2の圧力は一定のまま、ピストンがゆっくり動いた。コックが完全に開いて十分な時間が経った後、ピストンは停止し、容器1と容器2内の気体が一樣な状態となった。このときの気体の温度を求めなさい。また、容器2の長さが初期状態の何倍になるかを求めなさい。

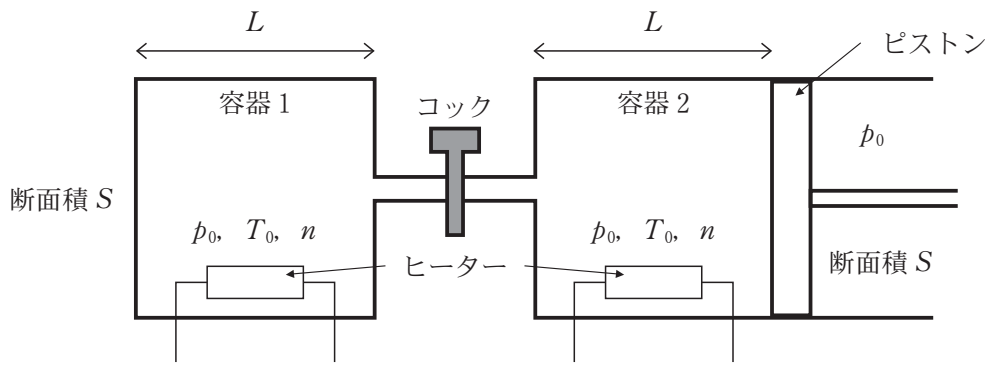


図 1

化 学

計算のために必要であれば、次の値を用いなさい。

原子量：H 1.0 C 12 O 16 Ca 40

I 次の文章を読んで、問1～7に答えなさい。数値を答える場合は、有効数字2桁で答えなさい。(配点19点)

水溶液中において物質 A, B, Cの間では式(1)の可逆反応が起こる。



ただし、 k_1 、 k_2 はそれぞれ正反応および逆反応の反応速度定数とし、温度にのみ依存するものとする。また、任意の時間における物質 A, B, C のモル濃度 (mol/L) をそれぞれ [A]、[B]、[C] とし、水溶液の混合や物質の水への溶解に伴う温度変化はないものとする。

(a) 0.60 mol の A を含んだ水溶液 0.50 L と 0.70 mol の B を含んだ水溶液 0.50 L を混合したところ、式(1)の反応が開始した。反応開始からの時間(反応時間)と C の濃度との関係を図1に点線で示した。反応開始直後の C の生成速度は $0.21 \text{ mol}/(\text{L}\cdot\text{s})$ であった。反応開始から 2.0 秒後における C の濃度は 0.25 mol/L であった。

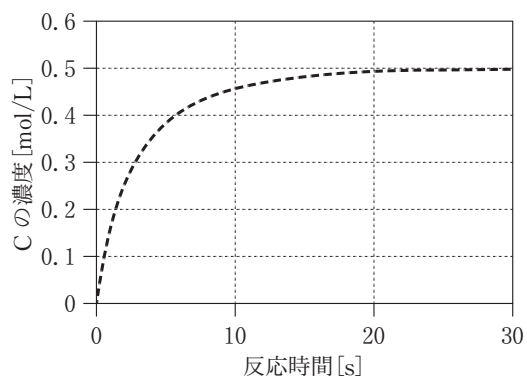


図 1

(b) 式(1)の正反応において、その反応速度を v_1 とすると、 v_1 は [A] と [B] の積に比例した。また、式(1)の逆反応において、その反応速度を v_2 とすると、 v_2 は [C] に比例した。

(c) 1.0×10^{-3} mol の触媒を加えて(a)と同じ条件で実験を行ったところ、反応開始直後の C の生成速度は $1.7 \text{ mol}/(\text{L}\cdot\text{s})$ であった。ただし、触媒を加えても反応式は変化しないものとする。

問 1 式(1)の平衡定数 K を求め、数値のみで答えなさい。

問 2 v_1 および v_2 を k_1 , k_2 および [A], [B], [C] の中から必要なものを用いて、それぞれ表しなさい。

問 3 触媒を加えない場合の k_1 を求め、数値で答えなさい。

問 4 触媒を加えない場合の k_2 を求め、数値で答えなさい。

問 5 触媒を用いた(c)における反応時間と C の濃度の関係についての概略図を解答欄のグラフに実線で描きなさい。ただし、解答欄中の点線は図 1 と同様、触媒を加えない場合の反応時間と C の濃度との関係を示した曲線を示す。

問 6 触媒を加えた場合の正反応の反応速度定数 k_1' を求め、数値で答えなさい。

問 7 (c)と同じ触媒 2.0×10^{-3} mol 存在下で、 2.0 L の水に 2.0 mol の C を溶解させた直後の A の生成速度を求め、数値で答えなさい。導出の過程も示すこと。ただし、C の溶解に伴う体積変化はないものとする。

II 次の文章を読んで、問1～7に答えなさい。(配点19点)

水酸化カルシウム Ca(OH)_2 は、ともよばれる白色の粉末で、水に少し溶けてを示す。そのため酸性化した河川や土壌の中和剤として利用されている。これを大気に長時間さらすと大気中の物質との化学反応により、不純物 X が生成して純度^(A)が徐々に低下する。市販の Ca(OH)_2 に含まれる不純物 X の量を分析するため、以下の実験を行った。

【実験】

内容物(固体)の質量の変化を正確に測定可能な分析装置に、不純物 X を含む完全に乾燥させた Ca(OH)_2 (試料 A) を入れ、室温から 900°C まで徐々に加熱した。その結果、 $400 \sim 600^\circ\text{C}$ および $650 \sim 800^\circ\text{C}$ にかけて、気体の発生と質量の減少の双方がそれぞれ観測された。

問1 にあてはまる名称を以下の選択肢①～⑤の中から選び、番号で答えなさい。

- ① セッコウ ② 焼きセッコウ ③ 生石灰 ④ 消石灰
⑤ 石灰石

問2 にあてはまる語句を以下の選択肢①～④の中から選び、番号で答えなさい。

- ① 弱い酸性 ② 強い酸性 ③ 弱い塩基性 ④ 強い塩基性

問3 下線部(A)で進行する化学反応の反応式を示しなさい。

問 4 400 ~ 600 °C および 650 ~ 800 °C において発生した気体は、以下の表 1 のような特徴や化学的性質を有する。それぞれの気体分子の構造式を示しなさい。

表 1

400 ~ 600 °C	650 ~ 800 °C
大気中に含まれ、その量は気象条件によって変動する	大気中に微量含まれ、その量は近年徐々に増加している
極性分子である	無極性分子である
温室効果を有する	温室効果を有する
16 族元素の水素化合物の中で最も沸点が高い	大気圧下では冷却しても液体にならない

問 5 問 4 の表 1 に記載のとおり、400 ~ 600 °C において発生した物質は、16 族元素の水素化合物の中で最も高い沸点を有する。その理由を 30 字以上 40 字以内で答えなさい。ただし、句読点は字数に含まないものとする。

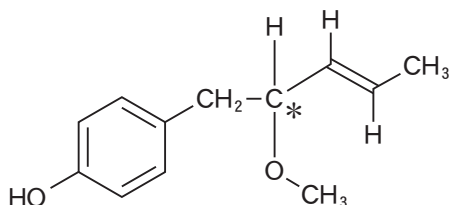
問 6 400 ~ 600 °C および 650 ~ 800 °C において進行する化学反応の反応式を示しなさい。

問 7 650 ~ 800 °C における質量の減少量は、試料 A の質量に対して 2.2 % であった。以下の(1)、(2)に答えなさい。ただし、この実験の中で発生する化学反応は全て完全に進行し、また質量の減少は全て気体の発生によって生じるものとする。

- (1) 試料 A に対する不純物 X の量は、質量比で何%か、有効数字 2 桁で答えなさい。
- (2) 試料 A のうち、純粋な $\text{Ca}(\text{OH})_2$ に対する不純物 X の量は物質量の比で何%か、有効数字 2 桁で答えなさい。

Ⅲ 次の文章を読んで、問1～6に答えなさい。なお、構造式は以下の例にならって書きなさい。(配点19点)

構造式の記入例(*は不斉炭素原子を示す。)



分子式 $C_9H_{10}O_3$ の化合物 A およびその構造異性体である化合物 B がある。化合物 A および化合物 B はそれぞれ一つの不斉炭素原子を含む。これらの化合物の構造を調べる過程で以下の(1)～(7)が明らかとなった。

- (1) 化合物 A に炭酸水素ナトリウム水溶液を加えたが、反応は起こらなかった。化合物 B に炭酸水素ナトリウム水溶液を加えたところ、二酸化炭素が発生し、化合物 B は水溶液に溶解した。
- (2) 化合物 A をアルカリ水溶液中で加水分解し、その後中和したところ、分子式 C_6H_6O の化合物 C と分子式 $C_3H_6O_3$ の化合物 D が得られた。化合物 B を同様に処理したところ、加水分解しなかった。
- (3) 特殊な方法で化合物 C (1 mol) と化合物 D (1 mol) を全て反応させると、化合物 B (1 mol) と水 (1 mol) のみが生成した。
- (4) 化合物 C は水酸化ナトリウム水溶液に溶解したが、炭酸水素ナトリウム水溶液にはほとんど溶解せず、二酸化炭素も発生しなかった。
- (5) 化合物 D に炭酸水素ナトリウム水溶液を加えると二酸化炭素を発生して溶解した。
- (6) 化合物 C に塩化ベンゼンジアゾニウムを加えたところ、赤橙色の固体が得られた。
- (7) 化合物 B (2 mol) とエチレングリコール (1 mol) を混合し、濃硫酸を一滴加え加熱したところ、化合物 E (1 mol) と水 (2 mol) が得られた。

問 1 アニリンから塩化ベンゼンジアゾニウムを合成する際の反応式を示しなさい。また、この反応は0～5℃の低温で行うが、その理由を答えなさい。

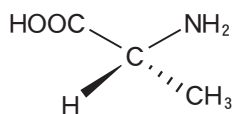
問 2 化合物 C の構造式を示しなさい。

問 3 化合物 C に0℃で塩化ベンゼンジアゾニウムを加えて得られる化合物の構造式を示しなさい。

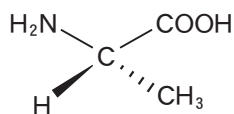
問 4 化合物 D の構造式を示しなさい。不斉炭素原子があれば、その炭素原子に*をつけなさい。

問 5 化合物 A および B の構造式を示しなさい。不斉炭素原子には*をつけなさい。

問 6 図に示す D 型と L 型のアラニンの構造を参考にして、化合物 E の立体異性体のうち、鏡像異性体の関係にある分子の構造式をそれぞれ示しなさい。ただし、図中の実線は紙面上にある結合、くさび型の太い実線は紙面手前への結合、くさび型の破線は紙面奥への結合を示す。



D 型のアラニン



L 型のアラニン

IV 次の文章を読んで、問1～6に答えなさい。(配点18点)

アミノ基 -NH_2 とカルボキシ基 -COOH が同じ炭素に結合しているアミノ酸は、 α -アミノ酸と呼ばれ、側鎖 R が結合した構造 $\text{NH}_2\text{-CH(R)-COOH}$ をとり、結晶中では分子内で正と負の両電荷をもつ双性イオンになる。双性イオン化したアミノ酸は極性が非常に高いため、たとえばグリシンなどのアミノ酸は ア または イ などの溶媒にほとんど溶けない。また、アミノ酸の中には、側鎖に電離性官能基をもつものがある。たとえば、グルタミン酸は側鎖 R が $\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-COOH}$ であり、ウ アミノ酸と呼ばれる。一方、リシンは側鎖 R が $\text{-(CH}_2\text{)}_4\text{-NH}_2$ であり、エ アミノ酸と呼ばれる。

水溶液中のアミノ酸は pH に応じて正や負の電荷を帯びるが、特定の pH では正味の電荷が 0 になる。この pH を等電点という。たとえば、アラニンは側鎖 R がメチル基 -CH_3 であり、図1のような平衡状態にあるが、これらの割合は pH によって変化する。

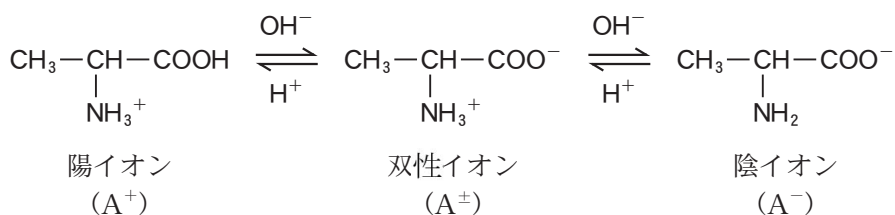
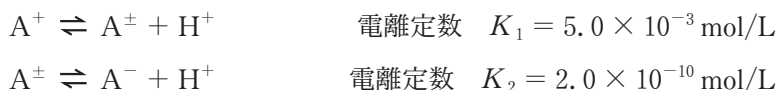


図1

アラニンの陽イオンを A^+ 、双性イオンを A^\pm 、陰イオンを A^- としたとき、水溶液中では次のような電離平衡にある。



等電点ではアミノ酸の陽イオン、双性イオン、陰イオンの電荷の総和が 0 となることを利用すると、上記の電離平衡式からアラニンの等電点を求めることができる。

アミノ酸同士は脱水縮合して 結合を形成し、それぞれ固有の形や機能をもったタンパク質となる。タンパク質は熱や極端な pH の変化によって変性して機能(B) を失うことがある。

タンパク質の変性はある種の化学反応とみることができる。あるタンパク質の熱変性(C) について、反応速度定数 k [s] の自然対数 $\log_e k$ を縦軸に、絶対温度 T [K] の逆数 $1/T$ [K] を横軸にとったグラフを描いたところ図 2 のような直線になった。

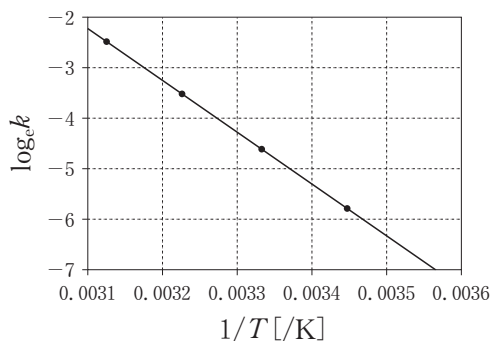


図 2

この反応の速度定数 k と温度 T は下記のアレニウスの式に従うものとする。 A (D) は頻度因子と呼ばれる定数で、 E_a [J/mol] は活性化エネルギー、 e は自然対数の底を表している。なお、 R は気体定数で $8.3 \text{ J}/(\text{mol}\cdot\text{K})$ とする。

$$k = Ae^{\frac{-E_a}{RT}}$$

問 1 および にあてはまる化合物名を以下の選択肢①～④の中から選び、番号で答えなさい(順不同)。

- ① n -ヘキサン ② ギ酸 ③ ベンゼン ④ 水

問 2 ～ にあてはまる適切な語句を答えなさい。

問 3 下線部(A)に関して、アラニンの等電点を計算し、有効数字 2 桁で求めなさい。

問 4 下線部(B)に関して、以下の記述のうち、タンパク質が変性する理由として正しいものを以下の選択肢①～⑤の中から 2 つ選び、番号で答えなさい。

- ① 熱や極端な pH 変化によって、タンパク質のアミノ酸配列が変化するため。
- ② 熱や極端な pH 変化によって、タンパク質内の共有結合が切断されるため。
- ③ 熱や極端な pH 変化によって、タンパク質の一次構造を支えるジスルフィド結合(S-S 結合)が還元されるため。
- ④ 熱や極端な pH 変化によって、 α -ヘリックスや β -シートなどの二次構造を維持する水素結合が切断されるため。
- ⑤ 熱や極端な pH 変化によって、タンパク質の三次構造を支える水素結合やイオン結合が破壊されるため。

問 5 下線部(C)に関して、グラフの傾きを計算し、有効数字 2 桁で求めなさい。なお、下記の表 1 に記載されている 300 K および 310 K のときの $1/T$ と $\log_e k$ の値を必ず用いて計算すること。

表 1

絶対温度 T [K]	$1/T$ [1/K]	$\log_e k$
300	3.33×10^{-3}	-4.61
310	3.23×10^{-3}	-3.51

問 6 下線部(D)について、この反応の活性化エネルギー E_a を計算し、有効数字 2 桁で求めなさい。なお、問 5 で求めた傾きの値を必ず用いて計算すること。

生 物

I 次の文章を読んで、問1～5に答えなさい。(配点19点)

動物の感覚は、受容器が受容した外界からの刺激による興奮が感覚神経を介して中枢神経系に伝わることで生じる。受容器が受容できる刺激は、受容器ごとに種類^(A)が決まっており、これを適刺激という。光(可視光線)を適刺激とするヒトの受容器は眼の網膜である。網膜には視細胞があり、強い光を受容する錐体細胞と弱い光を受容できる桿体細胞に大別できる。錐体細胞には3種類^(B)ある。これらの細胞は、それぞれ異なる波長の光を吸収する視物質を含み、色の識別に関わる。一方、桿体細胞は、錐体細胞とは異なる視物質を含み、色の識別には関わらない。また、錐体細胞^(C)と桿体細胞では網膜における分布が異なる。

刺激に対する反応は、興奮が筋肉などの効果器に伝わることで起こる。骨格筋には運動神経を介して、心筋や平滑筋には交感神経と副交感神経からなる自律神経系を介して、興奮が伝わる。興奮が神経終末に到達すると、そこから分泌される神経^(D)伝達物質が、効果器に作用する。

問 1 下線部(A)について、耳は、音波、からだの回転、からだの傾きという 3 種類の適刺激を受容する。これらの刺激を受容する部位を図 1 の(a)~(g)から、また、それらの名称を以下の(h)~(o)から選び、記号で答えなさい。

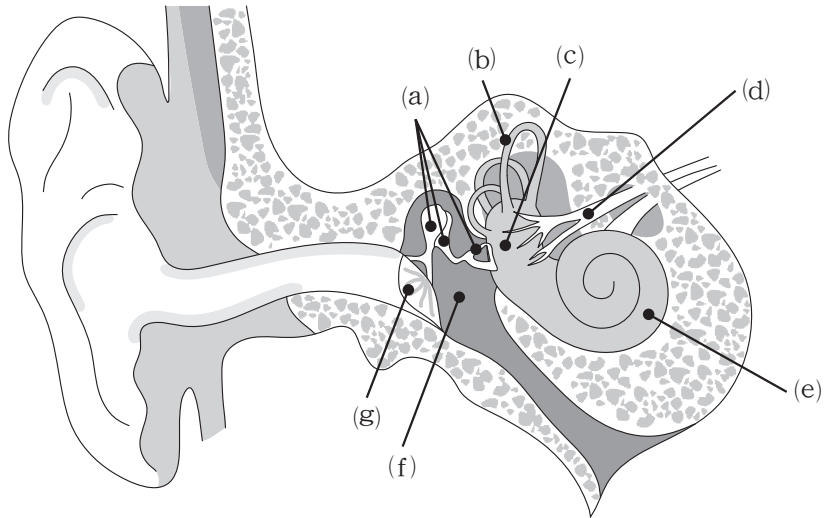


図 1 ヒトの耳の構造

- | | | | |
|--------|---------|---------|-----------------|
| (h) 前庭 | (i) 耳小骨 | (j) 鼓膜 | (k) うずまき管(コルチ器) |
| (l) 鼓室 | (m) 半規管 | (n) 基底膜 | (o) 聴神経 |

問 2 下線部(B)のヒトの 3 種類の錐体細胞の名称と、それぞれの細胞に含まれる視物質が最もよく吸収する光の波長の組み合わせとして正しいものを以下の(a)~(f)から選び、記号で答えなさい。

- (a) 赤錐体細胞(420 nm), 緑錐体細胞(530 nm), 青錐体細胞(560 nm)
- (b) 緑錐体細胞(420 nm), 青錐体細胞(530 nm), 赤錐体細胞(560 nm)
- (c) 青錐体細胞(420 nm), 赤錐体細胞(530 nm), 緑錐体細胞(560 nm)
- (d) 赤錐体細胞(420 nm), 青錐体細胞(530 nm), 緑錐体細胞(560 nm)
- (e) 青錐体細胞(420 nm), 緑錐体細胞(530 nm), 赤錐体細胞(560 nm)
- (f) 緑錐体細胞(420 nm), 赤錐体細胞(530 nm), 青錐体細胞(560 nm)

問 3 ヒトの桿体細胞の役割に関する以下の文章を読み、空欄 **ア** ~ **エ** に入る最も適切な語句を以下の(a)~(f)から選び、記号で答えなさい。

暗順応とは、明所から暗所に入った時に、最初は見づらいが、時間が経つにつれて徐々に見えるようになることである。暗所に入った最初の数分間の反応は錐体細胞の感度の変化による効果であるが、その後の反応は桿体細胞の感度の変化によるものである。桿体細胞に含まれる **ア** は、オプシンとよばれるタンパク質に **イ** が結合したものである。明所では光刺激により **イ** の構造が変化することで、オプシンの構造も変化し、**イ** がオプシンから遊離する。つまり **ア** が分解され、桿体細胞の光刺激に対する感度は **ウ** する。しかし暗所に入ると、**イ** が元の構造に戻ることで **ア** が再生され、数分後に桿体細胞の感度が **エ** し始める。

- (a) ロドプシン (b) フォトプシン (c) レチノール
 (d) レチナール (e) 上昇 (f) 低下

問 4 下線部(C)について、図 2 はヒトの網膜上の桿体細胞と錐体細胞の分布を表したものである。図 2 をもとに以下の問(1)、(2)に答えなさい。

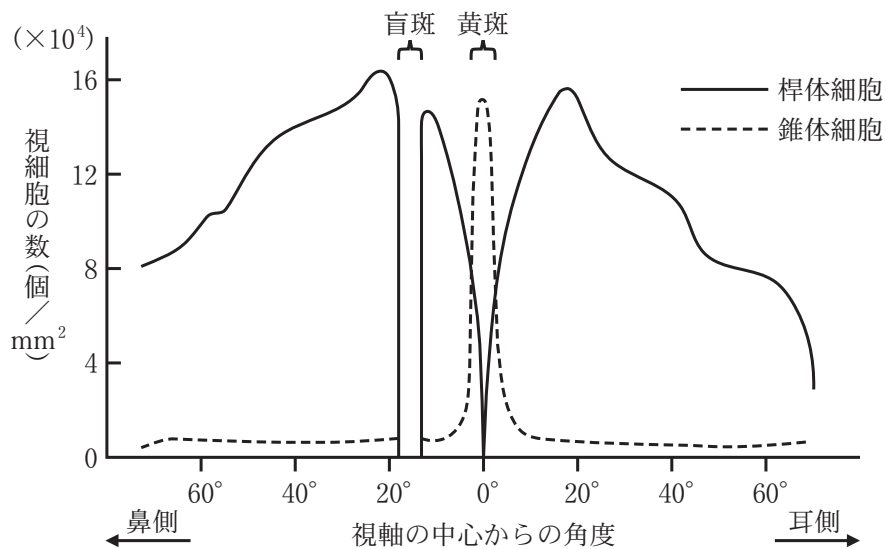


図 2 ヒトの網膜上の桿体細胞と錐体細胞の分布

- (1) 網膜における黄斑の位置と、黄斑における視細胞の構成を図2から読み取り、45字以内で答えなさい。また、読み取った内容から考えられる黄斑の機能を、50字以内で答えなさい。ただし、句読点も字数に含める。
- (2) 盲斑には桿体細胞と錐体細胞のいずれの視細胞も存在していない。盲斑の説明として正しいものを以下の(a)~(e)から選び、記号で答えなさい。
- (a) 可視光線ではなく、赤外線を受容する細胞が存在している。
 - (b) 眼球内部を満たしているガラス体の補充管が、網膜を貫いている。
 - (c) 視細胞は網膜の外に存在し、網膜上で受容できなかった光を受容している。
 - (d) 視神経細胞の軸索が束となり、網膜を貫いて眼球の外に通じている。
 - (e) 未分化な視細胞が集中して存在し、新陳代謝に備えている。

問5 下線部(D)について、ヒトの運動神経、交感神経、および副交感神経の神経終末から分泌される神経伝達物質の名称を、それぞれ答えなさい。

Ⅱ 次の文章を読んで、問1～5に答えなさい。(配点19点)

カエルの発生は、卵と精子が受精することで開始される。受精卵は細胞分裂をくり返し、小さな細胞の集まりである胚へと成長していく。成長した胚の表面に とよばれる切れ目が形成され、ここから の周辺の細胞群が胚の内側にもぐりこむ。これを といい、 によって新たに形成される空間を という。この段階の胚は 胚とよばれ、ここで外胚葉、中胚葉、内胚葉という三つの胚葉が形成される。その後、神経胚の段階で神経管ができ始め、これをもとに神経系が作られていく。さらに、尾のもととなる構造が現れると、尾芽胚とよばれる段階に入り、眼や脳、心臓、腸などの基本的な器官が形成される。そして最終的に、泳ぎ回ることができるオタマジャクシの姿になる。

こうした発生の仕組みを明らかにするために、科学者たちはさまざまな実験を行ってきた。その代表的な例が、核移植の実験である。黒色の色素をもつツメガエルと、黒色の色素をつくるために必要な遺伝子が壊れているため黒色の色素をもたず体色が白いツメガエルがいる。ガードン博士は、紫外線を照射して核を破壊した黒色のツメガエルの未受精卵に、白色のツメガエルの腸の上皮細胞から取り出した核を移植した。その結果、一部の卵は正常に発生を進め、白色のオタマジャクシに成長した。

問1 空欄 ～ にあてはまる最も適切な語句を答えなさい。

問 2 中胚葉から分化する器官として適切なものを以下の(a)~(g)からすべて選び、記号で答えなさい。

- (a) 脳 (b) 骨格筋 (c) 消化管 (d) 皮膚 (e) 腎臓
(f) 心臓 (g) 水晶体

問 3 文中下線部について、この実験で紫外線を照射し核を破壊した目的を、答えなさい。さらに、腸上皮細胞由来の核を移植して確かめようとしたことを、答えなさい。

問 4 文中下線部の実験では、正常に発生した胚が白色のオタマジャクシに成長したことから何がわかるか。以下の語句をすべて用いて、50字以内で答えなさい。ただし、句読点も字数に含める。

(核, 遺伝情報, 形質)

問 5 文中下線部の実験では、オタマジャクシの上皮細胞の核と、成体カエルの上皮細胞の核とでは、未受精卵に移植した際の発生の進み方にさまざまな違いが見られた。これらの違いが生じる理由を、以下の語句をすべて用いて、40字以内で答えなさい。ただし、句読点も字数に含める。

(分化, 遺伝子, 発現)

Ⅲ 次の文章を読んで、問1～4に答えなさい。(配点19点)

地球上で植物の祖先が陸上に進出したことは、生態系に大きな変化をもたらした。水中で生活していた植物の祖先は、陸上環境への適応にともない、体の構造や生殖様式などをさまざまに変化させた。特に有性生殖に関わる配偶子形成や受精の仕組みは、乾燥など陸上特有の環境要因に適応する形で多様化してきた。

陸上植物進化の初期に分岐したコケ植物やシダ植物では、植物体で形成された精子が水中を自ら移動して卵細胞に到達する受精様式が見られる。一方、被子植物では、花のおしべの の中に精細胞を二つもつ花粉が形成される。めしべの では、胚のうの中に卵細胞が形成される。めしべの柱頭に付着した花粉は発芽し、花粉から伸びた を通じて、精細胞が胚のうへと運ばれる。二つの精細胞のうち一つは卵細胞と融合して受精卵となり胚を形成する。もう一つの精細胞は と融合して胚乳を形成する。この現象を とよぶ。こうした仕組みの獲得は、水の少ない陸上環境への適応と深く関係していると考えられている。

また、植物は外部環境に応じて生殖のタイミングを調整する能力も獲得しており、^(B)日長や温度などの刺激に応じて花芽や配偶子の形成を制御している。

問1 空欄 ～ にあてはまる最も適切な語句を答えなさい。

問2 下線部(A)について、胚のう細胞から卵細胞が形成されるまでに、体細胞分裂と減数分裂はそれぞれ何回生じるか、答えなさい。

問 3 被子植物における種子の形成と発芽に関する記述として正しいものを以下の

(a)～(e)からすべて選び、記号で答えなさい。

(a) 胚乳ではなく子葉に栄養を蓄える場合がある。

(b) 種皮は子房の壁から形成される。

(c) すべての種子は発芽に光を必要とする。

(d) 胚軸と子葉は胚に含まれる。

(e) 種子が成熟して乾燥すると、呼吸活性が高まり発芽準備が始まる。

問 4 下線部(B)について、ある植物種 X では、日長が長くなると花芽形成が促進される。この性質をもつ植物について、以下の問(1)～(4)に答えなさい。

(1) このような特性をもつ植物は何とよばれるか、名称を漢字 4 文字で答えなさい。

(2) 日長を感知するのは植物体のおもにどの器官か、名称を答えなさい。

(3) (2)の日長を感知する器官でつくられ、茎頂へと移動して花芽形成を促進する物質の名称を答えなさい。

(4) 高緯度地域に生育する植物種 X を低緯度地域に移植すると、花芽形成がおきなくなった。その理由を光周性の仕組みにもとづいて、50 字以内で説明しなさい。ただし、句読点も字数に含める。

IV 次の文章を読んで、問1～4に答えなさい。(配点18点)

ある生物集団の生息域が海や山脈などで二つに分断されると、その間で個体が自由に移動、交配できなくなることがある。このような隔離を 隔離とよぶ。 隔離が長期間続くと、分断された二つの集団は、形態的、遺伝的に異なるようになる。これは、集団がそれぞれ異なる生息環境に適応したり、個体数が減少することにより強まる の作用により遺伝子頻度に変化することによる。その結果、二つの集団が再び出会っても交配して子孫を残せない状態になる^(A)ことがある。このような状態になると、二つの集団は別の種としてそれぞれ独自の進化を遂げることになる。このように、個体の移動がさまたげられることで種が多様化する過程を 種分化とよぶ。

種分化した近縁種同士が再び出会ったとき、それぞれが同じ食物や生息場所を利用するなど、類似した生態的地位を有している場合には、資源をめぐる種間競争が生じる。種間競争が生じると、近縁種同士が同じ場所で生活し続けることは難しくなる。^(B)

ユーラシア大陸の東縁にある日本列島は、大陸から海で隔てられており、地球上^(C)の他の地域では見られない生物種が多く生息している。このような生物の例として、六甲山系の摩耶山で発見されたマヤサンオサムシがいる。マヤサンオサムシとその近縁種はすべて日本列島だけに生息しており、日本列島の中で多様化している。

問1 空欄 ～ にあてはまる最も適切な語句を答えなさい。

問 2 下線部(A)について、以下の問(1), (2)に答えなさい。

(1) このように、集団が出会っても繁殖力のある子孫ができない状態を何とよぶか、答えなさい。

(2) 集団が出会っても子孫ができない状態をもたらす形質の変化にはどのようなものがあるか、例を一つ挙げなさい。

問 3 下線部(B)について、以下の問(1), (2)に答えなさい。

(1) このように、種間競争により種が共存できなくなる現象を何とよぶか、答えなさい。

(2) 種間競争下にある近縁種同士は、特定の状況では共存できる場合がある。そのような状況に関する記述として適切なものを以下の(a)～(d)からすべて選び、記号で答えなさい。

(a) 近縁種を共に捕食する上位の捕食者が存在する。

(b) 近縁種が共に保護色を進化させる。

(c) 近縁種が生態的同位種となる。

(d) 近縁種間の形質置換により資源を分割するようになる。

問 4 下線部(C)について、地球上のある特定の地域にのみ生息する生物種を何とよぶか、答えなさい。

地 学

I 次の文章を読んで、問1～3に答えなさい。(配点25点)

大陸プレートと海洋プレートの境界で発生する地震は、海溝付近の 地震と呼ばれているが、その発震機構は 型である。海洋プレートは大陸プレートの下に沈み込んでいる。それにつれて、大陸プレートの先端部が次第に引きずり込まれてたわむ。蓄積された歪みが限界に達すると、 プレートが跳ね上がる。震源域のプレート境界面で特に強く固着している部分である では、急激に両プレートの接触面に沿ったずれが生じ、大きな地震ではその大きさが数 ～数十 に達する。この時、震源から発生した地震波は地震波速度に^(A)応じて伝播して地表に達し、大きな地震動をもたらす。海底で大規模な隆起や沈降が起これると津波が発生する。また、海洋プレートが海溝から沈み込む際、その海側の海洋プレート内^(B)で、その沈み込みで生じるたわみによって地震が発生することがあり、このような地震は 地震と呼ばれている。

問1 空欄 ～ にあてはまる適切な語句を答えなさい。

問2 下線部(A)について、観測点QでP波を観測したとき、初動の揺れは北西方向に $2\sqrt{3}$ cm、上方向に2 cmであった。また、震源距離は48 kmであり、P波速度とS波速度はそれぞれ空間的に一定とする。以下の(1)～(3)に答えなさい。計算問題では、小数点以下1桁まで求めなさい。計算の過程も示しなさい。

- (1) 観測点Qから見て、震央はどの方角にあったか、答えなさい。
- (2) 震源の深さは何 km であったか、答えなさい。
- (3) 初期微動継続時間は5.7秒であった。P波速度が6.0 km/秒であったとき、S波速度は何 km/秒であったか、答えなさい。

問 3 下線部(B)について、水深に対して波長が十分に長い津波の伝播について考える。図 1 のように、水深が一定の海底面があり、そこに円錐形の火山島が 1 つ存在するとする。図 1 に示した地点 X, Y, Z はいずれも海面に位置している。一定の波高の津波が、この火山島の南方に位置し、東西方向に直線状に延びており、真北方向に伝播している。その津波が今、地点 X に達した。この津波が、そのまま伝播し、図 1 の地点 Y と地点 Z に達したとき、津波の伝播速度、波高、伝播方向は、地点 X での津波のそれらに比べて、それぞれどのように変化するか、理由とともに述べなさい。ただし、地点 Z は火山島から十分に離れており、火山島の影響を受けないものとする。

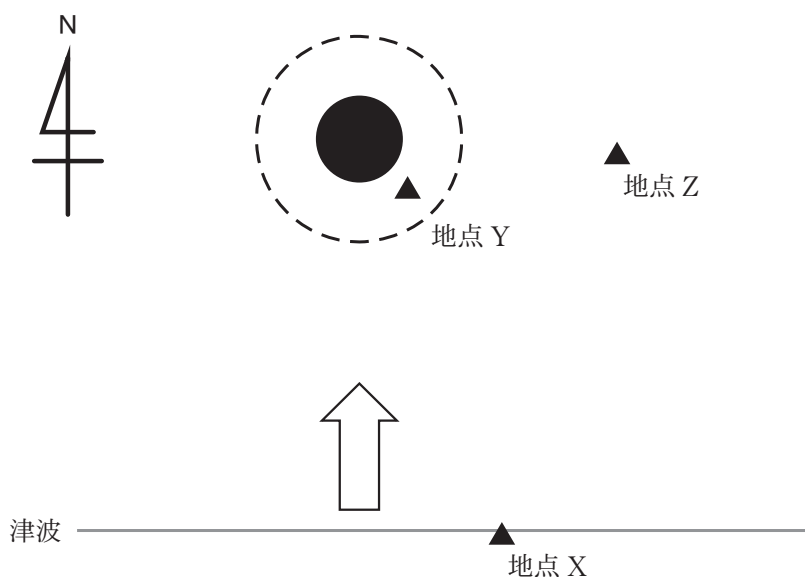


図 1 津波の伝播を示す平面図。破線より内側は、円錐形の火山島が斜面になっている領域を表す。●の領域は、その火山島のうち、海面より上方の部分を表している。破線の外側の領域は、水深が一定の海底面を表す。東西方向に延びる直線は津波を表している。白い矢印は津波の伝播方向を表す。3つの▲は地点 X, 地点 Y, 地点 Z の位置を表している。

II 次の文章を読んで、問1～6に答えなさい。(配点25点)

火成岩を構成する造岩鉱物は、角閃石、かんらん石、輝石、黒雲母、斜長石、石英などである。このうち石英以外は、^(A)固溶体である。変成岩は、^(B)変成作用を受けた岩石である。変成岩ができたときの温度・圧力条件は、^(C)鉱物の組み合わせを手がかりに推定することができる。化学組成が同じで結晶構造が異なる鉱物を互いに^(D)アの関係にあるという。例えば、^(E)珪線石、紅柱石、らん晶石は、^(C)アの関係にある。堆積岩には、化学岩とされる^(D)NaClを主成分とする岩石がある。岩石が地表に露出すると風化が進む。風化には^(E)物理的風化と化学的風化がある。化学的風化は、岩石が雨水や地下水と反応して進行する。石灰岩は空気中の^(E)イが溶けた水と反応して化学的風化が進む。

離れた地域の地層を比較して、それらが同じ時代の地層であることを明らかにすることを地層の対比という。地層の対比に有効な地層を^(E)ウ層という。例えば、^(E)エを含む地層が^(E)ウ層として使用される。地質年代は、代・紀・世に区分される。これらの時代に形成された地層をそれぞれ^(E)オ・^(E)カ・^(E)キという。第四紀後半の約70万年間では、約^(E)ク年の周期で氷期と間氷期がくり返されてきた。その気温の変化は、氷の中に残された酸素の^(E)ケの比率を利用して推定される。

問1 空欄^(E)ア～^(E)ケにあてはまる適切な語句または数値を答えなさい。

問 2 下線部(A)の造岩鉱物のうち図 1 の(a)から(c)の結晶構造をもつ鉱物をそれぞれ 1つ答えなさい。ただし、(a)と(b)は 2 方向の劈開^{へきかい}をもつ鉱物である。

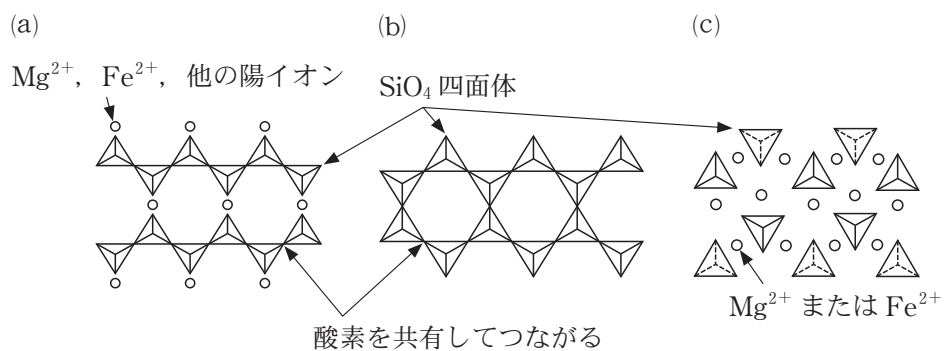


図 1 ケイ酸塩鉱物の SiO_4 四面体のつながり方を示す模式図。(c)の破線を含む SiO_4 四面体は頂点の 1つが紙面奥側を向いていることを示している。

問 3 下線部(B)の固溶体について 50 字以内で説明しなさい。ただし、句読点も字数に含める。

問 4 下線部(C)の鉱物が存在する温度・圧力条件を次の図2で示している。dとfにあてはまる鉱物名を下線部(C)からそれぞれ選びなさい。また、これらの鉱物の化学組成を答えなさい。

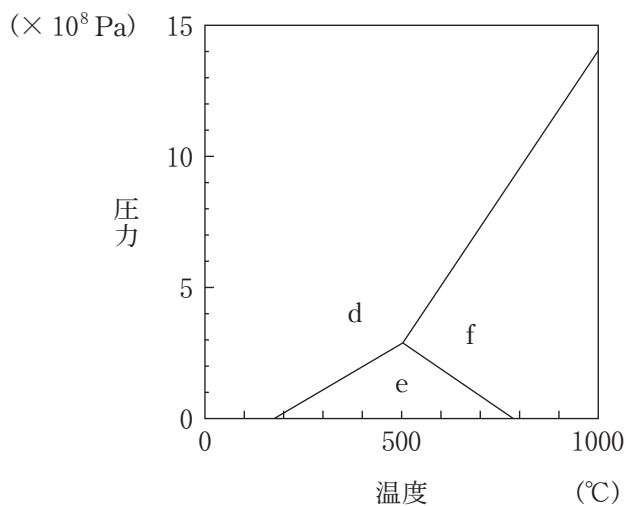


図2 珪線石・紅柱石・らん晶石の温度・圧力条件

問 5 下線部(D)の化学岩として適切な岩石名を答えなさい。

問 6 下線部(E)の物理的風化の具体例を1つあげて50字以内で説明しなさい。ただし、句読点も字数に含める。

Ⅲ 次の文章を読んで、問1～5に答えなさい。(配点25点)

図1は地球北半球の大気の大循環の模式図である。低緯度域の大規模な対流運動は と呼ばれる。その上昇気流域にあたる赤道付近と、下降気流域にあたる緯度 $20^{\circ} \sim 30^{\circ}$ は、それぞれ , と呼ばれる。 と の間の地上には、東よりの風である が吹いている。中高緯度の上空では、西よりの風が南北に蛇行して吹いており、この風は と呼ばれている。

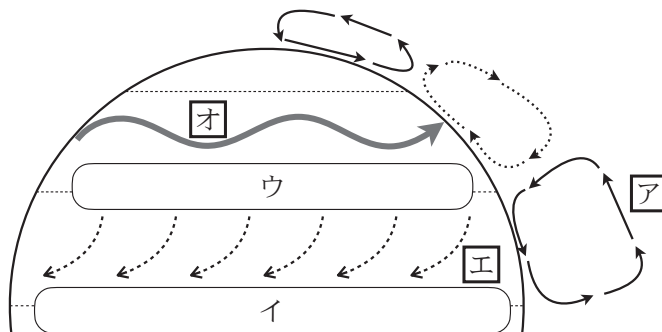


図1 地球北半球の大気の大循環の模式図

問1 空欄 ～ にあてはまる適切な語句を答えなさい。ただし、それぞれの語句は、図1で同じ記号で示されているものに対応している。

問2 と に含まれる陸域の気候の特徴を、それぞれ漢字4字以内で答えなさい。

問3 下線部(A)について、 が東よりの風になる理由を、90字以内で説明しなさい。ただし、句読点も字数に含める。

問4 大気の大循環の原因と役割は、地球のエネルギー収支の観点から説明できる。これに関して、以下の(1)、(2)に答えなさい。

- (1) 地球が太陽から受け取るエネルギーが、緯度によって異なる理由を説明しなさい。
- (2) 地球のエネルギー収支における、大気の大循環の役割を説明しなさい。

問 5 図 2 は、6 月中旬に気象衛星ひまわりが撮影した、日本付近の赤外面像から求めた温度($^{\circ}\text{C}$)の分布を等値線で表している。このとき、関東地方は快晴であり、九州地方東部は曇りであった。また、九州地方東部の大気の気温減率は湿潤断熱減率の値と同じであった。このとき、以下の(1)、(2)に答えなさい。

- (1) 九州地方東部の大気の気温減率の値として最も適切なものを、次の①～④から選び、番号で答えなさい。
 - ① $1.0^{\circ}\text{C}/100\text{ m}$
 - ② $0.65^{\circ}\text{C}/100\text{ m}$
 - ③ $0.5^{\circ}\text{C}/100\text{ m}$
 - ④ $0.35^{\circ}\text{C}/100\text{ m}$
- (2) 図 2 から情報を読み取り、九州地方東部の雲頂の高さを計算して求めなさい。導出過程も示しなさい。ただし、九州地方東部の地表気温は、関東地方の地表面温度と同じとする。

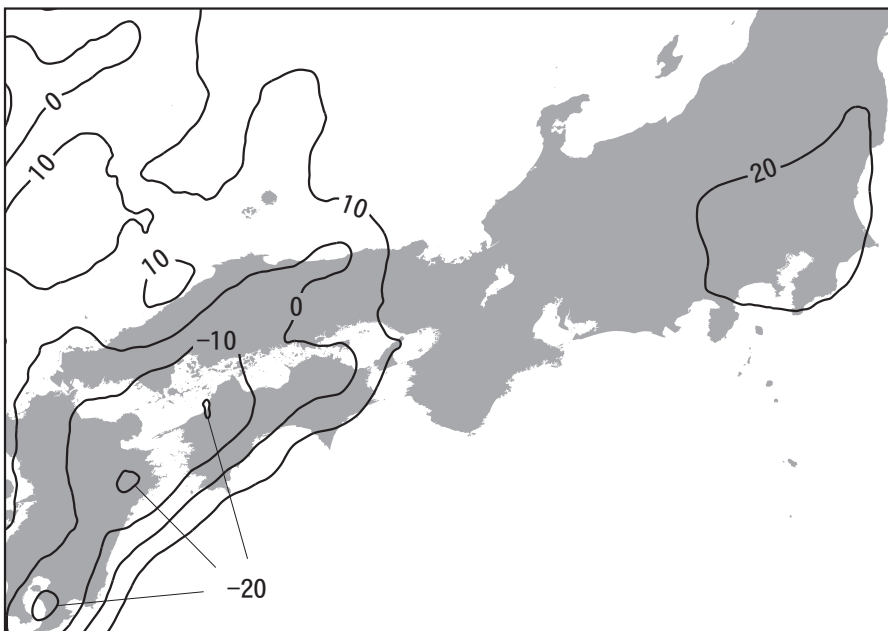


図 2 気象衛星ひまわりが撮影した赤外面像から求めた温度($^{\circ}\text{C}$)の分布

(令 8 前)

問 題 訂 正

理科 (地学)

訂正箇所	32 ページ 大問Ⅲ問 5 (2)
誤	雲頂の高さを計算して求めなさい。
正	雲頂の高さを計算して <u>有効数字 1 桁</u> <u>で</u> 求めなさい。