

令和8年度入学試験問題

理 科

(前 期 日 程)

医 学 部
工 学 部
農 学 部

科 目	ページ	解答用紙枚数	選択方法
物 理	1～9	3	左の科目のうちから、受験票に記載している科目の問題を選択し、解答しなさい。(医学部志望者は、2科目を選択し、解答しなさい。)
化 学	10～19	4	
生 物	20～34	4	

注 意 事 項

1. 試験開始の合図があるまで、この問題冊子の中を見てはいけません。
2. この問題冊子は34ページあります。
3. すべての解答用紙の受験番号欄に受験番号を記入しなさい。受験番号が正しく記入されていない場合は、採点できないことがあります。
4. 解答は解答用紙の指定された解答欄に記入しなさい。
5. 物理には、下書き用紙が1枚あります。
6. 試験中に問題冊子および解答用紙の印刷不鮮明、ページの落丁および汚損等がある場合は、手を挙げて監督者に知らせなさい。
7. 試験終了後、問題冊子および下書き用紙は持ち帰りなさい。

令和8年度入学試験問題

問題訂正

理科

(前期日程)

医学部

工学部

農学部

注意事項

1. 試験開始まで、この問題訂正紙の中を見てはいけません。また、裏返してもいけません。
2. 「解答はじめ」の指示の後に問題訂正の内容を確認しなさい。
3. この問題訂正紙は3ページあります。
4. 試験終了後、この問題訂正紙は持ち帰りなさい。

教科・科目名

理科 物理

次のとおり問題を訂正してください。

〔前期日程〕

問題訂正

5ページ 大問 2 の 図2-2 の図中

(誤) 電池1

(正) 電池

9ページ 大問 3 の 問2 の 2行目

(誤) . . . 音波の振動数を観測者が . . .

(正) . . . 音波の振動数を静止した観測者が . . .

9ページ 大問 3 の 問2 の 3行目

(誤) . . . 風は吹いていないものとする。

(正) . . . 風は吹いていないものとする。また、音源と観測者と
反射体は常にこの並びで一直線上にあるものとする。

教科・科目名	理科 化学
--------	-------

次のとおり問題を訂正してください。

〔前期日程〕

問題訂正

12 ページ

大問 1 の 問4 の問題文

(誤) . . . $1.0 \times 10^5 \text{ Pa}$ で水1Lに . . .

(正) . . . $1.0 \times 10^5 \text{ Pa}$ で水1.0Lに . . .

教科・科目名	理科 生物
--------	-------

次のとおり問題を訂正してください。

〔前期日程〕

問題訂正

26 ページ

大問 2 の 問 8 (2)

(誤) H^+ が汲み出される理由を20字以内で説明せよ。

(正) 分子Xを合成するために H^+ が汲み出される理由を20字以内で説明せよ。

物 理

1 次の文章を読み、以下の設問の答を解答欄に記入せよ。

問1 図1-1のように、水平な基準面となす角が θ の斜面ABが、曲面BCD、
 ついで曲面DEにつながり、さらに面EFの垂直な段差を経て水平な面FGに
 つながっている。これらの斜面ABおよび曲面BCDEはいずれもなめらかに
 つながっている。点Aは基準面からの高さ h_1 [m]の地点である。曲面BCDは
 横から見ると中心を O_1 とする半径 r [m]で中心角 2θ の円弧形状であり、点
 Cは円弧の最下点である。点Bと点Dは基準面との交点である。また、曲面
 DEは横から見ると中心を O_2 とする半径 r [m]で中心角 θ の円弧形状である。
 いま、質量 m [kg]の小物体Pが初速度 0 m/sで点Aから斜面下方向にすべ
 り始めた。小物体Pは曲面BCDを通り、点Dにおいて曲面から飛び出して
 放物運動をしてなめらかな面FG上に落下した。重力加速度は g [m/s²]とし、
 空気抵抗およびすべての面と小物体Pの間における摩擦は無視できるもの
 とする。また、座標系は x 軸、 y 軸の矢印の向きを正とし、小物体Pは xy 平面
 上で運動するものとする。

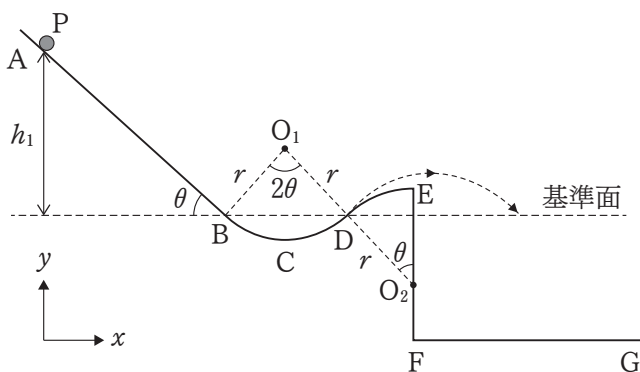


図1-1

- (1) 点Bにおける小物体Pの速さ v_B [m/s]を g , h_1 を用いて表せ。
- (2) 点Cにおける小物体Pの速さ v_C [m/s]を g , h_1 , r , θ を用いて表せ。
- (3) 小物体Pは点Dを飛び出してから時間 T_1 [s]後に面FG上に落下した。
 点Dから落下した点までの水平距離 L [m]を g , h_1 , θ , T_1 を用いて表せ。
 解答の計算過程も記述せよ。

問2 次に、図1-2のように斜面ABの一部に長さ l [m]のあらい面A'Bがある場合を考える。問1と同様に小物体Pは初速度 0 m/sで点Aから斜面下方向にすべり始め、A'Bをすべり落ち、曲面BCDE上を進み点Eから水平に投射された。段差EFの高さを h_2 [m]とし、斜面A'Bと小物体Pとの間には動摩擦係数 μ' の動摩擦力がはたらくものとする。また、面FGと小物体Pの間の反発係数(はねかえり係数)は e ($0 < e < 1$)とする。

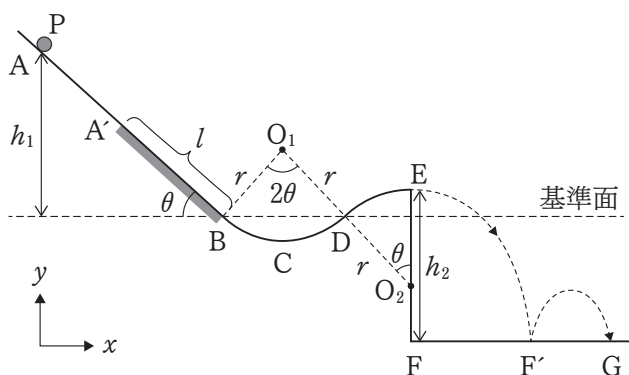


図1-2

- (1) A'B面における動摩擦力が小物体Pにした仕事 W [J]と点Bにおける小物体Pの速さ v_B' [m/s]を $m, g, h_1, l, \theta, \mu'$ から必要な記号を用いて表せ。
- (2) 点Eから水平に投射された小物体Pは、面FG上の点F'に落下してはねかえった。このときのはねかえり直後における小物体Pの速度の x 成分 v_x [m/s]と y 成分 v_y [m/s]を $g, h_1, h_2, r, l, \theta, \mu', e$ から必要な記号を用いて表せ。解答の計算過程も簡潔に記述せよ。

- (3) 点 A から点 G に至るまでの小物体 P がもつ力学的エネルギー E の変化を表すグラフとして最も適切なものを図 1-3 の (ア) ~ (カ) から選ぶとともにその理由を記述せよ。グラフの A から G は、それぞれ点 A から点 G の x 座標を表す。点 F' におけるはねかえりは瞬間的に生じ、はねかえた後に小物体 P は点 G に落下したとする。

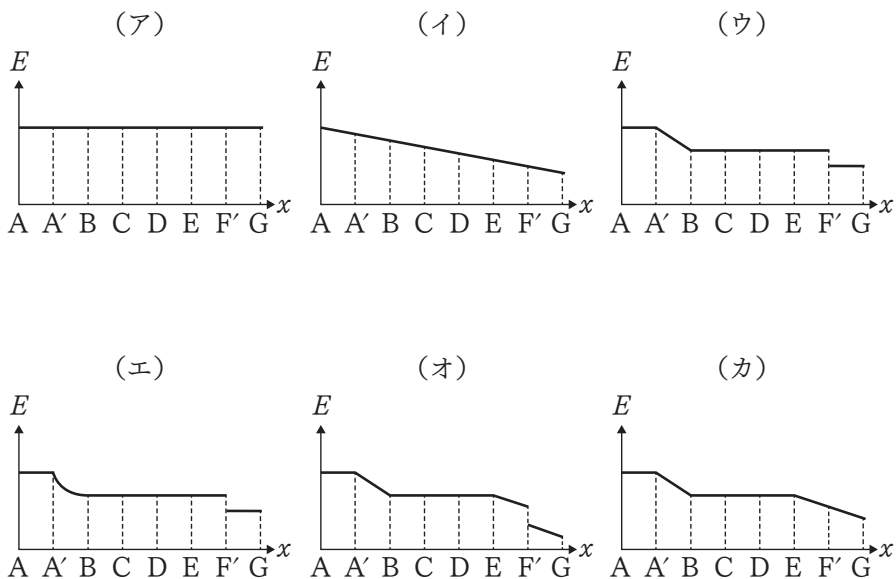


図 1-3

- (4) 小物体 P が基準面からすべり始める高さを h_1' [m] ($h_1' > h_1$) に変えると、小物体 P は点 D において曲面から飛び出し放物運動をして、面 FG 上に落下した。このときの h_1' の最小値を r , l , θ , μ' を用いて表せ。

2 以下の設問の答を解答欄に記入せよ。回路における導線および電池内部の抵抗は考えないものとする。また、分母に分数を含む分数(連分数)が含まれる場合は連分数のまま解答してもよい。

問1 図2-1に示すような起電力が E [V]である電池，抵抗値がそれぞれ $R_1 \sim R_4$ [Ω]である抵抗1~4，スイッチ1~4，内部抵抗が r [Ω]である電流計1が接続された回路がある。

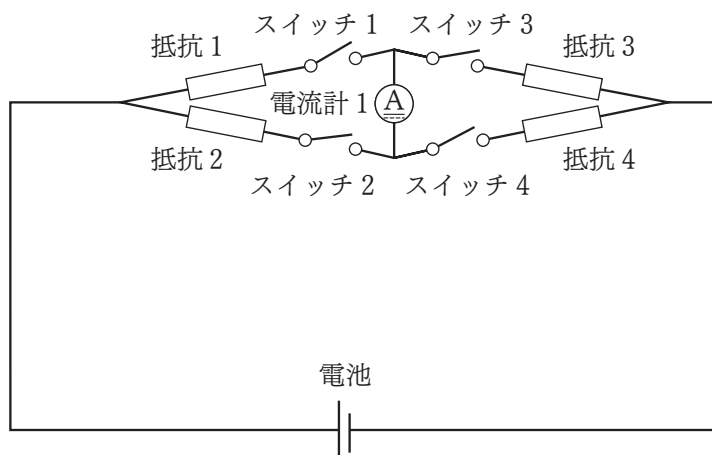


図2-1

- (1) まず，スイッチ1，スイッチ3を閉じた。このときの回路全体の抵抗値 R_A [Ω]を R_1 ， R_3 を用いて表せ。
- (2) (1)のとき， t 秒間にこの回路から発生するジュール熱 Q [J]を E ， R_A ， t の中から必要なものを用いて表せ。
- (3) スwitch3を閉じたまま，スイッチ1を開き，かわりにスイッチ2を閉じたところ，電流計1が I_1 [A]を示した。このときの電流計1の内部抵抗 r [Ω]を， E ， I_1 ， R_2 ， R_3 を用いて表せ。計算過程も記述せよ。
- (4) (3)の状態から，スイッチ1をふたたび閉じた。このときの回路全体の合成抵抗 R_{ALL} [Ω]を R_1 ， R_2 ， R_3 ， r を用いて表せ。

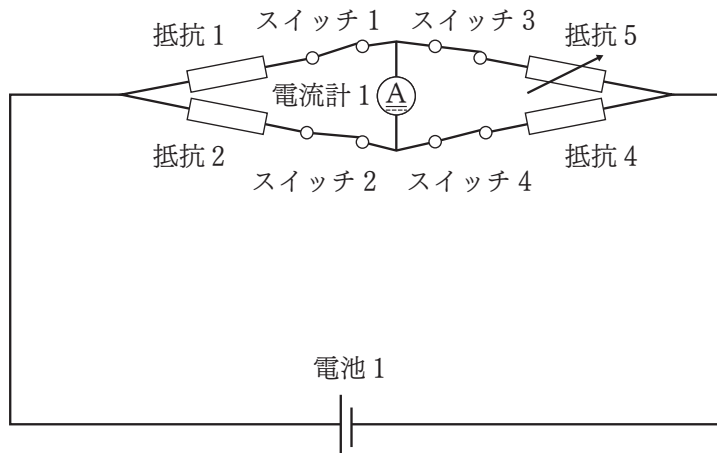


図 2 - 2

- (5) 次に、図 2 - 2 に示すとおり、抵抗 3 を抵抗値が可変である抵抗 5 に置き換えて、スイッチ 1 ~ 4 をすべて閉じた。そのうえで抵抗 5 の抵抗値 $R_5 [\Omega]$ を変化させると、 R_5 がある値のときに電流計 1 が 0 A を示した。このときの R_5 の値を R_1 , R_2 , R_4 を用いて表せ。
- (6) (5) の回路はホイートストンブリッジと呼ばれ、抵抗値が不明である抵抗の抵抗値を高精度で求めるために用いられる。いま、抵抗 4 を抵抗値が不明である抵抗 X に置き換えた。このとき、抵抗 X の抵抗値 R_X を求めるための操作手順を記述せよ。また、ホイートストンブリッジにより抵抗 X の抵抗値が高い精度で求められる理由を記述せよ。

問2 図2-3(a)のような、極板1, 2からなる電気容量 C_1 [F]の平行板コンデンサ1があり、完全に放電した状態である。コンデンサ1の極板1と2の面積は等しく S_1 [m²]、極板間の距離を d_1 [m]とする。また回路周辺の空気の誘電率を ϵ_0 [F/m]とする。

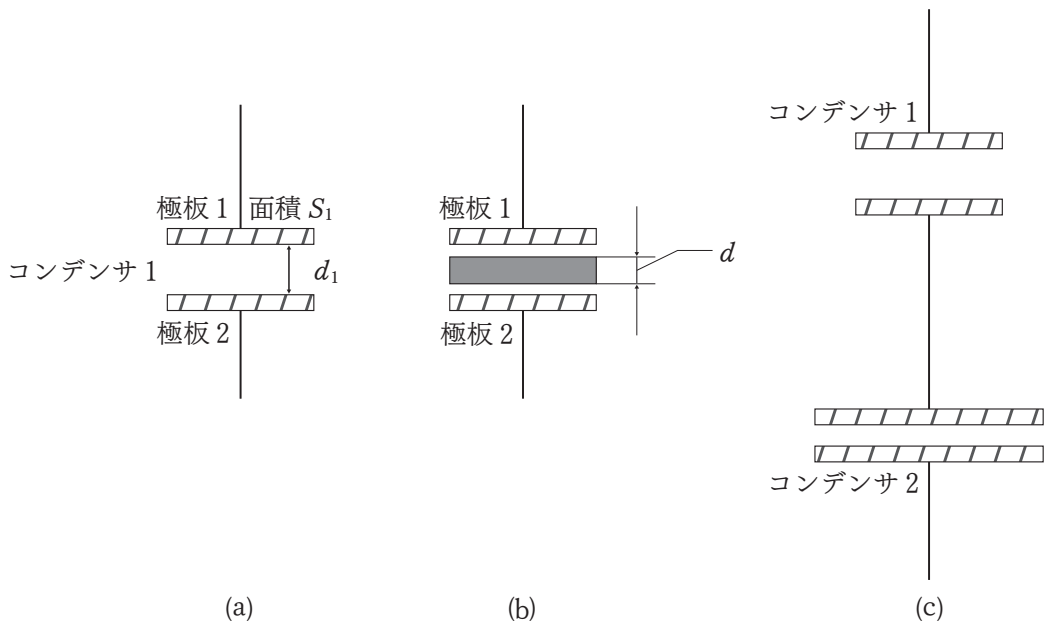


図2-3

- (1) コンデンサ1の電気容量 C_1 [F]を、 S_1 , d_1 , ϵ_0 を用いて表せ。
- (2) 図2-3(b)のように、コンデンサ1の極板間に厚さ d [m]の銅板を挿入した。 $d_1 > d$ であり、かつ銅板の面積は極板と同じであるものとして、このときの電気容量 C_1' [F]を S_1 , d_1 , d , ϵ_0 を用いて表せ。
- (3) 図2-3(c)のように、銅板を除去したコンデンサ1と直列に、電気容量 C_2 [F]のコンデンサ2を接続したときのコンデンサ1とコンデンサ2の合成容量 C_{ALL} [F]を、 C_1 および C_2 を用いて表せ。

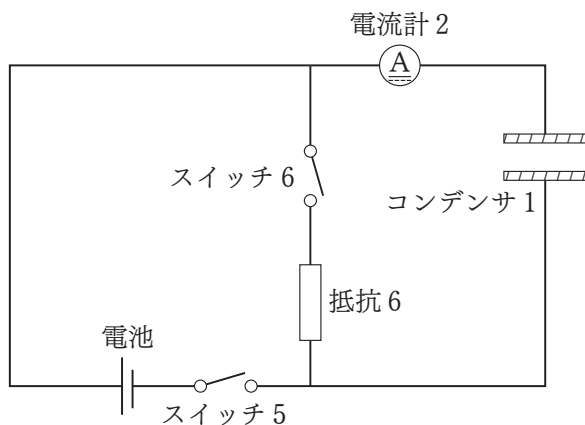


図 2 - 4

次に、図 2 - 4 のように、起電力 E [V] の電池、抵抗値 R_6 である抵抗 6、電流計 2、スイッチ 5, 6 をコンデンサに接続して回路を作った。最初、スイッチ 5, 6 はともに開いている。なお、電流計 2 の内部抵抗は無視できるものとする。

- (4) スイッチ 5 を閉じ、十分な時間が経過するまで放置した。コンデンサ 1 に蓄えられた静電エネルギー量 U [J] を設問中の記号を使って表せ。
- (5) スイッチ 5 を閉じてから十分な時間が経過したとき、電流計 2 を流れる電流はどうなるか記述せよ。
- (6) 次に、スイッチ 5 を開き、スイッチ 6 を閉じた。この直後に電流計 2 に流れる電流の大きさ I_3 [A] を、 E , C_1 , R_6 , U のうち必要なものを用いて表せ。

3 以下の設問の答を解答欄に記入せよ。

問1 振動数 f_0 [Hz] の音波を発する音源がある。音波が大気中を伝わる速さは V [m/s] とし、風は吹いていないものとする。

- (1) この音波の波長を求めよ。
- (2) 図3-1に示すように、音源を載せた台車が、音波を発しながら一定の速さ v_s [m/s] で前方の静止した観測者に向かって近づいている。このとき、観測者が聞く音波の波長と振動数を求めよ。
- (3) その後、台車は観測者を通り過ぎて離れていった。このとき、観測者が聞く音波の振動数を求めよ。
- (4) 図3-2に示すように、音波を発する固定された音源に、観測者が一定の速さ v_o [m/s] で近づいている。このとき、観測者が聞く音波の振動数を求めよ。
- (5) その後、観測者は音源を通り過ぎて離れていった。いま、音源が発する音波の振動数を 600 Hz、音波が伝わる速さを 340 m/s、観測者が移動する速さを 10.0 m/s とする。観測者が聞く音波の振動数を有効数字3桁で求めよ。計算過程も記述せよ。

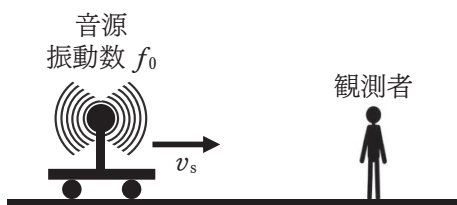


図3-1

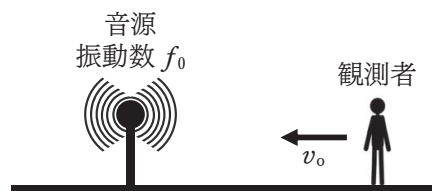


図3-2

問2 図3-3に示すように、固定した音源から振動数 f_0 [Hz] の音波を発生し、移動する反射体で反射された音波の振動数を観測者が観測する場合を考える。音波が大気中を伝わる速さは V [m/s] とし、風は吹いていないものとする。

(1) 反射体が一定の速さ V_R [m/s] で音源から遠ざかっている。このとき、反射体が音源から受ける音波の振動数を f_1 [Hz] とし、 f_1 を f_0 , V , V_R を用いて表せ。また、反射体が一定の速さ V_R で音源に近づいている場合について、反射体が音源から受ける音波の振動数を f_2 [Hz] とし、 f_2 を f_0 , V , V_R を用いて表せ。

(2) 反射体で反射された音波の振動数を観測者が観測する。反射体が一定の速さ V_R で音源から遠ざかっているとき、観測者が観測する音波の振動数を f_3 [Hz] とし、 f_3 を f_1 , V , V_R を用いて表せ。また、反射体が一定の速さ V_R で音源に近づいているとき、観測者が観測する音波の振動数を f_4 [Hz] とし、 f_4 を f_2 , V , V_R を用いて表せ。

(3) 反射体が一定の速さ V_R で音源に近づいている。観測者が観測する反射体で反射された音波の振動数を f_0 , V , V_R を用いて表せ。

(4) 反射体が音源に近づく速さ V_R を f_0 , f_4 , V を用いて表せ。計算過程も記述せよ。



図3-3

化 学

- ・問題を解くために必要であれば，以下の数値を用いよ。

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

S = 32.0, Cl = 35.5, K = 39.0, Ca = 40.0

気体定数 $R = 8.3 \times 10^3 \text{ Pa}\cdot\text{L}/(\text{K}\cdot\text{mol})$

水のイオン積 $K_w = 1.0 \times 10^{-14} \text{ mol}^2/\text{L}^2$

$\log_{10}2.0 = 0.30$, $\log_{10}3.0 = 0.48$, $\log_{10}7.0 = 0.85$

- ・気体はすべて理想気体として取り扱えるものとする。
- ・字数を指定している設問の解答では，数字，アルファベット，句読点，括弧，記号はすべて1文字とする。例えば，以下の下線部の語句では $^{35}\text{Cl}_2$ は5文字，C-H結合 は5文字と数える。

1 次の文章を読み、下記の各問に答えよ。

ペットボトル入りの炭酸水は、高い圧力を加えて、二酸化炭素を水に溶解させて製造している。炭酸水が入ったペットボトルのキャップを開けると、ペットボトル内の二酸化炭素の圧力が下がり、二酸化炭素の溶解度が小さくなって気泡が発生する。このように、温度が一定のとき、液体に溶解する気体の物質質量と圧力との間には (ア) ^(a) と呼ばれる関係が成り立つ。

二酸化炭素の水への溶解を目で見て実感できる実験を考えてみる。大気圧下 (1.0×10^5 Pa)、温度 27°C において、2本の 100 mL 注射器を用いて、以下の実験を行う。

1 本目の注射器 A に 二酸化炭素ボンベから二酸化炭素 (100 %) 50 mL を採る。
2 本目の注射器 B に溶存気体を含んでいない水 50 mL を採る。図のように、2つの注射器 A と B をポリエチレンチューブでつなぎ、水の入った注射器 B の内筒をゆっくりと押し、二酸化炭素の入った注射器 A に水全量を入れる。2つの注射器の接続を外して、二酸化炭素と水が入った注射器 A にゴムキャップを付けて密封する。この注射器 A の外筒を片手で持ち、ゴムキャップを指で押さえながら内筒を押し、十分に時間激しく上下に振る。この動作により、二酸化炭素の水への溶解量は飽和し、注射器内の体積の変化に伴い内筒はスムーズに動く。内筒が動いたことによる注射器 A 内の体積の変化は、二酸化炭素の水への溶解量の変化でのみ起こる。その後、注射器 A を静置し、残った二酸化炭素の量を注射器の目盛りで計測する。

^(c) なお、注射器で二酸化炭素を採るとき、2つの注射器を接続したポリエチレンチューブを外すとき、およびゴムキャップを付けるときに大気中の二酸化炭素や他の気体の混入は無いものとする。また、二酸化炭素と水の入った注射器内の温度 (27°C) と圧力 (大気圧と等しい) は一定で、水の蒸気圧は無視できるものとする。

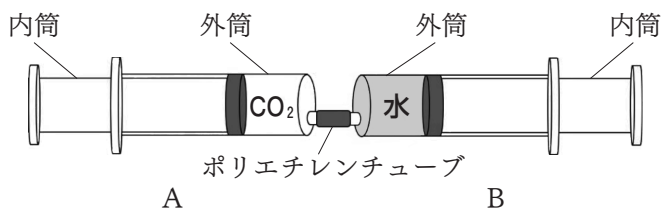


図 二酸化炭素 CO_2 の入った注射器 A と水の入った注射器 B

問1 空欄(ア)にあてはまる最も適切な語句を以下から選び、記号で記せ。

- (A) ボイルの法則 (B) シャルルの法則
(C) ヘンリーの法則 (D) アボガドロの法則

問2 下線部(a)について、この法則は、液体への溶解度が小さい気体に成り立つ。この法則が成立しない気体を以下から2つ選び記せ。なお、解答は順不同とする。

酸素、水素、窒素、塩化水素、アンモニア

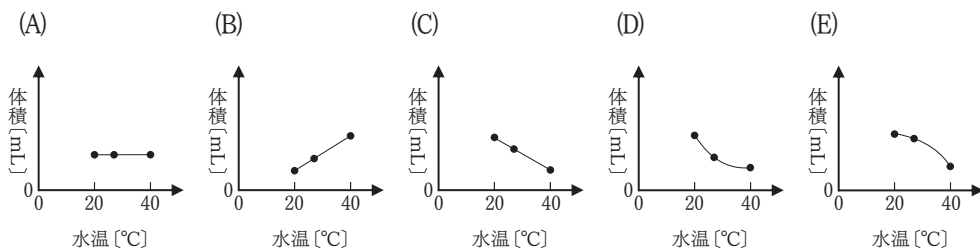
問3 下線部(b)について、以下の(i)および(ii)を有効数字2桁で答えよ。

- (i) 二酸化炭素 50mL の物質質量 [mol]
(ii) 二酸化炭素 50mL の質量 [g]

問4 二酸化炭素が 27℃、 1.0×10^5 Pa で水 1 L に 32.0×10^{-3} mol 溶解するとしたとき、以下の(i)および(ii)を有効数字2桁で答えよ。

- (i) 注射器内の水に溶解する二酸化炭素の物質質量 [mol]
(ii) 注射器内に残る二酸化炭素の体積 [mL]

問5 下線部(c)について、注射器内の圧力(大気圧)は一定で、二酸化炭素と混和する水の温度を 20 および 40℃ に変えて同様の実験を行い、注射器内に残る二酸化炭素の体積 [mL] の変化をグラフにした。実験結果が最も近いものを以下の(A)~(E)の選択肢から1つ選び、記号で記せ。なお、各水温での実験中、注射器内の温度と圧力(大気圧と等しい)に変化はないものとする。ただし、グラフの縦軸は注射器内に残る二酸化炭素の体積 [mL]、横軸は水温 [℃] とする。



2 次の文章を読み、下記の各問に答えよ。

アルミニウム **Al** は、地殻中に酸素、ケイ素に次いで多く存在する元素であり、周期表の(ア)族に属する。原子は3個の価電子をもち、3価の陽イオンになりやすい。アルミニウムの単体はやわらかい銀白色の軽金属で、展性・延性に富み、電気伝導性が大きい。アルミニウム箔や鍋などの家庭用品のほか、窓枠などの建築材料などに多量に用いられる。また、アルミニウムを主成分に少量の銅やマグネシウムなどを添加してできる合金である(イ)は軽くて強く、航空機の機体などに用いられる。

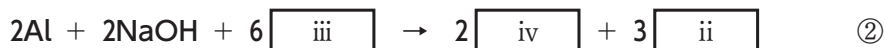
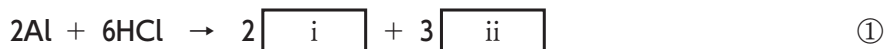
アルミニウムは水素より(ウ)が大きいため、塩酸や希硫酸などの酸の水溶液に入れると、ii を発生しながら溶ける。また、水酸化ナトリウム水溶液などの強塩基とも反応して溶ける。このように酸とも強塩基とも反応する単体の金属を(エ)金属という。^(a)しかし、アルミニウムは濃硝酸には溶けない。これは緻密な酸化被膜が表面に形成されて内部が保護されるためである。この状態を(オ)という。人工的に酸化被膜をつけたアルミニウム製品を(カ)という。

アルミニウムの粉末を空气中や酸素中で強熱すると、白い光を発生して激しく燃焼^(c)する。さらに、アルミニウムの粉末に酸化鉄(III) Fe_2O_3 を混合して点火すると、^(d)激しく反応して多量の熱を発生し、単体の鉄が遊離する。このように、アルミニウムを用いて金属酸化物を還元して金属単体を得る反応を(キ)反応、もしくは方法を(ク)法といい、鉄道のレールの溶接などに用いられる。

問1 文章の空欄(ア)～(キ)にあてはまる最も適切な数字もしくは語句を、以下の(1)～(20)の選択枝から1つずつ選び、記号で記せ。

- | | | |
|-------------|------------|----------------|
| (1) 11 | (2) 12 | (3) 13 |
| (4) 塩基性 | (5) 半透膜 | (6) イオン化傾向 |
| (7) 錯塩 | (8) 不動態 | (9) 活性化エネルギー |
| (10) オストワルト | (11) テルミット | (12) ハーバー・ボッシュ |
| (13) 接触分解 | (14) メラミン | (15) ステンレス |
| (16) ジュラルミン | (17) 両性 | (18) 生成エンタルピー |
| (19) 酸性 | (20) アルマイト | |

問2 下線部(a)について、次の化学反応式①および②の空欄 ～ に入る適切な化学式を記せ。さらに、 が水中で電離するときの化学反応式を記せ。ただし、式①と式②の は同じ化学式であり、本文中の と同じ物質である。



問3 下線部(b)の性質を示す金属元素を以下の(1)～(5)の選択枝から1つ選び、記号で記せ。また、その金属の陽イオンがアンモニアと形成する錯イオンの立体構造を(6)～(10)の選択枝から1つ選び、記号で記せ。

- | | | | | |
|---------|---------|-----------|-----------|------------|
| (1) Cu | (2) Ni | (3) Zn | (4) Cd | (5) Ag |
| (6) 直線形 | (7) 正方形 | (8) 三方両錐形 | (9) 正四面体形 | (10) 正八面体形 |

問4 下線部(c)について、単体のアルミニウムの燃焼反応を化学反応式で記せ。

問5 下線部(d)の化学反応は下記の式③で表すことができる。下表の各物質の生成エンタルピーを用いて、式③の反応エンタルピーを求めよ。また、計算過程も示せ。

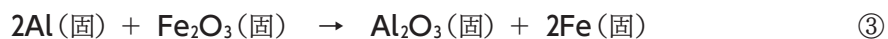
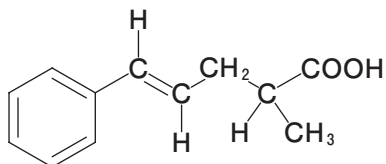


表 物質の生成エンタルピー

物質	ΔH [kJ/mol]
$\text{Fe}_2\text{O}_3(\text{固})$	-824
$\text{Al}_2\text{O}_3(\text{固})$	-1676

3 次の元素分析に関する文章を読み、以下の各問に答えよ。なお、構造式については記入例にならって示せ。

記入例：



炭素(C)、水素(H)、酸素(O)だけからなる有機化合物は、元素分析を用いて組成式を決定することができる。試料、管、ソーダ石灰管の質量をそれぞれ精密に測定してから、図のような装置を組み立てる。そこに、乾燥したを通しながら加熱し、試料を完全燃焼させる。すると、試料中の水素は水となってに吸収され、炭素は二酸化炭素となってソーダ石灰に吸収される。燃焼後、管とソーダ石灰管の質量をそれぞれ精密に測定すると、生成した水と二酸化炭素の質量が求められる。

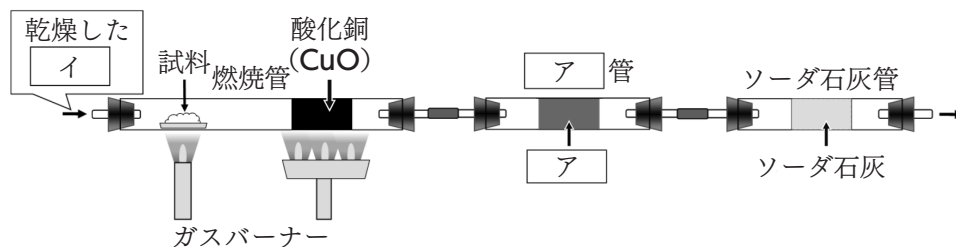


図 元素分析の実験装置

問1 にあてはまる化合物の組成式を記せ。

問2 に入る気体の分子式を記せ。

問3 ア 管とソーダ石灰管を逆につなぐと、組成式が求められなくなる。

この理由を 60 字以内で記せ。

問4 図にある酸化銅の役割として最も適切なものを以下の①～④の文章から 1 つ
選び、記号で記せ。

- ① 燃焼管の温度を制御するための温度調節剤である。
- ② 試料を完全燃焼させるための酸化剤である。
- ③ 燃焼管から不純物を除去するための吸着剤である。
- ④ 試料の熱分解を促進する触媒である。

問5 試料にグルコース ($C_6H_{12}O_6$) を用いて実験を行い、正確な結果が得られた
場合に求められる組成式を記せ。また、燃焼管内で起きたグルコースの完全燃
焼を化学反応式で記せ。

問6 C, H, O からなるカルボン酸 X 27.2 mg を完全燃焼させると、二酸化炭素
70.4 mg と水 14.4 mg が得られた。カルボン酸 X の分子量は 150 以下であり、
ベンゼン環を含む構造であった。カルボン酸 X の分子式を答えよ。また、求
めた分子式から考えられるカルボン酸 X の構造式をすべて記せ。

4 次の文章を読み、下記の各問に答えよ。

細胞の構造維持や生体内での化学反応など、生命活動に必要な役割を多数担っているタンパク質は、-アミノ酸が多数結合した高分子化合物である。-アミノ酸は、同一の炭素原子に、とが結合しており、結晶中や等電点と同じpHの水溶液中では、双性イオンの状態として存在する。タンパク質となるためのペプチド結合は、と別分子のが脱水縮合することにより形成される。生物がタンパク質に利用するアミノ酸は約20種類であり、その違いは側鎖の化学構造によって生じる。側鎖が水素原子であるグリシンを除く全てのアミノ酸に不斉炭素原子があり、鏡像異性体が存在する。鏡像異性体は、D体とL体に区別され、天然のタンパク質を構成するアミノ酸は、ほとんど体である。チロシンは、側鎖にベンゼン環を含むため、チロシンを含むタンパク質は、キサントプロテイン反応によって検出することができる。この反応は、タンパク質溶液に、を加えて加熱するとになり、冷却後にさらにを加えるとになるかどうかでタンパク質中のベンゼン環を持つアミノ酸の有無を判定できる。

タンパク質のうち、生体内で起こる化学反応の触媒として働くものを触媒という言葉を使わずにという。は、特定の物質にだけ作用するという特徴を持つ。

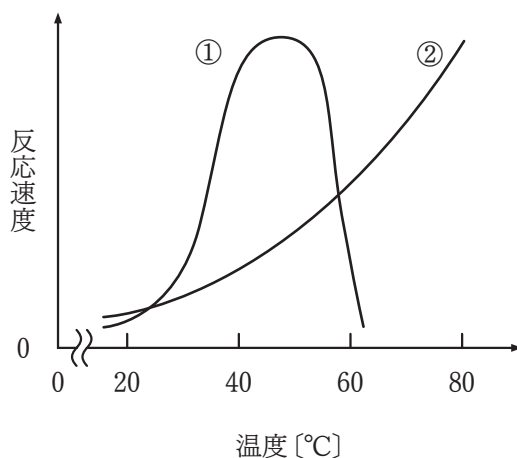
問1 文章中の空欄～に適切な語句を記せ。なお、との解答は順不同とする。

問2 ~ に入る適切な語句を以下の(1)~(14)の選択肢から1つずつ選び、記号を記せ。

- | | | |
|-------------|----------------|--------------|
| (1) D | (2) β | (3) α |
| (4) A | (5) 塩酸 | (6) アンモニア水 |
| (7) 酢酸鉛(II) | (8) 硫酸銅(II)水溶液 | (9) 濃硝酸 |
| (10) 橙黄色 | (11) 赤紫色 | (12) 黄色 |
| (13) 黒色 | (14) 青色 | |

問3 下線部について、双性イオンの状態にあるグリシンの構造式を記せ。

問4 次の図はタンパク質であるカタラーゼと無機物である酸化マンガン(IV)による H_2O_2 の分解反応の反応速度を各温度で測定したものである。カタラーゼは①か②のどちらか答えよ。また、その理由を40字以内で記せ。



問5 アスパラギン酸 26.6 mg を、メタノールを用いて完全にエステル化すると何 mg になるか。計算過程も含めて有効数字 3 桁で答えよ。
なお、アスパラギン酸の側鎖部分の構造は、 $-\text{CH}_2\text{COOH}$ である。

生 物

・字数を指定している設問の解答では、数字、アルファベット、句読点、括弧、記号はすべて1文字とする。例えば、次の下線部の語句では $^{35}\text{Cl}_2$ は5文字、C-H結合 は5文字と数える。

1 次の文章を読んで、以下の各問に答えよ。

研究において観察は重要である。観察の手段は、はじめは肉眼であったが、その後、レンズの発明により拡大して見る事が可能となった。さらに、レンズを組み合わせた顕微鏡が発明され、肉眼では見えなかった微細なものを観察できるようになった。こうした顕微鏡は、光をレンズで(ア)させることで、観察試料を拡大して観察するしくみから、光学顕微鏡とよばれる。光学顕微鏡では、試料を(イ)した光を観察するため、試料を薄くした切片を水などで封じたプレパラートを作製する必要がある。また、試料が無色の構造体の場合には、(ウ)を行うと観察が容易となる。

顕微鏡観察は、一般的に以下の5つの手順で行う。

- 手順1 接眼レンズを取りつける。次に、対物レンズを取りつける。顕微鏡の(エ)を回して、最も(オ)倍率の対物レンズを選択する。接眼レンズをのぞきながら、視野全体が明るくなるように反射鏡を調整する。
- 手順2 プレパラートを、試料が視野の中央にくるように、ステージにのせてクリップでとめる。
- 手順3 横から見ながら調節ネジを回し、対物レンズをプレパラートに近づけ、その後、接眼レンズをのぞきながら、調節ネジを回し、対物レンズをプレパラートから遠ざけながらピントを合わせる。
- 手順4 観察する部分を視野の中央に移動させ、しばりを調整して、見やすい明るさにする。^(a)
- 手順5 倍率を変えて観察する場合には、(エ)を回して、適当な倍率の対物レンズを選択し、必要に応じて、調節ネジを回し、ピントを合わせる。

このように、光学顕微鏡では、明るさやピントを調整して観察を行う。こうした調整は、ヒトの眼では、「明るさは、(カ)のはたらきによって(キ)の直径が変化すること」で、「ピント合わせは、物体との距離に応じて、水晶体の厚さを毛様体と(ク)のはたらきで変えて、(ケ)の位置を調整すること」で行われている。

光学顕微鏡は、その登場以降、人類に数多くの発見をもたらしてきた。しかし、

一方で、観察できる倍率は1,000倍程度という限界があった。20世紀に入り、光にかわって電子線を利用することで、高い**分解能**を持つ電子顕微鏡が發明された。^(b)電子顕微鏡は、観察に光を用いないため、光学顕微鏡と違って試料の(コ)を観察できないが、数万～100万倍程度での観察が可能となり、現在は、生物学分野のみならず様々な分野で活用されている。

問1 文章中の(ア)～(コ)に入る最も適切な語句を記せ。

問2 下線部(a)の「しぼり」のはたらきについて、以下の①～⑥から正しいものすべてを選び、記号を記せ。なお、選択肢中の「ピントの合う範囲」は、焦点深度を意味する。

- ① しぼりを絞ると視野は暗くなり、ピントの合う範囲は広がる。
- ② しぼりを絞ると視野は明るくなり、ピントの合う範囲は狭くなる。
- ③ しぼりを絞ると視野は暗くなり、ピントの合う範囲は狭くなる。
- ④ しぼりを絞ると視野は明るくなり、ピントの合う範囲は広がる。
- ⑤ 観察の際、低倍率のときはしぼりを開き、高倍率のときはしぼりを絞る。
- ⑥ 観察の際、低倍率のときはしぼりを絞り、高倍率のときはしぼりを開く。

問3 下線部(b)の「分解能」について、「2点」と「距離」という語を用いて35字以内で説明せよ。

問4 10倍の接眼レンズと40倍の対物レンズがついた顕微鏡で対物マイクロメーターを見ると、接眼マイクロメーターと対物マイクロメーターの目盛が図1のように見えた。対物マイクロメーターの目盛は、1mmを100等分したものである。

図2は、同じ顕微鏡と接眼マイクロメーターを用いて、10倍の対物レンズで細胞Aを観察した画像(100倍)、図3は、20倍の対物レンズで細胞Bを観察した画像(200倍)である。

細胞Aと細胞Bの左右方向の長さ(単位：マイクロメートル(μm) ※ $1\text{mm} = 1,000\mu\text{m}$)を求めよ。

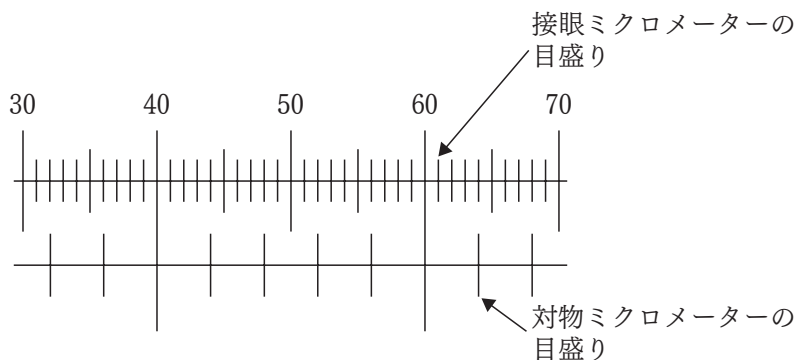
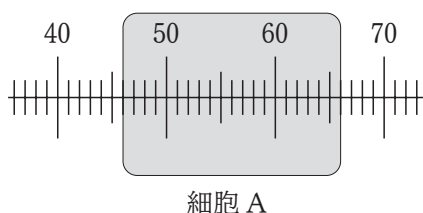
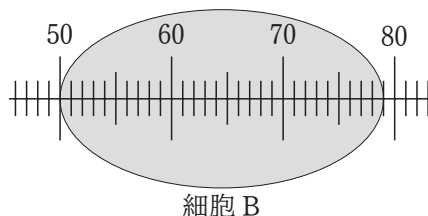


図1 400倍で対物マイクロメーターを観察した画像



細胞A

図2 細胞Aの画像(100倍)



細胞B

図3 細胞Bの画像(200倍)

問5 Aさんが、気孔の大きさを測定しようとしたところ、実験室には、接眼マイクロメーターがついた顕微鏡がなかった。しかし、Aさんは、以下の機材を利用して、計測を行うことができた。Aさんが計測を行った方法を答えよ。解答は「デジタルカメラを用いて、気孔を視野の中央に収まる倍率で撮影する。その後、」に続く文章を75字以内で記せ。

【実験室にあった機材】

顕微鏡

対物マイクロメーター

デジタルカメラ(顕微鏡に取り付けられていて、観察像を正確に撮影できる。)

プリンター(デジタルカメラで撮影した画像を、倍率どおりに透明シートに印刷できる。)

透明シート(上記のプリンターで印刷でき、重ねても透過度は変わらない。)

なお、シートは、十分な枚数がある。)

2 次の文章を読んで、以下の各問に答えよ。

私たちヒトを含む真核生物は、炭水化物・脂肪・タンパク質などの有機物を分解してエネルギーを得ている。この複雑な分子である有機物を単純な分子に分解する過程は【 A 】反応とよばれる。また、エネルギーの受け渡しを行う分子 X を合成して、^(a)様々な生命活動を営んでいる。分子 X の合成過程は主にミトコンドリア内で行われる。この有機物の分解から、分子 X の合成までの一連の反応は(ア)とよばれ、真核生物では(イ)を必要とする。このしくみは進化の過程で獲得されたものであり、現在のわたしたちの細胞内にあるミトコンドリアは、原始の真核生物に取り込まれた好気性細菌が起源であると^(b)考えられている。現在でもミトコンドリア内部には、核とは異なる独自の^(c)(ウ)があることが、この考えを支持する1つの根拠となっている。

ミトコンドリアの内膜の内側は(エ)とよばれる。ここでは、細胞質基質で行われる(オ)を経て生じた(カ)が、(キ)と(ク)に分解され、さらに(キ)がオキサロ酢酸と反応してクエン酸になる。その後、脱水素反応が次々と起こることで、還元型の補酵素が^(d)つくられる。(キ)は、(ケ)のβ酸化によっても得られる。ミトコンドリアの内膜上では前述の補酵素が関与する酸化還元反応が進み、内膜と外膜の間に H⁺ が汲み出される。そして、この H⁺ が^(e)内膜上にある【 B 】を通して(エ)に拡散する際に、分子 X が合成される。

問1 文章中の(ア)～(ケ)に入る最も適切な語句を以下の①～⑳からそれぞれ1つずつ選び、記号を記せ。なお、文章中の同一記号の空欄には同一の語句が入る。

- | | | |
|---------|----------|------------|
| ① DNA | ② RNA | ③ チラコイド |
| ④ リボソーム | ⑤ 酸素 | ⑥ 二酸化炭素 |
| ⑦ 水 | ⑧ リン酸 | ⑨ 呼吸 |
| ⑩ 代謝 | ⑪ マトリックス | ⑫ ルビスコ |
| ⑬ クリステ | ⑭ 解糖系 | ⑮ 発酵 |
| ⑯ ピルビン酸 | ⑰ コハク酸 | ⑱ アセチル CoA |
| ⑲ 脂肪酸 | ⑳ リン脂質 | ㉑ グリセロール |

問2 文章中の【 A 】に入る適切な語句を記せ。

問3 文章中の【 B 】に入るタンパク質複合体の名称を記せ。

問4 下線部(a)に関して、様々な生命活動に必要なエネルギーは分子Xのどこが分解されることで得られるか、解答欄の分子Xを表した図中に矢印(→)で記せ。

問5 下線部(b)はマーグリス (Margulis) というアメリカの科学者が提唱した説である。この「取り込まれた」状態が続く関係を何とよぶか、漢字5字で記せ。

問6 下線部(c)の他に、ミトコンドリアの起源を好気性細菌とする根拠となるものはどれか、以下の①～⑤から1つ選び、記号を記せ。

- ① 細胞内に1つだけ存在する。
- ② 細胞内で独自に分裂する。
- ③ 植物細胞に存在しない。
- ④ 細胞壁をもっている。
- ⑤ 核膜をもっている。

問7 下線部(d)に関して、該当する2種類の補酵素の名称をそれぞれ記せ。

問8 下線部(e)に関して、以下の(1)と(2)に答えよ。

- (1) 内膜と外膜の間は何とよばれるか、名称を記せ。
- (2) H^+ が汲み出される理由を20字以内で説明せよ。

3 次の文章を読んで、以下の各問に答えよ。

AさんとBさんは宮崎県南部に位置する幸島のニホンザル生息地を訪れています。

(AさんとBさんの会話)

A：あっ、見て見て、岩の上で毛づくろいをしている。相手の背中の中毛をすごく器用にかき分けているよ。

B：あれはグルーミングという行動だね。ノミや汚れを取るだけではなくて、相手との結びつきを保つ目的もあるんだ。霊長類に特徴的な社会的行動の1つだよ。

A：手つきがすごく人間っぽい。器用に指を使っていてびっくりする。

B：ヒトやニホンザルなどの霊長類の手には、親指を他の指と向かい合わせに動かせる(ア)という特徴があって、物をつかむのに適しているんだ。

A：あっちに立ち上がっているサルがいるよ。

B：ニホンザルは周りを見渡すときなどに一時的に二本足で立ち上がることはあるけれど、ヒトのように長時間、直立二足歩行をすることはできないんだ。

A：^(a)霊長類には、多くの種があると思うのだけれど、どのように分類するの？

B：大きくは曲鼻猿類と直鼻猿類に分かれていて、ニホンザルやヒトは(イ)のほうに含まれるよ。

A：ところで最近、霊長類の種の数が増えていると聞いたけど、新種が見つかったためなの？

B：まったく新しい発見もあるけれど、それ以上に種の数増加に寄与しているのは、分子系統樹の解析による再分類だよ。分子系統樹の解析の結果、以前は同じ種とされていた集団が別種と認定されることがあるんだ。

A：じゃあ見た目が似ているからといって、同じ種とは限らないんだね。そういえば、ネアンデルタール人の話も思い出した。あれもDNAの解析でいろいろわかったんだよね？^(c)

B：うん。2022年のノーベル生理学・医学賞を受賞したスバンテ・ペーボ博士の研究がまさにそれ。絶滅したネアンデルタール人のゲノムを解析して、私たちホモ・サピエンスとの関係を明らかにしたんだ。

問1 文章中の(ア)および(イ)にあてはまる適切な語句を記せ。

問2 下線部(a)に関して、ヒトが直立二足歩行を行うのに適した体の構造的特徴について、特に大後頭孔の位置と骨盤の形に着目して、90字以内で説明せよ。

問3 下線部(b)に関して、次の文章を読み、以下の(1)~(4)に答えよ。なお、文章中の同一記号の空欄には同一の語句が入る。

生物どうしの進化的なつながりは、DNAの塩基配列をもとに推測できる。DNAの塩基配列には一定の確率で(ウ)が生じるため、共通の祖先から分岐した2つの種では、それぞれの種において(ウ)が蓄積し、時間の経過とともに配列の違いが大きくなる。様々な遺伝子のDNA配列や、それに基づいて合成されるタンパク質のアミノ酸配列では、この(ウ)の蓄積が時間あたりほぼ一定の速度で進むという性質が見られる。この性質は(エ)とよばれる。

(エ)の性質を利用して、4種の霊長類(種A~種D)の系統関係を推定した。表には、特定の遺伝子のDNA塩基配列を比較して得られた、各種間で異なる塩基の数を示す。また、これらのデータに基づいて推定された分子系統樹を図に示す。なお、この系統樹は4種の間での分岐の順序を表したものであり、枝の長さ(各分岐点から各端までの線分の長さ)は経過時間や変化の量を示すものではない。

表 遺伝子配列中にみられる互いに異なる塩基の数

	種A	種B	種C	種D
種A	0			
種B	11	0		
種C	5	11	0	
種D	17	20	17	0

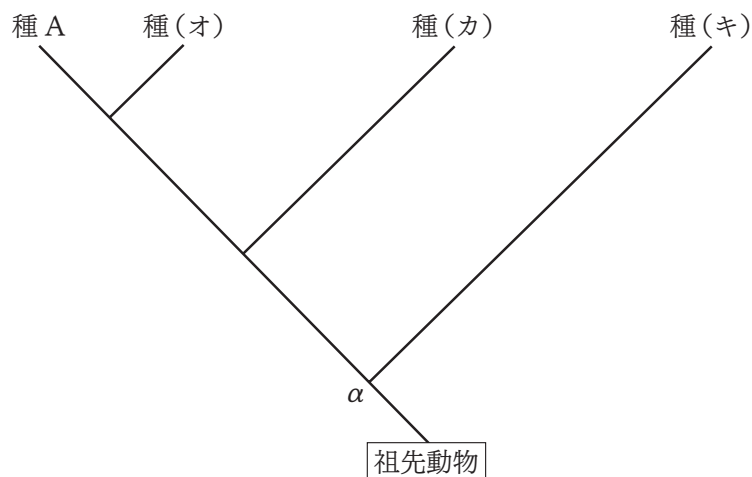


図 表の情報に基づき推定した分子系統樹

- (1) 文章中の(ウ)と(エ)にあてはまる最も適切な語句を記せ。
- (2) 図の(オ)～(キ)にあてはまるものを、表に示された種 B～種 D から選び、解答欄の「種」の後にそれぞれ B, C, D のいずれかを記せ。
- (3) 種 A および種(カ)の祖先の分岐が 220 万年前であった場合、表に示された「互いに異なる塩基の数」1 つあたりが何万年に相当するか計算し、値を答えよ。なお、この遺伝子については、常に(エ)の性質が成立し、DNA 塩基配列に生じる(ウ)は時間に比例して、一定の速度で蓄積するものと仮定する。
- (4) 図に示すように、種(キ)は種 A, 種(オ), 種(カ)を含むグループとの共通祖先から分岐したと考えられる。図中の α はその分岐点を示す。下に示す 3 組それぞれについて、種間で異なる塩基の数を表から読み取り、それらの平均値と(3)で求めた値から、 α における分岐が起こった年代を万年単位で推定せよ。
 - ・種 A と種(キ)
 - ・種(オ)と種(キ)
 - ・種(カ)と種(キ)

問4 下線部(c)に関する以下の(1)~(3)に答えよ。

(1) ネアンデルタール人は次のうちどの属に属するか，以下の①~⑤から1つ選び，記号を記せ。

- ① アウストラロピテクス属 ② オロリン属 ③ ホモ属
④ サヘラントロプス属 ⑤ アルディピテクス属

(2) ネアンデルタール人が暮らしていた地域として最も適切なものはどれか，以下の①~⑤から1つ選び，記号を記せ。

- ① アフリカ大陸
② 中国北部や朝鮮半島
③ 南アメリカ全域
④ ヨーロッパ，中東，中央アジアの一部
⑤ インド洋の島々を中心とする地域

(3) ネアンデルタール人が絶滅したとみられる時期について最も適切なものはどれか，以下の①~⑤から1つ選び，記号を記せ。

- ① 約250～300万年前 ② 約40～50万年前
③ 約10～15万年前 ④ 約3～4万年前
⑤ 約0.5～1万年前

4 次の文章を読んで、以下の各問に答えよ。

ある地域に生息する同じ生物種の個体の集まりを個体群という。個体群における各個体の分布様式は様々で、^(a)個体が特定の場所にかたまって分布する様式を集中分布、^(b)個体が規則的に分布する様式を一様分布という。ランダム分布は見かけ上は不規則で、各個体が互いの位置に特に関係なく分布する様式である。個体群の大きさは、個体群を構成する個体数や個体の密度で表され、個体群の特徴を表す尺度となる。植物個体群で個体数の調査をするときは区画法がよく用いられる。区画法では、^(c)調べたい植物が生育している区域に一定の面積の区画を配置し、得られた結果から生育地全体の個体数を推定する。

一方、相互にかかわりをもち影響を及ぼしあいながら、ある地域に生息している異なる種の個体群の集まりを(ア)という。(ア)は非生物的環境とともに(イ)を構成する重要な要素である。(イ)内では生産者により有機物が生産される。その生産過程を(ウ)という。植物の(ウ)はおもに同化器官である葉で行われる。植物にとって、葉をどのようにつけるかは、植物どうしの^(d)光をめぐる競争とも大きくかかわる。

問1 文章中の(ア)～(ウ)に入る最も適切な語句を記せ。なお、文章中の同一記号の空欄には同一の語句が入る。

問2 下線部(a)に関して、以下の(1)と(2)に答えよ。

(1) 個体群の特徴を説明する文章として最も適切なものを以下の①～⑤から1つ選び、記号を記せ。

- ① 地理的に隔てられ自然に交配が起こっていない個体どうしても、同種であれば同一の個体群に属する。
- ② 密度効果は陸上の植物個体群だけにみられ、水生植物の個体群ではみられない。
- ③ 植物をいろいろな個体群密度で栽培しても、単位面積当たりの最終的な植物個体群の収量(地上部乾物重)は密度に関係なくほぼ一定になる。

④ ある環境で持続的に維持できる個体数に上限が無いことを環境収容力という。

⑤ 同じ個体群内の個体間では、同一資源をめぐる競争の関係は生じない。

(2) 個体群の変動に関する次の i ~ iii の記述において、(エ) ~ (カ) に入る最も適切な語句の組み合わせを以下の表中の①~⑧から1つ選び、記号を記せ。

i. 生息地の分断化により個体数が(エ)なった個体群では、近親交配や性比のかたよりが生じる場合がある。

ii. ニッチ(生態的地位)の重なりが(オ)2種間では種間競争により各個体群の大きさが変化しやすい。

iii. 生存や繁殖に必要な資源に制限があるとき、個体群の成長曲線は(カ)型になる。

	(エ)	(オ)	(カ)
①	少なく	大きい	S字
②	少なく	大きい	指数
③	少なく	小さい	S字
④	少なく	小さい	指数
⑤	多く	大きい	S字
⑥	多く	大きい	指数
⑦	多く	小さい	S字
⑧	多く	小さい	指数

問3 下線部(b)に関して、以下の①と②はそれぞれ集中分布、一様分布、ランダム分布のどれに最もよくあてはまるか、語句を記せ。

① ススキのように風で種子が散布される植物の個体群で多くみられる。

② 他個体を避ける性質をもつ生物の個体群で多くみられる。

問4 下線部(c)に関して、 $10,000\text{ m}^2$ の土地に生育するタンポポの個体数を推定するために、図のように5つの調査区画を設置した。各調査区画の面積は $16\text{ m}^2(4\text{ m} \times 4\text{ m})$ である。これらの情報をもとに以下の(1)と(2)に答えよ。解答が小数点以下を含む場合には、小数第一位を四捨五入し、整数で記せ。

(1) 図から、調査区画あたりのタンポポの平均個体数を記せ。

(2) (1)の結果から、 $10,000\text{ m}^2$ の土地に生育するタンポポの個体数を区画法を用いて推定せよ。

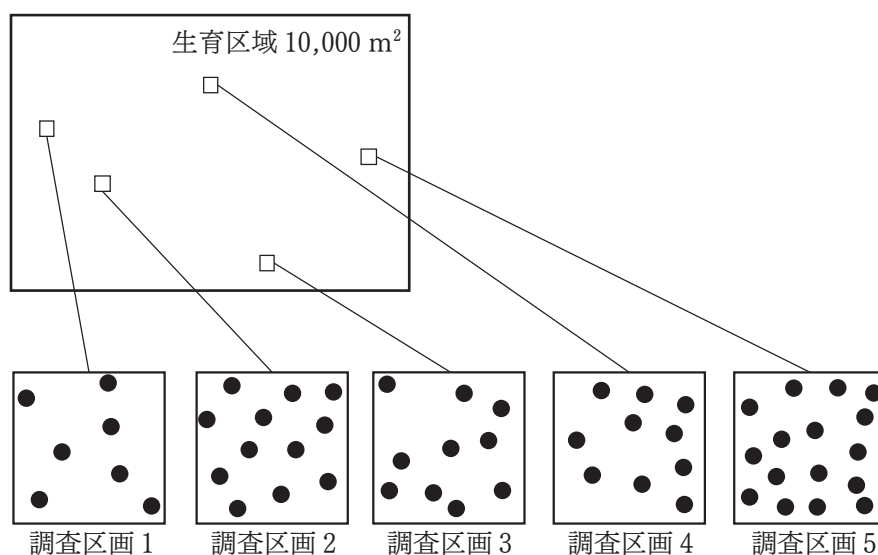


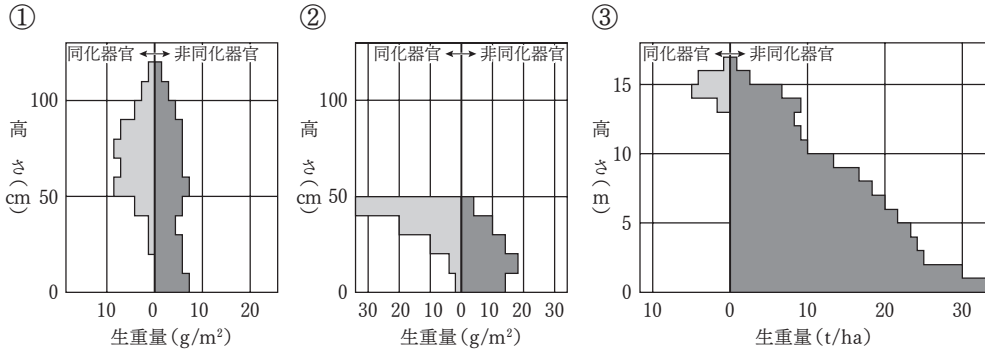
図 タンポポの生育区域と5つの調査区画

●は1個体のタンポポを表す。

問5 下線部(d)に関して次の文章を読み、以下の(1)と(2)に答えよ。

ヤエナリとソバは別々の畑に単植するとどちらもよく育つが、同じ畑に混植するとヤエナリはやがて光が不足して衰退する。

(1) ヤエナリとソバの単植時の生産構造を表す図として最も適切な図を以下の①～③からそれぞれ1つ選び、記号を記せ。



(2) 混植するとヤエナリが衰退する理由について、両種の生産構造の違いからどのように考えられるかを、45字以内で説明せよ。

