

2025年度 理科

- ②9 物理(1～6ページ)
- ③5 化学(7～18ページ) 問題冊子
- ④0 生物(19～36ページ)

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ないこと。
- (2) 試験中に問題冊子の印刷不鮮明、ページの落丁・乱丁および解答用紙の汚れ等に気付いた場合は、手を挙げて監督者に申し出ること。
- (3) 解答は別に配付する解答用紙の該当欄に正しく記入すること。ただし、解答に関係のない語句・記号・落書き等は解答用紙に書かないこと。
- (4) 解答用紙上部に印刷してある受験学部・学科コード、受験番号、氏名(カタカナ)を確認し、氏名欄に氏名(漢字)を記入すること。もし、印刷に間違いがあった場合は、手を挙げて監督者に申し出ること。

〔解答用紙記入例(選択式の場合)〕

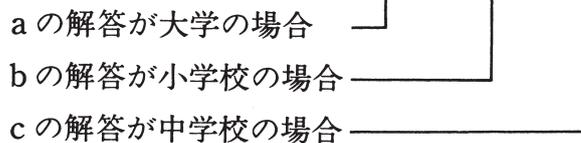
例 1. [語群]が二桁で〔11〕大阪〔12〕佐賀〔13〕長崎〔14〕東京 とある場合

	A		B		C	
問 X	16	17	18	19	20	21
	/	2	/	4	/	/



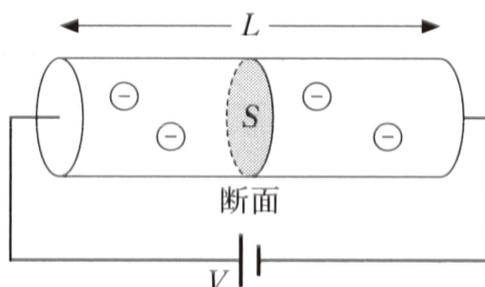
例 2. [語群]が一桁で(1)大学(2)中学校(3)高校(4)小学校 とある場合

	a	b	c
問 X	51	52	53
	/	4	2



②⑨ 物 理

〔 I 〕 図のような、長さ L 、断面積 S の導体棒中を流れる電流について考える。自由電子の電気量を $-e$ ($e > 0$)、導体棒中の単位体積あたりの自由電子の数を n として、以下の文中の 内に入れるのに適当なものを解答群の中から 1 つ選び、その番号を解答欄に記入せよ。

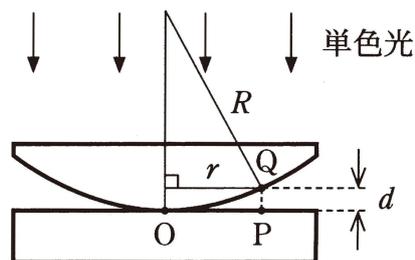


電流の担い手を (1) といい、金属の場合、 (1) は自由電子である。図のように導体棒の両端に電圧 V をかけると、導体棒中に生じる電界の強さは (2) になる。このとき、自由電子はこの電界から (3) の向きに大きさ (4) の電気力を受けて動き始める。自由電子の運動は熱運動している陽イオンなどから抵抗力を受け、やがて力が釣り合い、自由電子は平均して一定の速さで移動するようになる。この抵抗力が自由電子の移動する速さに比例し、その比例係数を k とすると、一定の速さに達した状態では、自由電子の平均の速さは (5) と表される。速さ (5) で移動する自由電子は時間 t の間に導体棒中を (6) だけ移動する。したがって、図中の断面を時間 t の間に通過する自由電子の数は (7) であり、電流の強さは (8) と表される。このことから、導体棒の電気抵抗の大きさは (9) となり、この導体の抵抗率は (10) となる。導体棒の温度を上げると、導体棒中の陽イオンの運動が激しくなる。その結果、導体棒の電気抵抗は (11) 。

解答群

- | | | | |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| [11] キャリア | [12] ホール | [13] 陽子 | |
| [14] eV | [15] LV | [16] $\frac{V}{e}$ | [17] $\frac{V}{L}$ |
| [18] 図の左 | [19] 図の右 | [20] 図の上 | [21] 図の下 |
| [22] eLV | [23] $\frac{LV}{e}$ | [24] $\frac{eV}{L}$ | [25] $\frac{eL}{V}$ |
| [26] $\frac{eLV}{k}$ | [27] $\frac{LV}{ke}$ | [28] $\frac{eV}{kL}$ | [29] $\frac{eL}{kV}$ |
| [30] $\frac{eLV}{kt}$ | [31] $\frac{LVt}{ke}$ | [32] $\frac{Vt}{keL}$ | [33] $\frac{eVt}{kL}$ |
| [34] $\frac{eLV}{knSt}$ | [35] $\frac{nLVt}{keS}$ | [36] $\frac{neSVt}{kL}$ | [37] $\frac{neSLt}{kV}$ |
| [38] $\frac{e^2LV}{knS}$ | [39] $\frac{ne^2SV}{kL}$ | [40] $\frac{ne^2V}{kSL}$ | [41] $\frac{ne^2SL}{kV}$ |
| [42] $\frac{ne^2S}{kL}$ | [43] $\frac{ne^2SL}{k}$ | [44] $\frac{kL}{ne^2S}$ | [45] $\frac{k}{ne^2SL}$ |
| [46] $\frac{ne}{k}$ | [47] $\frac{ne^2}{k}$ | [48] $\frac{k}{ne}$ | [49] $\frac{k}{ne^2}$ |
| [50] 増加する | [51] 低下する | [52] 変わらない | |

〔Ⅱ〕 図のように、水平な平面ガラス板の上に平凸レンズの凸面を下にして置き、波長 λ の単色光を上からガラス板に当てて上から見たところ、レンズとガラス板の接点 O を中心とする同心円状の明暗の縞模様が観察された。レンズの球面の半径を



R , O から r だけ離れたガラス板上の点を点 P , その直上のレンズ下面の点を点 Q とし, PQ 間の空気層の厚さを d とする。空気の屈折率を 1 , レンズとガラス板の屈折率を $n_G (n_G > 1)$, d は R に比べて十分小さいものとして, 以下の文中の 内に入れるのに適当なものを対応する解答群の中から 1 つ選び, その番号を解答欄に記入せよ。

- (i) レンズの上から入射した光について, Q での反射による位相のずれは (1) , P での反射による位相のずれは (2) である。レンズの上から P の位置を見ると, これら 2 つの反射光の経路差は, d を用いて (3) であり, P の位置で暗くなるのは, この経路差が (4) ($m = 0, 1, 2, \dots$) のときである。ここで, $m = 0$ はレンズの中心にできる暗い円に対応する。レンズの中心から m 番目の暗環の半径が r のとき, d は R に比べて十分小さいので, $|a| \ll 1$ のときに成り立つ近似式 $(1 + a)^n \approx 1 + na$ を利用すると, d は R と r を用いて (5) となる。したがって, 暗環となる r は (6) と表すことができる。
- (ii) 上からの光を消し, 同じ波長 λ の単色光をガラス板の下から当てて, レンズの上から P の位置を見た場合を考える。このとき, 下から直接透過してきた光と, Q と P で 1 回ずつ反射された光の経路差は d を用いて (7) であり, 2 回の反射による位相のずれは (8) となる。したがって, 上から光を当てて見たときに比べると, 同心円状の縞模様は (9) 。
- (iii) 下からの光を消し, 再びレンズの上から光を当てて, レンズとガラスの間を屈折率 n ($1 < n < n_G$) の液体で満たした。この液体中では光の波長は, 液体がない場合の (10) 倍となる。したがって, m 番目の暗環の半径 r は, 液体がない場合の (11) 倍になる。

解答群

- (1) [1] $-\frac{\pi}{2}$ [2] 0 [3] $\frac{\pi}{2}$ [4] π
- (2) [1] $-\frac{\pi}{2}$ [2] 0 [3] $\frac{\pi}{2}$ [4] π
- (3) [1] d [2] $n_G d$ [3] $2d$ [4] $2n_G d$
- (4) [1] $\frac{\lambda}{m}$ [2] $m\lambda$
 [3] $(m + \frac{1}{2})\lambda$ [4] $m(\lambda + \frac{1}{2})$
- (5) [1] $\frac{r^2}{2R}$ [2] $\frac{r^2}{R}$ [3] $\frac{R^2}{2r}$ [4] $\frac{R^2}{r}$
- (6) [1] $\sqrt{mR\lambda}$ [2] $\sqrt{R\lambda(m + \frac{1}{2})}$
 [3] $\sqrt{\frac{mR\lambda}{2}}$ [4] $\sqrt{\frac{R\lambda}{2}(m + \frac{1}{2})}$
- (7) [1] d [2] $n_G d$ [3] $2d$ [4] $2n_G d$
- (8) [1] 0 [2] $\frac{\pi}{2}$ [3] π [4] $\frac{3\pi}{2}$
- (9) [1] r の位置での明暗が同じままである
 [2] r の位置での明暗が逆転する
 [3] 消えて全体が暗くなる
 [4] 消えて全体が明るくなる
- (10) [1] $\frac{1}{n}$ [2] 1 [3] n [4] n^2
- (11) [1] $\frac{1}{n}$ [2] $\frac{1}{\sqrt{n}}$ [3] \sqrt{n} [4] n

- 〔Ⅲ〕 質量 m 、一辺の長さ $2a$ の均質な立方体の剛体が、粗く水平な床の上に置かれている。図 1 は、剛体の側面に平行で重心を通る断面を表す。点 P は、床からの抗力の作用点である。剛体に重力と垂直抗力のみがはたらく場合、点 P は重力の作用線が剛体の底面 BC と交わる位置にある。床と剛体との静摩擦係数を μ 、重力加速度の大きさを g として、以下の問いに答えよ。ただし、図の点 B を中心に、剛体を反時計まわりに回転させる力のモーメントを正とする。

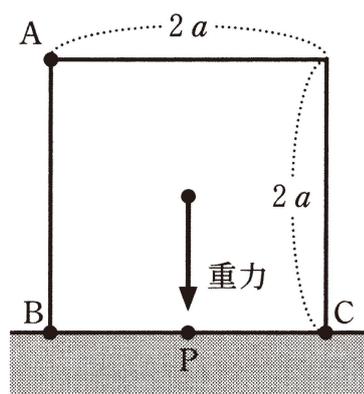


図 1

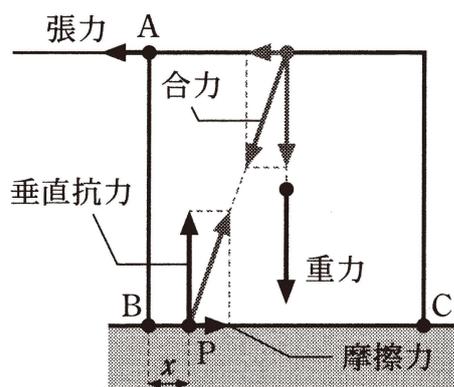


図 2

- (i) 図 2 のように、剛体の点 A に糸をとりつけ、水平方向左向きに大きさ T の張力を加えたところ、剛体は静止したままで、抗力の作用点 P は、剛体にはたらく重力と張力との合力の作用線が、剛体の底面 BC と交わる位置に移動した。このときの点 B から点 P までの距離を x とする。
- (1) 垂直抗力の大きさはいくらか。
 - (2) 点 B のまわりの重力による力のモーメントはいくらか。
 - (3) 点 B のまわりの垂直抗力による力のモーメントはいくらか。
 - (4) 点 B のまわりの摩擦力による力のモーメントはいくらか。
 - (5) 点 B のまわりの張力による力のモーメントはいくらか。 T を含む式で表せ。
 - (6) $T = \frac{1}{3} mg$ のとき剛体は静止したままであった。このときの x は a の何倍か。数値で答えよ。
- (ii) 点 A に加える水平方向左向きの張力を次第に大きくしていくと、張力がある値 T_0 をこえたところで、静止していた剛体が、すべり出すことなく傾きはじめた。
- (7) T_0 はいくらか。
 - (8) μ がある値 μ_0 より大きい場合に、剛体はすべり出すことなく傾きはじめる。 μ_0 はいくらか。数値で答えよ。

③ 化 学

1 次の問1～問3に答えよ。解答はそれぞれの解答群より適するものを1つずつ選び、番号で答えよ。

問1 次の物質(a)～(f)のうち、還元剤としてのみはたらくものの組み合わせはどれか。下の(1)～(9)から選び、番号で答えよ。

(a) H_2O_2 (b) H_2S (c) SO_2
(d) Cl_2 (e) $(\text{COOH})_2$ (f) $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$

(1) aとb (2) aとd (3) aとf
(4) bとc (5) bとd (6) bとe
(7) cとd (8) cとf (9) dとe

問2 気体の性質に関する次の記述(a)～(e)のうち、正しいものの組み合わせはどれか。下の(1)～(8)から選び、番号で答えよ。

- (a) 二酸化炭素を圧縮するとき、そのモル体積が理想気体のモル体積よりも常に大きくなるのは、分子間力の影響である。
- (b) 標準状態(0°C , $1.0 \times 10^5 \text{ Pa}$)において、気体のアンモニアのモル体積は理想気体のモル体積よりも小さい。
- (c) 実在気体と理想気体の違いは、分子間力と分子自身の質量の有無によって生じる。
- (d) 実在気体は、高温・低圧の条件では、理想気体の性質に近づく。
- (e) 理想気体も実在気体も温度を下げると、体積は限りなく0に近づく。

(1) aとb (2) aとc (3) aとd
(4) bとc (5) bとd (6) cとd
(7) cとe (8) dとe

問 3 フェノールに関する次の記述(a)~(e)のうち、誤っているものの組み合わせはどれか。下の(1)~(9)から選び、番号で答えよ。

- (a) 水に少し溶け、わずかに電離して H^+ を生じ、水溶液は弱い酸性を示す。
- (b) ナトリウムと反応して、水素を発生する。
- (c) 無水酢酸を作用させると、アセチルサリチル酸を生じる。
- (d) 塩化鉄(III)水溶液を加えると、紫色に呈色する。
- (e) 水溶液に臭素水を加えると、プロモベンゼンの白色沈澱を生じる。

- | | | |
|---------|---------|---------|
| (1) aとb | (2) aとc | (3) aとd |
| (4) aとe | (5) bとc | (6) bとd |
| (7) bとe | (8) cとd | (9) cとe |

2 次の文を読み、下の問1～問4に答えよ。

太陽系に存在する元素を物質量が大きい順にならべると、水素、**ア**、酸素、炭素、窒素の順となる。**ア**は第**イ**族元素に属し、イオン化エネルギーが全ての元素の中で最も大きい。一方、酸素のイオン化エネルギーは、第2周期元素の平均値に近い。成層圏に多く存在する酸素の同素体であるオゾン^(a)は、太陽からの**ウ**線の大部分を吸収し、地球表層に生息する生物を**ウ**線の有害な作用から保護している。また、炭素の同位体のうち、質量数が**エ**の炭素は、**オ**線を出して壊変する半減期が5730年の**カ**同位体である。植物は光合成によって二酸化炭素を取り込んで固定化するため、木製品など考古学試料の年代測定に利用されている。一方、石油などは地中に埋蔵されており、炭素の**カ**同位体をほとんど含まない。

大気中の二酸化炭素に含まれる**カ**同位体の比率はほぼ一定である。しかし、地球に到達する宇宙線の増減や、化石燃料の使用、1945年以降の核実験^(b)の影響などにより、その比率は変化してきた。

問1 文中の空欄**ア**～**カ**に最も適するものを、次の(11)～(41)から選び、番号で答えよ。

- | | | | |
|-----------|-----------|----------|----------|
| (11) リチウム | (12) セシウム | (13) チタン | (14) 水銀 |
| (15) ホウ素 | (16) タリウム | (17) フッ素 | (18) ヨウ素 |
| (19) ヘリウム | (20) キセノン | (21) 1 | (22) 2 |
| (23) 3 | (24) 4 | (25) 5 | (26) 6 |
| (27) 12 | (28) 13 | (29) 14 | (30) 15 |
| (31) 16 | (32) 17 | (33) 18 | (34) 紫外 |
| (35) エックス | (36) アルファ | (37) ベータ | (38) ガンマ |
| (39) 陰極 | (40) 安定 | (41) 放射性 | |

問 2 第 3 周期, 第 族の元素の単体は, 80 K 以下の低温で面心立方格子の結晶 A となり, その単位格子の 1 辺の長さは 5.26×10^{-8} cm となる。一方, 同じく第 3 周期に属する塩素を含む塩化カリウムでは, 室温でも安定な結晶 B となる。次の問 (i) および (ii) に答えよ。

(i) 結晶 A および B を構成する粒子間にはたらく結合あるいは力はそれぞれ何か。最も適するものを次の (1) ~ (5) から選び, それぞれ番号で答えよ。

- (1) 水素結合 (2) 金属結合 (3) 共有結合
(4) 静電気力 (5) ファンデルワールス力

(ii) 結晶 A において, 近接する原子どうしの中心間距離 (cm) はいくらか。有効数字 2 桁で求めよ。ただし, $\sqrt{2} = 1.41$, $\sqrt{3} = 1.73$ とする。

問 3 下線部 (a) について, 標準状態 (0°C , 1.0×10^5 Pa) で, モル分率 0.20 の酸素分子を含む 44.8 L の空気に 線を照射したところ, オゾンが生成した。反応後の気体の体積は, 反応前と比べて標準状態で 2.8 L 減少していた。反応後の気体に含まれている未反応の酸素の体積 (L) はいくらか。有効数字 2 桁で求めよ。ただし, 線の照射によって起こる反応は, オゾンの生成のみとし, 原子量は $\text{O} = 16.0$ とする。また, 気体のモル体積は 22.4 L/mol とする。

問 4 下線部 (b) について, (あ) 宇宙線の増加と (い) 化石燃料の使用により, 大気中の二酸化炭素に含まれる 同位体の比率は, それぞれどのように変化するか。最も適するものを次の (1) ~ (4) から選び, それぞれ番号で答えよ。

- (1) 増加する (2) 減少する
(3) 増加と減少を繰り返す (4) 変化しない

3 次の文を読み、下の問1～問5に答えよ。

水素 H_2 とヨウ素 I_2 を容器に入れて高温で反応させると、ヨウ化水素 HI が生成する。図1は、この反応の進行に伴うエネルギー変化を示している。

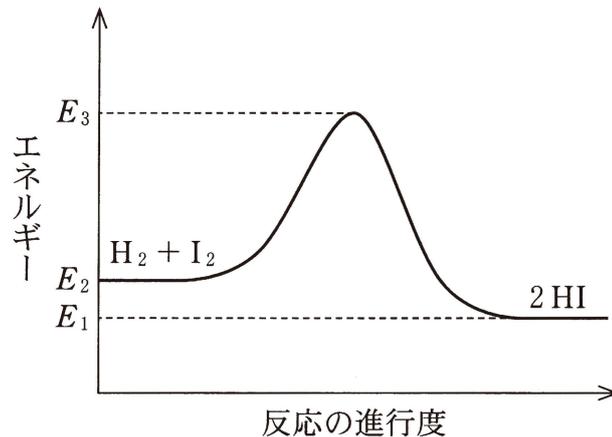


図1

HI が生成する反応の途中で **あ** とよばれるエネルギーの高い状態があり、この状態になるために必要な最小エネルギーは、活性化エネルギーとよばれ、その値は **い** で表される。この反応は可逆反応であり、式①で表される。生成した HI の一部は、逆反応(分解)によって H_2 と I_2 を生じる。この逆反応の活性化エネルギーは、**う** で表される。



この状態で長時間放置すると、見かけ上反応が停止した平衡状態になる。式①の正反応の反応速度を v_1 、逆反応の反応速度を v_2 とすると、 v_1 と v_2 は、それぞれ次のように表される。

$$v_1 = k_1[\text{H}_2][\text{I}_2] \quad (k_1 \text{ は正反応の反応速度定数}) \quad \text{②}$$

$$v_2 = k_2[\text{HI}]^2 \quad (k_2 \text{ は逆反応の反応速度定数}) \quad \text{③}$$

v_1 と v_2 の関係は正反応の進行とともに変化し、反応初期では、**え** であり、平衡状態では **お** となる。そのため、見かけ上の反応速度が0となり、反応が停止しているように見える。

問 1 文中の空欄 **あ** ~ **お** に最も適する語句を、次の(11)~(22)から選び、番号で答えよ。

- | | | |
|------------------|------------------|------------------|
| (11) 遷移状態 | (12) 標準状態 | (13) 励起状態 |
| (14) E_1 | (15) E_2 | (16) E_3 |
| (17) $E_3 - E_2$ | (18) $E_3 - E_1$ | (19) $E_2 - E_1$ |
| (20) $v_1 > v_2$ | (21) $v_1 < v_2$ | (22) $v_1 = v_2$ |

問 2 下線部について、次の問(i)および(ii)に答えよ。

(i) 式①の平衡状態を表す次の記述(ア)~(ウ)のうち、正しいのはどれか。最も適するものを下の(1)~(7)から選び、番号で答えよ。

- (ア) H_2 と I_2 と HI の物質量の比が 1 : 1 : 2 になった状態
(イ) H_2 と I_2 との物質量の和と HI の物質量が等しくなった状態
(ウ) HI の濃度が一定になった状態

- | | | |
|-----------|-----------|-----------|
| (1) アのみ | (2) イのみ | (3) ウのみ |
| (4) アとイのみ | (5) アとウのみ | (6) イとウのみ |
| (7) アとイとウ | | |

(ii) 式①が平衡状態にあるとき、次の(ア)~(ウ)のように条件を変化させることによって平衡が左向きの方に移動するのはどれか。最も適するものを下の(1)~(7)から選び、番号で答えよ。

- (ア) 圧力を一定に保ったまま、温度を高くする。
(イ) 温度を一定に保ったまま、圧力を高くする。
(ウ) 温度と体積を一定に保ったまま、HI を加える。

- | | | |
|-----------|-----------|-----------|
| (1) アのみ | (2) イのみ | (3) ウのみ |
| (4) アとイのみ | (5) アとウのみ | (6) イとウのみ |
| (7) アとイとウ | | |

問 3 式①の反応で、触媒として白金を用いた場合、活性化エネルギーと平衡状態での HI の生成量は、触媒を用いない場合と比べてどのように変化するか。正しい組み合わせを、次の(1)～(6)から選び、番号で答えよ。

	活性化エネルギー	HI の生成量
(1)	大きくなる	増加する
(2)	大きくなる	減少する
(3)	大きくなる	変化しない
(4)	小さくなる	増加する
(5)	小さくなる	減少する
(6)	小さくなる	変化しない

問 4 ある体積の密閉容器に H_2 と I_2 をそれぞれ 1.00 mol/L ずつ入れ、温度を一定に保ったところ HI が生成した。このときの H_2 のモル濃度 (mol/L) と反応時間 (分) との関係を図 2 に示した。下の問 (i)～(iii) に答えよ。

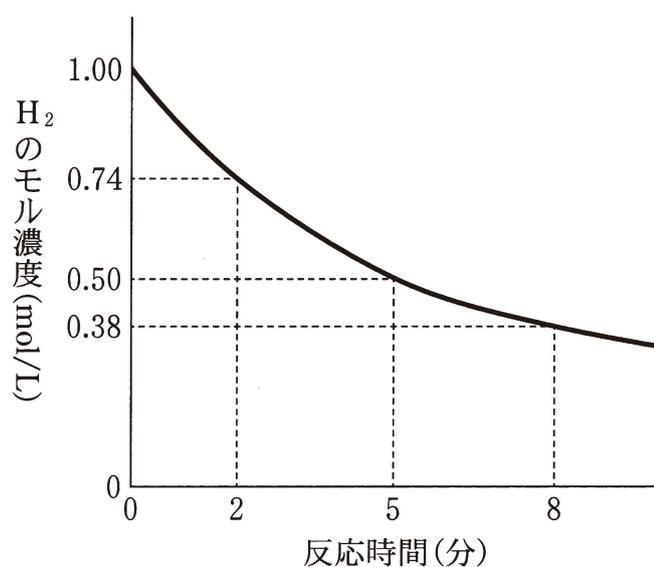


図 2

(i) 反応時間 8 分における HI のモル濃度 (mol/L) はいくらか。小数点以下第 2 位まで答えよ。

(ii) 反応時間 2 ~ 5 分の HI の平均生成速度は、反応時間 5 ~ 8 分の HI の平均生成速度の何倍か。次の (1) ~ (5) から選び、番号で答えよ。

- (1) 0.25 倍 (2) 0.5 倍 (3) 1 倍
(4) 2 倍 (5) 4 倍

(iii) 温度は変えずに密閉容器の体積を半分にすると、HI の生成速度はもとの何倍になるか。次の (1) ~ (5) から選び、番号で答えよ。

- (1) 0.25 倍 (2) 0.5 倍 (3) 1 倍
(4) 2 倍 (5) 4 倍

問 5 ある体積の密閉容器に 1.2 mol の H_2 と 0.90 mol の I_2 を入れ、温度を一定に保つと、1.6 mol の HI が生じて平衡に達した。次の問 (i) および (ii) に答えよ。

(i) この反応における濃度平衡定数はいくらか。有効数字 2 桁で記せ。

(ii) 温度を一定に保ったまま、さらに 0.8 mol の H_2 と 1.1 mol の I_2 を追加した。平衡状態における HI の物質量 (mol) はいくらか。有効数字 2 桁で記せ。

- 4 エステルの性質について述べた次の文章を読み、下の問1～問5に答えよ。ただし、原子量はH = 1.0, C = 12.0, O = 16.0, Na = 23.0とする。

表に示したエステルA, BおよびCの性質を調査するために、次の実験1の後に実験2, 実験3を行った。

実験1 エステルA, B, Cをそれぞれ反応容器に入れ、適当な触媒を用いて加熱すると、対応するアルコールA1, B1, C1およびカルボン酸A2, B2, C2が得られた。

表

エステル	A	B	C
構造式	$\begin{array}{c} \text{CH}_3 \\ \\ \text{CH}_3-\text{C}-\text{C}-\text{O}-\text{CH}_2-\text{CH}_3 \\ \quad \\ \text{CH}_3 \quad \text{O} \end{array}$	$\begin{array}{c} \text{CH}_3 \qquad \qquad \text{CH}_3 \\ \qquad \qquad \qquad \\ \text{CH}_3-\text{CH}-\text{C}-\text{O}-\text{C}-\text{CH}_3 \\ \quad \quad \qquad \quad \\ \quad \quad \text{O} \qquad \quad \text{CH}_3 \end{array}$	$\begin{array}{c} \text{CH}_3 \\ \\ \text{CH}_3-\text{C}-\text{O}-\text{CH}-\text{CH}_3 \\ \qquad \quad \\ \text{O} \end{array}$
生成物	アルコールA1	アルコールB1	アルコールC1
	カルボン酸A2	カルボン酸B2	カルボン酸C2

実験2 アルコールA1, B1, C1をそれぞれ試験管に少量入れ、水酸化ナトリウム水溶液とヨウ素を加えて温めると、いずれかの試験管に特異臭をもつ黄色沈殿が生じた。

実験3 アルコールA1, B1, C1をそれぞれ試験管に少量入れ加温した。銅線をバーナーで加熱し黒変させた後、アルコールA1, B1, C1に触れさせると、いずれかの試験管に刺激臭をもつ化合物が生成した。この化合物をフェーリング液に加えて温めると、赤色沈殿が生じた。

問 1 実験 1 で生成した B 2 に十分な量の水酸化ナトリウム水溶液を作用させると、カルボン酸の塩 15 g が得られた。用いた B 2 の質量 (g) はいくらか。有効数字 2 桁で答えよ。ただし、B 2 の 62 % がカルボン酸の塩に変換されたものとする。

問 2 実験 1 で生成した C 2 に関する次の記述 (1) ~ (5) のうち、誤っているものはどれか。番号で答えよ。

- (1) 純度の高いものは、冬期に凝固する。
- (2) 脱水剤を加えて加熱すると、酸無水物ができる。
- (3) 有機溶媒中では、分子間の水素結合によって二量体を形成している。
- (4) フェーリング液を還元する。
- (5) 工業的にはメタノールに一酸化炭素を付加してつくる。

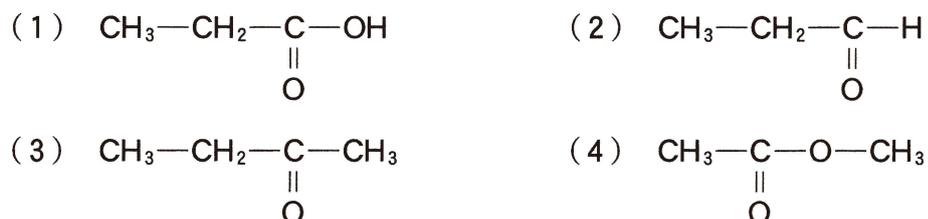
問 3 実験 2 に関する次の問 (i) ~ (iii) に答えよ。

(i) 黄色沈殿が生じる反応の名称をカタカナ 6 文字で記せ。

(ii) 黄色沈殿が生じるのは A 1, B 1, C 1 のどれか。最も適するものを次の (1) ~ (7) から選び、番号で答えよ。

- | | | |
|------------------|---------------------|------------|
| (1) A 1 のみ | (2) B 1 のみ | (3) C 1 のみ |
| (4) A 1 と B 1 のみ | (5) B 1 と C 1 のみ | |
| (6) A 1 と C 1 のみ | (7) A 1 と B 1 と C 1 | |

(iii) 同様な操作を行った場合、黄色沈殿が生じるのはどれか。次の (1) ~ (4) から選び、番号で答えよ。



問 4 実験 3 に関する次の問(i)および(ii)に答えよ。

(i) 赤色沈殿の化学式はどれか。次の(1)~(6)から選び、番号で答えよ。

- (1) Ag (2) Ag₂O (3) Ag₂S
(4) CuS (5) Cu₂O (6) CuO

(ii) 赤色沈殿を生じるのは A1, B1, C1 のどれか。最も適するものを次の(1)~(7)から選び、番号で答えよ。

- (1) A1のみ (2) B1のみ (3) C1のみ
(4) A1とB1のみ (5) B1とC1のみ
(6) A1とC1のみ (7) A1とB1とC1

問 5 次の文を読み、下の問(i)および(ii)に答えよ。

文 アルコール A1, B1, C1 のいずれかとカルボン酸 A2, B2, C2 のいずれかを用いて、分子式 C₆H₁₂O₂ のエステル D と E をそれぞれ合成した。D および E を用いて、実験 1 の後に実験 2 を行ったところ、D からは黄色沈殿は生成せず、E からは黄色沈殿が生じた。

(i) この反応でエステルとともに生成する物質はどれか。次の(1)~(3)から選び、番号で答えよ。

- (1) 水素 (2) 水 (3) 二酸化炭素

(ii) 生成した D および E の構造式を解答欄の例にならってそれぞれ記せ。

④ 生 物

〔 I 〕 遺伝情報に関する次の文章を読み、問 1 ～ 問 10 に答えよ。

すべての生物において遺伝情報は DNA の塩基配列として存在する。DNA の塩基配列が RNA に転写され、その塩基配列がタンパク質へ翻訳されることを、遺伝子の発現という。したがって、DNA の塩基配列はタンパク質合成のための設計図といえる。

遺伝情報の変化には、DNA の塩基配列に変化が生じるものと、染色体の数や構造に変化が生じるものがある。DNA の塩基配列の変化では、たった 1 つの塩基の変化が、合成されるタンパク質のアミノ酸配列に影響を及ぼし、結果としてタンパク質の機能を変化させることがある。ヒトの鎌状赤血球貧血症では、赤血球の血色素である ヘモグロビンの遺伝子の塩基の 1 つが置換されることにより、三日月形に変形した赤血球がみられる。この 変形した赤血球は正常な赤血球よりも壊れやすいため、鎌状赤血球貧血症では重い貧血症となる。

日本を含む東アジアの地域に住むヒトの集団は、欧米の地域に住むヒトの集団に比べると、お酒に弱い体質をもつヒトの割合が多い。その理由は、肝臓でお酒の中のアルコールが代謝されて生じる強毒性の物質 P を無毒化する酵素 Q のはたらきの違いによるものであり、東アジアでは酵素 Q のはたらきが遺伝的に弱いヒトが多いためである。

酵素 Q のはたらきに強く関連する対立遺伝子 R と r の違いにより、物質 P に対する解毒能力がどのように変化するかを評価するために、以下の【実験】を行った。

【実験】

遺伝子型が RR または Rr の 20 才以上の日本人 5 人ずつを被験者とした。各被験者に 1 日あたりの飲酒量を指定して、2 日間飲酒させた。3 日目の朝、採血を行い、血液中(以後、血中)の物質 P の濃度(以後、P 濃度)を測定した。図 1 は、酵素 Q の遺伝子型が RR の被験者の、1 日あたりの飲酒量と血中における P 濃度との関係を示している。

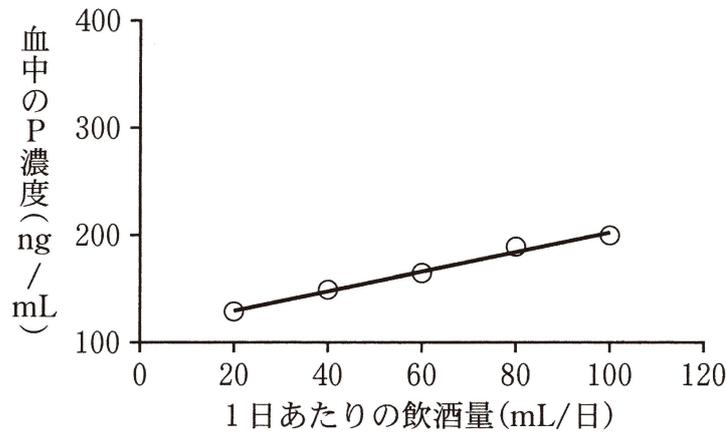


図 1

- 問 1 下線部(a)について、遺伝情報がDNA, RNA, タンパク質の順に一方方向的に伝達される流れのことを何と呼ぶか。
- 問 2 下線部(a)について、真核生物では、DNA の遺伝情報が写し取られたばかりのRNA は mRNA 前駆体である。この前駆体から一部の塩基配列が取り除かれ、残りの配列が次々とつながるという過程により、成熟した mRNA が完成する。このとき、取り除かれる塩基配列を何と呼ぶか。解答欄 I に答えよ。また、この過程を何と呼ぶか。解答欄 II に答えよ。
- 問 3 下線部(b)のような遺伝情報の変化を特に何と呼ぶか。
- 問 4 下線部(c)について、DNA の塩基配列から1つのヌクレオチドが欠失、あるいは塩基配列に1つのヌクレオチドが挿入されることでコドンの読み枠がずれることを何と呼ぶか。
- 問 5 下線部(c)について、ある一定範囲の塩基配列のうちの1塩基が個体間で異なっている状態を何と呼ぶか。

問 6 下線部(d)に関連して、正常なヒトと鎌状赤血球貧血症のヒトでヘモグロビン遺伝子の塩基配列を比較したところ、正常なヒトでは...TGAGGACTCCCTC...であった配列が、鎌状赤血球貧血症のヒトでは...TGAGGACACCTC...という配列だった。次に、これらの塩基配列の違いによってもたらされるアミノ酸配列の変化を調べたところ、正常なヒトではTで示す塩基を含むトリプレットに基づき、グルタミン酸が指定されることがわかった。このとき、鎌状赤血球貧血症のヒトでのAで示す塩基を含むトリプレットが指定するアミノ酸は何か。表1の遺伝暗号表を参考にして答えよ。

表 1

		2 番目の塩基									
		U		C		A		G			
1 番目の塩基	U	UUU	フェニルアラニン	UCU	セリン	UAU	チロシン	UGU	システイン	U	
		UUC		UCC		UAC		UGC		C	
		UUA	ロイシン	UCA		UAA	該当なし	UGA	該当なし	A	
		UUG		UCG		UAG	該当なし	UGG	トリプトファン	G	
	C	CUU	ロイシン	CCU	プロリン	CAU	ヒスチジン	CGU	アルギニン	U	
		CUC		CCC		CAC		CGC		C	
		CUA		CCA		CAA	グルタミン	CGA		A	
		CUG		CCG		CAG		CGG		G	
	A	AUU	イソロイシン	ACU	トレオニン	AAU	アスパラギン	AGU	セリン	U	
		AUC		ACC		AAC		AGC		C	
		AUA		ACA		AAA	リシン	AGA	アルギニン	A	
		AUG	メチオニン	ACG		AAG		AGG		G	
	G	GUU	バリン	GCU	アラニン	GAU	アスパラギン酸	GGU	グリシン	U	
		GUC		GCC		GAC		GGC		C	
		GUA		GCA		GAA	グルタミン酸	GGA		A	
		GUG		GCG		GAG		GGG		G	

問 7 下線部(e)に関連して、ヘモグロビンの対立遺伝子が、正常な遺伝子と鎌状赤血球貧血症の原因となる遺伝子のヘテロ接合となったヒトでは、軽い貧血症が起こることが知られている。これらの対立遺伝子がともにヘテロ接合である男性と女性との間に生まれた子どもが、貧血症を持たない健常児である確率はいくらか。数字で答えよ。ただし、この遺伝子は常染色体上に存在し、組換えは起こらないものとする。

問 8 下線部(f)に関連して、対立遺伝子 R と r について、東アジア地域と欧米地域のそれぞれに住んでいるヒトの集団を対象として遺伝子頻度を解析したところ、東アジア地域では $R : 0.782$, $r : 0.218$ であり、欧米地域では $R : 0.999$, $r : 0.001$ であることがわかった。ハーディー・ワインベルグの法則に従うとして、東アジア地域に住んでいるヒトの集団における Rr 遺伝子型の割合を、四捨五入により 小数点以下第 2 位まで 求めよ。

問 9 下線部(f)に関連して、酵素 Q のはたらきを阻害する物質として薬物 U と V が存在する。薬物 U は Q の酵素反応を競争的に阻害する。一方、薬物 V は Q の酵素反応を非競争的に阻害する。図 2 は酵素の反応速度と基質濃度の関係を表している。薬物 U および V の存在下において、基質濃度と酵素 Q の反応速度の関係性を正しく表したものを図 2 の (1) ~ (4) からそれぞれ 1 つずつ選び、薬物 U は解答欄 I に、薬物 V は解答欄 II に番号で答えよ。ただし、薬物 V は酵素 Q のアロステリック部位に結合して、酵素の立体構造を変化させるが、酵素活性は変化させないとする。

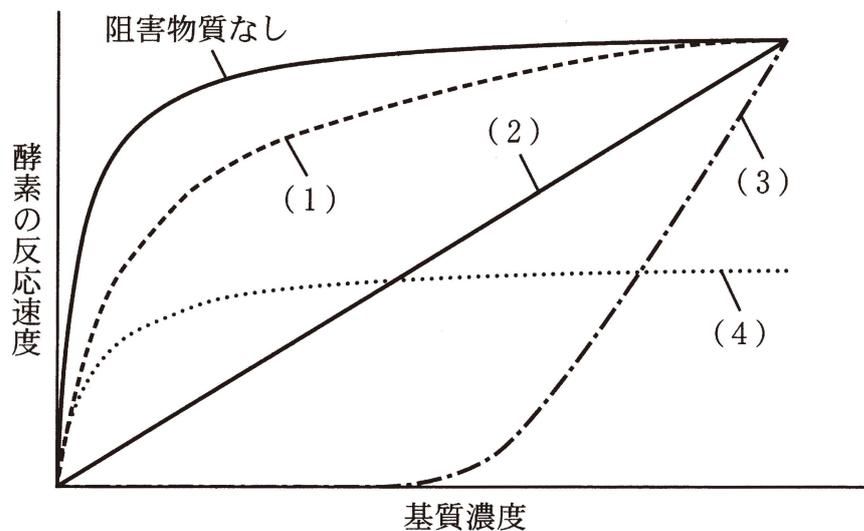
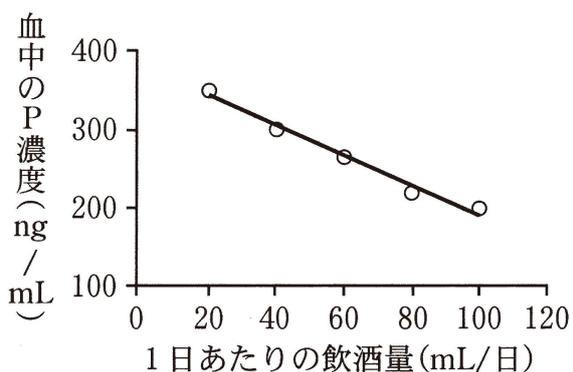


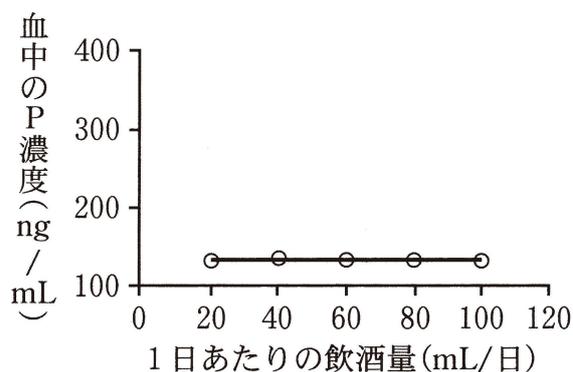
図 2

問10 【実験】の結果を参考にして、遺伝子型 Rr のヒトにおいて、飲酒量と血中の P 濃度の関係を示す適切なグラフを、次の(1)~(4)から1つ選び、番号で答えよ。ただし、お酒を飲んだ後に物質 P が作られる効率は、すべての被験者で同一とする。

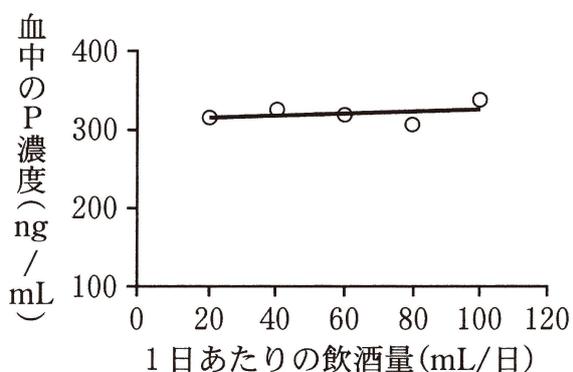
(1)



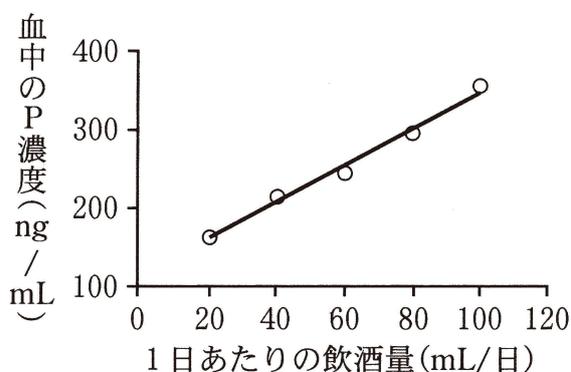
(2)



(3)



(4)



〔Ⅱ〕 光合成に関する次の文章を読み、問1～問10に答えよ。

緑色植物は、葉緑体において光エネルギーを利用して、二酸化炭素と水から有機物を合成している。この合成に関わる反応系は、光合成と呼ばれる。

光合成では、まず葉緑体のチラコイド膜にある光合成色素が光を吸収して活性化される。次に、活性化された色素のエネルギーを利用して、ATPと(イ)が生成される。それらを用いて、チラコイドと内膜の間の(ロ)に存在する反応系であるカルビン・ベンソン回路(カルビン回路)によって二酸化炭素が固定され、有機物が合成される。

光合成速度は、光の強さ・温度・二酸化炭素濃度によって影響を受ける。図1は、ある緑色植物の葉について、光の強さと単位時間あたりに吸収あるいは放出される二酸化炭素量との関係を表したものである。ただし、計測は温度が30℃、二酸化炭素濃度が0.03%の条件で行い、他の栄養条件は満たされているものとする。

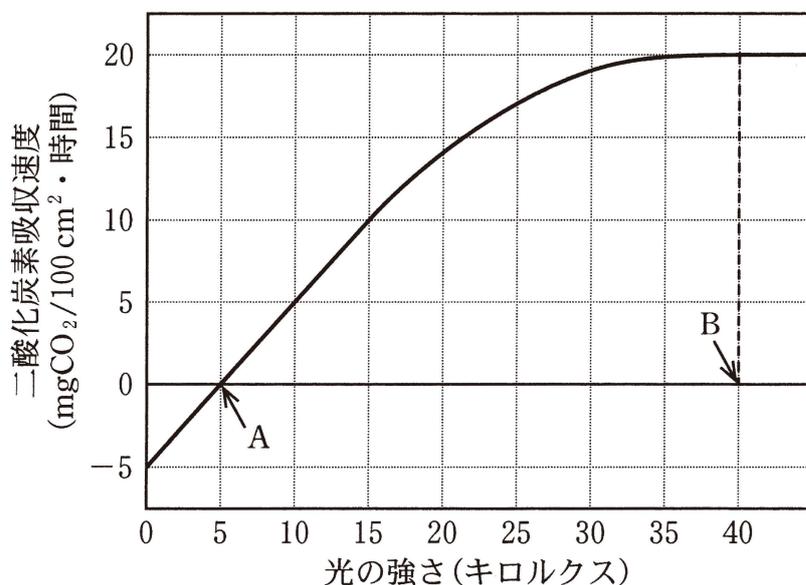


図1

問1 文中の(イ)と(ロ)に適切な語句を記入せよ。

問 2 下線部(a)に関する記述として誤っているものを、次の(1)～(4)から1つ選び、番号で答えよ。

- (1) 二重の膜をもつ。
- (2) 独自の DNA をもつ。
- (3) ※窒素同化を行う。
- (4) 葉肉細胞や孔辺細胞に存在する。

問 3 下線部(b)を行う原核生物を、次の(1)～(5)からすべて選び、番号で答えよ。

- (1) ゾウリムシ
- (2) ミドリムシ
- (3) シアノバクテリア
- (4) 根粒菌
- (5) 紅色硫黄細菌

問 4 下線部(b)で発生する酸素が、水に由来し、二酸化炭素には由来しないことの発見に大きく貢献した人物の名前を、次の(1)～(4)から1つ選び、番号で答えよ。

- (1) ヒル
- (2) ニーレンバーグ
- (3) ルーベン
- (4) エンゲルマン

問 5 下線部(c)に含まれるカロテノイドと呼ばれる光合成色素が吸収する波長の光として適切でないものを、次の(1)～(4)から1つ選び、番号で答えよ。

- (1) 紫色光
- (2) 青色光
- (3) 緑色光
- (4) 赤色光

問 6 下線部(d)に関連して、明所に置かれた植物のカルビン・ベンソン回路では、 C_5 化合物であるリブローズビスリン酸(RuBP)と C_3 化合物であるホスホグリセリン酸(PGA)の量は、ほぼ一定に推移する。植物を明所から暗所に移したとき、RuBPとPGAの量は、暗所に置く前と比べてどのようになるか、次の(1)~(5)から1つ選び、番号で答えよ。

- (1) RuBP, PGAともに変わらない。
- (2) RuBP, PGAともに増加する。
- (3) RuBP, PGAともに減少する。
- (4) RuBPは増加し, PGAは減少する。
- (5) RuBPは減少し, PGAは増加する。

問 7 図1のAおよびBの光の強さを、それぞれ何と呼ぶか。Aについては解答欄Aに、Bについては解答欄Bにそれぞれ答えよ。

問 8 図1を陰生植物の二酸化炭素吸収速度を示したものとすると、陽生植物の二酸化炭素吸収速度のグラフでは、AおよびBの位置は図1と比べてどのようになると考えられるか。次の(1)~(5)から適切なものを1つ選び、番号で答えよ。ただし、図1と同じ条件とする。

- (1) A, Bともに変わらない。
- (2) A, Bともに左に移動する。
- (3) A, Bともに右に移動する。
- (4) Aは左, Bは右に移動する。
- (5) Aは右, Bは左に移動する。

問 9 図 1 の測定条件下で、植物の葉 100 cm^2 に 15 キロルクスの光を 1 時間照射したとき、光合成によって合成されるグルコース ($\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$) の量(真の光合成量)は何 mg か。原子量は $\text{H} = 1$, $\text{C} = 12$, $\text{O} = 16$ とし、四捨五入により小数点以下第 1 位まで求めよ。なお、光合成で取り込まれた二酸化炭素は、すべてグルコースの合成に利用されたものとする。

問10 図 2 は、図 1 と同じ緑色植物の葉の呼吸量と温度との関係を表したものである。図 1 と同じ測定条件下で、植物の葉 100 cm^2 に 40 キロルクスの光を照射しグルコース ($\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$) を合成させた。合成されたグルコースは、 15°C で 24 時間暗所に置くことで呼吸によって全て消費された。この場合の光の照射時間は何時間か。原子量は $\text{H} = 1$, $\text{C} = 12$, $\text{O} = 16$ とし、四捨五入により小数点以下第 1 位まで求めよ。なお、光合成で取り込まれた二酸化炭素はすべてグルコースの合成に利用され、呼吸基質にはグルコースだけが利用されたものとする。

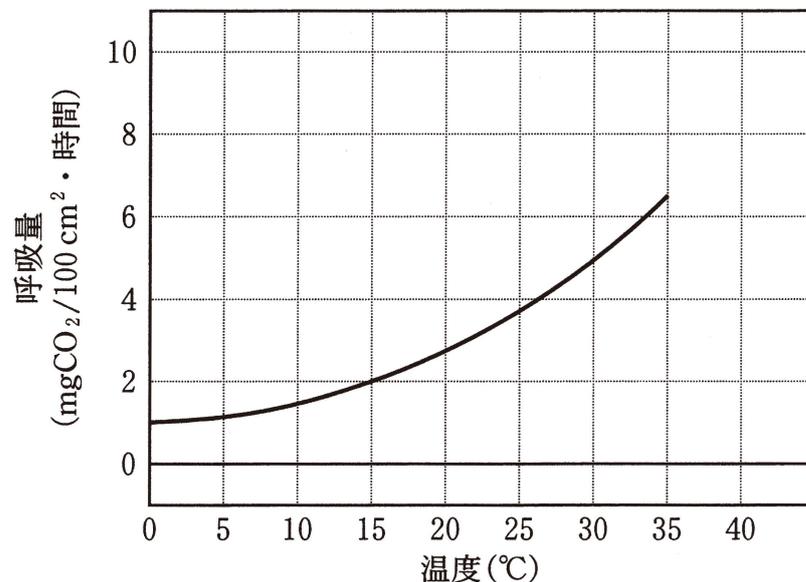


図 2

〔Ⅲ〕 動物の環境応答に関する次の文章を読み、問1～問11に答えよ。

ヒトの神経系は脳と脊髄からなる中枢神経系と、それ以外の末梢神経系の2つの神経系で構成される。外界からの刺激は情報としてさまざまな神経を介し、決まった経路で伝えられる。光や音などの刺激は、眼や耳などの器官で受け取られ、^(a) 中枢神経系に伝わる。そして、受け取った刺激に対して、^(b) 筋肉や分泌腺などの器官に反応が起こる。外界からの刺激を受け取る器官には、刺激を鋭敏に感じ取る感覚細胞があり、感覚細胞ごとに受け取ることのできる刺激の種類が決まっている。^(c)例えば、眼に入ってきた光は眼の網膜にある視細胞で受け取られ、この情報は網膜中の連絡神経細胞を通り、視神経に伝えられ、^(d) 大脳皮質で視覚が生じる。

動物は周囲からのさまざまな刺激を受け取り、それに応じた行動をとる。動物の行動には、遺伝的なプログラムで決まる定型的な行動と、^(e) 経験をもとに、^(f) 情報に応じて変化する行動がある。動物の記憶に関する行動を調べるため、ネズミを用いて、以下の水迷路の【実験】を行った。

【実験】

四方を壁に囲まれた実験室内で、円形の大型水槽の中に直径10 cmの透明なアクリル板の足場を設置した。水槽内に水を注ぎ、水面から足場が隠れるように足場の上部1 cmの位置まで水を満たした。この水槽の縁にあるスタート位置からネズミを泳がせ、天井部のカメラで遊泳の様子を記録した(図1-1)。最初の試行で、ネズミは水槽から逃げだそうとして水槽内を泳ぎ回り、足場に到着するまでに時間を要した(図1-2)。この試行を1日3回、5日間行うと、^(g) ネズミは徐々に短時間で足場に到着するようになった。次に、短時間で足場に到着するよ^(h) うになったネズミを用いて、水槽内から足場を取り除き、スタート地点から泳がせ、遊泳の様子を記録した。

図1-1は実験室内の水槽の位置を、図1-2は訓練開始時における水槽内のネズミの遊泳軌跡を示す。

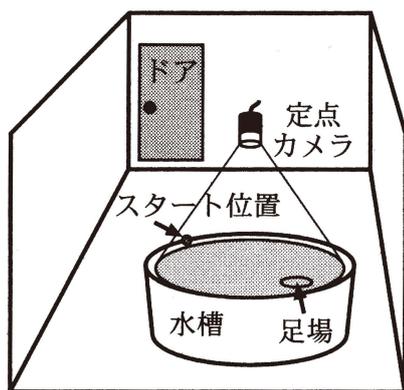


図1-1

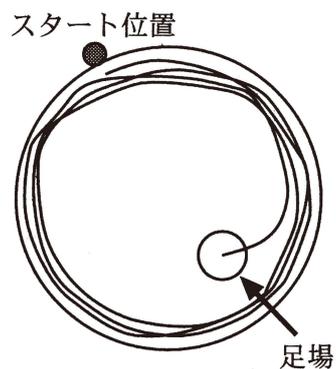


図1-2

問 1 下線部(a)に関連して、外界からの刺激を受け取る器官を何と呼ぶか。

問 2 下線部(b)に関連して、筋肉や分泌腺などの器官を何と呼ぶか。解答欄 I に答えよ。また、中枢から筋肉に情報を伝える神経を何と呼ぶか。解答欄 II に答えよ。

問 3 下線部(c)のように、器官ごとに受け取ることのできる特定の刺激を何と呼ぶか。

問 4 下線部(d)に関連して、ヒトの視覚野はどこか。ヒトの脳の左半球の表面を示す図2のイ~ニから最も適当なものを選び、記号で答えよ。

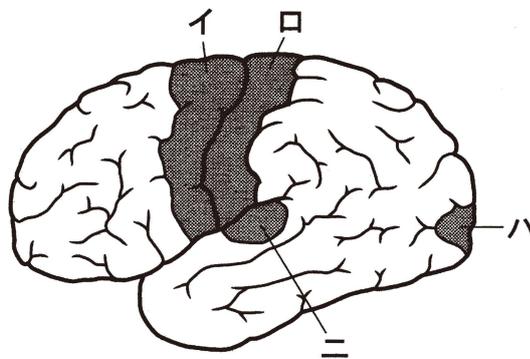


図 2

問 5 下線部(e)のような行動を何と呼ぶか。

問 6 下線部(f)のような行動を何と呼ぶか。

問 7 下線部(g)のような、行動の変化をもたらす学習のしかたを何と呼ぶか。

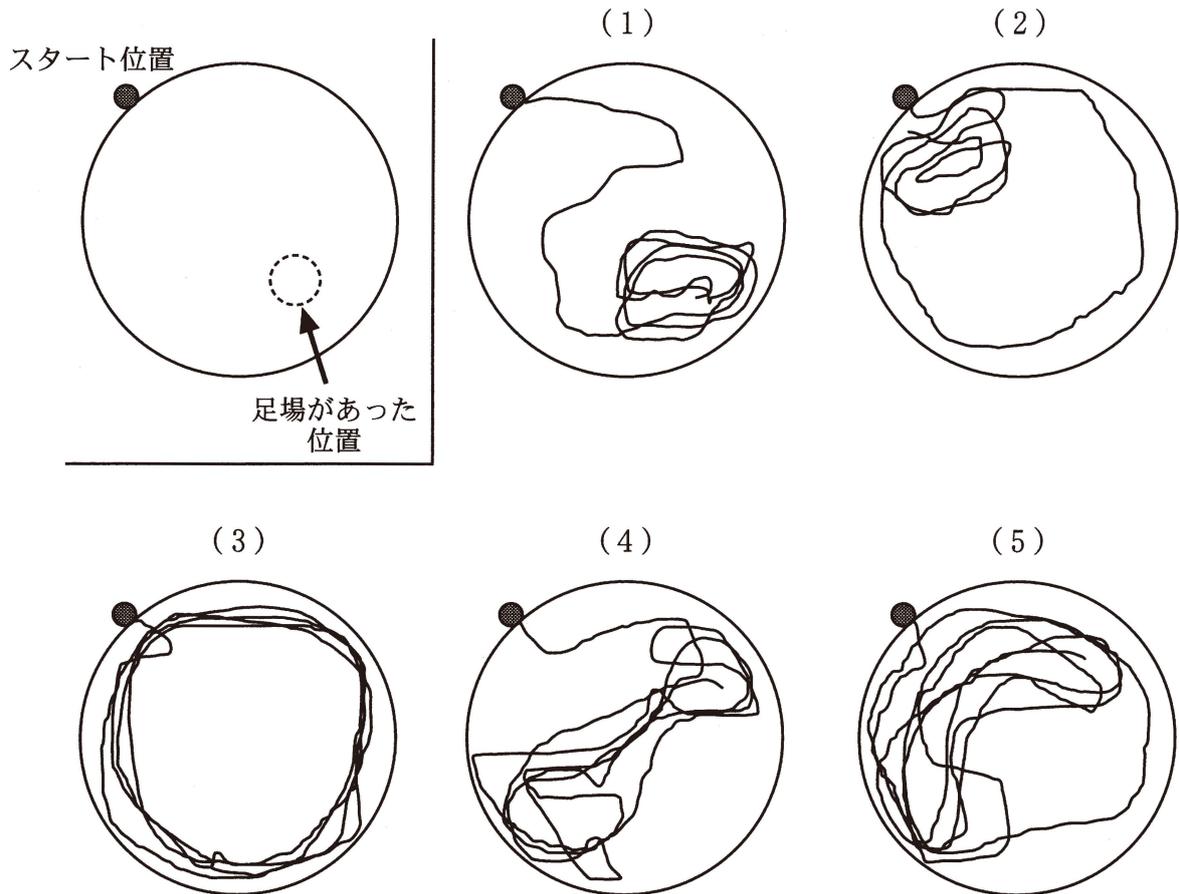
問 8 下線部(g)のような行動の変化の効率を上げるために、行うべき工夫とは何か。最も適当なものを次の(1)～(4)から選び、番号で答えよ。

- (1) 足場に到着するたびにブザーを鳴らした。
- (2) 実験に用いるネズミは前日から餌を与えずに空腹状態にした。
- (3) ネズミは夜行性なので、実験室を消灯して暗い中で実験を行った。
- (4) 水槽内から見える実験室の四方の壁に別々の目印を設置した。

問 9 下線部(g)のような行動形成は下記のどれと同じ機序か。最も適当なものを次の(1)～(4)から選び、番号で答えよ。

- (1) トゲウオの雄は雌の腹のふくらみを見ると求愛ダンスをする。
- (2) ガチョウのヒナは、ふ化後 20 時間以内に身近に動くものに追従行動をとり、それが何であっても後について歩くようになる。
- (3) カイコガの雄は雌が近くにいると、はねを激しく羽ばたかせ、からだを左右に蛇行させながら雌に接近する。
- (4) 輪くぐりに成功するたびにエサの魚を与えられたイルカは、確実に輪くぐりができるようになる。

問10 下線部(h)の実験条件では、ネズミはどのような遊泳をしたと考えられるか。最も適当な遊泳軌跡を表すものを、次の(1)～(5)から選び、番号で答えよ。



問11 アルツハイマー型認知症患者の脳内ではアミロイド β というタンパク質が蓄積し、これがニューロンを死滅させることにより思考能力の低下や記憶障害が起こると考えられている。【実験】で、学習したネズミの脳内のある部位に記憶障害が生じる程度までアミロイド β を注入し、しばらく時間が経つと足場への到着に時間を要するようになった。ある部位として、最も適切なものを、次の(1)～(4)から選び、番号で答えよ。ただし、アミロイド β の注入により、運動機能には影響はないものとする。

- (1) 視床下部 (2) 脳 幹 (3) 海 馬 (4) 小 脳

〔IV〕 炭素の循環に関する次の文章を読み、問1～問10に答えよ。

生態系の中を、炭素は循環している。藻類^(a)や植物などの生産者は、二酸化炭素から有機物^(b)を合成する。消費者^(c)は、この生産者が合成した有機物を直接的、あるいは間接的に摂取することで炭素を取り込む。消費者には、生産者を直接食べる一次消費者^(d)や、一次消費者を捕食する二次消費者が存在する。このように、生物は生産者を第一段階とした食物連鎖^(e)でつながっており、各段階は栄養段階^(f)と呼ばれている。また、生産者や消費者の枯死体や遺骸、排出物^(g)などに含まれる有機物は、分解者によって分解されて無機物となり、無機的環境^(h)に戻される。一方、生産者によって二酸化炭素⁽ⁱ⁾として取り込まれた炭素は光合成によって有機物となった後に、生産者自身に加えて、消費者や分解者の呼吸^(j)によって再び二酸化炭素として環境中に放出される。

問1 下線部(a)に関連して、陸上植物と同じ種類のクロロフィルをすべて有する藻類はどれか。次の(1)～(4)からすべて選び、番号で答えよ。

- | | |
|---------|------------|
| (1) 紅藻類 | (2) 褐藻類 |
| (3) 緑藻類 | (4) シンジクモ類 |

問2 下線部(b)に関連して、生物の主な有機物であるタンパク質、炭水化物、脂質、核酸のすべてに共通して含まれる構成元素を、次の(1)～(5)からすべて選び、番号で答えよ。

- | | | |
|--------|--------|--------|
| (1) 酸素 | (2) 水素 | (3) 亜鉛 |
| (4) 硫黄 | (5) リン | |

問3 下線部(c)に関連して、消費者が呼吸基質として脂肪酸を分解する際、ミトコンドリアのマトリックスで脂肪酸と補酵素A (CoA)からアセチル CoAを合成する。この過程を何と呼ぶか。

問 4 下線部(d)に関連して、ある種の化合物が生態系に存在すると、一次消費者からより高次の消費者になるにつれて、生物濃縮を起こすことがある。生物濃縮されやすい物質の特徴として適切なものを、次の(1)～(5)からすべて選び、番号で答えよ。

- (1) 生物の体内で分解されにくい。
- (2) 生物の体内に蓄積されやすい。
- (3) 生物の体内から排出されやすい。
- (4) 生物の周囲の環境に大量に存在する。
- (5) 生物の周囲の環境で分解されやすい。

問 5 下線部(e)に関連して、1つの生態系の食物連鎖の上位に存在する生物で、他の生物の生存に大きな影響を与える種を何と呼ぶか。

問 6 下線部(f)に関連して、各栄養段階における生産者の現存量や純生産量に関する記述として正しいものを、次の(1)～(4)から1つ選び、番号で答えよ。

- (1) 海洋は面積が大きく、陸地よりも現存量が大きい。
- (2) 森林の現存量は草原の現存量よりも小さい。
- (3) 緯度が高くなるほど、森林の純生産量は小さくなる。
- (4) 森林の遷移が進むにつれ、純生産量は大きくなる。

問 7 下線部(g)に関連して、化石燃料のうち、石炭はある生物に由来する。その生物は、ホイッタカーが示した五界説の分類のうち、どの界に属するか。

問 8 下線部(h)に関連して、カンブリア紀に繁栄した藻類が多量の気体を放出した結果、成層圏に形成された層を何と呼ぶか。

問 9 下線部(i)に関連して、二酸化炭素は温室効果ガスとしての役割をもち、その放出は地球温暖化を導き、生物にさまざまな影響を与えていると考えられている。我が国において、地球温暖化によって、分布域が拡大した生物として、最も適切なものを、次の(1)～(4)から選び、番号で答えよ。

- | | |
|-------------|--------------|
| (1) ニホンウナギ | (2) オオクチバス |
| (3) ヒトスジシマカ | (4) アメリカザリガニ |

問10 下線部(j)に関連して、呼吸商から呼吸基質の推定が可能である。そこで、2種類の発芽種子AとBの呼吸商を測定した。図1に示すように、水酸化カリウム(KOH)溶液を注いだビーカーの入ったフラスコ1と水を注いだビーカーの入ったフラスコ2を用意した。そして、同量の発芽種子AとBのいずれかをフラスコに入れた。これらのフラスコは光を遮断した25℃の恒温槽に入れ、ピンチコックを閉じ、目盛りつきガラス管に入れた少量の赤インクの位置の移動を測定した。矢印は、赤インクの移動範囲を示す。表1は、一定時間後の赤インクの移動距離を示したものである。この測定結果より、発芽種子AとBのうち、呼吸商が高かった発芽種子はどちらか。解答欄Iに答えよ。また、解答欄Iに示した発芽種子は、呼吸商の低い発芽種子より呼吸商が何倍高かったか。四捨五入により小数点以下第1位まで求め、解答欄IIに答えよ。なお、フラスコから出ているガラス管の断面積はすべて同じとする。また、発芽時の種子は呼吸が活発であり、酸素の吸収量や二酸化炭素の放出量が多くなるため、呼吸商を容易に測定することができることが知られている。

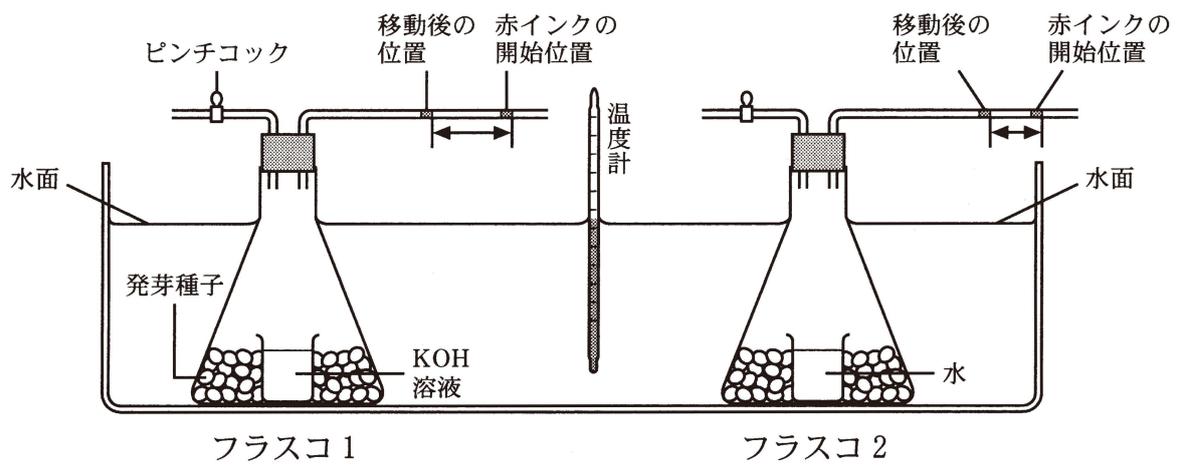


図1

表1

発芽種子の種類	赤インクの移動距離	
	フラスコ1	フラスコ2
A	90 mm	3.6 mm
B	124 mm	24.8 mm