

平成20年度（2008年度）日本留学試験

理 科

（ 8 0 分）

【物理・化学・生物】

※ 3科目の中から、2科目を選んで解答してください。

※ 1科目を解答用紙の表面に解答し、もう1科目を裏面に解答してください。

I 試験全体に関する注意

1. 係員の許可なしに、部屋の外に出ることはできません。
2. この問題冊子を持ち帰ることはできません。

II 問題冊子に関する注意

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でください。
2. 試験開始の合図があったら、下の欄に、受験番号と名前を、受験票と同じように記入してください。
3. 各科目の問題は、以下のページにあります。

科目	ページ
物理	1 ～ 19
化学	21 ～ 28
生物	29 ～ 42

4. 足りないページがあったら手をあげて知らせてください。
5. 問題冊子には、メモや計算などを書いてもいいです。

III 解答用紙に関する注意

1. 解答は、解答用紙に鉛筆（HB）で記入してください。
2. 各問題には、その解答を記入する行の番号 **1**、**2**、**3**…がついています。解答は、解答用紙（マークシート）の対応する解答欄にマークしてください。
3. 解答用紙に書いてある注意事項も必ず読んでください。

※ 試験開始の合図があったら、必ず受験番号と名前を記入してください。

受 験 番 号			*					*					
名 前													

物理

「解答科目」記入方法

解答科目には「物理」、「化学」、「生物」がありますので、この中から2科目を選んで解答してください。選んだ2科目のうち、1科目を解答用紙の表面に解答し、もう1科目を裏面に解答してください。

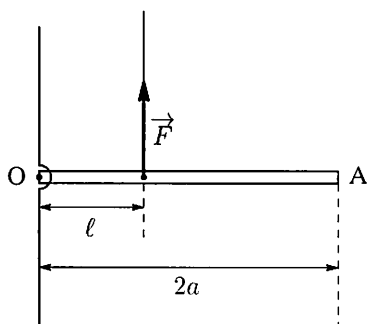
「物理」を解答する場合は、右のように、解答用紙の左上にある「解答科目」の「物理」を○で囲み、その下のマーク欄をマークしてください。科目が正しくマークされていないと、採点されません。

＜解答用紙記入例＞

解答科目 Subject		
物 理 Physics	化 学 Chemistry	生 物 Biology
●	○	○

- I** 2～7ページの問い A（問1）、B（問2）、C（問3）、D（問4）、E（問5、6）、F（問7）に答えなさい。ただし、重力加速度（acceleration due to gravity）の大きさを g とし、空気の抵抗は無視できるものとする。

- A** 次の図のように、長さ $2a$ で質量 M の一様な棒 OA が、一端 O を支点 (fulcrum) に鉛直 (vertical) 面内で回転できるようになっている。 O から ℓ ($\ell < a$ とする) の位置にひもを取り付け、力 \vec{F} で鉛直上向き (vertically upward) に引っ張り、棒を水平に保つようにした。



- 問1 このとき、 \vec{F} の大きさ、および O にはたらく力 \vec{f} の大きさを正しく表している組み合わせを、次の①～④の中から一つ選びなさい。

1

	\vec{F} の大きさ	\vec{f} の大きさ
①	$\frac{\ell}{a}Mg$	$\frac{a-\ell}{\ell}Mg$
②	$\frac{\ell}{a}Mg$	$\frac{a-\ell}{a}Mg$
③	$\frac{a}{\ell}Mg$	$\frac{a-\ell}{\ell}Mg$
④	$\frac{a}{\ell}Mg$	$\frac{a-\ell}{a}Mg$

B ばね定数 k 、自然長 ℓ のばねが 3 本ある。それぞれのばねの下端には、図 1 のように質量 m のおもり (weight) がついている。ばねの質量とおもりの大きさは無視できるものとする。

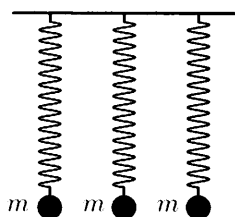


図 1

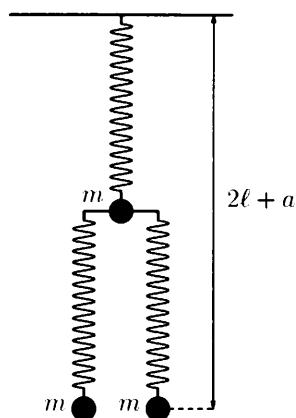


図 2

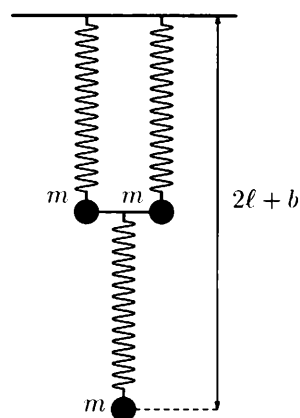


図 3

問 2 図 2 のように、天井から 1 本を下げ、質量の無視できる棒を使って、その下に 2 本を並列に下げたところ、天井から下端までの距離は $2\ell + a$ であった。また、図 3 のように、天井から 2 本を並列に下げ、その下に 1 本を下げたところ、天井から下端までの距離は $2\ell + b$ であった。 $a:b$ はいくらか。正しいものを、次の①～⑦の中から一つ選びなさい。

2

① 5:8

② 3:4

③ 5:6

④ 1:1

⑤ 6:5

⑥ 4:3

⑦ 8:5

- C** 初速 0 の状態から一定の推進力 F で、鉛直上方 (vertically upward) に質量 m のロケットを地上から打ち上げた。

問3 打ち上げてから時間 t_0 後に推進力を停止した。その後、ロケットが達する最高点の地上からの高さはいくらか。最も適当なものを、次の①～⑥の中から一つ選びなさい。ただし、 m の変化と高さによる g の変化は無視できるものとする。 3

① $\frac{(F - mg)t_0^2}{m}$

② $\frac{(F - mg)t_0^2}{2m}$

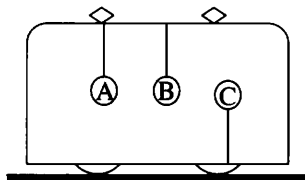
③ $\frac{(F - mg)^2 t_0^2}{m^2 g}$

④ $\frac{(F - mg)^2 t_0^2}{2m^2 g}$

⑤ $\frac{F(F - mg)t_0^2}{m^2 g}$

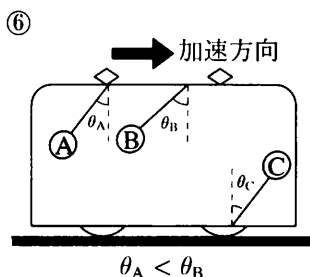
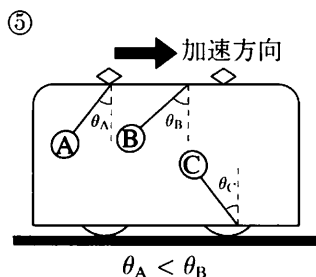
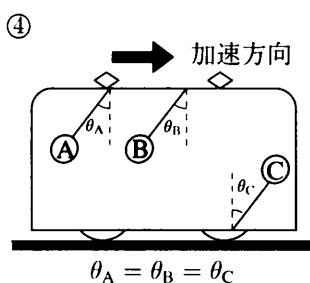
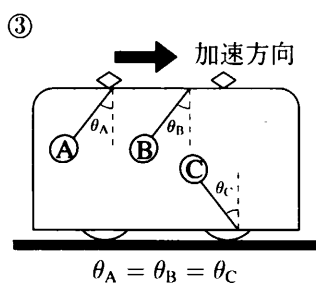
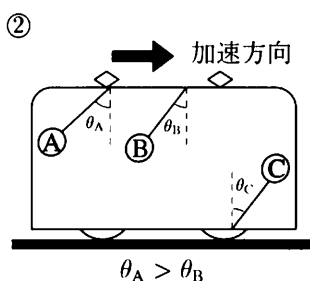
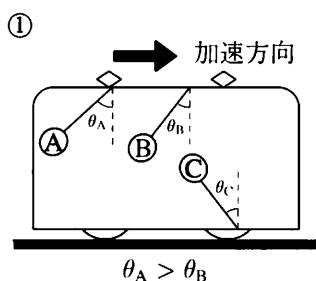
⑥ $\frac{F(F - mg)t_0^2}{2m^2 g}$

D 次の図のように、密度 (density) ρ_A の気体を入れた風船 A と密度 ρ_B の気体を入れた風船 B を、静止した電車内の天井から糸でつるした。また、密度 ρ_C の気体を入れた風船 C を床から糸をつけて浮かせた。車内の空気の密度を ρ_0 とすると $\rho_C < \rho_0 < \rho_B < \rho_A$ である。風船の質量、糸の質量、車内での空気の流れは無視できるものとする。



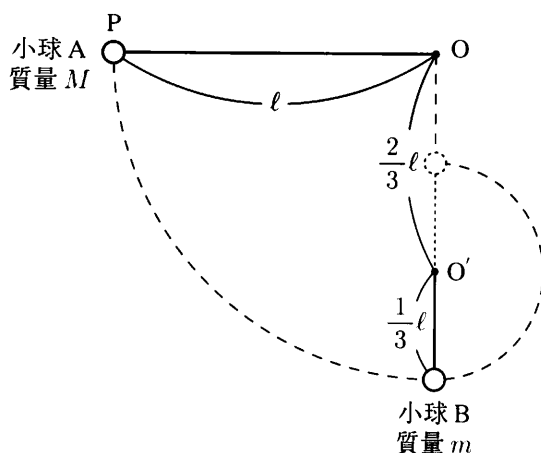
問 4 この電車が水平方向 (上図右方向) に一定の加速度で加速しているとき、A、B、C は鉛直 (vertical) 方向から、それぞれ θ_A 、 θ_B 、 θ_C の角をなし、電車に対して静止した。このときの電車内のようなすを最もよく表している図を、次の①~⑥の中から一つ選びなさい。

4



E 次の図のように、長さ ℓ の糸の一端を点 O に固定し、他端に質量 M の小球 A を取り付けた。また、長さ $\frac{1}{3}\ell$ の糸の一端を O の直下 $\frac{2}{3}\ell$ 離れた点 O' に固定し、他端に質量 m の小球 B を取り付けた。糸の質量は無視できる。

O と同じ高さの位置 P に A を持ち上げ、静かに手を離したところ、 A は O' の真下で静止している B と弾性衝突 (elastic collision) した。



問5 衝突直後の B の速さ v はいくらか。正しいものを、次の①～⑤の中から一つ選びなさい。

5

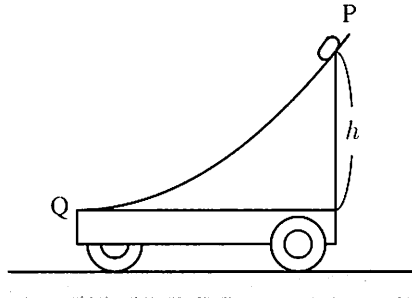
- ① $\frac{m}{M} \sqrt{2g\ell}$ ② $\frac{m}{M+m} \sqrt{2g\ell}$ ③ $\frac{2m}{M+m} \sqrt{2g\ell}$
 ④ $\frac{M}{M+m} \sqrt{2g\ell}$ ⑤ $\frac{2M}{M+m} \sqrt{2g\ell}$

問6 衝突直前の A の速さを V とするとき、 $\frac{v}{V}$ がある値以上であれば、 B が O' の真上に達することができる。その値はいくらか。正しいものを、次の①～⑤の中から一つ選びなさい。

6

- ① $\frac{2}{3}$ ② $\sqrt{\frac{2}{3}}$ ③ $\frac{5}{6}$ ④ $\sqrt{\frac{5}{6}}$ ⑤ 1

F 次の図のように、なめらかな曲面PQのついた質量 $3m$ の台車(wagon)が水平な床の上に静止している。この台車は床の上をなめらかに動くことができる。質量 m の小物体を曲面上の点Pに置き、静かに手を離したところ、小物体は初速0で曲面上を滑り始めた。その後、小物体は点Qから水平方向に飛び出した。Pの高さはQより h だけ高い。



問7 小物体が飛び出した後の台車の速さはいくらか。正しいものを、次の①～④の中から一つ選べなさい。

7

- ① $\sqrt{2gh}$ ② $\sqrt{\frac{3gh}{2}}$ ③ $\frac{\sqrt{2gh}}{3}$ ④ $\sqrt{\frac{gh}{6}}$

Ⅱ

次の問い A (問 1), B (問 2), C (問 3) に答えなさい。

A 温度 90°C の水 200 g を, 10°C のカップ (質量 210 g) に注いだところ, 水とカップの温度が 75°C になって落ち着いた。

問 1 この間, 熱は周囲に逃げないとする, カップの比熱 (specific heat) はいくらか。最も適当な値を, 次の①~④の中から一つ選びなさい。ただし, 水の比熱を $4.2\text{ J/g}\cdot\text{K}$ とする。

8 $\text{J/g}\cdot\text{K}$

① 0.22

② 0.71

③ 0.92

④ 1.2

B 一端を閉じたガラス管を図1のように斜めに一定の密度 (density) の液体中に沈めてから、図2のように鉛直 (vertical) に立て、液体面の高さがガラス管の内と外で同じになるようにした。このとき、液体面とガラス管の上端との距離は L であった。次に、図3のようにガラス管を鉛直上向きに引き上げ、ガラス管の内と外の液体面の高さの差が ℓ になるようにした。このとき、ガラス管内の液体面とガラス管の上端との距離が y になった。

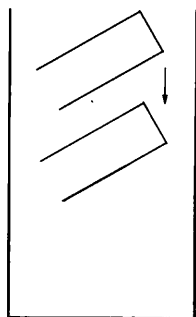


図1

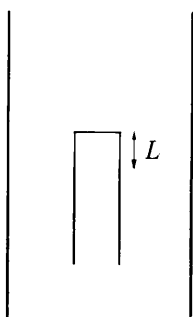


図2

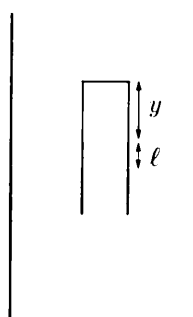
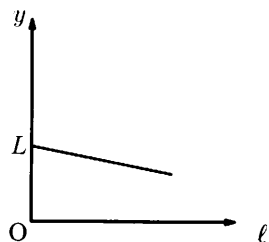


図3

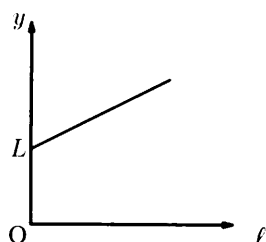
問2 ℓ と y の関係を表したグラフはどうか。最も適当なものを、次の①～④の中から一つ選びなさい。

9

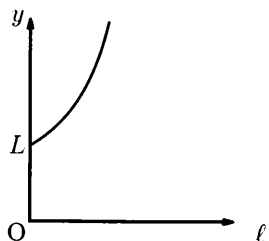
①



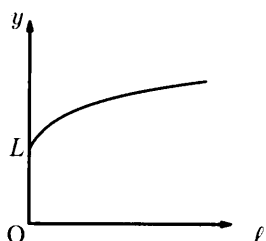
②



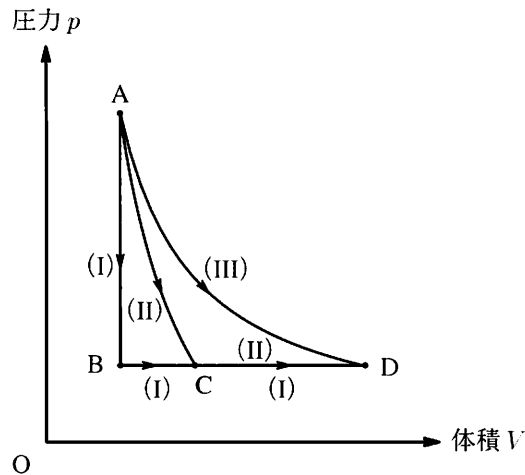
③



④



C 次の図のような、一定量の理想気体の3通りの状態変化、(I) $A \rightarrow B \rightarrow C \rightarrow D$, (II) $A \rightarrow C \rightarrow D$, (III) $A \rightarrow D$ について考える。ただし、 $A \rightarrow B$ は定積変化 (isochoric change), $B \rightarrow C \rightarrow D$ は定圧変化 (isobaric change), $A \rightarrow C$ は断熱変化 (adiabatic change), $A \rightarrow D$ は等温変化 (isothermal change) である。 A, B, C, D の状態における内部エネルギーをそれぞれ U_A, U_B, U_C, U_D とする。



問3 (I), (II), (III) のうちで、気体が最も多くの熱を吸収する状態変化はどれか。また、 U_A, U_B, U_C, U_D の大小関係はどうなるか。正しい組み合わせを次の①～⑥の中から一つ選びなさい。

10

	状態変化	大小関係
①	(I)	$U_B < U_C < U_A = U_D$
②	(I)	$U_A = U_D < U_C < U_B$
③	(II)	$U_B < U_C < U_A = U_D$
④	(II)	$U_A = U_D < U_C < U_B$
⑤	(III)	$U_B < U_C < U_A = U_D$
⑥	(III)	$U_A = U_D < U_C < U_B$

III

次の問い A (問 1), B (問 2), C (問 3) に答えなさい。

A 両端を固定した長さ L の弦の振動について考える。振動が定常波 (stationary wave) となる弦の振動数を弦の固有振動数という。

問 1 定常波の n 番目に長い波長を λ_n とすると、波長 λ_n と弦の長さ L との間には a の関係があるので、振動が弦を伝わる速さを v とすると、 n 番目に低い固有振動数は b となる。

上の空欄 a と b に当てはまる式の組み合わせとして正しいものを、次の①～⑧の中から一つ選びなさい。

11

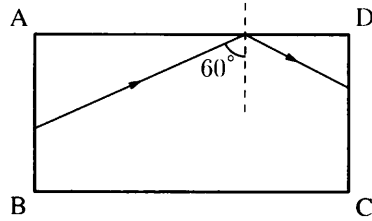
	a	b
①	$L = n\lambda_n \quad n = 1, 2, \dots$	$f_n = \frac{nv}{L}$
②	$L = n\lambda_n \quad n = 1, 2, \dots$	$f_n = \frac{v}{nL}$
③	$L = \frac{\lambda_n}{n} \quad n = 1, 2, \dots$	$f_n = \frac{nv}{L}$
④	$L = \frac{\lambda_n}{n} \quad n = 1, 2, \dots$	$f_n = \frac{v}{nL}$
⑤	$L = \frac{n\lambda_n}{2} \quad n = 1, 2, \dots$	$f_n = \frac{nv}{2L}$
⑥	$L = \frac{n\lambda_n}{2} \quad n = 1, 2, \dots$	$f_n = \frac{v}{2nL}$
⑦	$L = \frac{\lambda_n}{2n} \quad n = 1, 2, \dots$	$f_n = \frac{nv}{2L}$
⑧	$L = \frac{\lambda_n}{2n} \quad n = 1, 2, \dots$	$f_n = \frac{v}{2nL}$

B 救急車がサイレンを鳴らしながら、速さ 30 km/h で走っている電車に、後方から近づいてきた。救急車は線路に平行する道路を一定の速さで走ってきて電車を追い越した後、前方の遠く離れたところで停止した。電車の中で聞こえるサイレンの音の振動数の変化を調べていたら、救急車が停止した直後の振動数 f' は、後方遠方から近づいてくるときの振動数と同じであった。

問2 f' とサイレンの音源の振動数 f の大小関係はどうなるか。また、走っていたときの救急車のおよその速さはいくらか。正しい組み合わせを、次の①～⑥の中から一つ選びなさい。ただし、音速は電車と救急車の速さより十分大きいものとする。 **12**

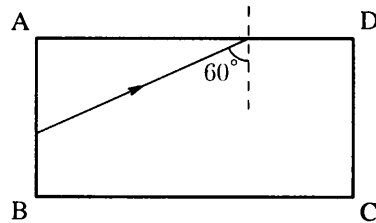
	大小関係	およその速さ
①	$f' > f$	60 km/h
②	$f' > f$	90 km/h
③	$f' > f$	120 km/h
④	$f' < f$	60 km/h
⑤	$f' < f$	90 km/h
⑥	$f' < f$	120 km/h

- C** 直方体 (rectangular parallelepiped) のガラスが空气中に置かれている。ガラスの屈折率 (refractive index) を 1.5, 空気の屈折率を 1.0 とする。次の図のように, このガラスの AB 面から入射した光が, AD 面に 60° の入射角で進行するようにしたところ, 全反射 (total reflection) が起こった。



- 問3 ガラス全体を屈折率 n の液体の中に入れ, 初めと同様に AB 面から入射した光が AD 面に 60° の入射角で進行するようにした。AD 面から液体中に光が進行するためには, n がいくらより大きければよいか。最も適当な値を, 次の①～⑤の中から一つ選びなさい。

13



- ① 1.1 ② 1.2 ③ 1.3 ④ 1.4 ⑤ 1.5

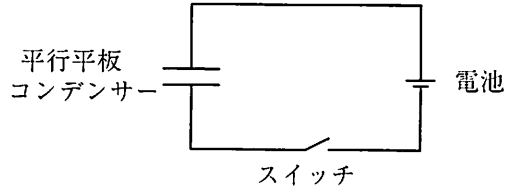
IV 次の問い **A** (問1), **B** (問2), **C** (問3), **D** (問4), **E** (問5), **F** (問6) に答えなさい。

A x - y 平面の原点 $(0, 0)$ に電荷 (charge) Q を置いた。クーロンの法則 (Coulomb's law) の比例定数を k_0 とする。

問1 位置 (x, y) における電場 $\vec{E} = (E_x, E_y)$ はどうなるか。正しいものを、次の①～⑤の中から一つ選びなさい。ここで、 E_x は \vec{E} の x 成分、 E_y は \vec{E} の y 成分である。 **14**

- ① $\left(k_0 \frac{Q}{(x^2 + y^2)}, k_0 \frac{Q}{(x^2 + y^2)} \right)$ ② $\left(k_0 \frac{Qx}{(x^2 + y^2)}, k_0 \frac{Qy}{(x^2 + y^2)} \right)$
- ③ $\left(k_0 \frac{Qy}{(x^2 + y^2)}, k_0 \frac{Qx}{(x^2 + y^2)} \right)$ ④ $\left(k_0 \frac{Qx}{(x^2 + y^2)^{\frac{3}{2}}}, k_0 \frac{Qy}{(x^2 + y^2)^{\frac{3}{2}}} \right)$
- ⑤ $\left(k_0 \frac{Qy}{(x^2 + y^2)^{\frac{3}{2}}}, k_0 \frac{Qx}{(x^2 + y^2)^{\frac{3}{2}}} \right)$

B 次の図のように、極板 (plate) の間隔 d を変えることができる平行平板コンデンサー (capacitor)、電池、スイッチ (switch) をつないで回路を作った。最初、 $d = d_0$ にして、スイッチを閉じ、コンデンサーに電荷 (charge) を与えた。次に、スイッチを開き、極板を互いに引き離して $d = d_0 + d_1$ とした。



問2 極板を引き離すときに外力のした仕事 (work) は、 $d = d_0$ のときにコンデンサーに蓄えられていた静電エネルギー (electrostatic energy) の何倍となるか。正しいものを、次の①～⑥の中から一つ選びなさい。

15 倍

① $\frac{d_1}{d_0}$

② $\frac{d_0}{d_1}$

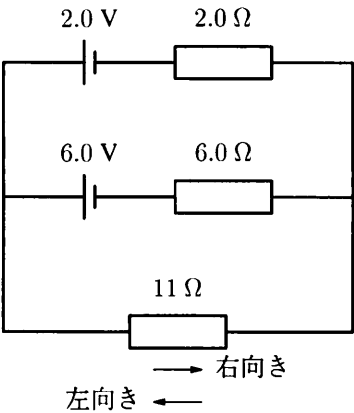
③ $\frac{d_0}{d_0 + d_1}$

④ $\frac{d_0 + d_1}{d_0}$

⑤ $\frac{d_1}{d_0 + d_1}$

⑥ $\frac{d_0 + d_1}{d_1}$

C 次の図のように、起電力 (electromotive force) 2.0 V と 6.0 V の2つの電池，抵抗値 (resistance) $2.0\ \Omega$ ， $6.0\ \Omega$ ， $11\ \Omega$ の3つの抵抗をつないで回路を作った。電池の内部抵抗は無視できるものとする。

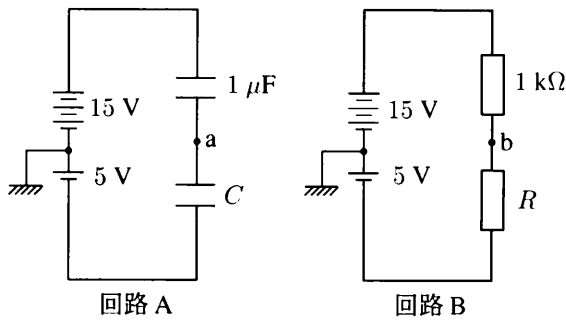


問3 $11\ \Omega$ の抵抗に流れる電流の大きさと向きはどうなるか。最も適当な組み合わせを，次の①～⑥の中から一つ選びなさい。

16

	大きさ	向き
①	0.24 A	右向き
②	0.24 A	左向き
③	0.56 A	右向き
④	0.56 A	左向き
⑤	0.88 A	右向き
⑥	0.88 A	左向き

D 次の図のように、2つの直流電源（起電力（electromotive force）15 Vと5 V）に2つのコンデンサー（capacitor）（容量 $1\ \mu\text{F}$ と C ）をつないだ回路Aと、同じ2つの直流電源に2つの抵抗（抵抗値（resistance） $1\ \text{k}\Omega$ と R ）をつないだ回路Bがある。2つの電源の接続点を接地（ground）し、その点の電位（electric potential）を0にしている。電源の内部抵抗は考えないものとする。



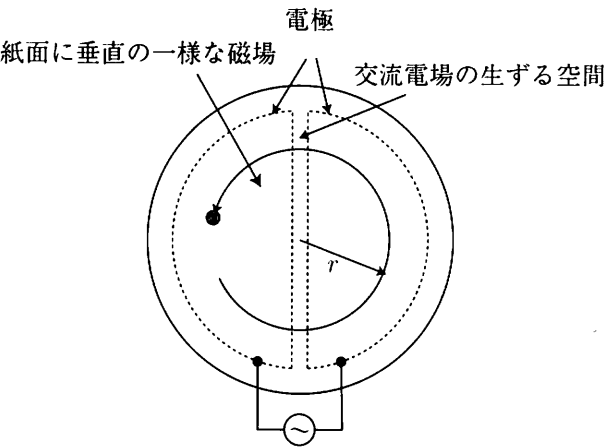
問4 回路Aでの2つのコンデンサーの接続点aの電位と、回路Bでの2つの抵抗の接続点bの電位がどちらも0になるようにしたい。 C と R の値をいくらにすればよいか。最も適当な組み合わせを、次の①～⑥の中から一つ選びなさい。

17

	C	R
①	$2\ \mu\text{F}$	$0.3\ \text{k}\Omega$
②	$3\ \mu\text{F}$	$0.3\ \text{k}\Omega$
③	$6\ \mu\text{F}$	$0.3\ \text{k}\Omega$
④	$2\ \mu\text{F}$	$3\ \text{k}\Omega$
⑤	$3\ \mu\text{F}$	$3\ \text{k}\Omega$
⑥	$6\ \mu\text{F}$	$3\ \text{k}\Omega$

E サイクロトロン加速器 (cyclotron accelerator) の原理について考える。

一様な磁場中で、速さ v 、半径 r のサイクロトロン運動をしている荷電粒子 (charged particle) の円運動 (circular motion) の周期は $\frac{2\pi r}{v}$ である。この周期は荷電粒子の運動エネルギーに a。そこで、これと同じ周期を持った交流電場 (alternating electric field) を用いて、次の図のように荷電粒子が周回ごとに加速されるような電極を粒子の軌道上 (orbit) に置くと、荷電粒子の運動エネルギーを徐々に大きくしていくことができる。このときの荷電粒子の円運動の半径は b。

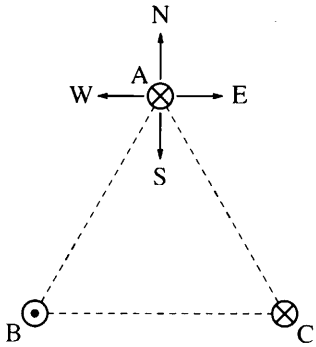


問5 上の文中の空欄 a と b に当てはまる語の組み合わせとして正しいものを、次の①～⑥の中から一つ選べ。

18

	a	b
①	依存しない	変化しない
②	依存しない	大きくなる
③	依存しない	小さくなる
④	依存する	変化しない
⑤	依存する	大きくなる
⑥	依存する	小さくなる

F 次の図のように、紙面に垂直な直線導線（conducting wire） W_A 、 W_B 、 W_C がそれぞれ正三角形（equilateral triangle）の頂点 A 、 B 、 C を通っている。 W_A と W_C には紙面の表から裏の向きに、 W_B には裏から表の向きに、すべて同じ大きさの電流が流れている。



問6 W_B と W_C を流れる2つの電流が、 A につくる磁場の向きと W_A におよぼす力の向きはどうか。正しいものを、次の①～⑧の中から一つ選びなさい。

19

	磁場の向き	力の向き
①	E	N
②	E	S
③	N	W
④	N	E
⑤	W	S
⑥	W	N
⑦	S	E
⑧	S	W

物理の問題はこれで終わりです。解答欄の 20 ～ 75 は空欄にしてください。

この問題冊子を持ち帰ることはできません。

化学

「解答科目」記入方法

解答科目には「物理」、「化学」、「生物」がありますので、この中から2科目を選んで解答してください。選んだ2科目のうち、1科目を解答用紙の表面に解答し、もう1科目を裏面に解答してください。

「化学」を解答する場合は、右のように、解答用紙の左上にある「解答科目」の「化学」を○で囲み、その下のマーク欄をマークしてください。科目が正しくマークされていないと、採点されません。

＜解答用紙記入例＞

解答科目 Subject		
物 理 Physics	化 学 Chemistry	生 物 Biology
○	●	○

計算には次の数値を用いること。また、体積の単位リットル (liter) は L で表す。

気体定数 (gas constant) : $R = 8.31 \times 10^3 \text{ Pa} \cdot \text{L} / (\text{K} \cdot \text{mol}) = 8.31 \text{ J} / (\text{K} \cdot \text{mol})$
 $= 0.082 \text{ atm} \cdot \text{L} / (\text{K} \cdot \text{mol})$

アボガドロ定数 (Avogadro constant) : $N_A = 6.0 \times 10^{23} / \text{mol}$

標準状態 (standard state) : 0°C , $1.0 \times 10^5 \text{ Pa}$ (= 1.0 atm)

原子量 (atomic weight) : H : 1.0 C : 12 N : 14 O : 16 Cl : 36 Ar : 40

問1 次の(a)～(d)の原子、イオンの組み合わせの中で、総電子数が同じ組み合わせとして正しいものを、下の①～⑥の中から一つ選びなさい。

1

(a) Al^{3+} , F^- (b) Ca^{2+} , S^{2-} (c) Li^+ , Ne (d) Na^+ , Cl^-

① a, b ② a, c ③ a, d ④ b, c ⑤ b, d ⑥ c, d

問 2 次の(a)～(c)の電子配置 (electron configuration) をもつ原子, イオンの正しい組み合わせを下の①～④の中から一つ選びなさい。

2

- (a) K 殻 (shell) に 2 個
 (b) K 殻に 2 個, L 殻に 8 個
 (c) K 殻に 2 個, L 殻に 8 個, M 殻に 8 個

	a	b	c
①	H ⁺	Ne	Ca ²⁺
②	He	K ⁺	Cl ⁻
③	Li ⁺	Cl ⁻	Ar
④	Li ⁺	Na ⁺	K ⁺

問 3 原子 C, F, Mg, Na, O のうち, 価電子 (valence electron) の数が最大, 最小のものはそれぞれどれか。最も適当な組み合わせを, 次の①～⑥の中から一つ選びなさい。

3

	最大	最小
①	C	F
②	F	Mg
③	F	Na
④	Mg	Na
⑤	Na	Mg
⑥	Na	O

問 4 元素 C, Cl, N, P のうち, 同素体 (allotrope) が存在するものの組み合わせとして最も適当なものを, 次の①～⑥の中から一つ選びなさい。

4

- ① C, Cl ② C, N ③ C, P ④ Cl, N ⑤ Cl, P ⑥ N, P

問5 標準状態において、次に示した体積の気体①～⑤のうち、質量が最も大きいものを一つ選びなさい。

5

	気体	体積 (mL)
①	Ar	224
②	Cl ₂	224
③	H ₂	1120
④	N ₂	448
⑤	O ₂	224

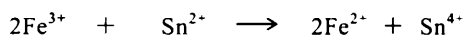
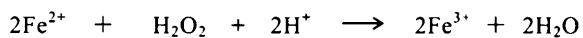
問6 0.01 mol/L の希硫酸 dil. H₂SO₄ 50 mL と 0.02 mol/L の NaOH 水溶液 150 mL を混合した。このときの溶液の pH はいくらか。最も近い値を次の①～⑦の中から一つ選びなさい。

6

① 1 ② 2 ③ 3 ④ 7 ⑤ 11 ⑥ 12 ⑦ 13

問7 次の反応式をもとにして、Fe³⁺、H₂O₂、Sn⁴⁺ を酸化剤 (oxidizing agent) として強い順に正しく並べたものを、下の①～⑤から一つ選びなさい。

7



① Fe³⁺ > H₂O₂ > Sn⁴⁺ ② Fe³⁺ > Sn⁴⁺ > H₂O₂ ③ H₂O₂ > Fe³⁺ > Sn⁴⁺
 ④ H₂O₂ > Sn⁴⁺ > Fe³⁺ ⑤ Sn⁴⁺ > Fe³⁺ > H₂O₂

問8 水を電気分解 (electrolysis) したとき、2 mol の水から得られる気体の総量は何 mol か。最も適当な値を次の①～⑥の中から一つ選びなさい。

8 mol

① 1 ② 2 ③ 3 ④ 4 ⑤ 5 ⑥ 6

理科-24

問 9 黒鉛 (graphite), CO の燃焼熱 (heat of combustion) はそれぞれ 394 kJ/mol, 283 kJ/mol である。黒鉛 12 g を不完全燃焼 (incomplete combustion) させたとき, 同じ体積の CO と CO₂ が生成した。このとき発生した熱量は何 kJ か。最も近い値を次の①～⑥の中から一つ選びなさい。

9 kJ

- ① 197 ② 253 ③ 308 ④ 339 ⑤ 505 ⑥ 677

問 10 緩衝液 (buffer solution) をつくることのできる水溶液の組み合わせとして最も適当なものを, 次の①～④の中から一つ選びなさい。

10

- ① HCl aq, KCl aq
② NaCl aq, KCl aq
③ CH₃COONa aq, NaHCO₃ aq
④ CH₃COOH aq, CH₃COONa aq

問 11 0.10 mol/L の水酸化ナトリウム水溶液 NaOH aq 10 mL を 0.10 mol/L の塩酸 HCl aq で中和滴定 (titrate) したとき, 消費した塩酸の量は何 mL か。最も適当な値を, 次の①～⑥の中から一つ選びなさい。

11 mL

- ① 5 ② 10 ③ 15 ④ 20 ⑤ 25 ⑥ 30

問 12 ハロゲン (halogen) に関する記述として正しいものを, 次の①～④の中から一つ選びなさい。

12

- ① K, Na の塩化物 (chloride) は, どちらも水に溶けやすい。
② ハロゲンのイオンは, 原子番号が小さいほど還元 (reduction) 作用が強い。
③ 臭素 Br₂ は, 常温・常圧 (normal temperature and pressure) で固体である。
④ フッ化水素 HF の水溶液は, ポリエチレン (polyethylene) を溶かす。

問 13 ある金属イオンを含む水溶液にアンモニア水 $\text{NH}_3 \text{ aq}$ を少しずつ加えると、青白色の沈殿 (precipitate) が生じた。さらにアンモニア水を加えると、沈殿が溶解して溶液は深青色となった。このイオンとして正しいものを次の①～⑥の中から一つ選びなさい。

13

- ① Ag^+ ② Al^{3+} ③ Cu^{2+} ④ Fe^{2+} ⑤ Fe^{3+} ⑥ Zn^{2+}

問 14 酸化物 (oxide) Al_2O_3 , Fe_2O_3 , MgO のうち、次の記述(a), (b)にあてはまるものはそれぞれどれか。最も適当な組み合わせを下の①～⑥の中から一つ選びなさい。

14

(a) 塩基性酸化物 (basic oxide) であり、酸に溶ける。

(b) CO とともに加熱することにより、その金属の単体 (element) が得られる。

	a	b
①	Al_2O_3	Fe_2O_3
②	Al_2O_3	MgO
③	Fe_2O_3	Al_2O_3
④	Fe_2O_3	MgO
⑤	MgO	Al_2O_3
⑥	MgO	Fe_2O_3

問 15 次の記述(a), (b)に当てはまる金属 A, B の組み合わせとして最も適当なものを, 下の①～⑥の中から一つ選びなさい。

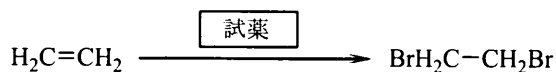
15

- (a) 金属 A は, 金属 B よりイオン化傾向 (ionization tendency) が小さい。
 (b) 金属 A, B の陽イオン (cation) は, 酸性水溶液中で H_2S と反応し, 黒い沈殿 (precipitate) を生じる。

	A	B
①	Ag	Cu
②	Ag	Fe
③	Cu	Fe
④	Cu	Zn
⑤	Fe	Cu
⑥	Fe	Zn

問 16 次のようにエチレン (ethylene) から 1,2-ジブロモエタン (1,2-dibromoethane) を生成するとき, 必要な試薬と反応名として正しい組み合わせを下の①～④の中から一つ選びなさい。

16



	試薬	反応名
①	Br_2	置換反応
②	Br_2	付加反応
③	HBr	置換反応
④	HBr	付加反応

注) 置換反応 (substitution reaction), 付加反応 (addition reaction)

問 17 分子式 $C_5H_{12}O$ のアルコール (alcohol) の異性体 (isomer) のうちで、不斉炭素原子 (asymmetric carbon atom) をもつものはいくつあるか。正しい数を次の①～⑥の中から一つ選びなさい。

17

- ① 1 ② 2 ③ 3 ④ 4 ⑤ 5 ⑥ 6

問 18 濃度が未知の 1 価のアルコール **A** のベンゼン溶液 (benzene solution) 100.0 mL に、じゅうぶんな量のナトリウム Na を加えたとき、発生した気体の体積は標準状態で 2.24 L であった。発生した気体は何か。また、ベンゼン中には何 mol の **A** が溶けていたか。最も適当な組み合わせを次の①～⑥の中から一つ選びなさい。

18

	発生した気体	A の物質質量 (mol)
①	H ₂	0.1
②	H ₂	0.2
③	H ₂	0.4
④	O ₂	0.1
⑤	O ₂	0.2
⑥	O ₂	0.4

問 19 化合物 **A**, **B** は異性体 (isomer) であり、ともにカルボニル基 (carbonyl group) を持つ。**A** を酸化すると **C** が得られたが、**B** は酸化されなかった。また、**C** は水に溶けて酸性を示した。**A**~**C** の一般名はそれぞれ何か。正しい組み合わせを次の①~⑤の中から一つ選びなさい。

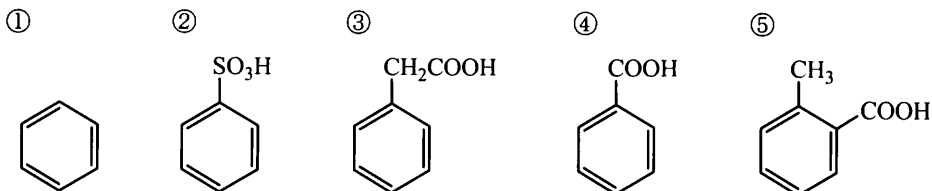
19

	A	B	C
①	アルデヒド	ケトン	アルコール
②	アルデヒド	ケトン	カルボン酸
③	アルデヒド	ケトン	フェノール
④	ケトン	アルデヒド	アルコール
⑤	ケトン	アルデヒド	カルボン酸

注) アルデヒド (aldehyde), ケトン (ketone), アルコール (alcohol),
カルボン酸 (carboxylic acid), フェノール (phenol)

問 20 トルエン (toluene) を、硫酸 H_2SO_4 で酸性にした過マンガン酸カリウム水溶液 KMnO_4 aq と反応させたときに生成するものは何か。最も適当なものを次の①~⑤の中から一つ選びなさい。

20



化学の問題はこれで終わりです。解答欄の **21** ~ **75** は空欄にしてください。

この問題冊子を持ち帰ることはできません。

生物

「解答科目」記入方法

解答科目には「物理」、「化学」、「生物」がありますので、この中から2科目を選んで解答してください。選んだ2科目のうち、1科目を解答用紙の表面に解答し、もう1科目を裏面に解答してください。

「生物」を解答する場合は、右のように、解答用紙の左上にある「解答科目」の「生物」を○で囲み、その下のマーク欄をマークしてください。科目が正しくマークされていないと、採点されません。

＜解答用紙記入例＞

解答科目 Subject		
物 理 Physics	化 学 Chemistry	生 物 Biology
○	○	●

問1 植物細胞を高張液 (hypertonic solution) に入れると原形質分離 (plasmolysis) が起こる。

この現象は、細胞膜 (cell membrane) と細胞壁 (cell wall) の性質の違いが原因で起こる。

両者の透過性 (permeability) と細胞壁の主成分の組み合わせとして正しいものを、次の

①～④の中から一つ選びなさい。

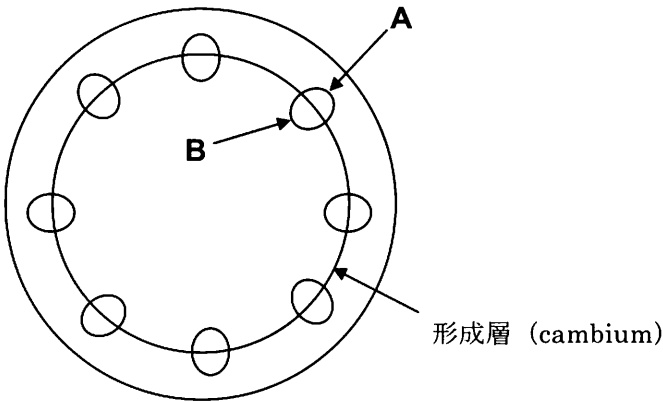
1

	細胞膜	細胞壁	
	透過性	透過性	主成分
①	全透性	半透性	セルロース
②	全透性	半透性	リン脂質
③	半透性	全透性	セルロース
④	半透性	全透性	リン脂質

全透性 (non-selective permeability), 半透性 (semipermeability),
セルロース (cellulose), リン脂質 (phospholipid)

問 2 植物の茎（stem）の内部には物質の通路である道管（vessel）と師管（sieve tube）とがある。次の図は双子葉植物（dicots）の茎の断面を表したものである。図中の **A**、**B** のうち師管が存在する部位と、道管および師管の構造的な特徴に関する(a)～(c)の文の正しい組み合わせを、下の①～⑥の中から一つ選びなさい。

2



- (a) 生きた細胞で上下の細胞壁（cell wall）には多数の小孔がある。
- (b) 死んだ細胞で上下の細胞壁には多数の小孔がある。
- (c) 死んだ細胞で上下の細胞壁はない。

	師管		道管
	部位	構造的な特徴	構造的な特徴
①	A	a	b
②	A	a	c
③	A	b	c
④	B	a	b
⑤	B	a	c
⑥	B	b	c

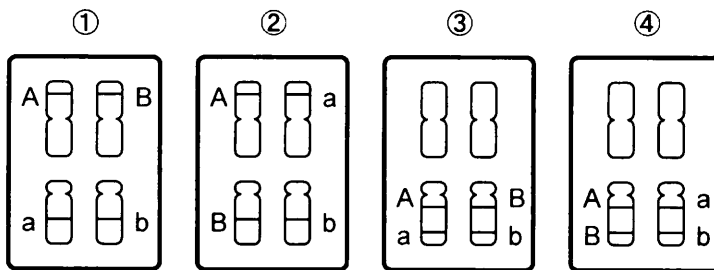
問3 動物の配偶子 (gamete) の形成に関する文として誤っているものを、次の①～④の中から一つ選びなさい。

3

- ① 1個の一次精母細胞 (primary spermatocyte) からは、最終的に4個の精子 (sperm) がつくられる。
- ② 1個の精細胞 (spermatid) からは、1個の精子がつくられる。
- ③ 1個の一次卵母細胞 (primary oocyte) からは、最終的に4個の卵 (ovum) がつくられる。
- ④ 1個の二次卵母細胞 (secondary oocyte) からは、卵は1個つくられる。

問4 遺伝子 (gene) A の対立遺伝子 (allele) が a, 遺伝子 B の対立遺伝子が b であり、遺伝子 A と遺伝子 B は連鎖 (linkage) している。遺伝子型 (genotype) が AaBb の細胞の場合、染色体 (chromosome) 上に存在する遺伝子の位置関係として正しいものを、次の①～④の中から一つ選びなさい。

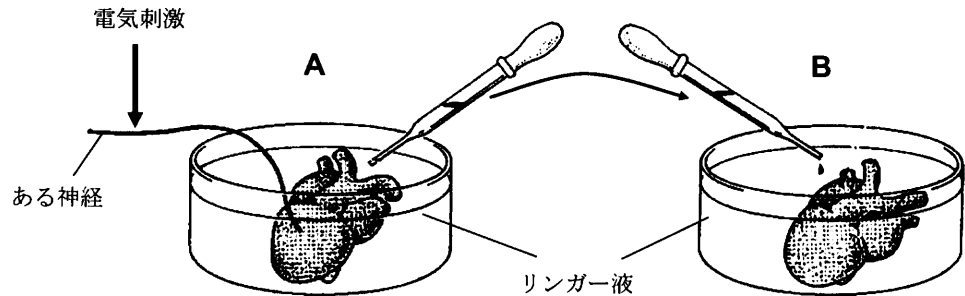
4



問 5 次の文を読み、下線部(1)の神経 (nerve) の名称と、下線部(2)の物質の名称について正しい組み合わせを下の①～⑥の中から一つ選びなさい。

5

カエルの心臓 (heart) を 2 つ取り出して、次の図のようにリンガー液 (Ringer's solution) の入った A、B の 2 つの容器に入れた。心臓は取り出してもリンガー液中でしばらく拍動 (pulsation) を続ける。そこで A の心臓に分布する(1)ある神経に電気刺激 (electrical stimulation) を与えたところ、拍動はゆるやかになった。さらに、A の溶液をスポイトでとって B に加えたところ、B の心臓の拍動もゆるやかになった。これは A 中に放出された(2)物質が、B に入ったためと考えられる。



	(1)の神経の名称	(2)の物質の名称
①	運動神経	アセチルコリン
②	運動神経	ノルアドレナリン
③	交感神経	アセチルコリン
④	交感神経	ノルアドレナリン
⑤	副交感神経	アセチルコリン
⑥	副交感神経	ノルアドレナリン

運動神経 (motor nerve), アセチルコリン (acetylcholine), ノルアドレナリン (noradrenalin),
交感神経 (sympathetic nerve), 副交感神経 (parasympathetic nerve)

問6 肝臓 (liver) に関する文として誤っているものを、次の①～④の中から一つ選びなさい。

6

- ① 血液 (blood) 中のグルコース (glucose) をグリコーゲン (glycogen) に合成して貯蔵し、必要に応じて分解する。
- ② 脂肪 (fat) の乳化 (emulsification) に働く胆汁 (bile) を合成する。
- ③ 血液中の有害な物質を無害な物質にする。
- ④ 血液中の尿素 (urea) をアンモニア (ammonia) に変える。

問7 生体防御 (biophylaxis) のしくみに関する文として正しいものを、次の①～④の中から一つ選びなさい。

7

- ① ヒトの血液 (blood) を試験管に入れて放置すると、フィブリノーゲン (fibrinogen) が血球 (blood corpuscle) をからめて血餅 (blood-clot) ができる。このような血液の凝固 (blood coagulation) が起こるためには、カルシウムイオン (Ca^{2+}) が必要である。
- ② 好中球 (neutrophil) やマクロファージ (macrophage) は食作用 (phagocytosis) を行う。マクロファージは、T 細胞 (T-cell) に対して抗原提示 (antigen presentation) を行う。
- ③ あるマウス (mouse) に系統 (strain) の異なるマウスから皮膚 (skin) を移植 (transplantation) すると、体液性免疫 (humoral immunity) による拒絶反応 (rejection) が起こり、移植した皮膚が脱落する。
- ④ 抗体 (antibody) は免疫グロブリン (immunoglobulin) と呼ばれるタンパク質 (protein) である。抗体は Y 字型の構造をもち、3 ヶ所の可変部で抗原 (antigen) と結合する。

問 8 ヒトの血糖 (blood glucose) 量の調節に関する次の文を読み、下の問い(1), (2)に答えなさい。

図 1 は健常者の絶食後の血糖量と、血液中のホルモン (hormone) 濃度の変化を示したものであり、図 2 は食事後のそれぞれの変化を示している。ホルモン A～D は、それぞれすい臓 (pancreas) から分泌 (secretion) される 2 種のホルモン X, Y のどちらかである。ただし、X は血糖量を上げるはたらきをし、Y は血糖量を下げるはたらきをする。

図 1

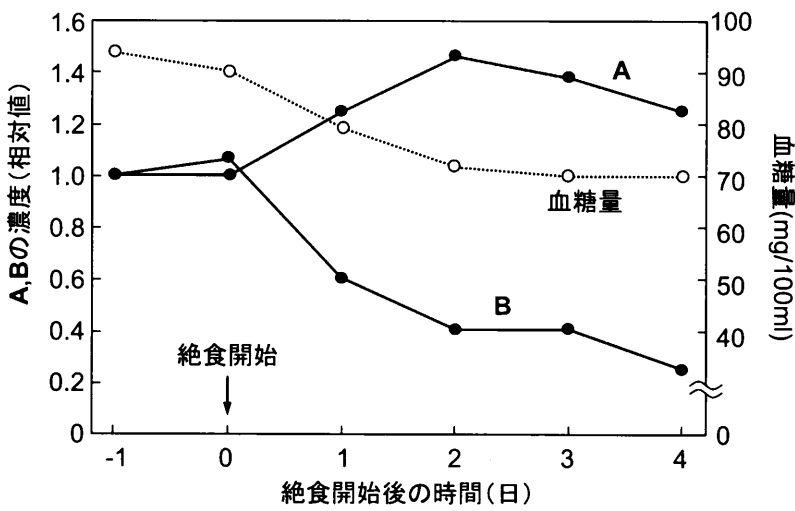
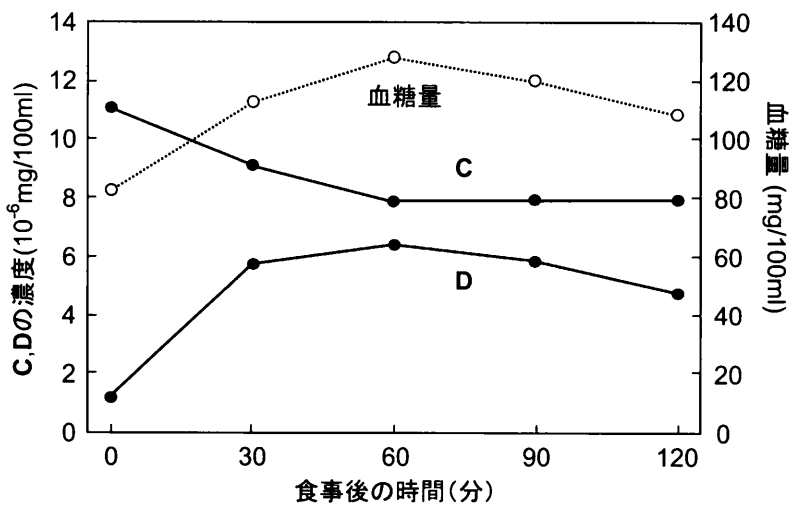


図 2



- (1) ホルモン A～D は, X, Y のどちらか。正しい組み合わせを次の①～④の中から一つ選びなさい。

8

	A	B	C	D
①	X	Y	X	Y
②	X	Y	Y	X
③	Y	X	X	Y
④	Y	X	Y	X

- (2) ホルモン X, Y の名称を正しく組み合わせたものを, 次の①～⑥の中から一つ選びなさい。

9

	X	Y
①	インスリン	グルカゴン
②	インスリン	糖質コルチコイド
③	グルカゴン	アドレナリン
④	グルカゴン	インスリン
⑤	糖質コルチコイド	アドレナリン
⑥	糖質コルチコイド	グルカゴン

インスリン (insulin), グルカゴン (glucagon), 糖質コルチコイド (glucocorticoid), アドレナリン (adrenaline)

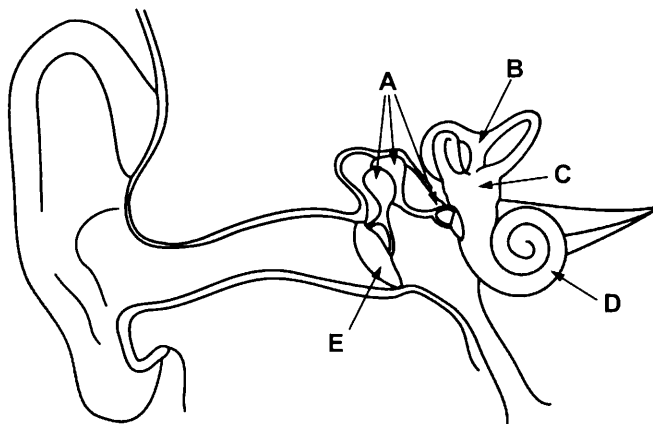
問9 ヒトのひざ (knee) の下の部分を軽くたたくと、足が上がるしつがい腱反射 (knee jerk) が見られる。この反射における受容器 (receptor) から効果器 (effector) までの興奮の伝わる部位の順を次に示した。空欄に当てはまるものを下の①～⑥の中から一つ選びなさい。

10

受容器→感覚神経 (sensory nerve) → →運動神経 (motor nerve) →効果器

- ① 背根 (dorsal root) → 脊髓 (spinal cord) の灰白質 (gray matter) → 腹根 (ventral root)
- ② 腹根 → 脊髓の灰白質 → 背根
- ③ 背根 → 大脳 (cerebrum) の灰白質 → 腹根
- ④ 腹根 → 大脳の灰白質 → 背根
- ⑤ 背根 → 延髄 (medulla oblongata) → 腹根
- ⑥ 腹根 → 延髄 → 背根

問 10 次の図はヒトの耳の構造を示したものである。下の(a)～(c)のはたらきを行なう部分それぞれ図中の A～E のどれか。正しい組み合わせを下の①～⑥の中から一つ選びなさい。 11



(a) からだの回転を受容する。

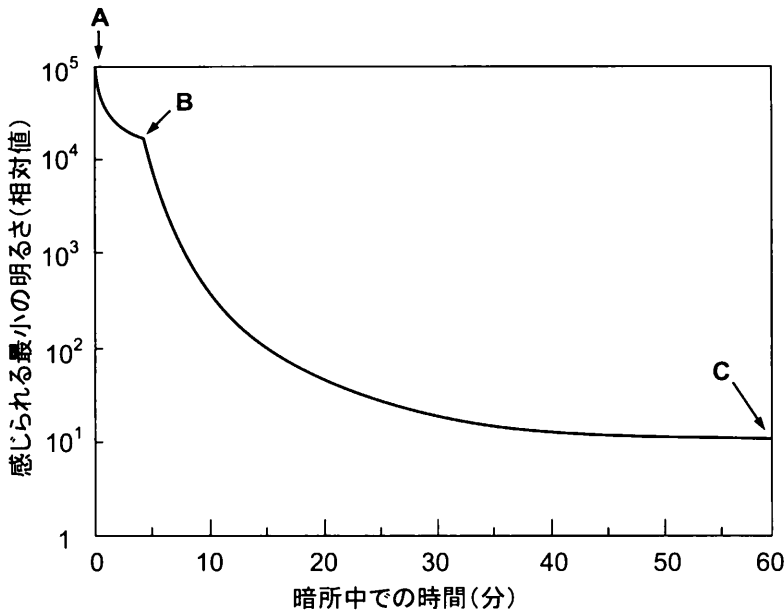
(b) 空気の振動を増幅する。

(c) コルチ器 (organ of Corti) があり、リンパ液 (lymph) の振動を受容する。

	a	b	c
①	B	A	E
②	B	A	D
③	C	B	E
④	C	B	D
⑤	D	E	A
⑥	D	E	C

問 11 次の図は、ヒトが明るい場所から暗い場所に入ったとき、感じられる最小の明るさが、時間経過にしたがってどのように変化していくかを示している。この変化に関する文として誤っているものを、下の①～④の中から一つ選びなさい。

12



- ① この変化は、暗順応 (dark adaptation) といい、暗順応が完了するまでに、数十分ほどかかることを示している。
- ② この変化は、時間の経過とともに瞳孔 (pupil) の大きさが大きくなっていくことと関係している。
- ③ この変化は、光を受容する視細胞 (visual cell) の閾値 (threshold value) が下がっていくことに関係している。
- ④ グラフの A－B と B－C の違いは、異なる性質の視細胞があることに関係している。

問 12 緑色植物の光合成（photosynthesis）に関する次の問い(1)，(2)に答えなさい。

(1) 太陽の光の中で，光合成色素のクロロフィル（chlorophyll）に強く吸収される光の色の正しい組み合わせを，次の①～⑥の中から一つ選びなさい。

13

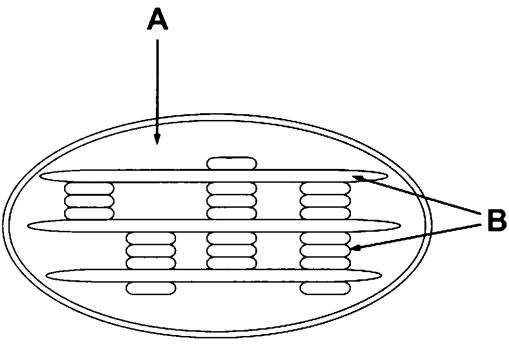
- ① 赤色と緑色
- ② 赤色と青色
- ③ 紫色と緑色
- ④ 紫色と黄色
- ⑤ 黄色と緑色
- ⑥ 青色と緑色

(2) 下の図は，葉緑体（chloroplast）の構造を示したものである。光合成における次の(a)～(c)の反応は，図の **A** と **B** のどちらで行われるか。正しい組み合わせを下の①～⑥の中から一つ選びなさい。

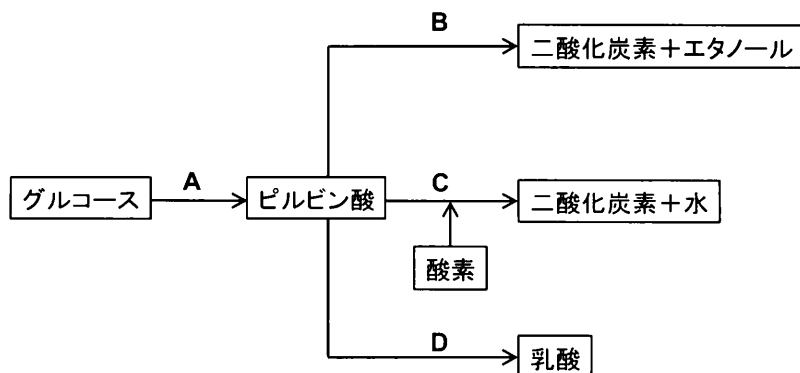
14

- (a) 二酸化炭素（carbon dioxide）を還元（reduction）して炭水化物（carbohydrate）を生成する反応
- (b) 水を分解する反応
- (c) ATP を生成する反応

	a	b	c
①	A	A	B
②	A	B	A
③	A	B	B
④	B	A	A
⑤	B	A	B
⑥	B	B	A



問 13 次の図は、様々な呼吸 (respiration) の過程を示している。これについて下の問い(1), (2)に答えなさい。



グルコース (glucose), ピルビン酸 (pyruvic acid), 二酸化炭素 (carbon dioxide),
エタノール (ethanol), 酸素 (oxygen), 乳酸 (lactic acid)

(1) 図中の A～D の反応の中で, ATP の生成を伴う反応はどこか。正しい組み合わせを次の①～⑥の中から一つ選びなさい。

15

- ① A, B ② B, C ③ C, D ④ A, C ⑤ A, B, C ⑥ B, C, D

(2) 呼吸に関する文として正しいものを, 次の①～④の中から一つ選びなさい。

16

- ① 酵母菌 (yeast) はアルコール発酵 (alcohol fermentation) を行うので, 好気呼吸 (aerobic respiration) は行わない。
 ② 嫌気呼吸 (anaerobic respiration) で, グルコースがピルビン酸に分解されるまでの過程は, 好気呼吸と同じである。
 ③ A→B の過程と A→C の過程で同じ量の二酸化炭素が発生した場合, それぞれの過程で消費されたグルコースの量は等しい。
 ④ 筋肉 (muscle) 中では, アルコール発酵と同じ呼吸の過程がおこる。

問 14 核酸 (nucleic acid) の塩基配列 (base sequence) に関する次の問い(1), (2)に答えなさい。

- (1) コドン (codon) について述べた文として正しいものを、次の①～⑤の中から一つ選びなさい。

17

- ① コドンとは DNA の 3 つの塩基の並びで、これが転写 (transcription) されて特定のアミノ酸 (amino acid) が作られる。
- ② コドンとは DNA の塩基の並びで、これが転写されて mRNA の塩基の並びであるアンチコドン (anticodon) が作られる。
- ③ コドンとは mRNA の塩基の並びで、特定のアミノ酸は 3 つの塩基で指定されている。
- ④ コドンとは mRNA の塩基の並びで、これが転写されて DNA の塩基の並びであるアンチコドンが作られる。
- ⑤ コドンとは tRNA の塩基の並びで、特定のアミノ酸は 3 つの塩基で指定されている。

- (2) DNA の塩基配列の変化が、その配列をもとにして作られるタンパク質 (protein) に及ぼす変化について述べた文として正しいものを、次の①～⑤の中から一つ選びなさい。

18

- ① DNA の塩基が 1 つ失われると、必ずそれ以降のアミノ酸が指定されなくなるために、タンパク質自体が合成されない。
- ② DNA の塩基が 1 つ失われても、タンパク質のアミノ酸が置き換わらない場合があり、その場合には作られるタンパク質に変化は生じない。
- ③ DNA の塩基が 1 つ置き換わると、必ずタンパク質のアミノ酸が置き換わるので、タンパク質の機能が失われる。
- ④ DNA の塩基が 1 つ置き換わっても、タンパク質のアミノ酸が置き換わらない場合があり、その場合には作られるタンパク質に変化は生じない。
- ⑤ DNA の塩基が 3 つ同時に置き換わる場合にだけ、タンパク質のアミノ酸が置き換わるので、タンパク質の機能が失われる。

生物の問題はこれで終わりです。解答欄の **19** ～ **75** は空欄にしてください。

この問題冊子を持ち帰ることはできません。

〈理 科〉

物 理

問	Ⅰ							Ⅱ			Ⅲ		
	問 1	問 2	問 3	問 4	問 5	問 6	問 7	問 1	問 2	問 3	問 1	問 2	問 3
解答欄	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
正解	3	7	6	4	5	4	4	3	3	5	5	1	3

問	Ⅳ					
	問 1	問 2	問 3	問 4	問 5	問 6
解答欄	14	15	16	17	18	19
正解	4	1	1	2	2	4

化 学

問	問 1	問 2	問 3	問 4	問 5	問 6	問 7	問 8	問 9	問10	問11	問12	問13	問14	問15	問16
解答欄	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
正解	1	4	3	3	2	6	3	3	2	4	2	1	3	6	1	2

問	問17	問18	問19	問20
解答欄	17	18	19	20
正解	3	2	2	4

生 物

問	問 1	問 2	問 3	問 4	問 5	問 6	問 7	問 8		問 9	問10	問11	問12		問13	
解答欄	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
正解	3	2	3	4	5	4	2	1	4	1	2	2	2	3	4	2

問	問14	
解答欄	17	18
正解	3	4