

平成23年度（2011年度）日本留学試験

理 科

（80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 ～ 21
化学	23 ～ 32
生物	33 ～ 45

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。

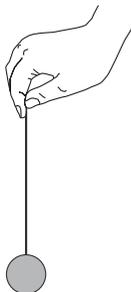
科目が正しくマークされていないと、採点されません。

< 解答用紙記入例 >

解答科目 Subject		
物理 Physics	化学 Chemistry	生物 Biology
●	○	○

I 次の問い **A** (問1), **B** (問2), **C** (問3), **D** (問4), **E** (問5), **F** (問6), **G** (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 質量 0.50 kg の物体を糸でつるし、糸の上端を持って物体を動かした。このとき、糸が物体を引く力の大きさを調べる。

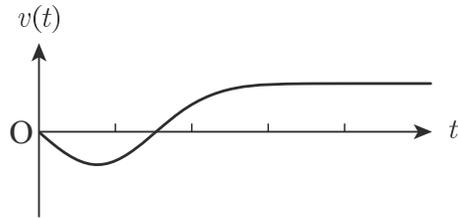


問1 物体が鉛直方向に等加速度 (直線運動) 2.8 m/s^2 で上昇しているときの張力 (tension) の大きさは , 物体が鉛直方向に等速度 (直線運動) 1.4 m/s で下降しているときの張力の大きさは であった。

空欄 , に入る値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。ただし、 $g = 9.8 \text{ m/s}^2$ とする。 1

	a	b
①	3.5 N	4.2 N
②	3.5 N	4.9 N
③	3.5 N	5.6 N
④	6.3 N	4.2 N
⑤	6.3 N	4.9 N
⑥	6.3 N	5.6 N

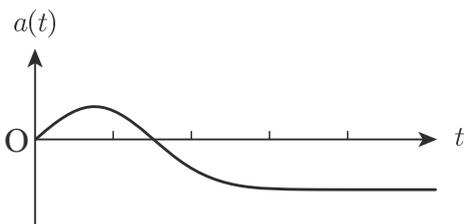
B x 軸上を運動する小球を考える。時刻 t の小球の速度 $v(t)$ は、 t とともに次のグラフのように変化した。



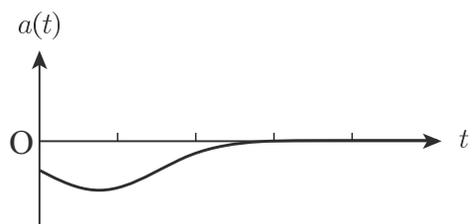
問2 時刻 t の小球の加速度 $a(t)$ の変化を表すグラフとして最も適当なものを、次の①~④の中から一つ選びなさい。

2

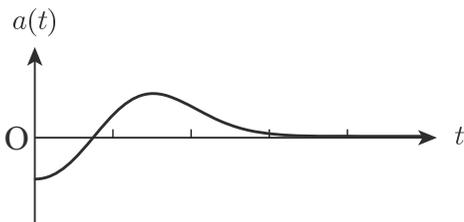
①



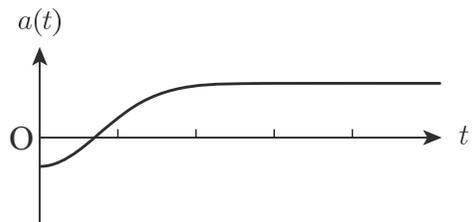
②



③

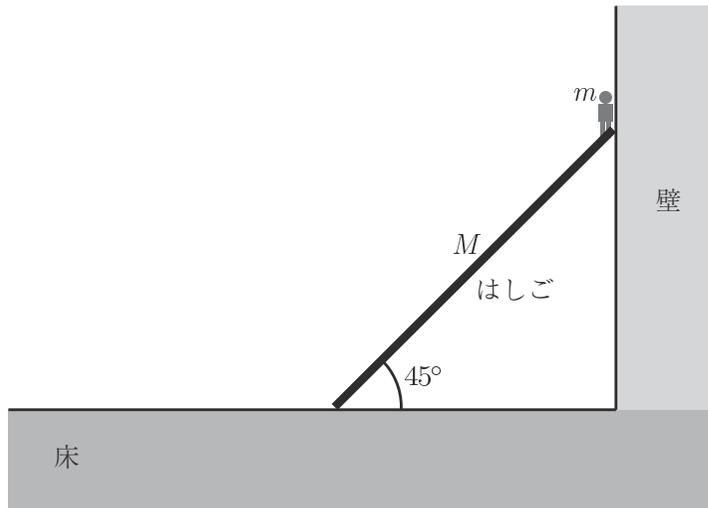


④



理科-4

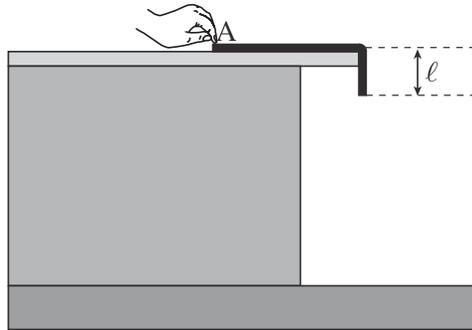
C 次の図のように、質量 M の一様なはしご (ladder) を、水平な床と 45° の角度をなすように鉛直な壁に立てかけてある。壁はなめらかで、床とはしごの間の静止摩擦係数 (coefficient of static friction) は $\frac{2}{3}$ である。また、はしごの重心は、はしごの中心にある。



問3 質量 m の人がはしごの上端に立ったとき、 $m < x$ であればはしごは滑らないが、 $m > x$ であれば滑る。質量 x 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。 $x = \boxed{3}$

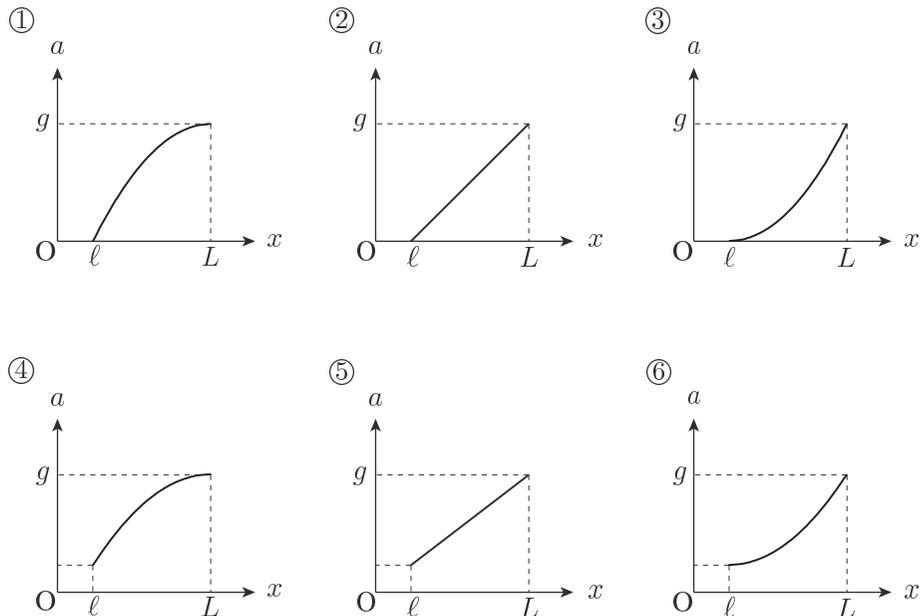
- ① $2M$ ② $\frac{3}{2}M$ ③ $\frac{2}{3}M$ ④ $\frac{1}{2}M$

D 次の図のように、長さ L の一様なひも的一部を台の上に置き、残りを台の端から鉛直に垂らした。台の上のひも的一端 A を固定し、垂れ下がった部分の長さが ℓ となるようにした。 A をはなしたところ、ひもは台の上を滑り始めた。台の表面は水平で、ひもとの摩擦は無視できるものとする。



問4 A の加速度の大きさ a と垂れ下がった部分の長さ x の関係を表すグラフ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



E ばねに質量 m のおもりをつけてつり下げた。図1のように、はじめにばねの長さが自然長になる位置でおもりを板で支えた。次に、板をゆっくりと下げたところ、図2のようにばねが d だけ伸びたところでおもりは板を離れて静止した。

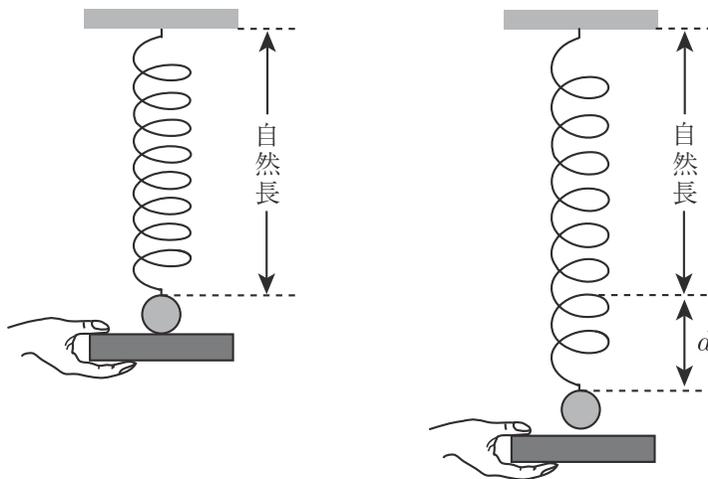


図1

図2

問5 図1の状態のばねとおもりの力学的エネルギーの和を U_1 とし、図2の状態のばねとおもりの力学的エネルギーの和を U_2 とする。($U_2 - U_1$) 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 $-mgd$

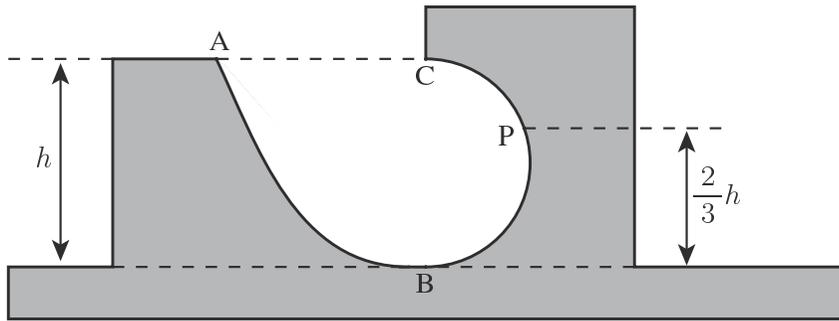
② $-\frac{1}{2}mgd$

③ 0

④ $\frac{1}{2}mgd$

⑤ mgd

F 次の図は、なめらかな曲面を鉛直方向に切った断面図である。この曲面上の点 A, B, C は同じ鉛直面内にある。A と C の B からの高さは共に h であり、曲線 BC は直径 h の半円である。質量 m の小物体を A から初速 0 で曲面に沿って運動させた。



問6 曲線 BC 上で、B からの高さが $\frac{2}{3}h$ である点を P とする。小物体が P を通過するときの小物体の受ける向心力 (centripetal force) の大きさはいくらか。最も適当なものを、次の①~⑥の中から一つ選びなさい。

6

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

G 国際宇宙ステーション (ISS) が、万有引力を受けて、地表からの高度 h の円軌道上を一定の速さで運動している。

問7 ISSの向心加速度 (centripetal acceleration) の大きさはいくらか。正しいものを、次の①～⑤の中から一つ選びなさい。ただし、地球の半径を R とし、地表での重力加速度の大きさを g とする。 7

① $\frac{R^2}{(R+h)^2}g$

② $\frac{R}{R+h}g$

③ g

④ $\frac{R+h}{R}g$

⑤ $\frac{(R+h)^2}{R^2}g$

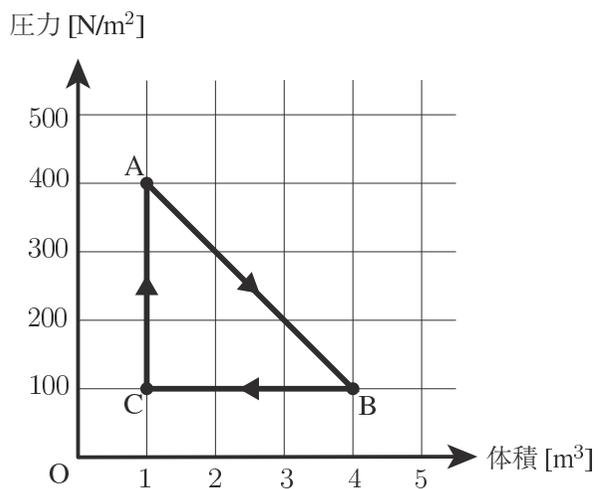
Ⅱ 次の問い A (問1), B (問2), C (問3) に答えなさい。

A ヒーターの付いた容器に 20°C の水 2.0 kg を入れ、ヒーターで 42 分間加熱したところ、 80°C になった。これに、 20°C の水を 1.0 kg 追加した。その後も同じヒーターで水を加熱し続けた。水の蒸発は無視でき、ヒーターで加える単位時間当たりの熱量は常に一定で、熱はすべて容器内の水に伝えられ容器や外部に逃げないものとする。また、水の比熱 (specific heat) を $4.2\text{ J}/(\text{g}\cdot\text{K})$ とする。

問1 容器内の水の温度が 100°C に到達するのは、 1.0 kg の水を追加してから何分後か。最も適当な値を、次の①~⑥の中から一つ選びなさい。 8 分

- ① 10 ② 26 ③ 33 ④ 42 ⑤ 56 ⑥ 64

B 次の図のように、一定量の理想気体 (ideal gas) の状態を $A \rightarrow B \rightarrow C \rightarrow A$ と変えた。



問2 $A \rightarrow B \rightarrow C \rightarrow A$ (1サイクル) の間に、この気体が外部にした仕事はいくらか。最も適当なものを、次の①~④の中から一つ選びなさい。

9 J

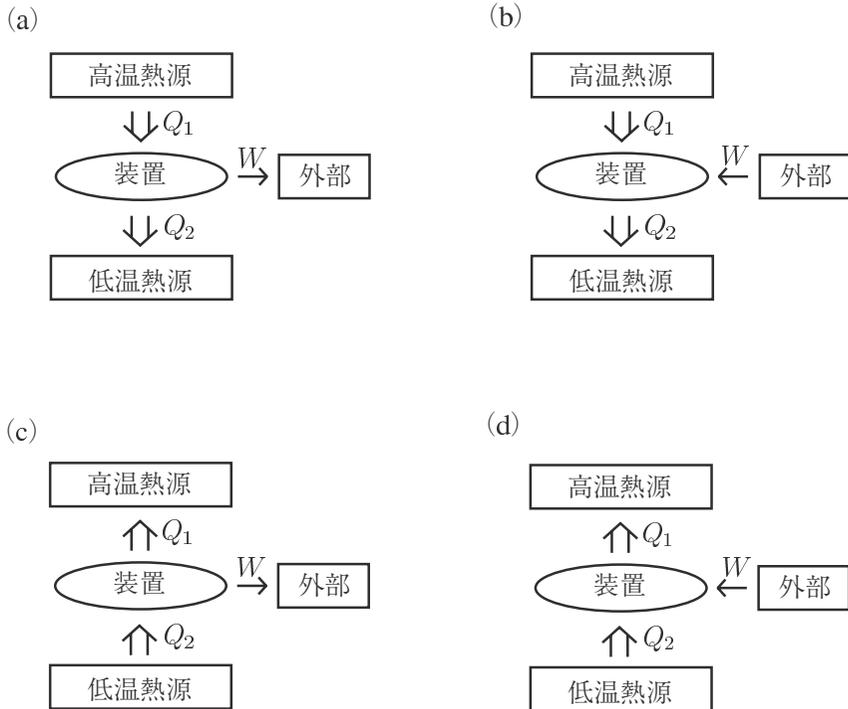
① 300

② 450

③ 750

④ 900

C 次の図 (a) ~ (d) は、ある装置 (apparatus) の状態を変化させた後、最終的に最初の状態に戻したときのエネルギーの流れを表したものの候補である。これらの図中にある Q_1 と Q_2 は熱量、 W は仕事を表す。上下の矢印 (\uparrow , \downarrow) は熱の移動の向きを表し、左右の矢印 (\leftarrow , \rightarrow) は仕事をされる側を向いている。

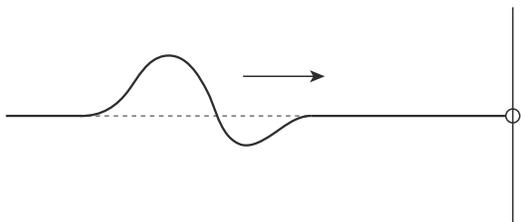


問3 上の図 (a) ~ (d) の中で、熱機関 (heat engine) と冷蔵庫に対応するものはどれか。最も適当な組み合わせを、次の①~④の中から一つ選びなさい。 10

	①	②	③	④
熱機関	(a)	(a)	(b)	(b)
冷蔵庫	(c)	(d)	(c)	(d)

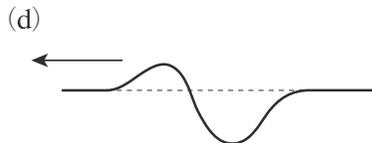
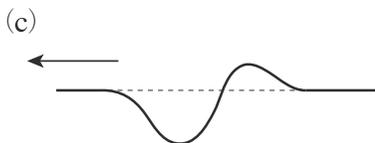
Ⅲ 次の問いA（問1）、B（問2）、C（問3）に答えなさい。

A 次の図は媒質の右端に向かって伝わる波の波形の一部を表している。この波が右端で反射する。



問1 右端が固定端の場合と自由端の場合に、反射波はそれぞれどのような波形となるか。最も適当な組み合わせを、下の①~⑧の中から一つ選びなさい。

11



	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧
固定端	(a)	(a)	(b)	(b)	(c)	(c)	(d)	(d)
自由端	(b)	(c)	(a)	(d)	(a)	(d)	(a)	(b)

B 2つの地点A, Bそれぞれに, 同じ周波数 f の音波を, 同じ位相で発する音源がある。線分AB上で音を測定したところ, 音が弱め合う地点が20箇所(AとBを含まない)あった。ただし, AとBの間の距離は2.50 mで, 音速を350 m/sとする。

問2 f の範囲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。

12

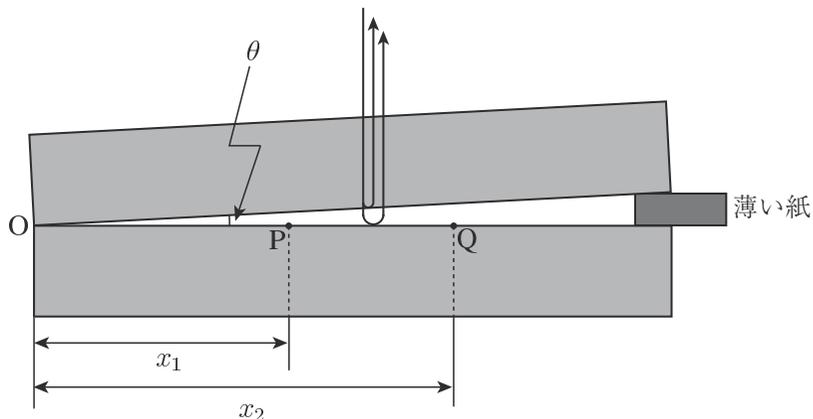
① $1330 \text{ Hz} < f \leq 1470 \text{ Hz}$

② $1470 \text{ Hz} < f \leq 1610 \text{ Hz}$

③ $2660 \text{ Hz} < f \leq 2940 \text{ Hz}$

④ $2940 \text{ Hz} < f \leq 3220 \text{ Hz}$

C 平板ガラスを2枚重ねて、一方の端に薄い紙をはさみ、板ガラスの間に薄いくさび形の空間をつくった。次の図のように、これに空気中での波長 λ の光を上から照射した。これを上から見たところ、板ガラス面上に平行な明暗の縞模様が生じていた。これは、上の板ガラスの下面と、下の板ガラスの上面で反射した光が干渉するためである。



問3 2枚の板ガラスのなす角を θ としたとき、図の板ガラスの接している端Oから距離 x_1 の点Pと x_2 の点Qの間に N 本の明線が観測された。 λ はいくらか。最も適当なものを、次の①~④の中から一つ選びなさい。ただし、 N は十分に大きい。また、 θ は十分に小さく、 $\tan \theta \cong \theta$ とする。

13

- ① $\frac{(x_2 - x_1)\theta}{N}$ ② $\frac{2(x_2 - x_1)\theta}{N}$ ③ $\frac{x_2 - x_1}{N\theta}$ ④ $\frac{2(x_2 - x_1)}{N\theta}$

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 2本の長さ ℓ の絶縁体の糸の端に質量の等しい小球をそれぞれつけた。これらの小球にそれぞれ電気量 $q_1 (> 0)$ を与え、同じ点からつるしたところ、図1のようになり、鉛直面内で静止した。これらの小球の電気量をそれぞれ $q_2 (> 0)$ としたところ、図2のようになって、鉛直面内で静止した。

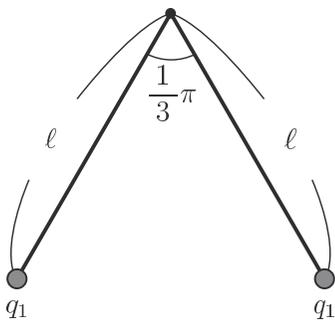


図1

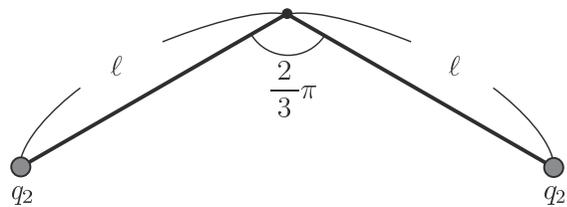


図2

問1 $\frac{q_2}{q_1}$ 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。

14

① $\sqrt{2}$

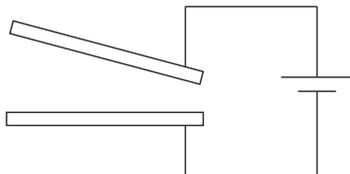
② $\sqrt{3}$

③ 2

④ 3

⑤ 9

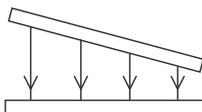
B 次の図のように、ある角をなすように配置した2枚の金属板に電圧を加えたところ、金属板間に電場が生じた。



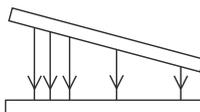
問2 金属板間（端の部分以外）の電気力線のようすを描いた図として最も適当なものを、次の①～⑥の中から一つ選びなさい。

15

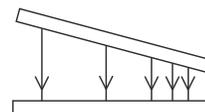
①



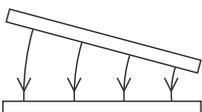
②



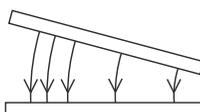
③



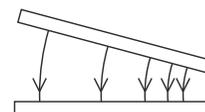
④



⑤



⑥



C 電圧と電流の関係が図1のグラフで示される豆電球 (miniature bulb) Lがある。このLと抵抗値 $30\ \Omega$, $15\ \Omega$ の電気抵抗と起電力 $6.0\ \text{V}$ で内部抵抗の無視できる電池を使って、図2の回路をつくった。

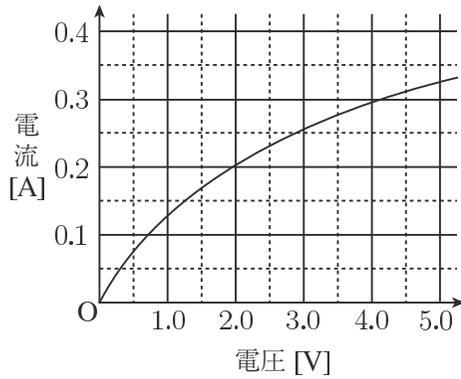


図1

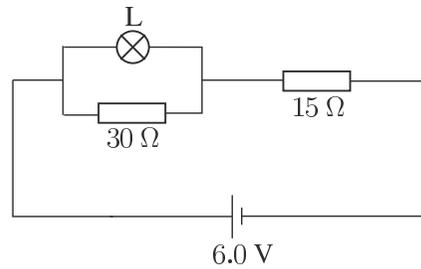


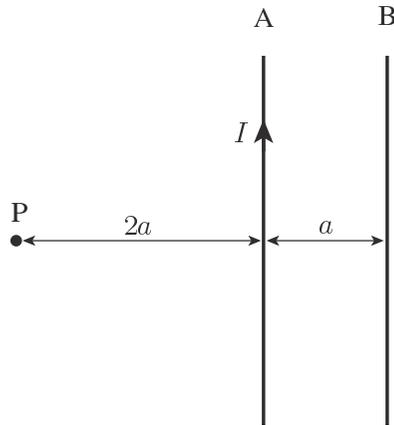
図2

問3 Lに流れる電流は何 A か。最も適当なものを、次の①~④の中から一つ選びなさい。

16 A

- ① 0.13 ② 0.20 ③ 0.26 ④ 0.30

D 次の図のように、十分に長い2本の直線導線A, Bが距離 a 離れて平行に置かれている。AとBを含む平面内で、Aから $2a$ 、Bから $3a$ の距離に点Pがある。Aには上向きに大きさ I の電流が流れている。Bに大きさ I_B の電流を流した場合、Pでの磁束密度 (magnetic flux density) は、Bに電流を流さない場合と比べて大きさが $\frac{1}{4}$ 倍となり、向きは変わらなかった。



問4 Bに流した電流の向き(上向き↑または下向き↓)と大きさ I_B として正しい組み合わせを、次の①~⑧の中から一つ選びなさい。

17

	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧
向き	↑	↓	↑	↓	↑	↓	↑	↓
I_B	$\frac{9}{8}I$	$\frac{9}{8}I$	$\frac{15}{8}I$	$\frac{15}{8}I$	$\frac{27}{16}I$	$\frac{27}{16}I$	$\frac{45}{16}I$	$\frac{45}{16}I$

E 次の図1のような形の針金を用意した。AB = BC = CD = a である。この針金をPA, DQが水平に一直線になるように支えて、つり下げた。この針金にA → B → C → Dの向きに電流 I を流した。さらにこの領域全体に、鉛直上向きに磁束密度 (magnetic flux density) の大きさ B の一様な磁場をかけたところ、図2のように回転してつり合った。このときAB, CDが鉛直線となす角は 30° であった。針金のABCDの部分の質量を m 、重力加速度 (acceleration due to gravity) の大きさを g とする。

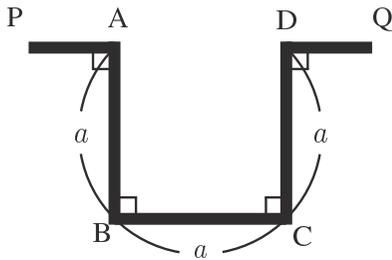


図1

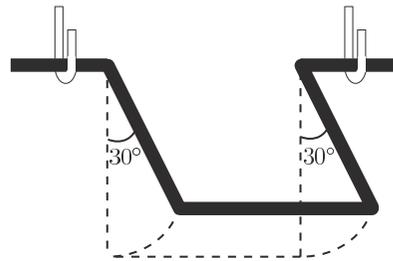


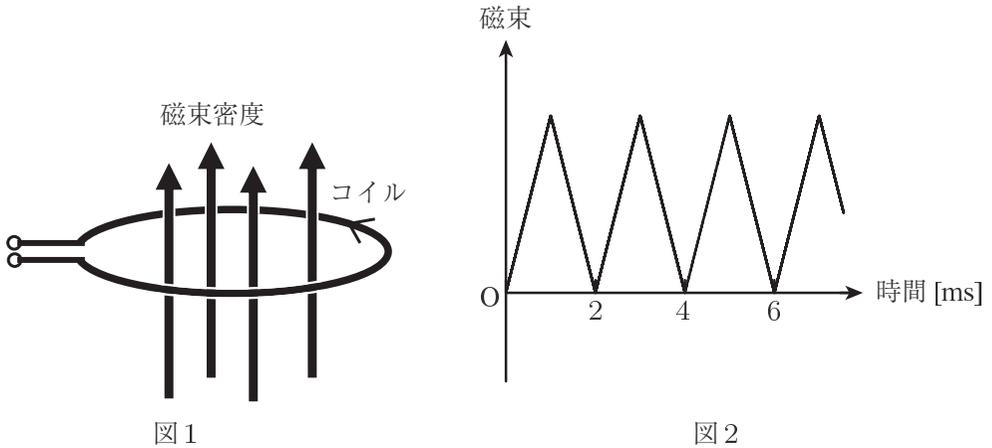
図2

問5 針金を流れる電流 I を m , g , B , a を使って表すとどうなるか。正しいものを、次の①~④の中から一つ選びなさい。

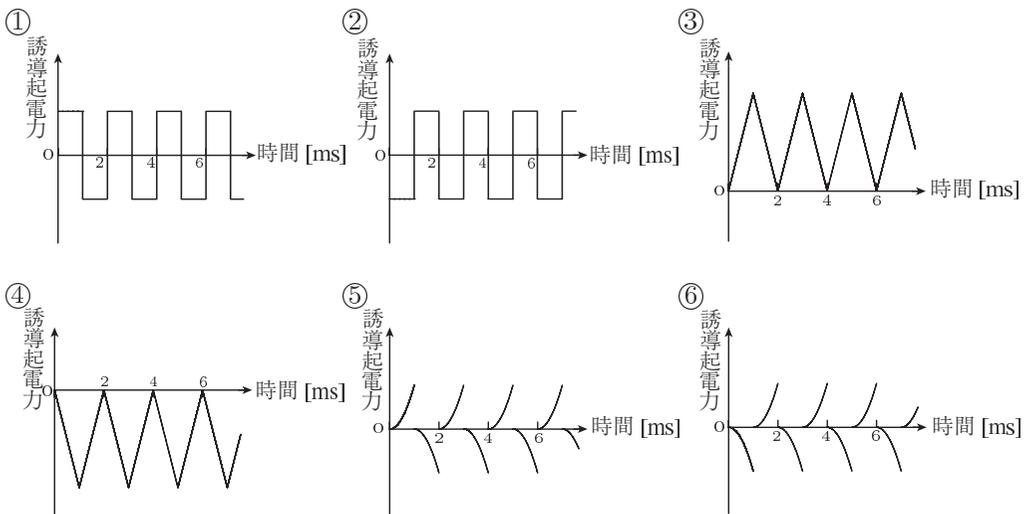
18

- ① $\frac{2\sqrt{3}}{3} \frac{mg}{Ba}$ ② $\frac{mg}{Ba}$ ③ $\frac{\sqrt{3}}{3} \frac{mg}{Ba}$ ④ $\frac{2\sqrt{3}}{9} \frac{mg}{Ba}$

F 図1に示すように1巻のコイルを磁束 (magnetic flux) が貫いている。図2は、この磁束の時間変化を示したグラフである。ただし、図1で磁束密度 (magnetic flux density) の向きを表した矢印の向きを磁束の正の向きとする。



問6 このコイルに生じる誘導起電力 (induced electromotive force) の時間変化を示したグラフとして正しいものを、次の①~⑥の中から一つ選びなさい。ただし、図1のコイル上の矢印の向きを誘導起電力の正の向きとする。 19



物理の問題はこれで終わりです。解答欄の **20** ~ **75** はマークしないでください。
解答用紙の科目欄に「物理」が正しくマークしてあるか、もう一度確かめてください。

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。

< 解答用紙記入例 >

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

科目が正しくマークされていないと、採点されません。

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。

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

標準状態における理想気体 (ideal gas) のモル体積 (molar volume) : 22.4 L/mol

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

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

原子量 (atomic weight) : H : 1.0 C : 12 N : 14 O : 16 S : 32 Zn : 65

理科-24

問1 原子や電子 (electron) に関する次の記述(a)~(d)のうち、正しいものの組み合わせを、下の①~⑥の中から一つ選びなさい。

1

- (a) 原子核 (atomic nucleus) は電子, 中性子 (neutron), 陽子 (proton) で構成されている。
- (b) 原子核に含まれる陽子の数をその原子の原子番号という。
- (c) 電子は負の電荷 (charge) をもち, その質量 (mass) は中性子に比べてきわめて小さい。
- (d) 原子番号が同じで, 質量数 (mass number) の異なる原子を互いに同素体 (allotrope) という。

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

問2 次に示す分子(a)~(e)の中に, 極性分子 (polar molecule) が二つある。それら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。

2

- (a) アセチレン (エチン) (acetylene (ethyne))
- (b) 塩化水素 (hydrogen chloride)
- (c) 二酸化炭素 (carbon dioxide)
- (d) メタノール (メチルアルコール) (methanol (methyl alcohol))
- (e) メタン (methane)

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

問3 分子量 (molecular weight) がほぼ等しい次の化合物(a)~(c)を, 沸点 (boiling point) の低いものから順に並べたものとして正しいものを, 下の①~⑥の中から一つ選びなさい。

3

- (a) エタン (ethane)
 (b) ホルムアルデヒド (formaldehyde)
 (c) メタノール (メチルアルコール) (methanol (methyl alcohol))

- ① $a < b < c$ ② $a < c < b$ ③ $b < a < c$
 ④ $b < c < a$ ⑤ $c < a < b$ ⑥ $c < b < a$

問4 次の物質(a)~(e)の中に, 固体のとき分子結晶 (molecular crystal) であるものが二つある。それら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。

4

- (a) 塩化カリウム KCl (b) ケイ素 Si (c) 酸化マグネシウム MgO
 (d) 二酸化炭素 CO₂ (e) ヨウ素 I₂

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

問5 次の物質①~④の中から, 10 g 中に含まれる原子の総数が最も多いものを一つ選びなさい。

5

- ① CO₂ ② H₂S ③ N₂ ④ NH₃

問6 標準状態において, 水素 H₂ と窒素 N₂ の混合気体 224 mL の質量 (mass) を測定したところ, 107 mg であった。この気体中の水素と窒素のモル比 (molar ratio) (H₂ : N₂) として最も適当なものを, 次の①~⑤の中から一つ選びなさい。

6

- ① 1 : 3 ② 1 : 2 ③ 1 : 1 ④ 2 : 1 ⑤ 3 : 1

問7 0.10 mol/L の酸 (acid) **A** の水溶液 10 mL に 0.10 mol/L の塩基 (base) **B** の水溶液 10 mL を加えたとき、得られる水溶液の pH が最も小さくなる酸 **A** と塩基 **B** の組み合わせを、次の①～④の中から一つ選びなさい。

7

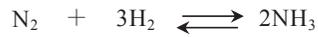
	酸 A	塩基 B
①	塩化水素 HCl	水酸化ナトリウム NaOH
②	酢酸 CH ₃ COOH	水酸化ナトリウム NaOH
③	硫酸 H ₂ SO ₄	水酸化ナトリウム NaOH
④	塩化水素 HCl	炭酸ナトリウム Na ₂ CO ₃

問8 塩化ナトリウム水溶液 NaCl aq を電気分解 (electrolysis) したとき、溶液中のイオンの濃度や電極 (electrode) から発生する気体に関する記述として最も適当なものを、次の①～⑤の中から一つ選びなさい。

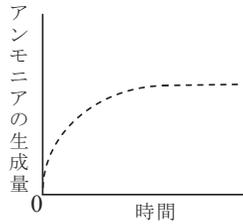
8

- ① ナトリウムイオン Na⁺ の濃度が減少する。
- ② 塩化物イオン Cl⁻ の濃度が減少する。
- ③ 陽極 (anode) から酸素 O₂ が発生する。
- ④ 陽極から水素 H₂ が発生する。
- ⑤ 陰極 (cathode) から塩素 Cl₂ が発生する。

問9 窒素 N_2 と水素 H_2 からアンモニア NH_3 が生成する反応は、可逆反応 (reversible reaction) であり、発熱反応 (exothermic reaction) である。

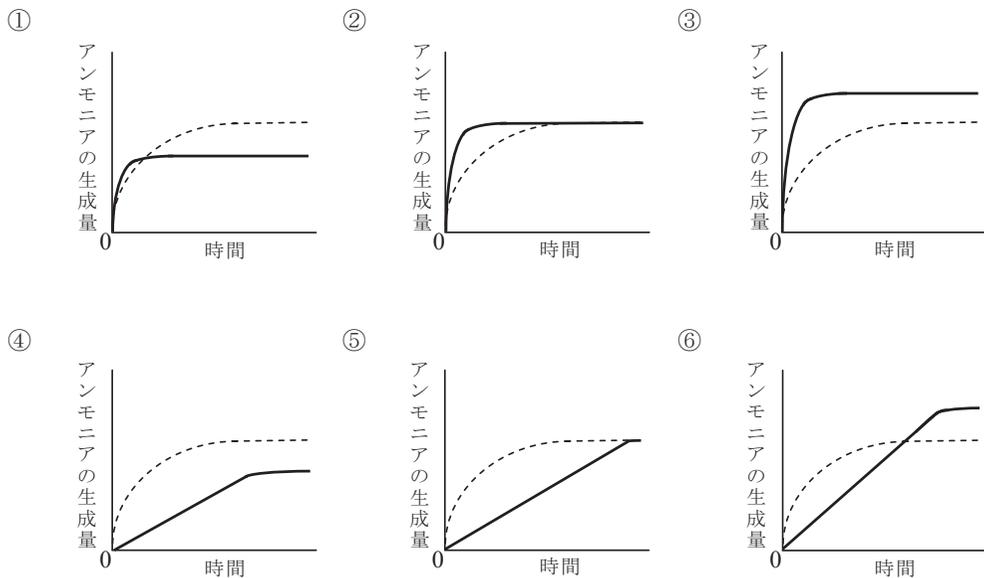


ある温度、圧力で反応させたとき、アンモニアの生成量と時間の関係は、次の図の破線 (-----) のようになった。



同じ圧力のもとで温度を上げて反応させたとき、予想されるアンモニアの生成量と時間の関係を実線 (——) で示すとどのようになるか。次の図①～⑥の中から、最も適当なものを一つ選びなさい。

9



問 10 メタン CH_4 とエタン C_2H_6 の燃焼熱 (heat of combustion) は、それぞれ 890 kJ/mol 、 1560 kJ/mol である。標準状態でメタンとエタンの混合気体 2.24 L を、完全燃焼 (complete combustion) させたところ、 142 kJ の発熱があった。燃焼前のメタンの物質量は何 mol か。最も適当な値を、次の①～⑥の中から一つ選びなさい。ただし、メタンとエタンは理想気体 (ideal gas) とする。 **10** mol

- ① 0.011 ② 0.016 ③ 0.021
④ 0.026 ⑤ 0.031 ⑥ 0.036

問 11 下線をつけた物質が酸化剤 (oxidizing agent) としてはたらいっている化学反応式はどれか。最も適当なものを、次の①～⑤の中から一つ選びなさい。 **11**

- ① $\underline{\text{CuSO}_4} + 2\text{NaOH} \longrightarrow \text{Cu(OH)}_2 + \text{Na}_2\text{SO}_4$
② $2\text{Al} + 6\underline{\text{HCl}} \longrightarrow 2\text{AlCl}_3 + 3\text{H}_2$
③ $2\underline{\text{H}_2\text{S}} + \text{SO}_2 \longrightarrow 3\text{S} + 2\text{H}_2\text{O}$
④ $\underline{\text{H}_2\text{SO}_4} + 2\text{NaOH} \longrightarrow \text{Na}_2\text{SO}_4 + 2\text{H}_2\text{O}$
⑤ $2\underline{\text{Na}} + 2\text{H}_2\text{O} \longrightarrow 2\text{NaOH} + \text{H}_2$

問 12 次の記述(a)~(c)にあてはまる金属 Cu, Fe, Zn の組み合わせとして最も適当なものを、
 下表の①~⑥の中から一つ選びなさい。

12

- (a) 水酸化ナトリウム水溶液 NaOH aq に水素 H_2 を発生しながら溶ける。
 (b) 濃硝酸 conc. HNO_3 に溶けないが、希硫酸 dil. H_2SO_4 には水素を発生しながら溶ける。
 (c) 希硫酸に溶けないが、熱濃硫酸 hot conc. H_2SO_4 には二酸化硫黄 SO_2 を発生しながら溶ける。

	a	b	c
①	Cu	Fe	Zn
②	Cu	Zn	Fe
③	Fe	Cu	Zn
④	Fe	Zn	Cu
⑤	Zn	Cu	Fe
⑥	Zn	Fe	Cu

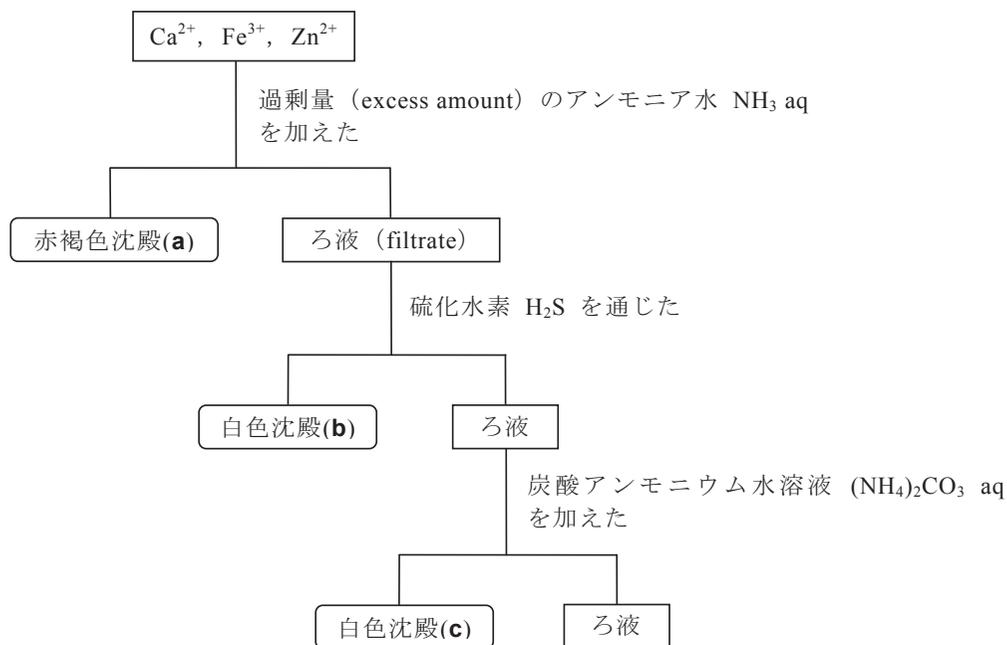
問 13 ハロゲン (halogen) とその化合物に関する次の記述①~⑤のうち、誤りを含むものを一つ選びなさい。

13

- ① ハロゲン原子は、いずれも 1 価 (monovalent) の陰イオン (anion) になりやすい。
 ② 塩素 Cl_2 の水溶液は、酸性 (acidity) を示す。
 ③ 塩素の中に水で湿らせたヨウ化カリウムデンプン紙 (potassium iodide-starch paper) を入れると、青紫色に変わる。
 ④ 臭化カリウム水溶液 KBr aq に塩素水 (chlorine water) を加えると、臭素 Br_2 を生じる。
 ⑤ ヨウ化水素 HI の水溶液は、弱酸 (weak acid) である。

問 14 金属イオン Ca^{2+} , Fe^{3+} , Zn^{2+} を含む水溶液に、次の図のような操作をして、各イオンを分離した。沈殿 (precipitate) (a)~(c)に含まれる金属イオンの組み合わせとして最も適当なものを、下表の①~⑥の中から一つ選びなさい。

14



注) 赤褐色 (reddish brown)

	a に含まれるイオン	b に含まれるイオン	c に含まれるイオン
①	Ca^{2+}	Fe^{3+}	Zn^{2+}
②	Ca^{2+}	Zn^{2+}	Fe^{3+}
③	Fe^{3+}	Ca^{2+}	Zn^{2+}
④	Fe^{3+}	Zn^{2+}	Ca^{2+}
⑤	Zn^{2+}	Ca^{2+}	Fe^{3+}
⑥	Zn^{2+}	Fe^{3+}	Ca^{2+}

問 15 1.3 g の亜鉛 Zn を希硫酸 dil. H_2SO_4 に完全に溶かすと、何 mg の水素 H_2 が発生するか。
最も適当な値を、次の①～⑤の中から一つ選びなさい。

15 mg

- ① 10 ② 20 ③ 40 ④ 60 ⑤ 80

問 16 炭化水素 (hydrocarbon) に関する次の記述①～④のうち、最も適当なものを一つ選びなさい。

16

- ① すべての飽和炭化水素 (saturated hydrocarbon) の分子式 (molecular formula) は、 $\text{C}_n\text{H}_{2n+2}$ で表される。
- ② すべてのアルカン (alkane) は、室温 (room temperature) で気体または液体である。
- ③ アセチレン (エチン) (acetylene (ethyne)) は、臭素 Br_2 と付加反応 (addition reaction) する。
- ④ キシレン (xylene) には異性体 (isomer) が存在しない。

問 17 分子式 (molecular formula) が $\text{C}_n\text{H}_{2n+2}\text{O}$ (n は整数) で表される化合物 7.4 g に
じゅうぶん量のナトリウム Na を反応させたところ、標準状態で 1.12 L の水素 H_2 が
発生した。 n の値はいくつか。また、この化合物の構造異性体 (structural isomer) の中で
上記の反応を示すものはいくつあるか。正しい組み合わせを、次表の①～⑥の中から
一つ選びなさい。

17

	n	化合物の数
①	3	3
②	3	4
③	3	5
④	4	3
⑤	4	4
⑥	4	5

問 18 次の記述①～⑤のうち、エタノール（エチルアルコール）（ethanol (ethyl alcohol)）とアセトン（acetone）のどちらにもあてはまらないものを一つ選びなさい。 **18**

- ① 室温（room temperature）で液体である。
- ② 水によく溶ける。
- ③ ニクロム酸カリウム $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ によって酸化（oxidation）される。
- ④ ヨードホルム反応（iodoform reaction）を示す。
- ⑤ 塩化鉄(Ⅲ)水溶液 $\text{FeCl}_3 \text{ aq}$ を加えると、紫色に呈色（coloration）する。

問 19 アニリン（aniline）に関する次の記述①～④のうち、最も適当なものを一つ選びなさい。 **19**

- ① 室温（room temperature）で固体である。
- ② 無水酢酸（acetic anhydride）を作用させると、アセトアニリド（acetanilide）が生成する。
- ③ 水酸化ナトリウム水溶液 NaOH aq によく溶ける。
- ④ 希塩酸 dil. HCl に溶かし、亜硝酸ナトリウム水溶液 $\text{NaNO}_2 \text{ aq}$ を冷やしながら加えると、ニトロベンゼン（nitrobenzene）が生成する。

問 20 ある炭化水素（hydrocarbon）0.5 mol を完全燃焼（complete combustion）させたところ、二酸化炭素 CO_2 1.5 mol と水 1.0 mol が生成した。この炭化水素の分子式（molecular formula）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。 **20**

- ① C_2H_2 ② C_2H_4 ③ C_2H_6 ④ C_3H_4 ⑤ C_3H_6 ⑥ C_3H_8

化学の問題はこれで終わりです。解答欄の **21** ～ **75** はマークしないでください。
解答用紙の科目欄に「化学」が正しくマークしてあるか、もう一度確かめてください。

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
○	○	●

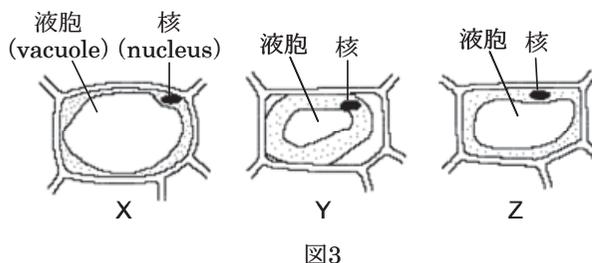
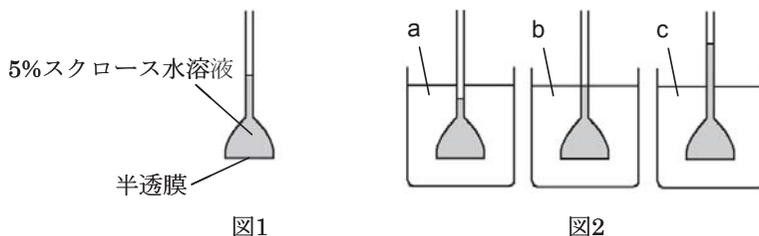
問1 ヒトの白血球 (leukocyte) について述べた文として誤っているものを，次の①～⑤の中から一つ選びなさい。

1

- ① 白血球には，抗体 (antibody) をつくる能力をもったものがある。
- ② リンパ液 (lymph) には，白血球の仲間のリンパ球 (lymphocyte) が含まれている。
- ③ 白血球には，さまざまな種類があり，核 (nucleus) があるものとないものがある。
- ④ 白血球には，細菌やウイルス (virus) などの異物を直接攻撃するものがある。
- ⑤ 白血球には，抗原 (antigen) の情報を一定期間記憶しているものがある。

問2 図1は、ろうと状のガラス管の底に半透膜 (semipermeable membrane) をはり、5%スクロース (sucrose) 溶液を入れたものである。図2は、図1のガラス管を異なる三つの濃度のスクロース溶液 a, b, c が入ったビーカーに浸し、しばらく放置したあとの様子を示したものである。図3は、植物の細胞をスクロース溶液 a, b, c に浸し、顕微鏡 (microscope) で観察した様子を模式的に示したものである。X, Y, Z は、a, b, c のうちどのスクロース溶液に浸したのか。その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。

2



	X	Y	Z
①	a	b	c
②	a	c	b
③	b	a	c
④	b	c	a
⑤	c	a	b
⑥	c	b	a

問3 無性生殖 (asexual reproduction) に関する文として誤っているものを、次の①～⑤の中から一つ選びなさい。

3

- ① アメーバ (amoeba) や細菌などは、ほぼ同じ大きさに分かれて新個体となる。このような無性生殖を分裂 (fission) という。
- ② 無性生殖の分裂は単細胞生物 (unicellular organism) のみ行い、多細胞生物 (multicellular organism) は行わない。
- ③ 酵母菌 (yeast) では、親のからだから芽のようなふくらみが出て、それが新個体となる。このような無性生殖を出芽 (budding) という。
- ④ ヒドラ (hydra) など、多細胞生物でも出芽を行うものがある。
- ⑤ 根・茎・葉など植物の栄養器官 (vegetative organ) の一部から新個体ができることを栄養生殖 (vegetative reproduction) という。

問4 次の文 a～e は、ウニ (sea urchin) とカエル (frog) の発生 (development) について述べたものである。両者に共通する文として誤っているものの組み合わせを、下の①～⑥の中から一つ選びなさい。

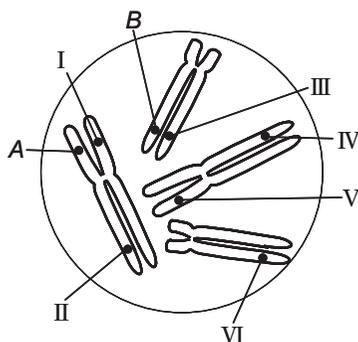
4

- a 3回目の卵割 (cleavage) は等割 (equal cleavage) である。
- b 卵割が進むと、胚 (embryo) の内部に胞胚腔 (blastocoel) と呼ばれるすきまができる。
- c 原口 (blastopore) から細胞が内部に入り込み、原腸 (archenteron) ができる。
- d 外胚葉 (ectoderm) の一部が溝のようになって落ち込み、神経管 (neural tube) ができる。
- e 将来、原口は肛門 (anus) になる。

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

問5 染色体 (chromosome) 数が $2n=4$ である被子植物 (angiosperms) に関する次の問い(1), (2) に答えなさい。

(1) 次の図は、体細胞分裂 (somatic cell division) の中期 (metaphase) における染色体の様子を示したものである。図中の A および B は、それぞれ遺伝子 (gene) A・B が存在する場所を示している。

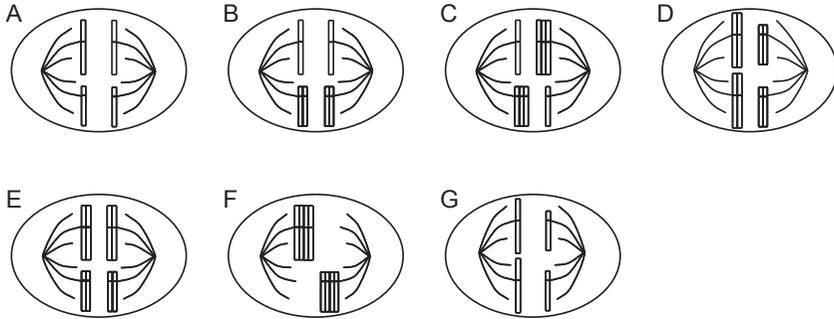


図の細胞の遺伝子型 (genotype) が $AaBb$ であるとき、A と B の対立遺伝子 (allele) a と b は図の I ~ VI のどの場所に存在するか。正しい組み合わせを次の①~⑥の中から一つ選びなさい。

5

	a	b
①	I	IV
②	I	III
③	III	II
④	III	VI
⑤	V	IV
⑥	V	VI

(2) 次の図 A~G は、この植物の減数分裂 (meiosis) におけるある時期の染色体の動きを示したものである。正しいもの二つの組み合わせを、下の①~⑧の中から一つ選びなさい。 6



- ① A, B ② A, E ③ A, G ④ B, F
 ⑤ C, D ⑥ D, E ⑦ D, G ⑧ F, G

問 6 ウズラ (quail) の性染色体 (sex chromosome) は、オスが ZZ, メスが ZW で表される。羽の色に関する遺伝子 (gene) は Z 染色体 (Z-chromosome) 上に存在し、野生型 (wild type) の色の遺伝子を B, 茶色の遺伝子を b とすると、B をもつ Z 染色体は Z^B , b をもつ Z 染色体は Z^b と表すことができる。B が b に対して優性 (dominant) である場合、生まれてくるヒナの雌雄を羽の色で区別するためには、どのような性染色体構成の親を用いるのがよいか。正しいものを次の①~⑥の中から一つ選びなさい。 7

	メス	オス
①	$Z^B W$	$Z^B Z^B$
②	$Z^B W$	$Z^B Z^b$
③	$Z^B W$	$Z^b Z^b$
④	$Z^b W$	$Z^B Z^B$
⑤	$Z^b W$	$Z^B Z^b$
⑥	$Z^b W$	$Z^b Z^b$

問7 ヒトの肝臓 (liver) の構造と働きについて述べた文として誤っているものを、次の①～⑤の中から一つ選びなさい。

8

- ① 肝臓に血液を送りこんでいる血管は2種類あり,肝動脈(hepatic artery)と肝門脈(hepatic portal vein)である。
- ② 肝臓には, タンパク質が分解されて生じた有毒なアンモニア (ammonia) を毒性の低い尿素 (urea) に変える働きがある。
- ③ 肝臓につながっている副交感神経 (parasympathetic nerve) が興奮するとグリコーゲン (glycogen) の分解が促進される。
- ④ 甲状腺 (thyroid gland) から分泌 (secretion) されるチロキシン (thyroxine) によって肝臓での代謝 (metabolism) が促進されて発熱量が増加する。
- ⑤ 肝臓では, 脂肪 (fat) を消化しやすくする胆汁 (bile) を生成している。

問8 ヒトの刺激の受容とその情報の伝達について述べた次の文 a～d のうち正しいものの組み合わせを、下の①～⑥の中から一つ選びなさい。

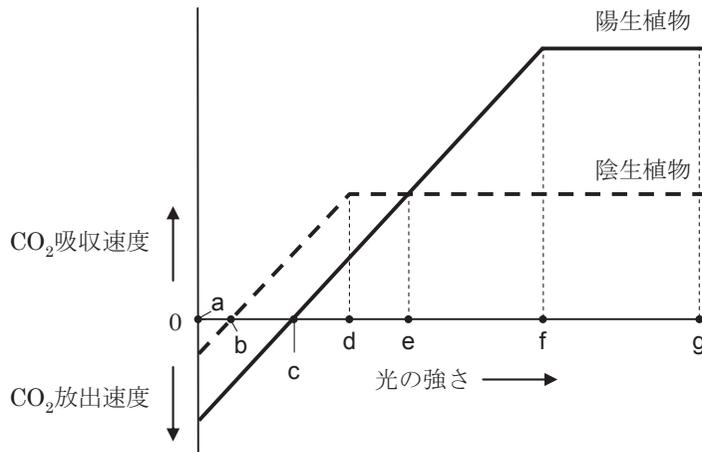
9

- a 舌 (tongue) では, 水に溶けた化学物質が味覚芽 (taste bud) の味細胞 (taste cell) により受容され, その興奮が中枢 (center) に伝わると味覚 (sense of taste) が生じる。
- b 皮膚 (skin) には温度や圧力の刺激を受容する受容器 (receptor) が存在し, 高い温度も低い温度も温点 (warm spot) が受容する。
- c 光を与えなくても, 視神経 (optic nerve) を刺激すれば光を感じる。
- d 一つの錐体細胞 (cone cell) には, 青色・赤色・緑色のそれぞれの光を良く吸収する3種類の色素 (pigment) が含まれている。

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

問9 次の図は、ある陽生植物 (sun plant) と陰生植物 (shade plant) の光-光合成曲線 (photosynthetic light response curve) の模式図である。図について述べた文として正しいものを、下の①～⑤の中から一つ選びなさい。ただし、温度は一定で、CO₂濃度は大気中と同じ濃度で測定した。

10



- ① 陽生植物と陰生植物の光合成速度 (photosynthetic rate) が等しいのは、a～d の光の強さのときである。
- ② 陽生植物の光合成速度が陰生植物の光合成速度を上回るのは、e～g の光の強さのときだけである。
- ③ 陽生植物において、CO₂濃度を上げると光合成速度が高まるのは、a～f の光の強さのときである。
- ④ 陽生植物において、呼吸 (respiration) を行っていないのは、c～g の光の強さのときである。
- ⑤ 陰生植物において、呼吸を行っていないのは、d～g の光の強さのときである。

問 10 植物におけるオーキシシン (auxin) について述べた次の文 a~e の中から正しいものを二つ選び、その組み合わせを下の①~⑧の中から一つ選びなさい。

11

- a 頂芽優勢 (apical dominance) は、オーキシシンが頂芽 (apical bud) と側芽 (lateral bud) 両方の成長を促進することで起こる。
- b オーキシシンが成長を促進する最適濃度は、根が最も高い。
- c オーキシシンは茎の基部から先端へ極性移動 (polar transport) する。
- d 茎の光屈性 (phototropism) は、オーキシシンが光の当たらない側の成長を促進することで起こる。
- e 芽ばえ (seedling) を地面に水平に置いた場合、オーキシシンが根の地面側の成長を抑制するため、根の重力屈性 (gravitropism) が起こる。

- ① a, b ② a, c ③ a, e ④ b, c ⑤ b, d ⑥ b, e
- ⑦ c, d ⑧ d, e

問 11 次の文 a~d は、いろいろなタンパク質の働きについて述べたものである。これらのうち、ATP 分解酵素 (ATPase) の働きももつものを二つ選び、その組み合わせを下の①~⑥の中から一つ選びなさい。

12

- a 赤血球 (erythrocyte) に含まれるヘモグロビン (hemoglobin) は、鉄を含み、肺 (lung) から全身に酸素 (oxygen) を運搬する働きをもつ。
- b 骨格筋 (skeletal muscle) や平滑筋 (smooth muscle) の細胞に多量に含まれているミオシン (myosin) は、筋肉 (muscle) の収縮 (contraction) に働く。
- c 免疫系 (immune system) によってつくられる抗体 (antibody) は、多様な抗原 (antigen) と極めて特異的に結合する働きをもつ。
- d 細胞膜 (cell membrane) に存在するナトリウムポンプ (sodium-potassium pump) は、ナトリウムイオンとカリウムイオンを能動輸送 (active transport) によって通過させる働きをもつ。

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

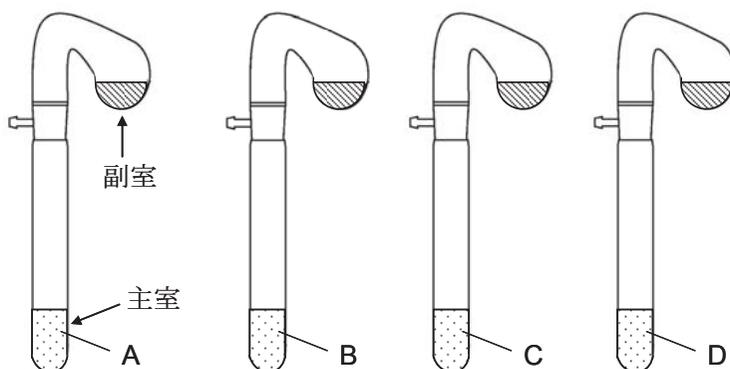
問 12 ひまわり (sunflower) のミトコンドリア (mitochondria) と葉緑体 (chloroplast) を比較したとき、ミトコンドリアのみに当てはまる特徴として正しいものを、次の①~⑤の中から一つ選びなさい。

13

- ① ATPを生成する。
- ② 電子伝達系 (electron transport system) をもっている。
- ③ グルコース (glucose) をピルビン酸 (pyruvic acid) に分解する。
- ④ 脱炭酸反応 (decarboxylation) を行う回路をもっている。
- ⑤ 二重膜 (double membrane) 構造である。

問 13 コハク酸脱水素酵素 (succinate dehydrogenase) について、以下のような実験を行った。次ページの問い(1), (2)に答えなさい。

次の図のようにツンベルク管 (Thunberg tube) 4 本を用意し、副室にはすべてコハク酸ナトリウム (sodium succinate) 溶液とメチレンブルー (methylene blue) 溶液を入れ、主室には下に示した A~D の溶液を入れた。すべての x 管内の空気を抜いた後、副室の溶液を主室に移した。A, B, D は 40°C で、C は 20°C の条件で反応させ、 y 主室の溶液の色の変化を観察した。なお、メチレンブルーは還元 (reduction) されると青色から無色になる。



- A 生理食塩水 (physiological salt solution)
- B ニワトリ (chicken) の肝臓 (liver) をすりつぶし生理食塩水で抽出したもの
- C ニワトリの肝臓をすりつぶし生理食塩水で抽出したもの
- D ニワトリの肝臓をすりつぶし生理食塩水で抽出したあと、 100°C で 3 分間加熱処理したものの

(1) 下線部 **X** の目的として正しいものを、次の①～⑤の中から一つ選びなさい。

14

- ① 溶液の pH を一定に保つため。
- ② 溶液の温度を一定に保つため。
- ③ 管内の窒素 (nitrogen) を除くため。
- ④ 管内の酸素 (oxygen) を除くため。
- ⑤ 管内の二酸化炭素 (carbon dioxide) を除くため。

(2) 下線部 **Y** の結果を述べた文として正しいものを、次の①～⑥の中から一つ選びなさい。

15

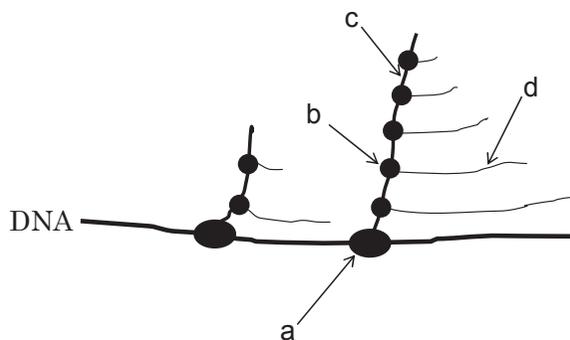
- ① メチレンブルーの色が無色になるのは A, B, C であり、その中で最も早く無色になるのは A である。
- ② メチレンブルーの色が無色になるのは A, B, C であり、その中で最も早く無色になるのは B である。
- ③ メチレンブルーの色が無色になるのは B, C であり、その中で最も早く無色になるのは B である。
- ④ メチレンブルーの色が無色になるのは B, C であり、その中で最も早く無色になるのは C である。
- ⑤ メチレンブルーの色が無色になるのは B, C, D であり、その中で最も早く無色になるのは C である。
- ⑥ メチレンブルーの色が無色になるのは B, C, D であり、その中で最も早く無色になるのは D である。

問 14 ある真核細胞 (eukaryotic cell) の遺伝子 (gene) X は 3000 塩基対 (base pair) からなり、そのうち 75%はイントロン (intron) で、残りがエキソン (exon) である。遺伝子 X からつくられるタンパク質は、およそ何個のアミノ酸 (amino acid) からできているか。最も適当なものを次の①～⑦の中から一つ選びなさい。

16

- ① 250
- ② 750
- ③ 1000
- ④ 2250
- ⑤ 3000
- ⑥ 6750
- ⑦ 9000

問 15 スプライシング (splicing) を行わない原核細胞 (prokaryotic cell) では、転写 (transcription) が始まると、その終了を待たずに翻訳 (translation) が開始される。次の図は、その様子を模式的に表したものである。この図に関する次ページの問い(1), (2)に答えなさい。



(1) 図中の **a** と **d** は何を表しているか。正しい組み合わせを下の①～⑥の中から一つ選びなさい。

17

	a	d
①	DNAポリメラーゼ (DNA polymerase)	合成途中のmRNA
②	DNAポリメラーゼ	合成途中のタンパク質
③	RNAポリメラーゼ (RNA polymerase)	合成途中のmRNA
④	RNAポリメラーゼ	合成途中のタンパク質
⑤	リボソーム (ribosome)	合成途中のmRNA
⑥	リボソーム	合成途中のタンパク質

(2) 図中の **a** は図の DNA の上をどの方向に動くか。また、**b** は図の **c** の上をどの方向に動くか。正しい組み合わせを下の①～④の中から一つ選びなさい。

18

	aが動く方向	bが動く方向
①	左	上
②	左	下
③	右	上
④	右	下

生物の問題はこれで終わりです。解答欄の **19** ～ **75** はマークしないでください。
 解答用紙の科目欄に「生物」が正しくマークしてあるか、もう一度確かめてください。

この問題冊子を持ち帰ることはできません。