

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 ～ 21
化学	23 ～ 40
生物	41 ～ 56

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。

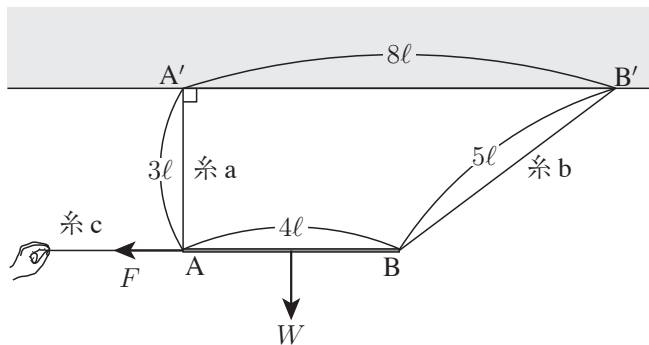
科目が正しくマークされていないと、採点されません。

< 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) に答えなさい。ただし、重力加速度の大きさを 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 $4l$ の細い一様な棒の一端 **A** に長さ $3l$ の糸 **a** を、他端 **B** に長さ $5l$ の糸 **b** をつけ、水平な天井の2点 **A'** と **B'** からつるす。**A'** と **B'** の間の距離は $8l$ である。**A** に別の糸 **c** をつけて水平方向に引いたところ、棒が水平で糸 **a** が鉛直になり、棒が静止した。このとき、糸 **c** で **A** を引く力の大きさを F とし、棒にはたらく重力の大きさを W とする。すべての糸は軽く、伸び縮みしないものとする。

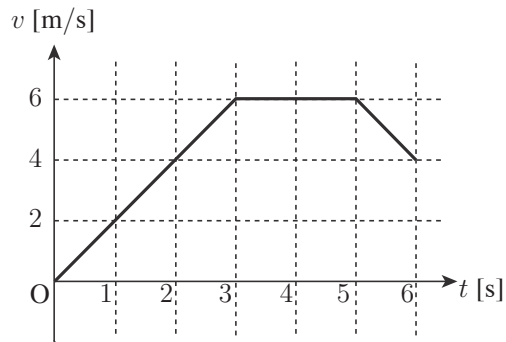


問1 F はどのように表されるか。正しいものを、次の①～⑥の中から一つ選びなさい。

1

- ① $\frac{3}{10}W$ ② $\frac{3}{8}W$ ③ $\frac{2}{5}W$ ④ $\frac{5}{8}W$ ⑤ $\frac{2}{3}W$ ⑥ $\frac{5}{6}W$

B 静止していた電車が時刻 $t = 0$ s に動き始め、直線のレール上を運動した。次の図は、電車の速度 v [m/s] と時刻 t [s] の関係を示したグラフである。



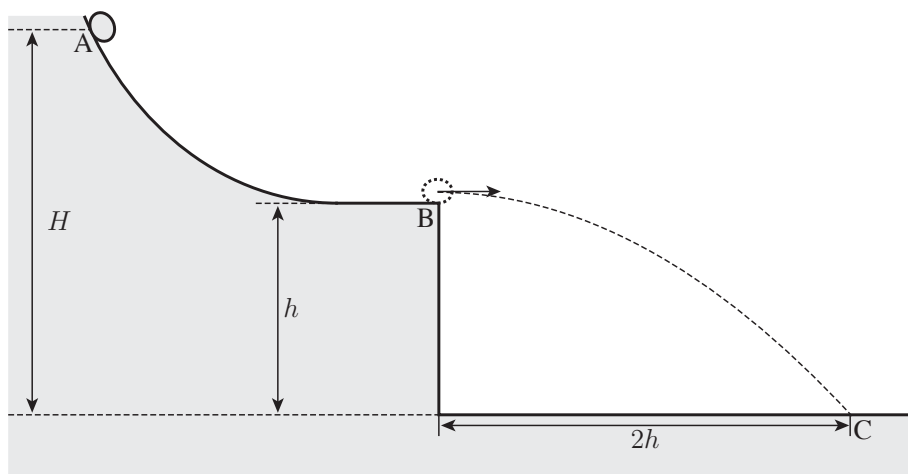
問2 時刻 $t = 0$ s から $t = 6$ s の間に電車は何 m 移動したか。最も適当な値を、次の①～⑥の中から一つ選びなさい。

2 m

- ① 20 ② 22 ③ 24 ④ 26 ⑤ 28 ⑥ 30

理科-4

C 次の図のように、なめらかな曲面 AB がある。曲面上端 A は水平な地面から高さ H 、下端 B は高さ h の位置にある。 A に質量 m の小物体を置き、静かに手をはなしたところ、小物体は曲面上をすべり降り、 B から水平に飛び出して地面上の点 C に落下した。 B と C の水平距離は $2h$ であった。

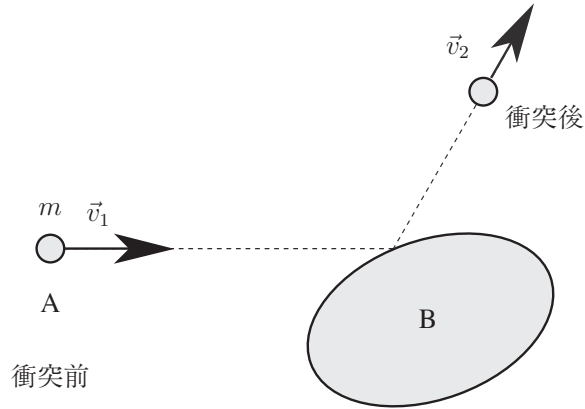


問3 $\frac{H}{h}$ はいくらか。正しいものを、次の①～⑥の中から一つ選びなさい。

3

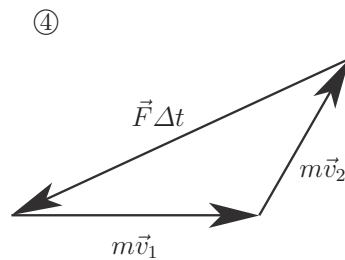
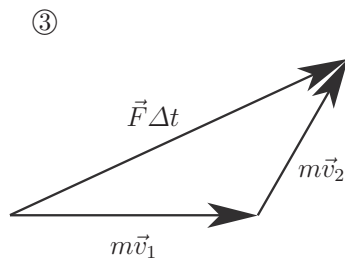
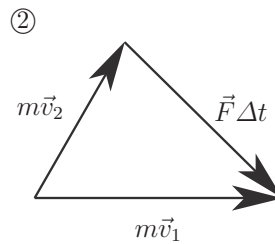
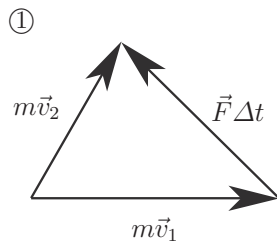
- ① $\frac{5}{4}$ ② $\frac{3}{2}$ ③ $\frac{7}{4}$ ④ 2 ⑤ $\frac{9}{4}$ ⑥ $\frac{5}{2}$

D 次の図のように、質量 m の小物体 A が速度 \vec{v}_1 で別の物体 B に衝突し、A の速度が \vec{v}_2 に変化した。この衝突で B に与えられた力積を $\vec{F}\Delta t$ とする。

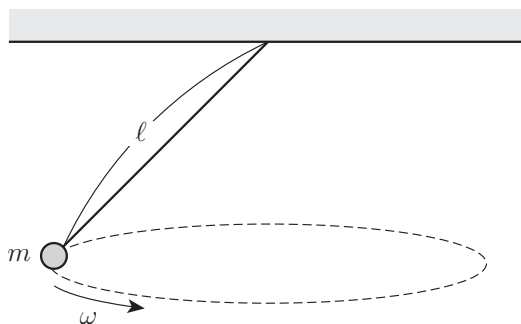


問4 $m\vec{v}_1$, $m\vec{v}_2$ と $\vec{F}\Delta t$ の関係を表す図として正しいものを、次の①~④の中から一つ
 選びなさい。

4



E 次の図のように、長さ l の伸び縮みしない軽い糸の一端を固定し、他端に質量 m の小球を付け、つり下げる。小球を水平面内で等速円運動させたところ、糸が小球を引く力は $2mg$ であった。このときの小球の円運動の角速度を ω とする。



問5 ω はどのように表されるか。正しいものを、次の①～⑥の中から一つ選びなさい。

5

① $\sqrt{\frac{g}{l}}$

② $\sqrt{\frac{2g}{l}}$

③ $\sqrt{\frac{3g}{l}}$

④ $2\sqrt{\frac{g}{l}}$

⑤ $\sqrt{\frac{5g}{l}}$

⑥ $\sqrt{\frac{6g}{l}}$

F x 軸上を小物体が原点 ($x = 0$) を振動の中心として単振動している。単振動の振幅は 0.50 m 、角振動数は 1.0 rad/s であった。

問6 小物体が $x = 0.10 \text{ m}$ の位置を通過する瞬間の小物体の加速度は何 m/s^2 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、 x 軸の正の向きを加速度の正の向きとする。 **6** m/s^2

- ① -0.50 ② -0.25 ③ -0.10 ④ 0.10 ⑤ 0.25 ⑥ 0.50

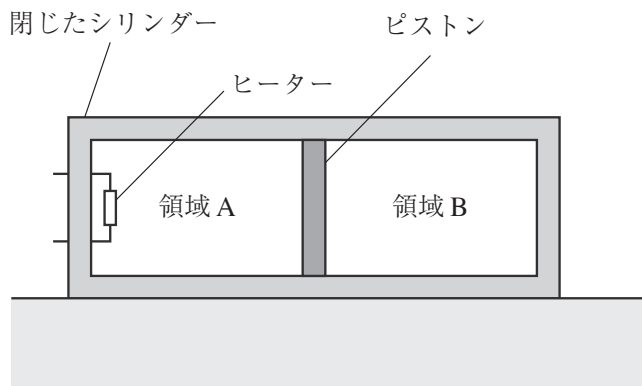
II 次の問い **A** (問1), **B** (問2), **C** (問3) に答えなさい。

A 20℃の金属容器の中に60℃の水 5.0×10^2 gを入れたところ、じゅうぶん時間がたった後、金属容器と水がともに50℃になった。60℃の水の量を 1.0×10^2 gに変え、20℃の同じ金属容器の中に入れたところ、じゅうぶん時間がたった後、金属容器と水の温度がともに t [℃]になった。熱は金属容器と水の間だけで移動するものとする。

問1 t は何℃か。最も適当な値を、次の①～⑤の中から一つ選びなさい。 **7**℃

- ① 25 ② 30 ③ 35 ④ 40 ⑤ 45

B 次の図のように、断熱材でできた閉じたシリンダーの内部が、断熱材でできたなめらかに動くことのできるピストンで2つの領域AとBに分けられている。A内にはヒーターがある。A、Bそれぞれに等しい量の理想気体を閉じ込めた。このとき、A、B内の気体の温度、圧力、体積はそれぞれ等しかった。A内の気体をヒーターで一定時間ゆっくりと加熱したところ、ピストンが移動し、Aの体積が $\frac{6}{5}$ 倍になったところで静止した。このとき、A内の気体の絶対温度を T_A 、B内の気体の絶対温度を T_B とする。

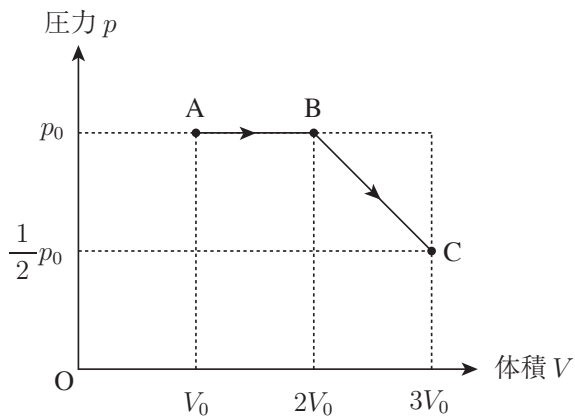


問2 $\frac{T_A}{T_B}$ はいくらか。正しいものを、次の①～⑥の中から一つ選びなさい。

8

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

C 一定量の単原子分子理想気体をシリンダーの中に入れ、その状態を次の p - V 図のように、状態 $A \rightarrow$ 状態 $B \rightarrow$ 状態 C と変化させた。



問3 状態 $A \rightarrow$ 状態 $B \rightarrow$ 状態 C の過程で気体が吸収した熱量はどのように表されるか。正しいものを、次の①~⑤の中から一つ選びなさい。

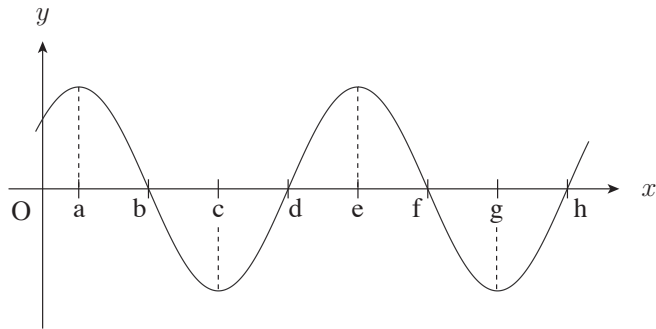
9

- ① $\frac{1}{2}p_0V_0$ ② p_0V_0 ③ $\frac{3}{2}p_0V_0$ ④ $2p_0V_0$ ⑤ $\frac{5}{2}p_0V_0$

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、 x 軸の正の向きに伝わる縦波の、ある時刻における媒質の変位 y (x 軸の正の向きの変位のとき正) と位置 x との関係を表したグラフである。



問1 媒質の速度の向きが x 軸の正の向きで、その大きさが最大となるのは図中の点 a~h のどれか。正しい組み合わせを、次の①~④の中から一つ選びなさい。 10

- ① a と e ② b と f ③ c と g ④ d と h

B 次の図のように、音源が振動数 f_0 の音を前後に出しながら速さ v_s で直線上を進んでいる。同一直線上を観測者が速さ v_o で同一方向に進んでいる。図1のように、観測者が音源の前方にいるとき、観測者が観測した音の振動数は f_1 であった。図2のように、観測者が音源の後方にいるとき、観測者が観測した音の振動数は f_2 であった。音速を V とする。

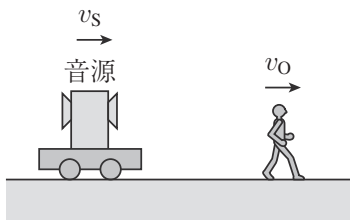


図1

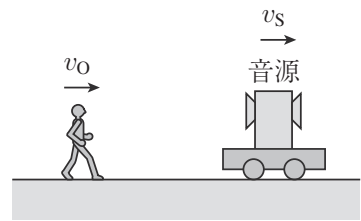


図2

問2 $\frac{f_2}{f_1}$ はどのように表されるか。正しいものを、次の①~④の中から一つ選びなさい。

11

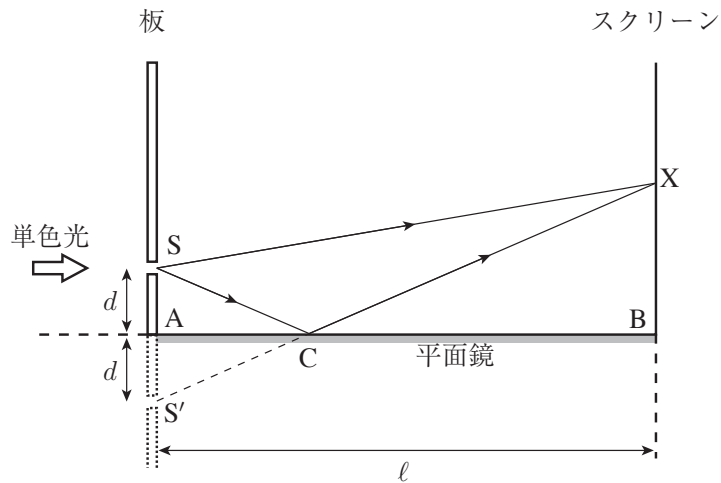
① $\frac{(V - v_s)(V + v_o)}{(V + v_s)(V - v_o)}$

② $\frac{(V + v_s)(V - v_o)}{(V - v_s)(V + v_o)}$

③ $\frac{(V - v_s)(V - v_o)}{(V + v_s)(V + v_o)}$

④ $\frac{(V + v_s)(V + v_o)}{(V - v_s)(V - v_o)}$

C 次の図のように、平面鏡を水平に置き、その両端 A、B にスリット S のある板とスクリーンをそれぞれ平面鏡に垂直に立てた。AB 間の距離は l 、SA 間の距離は d である。S の左側から波長 λ の単色光を当てると、S を通過した後に直接スクリーン上の位置 X に達する光と平面鏡の位置 C で反射してから X に達する光が干渉して、スクリーン上に明暗のしまができる。平面鏡での反射によって光の位相は π だけ変化する（反転する）。C で反射して X に達した光は、S を通過した光とは位相が π だけ変化した光が図中の仮想的なスリット S'（A から板に平行に距離 d だけ下がった位置にある）を通過して X に達した光と考えることができる。スクリーン上で最も B に近い明線と B との距離を x とする。ただし、スリットは十分に狭く、 d と x は l に比べて非常に小さい。



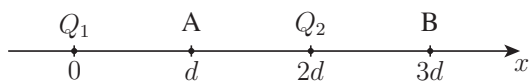
問3 x はどのように表されるか。最も適当なものを、次の①～⑤の中から一つ選びなさい。

12

- ① $\frac{\lambda l}{4d}$ ② $\frac{\lambda l}{2d}$ ③ $\frac{\lambda l}{d}$ ④ $\frac{2\lambda l}{d}$ ⑤ $\frac{4\lambda l}{d}$

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。

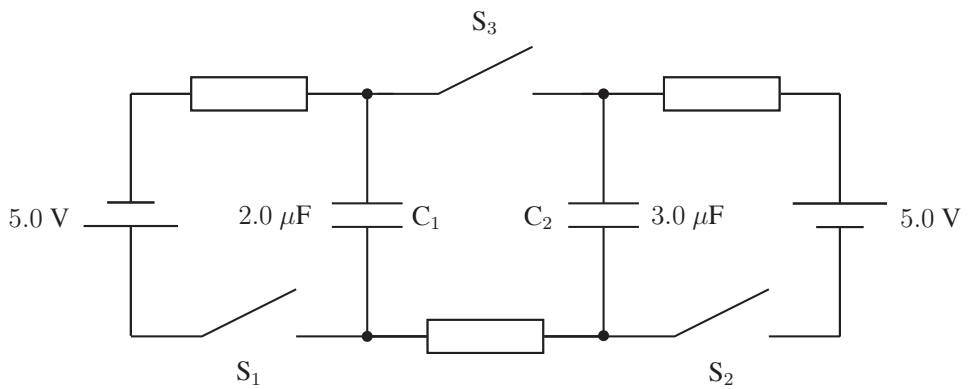
A 次の図のように, x 軸の原点に電気量 Q_1 の点電荷が, x 軸上の $x = 2d (> 0)$ の点に電気量 Q_2 の点電荷が固定されている。 x 軸上の $x = d$ の点 **A** での電場の向きは x 軸の正の向きであった。また, **A** での電位は 0 V であった。ただし, 無限遠を電位の基準とする。



問 1 x 軸上の $x = 3d$ の点 **B** での電場の向きはどうか。また, **B** での電位の正負はどうか。正しい組み合わせを, 次の①~④の中から一つ選びなさい。 **13**

	電場の向き	電位の正負
①	x 軸の正の向き	正
②	x 軸の正の向き	負
③	x 軸の負の向き	正
④	x 軸の負の向き	負

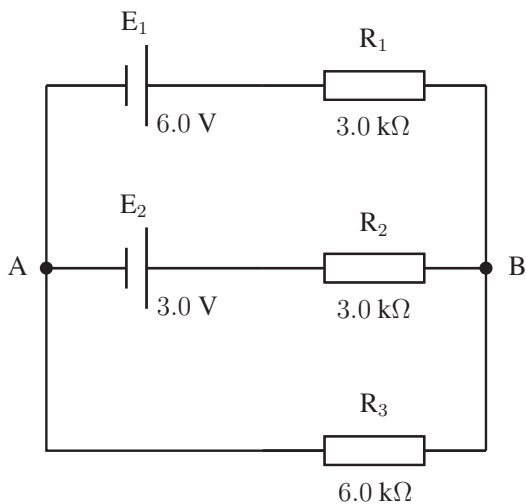
B 次の図のように、電気容量 $2.0 \mu\text{F}$ のコンデンサー C_1 と電気容量 $3.0 \mu\text{F}$ のコンデンサー C_2 、起電力 5.0V の2つの電池、3つの抵抗、3つのスイッチ S_1 、 S_2 、 S_3 を接続した。最初、 S_3 を開けた状態で、 S_1 と S_2 を閉じて C_1 と C_2 を充電する。次に、 S_1 と S_2 を開け、 S_3 を閉じる。じゅうぶん時間がたった後、 C_1 の S_3 に接続されている側（図中の上側）の極板に蓄えられている電荷の電気量を Q とする。



問2 Q は何 μC か。最も適当な値を、次の①～⑥の中から一つ選びなさい。 **14** μC

- ① -5.0 ② -2.0 ③ -1.0 ④ 1.0 ⑤ 2.0 ⑥ 5.0

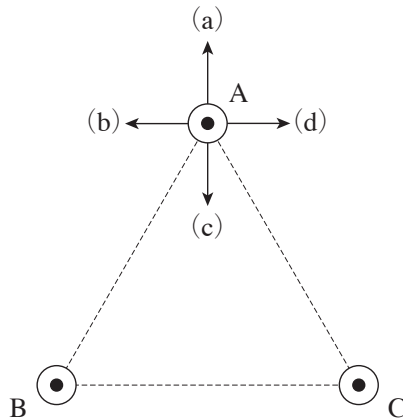
C 次の図のように、抵抗値がそれぞれ $3.0\text{ k}\Omega$ 、 $3.0\text{ k}\Omega$ 、 $6.0\text{ k}\Omega$ の抵抗 R_1 、 R_2 、 R_3 と、起電力がそれぞれ 6.0 V 、 3.0 V の電池 E_1 、 E_2 を接続した。図中の A、B は回路中の接続点である。



問3 抵抗 R_2 を流れる電流の大きさは何 mA か。またその向きは A から B の向きか、B から A の向きか。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。 **15**

	電流の大きさ	電流の向き
①	0.20 mA	A から B
②	0.20 mA	B から A
③	0.40 mA	A から B
④	0.40 mA	B から A
⑤	0.60 mA	A から B
⑥	0.60 mA	B から A

D 次の図のように、紙面に垂直なじゅうぶんに長い3本の平行な直線導線が、紙面内の正三角形ABCの各頂点を通っている。3本の導線には、紙面の裏から表の向きに、等しい大きさ I の電流がそれぞれ流れている。Aを通る導線の長さ l の部分が、Bを通る電流から受ける力を \vec{F}_B とし、Cを通る電流から受ける力を \vec{F}_C とする。 \vec{F}_B と \vec{F}_C の合力を \vec{F} とする。

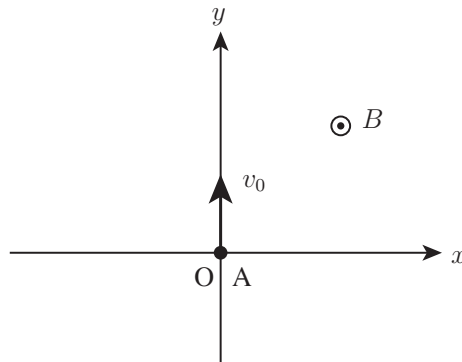


問4 \vec{F} の向きは、図中に矢印で示した (a) ~ (d) のどれか。また、 \vec{F} の大きさを F 、 \vec{F}_B の大きさを F_B とするとき、 $\frac{F}{F_B}$ はいくらか。正しい組み合わせを、次の①~⑧の中から一つ選びなさい。

16

	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧
\vec{F} の向き	(a)	(a)	(b)	(b)	(c)	(c)	(d)	(d)
$\frac{F}{F_B}$	1	$\sqrt{3}$	1	$\sqrt{3}$	1	$\sqrt{3}$	1	$\sqrt{3}$

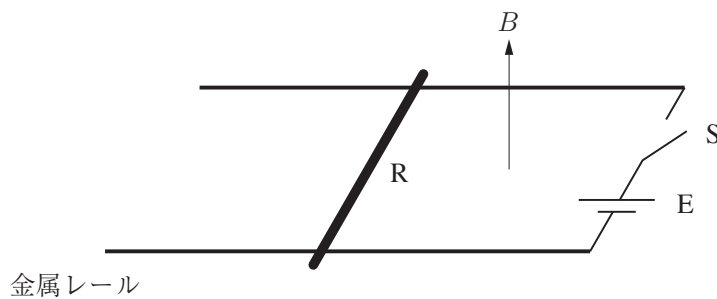
E 次の図のように、 xy 平面（紙面）内のじゅうぶんに広い領域に、紙面に垂直で、紙面の裏から表の向きに、磁束密度の大きさ B の一様な磁場が加えられている。質量が m で負の電気量 $-q$ をもった荷電粒子 A がある ($q > 0$)。時刻 $t = 0$ に、 A を原点 O から y 軸の正の向きに初速 v_0 で打ち出した。 A が次に x 軸上に達した位置の x 座標を x_1 、時刻を t_1 とする。



問5 x_1 はどのように表されるか。また、 t_1 はどのように表されるか。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
x_1	$-\frac{2v_0m}{qB}$	$-\frac{2v_0m}{qB}$	$-\frac{v_0m}{qB}$	$-\frac{v_0m}{qB}$	$\frac{v_0m}{qB}$	$\frac{v_0m}{qB}$	$\frac{2v_0m}{qB}$	$\frac{2v_0m}{qB}$
t_1	$\frac{\pi m}{qB}$	$\frac{2\pi m}{qB}$	$\frac{\pi m}{qB}$	$\frac{2\pi m}{qB}$	$\frac{\pi m}{qB}$	$\frac{2\pi m}{qB}$	$\frac{\pi m}{qB}$	$\frac{2\pi m}{qB}$

F 次の図のように、水平面内に固定された2本の平行な長い金属レールの上に、金属棒 R がレールと垂直に置かれている。 R は常にレールと垂直な状態を保ちながらレール上を摩擦なく滑ることができる。レールを含む領域には鉛直上向きに磁束密度の大きさ B の一様な磁場が加えられている。レールの一端には電池 E とスイッチ S が接続されている。金属棒は電気抵抗をもつが、レールの電気抵抗は無視できる。 S が開いているとき、金属棒は静止していた。 S を閉じたところ、金属棒は **I** 向きに動き始めた。その後、金属棒の速さは増加し、金属棒の加速度の大きさは **II**。



問6 上の文章中で、**I**、**II**に入る語句は何か。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、金属棒とレールに流れる電流がつくる磁場の影響は無視できるものとする。

18

	I	II
①	電池に近づく	減少した
②	電池に近づく	変化しなかった
③	電池に近づく	増加した
④	電池から遠ざかる	減少した
⑤	電池から遠ざかる	変化しなかった
⑥	電池から遠ざかる	増加した

V 次の問い A (問 1) に答えなさい。

A 光および電子はともに粒子としての性質と波としての性質をあわせもつ。粒子としての性質と波としての性質の間には互いに関係がある。

光の波長を λ とするとき、光子のエネルギーは **I** に比例する。電子波の波長を λ とするとき、電子の運動エネルギーは **II** に比例する。

問 1 上の文章で、**I** と **II** に入る式はどうか。正しい組み合わせを、次の①～⑧の中から一つ選びなさい。

19

	I	II
①	λ^2	λ^2
②	λ^2	λ
③	λ	λ^2
④	λ	λ
⑤	$\frac{1}{\lambda}$	$\frac{1}{\lambda}$
⑥	$\frac{1}{\lambda}$	$\frac{1}{\lambda^2}$
⑦	$\frac{1}{\lambda^2}$	$\frac{1}{\lambda}$
⑧	$\frac{1}{\lambda^2}$	$\frac{1}{\lambda^2}$

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) : $0\text{ }^{\circ}\text{C}$, $1.01 \times 10^5\text{ Pa}$ (1 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) : $N_A = 6.02 \times 10^{23}\text{ /mol}$

ファラデー定数 (Faraday constant) : $F = 9.65 \times 10^4\text{ C/mol}$

原子量 (atomic weight) : H : 1.0 C : 12 N : 14 O : 16 Na : 23 Cl : 35.5

Ca : 40 Cu : 64

この試験における元素 (element) の族 (group) と周期 (period) の関係は下の周期表 (periodic table) の通りである。ただし、H 以外の元素記号は省略してある。

族 \ 周期	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
1	H																	
2																		
3																		
4																		
5																		

理科-24

問 1 次表に示す電子配置 (electron configuration) をもつ原子 (atom) **a**~**d**のうち、
 周期表の同族元素 (elements belonging to the same group) とし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。

1

	電子配置		
	K 殻 (K shell)	L 殻 (L shell)	M 殻 (M shell)
a	2	0	0
b	2	2	0
c	2	8	6
d	2	8	8

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

問2 周期表の第2周期 (second period) の元素 (Li, Be, B, C, N, O, F, Ne) のうち、次の記述(a)~(c)にあてはまるものはそれぞれどれか。正しい組み合わせを下表の①~⑥の中から一つ選びなさい。

2

- (a) 原子 (atom) のイオン化エネルギー (第一イオン化エネルギー : first ionization energy) が, 最も大きいもの
- (b) 2価 (divalent) の陰イオン (anion) が, 希ガス (貴ガス : noble gas) 型の電子配置 (electron configuration) となるもの
- (c) 同じ原子どうしで, 三重結合 (triple bond) をもつ二原子分子 (diatomic molecule) をつくるもの

	a	b	c
①	Li	Be	C
②	Li	Be	N
③	Li	O	C
④	Ne	Be	N
⑤	Ne	O	C
⑥	Ne	O	N

問3 原子量が 51 である金属 M の酸化物 (oxide) 1.82 g 中の M の質量 (mass) は 1.02 g であった。この酸化物の組成式 (compositional formula) として正しいものを, 次の①~⑥の中から一つ選びなさい。

3

- ① MO ② MO₂ ③ M₂O ④ M₂O₃ ⑤ M₂O₅ ⑥ M₃O₂

理科-26

問 4 0 °C, 1.01×10^5 Pa において体積 5.6 L の二酸化炭素 CO_2 に含まれるすべての原子 (atom) の数に最も近い値を, 次の①~⑥の中から一つ選びなさい。ただし, 二酸化炭素は理想気体とする。

4

- ① 1.5×10^{23} ② 3.0×10^{23} ③ 4.5×10^{23}
④ 2.4×10^{24} ⑤ 4.8×10^{24} ⑥ 7.2×10^{24}

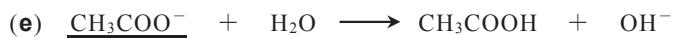
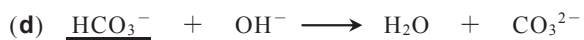
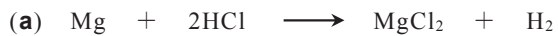
問 5 次の化合物の組み合わせ①~⑥のうち, 硫黄原子 S の酸化数 (oxidation number) が最低のものと窒素原子 N の酸化数が最高のもの正しい組み合わせを, 一つ選びなさい。

5

- ① SO_4^{2-} , NH_3 ② SO_2 , HNO_3 ③ S_8 , N_2
④ H_2S , NO_3^- ⑤ $\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$, NO_2^- ⑥ Na_2S , NO_2

問6 次の反応式 (reaction formula) (a)~(e)のうち、下線部の物質がブレンステッド・ローリー (Brønsted-Lowry) の定義による塩基 (base) のはたらきをしているものが二つある。それら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。

6



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

問 7 次の水溶液 **A**, **B**, **C** を一つの冷却槽 (cooling tank) に入れ, ゆっくりと冷却 (cooling) していくとき, 凝固 (freezing) が始まる順として正しいものを, 下の①~⑥の中から一つ選びなさい。ただし, 電解質 (electrolyte) は水溶液中では完全に解離 (dissociation) しているものとし, 過冷却 (supercooling) は生じないものとする。

7

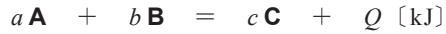
水溶液 **A** : 10 g の尿素 $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$ を 100 g の水に溶かしたもの

水溶液 **B** : 10 g の塩化ナトリウム NaCl を 100 g の水に溶かしたもの

水溶液 **C** : 10 g の塩化カルシウム CaCl_2 を 100 g の水に溶かしたもの

- 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 8 気体の物質 **A** と気体の物質 **B** から気体の物質 **C** が生成する反応は、ある温度で可逆反応 (reversible reaction) であった。この反応は次の熱化学方程式 (thermochemical equation) で表される。



ここで a , b , c は係数 (coefficient), Q は反応熱 (heat of reaction) である。

体積を変えられる密閉容器 (closed container) 中で **A**, **B**, **C** の混合気体が平衡状態 (equilibrium state) になっていた。このとき、次の実験結果 (i) ~ (iii) を得た。

- (i) 温度と体積を一定に保って、アルゴン Ar を加えたところ、平衡 (equilibrium) は移動しなかった。
- (ii) 温度と全圧 (total pressure) を一定に保って、アルゴンを加えたところ、平衡は左に移動した。
- (iii) 圧力を一定に保って、温度を高くしたところ、平衡は左に移動した。

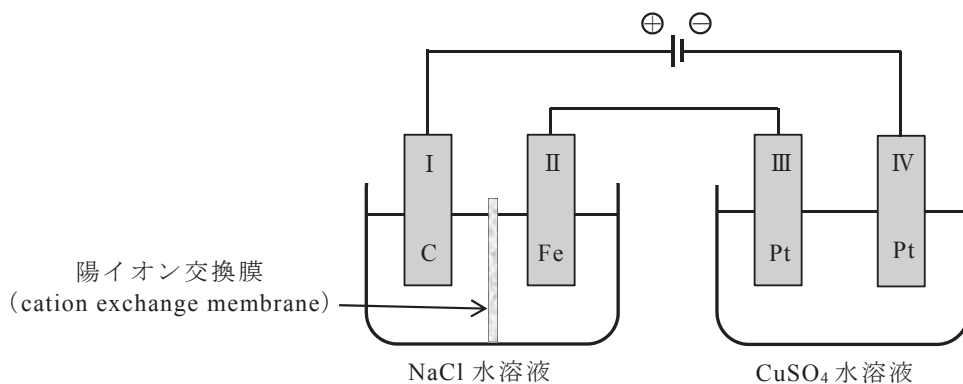
a , b , c の関係と, Q の正負について, 正しいものを次の①~⑥の中から一つ選びなさい。

8

- ① $a + b = c, Q > 0$ ② $a + b > c, Q > 0$ ③ $a + b < c, Q > 0$
- ④ $a + b = c, Q < 0$ ⑤ $a + b > c, Q < 0$ ⑥ $a + b < c, Q < 0$

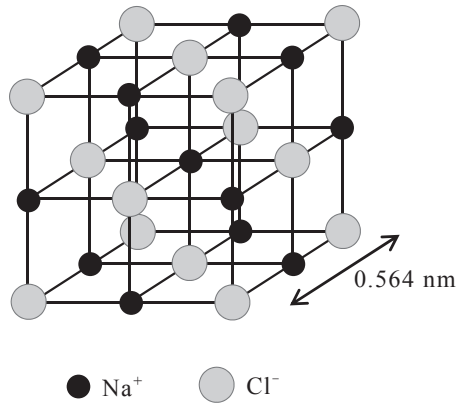
問 9 次の図に示す装置を組み立て、2.00 A の直流電流 (direct current) で 32 分 10 秒間、電気分解 (electrolysis) した。この時、電極 (electrode) I で発生する気体の標準状態における体積 [L] と、電極 IV で析出 (deposition) する金属の質量 [g] の組み合わせとして最も近い値を、下表の①～⑥の中から一つ選びなさい。

9



	電極 I で発生する 気体の体積 [L]	電極 IV で析出する 金属の質量 [g]
①	0.224	0.640
②	0.224	1.28
③	0.448	0.640
④	0.448	1.28
⑤	0.896	0.640
⑥	0.896	1.28

問 10 塩化ナトリウム NaCl の結晶 (crystal) の単位格子 (unit cell) は、次の図に示すようにナトリウムイオン Na^+ と塩化物イオン Cl^- が配列した一辺 0.564 nm の立方体 (cube) である。



塩化ナトリウムの密度 (density) に最も近い値を、次の①～⑤の中から一つ選びなさい。ただし、 $0.564^3 = 0.179$ とする。

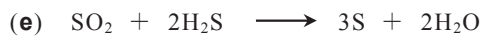
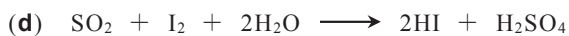
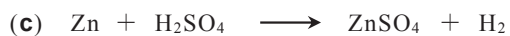
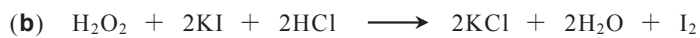
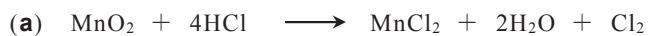
10 g/cm^3

- ① 1.1 ② 1.6 ③ 1.9 ④ 2.2 ⑤ 3.1

問 11 次の酸化還元反応 (oxidation-reduction reaction) で, H_2O_2 は酸化剤 (oxidizing agent) または還元剤 (reducing agent) としてはたらいている。



次の反応式 (reaction formula) (a)~(e)のうち, 下線部の物質が上の酸化還元反応式の H_2O_2 と同じはたらきをしているものが二つある。それらの組み合わせとして正しいものを, 下の①~⑦の中から一つ選びなさい。

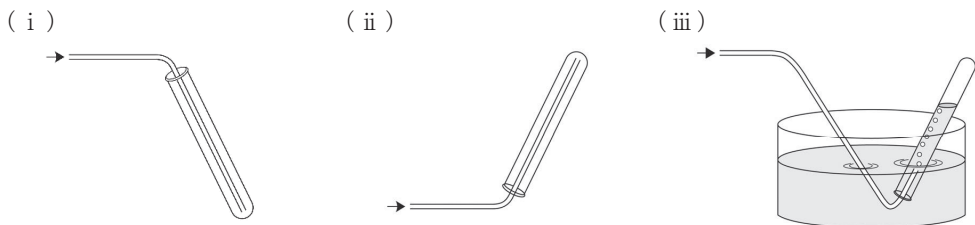
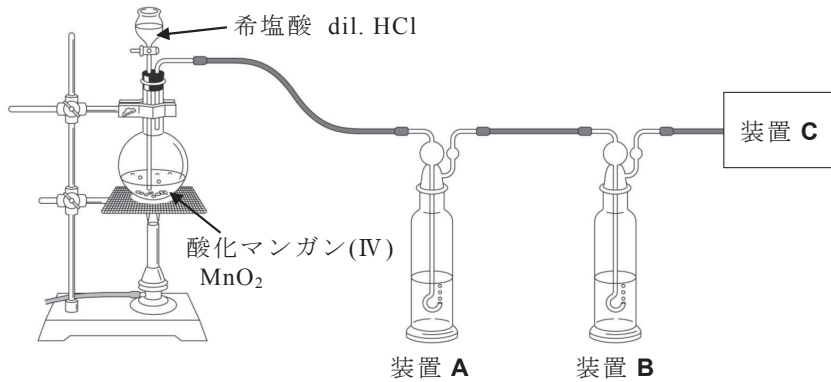
11

① a, b ② a, d ③ b, c ④ b, d

⑤ b, e ⑥ c, d ⑦ c, e

問 12 次の図に示す装置を用いて塩素 Cl_2 を発生させたい。発生した塩素は装置 A、装置 B 内の液体を通り、装置 C によって集められる。装置 C は、下の図 (i) ~ (iii) のいずれかである。装置 A の液体、装置 B の液体、装置 C について、正しい組み合わせを下表の①~⑥の中から一つ選びなさい。

12



	装置 A の液体	装置 B の液体	装置 C
①	水	濃硫酸	i
②	水	濃硫酸	ii
③	水	濃硫酸	iii
④	濃硫酸	水	i
⑤	濃硫酸	水	ii
⑥	濃硫酸	水	iii

注) 濃硫酸 conc. H_2SO_4

問 13 次の記述(a), (b)のそれぞれにあてはまる物質の組み合わせを, 下表の①~⑥の中から一つ選びなさい。

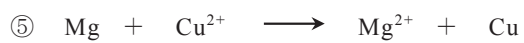
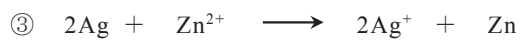
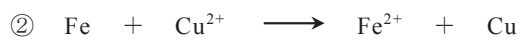
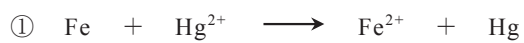
13

- (a) 1種類の原子(atom)どうしの共有結合(covalent bond)によってできている。黒紫色(black-purple)の結晶(crystal)で昇華性(sublimability)があり, 電気(electricity)を導かない。
- (b) 2種類の原子どうしの二重結合(double bond)によってできている。常温・常圧(normal temperature and pressure)では気体であり, その固体は昇華性がある。

	a	b
①	ヨウ素	アンモニア
②	ヨウ素	二酸化炭素
③	ダイヤモンド	水
④	ダイヤモンド	アンモニア
⑤	黒鉛	二酸化炭素
⑥	黒鉛	水

注) ヨウ素 (iodine), アンモニア (ammonia), 二酸化炭素 (carbon dioxide),
ダイヤモンド (diamond), 黒鉛 (graphite)

問 14 次の反応式 (reaction formula) ①～⑤のうち, イオン化傾向 (ionization tendency) から判断して進行しない反応を一つ選びなさい。

14

問 15 Al^{3+} , Fe^{3+} , Zn^{2+} の 3 種類の金属イオン (metal ion) を含む水溶液がある。この水溶液に次の操作 **A**, **B** をおこなった。**A**, **B** で得られたろ液 (filtrate) **X**, **Y** に含まれる金属イオンはそれぞれ何か。それらの組み合わせとして正しいものを, 下表の①～⑥の中から一つ選びなさい。 **15**

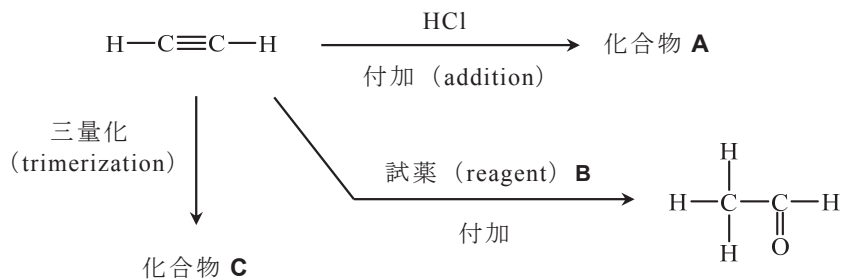
操作 **A** : アンモニア水 $\text{NH}_3 \text{ aq}$ を過剰に (in excess) 加えて生じた沈殿 (precipitate) をろ過 (filtration) により除き, ろ液 **X** を得た。

操作 **B** : 操作 **A** の沈殿に, 水酸化ナトリウム水溶液 NaOH aq を過剰に加えて残った沈殿をろ過により除き, ろ液 **Y** を得た。

	X に含まれる金属イオン	Y に含まれる金属イオン
①	Al^{3+}	Fe^{3+}
②	Al^{3+}	Zn^{2+}
③	Fe^{3+}	Al^{3+}
④	Fe^{3+}	Zn^{2+}
⑤	Zn^{2+}	Al^{3+}
⑥	Zn^{2+}	Fe^{3+}

問 16 次の図はアセチレン（エチン）（acetylene (ethyne)）から得られる化合物の反応経路（reaction path）を示している。図中の **A**, **B**, **C** にあてはまる物質の組み合わせとして正しいものを、下表の①～⑥の中から一つ選びなさい。

16



	A	B	C
①		H ₂ O	
②		H ₂ O	
③		O ₂	
④		O ₂	
⑤		CH ₃ OH	
⑥		CH ₃ OH	

問 17 エタノール $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$, アセトアルデヒド CH_3CHO , アセトン CH_3COCH_3 , ギ酸 HCOOH の 4 種類の化合物がある。次の反応①～④のうち、ただ 1 種類の化合物でおこるものを一つ選びなさい。

17

- ① 炭酸水素ナトリウム NaHCO_3 を加えると、気体が発生する。
- ② 金属ナトリウム Na を加えると、気体が発生する。
- ③ アンモニア性硝酸銀水溶液 (ammoniacal silver nitrate solution) を加えて加熱すると、銀 Ag が析出 (deposition) する。
- ④ ヨウ素 I_2 と水酸化ナトリウム水溶液 NaOH aq を加えて加熱すると、黄色の沈殿 (precipitation) を生じる。

問 18 ベンゼン環 (benzene ring) を含み、分子式 (molecular formula) が $\text{C}_7\text{H}_8\text{O}$ で表される化合物がある。この化合物の異性体 (isomer) に関する次の記述(a)～(c)にあてはまる数の組み合わせとして正しいものを、下表の①～⑥の中から一つ選びなさい。

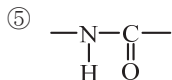
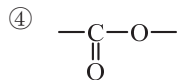
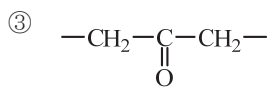
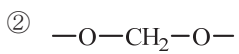
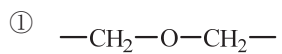
18

- (a) すべての異性体の数
- (b) ヒドロキシ基 (hydroxy group) をもつ異性体の数
- (c) 塩化鉄(III)水溶液 $\text{FeCl}_3 \text{aq}$ と反応して呈色 (coloration) する異性体の数

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

問 19 酢酸エチル (ethyl acetate) とポリエチレンテレフタレート (poly(ethylene terephthalate)) のどちらにも含まれる構造として正しいものを, 次の①~⑤の中から一つ選びなさい。

19



理科-40

問 20 次の記述(a)~(d)のうち、デンプン (starch) とセルロース (cellulose) の両方にあてはまるもの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。

20

- (a) 分子式 (molecular formula) は $(C_6H_{10}O_5)_n$ で表される。
- (b) らせん構造 (helical structure) をもつ。
- (c) 酸 (acid) を加えて熱すると、加水分解 (hydrolysis) されてグルコース (glucose) を生じる。
- (d) 還元性 (reducing ability) があり、銀鏡反応 (silver mirror test) がおこる。

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

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。

＜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。

問1 次の文は，細胞の構造について述べたものである。原核細胞（prokaryotic cell）と真核細胞（eukaryotic cell）のすべてに共通する特徴を示しているものはどれか。正しいものを次の①～⑤の中から一つ選びなさい。

1

- ① 細胞壁（cell wall）をもつ。
- ② 細胞膜（cell membrane）があり，リン脂質（phospholipid）がその主成分である。
- ③ 核膜（nuclear membrane）で包まれた核（nucleus）の内部にDNAが存在する。
- ④ 葉緑体（chloroplast）がある。
- ⑤ ミトコンドリア（mitochondria）がある。

問2 タンパク質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。

2

- ① 酵素 (enzyme) と呼ばれるタンパク質は、生体内でおこるさまざまな化学反応を促進する。
- ② 多くのタンパク質は、60℃以上に加熱すると、熱によって一次構造 (primary structure) が変化し、その働きが失われる。
- ③ タンパク質は、動物では、生物体を構成する物質のうち、2番目に多い。
- ④ 多くのタンパク質の変性 (denaturation) は、強い酸 (acid) やアルカリ (alkali) によってもおこる。
- ⑤ タンパク質は、細胞内のリボソーム (ribosome) で合成される。

問3 葉緑体 (chloroplast) 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。

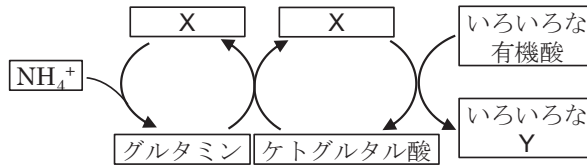
3

- ① 二重の膜に包まれている。
- ② チラコイド膜 (thylakoid membrane) では、光化学系 I (photosystem I) と光化学系 II (photosystem II) の反応がおこなわれる。
- ③ カロテン (carotene) やクロロフィル (chlorophyll) a は、ストロマ (stroma) に存在する。
- ④ カルビン・ベンソン回路 (Calvin-Benson cycle) は、ストロマで進行する。
- ⑤ 細胞内で分裂 (division) によって増える。

問4 次の図は、植物の窒素同化（nitrogen assimilation）の過程の一部を示したものである。

図中の X, Y の物質名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。

4



グルタミン (glutamine), ケトグルタル酸 (ketoglutaric acid),
有機酸 (organic acid)

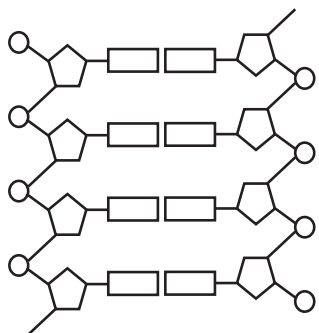
	X	Y
①	グルタミン酸	核酸
②	グルタミン酸	アミノ酸
③	グルタミン酸	タンパク質
④	フェニルアラニン	核酸
⑤	フェニルアラニン	アミノ酸
⑥	フェニルアラニン	タンパク質

グルタミン酸 (glutamic acid), 核酸 (nucleic acid),
アミノ酸 (amino acid), フェニルアラニン (phenylalanine)

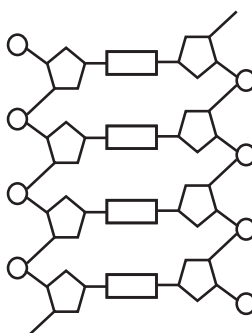
問5 DNAの構造を模式的に表したものとして正しいものを、次の①～④の中から一つ選びなさい。ただし、○はリン酸 (phosphate), ◻は糖 (sugar), □は塩基 (base) を表している。

5

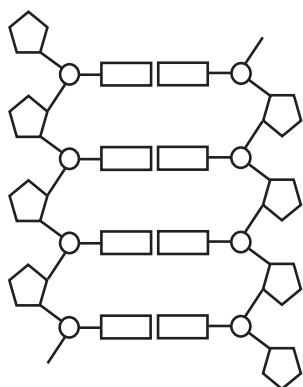
①



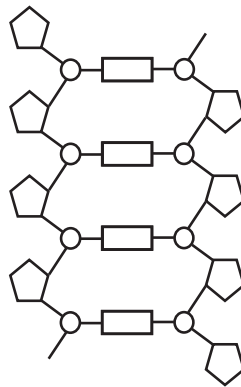
②



③



④



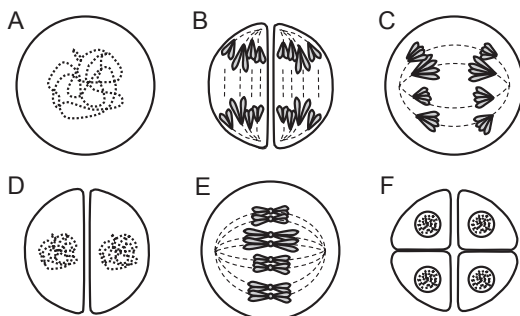
問 6 次の文は、真核生物 (eukaryote) の転写 (transcription) のしくみの一部について述べたものである。文中の空欄 **a**、**b** にあてはまる語句の組み合わせとして正しいものを、下の①～④の中から一つ選びなさい。 6

生物の遺伝情報は、DNA の塩基配列 (base sequence) として存在する。DNA の塩基配列は、転写によって RNA の塩基配列へと写し取られる。この過程は、**a** が DNA の **b** と呼ばれる特定の塩基配列を認識して結合することから始まる。

	a	b
①	DNA ポリメラーゼ	プロモーター
②	DNA ポリメラーゼ	オペレーター
③	RNA ポリメラーゼ	プロモーター
④	RNA ポリメラーゼ	オペレーター

DNA ポリメラーゼ (DNA polymerase), プロモーター (promoter), オペレーター (operator), RNA ポリメラーゼ (RNA polymerase)

問7 次の図 A~F は、ある被子植物 (angiosperms) の減数分裂 (meiosis) を観察したときのいろいろな時期の模式図である。これに関する下の問い(1), (2)に答えなさい。



(1) 図 A~F を減数分裂の進行順に並べるとどのようになるか。正しいものを次の①~⑥の中から一つ選びなさい。

7

- ① A → C → E → B → D → F
- ② A → C → E → D → B → F
- ③ A → E → C → B → D → F
- ④ A → E → C → D → B → F
- ⑤ E → C → A → B → D → F
- ⑥ E → C → A → D → B → F

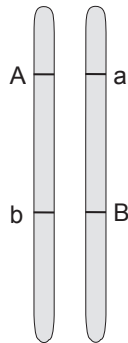
(2) この植物の体細胞 (somatic cell) の染色体 (chromosome) 数と、F の時期の 1 細胞当たりの染色体数はいくつか。正しい組み合わせを、次の①~⑥の中から一つ選びなさい。

8

	体細胞の染色体数	F の時期の 1 細胞当たりの染色体数
①	16	8
②	16	4
③	8	4
④	8	2
⑤	4	2
⑥	4	1

問 8 ある植物の遺伝子型 (genotype) $AaBb$ の個体では、二組の対立遺伝子 (allele) A (a) と B (b) が染色体 (chromosome) 上に次の図のように存在している。この個体を自家受粉 (self-fertilization) させたとき、生じる子の表現型 (phenotype) の分離比 (segregation ratio) 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、 A と B はそれぞれ a と b に対して優性 (dominant) である。また、遺伝子 Ab 間、 aB 間の組換え (recombination) はおこらないものとする。

9



- ① $[AB] : [Ab] : [aB] : [ab] = 0 : 1 : 1 : 0$
 ② $[AB] : [Ab] : [aB] : [ab] = 9 : 3 : 3 : 1$
 ③ $[AB] : [Ab] : [aB] : [ab] = 2 : 1 : 1 : 0$
 ④ $[AB] : [Ab] : [aB] : [ab] = 3 : 0 : 0 : 1$
 ⑤ $[AB] : [Ab] : [aB] : [ab] = 0 : 3 : 1 : 0$

問9 被子植物 (angiosperms) では、花粉管 (pollen tube) の中に 2 個の精細胞 (sperm cell) が生じ、重複受精 (double fertilization) がおこなわれる。このこと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。

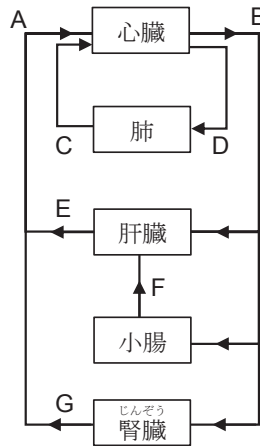
10

- ① 2 個の精細胞は、どちらも卵細胞 (egg cell) と融合 (fusion) して受精卵 (fertilized egg) となる。
- ② 2 個の精細胞は、どちらも中央細胞 (central cell) と融合して胚乳 (endosperm) となる。
- ③ 2 個の精細胞は、どちらも反足細胞 (antipodal cell) と融合してやがて退化 (degeneration) する。
- ④ 2 個の精細胞のうち、1 個は卵細胞と融合して受精卵となり、もう 1 個は中央細胞と融合して胚乳となる。
- ⑤ 2 個の精細胞のうち、1 個は中央細胞と融合して胚乳となり、もう 1 個は反足細胞と融合してやがて退化する。

問 10 次の図は、ヒトの循環系（circulatory system）を模式的に表したものである。図中の矢印は、血液が流れる方向を示している。

図の A~G のうち、健康なヒトで、血中の酸素の濃度が最も高い血液が流れる血管 X と、食後に血糖濃度（blood glucose level）が最も高い血液が流れる血管 Y は、それぞれどれか。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。

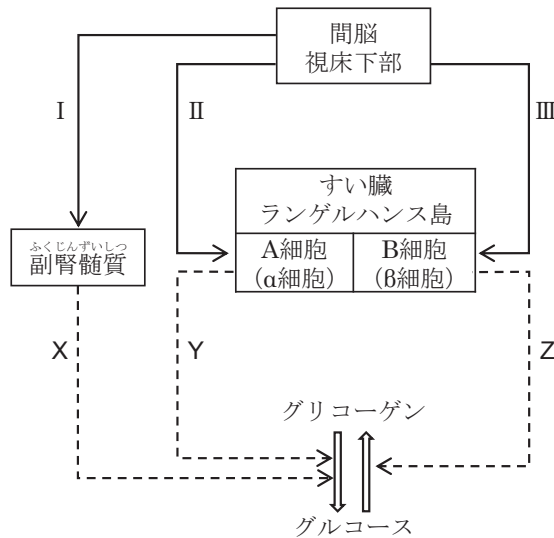
11



肺 (lung), 肝臓 (liver),
小腸 (small intestine), 腎臓 (kidney)

	血管 X	血管 Y
①	A	E
②	A	G
③	B	C
④	B	G
⑤	C	B
⑥	C	F
⑦	D	B
⑧	D	F

問 11 次の図は、ヒトの血糖濃度 (blood glucose level) を一定に保つしくみの一部を模式的に示したものである。これに関する下の問い(1), (2)に答えなさい。



間脳 (diencephalon), 視床下部 (hypothalamus),
副腎髄質 (adrenal medulla), すい臓 (pancreas),
ランゲルハンス島 (Langerhans' islet),
グリコーゲン (glycogen), グルコース (glucose)

(1) 図の矢印 I ~ III は、血糖濃度の調節で働く自律神経 (autonomic nerve) を示している。

I ~ III の名称の組み合わせとして正しいものを、次の①~⑥の中から一つ選びなさい。

12

	I	II	III
①	交感神経	交感神経	副交感神経
②	交感神経	副交感神経	交感神経
③	交感神経	副交感神経	副交感神経
④	副交感神経	交感神経	交感神経
⑤	副交感神経	交感神経	副交感神経
⑥	副交感神経	副交感神経	交感神経

交感神経 (sympathetic nerve), 副交感神経 (parasympathetic nerve)

(2) 図の矢印 X~Z は、血糖濃度の調節で働くホルモン (hormone) を示している。X~Z の名称の組み合わせとして正しいものを、次の①~⑥の中から一つ選びなさい。

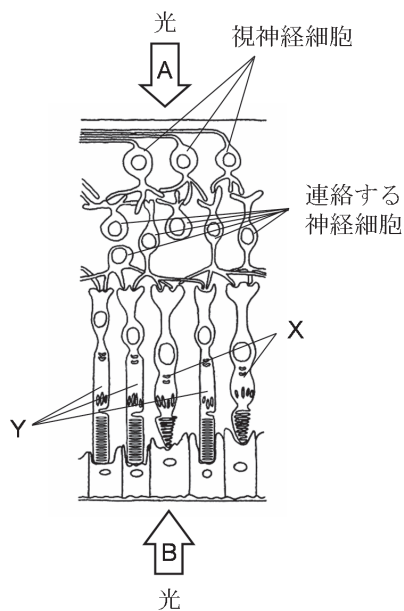
13

	X	Y	Z
①	アドレナリン	インスリン	グルカゴン
②	アドレナリン	グルカゴン	インスリン
③	インスリン	アドレナリン	グルカゴン
④	インスリン	グルカゴン	アドレナリン
⑤	グルカゴン	アドレナリン	インスリン
⑥	グルカゴン	インスリン	アドレナリン

アドレナリン (adrenaline), インスリン (insulin), グルカゴン (glucagon)

問 12 下の図は、ヒトの網膜 (retina) の断面の様子を模式的に示したものである。これについて述べた次の文中の空欄 **X** ~ **Z** にあてはまるものの正しい組み合わせを、下の①~④から一つ選びなさい。 14

光を受容する視細胞 (visual cell) には、色覚 (color vision) に関与する **X** と、暗い所でも働くことができる **Y** の 2 種類がある。また、光の入射する方向は、矢印 A, B のうち、**Z** である。



視神経細胞 (optic nerve cell), 神経細胞 (neuron)

	X	Y	Z
①	かんたい 桿体細胞	すいたい 錐体細胞	A
②	桿体細胞	錐体細胞	B
③	錐体細胞	桿体細胞	A
④	錐体細胞	桿体細胞	B

桿体細胞 (rod cell), 錐体細胞 (cone cell)

問 13 筋収縮 (muscle contraction) について述べた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。

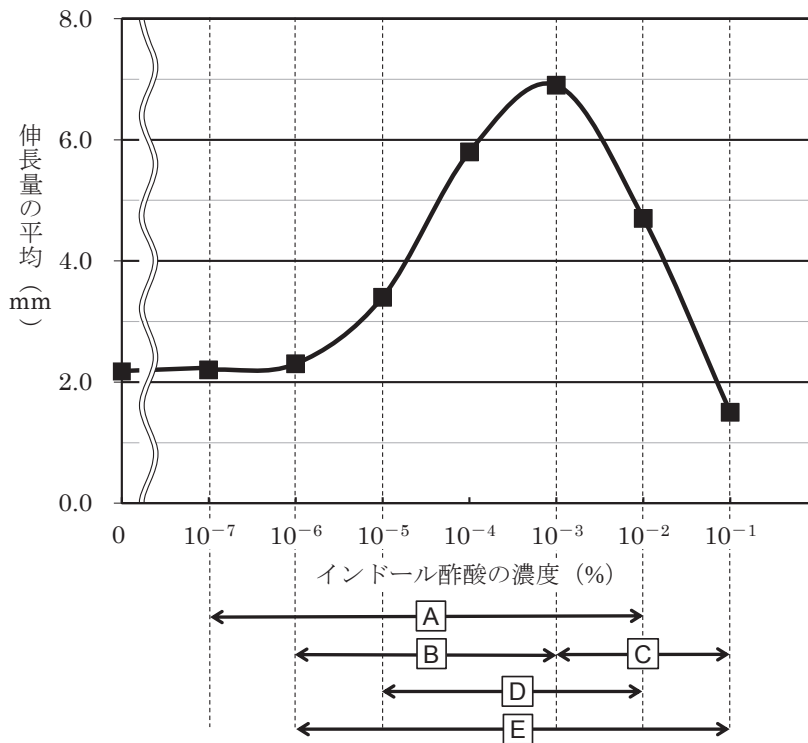
15

- ① 筋収縮において、ミオシン (myosin) は ATP を分解する作用をもっている。
- ② 筋収縮において、トロポミオシン (tropomyosin) はアクチン (actin) に対するモータータンパク質 (motor protein) として作用する。
- ③ サルコメア (sarcomere) において、ミオシンフィラメント (myosin filament) の存在する部位を明帯 (light band) と呼ぶ。
- ④ 筋収縮がおこると、暗帯 (dark band) の長さが短くなる。

問 14 マカラスムギ (oat) の幼葉鞘 (coleoptile) の先端部 5mm を切除して、そこから 10mm の長さの切片 (section) を切り取った。この切片を蒸留水 (distilled water) と $10^{-7}\%$ ~ $10^{-1}\%$ のインドール酢酸溶液 (indoleacetic acid solution) にそれぞれ 5 本ずつ浸し、暗所で 24 時間培養し、それぞれの濃度の幼葉鞘の長さを測定した。次の表に、幼葉鞘の伸長量の平均を示し、この結果をもとにグラフを作成した。インドール酢酸濃度が高くなればなるほど幼葉鞘の伸長量が大きくなる濃度の範囲は、グラフの下に示した A~E のうちどれか。正しいものを下の①~⑤の中から一つ選びなさい。

16

	蒸留水	インドール酢酸の濃度 (%)						
		10^{-7}	10^{-6}	10^{-5}	10^{-4}	10^{-3}	10^{-2}	10^{-1}
伸長量の平均 (mm)	2.1	2.2	2.3	3.4	5.8	6.9	4.7	1.5



- ① A ② B ③ C ④ D ⑤ E

問 15 次の文は、生態系 (ecosystem) の物質生産と消費について述べたものである。文中の空欄 **a** ~ **c** にあてはまる語句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。

生態系内で生産者 (producer) によってつくられた有機物 (organic matter) の総量を **a** という。さらに **a** から **b** を差し引いたものを **c** という。 **17**

	a	b	c
①	総生産量	成長量	純生産量
②	総生産量	成長量	現存量
③	総生産量	呼吸量	純生産量
④	総生産量	呼吸量	現存量
⑤	純生産量	成長量	現存量
⑥	純生産量	呼吸量	現存量

総生産量 (gross primary production), 成長量 (growth),
純生産量 (net primary production), 現存量 (standing stock)

問 16 次の生物の変遷に関する事柄 a～d について、おこった順に並べ替え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。

18

- a せきつゐ脊椎動物 (vertebrates) の陸上進出
- b 植物の陸上進出
- c 恐竜 (dinosaurs) の絶滅
- d ほにゅうるゐ哺乳類 (mammals) の繁殖

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

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。