

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 ~ 35
生物	37 ~ 51

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。

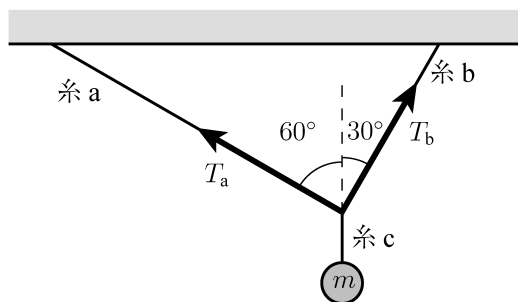
科目が正しくマークされていないと、採点されません。

< 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、3本の軽い糸 **a**, **b**, **c** をつなぎ、質量 m の小球を天井からつるした。 **a** が鉛直方向となす角は 60° 、 **b** が鉛直方向となす角は 30° である。 **a** の張力を T_a 、 **b** の張力を T_b とする。

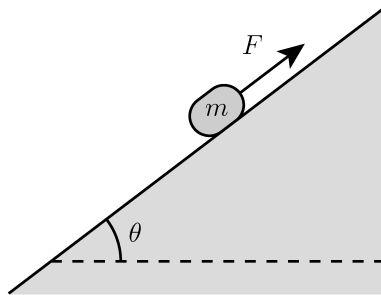


問1 T_a はどのように表されるか。正しいものを、次の①～⑤の中から一つ選びなさい。

1

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

B 次の図のように、水平面とのなす角が θ の粗い斜面上に質量 m の小物体を置き、斜面に沿って上向きに大きさ F の力を小物体に加えたところ、小物体は静止した。次に、力の大きさ F を小さくしていったところ、 F がある力の大きさ F_0 より小さくなったとき、小物体は斜面上を滑り始めた。小物体と斜面の間の静止摩擦係数を μ とする。



問2 F_0 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。

2

① $mg(\cos \theta - \mu \sin \theta)$

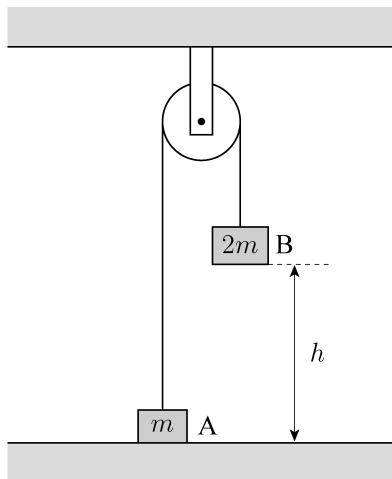
② $mg(\sin \theta - \mu \cos \theta)$

③ $mg \left(\frac{1}{\mu} \cos \theta - \sin \theta \right)$

④ $mg \left(\frac{1}{\mu} \sin \theta - \cos \theta \right)$

理科-4

C 次の図のように、伸び縮みしない軽い糸の両端に質量 m の小物体 A と質量 $2m$ の小物体 B をつけ、定滑車にかけた。A を床の上に置き、糸が鉛直でたるまないように B を支えた。このとき、B は床より h だけ高い位置にあった。次に、B を静かにはなしたところ、B は鉛直下向きに動き出した。B が床に衝突する直前の速さは v であった。滑車は摩擦なく回転し、その質量は無視できるものとする。



問3 h はどのように表されるか。正しいものを、次の①~⑦の中から一つ選びなさい。

3

① $\frac{v^2}{3g}$

② $\frac{v^2}{2g}$

③ $\frac{2v^2}{3g}$

④ $\frac{v^2}{g}$

⑤ $\frac{3v^2}{2g}$

⑥ $\frac{2v^2}{g}$

⑦ $\frac{3v^2}{g}$

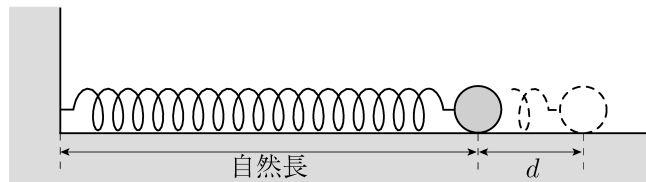
D 静止している物体が、反対方向に運動する2つの物体A、Bに分裂した。Aの質量を m_A 、速さを v_A 、運動エネルギーを K_A とし、Bの質量を m_B 、速さを v_B 、運動エネルギーを K_B とする。

問4 $\frac{v_A}{v_B}$ と $\frac{K_A}{K_B}$ はどのように表されるか。正しい組み合わせを、次の①~④の中から一つ選びなさい。

4

	①	②	③	④
$\frac{v_A}{v_B}$	$\frac{m_A}{m_B}$	$\frac{m_A}{m_B}$	$\frac{m_B}{m_A}$	$\frac{m_B}{m_A}$
$\frac{K_A}{K_B}$	$\frac{m_A}{m_B}$	$\frac{m_B}{m_A}$	$\frac{m_A}{m_B}$	$\frac{m_B}{m_A}$

E 次の図のように、なめらかな水平面上に軽いばねを置き、一端に小球をつけ、他端を壁に固定する。小球をばねが自然長となる位置から距離 d だけ引いて静かにはなしたところ、小球は自然長の位置を中心とする振幅 d の単振動をした。小球が自然長の位置を通過する時、小球の速さは v_0 であった。小球の速さが $\frac{v_0}{2}$ の時、小球は自然長の位置から距離 x だけ離れていた。

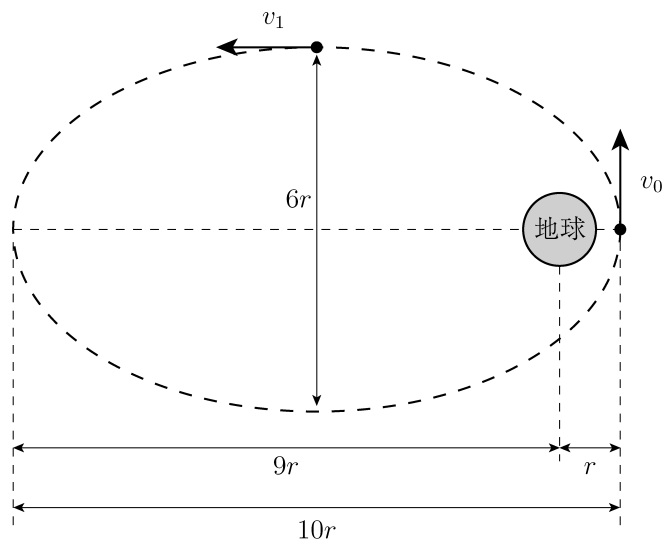


問5 x はどのように表されるか。正しいものを、次の①～⑥の中から一つ選びなさい。

5

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

F 次の図のように、地球を焦点の一つとする楕円軌道^{だえん}を周回する人工衛星がある。人工衛星が地球に最も近づいたときの人工衛星と地球の中心との距離を r とすると、楕円軌道の長軸の長さは $10r$ 、短軸の長さは $6r$ である。人工衛星が地球に最も近づいたときの人工衛星の速さを v_0 、人工衛星が楕円軌道の短軸上の位置を通過したときの人工衛星の速さを v_1 とする。



問6 $\frac{v_1}{v_0}$ の値はいくらか。正しいものを、次の①～⑥の中から一つ選びなさい。 6

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

理科—8

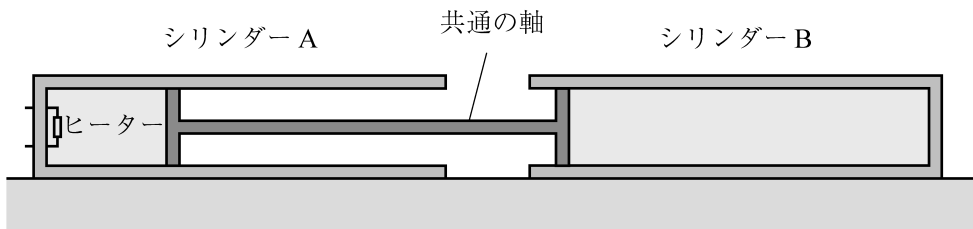
II 次の問い A (問 1), B (問 2), C (問 3) に答えなさい。

A 断熱容器に入った $30\text{ }^{\circ}\text{C}$ の水 1000 g に, $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ の水 200 g を入れる。ただし, 氷の融解熱を 330 J/g , 水の比熱を $4.2\text{ J/(g}\cdot\text{K)}$ とし, 断熱容器の熱容量は無視できるものとする。

問 1 じゅうぶん時間が経過した後, 容器内の温度はいくらになるか。最も適当な値を, 次の①~⑥の中から一つ選びなさい。 7 $^{\circ}\text{C}$

- ① 10 ② 12 ③ 14 ④ 16 ⑤ 18 ⑥ 20

B 次の図のように、2つの同じシリンダー A と B が、互いに向かい合った状態で、水平な床に固定されている。なめらかに動く、断面積の等しい2つのピストンが共通の軸でつながれている。これらの2つのピストンによって、A 内には 0.20 mol、B 内には 0.60 mol の理想気体が閉じ込められている。A 内の気体はヒーターで加熱することができる。初め、A、B 内の気体は同じ温度、同じ圧力であった。ヒーターで A 内の気体を一定時間加熱したところ、A 内の気体の体積が初めの 1.5 倍になった。この時の A 内の気体の温度を T_A 、B 内の気体の温度を T_B とする。シリンダーとピストンは断熱材でできており、その熱容量は無視できるものとする。



問2 $\frac{T_A}{T_B}$ はいくらか。最も適当な値を、次の①～⑥の中から一つ選びなさい。 8

- ① 0.50 ② 0.80 ③ 1.0 ④ 1.3 ⑤ 1.8 ⑥ 2.0

C 一定量の理想気体の圧力を p 、体積を V 、絶対温度を T とする。この理想気体の状態を、図1の V - T 図のように、 $A \rightarrow B \rightarrow C \rightarrow D \rightarrow A$ と変化させた。

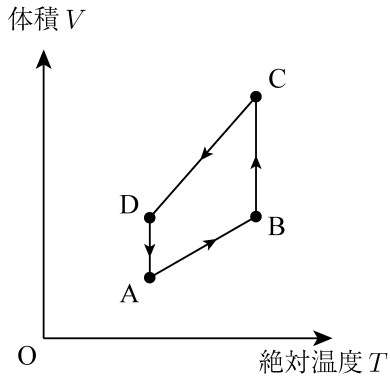


図1

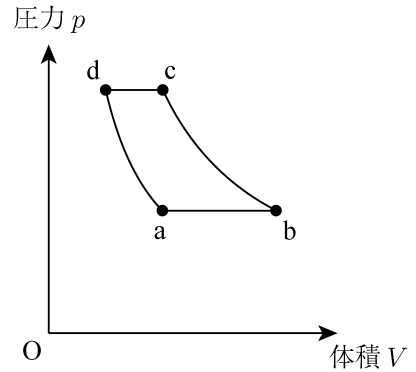


図2

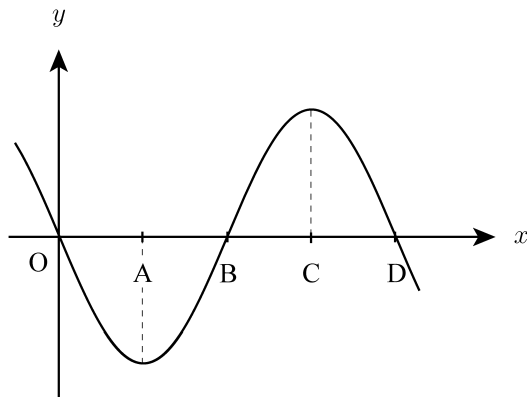
問3 この状態変化は、図2の p - V 図ではどのように表されるか。正しいものを、次の①~⑧の中から一つ選びなさい。

9

- | | |
|---|---|
| ① $a \rightarrow b \rightarrow c \rightarrow d \rightarrow a$ | ② $a \rightarrow d \rightarrow c \rightarrow b \rightarrow a$ |
| ③ $b \rightarrow c \rightarrow d \rightarrow a \rightarrow b$ | ④ $b \rightarrow a \rightarrow d \rightarrow c \rightarrow b$ |
| ⑤ $c \rightarrow d \rightarrow a \rightarrow b \rightarrow c$ | ⑥ $c \rightarrow b \rightarrow a \rightarrow d \rightarrow c$ |
| ⑦ $d \rightarrow a \rightarrow b \rightarrow c \rightarrow d$ | ⑧ $d \rightarrow c \rightarrow b \rightarrow a \rightarrow d$ |

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、 x 軸の正の向きに伝わる横波の、ある時刻における媒質の変位 y と位置 x との関係を表したグラフである。



問1 図中の位置 O, A, B, C, Dのうち、媒質の速度が y 軸の負の向きに最大である位置をすべて挙げるとどうなるか。正しいものを、次の①～⑤の中から一つ選びなさい。

10

- ① A ② B ③ C ④ A, C ⑤ O, D

B 移動する物体に向けて超音波を発生し、物体から反射して戻ってくる超音波の振動数を測定することにより、移動する物体の速さを求める装置がある。静止した装置に向かって速さ v で近づいてくる物体がある。装置がこの物体に向けて振動数 f_0 の超音波を発生し、物体から反射して戻ってきた超音波の振動数を測定したところ、その振動数は f であった。超音波の速さを V とする。

問2 v 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。

11

① $\frac{f - f_0}{f} V$

② $\frac{f_0 - f}{f} V$

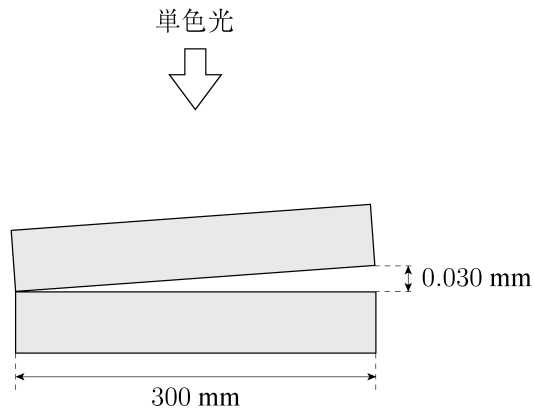
③ $\frac{f - f_0}{f_0} V$

④ $\frac{f_0 - f}{f_0} V$

⑤ $\frac{f - f_0}{f + f_0} V$

⑥ $\frac{f_0 - f}{f + f_0} V$

- C 次の図のように、空気中で、一辺が300 mmの平面ガラス2枚を重ね、片側に0.030 mmのすきまを開け、波長600 nm (6.0×10^{-7} m)の単色光を真上から当てたところ、真上から見たときに明線と暗線の縞模様が見えた。空気の屈折率を1.0とする。



- 問3 暗線の間隔は何 mm になるか。最も適当な値を、次の①~⑥の中から一つ選びなさい。

12 mm

- | | | |
|-------|-------|-------|
| ① 1.0 | ② 2.0 | ③ 3.0 |
| ④ 4.0 | ⑤ 5.0 | ⑥ 6.0 |

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 同じ長さの軽い絶縁性の糸 2 本の端を、水平方向に $3a$ だけ離して天井に固定し、他端に同じ質量の小球 A と B をつけてつり下げた。図 1 のように、A に電気量 $q (> 0)$ の電荷を与え、B に電気量 $-q$ の電荷を与えたところ、A と B は間隔 a だけ離れた位置で静止した。次に、図 2 のように、A に電気量 $Q (> 0)$ の電荷を与え、B にも電気量 Q の電荷を与えたところ、A と B は間隔 $5a$ だけ離れた位置で静止した。

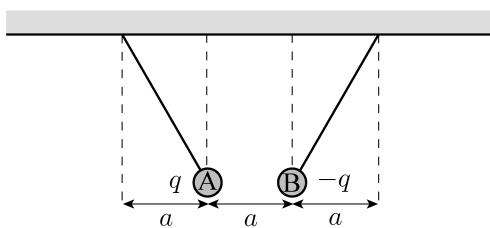


図 1

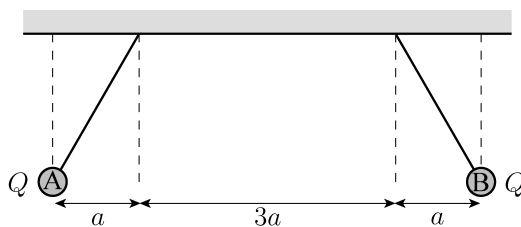


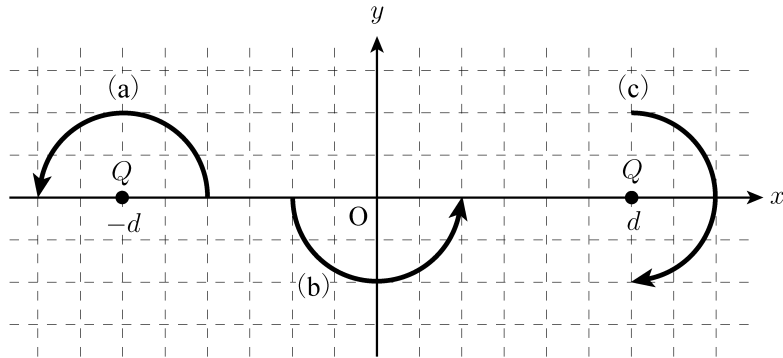
図 2

問 1 $\frac{Q}{q}$ 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。

13

- ① $\sqrt{3}$ ② $\sqrt{5}$ ③ 3 ④ 5 ⑤ 9 ⑥ 25

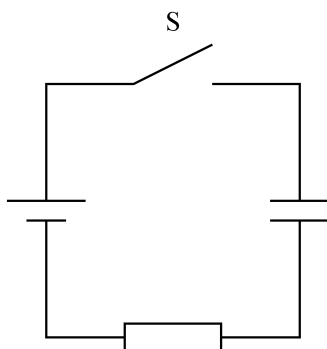
B 次の図に示すように、 xy 平面上の原点 O を中心として対称な位置の 2 点 $(-d, 0)$ 、 $(d, 0)$ に、電気量 $Q (> 0)$ の点電荷がそれぞれ固定されている。この面内で電気量 $q (> 0)$ の点電荷 P を、図中の経路 (a)、(b)、(c) に沿って矢印の向きに始点から終点まで移動させる。



問2 始点から終点までの移動で、 P にはたらく静電気力がする仕事が 0 となる移動をすべて挙げるとどうなるか。正しいものを、次の①~⑦の中から一つ選びなさい。 **14**

- ① (a) ② (b) ③ (c)
- ④ (a), (b) ⑤ (a), (c) ⑥ (b), (c)
- ⑦ (a), (b), (c)

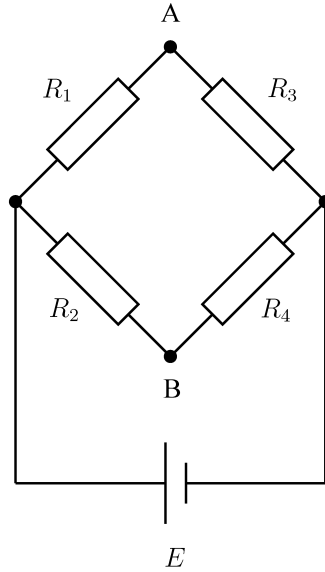
C 次の図のように、平行板コンデンサー、電池、抵抗、スイッチ S を接続した。最初、 S を閉じ、コンデンサーを充電する。次に、 S を開いた後、コンデンサーの極板の間隔を 2 倍にする。この状態でコンデンサーに蓄えられている静電エネルギーを U_1 とする。次に、極板の間隔を 2 倍に保ったまま、 S を閉じ、コンデンサーを充電する。この状態でコンデンサーに蓄えられている静電エネルギーを U_2 とする。



問 3 $\frac{U_2}{U_1}$ はいくらか。最も適当なものを、次の①～⑤の中から一つ選びなさい。 15

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

D 次の図のように、抵抗値 R_1 , R_2 , R_3 , R_4 の4つの抵抗と起電力 E の電池を接続した。図中の端子 B を基準とした端子 A の電位を V とする。ただし、電池の内部抵抗は無視できるものとする。



問4 $\frac{V}{E}$ 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。

16

① $\frac{R_1 R_3 - R_2 R_4}{(R_1 + R_2)(R_3 + R_4)}$

② $\frac{R_2 R_4 - R_1 R_3}{(R_1 + R_2)(R_3 + R_4)}$

③ $\frac{R_1 R_4 - R_2 R_3}{(R_1 + R_3)(R_2 + R_4)}$

④ $\frac{R_2 R_3 - R_1 R_4}{(R_1 + R_3)(R_2 + R_4)}$

E 図1のように、じゅうぶんに長い3本の直線導線が紙面内の xy 平面上の点 $A(a, 0)$, $B(0, a)$, $C(-2a, 0)$ を紙面に垂直に通っている ($a > 0$)。最初、図2のように、 A を通る導線だけに紙面の裏から表に向かう向きに大きさ I の電流を流したところ、原点 O での磁場の大きさは H_0 であった。次に、図3のように、3本の導線すべてに紙面の裏から表に向かう向きに大きさ I の電流を流したところ、 O での磁場の大きさは H_1 であった。

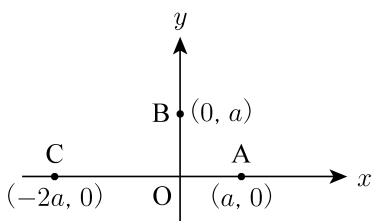


図1

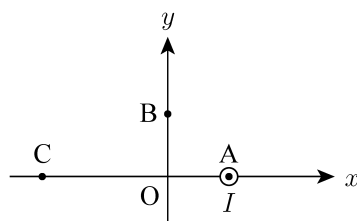


図2

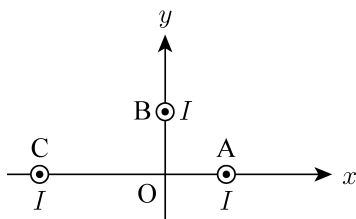


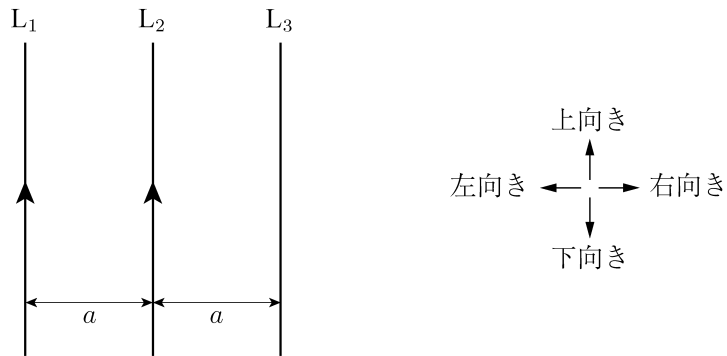
図3

問5 $\frac{H_1}{H_0}$ 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。

17

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

F 次の図のように、じゅうぶんに長い3本の直線導線 L_1 , L_2 , L_3 が同一平面内に等しい間隔 a で平行に置かれている。 L_1 , L_2 には上向きと同じ大きさの電流が流れている。 L_3 にもある向きにある大きさの電流が流れている。このとき、 L_1 には単位長さあたり大きさ F の力が右向きにはたらき、 L_2 には単位長さあたり大きさ $2F$ の力が左向きにはたらいていた。ここで、上向き、下向き、右向き、左向きは、図中の4つの矢印でそれぞれ示した向きである。



問6 L_3 に流れる電流の向き、 L_3 にはたらく力の向き、 L_3 にはたらく単位長さあたりの力の大きさはどうなるか。正しい組み合わせを、次の①~⑧の中から一つ選びなさい。

18

	電流の向き	力の向き	単位長さあたりの力の大きさ
①	上向き	右向き	F
②	上向き	右向き	$3F$
③	上向き	左向き	F
④	上向き	左向き	$3F$
⑤	下向き	右向き	F
⑥	下向き	右向き	$3F$
⑦	下向き	左向き	F
⑧	下向き	左向き	$3F$

V 次の問い **A** (問 1) に答えなさい。

A 質量数 A 、原子番号 Z の原子核 X を A_ZX と表す。不安定な原子核 ${}^{230}_{90}\text{Th}$ が、 α 崩壊を a 回、 β 崩壊を b 回起こして、安定な原子核 ${}^{206}_{82}\text{Pb}$ になった。

問 1 a と b の値の組 (a, b) として正しいものを、次の①～⑥の中から一つ選びなさい。

19

① (5, 3)

② (5, 4)

③ (5, 5)

④ (6, 3)

⑤ (6, 4)

⑥ (6, 5)

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。

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。

標準状態 (standard state) : $0\text{ }^{\circ}\text{C}$, $1.01 \times 10^5\text{ Pa}$ (= 1.00 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

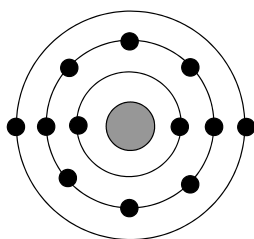
Mg : 24 S : 32 Pb : 207

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。

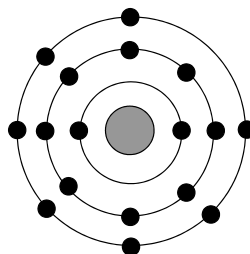
族 周期	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
1	H																	
2																		
3																		
4																		
5																		

理科-24

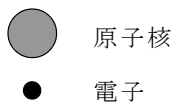
問1 次の図は、原子 (atom) X と原子 Y の電子配置 (electron configuration) を示している。



X



Y



X が安定なイオン (ion) になるときのイオン式 (ion formula) と、X と Y がイオン結合 (ionic bond) してできる化合物の組成式 (compositional formula) の組み合わせとして正しいものを、次表の①～⑥の中から一つ選びなさい。

1

	イオン式	組成式
①	X^{2+}	XY
②	X^{2+}	XY_2
③	X^{2+}	X_2Y
④	X^{2-}	YX
⑤	X^{2-}	Y_2X
⑥	X^{2-}	YX_2

問2 化学結合 (chemical bond) に関する次の記述①～⑤のうち、下線部が誤っているものを一つ選びなさい。

2

- ① 金属の鉄 Fe では、鉄の原子 (atom) が金属結合 (metallic bond) で互いに結びついている。
- ② 氷では、水 H₂O の分子が水素結合 (hydrogen bond) で互いに結びついている。
- ③ ドライアイス (dry ice) では、二酸化炭素 CO₂ の分子が共有結合 (covalent bond) で互いに結びついている。
- ④ アンモニウムイオン NH₄⁺ は、アンモニア NH₃ の分子が水素イオン H⁺ と配位結合 (coordinate bond) したものである。
- ⑤ 塩化ナトリウム NaCl では、ナトリウムイオン Na⁺ と塩化物イオン Cl⁻ がイオン結合 (ionic bond) で互いに結びついている。

問3 次の分子の組み合わせ①～⑤のうち、両方とも極性分子 (polar molecule) であるものを、一つ選びなさい。

3

- ① CH₄, CCl₄ ② H₂O, CO₂ ③ N₂, NH₃ ④ HCl, CH₃Cl ⑤ F₂, Cl₂

理科—26

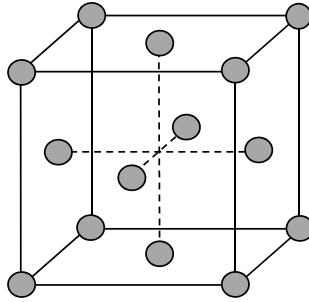
問4 窒素 N_2 と水素 H_2 の混合気体があり、その平均分子量 (average molecular weight) は 8.5 である。この混合気体の窒素と水素の物質質量 (amount of substance ; mol) の比 ($\text{N}_2 : \text{H}_2$) として最も近い値を、次の①～⑤の中から一つ選びなさい。 4

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

問5 標準状態において 1.0 L のプロパン C_3H_8 と 10.0 L の酸素 O_2 を密閉容器 (airtight container) に入れ、プロパンをすべて完全燃焼 (complete combustion) させた。反応で生成した水を除いた後、温度と圧力を標準状態にもどすと、気体の体積は何 L になるか。最も近い値を、次の①～⑥の中から一つ選びなさい。 5 L

- ① 3.0 ② 4.0 ③ 5.0 ④ 6.0 ⑤ 7.0 ⑥ 8.0

問6 次の図は、銅 Cu の結晶構造 (crystal structure) を示している。



この結晶 (crystal) に関する次の記述(a)~(d)のうち、正しいものが二つある。それらの組み合わせを、下の①~⑥の中から一つ選びなさい。

6

- (a) この結晶構造は、さいみつじゅうてんこうぞう最密充填構造 (close-packed structure) の一つである。
- (b) 単位格子 (unit cell) の中に含まれる原子 (atom) の数は 14 個である。
- (c) 銅の原子半径を r とすると、単位格子の一辺は $2\sqrt{2}r$ と表される。
- (d) ある原子について、最短距離にある原子の数は 8 である。

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

問7 次の化合物①~⑥の 0.01 mol/L 水溶液のうち、pH が最も小さいものを一つ選びなさい。

7

- ① H₂S ② HNO₃ ③ (COOH)₂ ④ CH₃COOH ⑤ H₃PO₄ ⑥ H₂SO₄

問 8 鉛蓄電池 (lead storage battery) を放電 (discharge) し, 0.4 mol の電子 (electron) が流れた。このときの正極 (cathode) の質量 (mass) の変化として正しいものを, 次の①~⑥の中から一つ選びなさい。

8

- ① 12.8 g 増加した
- ② 19.2 g 増加した
- ③ 25.6 g 増加した
- ④ 12.8 g 減少した
- ⑤ 19.2 g 減少した
- ⑥ 25.6 g 減少した

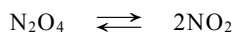
問 9 気体の四酸化二窒素 N_2O_4 の生成熱 (heat of formation) を Q_1 kJ/mol, 気体の二酸化窒素 NO_2 の生成熱を Q_2 kJ/mol とする。次の熱化学方程式 (thermochemical equation) の Q の値を表す式として正しいものを, 下の①~⑥の中から一つ選びなさい。

9



- ① $Q = Q_1 + Q_2$
- ② $Q = Q_1 - Q_2$
- ③ $Q = -Q_1 + Q_2$
- ④ $Q = Q_1 + 2Q_2$
- ⑤ $Q = Q_1 - 2Q_2$
- ⑥ $Q = -Q_1 + 2Q_2$

問 10 ある一定温度のもと，10 L の容器に 1.0 mol の四酸化二窒素 N_2O_4 を入れたところ，圧力は $1.0 \times 10^5 \text{ Pa}$ であった。温度を保ったまま放置すると二酸化窒素 NO_2 が生成し，次式の平衡状態（equilibrium state）に達し，全圧（total pressure）は $1.1 \times 10^5 \text{ Pa}$ となった。



この温度における濃度平衡定数（concentration equilibrium constant）として最も近い値を，次の①～⑥の中から一つ選びなさい。ただし，容器内の物質はすべて理想気体とする。

10 mol/L

- ① 0.0011 ② 0.0022 ③ 0.0044 ④ 0.011 ⑤ 0.022 ⑥ 0.044

問 11 次の金属①～⑤のうち，水酸化ナトリウム水溶液 NaOH aq に溶け，濃硝酸 conc. HNO_3 には溶けないものを，一つ選びなさい。

11

- ① Ag ② Al ③ Fe ④ Zn ⑤ Pb

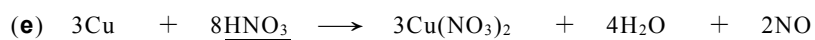
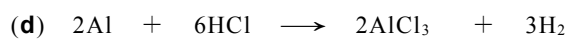
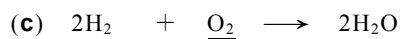
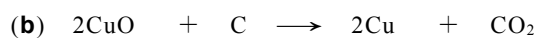
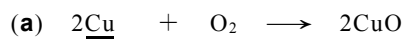
問 12 次表の **A** 欄に示す酸性酸化物 (acidic oxide) の中に、じゅうぶんな量の水と反応させたとき **B** 欄に示す酸 (acid) が得られるものが二つある。それらの組み合わせとして正しいものを、下の①～⑥の中から一つ選びなさい。

12

	A	B
a	二酸化窒素 NO_2	硝酸 HNO_3
b	十酸化四リン P_4O_{10}	リン酸 H_3PO_4
c	二酸化硫黄 SO_2	硫酸 H_2SO_4
d	七酸化二塩素 Cl_2O_7	塩酸 HCl

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

問 13 次の反応(a)～(e)のうち、下線部の物質が酸化 (oxidation) されているものが二つある。それらの組み合わせを、下の①～⑦の中から一つ選びなさい。

13

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

理科-32

問 14 不純物を含むマグネシウム Mg の粉末がある。この粉末 3.0 g に希塩酸 dil. HCl を加えてマグネシウムをすべて溶かしたところ、0.10 mol の水素 H₂ が発生した。このマグネシウムの純度 (purity) は、質量パーセント (mass percent) で何%か。最も近い値を、次の①～⑤の中から一つ選びなさい。ただし、不純物は希塩酸と反応しないものとする。 14 %

- ① 20 ② 40 ③ 50 ④ 80 ⑤ 96

問 15 次に示す表の **A** 欄には陰イオン (anion) を、**B** 欄にはそれを沈殿 (precipitate) として検出するのに用いる試薬 (reagent) を示している。このうち、**B** 欄の試薬が 誤っているもの を、①～⑤の中から一つ選びなさい。 15

	A	B
①	Cl ⁻	AgNO ₃
②	SO ₄ ²⁻	Mg(NO ₃) ₂
③	CO ₃ ²⁻	Ba(NO ₃) ₂
④	CrO ₄ ²⁻	Pb(NO ₃) ₂
⑤	[Fe(CN) ₆] ⁴⁻	FeCl ₃

問 16 ある炭化水素 (hydrocarbon) 29 mg を完全燃焼 (complete combustion) させたところ、二酸化炭素 CO_2 が 88 mg 得られた。この炭化水素の分子式 (molecular 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。 **16**

- ① C_2H_5 ② C_2H_6 ③ C_3H_6 ④ C_3H_7 ⑤ C_4H_{10} ⑥ C_4H_{12}

問 17 分子式 (molecular formula) $\text{C}_4\text{H}_{10}\text{O}$ で表される脂肪族化合物 (aliphatic compound) のうち、金属ナトリウム Na と反応して水素 H_2 を発生するものの数を、次の①～⑦の中から一つ選びなさい。ただし、立体異性体 (stereoisomer) がある場合はそれらを別々に数えるものとする。 **17**

- ① 1 ② 2 ③ 3 ④ 4 ⑤ 5 ⑥ 6 ⑦ 7

問 18 次表の **A** 欄に示す二つの化合物を，**B** 欄の試薬 (reagent) を用いて区別したい。

B 欄の試薬が誤っているものを，①～④の中から一つ選びなさい。

18

	A	B
①	ニトロベンゼン (nitrobenzene), アニリン (aniline)	さらし粉水溶液 CaCl(ClO) aq
②	フェノール (phenol), トルエン (toluene)	水酸化ナトリウム水溶液 NaOH aq
③	サリチル酸 (salicylic acid), アセチルサリチル酸 (acetylsalicylic acid)	炭酸水素ナトリウム水溶液 NaHCO ₃ aq
④	安息香酸 (benzoic acid), サリチル酸メチル (methyl salicylate)	塩化鉄(III)水溶液 FeCl ₃ aq

問 19 次の高分子化合物 (polymer compound) (a)～(d)のうち，縮合重合 (condensation polymerization) により生成するものが二つある。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。

19

- (a) ポリエチレンテレフタレート (poly(ethylene terephthalate))
- (b) ポリ酢酸ビニル (poly(vinyl acetate))
- (c) ポリメタクリル酸メチル (poly(methyl methacrylate))
- (d) ナイロン 66 (nylon 6,6)

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

問 20 卵の白身部分のタンパク質 (protein) に関する次の記述①～⑤のうち、下線部が誤っているものを一つ選びなさい。 **20**

- ① うすい食塩水に溶ける。
- ② 加熱すると固まる。
- ③ 塩酸 HCl aq に加えると変性 (denaturation) する。
- ④ 水酸化ナトリウム水溶液 NaOH aq と硫酸銅(Ⅱ)水溶液 CuSO₄ aq を加えると赤紫色 (reddish purple) になる。
- ⑤ ニンヒドリン水溶液 (ninhydrin solution) を加えて加熱すると黄色になる。

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 核酸 (nucleic acid) について述べた次の文①～⑤の中から、正しいものを一つ選びなさい。

1

- ① DNA と RNA の塩基 (base) は、どちらもアデニン (adenine)、グアニン (guanine)、シトシン (cytosine)、チミン (thymine) の4種類である。
- ② DNA の塩基は、アデニン、グアニン、シトシン、ウラシル (uracil) の4種類である。
- ③ DNA と RNA の糖 (sugar) は、どちらもリボース (ribose) である。
- ④ mRNA の塩基配列 (base sequence) は、鋳型 (template) となった DNA の塩基配列と同じである。
- ⑤ tRNA は、タンパク質合成の際にリボソーム (ribosome) にアミノ酸 (amino acid) を運ぶ。

問2 カタラーゼ (catalase) は動植物の細胞質 (cytoplasm) に含まれる酵素 (enzyme) である。

カタラーゼと酸化マンガン (IV) [manganese (IV) oxide] の触媒 (catalysis) 作用を調べるため、8本の試験管 A~H に次の表に示すような組み合わせで物質を入れ、37°Cで気泡発生の様子を観察した。試験管 A~H の中で、気泡がみられる試験管はどれか。また、発生する気体は何か。正しい組み合わせを、下の①~⑧の中から一つ選びなさい。

2

試験管	A	B	C	D	E	F	G	H
3%過酸化水素水	3mL	-	3mL	-	3mL	-	3mL	-
蒸留水	-	3mL	-	3mL	-	3mL	-	3mL
生の肝臓片	0.1g	0.1g	-	-	-	-	-	-
煮沸した肝臓片	-	-	0.1g	0.1g	-	-	-	-
酸化マンガン (IV)	-	-	-	-	0.1g	0.1g	-	-
煮沸した酸化マンガン (IV)	-	-	-	-	-	-	0.1g	0.1g

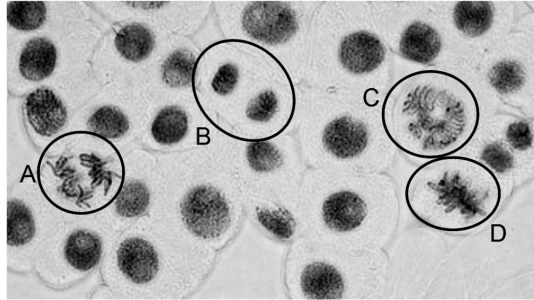
過酸化水素水 (hydrogen peroxide solution), 蒸留水 (distilled water), 肝臓 (liver)

	気泡がみられる試験管	発生する気体
①	A, B, E, F	酸素 (O ₂)
②	A, B, E, F	水素 (H ₂)
③	B, D, F, H	酸素 (O ₂)
④	B, D, F, H	水素 (H ₂)
⑤	A, E, G	酸素 (O ₂)
⑥	A, E, G	水素 (H ₂)
⑦	C, E, G	酸素 (O ₂)
⑧	C, E, G	水素 (H ₂)

問3 細胞周期 (cell cycle) の分裂期 (mitotic phase) の細胞は、前期 (prophase)、中期 (metaphase)、後期 (anaphase)、終期 (telophase) の四つの時期に分けることができる。

次の写真は、タマネギ (onion) の根端部の体細胞分裂 (somatic cell division) の様子を
示したもので、A~D は分裂時期の異なる細胞である。前期、中期、後期にあたる細胞は、そ
れぞれどれか。正しい組み合わせを、下の①~⑧の中から一つ選びなさい。

3



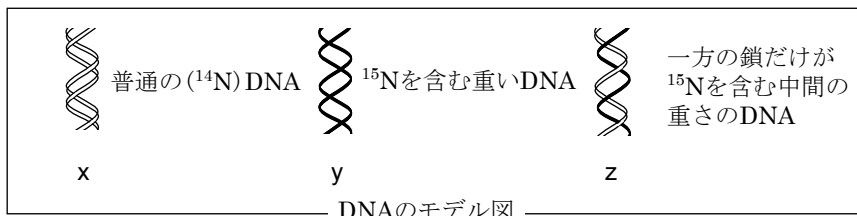
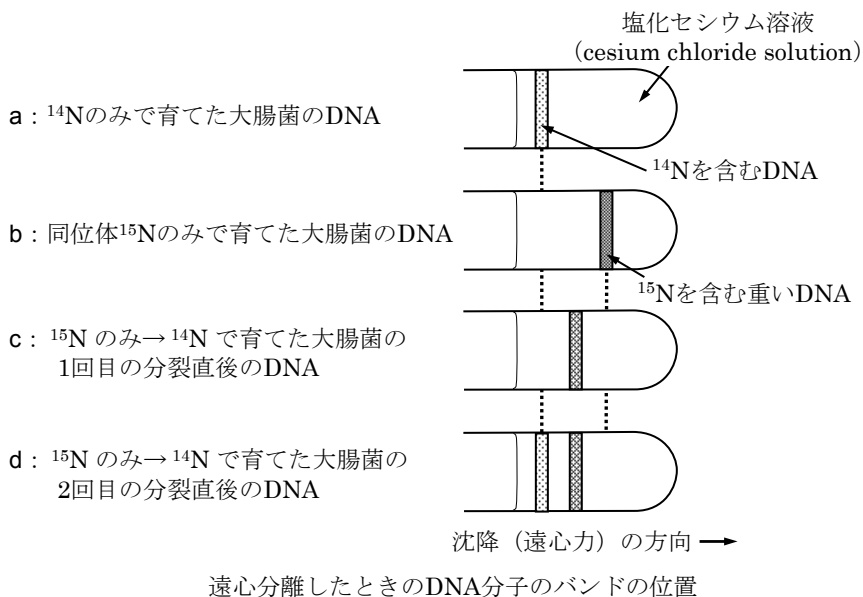
	前期	中期	後期
①	A	C	D
②	A	D	B
③	B	A	C
④	B	D	C
⑤	C	A	D
⑥	C	D	A
⑦	D	A	B
⑧	D	C	A

問 4 窒素 (N) には通常の ^{14}N のほかに、比重の重い同位体 (isotope) である ^{15}N が存在する。

DNA にどちらの同位体が含まれているかは、細胞から抽出した DNA を遠心分離 (centrifugation) した際のバンド (band) の位置によって知ることができる。

大腸菌 (*Escherichia coli*) を、 ^{14}N のみを含む培地 (medium)、 ^{15}N のみを含む培地で長期間培養 (culture) すると、細胞から抽出した DNA のバンドは次の図の a, b のようになった。

^{15}N のみを含む培地で培養した大腸菌を、 ^{14}N のみを含む培地に移して 1 回目と 2 回目の分裂直後の細胞の DNA のバンドを調べたところ、c, d のようになった。大腸菌 DNA を下のモデル図 x~z で示したとき、1 回目と 2 回目の分裂直後の大腸菌には、どのモデル図の DNA が含まれるか。正しい組み合わせを次ページの①~⑥の中から一つ選びなさい。 **4**



	1回目の分裂直後の DNA	2回目の分裂直後の DNA
①	x	x, y
②	x	y, z
③	y	x, y
④	y	x, z
⑤	z	x, z
⑥	z	y, z

問5 次の文 a~d のうち、真核細胞 (eukaryotic cell) のスプライシング (splicing) について述べた文として正しいものの組み合わせを、下の①~④の中から一つ選びなさい。 5

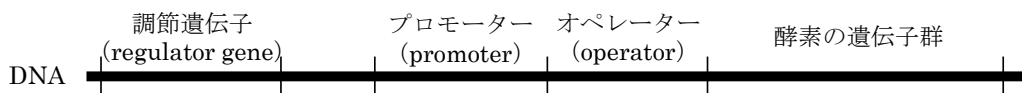
- a スプライシングは、核 (nucleus) でおこなわれる。
- b スプライシングは、細胞質基質 (cytoplasmic matrix) でおこなわれる。
- c mRNA 前駆体 [precursor mRNA, 転写 (transcription) 直後の RNA] からエクソン (exon) に対応する部分が除かれて、mRNA がつくられる。
- d mRNA 前駆体からイントロン (intron) に対応する部分が除かれて、mRNA がつくられる。

- ① a, c ② a, d ③ b, c ④ b, d

問 6 次の文を読み、下の文の空欄 **a** ~ **c** にあてはまるものの正しい組み合わせを、下の①~⑧の中から一つ選びなさい。 6

大腸菌 (*Escherichia coli*) は、培地 (medium) 中にグルコース (glucose) がなく、ラクトース (lactose) があるときにはラクターゼ (lactase) などの酵素 (enzyme) をつくり、培地中にラクトースがないときにはラクターゼなどの酵素をつくらない。

次の図は、大腸菌のラクターゼなどの酵素の遺伝子群と、その発現調節に関わる DNA 上の領域を模式的に示したものである。



培地にグルコースがなくラクトースがあるときは、大腸菌内でラクトースの代謝産物 (metabolite) が調節タンパク質 (regulatory protein, **a**) に結合して、その立体構造 (conformation) を変化させる。そのため、調節タンパク質は **b** 領域に結合できなくなり、**c** による転写 (transcription) の阻害 (inhibition) が解除される。

	a	b	c
①	ヒストン	オペレーター	DNA ポリメラーゼ
②	ヒストン	オペレーター	RNA ポリメラーゼ
③	ヒストン	プロモーター	DNA ポリメラーゼ
④	ヒストン	プロモーター	RNA ポリメラーゼ
⑤	リプレッサー	オペレーター	DNA ポリメラーゼ
⑥	リプレッサー	オペレーター	RNA ポリメラーゼ
⑦	リプレッサー	プロモーター	DNA ポリメラーゼ
⑧	リプレッサー	プロモーター	RNA ポリメラーゼ

ヒストン (histone), リプレッサー (repressor), DNA ポリメラーゼ (DNA polymerase), RNA ポリメラーゼ (RNA polymerase)

問7 減数分裂 (meiosis) は、第一分裂と第二分裂の2回の分裂からなる。減数分裂の過程における母細胞 (mother cell), 第一分裂前期 (prophase I), 第二分裂前期 (prophase II), 娘細胞 (daughter cell) の核相 (nuclear phase) はそれぞれ n か $2n$ のどちらか。正しい組み合わせを、次の①～⑥の中から一つ選びなさい。

7

	母細胞	第一分裂前期	第二分裂前期	娘細胞
①	$2n$	$2n$	$2n$	n
②	$2n$	$2n$	n	n
③	$2n$	n	n	n
④	n	$2n$	$2n$	$2n$
⑤	n	n	$2n$	$2n$
⑥	n	n	n	$2n$

問8 配偶子形成 (gametogenesis) と遺伝子に関して述べた次の文①～⑤の中から、誤っているものを一つ選びなさい。

8

- ① 同一の染色体 (chromosome) 上に存在する遺伝子は、連鎖 (linkage) しているという。
- ② 連鎖していない遺伝子は、互いに独立して遺伝する。
- ③ 染色体の乗換え (crossing over) がおきる時期は、第二分裂中期 (metaphase II) である。
- ④ 遺伝子の組換え (recombination) がおこることによって、配偶子 (gamete) のもつ遺伝子の組み合わせが多様になる。
- ⑤ 減数分裂 (meiosis) によって、親の染色体をさまざまな組み合わせで受けつぐ配偶子ができる。このことが、遺伝的多様性 (genetic diversity) を生じるしくみの一つである。

問9 被子植物 (angiosperms) の配偶子形成 (gametogenesis) について述べた次の文①～④の中から、誤っているものを一つ選びなさい。 9

- ① 花粉母細胞 (pollen mother cell) は減数分裂 (meiosis) により、4 個の細胞からなる花粉四分子 (pollen tetrad) となる。
- ② 胚のう母細胞 (embryo sac mother cell) は減数分裂により、4 個の細胞を生じるが、そのうち三つは退化し、残りの一つを卵細胞 (egg cell) という。
- ③ 一つの花粉 (pollen) にみられる花粉管細胞 (pollen tube cell) と雄原細胞 (generative cell) の核 (nucleus) のゲノム (genome) は等しい。
- ④ 一つの胚のう (embryo sac) 内に存在する反足細胞 (antipodal cell) の核、助細胞 (synergid) の核、卵細胞の核、中央細胞 (central cell) の極核 (polar nucleus) のゲノムは等しい。

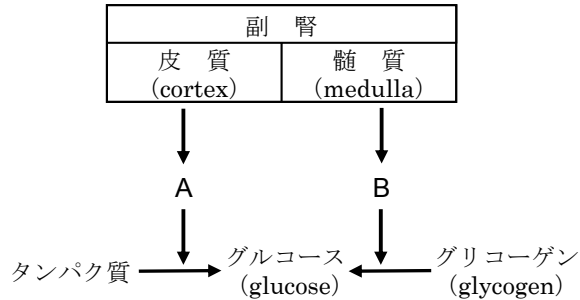
問10 次の文は、血液凝固 (blood coagulation) について述べたものである。文中の空欄 a ～ c にあてはまる語句の正しい組み合わせを、下の①～⑧の中から一つ選びなさい。 10

採血した血液を試験管に入れてしばらく放置すると、血液はやがて凝固し、a を形成する。a は、血球 (blood cell) などの有形成分が b と呼ばれる繊維状のタンパク質にからめとられ沈殿したものである。このときやや黄みがかかった上澄みは、c と呼ばれる。

	a	b	c
①	血小板 (platelet)	グロブリン (globulin)	血しょう (blood plasma)
②	血小板	グロブリン	血清 (serum)
③	血小板	フィブリン (fibrin)	血しょう
④	血小板	フィブリン	血清
⑤	血ぺい (blood clot)	グロブリン	血しょう
⑥	血ぺい	グロブリン	血清
⑦	血ぺい	フィブリン	血しょう
⑧	血ぺい	フィブリン	血清

問 11 次の図は、^{ふくじん}副腎 (adrenal gland) が関係する血糖量 (blood glucose level) を増加させるしくみについての模式図である。図中の A、B のホルモン (hormone) 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。

11



	A	B
①	グルカゴン (glucagon)	アドレナリン (adrenaline)
②	グルカゴン	糖質コルチコイド (glucocorticoid)
③	アドレナリン	グルカゴン
④	アドレナリン	糖質コルチコイド
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

問 12 次の文①～⑤は、免疫 (immunity) ではたらいっている B 細胞と T 細胞について述べたものである。このうち、B 細胞と T 細胞の両方にあてはまる文を、一つ選びなさい。

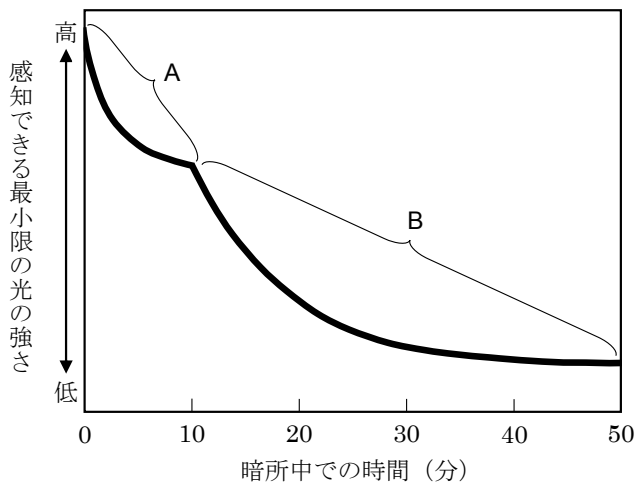
12

- ① 活性化 (activation) された細胞の一部が免疫記憶細胞 (memory cell) として残る。
- ② 活性化された細胞が抗体産生細胞 [antibody-forming cell, 形質細胞 (plasma cell)] に分化 (differentiation) する。
- ③ 元になる細胞は骨髄 (bone marrow) でつくりられ、^{きょうせん}胸腺 (thymus) で成熟する。
- ④ 樹状細胞 (dendritic cell) から抗原提示 (antigen presentation) を直接受けて活性化される。
- ⑤ ヒト免疫不全ウイルス (human immunodeficiency virus, HIV) の感染 (infection) 対象となる。

問 13 ヒトの目を明るい環境に慣らした後、急に部屋を暗くして、暗順応 (dark adaptation) を調べる実験をおこなった。次のグラフは、暗所中での時間と、感知できる最小限の光の強さの関係を示したものである。

図の曲線 A, B が示す状態で主にはたらく細胞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。

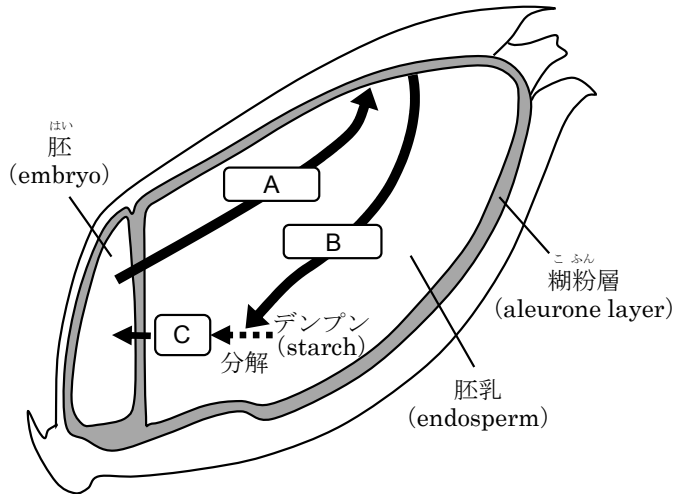
13



	曲線 A	曲線 B
①	かん体細胞 (rod cell)	すいたい 錐体細胞 (cone cell)
②	かん体細胞	グリア細胞 (glia cell)
③	錐体細胞	かん体細胞
④	錐体細胞	グリア細胞
⑤	グリア細胞	かん体細胞
⑥	グリア細胞	錐体細胞

問 14 次の図は、オオムギ (barley) の種子の断面を模式的に示したものである。図中の矢印は、種子が吸水して発芽 (germination) するときの物質の動きを表している。図の A~C の物質の名称として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

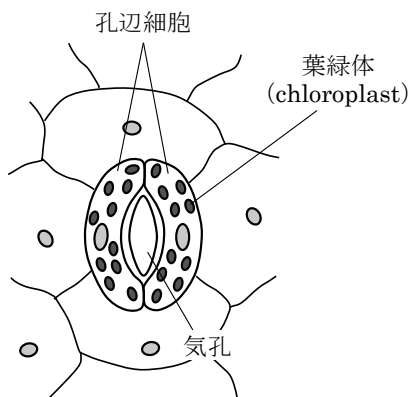


	A	B	C
①	ジベレリン (gibberellin)	アミラーゼ (amylase)	糖 (sugar)
②	ジベレリン	糖	アミラーゼ
③	アミラーゼ	糖	ジベレリン
④	アミラーゼ	ジベレリン	糖
⑤	糖	アミラーゼ	ジベレリン
⑥	糖	ジベレリン	アミラーゼ

問 15 次の文は、気孔 (stoma) が開閉するしくみと光との関係について述べたものである。また、下の図は気孔周辺の構造の模式図である。図を参考にして、文中の空欄 **a** ~ **c** にあてはまる語句の組み合わせとして最も適当なものを、下の①~⑧の中から一つ選びなさい。

15

孔辺細胞 (guard cell) 中の光受容体 (photoreceptor) が **a** を吸収すると、孔辺細胞内の浸透圧 (osmotic pressure) が **b** なる。そのため孔辺細胞が吸水して、膨圧 (turgor pressure) が **c** なり、細胞が変形して気孔が開く。

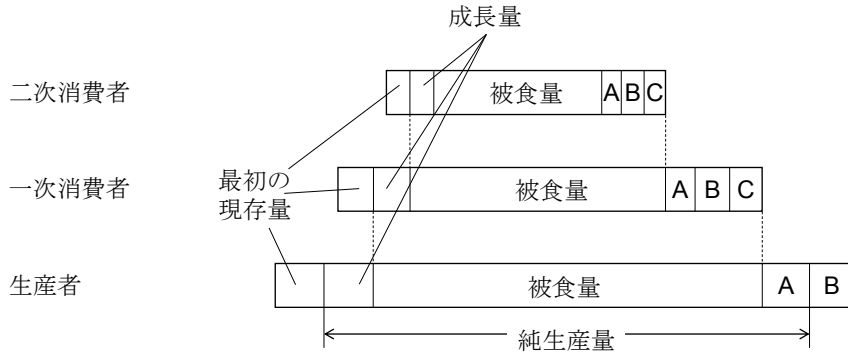


	a	b	c
①	青色光	高く	高く
②	青色光	高く	低く
③	青色光	低く	高く
④	青色光	低く	低く
⑤	赤色光	高く	高く
⑥	赤色光	高く	低く
⑦	赤色光	低く	高く
⑧	赤色光	低く	低く

問 16 次の図は、生態系 (ecosystem) における各栄養段階 (trophic level) の有機物 (organic matter) の収支を模式的に示したものである。

図の A~C はそれぞれ何を示しているか。正しい組み合わせを下の①~⑥の中から一つ選びなさい。

16



成長量 (growth), 二次消費者 (secondary consumer), 被食量 (feeding), 一次消費者 (primary consumer), 現存量 (standing stock), 生産者 (producer), 純生産量 (net primary production)

	A	B	C
①	呼吸量 (respiration)	死亡量・枯死量 (death・dead plant tissue)	不消化排出量 (excretion)
②	呼吸量	不消化排出量	死亡量・枯死量
③	死亡量・枯死量	呼吸量	不消化排出量
④	死亡量・枯死量	不消化排出量	呼吸量
⑤	不消化排出量	呼吸量	死亡量・枯死量
⑥	不消化排出量	死亡量・枯死量	呼吸量

問 17 次の文 a～e は、真核細胞 (eukaryotic cell) の細胞小器官 (organelle) について述べたものである。このうち、細胞内共生説 (endosymbiotic theory) の根拠に関わる文として最も適当なものを二つ選び、その組み合わせを下の①～⑥の中から一つ選びなさい。

17

- a 葉緑体 (chloroplast) は、内膜 (inner membrane) と外膜 (outer membrane) の二重の膜をもっている。
- b 小胞体 (endoplasmic reticulum) には、リボソーム (ribosome) が付着した粗面小胞体 (rough endoplasmic reticulum) と、付着していない滑面小胞体 (smooth endoplasmic reticulum) がある。
- c ゴルジ体 (Golgi body) は一重の膜でできており、^{たい}平らな袋状のものが重なった構造をもつ。
- d 液胞 (vacuole) は植物細胞で発達しており、内部に色素 (pigment) を含むものがある。
- e ミトコンドリア (mitochondria) は、核 (nucleus) とは異なる独自の DNA をもつ。

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

問 18 生物の進化 (evolution) に関する次の文①～⑤の中から、**誤っているもの**を一つ選びなさい。

18

- ① シアノバクテリア (cyanobacteria) は先カンブリア時代 (Precambrian) に出現した。
- ② は虫類 (reptiles) は中生代 (Mesozoic era) に繁栄した。
- ③ 植物の陸上進出は古生代 (Paleozoic era) からみられるようになった。
- ④ 裸子植物 (gymnosperms) は中生代に繁栄した。
- ⑤ 鳥類 (birds) は新生代 (Cenozoic era) に出現した。

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。

