

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 ~ 37
生物	39 ~ 53

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。

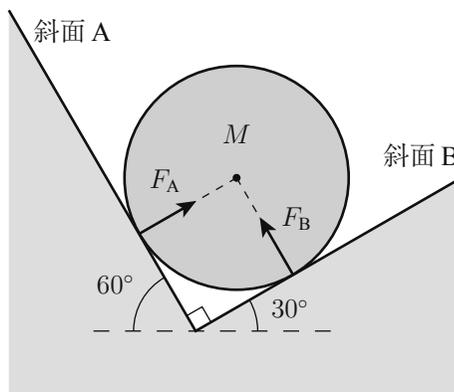
科目が正しくマークされていないと、採点されません。

< 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、水平面とのなす角が 60° の斜面 **A** と、水平面とのなす角が 30° の斜面 **B** が、互いのなす角が 90° でつながっている。この斜面 **A**, **B** の上に、質量 M の一様な球が置かれ、静止している。球が斜面 **A** から受ける力の大きさを F_A , 球が斜面 **B** から受ける力の大きさを F_B とする。球と斜面 **A**, **B** の間に摩擦はないものとする。

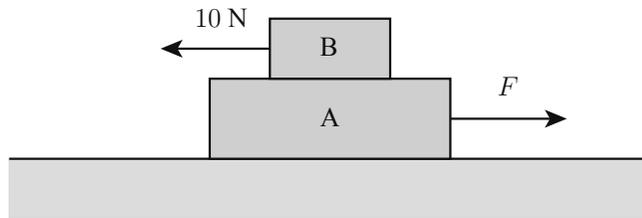


問1 F_A , F_B はどのように表されるか。正しい組み合わせを、次の①～⑥の中から一つ選びなさい。

1

	①	②	③	④	⑤	⑥
F_A	$\frac{\sqrt{3}}{3}Mg$	Mg	$\frac{\sqrt{3}}{2}Mg$	$\frac{1}{2}Mg$	$\sqrt{3}Mg$	$\frac{\sqrt{3}}{3}Mg$
F_B	Mg	$\frac{\sqrt{3}}{3}Mg$	$\frac{1}{2}Mg$	$\frac{\sqrt{3}}{2}Mg$	$\frac{\sqrt{3}}{3}Mg$	$\sqrt{3}Mg$

B 次の図のように、水平な床の上に質量 6 kg の直方体 **A** を置き、その上に質量 4 kg の直方体 **B** を置く。**B** を水平左方向に大きさ 10 N の力で引く。同時に、**A** を水平右方向に大きさ F の力で引く。 F を 0 N から徐々に大きくしていったところ、 F がある値 F_0 より大きくなったとき、**A** と **B** が一体となったまま動き始めた。床と **A** の間、**A** と **B** の間の静止摩擦係数を共に 0.5 とし、重力加速度の大きさを 10 m/s^2 とする。

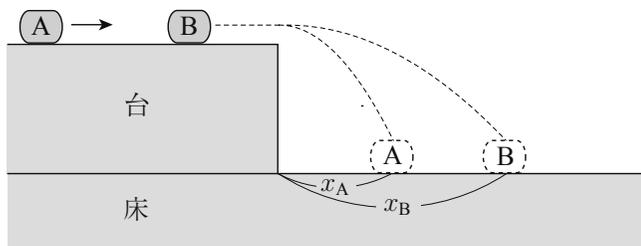


問2 F_0 は何 N か。最も適当な値を、次の①～⑥の中から一つ選びなさい。 **2** N

- ① 20 ② 30 ③ 40 ④ 50 ⑤ 60 ⑥ 70

理科-4

C 次の図のように、水平な床の上に固定された水平な台の上に、質量の等しい小物体 A と小物体 B を置く。A に初速を与え、静止していた B に衝突させた。その後、A と B は台の端から、水平に飛び出し、床に落下した。台の端から A の落下した地点までの水平距離は x_A 、台の端から B の落下した地点までの水平距離は x_B であった。A と B の間のはね返り係数を 0.60 とし、A、B と台との間に摩擦はないものとする。



問3 $\frac{x_B}{x_A}$ はいくらか。最も適当な値を、次の①~⑤の中から一つ選びなさい。

3

① 1.7

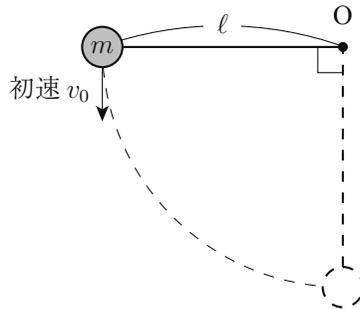
② 2.3

③ 2.7

④ 3.0

⑤ 4.0

- D** 長さ ℓ の軽くて伸び縮みしない糸の一端を点 O に固定し、他端に質量 m の小球を付けた。次の図のように、糸がたるまないようにして O と同じ高さの位置に小球を持ち上げ、鉛直下向きに初速 v_0 を与えた。小球が O の真下に来たとき、糸の張力は T であった。



- 問4 T 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。

4

- ① $\frac{mv_0^2}{\ell} + mg$ ② $\frac{mv_0^2}{\ell} + 2mg$ ③ $\frac{mv_0^2}{\ell} + 3mg$
 ④ $\frac{mv_0^2}{\ell} - mg$ ⑤ $\frac{mv_0^2}{\ell} - 2mg$ ⑥ $\frac{mv_0^2}{\ell} - 3mg$

E 水平でなめらかな床の上に、ばね定数 k の軽いばねと質量 m の小物体 A と質量 $2m$ の小物体 B が、A と B がばねの両端に接した状態で置かれている。図 1 のように、ばねが自然長から x だけ縮んだ状態になるまで A と B の間隔を縮め、A と B を手で静止させた。その後、静かに同時に手を離れたところ、A は左向きに、B は右向きに運動を始め、図 2 のように、ばねから離れた。A がばねから離れた後の速さは v であった。

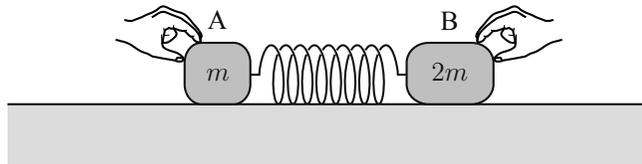


図 1

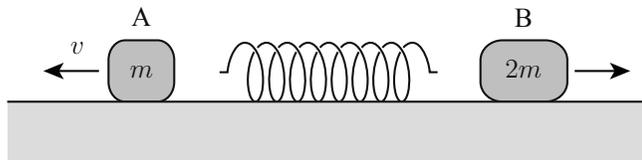


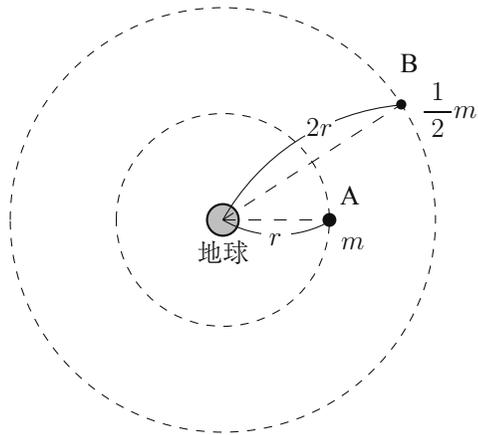
図 2

問 5 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。

5

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

F 次の図のように、地球の周りを等速円運動する人工衛星 A と B がある。A の質量は m 、その軌道半径は r である。B の質量は $\frac{1}{2}m$ 、その軌道半径は $2r$ である。A の運動エネルギーを K_A 、B の運動エネルギーを K_B とする。



問6 $\frac{K_B}{K_A}$ はいくらか。正しいものを、次の①～⑦の中から一つ選びなさい。

6

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

理科ー8

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

A 20 °C の水 200 g に -10 °C の氷 100 g を入れたところ、じゅうぶん時間がたった後、0 °C の水と氷になった。水の比熱を 4.2 J/(g·K), 氷の比熱を 2.1 J/(g·K), 氷の融解熱を 3.3×10^2 J/g とし、外部との熱の出入りはないものとする。

問 1 残った氷は何 g か。最も適当な値を、次の①～⑦の中から一つ選びなさい。

7 g

① 35

② 40

③ 45

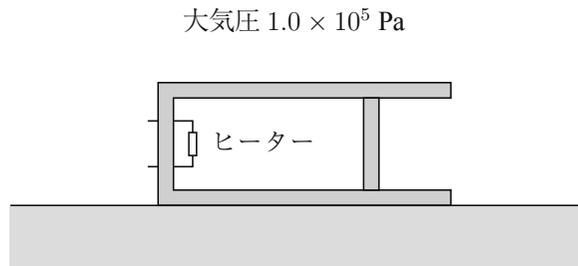
④ 50

⑤ 55

⑥ 60

⑦ 65

B 次の図のように、水平に置かれたシリンダー内に、なめらかに動くことのできる断面積 $1.0 \times 10^{-1} \text{ m}^2$ のピストンによって、一定量の理想気体が閉じ込められている。気体の圧力は大気圧 $1.0 \times 10^5 \text{ Pa}$ に等しい。シリンダー内のヒーターを使い、気体に熱量 $2.5 \times 10^3 \text{ J}$ の熱を加えたところ、ピストンは $1.0 \times 10^{-1} \text{ m}$ 右に移動した。



問2 熱を加えることにより、気体の内部エネルギーは何J増加したか。最も適当な値を、次の①～⑥の中から一つ選びなさい。

8 J

① 1.0×10^3

② 1.5×10^3

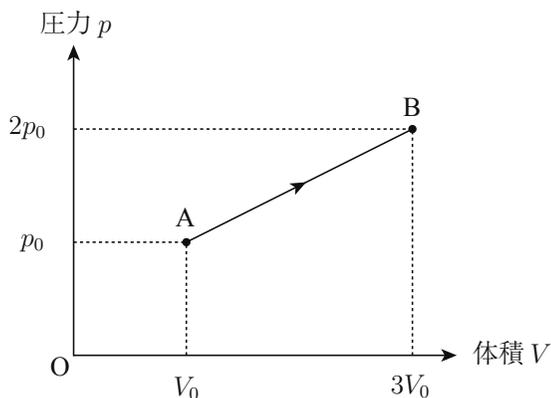
③ 2.0×10^3

④ 2.5×10^3

⑤ 3.0×10^3

⑥ 3.5×10^3

C 一定量の単原子分子理想気体をシリンダー内に入れ、その状態を、次の p - V 図のように状態 A から状態 B まで変化させた。この過程で気体が外部にした仕事を W 、気体が吸収した熱量を Q とし、この過程による内部エネルギーの変化を ΔU とする。



問3 W , ΔU , Q 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。

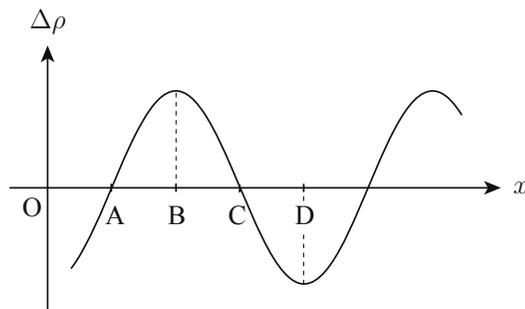
9

	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧
W	p_0V_0	p_0V_0	p_0V_0	p_0V_0	$3p_0V_0$	$3p_0V_0$	$3p_0V_0$	$3p_0V_0$
ΔU	$\frac{15}{2}p_0V_0$	$\frac{15}{2}p_0V_0$	$9p_0V_0$	$9p_0V_0$	$\frac{15}{2}p_0V_0$	$\frac{15}{2}p_0V_0$	$9p_0V_0$	$9p_0V_0$
Q	$\frac{13}{2}p_0V_0$	$\frac{17}{2}p_0V_0$	$8p_0V_0$	$10p_0V_0$	$\frac{9}{2}p_0V_0$	$\frac{21}{2}p_0V_0$	$6p_0V_0$	$12p_0V_0$

III

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

A 縦波では媒質中の各点が波の進行方向と平行に振動し、媒質が密の部分と疎の部分のくり返しが伝わっていく。次の図は、 x 軸の正の方向に伝わる縦波の、ある時刻における媒質の密度の変化（波がないときの密度との差） $\Delta\rho$ と位置 x との関係を表したグラフである。図中の位置 B は媒質が密の位置、位置 D は媒質が疎の位置に対応している。



問 1 図中の位置 A, B, C, Dのうち、媒質が x 軸の正の方向へ最も大きく変位している位置はどれか。正しいものを、次の①～④の中から一つ選びなさい。 10

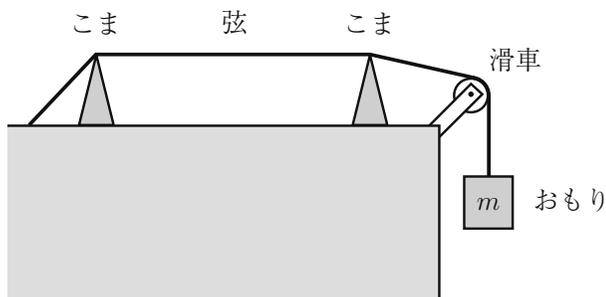
① A

② B

③ C

④ D

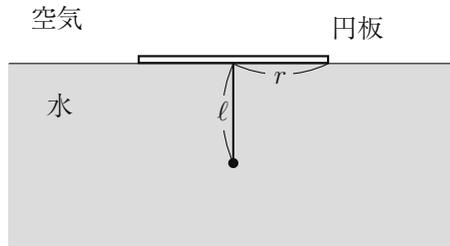
B 次の図のように、弦の一端を固定し、その他端に質量 m のおもりを付け、弦を滑車にかけておもりを吊るし、固定した2つのこまの間に弦を水平に張る。この弦に、ある振動数の振動を与えたところ、こまの間に腹が2つの定常波ができた。次に、おもりの質量を m' に変えて、弦に同じ振動数の振動を与えたところ、こまの間に腹が1つの定常波ができた。弦を伝わる波の速さは弦の張力の $\frac{1}{2}$ 乗に比例するものとする。



問2 $\frac{m'}{m}$ 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。 11

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

C 次の図のように、半径 r の薄い円板を水面に浮かべ、その中心から、ひもで小さなおもりを水中に吊るす。円板の中心とおもりの間のひもの長さを l とする。 l が小さいときには、空気中のどこから見てもおもりは見えなかった。 l を徐々に大きくしていったところ、 l がある長さ l_0 より大きくなったとき空気中からおもりが見えるようになった。水の空気に対する相対屈折率を n とする。



問3 $\frac{l_0}{r}$ 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。

12

① $\frac{n}{\sqrt{n^2 - 1}}$

② n

③ $\sqrt{n^2 - 1}$

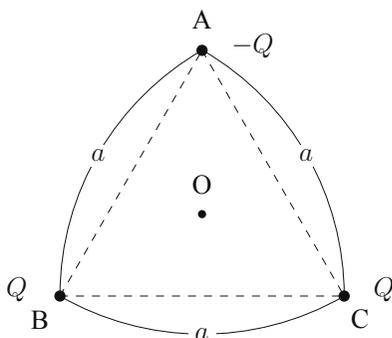
④ $\frac{\sqrt{n^2 - 1}}{n}$

⑤ $\frac{1}{n}$

⑥ $\frac{1}{\sqrt{n^2 - 1}}$

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、一辺の長さ a の正三角形 ABC の頂点 A に電気量 $-Q$ ($Q > 0$) の点電荷を、頂点 B に電気量 Q の点電荷を、頂点 C に電気量 Q の点電荷をそれぞれ固定した。B に固定された点電荷が A の位置につくる電場の大きさを E_0 とする。



問 1 正三角形の重心 O における電場の大きさ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。 13

- ① E_0 ② $2E_0$ ③ $3E_0$ ④ $4E_0$ ⑤ $5E_0$ ⑥ $6E_0$

- B** 図1のように、極板の面積 S 、極板の間隔 d の平行板コンデンサーがある。このコンデンサーの電気容量を C とする。このコンデンサーの極板間に、図2のように、面積 $\frac{S}{3}$ 、厚さ $\frac{d}{2}$ の導体板を極板に平行に入れる。このときのコンデンサーの電気容量を C' とする。

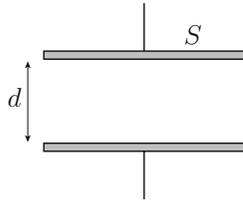


図1

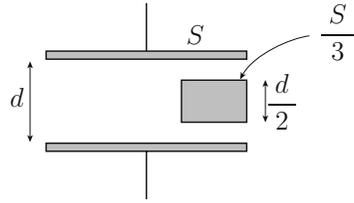


図2

- 問2 $\frac{C'}{C}$ はいくらか。最も適当なものを、次の①～⑧の中から一つ選びなさい。 **14**

① $\frac{3}{10}$

② $\frac{1}{3}$

③ $\frac{2}{5}$

④ $\frac{3}{7}$

⑤ $\frac{5}{4}$

⑥ $\frac{4}{3}$

⑦ $\frac{5}{3}$

⑧ $\frac{7}{4}$

理科－16

C 起電力 6.0 V 、内部抵抗の抵抗値 $1.0\ \Omega$ の電池がある。この電池に外部抵抗を接続したところ、外部抵抗での消費電力は 5.0 W であった。外部抵抗の抵抗値は内部抵抗の抵抗値より大きいものとする。

問3 外部抵抗の抵抗値は何 Ω か。最も適当な値を、次の①～④の中から一つ選びなさい。

15 Ω

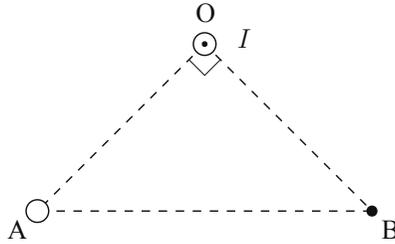
① 5.0

② 6.0

③ 6.2

④ 7.2

D 次の図のように、紙面に垂直な2本の十分に長い直線導線が、紙面内の直角二等辺三角形OABの頂点O（頂角 90° ）と頂点Aをそれぞれ通っている。Oを通る導線に紙面の裏から表に向かう向きに大きさ I の電流が流れている。Aを通る導線に、ある向きにある大きさの電流を流したところ、頂点Bでの磁場はOからBに向かう向きになった。



問4 Aを通る導線に流した電流の向きと大きさはどうなるか。正しい組み合わせを、次の①~⑥の中から一つ選びなさい。

16

	向き	大きさ
①	紙面表から裏の向き	$\sqrt{2}I$
②	紙面表から裏の向き	$2I$
③	紙面表から裏の向き	$4I$
④	紙面裏から表の向き	$\sqrt{2}I$
⑤	紙面裏から表の向き	$2I$
⑥	紙面裏から表の向き	$4I$

E 図1のように、長方形コイル $abcd$ に図中の矢印の向きに電流 5.0 A が流れている。辺 ab の長さは 0.30 m で、辺 bc の長さは 0.20 m である。図2のように、このコイルを磁束密度の大きさ 4.0 T の一様な磁場の中に入れ、辺 ab と辺 cd が磁場の向きに垂直で、辺 da と辺 bc が磁場の向きと 60° の角をなすように保った。このときコイルに流れる電流に磁場から偶力がはたらいた。

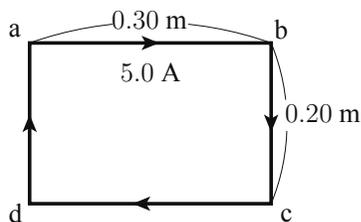


図1

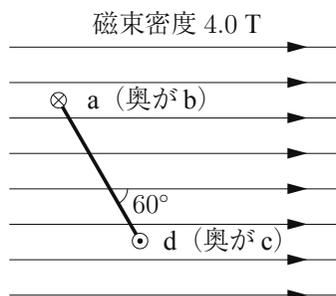
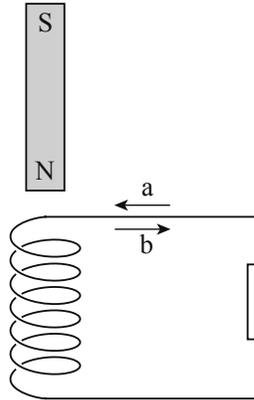


図2

問5 コイルに流れる電流に磁場からはたらく偶力のモーメントの大きさは何 $\text{N}\cdot\text{m}$ か。最も適当な値を、次の①~⑤の中から一つ選びなさい。 **17** $\text{N}\cdot\text{m}$

- ① 0.40 ② 0.60 ③ 0.90 ④ 1.0 ⑤ 1.5

F 次の図のように、ソレノイドに抵抗を接続し、ソレノイドの中心軸が鉛直になるようにソレノイドを固定する。棒磁石を、N極を下にして、ソレノイドの上から中心軸に沿って落下させ、ソレノイド内を通過させる。



問6 棒磁石のN極がソレノイドの上端を通過する直前に抵抗を流れる電流の向きは、図中の矢印 a, b のどちらか。また、棒磁石のS極がソレノイドの下端を通過した直後に抵抗を流れる電流の向きは、図中の矢印 a, b のどちらか。正しい組み合わせを、次の①~④の中から一つ選びなさい。

18

	①	②	③	④
N極が上端を通過する直前の向き	a	a	b	b
S極が下端を通過した直後の向き	a	b	a	b

V 次の問い **A** (問 1) に答えなさい。

A 日本において世界で初めて合成が確認された原子番号 113 の新元素ニホニウム Nh の原子核は、 α 崩壊のみを複数回くり返して、原子番号 101 の元素メンデレビウム Md の原子核に変わることが実験で確かめられている。

問 1 Nh の原子核 1 個が Md の原子核に変わるまでに、全部で何個の α 粒子が放出されるか。正しい値を、次の①～⑦の中から一つ選びなさい。 **19** 個

① 2

② 3

③ 4

④ 5

⑤ 6

⑥ 7

⑦ 8

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

Na : 23 S : 32 Ca : 40 Br : 80

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 次の分子①～⑤のうち，共有電子対 (shared electron pair) の数と非共有電子対 (unshared electron pair) の数が等しいものを，一つ選びなさい。

1

- ① N_2 ② Cl_2 ③ CH_4 ④ NH_3 ⑤ H_2O

問 2 周期表の第 3 周期 (third period) までの元素やそのイオン (ion) に関する次の記述 (a)～(e)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。

2

- (a) 炭素 C とケイ素 Si は L 殻 (L shell) の電子数 (number of electrons) が等しい。
(b) フッ化物イオン F^- とアルミニウムイオン Al^{3+} の電子数は互いに等しい。
(c) リチウム Li はヘリウム He よりもイオン化エネルギー (第一イオン化エネルギー : first ionization energy) が大きい。
(d) フッ素 F は酸素 O よりも電子親和力 (electron affinity) が大きい。
(e) マグネシウムイオン Mg^{2+} は酸化物イオン O^{2-} よりイオン半径 (ionic radius) が大きい。

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

問3 ある元素 X と酸素 O は化合物 XO_2 を形成する。元素 X として、この条件を満たすものが次の(a)~(e)のうち、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。

3

(a) Al (b) Fe (c) Mg (d) Mn (e) Si

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

問4 次の気体①~⑤を、それぞれ同じ容積の容器に入れて同じ温度に保ったとき、最も圧力が高くなるものを一つ選びなさい。ただし、いずれも理想気体 (ideal gas) であるとする。

4

- ① 2.8 g の C_2H_4
- ② 3.4 g の H_2S
- ③ 4.5 g の NO
- ④ 1.4 g の CO
- ⑤ 3.4 g の NH_3

理科-26

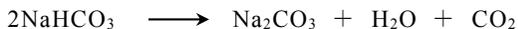
問5 メタノール (methanol) が完全燃焼 (complete combustion) するとき, 反応する酸素 O_2 と生成する二酸化炭素 CO_2 との物質量 (amount of substance ; mol) の比 ($O_2 : CO_2$) として正しいものを, 次の①~⑥の中から一つ選びなさい。 5

- ① 4 : 1 ② 3 : 1 ③ 2 : 1 ④ 3 : 2 ⑤ 4 : 3 ⑥ 1 : 1

問6 20℃の水 100 g に対する硝酸カリウム KNO_3 の溶解度 (solubility) は 32 g である。20℃での硝酸カリウム飽和溶液 (saturated solution) の質量パーセント濃度 (mass percent concentration) は何%か。最も近い値を, 次の①~⑤の中から一つ選びなさい。 6 %

- ① 3.1 ② 4.1 ③ 24 ④ 32 ⑤ 47

問7 炭酸水素ナトリウム NaHCO_3 4.2 g を，窒素 N_2 (27°C , $1.0 \times 10^5 \text{ Pa}$) で満たされた 1.0 L の容器に入れて密閉し， 327°C に加熱したところ，次の熱分解 (pyrolysis) が起こった。

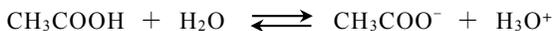


反応が完結したとき，容器内の圧力は 327°C で何 Pa か。最も近い値を次の①～⑥の中から一つ選びなさい。ただし，固体の NaHCO_3 の体積は無視でき，また生成する CO_2 ， H_2O は理想気体 (ideal gas) であるとする。

7 Pa

- ① 1.2×10^5 ② 2.5×10^5 ③ 3.2×10^5
 ④ 4.5×10^5 ⑤ 5.0×10^5 ⑥ 7.0×10^5

問8 酢酸 CH_3COOH の水溶液中では，次の電離平衡 (electrolytic dissociation equilibrium) が成立している。



この水溶液に次の操作 (a)～(d) をおこなったとき，平衡 (equilibrium) が右に移動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。

8

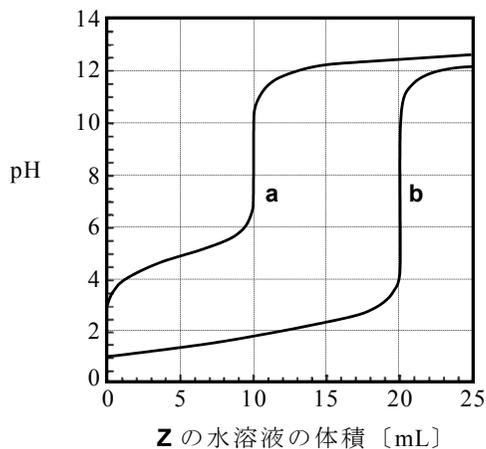
- (a) 水を加える。
 (b) 酢酸ナトリウム CH_3COONa を加える。
 (c) 水酸化ナトリウム NaOH を加える。
 (d) 塩化水素 HCl を通じる。

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

問9 次の操作 **A**, **B** により, それぞれ下の滴定曲線 (titration curve) **a**, **b** を得た。

操作 **A** : 0.1 mol/L の **X** の水溶液 10 mL に, 0.1 mol/L の **Z** の水溶液を加えた。

操作 **B** : 0.1 mol/L の **Y** の水溶液 10 mL に, 0.1 mol/L の **Z** の水溶液を加えた。

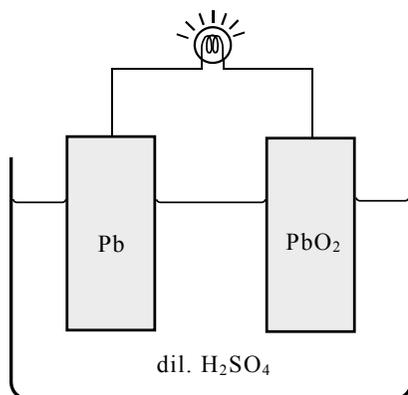


X, **Y**, **Z** の組み合わせとして正しいものを, 次表の①~⑥の中から一つ選びなさい。

9

	X	Y	Z
①	HCl	H ₂ SO ₄	NH ₃
②	HCl	H ₂ SO ₄	NaOH
③	CH ₃ COOH	HCl	NH ₃
④	CH ₃ COOH	HCl	NaOH
⑤	CH ₃ COOH	H ₂ SO ₄	NH ₃
⑥	CH ₃ COOH	H ₂ SO ₄	NaOH

問 10 次図で示される鉛蓄電池 (lead storage battery) に関する下の記述①～④のうち、正しいものを一つ選びなさい。

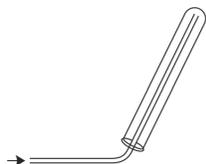
10

- ① 放電 (discharge) するとき、電流 (electric current) は Pb 電極から PbO₂ 電極へ流れる。
- ② 充電 (charge) するときは、外部電源の正極 (cathode) を Pb 電極に接続する。
- ③ Pb 電極の質量 (mass) は、放電により増える。
- ④ 希硫酸 dil. H₂SO₄ の密度 (density) は、充電により小さくなる。

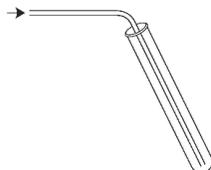
問 11 次の物質(a)~(c)のうち、硫酸 H_2SO_4 との反応で二酸化硫黄 SO_2 を発生するものはどれか。また発生する SO_2 を集める方法は下の(i)~(iii)のうちのどれか。それらの組み合わせとして正しいものを、下表の①~⑥の中から一つ選びなさい。 11

(a) Zn (b) FeS (c) Na_2SO_3

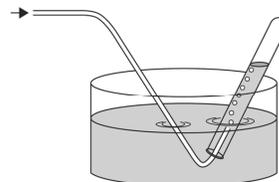
(i) 上方置換
(upward delivery)



(ii) 下方置換
(downward delivery)



(iii) 水上置換
(displacement of water)



	A	B
①	a	i
②	a	ii
③	b	i
④	b	iii
⑤	c	ii
⑥	c	iii

問 12 炭酸カルシウム CaCO_3 を強熱したところ、白色の固体が 14 g 生じた。この反応によって発生した気体の体積は、標準状態で何 L か。最も近い値を、次の①～⑥の中から一つ選びなさい。 **12** L

- ① 1.4 ② 2.7 ③ 3.8 ④ 4.5 ⑤ 5.6 ⑥ 8.4

問 13 ハロゲン (halogen) X ($X = \text{F}, \text{Cl}, \text{Br}, \text{I}$) に関する次の記述(a)～(f)のうち、下線部が誤っているものが二つある。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。 **13**

- (a) X は、すべて周期表の 17 族 に属する。
(b) X_2 は、すべて 有色の物質 である。
(c) X_2 は、分子量 (molecular weight) が大きいものほど、沸点 (boiling point) が高い。
(d) X_2 は、分子量が小さいものほど、酸化力 (oxidizing power) が強い。
(e) X_2 は、すべて 常温・常圧 (normal temperature and pressure) で気体 である。
(f) X_2 は、すべて 水と反応しやすい。

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

問 14 金属とそのイオン (ion) に関する次の記述(a)～(e)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。 14

- (a) 亜鉛イオン Zn^{2+} を含む酸性 (acidic) の水溶液に硫化水素 H_2S を通じると、硫化亜鉛 ZnS の沈殿 (precipitate) が生じる。
- (b) 水銀 Hg の合金 (alloy) は、アマルガム (amalgam) とよばれる。
- (c) アルミニウム Al は、酸化アルミニウム水溶液 $\text{Al}_2\text{O}_3 \text{ aq}$ の電気分解 (electrolysis) で得られる。
- (d) 黄銅 (brass) は、銅 Cu とスズ Sn との合金である。
- (e) 鉛(II)イオン Pb^{2+} を含む水溶液に硫酸ナトリウム Na_2SO_4 を加えると、硫酸鉛(II) PbSO_4 の沈殿が生じる。

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

問 15 Ag^+ , Cu^{2+} , Fe^{3+} 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** のそれぞれで生じた沈殿 (precipitate) **X**, **Y** に含まれる金属イオンは何か。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**: 希塩酸 dil. HCl を加えて, 沈殿 **X** を得た。

操作**B**: 希塩酸を加えて生じた沈殿 **X** をろ過 (filtration) して得たる液 (filtrate) に, 硫化水素 H_2S を通じて沈殿 **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	Ag^+	Cu^{2+}
②	Ag^+	Fe^{3+}
③	Cu^{2+}	Ag^+
④	Cu^{2+}	Fe^{3+}
⑤	Fe^{3+}	Ag^+
⑥	Fe^{3+}	Cu^{2+}

問 16 ブタン $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_3$ の 2 個の水素原子 H を 2 個の塩素原子 Cl で置換 (substitution) した化合物の構造異性体 (structural isomer) はいくつあるか。正しいものを次の①~⑥の中から一つ選びなさい。なお, 鏡像異性体 (enantiomer) は, 構造異性体に含まれない。 **16**

- ① 3 ② 4 ③ 5 ④ 6 ⑤ 7 ⑥ 8

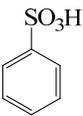
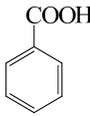
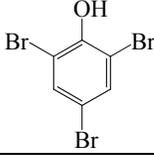
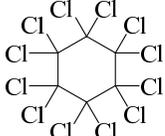
問 17 ベンゼン (benzene) に関する次の記述(a)~(d)について、その正誤の組み合わせとして正しいものを、下表の①~⑤の中から一つ選びなさい。

17

- (a) ベンゼン分子では、すべての原子が同じ平面 (plane) の上にある。
- (b) ベンゼンの分子式 (molecular formula) は、 C_6H_6 である。
- (c) ベンゼンに常温 (normal temperature) で塩素 Cl_2 を含む水と反応させると、塩素が付加 (addition) する。
- (d) ベンゼンは、空気中で燃やすと、多量のすす (soot) を出して燃える。

	a	b	c	d
①	正	正	正	正
②	正	正	誤	正
③	正	誤	誤	正
④	誤	正	正	正
⑤	誤	正	正	誤

問 18 次表の(a)~(d)の **A** 欄には反応に関わる操作を, **B** 欄にはそれによって得られる主な生成物 (product) を示している。このうち, **B** 欄の生成物が 誤っているもの 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。 18

	A	B
a	ベンゼン (benzene) に濃硝酸 conc. HNO ₃ と濃硫酸 conc. H ₂ SO ₄ の混合物を作用させる。	
b	触媒 (catalyst) を用いてトルエン (toluene) を空気酸化 (air oxidation) する。	
c	フェノール (phenol) の水溶液に臭素水 (bromine water) を加える。	
d	ベンゼンに鉄粉 (iron powder) を触媒として, 塩素 Cl ₂ を作用させる。	

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

問 19 あるアルケン (alkene) 1.4 g に臭素 Br_2 をじゅうぶんに付加 (addition) させたところ、不斉炭素原子 (asymmetric carbon atom) を 2 個含む生成物 (product) が 5.4 g 得られた。このアルケンとして正しいものを、次の①～⑥の中から一つ選びなさい。

19

- ① $\text{H}_2\text{C}=\text{CHCH}_2\text{CH}_3$ ② $(\text{CH}_3)_2\text{C}=\text{CH}_2$ ③ $\text{CH}_3\text{CH}=\text{CHCH}_3$
④ $\text{H}_2\text{C}=\text{CHCH}_2\text{CH}_2\text{CH}_3$ ⑤ $(\text{CH}_3)_2\text{C}=\text{CHCH}_3$ ⑥ $\text{CH}_3\text{CH}=\text{CHCH}_2\text{CH}_3$

問 20 次表の高分子 (polymer) とそれに含まれる官能基 (functional group) の組み合わせとして正しいものを, ①～⑤の中から一つ選びなさい。

20

	高分子	官能基
①	ナイロン 66 (6,6-ナイロン) (nylon 6,6)	アミド結合 (amide bond)
②	フェノール樹脂 (phenol resin)	カルボニル基 (carbonyl group)
③	ポリアクリロニトリル (polyacrylonitrile)	エステル結合 (ester bond)
④	ポリエチレンテレフタレート (poly(ethylene terephthalate))	ヒドロキシ基 (hydroxy group)
⑤	ポリプロピレン (polypropylene)	エーテル結合 (ether bond)

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 次の文中の空欄 **a** ~ **c** に入る語句として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

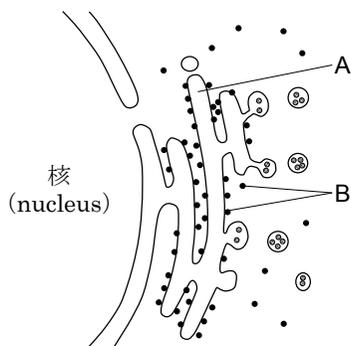
細胞膜 (cell membrane) などの生体膜 (biomembrane) は、**a** の二重層からできており、そこにタンパク質がモザイク状 (mosaic) に分布している。その二重層の構造では、**a** の分子が **b** の部分どうしを内側に、**c** の部分を外側に向けて配列している。

	a	b	c
①	セルロース	親水性	疎水性
②	セルロース	疎水性	親水性
③	チューブリン	親水性	疎水性
④	チューブリン	疎水性	親水性
⑤	リン脂質	親水性	疎水性
⑥	リン脂質	疎水性	親水性

セルロース (cellulose), 親水性 (hydrophilic), 疎水性 (hydrophobic), チューブリン (tubulin), リン脂質 (phospholipid)

問2 次の図は、真核生物 (eukaryote) の細胞の一部を電子顕微鏡 (electron microscope) で観察したときの模式図である。図中の A と B の名称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。

2



	A	B
①	小胞体 (endoplasmic reticulum)	リボソーム (ribosome)
②	小胞体	リソソーム (lysosome)
③	核膜 (nuclear membrane)	リボソーム
④	核膜	リソソーム
⑤	ゴルジ体 (Golgi body)	リボソーム
⑥	ゴルジ体	リソソーム

問3 呼吸 (respiration) における次の a~d の反応は、解糖系 (glycolysis)、クエン酸回路 (citric acid cycle)、電子伝達系 (electron transport system) のいずれかの過程でおこなわれる。それぞれの反応は、どの過程でおこなわれているか。正しい組み合わせを、下の①~⑥の中から一つ選びなさい。

3

- a ピルビン酸 (pyruvic acid) が合成される。
- b 水 (H_2O) が使われ、二酸化炭素 (CO_2) が生じる。
- c グルコース (glucose) 1 分子が三つの過程を経て分解されるとき、最も多量の ATP が合成される。
- d 酸素 (O_2) が使われ、水が生じる。

	過程		
	解糖系	クエン酸回路	電子伝達系
①	a	b, d	c
②	b	c	a, d
③	c	a, b	d
④	a	b	c, d
⑤	c, d	a	b
⑥	a, c	b, d	d

問4 次の文は、炭酸同化 (carbon dioxide assimilation) をおこなう原核生物 (prokaryote) 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

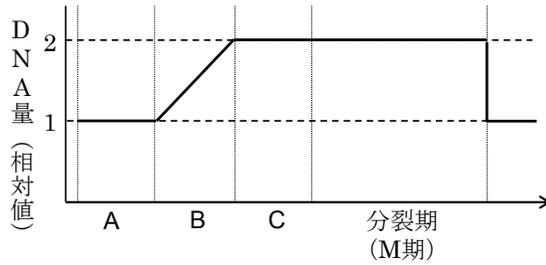
葉緑体 (chloroplast) をもたない原核生物にも、炭酸同化をおこなうものが存在する。紅色硫黄細菌 (purple sulfur bacteria) は、バクテリオクロフィル (bacteriochlorophyll) をもち、水の代わりに **a** を用いて光合成 (photosynthesis) をおこなう。**b** は、緑色植物と同じタイプの光合成をおこなう。また、光エネルギーの代わりに、無機物 (inorganic substance) を酸化することによって得たエネルギーで有機物 (organic substance) を合成する **c** のようなものも存在する。

	a	b	c
①	アンモニウムイオン (NH_4^+)	硝酸菌	酵母
②	アンモニウムイオン	酵母	硝酸菌
③	硝酸イオン (NO_3^-)	シアノバクテリア	酵母
④	硝酸イオン	酵母	シアノバクテリア
⑤	硫化水素 (H_2S)	シアノバクテリア	硝酸菌
⑥	硫化水素	硝酸菌	シアノバクテリア

アンモニウムイオン (ammonium ion), 硝酸菌 (nitrate forming bacteria), 酵母 (yeast), 硝酸イオン (nitrate ion), シアノバクテリア (cyanobacteria), 硫化水素 (hydrogen sulfide)

問5 次の図は、体細胞分裂 (somatic cell division) の細胞周期 (cell cycle) における細胞1個あたりのDNA量の変化を示したものである。横軸のA~Cは、細胞周期のある時期を示す。A, B, Cの名称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。

5



	A	B	C
①	前期	中期	後期
②	前期	S期	G ₁ 期
③	G ₁ 期	S期	前期
④	前期	G ₁ 期	S期
⑤	S期	G ₁ 期	G ₂ 期
⑥	G ₁ 期	S期	G ₂ 期

前期 (prophase), 中期 (metaphase),
後期 (anaphase), S期 (S phase),
G₁期 (G₁ phase), G₂期 (G₂ phase)

問 6 DNA 複製 (DNA replication) のしくみを応用して、特定の領域の DNA を増幅する方法として、PCR (ポリメラーゼ連鎖反応, polymerase chain reaction) 法が知られている。次の I ~ V は、PCR 法の過程について述べたものである。

- I 鋳型(template)の DNA, プライマー(primer), 耐熱性 DNA ポリメラーゼ(thermostable DNA polymerase), 4 種のヌクレオチド(nucleotide)などを加えた混合液を作製する。
- II 混合液を, 約 95°C に加熱する。
- III 混合液を, 約 55°C に冷却する。
- IV 混合液を, 約 72°C に加熱する。
- V II ~ IV を繰り返す。

次の文 a ~ c のうち, II ~ IV の各過程でおこっていることについて述べたもの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。

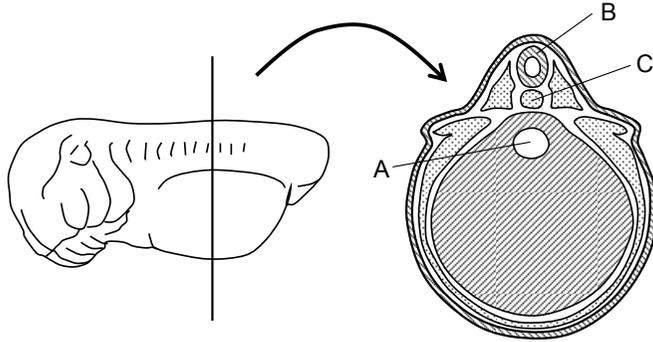
6

- a 鋳型の DNA にプライマーが結合する。
- b 耐熱性 DNA ポリメラーゼのはたらきで新たに DNA 鎖が合成される。
- c 2 本鎖 DNA が解離して 1 本鎖になる。

	II	III	IV
①	a	b	c
②	b	c	a
③	c	a	b
④	a	c	b
⑤	b	a	c
⑥	c	b	a

問7 次の図は、カエル (frog) の尾芽胚 (tail-bud stage) とそれを線の部分で切ったときの断面を示したものである。図中のA~Cのうち、神経管 (neural tube, 脊髄 spinal cord) と腸管 (intestinal tract) はどれか。正しい組み合わせを、下の①~⑥の中から一つ選びなさい。

7



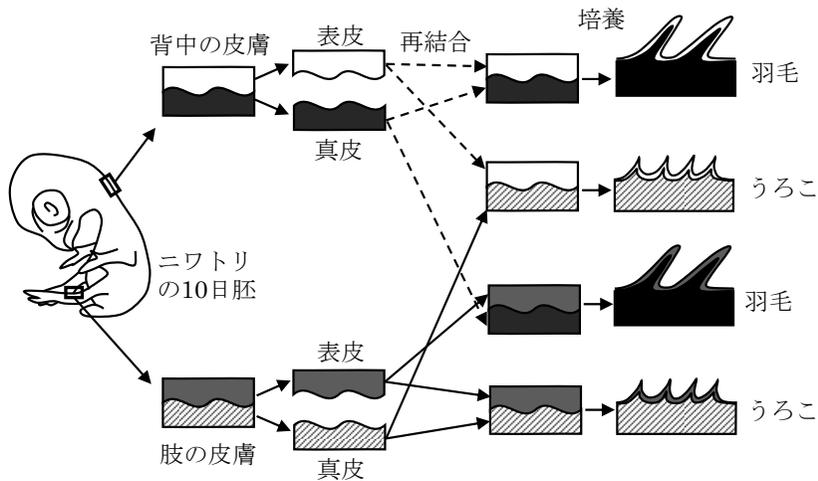
	神経管 (脊髄)	腸管
①	A	B
②	A	C
③	B	A
④	B	C
⑤	C	A
⑥	C	B

問 8 ニワトリ (chicken) の皮膚はおもに真皮 (dermis) と表皮 (epidermis) からなり, 背中の皮膚は羽毛 (feather) を, 肢の皮膚はうろこ (scale) を形成している。

次の図は, ニワトリの真皮と表皮を使った実験を示したものである。10日胚 (embryo) のニワトリの背中と肢の皮膚をそれぞれ取り出し, 真皮と表皮に分離し, 真皮と表皮を4通りの組み合わせで再結合して培養 (culture) したところ, 羽毛かうろこが形成された。

この実験からわかることとして最も適当なものを, 下の①~⑤の中から一つ選びなさい。

8

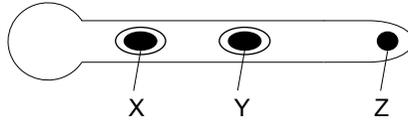


(図:『生物』啓林館を参考に作成)

- ① 皮膚の羽毛やうろこへの分化 (differentiation) を誘導 (induction) するのは, 表皮である。
- ② 皮膚の羽毛やうろこへの分化を誘導するのは, 真皮である。
- ③ 皮膚の羽毛やうろこへの分化を誘導するのは, 皮膚以外の組織である。
- ④ 背中の表皮は必ず羽毛に分化する。
- ⑤ 肢の表皮は必ずうろこに分化する。

問9 次の図は、被子植物 (angiosperm) の花粉 (pollen) が花粉管 (pollen tube) を伸ばしている様子を模式的に示したものである。下の文 a~e のうち、この図に関して述べたものとして正しいものの組み合わせを、下の①~⑤の中から一つ選びなさい。

9



- a X, Y, Z の核相 (nuclear phase) は、すべて n である。
- b X, Y の核相は n で、Z の核相は $2n$ である。
- c X, Y, Z の遺伝子の構成は、すべて同一である。
- d X, Y の遺伝子の構成は同一であるが、Z の遺伝子の構成は異なることがある。
- e X, Y, Z の遺伝子の構成は、すべて異なることがある。

- ① a, c ② a, d ③ a, e ④ b, d ⑤ b, e

問10 ヒトのホルモン (hormone) の特徴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。

10

- ① 内分泌腺 (endocrine gland) でつくられ、排出管 (duct) を通って分泌 (secretion) される。
- ② ごく微量でも効果的にはたらき、特定の器官 (organ) に作用して、決まった反応をおこさせる。
- ③ 一般に自律神経 (autonomic nerve) の作用よりも即効性があり、中枢神経系 (central nervous system) を介して各器官や臓器に信号を伝える。
- ④ ホルモンが作用する器官を標的器官 (target organ) といい、標的器官の細胞にはどの種類のホルモンでも受け止める受容体 (receptor) がある。
- ⑤ 自律神経とホルモンは互いに影響することなく、常に単独ではたらく。

問 11 次の文は、ヒトの血液中の塩分濃度が高まったときにおこる反応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組み合わせとして正しいものを、下の①～⑧の中から一つ選びなさい。

11

血液中の塩分濃度の上昇を **a** で感知すると、脳下垂体後葉 (posterior pituitary) からの **b** の分泌量 (secretion volume) が増す。 **b** は腎臓 (kidney) における水分の再吸収を **c** する。

	a	b	c
①	視床下部	鉱質コルチコイド	促進
②	視床下部	バソプレシン	抑制
③	視床下部	鉱質コルチコイド	抑制
④	視床下部	バソプレシン	促進
⑤	脳下垂体前葉	鉱質コルチコイド	促進
⑥	脳下垂体前葉	バソプレシン	抑制
⑦	脳下垂体前葉	鉱質コルチコイド	抑制
⑧	脳下垂体前葉	バソプレシン	促進

視床下部 (hypothalamus), 鉱質コルチコイド (mineralocorticoid), バソプレシン (vasopressin), 脳下垂体前葉 (anterior pituitary)

問 12 ヒトでは、異物を排除する方法として、物理的・化学的防御，食作用（phagocytosis），体液性免疫（humoral immunity）などがある。それぞれに関わる組織，細胞を示したものの正しい組み合わせを，次の①～⑥の中から一つ選びなさい。

12

	物理的・化学的防御	食作用	体液性免疫
①	皮膚 ^{ひふ}	マクロファージ	血小板
②	皮膚	好中球	B細胞
③	皮膚	B細胞	T細胞
④	マクロファージ	T細胞	血小板
⑤	マクロファージ	好中球	B細胞
⑥	マクロファージ	B細胞	T細胞

マクロファージ（macrophage），血小板（platelet），好中球（neutrophil）

問 13 ヒトの眼の網膜（retina）には，錐体細胞（cone cell）とかん体細胞（rod cell）が存在する。それぞれの細胞の特徴について述べたものの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

	錐体細胞	かん体細胞
①	色の識別に関与する	黄斑 ^{おうはん} （macula lutea）に集中している
②	3種類の細胞がある	弱い光でも興奮（excitation）する
③	黄斑に集中している	3種類の細胞がある
④	弱い光でも興奮する	色の識別に関与する

問 14 ニューロン (neuron) の興奮 (excitation) の伝導 (conduction) と伝達 (transmission)

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。

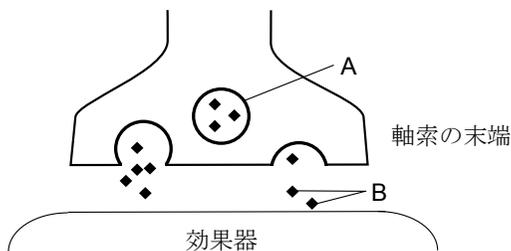
14

- ① 有髄神経繊維 (myelinated nerve fiber) の興奮の伝導速度は、無髄神経繊維 (unmyelinated nerve fiber) に比べて遅い。
- ② 一つのニューロンでは、閾値 (threshold value) より小さい刺激では興奮せず、閾値以上の刺激では興奮し、その興奮の大きさは刺激の大きさに比例し大きくなる。
- ③ ニューロン間の興奮の伝達は、軸索 (axon) 末端からとなりの細胞体 (cell body) または樹状突起 (dendrite) の方向だけにおこり、その逆の方向にはおこらない。
- ④ 有髄神経繊維では、ランビエ絞輪 (node of Ranvier) に興奮が生じないため、跳躍伝導 (saltatory conduction) がおこる。

問 15 次の図は、交感神経 (sympathetic nerve) の軸索 (axon) の末端と、効果器 (effector) を

模式的に示したものである。軸索の末端に多数存在する構造体 A、および A から放出される物質 B の名称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。

15



	A	B
①	シナプス小胞	ノルアドレナリン
②	シナプス小胞	ナトリウムイオン
③	ミトコンドリア	ノルアドレナリン
④	ミトコンドリア	ナトリウムイオン

シナプス小胞 (synaptic vesicle), ノルアドレナリン (noradrenaline), ナトリウムイオン (sodium ion), ミトコンドリア (mitochondria)

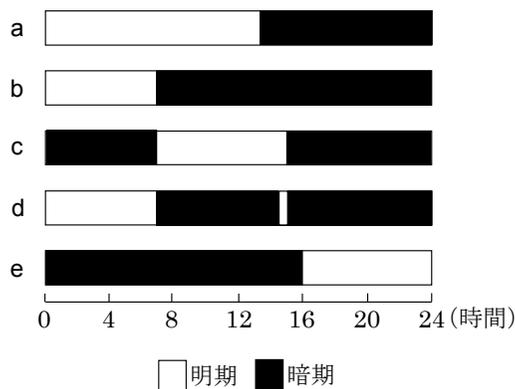
問 16 ヒトの反射 (reflex) について述べた文として正しいものを、次の①～④の中から一つ選びなさい。

16

- ① 屈筋反射 (flexor reflex) とは、ひざの関節のすぐ下を軽くたたくと思わず足が前に跳ね上がることである。
- ② 反射の中枢はおもに脊髄 (spinal cord)・小脳 (cerebellum) にあり、大脳 (cerebrum)・中脳 (midbrain)・延髄 (medulla oblongata) にはない。
- ③ 反射弓 (reflex arc) とは、受容器 (receptor) → 感覚神経 (sensory nerve) → 反射中枢 (reflex center) → 運動神経 (motor nerve) → 効果器 (effector) の興奮伝達経路である。
- ④ 脊髄は脊髄反射の中枢であり、脊椎骨 (vertebra) に包まれた円柱状の構造をとり、外側が灰白質 (gray matter)、内側が白質 (white matter) となっている。

問 17 限界暗期 (critical dark period) が 15 時間の短日植物 (short-day plant) を用い、次の図のように、a～e の明暗条件を 24 時間周期で繰り返して栽培した。このとき短日植物に花芽形成 (flower bud formation) がおきる条件はどれか。すべて選び、その組み合わせとして正しいものを下の①～⑤の中から一つ選びなさい。

17

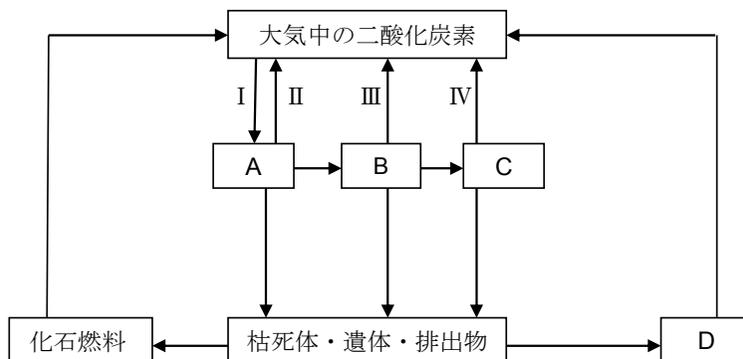


- ① a, b, e ② a, c, d ③ b, c, d ④ b, c, e ⑤ b, d, e

問 18 次の図は、生態系 (ecosystem) における炭素の循環の一部を模式的に示したものである。

図中の矢印は炭素の流れを示し、A~D は細菌類 (bacteria)・菌類 (fungi)、植物、植食性動物 (herbivorous animal)、肉食性動物 (carnivorous animal) のいずれかを示している。光合成 (photosynthesis) を示しているものは、図中の I~IVのうちどれか。また、植食性動物、細菌類・菌類を示しているものは、A~Dのうちどれか。組み合わせとして正しいものを、下の①~⑧の中から一つ選びなさい。

18



化石燃料 (fossil fuel), 枯死体 (dead matter), 排出物 (excreta)

	光合成	植食性動物	細菌類・菌類
①	I	C	B
②	I	B	D
③	II	B	C
④	II	A	B
⑤	III	C	D
⑥	III	D	A
⑦	IV	D	A
⑧	IV	A	C

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。

