

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 ～ 36
生物	37 ～ 50

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。

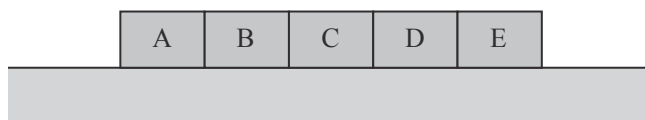
科目が正しくマークされていないと、採点されません。

< 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, 質量の等しい5つの物体 **A**, **B**, **C**, **D**, **E** を, なめらかな水平面上の直線上に, この順番で隣どうしが接するように置いた。 **A** に左からこの直線に平行な向きに一定の大きさ F の力を加え続けたところ, 5つの物体は一体となって等加速度運動をした。

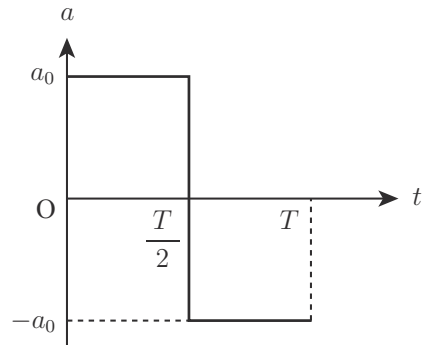


問1 **C** が **B** から受ける力の大きさはどのように表されるか。また, **C** が **D** から受ける力の大きさはどのように表されるか。正しい組み合わせを, 次の①~④の中から一つ選びなさい。

1

	①	②	③	④
C が B から受ける力の大きさ	$\frac{2F}{5}$	$\frac{2F}{5}$	$\frac{3F}{5}$	$\frac{3F}{5}$
C が D から受ける力の大きさ	$\frac{2F}{5}$	$\frac{3F}{5}$	$\frac{2F}{5}$	$\frac{3F}{5}$

- B** 直線上を運動する小物体の加速度 a が、時刻 t とともに次の図のように変化した。小物体は $t = 0$ で静止していた。 $t = 0$ から $t = T$ の間に小物体が移動した距離を L とする。ただし、 $a_0 > 0$ である。



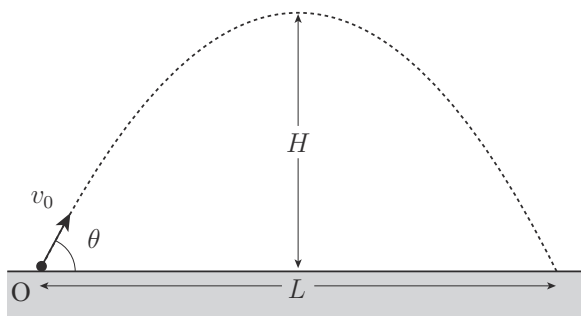
- 問2 L はどのように表されるか。正しいものを、次の①～⑤の中から一つ選びなさい。

2

- ① 0 ② $\frac{a_0 T^2}{8}$ ③ $\frac{a_0 T^2}{4}$ ④ $\frac{a_0 T^2}{2}$ ⑤ $a_0 T^2$

理科-4

C 次の図のように、水平な地表面上の点Oから、水平方向となす角 θ の向きに、小球を初速 v_0 で投げ上げた。小球の達する最高点の地表面からの高さを H 、Oから小球の落下点までの距離を L とする。



問3 $\frac{H}{L}$ 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。

3

① $\frac{\tan \theta}{4}$

② $\frac{\tan \theta}{2}$

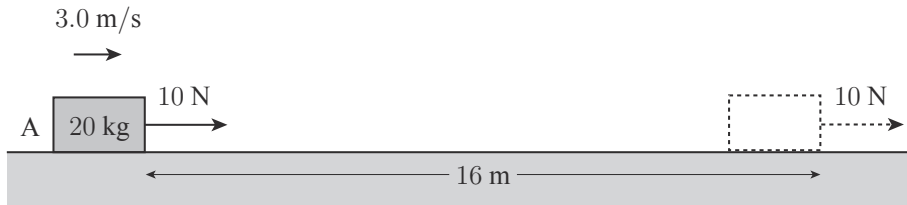
③ $\tan \theta$

④ $\frac{1}{4 \tan \theta}$

⑤ $\frac{1}{2 \tan \theta}$

⑥ $\frac{1}{\tan \theta}$

- D** 次の図のように、なめらかな水平面上を小物体 A（質量 20 kg）が速さ 3.0 m/s で直線運動している。A に、その運動の向きに 10 N の力を一定の時間加え続けた。この時間内に A は 16 m 移動した。



- 問4 16 m 移動した後の A の運動エネルギーと運動量の大きさはいくらか。最も適当な組み合わせを、次の①～④の中から一つ選びなさい。

4

	①	②	③	④
運動エネルギー (J)	160	160	250	250
運動量の大きさ (kg·m/s)	80	100	80	100

E 図1のように、なめらかな水平面上で、質量 m の小球 A が、静止している質量 $2m$ の小球 B に速さ v_0 で衝突する。衝突後、図2のように、A は衝突前の進行方向に対して時計回りに角 θ の方向に進み、B は衝突前の A の進行方向に対して反時計回りに角 θ の方向に進んだ。衝突後の A の速さを v_A 、B の速さを v_B とする。

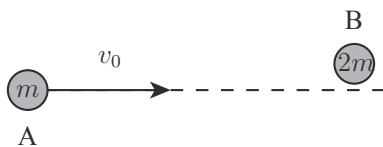


図1

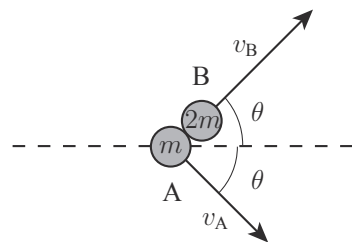


図2

問5 $\frac{v_B}{v_A}$ はどのように表されるか。また、 $\frac{v_A}{v_0}$ 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。

5

	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧
$\frac{v_B}{v_A}$	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$	2	2	2	2
$\frac{v_A}{v_0}$	$\frac{1}{2 \sin \theta}$	$\frac{1}{2 \cos \theta}$	$\frac{1}{5 \sin \theta}$	$\frac{1}{5 \cos \theta}$	$\frac{1}{2 \sin \theta}$	$\frac{1}{2 \cos \theta}$	$\frac{1}{5 \sin \theta}$	$\frac{1}{5 \cos \theta}$

F 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 の小球をつけた。図1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，静かに手を離した。図2のように，糸と鉛直線のなす角が θ のとき，糸の張力は T であった。

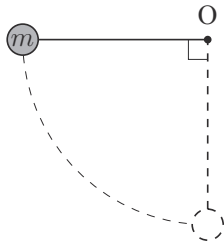


図1

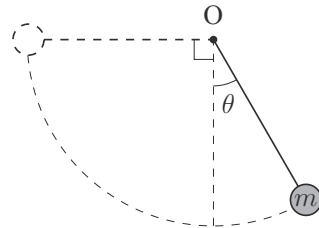


図2

問6 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。

6

① $2mg \sin \theta$

② $2mg \cos \theta$

③ $2mg \tan \theta$

④ $3mg \sin \theta$

⑤ $3mg \cos \theta$

⑥ $3mg \tan \theta$

理科一8

Ⅱ 次の問い A (問1), B (問2), C (問3) に答えなさい。

A 容器に -20°C の氷 20 g を入れ, 20°C の水 100g を加えた。じゅうぶん時間がたった後, 氷はすべて融けて容器内の水は一定温度になった。氷の比熱を $2.1 \text{ J}/(\text{g}\cdot\text{K})$, 氷の融解熱を $3.3 \times 10^2 \text{ J/g}$, 水の比熱を $4.2 \text{ J}/(\text{g}\cdot\text{K})$ とする。容器の熱容量は無視でき, 外部との熱の出入りはないものとする。

問1 じゅうぶん時間がたった後, 水の温度は何 $^{\circ}\text{C}$ か。最も適当な値を, 次の①~⑤の中から一つ選びなさい。 7 $^{\circ}\text{C}$

- ① 0.0 ② 1.9 ③ 2.9 ④ 5.4 ⑤ 14

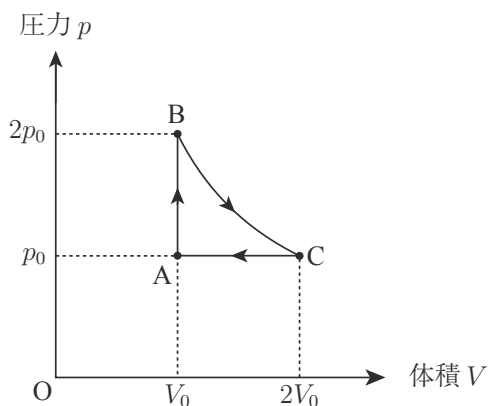
B なめらかに動くことのできるピストンを使って、理想気体をシリンダー内に閉じ込めた。理想気体の圧力が $1.0 \times 10^5 \text{ Pa}$ 、絶対温度が 300 K のときに、その体積は $6.0 \times 10^{-3} \text{ m}^3$ であった。理想気体の圧力を一定に保って、その絶対温度を 400 K にまで上げた。

問2 このとき、理想気体が外部に対してする仕事は何Jか。最も適当な値を、次の①～④の中から一つ選びなさい。

8 J

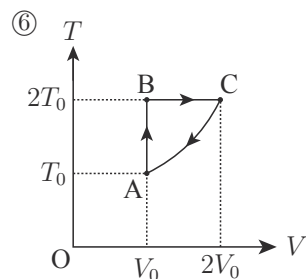
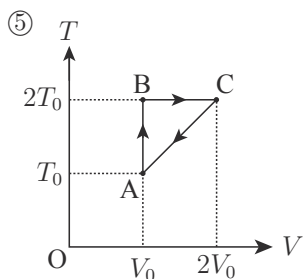
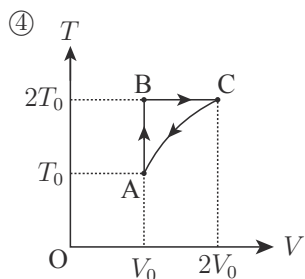
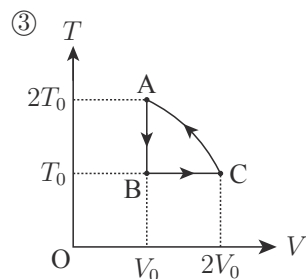
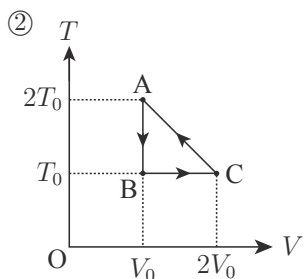
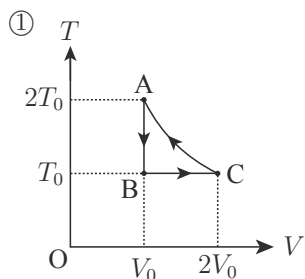
- ① 2.0 ② 2.0×10^1 ③ 2.0×10^2 ④ 2.0×10^3

C 次の p - V 図のように、一定量の理想気体の圧力 p と体積 V を $A \rightarrow B \rightarrow C \rightarrow A$ と変化させる。 $A \rightarrow B$ は定積変化、 $B \rightarrow C$ は等温変化、 $C \rightarrow A$ は定圧変化である。



問3 このとき、気体の絶対温度 T と体積 V の変化を表すグラフとして最も適当なものを、次の①~⑥の中から一つ選びなさい。

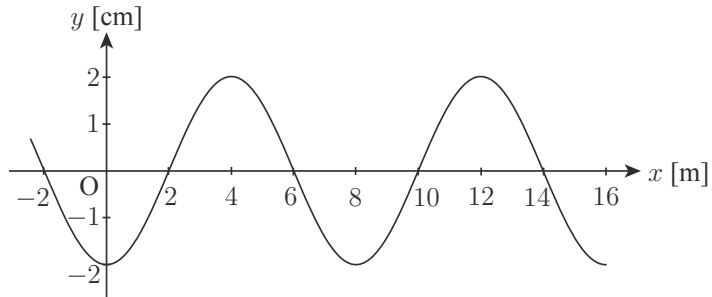
9



III

次の問い A (問1), B (問2), C (問3) に答えなさい。

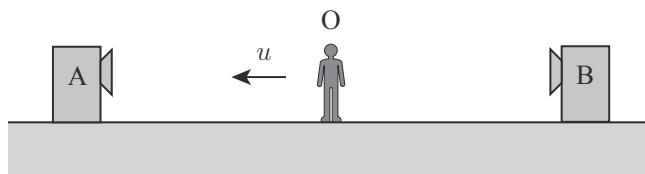
A x 軸上を正の向きに進む正弦波がある。この正弦波の周期は 0.8 秒である。次の図は、この波の時刻 $t = 0$ s の時の媒質の変位 y と位置座標 x との関係を示したグラフである。



問1 $x = 6$ m の位置が、次に波の谷になる (変位 $y = -2$ cm になる) 時刻 t の値はいくらか。最も適当な値を、次の①~⑤の中から一つ選びなさい。 $t = \boxed{10}$ s

- ① 0.2 ② 0.4 ③ 0.6 ④ 0.8 ⑤ 1

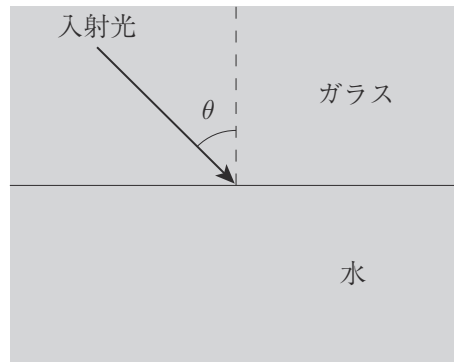
B 次の図のように、音源 A と B 及び観測者 O が一直線上に並んでいる。音源 A と B から同時にそれぞれ一定の振動数の音を出したところ、静止している観測者に毎秒 n 回のうなりが聞こえた。次に、観測者が一定の速さ u で A に近づいたところ、うなりは聞こえなかった。A が出す音の振動数を f [Hz]、音速を V とし、 $u < V$ とする。



問2 B の出す音の振動数はどのように表されるか。また、 $\frac{u}{V}$ 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。 **11**

	①	②	③	④
B の出す音の振動数	$f + n$	$f + n$	$f - n$	$f - n$
$\frac{u}{V}$	$\frac{n}{2f + n}$	$\frac{n}{2f - n}$	$\frac{n}{2f + n}$	$\frac{n}{2f - n}$

C 次の図のように、ガラスと水が平面で接している。ガラスから水に単色光を入射角 θ で入射させる。 θ を0から徐々に増やしていくと、 $\sin\theta$ が0.8をこえたところで全反射が起きた。水の屈折率を1.3とする。



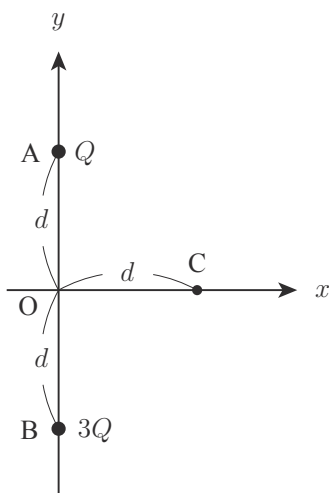
問3 このガラスの屈折率はいくらか。最も適当な値を、次の①～⑤の中から一つ選びなさい。

12

- ① 1.0 ② 1.2 ③ 1.4 ④ 1.6 ⑤ 1.8

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, xy 平面上の点 $A(0, d)$ に電気量 Q の点電荷を固定し, 点 $B(0, -d)$ に電気量 $3Q$ の点電荷を固定する。ここで, $d > 0$, $Q > 0$ である。クーロンの法則の比例定数を k とする。

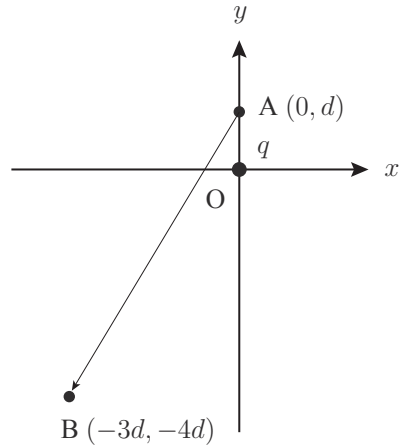


問1 図中の点 $C(d, 0)$ における電場の強さはどのように表せるか。正しいものを, 次の①~⑦の中から一つ選びなさい。

13

- ① $\frac{kQ}{d^2}$ ② $\frac{\sqrt{2}kQ}{d^2}$ ③ $\frac{2kQ}{d^2}$ ④ $\frac{\sqrt{10}kQ}{2d^2}$
- ⑤ $\frac{2\sqrt{2}kQ}{d^2}$ ⑥ $\frac{4kQ}{d^2}$ ⑦ $\frac{\sqrt{10}kQ}{d^2}$

B 次の図のように、 xy 平面上の原点 O に電気量 q の点電荷が固定されている。電気量 $-2q$ の点電荷を、点 $A(0, d)$ から点 $B(-3d, -4d)$ まで、図の矢印のように A と B を結ぶ直線に沿って移動させた。ここで、 $q > 0$ 、 $d > 0$ である。クーロンの法則の比例定数を k とする。



問2 電気量 $-2q$ の点電荷が A から B に移動する間に、電気量 q の点電荷から受けた力のした仕事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。

14

① $\frac{2kq^2}{5d}$

② $\frac{4kq^2}{5d}$

③ $\frac{6kq^2}{5d}$

④ $\frac{8kq^2}{5d}$

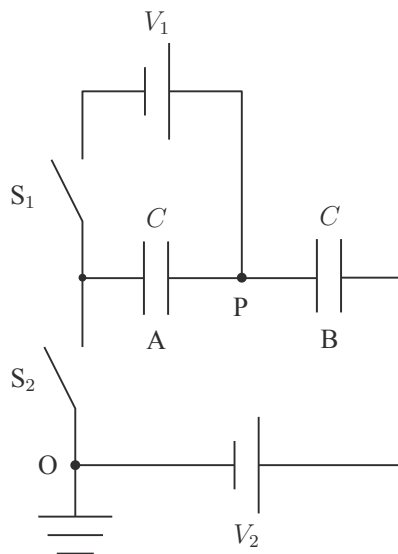
⑤ $-\frac{2kq^2}{5d}$

⑥ $-\frac{4kq^2}{5d}$

⑦ $-\frac{6kq^2}{5d}$

⑧ $-\frac{8kq^2}{5d}$

C 次の図のように、起電力が V_1 と V_2 の2つの電池、電気容量 C の2つのコンデンサー A と B、2つのスイッチ S_1 と S_2 とを接続した。最初、 S_1 と S_2 は開いていて、2つのコンデンサーには電荷が蓄えられていなかった。次に、 S_1 を閉じ、じゅうぶん時間が経過した後、 S_1 を開いた。その後、 S_1 を開いたままで S_2 を閉じた。 S_2 を閉じてから、じゅうぶん時間が経過した後、回路中の点 O を基準とした点 P の電位を V とする。

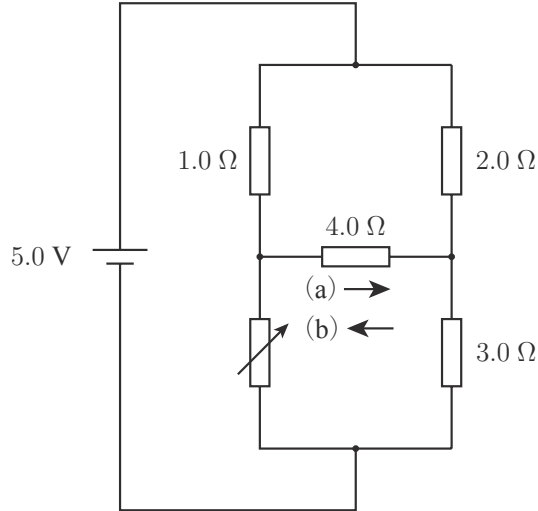


問3 V はどのように表されるか。正しいものを、次の①~④の中から一つ選びなさい。

15

- ① $\frac{V_1 + V_2}{2}$ ② $\frac{V_1 - V_2}{2}$ ③ $\frac{V_2 - V_1}{2}$ ④ $-\frac{V_1 + V_2}{2}$

D 次の図のように、起電力 5.0 V の電池、抵抗値 $1.0\ \Omega$ 、 $2.0\ \Omega$ 、 $3.0\ \Omega$ 、 $4.0\ \Omega$ の抵抗と抵抗値が $0\ \Omega$ から $5.0\ \Omega$ まで変えることのできる可変抵抗を接続した。



問4 可変抵抗の抵抗値が $0\ \Omega$ のときに、 $4.0\ \Omega$ の抵抗に流れる電流の向きは図中の矢印 (a)、(b) のどちらか。また、可変抵抗の抵抗値をいくらに選べば $4.0\ \Omega$ の抵抗に電流が流れなくなるか。最も適当な組み合わせを、次の①~④の中から一つ選びなさい。

16

	①	②	③	④
電流の向き	(a)	(a)	(b)	(b)
抵抗値 (Ω)	0.67	1.5	0.67	1.5

E ダイオードは、図1に示した記号で表され、図2の中の矢印の方向にのみ電流が流れる性質がある。図3のように、ダイオード4個と抵抗を接続した。入力端子AB間に、時刻 t とともに図4のグラフのように変化する起電力 V を加えた。ただし、図4のグラフは端子Aを基準とした端子Bの電位を示している。



図1



図2

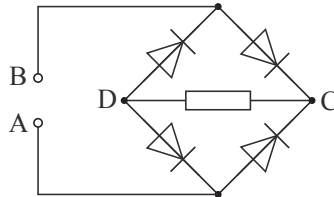


図3

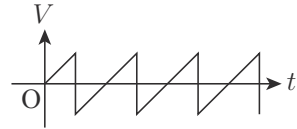
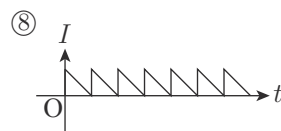
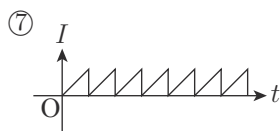
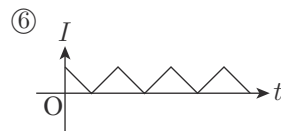
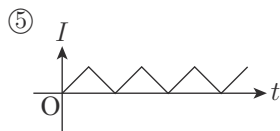
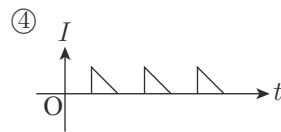
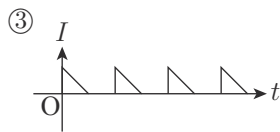
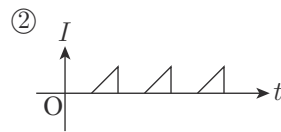
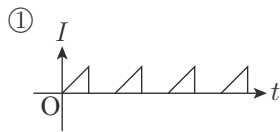


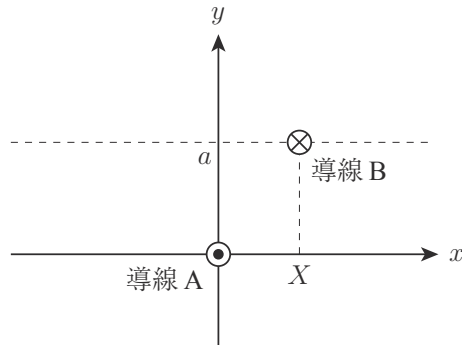
図4

問5 図中のCからDの向きに流れる電流を正とするとき、抵抗に流れる電流 I は時刻 t とともにどのように変化するか。最も適当なグラフを、次の①~⑧の中から一つ選びなさい。

17

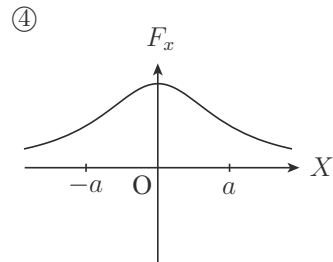
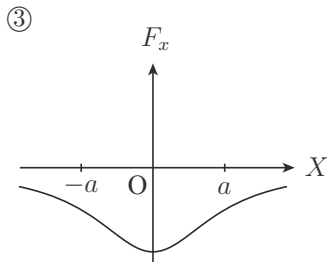
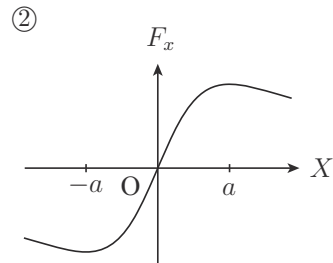
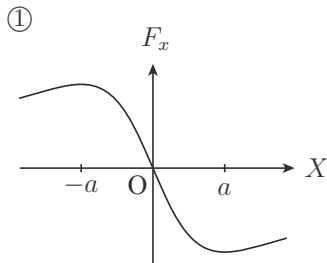


F 次の図のように、 xy 平面（紙面）上の原点を通り紙面に垂直になるように長い直線導線 A を固定し、紙面の裏から表に向かって電流の大きさ I の電流を流す。 xy 平面上の点 (X, a) を通り紙面に垂直になるように長い直線導線 B を置き、紙面の表から裏の向きに電流の大きさ I の電流を流す。導線 A の長さ l の部分が導線 B を流れる電流から受ける力の x 成分を F_x とする。ただし、 $a > 0$ である。



問6 X を変化させたとき、 F_x は X とともにどのように変化するか。最も適当なグラフを、次の①～④の中から一つ選びなさい。

18



V 次の問い **A** (問 1) に答えなさい。

A ウラン 235 (^{235}U) は半減期 7.0×10^8 年で放射性崩壊を起こす。

問 1 ある量のウラン 235 を考える。このウラン 235 の原子核の数が現在の $\frac{1}{1024}$ となるのは何年後か。最も適当な値を、次の①～④の中から一つ選びなさい。 **19** 年

- ① 5.6×10^9 ② 6.3×10^9 ③ 7.0×10^9 ④ 7.7×10^9

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 Cl : 35.5

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 マンガン(II)イオン Mn^{2+} の質量数 (mass number) は 55 であり, 23 個の電子 (electron) をもっている。マンガン(II)イオンは何個の中性子 (neutron) をもつか。正しい数を, 次の①~⑤の中から一つ選びなさい。

1

- ① 23 ② 25 ③ 30 ④ 32 ⑤ 55

問2 次の原子 (atom) やイオン (ion) の組み合わせ①~⑤のうち, 電子配置 (electron configuration) が互いに同じものを, 一つ選びなさい。

2

- ① Cl^- と Na^+ ② H^+ と He ③ Na^+ と Ca^{2+}
④ Ne と Mg^{2+} ⑤ Cl^- と Br^-

問3 周期表に関する次の記述(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。

3

- (a) 同じ族の元素は, 常温・常圧 (normal temperature and pressure) で固体・液体・気体のいずれかの同じ状態にある。
(b) 同じ周期の典型元素 (main group element) は, 18 族 (group 18) を除いて, 一般に族の番号が大きいほど電気陰性度 (electronegativity) が大きい。
(c) 遷移元素 (transition element) は, 第3~7周期 (third to seventh period) にある。
(d) 18 族の元素を希ガス (貴ガス: noble gas) とよぶ。
(e) 知られている元素のうちのほぼ半分は, 非金属元素 (nonmetallic element) である。

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

問4 塩化ナトリウム NaCl とヨウ素 I_2 の混合物を分離するのに適当な方法が、次の (a)~(e) の中に二つある。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。

4

- (a) 蒸留 (distillation)
- (b) 昇華 (sublimation)
- (c) 再結晶 (recrystallization)
- (d) 抽出 (extraction)
- (e) 分留 (fractional distillation)

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

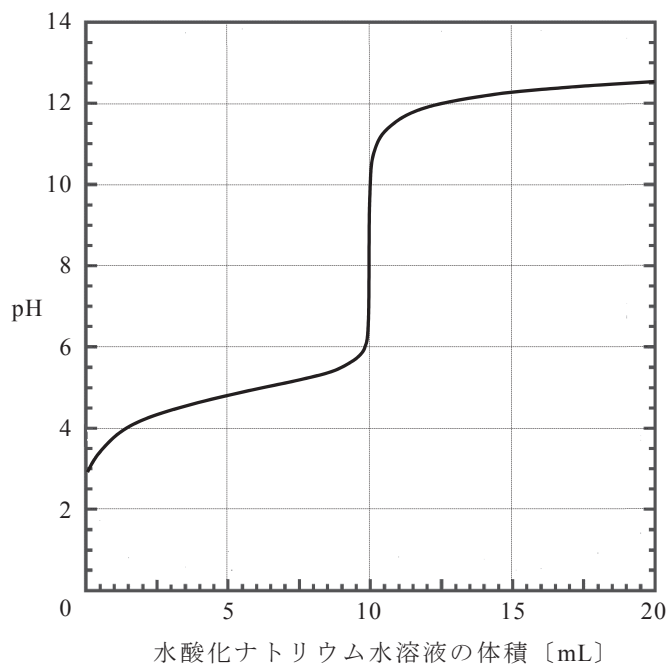
問5 次の気体①~⑤のうち、それぞれ 1 g 中に含まれる分子の数が最も多いものを、一つ選びなさい。

5

- ① 酸素 (oxygen)
- ② 窒素 (nitrogen)
- ③ 塩素 (chlorine)
- ④ 一酸化窒素 (nitrogen monoxide)
- ⑤ 二酸化炭素 (carbon dioxide)

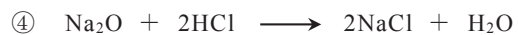
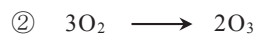
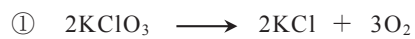
問6 0.1 mol/L のある酸 **A** の水溶液 10mL に適当な指示薬 (indicator) **B** を加えて、0.1mol/L の水酸化ナトリウム水溶液 NaOH aq で滴定 (titration) しながら pH を測定すると、次に示す滴定曲線 (titration curve) が得られた。このとき、**A** と **B** の組み合わせとして正しいものを、下表の①~⑥の中から一つ選びなさい。

6



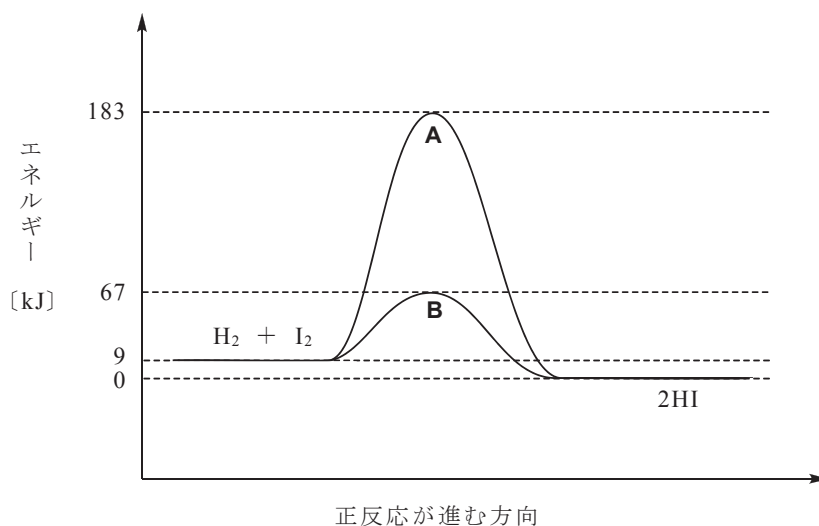
	A	B
①	CH ₃ COOH	フェノールフタレイン (phenolphthalein)
②	CH ₃ COOH	メチルオレンジ (Methyl Orange)
③	HCl	フェノールフタレイン
④	HCl	メチルオレンジ
⑤	H ₂ SO ₄	フェノールフタレイン
⑥	H ₂ SO ₄	メチルオレンジ

問7 次の化学反応 (chemical reaction) ①～④のうち、酸素 O の酸化数 (oxidation number) が減少しているものを、一つ選びなさい。

7

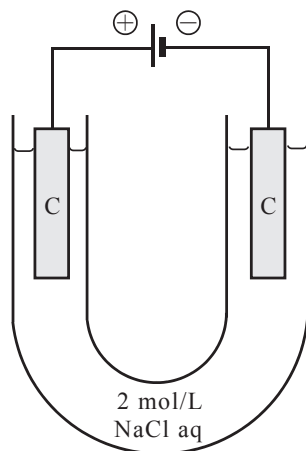
問 8 下図は、可逆反応 (reversible reaction) (i) の進行に伴うエネルギー (energy) の変化を示したものである。反応経路 (reaction path) **A** は触媒 (catalyst) のない場合であり、反応経路 **B** ではある触媒を用いている。それらに関する記述①～⑥のうち、正しいものを一つ選びなさい。

8



- ① (i) の正反応 (forward reaction) が **A** を通るとき、活性化エネルギー (activation energy) は 183 kJ/mol である。
- ② (i) の逆反応 (reverse reaction) が **B** を通るとき、活性化エネルギーは 58 kJ/mol である。
- ③ (i) の正反応が **A** を通るときの反応熱 (heat of reaction) は、**B** を通るときの反応熱よりも大きい。
- ④ 同じ温度で、**A** を通るときの平衡定数 (equilibrium constant) は、**B** を通るときの平衡定数よりも大きい。
- ⑤ ある反応容器内で (i) の平衡 (equilibrium) が成り立っているとき、温度一定で容積を小さくすると HI の割合が増加する。
- ⑥ ある反応容器内で (i) の平衡が成り立っているとき、容器内の温度を下げると HI の割合が増加する。

問9 2 mol/L の塩化ナトリウム水溶液 NaCl aq を U 字管 (U-tube) に入れ, 炭素電極 (graphite electrode) C を用いて, 3 V の電圧 (voltage) で電気分解 (electrolysis) を行った。



次の記述(a)~(d)の中に, このとき観察される現象として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。

9

- (a) 陽極 (anode) からのみ, 気体が発生した。
- (b) U 字管の口に, 純水 (pure water) でぬらしたヨウ化カリウムデンプン紙 (potassium iodide-starch paper) を近づけると, 陽極側で青色に変化した。
- (c) U 字管の底に白色沈殿 (white precipitate) が生じた。
- (d) 電気分解後, U 字管の口からフェノールフタレイン (phenolphthalein) の水溶液を滴下 (add drop by drop) すると, 陰極 (cathode) 付近の水溶液が赤色に変化した。

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

理科-30

問 10 温度 20 °C, 圧力 1.0×10^5 Pa において, 酸素 (oxygen) は水 1.0 L あたり 1.4×10^{-3} mol 溶解する (dissolve)。20 °C, 5.0×10^5 Pa で水 2.0 L に溶解する酸素は, 標準状態に換算すると何 L か。最も近い値を, 次の①~⑤の中から一つ選びなさい。 **10** L

- ① 0.031 ② 0.063 ③ 0.16 ④ 0.31 ⑤ 0.63

問 11 次表①~⑥は, 実験操作とそれにより発生する気体の性質を示している。気体の性質として 誤っているもの を, 一つ選びなさい。 **11**

	実験操作	気体の性質
①	硫化鉄(Ⅱ) FeS に希硫酸 dil. H ₂ SO ₄ を加える	還元作用 (reducing property) をもつ
②	濃塩酸 conc. HCl に酸化マンガン(Ⅳ) MnO ₂ を加えて加熱する	酸化作用 (oxidizing property) をもつ
③	水にカルシウム Ca を加える	最も軽い気体である
④	銅 Cu に希硝酸 dil. HNO ₃ を加える	褐色 (brown) である
⑤	銅に濃硫酸 conc. H ₂ SO ₄ を加えて加熱する	漂白作用 (bleaching property) をもつ
⑥	石灰石 CaCO ₃ に希塩酸 dil. HCl を加える	水に溶けて弱酸性 (weak acidity) を示す

問 12 ハロゲン (halogen) X (X = F, Cl, Br, I) に関する次の記述①～⑥のうち、

誤っているものを一つ選びなさい。

12

- ① X_2 の沸点 (boiling point) を比較したとき、最も沸点が低いものは F_2 である。
- ② X_2 の酸化力 (oxidizing power) を比較すると、分子量 (molecular weight) の小さいものほど酸化力が強い。
- ③ HX の沸点を比較したとき、最も沸点が低い物質は HCl である。
- ④ フッ化水素 HF の水溶液の保存には、プラスチック (plastic) のびんを用いる。
- ⑤ 次亜塩素酸 HClO は酸化作用 (oxidizing property) を示す。
- ⑥ フッ化銀 AgF は水に溶けにくい。

問 13 14 族元素 (group 14 element) に関する次の記述①～⑦のうち、誤っているものを

一つ選びなさい。

13

- ① 炭素 C は、共有結合の結晶 (covalent crystal) をつくる。
- ② 炭素の同素体 (allotrope) は、いずれも電気をよく通す。
- ③ ケイ素 Si は、ケイ砂 (quartz sand) を炭素で還元 (reduction) することにより得られる。
- ④ ケイ素は、半導体 (semiconductor) である。
- ⑤ スズ Sn は、酸 (acid) と塩基 (base) の水溶液のいずれとも反応し、水素 H_2 を発生する。
- ⑥ 鉛 Pb は、常温 (normal temperature) では希硫酸 dil. H_2SO_4 に溶けにくい。
- ⑦ 鉛は、放射線 (radiation) のしゃへい材 (shielding material) として用いられる。

問 14 次の記述(a)~(e)のうち、アルミニウム Al と鉄 Fe に共通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。

14

- (a) どちらも遷移元素 (transition element) である。
- (b) どちらも 3 価 (trivalent) の陽イオン (cation) になる。
- (c) どちらも塩酸 HCl aq と反応して水素 H₂ を発生する。
- (d) どちらも水酸化ナトリウム水溶液 NaOH aq と反応して水素を発生する。
- (e) どちらも塩化亜鉛水溶液 ZnCl₂ aq に入れると亜鉛 Zn が析出する (deposit)。

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

問 15 酸化物 (oxide) が関与する反応についての記述①~⑤のうち、下線部に示す生成物 (product) が誤っているものを、一つ選びなさい。

15

- ① 酸化アルミニウム Al₂O₃ は、水酸化ナトリウム水溶液 NaOH aq と反応して テトラヒドロキシドアルミン酸ナトリウム Na[Al(OH)₄] を生じる。
- ② 酸化カルシウム CaO は、塩酸 HCl aq と反応して 水酸化カルシウム Ca(OH)₂ を生じる。
- ③ 酸化マンガン (IV) MnO₂ は、過酸化水素 H₂O₂ から 酸素 O₂ を生じる反応の触媒 (catalyst) としてはたらく。
- ④ 酸化ナトリウム Na₂O は、水と反応して 水酸化ナトリウム NaOH を生じる。
- ⑤ 十酸化四リン P₄O₁₀ は、水に溶かして熱すると リン酸 H₃PO₄ を生じる。

問 16 アルカン (alkane) とアルケン (alkene) に関する次の記述(a)~(d)について、正誤の組み合わせとして正しいものを、下表の①~⑧の中から一つ選びなさい。 **16**

- (a) アルカンは、硫酸酸性 (acidified with sulfuric acid) の過マンガン酸カリウム水溶液 $\text{KMnO}_4 \text{ aq}$ で酸化 (oxidation) されやすい。
- (b) 直鎖アルカン (straight chain alkane) は、炭素原子 C が多いほど沸点 (boiling point) が高い。
- (c) 炭素数 (number of carbon atoms) が同じアルケンのシス体 (cis form) とトランス体 (trans form) は、同じ融点 (melting point) を示す。
- (d) アルケンは、一般に付加反応 (addition reaction) を受けやすい。

	a	b	c	d
①	正	正	正	正
②	正	正	正	誤
③	正	誤	誤	正
④	正	誤	誤	誤
⑤	誤	誤	正	誤
⑥	誤	誤	正	正
⑦	誤	正	誤	誤
⑧	誤	正	誤	正

問 17 カルボン酸 (carboxylic acid) およびその塩に関する次の記述①～⑤のうち、

誤りであるものを一つ選びなさい。

17

- ① フタル酸 (phthalic acid) は、不斉炭素原子 (asymmetric carbon atom) をもつ。
- ② シュウ酸 (oxalic acid) は、二価カルボン酸 (dicarboxylic acid) である。
- ③ リノール酸 (linoleic acid) は、高級脂肪酸 (higher fatty acid) に分類される。
- ④ トルエン (toluene) を硫酸酸性 (acidified with sulfuric acid) の過マンガン酸カリウム KMnO_4 で酸化 (oxidation) すると、安息香酸 (benzoic acid) が生成する。
- ⑤ ナトリウムフェノキシド (sodium phenoxide) と二酸化炭素 CO_2 を高温・高圧 (high temperature and pressure) で反応させると、サリチル酸ナトリウム (sodium salicylate) が生成する。

問 18 酢酸ナトリウム CH_3COONa 8.2 g と過剰 (excess) の水酸化ナトリウム NaOH を試験管 (test tube) に入れて加熱したところ、反応は完全に進んでメタン CH_4 が発生した。このとき発生したメタンは、標準状態で何 L か。最も近い値を、次の①～⑤の中から一つ選びなさい。

18 L

- ① 1.0 ② 1.6 ③ 2.2 ④ 3.4 ⑤ 4.4

問 19 次表のポリマー (polymer) とその原料のモノマー (monomer) の組み合わせとして正しいものを, ①~⑥の中から一つ選びなさい。

19

	ポリマー	モノマー
①	グリコーゲン (glycogen)	マルトース (maltose)
②	タンパク質 (protein)	アミノ酸 (amino acid)
③	DNA (デオキシリボ核酸) (deoxyribonucleic acid)	リボース (ribose)
④	天然ゴム (natural rubber)	プロペン (プロピレン) (propene (propylene))
⑤	ポリアミド (polyamide)	アニリン (aniline)
⑥	ポリエステル (polyester)	エテン (エチレン) (ethene (ethylene))

問 20 アミノ酸 (amino acid) に関する記述①～⑤のうち, 正しいものを一つ選びなさい。

20

- ① α -アミノ酸を構成するカルボキシ基 (carboxy group) とアミノ基 (amino group) の数は, それぞれ一つである。
- ② すべての α -アミノ酸には, 不斉炭素原子 (asymmetric carbon atom) がある。
- ③ α -アミノ酸には, 炭素 C, 水素 H, 酸素 O, 窒素 N のみが含まれる。
- ④ すべての必須アミノ酸 (essential amino acid) は, ヒトの体内で合成される。
- ⑤ α -アミノ酸の分子間で, 一方のカルボキシ基ともう一方のアミノ基が脱水縮合 (dehydration condensation) して生じる化合物は, ペプチド (peptide) とよばれる。

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。

<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 細胞骨格 (cytoskeleton) には微小管 (microtubule), 中間径フィラメント (intermediate filament), アクチンフィラメント (actin filament) などがある。そのうち、筋収縮 (muscle contraction) と紡錘体 (spindle body) の形成に直接関係しているものはどれか。正しい組み合わせを、次の①～⑤の中から一つ選びなさい。

1

	筋収縮	紡錘体の形成
①	微小管	中間径フィラメント
②	微小管	アクチンフィラメント
③	中間径フィラメント	アクチンフィラメント
④	アクチンフィラメント	微小管
⑤	アクチンフィラメント	中間径フィラメント

問 2 次の文 a~d は、細胞小器官 (organelle) について述べたものである。ミトコンドリア (mitochondria) と葉緑体 (chloroplast) のそれぞれについて述べた文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 二重の膜からなり、内部には平らな袋状のものが積み重なった構造をもつ。
- b 一重の膜からなり、内部が細胞液で満たされている。
- c 二重の膜からなり、内側の膜が折れ込んでひだ状の構造 (highly folded structure) をもつ。
- d 一重の膜からなり、表面にリボソーム (ribosome) が付着している。

	ミトコンドリア	葉緑体
①	a	c
②	b	a
③	b	d
④	c	a
⑤	c	d
⑥	d	b

問 3 大腸菌 (*Escherichia coli*) と植物の葉の細胞を比較したとき、植物の葉の細胞だけにあてはまるものを、次の①~⑤の中から一つ選びなさい。

3

- ① 転写 (transcription) が終了してから翻訳 (translation) が始まる。
- ② 細胞質基質 (cytoplasmic matrix) で ATP の合成を行う。
- ③ 細胞膜 (cell membrane) の外側に細胞壁 (cell wall) が存在する。
- ④ 細胞内に DNA をもつが核 (nucleus) がない。
- ⑤ 中心体 (centrosome) がない。

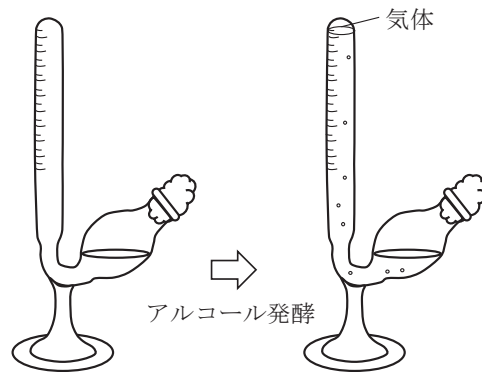
問4 ヒトのだ液に含まれるアミラーゼ (amylase) の基質 (substrate), 生成物 (product), 最適 pH として最も適当な組み合わせを次の①～⑧の中から一つ選びなさい。

4

	基質	生成物	最適 pH
①	デンプン (starch)	マルトース (maltose)	pH2
②	デンプン	マルトース	pH7
③	デンプン	グルコース (glucose)	pH2
④	デンプン	グルコース	pH7
⑤	マルトース	デンプン	pH2
⑥	マルトース	デンプン	pH7
⑦	マルトース	グルコース	pH2
⑧	マルトース	グルコース	pH7

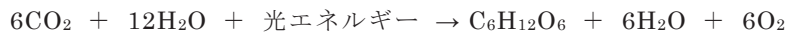
問5 次の図は、一度加熱し室温に戻したグルコース (glucose) 水溶液と、酵母 (yeast) とを適切な割合で混ぜた発酵液 (fermentation solution) を、キューネの発酵管 (Kühne's fermentation tube) に入れて、アルコール発酵 (alcoholic fermentation) したものを示している。温度を 35°C に保ってアルコール発酵を行うと、気体が発生した。発生した気体として正しいものを、下の①～④の中から一つ選びなさい。

5



- ① 酸素 (O₂) ② 水素 (H₂) ③ 二酸化炭素 (CO₂) ④ 窒素 (N₂)

問6 光合成 (photosynthesis) の反応をまとめると、次の反応式で表すことができる。



反応式の左辺の H_2O は、光合成のどの過程で分解されるか。また、右辺の $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$ は、光合成のどの過程で生成されるか。正しい組み合わせを、次の①～⑥の中から一つ選びなさい。

6

	左辺の H_2O が分解される過程	右辺の $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$ が生成される過程
①	カルビン・ベンソン回路 (Calvin-Benson cycle)	光化学系 I (photosystem I)
②	カルビン・ベンソン回路	光化学系 II (photosystem II)
③	光化学系 I	カルビン・ベンソン回路
④	光化学系 I	光化学系 II
⑤	光化学系 II	カルビン・ベンソン回路
⑥	光化学系 II	光化学系 I

問7 一定の順序で塩基 (base) が繰り返し配列する人工 mRNA をタンパク質合成系に入れると、ポリペプチド (polypeptide) が合成される。次の表は、合成した mRNA からポリペプチドをつくと、どのようなアミノ酸配列 (amino acid sequence) のものが得られたかをまとめたものである。ACA, CAC のコドン (codon) に対応するアミノ酸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。

7

mRNA の塩基配列 (base sequence)	得られたポリペプチド
ACACAC・・・の繰り返し	トレオニン (threonine) とヒスチジン (histidine) の繰り返しのみ
CAACAACAACAA・・・の繰り返し	グルタミン (glutamine) のみ, アスパラギン (asparagine) のみ, トレオニンのみからなるポリペプチドの3種類

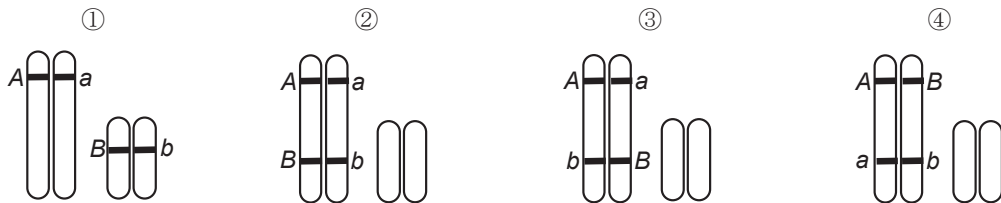
	ACA	CAC
①	トレオニン	ヒスチジン
②	ヒスチジン	トレオニン
③	グルタミン	トレオニン
④	ヒスチジン	アスパラギン
⑤	グルタミン	ヒスチジン
⑥	トレオニン	グルタミン

問8 ある生物の A (a) , B (b) の 2 組の対立遺伝子 (allele) について, 遺伝子型 (genotype) が $AAbb$ の個体と $aaBB$ の個体を交雑 (cross) し, F_1 を得た。この F_1 と遺伝子型が $aabb$ の個体を交雑すると, 次のような表現型 (phenotype) の個体とその分離比 (segregation ratio) が得られた。ただし, A と B はそれぞれ a と b に対して優性 (dominant) である。

$$[AB] : [Ab] : [aB] : [ab] = 1 : 5 : 5 : 1$$

表現型を [AB] で示した上記の個体の染色体 (chromosome) と遺伝子との関係はどのようになるか。最も適当なものを, 次の①~④の中から一つ選びなさい。

8



問9 次の図は, あるヒトの体細胞の分裂中期 (mitotic metaphase) における性染色体 (sex chromosome) を示したものである。この図を参考にして, ヒトの染色体 (chromosome) について述べた文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。なお, ヒトの染色体数は $2n=46$ である。

9



- ① X 染色体は, 男子にのみみられる。
- ② ヒトの体細胞には, 23 対の常染色体 (autosome) がある。
- ③ ヒトの体細胞の性染色体は, 男女で, 2 本とも形が異なる。
- ④ ヒトの体細胞で分裂中期には 23 本の染色体が存在する。
- ⑤ 図の X の染色体は, 母方から受け継いだものである。

問10 次の文は、イモリ (newt) の眼の形成に関する移植 (transplantation) 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。

10

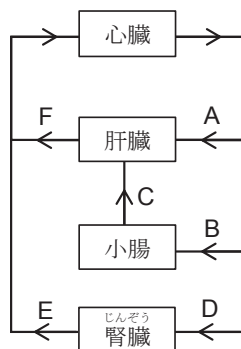
イモリの尾芽胚^{はい} (tailbud stage embryo) の眼胞 (optic vesicle) を切り取り、それを別の尾芽胚の頭部の表皮 (epidermis) の下に移植したところ、移植した部分には本来存在しないはずの眼の構造の一部がつくられた。これは **a** から形成された眼胞自身が **b** になると同時に、移植された周囲の細胞に働きかけ、その運命を眼になる方向に決定したためだと考えられる。このような働きを **c** という。

	a	b	c
①	中胚葉	眼杯	分化
②	中胚葉	水晶体	分化
③	中胚葉	眼杯	誘導
④	外胚葉	水晶体	分化
⑤	外胚葉	眼杯	誘導
⑥	外胚葉	水晶体	誘導

中胚葉 (mesoderm), 眼杯 (optic cup), 分化 (differentiation), 水晶体 (crystalline lens), 誘導 (induction), 外胚葉 (ectoderm)

問 11 次の図は、ヒトの循環系 (circulatory system) の一部を簡単に示したものである。この中で、健康なヒトでは食後にグルコース (glucose) の濃度が最も高い血液が流れる血管 X と、尿素 (urea) の濃度が最も低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①~⑥の中から一つ選びなさい。

11



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

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

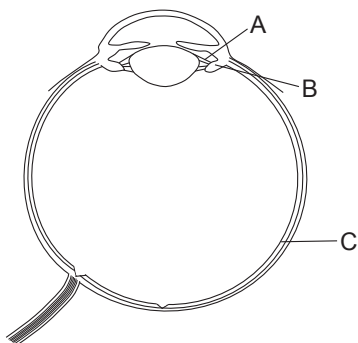
問 12 次の文 a～d は、動脈 (artery)、静脈 (vein)、毛細血管 (capillary)、リンパ管 (lymph duct) のいずれかについて説明したものである。このうち、静脈とリンパ管のそれぞれについて述べたものはどれか。正しい組み合わせを下の①～⑥の中から一つ選びなさい。

12

- a 筋肉の層と弾力性のある層がおおっている。血液の逆流を防ぐ弁 (valve) がついている。
- b 筋肉の層と弾力性のある層がおおっている。筋肉の層が厚く、血液の逆流を防ぐ弁は存在しない。
- c 組織液 (tissue fluid) の一部が入り、血球 (blood cell) では白血球 (leukocyte) のみが見られる。逆流を防ぐ弁がついている。
- d 一層の細胞からなっており、血しょう (blood plasma) の一部がしみ出して組織液となる。

	静脈	リンパ管
①	a	b
②	a	c
③	a	d
④	b	a
⑤	b	c
⑥	b	d

問 13 次の図は、ヒトの眼の水平断面図を上から見た模式図である。これに関する下の問い(1), (2) について答えなさい。



(1) 図の A, B, C の名称の組み合わせとして正しいものを、次の①～④の中から一つ選びなさい。

13

	A	B	C
①	チン小帯	毛様体	網膜
②	チン小帯	毛様体	角膜
③	毛様体	チン小帯	網膜
④	毛様体	チン小帯	角膜

チン小帯 (zonule of Zinn), 毛様体 (ciliary body),
網膜 (retina), 角膜 (cornea)

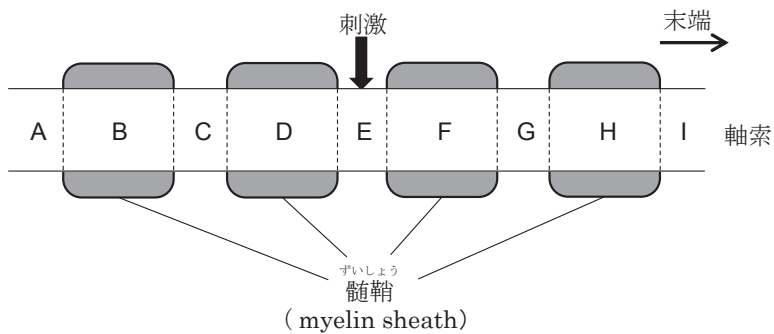
(2) ヒトの眼の遠近調節には図の A, B の二つの構造が関係している。近くを見るとき調節を行う場合, A, B と水晶体 (crystalline lens) について正しく述べているものはどれか。最も適当なものを次の①～⑧の中から一つ選びなさい。

14

- ① B の筋肉が収縮 (contraction) し, A がゆるむので, 水晶体が薄くなる。
- ② B の筋肉が収縮し, A がゆるむので, 水晶体が厚くなる。
- ③ B の筋肉が収縮し, A が引っ張られるので, 水晶体が薄くなる。
- ④ B の筋肉が収縮し, A が引っ張られるので, 水晶体が厚くなる。
- ⑤ B の筋肉が弛緩 (relaxation) し, A がゆるむので, 水晶体が薄くなる。
- ⑥ B の筋肉が弛緩し, A がゆるむので, 水晶体が厚くなる。
- ⑦ B の筋肉が弛緩し, A が引っ張られるので, 水晶体が薄くなる。
- ⑧ B の筋肉が弛緩し, A が引っ張られるので, 水晶体が厚くなる。

問 14 次の図は、1本の有髄神経（medullated nerve）の一部を模式的に示したものである。領域 E に閾値（threshold value）以上の刺激（stimulation）を与えた場合に、軸索（axon）で興奮（excitation）する部位の順序として正しい組み合わせを、下の①～⑤の中から一つ選びなさい。

15



- ① E → F → G → H → I
- ② E → F → H
- ③ E $\begin{cases} \rightarrow D \rightarrow C \rightarrow B \rightarrow A \\ \rightarrow F \rightarrow G \rightarrow H \rightarrow I \end{cases}$
- ④ E $\begin{cases} \rightarrow D \rightarrow B \\ \rightarrow F \rightarrow H \end{cases}$
- ⑤ E $\begin{cases} \rightarrow C \rightarrow A \\ \rightarrow G \rightarrow I \end{cases}$

問 15 次の文①～⑤は、いろいろな植物ホルモン (plant hormone) の働きについて述べたものである。エチレン (ethylene) について述べた文として最も適当なものを一つ選びなさい。

16

- ① 落葉の季節になると葉の付け根で離層 (separation layer) の形成を促進する。
- ② 種子の発芽 (seed germination) を抑制し、休眠状態 (dormancy) を維持させる。
- ③ 種子の胚 (embryo) でつくられ、発芽を促進する。
- ④ 茎の先端でつくられ、細胞の伸長を促進する。
- ⑤ 側芽 (lateral bud) の成長を促進する。

問 16 次の表は、ある生態系 (ecosystem) における総生産量 (gross primary productivity) または同化量 (secondary production) を栄養段階 (trophic level) ごとに示したものである。各栄養段階のエネルギー効率 (%) の大小関係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。

17

栄養段階	総生産量または同化量 (J/cm ² /年)
太陽エネルギー	*499262.4
生産者 (producer)	467.9
一次消費者 (primary consumer)	62.2
二次消費者 (secondary consumer)	13.0

*入射光のエネルギー

- ① 生産者 > 一次消費者 > 二次消費者
- ② 生産者 > 二次消費者 > 一次消費者
- ③ 一次消費者 > 生産者 > 二次消費者
- ④ 一次消費者 > 二次消費者 > 生産者
- ⑤ 二次消費者 > 一次消費者 > 生産者
- ⑥ 二次消費者 > 生産者 > 一次消費者

問 17 次の文の空欄 **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 ~ ⑥の中から一つ選びなさい。

18

被子植物 (angiosperms) は、生殖器官 (reproductive organ) の構造が裸子植物 (gymnosperms) よりも複雑になり、動物によって **a** が運搬され、受精 (fertilization) するしくみが発達した。また **b** の形成に伴って風や動物を利用した種子散布も発達した。現在の鳥類 (birds)、昆虫類 (insects) には特定の花の蜜を吸うために特殊なくちばし (beak) や口器 (mouthpart) をもつものがみられる。

このように被子植物は動物と互いに影響を及ぼしながら進化 (evolution) してきたといわれている。この進化の現象を **c** という。

	a	b	c
①	果実	花粉 (pollen)	中立進化 (neutral evolution)
②	果実	花粉	共進化 (coevolution)
③	果実	花粉	工業暗化 (industrial melanism)
④	花粉	果実	中立進化
⑤	花粉	果実	共進化
⑥	花粉	果実	工業暗化

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。