

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 ～ 35
生物	37 ～ 52

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 図 1 のように、糸の一端におもりを付け、他端を手で持ってつるし、糸がたるまないようにしておもりを鉛直方向に運動させた。図 2 は、おもりの床からの高さ h が時刻 t とともにどのように変化したかを示したグラフである。

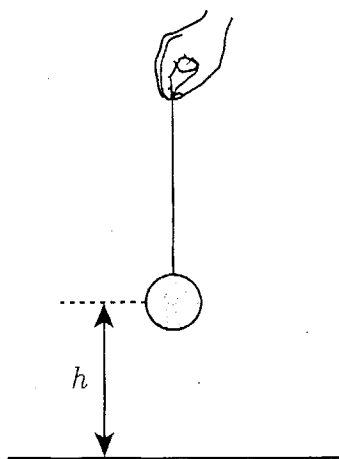


図 1

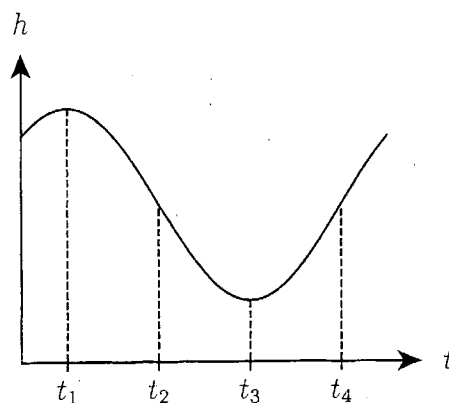


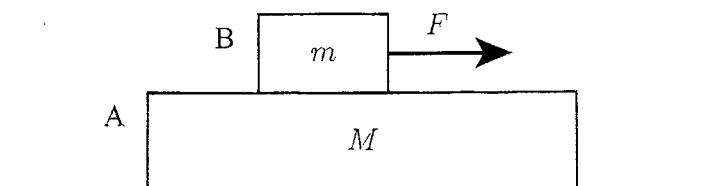
図 2

問 1 図 2 のグラフ中の時刻 $t_1 \sim t_4$ のうち、糸の張力が最も大きくなる時刻はどれか。最も適当なものを、次の①～④の中から一つ選びなさい。

1

① t_1 ② t_2 ③ t_3 ④ t_4

B 次の図のように、水平な床の上に質量 M の直方体の物体 A が静止していて、その上面に質量 m の物体 B が静止している。床と A の間には摩擦がない。A と B の間には摩擦があり、その静止摩擦係数を μ とする。B に水平方向右向きの力を加え、その力の大きさ F を 0 から徐々に大きくする。 F が小さいときは A と B は一体となって運動したが、 F がある値 F_0 より大きくなると、B は A の上を滑りだした。



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

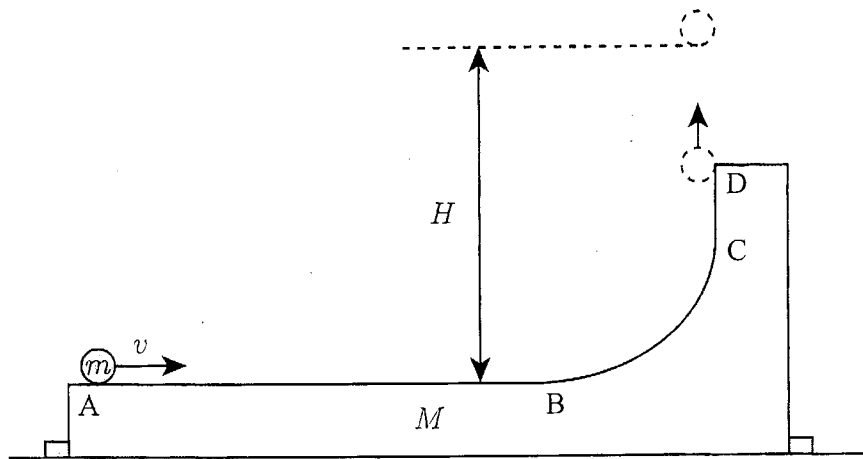
① μmg

② $\mu(M + m)g$

③ $\frac{\mu(M + m)mg}{M}$

④ $\frac{\mu(M + m)Mg}{m}$

- C 次の図のように、質量 M の台があり、その上面 AB は水平で、鉛直な面 CD となめらかにつながっている。はじめ、この台を水平な床に置き固定する。台の水平面 AB 上に質量 m の小物体をのせ、水平方向に初速 v を与えると、小物体は CD を経て、台から真上に飛び出し、水平面 AB からの高さ H まで上がった。小物体と台の間に摩擦はない。次に、台を固定しないで床の上に置き、静止させる。前と同じく質量 m の小物体を水平面 AB 上にのせて初速 v を与えると、小物体は CD を経て台を飛び出し、水平面 AB からの高さ h まで上がった。台と床の間に摩擦はない。

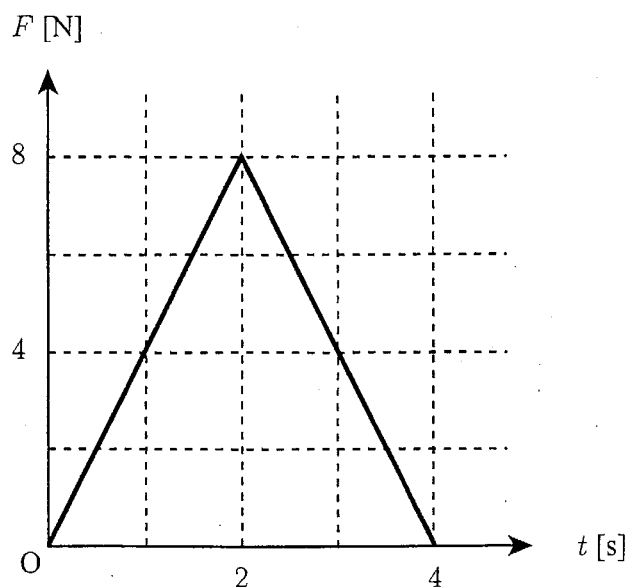


- 問3 $\frac{h}{H}$ はどのように表されるか。正しいものを、次の①～④の中から一つ選びなさい。

3

- ① $\frac{M}{M+m}$ ② $\frac{m}{M+m}$ ③ $\sqrt{\frac{M}{M+m}}$ ④ $\sqrt{\frac{m}{M+m}}$

- D** なめらかな水平面上を速さ 3.0 m/s で等速直線運動している質量 4.0 kg の物体に、ある時刻から 4.0 s 後まで力を加えた。力の向きは物体の速度と同じ向きである。次の図は、力の大きさ $F [\text{N}]$ と時間 $t [\text{s}]$ の関係を示したグラフである。



- 問4 力を加えた後の物体の運動量はいくらか。最も適当な値を、次の①～⑥の中から一つ選びなさい。

4 $\text{kg}\cdot\text{m/s}$

- ① 0 ② 12 ③ 16 ④ 28 ⑤ 32 ⑥ 44

- E** 図1のように、1つのばねにおもりを付けて天井からつるし、おもりをつり合いの位置から下に引き、静かに手をはなし鉛直方向に単振動させるときの周期を T_1 とする。図1のばねと同じばねを2つ、質量の無視できる棒で図2のように接続して、図1と同じおもりを付けて単振動させるときの周期を T_2 とする。

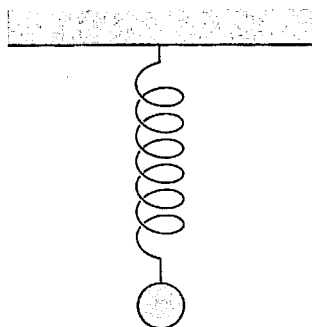


図1

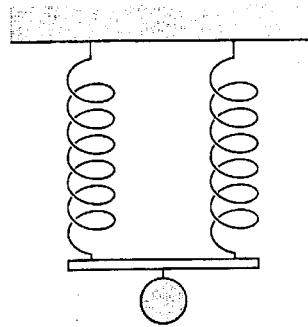


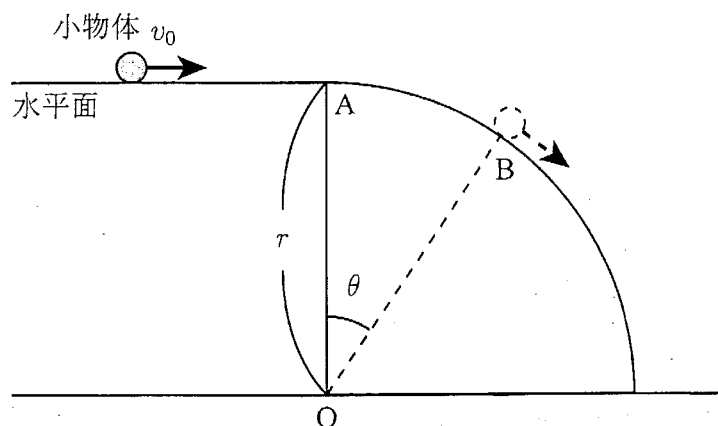
図2

問5 $\frac{T_2}{T_1}$ はいくらか。正しいものを、次の①～⑤の中から一つ選びなさい。

5

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

- F** 次の図のように、中心が O で半径 r の $\frac{1}{4}$ 円柱が水平な床に固定され、上端 A に水平面が接続している。水平面上で小物体を速さ v_0 で運動させたところ、小物体は点 B の位置で円柱の表面から離れた。 $\angle AOB = \theta$ とする。小物体と水平面の間、小物体と円柱の表面の間に摩擦はない。



問6 v_0 はどのように表されるか。正しいものを、次の①～④の中から一つ選ばさい。

6

- | | |
|--|--|
| ① $\sqrt{(3 \sin \theta - 2)gr}$ | ② $\sqrt{(3 \cos \theta - 2)gr}$ |
| ③ $\sqrt{(2 \sin \theta + \cos \theta - 2)gr}$ | ④ $\sqrt{(\sin \theta + 2 \cos \theta - 2)gr}$ |

II

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

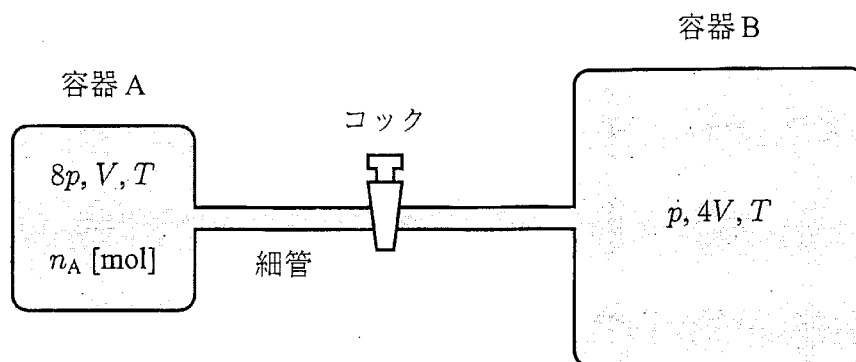
A 温度 -20°C の容器に, 質量 1.0 kg , 温度 -20°C の氷を入れ, 単位時間あたり一定の熱量を与え続けながら容器中の温度変化を測定した。1 分間に $1.0 \times 10^1\text{ K}$ の速さで温度が上がり, 0°C になったところで, ある時間は温度が変化せず, その後再び温度が上昇し始めた。容器の熱容量を $1.0 \times 10^3\text{ J/K}$, 氷の比熱を $2.0 \times 10^3\text{ J/kg}\cdot\text{K}$, 氷の融解熱を $3.3 \times 10^5\text{ J/kg}$ とする。容器と容器中の温度は常に同じであるとする。

問 1 0°C のまま温度が変化しなかった時間は何分か。最も適当な値を, 次の①~⑥の中から一つ選びなさい。

7 分

- ① 1.1 ② 2.2 ③ 3.3 ④ 11 ⑤ 22 ⑥ 33

B 次の図のように、理想気体の入った体積 V の容器 A と、同じ理想気体の入った体積 $4V$ の容器 B が、体積の無視できる細管でつながれている。細管にはコックがあり、最初コックは閉じられていた。A 内の気体の圧力は $8p$ 、絶対温度は T であり、B 内の気体の圧力は p 、絶対温度は T であった。A 内の気体の物質量を n_A [mol] とする。コックを開いて 2 つの容器に入っている気体を混合させた。混合後の A 内の気体の物質量を n'_A [mol] とする。容器、細管、コックは断熱材でできている。

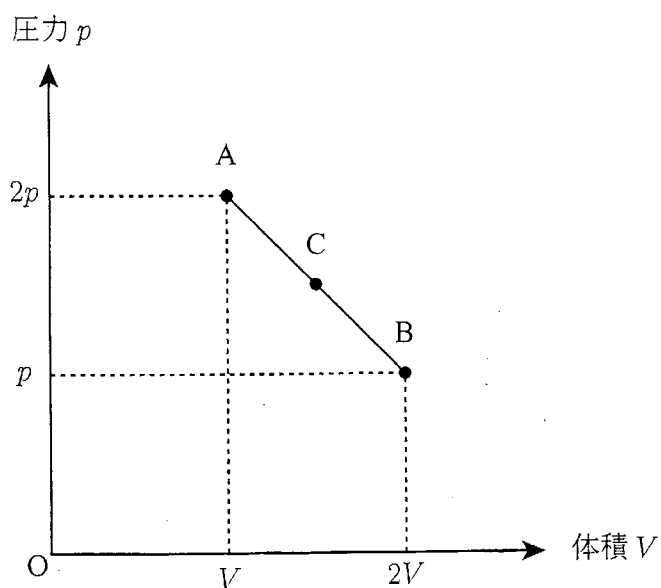


問2 $\frac{n'_A}{n_A}$ はいくらか。正しいものを、次の①～⑤の中から一つ選びなさい。

8

- ① $\frac{3}{10}$ ② $\frac{1}{2}$ ③ $\frac{3}{5}$ ④ $\frac{3}{4}$ ⑤ $\frac{12}{5}$

C 次の図のように、一定量の理想気体の状態を $A \rightarrow B$ と変化させた。図中の A と B の中点が表す状態を C とする。 A , B , C における理想気体の絶対温度を、それぞれ T_A , T_B , T_C とする。



問3 T_A , T_B , T_C の間の関係として正しいものを、次の①～⑤の中から一つ選びなさい。

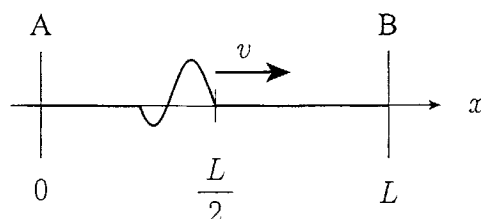
9

- ① $T_A = T_B = T_C$ ② $T_A = T_B < T_C$ ③ $T_C < T_A = T_B$
- ④ $T_A < T_C < T_B$ ⑤ $T_B < T_C < T_A$

III

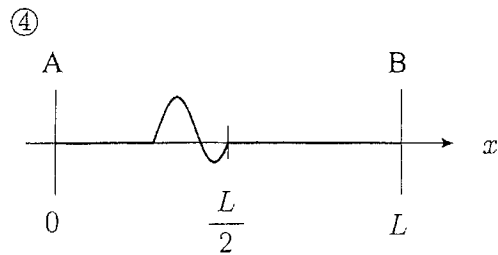
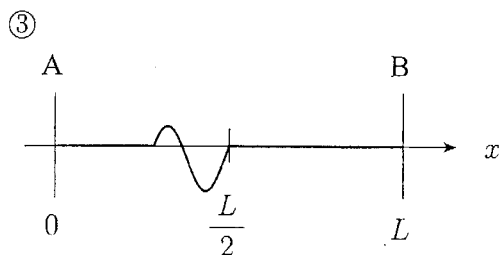
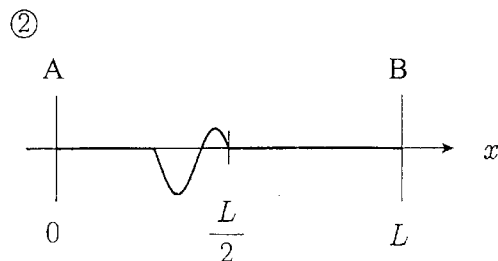
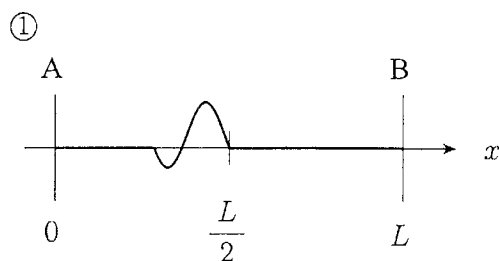
次の問い A (問 1), B (問 2), C (問 3) に答えなさい。

- A 次の図は、 x 軸上を速さ v で進む波の、時刻 $t = 0$ での波形を示している。この波は、 $x = 0$ の位置 A で固定端による反射をし、 $x = L$ の位置 B で自由端による反射をする。

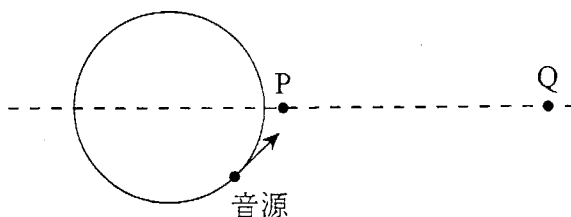


- 問 1 この波の時刻 $t = \frac{2L}{v}$ での波形はどうなるか。最も適当なものを、次の①～④の中から一つ選びなさい。

10

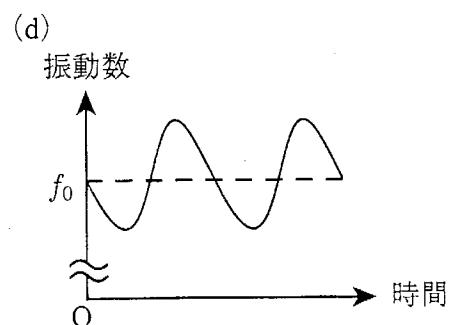
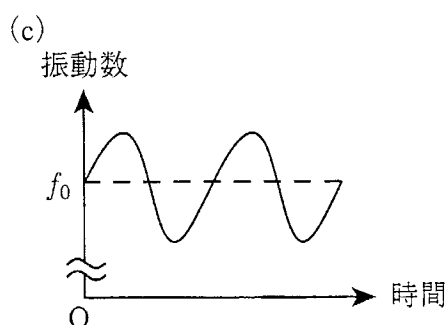
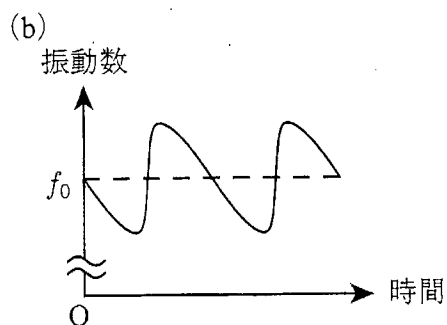
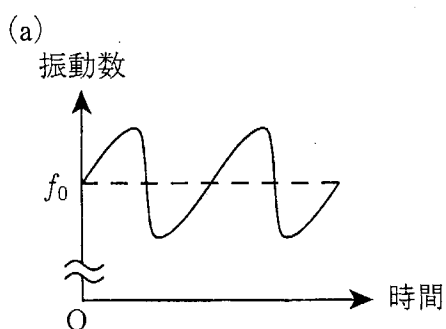


B 次の図のように、一定の振動数 f_0 の音を出している音源が、円周上を反時計回りに等速円運動している。図に示す地点 P、Q で、音源からの音の振動数を測定した。



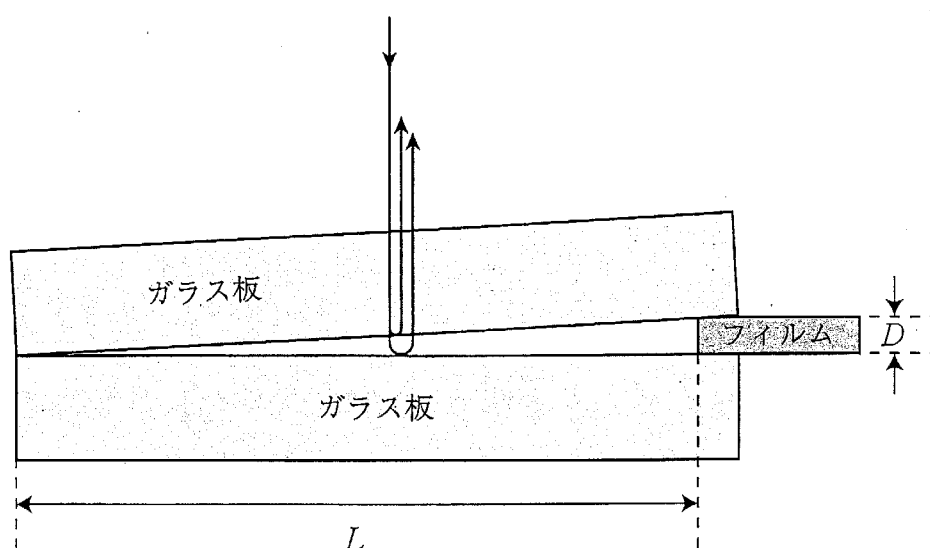
問2 P と Q において測定した振動数の時間変化は、それぞれ次の (a) ~ (d) のどれか。最も適当な組み合わせを、下の①~④の中から一つ選びなさい。

11



	P	Q
①	(a)	(c)
②	(b)	(d)
③	(c)	(a)
④	(d)	(b)

- C 次の図のように、2枚の平面ガラス板の一端を密着し、そこから距離 L 離れたところに厚さ D のフィルムを挟んで、くさび形の空気層をつくった。真上から波長 λ の単色光を当て、真上から見たところ、暗線の間隔が Δx の明暗のしまが見られた。これは、上のガラス板の下面で反射した光と、下のガラス板の上面で反射した光の干渉によるものである。 $L = 10 \text{ cm}$, $\lambda = 5.0 \times 10^{-7} \text{ m}$, $\Delta x = 0.50 \text{ mm}$ である。

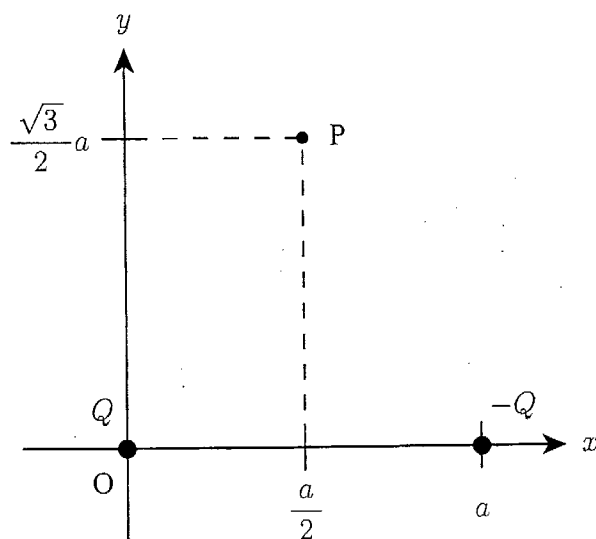


問3 D は何 mm か。最も適当な値を、次の①～④の中から一つ選びなさい。 12 mm

- ① 0.010 ② 0.050 ③ 0.10 ④ 0.50

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 平面上の原点 O に電気量 Q の点電荷が, 点 $(a, 0)$ に電気量 $-Q$ の点電荷が固定されている。クーロンの法則の比例定数を k とする。



問 1 これらの電荷が, 点 $P\left(\frac{a}{2}, \frac{\sqrt{3}a}{2}\right)$ につくる電場の強さはどう表されるか。正しいものを, 次の①~⑤の中から一つ選びなさい。

13

- ① $\frac{kQ}{2a^2}$ ② $\frac{\sqrt{3}kQ}{2a^2}$ ③ $\frac{kQ}{a^2}$ ④ $\frac{\sqrt{3}kQ}{a^2}$ ⑤ $\frac{2kQ}{a^2}$

B 図1のように、一様な電場中の破線の位置に円柱状の金属を置く。図2は、金属を置く前の等電位線を示している。

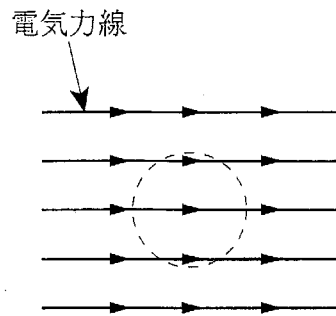


図1

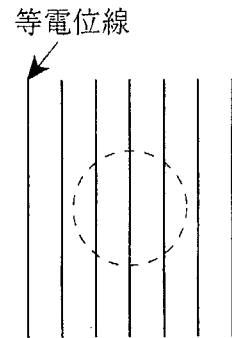
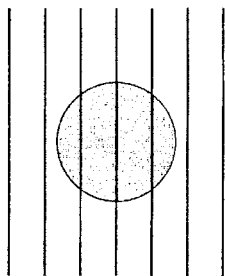


図2

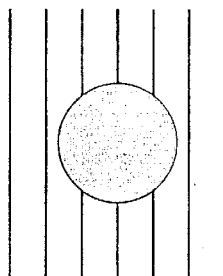
問2 金属を置いた後、この金属の外部および内部の等電位線はどうなるか。最も適切なものを、次の①～⑥の中から一つ選びなさい。

14

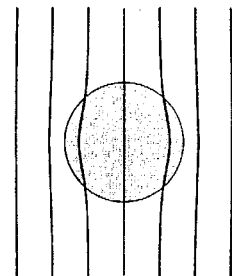
①



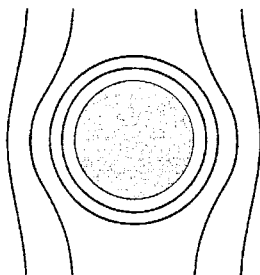
②



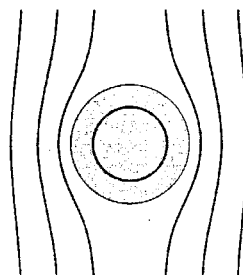
③



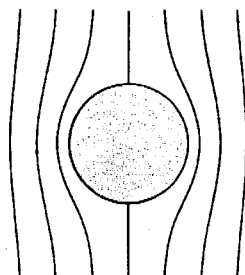
④



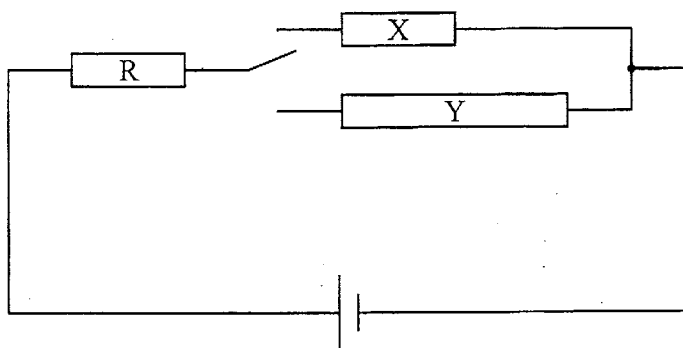
⑤



⑥



- C 次の図のように、3つの抵抗X、Y、R、電池、スイッチを接続した。XとYの材質は同じで、それらの断面積は等しく、Yの長さはXの長さの2倍である。最初にスイッチをXの方に入れたところ、Xでの消費電力は抵抗Rでの消費電力と等しく、その値は P_X であった。次にスイッチをYの方に入れたところ、Yでの消費電力は P_Y であった。



問3 $\frac{P_Y}{P_X}$ はいくらか。正しい値を、次の①～⑧の中から一つ選びなさい。

15

① $\frac{2}{9}$

② $\frac{1}{2}$

③ $\frac{2}{3}$

④ $\frac{8}{9}$

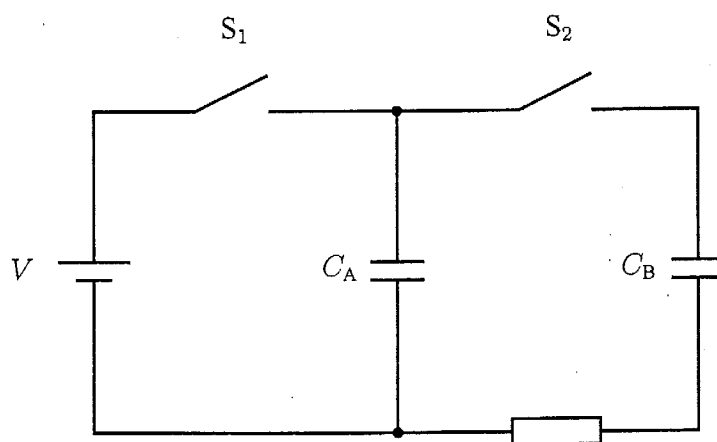
⑤ $\frac{9}{8}$

⑥ $\frac{3}{2}$

⑦ 2

⑧ $\frac{9}{2}$

- D** 次の図のように、起電力 V の電池、電気容量が C_A と C_B の2つのコンデンサー、2つのスイッチ S_1 と S_2 および抵抗を接続した。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 を閉じたところ、抵抗に電流が流れ始めた。じゅうぶん時間が経過した後、抵抗に電流が流れなくなった。



- 問4 S_2 を閉じてから抵抗に電流が流れなくなるまでに、抵抗で発生するジュール熱はどう表されるか。正しいものを、次の①～⑦の中から一つ選びなさい。

16

- ① $\frac{1}{2}C_B V^2$ ② $\frac{1}{2}(C_A + C_B)V^2$ ③ $\frac{1}{2}\frac{C_A^2}{C_B}V^2$
- ④ $\frac{1}{2}\frac{C_A(C_A + C_B)}{C_B}V^2$ ⑤ $\frac{1}{2}\frac{C_A^2}{C_A + C_B}V^2$ ⑥ $\frac{1}{2}\frac{C_A C_B}{C_A + C_B}V^2$
- ⑦ $\frac{1}{2}\frac{C_B^2}{C_A + C_B}V^2$

E 図1のように、水平面（紙面）内の点Oを鉛直で十分に長い直線導線が貫いている。同じ水平面内で、Oから見て北向きから東へ 30° の方向にある点Pに方位磁針を置く。導線に電流を流さないとき、方位磁針は北向きを指していた。次に、導線に電流を流したところ、図2のように、方位磁針は \overrightarrow{OP} の向きを指した。OP間の距離を r とする。地磁気は北向きで、その磁場の強さを H_0 とする。

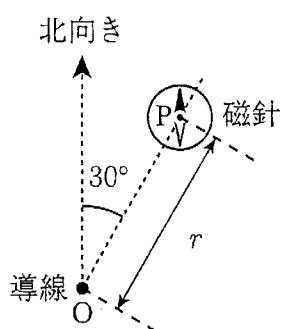


図1

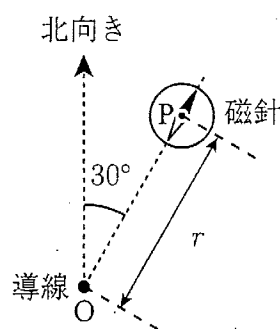


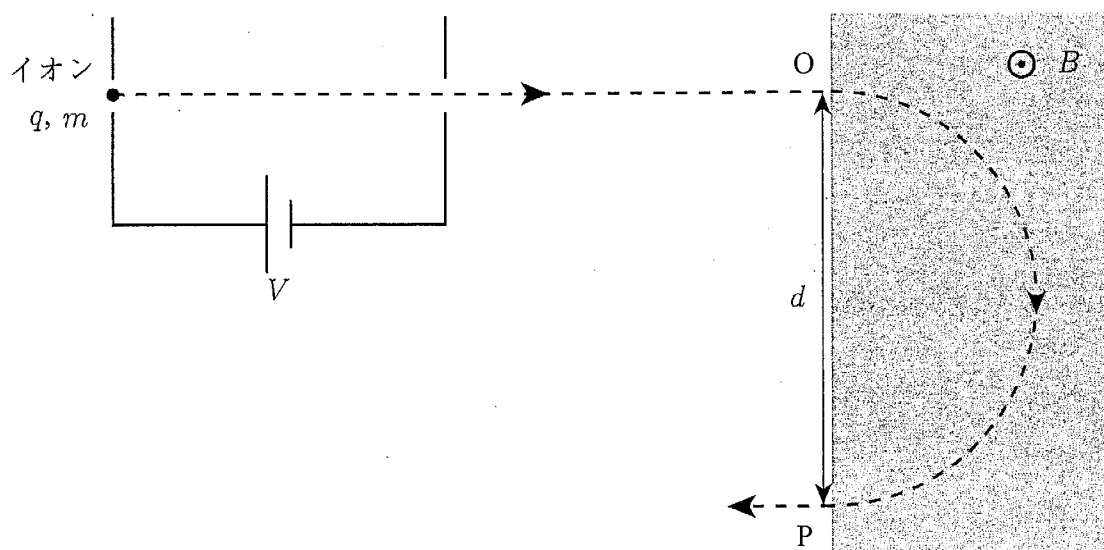
図2

問5 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①～⑧の中から一つ選びなさい。

17

	向き	大きさ
①	紙面裏から表の向き	rH_0
②	紙面裏から表の向き	$\sqrt{3}rH_0$
③	紙面裏から表の向き	πrH_0
④	紙面裏から表の向き	$\sqrt{3}\pi rH_0$
⑤	紙面表から裏の向き	rH_0
⑥	紙面表から裏の向き	$\sqrt{3}rH_0$
⑦	紙面表から裏の向き	πrH_0
⑧	紙面表から裏の向き	$\sqrt{3}\pi rH_0$

F 次の図のように、磁束密度の大きさ B の一様な磁場が加わった領域がある。電荷 q 、質量 m のイオンを、初速度 0 から電位差 V で加速し、この領域に磁場に垂直に点 O から入射させた。イオンは領域中で半円の軌道を描き点 P から飛び出した。OP 間の距離は d であった。次に、電荷 q 、質量 m' の別のイオンに対して同様の実験を行ったところ、別の点 P' から飛び出した。OP' 間の距離は $4d$ であった。



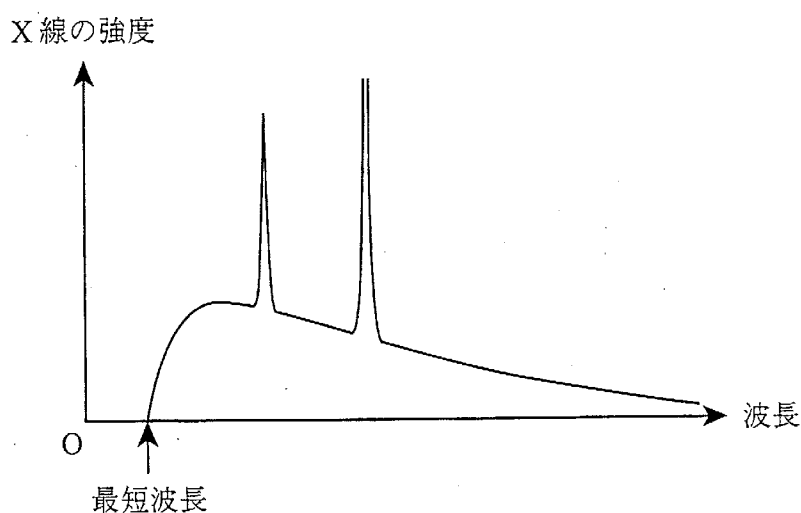
問6 $\frac{m'}{m}$ はいくらか。正しい値を、次の①～⑥の中から一つ選びなさい。

18

- ① $\frac{1}{16}$ ② $\frac{1}{4}$ ③ $\frac{1}{2}$ ④ 2 ⑤ 4 ⑥ 16

V 次の問いA（問1）に答えなさい。

- A 真空中において、高電圧で加速した電子をある金属に衝突させた。次の図は、このときに発生したX線の波長と強度の関係を示したグラフである。グラフには鋭いピークが2つある。また、発生したX線の最も短い波長（最短波長）を示す矢印がグラフに描かれている。



- 問1 加速する電圧を大きくして、電子の運動エネルギーを大きくすると、鋭いピークの波長と最短波長はどうか。正しい組み合わせを、次の①～⑦の中から一つ選びなさい。

19

	鋭いピークの波長	最短波長
①	短くなる	短くなる
②	短くなる	変わらない
③	長くなる	長くなる
④	長くなる	変わらない
⑤	変わらない	変わらない
⑥	変わらない	短くなる
⑦	変わらない	長くなる

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°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 O : 16 S : 32

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																		

問1 次の分子①～⑤のうち、電子 (electron) の総数 (total number) が他と異なるものを、
一つ選びなさい。

1

- ① アンモニア NH_3 ② 塩化水素 HCl ③ メタン CH_4
 ④ ネオン Ne ⑤ 水 H_2O

問2 次表の分子①～⑤に関して、分子の形と極性 (polarity) の組み合わせとして正しいものを、一つ選びなさい。

2

	分子	分子の形	極性
①	塩化水素 HCl	直線形 (linear)	なし
②	硫化水素 H_2S	直線形	あり
③	二酸化炭素 CO_2	折れ線形 (bent)	あり
④	アンモニア NH_3	三角錐形 (trigonal pyramidal)	なし
⑤	四塩化炭素 CCl_4	正四面体形 (tetrahedral)	なし

問3 ある金属 M の酸化物 MO 1.0 g から、硫酸塩 MSO_4 が最大で 2.0 g 得られる。この金属の原子量に最も近い値を、次の①～⑤の中から一つ選びなさい。

3

- ① 48 ② 64 ③ 80 ④ 96 ⑤ 112

問4 原子量 M の金属からなる密度 (density) d の金属結晶 (metal crystal) がある。一辺が 2 cm の立方体 (cube) のこの結晶中にある原子の数を表す式として正しいものを、次の①～⑤の中から一つ選びなさい。ただし、 N_A はアボガドロ定数を表す。

4

- ① $\frac{8dN_A}{M}$ ② $\frac{dN_A}{8M}$ ③ $8dMN_A$ ④ $\frac{d}{8MN_A}$ ⑤ $\frac{8dM}{N_A}$

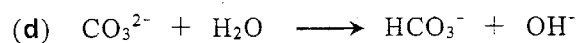
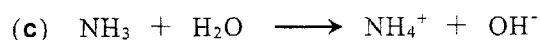
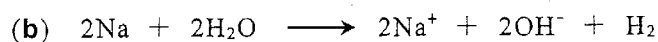
問5 質量パーセント濃度 (mass percent concentration) 38 % の希硫酸 $\text{dil. H}_2\text{SO}_4$ のモル濃度 [mol/L] に最も近い値を、次の①～⑤の中から一つ選びなさい。ただし、この希硫酸の密度 (density) は 1.29 g/cm^3 とする。

5

mol/L

- ① 0.49 ② 2.9 ③ 3.8 ④ 5.0 ⑤ 6.8

問6 次の化学反応 (chemical reaction) (a)~(d)のうち、水がブレンステッド・ローリー理論 (Brønsted-Lowry theory) に基づく酸 (acid) としてはたらいっているものが二つある。それらの組み合わせとして正しいものを、下の①~⑥の中から一つ選びなさい。

6

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

問7 27 °C, 1.0×10^5 Pa で 2.0 L の気体がある。この気体の温度を 127 °C, 圧力を 2.0×10^5 Pa に上げると、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。

7 L

- ① 0.21 ② 0.38 ③ 0.75 ④ 1.3 ⑤ 2.7 ⑥ 4.7

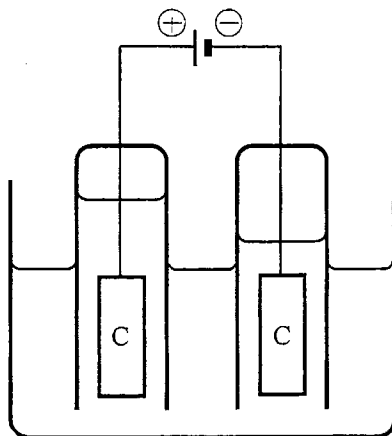
問 8 14.4 g のグルコース $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$ を水 100 g に溶かした水溶液の凝固点 (freezing point) は何 $^{\circ}\text{C}$ か。最も近い値を、次の①～⑤の中から一つ選びなさい。ただし、水のモル凝固点降下 (molar depression of freezing point) は $1.85 \text{ K}\cdot\text{kg/mol}$ とする。 8 $^{\circ}\text{C}$

- ① -1.48 ② -1.29 ③ -0.148 ④ -0.0169 ⑤ -0.0148

問 9 気体の水素 H_2 1.00 mol と気体の塩素 Cl_2 1.00 mol から気体の塩化水素 HCl が生成するとき、発生する熱は何 kJ 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、 H_2 , Cl_2 , HCl の結合エネルギー (bond energy) は、それぞれ 436 kJ/mol , 243 kJ/mol , 432 kJ/mol とする。 9 kJ

- ① 56 ② 94 ③ 136 ④ 185 ⑤ 226 ⑥ 380

- 問 10 次の図のように、炭素電極 (graphite electrode) C を用いて、ある水溶液の電気分解 (electrolysis) を行ったところ、陽極 (anode) では酸素 O_2 、陰極 (cathode) では水素 H_2 が発生した。この水溶液として最も適当なものを、下の①～④の中から一つ選びなさい。

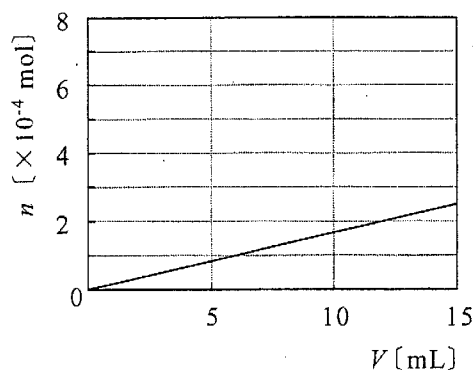
10

- ① 希塩酸 dil. HCl
- ② 希硫酸 $\text{dil. H}_2\text{SO}_4$
- ③ ヨウ化カリウム水溶液 KI aq
- ④ 塩化ナトリウム水溶液 NaCl aq

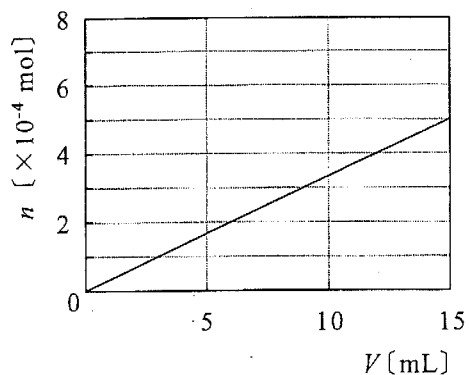
問 11 5.0 mL の 0.10 mol/L 酢酸鉛(II)水溶液 $\text{Pb}(\text{CH}_3\text{COO})_2 \text{ aq}$ に, 0.050 mol/L の希硫酸 dil. H_2SO_4 を加えると白色沈殿 (white precipitate) が生じた。このとき, 加えた希硫酸の体積 V [mL] と生じた白色沈殿の物質量 n [mol] の関係を表すグラフとして正しいものを, 次の①～⑥の中から一つ選びなさい。

11

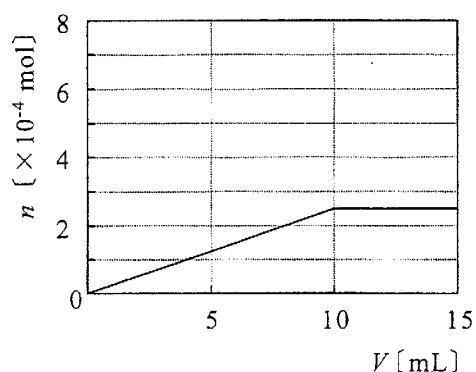
①



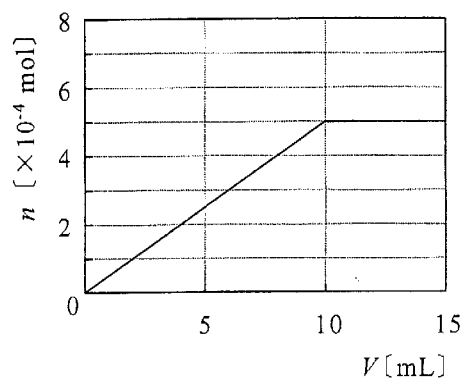
②



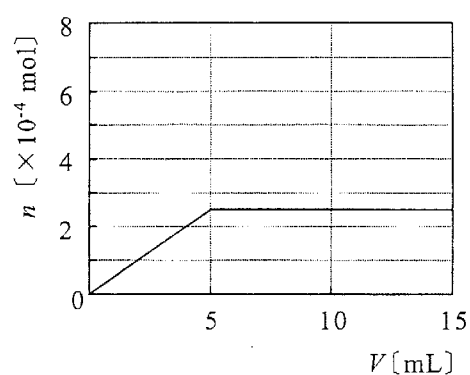
③



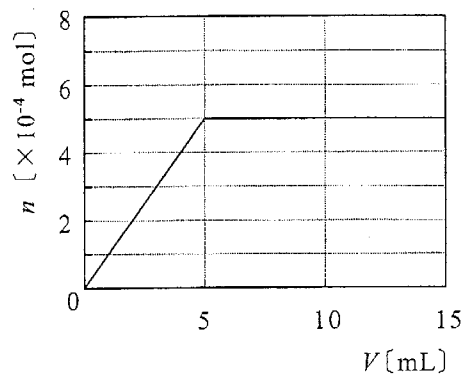
④



⑤



⑥



問 15 2 種類の金属イオン (metal ion) を含む酸性 (acidic) の水溶液に硫化水素 H_2S を通じたとき、一方の金属イオンだけから硫化物 (sulfide) の沈殿 (precipitate) が生じた。水溶液に含まれる金属イオンの組み合わせとして最も適当なものを、次の①～⑤の中から一つ選びなさい。

15

- ① Ag^+ , Pb^{2+} ② Al^{3+} , Ba^{2+} ③ Ca^{2+} , Cu^{2+}
④ Fe^{2+} , Na^+ ⑤ K^+ , Zn^{2+}

問 16 次の化合物(a)～(e)のうち、二重結合 (double bond) と酸素原子 O の両方をもつものが二つある。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。

16

- (a) 酢酸 (acetic acid)
(b) アセトン (acetone)
(c) ジメチルエーテル (dimethyl ether)
(d) エテン (エチレン) (ethene (ethylene))
(e) 塩化ビニル (vinyl chloride)

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

問 17 分子式 (molecular formula) C_6H_{14} で表される化合物の構造異性体 (structural isomer) の数として正しいものを、次の①～⑥の中から一つ選びなさい。

17

- ① 1 ② 2 ③ 3 ④ 4 ⑤ 5 ⑥ 6

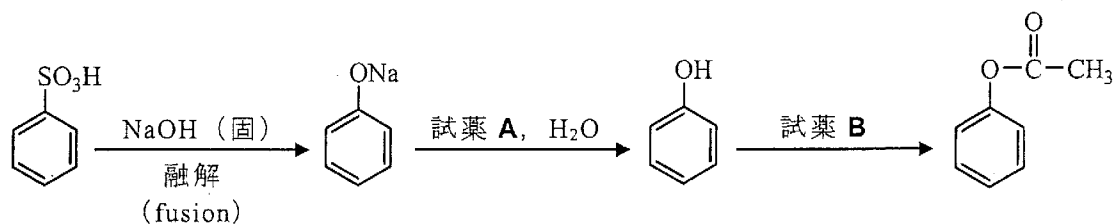
問 18 1.0 g のリノール酸 $C_{17}H_{31}COOH$ (分子量 (molecular weight) 280) を、水素化 (hydrogenation) してステアリン酸 $C_{17}H_{35}COOH$ を得た。この反応に必要な水素 H_2 は、標準状態で何 mL か。最も近い値を、次の①～⑤の中から一つ選びなさい。

18 mL

- ① 50 ② 80 ③ 100 ④ 160 ⑤ 200

問 19 次のように、ベンゼンスルホン酸(benzenesulfonic acid)から酢酸フェニル(phenyl acetate)を合成した。用いる試薬(reagent) **A**, **B** の組み合わせとして最も適当なものを、下表の①～⑤の中から一つ選びなさい。

19



	試薬 A	試薬 B
①	CO ₂	(CH ₃) ₂ CO
②	CO ₂	(CH ₃ CO) ₂ O
③	HCl	(CH ₃) ₂ CO
④	HCl	CH ₃ OH
⑤	NaOH	(CH ₃ CO) ₂ O

問 20 次の記述①～⑥のうち、下線部が正しいものを一つ選びなさい。

20

- ① ポリエチレン (polyethylene) は、エテン (エチレン) (ethene (ethylene)) が縮合重合 (condensation polymerization) した高分子化合物 (polymer) である。
- ② ポリエチレンテレフタレート (poly(ethylene terephthalate)) には、アミド結合 (amide bond) が含まれる。
- ③ ナイロン 66 (6,6-ナイロン) (nylon 6,6) には、エーテル結合 (ether bond) が含まれる。
- ④ デンプン (starch) は、フルクトース (fructose) が脱水縮合 (dehydration condensation) した高分子化合物である。
- ⑤ タンパク質 (protein) は、アミノ酸 (amino acid) が付加重合 (addition polymerization) した高分子化合物である。
- ⑥ 生ゴム (天然ゴム) (raw rubber (natural rubber)) に少量の硫黄 (sulfur) を混ぜて加熱すると、架橋構造 (cross-linked structure) が生じる。

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。

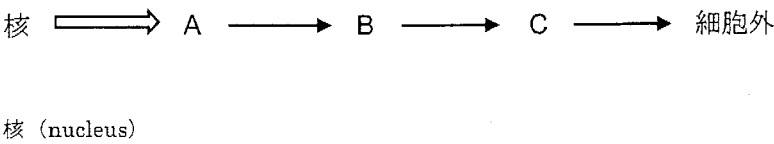
<解答用紙記入例>

解答科目 Subject		
物 理 Physics	化 学 Chemistry	生 物 Biology
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>

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 次の図は、ある消化酵素 (digestive enzyme) の遺伝子が発現してタンパク質ができ、それが細胞外に分泌 (secretion) されるまでの過程で働く細胞小器官 (organelle) や構造物を順に示したものである。図中の A～C にあてはまるもの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。

1

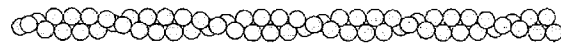


	A	B	C
①	小胞体 (endoplasmic reticulum)	ゴルジ体 (Golgi body)	リボソーム (ribosome)
②	小胞体	リボソーム	ゴルジ体
③	ゴルジ体	リボソーム	小胞体
④	ゴルジ体	小胞体	リボソーム
⑤	リボソーム	小胞体	ゴルジ体
⑥	リボソーム	ゴルジ体	小胞体

問2 次の文は、あるタンパク質Xについて述べたものである。Xの正しい名称を下の①～⑤の中から一つ選びなさい。

2

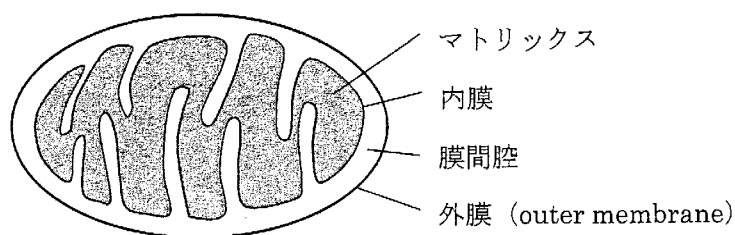
Xは球状のタンパク質で、これが次の図のように並んで細胞骨格(cytoskeleton)の一種を構成している。また、図に示した構造の上をモータータンパク質(motor protein)が移動することで、原形質流動(cytoplasmic streaming)がおこる。Xは、筋収縮(muscle contraction)でも重要な役割を果たしている。



- | | | |
|------------------|--------------------|-----------------|
| ① ミオシン (myosin) | ② アクチン (actin) | ③ ダイニン (dynein) |
| ④ キネシン (kinesin) | ⑤ コラーゲン (collagen) | |

- 問3 次の図は、ミトコンドリア(mitochondria)の模式図である。下の文a～cのうち、この図のマトリックス(matrix)、内膜(inner membrane)、膜間腔^{まくかんこう}(intermembrane space)について述べたものの正しい組み合わせを、下の①～⑥の中から一つ選びなさい。

3



- a ピルビン酸(pyruvic acid)が二酸化炭素に分解され、ATP, NADH, FADH_2 が生成される。
- b 生成されたNADHや FADH_2 等の水素が H^+ と電子(e^-)に分かれ、この電子がタンパク質の間を次々に移動する。
- c NADHと FADH_2 の H^+ がここへ運ばれ、高い H^+ 濃度となる。

	マトリックス	内膜	膜間腔
①	a	b	c
②	a	c	b
③	b	a	c
④	b	c	a
⑤	c	a	b
⑥	c	b	a

問4 緑色植物の光合成 (photosynthesis) では、光化学系Ⅱ (photosystemⅡ), 光化学系Ⅰ (photosystemⅠ), カルビン・ベンソン回路 (Calvin-Benson cycle) を経て、デンプン (starch) などの有機物 (organic compound) が合成される。

光合成でおこなわれる次の a, b の反応は、どの過程でおこなわれるか。正しい組み合わせを下の①～⑥の中から一つ選びなさい。

4

a 二酸化炭素の固定

b 水の分解

	a	b
①	光化学系Ⅱ	カルビン・ベンソン回路
②	カルビン・ベンソン回路	光化学系Ⅱ
③	光化学系Ⅰ	カルビン・ベンソン回路
④	カルビン・ベンソン回路	光化学系Ⅰ
⑤	光化学系Ⅰ	光化学系Ⅱ
⑥	光化学系Ⅱ	光化学系Ⅰ

問5 アミノ酸 (amino acid) 400 個が結合したタンパク質 X がある。X の遺伝子に一つの塩基 (base) の置換 (substitution) が起こり、その結果、新たに終止コドン (stop codon) ができたため、アミノ酸が300個結合したタンパク質しか合成されなくなった。その場合の mRNA は、X の mRNA と比べて翻訳 (translation) が開始される塩基から何番目の塩基に置換がみられるか。最も適当なものを次の①～⑥の中から一つ選びなさい。

5

- ① 331～333 番目のいずれかの塩基
- ② 351～353 番目のいずれかの塩基
- ③ 601～603 番目のいずれかの塩基
- ④ 651～653 番目のいずれかの塩基
- ⑤ 901～903 番目のいずれかの塩基
- ⑥ 951～953 番目のいずれかの塩基

問6 次の文は、あるバイオテクノロジー (biotechnology) の技術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。

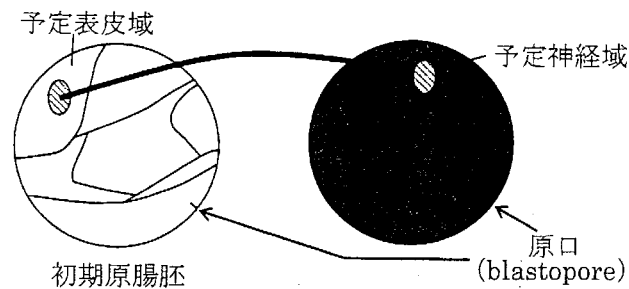
6

人工的に DNA を多量に増幅する方法に、DNA ポリメラーゼ (DNA polymerase) を用いる **a** 法がある。 **a** 法をおこなう際には、増幅したい DNA に対応した起点となる **b** が必要である。また、このとき用いる DNA ポリメラーゼは、 **c** 条件下でも失活 (inactivation) しない酵素 (enzyme) である。

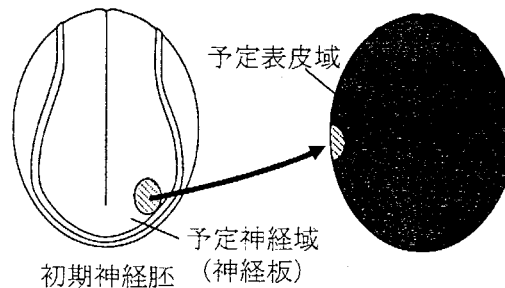
	a	b	c
①	PCR (polymerase chain reaction)	ベクター (vector)	低温
②	PCR	プライマー (primer)	低温
③	PCR	ベクター	高温
④	PCR	プライマー	高温
⑤	電気泳動 (electrophoresis)	ベクター	低温
⑥	電気泳動	プライマー	低温
⑦	電気泳動	ベクター	高温
⑧	電気泳動	プライマー	高温

問7 イモリ (newt) の初期原腸胚^{はい} (early gastrula) と初期神経胚 (early neurula) を用いて次のような実験をおこなった。

A 次の図のように初期原腸胚の予定表皮域 (presumptive epidermis) を切りだし、別の初期原腸胚の予定神経域 (presumptive neural region) に移植 (transplantation) した。



B 次の図のように初期神経胚の予定神経域 (神経板, neural plate) を切りだし、別の初期神経胚の予定表皮域に移植した。



移植後、移植片がどのように分化 (differentiation) したかを説明し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。

7

- ① A では神経に分化し、B では表皮に分化した。
- ② A では表皮に分化し、B では神経に分化した。
- ③ A と B ともに神経に分化した。
- ④ A と B ともに表皮に分化した。

- 問 8 被子植物 (angiosperm) において, AA の遺伝子型 (genotype) をもつ個体の花粉 (pollen) が, aa の遺伝子型をもつ個体のめしべ (pistil) の柱頭 (stigma) に受粉 (pollination) し, 重複受精 (double fertilization) がおきた。このとき, 受精卵 (fertilized egg) と胚乳核 (endosperm nucleus) を含む細胞のそれぞれの遺伝子型はどのようなになるか。正しい組み合わせを次の①～⑧の中から一つ選びなさい。

8

	受精卵	胚乳核を含む細胞
①	AAA	AA
②	AAa	AA
③	Aaa	Aa
④	AAA	Aa
⑤	AA	AAA
⑥	AA	AAa
⑦	Aa	Aaa
⑧	Aa	AAA

問9 次の文は、ヒトでの血液凝固 (blood coagulation) について説明したものである。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。

9

出血したとき、傷口に **a** が集合して血液凝固の反応がおこる。傷口で **a** から放出される血液凝固因子 (blood coagulation factor) により繊維状の **b** が形成され、この **b** が **c** をからめて血ぺい (blood clot) をつくり傷口をふさぎ止血する。

	a	b	c
①	血球 (blood cell)	フィブリン (fibrin)	血小板 (platelet)
②	血球	血小板	フィブリン
③	フィブリン	血小板	血球
④	フィブリン	血球	血小板
⑤	血小板	血球	フィブリン
⑥	血小板	フィブリン	血球

問10 次の文は、免疫 (immunity) の反応と応用について述べたものである。これらの中で、ワクチン (vaccine) について述べた文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 自分自身の組織や成分を抗原 (antigen) として認識し、免疫反応 (immunoreaction) を引き起こす。
- ② 毒蛇 (venomous snake) に噛まれた緊急時に、あらかじめウサギ (rabbit) やウマ (horse) などにつくらせておいた抗体 (antibody) を注射して治療する。
- ③ 死滅あるいは弱毒化 (attenuated) した病原体 (pathogen) やその産物のことで、あらかじめ注射しておくことで、人工的に免疫反応を引き起こす。
- ④ ヘルパーT細胞 (helper T cell) にウイルス (virus) が感染し、免疫機能が低下するために健康なヒトでは発病しないような病気を発症する。
- ⑤ ピーナッツ (peanut) やハチ毒 (bee venom) などが抗原として認識され、過敏な免疫反応が起こり、全身に強い炎症反応 (inflammatory response) が起こる。

問11 インスリン (insulin) は、血糖値 (blood glucose level) を調節するホルモン (hormone) の一種である。次の文 a～d について、インスリンが直接的におこなう作用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。

11

- a 交感神経 (sympathetic nerve) に作用し、発汗を促進させる。
- b 肝臓 (liver) の細胞に作用し、グリコーゲン (glycogen) の合成を促進させる。
- c 副腎髄質 (adrenal medulla) に作用し、アドレナリン (adrenaline) の分泌 (secretion) を促進させる。
- d 多くの細胞に作用し、グルコース (glucose) の取り込みを促進させる。

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

問 12 神経細胞 (neuron) の末端から分泌 (secretion) される物質や、内分泌腺 (endocrine gland) から分泌される物質は、恒常性 (homeostasis) の維持に重要な役割を果たしている。次の物質 a～e のうち、神経細胞の末端から分泌されている物質を二つ選び、その組み合わせとして正しいものを下の①～⑥の中から一つ選びなさい。

12

- | | |
|-----------------------------|---------------------|
| a ノルアドレナリン (noradrenaline) | b チロキシン (thyroxine) |
| c アセチルコリン (acetylcholine) | d グルカゴン (glucagon) |
| e 糖質コルチコイド (glucocorticoid) | |

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

問13 次の表は、ヒトの受容器 (receptor) とその適刺激 (adequate stimulus) を示している。

表中の空欄 **a** ～ **c** に入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。

13

受容器		適刺激	感覚
眼	a	光 (可視光)	視覚
鼻	嗅 ^{きゅう} 上皮	b 中の化学物質	嗅覚
舌	味覚芽	c 中の化学物質	味覚

可視光 (visible light), 視覚 (vision), 嗅上皮 (olfactory epithelium),
嗅覚 (sense of smell), 味覚芽 (taste bud), 味覚 (sense of taste)

	a	b	c
①	角膜	気体	液体
②	角膜	液体	気体
③	網膜	気体	液体
④	網膜	液体	気体
⑤	水晶体	気体	液体
⑥	水晶体	液体	気体

角膜 (cornea), 網膜 (retina),
水晶体 (crystalline lens)

問 14 次の文の空欄 **a** ～ **c** に入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。

14

筋収縮 (muscle contraction) の直接のエネルギー源は **a** である。消費された **a** は呼吸 (respiration) や解糖 (glycolysis) によって補給されるが、繰り返し筋収縮すると不足しがちとなる。筋肉には **b** という形でもエネルギーが蓄えられており、**a** が必要になると、**b** が分解され、そのとき放出されるエネルギーを使って **c** から **a** が合成される。

	a	b	c
①	ADP	ATP	クレアチンリン酸 (phosphocreatine)
②	ADP	クレアチンリン酸	ATP
③	ATP	ADP	クレアチンリン酸
④	ATP	クレアチンリン酸	ADP
⑤	クレアチンリン酸	ATP	ADP
⑥	クレアチンリン酸	ADP	ATP

問 15 次の文 a～d は、オオムギ (barley) やイネ (rice) などの種子が発芽 (germination) するまでのある段階について記したものである。これに関する次の問い(1), (2)に答えなさい。

- a 胚 (embryo) で物質 X が増加する。
- b 胚乳 (endosperm) 中のデンプン (starch) が糖 (sugar) に分解される。
- c 胚に糖が供給される。
- d 糊粉層 (aleurone layer) でタンパク質 Y が生成される。

(1) X, Y の名称の組み合わせとして最も適当なものを, 次の①～⑥の中から一つ選びなさい。

15

	X	Y
①	カタラーゼ (catalase)	オーキシシン (auxin)
②	ジベレリン (gibberellin)	カタラーゼ
③	オーキシシン	ジベレリン
④	アミラーゼ (amylase)	アブシシン酸 (abscisic acid)
⑤	ジベレリン	アミラーゼ
⑥	アブシシン酸	ジベレリン

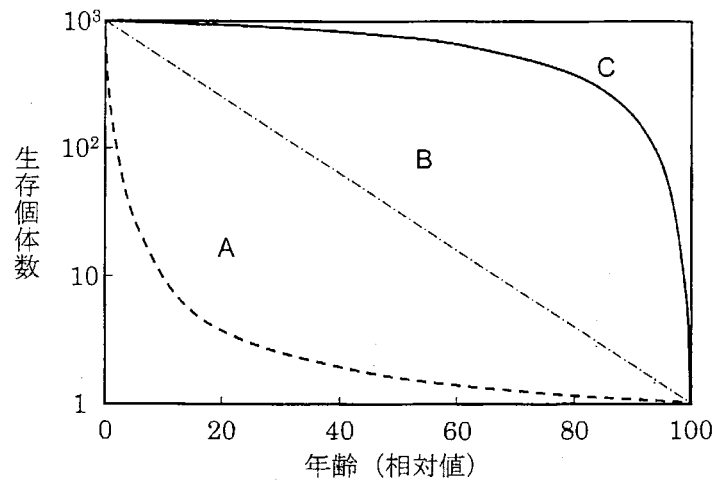
(2) a～d を進行順に並べたときに正しいものを次の①～⑥の中から一つ選びなさい。

16

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

問 16 産まれた卵や子が、発育とともに生存個体数が減少していく様子を示したグラフを、生存曲線 (survival curve) という。次の図は、三つのタイプ A~C の生存曲線を示している。それぞれのタイプの代表的な生物の一個体当たりの平均産卵数 (産子数) は、どのようになるか。その関係を表したもの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。

17

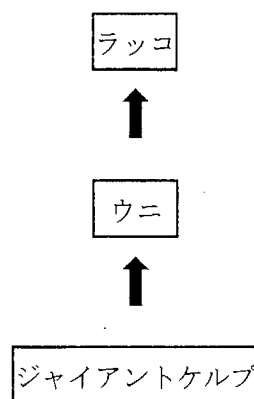


- ① $A > B > C$
- ② $A > B = C$
- ③ $A < B < C$
- ④ $A = B < C$
- ⑤ $A = B = C$

問17 次の図は、ラッコ (sea otter), ウニ (sea urchin), ジャイアントケルプ (giant kelp) の食物連鎖 (food chain) を示している。ラッコが乱獲され大きくその個体数が減少したとき、ウニやジャイアントケルプにどのような影響がみられたか。下の文 a～fの中から正しいものを選んで組み合わせを下の①～⑨の中から一つ選びなさい。

ただし、上記の3種以外の生物の影響は、ほとんどないものとする。なお、ジャイアントケルプはコンブ (sea tangle) の仲間の海藻 (seaweed) である。

18



- a ウニの個体数は大きく増加した。
- b ウニの個体数は変化がみられなかった。
- c ウニの個体数は大きく減少した。
- d ジャイアントケルプの個体数は大きく増加した。
- e ジャイアントケルプの個体数は変化がみられなかった。
- f ジャイアントケルプの個体数は大きく減少した。

- ① a, d ② a, e ③ a, f ④ b, d ⑤ b, e ⑥ b, f
- ⑦ c, d ⑧ c, e ⑨ c, f

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。

〈理 科〉 Science

物理 Physics			
問 Q.		解答番号 row	正解 A.
I	問 1	1	3
	問 2	2	3
	問 3	3	1
	問 4	4	4
	問 5	5	2
	問 6	6	2
II	問 1	7	4
	問 2	8	1
	問 3	9	2
III	問 1	10	3
	問 2	11	1
	問 3	12	2
IV	問 1	13	3
	問 2	14	6
	問 3	15	4
	問 4	16	6
	問 5	17	7
	問 6	18	6
V	問 1	19	6

化学 Chemistry		
問 Q.	解答番号 row	正解 A.
問 1	1	2
問 2	2	5
問 3	3	2
問 4	4	1
問 5	5	4
問 6	6	6
問 7	7	4
問 8	8	1
問 9	9	4
問10	10	2
問11	11	4
問12	12	1
問13	13	4
問14	14	5
問15	15	3
問16	16	1
問17	17	5
問18	18	4
問19	19	2
問20	20	6

生物 Biology		
問 Q.	解答番号 row	正解 A.
問 1	1	5
問 2	2	2
問 3	3	1
問 4	4	2
問 5	5	5
問 6	6	4
問 7	7	3
問 8	8	7
問 9	9	6
問10	10	3
問11	11	5
問12	12	1
問13	13	3
問14	14	4
問15	15	5
	16	2
問16	17	1
問17	18	3