

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。

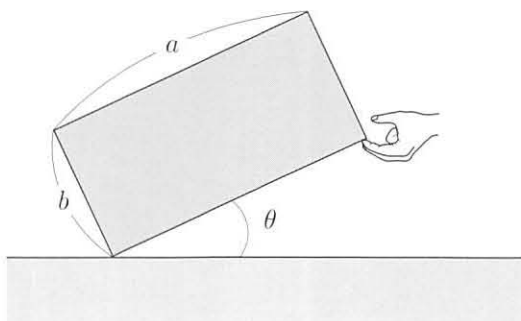
科目が正しくマークされていないと、採点されません。

< 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), **G** (問7) に答えなさい。ただし, 重力加速度 (acceleration due to gravity) 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, 密度が一樣な直方体の1辺を粗い床に接触させたまま, 指で支えて傾ける。傾けた角度 θ をゆっくりと大きくしていくと, θ が θ_0 より大きくなったとき, 直方体は指を離れて回転した。ただし, 図中に示したように, 直方体の2辺の長さを a , b とする。また, 床に接した1辺は, 滑らないものとする。



問1 $\tan \theta_0$ はどのように表されるか。正しいものを, 次の①~⑥の中から一つ選びなさい。

1

① $\frac{b}{a}$

② $\frac{a}{\sqrt{a^2 + b^2}}$

③ $\frac{b}{\sqrt{a^2 + b^2}}$

④ $\frac{a}{b}$

⑤ $\frac{\sqrt{a^2 + b^2}}{a}$

⑥ $\frac{\sqrt{a^2 + b^2}}{b}$

B 小球を初速 v_0 で地面から鉛直に投げ上げたところ、小球の達した最高点の地面からの高さは h であった。次に、この最高点の位置（地面からの高さが h の位置）から、この小球を同じ初速 v_0 で水平方向に投げ出したところ、投げ出した位置から水平距離 d だけ離れた位置で地面に達した。

問2 $\frac{d}{h}$ 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。 2

① $\frac{1}{4}$

② $\frac{1}{2}$

③ 1

④ 2

⑤ 4

- C** 金属小球を、油の中で鉛直に落下させる。このとき、小球には速さ v に比例する抵抗 kv が働く。ここで、 k は比例定数である。小球が落下を始めて、じゅうぶん時間が経過したときの小球の速さは 1.0 m/s で一定であった。油の密度は $1.0 \times 10^3 \text{ kg/m}^3$ 、小球の質量は $1.4 \times 10^{-2} \text{ kg}$ 、小球の体積は $4.0 \times 10^{-6} \text{ m}^3$ である。 $g = 1.0 \times 10^1 \text{ m/s}^2$ とする。

問3 k はいくらか。最も適当な値を、次の①～④の中から一つ選びなさい。 3 kg/s

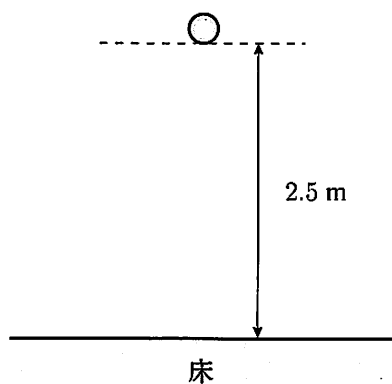
① 0.10

② 0.20

③ 0.30

④ 0.40

- D** 次の図のように、質量 0.20 kg の小球を、床からの高さが 2.5 m の位置から初速度 0 で落としたところ、小球は床に衝突し鉛直上方にはね返った。小球と床の間のはね返り係数は 0.50 であった。 $g = 9.8\text{ m/s}^2$ とする。



- 問 4 小球が床に衝突する直前から直後の間に、小球が床から受けた力積の大きさはいくらか。最も適当な値を、次の①～④の中から一つ選びなさい。

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

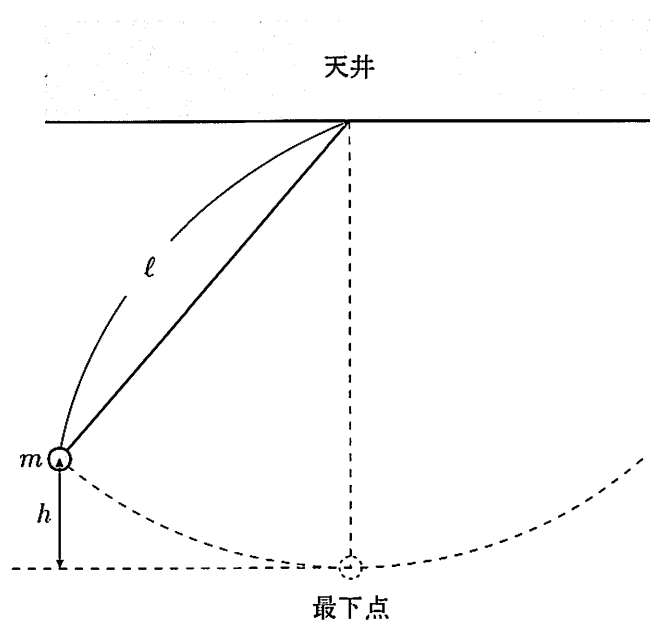
① 0.70

② 1.4

③ 2.1

④ 2.8

E 次の図のように、長さ ℓ の軽くて伸び縮みしない糸で、質量 m の小球を天井からつるす。糸がたるまないようにして、最下点からの高さが h の位置に小球を持ち上げ、静かに手を離す。



問5 最下点での糸の張力が $2mg$ となるような 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。

5

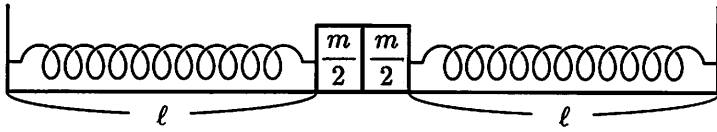
① $\frac{1}{4}\ell$

② $\frac{1}{2}\ell$

③ $\frac{3}{4}\ell$

④ ℓ

F 自然長 ℓ 、ばね定数 k の軽いばねの一端に質量 $\frac{m}{2}$ の物体を付けたものを 2 組用意する。次の図のように、2 つの物体を一体となるように接着し、なめらかな水平面に置き、2 つのばねの端をばねの長さが自然長となるように固定した。一体となった 2 つの物体を右へずらして静かに手を離したところ、2 つの物体は一体となったまま単振動した。



問 6 この単振動の周期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。

6

① $2\pi\sqrt{\frac{m}{4k}}$

② $2\pi\sqrt{\frac{m}{2k}}$

③ $2\pi\sqrt{\frac{m}{k}}$

④ $2\pi\sqrt{\frac{2m}{k}}$

⑤ $2\pi\sqrt{\frac{4m}{k}}$

- G** 図1のように、ばねの一端に台を付け、なめらかな水平面上に置き、ばねの他端を固定した。台の上には人が立っている。台を左向きに押し、ばねを自然長から縮め、静かに手を離したところ、台は周期 T の単振動をした。このとき、図1中の矢印の向き（右向き）を正の向きとして、ばねが自然長のときの位置からの台の変位 x は時間 t とともに、図2のグラフのように変化していた。

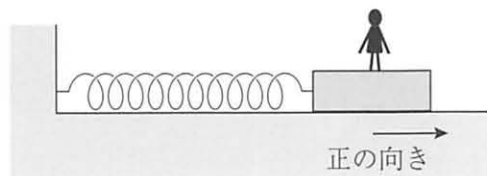


図1

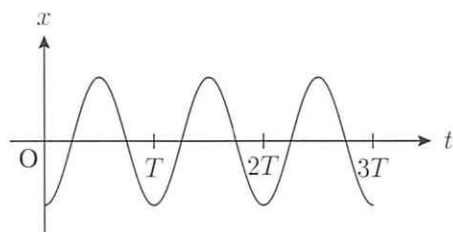
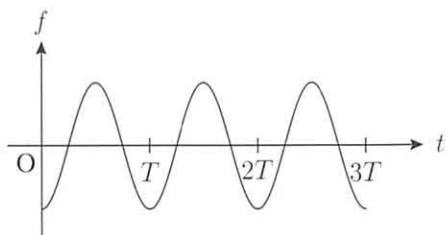


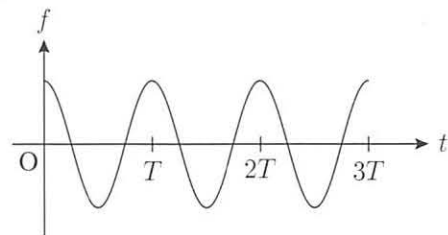
図2

- 問7 台の上に滑らずに立っている人が受ける慣性力 f は、 t とともにどのように変化するか。ただし、図1中の矢印の向き（右向き）を f の正の向きとする。変化のようすを表すグラフとして、最も適当なものを、次の①～④の中から一つ選びなさい。 7

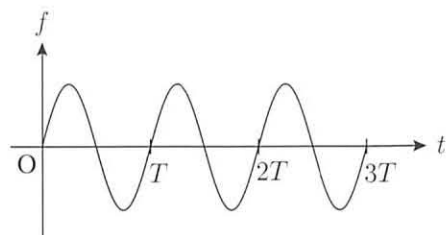
①



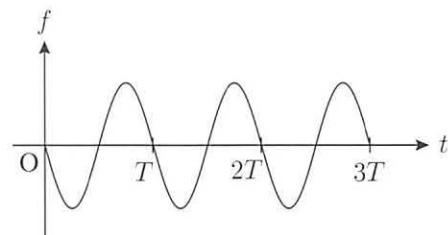
②



③



④



II

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

A 10°C の水 $2.4 \times 10^2 \text{ g}$ に, ある熱量を与えたところ 15°C になった。ある体積の 10°C の空気に, 体積を保ったまま同じ熱量を与えたところ, やはり 15°C になった。水の比熱を $4.2 \text{ J}/(\text{g}\cdot\text{K})$, 空気の定積比熱を $0.72 \text{ J}/(\text{g}\cdot\text{K})$, 空気の密度を $1.2 \times 10^{-3} \text{ g}/\text{cm}^3$ とする。

問 1 この空気の体積はいくらか。最も適当な値を, 次の①~④の中から一つ選びなさい。

8 cm^3

① 1.7

② 1.4×10^3

③ 1.2×10^6

④ 1.0×10^9

B 図1のように、なめらかに動くことのできる断面積 S のピストンを使って、理想気体を水平に置いたシリンダー内に閉じ込めた。最初、シリンダーの底面からピストンまでの距離は ℓ であり、理想気体の圧力は大気圧 p_0 と等しかった。ピストンに外から力を加え、ピストンを極めてゆっくりと押し込んでいった。この間、理想気体の温度は一定に保たれていた。図2のように、ピストンが最初の位置から d だけ内側の位置にきたとき、加えている力の大きさは F であった。

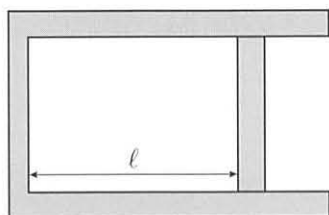


図1

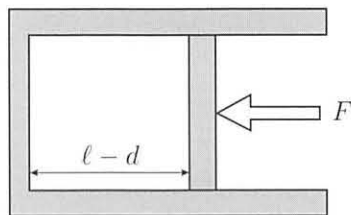


図2

問2 F 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。

9

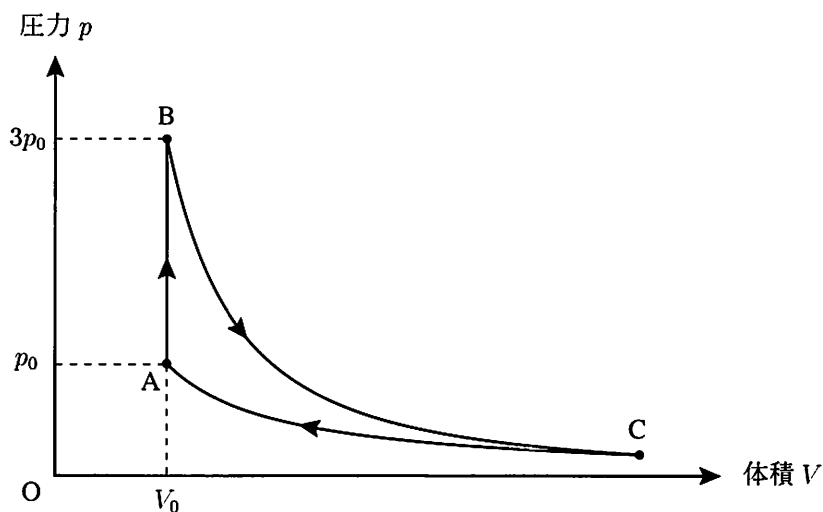
① $\frac{p_0 S d}{\ell}$

② $\frac{p_0 S d}{\ell - d}$

③ $\frac{p_0 S (\ell - d)}{\ell}$

④ $\frac{p_0 S \ell}{\ell - d}$

- C** 一定量の単原子分子理想気体の状態を、次の p - V 図のように $A \rightarrow B \rightarrow C \rightarrow A$ と変化させた。ここで $A \rightarrow B$ は定積変化、 $B \rightarrow C$ は断熱変化、 $C \rightarrow A$ は等温変化である。状態 A での圧力は p_0 、体積は V_0 であり、状態 B での圧力は $3p_0$ 、体積は V_0 である。



- 問3 過程 $B \rightarrow C$ で気体がされ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。

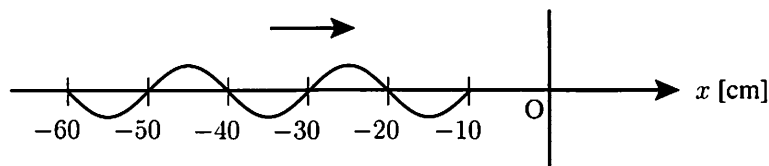
10

- ① $\frac{3}{2}p_0V_0$ ② $\frac{5}{2}p_0V_0$ ③ $3p_0V_0$ ④ $5p_0V_0$
 ⑤ $-\frac{3}{2}p_0V_0$ ⑥ $-\frac{5}{2}p_0V_0$ ⑦ $-3p_0V_0$ ⑧ $-5p_0V_0$

III

次の問い A (問1), B (問2), C (問3) に答えなさい。

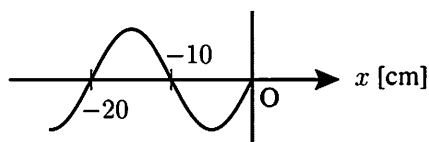
- A** 次の図は、速さ 10 cm/s で x 軸上を正の向きに進んでいる、波長 20 cm の正弦波のある瞬間における波形を表している。波は $x = 0 \text{ cm}$ の位置にある壁で自由端反射をする。



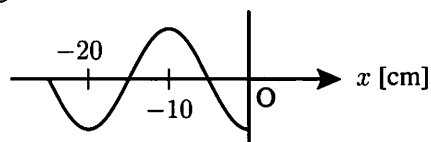
- 問1 この瞬間から 3.5 s 後の入射波と反射波の合成波の波形はどうなるか。最も適切なものを、次の①～⑤の中から一つ選びなさい。

11

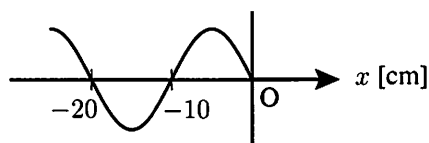
①



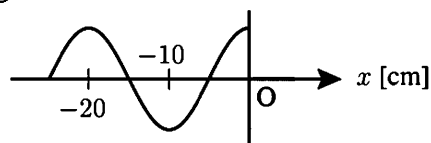
②



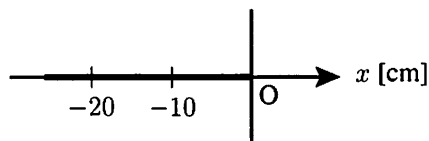
③



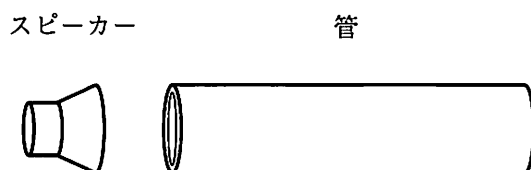
④



⑤

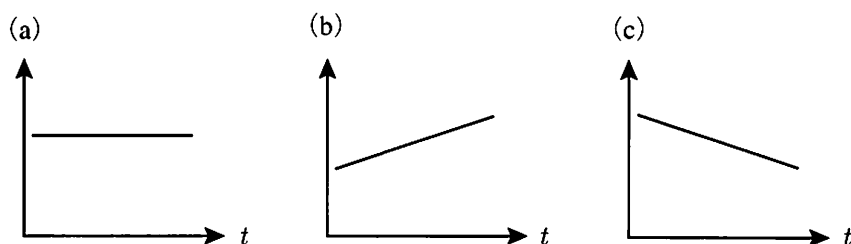


B 空気中を伝わる音の速さは、気温が高くなるほど大きくなる。1気圧、気温 $t^{\circ}\text{C}$ のときの音の速さ $V\text{ m/s}$ は、 $V = 331.5 + 0.6t$ と表される。次の図のように、一端が閉じられている管の開いている口に向けてスピーカーを置き、スピーカーから発生する音の振動数を0から徐々に上げていったところ、振動数がある値 f になったとき、最初の共鳴が起きた。そのときの音の波長は λ であった。管の熱膨張と開口端補正は無視できるものとする。



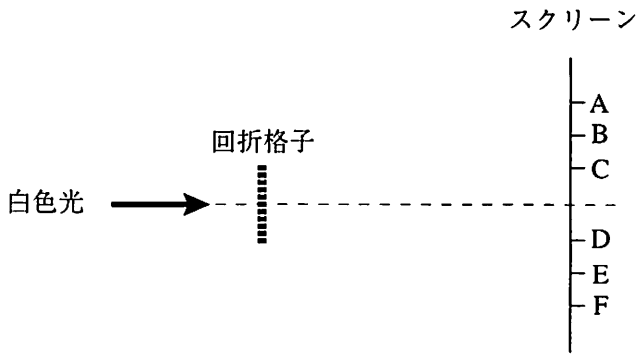
問2 f は気温 t とともにどのように変化するか。また、 λ は気温 t とともにどのように変化するか。変化のようすを表すグラフは次の(a)～(c)のどれか。最も適当な組み合わせを、下の①～⑥の中から一つ選びなさい。

12



	f と t との関係	λ と t との関係
①	(a)	(b)
②	(a)	(c)
③	(b)	(a)
④	(b)	(c)
⑤	(c)	(a)
⑥	(c)	(b)

C 次の図のように、回折格子の面に垂直に白色光を当てたところ、回折格子から離れたスクリーン上の中心付近の位置 A～C の部分および位置 D～F の部分に、連続的に変化する色の帯が観測された。



問3 位置 A～F で観測される色の組み合わせとして、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。

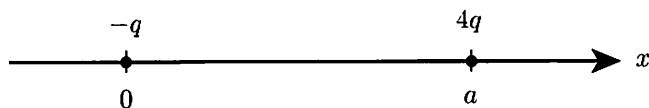
13

	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧
A	赤	赤	緑	青	赤	赤	緑	青
B	青	緑	青	緑	青	緑	青	緑
C	緑	青	赤	赤	緑	青	赤	赤
D	赤	赤	緑	青	緑	青	赤	赤
E	青	緑	青	緑	青	緑	青	緑
F	緑	青	赤	赤	赤	赤	緑	青

IV

次の問い A (問 1), B (問 2), C (問 3), D (問 4), E (問 5), F (問 6) に答えなさい。

A 次の図のように, x 軸上の原点 ($x = 0$) に電気量 $-q$ ($q > 0$) の点電荷を, $x = a$ に電気量 $4q$ の点電荷を置いた。無限遠での電位を 0 とする。



問 1 x 軸上の $0 < x < a$ の範囲で, 電位が 0 になる点の x 座標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。

14

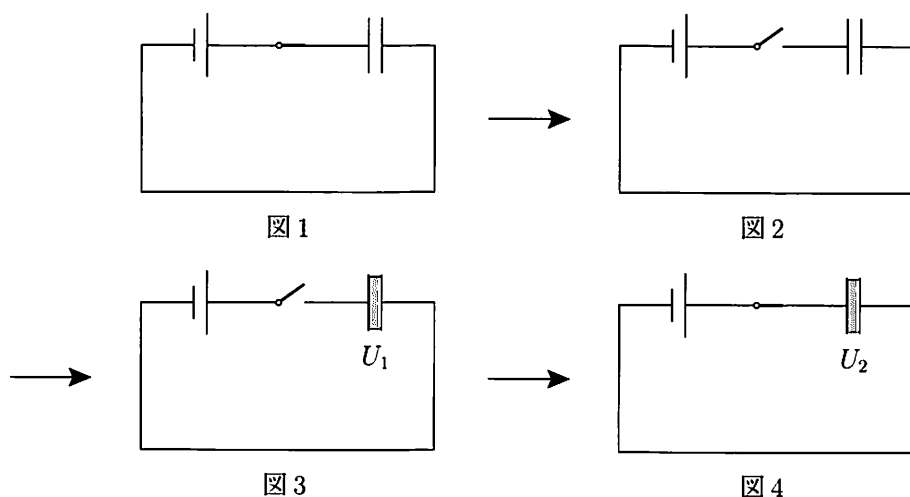
① $\frac{1}{5}a$

② $\frac{1}{3}a$

③ $\frac{2}{3}a$

④ $\frac{4}{5}a$

B 図1のように、電池とスイッチおよび真空中に置かれた平行板コンデンサーからなる回路がある。最初、スイッチを閉じ（図1）、じゅうぶん時間がたってからスイッチを開いた（図2）。この状態で、コンデンサーの極板の間を誘電率 ε の誘電体で満たしたところ、コンデンサーに蓄えられた静電エネルギーは U_1 となった（図3）。その後、極板間を誘電体で満たしたまま再びスイッチを閉じ、じゅうぶん時間がたった後、コンデンサーに蓄えられた静電エネルギーは U_2 となった（図4）。真空の誘電率を ε_0 とする。



問2 $\frac{U_1}{U_2}$ はどのように表されるか。最も適当なものを、次の①～⑤の中から一つ選びなさい。

15

① 1

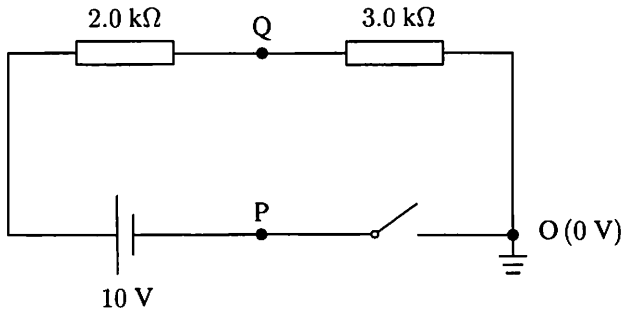
② $\frac{\varepsilon_0}{\varepsilon}$

③ $\frac{\varepsilon}{\varepsilon_0}$

④ $\left(\frac{\varepsilon_0}{\varepsilon}\right)^2$

⑤ $\left(\frac{\varepsilon}{\varepsilon_0}\right)^2$

- C** 次の図のように、スイッチ、起電力 10 V の電池、抵抗値 $2.0\text{ k}\Omega$ 、 $3.0\text{ k}\Omega$ の2つの抵抗を接続した。図中の点Oを電位の基準点とする。電池の内部抵抗は無視できるものとする。

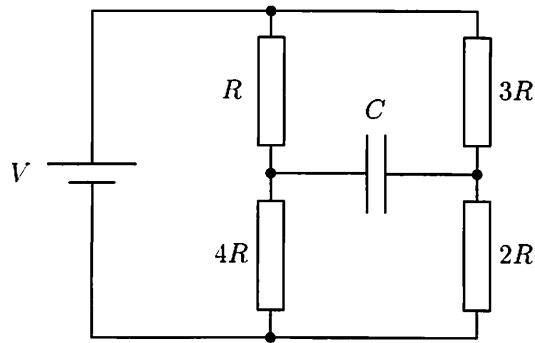


- 問3** スイッチを開いた状態での点Pの電位 V_P と、スイッチを閉じた状態での点Qの電位 V_Q の値はそれぞれいくらか。最も適当な値の組み合わせを、次の①～⑥の中から一つ選びなさい。

16

	V_P	V_Q
①	0 V	4.0 V
②	0 V	5.0 V
③	0 V	6.0 V
④	-10 V	4.0 V
⑤	-10 V	5.0 V
⑥	-10 V	6.0 V

- D** 次の図のように、起電力 V の電池、抵抗値 R , $2R$, $3R$, $4R$ の4つの抵抗、電気容量 C のコンデンサーを接続した。電池の内部抵抗は無視できるものとする。



- 問4 じゅうぶん時間がたった後、コンデンサーに蓄えられた電荷はどのように表されるか。最も適当なものを、次の①～⑥の中から一つ選びなさい。

17

- | | | |
|-------------------|-------------------|-------------------|
| ① 0 | ② $\frac{1}{5}CV$ | ③ $\frac{2}{5}CV$ |
| ④ $\frac{3}{5}CV$ | ⑤ $\frac{4}{5}CV$ | ⑥ CV |

E 図1のように、方位磁針の真上で方位磁針からの距離が d の位置を通るように、長い直線導線が水平に張られている。導線に電流を流さない状態で、導線の方向と方位磁針の示す向きは平行であった。導線に電流を流したところ、方位磁針のN極が東へ 60° 振れて静止した。次に、図2のように、電流を保ったまま、導線を鉛直上方に移動させ方位磁針との距離を D にしたところ、方位磁針のN極が東へ 45° 振れて静止した。

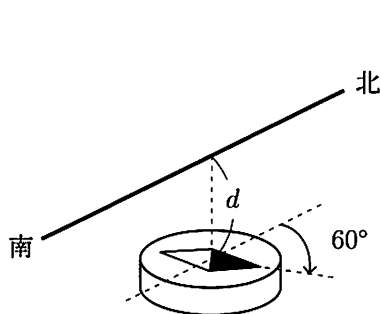


図1

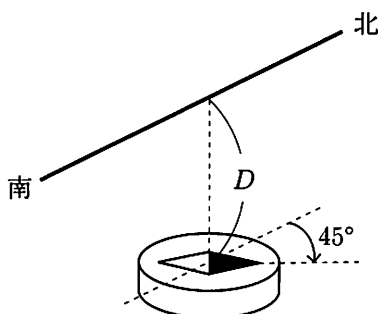


図2

問5 $\frac{D}{d}$ 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。 18

① $\frac{2\sqrt{3}}{3}$

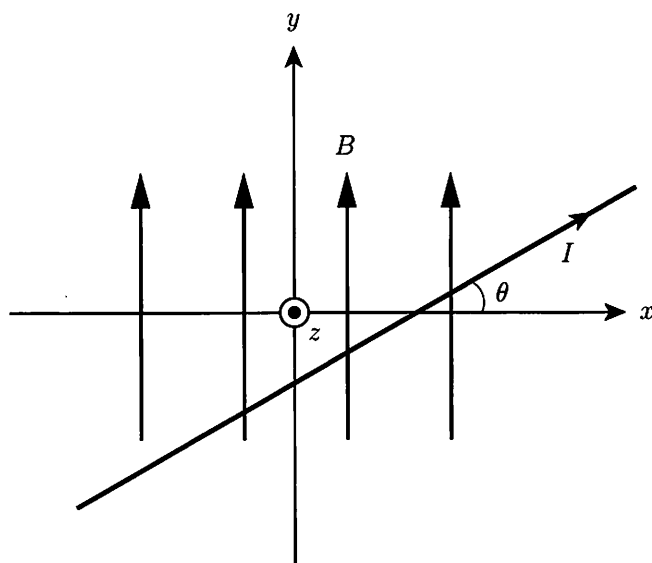
② $\frac{\sqrt{6}}{2}$

③ $\sqrt{2}$

④ $\sqrt{3}$

⑤ $\sqrt{6}$

F 磁束密度の大きさ B の一様な磁場が加わった領域内で、長い直線導線に大きさ I の電流を流す。次の図のように、導線を含み磁場に平行な平面内で、磁場の向きが y 軸の正の向きとなるように x 軸と y 軸をとる。 z 軸の正の向きは、紙面に垂直で紙面の裏から表に向かう向きである。電流の向きと x 軸の正の向きとのなす角は θ ($0 < \theta < \frac{\pi}{2}$) である。



問6 導線の長さ ℓ の部分を流れる電流が磁場から受ける力の大きさと向きはどうなるか。
正しい組み合わせを、次の①～⑥の中から一つ選びなさい。

19

	大きさ	向き
①	$IB\ell$	z 軸の正の向き
②	$IB\ell$	z 軸の負の向き
③	$IB\ell \sin \theta$	z 軸の正の向き
④	$IB\ell \sin \theta$	z 軸の負の向き
⑤	$IB\ell \cos \theta$	z 軸の正の向き
⑥	$IB\ell \cos \theta$	z 軸の負の向き

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 , $1.0 \times 10^5 \text{ Pa}$ (= 1.0 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 F : 19 S : 32

Cl : 35 Br : 80

問1 原子 (atom) およびイオンの電子配置 (electron configuration) と構造に関する次の記述①～⑥のうち、下線部が正しくないものを一つ選びなさい。

1

- ① Al^{3+} と Cl^- の電子配置は、同じである。
- ② ^{12}C と ^{13}C の電子配置は、同じである。
- ③ F の価電子 (valence electron) の数は、7 である。
- ④ K の最外殻 (outermost shell) は、N 殻 (N shell) である。
- ⑤ ^{23}Na の中性子 (neutron) の数は、 ^{24}Mg の中性子の数と同じである。
- ⑥ S の陽子 (proton) の数は、16 である。

問2 次の化合物(a)～(e)のうち、原子 (atom) が単結合 (single bond) だけでつなが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①～⑧の中から一つ選びなさい。

2

- (a) 酢酸 (acetic acid)
- (b) アンモニア (ammonia)
- (c) 二酸化炭素 (carbon dioxide)
- (d) エチレン (エテン) (ethylene (ethene))
- (e) メタノール (methanol)

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

問3 次の分子(a)～(d)のうち、分子を構成するすべての原子 (atom) が一つの平面 (plane) 内にあるものが二つある。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。

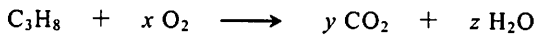
3

(a) CH_4 (b) C_2H_4 (c) C_2H_6 (d) C_6H_6

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

問4 次の化学反応式 (reaction formula) における係数 (coefficient) x の値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



① 1 ② 2 ③ 3 ④ 4 ⑤ 5 ⑥ 6

問5 0℃, 1 atm での気体 H_2 , CH_4 , O_2 の密度 (density) の比 (ratio) として正しいものを、次の①～⑤の中から一つ選びなさい。

5

① 1 : 1 : 1 ② 1 : 2 : 4 ③ 1 : 4 : 8
④ 1 : 8 : 16 ⑤ 1 : 16 : 16

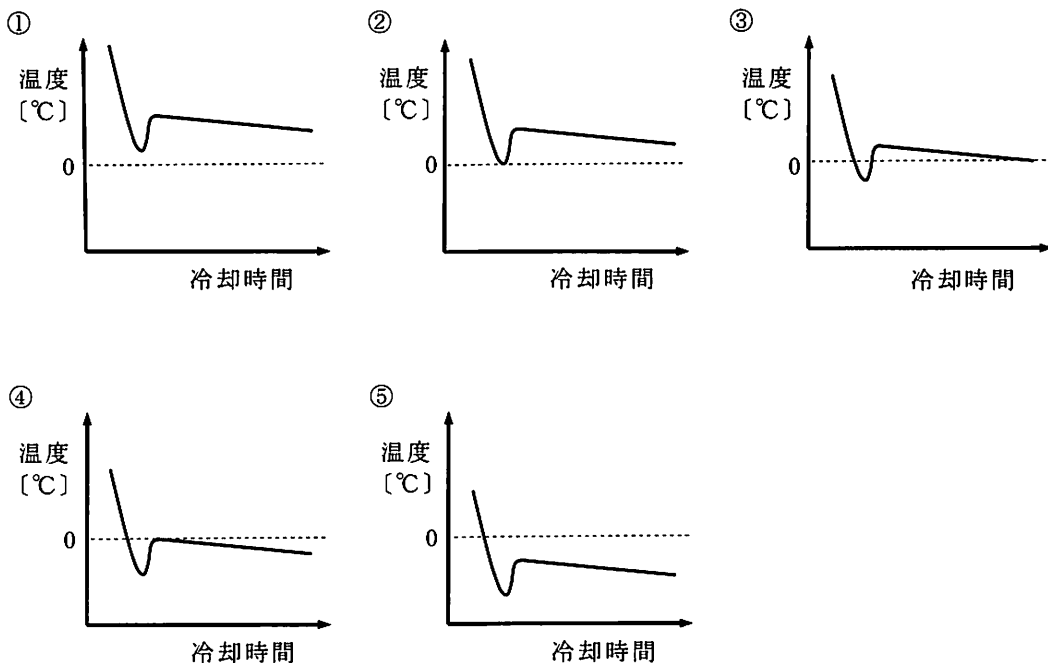
問 6 300 K, 1.0 atm で 3.0 L を占めるアルゴン (argon) の温度を 360 K に上げ, 体積を 7.2 L に増やした。このとき, 圧力は何 atm になるか。最も近い値を, 次の①～⑥の中から一つ選びなさい。

6 atm

- ① 0.30 ② 0.50 ③ 1.0 ④ 2.0 ⑤ 2.4 ⑥ 3.0

問 7 濃度 0.1 mol/kg のグルコース (glucose) の水溶液を冷却した。冷却時間 (cooling time) と水溶液の温度の関係を表したグラフ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。

7



問 8 化学反応 (chemical reaction) に関する記述として誤っているものを、次の①～⑤の中から一つ選びなさい。

8

- ① 温度を変えると、反応速度 (rate of reaction) が変化する。
- ② 気体どうしの反応では、それぞれの分圧 (partial pressure) を変えると、反応速度が変化する。
- ③ 触媒 (catalyst) の量を変えても、反応速度は変化しない。
- ④ 触媒の量を変えても、反応の平衡定数 (equilibrium constant) は変化しない。
- ⑤ 触媒の量を変えても、反応熱 (heat of reaction) は変化しない。

問 9 ある濃度の硫酸 (sulfuric acid) 10 mL を中和 (neutralization) するのに、0.20 mol/L の水酸化ナトリウム水溶液 NaOH aq 40 mL を要した。硫酸の濃度 [mol/L] として最も近い値を、次の①～⑤の中から一つ選びなさい。

9 mol/L

- ① 0.10 ② 0.20 ③ 0.40 ④ 0.80 ⑤ 1.0

問 10 白金電極 (platinum electrode) を用いて、塩化ナトリウム水溶液 NaCl aq の電気分解 (electrolysis) を行った。2.00 A の電流 (electric current) を一定時間流したところ、陰極 (cathode) で水素 H_2 が標準状態で 224 mL 発生した。電気分解に要した時間は何秒か。最も近い値を、次の①～⑥の中から一つ選びなさい。

10 秒

- ① 4.83×10 ② 9.65×10 ③ 4.83×10^2
④ 9.65×10^2 ⑤ 4.83×10^3 ⑥ 9.65×10^3

問 11 ある無色の水溶液の溶質 (solute) が何であるかを調べるため実験を行い、次の結果(a)~(c)を得た。この水溶液の溶質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。

11

- (a) 白金線 (platinum wire) につけて炎の中に入れると、炎は黄色を示した。
(b) 塩化カルシウム水溶液 $\text{CaCl}_2 \text{ aq}$ を加えると、白色の沈殿 (precipitate) が生じた。
(c) 白金電極 (platinum electrode) を用いて電気分解 (electrolysis) すると、陰極 (cathode) から水素 H_2 、陽極 (anode) から酸素 O_2 がそれぞれ発生した。

- ① AgNO_3 ② HCl ③ H_2SO_4 ④ NaCl ⑤ Na_2SO_4

問 12 硝酸銀水溶液 $\text{AgNO}_3 \text{ aq}$ の反応に関する記述として誤っているものを、次の①~⑤の中から一つ選びなさい。

12

- ① 塩化カリウム水溶液 KCl aq を加えると、白色の沈殿 (precipitate) が生じる。
② 銅板 (copper plate) を入れると、表面に銀 Ag が生じる。
③ 硫化水素 H_2S を通じると、黒色の沈殿が生じる。
④ 水酸化ナトリウム水溶液 NaOH aq を加えると、白色の沈殿が生じる。
⑤ アンモニア水 $\text{NH}_3 \text{ aq}$ を過剰 (excess) に加えると、一度生じた沈殿が溶ける。

問13 次の水溶液①～⑤のいくつかは、アンモニア水 $\text{NH}_3 \text{ aq}$ を加えると沈殿が生じる。

そのうち、過剰に (in excess) アンモニア水 $\text{NH}_3 \text{ aq}$ を加えても沈殿 (precipitate) が溶けずに残っているものはどれか。次の①～⑤の中から一つ選びなさい。

13

- ① ミョウバン水溶液 $\text{AlK}(\text{SO}_4)_2 \text{ aq}$
- ② 塩化カルシウム水溶液 $\text{CaCl}_2 \text{ aq}$
- ③ 硫酸銅(Ⅱ)水溶液 $\text{CuSO}_4 \text{ aq}$
- ④ 塩化ナトリウム水溶液 NaCl aq
- ⑤ 塩化亜鉛水溶液 $\text{ZnCl}_2 \text{ aq}$

問14 0.10 mol/L の硝酸銀水溶液 $\text{AgNO}_3 \text{ aq}$ 10 mL と 0.20 mol/L の塩化亜鉛水溶液 $\text{ZnCl}_2 \text{ aq}$ 10 mL を混合したところ、水溶液中に白色の沈殿 (precipitate) が生じた。この水溶液中の塩化物イオン Cl^- の濃度 [mol/L] として最も近い値を、次の①～⑤の中から一つ選びなさい。

14 mol/L

- ① 0.10 ② 0.15 ③ 0.20 ④ 0.25 ⑤ 0.30

問 15 各種気体の生成方法に関する次の記述(a)～(f)のうち、酸化還元反応 (oxidation-reduction reaction) が起こるものが二つある。それらの組み合わせとして正しいものを、下の①～⑧の中から一つ選びなさい。

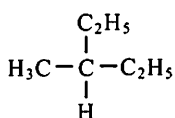
15

- (a) 塩化アンモニウム NH_4Cl と水酸化カルシウム $\text{Ca}(\text{OH})_2$ を混合して加熱する。
 (b) 硫化鉄(Ⅱ) FeS に希硫酸 $\text{dil. H}_2\text{SO}_4$ を加える。
 (c) 酸化マンガン(Ⅳ) MnO_2 に濃塩酸 conc. HCl を加えて加熱する。
 (d) 塩化ナトリウム NaCl に濃硫酸 $\text{conc. H}_2\text{SO}_4$ を加える。
 (e) 希硝酸 dil. HNO_3 に銅 Cu を加える。
 (f) 炭酸水素ナトリウム NaHCO_3 に酢酸 CH_3COOH を加える。

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

問 16 次の構造式 (structural formula) で表される炭化水素 (hydrocarbon) の名称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。

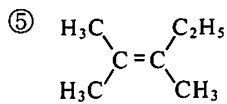
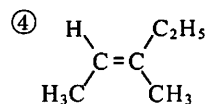
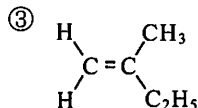
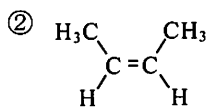
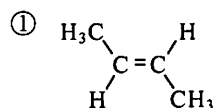
16



- ① 1,1-ジエチルエタン (1,1-diethylethane)
 ② ジエチルメチルメタン (diethylmethylmethane)
 ③ 2-エチルブタン (2-ethylbutane)
 ④ 3-メチルペンタン (3-methylpentane)
 ⑤ 1-エチル-1-メチルプロパン (1-ethyl-1-methylpropane)

問 17 触媒 (catalyst) 存在下で水素 H_2 を付加 (addition) させたとき、不斉炭素原子 (asymmetric carbon atom) をもつ化合物を生じるものを、次の①～⑤の中から一つ選びなさい。

17



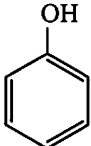
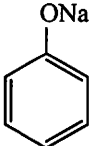
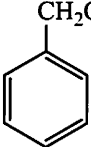
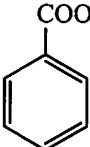

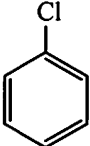

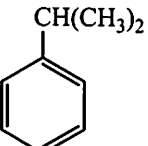
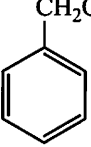
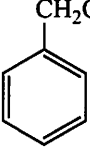
問 18 ある量のエチレン (エテン) (ethylene (ethene)) に臭素 Br_2 が完全に付加 (addition) したときに得られた生成物 (product) は、同量のエチレンに塩素 Cl_2 が完全に付加したときに得られた生成物より 45 g 重かった。反応に使用したエチレンは何 mol か。最も近い値を、次の①～⑥の中から一つ選びなさい。

18 mol

- ① 0.10 ② 0.30 ③ 0.50 ④ 0.60 ⑤ 0.80 ⑥ 1.0

問 19 次表の **A** 欄に示す有機化合物 (organic compound) を **B** 欄に示す操作で反応させたとき、主に生成する有機化合物が **C** 欄に示してある。**C** 欄の有機化合物が正しいものを、次の①～⑤の中から一つ選びなさい。

19

	A	B	C
①		炭酸水素ナトリウム水溶液 NaHCO_3 aq を加える	
②		過マンガン酸カリウム水溶液 KMnO_4 aq を加える	
③		塩素 Cl_2 を加えて、紫外線 (UV) を当てる	
④		アセトン CH_3COCH_3 を加える	
⑤		水酸化ナトリウム水溶液 NaOH aq を加える	

問 20 カルボキシ基 (carboxy group) を一つもつ不飽和カルボン酸 (unsaturated carboxylic acid) 1.0 mol を完全燃焼 (complete combustion) させると、18 mol の二酸化炭素 CO_2 と 16 mol の水 H_2O が生じた。この不飽和カルボン酸 1.0 mol を飽和カルボン酸 (saturated carboxylic acid) にするために必要な水素 H_2 は何 mol か。最も近い値を、次の①～⑤の中から一つ選びなさい。

20 mol

- ① 1.0 ② 2.0 ③ 3.0 ④ 4.0 ⑤ 5.0

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。

＜解答用紙記入例＞

解答科目 Subject		
物 理 Physics	化 学 Chemistry	生 物 Biology
○	○	●

「生物」を解答する場合は、右のように、解答用紙にある「解答科目」の「生物」を○で囲み、その下のマーク欄をマークしてください。

科目が正しくマークされていないと、採点されません。

問1 ヒトのホルモン (hormone) について述べた文 a～d のうち、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

- a 内分泌腺 (endocrine gland) でつくられたホルモンは、排出管 (duct) を通って標的器官 (target organ) に到達する。
- b 標的細胞には、特定のホルモンと結合する受容体 (receptor) がある。
- c 間脳 (interbrain) の視床下部 (hypothalamus) には、ニューロン (neuron) の1種でホルモンを分泌 (secretion) する細胞がある。
- d 1種類のホルモンが、複数の標的器官に働くことはない。

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

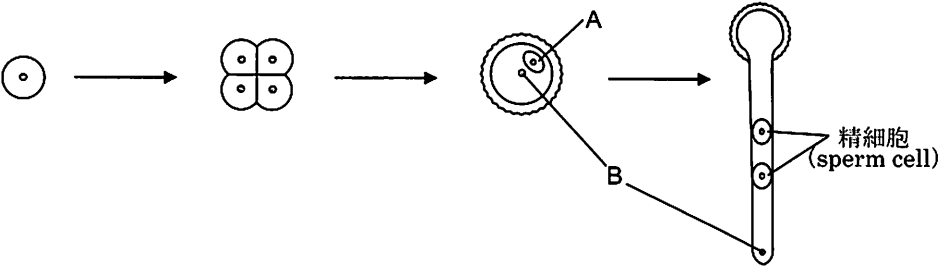
問2 次の文 a～e は、動物の体細胞分裂 (somatic cell division) のいろいろな時期の様子を述べている。体細胞分裂の進行順に並べるとどのようになるか。下の①～⑧の中から正しいものを一つ選びなさい。

2

- a 染色体 (chromosome) は糸状になり、核膜 (nuclear membrane) や核小体 (nucleolus) が現れる。
- b 各染色体は縦に裂けるように二つに分かれ、それぞれ紡錘系 (spindle fiber) に引かれるようにして両極に移動する。
- c 染色体が赤道面 (equatorial plane) に並ぶ。
- d 染色体が太く短くなり、核膜と核小体が消える。中心体 (centrosome) から伸びた紡錘糸が動原体 (kinetochore) に結合する。
- e 赤道面で外側からくびれて、細胞質分裂 (cytokinesis) が完了する。

- ① a → b → c → d → e
- ② a → b → c → e → d
- ③ a → c → b → d → e
- ④ a → c → b → e → d
- ⑤ d → b → c → a → e
- ⑥ d → c → a → b → e
- ⑦ d → c → b → a → e
- ⑧ d → c → b → e → a

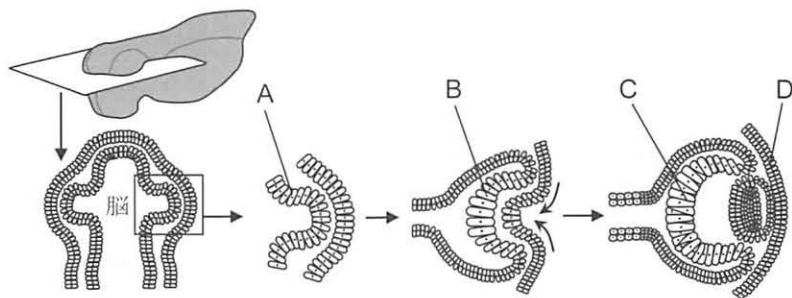
問3 次の図は、被子植物（angiosperm）の花粉（pollen）の形成とその変化について示したものである。図の A、B の名称の正しい組み合わせを下の①～⑥の中から一つ選びなさい。 3



	A	B
①	精原細胞	花粉管核
②	精原細胞	精母細胞
③	精原細胞	花粉母細胞
④	雄原細胞	花粉管核
⑤	雄原細胞	精母細胞
⑥	雄原細胞	花粉母細胞

精原細胞 (spermatogonium),
花粉管核 (pollen tube nucleus),
精母細胞 (spermatocyte),
花粉母細胞 (pollen-mother cell),
雄原細胞 (generative cell)

問4 次の図は、イモリ (newt) の尾芽胚 (tail-bud stage) 頭部の切断面と目の発生 (development) 過程を示したものである。これに関する下の問い(1), (2)に答えなさい。



(1) 図の A の構造を除去して発生させた場合、目の形成にはどのような影響を与えるか。最も適当なものを次の①～⑥の中から一つ選びなさい。

4

- ① 正常な目ができる。
- ② 角膜 (cornea) のない目ができる。
- ③ 水晶体 (crystalline lens) のない目ができる。
- ④ 角膜と水晶体のない目ができる。
- ⑤ 網膜 (retina) のない目ができる。
- ⑥ 目の形成はみられない。

(2) 図の B, C, D の名称の組み合わせとして正しいものはどれか。最も適当なものを次の①～⑥の中から一つ選びなさい。

5

	B	C	D
①	網膜	眼胞	水晶体
②	眼胞	眼杯	角膜
③	眼杯	網膜	角膜
④	網膜	水晶体	角膜
⑤	眼胞	網膜	水晶体
⑥	眼杯	眼胞	水晶体

眼胞 (optic vesicle), 眼杯 (optic cup)

問5 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①～⑧の中から一つ選ばない。

6

あるほ乳類 (mammal) は尾のある型と尾のない型があり、これらの形質 (character) は 1 対の対立遺伝子 (allele) によって支配されている。尾のある型どうしを交配 (cross) するとその子は常に尾のある型のみが生まれる。一方、尾のない型は純系 (pure line) ではないことが知られており、尾のない型どうしを交配すると、その子には尾のある型と尾のない型の個体がほぼ 1 : 2 の割合で生じる。このことから尾のない型の形質は **A** 形質であり、尾のない型の遺伝子は、**B** で存在するとき **C** として働くことがわかる。

	A	B	C
①	優性	ホモ接合体	抑制遺伝子
②	優性	ヘテロ接合体	抑制遺伝子
③	劣性	ホモ接合体	抑制遺伝子
④	劣性	ヘテロ接合体	抑制遺伝子
⑤	優性	ホモ接合体	致死遺伝子
⑥	優性	ヘテロ接合体	致死遺伝子
⑦	劣性	ホモ接合体	致死遺伝子
⑧	劣性	ヘテロ接合体	致死遺伝子

優性 (dominant), ホモ接合体 (homozygote),
抑制遺伝子 (suppressor gene), 劣性 (recessive),
ヘテロ接合体 (heterozygote), 致死遺伝子 (lethal gene)

問 6 四つのニューロン（neuron）が図 1 のような回路を形成していると仮定する。矢印の部分に刺激を加え、A～E の部分に電極を挿入して時間と共に電位を測定した場合に予想される結果を図 2 に示した。興奮（excitation）の伝達（transmission）と伝導（conduction）の性質から、図 2 のⅠ～Ⅳの測定結果は図 1 の A～E のどこで測定したものか。その組み合わせとして最も適当なものを下の①～⑦の中から一つ選びなさい。なお、Ⅲでは、活動電位（action potential）は観察されなかった。

7

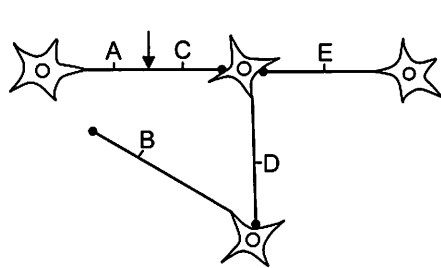


図 1

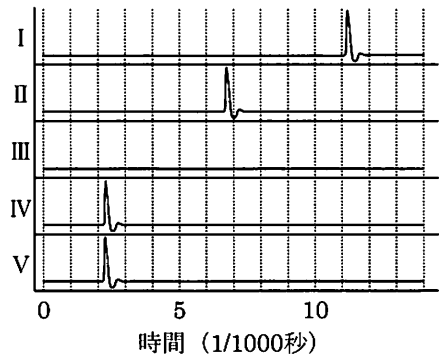
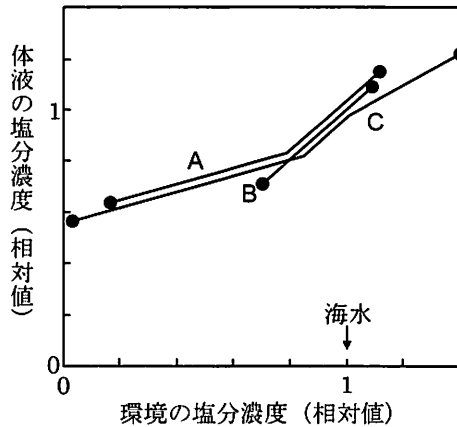


図 2

	I	II	III	IV
①	B	A	D	C
②	B	D	E	A
③	B	E	D	A
④	C	A	B	E
⑤	D	B	E	A
⑥	D	E	B	C
⑦	D	E	A	C

問7 次の図は、3種類の水生生物（aquatic organism）A～Cについて、塩分濃度の異なる環境に移したときに、体液（body fluid）の塩分濃度変化を調べた結果である。●印はそれ以下または、それ以上の塩分濃度では長時間生存できないことを表している。この図に関する文として誤っているものを下の①～④の中から一つ選びなさい。

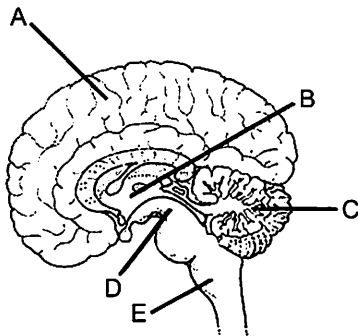
8



- ① 生物Aは河口付近の淡水と海水が混ざり合う環境で生息している。
- ② 生物Bは浸透圧（osmotic pressure）調節能力が最も劣っている。
- ③ 生物Bは淡水産の生物である。
- ④ 生物Cは淡水と海水を往来している生物である。

問 8 次の図は、ヒトの脳の断面を示している。図中の A～E から、下の文 X と Y の中枢 (center) がある部分を選んだ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。

9



- X 自律神経系 (autonomic nervous system) を調節する中枢
- Y 眼球運動 (eye movement), 瞳孔 (pupil) の大きさを調節する中枢

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

問9 免疫 (immunity) に関して述べた次の文 a～e のうち、T 細胞について述べたものをすべて選び、その組み合わせとして正しいものを下の①～⑦の中から一つ選びなさい。

10

- a 食作用 (phagocytosis) を示す大型の細胞である。
- b 抗体 (antibody) をつくる細胞である。
- c リンパ球 (lymphocyte) の1種の細胞である。
- d 刺激物質を分泌 (secretion) し、抗体をつくる細胞を活性化 (activation) する。
- e 骨髄 (bone marrow) でつくられ、^{きょうせん}胸腺 (thymus) で成熟した細胞である。

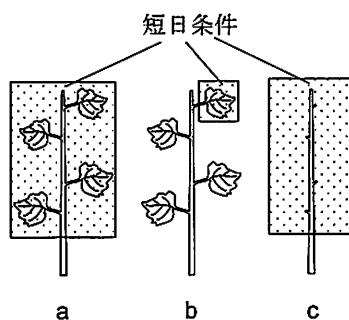
- | | | | | |
|-----------|--------|--------|-----------|--------|
| ① a, b, c | ② a, e | ③ b, c | ④ b, c, e | ⑤ c, d |
| ⑥ c, d, e | ⑦ d, e | | | |

問 10 花芽形成 (flower bud formation) に関する光周性 (photoperiodism) について, 短日植物 (short-day plant) であるオナモミ (common cocklebur) を使って次のような実験 1, 2 を行った。下の図は実験の様子を表したものである。実験 1 で花芽形成がみられる処理は a~c のうちどれか。実験 2 で枝 Y に花芽形成がみられる処理は d~f のうちどれか。これらの処理の組み合わせとして正しいものを, 次ページの①~⑧の中から一つ選びなさい。ただし, 短日条件に置いた部分以外は, 長日条件に置いた。

11

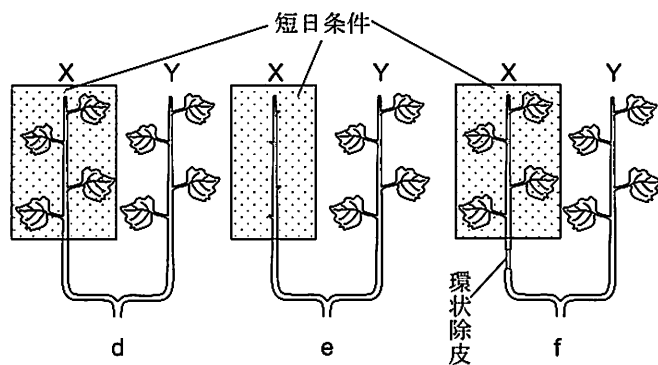
実験 1 : 枝分かれしていない個体を用いて, 次のような処理 a~c を行った。

- a 植物体全体を短日条件にした。
- b 1 枚の葉だけ短日条件にした。
- c 葉をすべて除去し, 短日条件にした。



実験 2：大きく二つに枝分かれしている個体を用いて、次のような処理 d～f を行った。

- d 枝 X 全体を短日条件にした。
- e 枝 X の葉をすべて除去して短日条件にした。
- f 枝 X のつけ根部分を環状除皮（girdling）して短日条件にした。



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

問 11 次の文は、酵素（enzyme）がかかわる反応について述べたものである。文中の下線部 a の反応名と b の物質名の組み合わせとして正しいものを、下の①～⑨の中から一つ選びなさい。

12

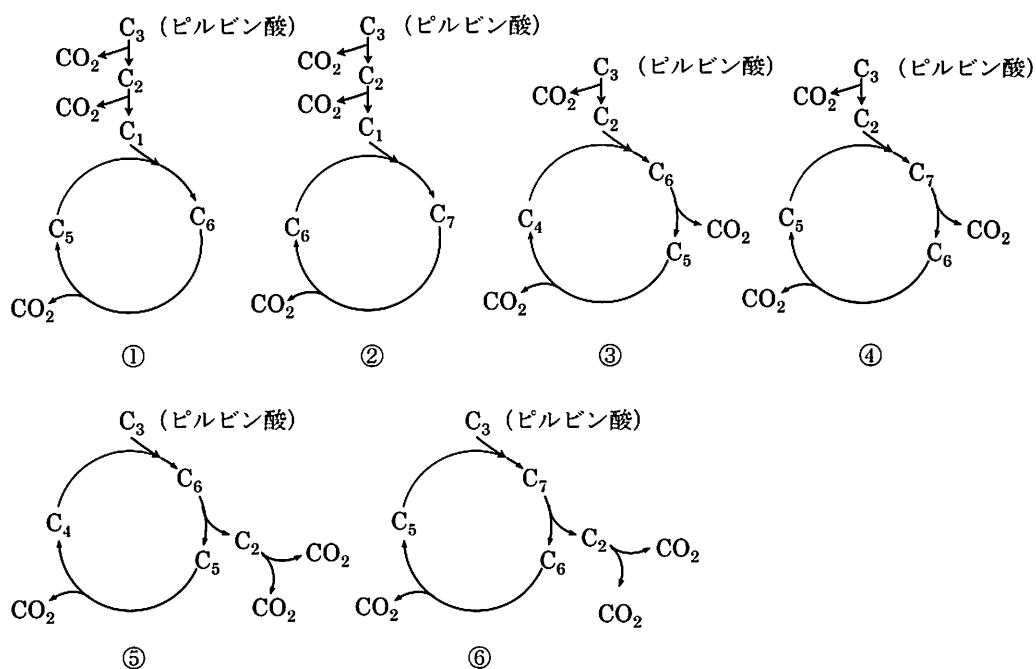
酵素がかかわる反応にはさまざまなものがある。有機物（organic compound）を分解してエネルギーを得る反応や、a 二酸化炭素を同化（assimilation）して糖（sugar）を合成する反応、過酸化水素水（hydrogen peroxide solution）にブタ（pig）の肝臓（liver）片を入れると b 気体が発生する反応も酵素が関係している。

	a	b
①	光化学系Ⅰ	酸素
②	光化学系Ⅰ	水素
③	光化学系Ⅰ	二酸化炭素
④	光化学系Ⅱ	酸素
⑤	光化学系Ⅱ	水素
⑥	光化学系Ⅱ	二酸化炭素
⑦	カルビン・ベンソン回路	酸素
⑧	カルビン・ベンソン回路	水素
⑨	カルビン・ベンソン回路	二酸化炭素

光化学系Ⅰ（photosystemⅠ）、光化学系Ⅱ（photosystemⅡ）、
カルビン・ベンソン回路（Calvin-Benson cycle）

問12 好気呼吸 (aerobic respiration) の過程は、解糖系 (glycolysis)、クエン酸回路 (citric acid cycle)、電子伝達系 (electron transport system) に分けて考えることができる。クエン酸回路の反応を示している模式図として、最も適当なものを次の①～⑥の中から一つ選びなさい。ただし、図中の C は炭素原子を示し、その数字は 1 分子中の炭素原子の数を示している。また、途中の反応過程のいくつかは省略されている。

13



ピルビン酸 (pyruvic acid)

問 13 ある種の細菌は大気中の N_2 を取り入れ、これを NH_4^+ に変えることができる。この働きの名称と、この働きができる細菌の組み合わせとして、正しいものを次の①～⑥の中から一つ選びなさい。

14

	働きの名称	細菌
①	窒素固定	亜硝酸菌
②	窒素固定	硝酸菌
③	窒素固定	根粒菌
④	窒素同化	亜硝酸菌
⑤	窒素同化	硝酸菌
⑥	窒素同化	根粒菌

窒素固定 (nitrogen fixation),
亜硝酸菌 (nitrite bacteria),
硝酸菌 (nitrate bacteria),
根粒菌 (root nodule bacteria),
窒素同化 (nitrogen assimilation)

問 14 DNA や RNA の構造や特徴に関して述べた次の文 a～c について、正しいものを○、誤っているものを×としたとき、最も適当な組み合わせを下の①～⑧の中から一つ選びなさい。

15

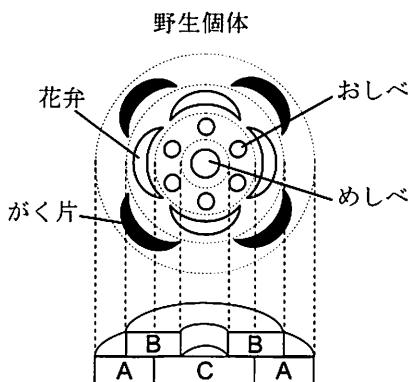
- a DNA と RNA を構成するヌクレオチド (nucleotide) は、糖 (sugar) とリン酸 (phosphate) と塩基 (base) からなり、DNA と RNA ではリン酸と塩基は同じである。
- b DNA の複製では相補的 (complementary) な塩基対 (base pair) が形成されるが、転写 (transcription) のときは DNA から写しとられる塩基配列 (base sequence) は相補的ではない。
- c 真核生物 (eukaryote) の DNA には、転写されても翻訳 (translation) されない部分がある。

	a	b	c
①	○	○	○
②	○	○	×
③	○	×	○
④	○	×	×
⑤	×	○	○
⑥	×	○	×
⑦	×	×	○
⑧	×	×	×

問 15 シロイヌナズナ (*Arabidopsis thaliana*) の花の形成は、3 種類の調節遺伝子 (regulatory gene) A, B, C の働きによって調節されている。野生個体 (wild type) は外側から順にがく片 (sepal), 花弁 (petal), おしべ (stamen), めしべ (pistil) が配列しており、その調節遺伝子 A~C は花の原基 (primordium) 内でそれぞれ働く領域が決まっており、その組み合わせによって何が形成されるかが決まる。次の図で示しているように、A のみが働くとはがく片が形成される。A と B が働くと花弁が形成される。B と C が働くとおしべが形成される。C のみが働くとめしべが形成される。

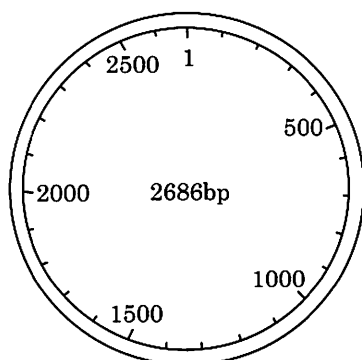
シロイヌナズナにはがく片とめしべしかない突然変異体 (mutant) がある。この突然変異体は、A~C の遺伝子のうちどの遺伝子の働きが失われたと考えられるか。最も適当なものを下の①~⑦の中から一つ選ばない。

16



- ① 遺伝子 A
- ② 遺伝子 B
- ③ 遺伝子 C
- ④ 遺伝子 A と B
- ⑤ 遺伝子 A と C
- ⑥ 遺伝子 B と C
- ⑦ 遺伝子 A と B と C

問 16 次の図は、2686 塩基対 (base pair, bp) あるプラスミド (plasmid) を示している。

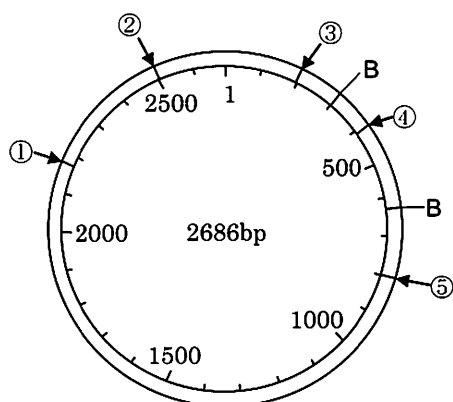


このプラスミドを 2 種類の制限酵素 (restriction enzyme) A, B を用いて切断したとき、次の表のような直鎖状の DNA 断片が得られた。

制限酵素名	断片の長さ (bp)
A	2686
B	322, 2364
A+B	322, 815, 1549

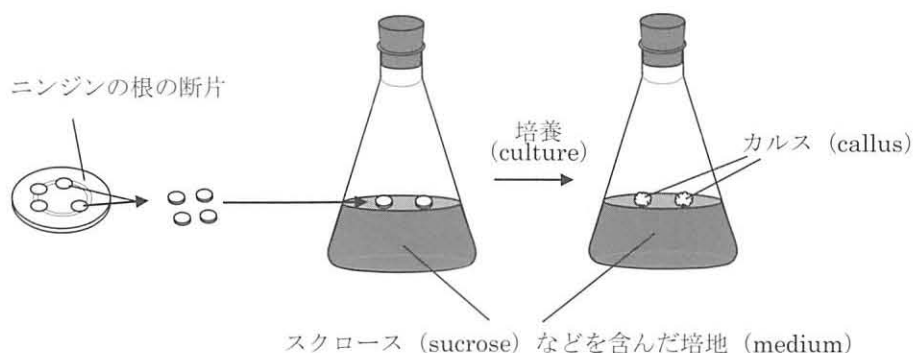
制限酵素 B がこのプラスミドを切断した場所は、次の図の B で示した位置であった。制限酵素 A がこのプラスミドを切断した場所はどこか。図中の①～⑤の中から一つ選びなさい。

17



問 17 次の図は、ニンジン(carrot)の根の断片から植物体の再生を試みる実験過程の一部を示している。この実験を参考にして下の文①～④の中から、誤っているものを一つ選びなさい。

18



- ① この実験は、バイオテクノロジー(biotechnology)の基礎技術の一つである組織培養(tissue culture technique)の例である。
- ② カルスは、分化(differentiation)した細胞の不定形の塊である。
- ③ カルスとよばれる細胞集団のそれぞれの細胞は、すべて同じ遺伝情報(genetic information)をもつ。
- ④ 植物ホルモン(plant hormone)の濃度などの培養の条件を変えることによって、カルスから最終的には完全な植物体を再生できることは、植物細胞には全能性(totipotency)があることを示している。

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	4
	問 2	2	4
	問 3	3	1
	問 4	4	3
	問 5	5	2
	問 6	6	2
	問 7	7	1
II	問 1	8	3
	問 2	9	2
	問 3	10	7
III	問 1	11	2
	問 2	12	3
	問 3	13	6
IV	問 1	14	1
	問 2	15	4
	問 3	16	6
	問 4	17	3
	問 5	18	4
	問 6	19	5

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

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