

平成24年度（2012年度）日本留学試験

理 科

(80分)

【物理・化学・生物】

※ 3科目の中から、2科目を選んで解答してください。

※ 1科目を解答用紙の表面に解答し、もう1科目を裏面に解答してください。

I 試験全体に関する注意

1. 係員の許可なしに、部屋の外に出ることはできません。
2. この問題冊子を持ち帰ることはできません。

II 問題冊子に関する注意

1. 試験開始の合図があるまで、この問題冊子の中を見ないでください。
2. 試験開始の合図があったら、下の欄に、受験番号と名前を、受験票と同じように記入してください。
3. 各科目の問題は、以下のページにあります。

科目	ページ
物理	1 ~ 20
化学	21 ~ 30
生物	31 ~ 45

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。

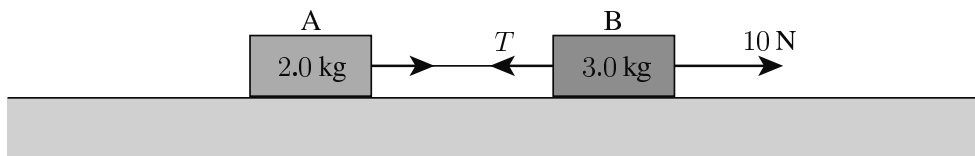
< 解答用紙記入例 >

解答科目 Subject		
物理 Physics	化学 Chemistry	生物 Biology
●	○	○

理科-2

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。

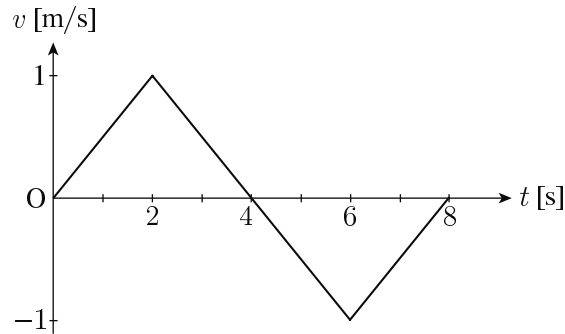
A 次の図のように, 質量 2.0 kg の物体 **A** と質量 3.0 kg の物体 **B** を軽く伸びない糸でつなぎ, なめらかな水平面上に置いて, **B** の右端を 10 N の力で水平に引いた。



問1 Aの加速度の大きさ a と糸がBを引く張力の大きさ T 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。 **1**

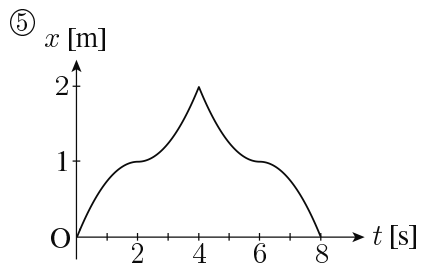
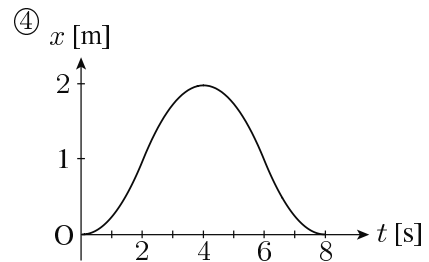
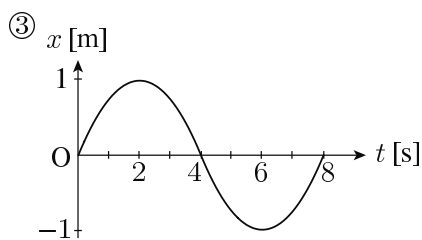
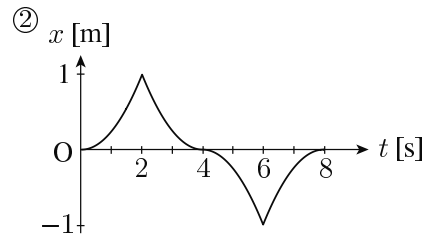
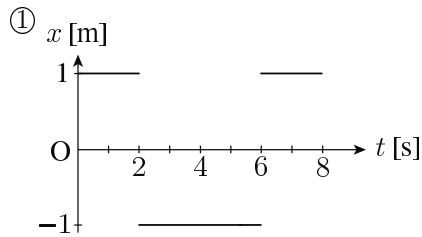
	$a \text{ [m/s}^2\text{]}$	$T \text{ [N]}$
①	2.0	4.0
②	2.0	6.0
③	3.0	4.0
④	3.0	6.0

B 直線 (x 軸) 上を運動している小物体Aを考える。Aは、時刻 $t = 0\text{s}$ で原点 ($x = 0\text{m}$) にあり、Aの速度 $v\text{ [m/s]}$ は $t\text{ [s]}$ とともに、次の図のように変化した。

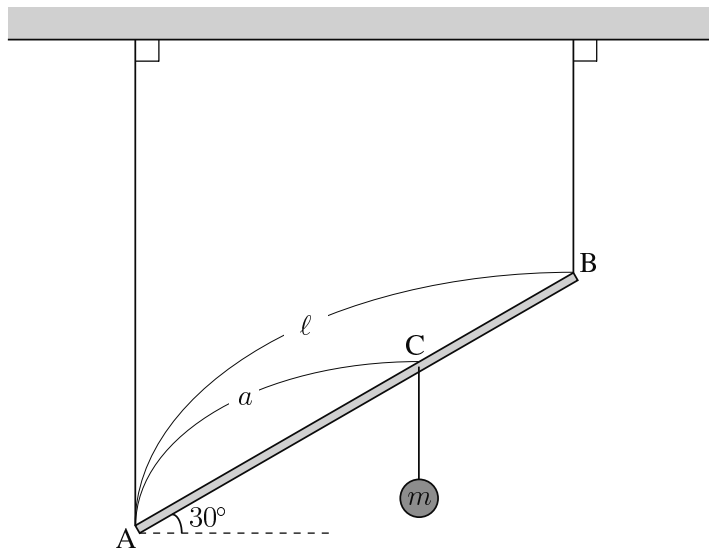


問2 Aの位置 (x 座標) は $t\text{ [s]}$ とともに、どのように変化したか。最も適当なものを、次の①~⑤の中から一つ選びなさい。

2



- C** 次の図のように、長さ ℓ の軽い棒の両端 **A** と **B** に軽くて伸びない糸を付け、棒が水平方向となす角が 30° となるように天井からつり下げた。次に、**A** から距離 a の位置 **C** に質量 m のおもりをつり下げた。**A**、**B** と天井を結ぶ糸は鉛直である。

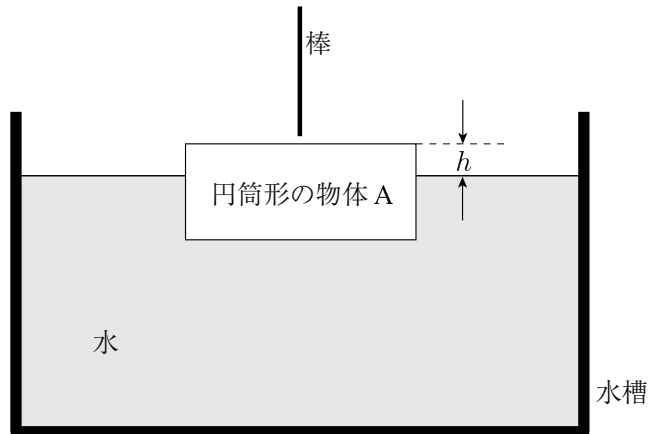


- 問3 **B** と天井を結ぶ糸の張力の大きさはいくらか。正しいものを、次の①～⑥の中から一つ選びなさい。

3

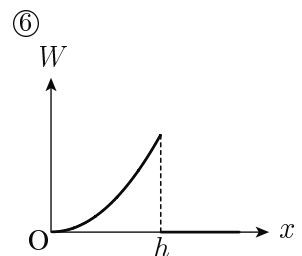
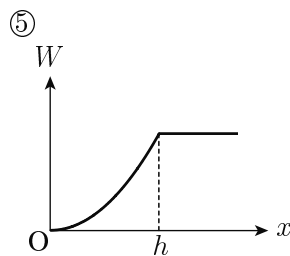
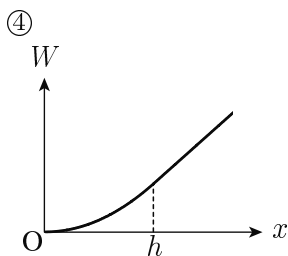
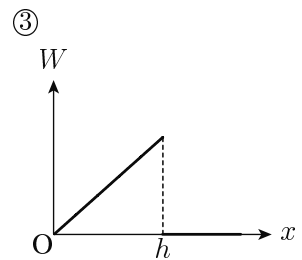
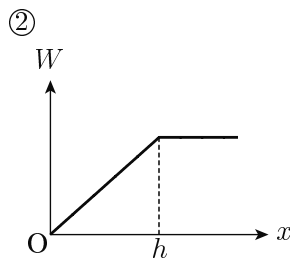
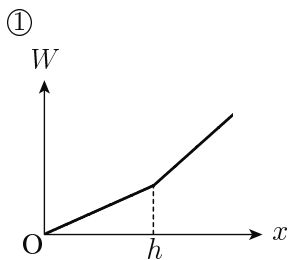
- | | | |
|-------------------------------|--|-------------------------------|
| ① $\frac{a}{2\ell}mg$ | ② $\frac{\ell - a}{\ell}mg$ | ③ $\frac{a}{\ell}mg$ |
| ④ $\frac{\sqrt{3}a}{6\ell}mg$ | ⑤ $\frac{\sqrt{3}(\ell - a)}{3\ell}mg$ | ⑥ $\frac{\sqrt{3}a}{3\ell}mg$ |

D 次の図のように、円筒形の物体Aを水槽中の水に浮かせたところ、Aは上面を水平にして浮いた。水面の上に出ている部分の高さを h とする。細い棒でAの上面の中心を鉛直下方に押して、上面を水平に保ちながら、Aをゆっくりと水中に沈めていった。水槽は十分大きく、十分多くの水が入っている。

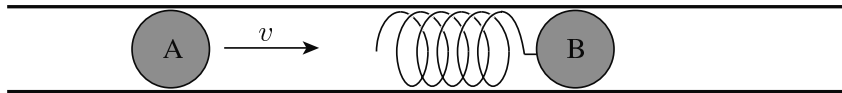


問4 Aを押し始めてから移動した距離を x とする。また、棒で押した力がAにした仕事を W とする。 x と W の関係のグラフとして、最も適当なものを、次の①~⑥の中から一つ選びなさい。

4



E 水平に置かれた長い円筒の中に、質量 m の2つの小球 A と B が入っている。B には、ばね定数 k のばねが付いている。ばねは軽く、A と B は円筒中をなめらかに運動する。B ははじめ静止していた。次の図のように、A が速さ v でばねに衝突し、ばねが縮み始めると同時に B も動き出した。



問5 ばねが最も縮んだときのばねの縮みはいくらか。正しいものを、次の①～⑤の中から一つ選びなさい。

5

① $\frac{v}{2} \sqrt{\frac{m}{k}}$

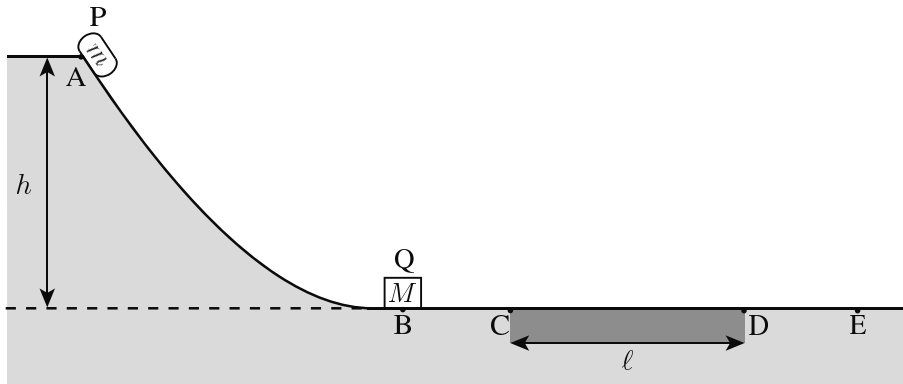
② $v \sqrt{\frac{m}{2k}}$

③ $v \sqrt{\frac{m}{k}}$

④ $v \sqrt{\frac{2m}{k}}$

⑤ $2v \sqrt{\frac{m}{k}}$

- F** 次の図のように、斜面 AB とそれに続く水平面 BCDE がある。区間 CD (長さ ℓ) 以外の区間 ABC と区間 DE はなめらかな面である。点 A の水平面からの高さは h である。質量 m の小物体 P を A より初速 0 で、AB に沿って滑らせた。P は B で静止していた質量 M の小物体 Q と一体となり、速さ v で E を通過した。ただし、一体となった物体と区間 CD の面との動摩擦係数を μ' とする。



問6 v はいくらか。正しいものを、次の①~⑥の中から一つ選びなさい。

6

- ① $\sqrt{2g(h - \mu'\ell)}$ ② $\sqrt{2g\left(h - \frac{m}{M+m}\mu'\ell\right)}$
- ③ $\sqrt{2g\left(h - \frac{M}{M+m}\mu'\ell\right)}$ ④ $\sqrt{2g\left(\frac{M}{M+m}h - \mu'\ell\right)}$
- ⑤ $\sqrt{2g\left(\frac{m}{M+m}h - \mu'\ell\right)}$ ⑥ $\sqrt{2g\left(\frac{m^2}{(M+m)^2}h - \mu'\ell\right)}$

G 図1のように、質量 M_1 の恒星のまわりを質量 m_1 の惑星が速さ v_1 で半径 r_1 の等速円運動をしている。また図2のように、質量 M_2 の恒星のまわりを質量 m_2 の惑星が速さ v_2 で半径 r_2 の等速円運動をしている。ただし、恒星の質量は、惑星の質量より十分大きく、恒星は静止しているものとしてよい。

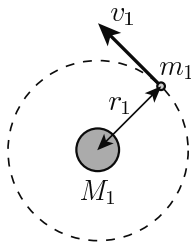


図1

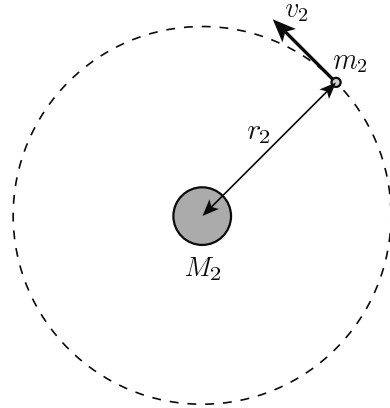


図2

問7 $v_1 = v_2$ になるための条件として、最も適当なものを、次の①～⑥の中から一つ選びなさい。

7

① $M_1 = M_2$

② $m_1 = m_2$

③ $M_1 m_1 = M_2 m_2$

④ $\frac{M_1}{r_1} = \frac{M_2}{r_2}$

⑤ $\frac{m_1}{r_1} = \frac{m_2}{r_2}$

⑥ $\frac{M_1 m_1}{r_1} = \frac{M_2 m_2}{r_2}$

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

A 20°C の水 90 g の中に, 100°C に熱した 210 g の鉄の塊を入れた。水の比熱は 4.2 J/(g·K), 鉄の比熱は 0.45 J/(g·K) とし, 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とき, 水の温度はいくらか。最も適当な値を, 次の①~④の中から一つ選びなさい。 8 °C

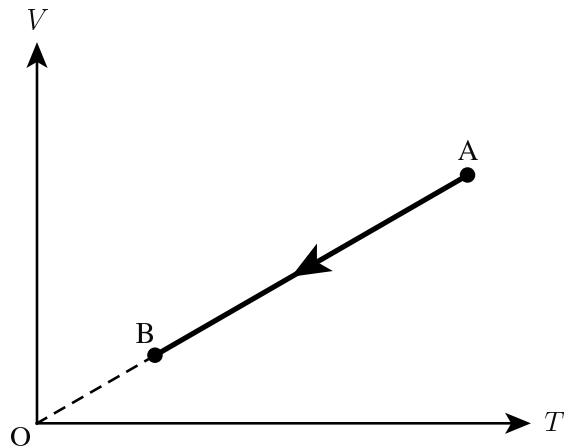
① 24

② 36

③ 48

④ 60

B 次の図は、ある理想気体の状態変化A→Bを表している。横軸は絶対温度 T 、縦軸は体積 V である。



問2 この状態変化A→Bで、気体の圧力 p はどうか。また、気体は熱を吸収するか、放出するか。正しいものを、次の①～⑥の中から一つ選びなさい。

9

- ① p は増加し、気体は熱を吸収する。
- ② p は増加し、気体は熱を放出する。
- ③ p は減少し、気体は熱を吸収する。
- ④ p は減少し、気体は熱を放出する。
- ⑤ p は一定で、気体は熱を吸収する。
- ⑥ p は一定で、気体は熱を放出する。

C 次の図1のように、熱容量 C_A の物体 A と熱容量 C_B の物体 B を接触させ、これらを断熱材 (heat insulator) で囲んだ。A と B の温度が、時間 t とともにどのように変化するかをそれぞれ測定したところ、図2の結果を得た。

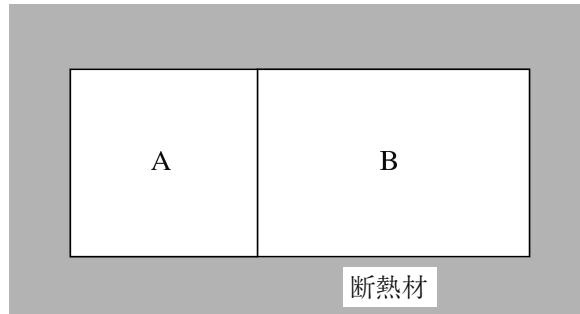


図1

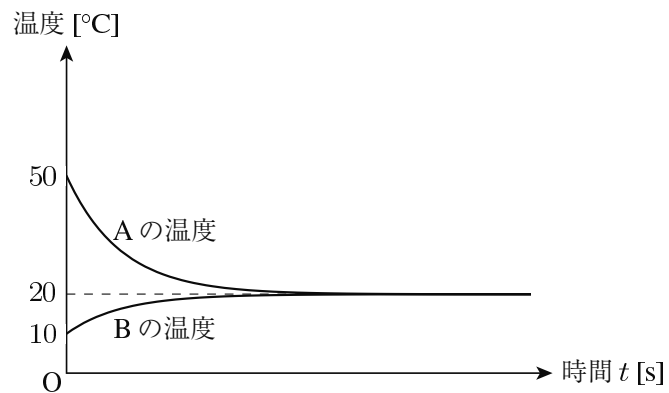


図2

問3 $\frac{C_B}{C_A}$ 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。

10

① 0.2

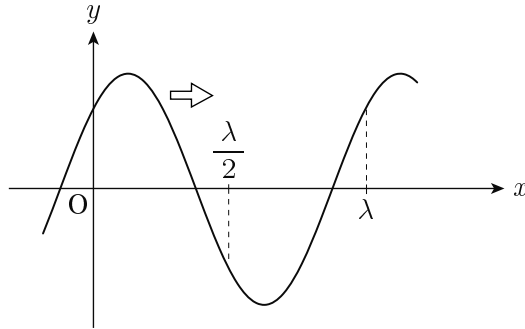
② 0.3

③ 3

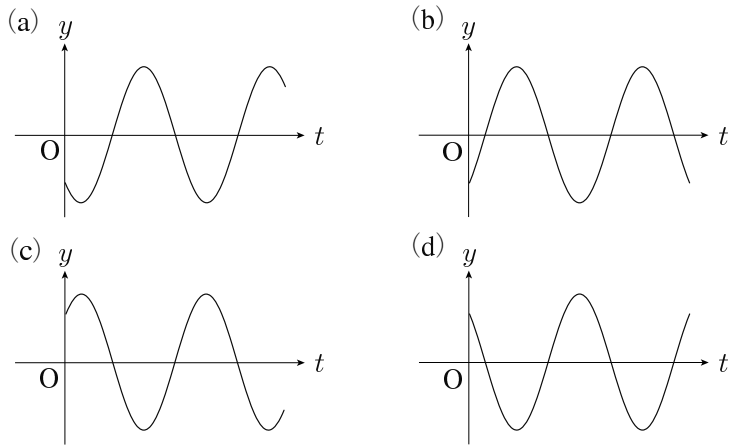
④ 5

Ⅲ 次の問い A (問1), B (問2), C (問3) に答えなさい。

A 波長 λ の正弦波が x 軸上を正の向きに進んでいる。次の図は、時刻 $t=0$ における座標 x と波の変位 y の関係を表している。

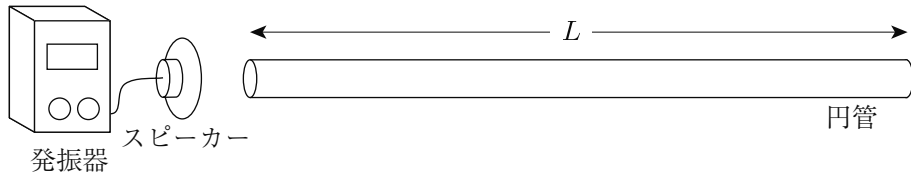


問1 次の図 (a) ~ (d) は、 x 軸上のある位置におけるこの波の変位 y と時間 t の関係を示すグラフである。 $x = \frac{\lambda}{2}$, $x = \lambda$ における y の時間変化を表すものはそれぞれどれか。最も適当な組み合わせを、下の①~④の中から一つ選びなさい。 11



	①	②	③	④
$x = \frac{\lambda}{2}$	(a)	(a)	(b)	(b)
$x = \lambda$	(c)	(d)	(c)	(d)

B 周波数可変の発振器とスピーカーを用いていろいろな周波数の音を発生させる。次の図のように、このスピーカーの右に、左端の開いた長さ L の円管を置いた。周波数を 0 から徐々に大きくしながら測定したところ、ある特定の周波数の音の音量が大きくなった。 L は十分に長いものとする。



問2 最初に音量が大きくなった音の周波数を f とすると、その後、 $2f$, $3f$, $4f$ の音の音量が大きく測定された。周波数 f の音の波長はいくらか。また、円管の右端は開いているか、または閉じているか。最も適当な組み合わせを、次の①～⑥の中から一つ選びなさい。

12

	波長	右端
①	L	開いている
②	L	閉じている
③	$2L$	開いている
④	$2L$	閉じている
⑤	$4L$	開いている
⑥	$4L$	閉じている

C ガラスでできたプリズムに白色光を入射させると、図1のような順序で光の色の帯がスクリーンに映った。次に、図2のように、このプリズムと同じ形をくりぬいたガラスを通して、くりぬいた部分に白色光を入射させた。

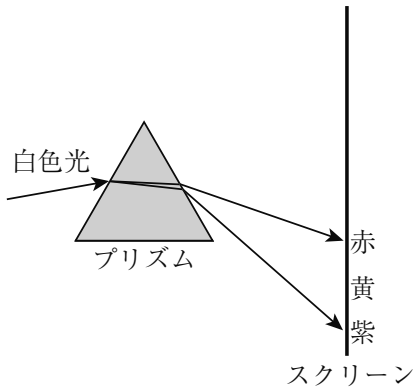


図1

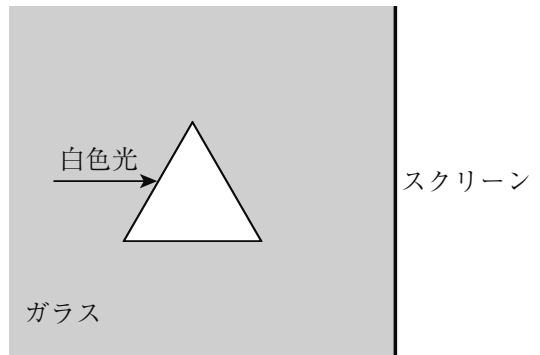


図2

問3 図2のスクリーンに映った色の帯の様子はどうなるか。最も適当なものを、次の①～④の中から一つ選びなさい。

13

- ①

赤
黄
紫

スクリーン
- ②

紫
黄
赤

スクリーン
- ③

赤
黄
紫

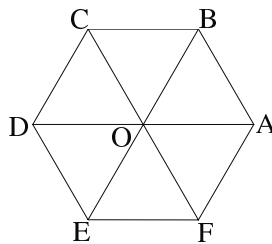
スクリーン
- ④

紫
黄
赤

スクリーン

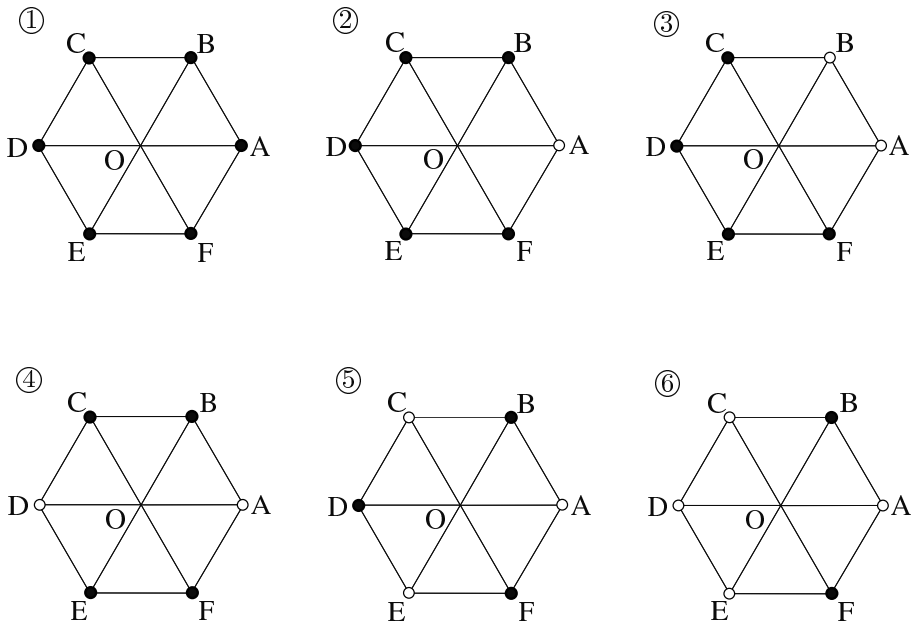
IV 次の問い **A** (問1), **B** (問2), **C** (問3), **D** (問4), **E** (問5), **F** (問6) に答えなさい。

A 次の図のような正六角形の頂点 **A**, **B**, **C**, **D**, **E**, **F** の上に, 電気量が等しい正の電荷をいろいろな置き方で置いたときの, 正六角形の中心 **O** における電場の大きさに ついて考える。

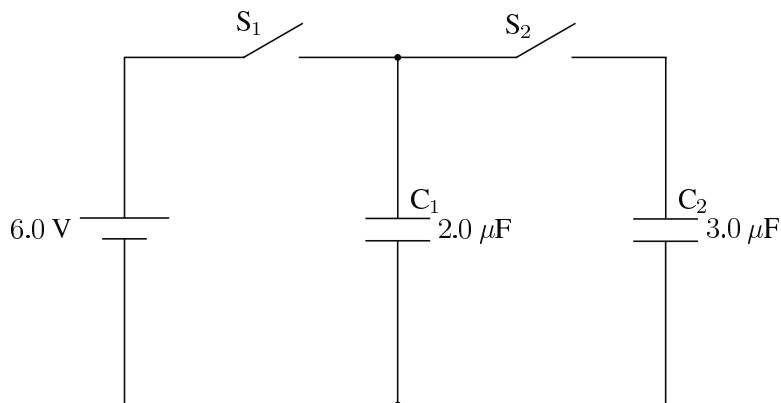


問1 次の①~⑥のうち, **O** における電場の大きさが最も大きくなるものはどれか。正しいものを, 次の①~⑥の中から一つ選びなさい。ここで, 正六角形の頂点の ● は電荷が置かれていること, ○ は置かれていないことを示している。

14



B 次の図のように、充電されていない $2.0\ \mu\text{F}$ のコンデンサー C_1 と充電されていない $3.0\ \mu\text{F}$ のコンデンサー C_2 、スイッチ S_1 、 S_2 および起電力 $6.0\ \text{V}$ の電池が接続されている。最初、 S_1 と S_2 は開いていた。まず S_1 だけを閉じて C_1 を充電した。それが終わった後で、 S_1 を開いてから S_2 を閉じた。



問2 C_1 の極板間の電位差は何Vになるか。最も適当な値を、次の①～④の中から一つ選びなさい。

15 V

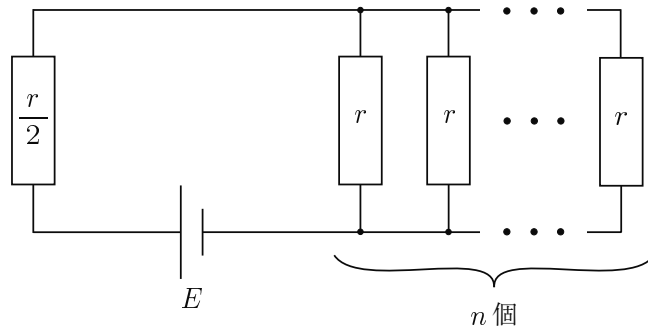
① 2.4

② 3.6

③ 6.0

④ 10

- C 次の図のように、起電力 E の電池に抵抗値 $\frac{r}{2}$ の抵抗を 1 個と抵抗値 r の抵抗を n 個つないだ。電池の内部抵抗は無視できるものとする。



- 問3 抵抗値 r の抵抗 n 個全体で消費される電力量が最も大きくなる n はいくらか。正しいものを、次の①~④の中から一つ選びなさい。

16

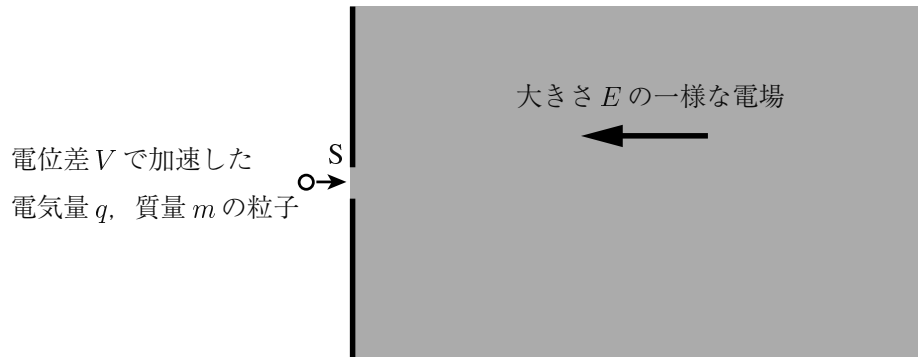
① 1

② 2

③ 3

④ 4

D 電気量 q (> 0) をもつ質量 m の粒子を、初速 0 の状態から電位差 V で加速して、スリット S から一様な電場 E の領域に、電場の向きと逆向きに打ち出した。この粒子は S を通過後、時間 t を経過してから S の位置まで戻ってきた。



問 4 m はいくらか。正しいものを、次の①~⑦の中から一つ選びなさい。

17

① $\frac{8qE^2t^2}{V}$

② $\frac{4qE^2t^2}{V}$

③ $\frac{2qE^2t^2}{V}$

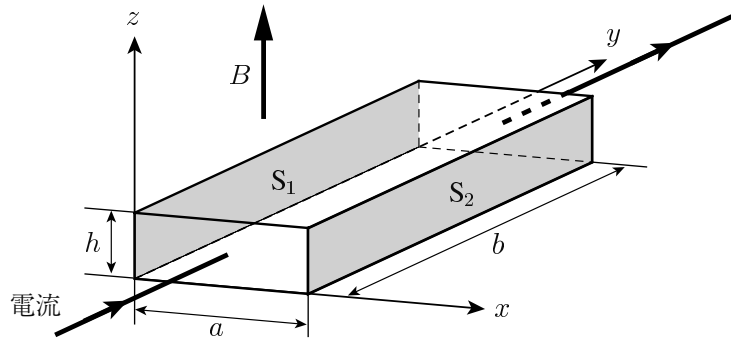
④ $\frac{qE^2t^2}{V}$

⑤ $\frac{qE^2t^2}{2V}$

⑥ $\frac{qE^2t^2}{4V}$

⑦ $\frac{qE^2t^2}{8V}$

E 次の図のように、幅 a 、奥行き b 、高さ h の直方体の導体が、 z 軸正の向きで磁束密度 (magnetic flux density) の大きさ B の一様な磁場の中にある。この導体に、 y 軸正の向きに電流を流す。この導体の中を移動する電子の速さを v とする。

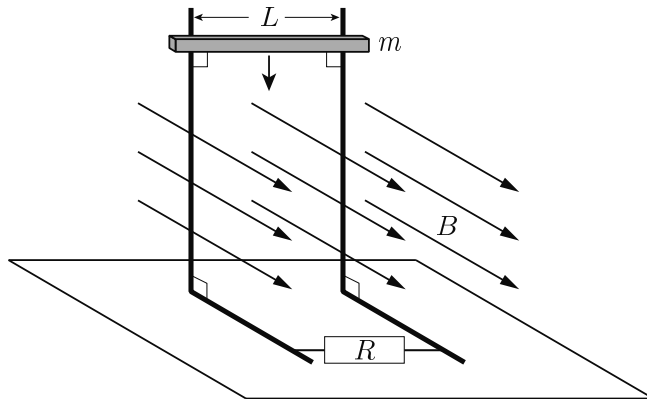


問5 図中の面 S_1 と面 S_2 の間には電位差が生じた。どちらの面の電位が高いか、またその電位差の絶対値はどれだけか。正しいものを、次の①~⑧の中から一つ選びなさい。

18

	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧
電位の高い面	S_1	S_1	S_1	S_1	S_2	S_2	S_2	S_2
電位差の絶対値	vBa	vBb	vBh	vB	vBa	vBb	vBh	vB

F 次の図のように、直角に折り曲げた導線2本を一辺が鉛直になるように水平面上に置き、それぞれの一端を抵抗値 R の抵抗でつないだ。導線の間隔は L であり、水平面にある辺と平行に磁束密度 (magnetic flux density) の大きさ B の一様な磁場がかかっている。質量 m の導体棒を、この2本の導線の鉛直部分に常に接するようして鉛直に落下させた。導体棒の速さは途中から一定の速さ v_0 となった。導体棒と導線の摩擦は無視できるものとする。



問6 B はいくらか。正しいものを、次の①~④の中から一つ選びなさい。ただし、重力加速度 (acceleration due to gravity) の大きさを g とする。 **19**

- ① $\frac{mgR}{Lv_0}$ ② $\frac{mgR}{L^2v_0}$ ③ $\frac{1}{L}\sqrt{\frac{mgR}{v_0}}$ ④ $\sqrt{\frac{mgR}{Lv_0}}$

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) : $0\text{ }^{\circ}\text{C}$, $1.0 \times 10^5\text{ Pa}$ (= 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) : $F = 9.65 \times 10^4\text{ C/mol}$

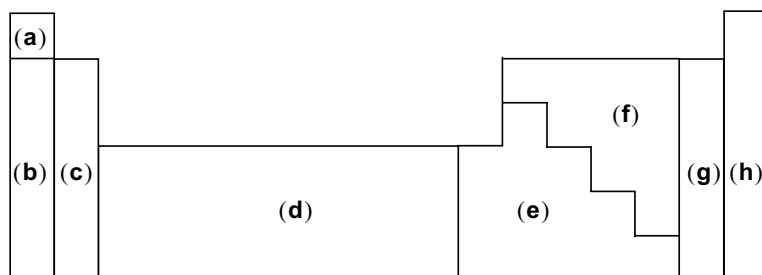
原子量 (atomic weight) : H : 1.0 C : 12 N : 14 O : 16

問 1 次の①～⑤に示した原子 (atom) またはイオン (ion) に関する二つの数が **互いに異なるもの**を、一つ選びなさい。 1

- ① ^{12}C の陽子 (proton) の数と中性子 (neutron) の数
- ② ^{12}C の陽子の数と ^{13}C の陽子の数
- ③ Ca^{2+} の最外殻電子 (outermost shell electron) の数と F^- の最外殻電子の数
- ④ ^2H の中性子の数と ^4He の中性子の数
- ⑤ He の電子 (electron) の総数 (total number) と Li^+ の電子の総数

問 2 元素 (element) の周期表 (periodic table) を次の図のように(a)~(h)の領域に分けた。下の記述①~⑥のうち、正しくないものを一つ選びなさい。

2



- ① (b)の領域にある元素はアルカリ金属 (alkali metal) と呼ばれる。
- ② Ca, Mg は両方とも(c)の領域にある。
- ③ Fe, Sn は両方とも(d)の領域にある。
- ④ (e)の領域にある元素はすべて典型元素 (main group element) である。
- ⑤ (f), (g)の領域にある元素はすべて非金属元素 (nonmetallic element) である。
- ⑥ (g)の領域にある元素はハロゲン (halogen) と呼ばれる。

問 3 水分子に関する次の記述①~⑤のうち、正しくないものを一つ選びなさい。

3

- ① 分子内で共有結合 (covalent bond) にかかわる電子 (electron) の数は 4 である。
- ② 非共有電子対 (unshared electron pair) を二つもっている。
- ③ 分子構造 (molecular structure) は直線形である。
- ④ 極性分子 (polar molecule) である。
- ⑤ フッ化水素 HF やメタノール CH₃OH と水素結合 (hydrogen bond) をつくる。

問 4 水に 3.4 g のアンモニア NH₃ を溶かして 25 mL のアンモニア水溶液を得た。この水溶液の濃度 [mol/L] として最も近い値を、次の①~⑥の中から一つ選びなさい。

4 mol/L

- ① 0.20 ② 0.50 ③ 0.80 ④ 2.0 ⑤ 5.0 ⑥ 8.0

問5 次の分子(a)~(g)の中に二重結合 (double bond) 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。

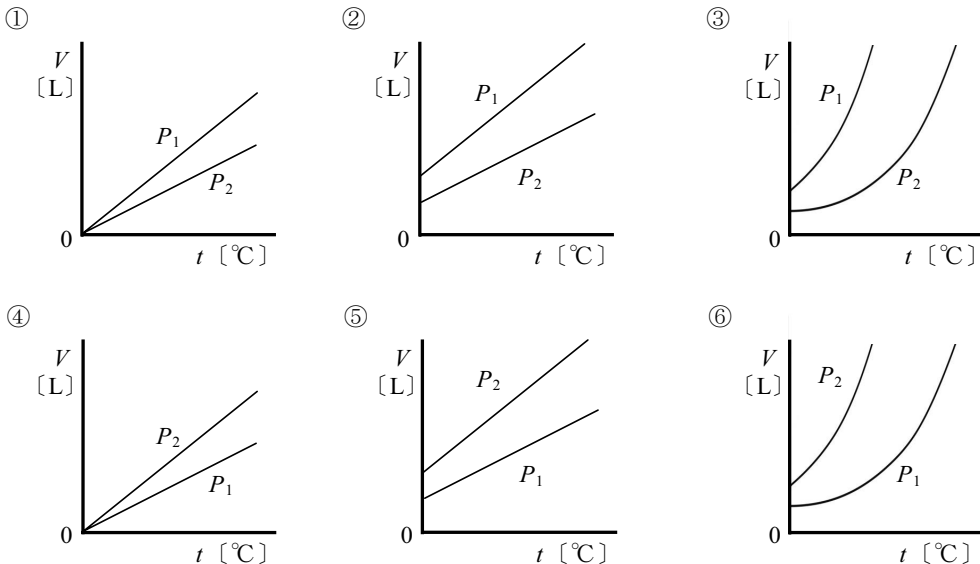
5

- (a) アセチレン (エチン) C_2H_2 (b) アンモニア NH_3
 (c) エチレン (エテン) C_2H_4 (d) 塩化水素 HCl
 (e) 塩素 Cl_2 (f) 窒素 N_2
 (g) 二酸化炭素 CO_2

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

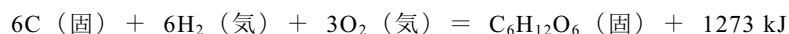
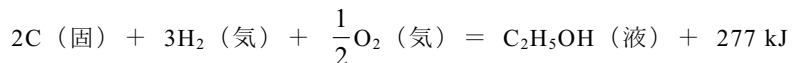
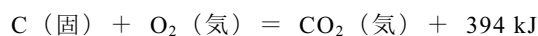
問6 理想気体 (ideal gas) 1 mol を、圧力 P_1 [Pa] または P_2 [Pa] に保ったまま、温度 t [°C] を変化させた。 $P_1 < P_2$ としたとき、 t と気体の体積 V [L] の関係を表したグラフとして最も適当なものを、次の①~⑥の中から一つ選びなさい。

6



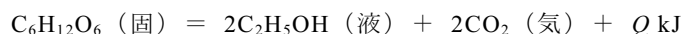
理科-24

問 7 二酸化炭素 CO_2 , エタノール $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ およびグルコース $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$ の生成熱 (heat of formation) は, それぞれ次の熱化学方程式 (thermochemical equation) で表される。



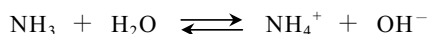
次の熱化学方程式で表されるグルコースからエタノールと二酸化炭素を生成する反応において, Q の値として最も適当なものを, 下の①~⑥の中から一つ選びなさい。

7 kJ



- ① 32 ② 35 ③ 47 ④ 60 ⑤ 69 ⑥ 95

問 8 アンモニア NH_3 は水溶液中では次のように電離 (electrolytic dissociation) して平衡状態 (equilibrium state) になっている。



水溶液中のアンモニウムイオン NH_4^+ の濃度を減らすには, どの化合物を加えればよいか。最も適当なものを, 次の①~⑤の中から一つ選びなさい。

8

- ① $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ ② CH_3COOH ③ NaCl ④ NaOH ⑤ NH_4Cl

問 9 0.40 mol/L の塩酸 HCl aq 50 mL に, 0.10 mol/L の水酸化ナトリウム水溶液 NaOH aq 100 mL を加えると, 0.56 kJ の熱が発生した。0.40 mol/L の塩酸 50 mL に, 0.30 mol/L の水酸化ナトリウム水溶液 100 mL を加えた場合, 何 kJ の熱が発生するか。最も適当な値を, 次の①~⑥の中から一つ選びなさい。

9 kJ

- ① 0.51 ② 0.72 ③ 1.1 ④ 1.6 ⑤ 2.1 ⑥ 3.2

問 10 鉛蓄電池 (lead storage battery) を充電 (charge) すると, 正極 (cathode) と負極 (anode) の質量 (mass) はそれぞれどのように変化するか。最も適当な組み合わせを, 次表の①~⑤の中から一つ選びなさい。

10

	正極	負極
①	増える	増える
②	増える	減る
③	減る	減る
④	減る	増える
⑤	変わらない	変わらない

問 11 金属の性質に関する次の記述①~⑤のうち, 最も適当なものを一つ選びなさい。

11

- ① 銀 Ag は, 濃硝酸 conc. HNO_3 に溶けない。
- ② アルミニウム Al は, 水酸化ナトリウム水溶液 NaOH aq に溶けない。
- ③ 金 Au は, 濃硫酸 conc. H_2SO_4 に溶ける。
- ④ 銅 Cu は, 希塩酸 dil. HCl に溶ける。
- ⑤ 鉄 Fe は, 濃硝酸に溶けない。

問 12 次表の **A** 欄に示した水溶液中のイオン (ion) を検出するために、**B** 欄の操作をした。

C 欄に示した結果が正しくないものを、次の①～⑤の中から一つ選びなさい。

12

	A	B	C
①	Ag^+	塩酸 HCl aq を加えた	白色の沈殿 (precipitate) を生じた
②	Fe^{3+}	少しずつ水酸化ナトリウム水溶液 NaOH aq を加えた	赤褐色 (reddish brown) の沈殿を生じ、その後、その沈殿が溶解 (dissolution) した
③	MnO_4^-	硫酸酸性溶液 (acidified with sulfuric acid) でシュウ酸水溶液 $(\text{COOH})_2 \text{ aq}$ を加えて加熱した	脱色 (decolorization) した
④	Na^+	炎色反応 (flame reaction) を行った	炎が黄色になった
⑤	SO_4^{2-}	硝酸バリウム水溶液 $\text{Ba}(\text{NO}_3)_2 \text{ aq}$ を加えた	白色の沈殿を生じた

問 13 次表の①～④のうち、それぞれの操作でおこる化学反応を反応式 (reaction formula)

で示したものとして正しいものを、一つ選びなさい。

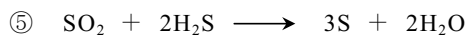
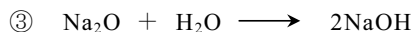
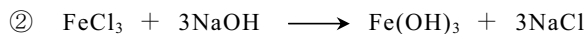
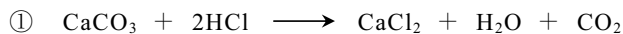
13

	操作	反応式
①	硫酸銅(II)水溶液に水酸化ナトリウム水溶液を加える	$\text{CuSO}_4 + 2\text{NaOH} \rightarrow \text{Cu}(\text{OH})_2 + \text{Na}_2\text{SO}_4$
②	炭酸水素ナトリウムを熱分解する	$\text{NaHCO}_3 \rightarrow \text{NaOH} + \text{CO}_2$
③	硝酸銀の水溶液に過剰のアンモニア水を加える	$2\text{AgNO}_3 + 2\text{NH}_3 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{Ag}_2\text{O} + 2\text{NH}_4\text{NO}_3$
④	塩化アンモニウムに水酸化カルシウムを加えて加熱する	$2\text{NH}_4\text{Cl} + \text{Ca}(\text{OH})_2 \rightarrow 2\text{NH}_4\text{OH} + \text{CaCl}_2$

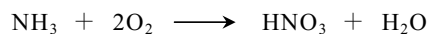
注) 硫酸銅(II)水溶液 (aqueous copper(II) sulfate), 水酸化ナトリウム水溶液 (aqueous sodium hydroxide), 炭酸水素ナトリウム (sodium hydrogencarbonate), 硝酸銀 (silver nitrate), アンモニア水 (aqueous ammonia), 塩化アンモニウム (ammonium chloride), 水酸化カルシウム (calcium hydroxide)

問 14 次の反応①～⑤のうち、酸化還元反応 (oxidation-reduction reaction) であるものを一つ選びなさい。

14



問 15 アンモニア NH_3 から硝酸 HNO_3 を工業的に合成するオストワルト法 (Ostwald process) は、次の化学反応式 (reaction formula) で表される。



この反応で、17 kg のアンモニアから何 kg の硝酸が得られるか。最も近い値を、次の①～⑤の中から一つ選びなさい。

15 kg

- ① 17 ② 33 ③ 50 ④ 63 ⑤ 86

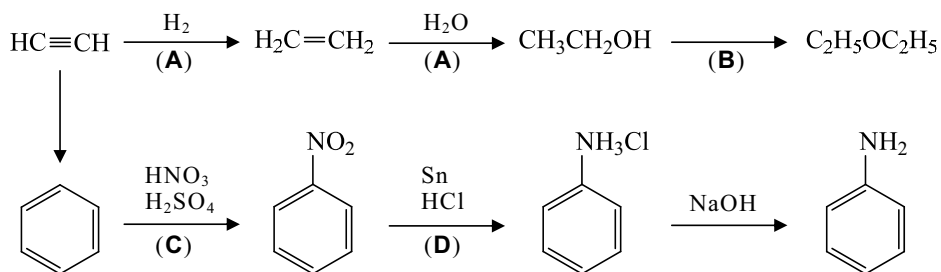
問 16 次の化合物の組み合わせ①～⑤のうち、二つの化合物の組成式 (empirical formula) が同じものを一つ選びなさい。

16

①	酢酸 (acetic acid)	ホルムアルデヒド (formaldehyde)
②	酢酸	ギ酸 (formic acid)
③	アセトン (acetone)	酢酸エチル (ethyl acetate)
④	アセチルサリチル酸 (acetylsalicylic acid)	サリチル酸メチル (methyl salicylate)
⑤	エチレングリコール (1,2-エタンジオール) (ethylene glycol (1,2-ethanediol))	グリセリン (1,2,3-プロパントリオール) (glycerin (1,2,3-propanetriol))

問 19 次に示す反応経路において、(A)～(D)の反応はそれぞれ何と呼ばれるか。最も
 適当な組み合わせを、下表の①～⑥の中から一つ選びなさい。

19



	A	B	C	D
①	縮合	置換	縮合	還元
②	縮合	付加	付加	酸化
③	縮合	付加	付加	還元
④	付加	縮合	置換	酸化
⑤	付加	縮合	置換	還元
⑥	付加	置換	縮合	酸化

注) 縮合 (condensation), 付加 (addition), 置換 (substitution),
 還元 (reduction), 酸化 (oxidation)

問 20 安息香酸 (benzoic acid) とフェノール (phenol) をジエチルエーテル (diethyl ether) に溶解 (dissolution) し、分液漏斗 (separatory funnel) に入れ、次の(a) または(b)の水溶液を加えて激しく振り混ぜた後に静置したところ、液は2層に分かれた。安息香酸とフェノールはそれぞれ上層 (upper layer), 下層 (lower layer) のどちらにおもに含まれるか。そ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。

20

- (a) 水酸化ナトリウム水溶液 NaOH aq
 (b) 炭酸水素ナトリウム水溶液 NaHCO₃ aq

	a		b	
	安息香酸	フェノール	安息香酸	フェノール
①	上層	上層	上層	上層
②	上層	上層	上層	下層
③	上層	下層	上層	下層
④	下層	上層	下層	上層
⑤	下層	下層	下層	下層
⑥	下層	下層	下層	上層

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 細胞膜 (cell membrane) の働きや性質について述べた文として誤っているものを、次の①～④の中から一つ選びなさい。 1

- ① 細胞膜がチャネル (channel) を通して特定の物質を通過させる働きを、能動輸送 (active transport) という。
- ② 拡散 (diffusion) によってエネルギーを使わずに物質を通過させる働きを、受動輸送 (passive transport) という。
- ③ 細胞膜にあるタンパク質には、ホルモン (hormone) の受容体 (receptor) として働くものがある。
- ④ 神経細胞 (neuron) では、細胞膜の透過性 (permeability) の変化によって活動電位 (action potential) が生じる。

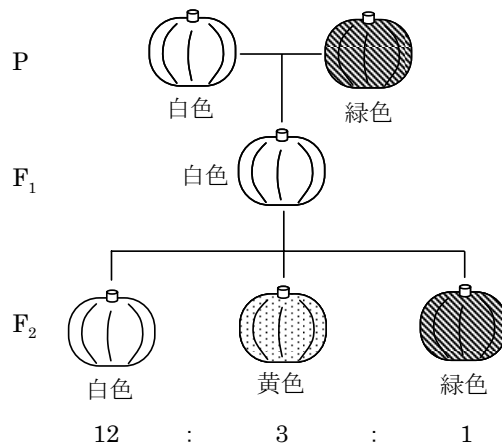
問2 動物の組織 (tissue) について述べた次の文 a~d のうち、神経組織 (nervous tissue) と結合組織 (connective tissue) に当てはまるものと、それらの由来する胚葉^{はいよう} (germ layer) の正しい組み合わせを下の①~⑧の中から一つ選びなさい。

2

- a 複雑な突起を多数持つ細胞などで構成される。
- b 細胞が収縮性を持ち、組織や器官 (organ) が形を変えるときに働いている。
- c 細胞どうしが密着してシート状になっている。
- d 細胞どうしは密着せず、細胞間物質 (intercellular substance) を豊富に持っている。

	神経組織		結合組織	
	当てはまる文	由来する胚葉	当てはまる文	由来する胚葉
①	a	中胚葉 (mesoderm)	c	内胚葉 (endoderm)
②	a	中胚葉	d	外胚葉 (ectoderm)
③	a	外胚葉	c	外胚葉
④	a	外胚葉	d	中胚葉
⑤	b	内胚葉	c	中胚葉
⑥	b	内胚葉	d	外胚葉
⑦	b	中胚葉	c	内胚葉
⑧	b	中胚葉	d	中胚葉

- 問3** カボチャ (pumpkin) の果実の色には白, 黄, 緑のものがあり, これら三つの表現型 (phenotype) は2組の対立遺伝子 (allele) A (a) と B (b) によって決まる。 A と B はそれぞれ a と b に対して優性 (dominant) であり, A が存在すると白色の果実ができる個体となり, A が存在しないと黄色か緑色の果実ができる個体となる。白色の果実ができる純系 (pure line) 個体と緑色の果実ができる純系個体を親 (P) として交配 (cross) し, 生じた F_1 の自家受精 (self-fertilization) を行い, 次の図に示すような結果を得た。これに関する下の問い(1), (2) に答えなさい。



- (1) 白色の果実ができる F_2 の中には, F_1 と同じ遺伝子型 (genotype) のものがあつた。その遺伝子型の F_2 は, 白色の果実ができる F_2 のうちの何%であるか。最も適当なものを次の①～⑤の中から一つ選びなさい。

3

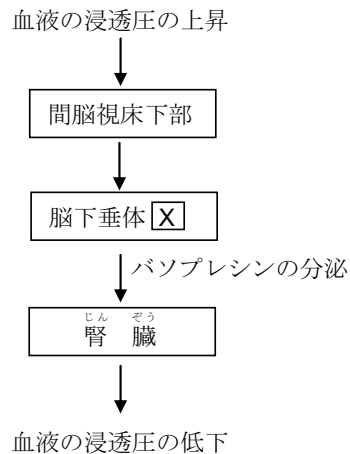
- ① 6.25% ② 12.5% ③ 16.7% ④ 25.0% ⑤ 33.3%

- (2) ある F_2 個体と遺伝子型 $aabb$ の個体とを交配したところ, 白色の果実ができる個体のみが生じた。その白色の果実ができる個体を自家受精すると, 次の世代には白色と緑色の果実ができる個体が 3 : 1 の比で生じた。この交配に用いた F_2 個体の遺伝子型として正しいものを, 次の①～⑥の中から一つ選びなさい。

4

- ① $AABB$ ② $AAbb$ ③ $aaBB$ ④ $Aabb$ ⑤ $aaBb$ ⑥ $AaBb$

問4 次の図は、ホルモン (hormone) による血液の浸透圧調節 (osmoregulation) を説明したものである。この浸透圧調節とホルモンに関する下の問い(1)、(2)に答えなさい。



浸透圧 (osmotic pressure), 間脳 (diencephalon),
 視床下部 (hypothalamus), 脳下垂体 (hypophysis),
 バソプレシン (vasopressin), 分泌 (secretion), 腎臓 (kidney)

(1) 図中の X に当てはまる語句は何か。また、バソプレシンの働きにより腎臓でつくられる尿 (urine) の量はどうか。正しい組み合わせを次の①～④の中から一つ選びなさい。

5

	X	尿の量
①	前葉 (anterior lobe)	増加
②	前葉	減少
③	後葉 (posterior lobe)	増加
④	後葉	減少

- (2) バソプレシンの分泌または働きについて述べた次の文 a~d のうち正しいものを二つ選び、その組み合わせを下の①~④の中から一つ選びなさい。

6

- a 視床下部で合成された放出ホルモン (releasing hormone) が血流によって脳下垂体に運ばれ、バソプレシンが分泌される。
- b バソプレシンは視床下部の神経分泌細胞 (neurosecretory cell) で合成され、軸索 (axon) を通じて脳下垂体に運ばれ分泌される。
- c バソプレシンには血圧 (blood pressure) を上昇させる働きがある。
- d バソプレシンには血圧を低下させる働きがある。

- ① a, c ② a, d ③ b, c ④ b, d

- 問5 ヒトのすい臓 (pancreas) に関する次の文 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。

7

- a 交感神経 (sympathetic nerve) は分布しているが、副交感神経 (parasympathetic nerve) は分布していない。
- b 血糖量 (blood glucose level) の変化を感知することができる。
- c 内分泌腺 (endocrine gland) と外分泌腺 (exocrine gland) とがある。
- d ランゲルハンス島 (Langerhans' islet) から糖質コルチコイド (glucocorticoid) を分泌 (secretion) する。

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

問6 カエル (frog) から神経がついた状態の筋肉 (神経筋標本 nerve-muscle preparation) を取り出し、図1のような装置につけた。この神経に1回電気刺激を与えると、図2のような収縮 (contraction) が記録される。これに関する下の問い(1)、(2)に答えなさい。

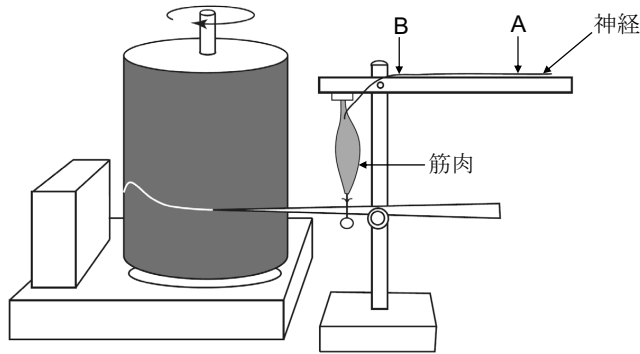


図1

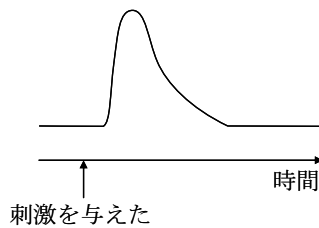


図2

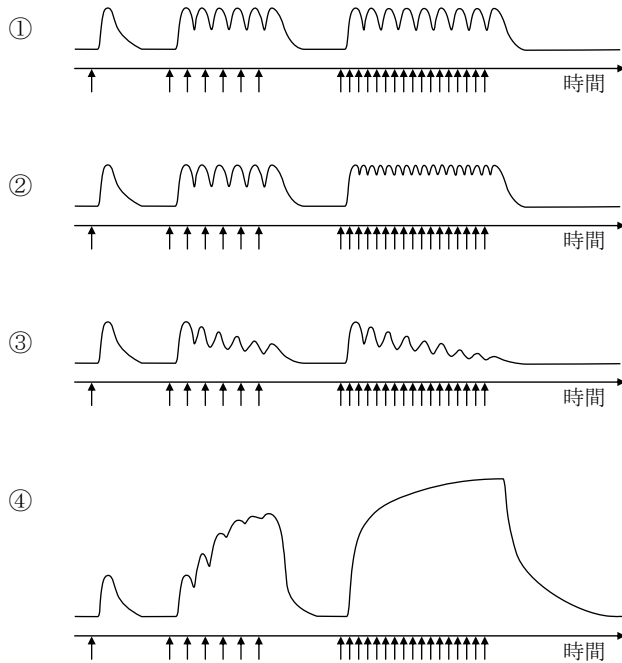
(1) 図1の筋肉から65mm離れたA点を刺激すると、5.2ミリ秒後に収縮が見られた。次に、筋肉から26mm離れたB点を刺激する実験を行い、これらの結果をもとに、この神経の伝導速度 (conduction velocity) を求めたところ、26m/秒であった。B点を刺激した実験では、刺激の何秒後に収縮が起こったと考えられるか。最も適当なものを次の①～⑤の中から一つ選びなさい。なお、1ミリ秒は1/1000秒である。

8

- ① 1.0ミリ秒後 ② 2.1ミリ秒後 ③ 2.7ミリ秒後 ④ 3.7ミリ秒後
 ⑤ 5.2ミリ秒後

- (2) この神経に間隔を変えてくり返し刺激を与えると、どのような収縮が記録されるか。最も適当なものを次の①～④の中から一つ選びなさい。ただし、矢印の位置は刺激を与えた時点を示している。

9



問7 植物の水の吸収と、植物体内の水の移動について述べた文として誤っているものを、次の①～④の中から一つ選びなさい。

10

- ① 根の表面にある根毛 (root hair) は表皮細胞 (epidermal cell) の一部で、根の表面積を増やし、体外から水などの吸収を行う。
- ② 根から吸収された水は、道管 (vessel) を通じて植物体全体に運ばれる。このとき、水分子どうしが引き合う凝集力 (cohesion) によって水がとぎれることなく移動する。
- ③ 葉では、水は師管 (sieve tube) からさく状組織 (palisade tissue) や海綿状組織 (spongy tissue) の細胞に移動し、その後気孔 (stomata) から水蒸気となって植物体外に出る。
- ④ 気孔を形成する孔辺細胞 (guard cell) は表皮細胞の一つで、膨圧 (turgor pressure) の変化によって形を変えることで気孔の開閉が行われて、蒸散 (transpiration) が調節される。

問8 次の図1のグラフは、ある植物に20キロルクスの光と3キロルクスの光を当てたときの、温度と光合成速度（photosynthetic rate）の関係を示している。図2のグラフは、同じ植物が20℃の条件下にあるときの、光の強さと光合成速度の関係を示している。なお、図1と図2の縦軸の目盛りは同じ速度を示している。

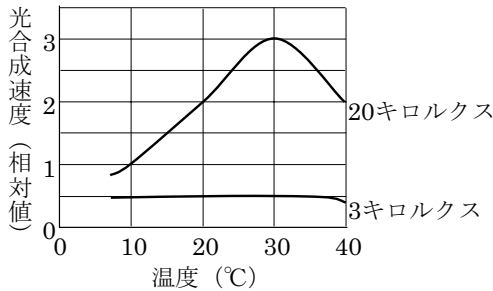


図1

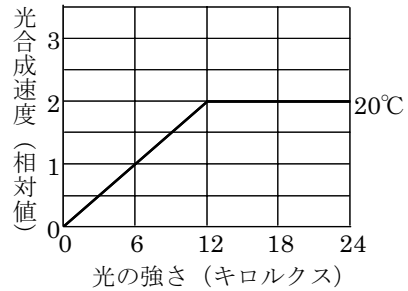
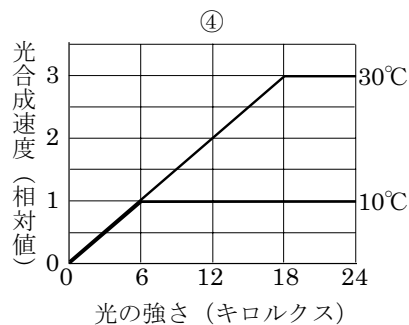
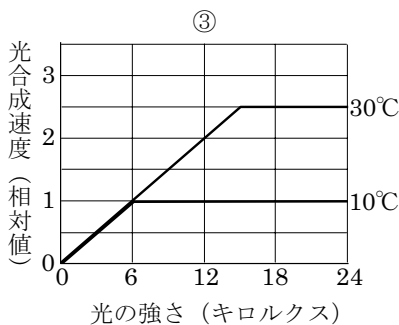
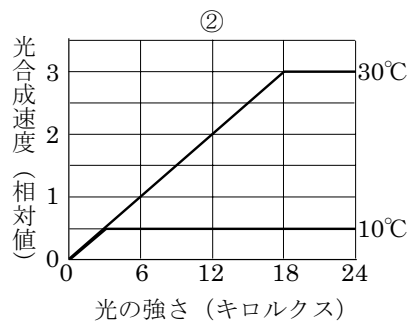
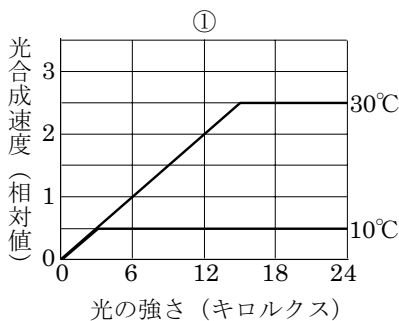


図2

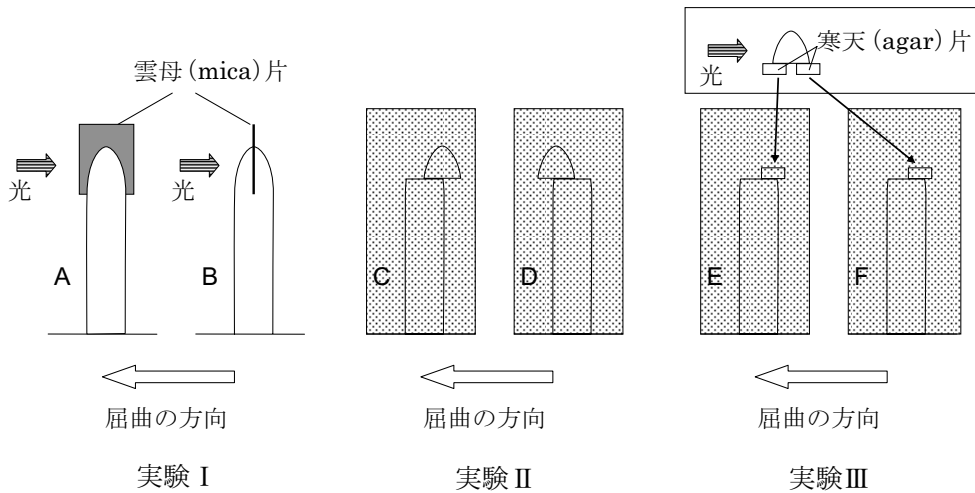
10℃と30℃の条件下における、光の強さと光合成速度の関係を示したグラフとして正しいものを、次の①～④の中から一つ選びなさい。ただし、10℃と30℃の条件下において、原点（光の強さ0、光合成速度0）から光飽和点（light saturation point）までのグラフの傾きは一定であるものとする。

11



問9 暗室中で育てたマカラスムギ (*Avena sativa*) の幼葉鞘 (coleoptile) を使って、次の図のような実験Ⅰ～Ⅲを行った。それぞれの二つの実験 (A と B, C と D, E と F) を比較したとき、図の左側への屈曲が大きい実験の記号を選び、そ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。

12



- 実験Ⅰ 幼葉鞘の先端に雲母片を差し込み、雲母片に対して平行に左側から光を当てた (A)。同様に、幼葉鞘の先端に雲母片を差し込み、雲母片に対して垂直に左側から光を当てた (B)。
- 実験Ⅱ 幼葉鞘の先端を切り取り、それを切り口の右側にずらして暗室中に置いた (C)。同様に、幼葉鞘の先端を切り取り、それを切り口の左側にずらして暗室中に置いた (D)。
- 実験Ⅲ 幼葉鞘の先端を切り取り、それを二つの寒天片の上へのせ、左側から光を当ててしばらく置いた。左側の寒天片を、先端が切り取られた幼葉鞘の切り口の上に右側にずらして暗室中に置いた (E)。同様に、右側の寒天片を、先端が切り取られた幼葉鞘の切り口の上に右側にずらして暗室中に置いた (F)。

	実験Ⅰ	実験Ⅱ	実験Ⅲ
①	A	C	E
②	A	C	F
③	A	D	E
④	A	D	F
⑤	B	C	E
⑥	B	C	F
⑦	B	D	E
⑧	B	D	F

問 10 細胞を構成するおもな物質について述べた文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。

13

- ① 水は一般に最も含有量が多く、溶媒 (solvent) としてもいろいろな物質を溶かす。
- ② タンパク質は生物体の構造と機能に重要であり、酵素 (enzyme)、抗体 (antibody)、ある種のホルモン (hormone) などの成分になる。おもな構成元素は C・H・O・N・S である。
- ③ 核酸 (nucleic acid) である DNA は遺伝子 (gene) の本体であり、RNA はタンパク質合成に関与している。おもな構成元素は C・H・O・N・P である。
- ④ 炭水化物 (carbohydrate) には、おもなエネルギー源であるグルコース (glucose) や細胞膜 (cell membrane) の成分であるセルロース (cellulose) などがあり、おもな構成元素は C・H・O である。
- ⑤ 脂質 (lipid) の一つであるリン脂質 (phospholipid) は、細胞膜の成分となっている。

問 11 呼吸 (respiration) について述べた次の文章の空欄 **a** ~ **c** に当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。

14

グルコース (glucose) を分解してエネルギーを取り出す呼吸には、好気呼吸 (aerobic respiration) と嫌気呼吸 (anaerobic respiration) があり、両者に共通の過程は **a** である。両者を比べると、**b** の方がグルコース 1 分子あたりの ATP の生成量が多い。

好気呼吸は、本質的にはグルコースを空气中で燃焼させる反応と同じ現象である。好気呼吸では段階的にエネルギーを生じるが、燃焼では急激に反応が進み、ほとんどのエネルギーは熱や光として放出されてしまう。しかし、どちらも最終的に **c** を生じる。

	a	b	c
①	解糖系	好気呼吸	酸素と水
②	解糖系	好気呼吸	二酸化炭素と水
③	解糖系	嫌気呼吸	酸素と水
④	解糖系	嫌気呼吸	二酸化炭素と水
⑤	電子伝達系	好気呼吸	酸素と水
⑥	電子伝達系	好気呼吸	二酸化炭素と水
⑦	電子伝達系	嫌気呼吸	酸素と水
⑧	電子伝達系	嫌気呼吸	二酸化炭素と水

解糖系 (glycolysis), 電子伝達系 (electron transport system)

問 12 同化 (assimilation) に関して述べた次の文 a~e のうち正しいものを二つ選び、その組み合わせを下の①~⑨の中から一つ選びなさい。

15

- a 窒素固定 (nitrogen fixation) とは、空気中の窒素ガスからアンモニア (ammonia) をつくる反応であり、その代表的な生物としてはクロストリジウム (clostridium) があり、マメ科 (legume) の植物と共生 (symbiosis) している。
- b カビ (mold) やキノコ (mushroom) などの菌類 (fungi) では、化学合成 (chemosynthesis) が多く見られる。
- c 動物は、炭酸同化 (carbon dioxide assimilation) や窒素同化 (nitrogen assimilation) ができないので、従属栄養生物 (heterotroph) と言われている。
- d 窒素同化とは、無機窒素化合物 (inorganic nitrogen compounds) からアミノ酸 (amino acid) などの有機窒素化合物 (organic nitrogen compound) をつくる反応である。
- e 炭酸同化を行うすべての生物は光のエネルギーが必要で、二酸化炭素と水から有機物を合成する。

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

問 13 ヒトの体内に異物が侵入したときに起こる現象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。

16

- ① 異物が侵入した傷口では、異物はトロンビン (thrombin) により分解される。
- ② 血小板 (blood platelet) から放出されたフィブリン (fibrin) が、侵入した異物を血ペイ (blood-clot) に閉じ込める。
- ③ マクロファージ (macrophage) などの食作用 (phagocytosis) によって、侵入した異物は取り込まれ消化される。
- ④ 侵入した異物に対して抗原 (antigen) が生産され、免疫 (immunity) が成立する。
- ⑤ 侵入した異物によってアレルギー (allergy) が起きると、この異物を排除する。

問 14 真核生物 (eukaryote) における遺伝情報の発現について述べた次の文 a~e のうち、正しいものを二つ選び、その組み合わせを下の①~⑨の中から一つ選びなさい。

17

- a RNA には mRNA (伝令 RNA) 以外に、tRNA (運搬 RNA) や rRNA (リボソーム RNA) などがあるが、タンパク質のアミノ酸配列 (amino acid sequence) についての情報をもつものは tRNA である。
- b DNA の塩基配列 (base sequence) を写し取る転写 (transcription) では、RNA ポリメラーゼ (RNA 合成酵素) と呼ばれる酵素 (enzyme) が働く。
- c DNA の塩基配列には、実際にタンパク質の情報になる部分であるイントロン (intron) と、情報にならないエクソン (exon) がある。
- d スプライシング (splicing) は核 (nucleus) の中で起こり、転写された RNA からイントロン部分が取り除かれ、エクソン部分をつなぎ合わせる過程をいう。
- e 細胞質 (cytoplasm) に存在するリボソーム (ribosome) で転写が行われ、そこでは mRNA のコドン (codon) に対応したアンチコドン (anticodon) をもつ tRNA が結合する。

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

問 15 アフリカツメガエル (*Xenopus laevis*) のアルビノ (白色種, albino) の尾芽胚 (tailbud stage embryo) 一つを用いて, その腸 (intestine) の上皮細胞 (epithelial cell) の核 (nucleus) を, 野生型 (wild type) の雌一個体から得た核を除いた未受精卵 (unfertilized egg) に移植 (transplantation) した。核移植した卵の一部は正常に成体 (adult) まで成長した。この実験結果について述べた次の文 a~f のうち正しいものを二つ選び, その組み合わせを下の①~⑧の中から一つ選びなさい。なお, アルビノの個体は, 遺伝的にメラニン色素 (melanin pigment) をつくる能力を失っているため, 体色が白い。

18

- a 成長したカエルはすべて野生型で, 同一の性であった。
- b 成長したカエルはすべて野生型で, 雌雄両方の性がみられた。
- c 成長したカエルはすべてアルビノで, 同一の性であった。
- d 成長したカエルはすべてアルビノで, 雌雄両方の性がみられた。
- e 成長したカエルは遺伝的にすべて同一であった。
- f 成長したカエルは遺伝的にそれぞれ異なっていた。

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