

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 ~ 21 |
| 化学 | 23 ~ 34 |
| 生物 | 35 ~ 48 |

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。

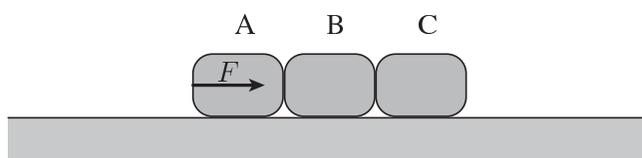
科目が正しくマークされていないと、採点されません。

< 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), **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、なめらかな水平面上に物体 **A**, **B**, **C** が置かれている。 **A**, **B**, **C** の質量はすべて等しい。 **A** を水平方向右向きに大きさ F の力で押し続けたところ、これら3つの物体は接したまま右に動き続けた。



問1 **C** が **B** を左向きに押す力の大きさはいくらか。正しいものを、次の①~④の中から一つ選びなさい。 **1**

① $\frac{1}{3}F$

② $\frac{1}{2}F$

③ $\frac{2}{3}F$

④ F

B ある惑星の表面での、重力加速度の大きさは $\frac{g}{2}$ (地球の $\frac{1}{2}$) であった。この惑星の表面上から、物体をある角度、ある速さで斜めに投げ上げ、放物運動をさせた。

問2 この惑星表面上での、投げ上げた点から落下点までの水平距離は、地球で同じ物体を同じ角度、同じ速さで投げ上げたときと比べて何倍になるか。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 物体A（質量 m ）と物体B（質量 $\frac{5}{2}m$ ）を軽く伸びない糸の両端につけた。次の図のように、糸をなめらかに回転する滑車（pulley）にかけ、AとBをそれぞれ異なる平面上に置いた。Aを置いた平面とAとの間には摩擦がなく、Bを置いた平面とBとの間には摩擦がある。図1、図2、図3の3つの場合に対し、糸はたるむことなくそれぞれの平面に平行な状態で、AとBは静止していた。

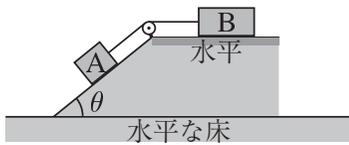


図1

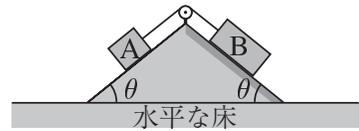


図2

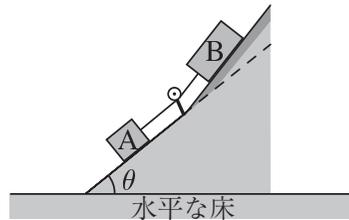


図3

問3 図1、図2、図3の場合において、Bにはたらく摩擦力（frictional force）の大きさをそれぞれ、 F_1 、 F_2 、 F_3 とする。 F_1 、 F_2 、 F_3 の大小関係はどうなるか。正しいものを、次の①~⑥の中から一つ選びなさい。

3

- ① $F_1 < F_2 < F_3$ ② $F_1 < F_3 < F_2$ ③ $F_2 < F_1 < F_3$
- ④ $F_2 < F_3 < F_1$ ⑤ $F_3 < F_1 < F_2$ ⑥ $F_3 < F_2 < F_1$

D 次の図1のように、物体A（質量 M ）がなめらかで水平な床の上に置かれ、さらにAの上側のなめらかで水平な面上に物体B（質量 m ）が置かれている（ $M > m$ ）。Bは、この面上を動き、Aの両端にある壁と弾性衝突（elastic collision）を繰り返している。BのAとの相対速度の大きさ v は運動の間一定であった。Aは、時間 $\frac{T}{2}$ ごとに、「距離 L の移動」と「静止」を繰り返している。図2はAの移動距離の時間変化を示すグラフである。

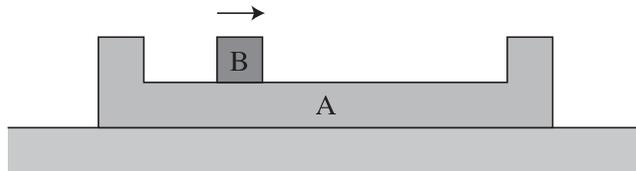


図1

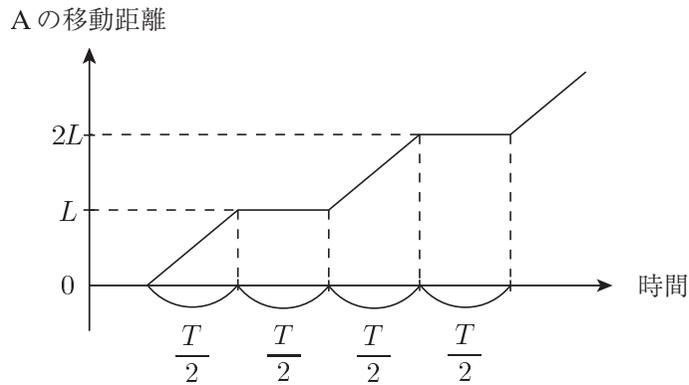


図2

問4 v 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。

4

- ① $\frac{2L}{T}$ ② $\frac{4M}{M+m} \cdot \frac{L}{T}$ ③ $\frac{4m}{M+m} \cdot \frac{L}{T}$
- ④ $\frac{M+m}{M} \cdot \frac{L}{T}$ ⑤ $\frac{M+m}{m} \cdot \frac{L}{T}$

E 図1のように、一端を壁に固定したばねの他端に小球をつけ、なめらかで水平な床の上で小球を単振動させる。ばねに沿って x 軸をとり、ばねが自然長になっているときの小球の位置を原点 O とする。図2は、小球の位置 x の時間変化を示すグラフである。

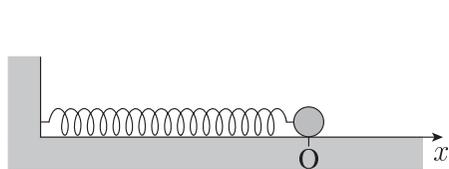


図1

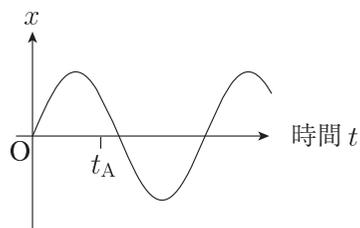


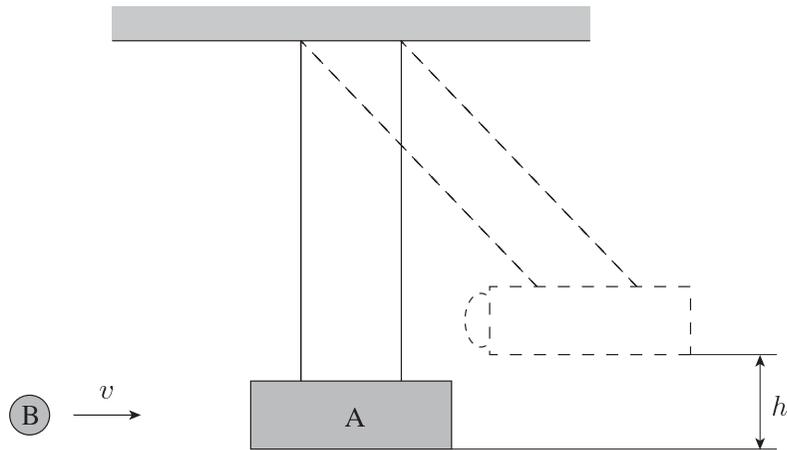
図2

問5 図2の時間 t_A の時の小球の速度の向きは、 x 軸の正の向き、負の向きのどちらか。また、時間 t_A の時にばねが壁に及ぼす力の向きは、 x 軸の正の向き、負の向きのどちらか。正しい組み合わせを、次の①~④の中から一つ選びなさい。

5

| | 小球の速度の向き | ばねが壁に及ぼす力の向き |
|---|------------|--------------|
| ① | x 軸の正の向き | x 軸の正の向き |
| ② | x 軸の正の向き | x 軸の負の向き |
| ③ | x 軸の負の向き | x 軸の正の向き |
| ④ | x 軸の負の向き | x 軸の負の向き |

F 次の図のように、質量 M の物体 A が等しい長さの 2 本の糸で天井からつり下げられて、静止している。質量 m の粘土の小球 B が左から水平方向に速さ v で飛んできて、A に瞬間的にはりついた。その後、A と B は一体となって運動をはじめた。A の達した最高点は初めの位置から高さ h であった。



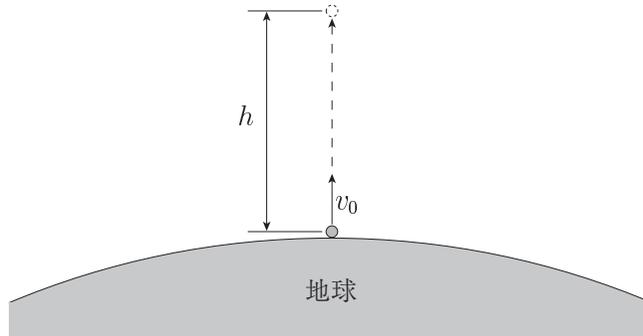
問6 h はいくらか。正しいものを、次の①～⑤の中から一つ選びなさい。

6

① $\frac{m}{2(M+m)g}v^2$ ② $\frac{m^2}{2(M+m)^2g}v^2$ ③ $\frac{v^2}{2g}$

④ $\frac{M}{2(M+m)g}v^2$ ⑤ $\frac{M^2}{2(M+m)^2g}v^2$

G 次の図のように、地上から速さ v_0 で物体を鉛直上方に打ち上げたところ、地表からの高さが h まで到達してから落下した。地球の半径を R とし、地表での重力加速度の大きさを g とする。地球の自転 (rotation of the earth) の影響は無視できるものとする。



問7 h 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。

7

- ① $\frac{v_0^2 R}{gR + v_0^2}$ ② $\frac{v_0^2 R}{gR - v_0^2}$ ③ $\frac{v_0^2 R}{2gR + v_0^2}$
- ④ $\frac{v_0^2 R}{2gR - v_0^2}$ ⑤ $\frac{2v_0^2 R}{2gR + v_0^2}$ ⑥ $\frac{2v_0^2 R}{2gR - v_0^2}$

Ⅱ 次の問いA（問1）、B（問2）、C（問3）に答えなさい。

A 5つの物質の比熱（specific heat）が次の表で与えられている。これら5つの物質のいずれかでつくられた質量150 gの容器がある。最初、温度10°Cであった容器の中に75°Cの水を100 g入れて、じゅうぶん時間がたった後、容器と水の温度はともに60°Cとなった。水の比熱を4.2 J/(g·K)とし、外部との熱の出入りはないものとする。

| 物質 | 銀 | 銅 | 鉄 | ガラス | アルミニウム |
|--------------|------|------|------|------|--------|
| 比熱 (J/(g·K)) | 0.24 | 0.39 | 0.45 | 0.84 | 0.90 |

問1 容器はどの物質でつくられているか。最も適当なものを、次の①～⑤の中から一つ選びなさい。

8

- ① 銀 ② 銅 ③ 鉄 ④ ガラス ⑤ アルミニウム

B 酸素分子が、体積 400 L, 圧力 7.0×10^5 Pa, 温度 27°C の状態で容器に入っている。
酸素分子 1.0 mol は、温度 0.0°C , 圧力 1.0×10^5 Pa のとき 22.4 L の体積を占める。酸素分子 1.0 mol の質量は 32 g である。

問2 この容器に入っている酸素分子の全質量は何 kg か。最も適当な値を、次の①～⑥の中から一つ選びなさい。

9 kg

① 0.11

② 0.36

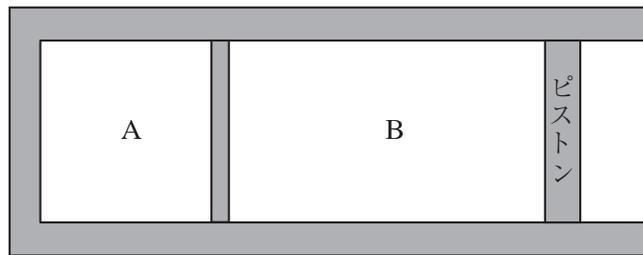
③ 1.1

④ 3.6

⑤ 11

⑥ 36

C 次の図のように、断熱材でできたシリンダーと断熱材でできたピストンからなる容器に単原子分子理想気体 (monatomic ideal gas) が入っている。シリンダー内には気体を通さない固定されたしきり板があり、体積の変わらない空間 A とピストンで体積が変化する空間 B に分けられている。ピストンはなめらかに動き、B 内の圧力は常に大気圧に保たれている。B には A の 3 倍のモル数の単原子分子理想気体が入っている。最初 A 内の気体の絶対温度は $2T_0$ 、B 内の気体の絶対温度は T_0 であった。その後、じゅうぶんに時間がたった後、A 内の気体と B 内の気体の絶対温度はともに T_1 となった。しきり板は熱をよく通し、その熱容量 (heat capacity) は無視できるものとする。



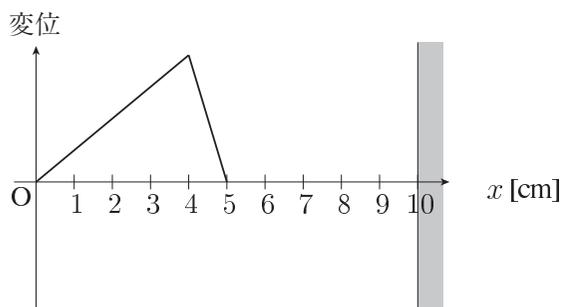
問3 T_1 はいくらか。正しいものを、次の①~④の中から一つ選びなさい。

10

- ① $\frac{5}{4}T_0$ ② $\frac{7}{6}T_0$ ③ $\frac{11}{8}T_0$ ④ $\frac{7}{2}T_0$

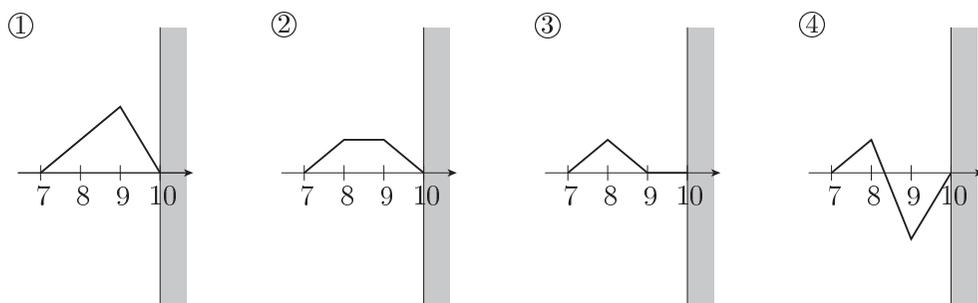
Ⅲ 次の問い **A** (問1), **B** (問2), **C** (問3) に答えなさい。

A 次の図は、 x 軸上を正の向きに速さ 10 cm/s で進む波の時刻 $t = 0 \text{ s}$ における形を示している。 $x = 10 \text{ cm}$ の位置には壁があり、波は固定端反射される。



問1 $t = 0.70 \text{ s}$ における波の形を図で示すとどうなるか。最も適当なものを、次の①~④の中から一つ選びなさい。

11



B x 軸上を x 軸の負の領域から正の領域に向かって一定の速さで移動する音源 (sound source) がある。この音源からの音波を原点で測定した。図 1, 図 2 は空気の圧力変化 Δp が時間 t とともにどのように変化したかをグラフで示したものである (ここで, 図中の t の単位 ms は 10^{-3} s である)。図 1 は音源が原点に近づくとき, 図 2 は音源が原点から遠ざかるときの結果を示している。

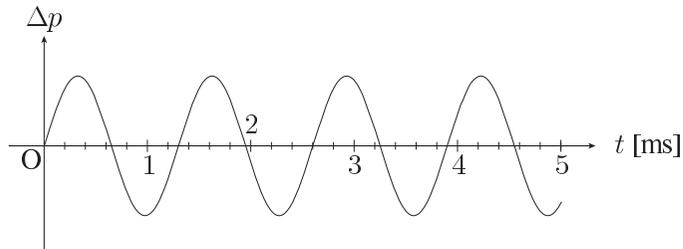


図 1

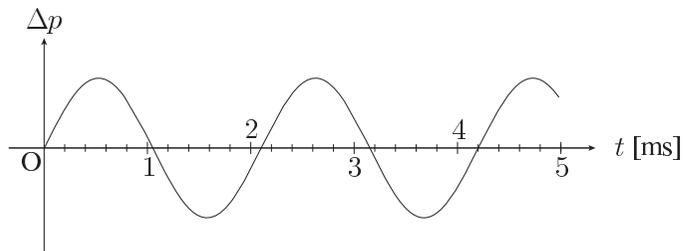


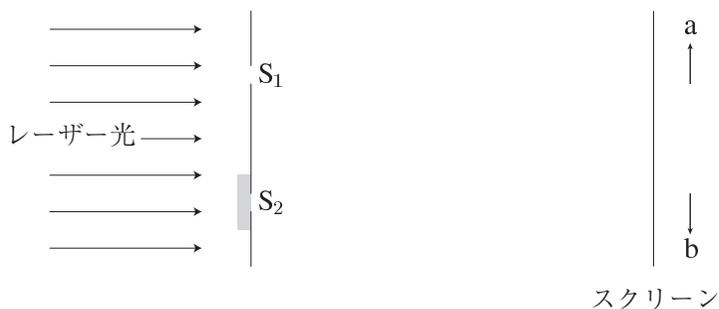
図 2

問 2 音源の振動数はいくらか。最も適当なものを, 次の①~④の中から一つ選びなさい。

12 Hz

- ① 290 ② 590 ③ 620 ④ 1200

C 次の図のように、レーザー光源から出た単色光の平行光線が2つのスリット S_1 , S_2 を通り、十分遠方のスクリーンに干渉縞をつくる。スリット S_2 の前には屈折率 (refractive index) を変えることのできる薄い透明な板が置かれている。

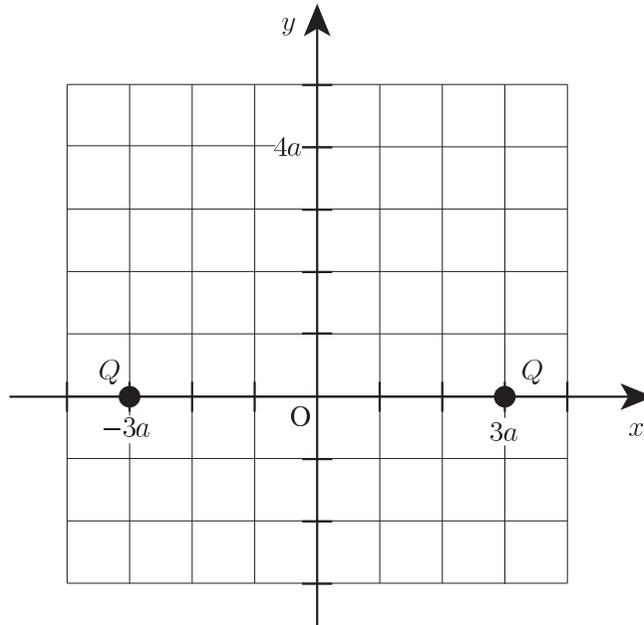


問3 板の屈折率を大きくしていくと、スクリーンの中心近くの暗線は図中の a, b どちらの方向に移動するか。また、隣り合う暗線の間隔はどうなるか。正しい組み合わせを、次の①~⑥の中から一つ選びなさい。 13

| | ① | ② | ③ | ④ | ⑤ | ⑥ |
|-------|------|----|------|------|----|------|
| 移動方向 | a | a | a | b | b | b |
| 暗線の間隔 | 広くなる | 同じ | 狭くなる | 広くなる | 同じ | 狭くなる |

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

A 次の図のように, xy 平面上の点 $(3a, 0)$ と点 $(-3a, 0)$ に, それぞれ電気量 $Q (> 0)$ をもった小球が固定されている。ただし, $a > 0$ とする。



問1 点 $(0, 4a)$ から原点 $(0, 0)$ まで, 電気量 Q をもった別の小球をゆっくり移動させる。このときに必要な外力のする仕事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, クーロンの法則 (Coulomb's law) の比例定数を k とする。 **14**

① $\frac{kQ^2}{12a}$

② $\frac{2kQ^2}{15a}$

③ $\frac{kQ^2}{6a}$

④ $\frac{kQ^2}{4a}$

⑤ $\frac{4kQ^2}{15a}$

⑥ $\frac{kQ^2}{2a}$

B 次の図1のように、極板間の距離が d の平行平板コンデンサー (parallel plate capacitor) を、起電力 V の電池につないで充電した。充電が終わった後、コンデンサーから電池を取り外し、図2のように極板間の距離を $2d$ まで広げ、極板間全体に比誘電率 (relative permittivity) ϵ_r で厚さ $2d$ の誘電体を挿入した。

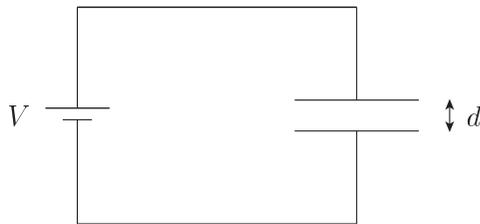


図1

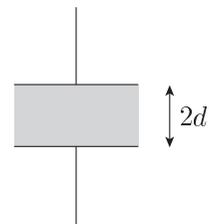


図2

問2 図2の場合のコンデンサーに蓄えられている静電エネルギーは、図1の場合の何倍か。正しいものを、次の①～⑥の中から一つ選びなさい。

15

① $\frac{\epsilon_r}{2}$

② ϵ_r

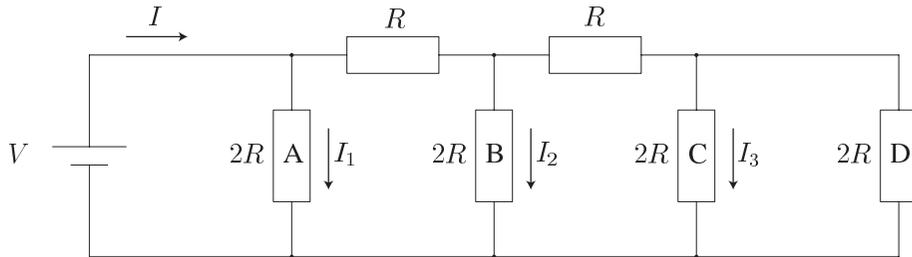
③ $2\epsilon_r$

④ $\frac{1}{2\epsilon_r}$

⑤ $\frac{1}{\epsilon_r}$

⑥ $\frac{2}{\epsilon_r}$

- C 抵抗値が R の抵抗を 2 個， $2R$ の抵抗を 4 個，および起電力 V の電池をつないで，次の図のような回路をつくった。抵抗値 $2R$ の抵抗に，図のように，A, B, C, D と名前を付けた。電池を流れる電流を I とし，A, B, C に流れる電流をそれぞれ I_1 , I_2 , I_3 とする。

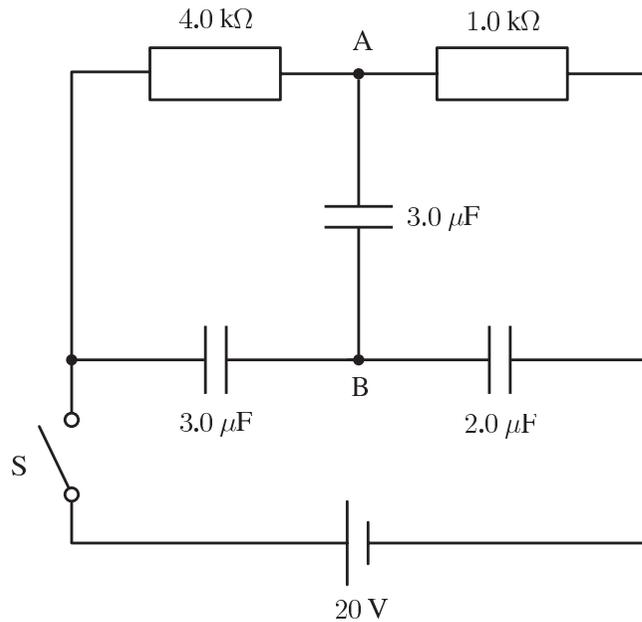


- 問3 I_1 , I_2 , I_3 はいくらか。正しい組み合わせを，次の①～⑤の中から一つ選びなさい。

16

| | I_1 | I_2 | I_3 |
|---|----------------|----------------|-----------------|
| ① | $\frac{1}{2}I$ | $\frac{1}{4}I$ | $\frac{1}{8}I$ |
| ② | $\frac{1}{2}I$ | $\frac{1}{4}I$ | $\frac{1}{6}I$ |
| ③ | $\frac{1}{2}I$ | $\frac{1}{4}I$ | $\frac{1}{16}I$ |
| ④ | $\frac{1}{2}I$ | $\frac{1}{3}I$ | $\frac{1}{4}I$ |
| ⑤ | $\frac{1}{2}I$ | $\frac{1}{9}I$ | $\frac{1}{16}I$ |

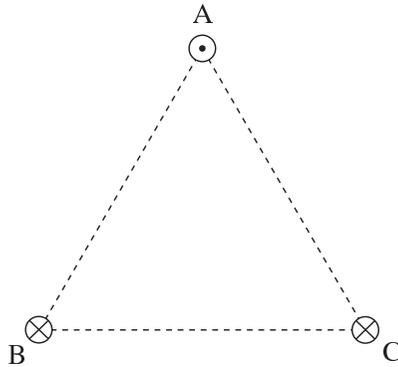
D 次の図のように、抵抗値 $4.0\text{ k}\Omega$ と $1.0\text{ k}\Omega$ の抵抗，電気容量 $2.0\text{ }\mu\text{F}$ のコンデンサー1個と $3.0\text{ }\mu\text{F}$ のコンデンサー2個，および起電力 20 V の電池とスイッチ S につくった回路がある。電池の内部抵抗は無視できるものとし， S を閉じるまではコンデンサーには電荷はなかった。



問4 S を閉じてからじゅうぶん時間がたったとき，図中の AB 間の電圧の大きさはいくらか。最も適当なものを，次の①～⑤の中から一つ選びなさい。 17 V

- ① 4.0 ② 5.0 ③ 6.0 ④ 8.0 ⑤ 9.0

E 次の図のように、一辺が0.10 mの正三角形の頂点A, B, Cを通る導線に、それぞれ10 Aの電流が流れている。3本の導線それぞれは三角形の平面に対して垂直である。Aを通る導線に流れる電流の向きは紙面の裏から表の向き、B, Cについては紙面の表から裏の向きである。

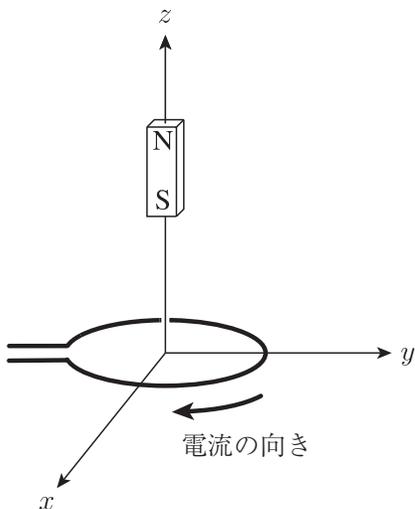


問5 三角形ABCの重心での磁場の大きさはいくらか。最も適当なものを、次の①~⑤の中から一つ選びなさい。ただし、 $\pi = 3.1$, $\sqrt{3} = 1.7$ として計算してよい。

18 A/m

- ① 0 ② 37 ③ 55 ④ 75 ⑤ 83

F 次の図のように、 xy 平面上の円形導線に電流が流れており、 z 軸に沿って棒磁石が置かれている。電流の向きは z 軸の正の向きから見て右回り（時計回り）であり、棒磁石の N 極は z 軸の正の向きを向いている。



問6 棒磁石が電流がつくる磁場から受ける力の向きは、 z 軸の正の向きか、負の向きか。また、円形導線が棒磁石のつくる磁場から受ける力の向きは z 軸の正の向きか、負の向きか。正しい組み合わせを、次の①～④の中から一つ選びなさい。

19

| | 棒磁石が受ける力の向き | 円形導線が受ける力の向き |
|---|-------------|--------------|
| ① | z 軸の正の向き | z 軸の正の向き |
| ② | z 軸の正の向き | z 軸の負の向き |
| ③ | z 軸の負の向き | z 軸の正の向き |
| ④ | z 軸の負の向き | z 軸の負の向き |

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。

< 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。

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 Na : 23 Mg : 24

S : 32 Ca : 40 Fe : 56 Zn : 65 Pb : 207

問1 次の①～⑤のそれぞれに示した三つの元素 (element) すべてが周期表 (periodic table) の同じ族 (group) に属するものを、一つ選びなさい。

1

- ① Al, B, S ② Be, Ca, Mg ③ Br, O, S
④ Ca, K, Li ⑤ Cl, F, Ne

理科-24

問2 次の分子①～⑤のうち、共有結合 (covalent bond) に使われている価電子 (valence electron) の数が最も多いものを一つ選びなさい。

2

- ① エタン (ethane) ② エチレン (エテン) (ethylene (ethene))
③ 窒素 (nitrogen) ④ 二酸化炭素 (carbon dioxide)
⑤ 水

問3 CH_4 , H_2O , NH_3 はそれぞれ何組の非共有電子対 (unshared electron pair) をもつか。
正しい数の組み合わせを、次表の①～⑥の中から一つ選びなさい。

3

| | CH_4 | H_2O | NH_3 |
|---|---------------|----------------------|---------------|
| ① | 0 | 0 | 2 |
| ② | 0 | 1 | 0 |
| ③ | 0 | 2 | 1 |
| ④ | 1 | 0 | 2 |
| ⑤ | 1 | 1 | 0 |
| ⑥ | 1 | 2 | 1 |

問4 周期表 (periodic table) において、H から Ar までの元素 (element) に関する次の記述①～⑤のうち、誤っているものを一つ選びなさい。

4

- ① 1 族元素 (group 1 element) は、1 価 (monovalent) の陽イオン (cation) になりやすい。
- ② 18 族元素のイオン化エネルギー (第一イオン化エネルギー: first ionization energy) は、同じ周期 (period) の他の元素より大きい。
- ③ H から始まる周期を除き、同じ族 (group) の典型元素 (main group element) は、互いによく似た化学的性質をもつ。
- ④ H から始まる周期を除き、金属元素 (metallic element) は周期表の左側に位置している。
- ⑤ Na から始まる周期には、遷移元素 (transition element) も含まれる。

問5 元素 X を含む三つの化合物 A, B および C の 1.0 mol 中の元素 X の質量 (mass) は、それぞれ 38 g, 57 g および 76 g であった。元素 X の原子量として最も適当な値を、次の①～⑥の中から一つ選びなさい。

5

- ① 19 ② 38 ③ 57 ④ 76 ⑤ 95 ⑥ 114

問6 次の物質それぞれ 1.0 g が同温・同体積の容器内で理想気体 (ideal gas) として存在しているとき、内部の圧力が最も低くなるものを、次の①～⑤の中から一つ選びなさい。

6

- ① CO₂ ② O₂ ③ N₂ ④ CH₃CH=CH₂ ⑤ CH₃CH₂OH

理科-26

問 7 炭素 C および一酸化炭素 CO の燃焼熱 (heat of combustion) は, それぞれ 394 kJ/mol および 283 kJ/mol である。1.00 mol の炭素が燃焼して 0.500 mol の一酸化炭素と 0.500 mol の二酸化炭素 CO₂ が生成した。発生する熱量は何 kJ か。最も近い値を, 次の①～⑥の中から一つ選びなさい。 7 kJ

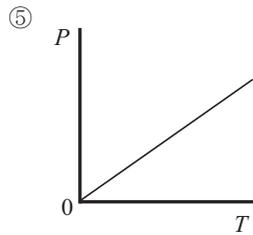
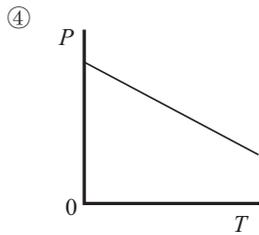
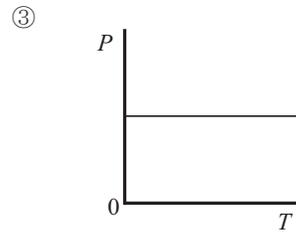
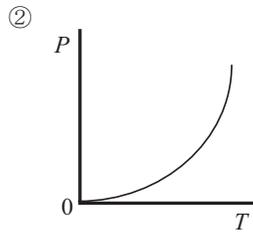
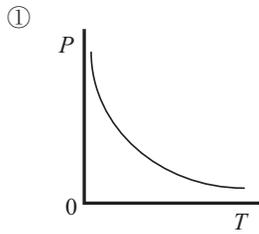
- ① 111 ② 253 ③ 299 ④ 323 ⑤ 338 ⑥ 677

問 8 0.10 mol/L の酢酸ナトリウム水溶液 CH₃COONa aq に含まれる各イオンをモル濃度 (molar concentration) の高いものから順に並べたものとして正しいものを, 次の①～⑥の中から一つ選びなさい。 8

- ① CH₃COO⁻ > Na⁺ > OH⁻ > H⁺
② CH₃COO⁻ > OH⁻ > Na⁺ > H⁺
③ Na⁺ > CH₃COO⁻ > OH⁻ > H⁺
④ Na⁺ > OH⁻ > CH₃COO⁻ > H⁺
⑤ Na⁺ > OH⁻ > H⁺ > CH₃COO⁻
⑥ OH⁻ > H⁺ > Na⁺ > CH₃COO⁻

問 9 体積が変わらない容器に封じこめた理想気体 (ideal gas) の温度 T [K] と圧力 P [Pa] との関係を表す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。

9



問 10 鉛蓄電池 (lead storage battery) の放電 (discharge) 時の負極 (anode) と正極 (cathode) での反応は次のように表される。



放電により 10.0 A で 965 秒電流が流れたとき、負極、正極の質量 (mass) はそれぞれ何 g 増加するか。最も適当な組み合わせを、次表の①～⑥の中から一つ選びなさい。ただし、生成した PbSO_4 はすべて電極 (electrode) の表面に析出 (deposition) するものとする。

10

| | 負極 [g] | 正極 [g] |
|---|--------|--------|
| ① | 4.80 | 3.20 |
| ② | 4.80 | 6.40 |
| ③ | 9.60 | 6.40 |
| ④ | 9.60 | 15.2 |
| ⑤ | 15.2 | 3.20 |
| ⑥ | 15.2 | 15.2 |

問 11 次の化合物①～⑥のうち、窒素原子 N の酸化数 (oxidation number) が最も小さいものを一つ選びなさい。

11

- ① HNO_2 ② HNO_3 ③ NH_3 ④ NO ⑤ NO_2 ⑥ N_2O_4

問 12 次の反応①～⑤のうち、金属 1.0 g とじゅうぶんな量の水あるいは塩酸 HCl aq を反応させたとき、発生する水素 H₂ の同温・同圧での体積が最も大きい反応はどれか。正しいものを、次の①～⑤の中から一つ選びなさい。

12

問 13 水素 (hydrogen) に関する次の記述①～⑤のうち、誤っているものを一つ選びなさい。

13

- ① すべての気体の中で最も軽い。
- ② 水に溶けにくい。
- ③ 高温で金属の酸化物 (oxide) に対して、還元剤 (reducing agent) としてはたらく。
- ④ 水を電気分解 (electrolysis) すると、陽極 (anode) から発生する。
- ⑤ 燃料電池 (fuel cell) に使用される。

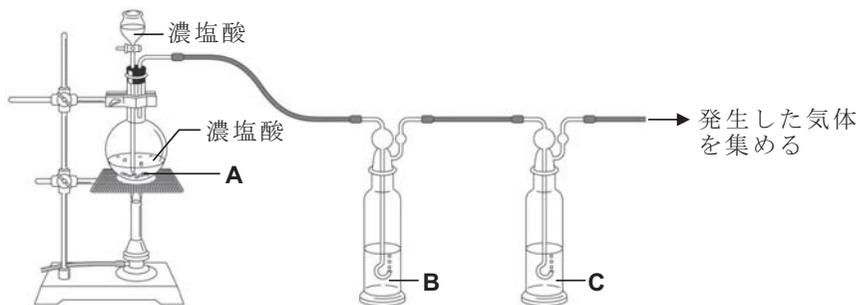
問 14 アルカリ金属 (alkali metal) に関する記述として最も適当なものを、次の①～⑤の中から一つ選びなさい。

14

- ① ナトリウム Na は塩化ナトリウム水溶液 NaCl aq の電気分解 (electrolysis) によって得られる。
- ② ナトリウムはエタノール (エチルアルコール) (ethanol (ethyl alcohol)) と反応しない。
- ③ 2 価 (divalent) の陽イオン (cation) になりやすい。
- ④ アルカリ金属の原子は 1 個の価電子 (valence electron) をもつ。
- ⑤ 原子番号が大きくなるにつれて、アルカリ金属のイオン化エネルギー (第一イオン化エネルギー : first ionization energy) は大きくなる。

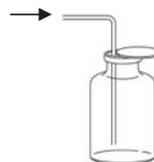
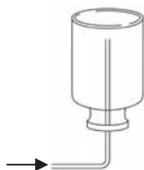
問 15 次の図の装置を用いて、化合物 **A** と濃塩酸 conc. HCl から、乾燥した塩素 Cl_2 をつくりたい。化合物 **A** と図の **B**, **C** に入れる物質はそれぞれ何か。また、発生した気体を集めるのに下の(i), (ii)のどちらの方法が適当か。最も適当な組み合わせを、下表の①～⑥の中から一つ選びなさい。

15



(i) 上方置換 (upward delivery)

(ii) 下方置換 (downward delivery)



| | A | B | C | 気体を集める方法 |
|---|----------------|-------------------------------|-------------------------------|----------|
| ① | CuO | conc. H_2SO_4 | H_2O | i |
| ② | CuO | conc. H_2SO_4 | H_2O | ii |
| ③ | CuO | H_2O | conc. H_2SO_4 | ii |
| ④ | MnO_2 | conc. H_2SO_4 | H_2O | i |
| ⑤ | MnO_2 | H_2O | conc. H_2SO_4 | i |
| ⑥ | MnO_2 | H_2O | conc. H_2SO_4 | ii |

conc. H_2SO_4 : 濃硫酸 (concentrated sulfuric acid)

問 16 アルケン (alkene) の反応に関する次の記述①～⑤のうち、誤っているものを一つ
選びなさい。

16

- ① エチレン (エテン) (ethylene (ethene)) を臭素水 (bromine water) に通じると、臭素水が脱色される。
- ② エチレンを触媒 (catalyst) の存在下で水素 (hydrogen) と反応させると、エタン (ethane) が生成する。
- ③ エチレンを付加重合 (addition polymerization) させると、ベンゼン (benzene) が生成する。
- ④ プロピレン (プロペン) (propylene (propene)) とベンゼンから、クメン (イソプロピルベンゼン) (cumene (isopropylbenzene)) が合成される。
- ⑤ 2-メチルプロペン (2-methylpropene) と臭素 (bromine) の反応では、立体異性体 (stereoisomer) は生成しない。

問 17 次の化学反応①～⑤のうち、1-プロパノール (プロピルアルコール) (1-propanol (propyl alcohol)) と 2-プロパノール (イソプロピルアルコール) (2-propanol (isopropyl alcohol)) を区別できる反応を、一つ選びなさい。

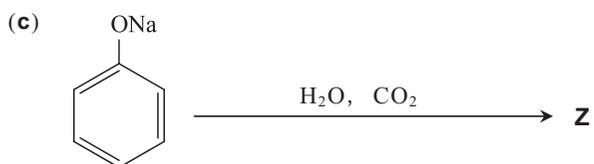
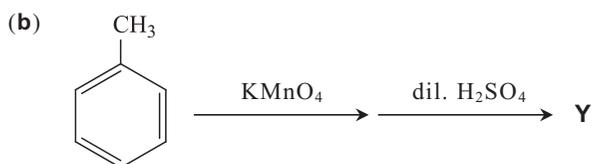
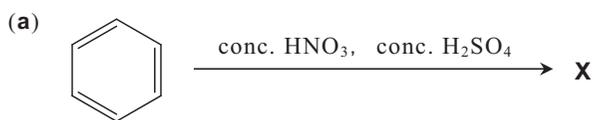
17

- ① 濃硫酸 conc. H_2SO_4 による脱水反応 (dehydration reaction)
- ② 銀鏡反応 (silver mirror test)
- ③ 塩化鉄(III) FeCl_3 による呈色反応 (color reaction)
- ④ フェーリング液 (Fehling's solution) の還元反応 (reduction reaction)
- ⑤ ヨードホルム反応 (iodoform reaction)

問 18 エタノール(エチルアルコール) (ethanol (ethyl alcohol)) 2.3 g を完全燃焼 (complete combustion) させるために必要な酸素 (oxygen) は、標準状態で何 L か。最も近い値を、次の①～⑥の中から一つ選びなさい。 **18** L

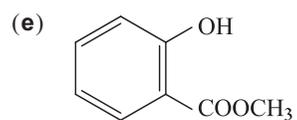
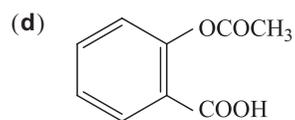
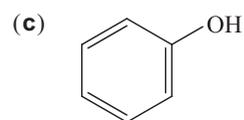
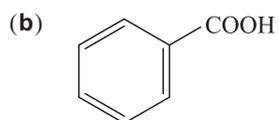
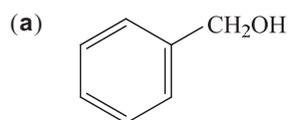
- ① 1.1 ② 3.4 ③ 6.8 ④ 11 ⑤ 34 ⑥ 68

問 19 次の反応(a)～(c)で生じた化合物 **X**, **Y**, **Z** を酸性 (acidity) の強いものから順に並べたもの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。 **19**



- ① **X** > **Y** > **Z** ② **X** > **Z** > **Y** ③ **Y** > **X** > **Z**
 ④ **Y** > **Z** > **X** ⑤ **Z** > **X** > **Y** ⑥ **Z** > **Y** > **X**

問 20 次の芳香族化合物 (aromatic compound) (a)~(e)の中に、塩化鉄(III)水溶液 FeCl_3 aq を加えると青~紫色の呈色反応 (color reaction) を示すものが二つある。それら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。 20



① a, c

② a, d

③ b, c

④ b, e

⑤ c, d

⑥ c, e

化学の問題はこれで終わりです。解答欄の 21 ~ 75 はマークしないでください。
解答用紙の科目欄に「化学」が正しくマークしてあるか、もう一度確かめてください。

この問題冊子を持ち帰ることはできません。

生物

「解答科目」記入方法

解答科目には「物理」，「化学」，「生物」がありますので，この中から2科目を選んで解答してください。選んだ2科目のうち，1科目を解答用紙の表面に解答し，もう1科目を裏面に解答してください。

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

<解答用紙記入例>

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

科目が正しくマークされていないと，採点されません。

問1 次に示す生物 A～D は，原核生物 (prokaryote)，単細胞の真核生物 (eukaryote)，葉緑体 (chloroplast) を含む真核生物のうちのどれに当てはまるか。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。 1

- A 酵母菌 (yeast) B 乳酸菌 (lactobacillus) C アメーバ (amoeba)
D ミドリムシ (euglena)

| | 原核生物 | 単細胞の真核生物 | 葉緑体を含む真核生物 |
|---|------|----------|------------|
| ① | A | B, C | D |
| ② | B | A, C, D | D |
| ③ | B | A, C, D | A, D |
| ④ | A, B | C, D | なし |
| ⑤ | A, B | C | D |
| ⑥ | C | A, B, D | なし |

問2 次の文 a～e は、細胞小器官 (cell organelle) の働きについて述べたものである。ゴルジ体 (Golgi body) と中心体 (centrosome) に当てはまるものの正しい組み合わせを、下の①～⑨の中から一つ選びなさい。

2

- a 老廃物や栄養物を蓄える。
- b 細胞内で合成された物質の細胞外への分泌 (secretion) にかかわる。
- c 細胞分裂 (cell division) のときに紡錘糸 (spindle fiber) 形成の起点となる。
- d 有機物 (organic compound) を合成する。
- e エネルギーをつくり出す。

| | ゴルジ体 | 中心体 |
|---|------|-----|
| ① | a | b |
| ② | a | c |
| ③ | b | a |
| ④ | b | c |
| ⑤ | c | a |
| ⑥ | c | b |
| ⑦ | d | b |
| ⑧ | d | e |
| ⑨ | e | a |

問3 植物細胞を低張液 (hypotonic solution) に浸したところ、細胞は吸水して体積が増加し、ある時点で体積変化が止まり安定した。次の a~f のうち、このときの圧力の関係として正しいものを二つ選び、その組み合わせを下の①~⑥の中から一つ選びなさい。

3

- a 細胞内の浸透圧 (osmotic pressure) > 外液の浸透圧
- b 細胞内の浸透圧 = 外液の浸透圧
- c 細胞内の浸透圧 < 外液の浸透圧
- d 吸水力 (suction force) < 膨圧 (turgor pressure)
- e 吸水力 > 膨圧
- f 吸水力 = 膨圧

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

問4 次の文 a~e は、ウニ (sea urchin) の受精 (fertilization) の過程について述べたものである。文を進行順に並べると、どのようになるか。正しいものを下の①~⑤の中から一つ選びなさい。

4

- a 精子 (sperm) が卵の細胞膜 (cell membrane) に達する。
- b 精子が卵のゼリー層 (jelly layer) に到達する。
- c 精子の核 (nucleus) と卵の核が近づく。
- d 精子の先端 (先体 acrosome) が変化する。
- e 受精膜 (fertilization membrane) が生じる。

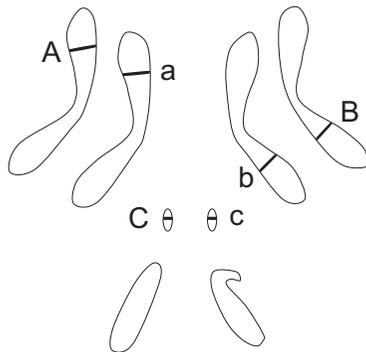
- ① a → b → d → c → e ② b → a → d → e → c
 ③ b → d → a → e → c ④ d → b → a → e → c
 ⑤ d → b → e → a → c

問5 有性生殖 (sexual reproduction) では遺伝的に多様な配偶子 (gamete) がつくられる。これに関する次の問い(1), (2)に答えなさい。

(1) 一般に減数分裂 (meiosis) では, 相同染色体 (homologous chromosomes) の一部で乗換え (crossing-over) が起こり, 新たな遺伝子 (gene) の組み合わせが生じる。この乗換えが起こる時期として正しいものを, 次の①~⑥の中から一つ選びなさい。 5

- ① 第一分裂 (meiosis I) 前期 (prophase) ② 第一分裂後期 (anaphase)
- ③ 第一分裂終期 (telophase) ④ 第二分裂 (meiosis II) 前期
- ⑤ 第二分裂中期 (metaphase) ⑥ 第二分裂後期

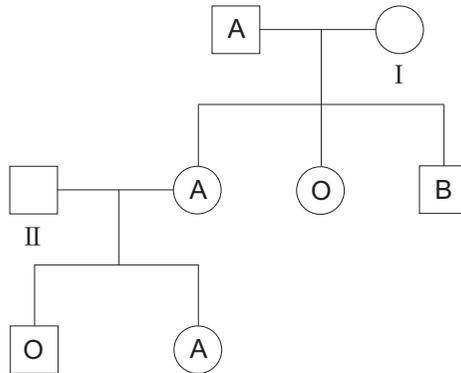
(2) 次の図は, キイロシヨウジョウバエ (*Drosophila melanogaster*) の雄における体細胞 (somatic cell) の染色体 (chromosome) 構成と, 常染色体 (autosome) 上にある 3 対の対立遺伝子 (allele) A と a, B と b, C と c の位置を示している。これらの遺伝子に注目したとき, 一個体由来の精子 (sperm) には理論上, 最大何種類の遺伝子型 (genotype) が考えられるか。正しいものを下の①~⑤の中から一つ選びなさい。 6



- ① 1 種類 ② 2 種類 ③ 4 種類 ④ 8 種類 ⑤ 16 種類

問6 次の図は、ヒトのある家系を示している。○は女性を、□は男性を示しており、○あるいは□の中のアールファベットはABO式血液型（ABO blood type）を示している。図中のIの女性の遺伝子型（genotype）は何か。また、IIの男性の表現型（phenotype）はどのようなものが考えられるか。すべて挙げたもの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。

7



| | Iの遺伝子型 | IIの表現型 |
|---|--------|-----------|
| ① | AB | A型かO型 |
| ② | AB | A型かB型かO型 |
| ③ | BB | A型かB型 |
| ④ | BB | A型かB型かAB型 |
| ⑤ | BO | A型かO型 |
| ⑥ | BO | A型かB型かO型 |
| ⑦ | OO | A型かB型 |
| ⑧ | OO | A型かB型かAB型 |

問7 ヒトの腎臓^{じんぞう} (kidney) のつくりと働き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。

8

- ① 腹部の背側に左右一つずつあって、内部にはネフロン (nephron, 腎単位 kidney unit) とよばれる構造がある。
- ② ネフロンは、腎小体 (renal corpuscle, マルピーギ小体 Malpighian corpuscle) と毛細血管 (capillary) に取り囲まれた腎細管 (kidney tubule, 細尿管 uriniferous tubule) とからできている。
- ③ 腎小体では、糸球体 (glomerulus) からボーマンのう (Bowman's capsule) に、血しょう (blood plasma) 中のグルコース (glucose) 以外の血しょう成分がろ過される。
- ④ 糸球体からボーマンのう内へろ過されたものを原尿 (primitive urine) といい、原尿が腎細管を通る間に、腎細管をとり巻く毛細血管にさまざまな成分が再吸収される。
- ⑤ 腎細管におけるさまざまな成分の再吸収には、細胞の能動輸送 (active transport) が関与している場合もあり、それは血液の浸透圧 (osmotic pressure) を一定に保つように調節される。

問8 自律神経 (autonomic nerve) は2種類あり、互いに拮抗的 (antagonistic) な働きをすることで体の恒常性 (homeostasis) が保たれている。次のa~fのうち、交感神経 (sympathetic nerve) の働きとして正しいものの組み合わせを、下の①~⑧の中から一つ選びなさい。

9

- | | |
|-------------------------|------------|
| a 瞳孔 (pupil) の拡大 | b 瞳孔の収縮 |
| c 皮膚 (skin) の血管の拡大 | d 皮膚の血管の収縮 |
| e 心臓の拍動 (pulsation) の抑制 | f 心臓の拍動の促進 |

- | | | | | |
|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| 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9 ヒトのしつがい腱反射 (patellar tendon reflex) について述べた次の文a~eのうち正しいものの組み合わせを、下の①~⑨の中から一つ選びなさい。

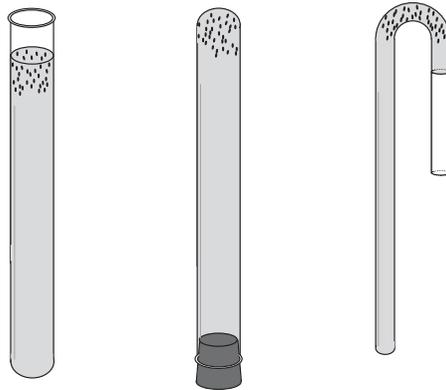
10

- a 型にはまった一定の反応で、意識的にすばやい反応を示す。
- b しつがい腱 (patellar tendon) とそれに続く筋肉 (muscle) が打たれて引き伸ばされると、筋肉中の効果器 (effector) である筋紡錘 (muscle spindle) が興奮 (excitation) する。
- c 反射中枢 (reflex center) は脊髄 (spinal cord) にあり、興奮が脊髄内の一つのシナプス (synapse) を介して運動神経 (motor nerve) に伝えられる。
- d 運動神経は、脊髄の背根 (dorsal root) から出て、ももの筋肉を弛緩 (relaxation) させる。その結果、足が上がる。
- e 反射が起こるときの興奮の伝わる経路を反射弓 (reflex arc) という。

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

問 10 ゾウリムシ (paramecium) の入った培養液を次の図のように三つの容器に入れたところ、ゾウリムシは上の部分に集まった。これらの実験結果からこの行動について述べた下の文 a～e 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。ただし、光はそれぞれの容器全体に対して均一に当たっているものとする。

11



- a ゾウリムシは、重力を感じて上に集まった。
- b ゾウリムシは、空気を感じて上に集まった。
- c ゾウリムシは、重力と空気の両方を感じて上に集まった。
- d ゾウリムシのこの行動は、正の走性 (taxis) である。
- e ゾウリムシのこの行動は、負の走性である。

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

問 11 ヒトのだ液 (saliva) のアミラーゼ (amylase), 胃液 (gastric juice) のペプシン (pepsin), すい液 (pancreatic juice) のトリプシン (trypsin) は, 消化酵素 (digestive enzyme) である。アミラーゼの作用が最も大きくなるときの pH を X とすると, ペプシンとトリプシンの作用はそれぞれどのような pH のときに大きくなるか。組み合わせとして最も適当なものを, 次の①～⑦の中から一つ選びなさい。ただし, pH 以外の酵素反応の条件は最適なものとする。

12

| | ペプシン | トリプシン |
|---|-------|-------|
| ① | X | $X-5$ |
| ② | X | $X+1$ |
| ③ | $X+1$ | $X-5$ |
| ④ | $X+1$ | X |
| ⑤ | $X+1$ | $X+1$ |
| ⑥ | $X-5$ | $X-5$ |
| ⑦ | $X-5$ | $X+1$ |

問 12 十分に吸水させたレタス (lettuce) の種子に、それぞれ 5 分間、赤色光 (red light : R, 波長 660nm 付近) または遠赤色光 (far red light : FR, 波長 730nm 付近) を次の表に示す順で当てた。その後、25°Cの暗所で 3 日間培養して発芽率 (germination rate) を調べたところ、表のような結果を得た。

この表を参考にして、レタスの種子の発芽 (germination) に関する下の問い(1), (2)に答えなさい。

| 光の処理 | 発芽率 (%) |
|----------------|---------|
| 暗所 | 4 |
| R→暗所 | 98 |
| FR→暗所 | 3 |
| R→FR→暗所 | 2 |
| R→FR→R→暗所 | 97 |
| R→FR→R→FR→暗所 | 0 |
| R→FR→R→FR→R→暗所 | 95 |

(1) 光の処理を FR→R→暗所にして同じ実験を行うと、発芽率はどうか。正しいものを次の①～④の中から一つ選びなさい。

13

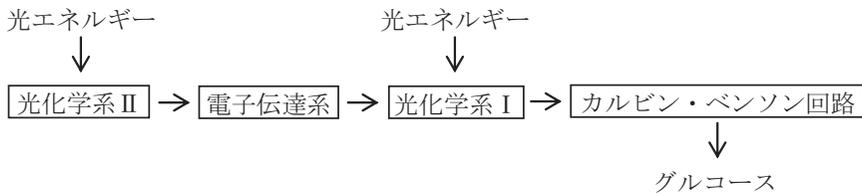
- ① 発芽率は 0%付近になる。
- ② 発芽率は 100%近くになる。
- ③ 発芽率は 50%前後になる。
- ④ 発芽率は 25%前後になる。

(2) 光の処理が暗所のみするとき、植物ホルモン (plant hormone) Xを同時に与えたところ、発芽率が 100%近くになった。これと同様に、光の処理が $R \rightarrow FR \rightarrow R \rightarrow FR \rightarrow$ 暗所するとき、Xを同時に与えると、発芽率はどうか。Xの名称とこのときの発芽率について述べた文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。

14

- ① Xはアブシシン酸 (abscisic acid) で、発芽率は 100%近くになる。
- ② Xはアブシシン酸で、発芽率は 0%付近になる。
- ③ Xはジベレリン (gibberellin) で、発芽率は 100%近くになる。
- ④ Xはジベレリンで、発芽率は 0%付近になる。

問13 葉緑体 (chloroplast) で行われる光合成 (photosynthesis) は、一般に次のような四つの過程で示される。これに関する下の問い(1), (2)に答えなさい。



光化学系 II (photosystem II), 電子伝達系 (electron transport system), 光化学系 I (photosystem I), カルビン・ベンソン回路 (Calvin-Benson cycle), グルコース (glucose)

(1) 四つの過程のうち、反応の進行に伴って ATP の合成が行われる過程はどれか。すべて挙げたものを、次の①～⑥の中から一つ選びなさい。

15

- ① 光化学系 II
- ② 電子伝達系
- ③ 光化学系 I
- ④ カルビン・ベンソン回路
- ⑤ 光化学系 II と光化学系 I
- ⑥ 電子伝達系とカルビン・ベンソン回路

(2) 四つの過程のうち、チラコイド (thylakoid) で行われる過程はどれか。すべて挙げたものを、次の①～⑥の中から一つ選びなさい。

16

- ① 光化学系 II
- ② 光化学系 II, 電子伝達系
- ③ 光化学系 II, 電子伝達系, 光化学系 I
- ④ カルビン・ベンソン回路
- ⑤ 光化学系 I, カルビン・ベンソン回路
- ⑥ 電子伝達系, 光化学系 I, カルビン・ベンソン回路

問 14 ヒトの骨格筋 (skeletal muscle) では長時間収縮し続けると酸素が不足する状態になり、筋肉中の乳酸 (lactic acid) が増加する。筋肉中の ATP の量はほとんど変化しないが、クレアチンリン酸 (phosphocreatine) の量は減少する。筋収縮 (muscle contraction) に伴って ATP とクレアチンリン酸がどのように使われる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。

17

- ① 筋収縮の直接のエネルギー源としてATPが消費される。クレアチンリン酸は消費されたATPを再合成するのに使われる。
- ② 筋収縮の直接のエネルギー源としてATPが消費されるが、解糖 (glycolysis) により直ちに再合成される。クレアチンリン酸は解糖により乳酸を生じる過程で使われる。
- ③ 筋収縮の直接のエネルギー源としてクレアチンリン酸が消費される。ATPは消費されたクレアチンリン酸を再合成するのに使われるが、解糖により直ちに再合成される。
- ④ 筋収縮の直接のエネルギー源としてクレアチンリン酸が消費される。ATPは解糖により生じるが、乳酸からグリコーゲン (glycogen) を合成するのに使われる。

問 15 真核生物 (eukaryote) の染色体 (chromosome) と DNA について述べた次の文中の空欄

W ~ Z 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
選りなさい。

18

染色体のおもな構成物質は DNA と W である。DNA は遺伝子 (gene) の本体で、構成単位のヌクレオチド (nucleotide) が多数結合している物質である。ヌクレオチドは、リン酸 (phosphate) , X , 塩基 (base) とよばれる部分からなる。塩基には A, T, G, C と略される 4 種類があり、その配列が遺伝情報となる。また、DNA が二重らせん構造 (double helix structure) をつくるとき、A と Y , G と Z が結合する。

| | W | X | Y | Z |
|---|------------|-------------------|---|---|
| ① | 脂質 (lipid) | 糖 (sugar) | T | C |
| ② | 脂質 | 糖 | C | T |
| ③ | 脂質 | アミノ酸 (amino acid) | T | C |
| ④ | 脂質 | アミノ酸 | C | T |
| ⑤ | タンパク質 | 糖 | T | C |
| ⑥ | タンパク質 | 糖 | C | T |
| ⑦ | タンパク質 | アミノ酸 | T | C |
| ⑧ | タンパク質 | アミノ酸 | C | T |

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。