

平成22年度（2010年度）日本留学試験

理 科

（ 8 0 分）

【物理・化学・生物】

※ 3科目の中から、2科目を選んで解答してください。※ 1科目を解答用紙の表面に解答し、もう1科目を裏面に解答してください。

I 試験全体に関する注意

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

II 問題冊子に関する注意

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

| 科目 | ページ |
|----|---------|
| 物理 | 1 ～ 21 |
| 化学 | 23 ～ 35 |
| 生物 | 37 ～ 53 |

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科目を解答用紙の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、解答用紙の左上にある「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 |
| <input checked="" type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |

- I
- 2～8 ページの問い 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 国際単位系（SI）では、長さ [m]，質量 [kg]，時間 [s]，電流 [A] が基本単位の一部として使われている。

問1 圧力と電気抵抗（electric resistance）の単位を、これらの基本単位の組み合わせで表すとどうなるか。正しいものを、次の①～⑥の中から一つ選びなさい。 1

| | 圧力 | 電気抵抗 |
|---|-------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------|
| ① | $[\text{m}^{-1} \cdot \text{kg} \cdot \text{s}^{-2}]$ | $[\text{m}^2 \cdot \text{kg} \cdot \text{s}^{-2} \cdot \text{A}^{-2}]$ |
| ② | $[\text{m}^{-2} \cdot \text{kg} \cdot \text{s}^{-2}]$ | $[\text{m}^2 \cdot \text{kg} \cdot \text{s}^{-2} \cdot \text{A}^{-2}]$ |
| ③ | $[\text{m}^{-1} \cdot \text{kg} \cdot \text{s}^{-2}]$ | $[\text{m}^2 \cdot \text{kg} \cdot \text{s}^{-3} \cdot \text{A}^{-2}]$ |
| ④ | $[\text{m}^{-2} \cdot \text{kg} \cdot \text{s}^{-2}]$ | $[\text{m}^2 \cdot \text{kg} \cdot \text{s}^{-3} \cdot \text{A}^{-2}]$ |
| ⑤ | $[\text{m}^{-1} \cdot \text{kg} \cdot \text{s}^{-2}]$ | $[\text{m}^2 \cdot \text{kg} \cdot \text{s}^{-4} \cdot \text{A}^{-2}]$ |
| ⑥ | $[\text{m}^{-2} \cdot \text{kg} \cdot \text{s}^{-2}]$ | $[\text{m}^2 \cdot \text{kg} \cdot \text{s}^{-4} \cdot \text{A}^{-2}]$ |

B 次の図1のように、軽いばねの一方の端を持ち、もう一方の端におもりをつけてつるしたところ、ばねは自然長より 20 cm 伸びた状態でつりあった。次に図2のように、おもり全体を水中に入れてつるしたところ、ばねは自然長より 15 cm 伸びた状態でつりあった。

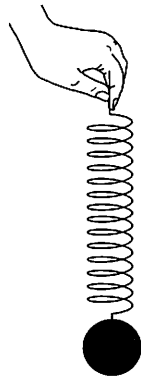


図 1

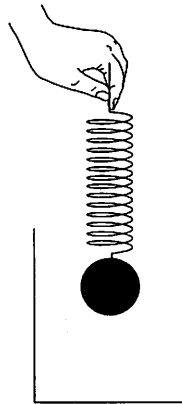


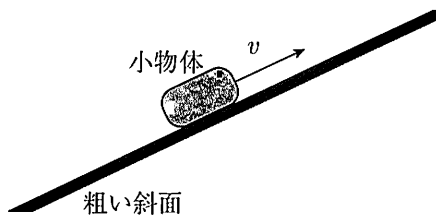
図 2

問2 このおもりの密度 (density) は水の密度の何倍か。最も適当なものを、次の①～⑥の中から一つ選びなさい。

2 倍

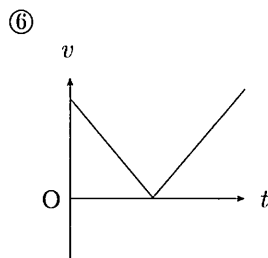
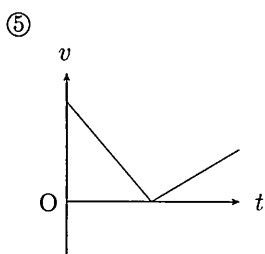
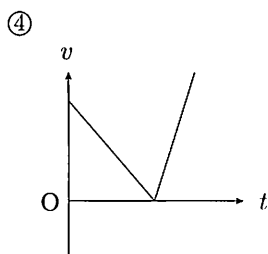
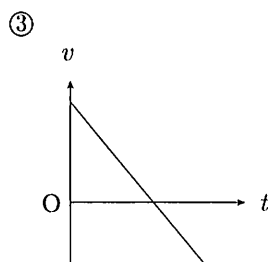
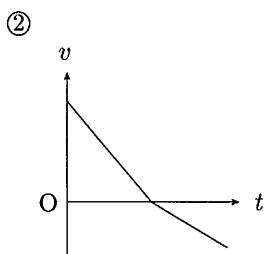
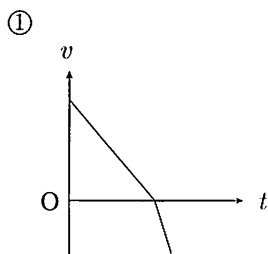
- ① 1.5 ② 2.0 ③ 2.5 ④ 3.0 ⑤ 3.5 ⑥ 4.0

- C** 次の図のように、粗い斜面上の小物体に、斜面に沿って上向きの初速度を与えたところ、小物体は斜面を上り、最高点に達した後、下ってきた。小物体の速度を v とし、斜面を上る向きを v の正の向きとする。また、運動を開始してからの経過時間を t とする。

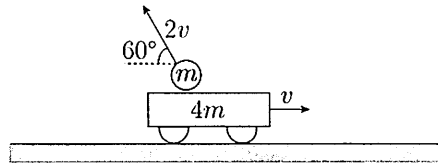


- 問3 v と t の関係を表すグラフとして、最も適当なものを、次の①～⑥の中から一つ選びなさい。

3



- D** 質量 $4m$ の台車 (wagon) が質量 m の小球をのせて、なめらかで水平な床の上を右向きに動いている。この小球が左向き上方に向かって発射された。発射直後、床の上に静止している人が観測したところ、次の図のように、台車は水平右向きに速さ v で、小球は水平方向から角度 60° の向きに速さ $2v$ で動いていた。

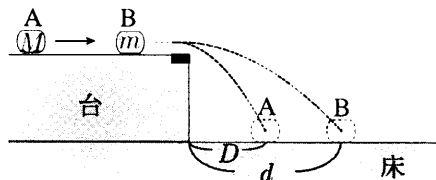


- 問 4 発射前の台車の速さはいくらか。正しいものを、次の①～⑤の中から一つ選びなさい。

4

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

E 次の図のように、水平な床の上に固定された水平な台の上で、質量 M の小物体 A が、静止していた質量 m の小物体 B に衝突した。その後、A と B は台の端から、水平に飛び出し、床に落下した。台の端から A の落下した地点までの水平距離 D は、B の落下した地点までの水平距離 d の $\frac{1}{2}$ であった。A、B と台との間に摩擦はないものとする。



問5 A と B の間のはねかえり係数 (coefficient of restitution) 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。

5

① $\frac{M}{m+2M}$

② $\frac{M}{2m+M}$

③ $\frac{2M}{m+2M}$

④ $\frac{m}{m+2M}$

⑤ $\frac{m}{2m+M}$

⑥ $\frac{2m}{m+2M}$

F 質量 m の2つの小物体 A, B がある。次の図1のように, A は軽くて伸びない糸で鉛直に (vertically) つるされ, B は A に接するように粗い水平な床の上に置かれている。図2のように, 糸を張ったまま, 最初の位置からの高さが h の位置まで A を持ち上げ, 静かに手を離した。A は B と弾性衝突 (elastic collision) し, B は床の上を距離 d だけ滑って止まった。

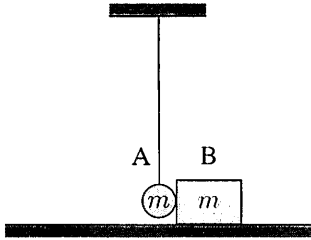


図 1

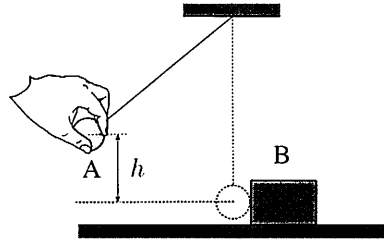


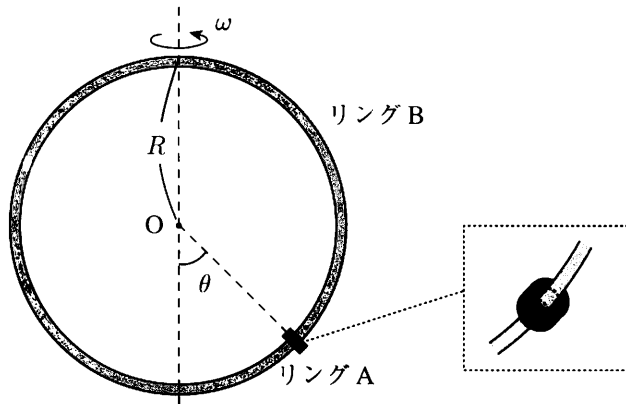
図 2

問 6 B と床との間の動摩擦係数 (coefficient of kinetic friction) 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 $\frac{h}{2d}$ ② $\frac{h}{d}$ ③ $\frac{2h}{d}$ ④ $\frac{d}{2h}$ ⑤ $\frac{d}{h}$ ⑥ $\frac{2d}{h}$

- G** 質量 m の小さいリング A を半径 R の大きいリング B に通し、A が B に沿って自由に動けるようにした。次の図のように、B を鉛直に (vertically) 立て、中心 O を通る鉛直軸 (vertical axis) の周りに角速度 (angular velocity) ω で回転させた。このとき、A は B 上のある点で留まっていた。OA と鉛直軸とのなす角は θ であった。A と B の間の摩擦はないものとする。



問7 角速度 ω の値はいくらか。正しいものを、次の①～⑥の中から一つ選びなさい。 7

① $\cos \theta \sqrt{\frac{g}{R}}$

② $\sqrt{\frac{g \cos \theta}{R}}$

③ $\sqrt{\frac{g}{R \cos \theta}}$

④ $\sqrt{\frac{g \sin \theta}{R}}$

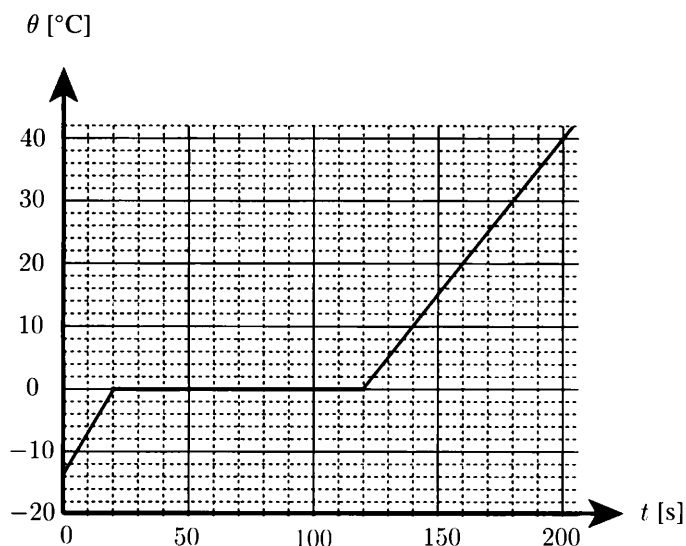
⑤ $\sqrt{\frac{g \tan \theta}{R}}$

⑥ $\frac{1}{\cos \theta} \sqrt{\frac{g \sin \theta}{R}}$

II

次の問い A（問 1）、B（問 2）、C（問 3）に答えなさい。

- A** 銅の容器に氷を入れ断熱材で囲み、ヒーターで $1.0 \times 10^3 \text{ J/s}$ の割合で加熱した。グラフはこのときの経過時間 t と温度 θ の関係を示している。ヒーターからの熱はすべて容器、氷、水に伝わり、それ以外に外部との熱のやり取りはないものとする。また、水の比熱（specific heat）を $4.2 \text{ J/g}\cdot\text{K}$ 、銅の比熱を $0.39 \text{ J/g}\cdot\text{K}$ 、氷の融解熱（heat of fusion）を $3.3 \times 10^2 \text{ J/g}$ とする。



問 1 銅の容器の質量はいくらか。最も適当な値を、次の①～④の中から一つ選びなさい。

8 g

- ① 3.0×10^2 ② 1.2×10^3 ③ 1.9×10^3 ④ 2.6×10^3

B 次の図1のように、鉛直に（vertically）置かれたシリンダーと、断面積 S 、質量 M のなめらかに動くピストンで、理想気体（ideal gas）を閉じ込めた。このときの気体部分の高さは L_0 、気体を含む装置の絶対温度は T_0 であった。次に、図2のように、ピストンの上に質量 m のおもりをのせ、気体部分の高さが L_0 になるまで装置全体を温めると、全体の絶対温度は T になった。ただし、大気圧を p_0 、重力加速度（acceleration due to gravity）の大きさを g とする。

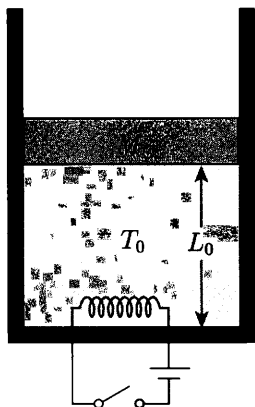


図1

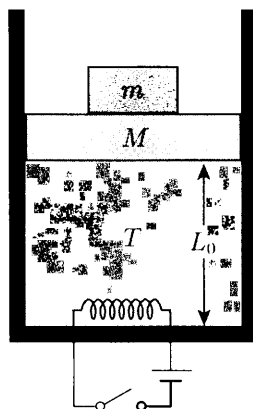
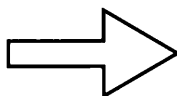


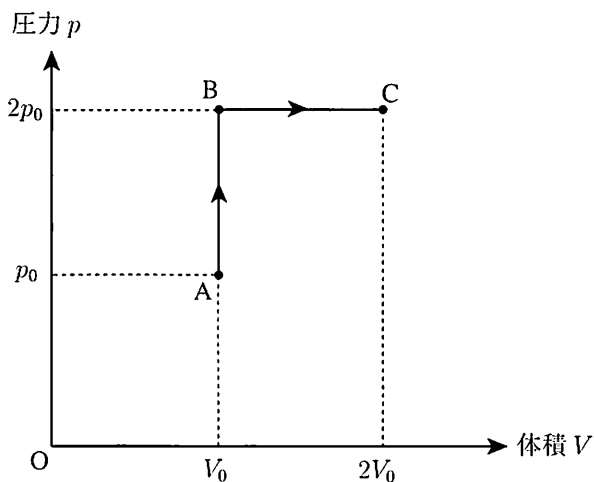
図2

問2 T 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。

9

- | | | |
|--------------------------------------|-------------------------------------------|------------------------------------------------|
| ① $\left(1 + \frac{M}{m}\right) T_0$ | ② $\left(1 + \frac{Mg}{p_0 S}\right) T_0$ | ③ $\left(1 + \frac{Mg}{p_0 S + mg}\right) T_0$ |
| ④ $\left(1 + \frac{m}{M}\right) T_0$ | ⑤ $\left(1 + \frac{mg}{p_0 S}\right) T_0$ | ⑥ $\left(1 + \frac{mg}{p_0 S + Mg}\right) T_0$ |

- C n [mol] の単原子分子理想気体 (monatomic ideal gas) の状態を次の p - V 図のように $A \rightarrow B \rightarrow C$ と変化させた。初めの状態 A の絶対温度を T とし、気体定数 (gas constant) を R とする。



- 問3 過程 $A \rightarrow B \rightarrow C$ で、気体に加えた熱量 (quantity of heat) 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。

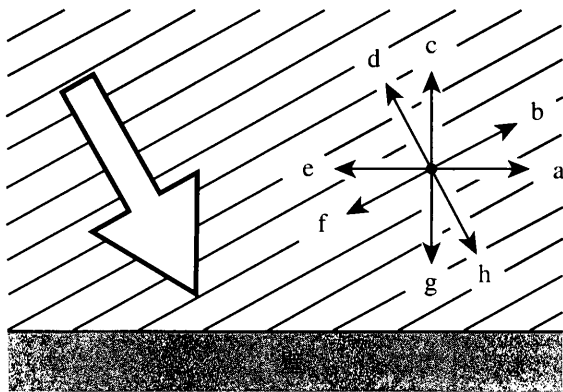
10

- ① $\frac{9}{2}nRT$ ② $\frac{11}{2}nRT$ ③ $\frac{13}{2}nRT$
- ④ $\frac{15}{2}nRT$ ⑤ $\frac{17}{2}nRT$ ⑥ $\frac{19}{2}nRT$

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、水面上の平面波が鉛直な壁に対して斜めに入射しているところを、真上から見た図である。図中の実線は、ある時刻の入射波の山を表している。壁では自由端での反射が起こり、反射波が生じる。

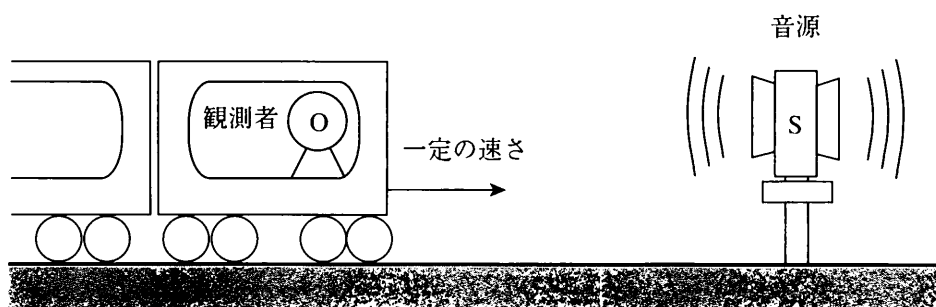


問 1 入射波と反射波が干渉（interference）して強め合っできる山は、時間とともに図中の矢印 a～h のどの向きに移動するか。最も適当なものを、次の①～⑧の中から一つ選びなさい。

11

- | | | | |
|-----|-----|-----|-----|
| ① a | ② b | ③ c | ④ d |
| ⑤ e | ⑥ f | ⑦ g | ⑧ h |

B 次の図のように、振動数 f 、波長 λ の音を発している音源（sound source） S のそばを、観測者 O が一定の速さで通過する。

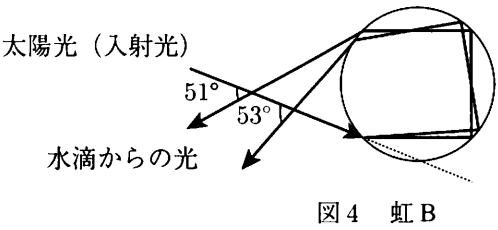
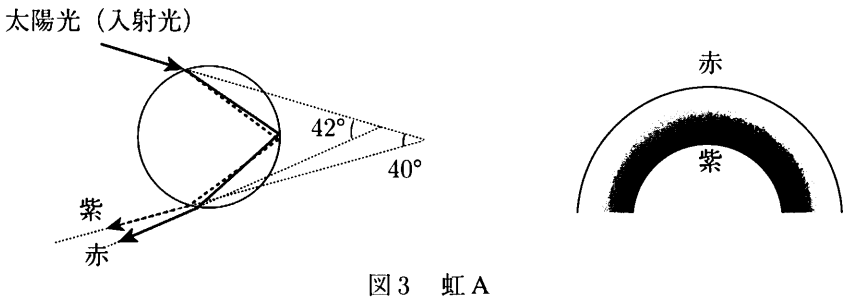
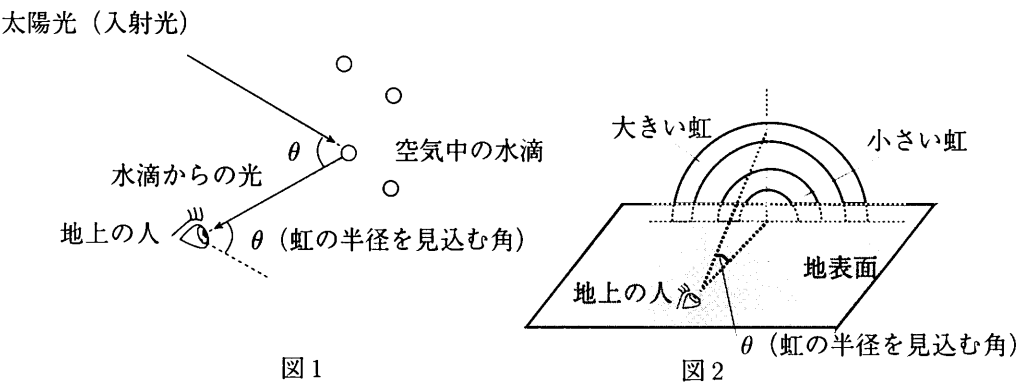


問2 O が S に近づくときと O が S から遠ざかるときのそれぞれについて、 O が観測する音の振動数 f' 、波長 λ' は、 f 、 λ と比べてどのようなになるか。最も適当なものを、次の①～⑥の中から一つ選びなさい。

12

| | O が S に近づくとき | O が S から遠ざかるとき |
|---|------------------------------|------------------------------|
| ① | $f' < f, \lambda' < \lambda$ | $f' > f, \lambda' < \lambda$ |
| ② | $f' < f, \lambda' = \lambda$ | $f' > f, \lambda' = \lambda$ |
| ③ | $f' < f, \lambda' > \lambda$ | $f' > f, \lambda' > \lambda$ |
| ④ | $f' > f, \lambda' < \lambda$ | $f' < f, \lambda' < \lambda$ |
| ⑤ | $f' > f, \lambda' = \lambda$ | $f' < f, \lambda' = \lambda$ |
| ⑥ | $f' > f, \lambda' > \lambda$ | $f' < f, \lambda' > \lambda$ |

C ^{にじ}虹は、空気中の水滴に入った太陽光の屈折と反射と分散（dispersion）により発生する。虹のある色の半径を見込む角は、図1のように、入射した太陽光と水滴で屈折・反射した光のなす角 θ に等しい。図2に示すように、小さな半径の虹と大きな半径の虹が同時に見える場合がある。一方の虹Aは、図3のように水滴中で1回だけ反射して生じ、その色は内側から紫から赤へと変化する。もう一方の虹Bは、図4のように2回反射して生じる。



問3 虹Bは、半径の大きい虹か小さい虹か。また、その色は内側からどのように変化するか。正しい組み合わせを、次の①～④の中から一つ選びなさい。

13

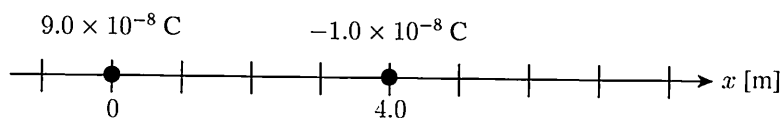
| | 虹Bの半径 | 内側からの変化 |
|---|-------|---------|
| ① | 小 | 赤から紫へ |
| ② | 小 | 紫から赤へ |
| ③ | 大 | 赤から紫へ |
| ④ | 大 | 紫から赤へ |

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 軸上の原点に $9.0 \times 10^{-8} \text{ C}$ の点電荷 (point charge) を固定し、 $x = 4.0 \text{ m}$ の位置に $-1.0 \times 10^{-8} \text{ C}$ の点電荷を固定した。



問 1 x 軸上に正の点電荷を置いたとき、この点電荷に働く力の合力が 0 となる位置はどこか。最も適当なものを、次の①～④の中から一つ選びなさい。

14 m

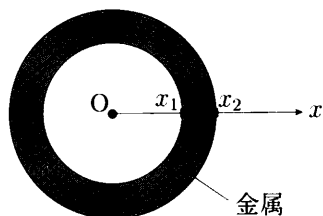
① $x = 3.0$

② $x = 3.5$

③ $x = 4.5$

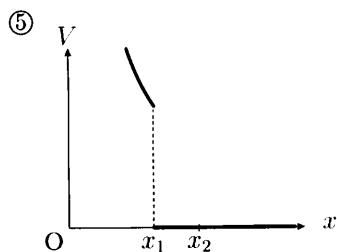
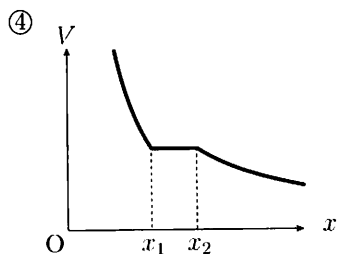
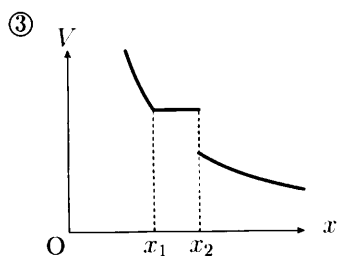
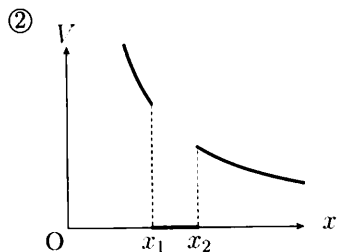
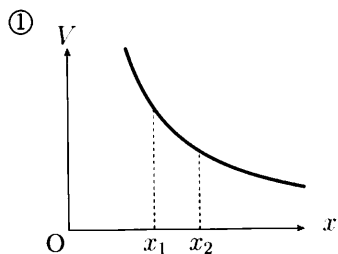
④ $x = 6.0$

- B** 帯電していない中空の金属球がある。この金属球の中心 O に正の点電荷 (point charge) を置いた。次の図は、この金属球の断面を示したものである。中心 O を原点として、 x 軸をとった。



- 問2 このときの x 軸上の電位 (electric potential) V を表すグラフはどうなるか。最も適当なものを、次の①～⑤の中から一つ選びなさい。

15



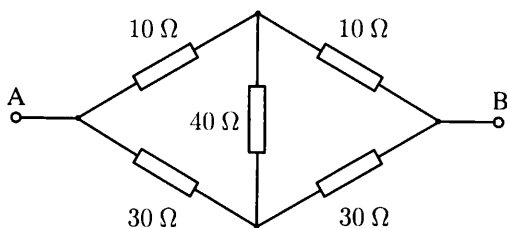
C 電極間の全体に誘電体 (dielectric) を入れることができる平行平板コンデンサー (capacitor) がある。はじめ誘電体を入れない状態で、コンデンサーを電池に接続し、充電した。その後、電池を外してから、比誘電率 (relative permittivity) ϵ_r の誘電体を電極間全体に入れた。

問3 このときコンデンサーに蓄えられているエネルギーは、誘電体を入れる前の何倍か。正しいものを、次の①～⑤の中から一つ選びなさい。

16 倍

- ① 1 ② $\frac{1}{\epsilon_r}$ ③ $\frac{1}{\epsilon_r^2}$ ④ ϵ_r ⑤ ϵ_r^2

D 次の図のように、抵抗値が $10\ \Omega$ 、 $30\ \Omega$ 、 $40\ \Omega$ の電気抵抗5個を接続した。

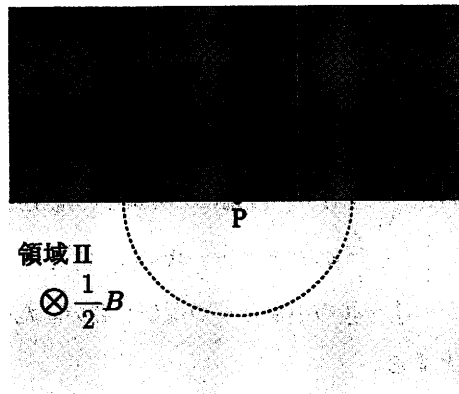


問4 端子AB間の合成抵抗は何 Ω か。最も適当なものを、次の①～⑥の中から一つ選びなさい。

17 Ω

- ① 10 ② 15 ③ 20 ④ 30 ⑤ 45 ⑥ 60

E 次の図のように、紙面に垂直で表から裏向きに磁束密度（magnetic flux density）の大きさ B の一様磁場（uniform magnetic field）が存在している領域（領域Ⅰ）と、紙面に垂直で表から裏向きに大きさ $\frac{1}{2}B$ の一様磁場が存在している領域（領域Ⅱ）が、紙面に垂直な境界面で接している。正の電荷 q 、質量 m の粒子を境界面上の点 P から、境界面に垂直で、領域Ⅰに向かって速さ v で打ち出したところ、粒子は点線のような軌道（orbit）を描いて、再び点 P に戻った。ただし、重力（gravitational force）の影響はないものとする。

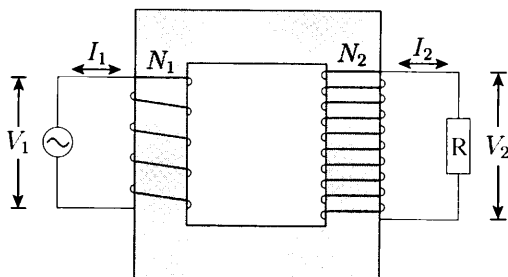


問5 点 P を出発して再び点 P に戻るまでの時間はいくらか。正しいものを、次の①～⑤の中から一つ選びなさい。

18

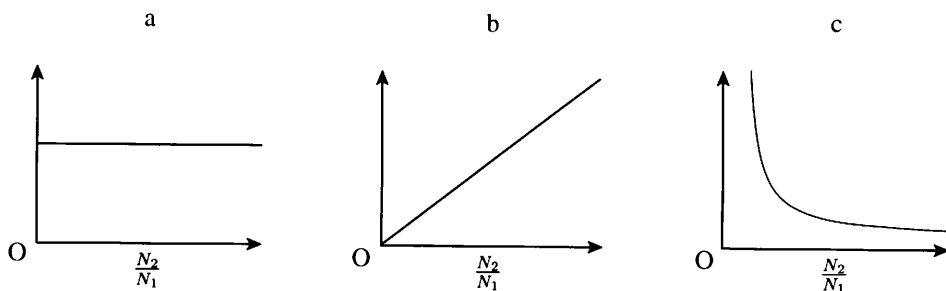
- ① $\frac{2\pi m}{qB}$ ② $\frac{3\pi m}{qB}$ ③ $\frac{4\pi m}{qB}$ ④ $\frac{5\pi m}{qB}$ ⑤ $\frac{6\pi m}{qB}$

F 次の図のように、1次側の巻き数 N_1 、2次側の巻き数 N_2 のコイルを鉄心に巻いた変圧器を考える。1次側には電圧 V_1 の交流電源がつながれ、電流 I_1 が流れている。2次側の抵抗 R には V_2 の電圧がかかり、電流 I_2 が流れている。ただし、 V_1 、 I_1 、 V_2 、 I_2 は交流の実効値（effective value）である。



- 問6 横軸に巻き数の比 $\frac{N_2}{N_1}$ をとり、縦軸に2次側との電圧比 $\frac{V_2}{V_1}$ ，または電流比 $\frac{I_2}{I_1}$ をとったグラフを描く。 $\frac{V_2}{V_1}$ と $\frac{I_2}{I_1}$ のグラフは、次の a, b, c のどれか。最も適当な組み合わせを、次のページの①～⑨の中から一つ選びなさい。ただし、変圧器内の電力損失は無視できるものとする。

19



| | 縦軸が $\frac{V_2}{V_1}$ のグラフ | 縦軸が $\frac{I_2}{I_1}$ のグラフ |
|---|----------------------------|----------------------------|
| ① | a | a |
| ② | a | b |
| ③ | a | c |
| ④ | b | a |
| ⑤ | b | b |
| ⑥ | b | c |
| ⑦ | c | a |
| ⑧ | c | b |
| ⑨ | c | c |

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。
 解答用紙左上の科目欄に「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、解答用紙の左上にある「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。

気体定数 (gas constant) : $R = 8.31 \times 10^3 \text{ Pa} \cdot \text{L} / (\text{K} \cdot \text{mol}) = 8.31 \text{ J} / (\text{K} \cdot \text{mol})$
 $= 0.082 \text{ atm} \cdot \text{L} / (\text{K} \cdot \text{mol})$

アボガドロ定数 (Avogadro constant) : $N_A = 6.0 \times 10^{23} / \text{mol}$

標準状態 (standard state) : 0°C , $1.0 \times 10^5 \text{ Pa}$ (= 1.0 atm)

原子量 (atomic weight) : H : 1.0 He : 4.0 C : 12 N : 14 O : 16 Na : 23 Cl : 36

問 1 次の気体①～⑤のうち、分子内に不飽和結合 (unsaturated bond) を含まないものを一つ選びなさい。

1

① メタン CH_4

② アセチレン C_2H_2

③ 二酸化炭素 CO_2

④ 窒素 N_2

⑤ 酸素 O_2

問 2 次の 5 つの分子のうち、構成するすべての原子が同一平面 (plane) 上にあるものはいくつあるか。正しい数を下の①～⑥の中から一つ選びなさい。

2

- メタン (methane)
- エチレン (エテン) (ethylene (ethene))
- プロピレン (プロペン) (propylene (propene))
- ベンゼン (benzene)
- アンモニア (ammonia)

- ① 1 ② 2 ③ 3 ④ 4 ⑤ 5 ⑥ 0

問 3 次の記述(a)～(c)について、正誤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。

3

- (a) 原子の質量数 (mass number) は、原子核に含まれる陽子 (proton) の数と中性子 (neutron) の数の和に等しい。
- (b) 元素の原子量は、同位体 (isotope) の相対質量 (relative mass) とその存在比 (abundance ratio) から求められる平均値である。
- (c) 質量数 12 の炭素原子 ^{12}C 1 mol の質量は 12.00 g である。

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

問4 次の水溶液 **A** および **B** に、それぞれ炭酸ナトリウム Na_2CO_3 10.6 g を加えて、常温 (normal temperature) で完全に反応させると、気体が発生した。発生した気体の体積をそれぞれ V_A , V_B とするとき、その関係として最も適当なものを、下の①～⑥の中から一つ選びなさい。

4

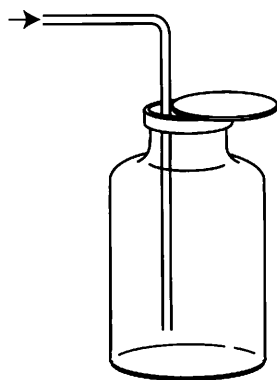
A 1.0 mol/L の塩酸 HCl aq 100 mL

B 3.0 mol/L の塩酸 100 mL

- ① $V_B = 0.5 V_A$ ② $V_B = V_A$ ③ $V_B = 1.5 V_A$
 ④ $V_B = 2 V_A$ ⑤ $V_B = 2.5 V_A$ ⑥ $V_B = 3 V_A$

問5 下の①～⑤の気体を実験室で発生させた。発生させた気体を集める方法として、図に示す下方置換 (downward delivery) が用いられる気体はどれか。最も適当なものを、①～⑤の中から一つ選びなさい。

5



- ① アセチレン C_2H_2 ② 水素 H_2 ③ 塩化水素 HCl
 ④ アンモニア NH_3 ⑤ 一酸化窒素 NO

問6 標準状態において、ヘリウム He と窒素 N₂ の混合気体 22.4 L の質量は 8.8 g であった。

この混合気体中のヘリウムの分圧 (partial pressure) (Pa) はいくらか。最も近い値を、

次の①～④の中から一つ選びなさい。

6 Pa

① 2.0×10^4

② 4.0×10^4

③ 5.0×10^4

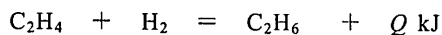
④ 8.0×10^4

問7 C₂H₄, C₂H₆ の生成熱 (heat of formation) は、それぞれ -53 kJ/mol , 84 kJ/mol である。

次の熱化学方程式 (thermochemical equation) における反応熱 (heat of reaction) 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 -137

② -69

③ -31

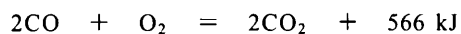
④ 31

⑤ 69

⑥ 137

問 8 次の反応が平衡状態 (equilibrium state) にあるとき、操作(a)～(c)によって平衡はそれぞれどうなるか。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。

8



(a) 温度を一定に保って、一酸化炭素 CO を加える。

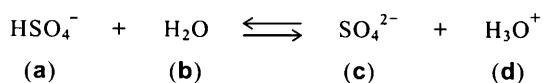
(b) 温度を一定に保って、圧力を高くする。

(c) 圧力を一定に保って、温度を高くする。

| | a | b | c |
|---|--------|--------|--------|
| ① | 移動しない | 左に移動する | 移動しない |
| ② | 移動しない | 移動しない | 右に移動する |
| ③ | 左に移動する | 移動しない | 左に移動する |
| ④ | 左に移動する | 右に移動する | 右に移動する |
| ⑤ | 右に移動する | 右に移動する | 左に移動する |
| ⑥ | 右に移動する | 左に移動する | 移動しない |

問 9 次の反応にかかわる物質(a)～(d)のうち、塩基 (base) としてはたらいっているものはどれか。正しい組み合わせを、下の①～④の中から一つ選びなさい。

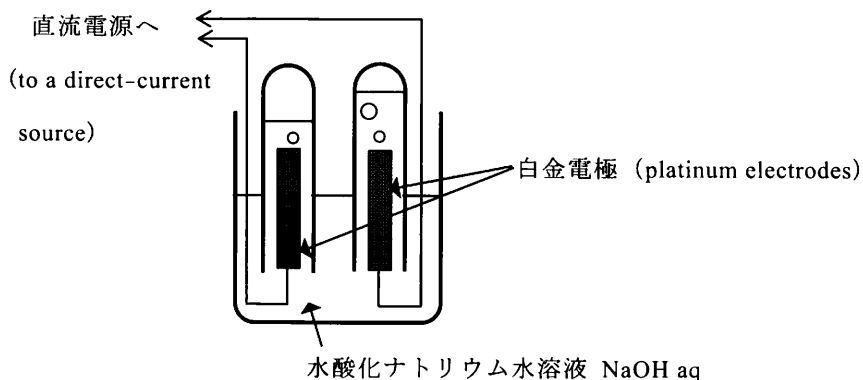
9



- ① a, c ② a, d ③ b, c ④ b, d

問 10 次の図のような装置で水を電気分解 (electrolysis) した。この実験で発生する標準状態での水素 H_2 の体積に関する記述として正しいものを、下の①～④の中から一つ選びなさい。ただし、いずれの実験でも、流れた電気量は同じとする。

10



- ① 水酸化ナトリウム水溶液 NaOH aq の濃度を 2 倍にすると、発生する水素の体積は 2 倍になる。
- ② 水酸化ナトリウム水溶液を塩化ナトリウム水溶液 NaCl aq に変えても、発生する水素の体積は変わらない。
- ③ 電極 (electrode) の面積を $\frac{1}{2}$ にすると、発生する水素の体積は $\frac{1}{2}$ になる。
- ④ 2 つの電極間の距離を 2 倍にすると、発生する水素の体積は $\frac{1}{2}$ になる。

問 11 酸と塩基 (base) に関する次の記述(a)～(c)について、正誤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。

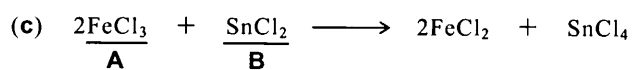
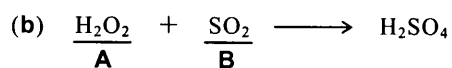
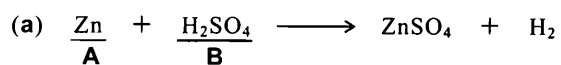
11

- (a) すべての中和 (neutralization) 反応の終点 (end point) は、 $\text{pH}=7$ である。
- (b) 0.001 mol/L の塩酸 HCl aq は、水で 100 倍に希釈 (dilution) すると $\text{pH}=5$ になる。
- (c) $\text{pH}=12$ の水酸化ナトリウム水溶液 NaOH aq は、水で 100 倍に希釈すると $\text{pH}=10$ になる。

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

問 12 次の反応(a)～(c)で、酸化剤 (oxidizing agent) としてはたらいっている物質は、それぞれ A, B のどちらか。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。

12



| | a | b | c |
|---|---|---|---|
| ① | A | A | A |
| ② | A | A | B |
| ③ | A | B | A |
| ④ | B | A | A |
| ⑤ | B | B | A |
| ⑥ | B | B | B |

問 13 次の記述(a)～(c)にそれぞれあてはまる気体を CO, HCl, H₂S の中から選び、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。 **13**

(a) 水に少し溶けて、弱酸性を示す。

(b) アンモニア NH₃ と反応すると、白煙を生じる。

(c) 空気中で燃え、生成する気体を石灰水 (lime water) に通じると白濁 (white turbidity) する。

| | a | b | c |
|---|------------------|------------------|------------------|
| ① | HCl | CO | H ₂ S |
| ② | HCl | H ₂ S | CO |
| ③ | H ₂ S | HCl | CO |
| ④ | H ₂ S | CO | HCl |
| ⑤ | CO | HCl | H ₂ S |
| ⑥ | CO | H ₂ S | HCl |

問 14 金属ナトリウム Na や金属カリウム K に関する次の記述①～⑤の中から、正しくない **14** ものを一つ選びなさい。

① 銀白色の金属光沢をもち、密度 (density) が小さく、比較的軟らかい。

② 反応性に富み、強い酸化作用を示す。

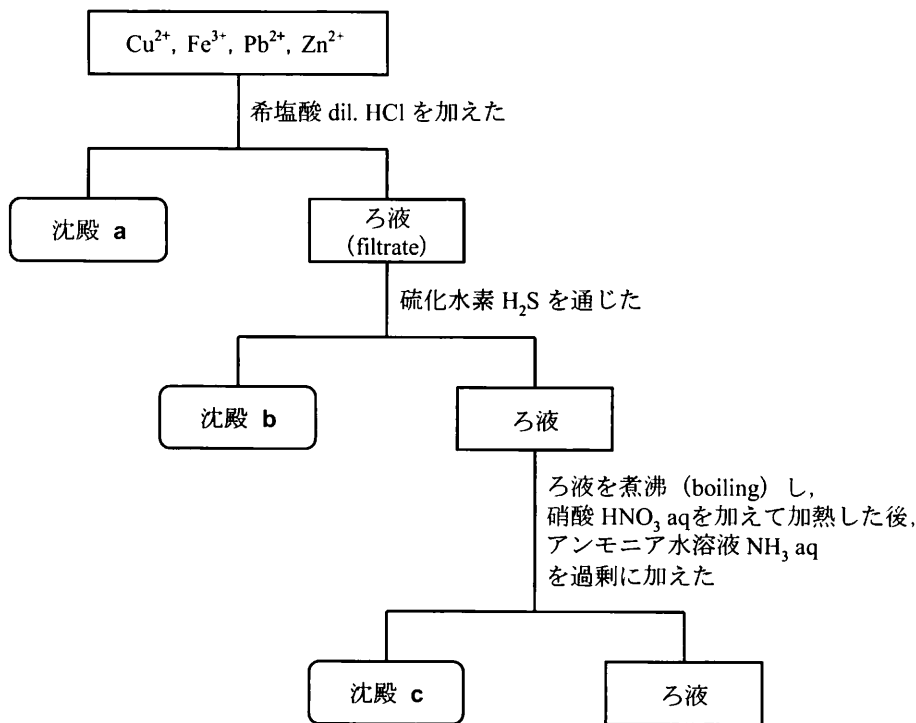
③ 水と激しく反応するので、石油中に保存する。

④ 特有の炎色反応 (flame reaction) を示す。

⑤ 水酸化物 (hydroxide) は水によく溶け、強い塩基性 (basicity) を示す。

問 15 金属イオン Cu^{2+} , Fe^{3+} , Pb^{2+} , Zn^{2+} を含む混合水溶液から、図に示した操作により金属イオンを沈殿 (precipitate) として分離した。生成した沈殿 **a**～**c** に主に含まれる金属イオンの組み合わせとして最も適当なものを、下の①～⑥の中から一つ選びなさい。

15



| | a | b | c |
|---|------------------|------------------|------------------|
| ① | Pb^{2+} | Cu^{2+} | Fe^{3+} |
| ② | Pb^{2+} | Fe^{3+} | Cu^{2+} |
| ③ | Pb^{2+} | Zn^{2+} | Fe^{3+} |
| ④ | Zn^{2+} | Cu^{2+} | Fe^{3+} |
| ⑤ | Zn^{2+} | Fe^{3+} | Cu^{2+} |
| ⑥ | Zn^{2+} | Pb^{2+} | Cu^{2+} |

問 16 同じ質量 (mass) のメタン CH_4 とメタノール CH_3OH をそれぞれ完全燃焼 (complete combustion) させる。この反応に必要な酸素 O_2 の質量と、発生する二酸化炭素 CO_2 の質量について、次の記述(a)～(e)のうちで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。

16

- (a) 反応に必要な酸素の質量は、メタンのほうが少ない。
- (b) 反応に必要な酸素の質量は、メタンのほうが多い。
- (c) 反応で生じる二酸化炭素の質量は、メタンがメタノールの $\frac{1}{2}$ 倍である。
- (d) 反応で生じる二酸化炭素の質量は、メタンとメタノールで等しい。
- (e) 反応で生じる二酸化炭素の質量は、メタンがメタノールの 2 倍である。

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

問 17 次の化合物(a)～(d)のうち、構造異性体 (structural isomer) が存在するものはいくつあるか。正しい数を、下の①～④の中から一つ選びなさい。

17

- (a) 酢酸 (acetic acid)
- (b) アセトン (2-プロパノン) (acetone (2-propanone))
- (c) エチルアルコール (エタノール) (ethyl alcohol (ethanol))
- (d) プロパン (propane)

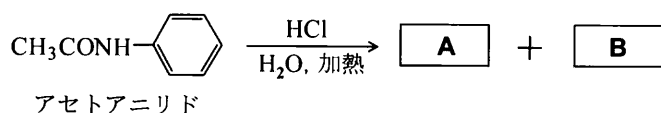
① 1 ② 2 ③ 3 ④ 4

問 18 分子式 C_5H_{10} で表される二重結合 (double bond) をもつ化合物で、シス-トランス異性体 (cis-trans isomer) が存在するものはいくつあるか。正しい数を、次の①～⑤の中から一つ選びなさい。

18

① 1 ② 2 ③ 3 ④ 4 ⑤ 0

問 19 アセトアニリド (acetanilide) を、塩酸酸性 (acidified with hydrochloric acid) の水溶液中で加熱すると加水分解 (hydrolysis) が起こる。



この反応の生成物 **A**, **B** の組み合わせとして最も適当なものを、次の①～⑥の中から一つ選びなさい。

19

| | A | B |
|---|-----------------------------------|----------|
| ① | CH ₄ | アニリン |
| ② | CH ₄ | クロロベンゼン |
| ③ | CH ₃ CONH ₂ | アニリン塩酸塩 |
| ④ | CH ₃ CONH ₂ | クロロベンゼン |
| ⑤ | CH ₃ COOH | アニリン |
| ⑥ | CH ₃ COOH | アニリン塩酸塩 |

注) アニリン (aniline), クロロベンゼン (chlorobenzene),
アニリン塩酸塩 (aniline hydrochloride)

問 20 安息香酸 $\text{C}_6\text{H}_5\text{COOH}$ ，アニリン $\text{C}_6\text{H}_5\text{NH}_2$ ，フェノール $\text{C}_6\text{H}_5\text{OH}$ をジエチルエーテル ($\text{C}_2\text{H}_5)_2\text{O}$ に溶かした混合溶液がある。この溶液に，次の水溶液(a)または(b)を加えてよく振ったとき，エーテル層 (ether layer) から水層 (aqueous layer) に移る物質はそれぞれ何か。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。

20

(a) 希塩酸 dil. HCl

(b) 炭酸水素ナトリウム水溶液 NaHCO_3 aq

| | a | b |
|---|-------|-------|
| ① | アニリン | アニリン |
| ② | アニリン | フェノール |
| ③ | アニリン | 安息香酸 |
| ④ | フェノール | アニリン |
| ⑤ | フェノール | フェノール |
| ⑥ | フェノール | 安息香酸 |

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。
 解答用紙左上の科目欄に「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、解答用紙の左上にある「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。

<解答用紙記入例>

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

問 1 細胞内では、さまざまなタンパク質 (protein) が合成されている。タンパク質の中には、消化酵素 (digestive enzyme) や抗体 (antibody) などのように、細胞外に分泌 (secretion) されるものがある。次の文 a, b に当てはまる細胞内の構造として正しい組み合わせを、下の①～⑥の中から一つ選びなさい。

1

- a 細胞内でのタンパク質の合成の場となる。
- b 細胞外への分泌にかかわる。

| | a | b |
|---|----------------------------|----------------------|
| ① | ミトコンドリア (mitochondrion) | リボソーム (ribosome) |
| ② | ミトコンドリア | ゴルジ体 (Golgi body) |
| ③ | ゴルジ体 | リボソーム |
| ④ | ゴルジ体 | 中心体 (centrosome) |
| ⑤ | リボソーム | ミトコンドリア |
| ⑥ | リボソーム | ゴルジ体 |

問2 細胞分裂を繰り返している真核細胞 (eukaryotic cell) の細胞周期 (cell cycle) は、光学顕微鏡 (light microscope) で染色体 (chromosome) に変化が見られない間期 (interphase) と、染色体の形の変化が観察される分裂期に大きく分けることができる。分裂期はさらに前期 (prophase)、中期 (metaphase)、後期 (anaphase)、終期 (telophase) に区分される。

DNA の複製 (replication) と各期にかかる時間について述べた文として正しいものを、次の①～⑥の中から一つ選びなさい。

| |
|---|
| 2 |
|---|

- ① DNA の複製は、染色体が太く短くなっていく分裂期前期に行われ、分裂期の中では前期にかかる時間が最も長い。
- ② DNA の複製は、染色体が太く短くなっていく分裂期前期に行われ、分裂期の中では前期にかかる時間が最も短い。
- ③ DNA の複製は、染色体が分離した後の分裂期終期に行われ、分裂期の中では終期にかかる時間が最も長い。
- ④ DNA の複製は、染色体が分離した後の分裂期終期に行われ、分裂期の中では終期にかかる時間が最も短い。
- ⑤ DNA の複製は、染色体に変化が見られない間期に行われ、間期にかかる時間が分裂期よりも長い。
- ⑥ DNA の複製は、染色体に変化が見られない間期に行われ、間期にかかる時間が分裂期よりも短い。

問3 ニワトリ (chicken) の皮膚 (skin) はおもに真皮 (corium) と表皮 (epidermis) からなり、背中の皮膚は羽毛 (feather) を、あしの皮膚はうろこ (scale) を形成している。

ニワトリの胚 (embryo) から、将来羽毛が生じる背中の皮膚とうろこが生じるあしの皮膚を切り取り、真皮と表皮に分離した。分離した真皮と表皮を 4 通りの組み合わせで培養 (culture) したところ、次の表のように羽毛かうろこが形成された。

この結果について述べた文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

| 真皮と表皮の組み合わせ | 形成された物 |
|---------------|--------|
| 背中の真皮 + 背中の表皮 | 羽毛 |
| あしの真皮 + あしの表皮 | うろこ |
| 背中の真皮 + あしの表皮 | 羽毛 |
| あしの真皮 + 背中の表皮 | うろこ |

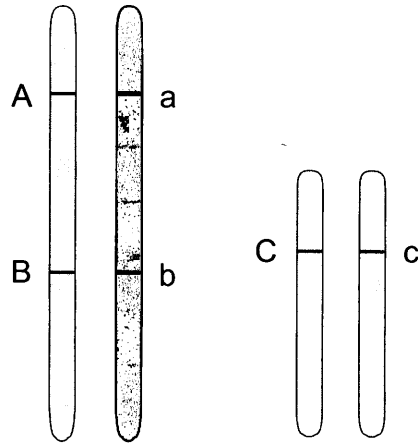
- ① 中胚葉 (mesoderm) 性である表皮は、中胚葉性である真皮には関係なく分化 (differentiation) した。
- ② 外胚葉 (ectoderm) 性である表皮は、中胚葉性である真皮には関係なく分化した。
- ③ 外胚葉性である表皮は、外胚葉性である真皮には関係なく分化した。
- ④ 中胚葉性である表皮は、中胚葉性である真皮に誘導され分化した。
- ⑤ 外胚葉性である表皮は、中胚葉性である真皮に誘導され分化した。
- ⑥ 外胚葉性である表皮は、外胚葉性である真皮に誘導され分化した。

問4 次の図は、ある生物の体細胞 (somatic cell) の染色体 (chromosome) 構成と遺伝子 (gene) の配置を模式的に示している。遺伝子 AB 間の組換え価 (recombination value) が 20% であるとき、この生物から生じる配偶子 (gamete) の遺伝子の組み合わせ

ABC : ABc : AbC : Abc : aBC : aBc : abC : abc

はどのような比で生じるか。正しいものを下の①～⑥の中から一つ選びなさい。

4



- ① 1 : 1 : 4 : 4 : 4 : 4 : 1 : 1
- ② 1 : 1 : 8 : 8 : 8 : 8 : 1 : 1
- ③ 4 : 4 : 1 : 1 : 1 : 1 : 4 : 4
- ④ 4 : 4 : 1 : 1 : 4 : 4 : 1 : 1
- ⑤ 8 : 1 : 8 : 1 : 8 : 1 : 8 : 1
- ⑥ 8 : 8 : 1 : 1 : 1 : 1 : 8 : 8

問5 ヒトの腎臓（^{じんぞう}kidney）における尿（urine）の生成過程において、ある物質の濃縮率は次のように示される。

$$\text{濃縮率} = \frac{\text{尿中の濃度（\%）}}{\text{血しょう中の濃度（\%）}}$$

次の表は、健康なヒトの血しょう（blood plasma）に含まれる5つの成分の濃縮率を示している。この中で、下の文 a, b に当てはまる成分はどれか。正しい組み合わせを下の①～⑥の中から一つ選びなさい。

5

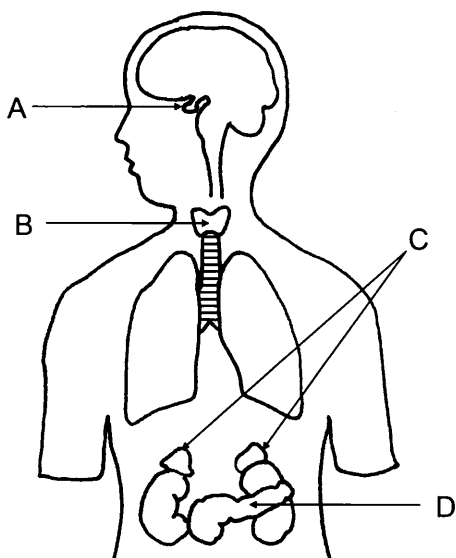
| 血しょう中の成分 | 濃縮率 |
|----------|-----|
| タンパク質 | 0 |
| グルコース | 0 |
| ナトリウムイオン | 1 |
| 尿素 | 67 |
| クレアチニン | 75 |

タンパク質（protein）、グルコース（glucose）、
ナトリウムイオン（Na⁺）、尿素（urea）、
クレアチニン（creatinine）

- a 100%再吸収される。
b 再吸収率が水とほぼ同じである。

| | a | b |
|---|-------|----------|
| ① | タンパク質 | ナトリウムイオン |
| ② | グルコース | ナトリウムイオン |
| ③ | タンパク質 | 尿素 |
| ④ | グルコース | 尿素 |
| ⑤ | タンパク質 | クレアチニン |
| ⑥ | グルコース | クレアチニン |

問6 次の図のA～Dは、ヒトにおいて内分泌腺（endocrine gland）が存在する器官（organ）を示している。これに関する下の問い(1)，(2)に答えなさい。



(1) 糖質コルチコイド（glucocorticoid）の分泌（secretion）を促す経路として正しいものを、次の①～⑥の中から一つ選びなさい。

6

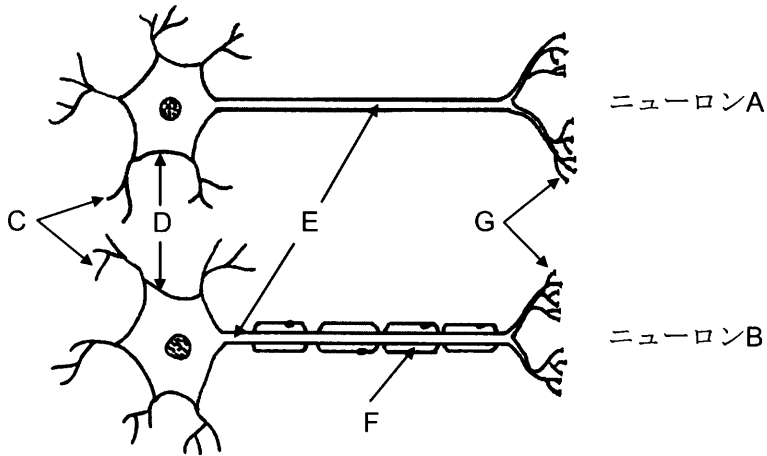
- ① 視床下部（hypothalamus）→ 交感神経（sympathetic nerve）→ B
- ② 視床下部 → 交感神経 → C
- ③ 視床下部 → 交感神経 → D
- ④ 視床下部 → A → B
- ⑤ 視床下部 → A → C
- ⑥ 視床下部 → A → D

(2) 糖質コルチコイドの働きとして正しいものを、次の①～⑤の中から一つ選びなさい。

| |
|---|
| 1 |
|---|

- ① 肝臓 (liver) に貯蔵されたグリコーゲン (glycogen) をグルコース (glucose) に分解する働きを促進する。
- ② 腎臓 (kidney) におけるナトリウムイオン (Na^+) の再吸収を促進する。
- ③ 血液 (blood) に含まれるカルシウムイオン (Ca^{2+}) の濃度を増加させる。
- ④ タンパク質 (protein) からのグルコースの合成を促進する。
- ⑤ 細胞への糖の取り込みと消費を促進する。

問7 次の図は、構造の異なる2つのニューロン（neuron）を模式的に示したものである。これに関する下の問い(1)，(2)に答えなさい。



(1) 図中のFの性質と興奮の伝導速度（conduction velocity）の説明として正しいものを，次の①～⑤の中から一つ選びなさい。

8

- ① Fは電気を通しやすい性質をもつ。興奮の伝導速度はニューロンAの方が大きい。
- ② Fは電気を通しやすい性質をもつ。興奮の伝導速度はニューロンBの方が大きい。
- ③ Fは電気を通しにくい性質をもつ。興奮の伝導速度はニューロンAの方が大きい。
- ④ Fは電気を通しにくい性質をもつ。興奮の伝導速度はニューロンBの方が大きい。
- ⑤ Fは電気の通しやすさに関係なく，ニューロンAとニューロンBで興奮の伝導速度に差はない。

- (2) 図の C～G より，神経伝達物質（neurotransmitter）を放出する部分と受け取る部分の正しい組み合わせを，次の①～⑥の中から一つ選びなさい。

9

| | 放出する部分 | 受け取る部分 |
|---|--------|--------|
| ① | C | G |
| ② | C | E, F |
| ③ | D | C, G |
| ④ | D | E, G |
| ⑤ | G | C, D |
| ⑥ | G | C, E |

問 8 免疫には、抗体 (antibody) がおもに働く体液性免疫 (humoral immunity) と、T細胞などの細胞が直接抗原 (antigen) を排除する細胞性免疫 (cellular immunity) とがある。次の文 a～d は、体液性免疫と細胞性免疫のどちらか。正しい組み合わせを下の①～⑥の中から一つ選びなさい。

10

- a ある植物の花粉 (pollen) が抗原となり、涙・鼻水などのアレルギー (allergy) 症状を引き起こすことがある。
- b ウマなどの動物に抗原を注射し、その血清 (serum) を抗血清 (antiserum) としてヒトに注射して治療する方法を血清療法 (serotherapy) という。毒ヘビにかまれたときなどに行われる。
- c ネズミにおいて、他の個体の皮膚 (skin) などの組織 (tissue) を移植 (transplantation) すると、通常、移植片は非自己と認識され脱落してしまう。
- d ツベルクリン反応 (tuberculin reaction) とは、結核菌 (*Mycobacterium tuberculosis*) のタンパク質 (protein) をヒトに注射したとき、結核菌に感染したことがある場合は、1～2 日後に炎症を起こして赤くはれる現象である。

| | 体液性免疫 | 細胞性免疫 |
|---|---------|-----------|
| ① | d | , a, b, c |
| ② | a, b | c, d |
| ③ | c, d | a, b |
| ④ | a, c | b, d |
| ⑤ | b, d | a, c |
| ⑥ | a, b, c | d |

問9 タバコ (tobacco) やレタス (lettuce) の葉の気孔 (stoma) について説明した文として誤っているものを、次の①～⑥の中から一つ選びなさい。

11

- ① 気孔が開くためには、気孔を形成している一對の孔辺細胞 (guard cell) で膨圧 (turgor pressure) が上昇することが必要である。
- ② 孔辺細胞には他の表皮 (epidermis) の細胞と異なり、葉緑体 (chloroplast) が存在している。
- ③ 水分が不足するとアブシシン酸 (abscisic acid) が合成されて茎や葉に輸送され、この働きによって孔辺細胞の膨圧が下がって気孔が閉じる。
- ④ 光合成 (photosynthesis) が盛んなとき、気孔が開くことによって植物体内に二酸化炭素 (carbon dioxide) が取り込まれ、酸素 (oxygen) や水分が放出される。
- ⑤ 気孔から入った二酸化炭素や窒素 (nitrogen) が植物に吸収され、炭酸同化 (carbon dioxide assimilation) や窒素同化 (nitrogen assimilation) に利用される。
- ⑥ 生育条件が良い環境では、葉に光があたっている昼は気孔が開いているが、夜暗くなると気孔は閉じる。

問 10 アルコール発酵 (alcoholic fermentation) における気体発生量と温度との関係について調べるため、次の実験を行った。

10%グルコース (glucose) 水溶液 100ml を煮沸して溶けている気体を追い出し、室温にした後に、乾燥酵母 (dry yeast) 5g を加えて発酵液とした。発酵液を 6 本の注射器に同量ずつ分けて入れ、20℃、30℃、40℃、50℃、60℃、70℃に保った。10 分後に注射器内に発生した気体の体積を測定したところ、次の表のようになった。

この実験について述べた下の文①～④の中から、正しいものを一つ選びなさい。

12

| 温度 (°C) | 20 | 30 | 40 | 50 | 60 | 70 |
|------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| 気体発生量 (ml) | 0.5 | 3.0 | 6.7 | 6.1 | 3.8 | 0.6 |

- ① 乾燥酵母を加える前のグルコース水溶液から気体を追い出すのは、グルコースと気体が反応するのを防ぐためである。
- ② この実験で用いた発酵液に酸 (acid) や塩基 (base) を加えて実験しても、実験結果は今回とほぼ同じになる。
- ③ 70℃において、気体発生量が少ないのは、反応に関係する酵素 (enzyme) の活性が失われたためである。
- ④ 20℃において、気体発生量が少ないのは、反応に関係する酵素が変性 (denaturation) したためである。

問 11 細菌における光合成 (photosynthesis) と化学合成 (chemosynthesis) に関する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 光合成細菌 (photosynthetic bacteria) は、バクテリオクロフィル (bacteriochlorophyll) を光合成色素 (photosynthetic pigment) としてもち、光エネルギーを吸収し光合成を行う。
- ② 緑色硫黄細菌 (green sulfur bacteria) や紅色硫黄細菌 (purple sulfur bacteria) は、光合成細菌に含まれる。
- ③ 光合成細菌は、光合成によって二酸化炭素 (carbon dioxide) を固定し、酸素 (oxygen) を放出する。
- ④ 化学合成細菌 (chemosynthetic bacteria) は、光エネルギーの代わりに、無機物 (inorganic substance) を酸化 (oxidation) するときに得られる化学エネルギーを利用する。
- ⑤ 硝酸菌 (nitrate bacteria) は、化学エネルギーを利用して炭酸同化 (carbon dioxide assimilation) を行っており、化学合成細菌の一種である。

問 12 DNA の半保存的複製 (semiconservative replication) について述べ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。

14

- ① メセルソン (M. Meselson) とスタール (F. Stahl) は、塩基 (base) に含まれる炭素 (carbon) の同位体 (isotope) を用いて、DNA の半保存的複製を証明した。
- ② 細胞が増殖するときの DNA 複製 (DNA replication) は、真核生物 (eukaryote) では半保存的に起こるが、原核生物 (prokaryote) では半保存的には起こらない。
- ③ 2 本鎖 DNA が分離し、それぞれが鋳型 (template) となり相補的な塩基配列 (base sequence) をもつヌクレオチド鎖 (nucleotide chain) が新生される。
- ④ DNA の半保存的複製時に新しく合成された 1 本鎖 DNA のそれぞれは、互いに同じ塩基配列をもつ。

問13 ヘモグロビン (hemoglobin) の β 鎖の6番目のアミノ酸 (amino acid) はグルタミン酸 (glutamic acid) であるが、鎌状赤血球症 (sickle cell anemia) ではバリン (valine) に置換 (substitution) している。この違いによって、低酸素状態になると赤血球 (erythrocyte) が変形することが知られている。

このアミノ酸の置換について述べた文として正しいものを、次の①～⑤の中から一つ選びなさい。

15

- ① アミノ酸の置換が起こるのは、DNA の塩基配列 (base sequence) の一部が、正常の塩基配列と異なるからである。
- ② アミノ酸の置換が起こるのは、DNA の複製 (replication) が行われるときに、常に塩基 (base) の置換が起こるからである。
- ③ アミノ酸の置換が起こるのは、転写 (transcription) によって mRNA が作られる際に、常に塩基の置換が起こるからである。
- ④ アミノ酸の置換が起こるのは、翻訳 (translation) の過程でグルタミン酸のコドン (codon) に対して、バリンが指定されるからである。
- ⑤ アミノ酸の置換が起こるのは、翻訳後のポリペプチド (polypeptide) 鎖がタンパク質 (protein) の立体構造を形成するときに、グルタミン酸がバリンに入れ替わるからである。

問 14 ホメオティック遺伝子(homeotic gene)やその働きについて述べた次の文 a～eの中から、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。

16

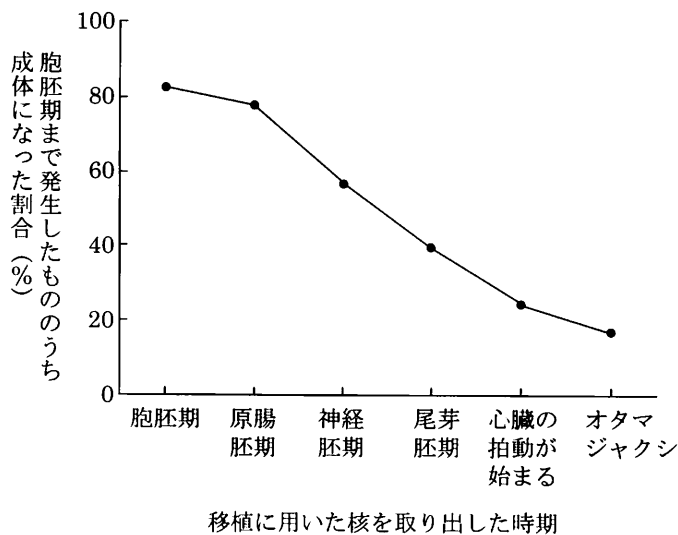
- a フェニルケトン尿症(phenylketonuria)は、ホメオティック遺伝子に変化した場合の一例である。
- b キイロショウジョウバエ(*Drosophila melanogaster*)の胸部に二対のはねが形成されるのは、ホメオティック遺伝子に変化した場合の一例である。
- c ホメオティック遺伝子は、調節遺伝子(regulatory gene)なのでタンパク質(protein)の遺伝情報を含まない。
- d 昆虫(insect)のそれぞれの体節(segment)が特異的構造をもつのは、体節ごとに決まったホメオティック遺伝子が発現するからである。
- e ホメオティック遺伝子は昆虫のからだづくりに働くが、脊椎動物(vertebrate)にはみられない。

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

問 15 アフリカツメガエル (*Xenopus laevis*) で次のような核移植 (nuclear transplantation) の実験を行った。この実験結果を参考にして、細胞の分化 (differentiation) と遺伝子 (gene) について述べた文として正しいものを、下の①～④の中から一つ選びなさい。

17

いろいろな発生段階 (developmental stage) の胚 (embryo) や幼生 (larva) の細胞から核 (nucleus) を取り出し、核を除いた未受精卵 (unfertilized egg) に移植した。次の図は、核移植の後に胞胚期 (blastula stage) まで発生した胚のうち成体が得られた割合を、核を取り出した胚や幼生の発生段階ごとに示している。



原腸胚期 (gastrula stage), 神経胚期 (neurula stage), 尾芽胚期 (tail bud stage),
心臓 (heart), 拍動 (pulsation), オタマジャクシ (tadpole)

- ① 細胞の分化が進むと、その細胞の遺伝子がしだいに失われていく。
- ② 細胞の分化が進むと、その細胞の遺伝子がしだいに増加していく。
- ③ 分化した細胞は、それぞれ異なる遺伝子をもつため多様な細胞となる。
- ④ 分化した細胞の核でも、受精卵 (fertilized egg) と同じ遺伝子セットをもっている。

問 16 タンパク質 (protein) とそれを構成しているアミノ酸 (amino acid) の構造について述べた文として、正しいものを次の①～⑤の中から一つ選びなさい。

18

- ① アミノ酸の一般構造は、1 個の窒素 (N) を中心に、カルボキシル基 (carboxyl group) , アミノ基 (amino group) , 水素原子 (H) および側鎖 (side chain) が結合したものである。
- ② アミノ酸には 30 種類の側鎖があるので、アミノ酸の種類は 30 種類である。
- ③ アミノ酸どうしの結合は、アミノ基とカルボキシル基から 1 分子の二酸化炭素 (carbon dioxide) が取り除かれて結合するペプチド結合 (peptide bond) である。
- ④ タンパク質はポリペプチド (polypeptide) が折りたたまれて複雑な立体構造をつくっており、アミノ酸の配列が異なると立体構造も異なる。
- ⑤ タンパク質によっては、複数のポリペプチドが組み合わさって三次構造 (tertiary structure) をつくるものがある。

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。
解答用紙左上の科目欄に「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〉

| 物理 | | | |
|----|-----|-----|----|
| 問 | | 解答欄 | 正解 |
| Ⅰ | 問 1 | 1 | 3 |
| | 問 2 | 2 | 6 |
| | 問 3 | 3 | 2 |
| | 問 4 | 4 | 3 |
| | 問 5 | 5 | 2 |
| | 問 6 | 6 | 2 |
| | 問 7 | 7 | 3 |
| Ⅱ | 問 1 | 8 | 3 |
| | 問 2 | 9 | 6 |
| | 問 3 | 10 | 3 |
| Ⅲ | 問 1 | 11 | 1 |
| | 問 2 | 12 | 5 |
| | 問 3 | 13 | 3 |
| Ⅳ | 問 1 | 14 | 4 |
| | 問 2 | 15 | 4 |
| | 問 3 | 16 | 2 |
| | 問 4 | 17 | 2 |
| | 問 5 | 18 | 3 |
| | 問 6 | 19 | 6 |

| 化学 | | |
|-----|-----|----|
| 問 | 解答欄 | 正解 |
| 問 1 | 1 | 1 |
| 問 2 | 2 | 2 |
| 問 3 | 3 | 1 |
| 問 4 | 4 | 4 |
| 問 5 | 5 | 3 |
| 問 6 | 6 | 4 |
| 問 7 | 7 | 6 |
| 問 8 | 8 | 5 |
| 問 9 | 9 | 3 |
| 問10 | 10 | 2 |
| 問11 | 11 | 4 |
| 問12 | 12 | 4 |
| 問13 | 13 | 3 |
| 問14 | 14 | 2 |
| 問15 | 15 | 1 |
| 問16 | 16 | 6 |
| 問17 | 17 | 3 |
| 問18 | 18 | 1 |
| 問19 | 19 | 6 |
| 問20 | 20 | 3 |

| 生物 | | |
|-----|-----|----|
| 問 | 解答欄 | 正解 |
| 問 1 | 1 | 6 |
| 問 2 | 2 | 5 |
| 問 3 | 3 | 5 |
| 問 4 | 4 | 3 |
| 問 5 | 5 | 2 |
| 問 6 | 6 | 5 |
| | 7 | 4 |
| 問 7 | 8 | 4 |
| | 9 | 5 |
| 問 8 | 10 | 2 |
| 問 9 | 11 | 5 |
| 問10 | 12 | 3 |
| 問11 | 13 | 3 |
| 問12 | 14 | 3 |
| 問13 | 15 | 1 |
| 問14 | 16 | 5 |
| 問15 | 17 | 4 |
| 問16 | 18 | 4 |