

平成26年度（2014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 ～ 52

4. 足りないページがあったら、手をあげて知らせてください。
5. 問題冊子には、メモや計算などを書いてもいいです。

III 解答用紙に関する注意

1. 解答は、解答用紙に鉛筆（HB）で記入してください。
2. 各問題には、その解答を記入する行の番号 **1**, **2**, **3**, ...がついています。解答は、解答用紙（マークシート）の対応する解答欄にマークしてください。
3. 解答用紙に書いてある注意事項も必ず読んでください。

※ 試験開始の合図があったら、必ず受験番号と名前を記入してください。

受 験 番 号			*				*					
名 前												

物理

「解答科目」記入方法

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

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

科目が正しくマークされていないと、採点されません。

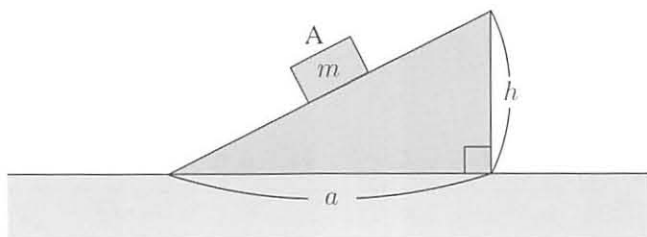
< 解答用紙記入例 >

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

I

次の問い A (問1), B (問2), C (問3), D (問4), E (問5), F (問6), 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、断面が直角三角形 (直角をはさむ2辺の長さが a と h) の三角柱が水平面上に固定され、その上面に質量 m の物体 A が置かれて静止している。



問1 Aが三角柱の上面から受ける垂直抗力の大きさはどのように表されるか。正しいものを、次の①～⑥の中から一つ選びなさい。

1

① $\frac{h}{a}mg$

② $\frac{a}{h}mg$

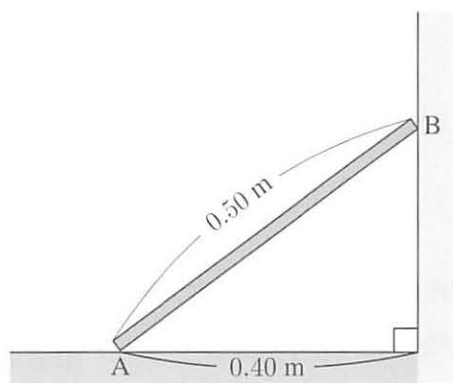
③ $\frac{h}{\sqrt{a^2 + h^2}}mg$

④ $\frac{a}{\sqrt{a^2 + h^2}}mg$

⑤ $\frac{\sqrt{a^2 + h^2}}{a}mg$

⑥ $\frac{\sqrt{a^2 + h^2}}{h}mg$

- B** 長さ 0.50 m の細い一様な棒がある。次の図のように、この棒の一端 A を水平な摩擦のある床の上に置き、他端 B をなめらかな壁に立てかけたところ、棒は静止した。 A と壁との距離は 0.40 m であり、棒にはたらく重力の大きさは 12 N であった。



- 問2 A で棒が床から受ける静止摩擦力は何 N か。最も適当なものを、次の①～④の中から一つ選びなさい。

2 N

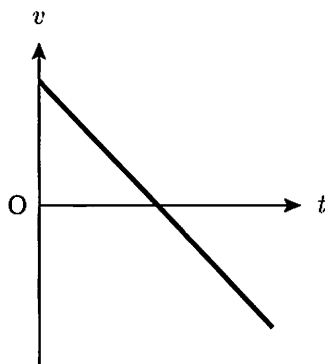
① 6.0

② 8.0

③ 10

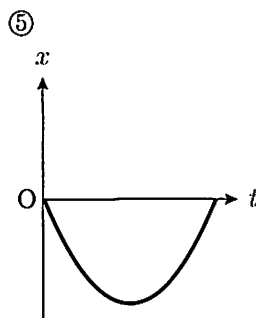
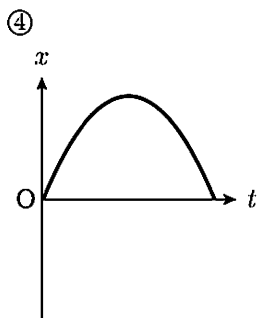
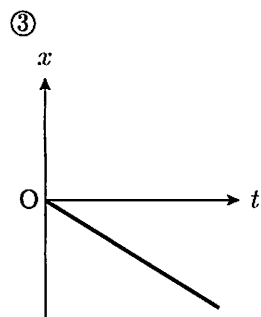
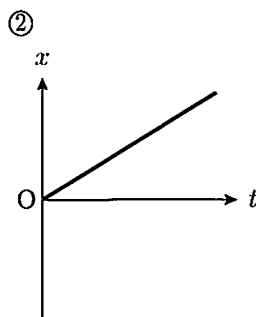
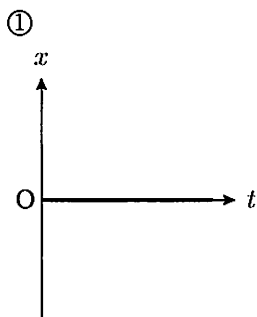
④ 12

C x 軸上を運動している物体の速度 v が、時刻 t とともに次の図のように変化した。

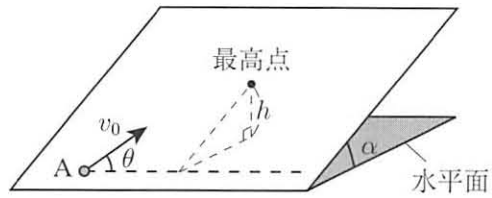


問3 t と物体の位置座標 x との関係を表すグラフとして最も適当なものを、次の①～⑤の中から一つ選びなさい。

3



- D** 次の図のように、水平面と角度 α をなすなめらかな斜面に沿って、小物体 A を斜面内の水平な方向から角度 θ の方向に初速 v_0 で投げ上げたところ、A は斜面に沿って運動した。A が斜面上で最高点に達した時、A の出発点からの鉛直方向の高さは h であった。



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

4

① $\frac{1}{\cos \theta} \sqrt{\frac{2gh}{\sin \alpha}}$

② $\frac{\sqrt{2gh}}{\cos \theta}$

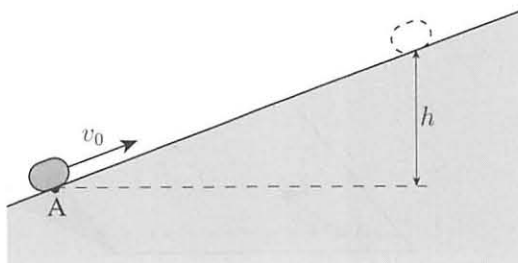
③ $\frac{\sqrt{2gh \sin \alpha}}{\cos \theta}$

④ $\frac{1}{\sin \theta} \sqrt{\frac{2gh}{\sin \alpha}}$

⑤ $\frac{\sqrt{2gh}}{\sin \theta}$

⑥ $\frac{\sqrt{2gh \sin \alpha}}{\sin \theta}$

E 次の図のように、摩擦のある斜面上の点Aに質量 m の小物体を置き、斜面に沿って上向きに初速 v_0 を与えたところ、高さ h まで斜面を上り、その後滑り下りてきた。斜面を上り下りしている間、小物体には一定の大きさの動摩擦力がはたらいている。



問5 Aまで戻ってきたときの小物体の速さはどのように表されるか。正しいものを、次の①～⑤の中から一つ選びなさい。

5

① $\sqrt{2gh}$

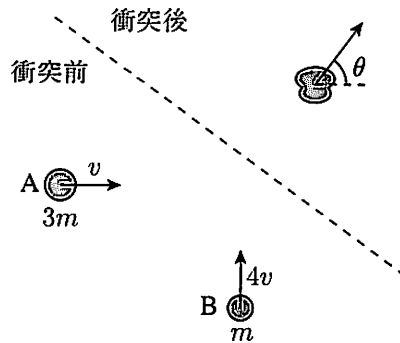
② $\sqrt{v_0^2 - 2gh}$

③ $v_0 - \sqrt{2gh}$

④ $\sqrt{4gh - v_0^2}$

⑤ $2\sqrt{gh} - v_0$

- F** 質量 $3m$ の小物体 A と質量 m の小物体 B がある。次の図のように、なめらかな水平面上で A が速さ v で等速度運動をしている。B は速さ $4v$ で A の進行方向に対して垂直な方向に等速度運動をしている。その後、A と B は衝突し一体となって、衝突前の A の進行方向に対して角度 θ の方向に等速度運動をした。

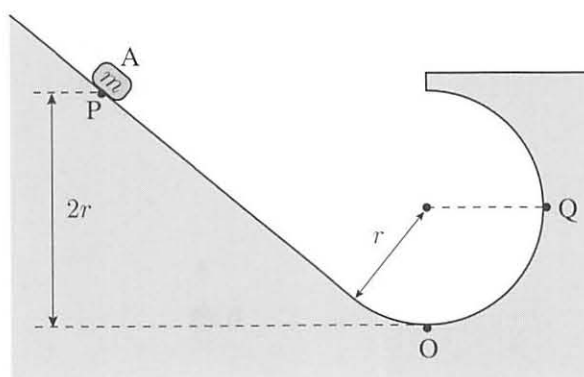


問6 $\tan \theta$ はいくらか。正しい値を、次の①～⑥の中から一つ選びなさい。

6

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

- G** 次の図のように、半径 r の円筒面となめらかにつながった斜面がある。円筒面の最下点 O からの高さが $2r$ の斜面上の点を P とし、 O からの高さが r の円筒面上の点を Q とする。 P に質量 m の小物体 A を置き、静かに手を離した。 A と斜面および円筒面との間の摩擦は無視できるものとする。



- 問7 Q において A が円筒面から受ける垂直抗力の大きさはどのように表されるか。正しいものを、次の①～⑥の中から一つ選びなさい。

7

- | | | |
|---------|---------|---------|
| ① mg | ② $2mg$ | ③ $3mg$ |
| ④ $4mg$ | ⑤ $5mg$ | ⑥ $6mg$ |

II

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

A 容器に -20°C の氷を入れ, その氷と同じ質量の 43°C のお湯を加えた。じゅうぶん時間がたった後, 容器には 0°C の水と氷が残った。氷の融解熱を $3.3 \times 10^2 \text{ J/g}$, 水の比熱を $4.2 \text{ J/(g}\cdot\text{K)}$, 氷の比熱を $2.1 \text{ J/(g}\cdot\text{K)}$ とする。容器の熱容量は無視でき, 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後, 容器内に残っている氷の質量は, 最初に容器に入れた氷の質量の何% か。最も適当な値を, 次の①~④の中から一つ選びなさい。 **8** %

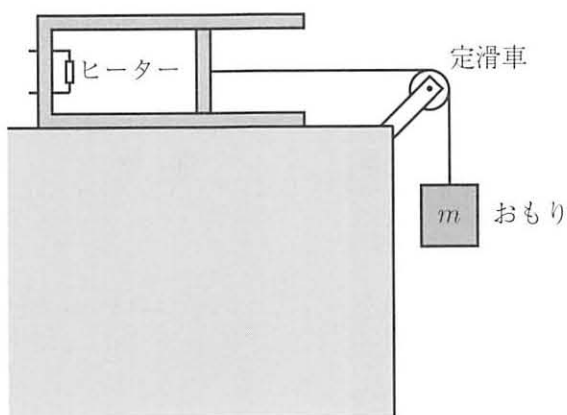
① 26

② 42

③ 58

④ 74

B 次の図のように、固定されたシリンダー内に、なめらかに動き質量の無視できる断面積 S のピストンを使って、単原子分子理想気体を閉じ込めた。質量の無視できる伸び縮みしない糸の一端をピストンに付け、定滑車を通し、他端に質量 m のおもりを付け、つるしたところ、おもりは静止した。気体にヒーターで熱量 Q を与えたところ、おもりの高さは d だけ下がり、おもりは静止した。定滑車はなめらかに回転し、その質量は無視できるものとする。重力加速度（acceleration due to gravity）の大きさを g 、大気圧を p とし、シリンダーとピストンは熱を通さないものとする。

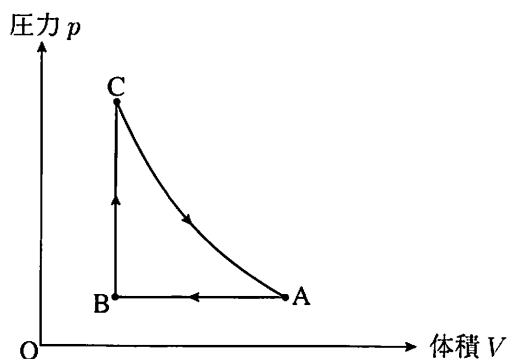


問2 d はどのように表されるか。正しいものを、次の①～④の中から一つ選びなさい。

9

- ① $\frac{2Q}{5(pS + mg)}$ ② $\frac{2Q}{3(pS + mg)}$ ③ $\frac{2Q}{5(pS - mg)}$ ④ $\frac{2Q}{3(pS - mg)}$

- C** 次の p - V 図のように、一定量の理想気体の圧力 p と体積 V を $A \rightarrow B \rightarrow C \rightarrow A$ と変化させる。 $A \rightarrow B$ は定圧変化、 $B \rightarrow C$ は定積変化、 $C \rightarrow A$ は等温変化である。



- 問3 $A \rightarrow B$, $B \rightarrow C$, $C \rightarrow A$ の過程で気体が外部にした仕事はそれぞれ正か負か0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。

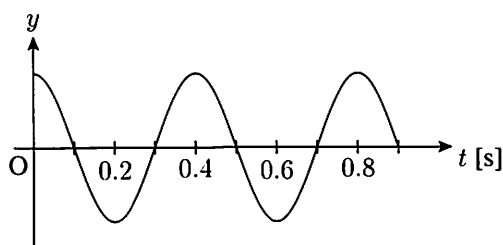
10

	$A \rightarrow B$	$B \rightarrow C$	$C \rightarrow A$
①	正	負	0
②	正	0	負
③	負	正	0
④	負	0	正
⑤	0	正	負
⑥	0	負	正

Ⅲ

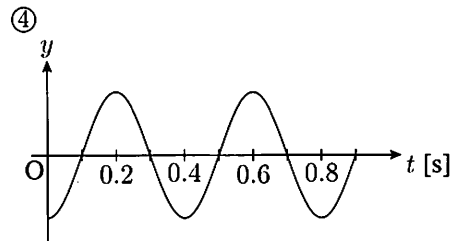
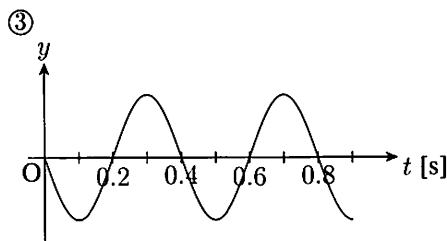
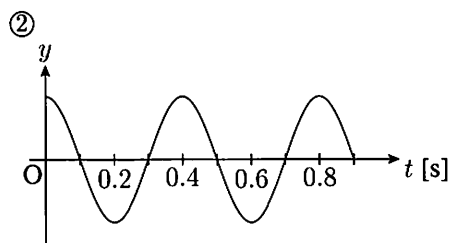
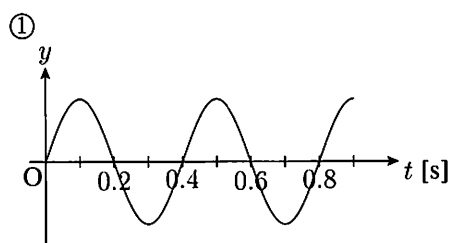
次の問い **A** (問1), **B** (問2), **C** (問3) に答えなさい。

- A** x 軸上を正の向きに速さ 0.50 m/s で進む正弦波がある。次の図は, $x = 0 \text{ m}$ の位置における媒質の変位 y と時刻 t の関係を示したグラフである。



- 問1 $x = 0.45 \text{ m}$ の位置における y と t の関係を示すグラフはどうか。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** 長さ L_1 の弦と長さ L_2 ($> L_1$) の弦を並べて張り、それぞれを同時に基本振動させたところ 1 秒間あたりに n 回のうなりが聞こえた。弦を伝わる波の速さはどちらの弦でも等しい。長さ L_1 の弦の基本振動の振動数を f_1 とする。

問2 $\frac{L_2 - L_1}{L_1}$ はどのように表されるか。正しいものを、次の①～⑥の中から一つ選びなさい。

12

① $\frac{n}{f_1 - n}$

② $\frac{n}{f_1}$

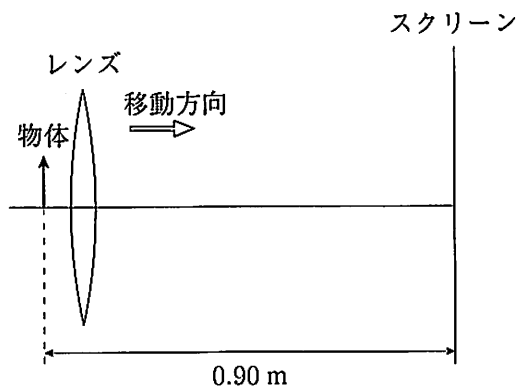
③ $\frac{n}{f_1 + n}$

④ $\frac{2n}{f_1 - n}$

⑤ $\frac{2n}{f_1}$

⑥ $\frac{2n}{f_1 + n}$

- C** 次の図のように、物体とスクリーンを 0.90 m 離して固定する。物体からスクリーンの間で、凸レンズを図のように光軸と平行に移動したところ、スクリーン上に実像が2度生じた。1度目に実像が生じたときの物体とレンズの距離は、2度目に実像が生じたときのレンズとスクリーンの距離に等しかった。一方の実像の大きさは他方の実像の大きさの4倍であった。



- 問3 この凸レンズの焦点距離は何 m か。最も適当な値を、次の①～④の中から一つ選びなさい。

13 m

① 0.10

② 0.20

③ 0.30

④ 0.40

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 図1のように, xy 平面上の点 $A(a, 0)$ ($a > 0$) に電気量 Q (> 0) の点電荷を固定した。このとき, 原点 O での電場の大きさは E_0 であった。次に, 図2のように, A の点電荷に加えて, 点 $B(0, a)$ に電気量 Q の点電荷, 点 $C(-2a, 0)$ に電気量 Q の点電荷をそれぞれ固定した。このとき, 原点 O での電場の大きさは E_1 であった。

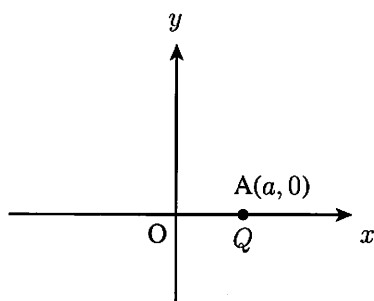


図1

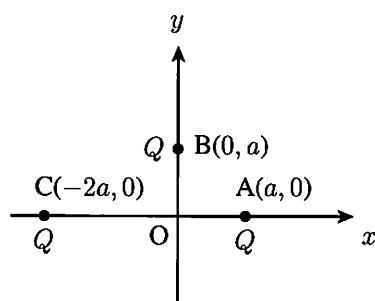


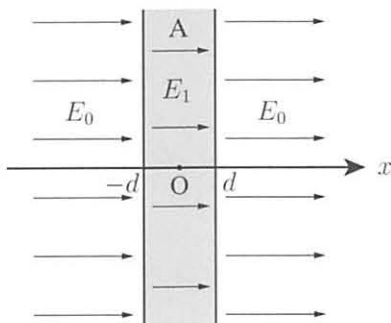
図2

問1 $\frac{E_1}{E_0}$ 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。

14

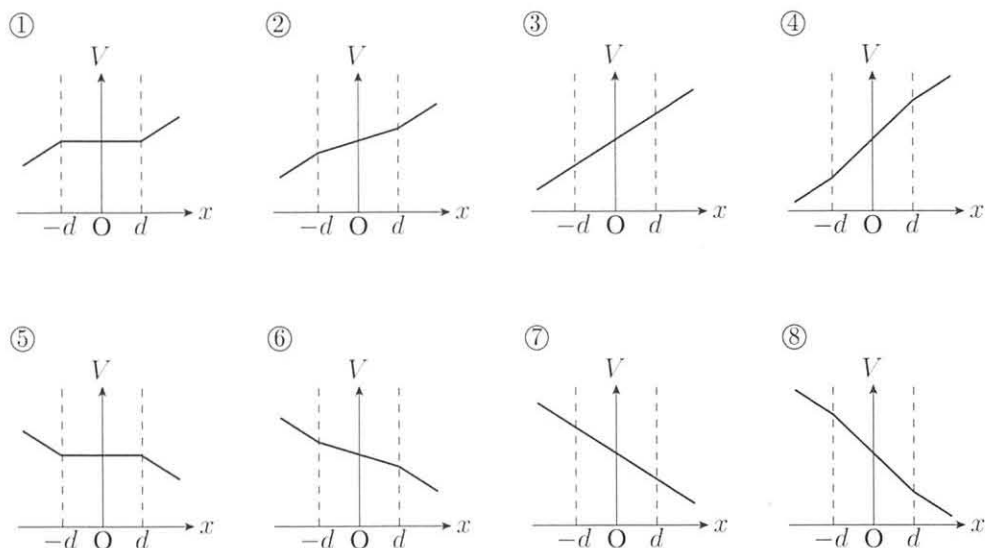
- ① $\frac{\sqrt{5}}{2}$ ② $\frac{5}{4}$ ③ $\frac{\sqrt{41}}{4}$ ④ $\frac{7}{4}$ ⑤ $\frac{\sqrt{13}}{2}$ ⑥ $\frac{9}{4}$

B 次の図のように、電場の大きさ E_0 の一様な電場の中に厚さが $2d$ の誘電体板 A を電場と垂直になるように置いた。このとき、A の内部の電場は外部の電場と同じ向きで、その大きさ E_1 は一定で E_0 より小さい。図に示すように、A の中心を原点 O として、電場の向きに電場に平行に x 軸をとる。A の左端の x 座標は $-d$ 、右端の x 座標は d である。

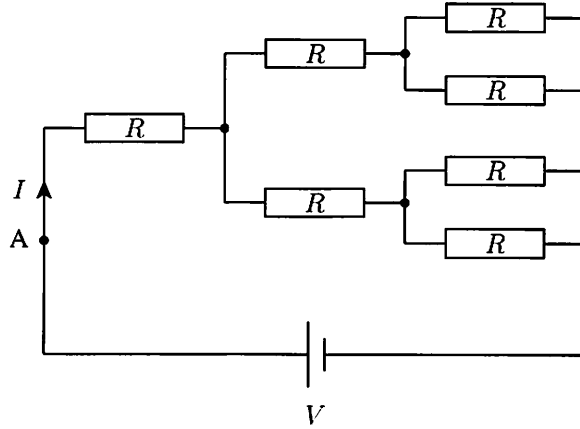


問2 x 軸上の電位 V の変化を表すグラフはどうか。最も適当なものを、次の①～⑧の中から一つ選びなさい。

15



- C 次の図のように、抵抗値が R の抵抗 7 つと起電力 V の電池を接続した。電池の内部抵抗は無視できるものとする。



- 問3 この回路中の位置 A を流れる電流の大きさ I はどのように表されるか。正しいものを、次の①～④の中から一つ選びなさい。

16

- ① $\frac{V}{3R}$ ② $\frac{2V}{5R}$ ③ $\frac{4V}{7R}$ ④ $\frac{8V}{7R}$

D 図1のように、面積 S 、間隔 d の平行板コンデンサー 2 個と起電力 V の電池とスイッチを接続した。スイッチを閉じてじゅうぶん時間がたった後、スイッチを開いた。空気の誘電率は真空の誘電率 ε_0 に等しいものとする。その後、図2のように、右のコンデンサーの極板間を誘電率 $2\varepsilon_0$ の誘電体で満たしたところ、じゅうぶん時間がたった後、右のコンデンサーには電気量 Q がたくわえられていた。

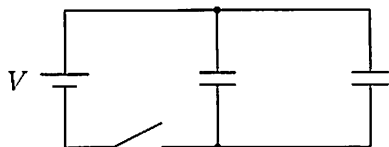


図 1

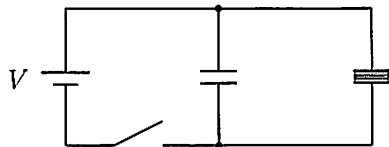


図 2

問4 Q はどのように表されるか。正しいものを、次の①～④の中から一つ選びなさい。

17

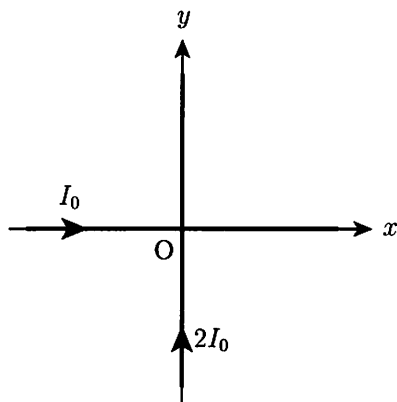
① $\frac{2\varepsilon_0 SV}{3d}$

② $\frac{2dV}{3\varepsilon_0 S}$

③ $\frac{4\varepsilon_0 SV}{3d}$

④ $\frac{4dV}{3\varepsilon_0 S}$

E 次の図のように、2本の無限に長い直線導線が直交するように置かれている。交点では導線は互いに絶縁されている。交点を原点 O とし、一方の導線が x 軸、他方の導線が y 軸となるように xy 座標系をとる。 x 軸上の導線には x 軸の正の向きに大きさ I_0 の電流、 y 軸上の導線には y 軸の正の向きに大きさ $2I_0$ の電流が流れている。このとき、 xy 平面内の原点以外のある点 (x_0, y_0) で磁場の大きさが 0 になっていた。

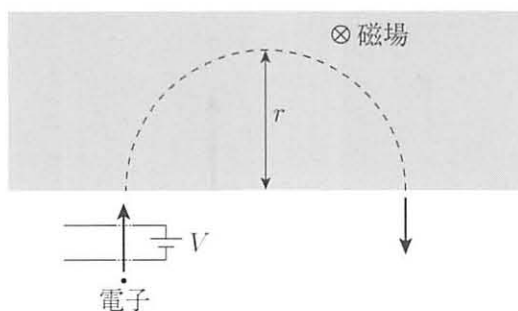


問5 x_0 と y_0 の関係はどのように表されるか。正しいものを、次の①～④の中から一つ選びなさい。

18

- ① $y_0 = \frac{1}{2}x_0$ ② $y_0 = 2x_0$ ③ $y_0 = -\frac{1}{2}x_0$ ④ $y_0 = -2x_0$

- F** 次の図のように、電位差 V の電極間で電子を初速 0 から加速して、一様な磁場の加わった領域に、磁場に垂直な向きに入射した。電子は半径 r の半円の軌道上を一定の速さで運動し、入射してから時間 T の後に磁場の加わった領域から出てきた。磁場の向きは紙面に垂直で、表から裏の向きである。



- 問6 V を 2 倍にすると、 r と T はどうなるか。正しい組み合わせを、次の①～⑥の中から一つ選びなさい。

19

	r	T
①	$\sqrt{2}$ 倍	変わらない
②	$\sqrt{2}$ 倍	$\sqrt{2}$ 倍
③	$\sqrt{2}$ 倍	2 倍
④	2 倍	変わらない
⑤	2 倍	$\sqrt{2}$ 倍
⑥	2 倍	2 倍

物理の問題はこれで終わりです。解答欄の **20** ~ **75** はマークしないでください。
解答用紙の科目欄に「物理」が正しくマークしてあるか、もう一度確かめてください。

この問題冊子を持ち帰ることはできません。

化学

「解答科目」記入方法

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

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

科目が正しくマークされていないと，採点されません。

＜解答用紙記入例＞

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

計算には次の数値を用いること。また，体積の単位リットル (liter) は L で表す。

標準状態 (standard state) : 0°C , $1.0 \times 10^5 \text{ Pa}$ (= 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 Mg : 24 Cl : 35

Cu : 64 Br : 80

問 1 周期表 (periodic table) の第1周期 (first period) から第4周期に含まれる元素 (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。ただし、第4周期はカリウム K で始まる周期を意味する。

1

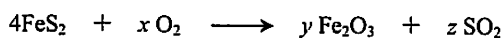
- ① アルミニウム Al は典型元素 (main group element) である。
- ② カリウム K はアルカリ土類金属 (alkaline earth metal) である。
- ③ 鉄 Fe は遷移元素 (transition element) である。
- ④ ヘリウム He は、イオン化エネルギー (第一イオン化エネルギー: first ionization energy) が最も大きい。
- ⑤ フッ素 F は、電気陰性度 (electronegativity) が最も大きい。

問 2 次の化合物①～④のうち、共有結合の結晶 (covalent crystal) であるものを一つ選びなさい。

2

- ① BaSO₄ ② CaO ③ CO₂ ④ SiO₂

問 3 黄鉄鉱 (pyrite) FeS_2 と酸素 O_2 との反応は、次の化学反応式 (reaction formula) で表される。係数 (coefficient) x の値として正しいものを、下の①～⑤の中から一つ選びなさい。

3

- ① 5 ② 7 ③ 11 ④ 12 ⑤ 14

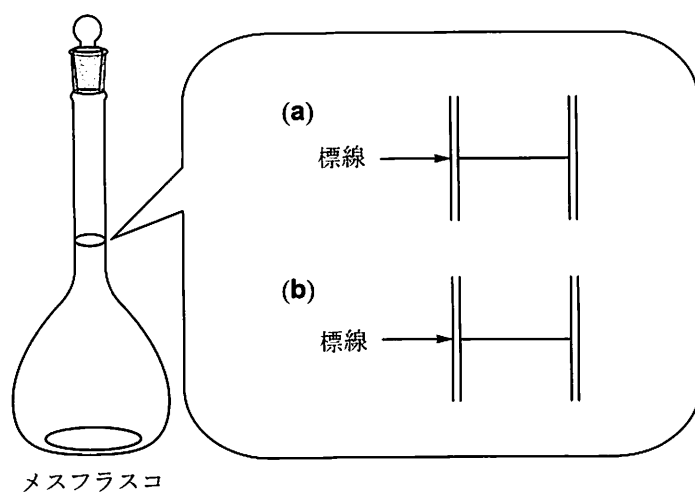
問 4 標準状態で密度 (density) が 1.25 g/L である気体を、次の①～⑤の中から一つ選びなさい。

4

- ① CH_4 ② CO_2 ③ H_2 ④ N_2 ⑤ O_2

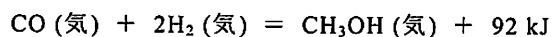
問 5 容量 (volume) が 100 mL のメスフラスコ (volumetric flask) を用いて、シュウ酸 $\text{C}_2\text{H}_2\text{O}_4$ の 0.10 mol/L 水溶液を 100 mL つくるとき、必要なシュウ酸は何 g か。また、メスフラスコの標線 (marked line) に液量を合わせるとき、正しいのは次の (a), (b) のどちらか。組み合わせとして正しいものを、下表の①～⑥の中から一つ選びなさい。

5



	必要なシュウ酸の量 [g]	液量の正しい合わせ方
①	0.90	a
②	0.90	b
③	9.0	a
④	9.0	b
⑤	90	a
⑥	90	b

問6 メタノール CH_3OH は触媒 (catalyst) を用いて、一酸化炭素 CO と水素 H_2 を反応させて合成される。この反応の熱化学方程式 (thermochemical equation) は次のようになる。



この反応が平衡状態 (equilibrium state) にあるとき、記述として正しいものを、次の①～⑤の中から一つ選びなさい。

6

- ① 平衡状態とは、正反応 (forward reaction) も逆反応 (reverse reaction) もおこらず、反応が止まった状態である。
- ② 平衡状態では、一酸化炭素とメタノールの物質量 [mol] の比は常に 1:1 である。
- ③ 触媒の量を増やすと、平衡 (equilibrium) は右向きに移動する。
- ④ 圧力を変えずに温度を高くすると、平衡は右向きに移動する。
- ⑤ 温度を変えずに圧力を高くすると、平衡は右向きに移動する。

問 7 次の水溶液 **A**, **B** に関する記述として正しいものを, 下の①～⑤の中から一つ選びなさい。

7

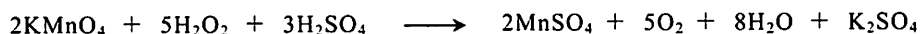
水溶液 **A** 0.050 mol/L 酢酸水溶液 $\text{CH}_3\text{COOH aq}$

(電離度 (degree of electrolytic dissociation) 0.020)

水溶液 **B** 0.10 mol/L 水酸化ナトリウム水溶液 NaOH aq

- ① **A** の pH は 4 である。
- ② **B** の pH は 12 である。
- ③ **A** 20 mL と **B** 10 mL を混合した溶液の pH は 7 である。
- ④ **A** を 100 倍に薄めると, pH は 2 大きくなる。
- ⑤ **B** を 100 倍に薄めると, pH は 2 小さくなる。

問 8 次の酸化還元反応 (oxidation-reduction reaction) に関する記述として 誤っている もの を, 下の①～⑤の中から一つ選びなさい。

8

- ① H_2O_2 の O 原子の酸化数 (oxidation number) は -1 から 0 に変化した。
- ② H_2O_2 は酸化剤 (oxidizing agent) としてはたらいだ。
- ③ 2 mol の KMnO_4 と 5 mol の H_2O_2 が反応するとき, 10 mol の電子 (electron) が移動した。
- ④ KMnO_4 の Mn 原子は, 電子を受け取った。
- ⑤ H_2SO_4 は, 酸性 (acidity) 条件にするために用いた。

問9 白金電極 (platinum electrode) を用いて、硫酸銅(Ⅱ)水溶液 $\text{CuSO}_4 \text{ aq}$ を 0.25 A の電流 (electric current) で 3860 秒 間電気分解 (electrolysis) した。陰極 (cathode) で生じた物質と、その質量 (mass) の組み合わせとして正しいものを、次の①～⑥の中から一つ選びなさい。

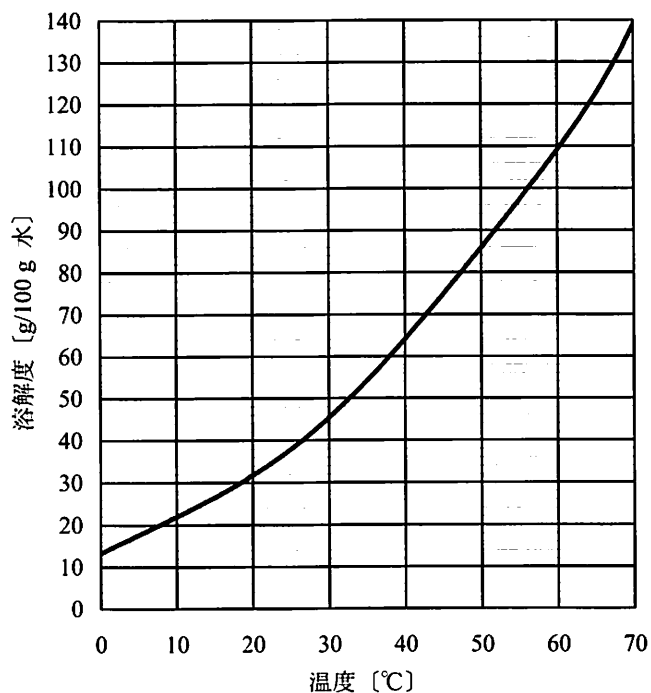
9

	陰極で生じた物質	質量 [g]
①	H_2	0.0020
②	H_2	0.010
③	Cu	0.064
④	Cu	0.32
⑤	O_2	0.016
⑥	O_2	0.080

問 10 次のグラフは、硝酸カリウム KNO_3 の水に対する溶解度 (solubility) と温度との関係を示したものである。ただし、溶解度は、水 100 g に溶ける溶質 (solute) の質量 [g] の数値で表してある。

60 °C の水 50 g に、硝酸カリウム 50 g を溶かした水溶液を 10 °C まで冷却したとき、析出 (deposit) する硝酸カリウムの質量は何 g か。最も近い値を下の①～⑤の中から一つ選びなさい。

10 g



- ① 4.4 ② 16 ③ 39 ④ 46 ⑤ 78

問 11 ハロゲン (halogen) に関する記述として誤っているものを、次の①～⑤の中から一つ選びなさい。

11

- ① ハロゲン原子 (halogen atom) の酸化数 (oxidation number) は、 -1 以外の場合もある。
- ② ハロゲン原子は、価電子 (valence electron) を 7 個もつ。
- ③ 塩素 Cl_2 と水素 H_2 の混合物に常温 (normal temperature) で光を当てると、爆発的に反応する。
- ④ 酸化力 (oxidizing power) の強さは、 $\text{F}_2 < \text{Cl}_2 < \text{Br}_2 < \text{I}_2$ である。
- ⑤ F_2 , Cl_2 , Br_2 , I_2 のうち、二つは常温・常圧 (normal temperature and pressure) で気体である。

問 12 次の(a)～(e)の操作のうち、塩素 Cl_2 、二酸化硫黄 SO_2 の気体の発生方法はそれぞれどれか。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) 酸化マンガン(IV) MnO_2 に濃塩酸 conc. HCl を加えて加熱する。
- (b) 鉄 Fe に希硫酸 dil. H_2SO_4 を加える。
- (c) 硫化鉄(II) FeS に希硫酸を加える。
- (d) 塩化ナトリウム NaCl に濃硫酸 conc. H_2SO_4 を加えて加熱する。
- (e) 亜硫酸水素ナトリウム NaHSO_3 に希硫酸を加える。

	Cl_2	SO_2
①	a	b
②	a	c
③	a	e
④	d	b
⑤	d	c
⑥	d	e

問 13 次の化合物①～⑤のうち、下線をつけた原子 (atom) の酸化数 (oxidation number) が最も大きいものを一つ選びなさい。

13

- ① $\underline{\text{N}}\text{H}_3$ ② $\text{H}_2\underline{\text{S}}\text{O}_4$ ③ $\underline{\text{Fe}}\text{Cl}_3$ ④ $\text{K}_2\underline{\text{Cr}}_2\text{O}_7$ ⑤ $\text{K}\underline{\text{Mn}}\text{O}_4$

問 14 次の化合物(a)～(d)の 0.01 mol/L 水溶液に、0.01 mol/L 硫酸銅(Ⅱ)水溶液 $\text{CuSO}_4 \text{ aq}$ を加えたとき、沈殿 (precipitate) が生じるものが二つある。それらの組み合わせとして正しいものを、下の①～⑥の中から一つ選びなさい。

14

- (a) BaCl_2 (b) H_2S (c) NaCl (d) ZnCl_2

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

問 15 8.0 g のマグネシウム Mg に 0.50 mol/L の塩酸 HCl aq 500 mL を加えて、水素 H_2 を発生させた。このとき生じる水素は標準状態で何 L か。最も近い値を、次の①～⑤の中から一つ選びなさい。ただし、塩酸あるいはマグネシウムのどちらかは、完全に反応したものとする。

15 L

- ① 2.8 ② 3.7 ③ 5.6 ④ 7.4 ⑤ 15

問 16 分子式 (molecular formula) C_5H_{10} で表される鎖式炭化水素 (chain hydrocarbon) の異性体 (isomer) の数として正しいものを、次の①～⑤の中から一つ選びなさい。ただし、シス-トランス異性体 (cis-trans isomer) がある場合には、その各々も数に含めるものとする。

16

- ① 5 ② 6 ③ 7 ④ 8 ⑤ 9

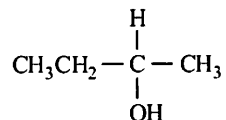
問 17 ある量のアルケン (alkene) **A** にじゅうぶんな量の塩素 Cl_2 を付加反応 (addition reaction) させたところ、生成物 (product) の質量 (mass) は **A** の質量よりも、140 g 増加した。また、同じ量の **A** にじゅうぶんな量の臭素 Br_2 を付加反応させると、460 g の生成物が得られた。**A** の炭素数 (number of carbon atoms) として正しいものを、次の①～⑥の中から一つ選びなさい。

17

- ① 4 ② 5 ③ 6 ④ 7 ⑤ 8 ⑥ 9

問 18 次の構造式 (structural formula) で示される有機化合物 (organic compound) がある。この有機化合物の反応に関する記述として正しいものを、下の①～⑤の中から一つ選びなさい。

18



- ① ナトリウム Na を加えると二酸化炭素 CO_2 を発生する。
- ② 硫酸酸性 (acidified with sulfuric acid) の二クロム酸カリウム水溶液 $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ aq で酸化 (oxidation) されない。
- ③ 銀鏡反応 (silver mirror test) を示す。
- ④ ヨードホルム反応 (iodoform reaction) を示す。
- ⑤ 脱水 (dehydration) で生じるアルケン (alkene) は 1 種類である。

問 19 次表の B 欄に示す化合物の中に、A 欄に示す化合物の還元反応 (reduction reaction) により得られるものが二つある。そ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。

19

	A	B
a	ニトロベンゼン (nitrobenzene)	アニリン (aniline)
b	ベンゼン (benzene)	クロロベンゼン (chlorobenzene)
c	アセチレン (エチン) (acetylene (ethyne))	アセトアルデヒド (acetaldehyde)
d	アセトン (acetone)	2-プロパノール (2-propanol)
e	サリチル酸 (salicylic acid)	アセチルサリチル酸 (acetylsalicylic acid)

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

問 20 次の高分子 (polymer) (a)～(d)のうち、付加重合 (addition polymerization) で生成するものが二つある。それらの組み合わせとして正しいものを、下の①～⑥の中から一つ選びなさい。

20

- (a) ナイロン 66 (6,6-ナイロン) (nylon 6,6)
- (b) ポリアクリロニトリル (polyacrylonitrile)
- (c) ポリエチレンテレフタレート (poly(ethylene terephthalate))
- (d) ポリ塩化ビニル (poly(vinyl chloride))

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

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。

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 原核細胞 (prokaryotic cell) に存在する構造は次の a～i のうちどれか。最も適当な組み合わせを、下の①～⑦の中から一つ選びなさい。

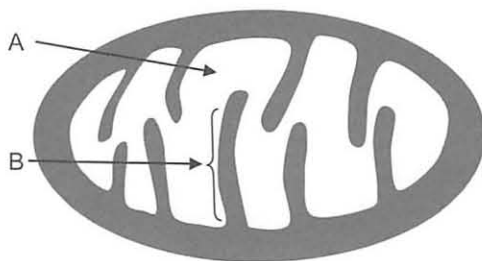
1

- a 核 (nucleus)
- b ゴルジ体 (Golgi body)
- c ミトコンドリア (mitochondria)
- d 細胞膜 (cell membrane)
- e リボソーム (ribosome)
- f 葉緑体 (chloroplast)
- g 小胞体 (endoplasmic reticulum)
- h 細胞壁 (cell wall)
- i 液胞 (vacuole)

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

問2 次の図は、ある生物の細胞小器官（organelle）の断面の模式図である。これについて述べた文として正しいものを、下の①～⑤の中から一つ選びなさい。

2



- ① この細胞小器官は、合成されたタンパク質を細胞膜（cell membrane）へ向かって輸送する働きをもつ。
- ② A の部位では、1 分子のグルコース（glucose）から 2 分子のピルビン酸（pyruvic acid）が生成される。
- ③ A の部位は、呼吸（respiration）のクエン酸回路（citric acid cycle）の場である。
- ④ B の表面上には、光合成色素（photosynthetic pigment）が多数存在する。
- ⑤ B の表面は、解糖系（glycolysis）の場である。

問3 次の文は、有性生殖（sexual reproduction）について述べたものである。正しいものを、次の①～④の中から一つ選びなさい。

3

- ① 被子植物（angiosperms）の胚のう細胞（embryo sac cell）は、核（nucleus）が連続して 3 回分裂し、8 個の核をもつ胚のう（embryo sac）となる。
- ② インゲンマメ（common bean）などのマメ科（legume）の植物が形成する種子は、有胚乳種子（albuminous seed）である。
- ③ 動物の卵形成において、第二極体（second polar body）は第一極体（first polar body）が二分した際に生じた細胞である。
- ④ 減数分裂（meiosis）の第二分裂の前後では、細胞あたりの染色体数（chromosome number）も DNA 量も半減する。

問4 発生（development）に関する次の実験Ⅰ，Ⅱについて，それぞれの実験結果として正しいものは，a～dの中のどれか。正しい組み合わせを，下の①～⑥の中から一つ選びなさい。

4

〔実験〕

- Ⅰ イモリ（newt）の初期原腸胚（early gastrula）の予定表皮域（presumptive epidermis）の一部と予定神経域（presumptive neural region）の一部を交換移植（transplantation）した。
- Ⅱ イモリの初期神経胚（early neurula）の予定表皮域の一部と予定神経域の一部を交換移植した。

〔結果〕

- a 移植した予定表皮域は表皮（epidermis）に，予定神経域は神経（nerve）に分化（differentiation）した。
- b 移植した予定表皮域は神経に，予定神経域は表皮に分化した。
- c 移植した予定表皮域と予定神経域は，どちらも表皮に分化した。
- d 移植した予定表皮域と予定神経域は，どちらも神経に分化した。

	実験Ⅰ	実験Ⅱ
①	a	b
②	a	d
③	b	a
④	b	c
⑤	c	d
⑥	d	a

問5 次の脊椎動物(vertebrate)の組織(tissue)や器官(organ) a～fの中から、中胚葉(mesoderm)由来のものをすべて選び、そ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。

5

- a 皮膚の真皮 (dermis)
- b 消化管 (digestive tract) の上皮 (epithelium)
- c 水晶体 (lens)
- d 脊髄 (spinal cord)
- e 骨格筋 (skeletal muscle)
- f 心臓

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

問6 次の表は、ABO 式血液型 (ABO blood type) に関して、それぞれの血液型の両親から生まれる子の血液型を示すためにつくったものである。表中 I ～VIのうち、O 型の子と A 型の子が両方とも生まれる可能性のあるものはどれか。その組み合わせとして正しいものを、下の①～⑥の中から一つ選びなさい。

6

		母親の血液型			
		A 型	B 型	AB 型	O 型
父親の血液型	A 型	I	II		
	B 型		III	IV	
	AB 型			V	VI
	O 型				

- ① I, II
 ② I, II, III
 ③ I, II, III, VI
 ④ II, IV
 ⑤ II, III, V
 ⑥ II, III, V, VI

問 7 ゾウリムシ（paramecium）には、周期的に収縮（contraction）をする収縮胞（contractile vacuole）という細胞小器官（organelle）があり、ゾウリムシの細胞内に浸入する水を排出して、細胞が膨張（swelling）することを防いでいる。

ゾウリムシの体内の浸透圧（osmotic pressure）を調べるために、さまざまな濃度の食塩水にゾウリムシを浸し、収縮胞の 1 分間あたりの収縮の回数を五つの個体で調べたところ、次の表のようになった。

食塩水の濃度（％）	収縮胞の収縮回数（回／分）				
	個体 1	個体 2	個体 3	個体 4	個体 5
0（蒸留水）	12	11	12	13	13
0.2	8	9	7	8	7
0.4	4	4	6	5	5
0.6	2	3	2	2	3
0.8	0	0	0	0	1
1.2	0	0	0	0	0

蒸留水（distilled water）

この実験結果の説明として最も適当なものを、次の①～⑤の中から一つ選びなさい。 7

- ① 食塩水の濃度が上昇すると細胞内の浸透圧が上昇するため、収縮胞の動きが活発になって収縮周期が短くなる。
- ② 食塩水の濃度が上昇すると塩分が細胞内部へ浸入するため、収縮胞の動きが活発になって収縮周期が短くなる。
- ③ 食塩水の濃度が 0.8%以上になると収縮胞の収縮周期が非常に長くなるので、ゾウリムシの細胞内液は、濃度が 0.8%付近の食塩水と等張（isotonic）である。
- ④ 食塩水の濃度が上昇すると細胞内に浸入してくる水の量が多くなるため、収縮胞の収縮周期が長くなる。
- ⑤ 食塩水の濃度と収縮胞の収縮周期には関係がみられない。

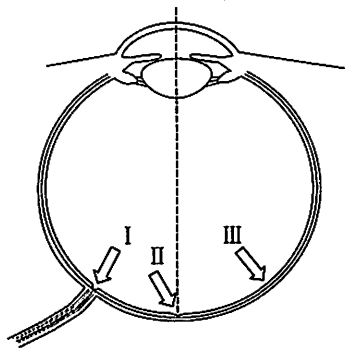
問8 ヒトは、自律神経系 (autonomic nervous system) や内分泌系 (endocrine system) によって、体内の環境を一定に保っている。このことを恒常性 (homeostasis) という。これについて述べた文として正しいものを、次の①～⑤の中から一つ選びなさい。

8

- ① 交感神経 (sympathetic nerve) の興奮 (excitation) によって、胃 (stomach) の運動が促進されたり、皮膚の血管 (blood vessel) が収縮 (contraction) したりする。
- ② 副交感神経 (parasympathetic nerve) の興奮によって、瞳孔 (pupil) が縮小したり、立毛筋 (arrector pili muscle) が収縮したりする。
- ③ すい臓 (pancreas) のランゲルハンス島 (islet of Langerhans) には、交感神経は分布しているが、副交感神経は分布していない。
- ④ 血糖値 (blood glucose level) が上昇すると、副腎髄質 (adrenal medulla) からのアドレナリン (adrenaline) の分泌 (secretion) が促進される。
- ⑤ 体温が低下すると、脳下垂体前葉 (anterior pituitary) からの甲状腺刺激ホルモン (thyroid-stimulating hormone) の分泌が促進される。

問 9 次の図は、ヒトの目の断面を模式的に示したものである。下の文は、図中のⅠ～Ⅲの部分に存在する視細胞（visual cell）について説明したものである。文中の空欄 **a** ～ **c** にあてはまる部分の組み合わせとして正しいものを、下の①～⑥の中から一つ選びなさい。

9



図中の **a** の部分には錐体細胞（cone cell）が多く存在し、一方で **b** の部分には錐体細胞は少なく、かん体細胞（rod cell）が多く存在する。また、 **c** の部分には、錐体細胞もかん体細胞も存在していない。

	a	b	c
①	I	II	III
②	I	III	II
③	II	I	III
④	II	III	I
⑤	III	I	II
⑥	III	II	I

問 10 次の文は、気孔（stomata）の開閉について述べたものである。文中の空欄 **a** ～ **c** にあてはまる語句の正しい組み合わせを、下の①～⑧の中から一つ選びなさい。

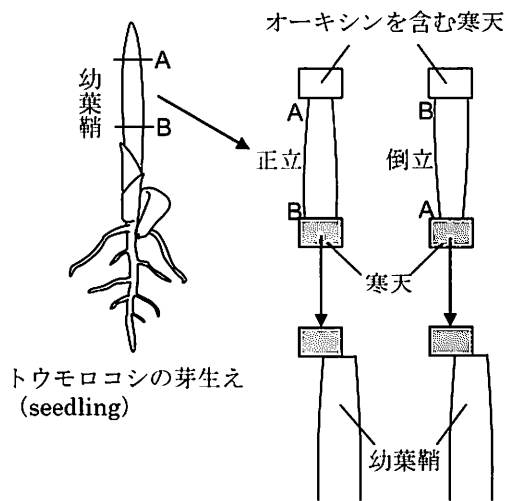
10

気孔の開閉は、孔辺細胞（guard cell）が変形することで生じる。孔辺細胞は、気孔に面する側の細胞壁（cell wall）が、反対側より **a** ので、孔辺細胞が **b** すると **c** が高くなって湾曲^{わんきよく}し気孔が開く。

	a	b	c
①	伸びやすい	吸水	浸透圧 (osmotic pressure)
②	伸びやすい	吸水	膨圧 (turgor pressure)
③	伸びやすい	脱水	浸透圧
④	伸びやすい	脱水	膨圧
⑤	伸びにくい	吸水	浸透圧
⑥	伸びにくい	吸水	膨圧
⑦	伸びにくい	脱水	浸透圧
⑧	伸びにくい	脱水	膨圧

問 11 トウモロコシ (corn) の幼葉鞘 (coleoptile) ^{ようようしょう}を用い、暗室の中で次の図のような実験を行った。幼葉鞘を A と B で切断し、その断片を正立 (upright) と倒立 (inverted) 状態でそれぞれの上端にオーキシシン (auxin) を含む寒天 (agar) をのせ、下にはオーキシシンを含まない寒天を置いた。しばらく放置した後、下に置いた寒天をそれぞれ新しく先端を切り取った幼葉鞘の上に左側に寄せてのせたとき、幼葉鞘はどのようなになるか。下の①～⑨の中から正しい組み合わせを一つ選びなさい。

11



	正立状態で下に置いた寒天を使った場合	倒立状態で下に置いた寒天を使った場合
①	右へ屈曲する	右へ屈曲する
②	右へ屈曲する	左へ屈曲する
③	右へ屈曲する	屈曲しない
④	左へ屈曲する	右へ屈曲する
⑤	左へ屈曲する	左へ屈曲する
⑥	左へ屈曲する	屈曲しない
⑦	屈曲しない	右へ屈曲する
⑧	屈曲しない	左へ屈曲する
⑨	屈曲しない	屈曲しない

問 12 次に示した 6 本の試験管 A～F に 3%過酸化水素水 (hydrogen peroxide solution) を 3ml ずつ加えたところ、何本かの試験管で気体の発生が見られた。なお、酵素液 (enzyme solution) はブタ (pig) の肝臓 (liver) をすりつぶしたものをうい、実験はすべて 30℃で行われた。

試験管 A : 蒸留水 (distilled water) 2ml

試験管 B : 酵素液 2ml

試験管 C : 二酸化マンガン (manganese dioxide) 0.1g と蒸留水 2ml

試験管 D : 酵素液 2ml を煮沸 (boil) したもの

試験管 E : 二酸化マンガン 0.1g と蒸留水 2ml を煮沸したもの

試験管 F : 酵素液 1ml と 5%塩酸 (hydrochloric acid) 1ml

- (1) 気体が盛んに発生した試験管をすべて選び、その組み合わせとして正しいものを、次の①～⑦の中から一つ選びなさい。

12

- ① A ② A, B ③ B, C ④ B, C, D ⑤ B, C, E
⑥ B, C, D, E ⑦ B, C, F

- (2) この実験で気体の発生に関わっている酵素の名称として正しいものを、次の①～⑤の中から一つ選びなさい。

13

- ① アミラーゼ (amylase) ② カタラーゼ (catalase)
③ ペプシン (pepsin) ④ リパーゼ (lipase) ⑤ トリプシン (trypsin)

問 13 次の a～e は、生物の体内で行われる代謝 (metabolism) の過程を簡略に表したものである。

好気呼吸 (aerobic respiration) に含まれる過程の組み合わせとして正しいものを、下の①～⑤の中から一つ選びなさい。

14

- a 二酸化炭素 → グルコース (glucose)
- b グルコース → ピルビン酸 (pyruvic acid)
- c ピルビン酸 → エタノール (ethanol) + 二酸化炭素
- d ピルビン酸 → 乳酸 (lactic acid)
- e ピルビン酸 → クエン酸 (citric acid) → 二酸化炭素

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

問 14 緑色植物 (green plant) の葉緑体 (chloroplast) で起こる反応は、次の a~c の段階に分けることができる。

- a 水の分解と ATP の合成
- b 光合成色素 (photosynthetic pigment) による光の吸収
- c 二酸化炭素の固定 (fixation)

これら三つの段階の順番と、その三つの段階のうち最初の二つの段階の反応が起こる場所の組み合わせとして正しいものを、次の①~⑥の中から一つ選びなさい。

15

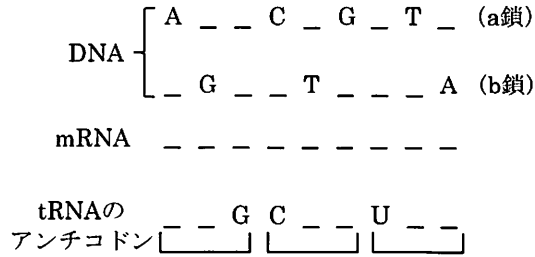
	段階の順番	最初の二つの段階の 反応が起こる場所
①	a → b → c	チラコイド (thylakoid)
②	a → b → c	ストロマ (stroma)
③	b → a → c	チラコイド
④	b → a → c	ストロマ
⑤	c → b → a	チラコイド
⑥	c → b → a	ストロマ

問 15 免疫 (immunity) に関して述べた文として、誤っているものを次の①～⑤の中から一つ選びなさい。

16

- ① リンパ球 (lymphocyte) の T 細胞になる元の細胞は、骨髄 (bone marrow) でつくられる。
- ② 花粉 (pollen) などによっておこるアレルギー (allergy) は、抗原 (antigen) に対する抗体 (antibody) の反応の一つである。
- ③ 他の個体からの皮膚移植 (skin grafting) における拒絶反応 (rejection) は、体液性免疫 (humoral immunity) の一つである。
- ④ マクロファージ (macrophage) は、体内に侵入した異物を取り込む。
- ⑤ 抗体産生細胞 (antibody-forming cell) がつくる抗体は、特定の抗原を特異的 (specific) に認識して結合する。

問 16 次の図は、DNA の一部の相補的 (complementary) な 2 本鎖 (a 鎖と b 鎖) と、それから転写 (transcription) された mRNA および mRNA のコドン (codon) と結合する tRNA のアンチコドン (anticodon) の対応関係を示したものである。図中の下線部にはそれぞれ塩基 (base) が入る。これに関する下の問い(1), (2)に答えなさい。



(1) mRNA の塩基配列 (base sequence) 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 TGC GTCAAA
- ② ACG CAGTTT
- ③ UGC GUCAAA
- ④ ACG CAGUUU

(2) この DNA から指定されるアミノ酸 (amino acid) の数は何個になるか。正しいものを、次の①～⑥の中から一つ選びなさい。ただし、転写された mRNA の塩基配列のすべてが、アミノ酸に翻訳 (translation) されるものとする。

18

- ① 3 個 ② 4 個 ③ 5 個 ④ 6 個 ⑤ 8 個 ⑥ 9 個

生物の問題はこれで終わりです。解答欄の **19** ～ **75** はマークしないでください。
解答用紙の科目欄に「生物」が正しくマークしてあるか、もう一度確かめてください。

この問題冊子を持ち帰ることはできません。

〈理 科〉 Science

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

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

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