

2020年度全学統一入学試験問題

理 科(理工学部)

(2月3日)

開始時刻 午後2時45分

終了時刻 午後3時45分

物 理 1～9ページ

化 学 11～23ページ

生 物 25～46ページ

I 注意事項 (各科目共通)

1. 試験開始の合図があるまで、この問題冊子の中を見てはいけません。
2. 合図があったら、必ず裏面の「II 解答上の注意」の各科目の項をよく読んでから、解答してください。
3. この冊子は46ページです。落丁、乱丁、印刷の不鮮明及び解答用紙の汚れなどがあった場合には申し出てください。
4. 上記の3科目の中から1科目を選択し、該当する解答用紙を切り離して解答してください。2科目以上を解答した場合は、すべて無効となります。
5. 解答用紙には解答欄以外に次の記入欄があるので、監督者の指示に従って、それぞれ正しく記入し、マークしてください。
 - ① 受験番号欄
受験番号を記入し、さらにその下のマーク欄にマークしてください。正しくマークされていない場合は、採点できないことがあります。
 - ② 氏名欄
氏名とフリガナを記入してください。
6. 問題冊子の余白等は適宜利用してもかまいません。
7. 試験終了後、問題冊子は持ち帰ってください。

(裏面へ続く)

II 解答上の注意

物理

解答は解答用紙の解答欄にマークしてください。例えば、

| |
|----|
| 10 |
|----|

と表示のある問いに対して③と解答する場合は、次の(例)のように解答番号10の解答欄の③にマークしてください。

(例)

| | | | | | |
|----|---|---|---|---|---|
| 10 | ① | ② | ③ | ④ | ⑤ |
|----|---|---|---|---|---|

化学

解答は解答用紙の解答欄にマークしてください。例えば、

| |
|---|
| e |
|---|

と表示のある問いに対して③と解答する場合は、次の(例)のように解答記号eの解答欄の③にマークしてください。

(例)

| | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| e | ① | ② | ③ | ④ | ⑤ | ⑥ | ⑦ | ⑧ | ⑨ | ⑩ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|

注意 1 標準状態 (0℃, 1.01 × 10⁵ Pa) における 1 mol の気体の体積は 22.4 L とする。

注意 2 気体定数 $R = 8.31 \times 10^3 \text{ Pa}\cdot\text{L}/(\text{mol}\cdot\text{K})$

ファラデー定数 $F = 9.65 \times 10^4 \text{ C/mol}$

水のイオン積 (25℃) $1.0 \times 10^{-14} \text{ mol}^2/\text{L}^2$

$\log_{10}2 = 0.30$ とする。

$\log_{10}3 = 0.48$ とする。

注意 3 必要があれば、以下の元素の周期表を使いなさい。

| | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|------------------|------------------|------------------|------------------|-----------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|---------------------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|
| 01 H 1.0 | | | | | | | | | | | 01 ←原子番号 H ←元素記号 1.0 ←原子量 | | | | | | 02 He 4.0 |
| 03 Li 6.9 | 04 Be 9.0 | | | | | | | | | | | 05 B 10.8 | 06 C 12.0 | 07 N 14.0 | 08 O 16.0 | 09 F 19.0 | 10 Ne 20.2 |
| 11 Na 23.0 | 12 Mg 24.3 | | | | | | | | | | | 13 Al 27.0 | 14 Si 28.1 | 15 P 31.0 | 16 S 32.1 | 17 Cl 35.5 | 18 Ar 40.0 |
| 19 K 39.1 | 20 Ca 40.1 | 21 Sc 45.0 | 22 Ti 47.9 | 23 V 50.9 | 24 Cr 52.0 | 25 Mn 54.9 | 26 Fe 55.9 | 27 Co 58.9 | 28 Ni 58.7 | 29 Cu 63.6 | 30 Zn 65.4 | 31 Ga 69.7 | 32 Ge 72.6 | 33 As 74.9 | 34 Se 79.0 | 35 Br 79.9 | 36 Kr 83.8 |

生物

解答は解答用紙の解答欄にマークしてください。例えば、 と表示のある問いに対して③と解答する場合は、次の(例)のように解答番号5の解答欄の③にマークしてください。

(例)

| | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 5 | ① | ② | ③ | ④ | ⑤ | ⑥ | ⑦ | ⑧ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|

物 理

1 つぎの文章を読んで、問1～5に答えなさい。{解答番号 ～ }

真空中で金属に光を当てたところ、金属から電子が飛び出すという現象を観測した。この現象がどのようなものを理解するために、金属に当てる光の振動数 ν を変化させながら実験した。金属から飛び出した直後の電子が持つ運動エネルギーの最大値 K を測定したところ、図1のようになった。ただし、プランク定数を h とする。

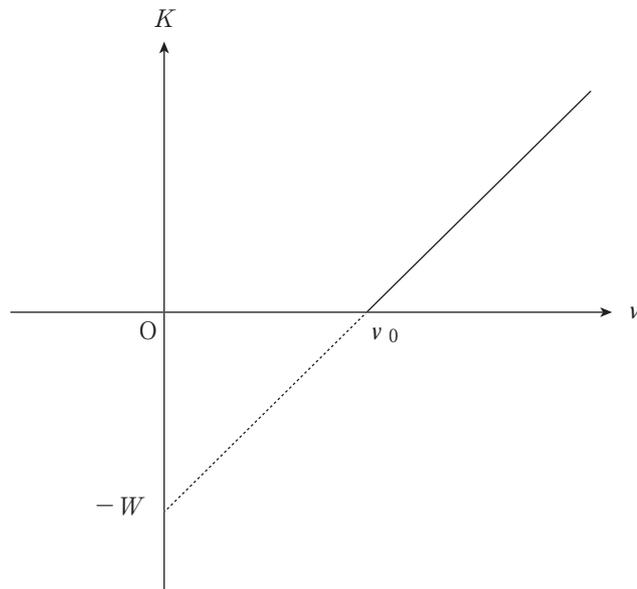


図1

問1 この現象の名前として、最も適切なものを1つ選び、解答欄の記号をマークしなさい。

- ① コンプトン効果 ② 固有 X 線 ③ ブラッグ反射
④ 核融合 ⑤ 崩壊 ⑥ 光電効果 ⑦ 静電誘導

問2 このグラフからわかることとして、誤っているものを1つ選び、解答欄の記号をマークしなさい。

- ① ν と K の関係式は、定数 k を用いて、 $K = k\nu - W$ と書ける。
② 光の振動数により、この現象が起こるかどうかが決まる。
③ 金属から電子を飛び出させるために必要なエネルギーの最小値は、光の振動数によらず常に W である。
④ 飛び出す電子の数は光の波長に比例する。

問 3 はじめにナトリウム，つぎに亜鉛に金属を変えてこの実験を行った場合に，グラフの傾き， ν_0 の値は変化するか，しないか。その組み合わせとして，最も適切なものを1つ選び，解答欄の記号をマークしなさい。 3

| | グラフの傾き | ν_0 |
|---|--------|---------|
| ① | 変化する | 変化する |
| ② | 変化する | 変化しない |
| ③ | 変化しない | 変化する |
| ④ | 変化しない | 変化しない |

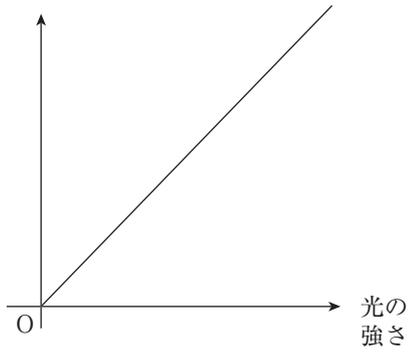
問 4 この現象からわかることとして，最も適切なものを1つ選び，解答欄の記号をマークしなさい。 4

- ① この現象は，光の波動性により説明できる。
- ② 光が干渉して強め合うことにより，エネルギーが電子に与えられる。
- ③ 飛び出た電子の持つエネルギーは，光子の持つエネルギーのみに依存する。
- ④ 光の強さにより，飛び出た電子の速さが変わる。
- ⑤ 1個の光子が持つエネルギーは，光の振動数により決まる。

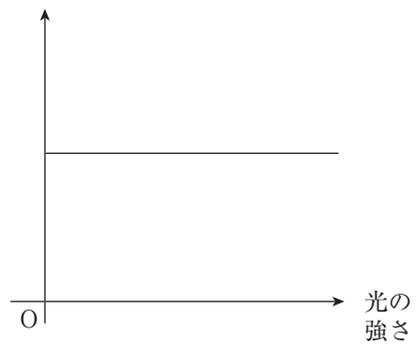
問 5 金属に当てる光の振動数を $\nu > \nu_0$ としたまま、光の強さを变化させた。光の強さは、光を受ける位置における単位面積あたり、単位時間あたりのエネルギーに比例するものとする。光の強さが強すぎないときに、金属から出てくる単位時間あたりの電子の個数と光の強さのグラフとして、最も適切なものを1つ選び、解答欄の記号をマークしなさい。

5

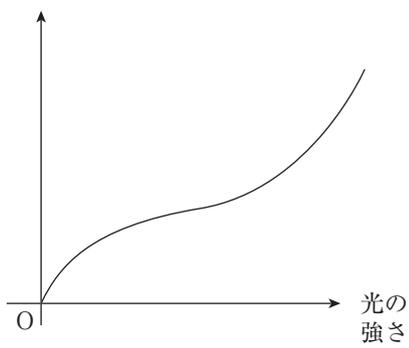
① 電子の
個数



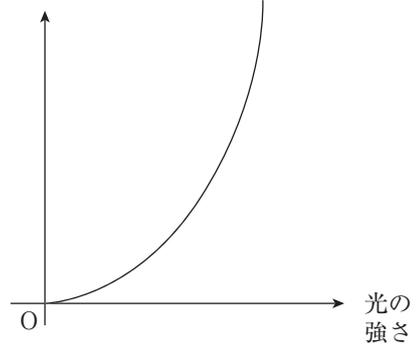
② 電子の
個数



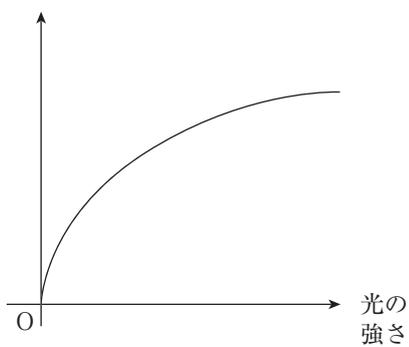
③ 電子の
個数



④ 電子の
個数



⑤ 電子の
個数



2 つぎの文章を読んで、問1～5に答えなさい。{解答番号 6 ~ 11 }

図1は x 軸上を伝わる正弦波の時刻0における波形である。この正弦波の $x=0$ での媒質の振動のグラフは図2のようであった。媒質の変位を y とする。正弦波は x 軸上でずっと続いているものとする。

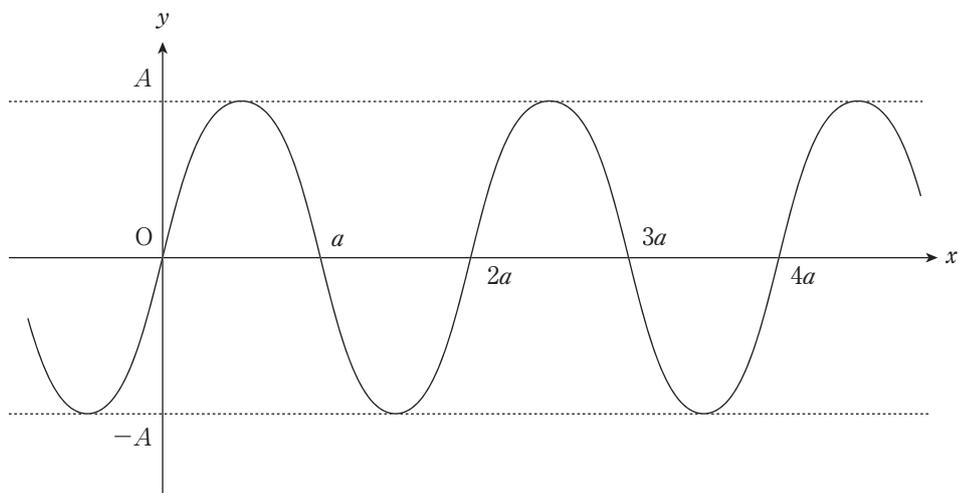


図1

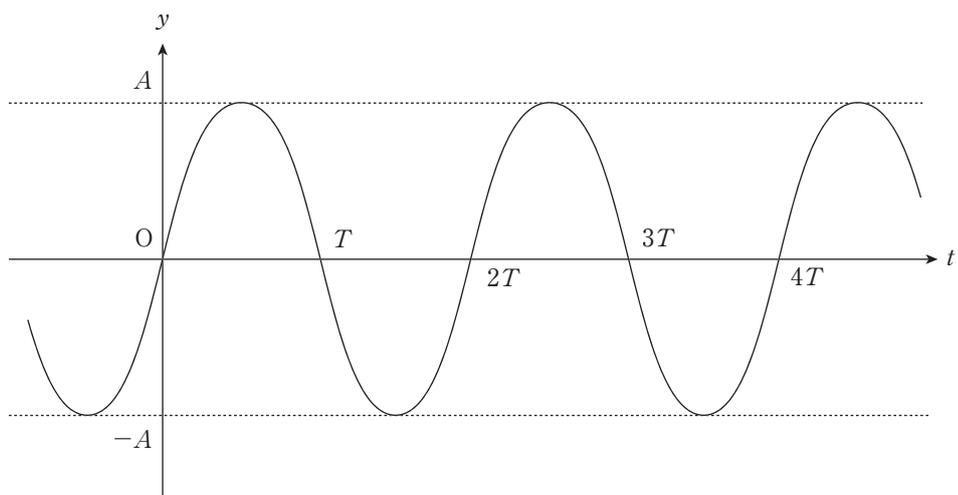


図2

問 1 この正弦波の伝わる速さと向きとして、最も適切なものを1つ選び、解答欄の記号をマークしなさい。速さ： 向き：

- ① aT ② $2aT$ ③ $4aT$ ④ $\frac{1}{2}aT$
 ⑤ $\frac{1}{4}aT$ ⑥ $\frac{a}{T}$ ⑦ $\frac{2a}{T}$ ⑧ $\frac{a}{2T}$
 ⑨ x 軸の正の向き ⑩ x 軸の負の向き

問 2 媒質の振動のグラフを書いたときに、図 2 と同じグラフになる x 軸上の点の位置として、最も適切なものを1つ選び、解答欄の記号をマークしなさい。

- ① $2019a$ ② $-2020a$ ③ $\frac{2019}{2}a$ ④ $\frac{2021}{2}a$ ⑤ $\frac{2019}{4}a$

問 3 この正弦波が横波ではなく縦波で y が x 軸方向の変位を表している場合に、時刻 0 で密度が最大になる x 軸上の点の位置として、最も適切なものを1つ選び、解答欄の記号をマークしなさい。

- ① $2019a$ ② $-2020a$ ③ $\frac{2019}{2}a$ ④ $\frac{2021}{2}a$ ⑤ $\frac{2019}{4}a$

問 4 この正弦波が横波であった場合に時刻 0 で同じ波形(図 1)となり、この正弦波と逆向きに x 軸上を伝わる波が、 x 軸上のすべての点でこの正弦波と同時に存在したとする。 x 軸上のすべての点の変位が 0 となる時刻として、最も適切なものを1つ選び、解答欄の記号をマークしなさい。

- ① $2019T$ ② $\frac{2020}{3}T$ ③ $\frac{2019}{3}T$ ④ $\frac{2021}{2}T$ ⑤ $\frac{2019}{4}T$

問 5 時刻 0 で図 1 と同じ波形になる振動数 f の正弦波が、 x 軸の正の向きに速さ v で伝わるものとする。この正弦波における、時刻 t 、位置 x 、媒質の変位 y の関係式として、最も適切なものを1つ選び、解答欄の記号をマークしなさい。

- ① $y = A \sin 2\pi f \left(t - \frac{x}{v} \right)$ ② $y = A \sin 2\pi f \left(t + \frac{x}{v} \right)$
 ③ $y = -A \sin 2\pi f \left(t - \frac{x}{v} \right)$ ④ $y = -A \sin 2\pi f \left(t + \frac{x}{v} \right)$

3

つぎの文章を読んで、問1～5に答えなさい。{解答番号 ～ }

荷電粒子を加速する装置を加速器というが、その一つに電子を加速するベータトロンがある。このベータトロンの仕組みについて、簡単なモデルを使って考えてみる。図1のように、磁場が紙面に垂直な方向に一様に存在している真空中を、電子(質量 m 、電荷 $-e$)が速さ v で半径 r の円運動をしている。ただし、重力の影響は無視できるものとする。

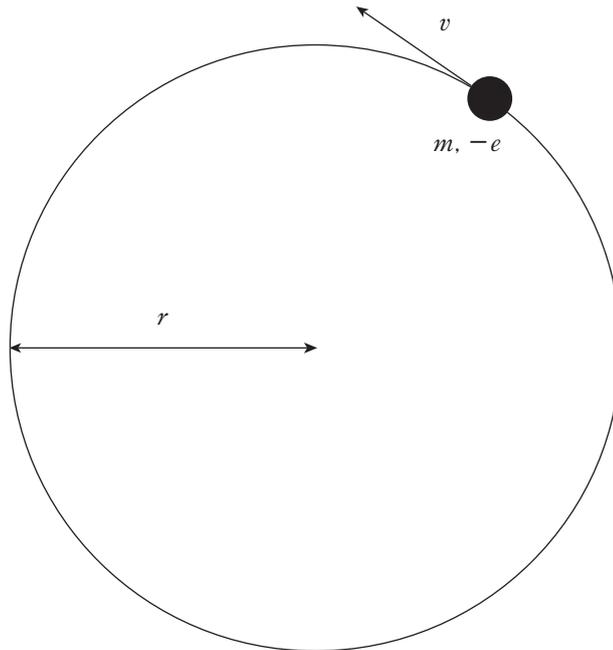


図1

問1 紙面奥から手前向きを正としたとき、磁束密度として、最も適切なものを1つ選び、解答欄の記号をマークしなさい。

① $\frac{mv}{er}$

② $-\frac{mv}{er}$

③ $\frac{2\pi r}{e}$

④ $-\frac{2\pi r}{e}$

⑤ $\frac{mv^2e}{r}$

⑥ $-\frac{mv^2e}{r}$

その後、磁束密度の大きさを一様に ΔB 増加させたところ、電子は加速された。この操作は微小時間 Δt の間に行われたので、 ΔB は十分小さく電子の通る円運動の半径 r の変化も十分小さく無視できるものとする。

問 2 電子の軌道を仮想的な 1 巻きのコイルと考えることができる。この仮想的なコイルに発生する起電力 V として、最も適切なものを 1 つ選び、解答欄の記号をマークしなさい。ただし、磁場の正の向きに進むように右ねじが回る向きを起電力の正の向きとする。 13

- ① $2\pi r \frac{\Delta B}{\Delta t}$ ② $-2\pi r \frac{\Delta B}{\Delta t}$ ③ $\pi r^2 \frac{\Delta B}{\Delta t}$
 ④ $-\pi r^2 \frac{\Delta B}{\Delta t}$ ⑤ $\frac{4}{3}\pi r^3 \frac{\Delta B}{\Delta t}$ ⑥ $-\frac{4}{3}\pi r^3 \frac{\Delta B}{\Delta t}$

問 3 問 2 で考えた起電力 V により円軌道上に一樣な電場が生じた。この電場の大きさ E として、最も適切なものを 1 つ選び、解答欄の記号をマークしなさい。 14

- ① $2\pi r|V|$ ② $\frac{|V|}{2\pi r}$ ③ $\pi r^2|V|$ ④ $\frac{|V|}{\pi r^2}$ ⑤ $\frac{4}{3}\pi r^3|V|$

問 4 問 3 で考えた電場により電子は力を受けて加速されると考えられる。このときの電子の加速度の大きさとして、最も適切なものを 1 つ選び、解答欄の記号をマークしなさい。

15

- ① mE ② $\frac{E}{2\pi mr}$ ③ $\frac{eE}{m}$ ④ emE ⑤ $\frac{\pi r^2 E}{em}$

問 5 磁束密度が ΔB 増加する間に電子の速さはどれだけ変化するか。最も適切なものを 1 つ選び、解答欄の記号をマークしなさい。 16

- ① $\frac{er\Delta B}{2m}$ ② $er\Delta B$ ③ $emr\Delta B$ ④ $\frac{\Delta B}{mr}$ ⑤ $\frac{4em\Delta B}{3r}$

4

つぎの文章を読んで、問1～5に答えなさい。{解答番号 17 ～ 21 }

密度 ρ の液体中に、円柱(底面積 S 、高さ H)の形をした一様な物体(密度 ρ_0)を静かに入れたところ、物体は液体に浮かび図1のようになる。水面上に原点をとり、鉛直下向きを正の向きとして x 軸をとる。このとき円柱の下面の位置は x_0 であり、物体は液体から大きさ $\rho S g x_0$ の浮力を受けていた。以下では、物体は円柱の下面を水平に保ったまま鉛直方向へ運動するものとし、液面の位置は物体の運動により変化せず、水や空気による抵抗力は無視できるものとする。重力加速度の大きさを g とする。

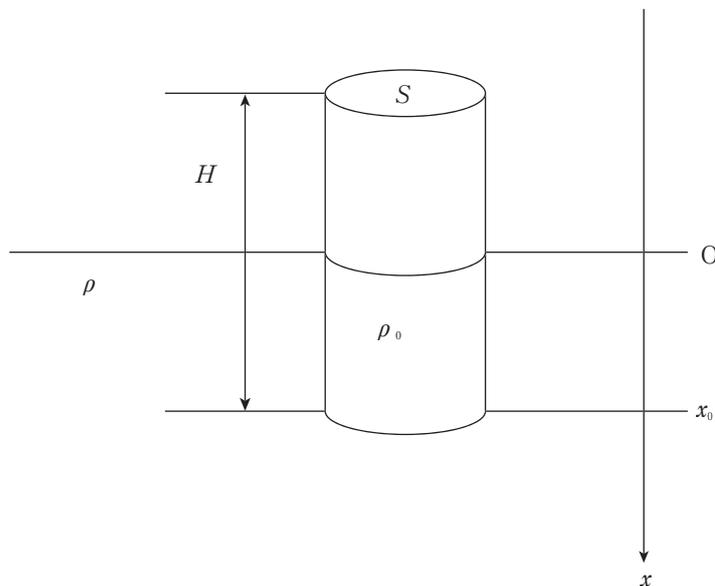


図1

問1 物体の質量は $\rho_0 S H$ と表せるが、液体の密度 ρ を用いても表すことができる。物体の質量として、最も適切なものを1つ選び、解答欄の記号をマークしなさい。 17

- ① $\rho S H$ ② $\rho S (H - x_0)$ ③ $\rho S x_0$
 ④ $\frac{\rho H}{S}$ ⑤ $\frac{\rho (H - x_0)}{S}$

つぎに、物体を押し下げて、物体の下面の位置を x_1 とした。その後物体を静かにはなしたところ、物体は運動をはじめた。以下では、はじめの物体の下面の位置 x_1 を変えて実験を行うものとする。

問2 $x_1 > H$ となるある位置 x_1 で実験をした。物体の上面がはじめて水面に達したときの物体の速さはいくらか。これを浮力がした仕事と力学的エネルギーの関係から求め、最も適切なものを1つ選び、解答欄の記号をマークしなさい。 18

- ① $\sqrt{2g(x_1 - H)}$ ② $\sqrt{2\rho gS(x_1 - H)}$ ③ $\sqrt{2g\left(\frac{\rho}{\rho_0} - 1\right)(x_1 - H)}$
 ④ $\sqrt{2g(\rho - \rho_0)(x_1 - H)}$ ⑤ $\sqrt{\frac{2\rho gH(x_1 - H)}{S}}$

問3 $x_0 < x_1 < H$ となるある位置 x_1 で実験をしたところ、物体の下面が水面に達することはなく、円柱は単振動し続けていた。物体をはなしてから、物体の下面がはじめて最も高くなる位置に移動するまでにかかる時間として、最も適切なものを1つ選び、解答欄の記号をマークしなさい。 19

- ① $\pi\sqrt{\frac{x_1}{g}}$ ② $\pi\sqrt{\frac{\rho_0 x_1}{g}}$ ③ $\pi\sqrt{\frac{\rho - \rho_0}{\rho gH}}$
 ④ $\pi\sqrt{\frac{\rho_0 H}{\rho g}}$ ⑤ $\pi\sqrt{\frac{\rho_0 H}{(\rho - \rho_0)g}}$

問4 問3の実験において、物体の速さが最大になる位置として、最も適切なものを1つ選び、解答欄の記号をマークしなさい。 20

- ① x_0 ② $\frac{H}{2}$ ③ $\frac{\rho}{\rho_0}x_0$ ④ $\frac{\rho}{\rho - \rho_0}H$ ⑤ $\frac{\rho - \rho_0}{\rho}x_0$

問5 $x_1 = H$ として実験をした。このとき、物体の下面が運動の途中で一度でも水面から上に出るための条件として、最も適切なものを1つ選び、解答欄の記号をマークしなさい。

21

- ① $\rho > 2\rho_0$ ② $2\rho > \rho_0$ ③ $\rho > 3\rho_0$ ④ $2\rho < \rho_0$ ⑤ $\rho < 3\rho_0$

化 学

1 以下の問 1～8 に答えなさい。(解答記号 ～)

問 1 物質とその保存方法の正しい組み合わせはどれか。最も適切なものを、次の選択肢から 1 つ選びなさい。

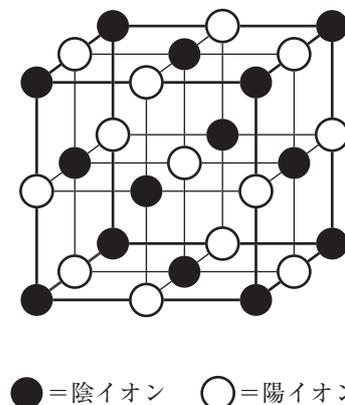
| | 物質 | 保存方法 |
|---|--------------|----------|
| ① | ナトリウム | 水中 |
| ② | 黄リン | 石油中 |
| ③ | 濃硝酸 | 無色透明なビン |
| ④ | 濃水酸化ナトリウム水溶液 | ポリエチレン容器 |
| ⑤ | フッ化水素酸 | ガラス容器 |

問 2 塩化アンモニウム NH_4Cl の結晶中に含まれるすべての結合の組み合わせはどれか。最も適切なものを、次の選択肢から 1 つ選びなさい。

| | 含まれる結合 |
|---|-------------------------|
| ① | イオン結合, 共有結合 |
| ② | イオン結合, 金属結合 |
| ③ | イオン結合, 配位結合 |
| ④ | イオン結合, 金属結合, 共有結合 |
| ⑤ | イオン結合, 共有結合, 配位結合 |
| ⑥ | イオン結合, 金属結合, 共有結合, 配位結合 |

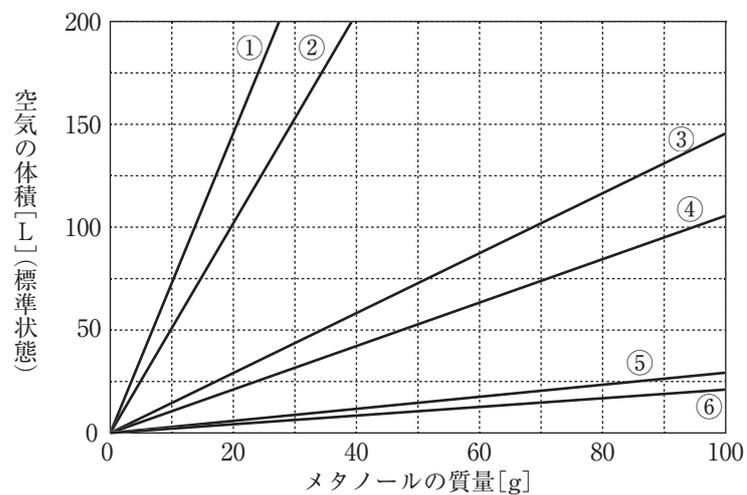
問 3 右に NaCl 型の単位格子を示す。単位格子に含まれる陽イオンと陰イオンの数、および配位数の組み合わせはどれか。最も適切なものを、次の選択肢から 1 つ選びなさい。

| | 陽イオン数 | 陰イオン数 | 配位数 |
|---|-------|-------|-----|
| ① | 4 | 4 | 6 |
| ② | 4 | 4 | 12 |
| ③ | 13 | 14 | 6 |
| ④ | 13 | 14 | 12 |



問 4 メタノール CH_3OH を完全燃焼させた。縦軸に燃焼に必要な空気の標準状態での体積 [L]，横軸に燃焼したメタノールの質量 [g] をとったグラフはどれか。最も適切なものを，次の選択肢から 1 つ選びなさい。なお，空気に含まれる酸素の体積百分率は 20% とする。

d



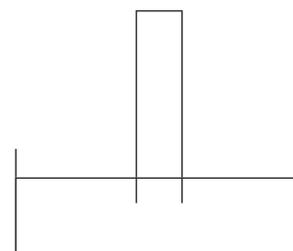
問 5 下線で示した原子の酸化数が最も大きく変化する酸化還元反応はどれか。最も適切なものを，次の選択肢から 1 つ選びなさい。 e

- ① $\underline{\text{S}}\text{O}_2 + 2\text{H}_2\text{S} \longrightarrow 2\text{H}_2\text{O} + 3\text{S}$
- ② $\text{H}_2\text{O}_2 + \underline{\text{H}_2\text{S}} \longrightarrow \text{S} + 2\text{H}_2\text{O}$
- ③ $2\underline{\text{Fe}}\text{Cl}_3 + \text{SnCl}_2 \longrightarrow 2\text{FeCl}_2 + \text{SnCl}_4$
- ④ $\underline{\text{Mn}}\text{O}_2 + 4\text{HCl} \longrightarrow \text{MnCl}_2 + 2\text{H}_2\text{O} + \text{Cl}_2$
- ⑤ $2\text{KMnO}_4 + 5\underline{\text{H}_2\text{O}_2} + 3\text{H}_2\text{SO}_4 \longrightarrow \text{K}_2\text{SO}_4 + 2\text{MnSO}_4 + 8\text{H}_2\text{O} + 5\text{O}_2$

問 6 溶解熱を表す熱化学方程式はどれか。最も適切なものを、次の選択肢から1つ選びなさい。

- ① $\text{CO}(\text{気}) + \frac{1}{2}\text{O}_2(\text{気}) = \text{CO}_2(\text{気}) + 283 \text{ kJ}$
- ② $\text{Na}(\text{固}) + \frac{1}{2}\text{Cl}_2(\text{気}) = \text{NaCl}(\text{固}) + 411 \text{ kJ}$
- ③ $\text{NaCl}(\text{固}) + \text{aq} = \text{NaCl}(\text{aq}) - 3.9 \text{ kJ}$
- ④ $\text{HCl}(\text{aq}) + \text{NaOH}(\text{aq}) = \text{NaCl}(\text{aq}) + \text{H}_2\text{O}(\text{液}) + 57 \text{ kJ}$
- ⑤ $\text{H}_2\text{O}(\text{液}) = \text{H}_2\text{O}(\text{気}) - 44 \text{ kJ}$

問 7 アルミニウムの単体と十分量の希硫酸を反応させて発生する水素を水上置換で捕集した後、右図のように水面を一致させた。このとき、気体部分の体積をはかると 27°C 、 $1.01 \times 10^5 \text{ Pa}$ において 767 mL であった。捕集した水素の物質量 $[\text{mol}]$ はどれか。最も適切なものを、次の選択肢から1つ選びなさい。ただし、 27°C における水蒸気圧は $3.59 \times 10^3 \text{ Pa}$ であった。



- ① 1.00×10^{-3} ② 3.00×10^{-3} ③ 9.00×10^{-3}
- ④ 1.00×10^{-2} ⑤ 3.00×10^{-2} ⑥ 9.00×10^{-2}

問 8 均一な溶液をつくることのできる物質の組み合わせはどれか。最も適切なものを、次の選択肢から1つ選びなさい。

- ① 水と炭酸カルシウム
- ② 水とメタノール
- ③ 水とヨウ素
- ④ 塩化カルシウムと四塩化炭素
- ⑤ 塩化ナトリウムとジエチルエーテル

2 次の文章を読んで、問1～8に答えなさい。(解答記号 ～)

〔実験1〕 不純物を含む水酸化ナトリウム 40 g をはかり取り、水に溶かして 1000 mL の水溶液とした。この水酸化ナトリウム水溶液を に入れた。12.6 g のシュウ酸二水和物を溶かしたシュウ酸水溶液 500 mL のうちの 10 mL をコニカルビーカーに入れ、 を用いて滴定したところ、中和までの滴下量は 5.0 mL であった。この結果から、水酸化ナトリウム水溶液のモル濃度は mol/L であり、溶液の調製に用いた水酸化ナトリウムに含まれていた不純物の質量パーセントは % であることがわかった。

〔実験2〕 純粋な炭酸ナトリウム 2.12 g を正確にはかり取り、ビーカーに入れ純水を加えて完全に溶解した後、さらに水を加えて 100 mL の溶液とした。そのうちの 20 mL をはかり取り、フェノールフタレインを加えて濃度不明の塩酸で滴定したところ、溶液の色が 色から 色に変化するまでの滴下量は 7.50 mL であった。この結果から、滴定に使用した塩酸のモル濃度は mol/L であることがわかった。さらに、メチルオレンジを加えてこの塩酸で滴定したところ、メチルオレンジを加えてから溶液の色が変化するまでの滴下量は mL であった。

このとき、それぞれ次の反応が完了している。

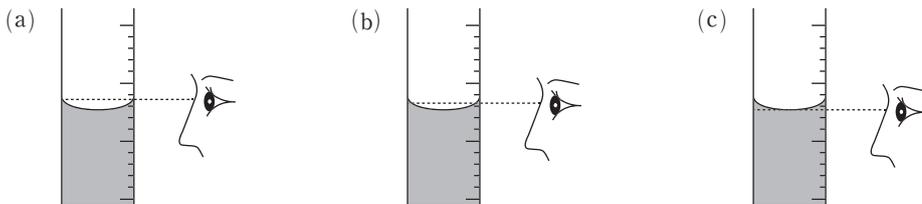


〔実験3〕 0.10 mol/L の希塩酸 30 mL に 0.20 mol/L の水酸化バリウム水溶液 20 mL を加えた。この水溶液の pH は である。

問 1 酸・塩基に関する正しい記述はどれか。最も適切なものを、次の選択肢から1つ選びなさい。 a

- ① 「(酸の物質質量)×(価数)」と「(塩基の物質質量)×(価数)」を等しく加えた水溶液の pH は常に7 となる。
- ② 酢酸水溶液に水酸化ナトリウム水溶液を加えると、水溶液中の酢酸イオンの濃度は小さくなる。
- ③ 0.10 mol/L のアンモニア水の pH は、同じ濃度の水酸化ナトリウム水溶液の pH より小さい。
- ④ pH 4 の塩酸を純水で 10^4 倍にうすめると、水溶液の pH は 8 になる。
- ⑤ 1 mol の水酸化ナトリウムを中和するのに必要な、同濃度の酸の水溶液の体積は、酢酸の方が塩酸よりも多く必要である。

問 2 文中の ア に当てはまる語句と、器具の目盛の読み方の組み合わせはどれか。最も適切なものを、次の選択肢から1つ選びなさい。 b



| | ア | 器具の目盛の読み方 |
|---|---------|-----------|
| ① | ホールピペット | (a) |
| ② | ホールピペット | (b) |
| ③ | ホールピペット | (c) |
| ④ | ビュレット | (a) |
| ⑤ | ビュレット | (b) |
| ⑥ | ビュレット | (c) |

問 3 文中の c に当てはまる数値はどれか。最も適切なものを、次の選択肢から1つ選びなさい。

- ① 0.10
- ② 0.20
- ③ 0.30
- ④ 0.40
- ⑤ 0.50
- ⑥ 0.60
- ⑦ 0.70
- ⑧ 0.80

問 4 文中の に当てはまる数値はどれか。最も適切なものを、次の選択肢から1つ選びなさい。

- ① 10 ② 20 ③ 30 ④ 40
⑤ 50 ⑥ 60 ⑦ 70 ⑧ 80

問 5 文中の , に当てはまる語句の組み合わせはどれか。最も適切なものを、次の選択肢から1つ選びなさい。

| | <input type="text" value="イ"/> | <input type="text" value="ウ"/> |
|---|--------------------------------|--------------------------------|
| ① | 赤 | 無 |
| ② | 無 | 赤 |
| ③ | 赤 | 黄 |
| ④ | 黄 | 赤 |
| ⑤ | 緑 | 黄 |
| ⑥ | 黄 | 緑 |

問 6 文中の に当てはまる数値はどれか。最も適切なものを、次の選択肢から1つ選びなさい。

- ① 0.0067 ② 0.013 ③ 0.027 ④ 0.053
⑤ 0.067 ⑥ 0.13 ⑦ 0.27 ⑧ 0.53

問 7 文中の に当てはまる数値はどれか。最も適切なものを、次の選択肢から1つ選びなさい。

- ① 2.50 ② 5.00 ③ 7.50 ④ 10.0
⑤ 15.0 ⑥ 20.0 ⑦ 25.0 ⑧ 30.0

問 8 文中の に当てはまる数値はどれか。最も適切なものを、次の選択肢から1つ選びなさい。

- ① 9.7 ② 11 ③ 11.3 ④ 11.7
⑤ 12.3 ⑥ 13

3 次の文章を読んで、問1～9に答えなさい。(解答記号 ～)

二酸化窒素 NO_2 は赤褐色の気体で、式(i)の反応で生じる無色の気体である四酸化二窒素 N_2O_4 と常温で共存し、平衡状態になる。



この反応の熱化学方程式は、式(ii)のように書ける。



式(i)で表される反応の平衡定数 K_c は、平衡状態での各成分のモル濃度 $[\text{mol/L}]$ を、 $[\text{NO}_2]$ および $[\text{N}_2\text{O}_4]$ とすると、次のように表すことができる。

$$K_c = \text{a} \quad \dots\dots\dots(\text{iii})$$

平衡移動の原理を確認するため、以下のような実験を行った。

銅と を反応させて、生じた二酸化窒素を 置換で集め、そこから素早く二酸化窒素 0.20 mol を、内部が目視できる可動ピストン付き容器に入れ、容器を 1.0 L とし、温度を一定に保った。容器中の気体の色の変化が収まり、平衡に達したとき、四酸化二窒素が⁽¹⁾0.080 mol 生じていた。次いで、温度を一定に保ったままで素早く容積を大きくした。大きくした後の容積のままで⁽²⁾温度を一定に保ったところ、混合気体の色の濃さが徐々に変化し、しばらくして濃さが変化しなくなった。

さらに次の(3)～(5)の操作を行い、容器内の変化の様子を観察した。

操作(3) 下線部(1)の平衡状態になっている容器を、温度を変えずに素早く体積を $\frac{1}{2}$ 倍にした。

操作(4) 下線部(1)の平衡状態になっている容器を、ピストンが自由に動ける状態で加熱した。

操作(5) 下線部(1)の平衡状態になっている容器に、温度・容積を変えずにアルゴン Ar をすみやかに加えて圧力を 2 倍にした。

問 1 文中の に当てはまる式はどれか。最も適切なものを、次の選択肢から 1 つ選びなさい。

- ① $\frac{[\text{N}_2\text{O}_4]}{[\text{NO}_2]^2}$ ② $\frac{[\text{N}_2\text{O}_4]}{2[\text{NO}_2]}$ ③ $\frac{[\text{NO}_2]^2}{[\text{N}_2\text{O}_4]}$ ④ $\frac{2[\text{NO}_2]}{[\text{N}_2\text{O}_4]}$

問 2 文中の , に当てはまる試薬名と捕集法の組み合わせはどれか。最も適切なものを、次の選択肢から 1 つ選びなさい。

| | <input type="text" value="ア"/> | <input type="text" value="イ"/> |
|---|--------------------------------|--------------------------------|
| ① | 濃硝酸 | 上方 |
| ② | 濃硝酸 | 下方 |
| ③ | 濃硝酸 | 水上 |
| ④ | 希硝酸 | 上方 |
| ⑤ | 希硝酸 | 下方 |
| ⑥ | 希硝酸 | 水上 |

問 3 下線部(1)の平衡時における容器中の二酸化窒素の物質量[mol]はどれか。最も適切なものを、次の選択肢から 1 つ選びなさい。 mol

- ① 0.010 ② 0.020 ③ 0.030 ④ 0.040 ⑤ 0.050
⑥ 0.060

問 4 下線部(1)の平衡時における (iii) 式の平衡定数 K_c の値はどれか。最も適切なものを、次の選択肢から 1 つ選びなさい。

- ① 10 ② 20 ③ 30 ④ 40 ⑤ 50 ⑥ 60

問 5 下線部(2)の平衡時における K_c の値の変化はどれか。最も適切なものを、次の選択肢から 1 つ選びなさい。

- ① 下線部(1)の平衡時に比べ大きくなる。
② 下線部(1)の平衡時と変わらない。
③ 下線部(1)の平衡時に比べ小さくなる。

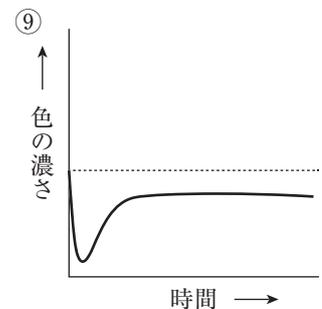
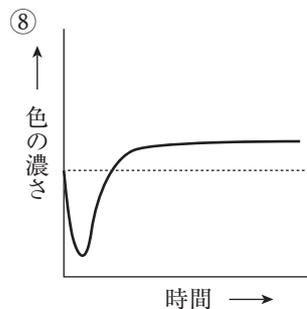
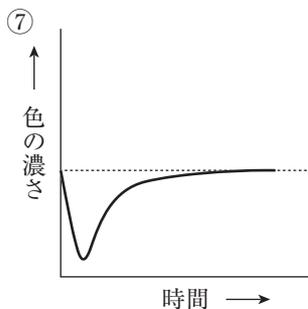
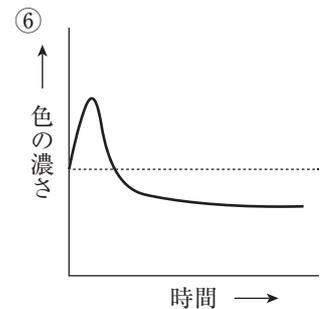
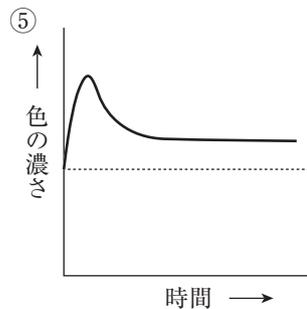
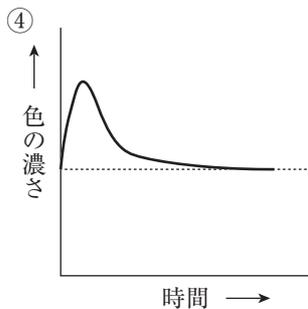
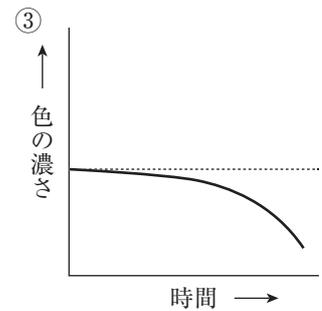
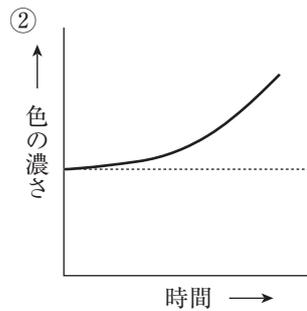
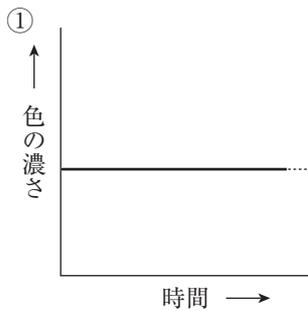
問 6 下線部(2)の操作を行った際の色の变化(図中の実線)を示す概略図はどれか。最も適切なものを、下の選択肢群から1つ選びなさい。

問 7 操作(3)を行った際の色の变化(図中の実線)を示す概略図はどれか。最も適切なものを、下の選択肢群から1つ選びなさい。

問 8 操作(4)を行った際の色の变化(図中の実線)を示す概略図はどれか。最も適切なものを、下の選択肢群から1つ選びなさい。

問 9 操作(5)を行った際の色の变化(図中の実線)を示す概略図はどれか。最も適切なものを、下の選択肢群から1つ選びなさい。

選択肢群(注：点線は初めの色の濃さの位置を示す)



4 次の文章を読んで、問1～8に答えなさい。(解答記号 ～)

ベンゼン C_6H_6 の構造式は単結合と二重結合を交互に持つ正六角形で表されるが、6個の隣り合う炭素原子間の結合はすべて同じで、原子間距離もすべて等しい。ベンゼンにおける炭素-炭素結合の距離はアルカンの単結合の距離と比べて , アルケンの二重結合の距離と比べて 。また、ベンゼンの炭素-炭素結合はアルケンの二重結合と異なり、穏和な条件下は 反応は起こらず、主に 反応が起こる。しかし特別な条件のもとでは 反応を起こすこともある。例えばベンゼンに、ニッケルなどを触媒として高温高圧の水素を作用させると構造式(あ)で示される化合物Aが得られる。

ベンゼンに触媒を用いてプロペンを反応させると、化合物Bが得られる。化合物Bを酸化した後、酸で分解すると、フェノールと化合物Cが得られる。

フェノールはベンゼンよりも反応性が高く、 反応を受けやすい。フェノールを上ベンゼンの場合と同様に濃硝酸と濃硫酸の混合物を加えて熱すると、構造式(い)で示される芳香族化合物Dが得られる。

また、フェノールのナトリウム塩を高温高圧のもとで二酸化炭素と反応させた後、希硫酸を加えると化合物Eが得られる。Eとメタノールを少量の濃硫酸とともに反応させると、構造式(う)で示される化合物Fが得られる。さらにEと無水酢酸に濃硫酸を加えて反応させると、構造式(え)で示される化合物Gが得られる。化合物Fや化合物Gなど、化合物Eの様々な誘導体は、医薬品として広く用いられている。

ベンゼンに濃硝酸と濃硫酸の混合物を加えて熱すると、 化により芳香族化合物Hが得られる。化合物Hに塩酸とスズ(または鉄)を加えて した後、水酸化ナトリウム水溶液を加えることにより化合物Iが得られる。Iは主に染料や医薬品等の原料として用いられる。

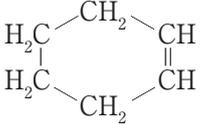
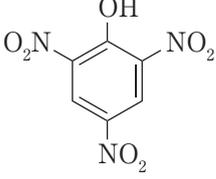
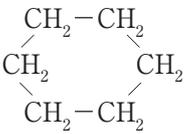
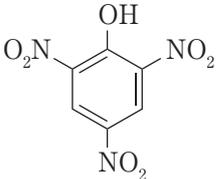
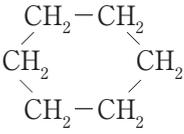
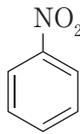
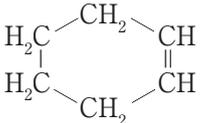
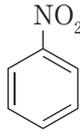
問1 文中の , に当てはまる語句の組み合わせはどれか。最も適切なものを、次の選択肢から1つ選びなさい。

| | <input type="text" value="ア"/> | <input type="text" value="イ"/> |
|---|--------------------------------|--------------------------------|
| ① | 長く | 長い |
| ② | 長く | 短い |
| ③ | 短く | 短い |
| ④ | 短く | 長い |

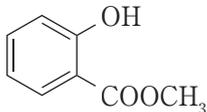
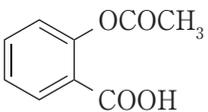
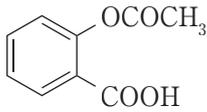
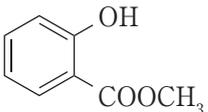
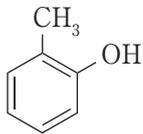
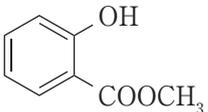
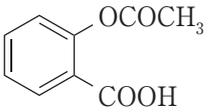
問 2 文中の **ウ** , **エ** に当てはまる語句の組み合わせはどれか。最も適切なものを、次の選択肢から1つ選びなさい。 **b**

| | ウ | エ |
|---|----------|----------|
| ① | 酸化 | 還元 |
| ② | 還元 | 酸化 |
| ③ | 付加 | 置換 |
| ④ | 置換 | 付加 |

問 3 文中の(**あ**) , (**い**) に当てはまる構造式の組み合わせはどれか。最も適切なものを、次の選択肢から1つ選びなさい。 **c**

| | (あ) | (い) |
|---|---|--|
| ① |  |  |
| ② |  |  |
| ③ |  |  |
| ④ |  |  |

問 4 文中の(う), (え)に当てはまる構造式の組み合わせはどれか。最も適切なものを、次の選択肢から1つ選びなさい。 d

| | (う) | (え) |
|---|---|--|
| ① |  |  |
| ② |  |  |
| ③ |  |  |
| ④ |  |  |

問 5 文中の オ , カ に当てはまる語句の組み合わせはどれか。最も適切なものを、次の選択肢から1つ選びなさい。 e

| | オ | カ |
|---|---|---|
| ① | スルホン | 酸化 |
| ② | スルホン | 還元 |
| ③ | ニトロ | 酸化 |
| ④ | ニトロ | 還元 |

問 6 化合物 B, C の名称の組み合わせはどれか。最も適切なものを、次の選択肢から 1 つ選びなさい。

| | 化合物 B | 化合物 C |
|---|-------|----------|
| ① | キシレン | 2-プロパノール |
| ② | キシレン | アセトン |
| ③ | クメン | 2-プロパノール |
| ④ | クメン | アセトン |

問 7 化合物 E, H, I の名称の組み合わせはどれか。最も適切なものを、次の選択肢から 1 つ選びなさい。

| | 化合物 E | 化合物 H | 化合物 I |
|---|-------|-----------|--------------|
| ① | サリチル酸 | ニトロベンゼン | アニリン |
| ② | サリチル酸 | ベンゼンスルホン酸 | アニリン |
| ③ | サリチル酸 | ニトロベンゼン | 塩化ベンゼンジアゾニウム |
| ④ | フタル酸 | ベンゼンスルホン酸 | 塩化ベンゼンジアゾニウム |
| ⑤ | フタル酸 | ニトロベンゼン | 塩化ベンゼンジアゾニウム |
| ⑥ | フタル酸 | ベンゼンスルホン酸 | アニリン |

問 8 下線部に関して、化合物 F と化合物 G の医薬品としての用途の組み合わせはどれか。最も適切なものを、次の選択肢から 1 つ選びなさい。

| | 化合物 F | 化合物 G |
|---|--------------|--------------|
| ① | 結核治療薬 | 解熱鎮痛剤 |
| ② | 外用塗布剤(消炎鎮痛剤) | 結核治療薬 |
| ③ | 外用塗布剤(消炎鎮痛剤) | 解熱鎮痛剤 |
| ④ | 解熱鎮痛剤 | 外用塗布剤(消炎鎮痛剤) |

生 物

- 1 生命現象と物質に関する次の文章を読んで、問1～4に答えなさい。〔解答番号 ～
 〕

〔文章〕

生物の生命活動を支える代謝は生体内の様々な場所で円滑におこなわれている。

この反応を支えているのが酵素である。酵素は(ア)を主成分とし、特定の立体構造をとることによって活性をもつようになる。酵素がその作用を及ぼす物質を基質といい、酵素は(イ)で基質と結合する。酵素と基質が結合したものを酵素-基質複合体といい、この状態となった後に酵素は基質に作用をおよぼす。そのため、酵素は(イ)の構造に適合する物質にし
か作用できない。

- 問1 (ア)、(イ)に入る語句の組み合わせとして最も適切なものを次の選択肢から1つ
選び、解答欄の記号をマークしなさい。

- | | ア | イ |
|---|-------|-----------|
| ① | 炭水化物 | アロステリック部位 |
| ② | 炭水化物 | 活性部位 |
| ③ | タンパク質 | アロステリック部位 |
| ④ | タンパク質 | 活性部位 |
| ⑤ | 脂 肪 | アロステリック部位 |
| ⑥ | 脂 肪 | 活性部位 |

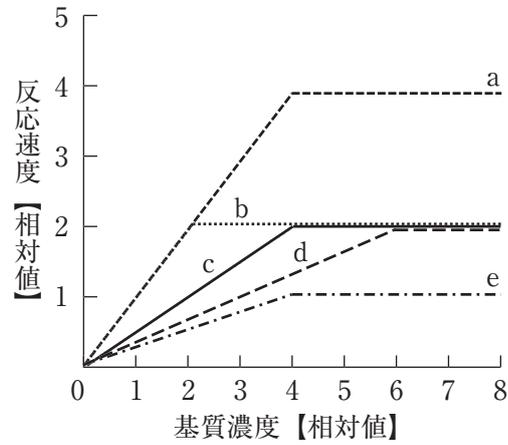
- 問2 下線部について、酵素によっては補酵素と呼ばれる非タンパク質がなければ反応を起こす
ことができない。この補酵素の例として最も適切なものを次の選択肢から1つ選び、解答欄
の記号をマークしなさい。

- ① クリスタリン ② クロロフィル ③ グリコーゲン ④ ケラチン
⑤ 核酸 ⑥ NAD⁺

- 問3 問2の解答の補酵素は何の酵素の補酵素として機能するか。最も適切なものを次の選択肢
から1つ選び、解答欄の記号をマークしなさい。

- ① 脱炭酸酵素 ② 脱水素酵素 ③ ペプシン ④ アミラーゼ
⑤ トリプシン ⑥ リパーゼ

問 4 下のグラフにおいてcのグラフの条件を(1)酵素濃度を半分にしたもの、(2)競争的阻害剤を一定量加えたもののグラフの組み合わせとして最も適切なものを次の選択肢から1つ選び、解答欄の記号をマークしなさい。 4



- | | (1) | (2) |
|---|-----|-----|
| ① | a | d |
| ② | a | e |
| ③ | b | d |
| ④ | b | e |
| ⑤ | e | a |
| ⑥ | e | d |

2 窒素の循環に関する次の文章を読んで、問1～7に答えなさい。

[解答番号 ～]

[文章I]

植物は土壤中の無機窒素化合物を取り込み、有機窒素化合物を合成する。この合成反応を(ア)という。植物は根から NO_3^- や NH_4^+ を吸収して葉まで輸送する。輸送された NO_3^- は葉肉細胞に吸収されて細胞質基質で NO_2^- に、さらに NO_2^- は葉緑体内に運ばれ、 NH_4^+ に変えられる。 NH_4^+ はグルタミン酸に(イ)として取り込まれ、グルタミンができる。さらに、このグルタミンの(イ)を(ウ)に転移させることで2分子のグルタミン酸が生成される。グルタミン酸は細胞質基質に運ばれ、様々な酵素のはたらきによって(イ)は有機酸に転移され、種々のアミノ酸が生成される。このアミノ酸はタンパク質合成に利用されるが、アミノ酸に含まれる窒素はタンパク質合成以外にも様々な窒素を含む生体物質の合成に利用される。

問1 (ア)～(ウ)に入る語句の組み合わせとして最も適切なものを次の選択肢から1つ選び、解答欄の記号をマークしなさい。

| ア | イ | ウ |
|--------|-------------------------|---------|
| ① 炭酸同化 | アミノ基(-NH ₂) | クエン酸 |
| ② 炭酸同化 | アミノ基(-NH ₂) | ケトグルタル酸 |
| ③ 炭酸同化 | カルボキシ基(-COOH) | ケトグルタル酸 |
| ④ 窒素同化 | アミノ基(-NH ₂) | クエン酸 |
| ⑤ 窒素同化 | アミノ基(-NH ₂) | ケトグルタル酸 |
| ⑥ 窒素同化 | カルボキシ基(-COOH) | ケトグルタル酸 |

問2 下線部(1)の有機窒素化合物の生成と分解について、最も適切なものを次の選択肢から1つ選び、解答欄の記号をマークしなさい。

- ① 植物は有機窒素化合物の生成しかおこなうことができない。
- ② 植物は有機窒素化合物の生成の前に葉緑体で窒素固定を行う。
- ③ 植物は有機窒素化合物の生成に大気中の窒素も使うことができる。
- ④ 動物は有機窒素化合物の分解しかおこなうことができない。
- ⑤ 動物は摂食でしか有機窒素化合物を生体内に取り込むことができない。
- ⑥ 動物は有機窒素化合物の合成に大気中の窒素も使うことができる。

問 3 下線部(2)について、下記の物質の中で、生成されたアミノ酸が利用されていないものの組み合わせとして最も適切なものを次の選択肢から1つ選び、解答欄の記号をマークしなさい。

グリコーゲン、核酸、ATP、デンプン、クロロフィル

- | | |
|-----------------|---------------|
| ① グリコーゲン、核酸 | ② 核酸、ATP |
| ③ ATP、デンプン | ④ デンプン、クロロフィル |
| ⑤ クロロフィル、グリコーゲン | ⑥ グリコーゲン、デンプン |

[文章Ⅱ]

窒素固定細菌やある種のシアノバクテリアは大気中の窒素を体内に取り入れ、 NH_4^+ に固定することができる。このようなはたらきを窒素固定といい、これをおこなう生物種として根粒菌が有名である。根粒菌はマメ科の植物の根に進入すると増殖して根粒をつくり、植物に NH_4^+ の供給をおこなう。この関係が築ける植物は養分の乏しいやせた土地でも生育することができる。

空気中の窒素は窒素固定細菌などによって固定されるが、それだけだと大気中の窒素は減少していく。大気中の窒素の割合が一定なのは、窒素化合物を気体の窒素に戻す生物が存在しているからである。この反応を脱窒と呼び、この反応をおこなう細菌を脱窒素細菌と呼ぶ。

問 4 下線部(1)の窒素固定細菌に含まれるものとして最も適切なものを次の選択肢から1つ選び、解答欄の記号をマークしなさい。

- | | | |
|------------|---------|--------|
| ① クロストリジウム | ② 肺炎双球菌 | ③ HIV |
| ④ 硫黄細菌 | ⑤ 硝酸菌 | ⑥ 亜硝酸菌 |

問 5 下線部(2)の根粒菌とマメ科植物の関係を何というか。最も適切なものを次の選択肢から1つ選び、解答欄の記号をマークしなさい。

- ① 群れ
- ② 縄張り(テリトリー)
- ③ 片利共生
- ④ 相利共生
- ⑤ 寄生
- ⑥ 順位性

問 6 下線部(3)のマメ科の植物について、マメ科の植物として最も適切なものを次の選択肢から1つ選び、解答欄の記号をマークしなさい。

- ① タンポポ
- ② ゲンゲ(レンゲソウ)
- ③ セイタカアワダチソウ
- ④ ハコベ
- ⑤ コマクサ
- ⑥ ヘゴ

問 7 下線部(4)の細菌は下水処理で利用される。この処理は2種類の反応槽^{そう}でおこなわれている。2つ目の槽は脱窒素細菌が入っており、1つ目の槽から送られてきた水の中に含まれる無機窒素化合物を取り込み、脱窒をおこなう。1つ目の槽に含まれている細菌として最も適切なものを次の選択肢から1つ選び、解答欄の記号をマークしなさい。

- ① 紅色硫黄細菌, 緑色硫黄細菌
- ② 硫黄細菌, 水素細菌
- ③ 乳酸菌, 酵母菌
- ④ 硝酸菌, 亜硝酸菌
- ⑤ 好熱菌, 好塩菌
- ⑥ 肺炎双球菌, T₂ファージ

3 DNA の複製に関する次の文章を読んで、問 1～7 に答えなさい。

[解答番号 12 ~ 18]

[文章 I]

DNA は細胞周期の S 期に正確に複製される。DNA の複製はまず複製起点と呼ばれる領域の塩基間の(ア)が切られることから始まる。DNA 鎖が開かれるとそれぞれのヌクレオチド鎖の塩基と相補的な塩基をもつヌクレオチドが結合していく。この結合したヌクレオチドを DNA ポリメラーゼが(イ)の方向に結合していき新生鎖が形成される。このように DNA ポリメラーゼの方向性は決定されているため、DNA 合成時には新生鎖は開裂が進む方向へと(ウ)的に合成される(エ)とそれとは逆方向へ(オ)に合成される(カ)の 2 種類がみられる。

問 1 (ア), (イ)に入る語句の組み合わせとして最も適切なものを次の選択肢から 1 つ選び、解答欄の記号をマークしなさい。 12

- | | ア | イ |
|---|----------|---------|
| ① | 水素結合 | 3' → 5' |
| ② | 水素結合 | 5' → 3' |
| ③ | S - S 結合 | 3' → 5' |
| ④ | S - S 結合 | 5' → 3' |
| ⑤ | ペプチド結合 | 3' → 5' |
| ⑥ | ペプチド結合 | 5' → 3' |

問 2 下線部の酵素について、この酵素は二本鎖構造を起点にしてヌクレオチドを結合していく。そのため、この二本鎖構造をつくるために、予め短い RNA 鎖が合成される。この RNA 鎖を何というか。最も適切なものを次の選択肢から 1 つ選び、解答欄の記号をマークしなさい。 13

- | | | |
|-----------|----------|-----------|
| ① プロモーター | ② オペレーター | ③ プライマー |
| ④ アクチベーター | ⑤ センス鎖 | ⑥ アンチセンス鎖 |

問 3 (ウ)～(カ)に入る語句の組み合わせとして最も適切なものを次の選択肢から1つ選び、解答欄の記号をマークしなさい。 14

| | ウ | エ | オ | カ |
|---|-----|---------|-----|---------|
| ① | 連続 | ラギング鎖 | 連続 | リーディング鎖 |
| ② | 連続 | ラギング鎖 | 不連続 | リーディング鎖 |
| ③ | 連続 | リーディング鎖 | 不連続 | ラギング鎖 |
| ④ | 不連続 | ラギング鎖 | 不連続 | リーディング鎖 |
| ⑤ | 不連続 | ラギング鎖 | 連続 | リーディング鎖 |
| ⑥ | 不連続 | リーディング鎖 | 連続 | ラギング鎖 |

問 4 (カ)で見られる短い DNA 鎖を何というか。最も適切なものを次の選択肢から1つ選び、解答欄の記号をマークしなさい。 15

- ① プラスミド ② トリプレット ③ 岡崎フラグメント
④ エキソン ⑤ イントロン ⑥ クロマチン繊維

〔文章Ⅱ〕

ある特定の DNA 領域を増幅させる操作をクローニングという。1993年にノーベル賞を受賞したマリスはPCR法(ポリメラーゼ連鎖反応法)と呼ばれる方法を考案し、短時間で目的の DNA 領域をクローニングさせる方法を確立した。この方法は DNA の複製方法を模したものであるがいくつかの工夫がみられる。

問 5 下線部の工夫の説明として最も適切なものを次の選択肢から1つ選び、解答欄の記号をマークしなさい。 16

- ① 1回分の周期だけで目的量のクローニングができるように調節した。
② DNA ポリメラーゼが高温でも変性しないように熱耐性のある好熱菌のものを使った。
③ 4種類のヌクレオチドを加えなくても複製をできるようにした。
④ RNA 鎖が複製されるようにした。
⑤ 複製をしやすくするためにすべての温度で2本鎖が解離した状態になる温度設定にした。
⑥ 日常的に使われている用品だけで実験がおこなえるようにした。

問 6 PCR 法の 1 回の周期における温度変化として最も適切なものを次の選択肢から 1 つ選び、

解答欄の記号をマークしなさい。

- ① 60℃ → 72℃ → 95℃
- ② 60℃ → 95℃ → 72℃
- ③ 72℃ → 60℃ → 95℃
- ④ 72℃ → 95℃ → 60℃
- ⑤ 95℃ → 60℃ → 72℃
- ⑥ 95℃ → 72℃ → 60℃

問 7 PCR 法で DNA を増幅するとき、短いヌクレオチド鎖を 2 種類作製し、反応溶液に加える。下記のような塩基配列をもつ DNA 領域をクローニングしようと思ったとき、どのような短いヌクレオチド鎖を作製すればよいか。最初の 5 塩基の組み合わせとして最も適切なものを次の選択肢から 1 つ選び、解答欄の記号をマークしなさい。ただし、図中の……は DNA が続いていることを表す。

5' - ATCGACCTG.....GGATCCTAT - 3'

- ① 5' - ATCGA - 3', 5' - CCTAT - 3'
- ② 5' - ATCGA - 3', 5' - ATAGG - 3'
- ③ 5' - CAGGT - 3', 5' - GGATC - 3'
- ④ 5' - CAGGT - 3', 5' - CCTAG - 3'
- ⑤ 5' - TAGCT - 3', 5' - CCTAT - 3'
- ⑥ 5' - TAGCT - 3', 5' - ATAGG - 3'

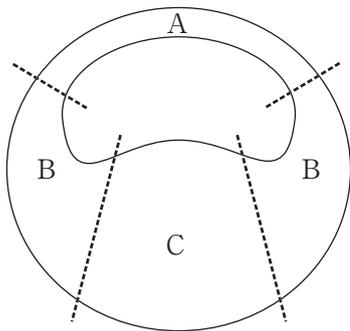
4 動物の胚に関する次の文章を読んで、問1～6に答えなさい。

[解答番号 19 ~ 24]

[文章 I]

発生において、細胞は周囲の細胞との相互作用によって特定の組織に分化する。このように細胞によって分化が引き起こされることを誘導という。この誘導のはたらきをもつ胚域を(ア)という。

初期発生における誘導の一例として以下の実験が知られている。



イモリの胞胚を左図のように領域A～Cに分ける。

実験1 A、Cの各領域を単離して培養すると領域Aでは外胚葉、領域Cでは未分化の内胚葉の組織に分化した。

実験2 領域AとCを接触させて培養すると、領域Aでは外胚葉、中胚葉、領域Cでは内胚葉に分化した。さらに調べてみると中胚葉は予定外胚葉から分化したものであることがわかった。

問1 (ア)に入る語句として最も適切なものを次の選択肢から1つ選び、解答欄の記号をマークしなさい。 19

- ① 星状体 ② 核小体 ③ ガラス体 ④ 形成体 ⑤ 極体
⑥ 原糸体

問2 この実験でみられる誘導のはたらきを何というか。最も適切なものを次の選択肢から1つ選び、解答欄の記号をマークしなさい。 20

- ① 神経誘導 ② 中胚葉誘導 ③ 相互作用 ④ 競争的阻害
⑤ 非競争的阻害 ⑥ 間接効果

問 3 下線部について、中胚葉から生じるものとして適切でないものを次の選択肢から1つ選び、解答欄の記号をマークしなさい。

- ① 心臓 ② 腎臓 ③ 骨格 ④ 内臓筋 ⑤ 肝臓 ⑥ 血球

[文章Ⅱ]

中胚葉の一部の領域は原腸胚の後期に外胚葉にはたらきかけ、神経を誘導する。この誘導に⁽¹⁾よってできた神経管は前方部が脳に、後方部は脊髄になる。やがて脳の両側にふくらみができ、発生が進むとそれが表皮にはたらきかけ眼の構造物を誘導する。すると、この誘導された構造物もさらに誘導をおこない、眼の構造ができ上がっていく。眼の形成の例のように動物の発生過程では誘導されたものが別のものを誘導することで複雑な構造が形成されていく。⁽²⁾

問 4 下線部(1)の神経を誘導する領域を何というか。最も適切なものを次の選択肢から1つ選び、解答欄の記号をマークしなさい。

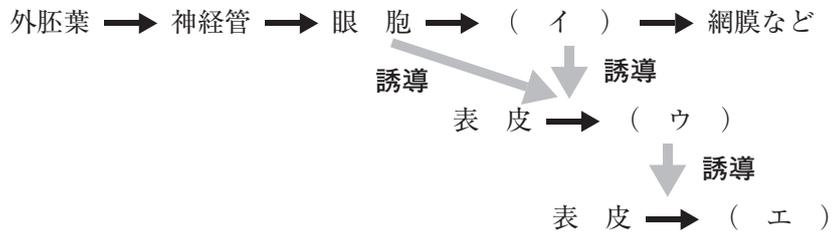
- ① マルピーギ小体 ② エピトープ ③ プロモーター
④ 原口背唇部 ⑤ 洞房結節 ⑥ 効果器

問 5 下線部(2)のように誘導が繰り返されていくことを何というか。最も適切なものを次の選択肢から1つ選び、解答欄の記号をマークしなさい。

- ① 誘導の自動性 ② 誘導の連鎖 ③ 誘導の流れ
④ 分化の自動性 ⑤ 分化の連鎖 ⑥ 分化の流れ

問 6 ある両生類の眼の形成過程を下の図のように示した。図の中の(イ)~(エ)に入る語句の組み合わせとして最も適切なものを次の選択肢から1つ選び、解答欄の記号をマークしなさい。

24



- | | イ | ウ | エ |
|---|-------|-------|-------|
| ① | 眼 杯 | 角 膜 | 水 晶 体 |
| ② | 眼 杯 | 水 晶 体 | 角 膜 |
| ③ | 角 膜 | 眼 杯 | 水 晶 体 |
| ④ | 角 膜 | 水 晶 体 | 眼 杯 |
| ⑤ | 水 晶 体 | 角 膜 | 眼 杯 |
| ⑥ | 水 晶 体 | 眼 杯 | 角 膜 |

5 動物の環境応答に関する次の文章を読んで、問1～7に答えなさい。

[解答番号 25 ~ 31]

[文章I]

動物の外界からの刺激を受容する器官を(ア)という。(ア)には感覚細胞が集中することでわずかな刺激でも感知されるようになっている。刺激を受容した感覚細胞には、細胞膜のイオンチャンネルの活性化などにより電気的な変化が現れる。感覚細胞や神経細胞などの興奮性の細胞にみられるこのような電気的な変化を(イ)という。

(ア)が受容できる刺激は限られており、受容できる刺激の種類を(ウ)という。例えば眼の(ウ)は光、耳の(ウ)は音である。生物種によってはヒトが受容できない刺激を受容するものも存在する。

問1 (ア)～(ウ)に入る語句の組み合わせとして最も適切なものを次の選択肢から1つ選び、解答欄の記号をマークしなさい。 25

- | | ア | イ | ウ |
|---|-----|------|------|
| ① | 効果器 | 慣れ | 条件刺激 |
| ② | 効果器 | 活動電位 | 適刺激 |
| ③ | 効果器 | 不応期 | 適刺激 |
| ④ | 受容器 | 慣れ | 条件刺激 |
| ⑤ | 受容器 | 活動電位 | 適刺激 |
| ⑥ | 受容器 | 不応期 | 適刺激 |

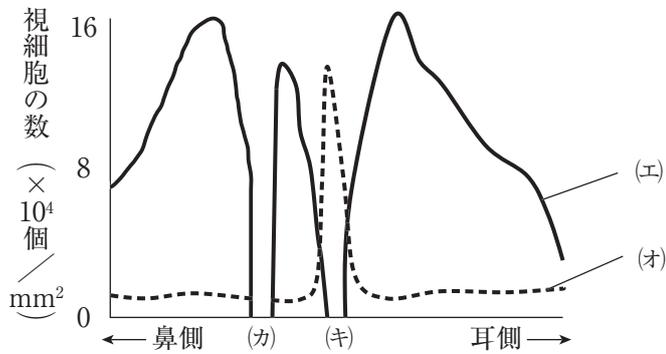
問2 下線部(1)について、(イ)が生じるための最小の刺激の強さを何というか。最も適切なものを次の選択肢から1つ選び、解答欄の記号をマークしなさい。 26

- ① 閾値^{いき} ② Rf値 ③ 限界値 ④ 平均値 ⑤ 推定値
⑥ 最低値

問3 下線部(2)の細胞で(イ)が生じるときに最初に開口する膜タンパク質は何か。最も適切なものを次の選択肢から1つ選び、解答欄の記号をマークしなさい。 27

- ① アクアポリン ② Ca²⁺チャンネル ③ Na⁺チャンネル
④ K⁺チャンネル ⑤ Cl⁻チャンネル ⑥ グルコース輸送体

問 4 下線部(3)の眼には視細胞という感覚細胞がみられる。この視細胞の分布を以下のグラフに示した。(エ)~(キ)に入る語句の組み合わせとして最も適切なものを次の選択肢から1つ選び、解答欄の記号をマークしなさい。 28



- | | エ | オ | カ | キ |
|---|-------|-------|----|----|
| ① | 錐体細胞 | かん体細胞 | 盲斑 | 黄斑 |
| ② | 錐体細胞 | かん体細胞 | 黄斑 | 盲斑 |
| ③ | かん体細胞 | 錐体細胞 | 盲斑 | 黄斑 |
| ④ | かん体細胞 | 錐体細胞 | 黄斑 | 盲斑 |
| ⑤ | 色素細胞 | 視神経細胞 | 盲斑 | 黄斑 |
| ⑥ | 色素細胞 | 視神経細胞 | 黄斑 | 盲斑 |

〔文章Ⅱ〕

動物は受容した刺激に対して様々な(ク)を使い応答する。特に骨格筋は多くの脊椎動物が体の移動や姿勢の保持など行動を起こすときに使われるため代表的な(ク)といえる。

骨格筋の構造は(ケ)と呼ばれる細長い細胞が束になっている。筋収縮時には(ケ)内で(コ)濃度が高まり、ミオシンフィラメントがアクチンフィラメントを引き寄せることによってミオシンフィラメントの間にアクチンフィラメントが滑り込み(ケ)の収縮が起こる。

問 5 (ク)～(コ)に入る語句の組み合わせとして最も適切なものを次の選択肢から1つ選び、解答欄の記号をマークしなさい。

| |
|----|
| 29 |
|----|

- | | ク | ケ | コ |
|---|-----|------|------------------|
| ① | 効果器 | 筋繊維 | Na ⁺ |
| ② | 効果器 | 筋繊維 | Ca ²⁺ |
| ③ | 効果器 | 筋原繊維 | Ca ²⁺ |
| ④ | 受容器 | 筋繊維 | Na ⁺ |
| ⑤ | 受容器 | 筋繊維 | Ca ²⁺ |
| ⑥ | 受容器 | 筋原繊維 | Ca ²⁺ |

問 6 下線部について、アクチンフィラメントが関与していることとして適切でないものを次の選択肢から1つ選び、解答欄の記号をマークしなさい。

| |
|----|
| 30 |
|----|

- ① アメーバ運動 ② 原形質流動 ③ べん毛の運動
④ 動物細胞の細胞質分裂 ⑤ 精子の先体突起の形成 ⑥ 細胞接着

問 7 下のグラフはサルコメアの長さで発生する張力との関係調べたものである。このグラフからミオシンフィラメントの長さとして最も適切なものを次の選択肢から1つ選び、解答欄の記号をマークしなさい。

31

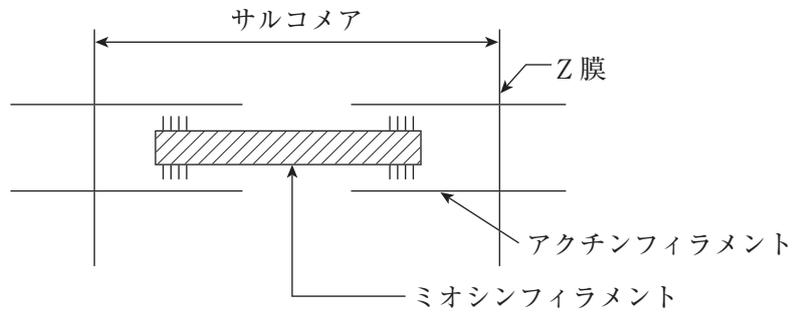
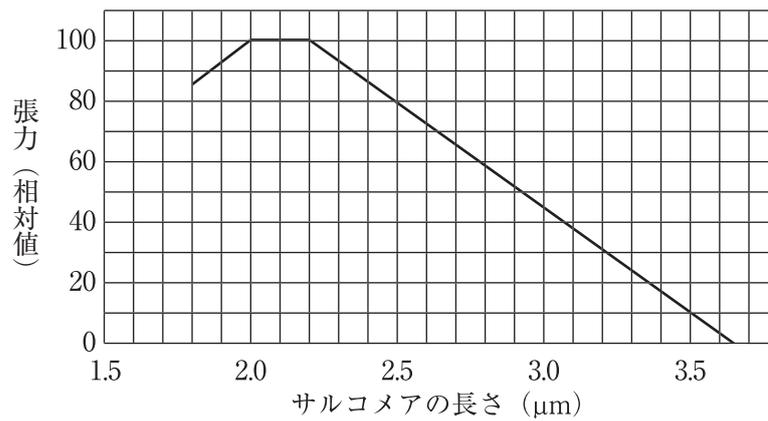


図 筋原繊維



- ① 1.05 μm ② 1.65 μm ③ 2.05 μm ④ 2.30 μm ⑤ 3.65 μm
- ⑥ 4.00 μm

6 生態に関する次の文章を読んで、問1～6に答えなさい。

[解答番号 32 ~ 37]

[文章I]

ヒトの文明の発展とともに生物の多様性は減少の一途をたどっている。生物多様性の減少要因は様々である。その1つが⁽¹⁾かく乱である。かく乱は物理的な外力によって自然状態を乱し、生物に⁽²⁾影響を与えることで、台風や洪水などの自然現象による自然かく乱と開発などヒトによって引き起こされる人為かく乱の2種類ある。かく乱はあまりに強かったり、頻繁だったりすると絶滅する種が増え、多様性は減少する。しかし、⁽³⁾適度なかく乱は、種間競争に強い種が他の種を排除するのを妨げるので種の多様性が逆に富むこととなる。

問1 下線部(1)の多様性は種多様性、生態系多様性、遺伝的多様性の3つの側面で捉えることができる。視点をマクロからミクロにみるとき、多様性の順番として最も適切なものを次の選択肢から1つ選び、解答欄の記号をマークしなさい。 32

- ① 種多様性、生態系多様性、遺伝的多様性
- ② 種多様性、遺伝的多様性、生態系多様性
- ③ 生態系多様性、遺伝的多様性、種多様性
- ④ 生態系多様性、種多様性、遺伝的多様性
- ⑤ 遺伝的多様性、種多様性、生態系多様性
- ⑥ 遺伝的多様性、生態系多様性、種多様性

問2 下線部(2)のかく乱は外来生物の侵入によっても起こることがある。次の中で日本国内で問題になっている外来生物として最も適切なものを次の選択肢から1つ選び、解答欄の記号をマークしなさい。 33

- ① ヤンバルクイナ ② イシガメ ③ ハヤブサ
- ④ アライグマ ⑤ アマガエル ⑥ メダカ

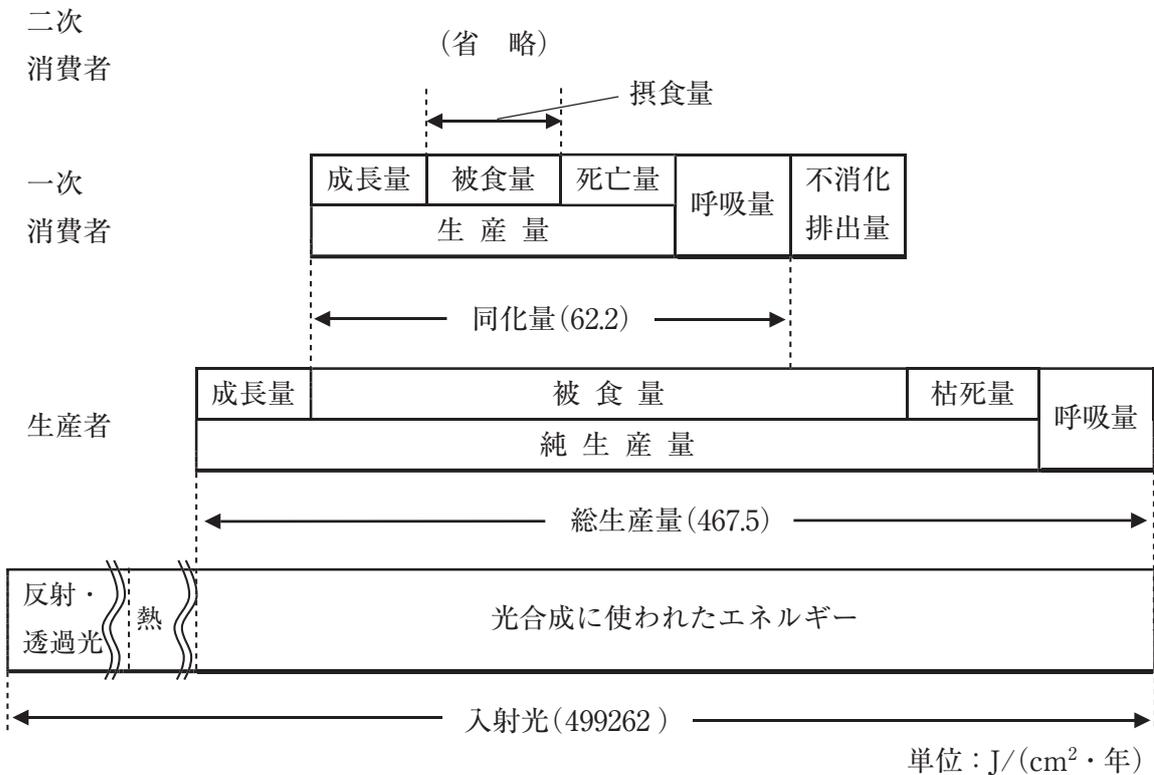
問3 下線部(3)の説を何というか。最も適切なものを次の選択肢から1つ選び、解答欄の記号をマークしなさい。 34

- ① 細胞内共生説 ② 中規模かく乱説 ③ 発生反復説 ④ 中立説
- ⑤ オペロン説 ⑥ 用不用説

〔文章Ⅱ〕

生態系内のエネルギーの移動は生産者が(ア)エネルギーを吸収して有機物を合成することから始まる。合成された有機物内の(イ)エネルギーは食物連鎖を通して消費者へと移行し、最終的には(ウ)エネルギーとして生態系外へと失われていく。そのため、エネルギーは生態系内を循環しない。

食物連鎖の各栄養段階を比較したとき、前の栄養段階のエネルギー量のうち、どれくらいのエネルギーが利用されるかの割合を示したものをエネルギー効率という。一般にエネルギー効率は栄養段階が上がるほど高くなることが多い。以下の図はエネルギーの流れを示したものである。



問 4 (ア)～(ウ)に入る語句の組み合わせとして最も適切なものを次の選択肢から1つ選び、解答欄の記号をマークしなさい。

- | | ア | イ | ウ |
|---|----|----|----|
| ① | 熱 | 光 | 化学 |
| ② | 熱 | 化学 | 光 |
| ③ | 光 | 熱 | 化学 |
| ④ | 光 | 化学 | 熱 |
| ⑤ | 化学 | 熱 | 光 |
| ⑥ | 化学 | 光 | 熱 |

問 5 図における生産者のエネルギー効率として最も適切なものを次の選択肢から1つ選び、解答欄の記号をマークしなさい。

- ① 0.012% ② 0.094% ③ 2.8% ④ 13% ⑤ 21%
⑥ 33%

問 6 図における一次消費者のエネルギー効率として最も適切なものを次の選択肢から1つ選び、解答欄の記号をマークしなさい。

- ① 0.012% ② 0.094% ③ 2.8% ④ 13% ⑤ 21%
⑥ 33%

7 進化に関する次の文章を読んで、問1～7に答えなさい。

[解答番号 38 ~ 44]

[文章I]

進化の過程を観測するにはヒトの寿命は短すぎる。そのため、進化が起こった証拠を調べることによってその過程を推測する。

進化の証拠として代表的なものに化石が挙げられる。例えば、ウマの進化途中の化石はある程度みつかっており、進化の過程に沿って並べることができる。また、中間型の特徴をもつ化石⁽¹⁾も進化の過程で生物種が分岐したことを示す証拠となる。

一方で、現存する生物種でも進化の証拠をみることができる。発生上の起源が同じ器官は、その外形やはたらきが異なっても基本構造が同じである。そのような器官は相同器官⁽²⁾と呼ばれ、進化の証拠とみることができる。逆に進化の過程で使わなくなり、機能を失っている痕跡器官のような例も、進化が起こったからこそみられるものである。

さらに、過去に栄えた生物の特徴を色濃く残す生物が存在する。これらの生物は生きている化石⁽³⁾と呼ばれ、化石として残りにくい生体のやわらかい部分や内部構造を研究するのに役立っている。

問1 下線部(1)について、中間型の特徴を示す生物の化石として最も適切なものを次の選択肢から1つ選び、解答欄の記号をマークしなさい。 38

- ① 始祖鳥 ② 三葉虫 ③ アノマロカリス
④ フズリナ ⑤ ハルキゲニア ⑥ トンボ

問2 下線部(2)の相同器官の組み合わせとして最も適切なものを次の選択肢から1つ選び、解答欄の記号をマークしなさい。 39

- ① ヒトの腕と鳥の翼 ② 植物の葉とイヌの肢
③ クジラの前ひれとネコの後肢 ④ ジャガイモのイモとサツマイモのイモ
⑤ エビの口とウニの口 ⑥ ヒトの眼とタコの眼

問3 下線部(3)の生物例として適切でないものを次の選択肢から1つ選び、解答欄の記号をマークしなさい。 40

- ① コウモリ ② カブトガニ ③ シーラカンス
④ イチョウ ⑤ メタセコイア ⑥ オウムガイ

〔文章Ⅱ〕

進化は、種という集団の遺伝子構成の変化により起こると考えられている。ある集団がもつ遺伝子全体を()といい、自然状態の集団では世代を経るごとに遺伝子の割合(遺伝子頻度)が変化していると考えられている。

ある条件が成り立つ仮想集団では遺伝子頻度が変化しない。これをハーディ・ワインベルグの法則⁽¹⁾といい、この法則が成立する集団をメンデル集団⁽²⁾という。

問 4 ()に入る語句として最も適切なものを次の選択肢から1つ選び、解答欄の記号をマークしなさい。

- ① 個体群 ② 植生 ③ バイオーム ④ 群れ
⑤ 遺伝子プール ⑥ 遺伝子座

問 5 下線部(1)について、ハーディ・ワインベルグの法則が成立するための条件として適切なものを次の選択肢から1つ選び、解答欄の記号をマークしなさい。

- ① 個体数が十分多い。
② 他の集団との間で移出・移入がない。
③ 突然変異が起こらない。
④ 繁殖能力が高い。
⑤ 自然選択がはたらかない。
⑥ 自由に交雑がおこなわれる。

問 6 下線部(2)のような状態を何というか。最も適切なものを次の選択肢から1つ選び、解答欄の記号をマークしなさい。

- ① 遺伝子平衡 ② 遺伝的浮動 ③ 中立進化 ④ 適応進化
⑤ 小進化 ⑥ 大進化

問 7 ある花の集団内で赤い花が525個体、白い花が35個体みられた。花を赤くする遺伝子がA、花を白くする遺伝子がaで、Aが優性である。この集団でハーディ・ワインベルグの法則が成立し、メンデル遺伝の法則に従うとき、この集団内のAaの個体の数として最も適切なものを次の選択肢から1つ選び、解答欄の記号をマークしなさい。

- ① 20個体 ② 90個体 ③ 150個体 ④ 210個体
⑤ 360個体 ⑥ 420個体

8 生物の多様性と生態系に関する次の文章を読んで、問1～4に答えなさい。

[解答番号 45 ~ 48]

[文章]

現在、地球上には様々な生物がみられ、生物は自身を取り巻く光、水、大気、土壌などの(ア)の影響を受けながら生活している。ある地域に生育する生物とそれらを取り巻く環境を一体として捉えたものを生態系⁽¹⁾という。生態系の中で生物が(ア)の影響を受けることを(イ)、逆に生物が(ア)に影響を及ぼすことを(ウ)という。

生態系の中の生物、生産者と消費者もしくは異なる消費者の間には被食・捕食関係がみられる。このような生物どうしのつながりを食物連鎖という。多くの捕食者は1種類以上の生物を捕食するため、食物連鎖が複雑に絡み合っ⁽²⁾て食物網が形成される。

問1 (ア)～(ウ)に入る語句の組み合わせとして最も適切なものを次の選択肢から1つ選び、解答欄の記号をマークしなさい。 45

| | ア | イ | ウ |
|---|--------|--------|--------|
| ① | 生物的環境 | 作用 | 環境形成作用 |
| ② | 生物的環境 | 環境形成作用 | 作用 |
| ③ | 生物的環境 | 相互作用 | 環境形成作用 |
| ④ | 非生物的環境 | 作用 | 環境形成作用 |
| ⑤ | 非生物的環境 | 環境形成作用 | 作用 |
| ⑥ | 非生物的環境 | 相互作用 | 環境形成作用 |

問2 下線部(1)について、生態系内では物質の循環がみられる。この物質循環に関して正しく説明したものとして最も適切なものを次の選択肢から1つ選び、解答欄の記号をマークしなさい。 46

- ① 大気中の炭素は緑色植物しか取り込めない。
- ② 炭素は最終的に高次消費者の体内に蓄積される。
- ③ 大気中への二酸化炭素の放出は生物の呼吸によってのみである。
- ④ 分解者は炭水化物を炭素にまで分解する。
- ⑤ 分解者は有機窒素化合物を無機窒素化合物にまで分解する。
- ⑥ 死がいや排泄物は無機物だけで構成されている。

問 3 下線部(2)の食物網の中で、その生態系のバランスを保つのに重要な役割を果たしている生物種を何というか。最も適切なものを次の選択肢から1つ選び、解答欄の記号をマークしなさい。

- ① キーストーン種 ② 絶滅危惧種 ③ 原種 ④ 外来種
 ⑤ 亜種 ⑥ 固有種

問 4 下線部(2)の食物網を簡易的に以下に示した。①～⑥には草本、大型鳥類、バツタ、小型のクモ、カエル、ヘビのいずれかが入る。小型のクモを指しているものとして最も適切なものを1つ選び、解答欄の記号をマークしなさい。ただし、ここでの生物間の関係は成体どうしの一般的な関係を示しているものとする。また、図中の矢印は、矢印の先の生物が根本の生物を食べることを示している。

