

入学試験問題(1次)

理 科

平成 31 年 1 月 28 日

10 時 50 分—12 時 10 分

注 意 事 項

- 1 試験開始の合図があるまで、この問題冊子を開かないこと。
- 2 この問題冊子は表紙・白紙を除き 40 ページ(物理 1～10 ページ, 化学 11～21 ページ, 生物 22～40 ページ)である。落丁, 乱丁, 印刷不鮮明の箇所等があった場合は申し出ること。
- 3 物理, 化学, 生物のうちからあらかじめ入学志願票に記入した 2 科目を解答すること。
- 4 解答には必ず黒鉛筆(またはシャープペンシル)を使用すること。
- 5 解答は, 各設問ごとに一つだけ選び, 解答用紙の所定の解答欄の該当する記号を塗りつぶすこと。
- 6 解答を訂正する場合は, 消しゴムできれいに消すこと。
- 7 解答用紙の解答欄は, 左から物理, 化学, 生物の順番になっているので, マークする科目の解答欄を間違えないように注意すること。
- 8 監督員の指示に従って, 問題冊子の表紙の指定欄に受験番号を記入し, 解答用紙の指定欄に受験番号, 受験番号のマーク, 氏名を記入すること。「志願票に記入した科目を 2 つマークしなさい」の欄には, 入学志願票と同じ科目にマークすること。
- 9 この問題冊子の余白は, 草稿用を使用してよい。ただし, 切り離してはならない。
- 10 解答用紙およびこの問題冊子は, 持ち帰ってはならない。

受験番号					
------	--	--	--	--	--

上の枠内に受験番号を記入しなさい。

訂 正

理科 (化学)

11 頁

誤 原子量は $H=1.01$

正 原子量は $H=1.00$

12 頁

設問 3

(問題文末へ追加)

標準状態の大気圧は 760mmHg とする。

設問 4

(問題文末へ追加)

モル分率は溶液の総モル数に対する溶質のモル数の割合とする。

13 頁

設問 6

誤 $1.6 \times 10^{-3} \text{ mol/L}$ 濃度で含む

正 $1.6 \times 10^{-3} \text{ mol/L}$ で含む

設問 7

(問題文末へ追加)

ただし、水のイオン積は $K_w=1.00 \times 10^{-14} \text{ (mol/L)}^2$ とする。

理科 (生物)

40 頁

設問 24

誤 正しいはどれか。

正 正しいのはどれか。

設問 25

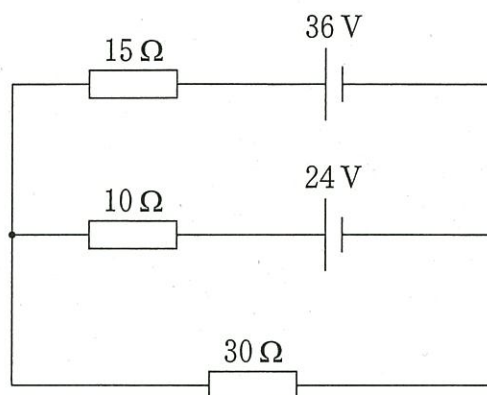
誤 誤りはどれか。

正 正しいのはどれか。

物 理

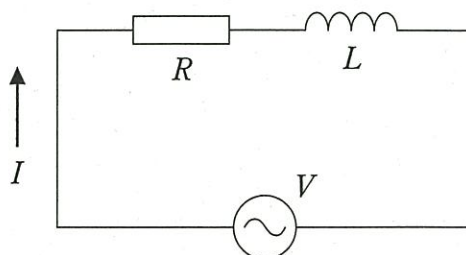
設問ごとに、与えられた選択肢の中から最も適切なものを一つだけ選び、解答用紙の該当する記号を塗りつぶせ。

- 1 図のように、内部抵抗が無視できる二つの電池と三つの抵抗を接続した。10 Ω の抵抗を流れる電流の大きさは何 A か。



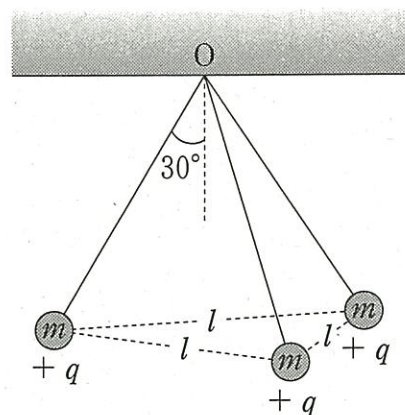
- ア 0 イ 0.2 ウ 0.4 エ 0.6 オ 0.8

- 2 図のように、抵抗値 R の抵抗と自己インダクタンス L のコイルからなる回路に角周波数 ω の交流電源を接続した。時刻 t のとき、この回路を流れる電流を $I = I_0 \sin \omega t$ 、回路全体に加わる電圧を $V = V_0 \sin(\omega t + \alpha)$ とする。 I_0 と V_0 はそれぞれ電流と電圧の振幅(最大値)、 α は電流と電圧との位相差である。 $\tan \alpha$ はいくらか。



- ア $-\frac{\omega L}{R}$ イ $-\frac{R}{\omega L}$ ウ 0 エ $\frac{\omega L}{R}$ オ $\frac{R}{\omega L}$

- 3 図のように、電気量 q ($q > 0$) を持つ質量 m の小球 3 個に、それぞれ同じ長さの軽い絶縁体の糸を付けて点 O からつるしたところ、3 個の小球は同一水平面内、各々の距離 l の位置で静止した。各糸と鉛直線との間の角度は 30° であった。クーロンの法則の比例定数を k 、重力加速度の大きさを g とする。 l は $\sqrt{\frac{kq^2}{mg}}$ の何倍か。



- ア $\frac{\sqrt{3}}{3}$ イ 1 ウ $\sqrt{3}$ エ 3 オ $2\sqrt{3}$

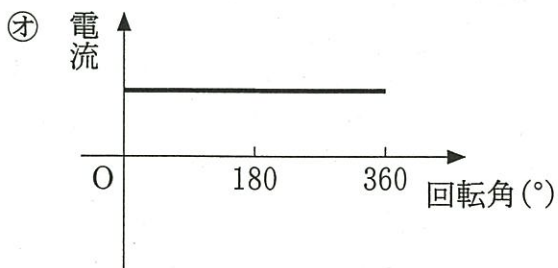
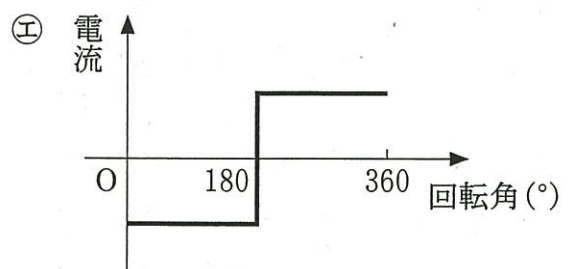
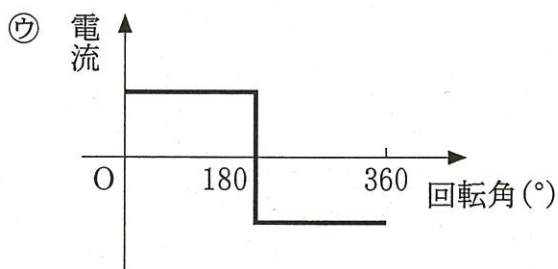
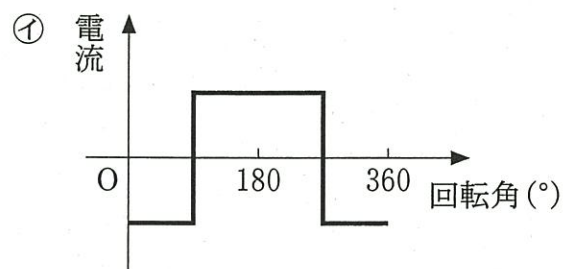
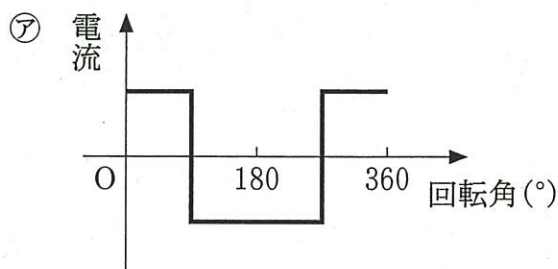
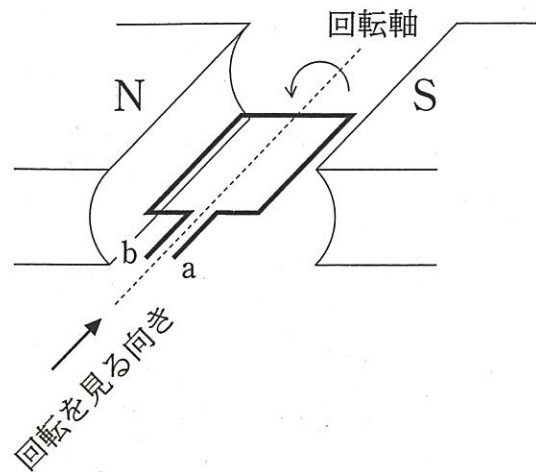
- 4 電気量 Q を蓄えた平行板コンデンサーがある。この電気量を保ったままコンデンサーの両極板間の間隔を 2 倍に広げると、極板間の電圧はもとの何倍になるか。

- ア $\frac{1}{4}$ イ $\frac{1}{2}$ ウ 1 エ 2 オ 4

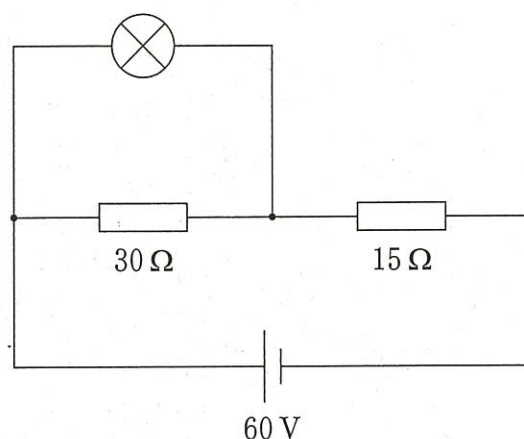
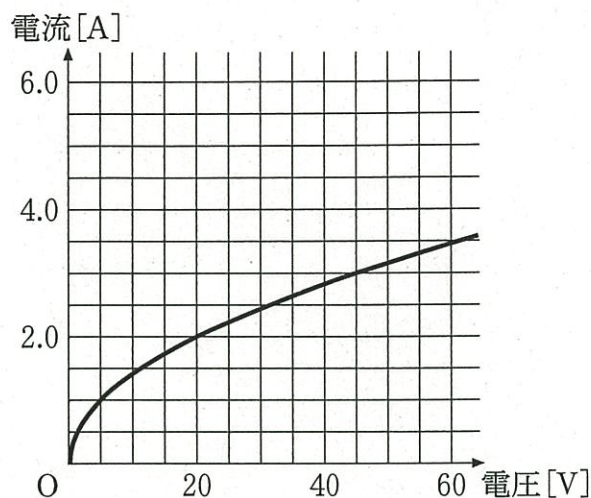
- 5 ある金属に、振動数 f_1 の光を当てたとき、飛び出す光電子の運動エネルギーの最大値を K_1 、振動数 f_2 の光を当てたとき、飛び出す光電子の運動エネルギーの最大値を K_2 とする。この金属の仕事関数はいくらか。

- ア $\frac{K_1 f_1 + K_2 f_2}{f_1 + f_2}$ イ $\frac{K_1 f_2 + K_2 f_1}{f_1 + f_2}$ ウ $\frac{K_1 f_1 + K_2 f_2}{f_1 - f_2}$
 エ $\frac{K_1 f_2 - K_2 f_1}{f_1 - f_2}$ オ $\frac{K_2 f_2 - K_1 f_1}{f_1 - f_2}$

6 図のように、NとSの磁極の間に置かれた長方形のコイルが、磁場に垂直な軸を中心に回転できるようになっている。このコイルに電流を流し、反時計回りに 360° 回転させる。回転角と流す電流の向きの関係として正しいのはどれか。コイルの回転角は、磁場に平行にコイル面が置かれた図の状態を 0° とし、手前側から見て反時計回りを正とする。電流の向きは、aからコイルを通りbに流れる向きを正とする。



- 7 下のグラフのような電流－電圧特性(加えた電圧と流れる電流の関係)をもつ電球がある。この電球と二つの抵抗を回路図のようにつなぎ、起電力 60 V で内部抵抗の無視できる電池に接続した。電球を流れる電流は何 A か。



- Ⓐ 1.0 ㉠ 2.0 ㉡ 2.5 ㉢ 3.0 ㉣ 3.5
- 8 静止している水素原子核が遅い中性子を吸収し、重水素原子核となり γ 線を放出する以下の反応(中性子捕獲反応)を考える。



この反応で放出される γ 線のエネルギーを E 、光の速さを c 、重水素原子核の質量を m とする。重水素原子核の持つ運動量の大きさはいくらか。ただし、吸収される中性子の速さは十分に遅く無視できるものとする。

- Ⓐ mc ㉠ $\frac{E}{c}$ ㉡ $\sqrt{2mE}$
 ㉢ $\sqrt{2m(mc^2 - E)}$ ㉣ mc^2

9 以下の原子核の中で、核子1個あたりの結合エネルギーが最も大きいものはどれか。

- ア ${}^2_1\text{H}$ イ ${}^{12}_6\text{C}$ ウ ${}^{56}_{26}\text{Fe}$ エ ${}^{197}_{79}\text{Au}$ オ ${}^{238}_{92}\text{U}$

10 20世紀初頭にラザフォードらは、ラジウムから出る α 粒子を薄い金箔^{きんぱく}に当て、散乱の様子を調べた。速さ v 、質量 m の α 粒子が十分遠方から、電気量 $79e$ (e は電気素量)の金原子核に向かって進み 180° 方向(入射方向と反対方向)に散乱される時、 α 粒子が金原子核に最も近づける距離はいくらか。ただし、真空中のクーロンの法則の比例定数を k_0 とし、金原子核の質量は α 粒子のそれに比べて十分に大きく、散乱前後に金原子核は動かないものとする。

- ア $e\sqrt{\frac{158k_0}{mv}}$ イ $\frac{158k_0e^2}{mv}$ ウ $\frac{e}{v}\sqrt{\frac{158k_0}{m}}$
 エ $\frac{e}{v}\sqrt{\frac{316k_0}{m}}$ オ $\frac{316k_0e^2}{mv^2}$

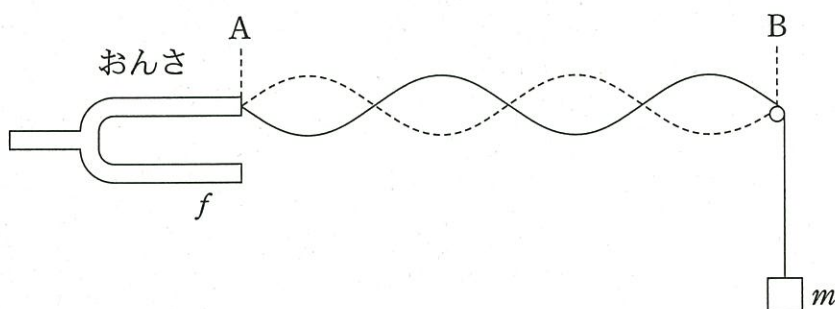
11 焦点距離 f の薄い凸レンズがある。このレンズの光軸上、レンズから距離 a の位置に物体を置いた。物体の像に関する以下の記述のうち、間違っているものはどれか。

- ア $a < f$ のときにできる像は、虚像である。
 イ $f < a < 2f$ のときにできる像は、実像である。
 ウ $f < a < 2f$ のときにできる像は、倒立像である。
 エ $a < f$ のときにできる像は、物体より大きい。
 オ $f < a < 2f$ のときにできる像は、物体より小さい。

- 12 上空から一定の速さで鉛直下向きに落下する物体がある。物体の鉛直下方の地上の点 O から物体に向けて周波数 480 Hz の音波を発し、その反射波を O で観測した。反射波の周波数は 540 Hz であった。物体の速さは何 m/s か。音速は 340 m/s とする。

ア 5 イ 10 ウ 15 エ 20 オ 25

- 13 図のように、振動数 f のおんさに付けた弦の端に、滑車を介して質量 m のおもりをつり下げて、弦の AB 間を振動させたところ、4 つの腹をもつ定常波(定在波)ができた。おもりの質量を変えて AB 間に 1 つの腹をもつ定常波を生じさせるためには、 m の何倍の質量のおもりをつり下げればよいか。ただし、弦を伝わる波の速さは弦の張力の平方根に比例し、おんさと弦は常に同じ振動数 f で振動するものとする。また、弦の質量はおもりの質量に比べて十分小さいものとする。



ア $\frac{1}{16}$ イ $\frac{1}{4}$ ウ 4 エ 8 オ 16

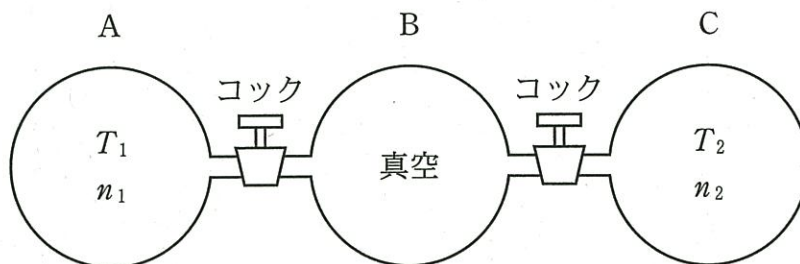
- 14 x 軸上を正の方向に進む正弦波がある。この波の時刻 t における位置 x の媒質の変位 y は次の式で表される。

$$y = A \sin(\omega t - kx)$$

この正弦波の速さはいくらか。

- ㉞ $\frac{\omega}{k}$ ㉟ $\frac{k}{\omega}$ ㊱ $\frac{\omega}{2\pi}$ ㊲ $\frac{k}{2\pi}$ ㊳ $\frac{\omega}{2\pi k}$

- 15 図のように、同じ容積 V をもつ断熱容器 A, B, C が、コックの付いた細管でつながれている。初め、A には温度 T_1 、物質量 n_1 の単原子分子の理想気体、C には温度 T_2 、物質量 n_2 の単原子分子の理想気体が閉じ込められており、B は真空であった。両方のコックを開いて全体の状態が一様になったときの圧力はいくらか。気体定数は R とする。ただし、気体の内部エネルギーの合計は一定に保たれるとする。



- ㉞ $\frac{(n_1 T_1 + n_2 T_2) R}{2V}$ ㉟ $\frac{(n_1 + n_2)(T_1 + T_2) R}{2V}$
 ㊱ $\frac{(n_1 T_1 + n_2 T_2) R}{3V}$ ㊲ $\frac{(n_1 + n_2)(T_1 + T_2) R}{3V}$
 ㊳ $\frac{(n_1 + n_2)(T_1 + T_2) R}{6V}$

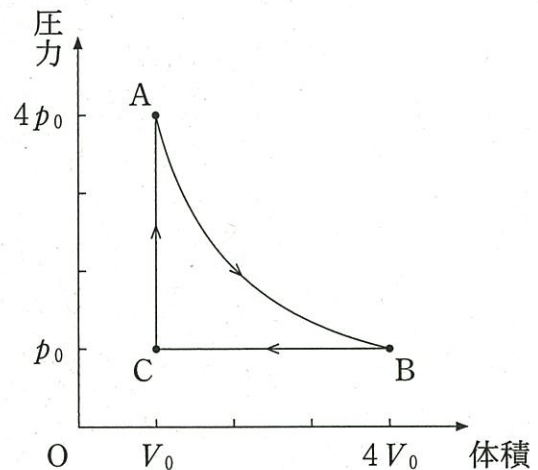
16 断熱材で囲まれた容器に 120 g の水が入っていて、全体は 25 °C であった。そこに 70 °C の水 400 g を加えたところ、全体は 50 °C になった。容器の熱容量は何 J/K か。ただし、水の比熱を 4.2 J/(g・K) とする。

- ア 200 イ 840 ウ 440 エ 1800 オ 21000

17 ごみ焼却場から出る熱を利用して発電するエネルギー回収型廃棄物処理施設がある。この施設では、1 時間あたり 1.8×10^{10} J の熱を吸収し、平均で 1.0×10^6 W の電力を得ることができる。この施設を熱機関と考えたときの熱効率はいくらか。

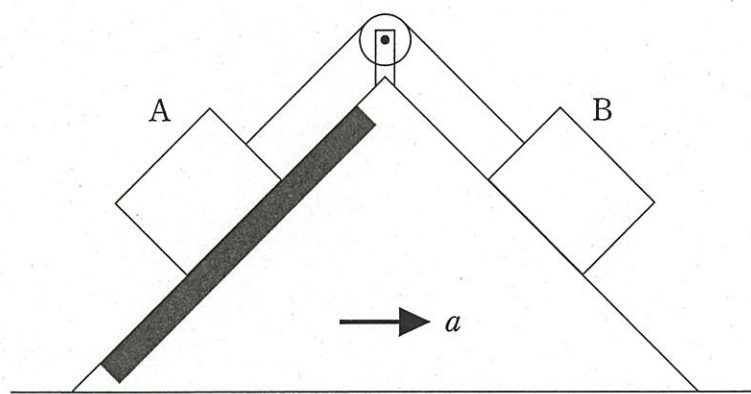
- ア 0.018 イ 0.060 ウ 0.10 エ 0.20 オ 0.50

18 ある物質量の単原子分子の理想気体の状態を、図の A→B→C→A の順にゆっくり変化させる。過程 A→B は等温変化、過程 B→C は定圧変化、過程 C→A は定積変化である。各過程に関する以下の記述のうち 間違っているものはどれか。



- ア 過程 A→B では、気体と外部の間に熱の出入りはない。
 イ 過程 A→B では、気体の内部エネルギーの変化はない。
 ウ 過程 B→C では、気体は外部から仕事をされる。
 エ 過程 B→C では、気体は外部に熱を放出する。
 オ 過程 C→A では、気体は外部から熱を吸収する。

- 19 図のように、水平面からの傾斜角が 45° の二つの斜面をもつ三角形の台があり、三角形の頂点の滑車を介して質量の等しい二つの物体 A、B が軽いひもでつながれている。A と斜面の間の静止摩擦係数は 0.5 であり、B と斜面の間には摩擦はないものとする。いま、三角形の台を水平方向に加速度 a で図の矢印の方向に加速したとき、物体が台上で静止したままでいられる a の大きさの最大値は重力加速度の大きさの何倍か。ただし、滑車は軽くてなめらかに回転するものとし、滑車に接触していない部分のひもは斜面に平行とする。



- ㉞ $\frac{1}{5}$ ㉟ $\frac{1}{4}$ ㊱ $\frac{1}{2}$ ㊲ $\frac{\sqrt{2}}{2}$ ㊳ 1

- 20 地球のまわりの円軌道を周回する二つの人工衛星 A、B がある。A と B の円軌道の半径は、それぞれ R と $3R$ である。A の速さは B の速さの何倍か。

- ㉞ $\frac{1}{3}$ ㉟ $\sqrt{\frac{1}{3}}$ ㊱ $\sqrt{3}$ ㊲ 3 ㊳ 9

次の文章を読み、以下の問い(問題 21～25)に答えよ。

質量の無視できるばね定数 k のばねの一端を天井に固定し、その下端に質量 m のおもり A をつるしたところ、ばねは自然長から l だけ伸びてつり合った。次に、おもり A を質量 $2m$ の小球 B にかえて、ばねの自然長の位置まで鉛直上向きに手で持ち上げ静かに手を離し、最初に B が最下点に到達するまでの運動を観察した。重力加速度の大きさは g とする。

21 ばねの伸びが l になるとき、B の加速度の大きさは g の何倍か。

- ア $\frac{1}{4}$ イ $\frac{1}{2}$ ウ $\frac{3}{4}$ エ 1 オ $\frac{5}{4}$

22 ばねの伸びが l になるとき、B の速さは $\sqrt{gl}$ の何倍か。

- ア $\sqrt{\frac{1}{2}}$ イ 1 ウ $\sqrt{\frac{3}{2}}$ エ $\sqrt{2}$ オ $\sqrt{\frac{5}{2}}$

23 B の速さの最大値は $\sqrt{gl}$ の何倍か。

- ア 1 イ $\sqrt{2}$ ウ $\sqrt{3}$ エ 2 オ $\sqrt{5}$

24 B が最下点に到達したときの加速度の大きさは g の何倍か。

- ア 0 イ $\frac{1}{2}$ ウ 1 エ $\frac{3}{2}$ オ 2

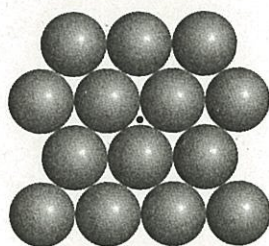
25 B の速さが最大になったときから最下点に到達するまでの時間は $\pi\sqrt{\frac{l}{g}}$ の何倍か。

- ア $\frac{\sqrt{2}}{4}$ イ $\frac{\sqrt{2}}{2}$ ウ 1 エ $\sqrt{2}$ オ 2

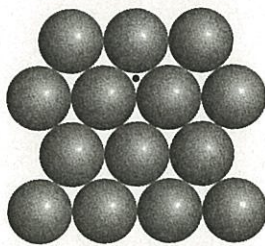
化 学

設問ごとに、与えられた選択肢の中から最も適当なものを一つだけ選び、解答用紙の該当する記号を塗りつぶせ。(原子量は $H = 1.01$, $C = 12.0$, $N = 14.0$, $O = 16.0$, $Na = 23.0$, $S = 32.1$, $Cl = 35.5$, $K = 39.1$, $Mn = 55.0$, $Br = 79.9$, $I = 127$ とし、理想気体の標準状態における 1 mol の体積は 22.4 L , ファラデー定数 $F = 9.65 \times 10^4\text{ C/mol}$, アボガドロ定数は $6.02 \times 10^{23}/\text{mol}$ である。)

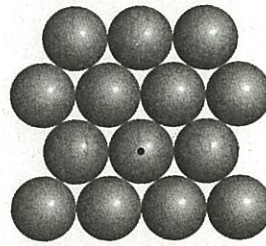
- 1 A～Cは、ある金属の結晶格子の単層を上部から眺めたモデル図である。この金属の結晶は、A～Cの向きを変えず黒点が一致するように重ねたABCの繰り返し構造をしている。この結晶の単位格子の一辺の長さを L とするとき、最も近い原子の中心間距離はどれか。



A



B



C

㉞ $\frac{\sqrt{3}}{2}L$

㉟ $\frac{\sqrt{3}}{4}L$

㊱ $\frac{\sqrt{2}}{2}L$

㊲ $\frac{\sqrt{2}}{4}L$

㊳ 特定できない

2 アモルファスどうしの組合せはどれか。

- ㉖ 木 炭 — グラフェン
- ㉗ す す — ダイヤモンド
- ㉘ 黒 鉛 — ドライアイス
- ㉙ 活性炭 — カーボンファイバー
- ㉚ フラーレン — カーボンナノチューブ

3 酸素(気体)を水上置換で捕集した。捕集された容器内の酸素の体積は 23°C , 800 mmHg の大気圧下で 100 mL であった。この酸素の標準状態における体積はいくらか。最も近い値を選べ。ただし、 23°C における水の蒸気圧を 21.1 mmHg とする。

- ㉖ 90.0 mL ㉗ 94.5 mL ㉘ 97.1 mL
- ㉙ 99.6 mL ㉚ 111 mL

4 有機化合物 A の成分元素の質量百分率は、窒素 46.7% 、酸素 26.7% 、水素 6.67% で残りは炭素である。 10.0 g の A をメタノール 100 g に溶解したところ、溶液の沸点は 66.0°C であった。この溶液における A のモル分率はいくらか。最も近い値を選べ。メタノールの沸点は 64.7°C 、メタノールのモル沸点上昇は $0.785\text{ K}\cdot\text{kg/mol}$ とする。

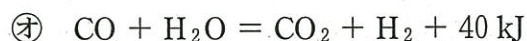
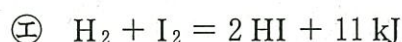
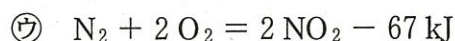
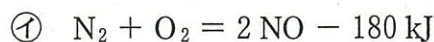
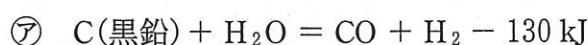
- ㉖ 5.06×10^{-2} ㉗ 5.33×10^{-2} ㉘ 5.63×10^{-2}
- ㉙ 9.09×10^{-2} ㉚ 9.49×10^{-1}

5 以下のどの条件にも当てはまらない反応はどれか。なお物質の状態は付記したもの以外はすべて気体であり、すべての反応は平衡状態にあるとする。

条件1 圧力には無関係で温度が低いほど右に平衡が移動する反応。

条件2 圧力が高く温度が高いほど右に平衡が移動する反応。

条件3 圧力が低く温度が高いほど右に平衡が移動する反応。



6 鉄(Ⅱ)イオン Fe^{2+} を $1.6 \times 10^{-3} \text{ mol/L}$ 濃度で含む水溶液に硫化水素 H_2S を通じて硫化鉄(Ⅱ) FeS の沈殿を生じさせたい。この溶液の pH をいくらより大きくすればよいか。ただし、溶液中の硫化水素の濃度は 0.10 mol/L を保つものとし、硫化鉄の溶解度積 $K_{\text{sp}} = 1.6 \times 10^{-19} (\text{mol/L})^2$ 、 H_2S の電離平衡 ($\text{H}_2\text{S} \rightleftharpoons 2 \text{H}^+ + \text{S}^{2-}$) の電離定数 K は $1.0 \times 10^{-21} (\text{mol/L})^2$ とする。

㉞ 2

㉟ 3

㊱ 4

㊲ 5

㊳ 6

7 0.100 mol/L の塩酸 20.0 mL に、 0.100 mol/L の水酸化ナトリウム水溶液を加えて溶液の pH を 12.0 にしたい。必要な水酸化ナトリウム水溶液の体積 (mL) に最も近いのはどれか。

㉞ 21.4

㉟ 22.8

㊱ 23.2

㊲ 24.4

㊳ 25.6

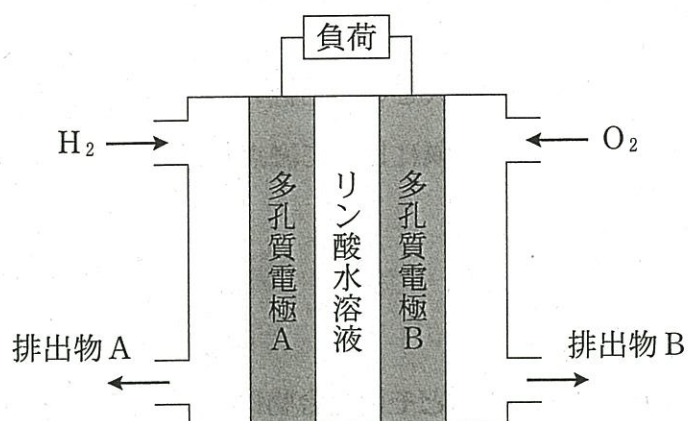
8 アルカリ土類金属について正しいのはどれか。

- ㉞ 単体は常温で水と反応しない。
- ㉟ 天然には単体として存在しない。
- ㊱ 単体の反応性は原子番号が大きいほど低い。
- ㊲ 単体は同周期のアルカリ金属に比べて融点が低い。
- ㊳ 硝酸塩は水に溶けにくい。

9 ハロゲン元素(F, Cl, Br, I)とその化合物について正しいのはどれか。

- ㉞ Cl_2 , Br_2 は常温で有色の気体である。
- ㉟ 陰イオンの還元力は原子番号が小さいほど強い。
- ㊱ F_2 , Cl_2 , Br_2 は水と反応し、酸素を発生する。
- ㊲ HF , HCl , HBr , HI の順に融点は高くなる。
- ㊳ AgBr , AgI は水に溶けにくい。

- 10 下図の水素－酸素燃料電池について【 ① 】～【 ⑤ 】に入る語句で最も適切な組合せはどれか。



触媒を加えた 2 枚の多孔質電極 A、B で仕切った容器の間に電解質としてリン酸水溶液を入れた。電極 A 側に水素を B 極側から酸素を供給すると A 側では【 ① 】反応が、B 側で【 ② 】反応が起きる。電極は【 ③ 】となり【 ④ 】に水が含まれる。今、負荷をつないで発電させたところ平均 0.70 V の起電力が得られ 18 g の水が得られたとすると、この電池で化学反応によって生じるエネルギーのうち【 ⑤ 】%が電気エネルギーに変換されたことになる。

ただし $\text{H}_2(\text{気}) + 1/2 \text{O}_2(\text{気}) = \text{H}_2\text{O}(\text{液}) + 286 \text{ kJ}$ であり、電気エネルギー[J] は電圧[V]と電気量[C]の積で求められるものとする。

	①	②	③	④	⑤
㉞	酸化	還元	電極 B が正極、電極 A が負極	排出物 B	47
㉟	還元	酸化	電極 A が正極、電極 B が負極	排出物 A	47
㊱	還元	酸化	電極 B が正極、電極 A が負極	排出物 B	47
㊲	酸化	還元	電極 B が正極、電極 A が負極	排出物 B	67
㊳	酸化	還元	電極 A が正極、電極 B が負極	排出物 B	67

11 窒素と水素を Fe_3O_4 を主成分とする触媒を用いて高温、高压で反応させた。生成したアンモニアを過剰の空気と混合し、白金触媒を用いて高温で反応させ、生じたガスを酸化し、これを水と反応させて硝酸を得た。濃度 60 % の硝酸を 10 kg 得るためには、標準状態で何 m^3 の窒素が必要か。最も近い値を選べ。ただし各反応は完全に進むものとする。

- ㉠ 0.36 ㉡ 0.53 ㉢ 1.1 ㉣ 2.1 ㉤ 4.3

12 アルミニウムについて正しいのはどれか。

- ㉠ 水酸化アルミニウムを氷晶石とともに熔融塩電解してつくられる。
㉡ 人工的に酸化皮膜を表面につけた製品をジュラルミンという。
㉢ 金属元素の中で、地殻中の元素の割合(質量%)が 2 番目に多い。
㉣ 天然には 2 種類の同位体が存在する。
㉤ テルミット反応では、還元剤としてはたらく。

13 炭素と水素だけからなる鎖式炭化水素 A の元素分析を行なったところ、水素が 14.3 % 含まれていた。A の分子量が 56 である場合、A について正しいのはどれか。

- ㉠ 常温で液体である。
㉡ 4 種の幾何異性体が存在する。
㉢ ペンタンよりも沸点が高い。
㉣ A と分子式が同じシクロアルケンが存在する。
㉤ 酸性の KMnO_4 水溶液に通じると水溶液の色が変化する。

14 アルコールについて正しい記述はいくつあるか。

- ・1-ブタノールは1-プロパノールよりも水によく溶ける。
- ・分子量が同程度のエーテルよりも沸点が高い。
- ・エタノールと濃硫酸を約 140 °C で反応させると分子内脱水により水を生じる。
- ・油脂の加水分解によって多価アルコールが得られる。

㉖ 0 ㉗ 1 ㉘ 2 ㉙ 3 ㉚ 4

15 有機物質とその性質および用途のうち、誤った組合せはどれか。ただし性質は常温におけるものとする。

	名 称	性 質	用 途
㉖	ジエチルエーテル	水よりも密度が小さい	有機化合物の溶媒
㉗	ホルムアルデヒド	刺激臭の液体	動物標本の保存溶液
㉘	アセトン	還元作用を示さない	マニキュアの除光液
㉙	乳 酸	水に溶けやすい	生分解性樹脂の原料
㉚	酢酸エチル	水に溶けにくい	マニキュアの除光液

16 高温・高圧のもとでナトリウムフェノキシドに二酸化炭素を反応させてできた有機化合物に、さらに希硫酸を加えて有機化合物 A を得た。A とメタノールのエステル化により有機化合物 B を、A と無水酢酸のエステル化により有機化合物 C を得た。正しいのはどれか

- ㉖ B は水に溶けやすい。
- ㉗ A はフェノールよりも弱い酸である。
- ㉘ B は特有の芳香を持つ白色の固体である。
- ㉙ C は解熱鎮痛薬として用いられる。
- ㉚ C は塩化鉄(Ⅲ)水溶液によって呈色する。

17 三種類の二糖類 A, B, C がある。A, B, C を溶解して混合水溶液 D を調製した。D あるいは A, B, C の各種水溶液を用いて以下の実験を行った。各反応は最適条件で完全に行われるものとする。

- 1) D にスクラーゼ(インベルターゼ)を加えて作用させたところ、0.2 mol のグルコースが得られた。
- 2) D にマルターゼを加えて作用させたところ、0.2 mol のグルコースが得られた。
- 3) D に希硫酸を加えて加熱して、完全に加水分解を行ったところ、0.8 mol のグルコースが得られた。
- 4) A, B, C にフェーリング液を加えて加熱したところ、A と B が赤色沈殿を生じた。
- 5) A を完全に加水分解したところ、0.4 mol のガラクトースが得られた。

以下の文章から正しいものを選び。

- ㉠ D の完全な加水分解により、0.4 mol のフルクトースが得られた。
- ㉡ B はヒトやウシなどの乳汁に含まれている。
- ㉢ A は D 中に 0.1 mol 含まれている。
- ㉣ C は D 中に 0.2 mol 含まれている。
- ㉤ A は砂糖の主成分で、代表的な甘味料である。

18 デンプンは多数のグルコース分子が(A)することにより生合成される植物由来の高分子化合物である。デンプンは(B)と(C)により構成され、(B)は温水に溶けやすいが、(C)は溶けにくい。また、(C)は分子内に(D)を有する構造的特徴をもつ。デンプン水溶液に(E)を加えると青紫色を呈する。この反応は鋭敏であるが、加熱することにより色は消失する。(A)から(E)に入る語句の正しい組合せを選べ。

- | | | | |
|---|----------------------|-------------------|-------------|
| ㉞ | (A) 縮合重合 | (B) セルロース | (C) アミロペクチン |
| | (D) α -1,4 結合 | (E) ヨウ素ヨウ化カリウム水溶液 | |
| ㉟ | (A) 脱水縮合 | (B) アミロペクチン | (C) アミロース |
| | (D) α -1,4 結合 | (E) 塩化鉄(III)水溶液 | |
| ㊱ | (A) 脱水縮合 | (B) セルロース | (C) アミロース |
| | (D) β -1,4 結合 | (E) ヨウ素ヨウ化カリウム水溶液 | |
| ㊲ | (A) 脱水縮合 | (B) アミロース | (C) アミロペクチン |
| | (D) α -1,6 結合 | (E) ヨウ素ヨウ化カリウム水溶液 | |
| ㊳ | (A) 開環重合 | (B) セルロース | (C) グリコーゲン |
| | (D) β -1,4 結合 | (E) 塩化鉄(III)水溶液 | |

19 アミノ酸、ペプチド、タンパク質について、間違っているのはどれか。

- ㉞ アミノ酸に無水酢酸を作用させると、塩基としての性質を失う。
- ㉟ ビウレット反応はアミノ酸、タンパク質ともに呈色する。
- ㊱ ジスルフィド結合を有するタンパク質は、水酸化ナトリウム水溶液を加えて加熱後に酢酸鉛(II)水溶液を加えると、黒色沈殿を生ずる。
- ㊲ 三つの異なるアミノ酸からなるトリペプチドは6通り存在する。
- ㊳ 芳香族アミノ酸を含まないタンパク質はキサントプロテイン反応をおこさない。

20 ヘキサメチレンジアミン(分子量 116) 146 g とアジピン酸(分子量 146) 146 g の混合物を加熱して高分子化合物 A を得た。間違っているのはどれか。

- ㉖ この反応は縮合重合反応である。
- ㉗ 生成物はポリアミド系合成繊維である。
- ㉘ この重合反応が完全に進行した場合、 2.3×10^2 g の高分子化合物 A が生成される。
- ㉙ この重合反応が完全に進行した場合、約 18 g の水が生ずる。
- ㉚ 平均分子量 4.2×10^5 の高分子化合物 A に含まれるアミド結合の数は 3.7×10^3 である。

次の文を読み、以下の問い(問題 21・問題 22)に答えよ。

ヨウ化カリウム水溶液を白金電極を用いて電気分解すると陽極に赤褐色の沈殿が生じた。

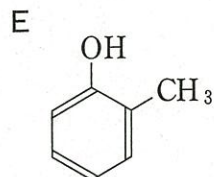
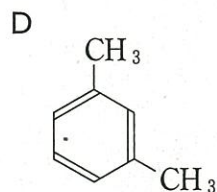
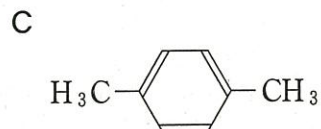
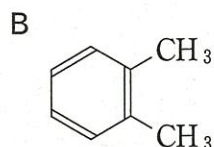
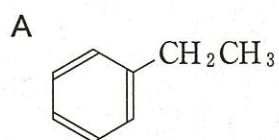
21 1.00 A で 3 分 13 秒電気分解した時に生じる沈殿と同じ質量の沈殿をこのヨウ化カリウム水溶液に生じさせるのに必要な臭素の質量は何 g か。

- ㉖ 0.0800 ㉗ 0.160 ㉘ 0.320 ㉙ 0.640 ㉚ 1.28

22 電気分解で生じた沈殿を水酸化ナトリウム水溶液に加え、それに以下の物質を数滴滴下したところ黄色沈殿を生じた。当てはまらないのはどれか。

- ㉖ 酢酸
- ㉗ アセトン
- ㉘ エタノール
- ㉙ アセトアルデヒド
- ㉚ 2-プロパノール

下図について、以下の問い(問題 23~25)に答えよ。



23 A~E を酸化して産生したカルボン酸を加熱したとき酸無水物を生じるのはどれか。

- ㉞ A ㉟ B ㊱ C ㊲ D ㊳ E

24 A~E のうち、酸化して産生したカルボン酸がポリエチレンテレフタラートの原料になるものはどれか。

- ㉞ A ㉟ B ㊱ C ㊲ D ㊳ E

25 問い 24 で述べたカルボン酸と重合してポリエチレンテレフタラートを生成する物質について正しいのはどれか。

- ㉞ 甘味がある ㉟ ジエチルエーテルに溶解しやすい ㊱ 粘性が低い
 ㊲ 揮発しやすい ㊳ 無毒である

生 物

設問ごとに、与えられた選択肢の中から最も適切なものを一つだけ選び、解答用紙の該当する記号を塗りつぶせ。

1 誤りはどれか。

- a. 酵素は化学反応の前後で自らの構造を変化させることにより、化学反応を促進する。
- b. 筋収縮には、ATP が分解される時に放出されるエネルギーが使われる。
- c. 物質を分解しエネルギーを取り出す過程を、異化という。
- d. 酵素が働く最適条件は、温度にのみ依存する。
- e. 光合成は、有機物と水と酸素を生じる反応である。

㊦ a c

㊧ b d

㊨ c e

㊩ a d

㊪ b e

2 真核生物の記述として正しいのはどれか。

- a. 染色体は DNA のみからなる。
- b. 合成直後の mRNA 前駆体には、そのあと取り除かれる配列が存在する。
- c. ゲノム配列の約 90 % は、タンパク質の情報を指定する。
- d. DNA と RNA を構成する 4 つの塩基のうち、3 つは共通である。
- e. タンパク質を指定する DNA 配列は、イントロンと呼ばれる。

㊦ a c

㊧ b d

㊨ c e

㊩ a d

㊪ b e

3 真核細胞の記述として誤りはどれか。

- a. 細胞周期の長さは、どの細胞でも同じである。
- b. 細胞が特定の形や働きを持つようになることを、分化という。
- c. 細胞周期が休止しても、再び細胞周期が開始することがある。
- d. 分裂期は細胞周期の中で最も長い。
- e. 細胞内のタンパク質の種類と量が、細胞の性質を決める。

㉞ a c

㉟ b d

㊦ c e

㊧ a d

㊨ b e

- 4 接眼マイクロメーターが付属する光学顕微鏡を用いて細胞を観察したところ、細胞 1 から細胞 3 が見えた(図 1)。また、接眼マイクロメーターの 1 目盛りの長さを求めるために、1 目盛りが $10\mu\text{m}$ の対物マイクロメーターを使用したところ、図 2 のように見えた。細胞 1, 2, 3 の長径の平均値はどの範囲に入るか。

図 1

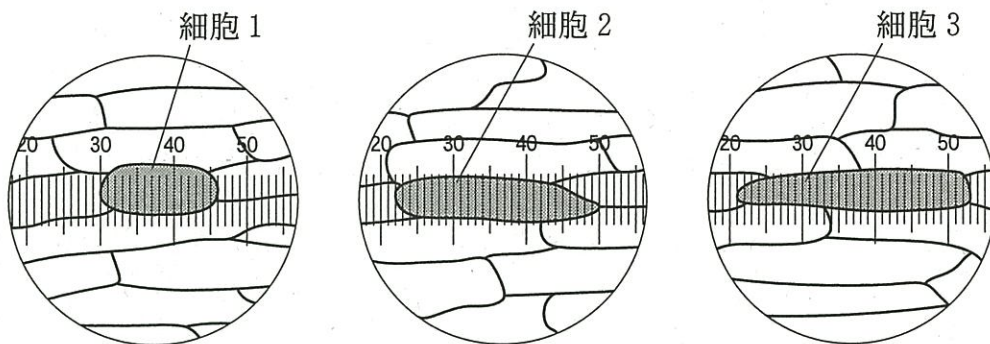
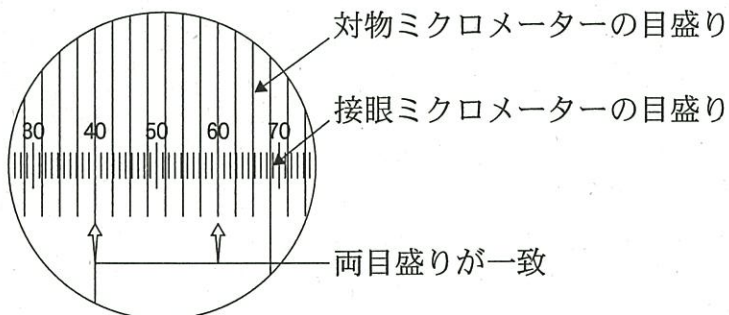


図 2



- ア 65.0 — 69.9 μm イ 70.0 — 74.9 μm ウ 75.0 — 79.9 μm
 エ 80.0 — 84.9 μm オ 85.0 — 89.9 μm

5 正しいものはいくつあるか。

- a. 副甲状腺から分泌されたパラトルモンは、血液中のカルシウムイオン濃度を上昇させる。
- b. 体内の水分が失われると、バソプレシンが腎臓に作用して水の再吸収を促進する。
- c. 鉱質コルチコイドは、腎臓でのナトリウムイオン濃度とカリウムイオン濃度の調節に関わる。
- d. 視床下部から分泌された甲状腺刺激ホルモンが、甲状腺に作用してチロキシンの分泌を促進する。
- e. 体温が低下すると、チロキシンの肝臓や筋肉の代謝を促進し、発熱量をふやすことで体温を上昇させる。
- f. 副腎皮質から分泌された糖質コルチコイドは、グルコースの分解を促進する。
- g. アドレナリンが肝臓に作用し、グリコーゲンの分解を促進する。
- h. ランゲルハンス島 A 細胞からインスリンが分泌され、肝臓におけるグリコーゲンの合成を促進する。

㉖ 3

㉗ 4

㉘ 5

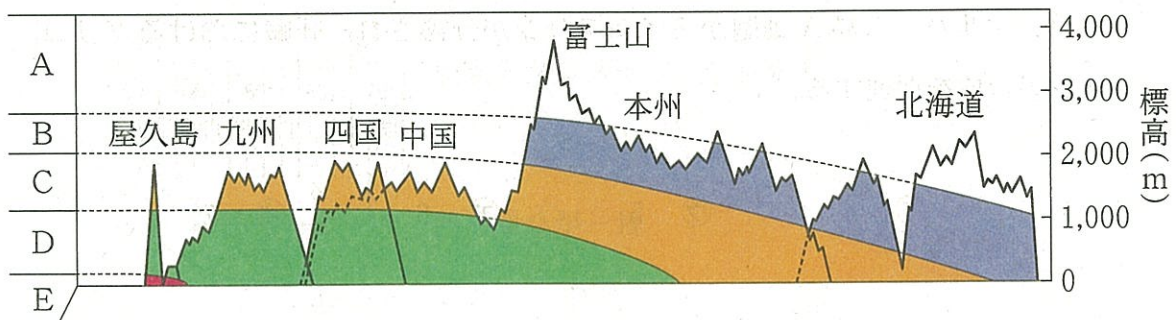
㉙ 6

㉚ 7

6 害虫を殺すために DDT を農薬として使用すると、生物濃縮を起こすため問題になる。DDT を使用していた生態系のひとつでは、海水中の DDT 濃度は 0.00006 ppm であった。そこで、この生態系で、600 g あたりのマイワシにふくまれる DDT を測定したところ、0.214 mg であった。マイワシが蓄積している DDT 濃度は海水の何倍か。最も近い値を選べ。なお、ppm は 100 万分の 1 を意味し、質量 1 kg 中の 1 mg に相当するものとする。

- ア 3,600 イ 5,900 ウ 2,140,000
 エ 3,600,000 オ 5,900,000

7 図は日本のバイオームの垂直分布を示す。図に関する説明のうち、誤りはどれか。



- ア Aではハイマツやコケモモがみられる。
 イ Bの植生の相観は森林に属する。
 ウ Cの気候は冷温帯である。
 エ Dでは硬くて小さい葉をもつ常緑広葉樹が優占している。
 オ Eではヒルギ類によるマングローブの形成がみられる。

8 正しいのはどれか。

- ㉖ リンパ球にはT細胞, B細胞, NK細胞があり, これらの細胞は獲得免疫に関わる。
- ㉗ 抗体産生細胞が放出した抗体により病原体を排除するしくみを, 細胞性免疫と呼ぶ。
- ㉘ 臓器を移植したとき, 同種の動物個体間でも拒絶反応が起こるのは, 移植された細胞をB細胞が非自己として認識するためである。
- ㉙ 自己免疫疾患は, 体内に侵入した異物に対応したリンパ球や抗体が, 異物に似た自己の成分を攻撃することによって起こる。
- ㉚ 弱毒化または死滅した病原体や毒素を接種することで, 体内に記憶細胞をつくらせる方法を血清療法と呼ぶ。

9 合成したRNAから実験的にポリペプチドを作らせたところ, 次の結果が得られた。

- ㉛ UとGを交互に繰り返したRNAから, バリンとシステインの2種類のアミノ酸が交互に連結したポリペプチドが合成された。
- ㉜ UGGを繰り返したRNAからは, トリプトファンのみからなるポリペプチド, グリシンのみからなるポリペプチド, バリンのみからなるポリペプチドが合成された。

㉛及び㉜の実験結果から推定される, システインを指定するコドンはどれか。

- | | | |
|-------|-------|-------|
| ㉝ GUU | ㉞ UGU | ㉟ UUG |
| ㊱ UGG | ㊲ GUG | |

10 誤りはどれか。

- a. 地球が誕生してから現在まで、遺伝物質は DNA である。
- b. セントラルドグマの例外として、RNA から DNA を合成する反応が知られている。
- c. ポリメラーゼ連鎖反応(PCR)法により、DNA を鋳型として RNA を増幅することができる。
- d. ある生物由来の DNA を他の生物に導入することで、本来その生物が作らないタンパク質を作らせることができる。
- e. RNA 合成と同様に、タンパク質の合成には方向性がある。

㉖ a c

㉗ b d

㉘ c e

㉙ a d

㉚ b e

11 正しいのはどれか。

- a. 大腸菌などの原核細胞の DNA 複製起点は、一か所である。
- b. 真核細胞の DNA 複製は、DNA 分子の末端から始まる。
- c. DNA の複製は、原核細胞、真核細胞ともに半保存的である。
- d. DNA の複製は、正確で間違いが起こらない。
- e. リーディング鎖の複製には、岡崎フラグメントが用いられる。

㉖ a c

㉗ b d

㉘ c e

㉙ a d

㉚ b e

12 正しいのはどれか。

- a. ショウジョウバエの胚の前後軸は，母性因子の局在により受精前に決まっている。
- b. 両生類の胚の背腹軸は，卵形成過程で蓄えられる物質の局在により，受精前に決まっている。
- c. 両生類卵の動植物極を通る軸は，胚の左右軸と一致する。
- d. ウニ卵の第一卵割は，動植物極を通る軸にそって起こる。
- e. ニワトリの受精卵は，卵黄が非常に多く表割を行う。

㉠ a c

㉡ b d

㉢ c e

㉣ a d

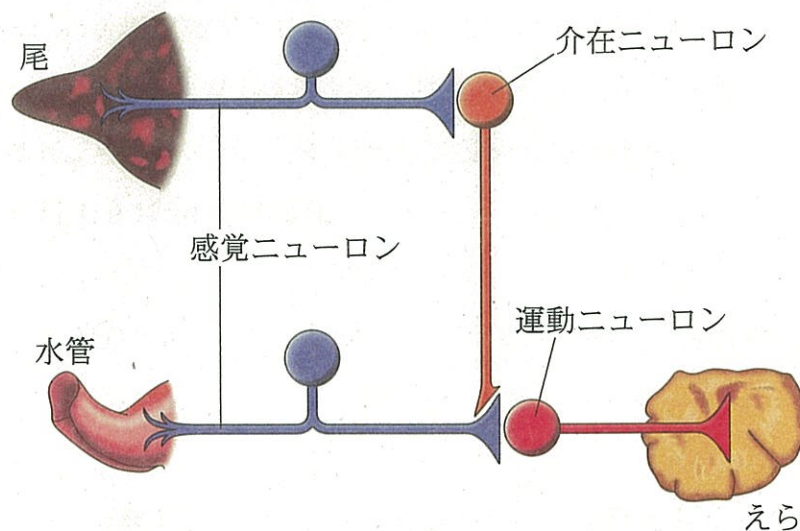
㉤ b e

13 アメフラシの水管に刺激を与えると、えらを引っ込める反射行動を示す。ところが、水管に同じ刺激を繰り返し与えると、徐々にえら引っ込め反射の程度が小さくなっていき、やがては刺激を与えてもえらを引っ込めなくなる。これを慣れという。

アメフラシに慣れを形成させた後、尾に強い刺激を与えると、形成された慣れが解除され、えら引っ込め反射が復活する。これを脱慣れという。

脱慣れしたアメフラシの尾に、さらに強い電気刺激を与えると、介在ニューロンによる神経伝達物質の放出量が増大し、普通では引っ込まないほどの弱い接触刺激を水管に与えても、鋭敏にえらを引っ込める反応が生じるようになる。これを鋭敏化という。

尾の刺激を伝える感覚ニューロンと水管の刺激を伝える感覚ニューロンとが介在ニューロンで繋がっており、この介在ニューロンは水管の刺激を伝える感覚ニューロンの神経終末にシナプスを作っている(図参照)。



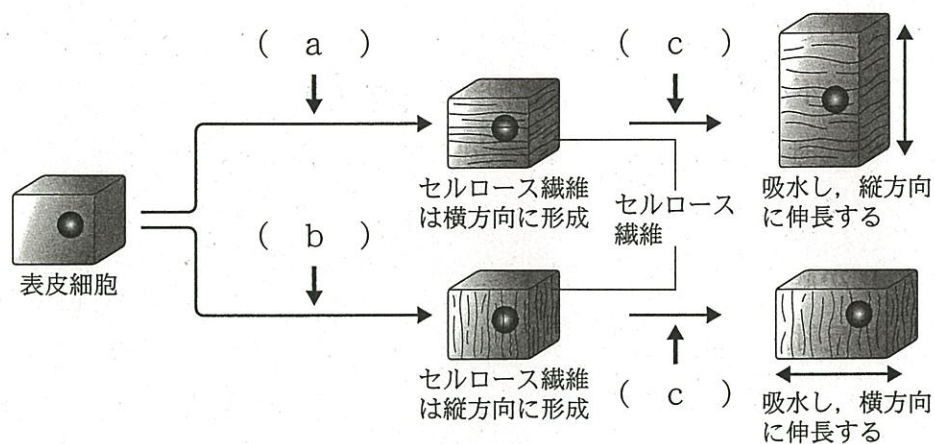
慣れまたは鋭敏化の起きた水管の感覚ニューロンとえらの運動ニューロンとの間のシナプスについて、正しい記述はいくつあるか。

- a. 慣れが起きた場合には、シナプス小胞が減少したり、電位依存性カルシウムチャネルが不活性化したりして、神経伝達物質の放出量が減少する。
- b. 慣れが起きた場合には、運動ニューロンで発生する興奮性シナプス後電位 (EPSP) が小さくなり、えら引っ込め反射が減少する。
- c. 鋭敏化が起きた場合には、運動ニューロンで発生する EPSP が増大し、えら引っ込め反射が増大する。
- d. 鋭敏化が起きた場合には、カルシウムイオンの流入量が増加して、神経伝達物質の放出量が増える。

㊦ 0 ㊧ 1 ㊨ 2 ㊩ 3 ㊪ 4

14 植物の成長には伸長と肥大がある。下図はその制御の仕組みを示した図である。

カッコ内に入る植物ホルモンの組み合わせとして、正しいのはどれか。

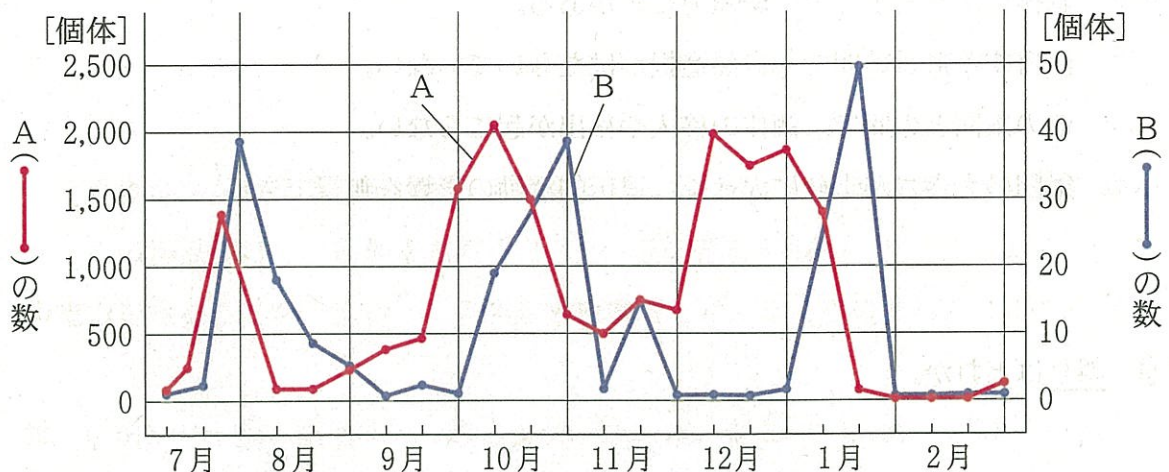


- | | | | |
|---|------------|------------|-----------|
| ㉖ | a. サイトカイニン | b. ジベレリン | c. オーキシシン |
| ㉗ | a. ジベレリン | b. エチレン | c. オーキシシン |
| ㉘ | a. ジベレリン | b. サイトカイニン | c. エチレン |
| ㉙ | a. サイトカイニン | b. ジベレリン | c. エチレン |
| ㉚ | a. エチレン | b. ジベレリン | c. オーキシシン |

15 動物の個体が集まって一緒に移動したり採食したりする集団の特徴について、ふさわしくないのはどれか。

- ㉖ 天敵の襲来をいち早く察知しやすい。
- ㉗ 交配相手を容易に見つけやすい。
- ㉘ 食物が不足して争いが起きやすい。
- ㉙ 排泄物によって生育環境が汚染されやすい。
- ㉚ 強い個体と弱い個体の秩序が取りやすい。

- 16 図は被食者であるコウノシロハダニと捕食者であるカブリダニの間の個体数の関係を表したグラフである。この図に関する下記の推論のうち、正しいものはいくつあるか。



カブリダニとコウノシロハダニの間の個体数の関係

- 曲線A(赤)がカブリダニ、曲線B(青)がコウノシロハダニの個体数変化である。
- 個体数が周期的に変化するのは主に被食者の食べるオレンジの量の増減による。
- カブリダニの個体数が減少するのは、環境中の老廃物の蓄積が主な原因である。
- コウノシロハダニを取り除くと、カブリダニの個体数が急激に増加する。
- コウノシロハダニしか入れないような避難場所を作った場合の、個体数変動である。

㉠ 1 ㉡ 2 ㉢ 3 ㉣ 4 ㉤ 5

- 17 両生類から進化したは虫類は、ある組織が発達したことにより、水辺を離れて完全な陸上生活を送ることができるようになった。ある組織とは何か。

- | | | |
|------|-------|------|
| ㉠ 肺 | ㉡ あご | ㉢ 四肢 |
| ㉣ 羊膜 | ㉤ 硬い骨 | |

18 ハーディ・ワインベルグの法則が成立する条件に当てはまらないのはどれか。

- ㉖ 集団内では突然変異が起こらない。
- ㉗ 個体によって生存力や繁殖力に差がある。
- ㉘ 注目する形質の間で、自然選択がはたらいていない。
- ㉙ 他の集団との間で、個体の移入や移出が起こらない。
- ㉚ 集団の大きさが十分に大きく、遺伝的浮動の影響を無視できる。

19 誤りはどれか。

- a. ある地域に生息する同種の生物集団がもつ遺伝子の全体を、遺伝子プールという。
- b. 共通の祖先を持つ生物群が、さまざまな環境に適応した形態や機能を持つようになって多くの種に分かれる現象を、適応放散という。
- c. 形態や働きが異なっているが発生上の起源が同じである器官を、相似器官という。
- d. 特定の時代にのみ生存していた生物の化石で、地層の年代を推定するのに用いられるものを、示準化石という。
- e. 異なる種の生物どうしが、生存や繁殖に影響を及ぼし合いながら、互いの形質が選択圧となって適応進化が起こる現象を、競争という。

㉖ a c

㉗ b d

㉘ c e

㉙ a d

㉚ b e

20 下記の①～⑥について、コケ植物、シダ植物、裸子植物、被子植物のそれぞれに当てはまる数が正しいものはどれか。

- ① クロロフィル a をもつ。
- ② クロロフィル c をもつ。
- ③ 花粉が生じない。
- ④ 胞子体は小形で、配偶体上に寄生する。
- ⑤ 重複受精が行われる。
- ⑥ 子房が胚珠に包まれている。

- ㉞ コケ植物 — 2つ, シダ植物 — 1つ, 裸子植物 — 1つ, 被子植物 — 1つ
- ㉟ コケ植物 — 2つ, シダ植物 — 1つ, 裸子植物 — 2つ, 被子植物 — 2つ
- ㊱ コケ植物 — 3つ, シダ植物 — 2つ, 裸子植物 — 1つ, 被子植物 — 1つ
- ㊲ コケ植物 — 3つ, シダ植物 — 2つ, 裸子植物 — 2つ, 被子植物 — 2つ
- ㊳ コケ植物 — 3つ, シダ植物 — 2つ, 裸子植物 — 1つ, 被子植物 — 2つ

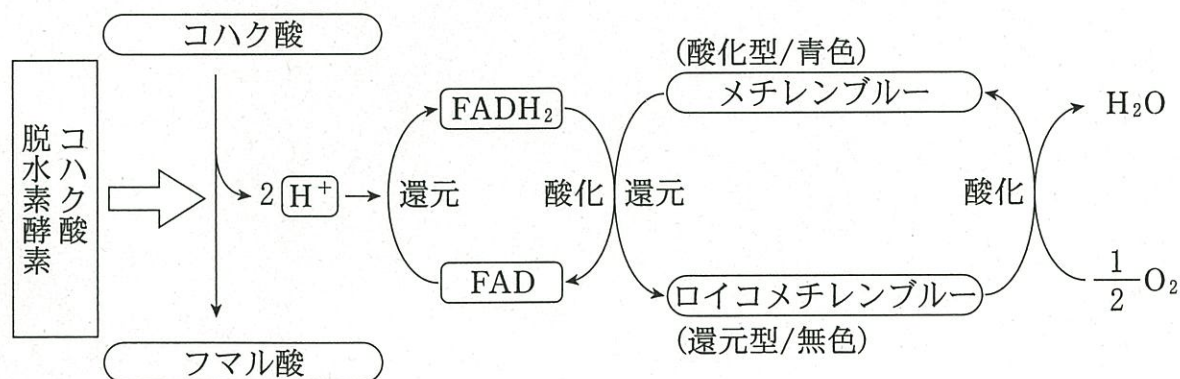
次の文章を読み、以下の問い(問題 21～25)に答えよ。

呼吸は、基質が酵素によって分解される反応である。動物の細胞において糖を分解する過程で生成されるコハク酸は、コハク酸脱水素酵素のはたらきでフマル酸になる(図1)。その際に発生した水素(2H^+)は、酸化型補酵素に受け渡され、還元型補酵素である FADH_2 が生み出される。

メチレンブルーは酸化型が青色、還元型(ロイコメチレンブルー)が無色の化合物である。 O_2 存在下では、メチレンブルーは青色(酸化型)である。 O_2 非存在下でコハク酸脱水素酵素がはたらくと、基質から分離した 2H^+ がメチレンブルーと結合してロイコメチレンブルーとなり、無色(還元型)になる(図1)。

コハク酸に構造のよく似た有機酸 X は、コハク酸脱水素酵素に結合できるが、基質となって代謝されることはない。また、有機酸 X はクエン酸回路では代謝されない。有機酸 X とメチレンブルーを用いて、呼吸による糖の分解とコハク酸脱水素酵素の特徴について調べる以下の【実験】を行った。

図1 コハク酸脱水素酵素の酵素活性



【実験】

材料：酵素液(ニワトリの新鮮な胸筋 10 g に水 15 mL を加えて乳鉢ですりつぶし、ガーゼでろ過した白色の濁った液)、0.02 % メチレンブルー、10 % コハク酸ナトリウム、10 % 有機酸 X

方法：

- ① A～E の 5 本のツンベルク管の主室と副室に、図 2 に示す溶液を入れた。
- ② ツンベルク管内の空気を真空ポンプで抜き、密閉した。
- ③ ツンベルク管を約 40 °C の温水につけて 1 ～ 2 分温めてから、副室の液を主室に移し、よく混合した。再度温水につけ、15 分間、色の変化を観察、記録した。
- ④ ツンベルク管内に空気を入れ、よくふり、色の変化を観察、記録した。

図 2 【実験】の方法

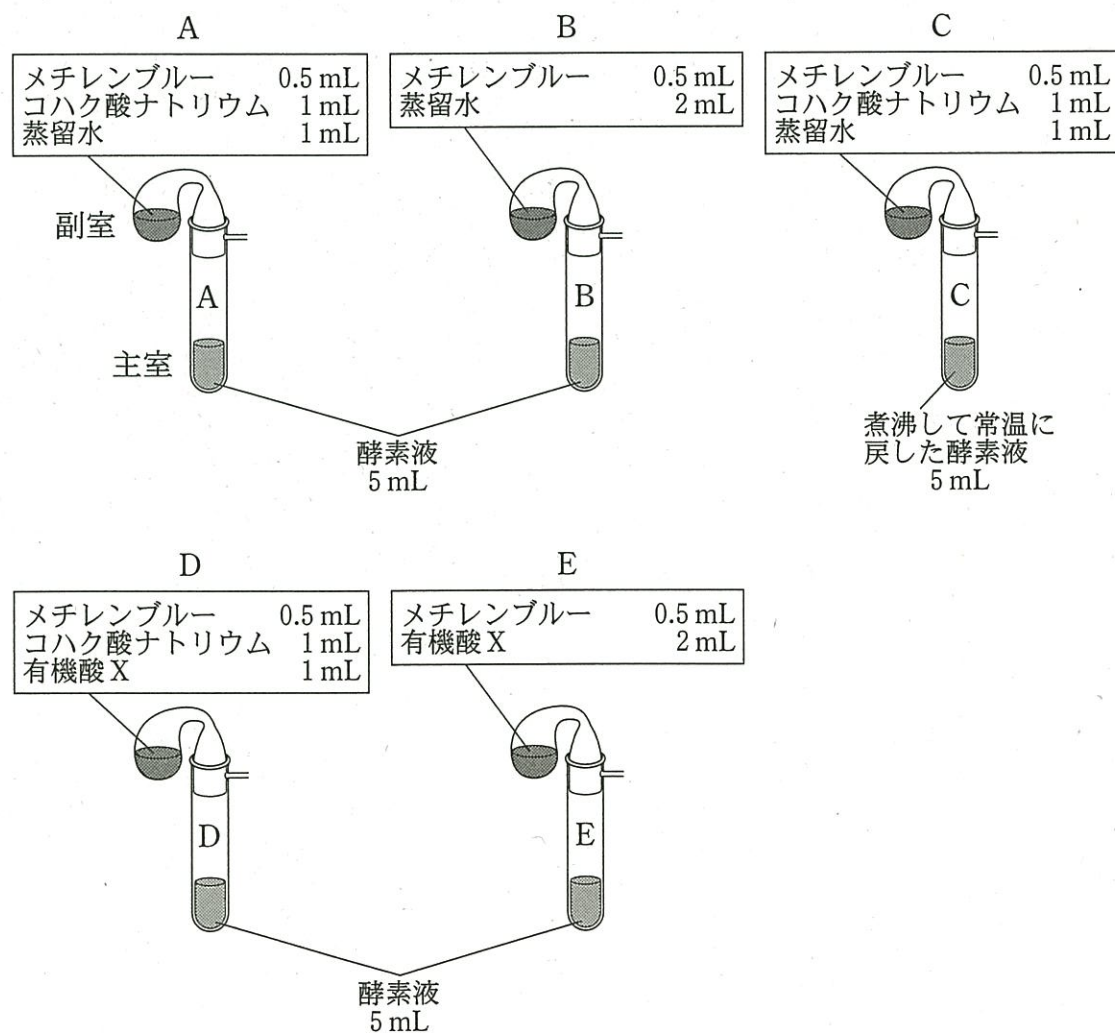


表1 【実験】の結果

	0 分	5 分後	10 分後	15 分後	空気を入れる
A	青 色	うすい青色	白 色	白 色	青 色
B	青 色	青 色	うすい青色	白 色	青 色
C	青 色	青 色	青 色	青 色	青 色
D	青 色	青 色	うすい青色	白 色	青 色
E	青 色	青 色	青 色	うすい青色	青 色

21 下線部(1)を構成する物質の特徴として正しいのはどれか。

- a. この物質は，哺乳類細胞において水の次に質量比が大きい。
- b. この物質を構成する主要元素は，C，H，O，N，Pの5種類である。
- c. この物質は，20種類の必須アミノ酸からなる。
- d. この物質の部分的な立体構造は，水素結合によってつくられる。
- e. この物質の発現量は，シャペロンが決定する。

㉖ a c

㉗ b d

㉘ c e

㉙ a d

㉚ b e

22 下線部(2)について、正しいのはどれか。

- a. 呼吸では、還元型補酵素が酸化される過程で ADP がリン酸化される。
- b. 呼吸では、コハク酸の脱水素によって生じた FADH_2 は、細胞質基質に存在する。
- c. 呼吸では、 FADH_2 から生じた電子は、最終的に O_2 の還元に使われる。
- d. 発酵では、ピルビン酸の脱水素により、還元型補酵素が生み出される。
- e. 光合成では、還元型補酵素が ATP の合成に使われる。

㉞ a c

㉟ b d

㊦ c e

㊧ a d

㊨ b e

23 ツンベルク管 A～C の実験結果に基づく考察として、正しいのはどれか。

- a. コハク酸は、単独でロイコメチレンブルーを還元する。
- b. 酵素液中の酵素と基質の反応により、メチレンブルーを還元する物質ができる。
- c. コハク酸脱水素酵素の触媒としてののはたらきには、酸素が必要である。
- d. コハク酸脱水素酵素の反応速度は、コハク酸の濃度に応じて変化しない。
- e. コハク酸脱水素酵素は、煮沸すると失活し、コハク酸を代謝できない。

㉞ a c

㉟ b d

㊦ c e

㊧ a d

㊨ b e

24 有機酸 X に関する記述の正誤の組み合わせのうち、正しいはどれか。

- a. 有機酸 X が存在するとロイコメチレンブルーは生じない。
- b. 有機酸 X はコハク酸脱水素酵素の反応速度を上昇させる。
- c. 有機酸 X は酸化的リン酸化を阻害する。
- d. 有機酸 X はフィードバック調節によりコハク酸代謝を調節する。

	a	b	c	d
㉠	正	誤	誤	誤
㉡	誤	正	誤	誤
㉢	誤	誤	正	誤
㉣	誤	誤	誤	正
㉤	誤	誤	誤	誤

25 この実験に基づく推論として、誤りはどれか。

- a. ツンベルク管 A の空気を抜いた管内を、二酸化炭素で満たして実験を行った場合、表 1 の結果よりも早く白色に変化する。
- b. ツンベルク管 A の副室のコハク酸の代わりに、同じ濃度のクエン酸を加えた場合、ツンベルク管 B よりも早く白色に変化する。
- c. ツンベルク管 A の副室のコハク酸の代わりに、同じ濃度のフマル酸を加えた場合、ツンベルク管 B よりも遅く白色に変化する。
- d. ツンベルク管 C の副室の蒸留水の代わりに、新鮮な胸筋から遠心分離により得たミトコンドリアを含む分画を加えると、ロイコメチレンブルーが生じる。
- e. ツンベルク管 B の副室に ATP を加えた場合、ツンベルク管 A よりも早く白色に変化する。

㉠ a c

㉡ b d

㉢ c e

㉣ a d

㉤ b e