

令和 8 年度学力検査問題

理 科

	ページ	ページ	(解答用紙枚数)
物 理	1	～ 10	2 枚
化 学	11	～ 25	2 枚
生 物	26	～ 39	2 枚

○志望学部別，科目選択方法及び解答時間

志望学部	科 目 選 択 方 法	解答時間
医 学 部	物理，化学，生物から 2 科目選択すること。	150 分
工 学 部	物理，化学から 1 科目選択すること。	90 分
生物資源学部	物理，化学，生物から 1 科目選択すること。	90 分

注 意 事 項

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. 本冊子のページ数は上記のとおりである。落丁，乱丁，印刷不鮮明の箇所などがある場合は申し出ること。
3. 解答はすべて別紙解答用紙のそれぞれの解答欄に記入すること。
4. あらかじめ届け出た科目について解答すること。
5. 解答用紙の指定された欄(物理は計 4 箇所，化学は計 4 箇所，生物は計 4 箇所)に，忘れずに本学の受験番号を記入すること。
6. 試験場内で配付された問題冊子は試験終了後持ち帰ること。

物 理

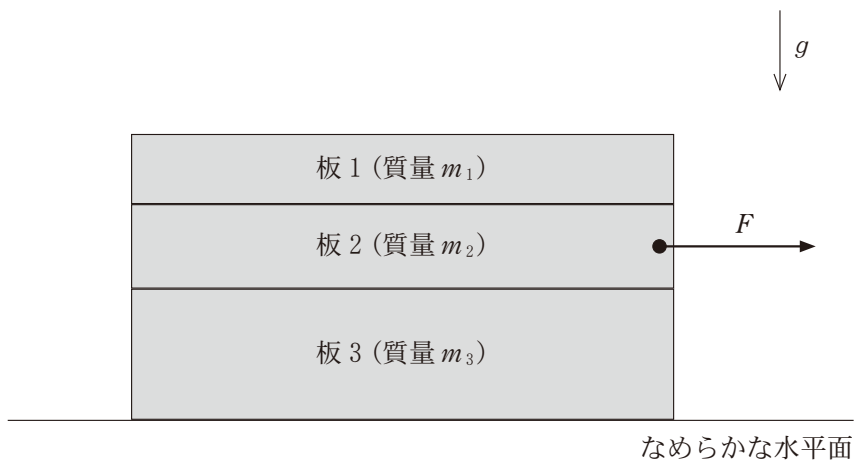
1 次の文章を読み、問 1～問 3 の (a) ～ (g) に当てはまる適切な数式を答えよ。

図のように、なめらかな水平面上に均質な板 1 (質量 m_1 [kg])、板 2 (質量 m_2 [kg])、板 3 (質量 m_3 [kg]) が積み重ねられている。ただし、 $m_1 < m_2 < m_3$ とする。図のように、板 2 に水平右向きに大きさ F [N] の力を加える。板 1 と板 2 の間および板 2 と板 3 の間の摩擦係数は等しく、静止摩擦係数を μ とする。重力加速度の大きさは g [m/s²] とし、空気抵抗は無視する。解答には本文中に示されている記号のみを使用すること。

問 1 板 1、板 2、板 3 にはたらく重力の大きさは、それぞれ (a) [N]、(b) [N]、(c) [N] である。

問 2 $F = F_1$ のとき、板 1、板 2、板 3 は一体となって運動した。その時の加速度の大きさは (d) [m/s²]、板 1 と板 2 の間にはたらく摩擦力の大きさは (e) [N]、板 2 と板 3 の間にはたらく摩擦力の大きさは (f) [N] である。

問 3 F を F_1 から徐々に大きくし、 F_2 をこえた直後に板 2 と板 3 は一体となって運動したが、板 1 と板 2 の間ですべり始めた。 F_2 の大きさは (g) [N] である。



図

2 次の文章を読み、問 1～問 6 に答えよ。

図のように、天井の点 P に長さ L [m] の糸の上端を固定し、その下端に質量 m [kg] の小球をつける。点 P から水平の床面に下ろした垂線の足を点 O とする。線分 OP の長さを H [m] ($H > L$) とする。床面上には、点 O を原点とする直交座標系 x, y 軸を設定する。

糸がたるまないようにして、小球を水平面内で等速円運動させる。糸と鉛直方向とのなす角を θ [rad]、点 P から等速円運動の中心までの距離を h [m]、重力加速度の大きさを g [m/s²]、円周率を π とする。小球の大きさ、糸の太さおよび質量は無視でき、糸は伸縮しない。空気抵抗は無視する。

問 1 小球の等速円運動の半径 r [m] と、点 P から等速円運動の中心までの距離 h [m] を、 L および θ を用いて表せ。

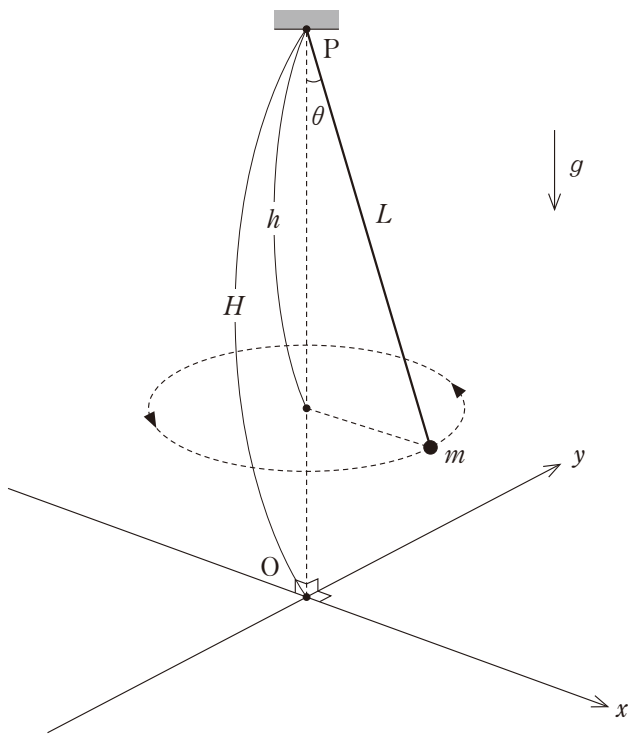
問 2 小球の角速度 ω [rad/s] と、等速円運動の周期 T [s] を求めよ。ただし ω は、 g および h を用い、 T は、 π, g, h を用いて表せ。

問 3 等速円運動の角速度を徐々に大きくしていった。小球の速さが v_A [m/s]、点 P から等速円運動の中心までの距離が h_A [m] のとき、糸の張力が $2mg$ [N] に達して糸が突然切れた。 v_A と h_A を、 g, L の中から必要なものを用いて表せ。

問 4 問 3 において、糸が切れた瞬間から小球が床面に到達するまでの時間 t [s] を、 g, L, H を用いて表せ。

問 5 問 3 と同様に、この小球を用いて糸が切れるまで角速度を徐々に大きくして、等速円運動を繰り返した。この糸が、張力 $2mg$ [N] 未満で切れることはなく、それ以上の様々な張力で切れるものであるとき、小球が落下する可能性のない床面上の全領域を、 x , y , L , H を用いた数式で表せ。

問 6 問 3 とは逆に、角速度を徐々に小さくしていった場合、等速円運動の周期は一定値 T_c [s] に近づいていく。このときの周期 T_c を、 π , g , L , H の中から必要なものを用いて表せ。



図

3 次の文章を読み、(ア) ~ (ウ) , (オ) に適切な数値,
 (エ) に適切な語句を答えよ。

屈折率 1 の空気中に、横幅が $2\sqrt{3}$ m、高さが十分に高い水槽が設置されている。水槽の奥行方向は無視し、2次元的に考える。ただし、円周率は π とし、図 1 ~ 図 3 は実際の尺度や縮尺を正確に表したものではない。

問 1 図 1 のように、水槽に屈折率 $\sqrt{2}$ の液体が、底面から高さ 3 m まで注がれている。大きさを無視できる光源を、水槽の左側面と底面の交点 O に設置し、空気中に向けて入射角 $\frac{\pi}{6}$ rad となるように光を発射した。光は液体と空気との境界面で屈折角 $\alpha =$ (ア) rad で屈折した後、さらに進んで水槽の右側面、底面から高さ $3 + \sqrt{3}$ m の点 P に到達した。このとき、光源から発射された単色光の波長は、液体内で (イ) nm であり、空気中で 600 nm であった。

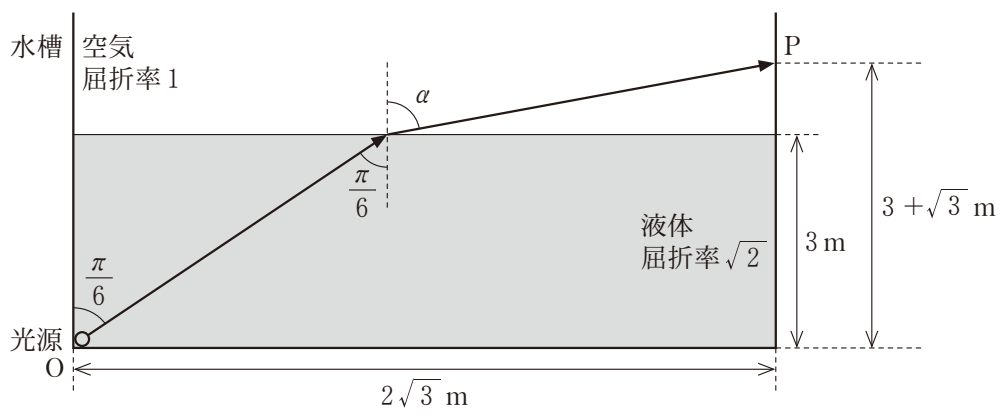


図 1

- 問 2 図 2 のように、図 1 から光の入射角のみを $\phi = \boxed{\text{ウ}}$ rad に変更したところ、屈折角が $\frac{\pi}{2}$ rad となった。この入射角は $\boxed{\text{エ}}$ と呼ばれる。

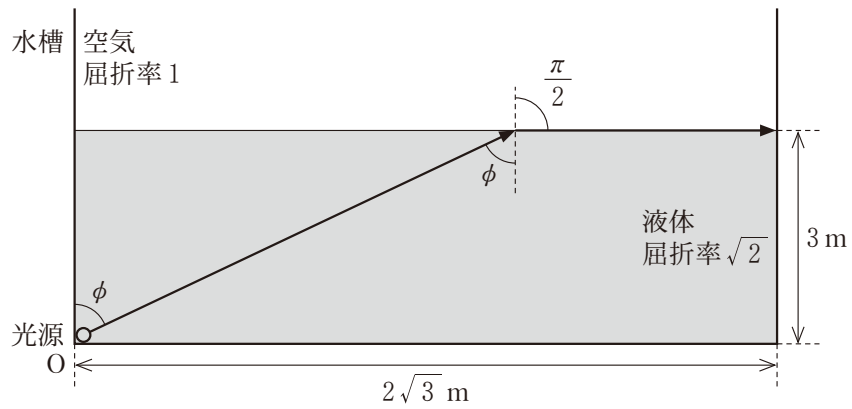


図 2

- 問 3 図 3 のように、図 1 から光源の位置のみを点 O から水平右向きに $d = \boxed{\text{オ}}$ m 移動したところ、光は底面からの高さ 4 m の点 Q に到達した。

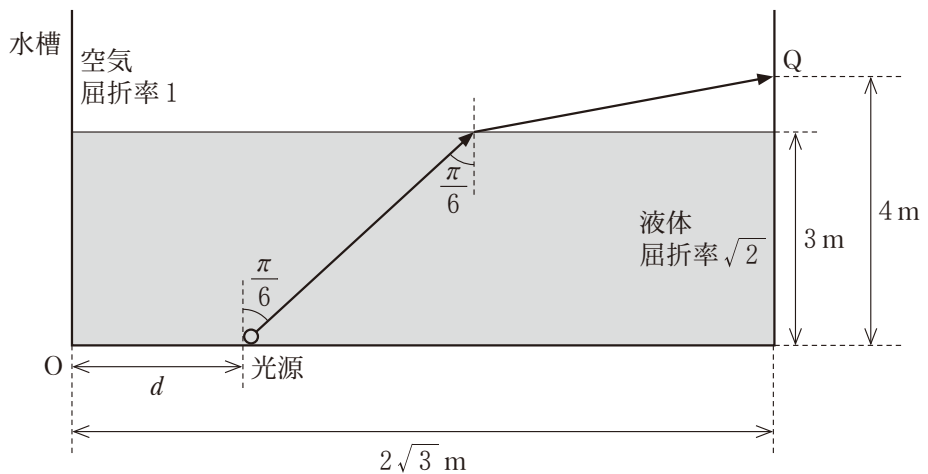


図 3

4 次の文章を読み、問 1～問 6 に答えよ。

図 1 のように、圧力 p_0 [Pa] の大気中にシリンダーを鉛直に立て、質量が無視できる断面積 S [m²] のピストンで n [mol] の単原子分子理想気体を閉じ込める。シリンダーとピストンは断熱材でできており、底部の熱交換器で閉じ込めた気体を一様に加熱や冷却ができる。ピストンは鉛直方向になめらかに動くが、シリンダー上部に付けられたストッパーにより、気体封入部の高さは L [m] より低くはならず、また $2L$ より高くはならない。

はじめ、熱交換器は停止しており、ピストンはストッパーに支えられ、気体封入部の高さは L であった。このとき、気体の圧力は大気圧 p_0 と等しく、温度は T_A [K] であった。この気体の初期状態を状態 A とする(図 1)。

次に、ピストン上に質量 M [kg] のおもりをのせ、熱交換器を用いて気体をゆっくりと加熱したところ、気体の圧力が p_1 [Pa] になったところで、ピストンが上昇し始めた。このときの気体の状態を状態 B とする(図 2)。

さらに気体を加熱すると、気体の圧力は p_1 のままピストンはゆっくりと上昇し続け、気体封入部の高さが $2L$ になったときに熱交換器を停止した。このときの気体の状態を状態 C とする(図 3)。

その後、ピストン上からおもりをおろし、熱交換器を用いて気体をゆっくり冷却したところ、気体の圧力が大気圧 p_0 と等しくなった。このときの気体の状態を状態 D とする(図 4)。さらに気体を冷却すると、気体の圧力は p_0 のままピストンはゆっくりと下降し、高さが L の状態 A に戻った(図 1)。

気体定数を R [J/(mol·K)]、重力加速度を g [m/s²] とし、解答に使用できる記号は、 p_0 、 n 、 L 、 S 、 M 、 R 、 g とする。

問 1 状態 A における気体の温度 T_A [K] を求めよ。

問 2 状態 B における気体の圧力 p_1 [Pa] を求めよ。

問 3 状態 B における気体の温度 T_B [K] を求めよ。

問 4 $A \rightarrow B$ の過程で、気体が吸収する熱量 Q_{AB} [J] を求めよ。

問 5 $A \rightarrow B$, $B \rightarrow C$, $C \rightarrow D$, $D \rightarrow A$ の各過程で、気体が外部にした仕事 W_{AB} [J], W_{BC} [J], W_{CD} [J], W_{DA} [J] をそれぞれ求めよ。ただし、気体が外部から仕事をされた場合は負の値とせよ。

問 6 $A \rightarrow B \rightarrow C \rightarrow D \rightarrow A$ の状態変化を逆にした $A \rightarrow D \rightarrow C \rightarrow B \rightarrow A$ の状態変化が可能として、状態 A から状態 C への変化について考える。 $A \rightarrow B \rightarrow C$ の過程で気体が吸収する熱量を Q_{ABC} [J], $A \rightarrow D \rightarrow C$ の過程で気体が吸収する熱量を Q_{ADC} [J] としたとき、その差 $Q_{ABC} - Q_{ADC}$ [J] を求めよ。

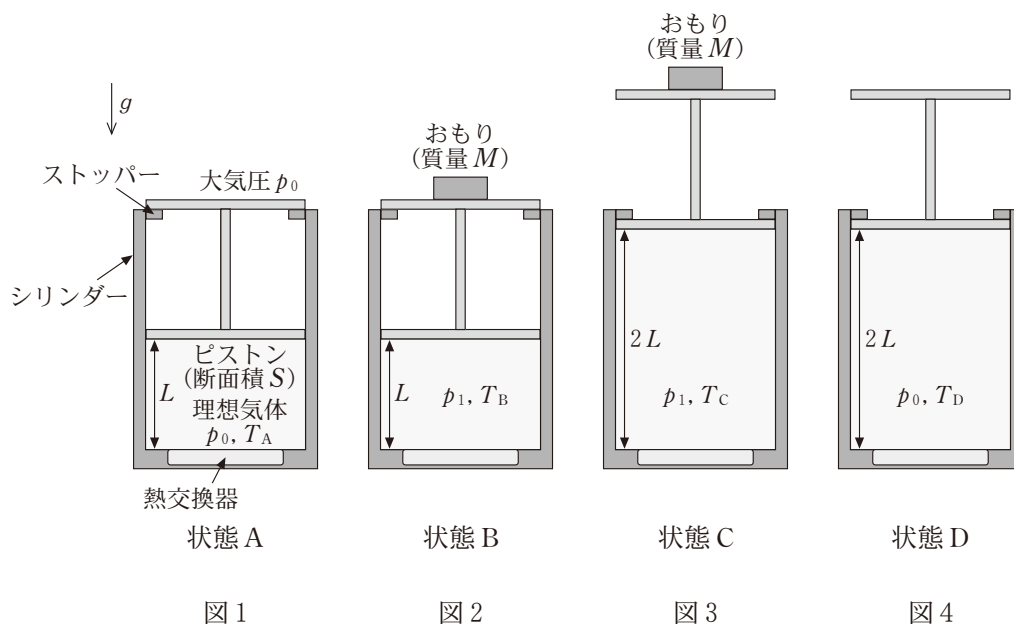


図 1

図 2

図 3

図 4

5

次の文章を読み、問 1～問 5 に答えよ。

図 1 に示す p 型半導体と n 型半導体からなるダイオード D は、b 端子より、a 端子の電位が高くなるように電圧 V_D [V] を加えると、電流 I_D [A] が流れる。図 2 は、このダイオード D に加わる電圧 V_D と流れる電流 I_D の関係を表す。 $V_D < 1$ V では $I_D = 0$ A であり、 $V_D \geq 1$ V では、 I_D は V_D の一次関数になっている。

図 3 のように、図 1 のダイオード D と起電力 2 V の電池、抵抗値 20Ω 、 44Ω 、 5Ω の 3 つの抵抗、2 つのスイッチ S_1 、 S_2 からなる回路を作成した。電池の内部抵抗や導線の電気抵抗は無視する。また、最初、 S_1 、 S_2 は開いている。

問 1 図 1 のダイオード D 中で、端子 a 側にある半導体の種類として正しいものを解答欄から選択し、○で囲め。

問 2 図 2 から、 $V_D \geq 1$ V での I_D を、 V_D を用いて表せ。

問 3 図 3 の初期状態でダイオード D に加わる電圧 V_{D0} [V]、流れる電流 I_{D0} [A] を、それぞれ求めよ。

問 4 スイッチ S_1 を閉じた後、ダイオード D に加わる電圧 V_{D1} [V]、流れる電流 I_{D1} [A]、 44Ω の抵抗に流れる電流 I_1 [A] を、それぞれ求めよ。

問 5 スイッチ S_1 を開き、スイッチ S_2 を閉じた後、ダイオード D に加わる電圧 V_{D2} [V]、流れる電流 I_{D2} [A]、 5Ω の抵抗に流れる電流 I_2 [A] を、それぞれ求めよ。

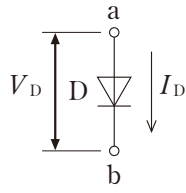


图 1

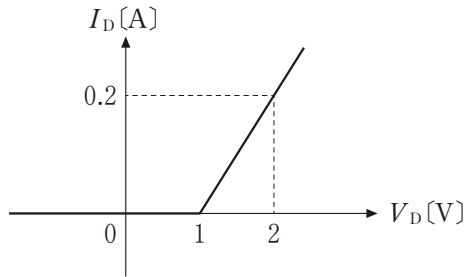


图 2

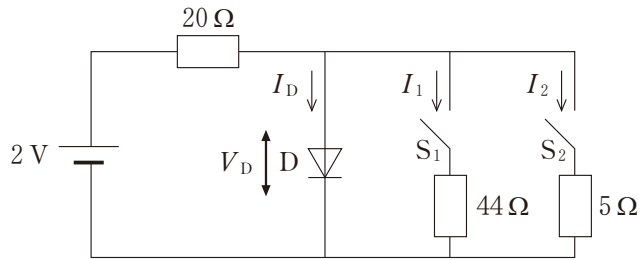


图 3

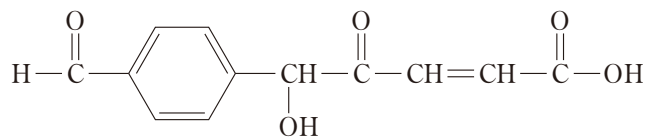
化 学

[注意] 計算のために必要な場合には、以下の数値を使用せよ。

原子量：H = 1.00 C = 12.0 N = 14.0 O = 16.0 Na = 23.0

Cl = 35.5 K = 39.1

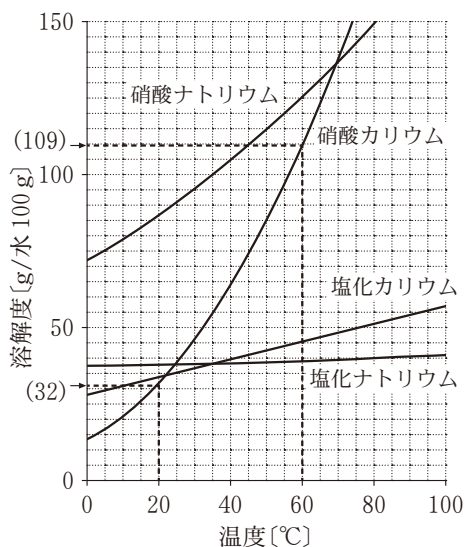
また、構造式は下の例にならって記せ。



1 次の文章を読み、問1～問7に答えよ。ただし、混合物の場合でも溶解度は変化しないものとする。

一定量の溶媒に溶質を溶かしていくと、ある量からそれ以上溶けなくなる。一定の温度で溶解する溶質の最大量を溶解度といい、溶解度まで溶質を溶かした溶液を飽和溶液という。

塩化カリウム、塩化ナトリウム、硝酸カリウム、硝酸ナトリウムの溶解度曲線を右図に示す。なお、縦軸の(32)および(109)はそれぞれ20℃と60℃における硝酸カリウムの水への溶解度を示している。



塩化カリウムのような固体のイオン結晶を水に加えると、固体の表面からイオンが水中に拡散していく。これはイオンが極性分子である水に囲まれ、互いに静電的な引力で引き合って安定化するためである。

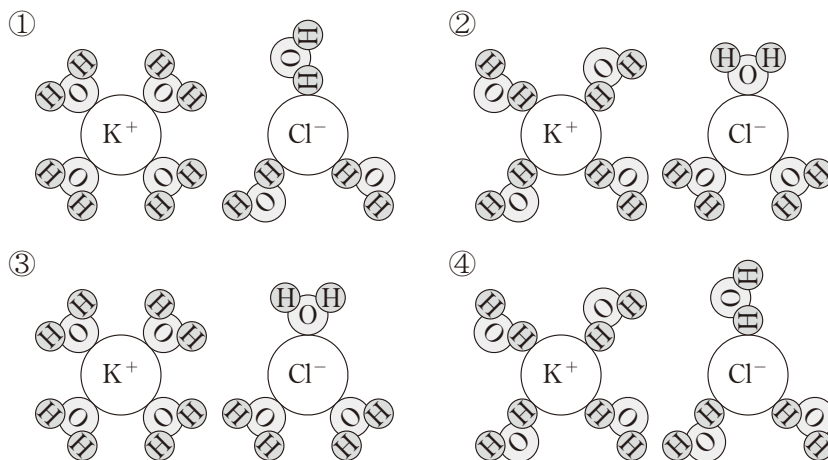
これらの特性を踏まえ、イオン結晶を用いて以下の実験操作を行った。

【実験1】 硝酸カリウムの飽和水溶液 200 g を 60℃ で調製した。 この水溶液から水 25 g を蒸発させた後、20℃ に冷却すると、結晶が析出した。

【実験2】 90℃ の水 100 g に塩化カリウム 20 g を溶かし、さらに硝酸ナトリウム 30 g を溶かした。振動を加えながら、この溶液を徐々に冷却していくと固体が析出した。

問 1 下線部(a)について、溶質粒子が水分子を引きつける現象の名称を答えよ。

問 2 下線部(a)について、塩化カリウム水溶液中でイオンと水が結びついている様子を表す図の組み合わせとして最も適切なものを①～④から1つ選び、番号で答えよ。



問 3 塩化カリウム，塩化ナトリウム，硝酸カリウム，硝酸ナトリウム(各 100 g)のうち，50℃の水 200 g に完全に溶ける物質をすべて選び，組成式で答えよ。

問 4 下線部(b)について，60℃の硝酸カリウムの飽和水溶液の質量パーセント濃度を有効数字2桁で求めよ。

問 5 下線部(c)のように，物質の種類によっては，高温の溶液を冷却すると，溶質が析出する。この現象を利用して，固体物質を精製する操作の名称を答えよ。

問 6 【実験 1】の操作により析出した結晶の質量[g]を有効数字 2 桁で求めよ。

計算過程も記入せよ。

問 7 【実験 2】の操作により、最初に析出する物質の組成式を答えよ。ただし、

水は蒸発しないものとする。また、析出する温度に最も近い値を①～⑦から

1 つ選び、番号で答えよ。

① 0℃

② 5℃

③ 10℃

④ 15℃

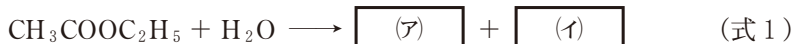
⑤ 20℃

⑥ 25℃

⑦ 30℃

2 次の文章[1]と[2]を読み、問1～問9に答えよ。

[1] 酢酸エチルは希塩酸を加えて加熱すると、加水分解する。この反応は、次の式で表される。



温度を一定に保ち、酢酸エチルの初濃度 $[\text{CH}_3\text{COOC}_2\text{H}_5]_0$ を変えて式1の反応を行った。反応開始直後の酢酸エチルの分解速度 v_0 を求めたところ、次の結果が得られた。

$$[\text{CH}_3\text{COOC}_2\text{H}_5]_0 = 0.100 \text{ mol/L のとき, } v_0 = 1.20 \times 10^5 \text{ mol/(L}\cdot\text{s)}$$

$$[\text{CH}_3\text{COOC}_2\text{H}_5]_0 = 0.200 \text{ mol/L のとき, } v_0 = 2.40 \times 10^5 \text{ mol/(L}\cdot\text{s)}$$

また、反応速度式は反応速度定数と酢酸エチルの濃度のみを用いて表すことができた。

この反応において、塩酸は反応速度を大きくする触媒としてはたらく。このとき、遷移状態にするための $\boxed{\text{ウ}}$ エネルギーは、触媒を使用しない場合と比較して $\boxed{\text{エ}}$ 。

次の実験を行った。塩酸を含む 0.100 mol/L の酢酸エチル水溶液を 30 °C で 10 分間加熱した。反応前後の酢酸エチルの濃度を表1に示す。

表1

時間 [min]	酢酸エチル [mol/L]
0	0.100
10	0.074

[2] 化合物A～Dはすべて液体であり、次の化学平衡が成り立っている。反応前後で温度と混合溶液の体積 V [L]は変わらないものとする。



触媒を用いて式2の反応を行うと、迅速に平衡に達する。このとき、平衡定数 K は触媒を使用しない場合と比較して $\boxed{\text{オ}}$ 。

次の実験を行った。ある容器に、A 1.00 mol と B 1.00 mol を混合し、
(a)
30 °C に保ったところ、平衡状態となった。このとき、容器内には A が
0.330 mol 存在していることがわかった。

問 1 と に当てはまる化合物を示性式で答えよ。

問 2 酢酸エチルの加水分解により切断される結合の名称を答えよ。

問 3 式 1 で表される化学反応の反応速度式を答えよ。ただし、反応速度 v 、反
応速度定数 k 、モル濃度 $[\text{CH}_3\text{COOC}_2\text{H}_5]$ を用いて答えよ。

問 4 に当てはまる適切な語句を答えよ。

問 5 に当てはまる適切な語句を①～③から 1 つ選び、番号で答え
よ。

- ① 大きくなる ② 変化しない ③ 小さくなる

問 6 表 1 のデータを用いて、反応開始から 10 分間の酢酸エチルの変化量
[mol/L]、酢酸エチルの分解速度 [mol/(L·min)]、酢酸エチルの平均濃度
[mol/L] および反応速度定数 k [/min] を有効数字 2 桁で求めよ。

問 7 式 2 で表される化学平衡の平衡定数 K を、化合物 A, B, C, D のモル濃
度 [A], [B], [C], [D] を用いて答えよ。

問 8 に当てはまる適切な語句を①～③から 1 つ選び、番号で答え
よ。

- ① 大きくなる ② 変化しない ③ 小さくなる

問 9 下線部(a)について、30 °C における平衡定数 K を有効数字 2 桁で求めよ。

3 次の文章[1]と[2]を読み、問1～問14に答えよ。

[1] アンモニア、セメント、鋼(鋼鉄)、プラスチックは、人間の衣食住に欠かせない物質であり、他の物質によって簡単に置き換えることができない。これらの物質は、世界の需要においても上位を占め、現在でもその使用量は増大しており、将来にわたって使い続けられると考えられている。現在、これら4つの物質を大量に合成するため、大量の化石燃料が使われている。これらの物質について化学的に考えてみよう。

アンモニアは、植物の必須元素である窒素の供給源であり、窒素肥料の原料である。アンモニアは、ハーバー・ボッシュ法といわれる触媒反応により、窒素分子と水素分子から合成されている。この反応は、 であり、反応後は反応前より分子数が するので、ルシャトリエの原理にしたがうと、 にするとアンモニアの生成量が最も大きくなる。

セメント(石灰石・粘土・セッコウなどの混合物)は、現在世界で50億トン近く使われており、上記4つの物質の中で最大の使用量である。セメントに砂利・砂・水を加えて固めたものを という。 は、ビルやダムなどの建造物に使用されており、圧縮に , 引っ張りに 。

鉄は赤鉄鉱や磁鉄鉱を多く含む鉄鉱石をコークスから生じる で還元して製造される。溶鉱炉の底から得られる炭素含有量約4%の鉄を という。高温にした を転炉に入れて酸素を吹き込み、炭素含有量を0.02～2%にしたものを鋼という。鋼は大きな引張強度をもち、 とともに建築材料として用いられることにより、人間の生活を支えている。

プラスチックは、石油などを原料として人工的に作られる合成高分子を主成分とし、さまざまな形に成形できる材料である。プラスチックは、安価でしかも腐らず丈夫な性質をもつため、我々の生活に欠かすことができない様々な製品を生み出してきた。一方、この腐らず丈夫な性質は廃棄する場合に欠点となっており、これまで埋め立てや焼却で処理されてきた。しかし、

4 次の文章を読み、問1～問6に答えよ。

ベンゼン環の炭素原子にアミノ基が直接結合した構造をもつ化合物を (ア) という。最も簡単な (ア) である アニリン を (イ) 水溶液で酸化すると、黒色物質ができる。この物質はアニリンブラックとよばれ、水に溶けにくく、染色に用いられる。また、アニリンのジアゾ化 で生成された 塩化ベンゼンジアゾニウム と他の芳香族化合物との反応^(b) によって、黄色や橙色、赤色のアゾ染料^(c) が生成される。

19世紀後半まで薬剤は天然物から得られていたが、現在では化学的に合成された薬剤が多く利用されている。例えば、(ウ) はアニリンと無水酢酸の反応によって合成される。(ウ) には (エ) 作用があり、かつては (エ) 剤として用いられていたが、副作用が強いため、現在はその誘導体である アセトアミノフェン が用いられる。同様に、ナトリウムフェノキシドを高温・高圧のもとで二酸化炭素と反応させ、その後、希硫酸と作用させて生じる (A) は鎮痛作用を示すが、粘膜障害を引き起こすため、現在では、(A) のヒドロキシ基をアセチル化することによって生じる (B) が (エ) 鎮痛剤として利用されている。

5 次の文章を読み、問1～問6に答えよ。

ポリエチレンやポリスチレンなどの合成高分子化合物は、重合度の異なる分子が集まってできており、各分子の分子量が広い範囲に分布している。そのため、合成高分子化合物の分子量は、各分子の分子量を平均した平均分子量^(a)で表される。平均分子量は、高分子溶液の粘度や を測定することによって求めることができる。合成高分子化合物は、一定の融点を示さず、加熱すると徐々にやわらかくなる。このやわらかくなり始める温度を という。また、合成高分子化合物の固体には、一般に分子が規則正しく配列した結晶部分と、不規則に配列した非結晶部分があり、同じ種類の合成高分子化合物であっても、非結晶部分が多いものほど密度が ，やわらかくなり、透明度が 。合成高分子化合物は、その用途に応じて合成繊維、合成樹脂、合成 などに分類される。

合成繊維には、ポリアミド系繊維、アクリル繊維などの種類がある。脂肪族ポリアミド系繊維はナイロンと呼ばれるのに対して、芳香族ポリアミド系繊維はアラミド繊維と呼ばれ、いずれもアミド基間の水素結合が形成されるため、高い強度を示す。特にアラミド繊維は、ナイロンよりも強度や耐熱性などにすぐれるため、防護服などに用いられる。ポリアクリロニトリルを主成分とするアクリル繊維は、衣料や毛布などに用いられている。アクリロニトリルと塩化ビニルを共重合^(b)させると、燃えにくい繊維が得られる。

合成樹脂には、加熱すると軟らかくなり、冷却すると再び硬くなる 樹脂と、加熱により重合反応が進み、しだいに硬くなる熱硬化性樹脂がある。 樹脂が、おもに鎖状構造の高分子からなるのに対して、熱硬化性樹脂は、加熱によって高分子間に架橋構造が生じ、 状構造となっている。熱硬化性樹脂には、フェノール樹脂や、メラミン樹脂などがある。メラミン樹脂は、メラミンとホルムアルデヒド^(c)から という重合反応により生成^(d)する。

問 1 ~ に当てはまる適切な語句を答えよ。

問 2 下線部(a)について、平均分子量が 2.14×10^5 のポリスチレンの平均重合度を有効数字 3 桁で求めよ。

問 3 と に当てはまる語句の組み合わせとして適切なものを、①~④から 1 つ選び、番号で答えよ。

① : (A) 高く, (B) 高い

② : (A) 高く, (B) 低い

③ : (A) 低く, (B) 高い

④ : (A) 低く, (B) 低い

問 4 下線部(b)について、アクリロニトリルと塩化ビニルの共重合により得られた繊維の平均分子量は 2.89×10^4 であり、1 分子中に平均 432 個のニトリル基(-CN)を含んでいる。この繊維は、アクリロニトリルと塩化ビニルをどのような物質量の比で共重合して得られたものか、最も簡単な整数の比で答えよ。また、計算過程も記入せよ。

問 5 下線部(c)のフェノール樹脂を合成する際、触媒として酸または塩基を用いると、異なる構造の中間生成物が生成する。それぞれの中間生成物の名称を答えよ。また、硬化させる際に硬化剤を加える必要がある中間生成物を生成するのは、どちらの触媒か答えよ。

問 6 下線部(d)のメラミンとホルムアルデヒドの構造式を記せ。

令和8年度 三重大学個別学力検査

問題訂正

[前期日程 理科 生物]

【生物】

3 32 ページ 問1 3行目~4行目

(誤) …以下の文章の (ア) ~ (エ) に当てはまる…

(正) …以下の文章の (ア) ~ (ウ) に当てはまる…

生 物

1 次の文章を読み、問1～問3に答えよ。

筋肉は体の様々な器官を動かすはたらきをする効果器で、横紋筋である骨格筋および心筋と、に分類される。骨格筋や心筋は多くのエネルギーを必要とするため、筋繊維内にはグリコーゲンが蓄えられており、呼吸や解糖により分解しATPを供給する。また、骨格筋の筋繊維はという形でもエネルギーを蓄えており、激しい運動などでATPが必要なときには、を使ってADPからATPが合成される。

骨格筋は腱を介してにつながれて運動を引き起こす。骨格筋は運動神経に支配されており、自らの意思によって収縮させることができる。神経筋接合部では、神経細胞からシナプス小胞に蓄えられたアセチルコリンが分泌され、これが終板の受容体に結合すると、筋繊維に活動電位が発生し、筋肉が収縮する。と呼ぶ。このアセチルコリンのように神経終末から放出される分子をと呼ぶ。放出されたアセチルコリンは細胞外でコリンに分解され、再利用のためにシナプス前膜に小分子と結合し、その分子を選択的に運ぶ膜タンパク質であるによって細胞内に取り込まれる。また、分泌に使われたシナプス小胞の膜成分は、細胞が細胞膜をくびれさせて外部の物質を取り込むはたらきであるによって細胞膜から細胞質内に回収される。

問1 文章中の～に入る適切な語句を答えよ。

問2 下線部(a)について以下の問いに答えよ。

- (1) 脳からの指令はニューロン(神経細胞)の細胞体や軸索を電気信号として伝わる。軸索では膜電位の瞬間的な変化である興奮が伝播する。この興奮の開始時に脱分極が刺激となって細胞内に流入するイオン、およびその後再分極を起こすために細胞外に排出されるイオンはそれぞれ何か、イオン式で答えよ。

- (2) 脊椎動物の神経は多くが有髄神経繊維であるが、有髄神経繊維は無髄神経繊維よりも高速に興奮を伝えることができる。これは有髄神経繊維の何という構造がどのような機能を果たすからか、20文字以内で答えよ。また、このような興奮の伝達様式の名称を答えよ。
- (3) 単一の神経繊維の軸索上に、図1のように点Aと点Bに刺激電極、点Cに記録電極を設置した。

単独刺激では、

- ・点Aを刺激すると、点Cでは7ミリ秒後に活動電位が記録された。
- ・点Bを刺激すると、点Cでは1ミリ秒後に活動電位が記録された。

点Aと点Bを同時に刺激した場合、点Cで活動電位が記録される時刻として最も適切なものを次の①～④の中から1つ選べ。

- ① 1ミリ秒後と7ミリ秒後 ② 1ミリ秒後
③ 4ミリ秒後 ④ 7ミリ秒後

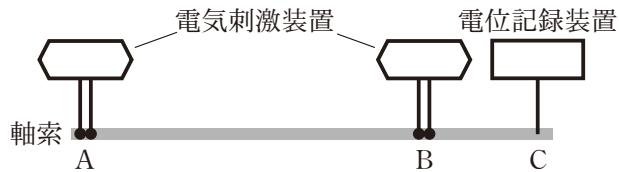


図1：単一軸索上における実験の概略図

問 3 下線部(b)の筋肉の収縮について以下の問いに答えよ。

- (1) 以下の文章中の (キ) ~ (ク) に入る適切な語句を答えよ。

骨格筋の収縮装置は太いミオシンフィラメントと細いアクチンフィラメントが規則正しく配列し、(キ) という構造をつくっている。

(キ) の両端はZ膜で仕切られている。神経からのシグナルを受容し、筋繊維に活動電位が生じると、(ク) から Ca^{2+} が放出され、細胞質中の Ca^{2+} 濃度が上昇する。この Ca^{2+} が、(ケ) に結合すると、アクチンフィラメントとミオシン頭部との相互作用を阻害しているタンパク質の構造が変化し、ミオシン頭部がアクチンフィラメントと結合できるようになる。その結果、アクチンとミオシンの相互作用によって (キ) の長さが短くなり、筋繊維が縮むことで筋肉は収縮する。興奮が収まると、細胞質内の Ca^{2+} は能動的に (ク) に回収され、細胞質内の Ca^{2+} 濃度が低下して筋肉は弛緩する。

- (2) (キ) の構造の模式図を下の図2に示す。ミオシンフィラメントが存在する領域を暗帯、アクチンフィラメントのみが存在する領域を明帯という。さらに、暗帯のうち、中央部のミオシンフィラメントのみが存在する領域をH帯という。骨格筋が弛緩状態から収縮する際にそれぞれの領域の広さがどうなるか、正しい組み合わせを選択肢①~⑦の中から選べ。

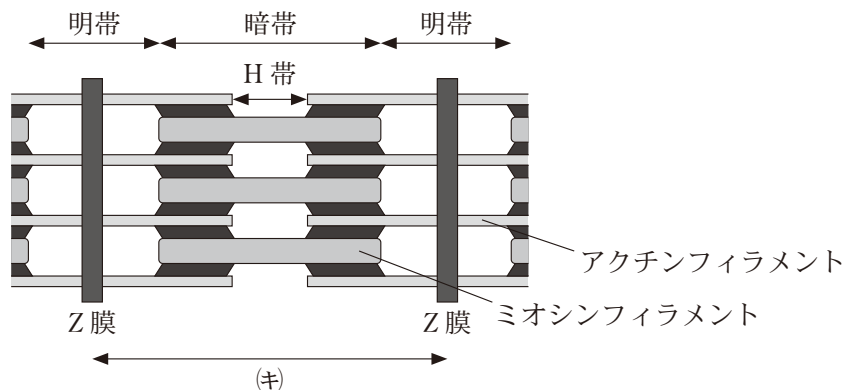


図2：(キ)の構造の模式図

選択肢	明 帯	暗 帯	H 帯
①	狭くなる	変わらない	変わらない
②	変わらない	狭くなる	変わらない
③	変わらない	変わらない	狭くなる
④	狭くなる	狭くなる	変わらない
⑤	変わらない	狭くなる	狭くなる
⑥	狭くなる	変わらない	狭くなる
⑦	狭くなる	狭くなる	狭くなる

(3) 神経筋標本を作製し、物質 X または Y をそれぞれ加え、神経または筋肉に電気刺激を与えて筋肉の収縮と弛緩とを観察した。結果は以下の様になった。

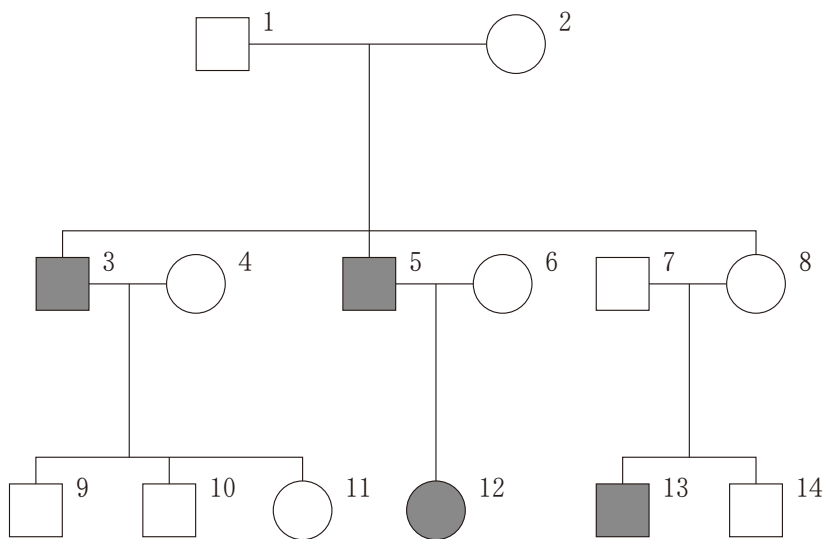
- ・物質 X：神経を刺激しても収縮しないが、筋肉を刺激すると収縮し、その後弛緩する。
- ・物質 Y：神経と筋肉のどちらを刺激しても収縮するが、弛緩せず収縮したままである。

これらの結果から考えられる物質 X および Y のはたらきとして最も適切なものを、次の①～⑤の中から1つずつ選べ。

- ① 筋肉の細胞質内の Ca^{2+} 濃度の上昇を阻害する。
- ② 筋肉の細胞質内の Ca^{2+} 濃度の低下を阻害する。
- ③ 電位依存性 Na^+ チャネルの機能を阻害する。
- ④ アセチルコリン受容体の機能を阻害する。
- ⑤ ミオシンの ATP を分解する機能を阻害する。

2 次の文章を読み、問 1、2 に答えよ。

あるヒト遺伝子 α には、アレル(対立遺伝子)A と a がある。アレル A を一つでも持つ場合、表現型は P となり、アレル A を持たない場合、表現型は Q となる。下の図は、ある家系の表現型を調査した結果である。□は男性、○は女性、白塗りは表現型 P、黒塗りは表現型 Q をそれぞれ意味する。個人の右肩には、それぞれの個人番号を付してある。なお、突然変異は起こらないものとする。



問 1 遺伝子 α が 性染色体上 にあるとして、次の(1)~(3)に答えよ。

- (1) この遺伝子はどの性染色体上に位置しているか、X または Y で答えよ。また、その理由を 40 字以内で記せ。
- (2) アレル a を確実に持つ女性の番号を、例にならって、全て記せ。
(例：1, 2, 3)
- (3) アレル a を持つかを確定できない個人の番号を全て記せ。

問 2 遺伝子 a が常染色体上にあるとして、次の(1)~(4)に答えよ。

- (1) アレルの組み合わせを確定できない個人の番号を全て記せ。
- (2) ある集団内のアレル A の遺伝子頻度が 0.6, アレル a の遺伝子頻度が 0.4 であるとき, 集団内の表現型 P の個人の頻度を答えよ。ただし, ハーディ・ワインベルグの法則が成り立つとする。
- (3) 複数の遺伝子が同一染色体上に存在する場合は互いに (ア) の関係にあり, 各々異なる染色体上にあるときは互いに (イ) の関係にあるという。(ア), (イ)に入る漢字 2 字の適切な語句を各々記せ。
- (4) 遺伝子 α, β, γ は, この順で同一染色体上に存在している。遺伝子座 α - β 間の組換え価は 0.2, 遺伝子座 β - γ 間の組換え価は 0.3 であった。遺伝子座 α - γ 間の組換え価を求めよ。

3 次の文章を読み、問1～問3に答えよ。

植物の葉は光合成をおこなう主要器官である。葉は表皮組織、葉肉細胞、維管束からなり、光合成は主に葉肉細胞でおこなわれ、特にさく状組織に含まれる細胞が重要な役割を果たしている。^(a) 表皮組織には、2個の孔辺細胞に囲まれた隙間である気孔が存在し、これが開くことで光合成に必要な二酸化炭素が葉内に取り込まれる。同時に、蒸散によって葉から水分が水蒸気として失われる。^(b) 気孔の開閉は、孔辺細胞が光の強さや土壌中の水分量などの環境要因の変化に^(c)応答して、自律的に調整されている。

問1 下線部(a)について、以下の問いに答えよ。

- (1) 双子葉植物の葉肉細胞は、主にさく状組織と海綿状組織に分けることができる。海綿状組織について説明した以下の文章の ～ に当てはまる最も適切な語句の組み合わせを、下の選択肢から1つ選び、番号で答えよ。

海綿状組織は、葉の 側に多く存在し、 形をした葉肉細胞が 並んだ組織である。そのため、細胞の間には隙間(細胞間隙)が多い。

選択肢	ア	イ	ウ
①	表	不規則な	密に
②	表	不規則な	まばらに
③	表	細長い	密に
④	表	細長い	まばらに
⑤	裏	不規則な	密に
⑥	裏	不規則な	まばらに
⑦	裏	細長い	密に
⑧	裏	細長い	まばらに

(2) 次の文章の ～ に当てはまる最も適切な語句を、それぞれ下の選択肢から1つずつ選び、記号で答えよ。

葉肉細胞内に多数存在する葉緑体は、光合成をおこなう場である。葉緑体の内部は、チラコイドとよばれる袋状の構造体と、その周囲の液状部分であるストロマから構成される。クロロフィル(葉緑素)は に多く存在する。光エネルギーを吸収するとクロロフィルは活性化されて を放出する。光化学系Iではこの を利用して が合成される。

- | | | |
|-------------|------------|---------|
| a. 維管束 | b. NADPH | c. ATP |
| d. チラコイド | e. ミトコンドリア | f. ストロマ |
| g. FT タンパク質 | h. 電 子 | i. 窒 素 |
| j. デンプン | | |

問 2 下線部(b)について、水分の損失をとまなう蒸散にはさまざまな機能がある。以下の説明のうち、蒸散の機能として最も適切なものを2つ選び、記号で答えよ。

- ア. ATP合成酵素の二酸化炭素に対する基質親和性を高める。
- イ. 日中の葉の温度の上昇を緩和する。
- ウ. 葉を食害する虫を物理的に排除する。
- エ. 根で吸収した水分を地上部へ上昇させる原動力となる。
- オ. 植物ホルモンのオーキシンの生成が促進され、細胞伸長の抑制を通じて茎を強固にする。

問 3 下線部(c)について、以下の問いに答えよ。

- (1) 環境要因と気孔の開閉との関係について、 ~ に当てはまる適切な語句を答えよ。

植物に光が当たると、気孔は開く。このとき、気孔の開口に最も有効な光は 色の光であり、その光を感知する受容体には とクリプトクロムがある。 が光情報を受け取ると、孔辺細胞への イオンの流入が促進され、孔辺細胞の が上昇する。その結果、水が孔辺細胞内に流入して細胞が膨らむ。孔辺細胞は、 の厚みや構造が不均一であり、気孔に面する側が伸びにくいいため、膨張した孔辺細胞は外側に曲がり、気孔が開く。一方、土壤が乾燥して植物体の水分が不足すると、植物ホルモンである が合成されて葉に移動する。このホルモンの作用によって孔辺細胞の が低下し、水が流出して孔辺細胞が縮み、気孔は閉じる。また、植物は光合成の基質である二酸化炭素の濃度にも反応し、その濃度が高まると、気孔は 。

- (2) 光合成が可能な条件下において、葉の表側と裏側に を塗布して孔辺細胞に作用させると、植物体に水分の不足がなくても気孔が閉じる。このとき、以下の問いにそれぞれ 60 字以内で答えよ。

ア. この処理を行った葉の光合成による二酸化炭素の吸収速度は見かけ上どう変化するか、理由も含めて答えよ。

イ. この処理を行った後、粘着テープなどで葉の裏側の表皮細胞と孔辺細胞を引きはがした直後の葉では、光合成による二酸化炭素の吸収速度は見かけ上どう変化するか、理由も含めて答えよ。

4 次の文章を読み、問1～問9に答えよ。

[A] 地球は約46億年前に誕生した。最初は水蒸気、、窒素、二酸化硫黄などから成るが表面を覆っていたが、その後、地球の温度の低下に伴い、約40億年前に海洋が生まれた。原始地球では無機物から単純な構造の有機物を経て複雑な有機物が生じ、^(a)それに続く細胞の誕生により、生物は出現した。最初の生物は約40億年前には出現し、現生の原核生物に近いものであったとされている。

約10億年前には小型のが出現し、その後、約6億5千万年前には比較的大型の軟体質の体を持つ生物が出現したとされている。オーストラリアではこうした生物の化石が数多く出現し、^(b)少なくともその一部は動物と考えられている。地球で最古の岩石が出現してから今日までを時代と呼び、大きく4つの時代に区分される。最初の時代は大型のが出現するまでの時代で、その次の古生代では急激に多様なが出現し、^(c)後半には多くの分類群において水中から地上への進出が起こった。

問1 本文中の～に適切な語を入れよ。

問2 下線部(a)についてこの過程を何と呼ぶか答えよ。

問3 下線部(b)について、この生物群の名前の由来となっている産地名を答えよ。

問4 下線部(c)について脊椎動物の体における大きな変化を3つあげよ。

問5 現生の原核生物は大きく2つのグループに分類されるが、これらのうち系統類縁関係において真核生物に近いグループの名前を答えよ。

[B] 生物の進化の道筋を系統といい、系統の枝分かれを樹状に示したものを系統樹という。系統樹の作成方法として、形態・生態・発生といった外見的特徴の類似性に基づく方法と、^(d)DNA の塩基配列、タンパク質のアミノ酸配列と^(e)といった分子情報に基づく方法の2つがあげられる。また、自然選択の影響を受けない場合、^(f)DNA の塩基配列の変化の速度は遺伝子ごとにほぼ一定であることから、この情報を用いることにより、進化における生物の出現時期を知ることができる。

問 6 下線部(d)の方法における問題点として、形態的特徴が類似した分類群が必ずしも進化において共通祖先に由来するものではない場合が存在する。この理由を 20 字以内で説明せよ。

問 7 下線部(e)の方法が(d)の方法より優れている理由について 40 字以内で説明せよ。

問 8 下線部(f)を何と呼ぶか答えよ。

問 9 自然選択の影響を受けない遺伝子において、突然変異が必ずしも集団内に残らない場合がある。この理由を 60 字以内で説明せよ。

5 次の文章を読み、問1～問6に答えよ。

窒素(N)は核酸やタンパク質などに含まれ、生物にとって必要不可欠な元素である。しかし、大気の約 %を占める窒素ガスを直接取り込み、窒素化合物に変換できる生物は多くはない。陸上生態系において、植物は主に土壤中のアンモニウムイオンや硝酸イオンなどの無機窒素化合物を根から吸収し、アミノ酸などの有機窒素化合物を合成する をおこなっている。また、動物は を通して、植物が合成した有機窒素化合物を直接的あるいは間接的に取り込んで利用している。動植物の遺体や排泄物中の有機窒素化合物は細菌や菌類などの分解者によって分解され、アンモニウムイオンとなる。アンモニウムイオンは 菌によって を経て、硝酸イオンに変換される。植物はこれらのアンモニウムイオンや硝酸イオンを再び吸収し、利用する。このように、陸上生態系内を窒素は循環している。

陸上生態系における炭素循環では、動植物の各個体と大気の間で による直接的なやり取りがある。それに対し、陸上生態系における窒素循環では、窒素固定による大気から生態系内への窒素の取り込みや脱窒による生態系内から 大気への窒素の放出 などの一部の経路を除き、生態系内での循環が主である。しかし、20世紀中頃から現在までの70～80年間にわたる人間活動の結果、生物にとって 利用しやすい形態の窒素の量が地球上で増加し、陸上生態系の窒素循環にも影響を及ぼすようになった。

問1 文中の に当てはまる最も適当な数値を以下から選び、記号で答えよ。

A. 50 B. 60 C. 70 D. 80 E. 90

問2 文中の ～ に当てはまる最も適当な語句を答えよ。

問3 下線部(a)に関連して、植物の有機窒素化合物合成において硝酸イオンがアンモニウムイオンと異なる点を60字以内で述べよ。

問 4 下線部(b)に関連して、窒素固定をおこなう細菌のうち、植物の根に共生するものの名称を一つ答え、その細菌と共生する植物の間でおこなわれていることを 100 字以内で説明せよ。

問 5 下線部(c)に関連して、陸上生態系における脱窒とはどのような反応か 60 字以内で説明せよ。

問 6 下線部(d)の生物にとって利用しやすい形態の窒素の量を地球上で増加させる要因となった人間活動として、化学肥料の使用量の増加が挙げられる。それ以外の要因として最も直接的かつ影響が大きいと考えられる人間活動を以下の選択肢から一つ選び、記号で答えよ。

- A. フロン(クロロフルオロカーボン)の放出量が増加した。
- B. 火山ガス放出量が増加した。
- C. 化石燃料の使用量が増加した。
- D. 世界の森林面積が増加した。
- E. プラスチックゴミの流出量が増加した。