

令和2年度入学試験問題（前期日程）

理 科
(医学部医学科)

物 理	1 ページから	6 ページまで
化 学	7 ページから	10 ページまで
生 物	11 ページから	14 ページまで

注 意 事 項

1. 受験番号を解答用紙の所定の欄(1か所)に記入すること。
2. 解答はすべて解答用紙の所定の欄に記入すること。
3. 解答時間は、100分である。

物 理

1 以下の文章中の に最も適切な数式、語句、または選択肢の記号を記入せよ。(20点)

問1 水平でなめらかな直線状の線路を動く電車がある。電車の天井からつるした長さ l の糸の一端に、質量 m のおもりをつけた単振り子を考える。おもりは電車の進行方向に平行な鉛直面内で小さな振幅で振動できるものとする。このとき、以下の文中の空欄にあてはまる式を求めよ。ただし、重力加速度を g とし、空気抵抗は無視するものとする。

静止した電車内で、単振り子のおもりを鉛直面内で小さな振幅で揺らしたときの周期は $2\pi\sqrt{\frac{l}{g}}$ である。電車が等加速度直線運動をはじめたところ、おもりは鉛直下方から角度 θ だけ後方に傾いたまま静止した。このとき、糸にかかる張力は ① であり、おもりにかかる慣性力は ② となる。さらに、おもりを鉛直面内で小さな振幅で揺らすと、その周期は ③ となる。

問2 密閉した容器の中に1モルの単原子分子理想気体が入っている。気体の圧力 p_1 [N/m²] と体積 V_1 [m³] の状態 A から図1-Iのように、A → B → C → A と変化させる。つまり、まず状態 A から体積 V_1 [m³] のまま変化させて、圧力 p_2 [N/m²] の状態 B にした。次に、状態 B から断熱膨張させて、圧力 p_1 [N/m²] と体積 V_2 [m³] の状態 C にした。最後に、状態 C から圧力一定のまま、もとの状態 A に戻した。ただし、気体定数を R [J/(mol·K)]、理想気体の定積モル比熱を $\frac{3}{2}R$ [J/(mol·K)]、定圧モル比熱を $\frac{5}{2}R$ [J/(mol·K)] とする。このとき、以下の各問に答えよ。

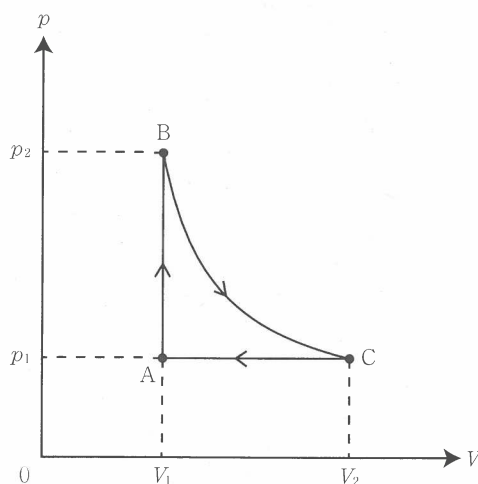


図1-I

(1) 状態 A から B において気体が吸収した熱量 Q_1 を求めると、 $Q_1 =$ ④ [J] となる。

(2) 状態 C から A において気体がされた仕事 W_1 を求めると、 $W_1 =$ ⑤ [J] となる。

問3 図1—IIのように、直方体の形をした半導体に対して、上向きに磁場をかけ左向きに電流を流した。このとき、面Pと面Qの間に電位差が生じた。

この現象を (ア) 右ねじの法則 (イ) ホール効果 (ウ) 電磁誘導 (エ) 光電効果 という。

キャリアが である場合、面Pに対して面Qの電位が低くなる。

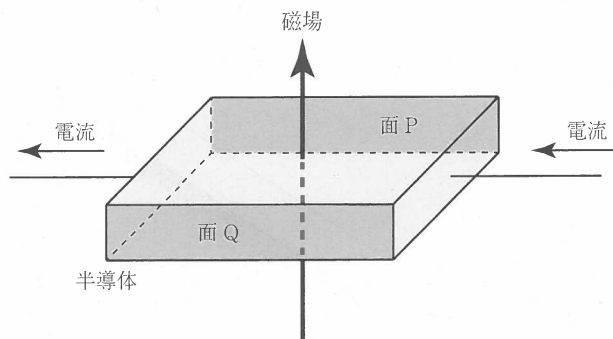


図1—II

問4 図1—III(a)は、 x 軸方向の正の向きに、振幅 A 、波長 λ 、周期 T で進む正弦波の時刻 $t=0$ における変位 y を1波長分についてだけ描いたものである。以下の各問に答えよ。ただし、円周率は π とする。

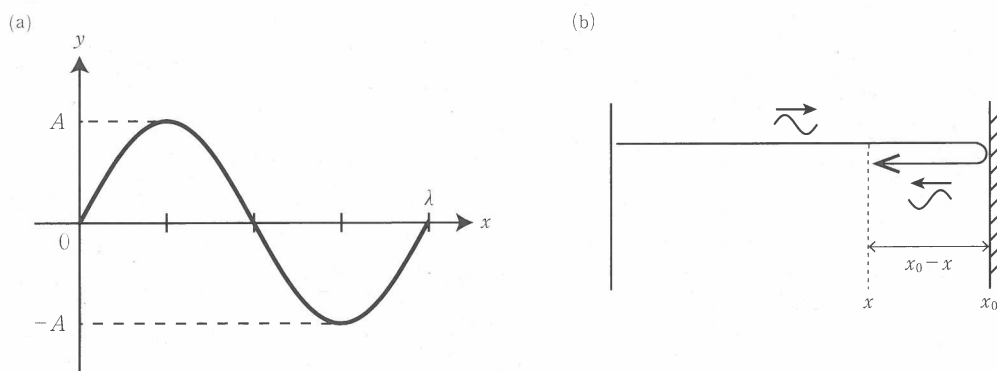


図1—III

- (1) 位置 $x=0$ での媒質の時刻 t における変位 y を表す式を求めると、 $y =$ となる。
- (2) 位置 x での媒質の時刻 t における変位 y を表す式を求めると、 $y =$ となる。
- (3) この波が位置 $x_0 (x_0 > 0)$ のところにある壁にぶつかり、位相が π だけずれる固定端反射をして、 x 軸の負の方向に進んだ。その様子を図1—III(b)に示す。この反射波の位置 x で、媒質の時刻 t における変位 y を表す式を求めると、 $y =$ となる。ただし、入射波と反射波の合成は考えない。

- 2 図2-Iのように、水平となす角 θ の固定された斜面がある。斜面上の点Aから点Bまではなめらかな面であり、点Bから点Cの間には摩擦がある。ここで、質量 m_1 の物体1と質量 m_2 の容器を軽い糸で結び、物体1を斜面上のAB間に置き、軽くてなめらかに回転する定滑車に糸をかけて容器をつるした。物体1と容器は、この状態で静止している。ただし、重力加速度を g とし、空気抵抗と物体の大きさは無視する。以下の各問に答えよ。(15点)

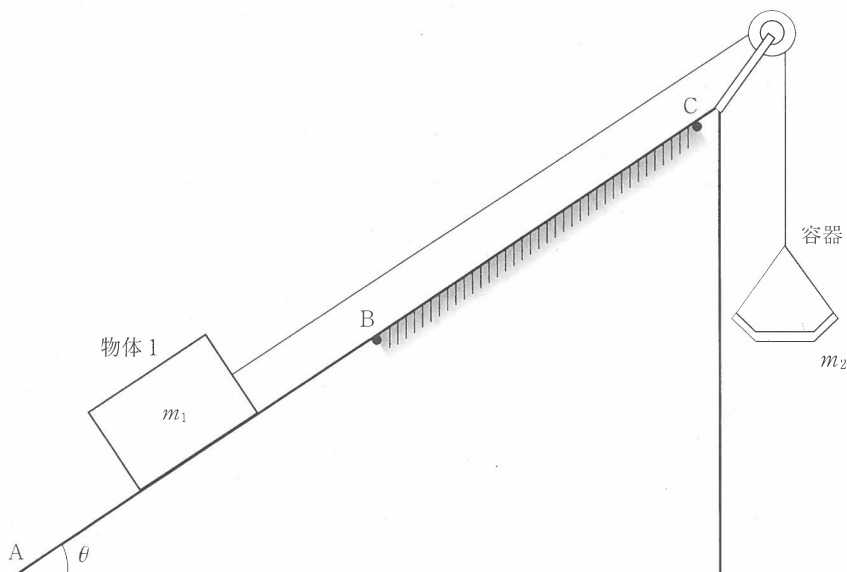


図2-I

問1 物体1が斜面から受ける垂直抗力の大きさを求めよ。

問2 糸の張力を T として、物体1に作用する斜面に沿ったつりあいの式を求めよ。

容器に質量 M のおもりを置いたところ、物体1が斜面上方に、容器が下方に、加速度 a でゆっくりと動き出した。ただし、斜面上方を加速度の正の向きとする。

問3 糸の張力を T' として、物体1に関する斜面に沿った運動方程式を書け。

問4 加速度の大きさを θ 、 g 、 m_1 、 m_2 、 M を用いて表せ。

その後、物体1が点Bを通過したときに糸を切った。物体1は動摩擦を受けて点Bから斜面に沿って距離 d だけ進んで、BC間で静止した。

問5 点Bを通過したときの物体1の速さを v とすると、物体1にはたらく動摩擦のした仕事の大きさを求めよ。

問6 点Bを通過後の物体1の速さと移動した距離の時間変化を表す適切なグラフを図2-IIの(ア)~(エ)の中から1つ選び、その記号で答えよ。

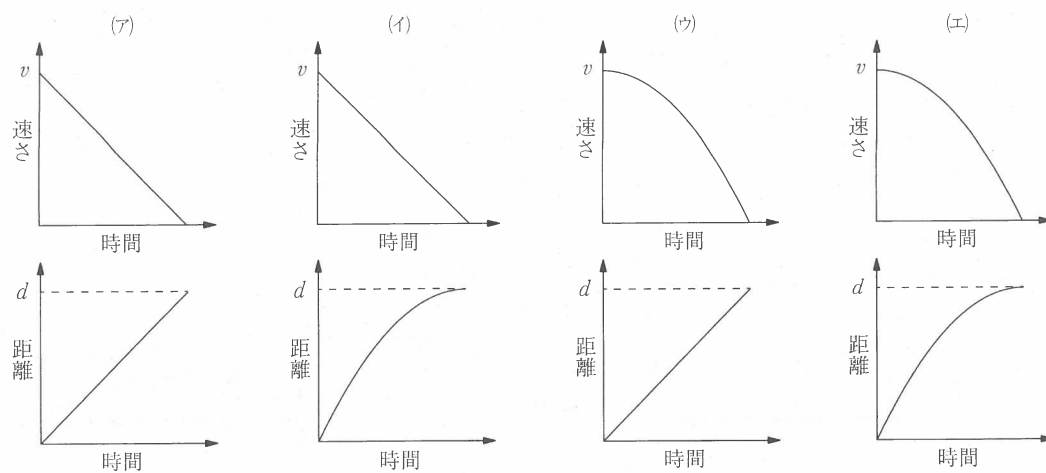


図2-II

3 以下のA, Bの各問に答えよ。(15点)

A 図3-I(a)のように、極板の面積 S 、極板間の距離 d の平行板コンデンサーが、内部抵抗の無視できる起電力 V の電池とスイッチ SW に接続されている。これらは真空中にあり、真空の誘電率を ϵ_0 とする。また、極板の端における電場(電界)の乱れは無視できる。

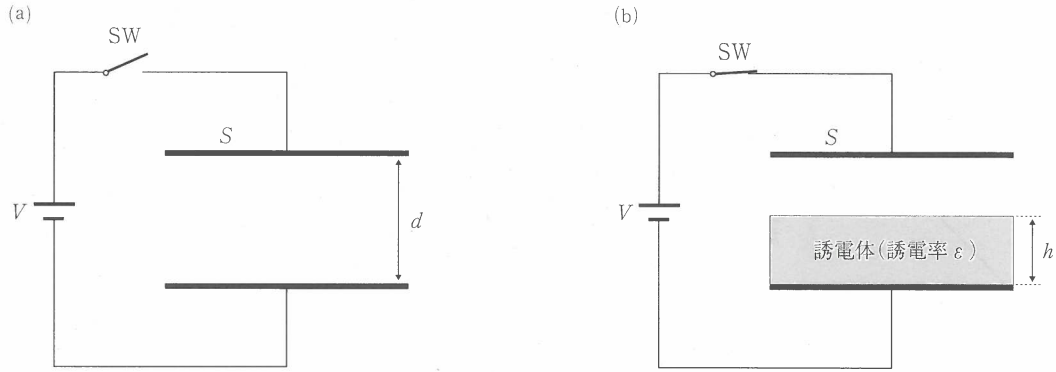


図3-I

図3-I(a)のスイッチ SW を閉じて平行板コンデンサーを充電したあと、コンデンサーの極板と同じ形をした厚さ h ($h < d$) の誘電体(誘電率 ϵ) を極板に沿ってゆっくりとなめらかに挿入し、図3-I(b)のようにコンデンサーの極板間に入れた。

- 問1 誘電体が挿入された平行板コンデンサーの電気容量(静電容量) C を ϵ_0 、 ϵ 、 d 、 h 、 S を用いて表せ。
- 問2 誘電体を挿入するために外力のした仕事 W を C_0 、 C 、 V を用いて表せ。ただし、 C_0 は誘電体が挿入されていないときの平行板コンデンサーの電気容量である。
- 問3 極板間に誘電体の一部を挿入すると、誘電体は極板間に引き込まれる。この現象が起こる理由を記述せよ。

B 図3—IIのように、正方形(1辺の長さ a)の1巻きコイルEFGHが xy 平面に置かれ、 z 軸方向に平行で磁束密度 B の一樣な磁場(磁界)がコイルの面を垂直に貫いている。磁束密度 B は、時刻 $t = 0$ から $5T$ までの間に図3—IIIのように時間変化する。ただし、コイルの自己誘導は無視するものとする。

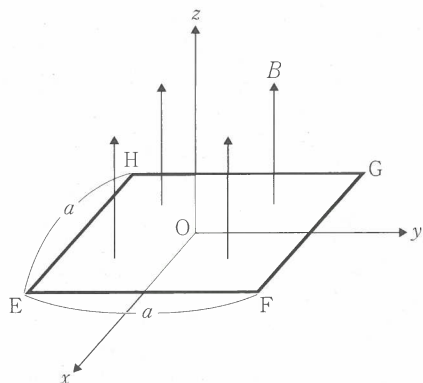


図3—II

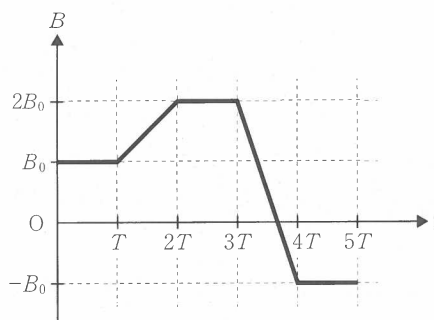


図3—III

問4 $T < t < 2T$ の間に、コイルに生じる誘導起電力の大きさ V を求めよ。

問5 $T < t < 2T$ の間に、コイルを流れる誘導電流の大きさを I_0 として、コイルの1辺EFが磁場から受ける力の大きさ F を求めよ。また、その力の向きを、以下の選択肢(ア)~(カ)の中から1つ選び、その記号で答えよ。

- (ア) x 軸の正の向き (イ) x 軸の負の向き (ウ) y 軸の正の向き (エ) y 軸の負の向き
 (オ) z 軸の正の向き (カ) z 軸の負の向き

問6 図3—IIIのように磁束密度 B が時間変化するとき、時刻 $t = 0$ から $5T$ までの間にコイルを流れる誘導電流 I を解答用紙の図に記入せよ。ただし、図中の I_0 は問5で用いた誘導電流の大きさであり、コイルを $E \rightarrow F \rightarrow G \rightarrow H \rightarrow E$ に流れる電流の向きを正とする。

化 学

必要があれば、原子量は次の値を用いなさい。

H = 1.00, C = 12.00, O = 16.00, Al = 27.0

1 次の文章を読んで、以下の各問に答えなさい。(18点)

2020年に開催される東京オリンピック・パラリンピックの選手村では、水素でエネルギーを供給することとなっている。水素は水の電気分解で製造可能であり、燃料電池で電気に変換して利用されるため、二酸化炭素を排出しないクリーンなエネルギー媒体として期待されている。水素利用の代表例である燃料電池自動車は、 500 km 走行可能な水素 5.00 kg が高压容器中に $7.0 \times 10^7\text{ Pa}$ で貯められている。一方、上記のように水素を高压で貯める方法の他に、液化や化学結合などを利用して貯める方法がある。例えば化学結合を利用した水素吸蔵合金は、結晶格子の隙間に水素が入り込んでいる。長崎ハウステンボスの「変なホテル」では、自然エネルギーで製造した水素を水素吸蔵合金入りの容器に貯めておき、必要に応じて水素を取り出して燃料電池で電気と熱を供給している。

問1 下線部(a)について、水の電気分解を行う場合、酸性と塩基性の水溶液中で進行する反応が異なる。それぞれの溶液において両極で進行する反応式を答えなさい。

問2 下線部(b)について、以下の(1)~(3)に答えなさい。

- (1) 燃料電池自動車が 1 km 走行するために必要な標準状態における水素の体積(L)を、計算過程を示し有効数字3桁で答えなさい。ただし、水素は理想気体としてふるまうものとする。
- (2) 水素 5.00 kg を 300 K 、 $7.091 \times 10^7\text{ Pa}$ で保存するために必要な容器の容積(L)を、計算過程を示し有効数字3桁で答えなさい。ただし、水素は理想気体としてふるまうものとする。
- (3) 現実では水素は実在気体であるため、(2)の条件で水素を保存する場合、理想気体とした場合に比べて1.45倍の容積が必要となる。このように理想気体と実在気体の違いを生み出す主要な原因を2つ答えなさい。

問3 下線部(c)について、液体水素の密度は 70.8 g/L である。この液体水素 70.6 L の質量(kg)を有効数字3桁で答えなさい。

問4 下線部(d)について、水素吸蔵合金 40.0 kg 入りの容器 229 L に 0°C 、 $1.013 \times 10^6\text{ Pa}$ の水素が貯められている場合、これと同じ物質量的水素を水素吸蔵合金の無い容器に同一の温度・圧力で貯めると 896 L の容積となった。このとき水素は合金の質量に対して何%取り込まれていたか、計算過程を示し有効数字3桁で答えなさい。ただし、水素は理想気体としてふるまうものとする。また、水素吸蔵合金は密度 8.00 g/cm^3 とし、水素の出し入れに伴う合金の体積膨張は無いものとする。

2 酸と塩基の反応について、以下の各問に答えなさい。(16点)

問1 以下の(1), (2)に答えなさい。

(1) 次の酸と塩基の組み合わせについて、完全に中和したときの化学反応式および生じた塩の名称をそれぞれ書きなさい。また、生じた塩の種類は正塩、酸性塩、塩基性塩のいずれであるか答えなさい。

- (a) 同じ物質量の炭酸と水酸化ナトリウム
 (b) 塩酸とアンモニア

(2) 上記(b)の組み合わせで生じた塩の水溶液は、中性、酸性、塩基性のいずれであるか、イオン反応式を用いて説明しなさい。

問2 次の文章を読み、以下の(1)~(3)に答えなさい。

0.10 mol/L 塩酸 25 mL と 0.10 mol/L 酢酸水溶液 25 mL をそれぞれ 0.10 mol/L 水酸化ナトリウム水溶液で滴定する。そのとき加えた水酸化ナトリウム水溶液の量と混合水溶液の pH との関係を図 I に示した滴定曲線が得られる。この滴定曲線を用いると、溶液の中和反応が完了した点や溶液が緩衝作用を示す範囲等を読みとることができる。

(1) 下線部(a)について、塩酸の滴定曲線は、図 I の曲線 A、曲線 B いずれであるか答えなさい。また、その曲線である理由を 2 つ答えなさい。

(2) 下線部(b)について、酢酸水溶液を水酸化ナトリウム水溶液で滴定したとき得られる中和点の pH を次の(ア)~(ウ)から 1 つ選び、記号で答えなさい。

- (ア) pH < 7 (イ) pH = 7 (ウ) pH > 7

また、その pH を示す理由について、下記の<式群>①式~⑨式の中から 3 つ選び、それを用いて説明しなさい。

(3) 下線部(c)を示す部分は図 I の曲線上のどの部分か。次の(ア)~(カ)の中からすべて選び、記号で答えなさい。

- (ア) 曲線 A 5 ~ 20 mL (イ) 曲線 A 20 ~ 30 mL (ウ) 曲線 A 30 ~ 50 mL
 (エ) 曲線 B 5 ~ 20 mL (オ) 曲線 B 20 ~ 30 mL (カ) 曲線 B 30 ~ 50 mL

また、その滴定量付近で少量の水酸化ナトリウムを加えたとき緩衝作用を示す様子について、下記の<式群>①式~⑨式の中から 3 つ選び、それを用いて説明しなさい。

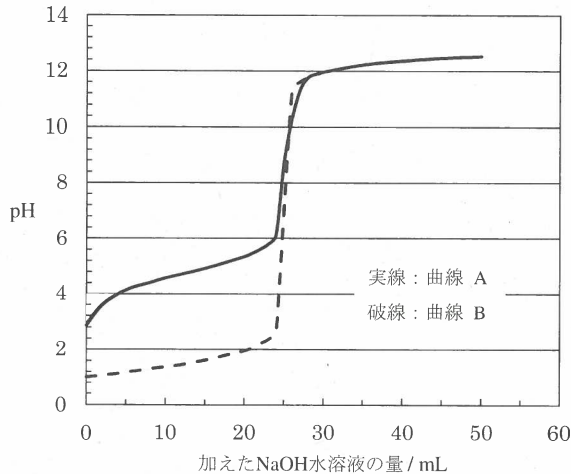


図 I 滴定曲線

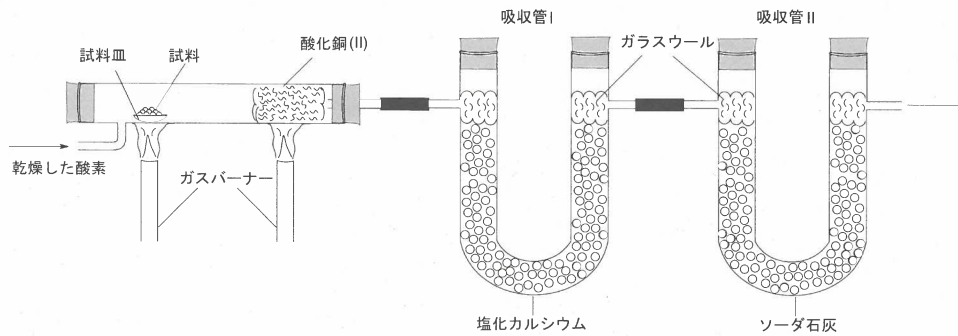
<式群>

- $\text{HCl} + \text{NaOH} \longrightarrow \text{NaCl} + \text{H}_2\text{O}$ ……①
 $\text{CH}_3\text{COOH} + \text{NaOH} \longrightarrow \text{CH}_3\text{COONa} + \text{H}_2\text{O}$ ……②
 $\text{HCl} \rightleftharpoons \text{Cl}^- + \text{H}^+$ ……③
 $\text{CH}_3\text{COOH} \rightleftharpoons \text{CH}_3\text{COO}^- + \text{H}^+$ ……④
 $\text{NaCl} \longrightarrow \text{Na}^+ + \text{Cl}^-$ ……⑤
 $\text{CH}_3\text{COONa} \longrightarrow \text{CH}_3\text{COO}^- + \text{Na}^+$ ……⑥
 $\text{CH}_3\text{COO}^- + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{CH}_3\text{COOH} + \text{OH}^-$ ……⑦
 $\text{HCl} + \text{OH}^- \longrightarrow \text{Cl}^- + \text{H}_2\text{O}$ ……⑧
 $\text{CH}_3\text{COOH} + \text{OH}^- \longrightarrow \text{CH}_3\text{COO}^- + \text{H}_2\text{O}$ ……⑨

3 次の文章を読んで、以下の各問に答えなさい。(16点)

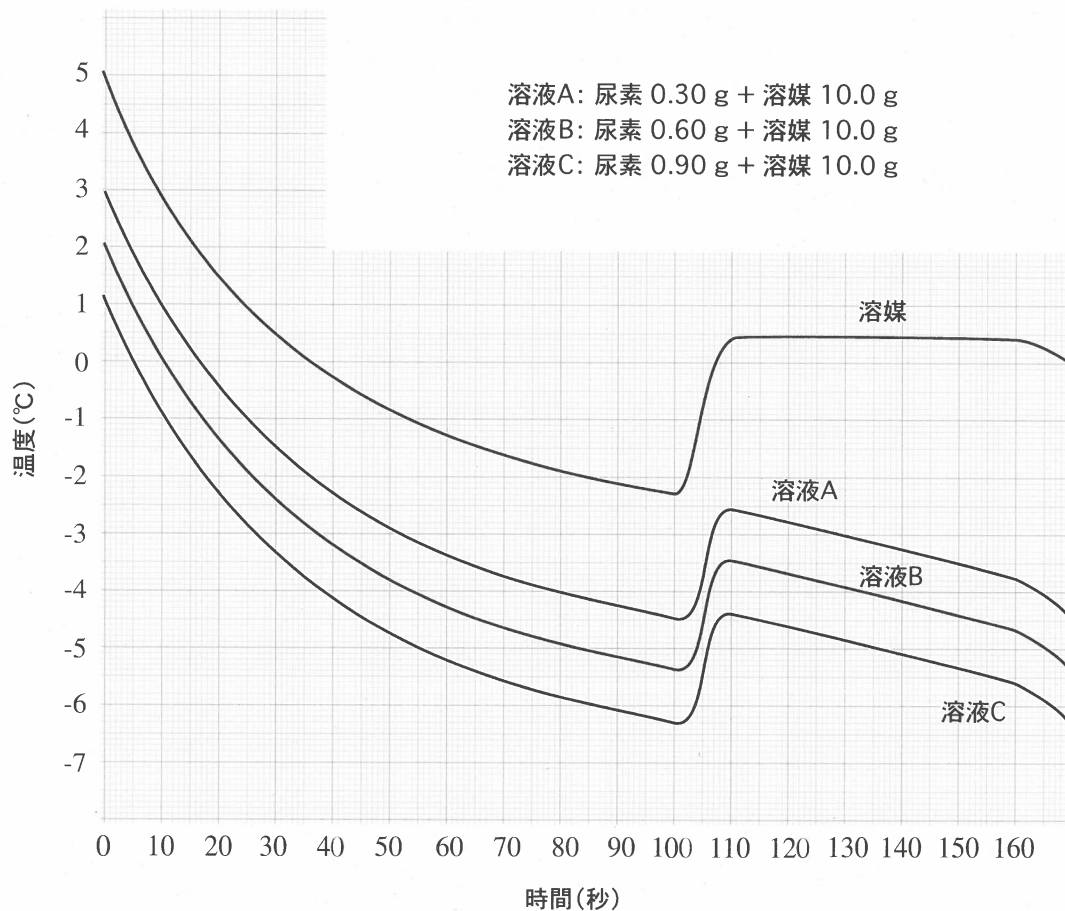
炭素、水素、酸素からなるアルコール X があり、X はヒドロキシ基以外の酸素原子をもたず、1つの炭素原子がヒドロキシ基を2つ以上もつこともない。また、X は不斉炭素原子をもたないものとする。アルコール X について、実験1～5を行った。

実験1 試料としてアルコール X 9.00 mg を図IIの実験装置を用いて完全燃焼させ、生じた燃焼ガスを吸収管IおよびIIで吸収したところ、吸収管Iは8.37 mg、吸収管IIは20.4 mg、それぞれ質量が増加した。



図II 元素分析装置

実験2 ある溶媒に尿素($\text{CH}_4\text{N}_2\text{O}$, 分子量 60.0)を溶かした3種類の溶液 A～C と溶媒との温度変化をそれぞれ測定し、図IIIの冷却曲線を作成した。次に、アルコール X 1.00 g を同じ溶媒 10.0 g に溶かした溶液 D を調製し、その凝固点降下度を測定し求めたところ 1.59 K であった。



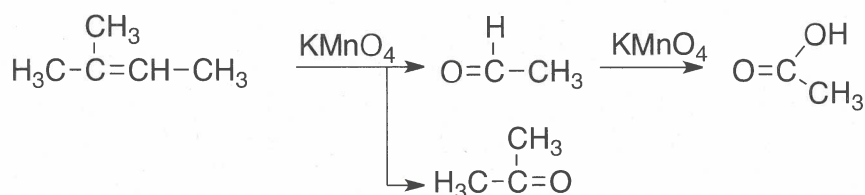
図III 溶媒と溶液の冷却曲線

実験3 アルコール X 5.80 g に十分な量の金属ナトリウムを作用させたところ、気体が発生した。

実験4 アルコール X に硫酸酸性の二クロム酸カリウム $K_2Cr_2O_7$ 水溶液を作用させたところ、カルボニル化合物が生じた。このカルボニル化合物とアンモニア性硝酸銀とを反応させたが、銀は析出しなかった。また、このカルボニル化合物に金属ナトリウムを作用させたところ、気体は発生しなかった。

実験5 アルコール X に濃硫酸を加えて加熱すると脱水反応がおこり、2種類の炭化水素が生じた。この混合物に硫酸酸性の過マンガン酸カリウム $KMnO_4$ 水溶液を加えると、すべての二重結合が開裂し3種類のアルデヒドが生じた。さらに酸化を続けると、3種類のジカルボン酸が得られた。

なお、過マンガン酸カリウム $KMnO_4$ 水溶液を用いた2-メチル-2-ブテンの酸化反応を例として図IVに示した。



図IV 2-メチル-2-ブテンの酸化

問1 実験1よりアルコール X の組成式を答えなさい。

問2 実験1と実験2よりアルコール X の分子式を推測し答えなさい。

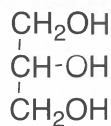
問3 実験3で発生した気体は何か名称を答えなさい。また、その気体の標準状態での体積(L)を答えなさい。ただし、その気体は理想気体としてふるまうものとする。

問4 実験3で発生した気体の採取法として最も適切な方法を(ア)~(ウ)の選択肢の中から1つ選び、記号で答えなさい。

(ア) 上方置換法 (イ) 下方置換法 (ウ) 水上置換法

問5 実験5で生じた3種類のジカルボン酸のうち、分子量が最も小さい化合物の名称を答えなさい。

問6 アルコール X の構造式を例にならって1つ書きなさい。ただし、立体異性体は考慮しなくてよい。



(例 グリセリンの構造式)

生 物

1 次の文章を読んで、以下の各問に答えなさい。(25点)

ハーディー・ワインベルグの法則が成立する集団は、以下の条件1～5をすべて満たす必要があり、そうした集団では、集団中の遺伝子頻度は、世代を超えて変化しない。

条件1：十分に大きな集団である

条件2：複数の遺伝子(対立遺伝子, アレル)間に生存や繁殖の面で差がない

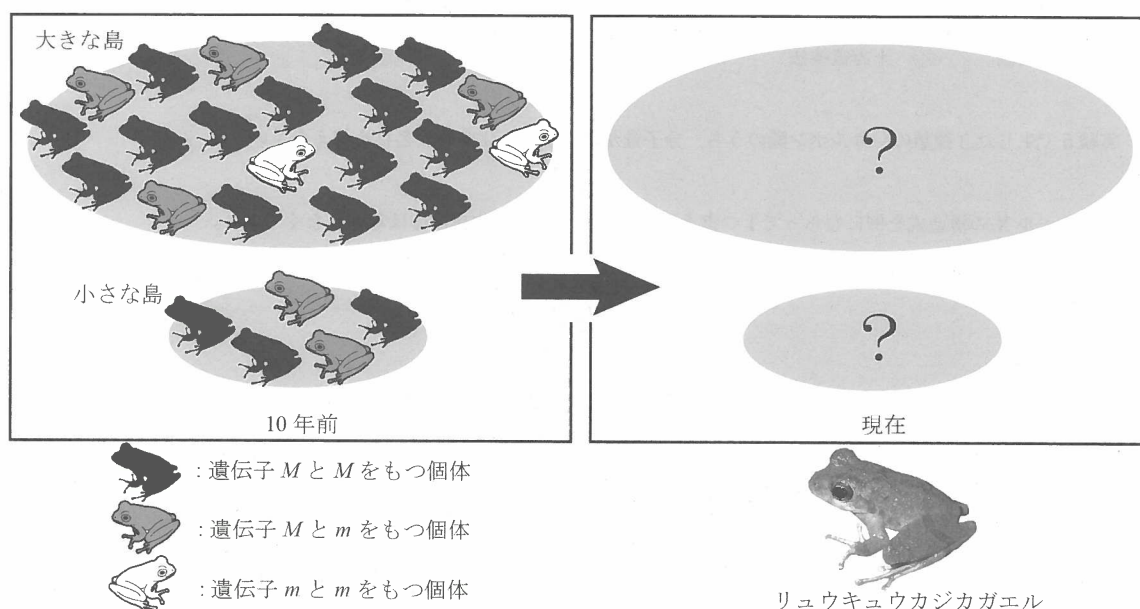
条件3：すべての個体が自由に交配(任意交配)している

条件4：他の集団との間に個体の移出入がない

条件5：遺伝子の突然変異は生じない

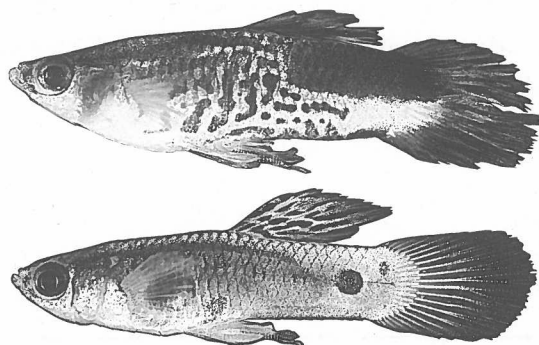
しかし、実際の野外集団では、これらの条件がすべて満たされることはほとんどなく、時間の経過とともに集団の中の遺伝子頻度に変化する。例えば、野外集団は条件1を満たさないことが多い。こうした集団では、条件2～5が成立している場合でも、遺伝子頻度の変化が生じる。

琉球太郎先生は、遺伝的浮動の影響と集団内の個体数の関係を調べるため、10年前と現在のリュウキュウカジカガエルのDNAに見られる遺伝的変異を、大きさの異なる二つの島で調査した。その結果、10年前の時点では、大きな島、小さな島とも、遺伝子頻度は、遺伝子 M : 80%、遺伝子 m : 20% であった。その後の10年間、両島のカエルの個体数に大きな変動は見られなかった。しかし、^(a)最初の調査から10年後の現在では、片方の集団の遺伝子頻度のみが、10年前に比べ、大きく変化していた(図I)。



図I 二つの島におけるリュウキュウカジカガエルの遺伝的変異の調査

条件2を満たさない場合でも、遺伝子頻度は時間の経過とともに変化する。グッピーでは、色彩の派手なオスほどメスに好まれ、繁殖する機会が多くなる。また、こうした色彩の特徴は遺伝することが知られている。琉球花子先生は、熱帯の河川でグッピーの観察を行った結果、捕食者の少ない河川上流域のグッピーは派手な色彩をもつ個体の割合が高く、捕食者の多い河川下流域のグッピーは地味な色彩をもつ個体の割合が高いことに気がついた(図Ⅱ)。そこで、地点間で色彩の違いがみられる理由を実験で検証するために、グッピーを河川のいろいろな地点から採集して、それらを混ぜて飼育繁殖させた。得られた子孫を200個体ずつ、捕食者のいる池と捕食者のいない池に入れて、再度、それぞれ飼育繁殖させた。10世代目になったところで、ふたつの池のオスの色彩を調べた。その結果、捕食者を入れた池では、実験開始時に比べ、地味な色彩をもつオスの割合が高くなっていった。一方、捕食者のいない池では、実験開始時に比べ、派手な色彩をもつオスの割合が高くなっていった。



図Ⅱ 派手な色彩をもつオスのグッピー(上)と地味な色彩をもつオスのグッピー(下)

問1 ハーディー・ワインベルグの法則が成立している集団の遺伝子座に遺伝子 H と h があるとす。親世代の遺伝子 H の遺伝子頻度を p 、遺伝子 h の遺伝子頻度を q とし、 $p + q = 1$ の関係が成り立つ場合に、子の世代での遺伝子型 ($HH : Hh : hh$) の比率を答えなさい。

問2 自由に交配(任意交配)していない集団として適切なものを(ア)~(オ)の中からすべて選び、その記号を記入しなさい。

- (ア) 派手なメスは派手なオスを好み、地味なメスは地味なオスを好む生物の交配
- (イ) 特定の場所に集まって繁殖する生物の交配
- (ウ) 近くの個体同士での繁殖が、他の組み合わせより頻繁に起きる生物の交配
- (エ) 集団内での個体の移動が大きい生物の交配
- (オ) 繁殖期が非常に短い生物の交配

問3 下線部(a)について、集団サイズ(リュウキュウカジガエルの個体数)は、島の大きさに比例するとし、条件2~5が成立しているとする。この場合、10年前と現在の間で、集団の遺伝子頻度に大きな変化が生じたのはどちらの集団か、「大きな」島の集団または「小さな」島の集団どちらかで答えなさい。また、そう考える理由を50字以内で説明しなさい。

問4 下線部(b)について、河川のいろいろなところからグッピーを採集し、それらを混ぜて繁殖させた子孫を実験に用いたことには、どのような意味があるか、「自然選択」と「変異」という用語を両方使って、80字以上100字以内で説明しなさい。

問5 下線部(c)について、捕食者のいない池では、実験開始時の世代よりも、派手な色彩をもつオスの割合が高くなった理由を80字以上100字以内で説明しなさい。

2 次の文章を読んで、以下の各問に答えなさい。(25点)

地球環境変動の影響のひとつとして、海水温の上昇が起こっていると考えられており、近年、琉球列島のサンゴ礁で白化現象が観察されている。このように、環境の変動によって、生物は高温にさらされる機会が増えることになるだろう。多くの生物は過度の高温などの環境ストレスへの対処法を備えている。生体機能の多くは、タンパク質に依存しており、タンパク質の機能は、比較的弱い結合で維持された立体構造に依存している。そのため、高温ではタンパク質が変性しやすくなる。そのような状況において、タンパク質の立体構造形成の補助を行うシャペロンと呼ばれる一群のタンパク質が活躍する。過度の高温以外にも、アミノ酸欠乏、グルコース欠乏、ウイルス感染などでも、細胞内でストレスに対する応答が起こる。例えば、ストレス応答のひとつとして、翻訳開始の抑制が起こる。この時、ストレス応答に必要なタンパク質の合成は抑制されない。ストレス応答に関与するあるシャペロン遺伝子の転写産物(mRNA)から逆転写されたDNAのセンス鎖(非鋳型鎖)の塩基配列のうち、最初の300塩基を図Ⅲに示す。このDNAの塩基配列のTをUと考えれば、mRNAの塩基配列として読むことができる。また、遺伝暗号表(表Ⅰ)を用いれば、この塩基配列をアミノ酸配列に変換して考えることが可能となる。

表Ⅰ 遺伝暗号表

		コドンの二番目の塩基									
		U		C		A		G			
コドンの一番目の塩基	U	UUU	フェニルアラニン (Phe)	UCU	セリン (Ser)	UAU	チロシン (Tyr)	UGU	システイン (Cys)	U	コドンの三番目の塩基
		UUC		UCC		UAC		UGC		C	
		UUA	ロイシン (Leu)	UCA		終止コドン	UGA	終止コドン	A		
		UUG		UCG			UAG	UGG	トリプトファン (Trp)	G	
	C	CUU	ロイシン (Leu)	CCU	プロリン (Pro)	CAU	ヒスチジン (His)	CGU	アルギニン (Arg)	U	
		CUC		CCC		CAC		CGC		C	
		CUA		CCA		CAA	グルタミン (Gln)	CGA		A	
		CUG		CCG		CAG		CGG		G	
	A	AUU	イソロイシン (Ile)	ACU	トレオニン (Thr)	AAU	アスパラギン (Asn)	AGU	セリン (Ser)	U	
		AUC		ACC		AAC		AGC		C	
		AUA		ACA		AAA	リシン (リジン) (Lys)	AGA	アルギニン (Arg)	A	
		AUG	メチオニン (Met) 開始コドン	ACG		AAG		AGG		G	
	G	GUU	バリン (Val)	GCU	アラニン (Ala)	GAU	アスパラギン酸 (Asp)	GGU	グリシン (Gly)	U	
		GUC		GCC		GAC		GGC		C	
		GUA		GCA		GAA	グルタミン酸 (Glu)	GGA		A	
		GUG		GCG		GAG		GGG		G	

1 GACGCCGGCC AAGACAGCAC AGACAGATTG ACCTATTGGG GTGTTTCGCG AGTGTGAGAG
 61 GGAAGCGCCG CGGCCTGTAT TTCTAGACCT GCCCTTCGCC TGGTTCGTGG CGCCTTGTGA
 121 CCCCgggccc CTGCCGCCTG CAAGTCGGAA ATTGCGCTGT GCTCCTGTGC TACGGCCTGT
 181 GGCTGGACTG CCTGCTGCTG CCCAACTGGC TGGCAAGATG AAGCTCTCCC TGGTGGCCGC
 241 GATGCTGCTG CTGCTCAGCG CGGCGCGGGC CGAGGAGGAG GACAAGAAG AGGACGTGGG

図Ⅲ あるシャペロン遺伝子の転写産物(mRNA)から逆転写されたDNAのセンス鎖(非鋳型鎖)の塩基配列
 (1番目～300番目)

左端の番号は、それぞれの行の左端の塩基番号を示す。5'末端→3'末端の方向で配列が示されている。

便宜上、10塩基ごとにスペースが入れられている。(NCBI Reference Sequence: NM_005347.5)

- 問1 タンパク質を構成するアミノ酸のうち、体内では合成できないため、体外から取り込まなければならないものの総称を答えなさい。
- 問2 タンパク質を構成するアミノ酸のうち、S-S結合(ジスルフィド結合)を形成するアミノ酸の名称を、表Iから選び、答えなさい。
- 問3 下線部(a)について、代表的な二次構造のうち、ジグザグ状の構造の名称を答えなさい。
- 問4 下線部(b)～(d)によるストレスに対して下線部(e)の応答が行われた場合、この応答が細胞においてどのようなことを防止すると考えられるか、「～を防止する」という形でそれぞれ説明しなさい。
- 問5 図Ⅲの塩基配列について、表Iを参考にして翻訳開始位置の塩基番号を答えなさい。
- 問6 ストレスに対する応答として、一般的な開始コドンとは1塩基異なるロイシンを指定するコドンも開始コドンとして使用される場合がある。その開始コドンは何か、表Iを参考にして二つ答えなさい。
- 問7 5'末端に最も近いロイシンの開始コドンが用いられた場合、図Ⅲの塩基配列から合成される短いタンパク質(ペプチド)の配列は何か、表Iを参考にして答えなさい。アミノ酸配列には、表Iに示されているアミノ酸のアルファベット略号を用いること。
- 問8 ある生物がもつタンパク質の総体をプロテオームと呼ぶ。プロテオームに含まれるそれぞれのアミノ酸の割合(含有率)は、コドンの使用頻度にはほぼ比例していると考えられる。表Iから推測すると、プロテオーム中に最も少ないアミノ酸のひとつはメチオニンであるが、もうひとつ同程度の頻度のアミノ酸がある。そのアミノ酸の名称を、表Iから選び、答えなさい。また、そのアミノ酸のプロテオーム中の含有率は何%と推測されるか、小数点第三位を四捨五入して答えなさい。

解答例

物理解答用紙 (医学部医学科)

受験番号

1

①

$$\frac{mg}{\cos \theta}$$

②

$$mg \tan \theta$$

③

$$2\pi \sqrt{\frac{l \cos \theta}{g}}$$

④

$$\frac{3}{2}(p_2 - p_1)V_1$$

⑤

$$p_1(V_2 - V_1)$$

⑥

(イ)

⑦

正電荷 (ホール)

⑧

$$-A \sin \frac{2\pi t}{T}$$

⑨

$$-A \sin 2\pi \left(\frac{t}{T} - \frac{x}{\lambda} \right)$$

⑩

$$A \sin 2\pi \left(\frac{t}{T} - \frac{2x_0}{\lambda} + \frac{x}{\lambda} \right)$$

2

問 1

$$m_1 g \cos \theta$$

問 2

$$T = m_1 g \sin \theta$$

問 3

$$T' - m_1 g \sin \theta = m_1 a$$

問 4

$$\frac{m_2 + M - m_1 \sin \theta}{m_1 + m_2 + M} g$$

問 5

$$\frac{1}{2} m_1 v^2 - m_1 g d \sin \theta$$

問 6

(イ)

3

A

問 1

$$C = \frac{\epsilon_0 \epsilon S}{\epsilon d + (\epsilon_0 - \epsilon) h}$$

問 2

$$W = \frac{1}{2} (C_0 - C) V^2$$

問 3

極板間の電場により生じた誘電分極によって現れた誘電体表面上の電荷が、極板上の電荷から静電気力を受けるから。

B

問 4

$$V = \frac{B_0}{T} a^2$$

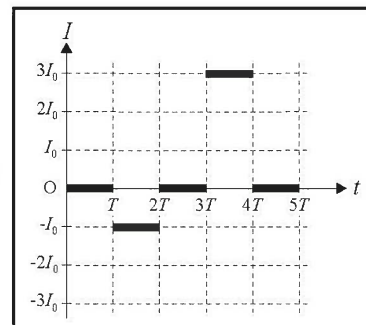
問 5

$$F = \frac{B_0}{T} a I_0 t$$

記号

(イ)

問 6



	得点
物 理	

解答例

化学解答用紙(医学部医学科)

受験番号	
------	--

1	問 1	酸性 陽極 $2\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{O}_2 + 4\text{H}^+ + 4\text{e}^-$	陰極 $2\text{H}^+ + 2\text{e}^- \rightarrow \text{H}_2$
		塩基性 陽極 $4\text{OH}^- \rightarrow \text{O}_2 + 2\text{H}_2\text{O} + 4\text{e}^-$	陰極 $2\text{H}_2\text{O} + 2\text{e}^- \rightarrow \text{H}_2 + 2\text{OH}^-$
	問 2	(1) $5000 [\text{g}] \div 500 [\text{km}] = 10.0 [\text{g/km}]$ $10.0 [\text{g}] \div 2.00 [\text{g/mol}] = 5.00 [\text{mol}]$ $5.00 [\text{mol}] \times 22.4 [\text{L/mol}] = 112 [\text{L}]$ 別解あり	(2) 気体の状態方程式 $PV = nRT$ から $7.091 \times 10^7 [\text{Pa}] \times X [\text{L}]$ $= 2500 [\text{mol}] \times 8.31 \times 10^3 [\text{LPa/Kmol}] \times 300 [\text{K}]$ これを解くと $X = 87.9 [\text{L}]$ 別解あり
		(3) 気体分子に体積があること、分子間力があること	
	問 3	$70.8 [\text{g/L}] \times 70.6 [\text{L}] \div 10^3 = 5.00 [\text{kg}]$	
	問 4	合金の体積: $40.0 [\text{kg}] \div 8.00 [\text{g/cm}^3] = 5.00 [\text{L}]$ 貯蔵容器の空間: $229 [\text{L}] - 5 [\text{L}] = 224 [\text{L}]$ 容器の空隙中の標準状態の水素量(ボイルの法則から): $224 [\text{L}] \times 1.013 \times 10^6 [\text{Pa}] = X [\text{L}] \times 1.013 \times 10^5 [\text{Pa}]$ $X = 2240 [\text{L}]$ $2240 [\text{L}] \div 22.4 [\text{L/mol}] = 100 [\text{mol}]$ 合金なしの水素量(ボイルの法則から): $1.013 \times 10^6 [\text{Pa}] \times 896 [\text{L}] = 1.013 \times 10^5 [\text{Pa}] \times X [\text{L}]$ $X = 8960 [\text{L}]$ $8960 [\text{L}] \div 22.4 [\text{L/mol}] = 400 [\text{mol}]$ 吸った水素量と割合: $400 [\text{mol}] - 100 [\text{mol}] = 300 [\text{mol}]$ $300 [\text{mol}] \times 2.00 [\text{g/mol}] = 600 [\text{g}] = 0.600 [\text{kg}]$ $0.600 [\text{kg}] \div 40.0 [\text{kg}] \times 100 = 1.50 [\%]$ 別解あり	

2	問 1	(1)(a) $\text{H}_2\text{CO}_3 + \text{NaOH} \rightarrow \text{NaHCO}_3 + \text{H}_2\text{O}$	名称 炭酸水素ナトリウム	種類 酸性塩
		(b) $\text{HCl} + \text{NH}_3 \rightarrow \text{NH}_4\text{Cl}$	名称 塩化アンモニウム	種類 正塩
		(2) NH_4Cl は $\text{NH}_4\text{Cl} \rightarrow \text{NH}_4^+ + \text{Cl}^-$ のように電離し、 NH_4^+ の一部は $\text{NH}_4^+ + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{NH}_3 + \text{H}_3\text{O}^+$ として反応し、 H_3O^+ の濃度が増加するので酸性となる。		
	問 2	(1)曲線 B	理由 加えた水酸化ナトリウムの量が 0 mL の時(即ち、0.10 mol/L 塩酸)の pH が1である。強酸と強塩基の中和であるから、中和点の pH は7となる。強酸と強塩基の中和であるから、中和点付近の pH の変化が急激である。 など	
		(2)記号 (ウ)	説明 中和点では、②式のように酢酸が全て水酸化ナトリウムと反応して酢酸ナトリウムの水溶液となるが、生じた酢酸ナトリウムは⑥式のように完全に電離する。電離によって生じた酢酸イオンの一部は水と反応して⑦式に示すように酢酸を生成し、このとき水酸化物イオンを生じるので中和点の溶液は pH > 7 (塩基性)を示す。	
		(3)記号 (ア)	説明 この部分の溶液は、中和反応によって生じた酢酸ナトリウムと未反応の酢酸(弱酸とその塩)の混合水溶液であり、酢酸ナトリウムは⑥式のようにほぼ完全に電離し、酢酸は④式のように一部が電離する。従って、この混合水溶液中には酢酸分子と酢酸イオンが多量に存在するので、少量の水酸化ナトリウム溶液を加えても、水酸化物イオンは⑨式のように酢酸分子と中和反応して、その濃度がほとんど増加せず、水溶液の pH はほぼ一定に保たれる。	

3	問 1	$\text{C}_3\text{H}_6\text{O}$	問 2	$\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_2$	
	問 3	名称 水素	体積	1.12 [L]	
	問 4	(ウ)	問 5	シュウ酸	
	問 6	$ \begin{array}{c} \text{H}_2\text{C} - \text{CH}_2 \\ / \quad \backslash \\ \text{HO} - \text{CH} \quad \text{CH} - \text{OH} \\ \backslash \quad / \\ \text{H}_2\text{C} - \text{CH}_2 \end{array} $			

採点欄

1	2	3	得点

解答例

生物（医学部医学科）解答用紙

1

問1

$$HH : Hh : hh = p^2 : 2pq : q^2$$

問2

(ア) と (ウ)

問3

小さな島の集団

小さな島の集団の方が、遺伝子頻度が世代間でずれる確率が高く、遺伝的浮動の影響が大きいから。

50

問4

自然選択には、集団内に変異がみられることが必要であり、実験開始時の世代に変異をもたせるために、いろいろなところから採集した多様な色彩をもつ個体を繁殖させてさまざまな変異をふくむ集団をつくった。

100

問5

捕食者のいない池では、生き延びる確率は派手なオスも地味なオスも等しいが、派手なオスの方がメスに好まれるから多くの子孫を残すことができ、その結果、実験開始時よりも、派手なオスの割合が増えたと考えられる。

100

2

問 1

必須アミノ酸

問 2

システイン

問 3

 β シート構造

問 4

(b)

アミノ酸欠乏による未完成のタンパク質の蓄積を防止する

(c)

翻訳に伴うエネルギー消費を防止する

(d)

ウイルスタンパク質の合成によるウイルスの増殖を防止する

問 5

218番目

問 6

UUG

CUG

問 7

Leu・Thr・Tyr・Trp・Gly・Val・Ser・Arg・Val

問 8

名称 トリプトファン

含有率

1.64

%