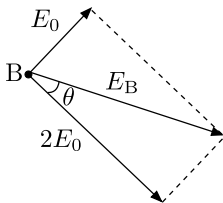


|      |  |     |  |
|------|--|-----|--|
| 受験番号 |  | 氏 名 |  |
|------|--|-----|--|

問1

|     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
|-----|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| (1) | <p>作用反作用の法則より、A が B から受ける力は、B が A から受ける垂直抗力と大きさが等しく、向きが反対である。A が B から受ける力の床に平行な成分の大きさは、次のように表される。</p> $N \sin 30^\circ = \frac{N}{2}$                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| (2) | <p>A の加速度の大きさを <math>a_A</math> とすると、A の運動方程式は <math>2ma_A = \frac{N}{2}</math> である。これより、</p> $a_A = \frac{N}{4m}$                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| (3) | <p>B の運動方程式の <math>x</math> 方向成分と <math>y</math> 方向成分は</p> $ma_x = N \sin 30^\circ + ma_A, \quad ma_y = mg - N \cos 30^\circ$ <p>である。ただし、<math>ma_A</math> は慣性力を表す。これらより、</p> $a_x = \frac{N}{m} \sin 30^\circ + a_A = \frac{N}{2m} + \frac{N}{4m} = \frac{3N}{4m}, \quad a_y = g - \frac{N}{m} \cos 30^\circ = g - \frac{\sqrt{3}N}{2m}$                                                                                   |
| (4) | ⑥                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| (5) | $\frac{a_y}{a_x} = \tan 30^\circ = \frac{1}{\sqrt{3}} \text{ より, } \sqrt{3} a_y = a_x \Rightarrow \sqrt{3} g - \frac{3N}{2m} = \frac{3N}{4m} \Rightarrow N = \frac{4\sqrt{3} mg}{9}$                                                                                                                                                                                                                                        |
| (6) | <p>(5) より <math>N</math> は定数なので、(3) で求めた B の加速度の <math>y</math> 方向成分 <math>a_y</math> は定数である。したがって、B の <math>y</math> 方向の運動は等加速度運動である。求める時間を <math>t</math> とすると、<math>h = \frac{1}{2} a_y t^2</math> より、</p> $t = \sqrt{\frac{2h}{a_y}} = \sqrt{\frac{2h}{g - \frac{\sqrt{3}N}{2m}}} = \sqrt{\frac{2h}{g - \frac{\sqrt{3}}{2m} \times \frac{4\sqrt{3} mg}{9}}} = \sqrt{\frac{2h}{g - \frac{2g}{3}}} = \sqrt{\frac{6h}{g}}$ |

問2

|     |                                                                                                                                                                                                                                                                  |
|-----|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| (1) | <p><math>-2Q</math>の点電荷が作る電場の大きさは<math>2E_0</math>で向きはBからCへ向かう向きなので、Aにある点電荷が作る電場と合成すると、</p> $E_B = \sqrt{1 + 4}E_0 = \sqrt{5}E_0$                                              |
| (2) | <p>上図より, <math>\tan \theta = \frac{1}{2}</math></p>                                                                                                                                                                                                              |
| (3) | <p><math>V_B = V_0 - 2V_0 = -V_0</math></p>                                                                                                                                                                                                                      |
| (4) | <p><math>V_D = \sqrt{2}V_0 - 2\sqrt{2}V_0 = -\sqrt{2}V_0</math></p>                                                                                                                                                                                              |
| (5) | <p>BP = <math>x</math> とおく。AP = <math>r - x</math>, CP = <math>\sqrt{r^2 + x^2}</math><br/>         だから, <math>\frac{kQ}{r-x} - \frac{2kQ}{\sqrt{r^2+x^2}} = 0</math> となる。<br/> <math>x \leq r</math>に注意してこれを解くと, <math>x = \frac{r}{3}(4 - \sqrt{7})</math></p> |
| (6) | <p><math>W = q(V_D - V_B) = (1 - \sqrt{2})qV_0</math></p>                                                                                                                                                                                                        |

|      |  |     |  |
|------|--|-----|--|
| 受験番号 |  | 氏 名 |  |
|------|--|-----|--|

問 1

|     |     |     |     |     |     |     |     |
|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| (1) | (2) | (3) | (4) | (5) | (6) | (7) | (8) |
| (ア) | (オ) | (ア) | (ウ) | (エ) | (イ) | (エ) | (ウ) |

問 2

|     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                                                                                                                                                                    |
|-----|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| (1) | フェノールフタレイン                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | $\text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{HCl} \rightarrow \text{NaCl} + \text{NaHCO}_3$                                                                                     |
|     | メチルオレンジ                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | $\text{NaHCO}_3 + \text{HCl} \rightarrow \text{NaCl} + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$<br>( $\text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$ を $\text{H}_2\text{CO}_3$ と記しても可) |
| (2) | c                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                                                                                                                                                    |
| (3) | <p>実験Ⅱでは、空気の通気によって <math>\text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow 2\text{NaHCO}_3</math> が起こる。</p> <p>また、フェノールフタレインの変色までの塩酸の滴定値が実験Ⅰ (30 mL) より 6 mL 減ったことから、空気の通気により、<math>\text{Na}_2\text{CO}_3</math> が <math>(6/30) \times 100 = 20\%</math> 消費されたことが分かるので、</p> <p>空気通気前の <math>\text{Na}_2\text{CO}_3</math> の物質量は、<math>0.10 \text{ (mol/L)} \times 0.030 \text{ (L)} = 3.0 \times 10^{-3} \text{ (mol)}</math></p> <p>空気通気後の <math>\text{Na}_2\text{CO}_3</math> の物質量は、<math>3.0 \times 10^{-3} \text{ (mol)} \times 0.8 = 2.4 \times 10^{-3} \text{ (mol)}</math></p> <p>空気通気後の <math>\text{NaHCO}_3</math> の物質量は、<math>3.0 \times 10^{-3} \text{ (mol)} \times 0.2 \times 2 = 1.2 \times 10^{-3} \text{ (mol)}</math></p> <p>となる。</p> <p><math>\text{HCO}_3^-</math> の電離定数を <math>K_a</math> とすると、<math>K_a = [\text{H}^+][\text{CO}_3^{2-}]/[\text{HCO}_3^-] = 4.5 \times 10^{-11} \text{ (mol/L)}</math> となる。</p> <p><math>K_a</math> は非常に小さいため、<math>\text{HCO}_3^-</math> の電離による水溶液中の <math>[\text{CO}_3^{2-}]</math> の増加や <math>[\text{HCO}_3^-]</math> の減少を無視することができる。そこで、空気通気後の水溶液の体積を <math>V \text{ (L)}</math> とすると、</p> <p><math>[\text{CO}_3^{2-}] = 2.4 \times 10^{-3}/V \text{ (mol/L)}</math>, <math>[\text{HCO}_3^-] = 1.2 \times 10^{-3}/V \text{ (mol/L)}</math> とみなすことができるので、</p> <p><math>[\text{H}^+] = K_a \times [\text{HCO}_3^-]/[\text{CO}_3^{2-}] = 4.5 \times 10^{-11} \times (1.2/2.4) = (4.5/2.0) \times 10^{-11} = (9.0/4.0) \times 10^{-11} \text{ (mol/L)}</math></p> <p><math>\text{pH} = -\log_{10}[(9.0/4.0) \times 10^{-11}] = 11 - 2\log_{10}3.0 + 2\log_{10}2.0 = 11 - 0.96 + 0.60 = 10.64</math></p> <p>(計算の過程によっては <math>\log_{10}5.0</math> を使う場合もある。)</p> <p style="text-align: right;">(答) 10.64</p> |                                                                                                                                                                    |

|      |  |     |  |
|------|--|-----|--|
| 受験番号 |  | 氏 名 |  |
|------|--|-----|--|

問 1

|                      |          |      |         |
|----------------------|----------|------|---------|
| ア                    | イ        | ウ    | エ       |
| 同化                   | AUG      | 1431 | ミトコンドリア |
| オ                    | カ        |      |         |
| 細胞内共生<br>(共生のみでも OK) | シアノバクテリア |      |         |

問 2

|                                                                                                                          |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 基質レベルのリン酸化は、細胞質基質で行われる解糖系で、基質の分解により（あるいは基質のリン酸基を ADP に転移させることにより）ATP を合成することである。                                         |
| 酸化リン酸化は、ミトコンドリアの内膜に存在する電子伝達系に電子が受け渡される際に（あるいは、還元型補酵素が酸化する過程で）、内膜をはさんで形成された $H^+$ の濃度勾配を利用して内膜の ATP 合成酵素が ATP を合成することである。 |

問 3

(1)

|         |                                                  |
|---------|--------------------------------------------------|
| 細胞の名称   | 排除するしくみ                                          |
| マクロファージ | 食作用によって取り込み分解する。                                 |
| 好中球     | 食作用によって取り込み分解する。                                 |
| 樹状細胞    | 食作用によって取り込み分解する。<br>「断片化して獲得免疫の細胞に提示する。」が付加されても可 |
| NK 細胞   | 感染した細胞を攻撃して破壊する。                                 |

（裏面に続く）

(2)

|      |                                                                                                                |
|------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 予防接種 | 免疫記憶によって一度かかった感染症に強い抵抗力をもつことを<br>利用して、弱毒化した病原体などを接種して人工的に免疫記憶を<br>獲得させて病気を予防する。インフルエンザワクチンなど。                  |
| 血清療法 | 抗原を抗体が無害化することを利用して、動物にあらかじめ毒素や<br>病原体に対する抗体を作らせて、抗体を含む血清をヒトに注射することで侵入した<br>毒素の無毒化や感染症の治療をおこなう。ヘビ毒の無毒化と除去による治療。 |

問 4

|         |      |     |     |
|---------|------|-----|-----|
| ア       | イ    | ウ   | エ   |
| 生産者     | 消費者  | 分解者 | 食物網 |
| オ       | カ    |     |     |
| キーストーン種 | 間接効果 |     |     |

問 5

|                                                                                                                                                            |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 裸地・荒原に先駆種であるコケ・地衣類が生息し始める。それらの<br>生物の枯死体により土壌が形成され、草本が侵入して草原になる。<br>草原には、陽樹が侵入し、低木林が作られる。陽樹の成長により<br>林床に届く光が減ると、陰樹が増え始め、混交林となる。<br>最後に、陰樹が陽樹に置き換わり、極相林となる。 |
|                                                                                                                                                            |