

# 生物基礎・生物

## 問題 1

(1)

i)

|   |   |   |   |
|---|---|---|---|
| ア | d | イ | c |
| ウ | a | エ | e |
| オ | b |   |   |

ii)

|   |   |   |   |
|---|---|---|---|
| カ | g | キ | f |
| ク | h |   |   |

(2)

|    |   |    |   |
|----|---|----|---|
| a) | A | b) | B |
| c) | C | d) | C |
| e) | A | f) | B |

(3)

i)

|    |   |
|----|---|
| 記号 | d   |
| 理由 | 低温で操作することで、分画する構造体（細胞小器官）<br>が細胞内の加水分解酵素で分解されるのを防ぐため。 |

ii)

細胞破碎に用いる水溶液の浸透圧を細胞と等張に近づけることで、分画する構造体（細胞小器官）の膨張や破裂を防ぐため

iii)

チラコイド

(4)

リボソームで合成されたタンパク質は、小胞体に取り込まれる。小胞体からゴルジ体へ輸送される。ゴルジ体から分泌小胞によって細胞膜へ運ばれ、細胞外へ分泌される。

## 生物基礎・生物

### 問題 2

(1)

|   |       |   |        |
|---|-------|---|--------|
| ア | エチレン  | イ | アブシシン酸 |
| ウ | ジベレリン | エ | オーキシン  |
| オ | オーキシン | カ | エチレン   |

(2)

本来は、受粉の刺激によるめしべや子房でのジベレリン含量の増加や、受精によって形成された種子からのジベレリンの分泌により、子房の成長が促進され、果実の形成や成長が始まる。しかしながら、1回目のジベレリン処理により、受粉や受精が抑制されることにより、めしべや子房内でのジベレリン含量が増加せず、子房の成長が不十分ため、2回目のジベレリン処理により人為的に子房の発達を促進させる必要がある。

(3)

DNA 中のグアニンがアデニン相当分子に変換されるため、本来はグアニンとシトシンの対合であったものが、アデニンとチミンの対合に変異する。すなわち、DNA 中のグアニンがアデニンへ、シトシンがチミンに変化する。そのため、もとのコドンと異なるコドンとなり、もとのアミノ酸とは異なるアミノ酸や終止コドンに変異し、もとのタンパク質とは異なる性質のタンパク質となるため、野生型とは異なる表現型を示す。

(4)

|       |   |       |   |
|-------|---|-------|---|
| 変異体 A | b | 変異体 B | c |
| 変異体 C | a |       |   |

# 生物基礎・生物

## 問題3

(1)

|   |          |   |          |
|---|----------|---|----------|
| ア | ミトコンドリア  | イ | ATP      |
| ウ | 鞭毛       | エ | ゼリー層     |
| オ | 卵黄膜      | カ | 表層粒      |
| キ | 受精膜      | ク | 細胞分裂（発生） |
| ケ | 割球（割球細胞） | コ | 卵割腔      |

(2)

|              |      |
|--------------|------|
| 配偶子を介した生殖様式  | 有性生殖 |
| 配偶子を介さない生殖様式 | 無性生殖 |

(3)

|     |      |
|-----|------|
| i)  | b    |
| ii) | 先体突起 |

(4)

|   |
|---|
| c |
|---|

(5)

|   |         |   |        |
|---|---------|---|--------|
| A | 16（細胞期） | B | 8（細胞期） |
| C | 4（細胞期）  | D | 2（細胞期） |

## 生物基礎・生物

### 問題 4

(1)

|   |      |   |        |
|---|------|---|--------|
| ア | 生物群集 | イ | 非生物的環境 |
| ウ | 食物網  | エ | キーストーン |
| オ | 成長   | カ | 密度効果   |
| キ | 相変異  |   |        |

(2)

i)

標識個体と未標識個体が、均一に（十分に）混ざり合うための時間が必要であるため。

ii)

(計算過程)

$$30 \times 60/20 = 90$$

(推定個体数)

90 個体

(3)

|    |   |    |   |
|----|---|----|---|
| a) | × | b) | ○ |
| c) | ○ | d) | ○ |

(4)

集中分布

(5)

個体数が増すにつれて、餌や生活空間が不足したり、排せつ物が蓄積して環境が悪化したり、種内競争によって死亡率が増加したりすることにより、個体群の成長（個体数の増加）が抑えられるからである。

(6)

i)

群生相

ii)

飛翔能力が高まり、長距離を移動することができるようになるため、エサ不足や空間不足などを避けて、より低密度条件の場所へ移動することができるようになるから。

# 化学基礎・化学

## 問題 1

(1)

|             |   |
|-------------|---|
| 陽極での<br>反応式 | $2\text{Cl}^- \rightarrow \text{Cl}_2 + 2\text{e}^-$                      |
| 陰極での<br>反応式 | $2\text{H}_2\text{O} + 2\text{e}^- \rightarrow \text{H}_2 + 2\text{OH}^-$ |

(2)

|  |
|--|
| $2\text{NaCl} + 2\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{Cl}_2 + \text{H}_2 + 2\text{NaOH}$ |
|--|

(3)

|      |    |    |
|------|----|----|
| 電極 A | 陽極 | 陰極 |
| 電極 B | 陽極 | 陰極 |

(4)

|   |
|---|
| 電気量(C) = 電流(A) × 時間(s) より<br>$(0.24+0.22+0.21+0.20+0.20+0.19+0.17+0.17) \times 60 = 96 \text{ (C)}$ |
|---|

答 96 C

(5)

電極 A から発生した気体の物質量は

$$12.3 \times 10^{-3} \text{ (L)} \div [(22.4 \text{ (L/mol)} \times (300.3\text{ (K)})/273\text{ (K)})] = 0.50 \times 10^{-3} \text{ (mol)}$$

陰極でのイオン反応式より、 $\text{H}_2$  が 1 mol 発生するのに必要な電子は 2 mol なので、流れた電子の物質量は  $1.0 \times 10^{-3} \text{ (mol)}$

フアラデー一定数(C/mol) = 電気量(C) ÷ 電子の物質量(mol)なので  
(4)より、

$$96 \text{ (C)} \div 1.0 \times 10^{-3} \text{ (mol)} = 96000 \text{ (C/mol)}$$

有効数字を明示して、 $9.6 \times 10^4 \text{ (C/mol)}$

答  $9.6 \times 10^4 \text{ C/mol}$

(6)

|              |      |      |
|--------------|------|------|
| 気体が発生しなくなる電極 | 電極 A | 電極 B |
|--------------|------|------|

理由

電極 B (陽極) では、塩化物イオンのかわりに鉄が電子を放出してイオンとなって水溶液中に溶け出すから。

## 化学基礎・化学

### 問題 2

(1)

|   |         |   |   |
|---|---------|---|---|
| ア | 強 または 高 | イ | 低 |
| ウ | 高       | エ | 弱 |

(2)

|     |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
|-----|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| フッ素 | A | B | C | D | E | F | G | H | I |
| 臭素  | A | B | C | D | E | F | G | H | I |

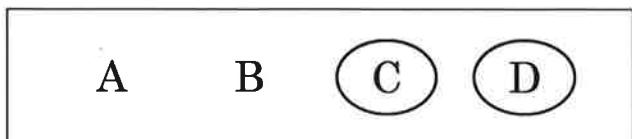
(3)

|   |  |
|---|--|
| ② | $\text{CaF}_2 + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{CaSO}_4 + 2\text{HF}$        |
| ④ | $\text{SiO}_2 + 6\text{HF} \rightarrow \text{H}_2\text{SiF}_6 + 2\text{H}_2\text{O}$ |

(4)

フッ化水素は、フッ素の電気陰性度が大きく、分子間で強い水素結合を形成するため、沸点が高くなる。

(5)



(6)

単位格子の頂点の原子の数が、 $\frac{1}{8} \times 8 = 1$

単位格子の面の原子の数が、 $\frac{1}{2} \times 6 = 3$

あわせると、 $1 + 3 = 4$

答 4

(7)

ヨウ素分子の分子量は  $I_2 : 127 \times 2 = 254$

単位格子中のヨウ素分子の数は 4 であることから、単位格子中のヨウ素分子の質量 [g] は

$$4 \times \frac{254}{6 \times 10^{23}}$$

よって、ヨウ素の分子結晶の密度は、単位格子の体積が  $3.4 \times 10^{-22} \text{ cm}^3$  であることから、

$$4 \times \frac{254}{6 \times 10^{23}} \times \frac{1}{3.4 \times 10^{-22}} = 4.98 \approx 5.0$$

答 5.0 g/cm<sup>3</sup>

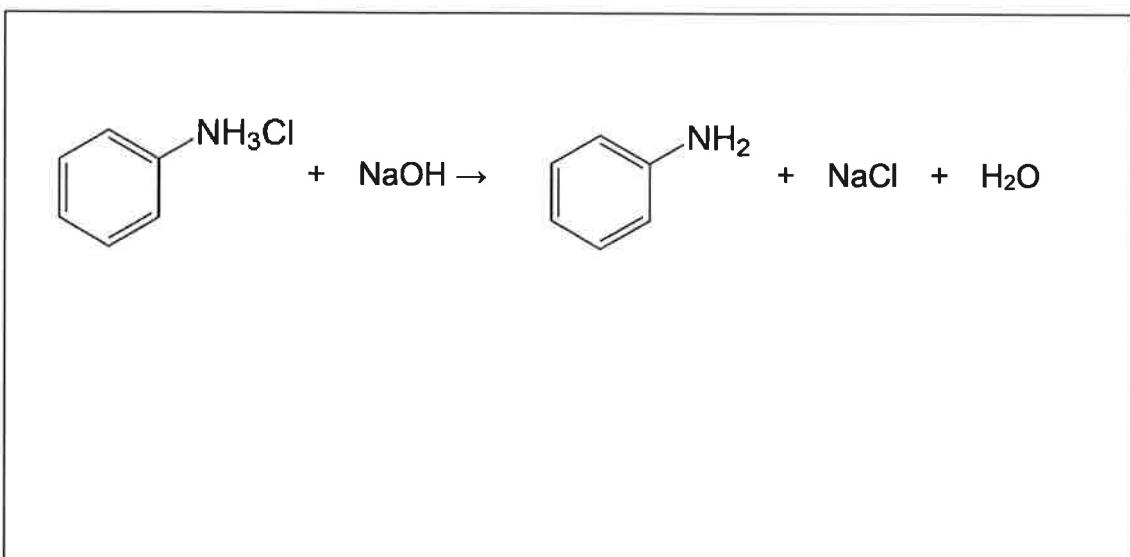
# 化学基礎・化学

## 問題3

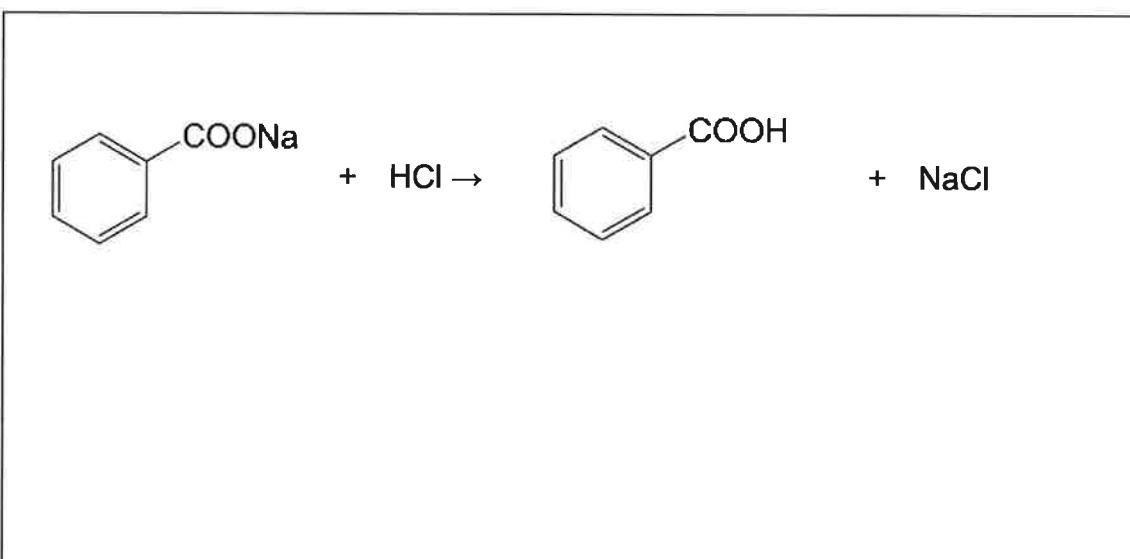
(1)

|    |   |            |
|----|---|------------|
| 上層 | 水 | (ジエチルエーテル) |
| 下層 | 水 | ジエチルエーテル   |

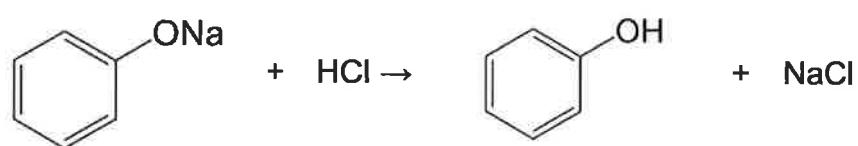
(2)



(3)



(4)



(5)

|   |      |      |       |         |
|---|------|------|-------|---------|
| A | アニリン | 安息香酸 | フェノール | ニトロベンゼン |
| B | アニリン | 安息香酸 | フェノール | ニトロベンゼン |
| C | アニリン | 安息香酸 | フェノール | ニトロベンゼン |
| D | アニリン | 安息香酸 | フェノール | ニトロベンゼン |

(6)

サリチル酸の分子量は、 $C_7H_6O_3$  より 138

無水酢酸の分子量は、 $C_4H_6O_3$  より 102

アセチルサリチル酸の分子量は、 $C_9H_8O_4$  より 180

サリチル酸 69 g の物質量は、 $69/138 = 0.50 \text{ mol}$

無水酢酸 153 g の物質量は、 $153/102 = 1.5 \text{ mol}$

サリチル酸の物質量の方が無水酢酸と比較して少ないので、反応が完全に進行した場合に得られるアセチルサリチル酸の物質量 :  $0.50 \text{ mol}$

実際に得られたアセチルサリチル酸の物質量  $45/180 = 0.25 \text{ mol}$

$$\text{収率 [\%]} = \frac{\text{実際に得られたアセチルサリチル酸の物質量 (mol)}}{\text{反応が完全に進行した場合に得られるアセチルサリチル酸の物質量 (mol)}} \times 100$$

より

$$\text{収率 [\%]} = \frac{0.25 \text{ (mol)}}{0.50 \text{ (mol)}} \times 100 = 50$$

答 50 %

# 化学基礎・化学

## 問題4

(1)

|   |       |   |    |
|---|-------|---|----|
| ア | 赤     | イ | 赤紫 |
| ウ | アミラーゼ |   |    |

(2)

|   |         |   |        |
|---|---------|---|--------|
| A | グルコース   | B | フルクトース |
| C | アミロペクチン | D | マルトース  |
| E | スクロース   |   |        |

(3)

水溶液が還元性を示さないため。

(4)

(a)

9.72 g のアミロペクチン( $\text{C}_6\text{H}_{10}\text{O}_5)_n$ におけるグルコースの物質量 [mol] は、

$$9.72 \div 162 = 0.0600 \text{ [mol]}$$

グルコースの分子量は 180 であるから、

$$0.0600 \times 180 = 10.8$$

有効数字 3 術より、得られたグルコースは 10.8 g である。

答 10.8 g

(b)



(c)

(a)より、

9.72 g のアミロペクチン( $\text{C}_6\text{H}_{10}\text{O}_5$ ) $n$  から得られるグルコースは 0.0600 mol である。

アルコール発酵では、1.00 mol のグルコースから、2.00 mol の  $\text{CO}_2$  が発生することから、

$$0.0600 \times 2.00 \times 44.0 = 5.28$$

有効数字3桁より、発生した  $\text{CO}_2$  は 5.28 g である。

答 5.28 g

## 物理基礎・物理

### 問題 1

(1)

(a)

速度は一定で水平方向の力はつりあっているので、

$$T_0 = \mu m g$$

答  $\mu m g$

(b)

$T_0$  の力で距離  $d$  だけ動かしたので、

$$W_0 = T_0 d_1$$

$$= \mu m g d_1$$

答  $\mu m g d_1$

(2)

(a)

物体に係る垂直抗力を  $N$  とすると

$$N = m g - T_1 \sin\theta$$

$$\text{動摩擦力} = \mu N$$

$$= \mu (m g - T_1 \sin\theta)$$

答  $\mu (m g - T_1 \sin\theta)$

(b)

速度は一定で水平方向の力はつりあっているので、糸の張力の水平成分と動摩擦力の大きさは等しい。

$$T_1 \cos\theta = \mu (m g - T_1 \sin\theta)$$

$$T_1 = \mu m g / (\cos\theta + \mu \sin\theta)$$

答  $\mu m g / (\cos\theta + \mu \sin\theta)$

(c)

糸の張力の水平成分は  $T_1 \cos\theta$  で距離  $d_2$  だけ動かしたので

$$W_1 = T_1 \cos\theta \times d_2 \quad (\text{ここまで}\dots)$$

$$= \mu m g d_2 \cos\theta / (\cos\theta + \mu \sin\theta)$$

答  $\mu m g d_2 \cos\theta / (\cos\theta + \mu \sin\theta)$

## 物理基礎・物理

### 問題 2

(1)

内部の気体の温度  $T_1$  [K] を用いて状態方程式より、

$$\left( P_0 + \frac{mg}{A} \right) h_1 A = nRT_1$$

$$T_1 = \frac{(P_0 A + mg)h_1}{nR}$$

答  $T_1 = \frac{(P_0 A + mg)h_1}{nR}$

(2)

加熱後の温度を  $T_2$  [K] と置く。(1)と同様に、

$$T_2 = \frac{(P_0 A + mg)h_2}{nR}$$

定圧変化で吸収した熱量  $Q_1$  [J] について、

$$\begin{aligned} Q_1 &= \frac{5}{2} nR\Delta T = \frac{5}{2} nR(T_2 - T_1) = \frac{5}{2} nR \left\{ \frac{(P_0 A + mg)h_2}{nR} - \frac{(P_0 A + mg)h_1}{nR} \right\} \\ &= \frac{5}{2} (P_0 A + mg)(h_2 - h_1) \end{aligned}$$

答  $Q_1 = \frac{5}{2} (P_0 A + mg)(h_2 - h_1)$

(3)

単原子理想気体の定積モル熱容量  $C_V$  [J/(mol·K)] は、

$$C_V = \frac{3}{2}R$$

ここで、 $Q_2$  [J] は次のように表される。

$$Q_2 = n \frac{3}{2} R \Delta T$$

ゆえに、

$$\Delta T = \frac{2Q_2}{3nR}$$

答  $\Delta T = \frac{2Q_2}{3nR}$

(4)

ピストンに及ぼされる重力の分解と外部の圧力より、シリンダ内部の気体の圧力  $P_1$  [Pa] は、

$$P_1 = P_0 - \frac{mg}{A} \sin \theta$$

状態方程式より、

$$P_1 h_3 A = \left( P_0 - \frac{mg}{A} \sin \theta \right) h_3 A = nRT_1$$

ゆえに、

$$h_3 = \frac{nRT_1}{P_0 A - mg \sin \theta}$$

答  $h_3 = \frac{nRT_1}{P_0 A - mg \sin \theta}$

(5)

図 1 と図 2 の 2 つの状態は温度が同じであるため、

$$\Delta U = 0$$

答  $\Delta U = 0$  [J]

# 物理基礎・物理

## 問題 3

(1)

|             |                                |                                 |                                   |                                       |
|-------------|--------------------------------|---------------------------------|-----------------------------------|---------------------------------------|
| (ア)<br>の解答群 | $4\pi kQ$                      | $2\pi kQ$                       | $\frac{Q}{4\pi k}$                | $\frac{Q}{2\pi k}$                    |
| (イ)<br>の解答群 | $\frac{1}{2}ES_0$              | $\frac{1}{2}Ed$                 | $ES_0$                            | $Ed$                                  |
| (ウ)<br>の解答群 | $\frac{S_0}{2\pi k}E$          | $\frac{S_0}{4\pi k}E$           | $\frac{Ed}{2\pi k}$               | $2\pi kES_0$                          |
| (エ)<br>の解答群 | $Vd$                           | $\frac{V}{2d}$                  | $\frac{2V}{d}$                    | $\frac{V}{d}$                         |
| (オ)<br>の解答群 | $\frac{S_0V}{2\pi kd}$         | $\frac{S_0V}{4\pi kd}$          | $\frac{S_0Vd}{2\pi k}$            | $\frac{S_0Vd}{4\pi k}$                |
| (カ)<br>の解答群 | $\varepsilon_0 \frac{2S_0}{d}$ | $\varepsilon_0 \frac{S_0}{2d}$  | $\varepsilon_0 \frac{S_0}{d}$     | $\varepsilon_0 \frac{S_0}{4d}$        |
| (キ)<br>の解答群 | $\frac{1}{2}CV^2$              | $CV^2$                          | $\frac{1}{2}CV$                   | $CV$                                  |
| (ク)<br>の解答群 | $\varepsilon_0 S_0 E$          | $\varepsilon_0 E^2 S_0 d$       | $\frac{1}{2} \varepsilon_0 S_0 E$ | $\frac{1}{2} \varepsilon_0 E^2 S_0 d$ |
| (ケ)<br>の解答群 | $\varepsilon_0 E^2$            | $\frac{1}{2} \varepsilon_0 E^2$ | $\varepsilon_0 \frac{E}{d}$       | $\varepsilon_0 \frac{E}{2d}$          |

|                      |                             |                              |                         |                           |
|----------------------|-----------------------------|------------------------------|-------------------------|---------------------------|
| (2)<br>( ゴ )<br>の解答群 | $\frac{\mu_0 n I}{2}$       | $\frac{\mu_0 I}{2n}$         | $\mu_0 n I$             | $2\mu_0 I$                |
| ( サ )<br>の解答群        | $\frac{n S_1 I}{2\mu_0}$    | $\frac{n S_1 I}{\mu_0}$      | $\mu_0 S_1 I$           | $\mu_0 n S_1 I$           |
| ( シ )<br>の解答群        | $\frac{n^2 S_1 x}{2\mu_0}$  | $\mu_0 n S_1 x$              | $\mu_0 n^2 S_1 x$       | $\frac{n^2 S_1 x}{\mu_0}$ |
| ( ス )<br>の解答群        | $\frac{1}{2} L I^2$         | $L I^2$                      | $L^2 I$                 | $L I$                     |
| ( セ )<br>の解答群        | $\frac{1}{\mu_0} B^2 S_1 x$ | $\frac{1}{2\mu_0} B^2 S_1 x$ | $B n S_1 x$             | $B^2 n S_1 x$             |
| ( ソ )<br>の解答群        | $\frac{B^2}{\mu_0}$         | $\frac{B^2}{2\mu_0}$         | $\frac{B^2 S_1}{\mu_0}$ | $B^2 n$                   |

|                                  |                    |   |                   |
|----------------------------------|--------------------|---|-------------------|
| (3)                              | (a)<br>キルヒホップの第1法則 | $I_1 + I_2 = I_3$   |                   |
| (b)<br>キルヒホップの第2法則               | 閉回路<br>acdfa       | $7.0 \text{ V} = 2.0 \Omega \times I_1 + 3.0 \Omega \times I_3$ |                   |
|                                  | 閉回路<br>bcdeb       | $2.0 \text{ V} = 1.0 \Omega \times I_2 + 3.0 \Omega \times I_3$ |                   |
| (c)<br>各抵抗に<br>流れる電<br>流の向き      | 抵抗の種類              | 電流の向きの解答群   |                   |
|                                  | 2.0 $\Omega$ の抵抗   | $a \rightarrow f$   | $f \rightarrow a$ |
|                                  | 1.0 $\Omega$ の抵抗   | $b \rightarrow e$   | $e \rightarrow b$ |
|                                  | 3.0 $\Omega$ の抵抗   | $c \rightarrow d$   | $d \rightarrow c$ |
| (d)<br>各抵抗に<br>流れる電<br>流の大き<br>さ | 抵抗の種類              | 電流の大きさ  |                   |
|                                  | 2.0 $\Omega$ の抵抗   | 2.0 A   |                   |
|                                  | 1.0 $\Omega$ の抵抗   | 1.0 A   |                   |
|                                  | 3.0 $\Omega$ の抵抗   | 1.0 A   |                   |

## 物理基礎・物理

### 問題 4

(1)

波長 $\lambda$ の光量子(X線)のエネルギーは、 $E = \frac{hc}{\lambda}$ であるので

エネルギー保存の法則は、

$$\frac{hc}{\lambda} = \frac{hc}{\lambda'} + \frac{1}{2}mv^2 \dots \textcircled{1}$$

答  $\frac{hc}{\lambda} = \frac{hc}{\lambda'} + \frac{1}{2}mv^2$

(2)

波長 $\lambda$ の光量子(X線)の運動量の大きさは、 $p = \frac{h}{\lambda}$ であるので

$x$ 方向の運動量保存の法則は、

$$\frac{h}{\lambda} = \frac{h}{\lambda'} \cos \theta + mv \cos \phi \dots \textcircled{2}$$

答  $\frac{h}{\lambda} = \frac{h}{\lambda'} \cos \theta + mv \cos \phi$

(3)

波長 $\lambda$ の光量子(X線)の運動量の大きさは、 $p = \frac{h}{\lambda}$ であるので

$y$ 方向の運動量保存の法則は、

$$0 = \frac{h}{\lambda'} \sin \theta - mv \sin \phi \dots \textcircled{3}$$

答  $0 = \frac{h}{\lambda'} \sin \theta - mv \sin \phi$

(4)

$$(2) の ② より、 \cos \phi = \frac{1}{mv} \left( \frac{h}{\lambda} - \frac{h}{\lambda'} \cos \theta \right) \cdots ②'$$

$$(3) の ③ より、 \sin \phi = \frac{1}{mv} \left( \frac{h}{\lambda'} \sin \theta \right) \cdots ③'$$

$\sin^2 \phi + \cos^2 \phi = 1$  に、 ②', ③' を代入すると

$$\begin{aligned} \frac{1}{m^2 v^2} \left( \frac{h}{\lambda} - \frac{h}{\lambda'} \cos \theta \right)^2 + \frac{1}{m^2 v^2} \left( \frac{h}{\lambda'} \sin \theta \right)^2 &= 1 \\ \frac{1}{m^2 v^2} \left( \frac{h^2}{\lambda^2} - 2 \frac{h^2}{\lambda \lambda'} \cos \theta + \frac{h^2}{\lambda'^2} \cos^2 \theta \right) + \frac{1}{m^2 v^2} \left( \frac{h^2}{\lambda'^2} \sin^2 \theta \right) &= 1 \\ \frac{h^2}{\lambda^2} - 2 \frac{h^2}{\lambda \lambda'} \cos \theta + \frac{h^2}{\lambda'^2} \cos^2 \theta + \frac{h^2}{\lambda'^2} \sin^2 \theta &= m^2 v^2 \end{aligned}$$

$\sin^2 \theta + \cos^2 \theta = 1$  を用いて、

$$\frac{h^2}{\lambda^2} - 2 \frac{h^2}{\lambda \lambda'} \cos \theta + \frac{h^2}{\lambda'^2} = m^2 v^2 \cdots ④$$

$$(1) の ① より、 m^2 v^2 = 2m \left( \frac{hc}{\lambda} - \frac{hc}{\lambda'} \right) \cdots ①'$$

$$①' と ④ より、 2m \left( \frac{hc}{\lambda} - \frac{hc}{\lambda'} \right) = \frac{h^2}{\lambda^2} - 2 \frac{h^2}{\lambda \lambda'} \cos \theta + \frac{h^2}{\lambda'^2}$$

$$2mhc(\lambda' - \lambda) = h^2 \left( \frac{\lambda'}{\lambda} + \frac{\lambda}{\lambda'} - 2 \cos \theta \right)$$

$$\frac{\lambda'}{\lambda} + \frac{\lambda}{\lambda'} \doteq 2 \text{ を用いれば}$$

$$2mhc(\lambda' - \lambda) \doteq h^2(2 - 2 \cos \theta)$$

$$\lambda' - \lambda \doteq \frac{h}{mc} (1 - \cos \theta)$$

答  $\frac{h}{mc} (1 - \cos \theta)$