

I 解答例

問1

$$(ア) \quad \frac{Me - m}{M + m}v_0 \quad [\text{m/s}]$$

$$(イ) \quad \frac{-(1 + e)m}{M + m}v_0 \quad [\text{m/s}]$$

$$(ウ) \quad e > \frac{m}{M}$$

$$(エ) \quad \frac{mM}{2(M + m)}(1 - e^2)v_0^2 \quad [\text{J}]$$

$$(オ) \quad ev_0 \quad [\text{m/s}]$$

$$(カ) \quad m(1 + e)v_0 \quad [\text{N} \cdot \text{s}]$$

$$(キ) \quad (2e + 1)v_0 \quad [\text{m/s}]$$

$$(ク) \quad 2m(1 + e)v_0 \quad [\text{N} \cdot \text{s}]$$

問2

$$(1) \quad k_x = (e + 1)\cos^2 \theta - 1 \quad k_y = (e + 1)\sin \theta \cos \theta$$

$$(2) \quad v'_x = (2k_x + 1)v_0 \quad [\text{m/s}] \quad v'_y = 2k_y v_0 \quad [\text{m/s}]$$

$$(3) \quad \tan \alpha = 1 - \frac{1}{\sqrt{3}}$$

問3

$$(4) \quad L = \frac{2}{g}v'_x v'_y \quad [\text{m}]$$

$$(5) \quad L = \frac{v_0^2}{g}(6 - 2\sqrt{3}) \quad [\text{m}]$$

II

問 1

(1) $\frac{R}{2}$ $[\Omega]$

(2) $2R$ $[\Omega]$

(3) $2R$ $[\Omega]$ $\frac{E^2}{8R}$ $[\text{W}]$

(4) $\frac{I_2}{I_4} = 1$ $\frac{I_1}{I_4} = \frac{1}{2}$

(5) $4R$ $[\Omega]$

(6) $\frac{E^2}{20R}$ $[\text{W}]$

(7) $\frac{7E}{20R}$ $[\text{A}]$

(8) $\frac{E}{58R}$ $[\text{A}]$

問 2

(9) $\frac{3E}{2R}$ $[\text{A}]$

(10) $\frac{E}{5R}$ $[\text{A}]$

(11) $V_1 = \frac{3E}{5}$ $[\text{V}]$ $V_2 = \frac{4E}{5}$ $[\text{V}]$

(12) $\frac{CE^2}{2}$ $[\text{J}]$

(13) $\frac{CE^2}{100}$ $[\text{J}]$

問 3

(14) $\frac{17CE^2}{50}$ $[\text{J}]$

(15) $\frac{LE^2}{10R^2}$ $[\text{J}]$

III

問 1

(1)

$$\theta_1 \doteq \frac{\lambda}{d} \quad [\text{rad}]$$

(2)

$$\frac{2f\lambda}{d} \quad [\text{m}]$$

(3)

$$D(d) = \frac{2f\lambda}{d} + d \quad [\text{m}]$$

(4)

$$D(d + \Delta d) - D(d) = \left(-\frac{2f\lambda}{d^2} + 1\right)\Delta d \quad [\text{m}]$$

導出過程

$$\begin{aligned} D(d + \Delta d) - D(d) &= \frac{2f\lambda}{d + \Delta d} + d + \Delta d - \frac{2f\lambda}{d} - d \\ &= \frac{2f\lambda}{d\left(1 + \frac{\Delta d}{d}\right)} + \Delta d - \frac{2f\lambda}{d} \\ &\doteq \frac{2f\lambda}{d} \left(1 - \frac{\Delta d}{d}\right) + \Delta d - \frac{2f\lambda}{d} \\ &= \frac{2f\lambda}{d} \left(-\frac{\Delta d}{d}\right) + \Delta d \\ &= \left(-\frac{2f\lambda}{d^2} + 1\right)\Delta d \end{aligned}$$

(5)

$$d = \sqrt{2f\lambda} \quad [\text{m}]$$

問 2

(6)

$$\theta_2 \doteq \frac{\lambda}{d \cos \alpha} \quad [\text{rad}]$$

(7)

$$D = \frac{2f\lambda}{d \cos^3 \alpha} + d \quad [\text{m}]$$

I A

問1

$pV = nRT$ で、 n も T も一定。変わるのは p と V 。よって、

$$1000 \text{ [hPa]} \times V_A = 875 \text{ [hPa]} \times (V_A + V_B)$$

これを整理すると、

$$125 \text{ [hPa]} \times V_A = 875 \text{ [hPa]} \times V_B$$

$$1 \times V_A = 7 \times V_B$$

よって解答値は **7 倍** //

問2

問1と同様に、

$$1000 \text{ [hPa]} \times V_A = 900 \text{ [hPa]} \times (V_A + V_B') \Rightarrow V_A = 9 \times V_B'$$

と書ける。ここで、 $V_B' = V_B - 70 \text{ [cm}^3\text{]}$ および、 $V_A = 7 \times V_B$ を代入して整理すると、

$$7 \times V_B = 9 \times V_B - 630 \text{ [cm}^3\text{]}$$

$$2 \times V_B = 630 \text{ [cm}^3\text{]}$$

$$V_B = \mathbf{315 \text{ [cm}^3\text{]}}, \quad V_A = 7 \times V_B = \mathbf{2205 \text{ [cm}^3\text{]}} //$$

問3

容器 A の中にある空気の物質量 $n (= n_{\text{N}_2} + n_{\text{O}_2})$ は、

$$1000 \times 100 \text{ [Pa]} \times 2.205 \text{ [L]} \div (8310 \text{ [Pa} \cdot \text{L}/(\text{mol} \cdot \text{K})] \times 300 \text{ [K]})$$

$n_{\text{N}_2} = 0.79 \times n$ 、 N_2 のモル質量は 28 [g/mol] だから、窒素の質量 $w_{\text{N}_2} \text{ [g]}$ は、

$$w_{\text{N}_2} = 28 \text{ [g/mol]} \times 0.79 \times 100000 \text{ [Pa]} \times 2.205 \text{ [L]} \div (8310 \text{ [Pa} \cdot \text{L}/(\text{mol} \cdot \text{K})] \times 300 \text{ [K]})$$

これを計算して、 $w_{\text{N}_2} = 1.956 \dots \text{ [g]}$ を得る。よって解答値は **1.96 [g]** //

問4

容器 A と容器 B が連結しているので、双方の温度が異なっても圧力は同じ。

また、連結容器は密閉されているので気体の物質量は変わらない。すなわち、

初めの圧力を p_1 、終わりの圧力を p_2 とすると、

$$p_1 \times (V_A + V_B) \div (R \times 300 \text{ [K]}) = p_2 \times V_A \div (R \times 350 \text{ [K]}) + p_2 \times V_B \div (R \times 300 \text{ [K]})$$

である。両辺に $R \times 50 \text{ [K]}$ を乗じて整理すると、

$$p_2 \div p_1 = 7 \times (V_A + V_B) \div (6 \times V_A + 7 \times V_B)$$

さらに、 $V_A = 7 \times V_B$ を代入して整理すると、

$$p_2 \div p_1 = 8 \div 7 = 1.142 \dots \text{ を得る。よって解答値は } \mathbf{1.14 \text{ [倍]}} //$$

B

問1

蒸気圧が大気圧に等しくなる温度を標準沸点という。よって表1の空欄(イ)は、**1013** //

問2

300 [K] における圧力 88 [hPa] が、温度 $T \text{ [K]}$ に比例。

(ロ) は、 $88 \times 340 \div 300 = 99.7 \dots$ 。よって解答値は、**100** //

問3

(ハ) は、 $88 \times 280 \div 300 = 82.1 \dots$ 。よって解答値は、**82** //

問4

(ニ) は、図2に示された仮想直線の x 切片でその値は絶対零度 $T = 0 \text{ [K]}$ だから、**-273 [°C]** //

問5

求めたい値は、 7 [°C] における蒸気圧を、容器内のエタノールすべてが蒸気であると仮定した場合の圧力(問3の解

答値)で割って求めればよい。すなわち、

$25 \div 82 \times 100 = 30.4\cdots$ 。よって解答値は, **30** [%] //

II

問1 (ア) ホウ素 (イ) アルミニウム (ウ) ガリウム

(エ) 酸化アルミニウム (オ) 氷晶石

(A) 熔融塩電解 (融解塩電解) (B) テルミット (C) 両性 (D) 不動態

(E) 白

問2 $2\text{Al} + \text{Fe}_2\text{O}_3 \rightarrow \text{Al}_2\text{O}_3 + 2\text{Fe}$ 反応前: 0 反応後: +3

問3 $2\text{Al} + 6\text{HCl} \rightarrow 2\text{AlCl}_3 + 3\text{H}_2$

$2\text{Al} + 2\text{NaOH} + 6\text{H}_2\text{O} \rightarrow 2\text{Na}[\text{Al}(\text{OH})_4] + 3\text{H}_2$

問4 35.0 %の塩酸の量を x mL とおくと、

希釈前の HCl の質量は $1.18 \times 0.350 \times x$

一方、希釈後の HCl の質量は $1.02 \times 0.050 \times 200$

希釈前後の HCl の質量は等しいので

$$1.18 \times 0.350 \times x = 1.02 \times 0.050 \times 200$$

$$x = \underline{25 \text{ mL}}$$

問5 pH 12.0 の水酸化ナトリウムの濃度は 0.010 mol L^{-1}

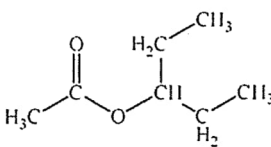
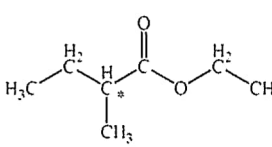
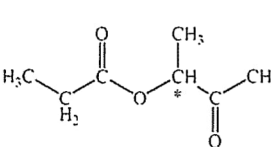
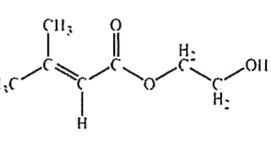
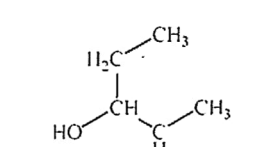
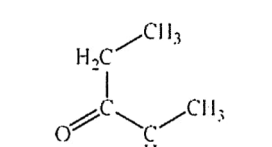
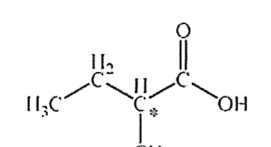
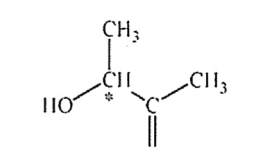
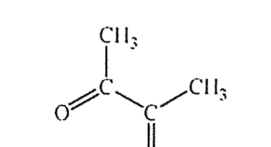
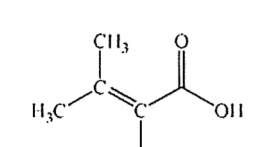
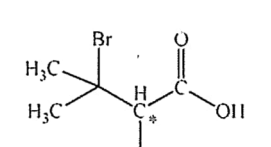
$$40 \times 0.010 \times 0.200 = \underline{0.080 \text{ g}}$$

問6 $\text{CO}_2 + 2\text{NaOH} \rightarrow \text{NaCO}_3 + \text{H}_2\text{O}$ の反応により、水酸化ナトリウムが二酸化炭素により中和されるため、溶液の pH は低下する。

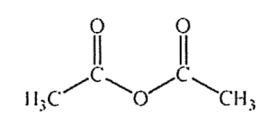
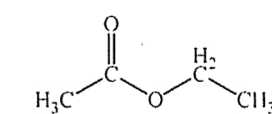
問7 Y $\text{Mg}(\text{OH})_2$

III A 解答

問 1

<p>A</p> 	<p>B</p> 	<p>C</p> 	<p>D</p> 
<p>E</p> 	<p>F</p> 	<p>G</p> 	<p>H</p> 
<p>I</p> 	<p>J</p> <p style="text-align: center;">CH_3</p>	<p>K</p> 	<p>L</p> 

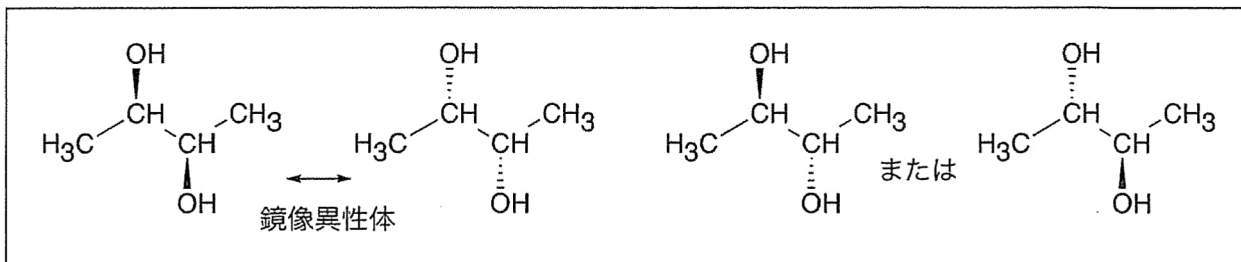
問 2

<p>(1)</p> 	<p>(2) 生成物の構造</p> 	<p>硫酸の役割</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 酸触媒 (触媒も可) 2. 脱水作用
--	---	---

問 3

(1) ×	(2) ○	(3) ×	(4) ○	(5) ○
----------	----------	----------	----------	----------

問 4

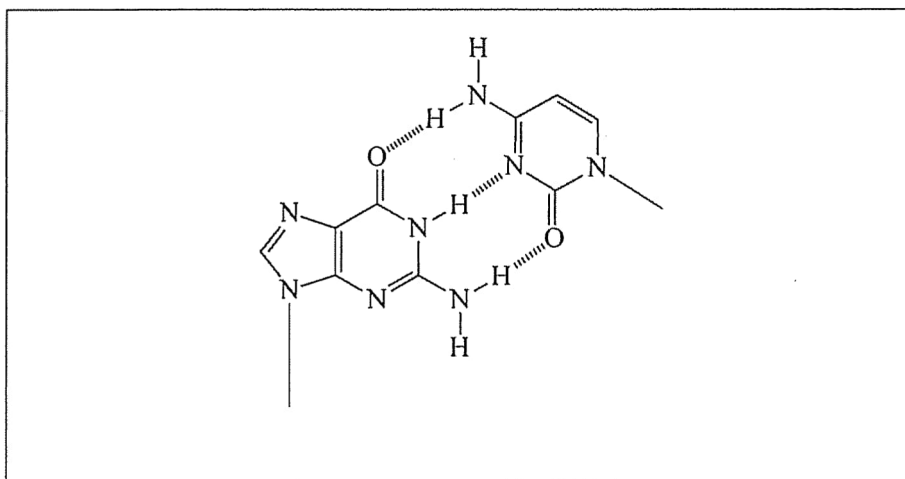


IIIB

問 1

ア	ペプチド	イ	α ヘリックス	ウ	β シート	エ	二重らせん
オ	可逆	カ	システイン	キ	基質	ク	活性
ケ	阻害						

問 2



問 3

変性

ペプチド結合がプロトン化され水素結合が切れるため。リジン側鎖のアミノ基がプロトン化されたり、酸性アミノ酸側鎖のカルボキシ基がプロトン化されることで、イオン結合や水素結合が切れるためなど

問 4

応答性が見られない反応の記号

(C)

応答性が見られない理由

当該ペプチドがシステインやメチオニンなどの硫黄原子を含むアミノ酸を含まないため