

2021年度（令和3年度） 後期日程 物理 解答例

I

問1

(1) $\frac{mg}{k}$ [m]	(2) c	(3) b
------------------------	-------	-------

問2

(4)	鉛直方向 $mg = kx \cos \theta$
水平方向	$m \{(l + x) \sin \theta\} \omega_0^2 = kx \sin \theta$

(5) $x = \frac{ml\omega_0^2}{k - m\omega_0^2}$ [m]	$\cos \theta = \frac{g(k - m\omega_0^2)}{kl\omega_0^2}$
--	---

(6) a

(7) b

問3

(8) $X = \frac{1}{k} \left(G \frac{m M_S}{r^2} - mr\omega^2 \right)$ [m]

(9)	(ア) 点A $\frac{1}{k} \left(G \frac{m M_S}{r^2} + G \frac{m M_O}{(R+r)^2} - m(R+r)\omega^2 \right)$ [m]
-----	--

(イ) 点B	$\frac{1}{k} \left(G \frac{m M_S}{r^2} - G \frac{m M_O}{(R-r)^2} + m(R-r)\omega^2 \right)$ [m]
--------	---

(ウ) 点A	$X + \left\{ \frac{1}{k} \left(+G \frac{m M_O}{(R+r)^2} - m R \omega^2 \right) \right\}$ [m]
--------	---

(エ) 点B	$X + \left\{ \frac{1}{k} \left(-G \frac{m M_O}{(R-r)^2} + m R \omega^2 \right) \right\}$ [m]
--------	---

(10) $G M_O = R^3 \omega^2$

(11) $X + \left\{ \frac{1}{k} \left(-G \frac{2 m M_O r}{R^3} \right) \right\}$ [m]

(12) $\left(\frac{2 M_O}{M_S} \right)^{\frac{1}{3}} r$ [m]

II

問1

ア	イ	ウ	エ
B	B	C	C
a	$\frac{1}{\omega C_1}$	b	$\omega t - \frac{\pi}{2}$
c	$\frac{C_1 + C_2}{\omega C_1 C_2}$	d	$\frac{C_1 C_2}{C_1 + C_2}$
e	ωL_1	f	$\omega t + \frac{\pi}{2}$
g	$\omega(L_1 + L_2)$	h	$L_1 + L_2$

問2

(1) $\sqrt{R^2 + \left(\omega L - \frac{1}{\omega C}\right)^2}$ [Ω]

(2) $\sqrt{(R + R_A)^2 + \left(\omega(L + L_A) - \frac{1}{\alpha\omega C}\right)^2}$ [Ω]

(3) $\frac{1}{\sqrt{\alpha(L + L_A)C}}$ [rad/s]

(4) (a) B (b) $\frac{\alpha L}{\alpha(L + L_A) - L} C$ [F]

(5) $\frac{1}{\omega_1 \omega_2 C}$ [H]

(6) $\frac{\omega_1 \omega_2 - \omega_3^2}{\omega_1 \omega_2 \omega_3^2 L_B}$ [F]

III

(1)	$p_0 S$	[N]	(2)	②
(3)	$n = n_C (S x_1) / (V_C + S x_1)$			[mol]
(4)	$p_C = p_0 (V_C + S x_1) / V_C$			[Pa]
(5) (a)	$\Delta U_3 = Q_3 - W_3$	(b)	負	
(c)	0	(d)	$p = p_0 (x_1 / x)$ [Pa]	
(6)	$p_3 = p_0 + f_P / S$			[Pa]
(7)	$x_3 = x_1 p_0 / (p_0 + f_P / S)$			[m]
(8) (a)	$f_A = \frac{2\sqrt{3}}{3} F$	(b)	$f_P = \frac{2\sqrt{3}}{3} F$	
(9)	$T_5 = T_2 \left\{ 1 + \frac{2\sqrt{3}}{3} F / (p_3 S) \right\}$			[K]
(10)	$Q_5 = \sqrt{3} n R T_2 F / (p_3 S)$			[J]

2021年度（令和3年度） 後期日程 化学 解答例

I 問1

標高 5000m の気圧は標高 250m の気圧の約 57% しかなく、標高 5000m の燃焼では酸素が不足するため。

問2 図1, 図2より, 標高 5000m の気圧は 550hPa, 水の沸点は (ウ) 84 °C である。

問3 問題文より, 標高 4400 m の水の沸点は 86.0 °C である。

塩化ナトリウム NaCl: 58.5 が投入された物質量は, $23.4\text{g} / (23+35.5) = 0.40\text{ mol}$

シヨ糖 ($\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}$): 342, 205.2 g が投入された物質量は,

$$205.2\text{ g} / (12 \times 12 + 1 \times 22 + 16 \times 11) = 0.60\text{ mol}$$

あく抜き用の $\text{MgCl}_2 \cdot 9\text{H}_2\text{O}$ が投入された物質量は, $19 / 95 = 0.20\text{ mol}$

水 2.6 L の質量は, $2.6\text{ L} \times 1000\text{ cm}^3/\text{L} \times 1\text{ g}/\text{cm}^3 \times 10^{-3}\text{ kg}/\text{g} = 2.6\text{ kg}$ である。

沸点上昇温度は, $0.52\text{ K} \cdot \text{kg}/\text{mol} \times (2 \times 0.40 + 0.60 + 3 \times 0.2\text{ mol}) / 2.6\text{ kg} = 0.40\text{ K} = 0.40\text{ }^\circ\text{C}$

$$86.0\text{ }^\circ\text{C} + 0.40\text{ }^\circ\text{C} = 86.40\text{ }^\circ\text{C} \quad \text{よって,} \quad 86.4\text{ }^\circ\text{C}$$

問4 図1より, 標高 1000 m における圧力 p_1 は $p_1 = 900\text{ hPa} = 9.00 \times 10^4\text{ Pa}$

標高 5000 m における圧力 p_2 は $p_2 = 550\text{ hPa} = 5.50 \times 10^4\text{ Pa}$

(1) 標高 1000 m, 5000 m における車両の中の気体の物質量をそれぞれ $n_1\text{ (mol)}$, $n_2\text{ (mol)}$ とする。

$$p_1V = n_1RT \text{ より, } n_1 = (p_1V) / (RT), \quad p_2V = n_2RT \text{ より, } n_2 = (p_2V) / (RT)$$

$$n_2 / n_1 = p_2 / p_1 \text{ より, } (550 / 900) * 100 = 55 / 90 * 100 = 61.1\% \quad \text{よって,} \quad 61\%$$

(2) 標高 1000 m, 5000 m における車両の中の気体の物質量をそれぞれ $n_1\text{ (mol)}$, $n_2\text{ (mol)}$ とする。車両内部の酸素の体積パーセント濃度はそれぞれ 21%, 24% であるので, 酸素の物質量は, それぞれ $0.21n_1$, $0.24n_2$ である。

$$p_1V = n_1RT \text{ より, } n_1 = (p_1V) / (RT), \quad p_2V = n_2RT \text{ より, } n_2 = (p_2V) / (RT) \text{ より,}$$

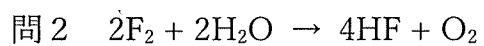
$$0.24n_2 / 0.21n_1 = p_2 / p_1 \text{ より, } (8 / 7) * (550 / 900) * 100 = 69.8\% \quad \text{よって,} \quad 70\%$$

問5 (1)融解, (2)凝固 (凍結), (3)蒸発 (気化), (4)凝縮

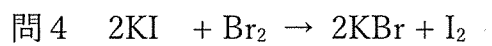
問6 (ウ)

II

問1 ア：17, イ：7, ウ：親和, エ：フッ素, オ：塩素, カ：下方, キ：塩化
水素, ク：水, ケ：液体, コ：固体



問3 i：0, ii：-1, iii：1, iv：7



問5 サ：陰極, シ：還元, ス：ファラデー



問7

流れた電子の物質量は $21.6/108 = 0.200 \text{ mol}$ なので、発生した水素の物質量は 0.100 mol になる。

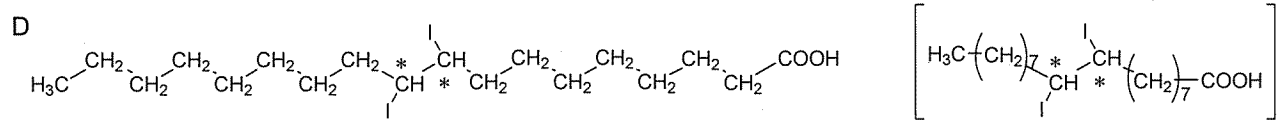
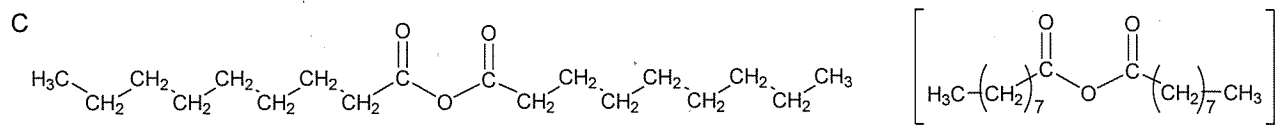
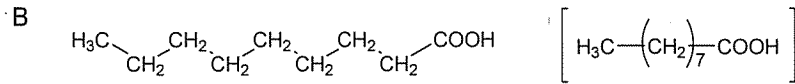
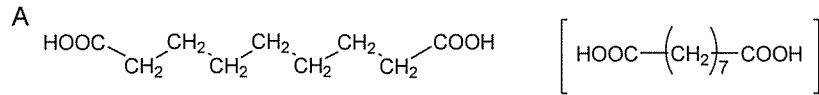
$$V = nRT/P = 0.1 \times 8.31 \times 10^3 \times 300 / 1.013 \times 10^5 = 2.46 \approx 2.5 \text{ (L)}$$

問8 名称：陽イオン交換膜, 性質：陽イオンのみを通過させる

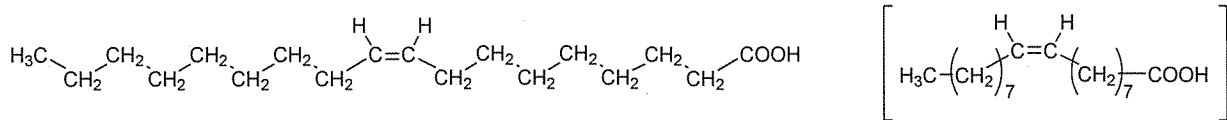
III A

問1 ア けん化 イ 疎水 ウ ミセル エ 乳化 オ 中

問2 ※[]内のように解答しても可



問3 ※[]内のように解答しても可



問4 $2^3 - 1 = \underline{7}$ 個

問5 このオリーブ油における各成分のヨウ素価は次のように計算される。

$$\text{オレイン酸を含む油脂のヨウ素価} = \frac{3 \times 254 \times 100}{884} \times 0.70 = 60.3$$

$$\text{リノール酸を含む油脂のヨウ素価} = \frac{6 \times 254 \times 100}{878} \times 0.10 = 17.4$$

$$\text{よって、ヨウ素価合計} = 60.3 + 17.4 = 77.7 \quad \underline{78}$$

問6 合成洗剤

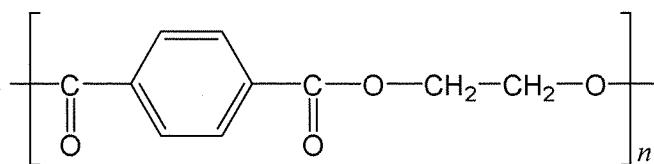
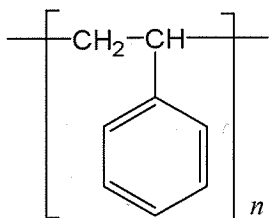
理由) 合成洗剤では Ca^{2+} や Mg^{2+} との塩が水溶性であるが、セッケンでは Ca^{2+} や Mg^{2+} との塩が水に難溶性であるため。

問7 弱酸のカルボン酸と強塩基の水酸化ナトリウムの塩であるため。

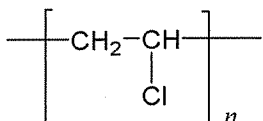
III B

- 問1 ア 再生 イ 半合成 ウ 二硫化炭素 (CS₂ も可)
 エ 無水酢酸 オ ビウレット カ 生分解性

- 問2 (1) ポリスチレン (2) ポリエチレンテレフタレート



- (3) ポリ塩化ビニル

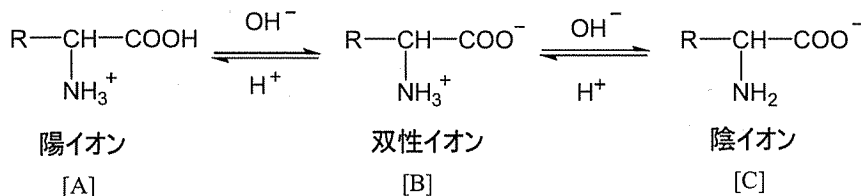


- 問3 ウイルスを構成するタンパク質は、熱や酸、塩基、アルコールなどの有機溶剤により変性し、その機能性 (活性) を失うから。

問4

(i) 双性イオン

(ii) アミノ酸の構造は pH によって以下のように変化する。



電離定数は、各イオン濃度で次のように表される。

$$K_1 = \frac{[\text{B}][\text{H}^+]}{[\text{A}]}, \quad K_2 = \frac{[\text{C}][\text{H}^+]}{[\text{B}]} \quad \text{答え①}$$

この式と与えられた K_1 、 K_2 の値を用いて、 $[\text{H}^+]$ の濃度を計算し、pH を導けばよい。
 等電点では全体の電荷は±0 であるため、 $[\text{A}] = [\text{C}]$ となる。さらに、 K_1 、 K_2 の値はそれぞれ、 $5.0 \times 10^{-2} \text{ mol/L}$ 、 $2.0 \times 10^{-9} \text{ mol/L}$ であるから、

$$K_1 K_2 = \frac{[\text{B}][\text{H}^+]}{[\text{A}]} \times \frac{[\text{C}][\text{H}^+]}{[\text{B}]} = \frac{[\text{C}][\text{H}^+]^2}{[\text{A}]} = [\text{H}^+]^2 = 1.0 \times 10^{-10} (\text{mol/L})^2$$

よって、 $[\text{H}^+] = 1.0 \times 10^{-5} \text{ mol/L}$ となり、 $\text{pH} = -\log [\text{H}^+] = 5.0$ (5.00 も可)

答え②