

平成31年度 後期日程 物理 解答例

I

(1)
$$\frac{1}{2}mv^2 \quad \text{[J]}$$

(2)
$$-\frac{GMm}{r} \quad \text{[J]}$$

(3)
$$E = \frac{1}{2}mv_0^2 - \frac{GMm}{r_0} \quad \text{[J]}$$

(4)
$$v_0 = \sqrt{v_\infty^2 + \frac{2GM}{r_0}} \quad \text{[m/s]}$$

(5)
$$\frac{1}{2}bv_\infty \quad \text{[m}^2\text{/s]}$$

(6)
$$v_0 = \frac{bv_\infty}{r_0} \quad \text{[m/s]}$$

(7)
$$\tan \frac{\theta}{2} = \frac{a}{b}$$

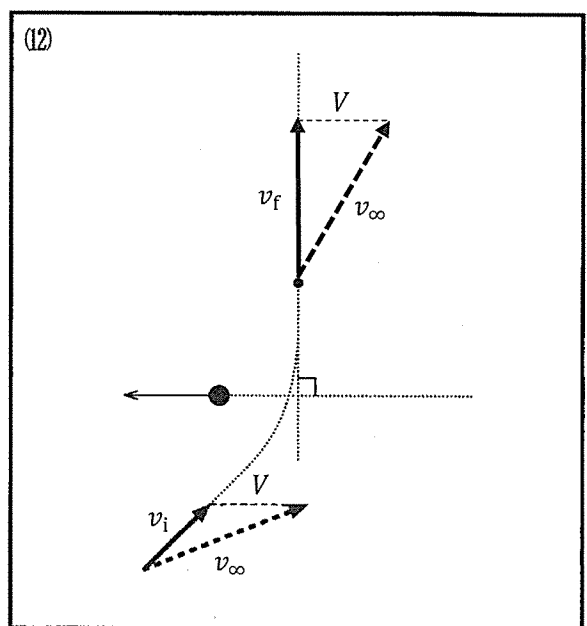
(8)
$$r_0 = \sqrt{\frac{e-1}{e+1}} b \quad \text{[m]}$$

(9)
$$v_0 = \sqrt{\frac{e+1}{e-1}} v_\infty \quad \text{[m/s]}$$

(10)
$$E = \frac{GMm}{2a} \quad \text{[J]}$$

(11)
$$\tan \frac{\theta}{2} = \frac{GM}{bv_\infty^2}$$

(13)
$$v_f = \sqrt{v_i^2 + 2v_i V \cos \phi} \quad \text{[m/s]}$$



II

問 1

(ア) 自由電子	(イ) eE	(ウ) $\frac{eEt^2}{2m}$
(エ) $\frac{eE\tau}{m}$	(オ) neS	
(カ) EL	(キ) $\frac{m}{ne^2\tau} \cdot \frac{L}{S}$	

問 2

(1) $R_c I_1$ [V]	(2) $I_1(R_1 + 2R_c)$ [V]
(3) $\frac{R_1 + 2R_c}{r_v + R_1 + 2R_c} I_1$ [A]	(4) $\frac{r_v(R_1 + 2R_c)}{r_v + R_1 + 2R_c} I_1$ [V]
(5) $\frac{L_1}{S} \rho_0(1 + \alpha t)$ [Ω]	(6) $\frac{2R_c}{R_t}$
(7) $\cdot E_t > E_0$ $\cdot E_t = E_0$ $\cdot E_t < E_0$	
(8) $\alpha_1 = 3.7 \times 10^{-3} \text{ 1 / K}$	$\alpha_2 = 4.4 \times 10^{-3} \text{ 1 / K}$
(9) 0 [V]	(10) $\frac{L_1}{S} \rho_0 I_1$ [V]
(11) 四端子法では、接触抵抗による電圧降下の影響を測定から排除できるため、電流値と金属試料 2 の AB 間の電位差から抵抗を正確に求めることができる。	

III

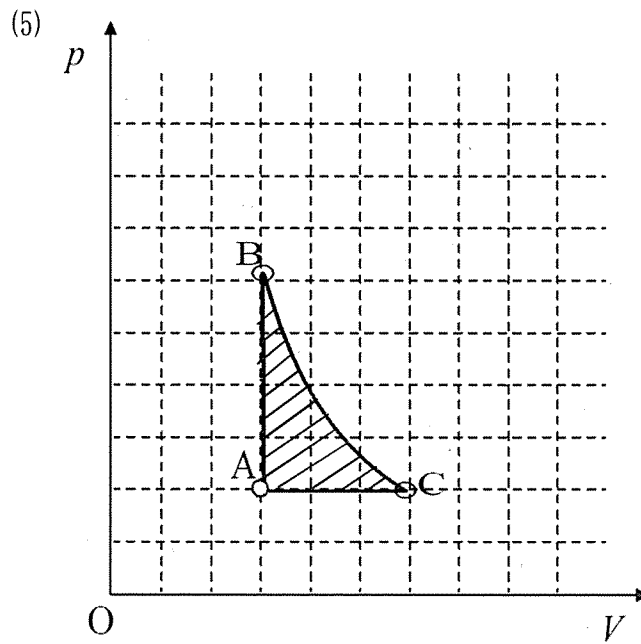
問1

(1) $p_A = R \frac{T_0}{V_0}$ [Pa]	$p_B = 3R \frac{T_0}{V_0}$ [Pa]	$V_C = 2V_0$ [m ³]
---------------------------------------	---------------------------------	--------------------------------

(2) $2T_0C_V$ [J]	
----------------------	--

(3) T_0C_V [J]	
---------------------	--

(4) $\frac{1}{2} \left(1 - \frac{R}{C_V} \right)$	
---	--



問2

(6) $Q_2 = (3T_0 - T_F)C_V$ [J]	$Q_3 = T_0(R + 2C_V) - T_F C_V$ [J]
------------------------------------	-------------------------------------

(7) $\frac{T_0(C_V - R)}{(3T_0 - T_F)C_V}$	
---	--

(8) $1 - \frac{R}{C_V}$	
----------------------------	--

平成31年度 後期日程 化学 解答例

I

問1

C

問2

B: 液体のみ

E: 液体と固体が共存

G: 固体のみ

問3

凝固熱が生じるため、温度が急上昇した。

問4

b

問5

$\Delta t = K_f \cdot m$ を用いる。

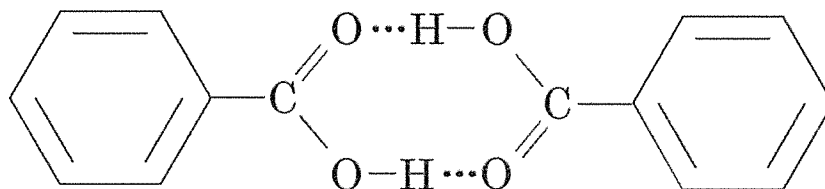
$$\Delta t = 12.00 - 10.72 = 1.28 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$m = \{(0.320 / 128)\} / \{(25 / 1000)\} = 0.1 \quad \text{※ナフタレンの分子量: 128}$$

よって、

$$K_f = \Delta t / m = 1.28 / 0.1 = \underline{12.8} \quad (\text{単位がなくても可})$$

問6



問7

ベンジルアルコール 0.270g は $2.5 \cdot 10^{-3}$ mol なので、完全酸化反応により得られた安息香酸 $2.5 \cdot 10^{-3}$ mol は 0.305 g となる。

$\Delta t = K_f \cdot m$ を用いる。

$$\Delta t = 12.00 - 11.30 = 0.70 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$K_f = 12.8$$

$$m = \{(0.305 / M^*)\} / \{(25 / 1000)\} \quad \text{※}M^*: \text{見かけの分子量}$$

よって、

$$0.70 = 12.8 \cdot \{(0.305 / M^*)\} / \{(25 / 1000)\}$$

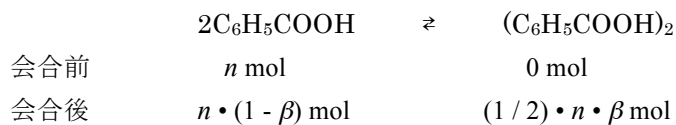
$$M^* = 223.08 \dots = \underline{223}$$

問8

二量体の形成度(%)は、会合度(β)として表わすことができる。すなわち、

会合度(β) = (会合した分子のモル数) / (始めの分子のモル数)

である。始めの安息香酸のモル数を n とすると、



よって、溶媒に含まれている溶質の総モル数は、

$$n \cdot (1 - \beta) + (1/2) \cdot n \cdot \beta = n \cdot \{1 - (1/2) \cdot \beta\} \text{ mol}$$

となる。

【その1】

安息香酸の単量体および二量体の分子量はそれぞれ、122 と 244 なので、これらの混合物の平均分子量は、

$$122 \cdot \{n \cdot (1 - \beta)\} / [n \cdot \{1 - (1/2) \cdot \beta\}] + 244 \cdot [(1/2) \cdot n \cdot \beta] / [n \cdot \{1 - (1/2) \cdot \beta\}] = 122 / \{1 - (1/2) \cdot \beta\}$$

となる。これが 223 に等しいので、

$$122 / \{1 - (1/2) \cdot \beta\} = 223 \quad \beta = 0.9058\cdots = 0.906$$

90.6%

【その2】

溶質の総モル数より直接算出すると、

$$\Delta t = 12.00 - 11.30 = 0.70 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$K_f = 12.8$$

$$\text{総モル数} : n \cdot \{1 - (1/2) \cdot \beta\}$$

より、

$$0.70 = 12.8 \cdot \{(0.305 / 122) / (25 / 1000)\} \cdot \{1 - (1/2) \cdot \beta\} \quad \beta = 0.9062\cdots = 0.906$$

90.6%

II 解答

問 1

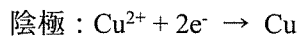
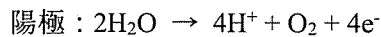
ア：小さい イ：電子親和力 ウ：水和 エ： $\sqrt{K/c}$ オ：KOH

カ：リチウムイオン または リチウム キ： Al^{3+} ク：アルカリ金属(Li, Na, K 等でも可)

問 2

$$\text{pH} = -\log[\text{H}^+] = -\log\sqrt{\frac{[\text{H}_2\text{A}]K_1K_2}{[\text{A}^{2-}]}}$$

問 3



$$0.3 (\text{A}) \times 12 (\text{min}) \times 60 (\text{s}) = 216 \text{ C}$$

$$216 / 96500 = 2.238 \times 10^{-3} \text{ mol}$$

陽極では $2\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons 4\text{H}^+ + \text{O}_2 + 4\text{e}^-$ なので

$$2.238 \times 10^{-3} \times 1/4 = 5.595 \times 10^{-4} \text{ mol}$$

$$22.4 (\text{L}) \times 5.595 \times 10^{-4} = 1.253 \times 10^{-2} (\text{L})$$

13 mL

陰極では $\text{Cu}^{2+} + 2\text{e}^- \rightarrow \text{Cu}$ なので

$$2.238 \times 10^{-3} \times 1/2 = 1.119 \times 10^{-3} \text{ mol}$$

$$1.119 \times 10^{-3} \times 63.5 = 7.106 \times 10^{-2} \text{ g}$$

$7.1 \times 10^{-2} \text{ g}$

問 4-

$4.0 \times 10^{-2} \text{ mol L}^{-1}$ の $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ 溶液に等量の KI 溶液を加えているので、混合溶液中の Pb^{2+} の濃度は $2.0 \times 10^{-2} \text{ mol/L}$

溶解度積 K_{sp} は $K_{\text{sp}} = [\text{Pb}^{2+}][\text{I}^-]^2$ で表されるのでここに代入すると

$$9.0 \times 10^{-9} = 2.0 \times 10^{-2} [\text{I}^-]^2$$

$$[\text{I}^-]^2 = 4.5 \times 10^{-7}$$

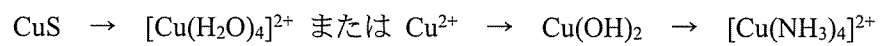
$$[\text{I}^-] = \sqrt{4.5 \times 10^{-7}} = \sqrt{45 \times 10^{-8}} = \sqrt{9 \times 5 \times 10^{-8}} = 3 \times \sqrt{5} \times 10^{-4} \\ = 6.72 \times 10^{-4}$$

$6.7 \times 10^{-4} \text{ mol/L}$

問 5

白色沈殿は AgCl で感光性を有するため $2\text{AgCl} \rightarrow 2\text{Ag} + \text{Cl}_2$ により Ag が生成し黒色となる。

問 6

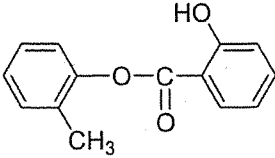
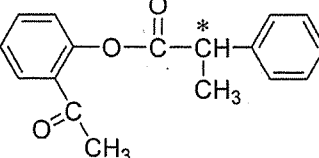
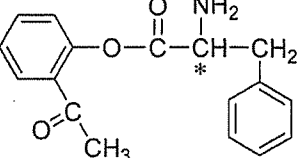
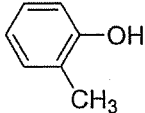
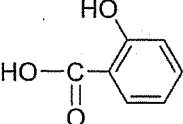
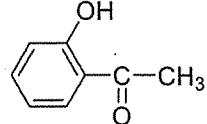
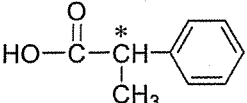
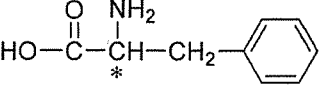
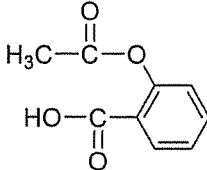


問 7

H₂S により Fe²⁺に還元されているため、沈殿 D の操作において煮沸して H₂S を追い出し、硝酸を加え酸化することで、NH₃ 溶液の添加により Fe(OH)₃ の赤褐色沈殿が沈殿 D とともに生成する。

III A 解答

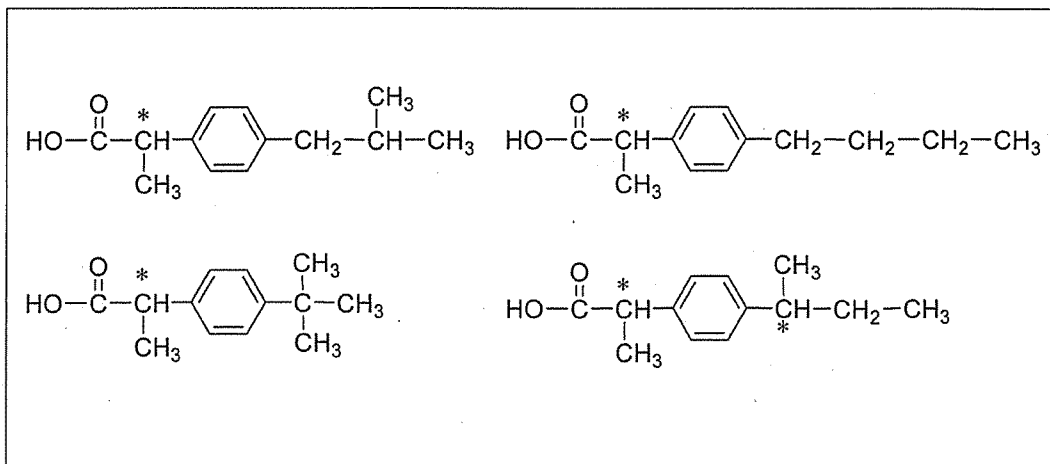
問 1

<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> 

問 2

CHI₃, ヨードホルム

問 3



ⅢB

問1. ア：共有 イ：単量 ウ：重合 エ：重合度 オ：不飽和(二重)
カ：ナフサ(石油) キ：p-キシレン ク：難燃 ケ：炭素 コ：網目(架橋) サ：
可逆 シ：再生(再利用)

問2.

$$(1) 3 \times 10^2 (\text{Pa}) \times 0.05 (\text{L}) = 0.3 (\text{g}) / M \times 8.31 \times 10^3 \times 300 (\text{K})$$

$$M = 49860 \quad M \approx 4.99 \times 10^4$$

(2) 繰返し単位の式量 192 テレフタル酸分子量 166

両末端が COOH になっている PET の分子量は $192n + 166 = 49860$

$$n \approx 258.82 \quad \text{エステル結合数は } n \times 2 \approx 517.64$$

従って 5.18×10^2 (個)

(3) 高分子化合物は分子量が大きいので、その希薄溶液のモル濃度は小さく、温度の上昇もしくは降下が非常に小さく正確な測定が困難であるため。

問3.

(1) 分子量 スチレン：104, ジビニルベンゼン：130

ジビニルベンゼンの物質量(モル数)を n とすると、スチレンは $9n$

得られるポリマーの分子量 $104 \times 9n + 130n = 1066n$

スルホン化されるのはスチレンの p 位のみで 50%。スルホン化による式量変化 80 なの

$$\text{スルホン化による重量増加} = \frac{100 \times 9n}{1066n} \times 0.5 \times 80 \approx 33.77 \text{ g}$$

よってスルホン化後の樹脂重量は、 $133.77 \text{ g} \rightarrow 1.34 \times 10^2 (\text{g})$

(2) 吸着された Cu^{2+} の物質量(モル数)に対して、2 倍の H^+ が放出される。塩化銅溶液のモル濃度を x とすると

$$\frac{x \times 20}{1000} \times 2 = \frac{0.1 \times 60}{1000}$$

$x = 0.15$ (mol/L) となり、20ml に含まれる銅イオンの質量は

$$\frac{0.15 \times 20}{1000} \times 63.5 = 0.1905 \approx 1.91 \times 10^{-1} (\text{g})$$

問3 (1) 別解

分子量 スチレン : 104, ジビニルベンゼン : 130

$$\frac{x}{104} : \frac{y}{130} = 9:1 \quad \frac{9y}{130} = \frac{x}{104} \quad (1)$$

$$x + y = 100 \quad y = 100 - x \quad (2)$$

(2)式を(1)に代入して

$$104 \times 9 \times (100 - x) = 130x$$

$$93600 = 1066x$$

$$x \approx 87.805$$

スチレンの p 位が 50%スルホン化(式量 80)されるので、

$$\frac{87.805}{104} \times 0.5 \times 80 \approx 33.77$$

したがって、スルホン化後の樹脂重量は、 $100\text{g} + 33.77 = 133.77\text{g} \rightarrow 1.34 \times 10^2(\text{g})$