

# 平成31年度 前期日程 物理 解答例

I

問 1

(1) $\sqrt{\frac{m}{k}} u_1$ [m]	(2) $\sqrt{\frac{k}{m}} u_1$ [m/s <sup>2</sup> ]
----------------------------------	--

(3) 導出過程 ばねの力 $\leq$ 最大静止摩擦力 ならば滑らないので $kx = \sqrt{km} u_1 \leq (M + m)g\mu$	
答	$u_1 \leq \frac{(M + m)g\mu}{\sqrt{km}}$

問 2

(4) $\frac{1}{4}mu_2^2$ [J]	(5) $\frac{u_2^2}{4g}$ [m]	(6) $\frac{u_2^2}{g}$ [m]
-----------------------------	----------------------------	---------------------------

(7) 導出過程 小球と床との間に摩擦はなく、速度の水平方向成分は一定だから、飛距離が 1/2 ならば、飛んでいる時間は 1/2 である。等加速度運動だから、時間が 1/2 ならば初速度の鉛直方向成分が 1/2 なので、はね返り係数は 1/2.	
答	$\frac{1}{2}$

問 3

(8) $\frac{\sqrt{2}}{2}u_3 - v$ [m/s]	(9) $\frac{\sqrt{2}m}{2(M + m)}u_3$ [m/s]
---------------------------------------	---

(10) $\frac{M + m}{M}$	(11) $\frac{\sqrt{2}}{2}v$ [m/s]	(12) $\frac{1}{4}Mv^2$ [J]
------------------------	----------------------------------	----------------------------

(13) $v < \sqrt{2(2 - \sqrt{2})gL}$
-------------------------------------

## II

問1

$$(1) \quad 0 \quad [\text{C}]$$

$$(2) \quad E_x = -\frac{kQ}{\left(r + \frac{a}{2}\right)^2} + \frac{kQ}{\left(r - \frac{a}{2}\right)^2} \quad [\text{V/m}]$$

$$(3) \quad G = 2kQa \quad [\text{Vm}^2]$$

問2

$$(4) \quad U = \frac{kQq}{r} - \frac{kQq}{r+a} - \frac{kQq}{r-a} + \frac{kQq}{r} \quad [\text{J}]$$

(5) 導出過程

$$U = \frac{kQq}{r} \left[ 1 - \left(1 + \frac{a}{r}\right)^{-1} - \left(1 - \frac{a}{r}\right)^{-1} + 1 \right]$$

$$\doteq \frac{kQq}{r} \left[ \cancel{1} \cancel{+} \frac{a}{r} - \left(\frac{a}{r}\right)^2 \cancel{-} \frac{a}{r} - \left(\frac{a}{r}\right)^2 \cancel{+} 1 \right]$$

$$= -\frac{2kQqa^2}{r^3} = -\frac{qH}{r^3}$$

答

$$H = 2kQa^2 \quad [\text{Jm}^3/\text{C}]$$

$$(6) \quad q = \frac{cG}{ar^3} \quad [\text{C}]$$

$$(7) \quad K = \frac{cGH}{a} \quad [\text{Jm}^6]$$

問3

$$(8) \quad F = -\frac{K}{\Delta r} \left[ \frac{1}{r^6} - \frac{1}{(r + \Delta r)^6} \right] \quad [\text{N}]$$

$$(9) \quad L = 24k^2cQ^2a^2 \quad [\text{Nm}^7]$$

(10) 距離  $r$  が大きくなると、クーロン引力もファンデルワールス力も弱くなるが、その変化の度合いは、ファンデルワールス力の方が著しく大きい。

### III

$$(1) \quad \cos \theta_1 = \frac{n_0}{n_1} \cos \theta_0$$

(2)  $n_0, n_1, n_2$  の大小関係

$$\odot n_2 < n_0 < n_1 \quad \cdot n_0 < n_2 < n_1 \quad \cdot n_0 < n_1 < n_2$$

※ これ以降の解答には  $\theta_1, n_1$  を用いないこと。

$$(3) \quad \frac{n_0}{n_2} \lambda \quad \left( \text{or } \frac{\cos \theta_2}{\cos \theta_0} \lambda \right) \quad [\text{m}]$$

$$(4) \quad 2d \sin \theta_2 \quad [\text{m}]$$

$$(5) \quad n_2 = n_0 \cos \theta_c$$

※ これ以降の解答には  $\theta_c$  を用いないこと。

(6) 液体 A の上面での反射

液体 A の下面での反射

・ 位相は  $\pi$  ずれる  $\odot$  位相は変化しない  $\odot$  位相は  $\pi$  ずれる ・ 位相は変化しない

$$(7) \quad 2d \sqrt{\left(\frac{n_2}{n_0}\right)^2 - \cos^2 \theta_0} = \left(m - \frac{1}{2}\right) \lambda$$

$$(8) \quad M \leq \frac{2d}{\lambda} \left(\frac{n_2}{n_0}\right) + \frac{1}{2}$$

$$(9) \quad \frac{9}{4} \left(\frac{n_0}{n_2}\right) \lambda \leq d < \frac{11}{4} \left(\frac{n_0}{n_2}\right) \lambda \quad [\text{m}]$$

$$(10) \quad d = 1.65 \times 10^{-6} \quad \text{m}$$

# 平成31年度 前期日程 化学 解答例

I

問 1

水蒸気を除いた空気の分圧は  $1.036 \times 10^5 - 3.6 \times 10^3 = 1.00 \times 10^5$  (Pa)

捕集した呼気の水蒸気以外の窒素の体積分率は

$$\frac{75}{75+16+4+1} = \frac{75}{96}$$

窒素の物質質量  $n$  (mol) は

$$n = \frac{1.00 \times 10^5 \times 0.960 \times \frac{75}{96}}{8.31 \times 10^3 \times 300} = \frac{1.00 \times 0.25}{8.31} = 3.008 \times 10^{-2} \text{ (mol)} \text{ ①}$$

答  $3.0 \times 10^{-2}$  (mol)

問 2

(1) (ア) 固体 (イ) 液体 (ウ) 気体

(2) B: 臨界点 T: 三重点

(3) 蒸気圧曲線

(4) ① → ②: 融解      ③ → ②: 凝縮      ④ → ①: 凝固      ⑤ → ③: 昇華

(5) AT との交点:  $0^\circ\text{C}$       BT との交点:  $100^\circ\text{C}$

問 3

(1) 空気の平均モル質量  $M$  は  $28 \times 0.75 + 32 \times 0.25 = 29.0$

気体の物質質量  $n$  (mol) は

$$n = \frac{2.026 \times 10^7 \times 10}{8.31 \times 10^3 \times 300} = 8.126 \times 10^1 \text{ (mol)}$$

従って空気の質量  $w$  (g) は

$$w = 29.0 \times 8.126 \times 10^1 = 2.4 \times 10^3 \text{ (g)}$$

答  $2.4 \times 10^3$  (g), 2.4 (kg)

(2) 陸上での充填した空気の体積は、10 L の 200 倍となる (圧力が 200 倍)

従って、2,000 L の空気が充填されたこととなる。残量が 10 L となると使用できなくなるので、

$$t = \frac{2,000 - 10}{0.5} = 3,980 \text{ (分)}$$

答 3,980 (分)

問 4

2g のブドウ糖の燃焼で 1kg の水の温度が 7.5℃ 上昇したので、

1g のブドウ糖での発生した熱量  $Q'$  は

$$Q' = \frac{7.5}{2} \times 1,000 \times 4.18 \text{ (J/g)}$$

ブドウ糖のモル質量が 180 なので、求める燃焼熱  $Q$  は

$$Q = 180 \times Q' = 180 \times \frac{7.5}{2} \times 1,000 \times 4.18 = 2.8215 \times 10^6 \text{ (J/mol)} = 2.82 \times 10^3 \text{ (kJ/mol)}$$

答  $2.82 \times 10^3$  (kJ/mol)

問 5

答 曲線 B

理由 実在気体の二酸化炭素の分子間には分子間力が働き実在気体に比べ体積が小さくなるため。

II

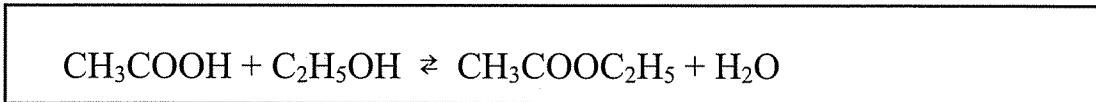
問 1

ア エステル(エステル化) (縮合)	イ 酢酸エチル(エステル) (エチルアセテート)
-----------------------	--------------------------------

問 2

(Ⅲ), (Ⅳ)

問 3



問 4

$$\begin{aligned} \text{CH}_3\text{COOH} &= 60 \times \frac{1.5 \times 4}{60} = 0.1 \text{ mol/L} \\ [\text{H}^+] &= 0.1 \times 0.013 = 1.3 \times 10^{-3} \text{ (mol/L)} \\ \text{pH} &= -\log[\text{H}^+] = -\log(1.3 \times 10^{-3}) \\ &= 3 - 0.11 = 2.89 \approx 2.9 \text{ (有効数字2桁)} \end{aligned}$$

問 5

$$K_c = \frac{[\text{CH}_3\text{COOC}_2\text{H}_5][\text{H}_2\text{O}]}{[\text{CH}_3\text{COOH}][\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}]}$$

※

問 6

$0.4 \times \text{mol/L} \times \frac{20}{1000} \text{ L} = 0.008 \text{ mol}$  塩酸からの $[\text{H}^+]$ の供給量  
 中和滴定に要したの $[\text{H}^+]$ は 0.341 molだから  
 酢酸の平衡濃度 $[\text{H}^+]$ は  $0.341 - 0.008 = 0.333 \text{ mol}$   
イ の平衡濃度は  $1 - 0.333 = 0.667 \text{ mol}$        $6.67 \times 10^{-1} \text{ mol}$  (有効数字3桁)  
 平衡乗数 $K_c$ は、溶液の体積を $V(\text{L})$ とすると  

$$\frac{[\text{CH}_3\text{COOC}_2\text{H}_5][\text{H}_2\text{O}]}{[\text{CH}_3\text{COOH}][\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}]} = \frac{\frac{(1-0.333)}{V} \frac{(1-0.333)}{V}}{\frac{(0.333)}{V} \frac{(0.333)}{V}}$$

$$\left[ = \frac{(0.667)(0.667)}{(0.333)(0.333)} \right] = 4.012 \dots = 4.0 \text{ (有効数字2桁)}$$

記号

b

問 7

名称 触媒	記号・理由 b (触媒には) 生成反応速度を速める働きがあるから
----------	-------------------------------------

問 8

d

※

### IIIA 解答例

問 1 (1) 蒸留 (2) 再結晶 (3) クロマトグラフィー

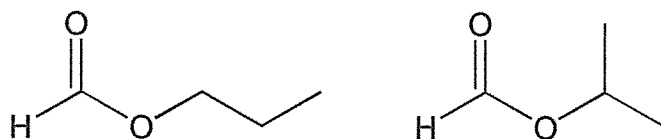
問 2 Aの16.5 mg 中の各元素の質量 炭素 :  $33.0 \times 12/44 = 9.0$  mg  
水素 :  $13.5 \times 2/18 = 1.5$  mg 酸素 :  $16.5 - (9.0 + 1.5) = 6.0$  mg  
 $9.0/12 : 1.5/1.0 : 6.0/16 = 0.75 : 1.5 : 0.375 = 2 : 4 : 1$  組成式 :  $C_2H_4O$

組成式  $C_2H_4O$  の式量は  $12 \times 2 + 1 \times 4 + 16 \times 1 = 44$

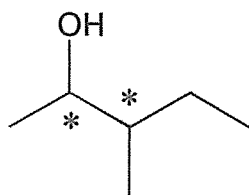
分子式を  $(C_2H_4O)_n$  とすると  $44n = 88$   $n = 2$  分子式 :  $C_4H_8O_2$

問 3  $C_4H_8O_2 + 5O_2 \rightarrow 4CO_2 + 4H_2O$

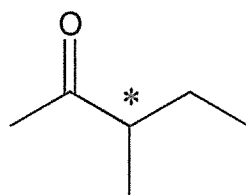
問 4 A



問 5 B



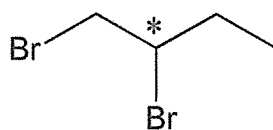
C



D



E



問 6 (a) ○ (b) ○ (c) × (d) × (e) ○ (f) × (g) ×

### III B 解答例

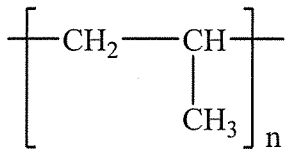
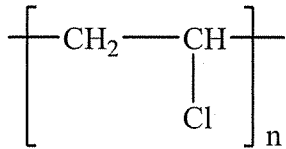
#### 問 1

ア: カルボキシ、 イ: アミノ、 ウ: 一次、 エ: 水素、 オ: 酸化 (架橋でも可)、

カ: リン酸、 キ: 塩基、 ク: 負 (マイナスでも可)、 ケ:  $\beta$ -グルコース、  
コ: 1

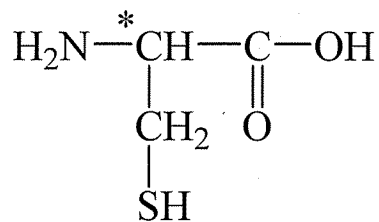
(アとイは順不同)

#### 問 2



#### 問 3

アミノ酸名 システイン



#### 問 4

塩析

理由 高濃度の電解質によりタンパク質(親水コロイド)から水和水が奪われ、タンパク質(親水コロイド)どうしが凝集したため。



### III B 解答例

#### 問5

セルロースの分子構造  $(C_6H_{10}O_5)_n$  分子量  $162n$

トリニトロセルロースの分子構造  $[C_6H_7O_2(ONO_2)_3]_n$  分子量  $297n$

セルロース 16.2 g が全てトリニトロセルロースになったときのトリニトロセルロース収量を  $y$  (g) とすると

$162n : 16.2 = 297n : y$  とおける。  $y = \underline{29.7 \text{ g}}$  と求まる。

セルロース分子中のヒドロキシ基が  $z$  の割合でエステル化されたこととすると、

分子構造  $[C_6H_7O_2(ONO_2)_{3z}(OH)_{3(1-z)}]_n$  分子量  $(162+135z)n$

$162n : 16.2 = (162+135z)n : 25.2$  とおける。  $z = 0.6666\cdots$  と求まる。

導入率は、66.7%と求まる。

(有効数字の桁数指定が明確ではないので、67%でも可とする)