

# 2023年度（令和5年度）後期日程 物理 解答例

I

問1

(1) $\frac{1}{2}kl_0^2 \quad \text{[J]}$	(2) $\frac{5}{18}kl_0^2 \quad \text{[J]}$
(3) $ma = -kx + \mu mg$	(4) $-\frac{5}{3}\mu mgl_0 \quad \text{[J]}$
(5) $\frac{kl_0}{6mg}$	(6) $\pi \sqrt{\frac{m}{k}} \quad \text{[s]}$
(7) $\frac{1}{3}l_0 \quad \text{[m]}$	(8) $\frac{l_0}{2} \sqrt{\frac{k}{m}} \quad \text{[m/s]}$
(9) $\frac{1}{3} \frac{kl_0}{mg} \leq \mu_0 < \frac{2}{3} \frac{kl_0}{mg}$	

問2

(10) $\frac{kl_0}{2mg}$	(11) (a)	(12) (a)
(13) Aでの力学的エネルギー $\frac{1}{2}mV^2 + \frac{1}{2}k\left(\frac{l_0}{2}\right)^2 \quad \text{[J]}$	Bでの力学的エネルギー $\frac{1}{2}kx_B^2 \quad \text{[J]}$	
(14) $\frac{l_0}{6} + \sqrt{\frac{mV^2}{k} + \frac{l_0^2}{9}} \quad \text{[m]}$	(15) (a), (b)	

## II

問 1

(1)	$-e \frac{E}{L}$	[N]	(2)	$-\frac{eE}{kL}$	[m/s]			
(3)電流	$\frac{e^2 n S}{kL} E$	[A]	抵抗	$\frac{kL}{e^2 n S}$	[Ω]	抵抗率	$\frac{k}{e^2 n}$	[Ω·m]
(4)	$\frac{1}{k} \left( \frac{eE}{L} \right)^2$	[W]	(5)	$\frac{e^2 n S E^2}{kL}$	[W]			
(6)記号	理由	<p>① 温度が上昇すると、金属原子の熱振動が激しくなり、</p> <hr/> <p>自由電子の金属原子との衝突が起こりやすくなるため。</p>						

問 2

(7)	$E = RI + V$	(8)	0.33	[W]
(9)	$2.1 \times 10^2$	[°C]		
(10)	(お)			

問 3

(11)	$\mu_0 \frac{N}{l} IS$	[Wb]	(12)誘導起電力の大きさ	$\mu_0 \frac{SN^2}{l} \frac{\Delta I}{\Delta t}$	[V]	自己インダクタンス	$\mu_0 \frac{SN^2}{l}$	[H]
(13)	$\omega LI_0 \cos \omega t$	[V]	(14)電源電圧の最大値	$I_0 \sqrt{R^2 + (\omega L)^2}$	[V]	$\tan \alpha =$	$\frac{\omega L}{R}$	
(15)	$\frac{1}{2} RI_0^2 \frac{R^2 + (\omega L)^2}{R^2 + 4(\omega L)^2}$							[W]

III

問 1

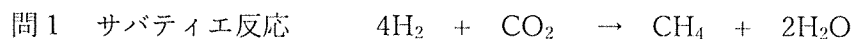
<p>(1)</p> $n = \frac{p_0 Sh}{RT_1} \quad [\text{mol}]$	<p>(2)</p> $T_2 = \frac{3}{4} T_1 \quad [\text{K}]$	$p_2 = \frac{3}{2} p_0 \quad [\text{Pa}]$
<p>(3)</p> $p_3 = p_0 + \frac{Mg}{S} \quad [\text{Pa}]$	$T_3 = \frac{\left(p_0 + \frac{Mg}{S}\right) Sh}{2nR} \quad [\text{K}]$	
<p>(4)</p> $Q_{23} = -\frac{3}{2} Sh \left( \frac{p_0}{2} - \frac{Mg}{S} \right) \quad [\text{J}]$	<p>(5)</p> $Q_{34} = \frac{5}{2} nRT_3 \quad [\text{J}]$	

問 2

<p>(6)</p> $p_6 = \left(\frac{4}{3}\right)^\gamma p_0 \quad [\text{Pa}]$	$T_6 = \frac{3 Sh}{4 nR} p_6 \quad [\text{K}]$
<p>(7)</p> $n_7 = \frac{8}{7} n \quad [\text{mol}]$	$p_7 = \frac{6}{7} p_6 \quad [\text{Pa}]$
<p>(8)</p> $M = \frac{S}{g} \left[ \frac{6}{7} \left(\frac{4}{3}\right)^\gamma - 1 \right] p_0 \quad [\text{kg}]$	

# 2023年度（令和5年度）後期日程 化学 解答例

I



問2 ア： 2 イ： 8

問3 (C)

問4 ナノ粒子の体積:  $\frac{4\pi}{3}\left(\frac{D}{2}\right)^3 \times 10^{-21}$  (cm<sup>3</sup>)

密度  $d$  g/cm<sup>3</sup> よりナノ粒子の質量は体積に  $d$  をかけて  $\frac{4\pi d}{3}\left(\frac{D}{2}\right)^3 \times 10^{-21}$  (g)

$M$  g/mol より  $M$  で割ってアボガドロ数  $N_A$  をかける

$$\text{答え: } \frac{4\pi d N_A}{3M} \left(\frac{D}{2}\right)^3 \times 10^{-21} \quad (\text{個}) \quad \rightarrow \quad \frac{\pi D^3 d N_A}{6M} \times 10^{-21} \quad (\text{個})$$

問5 上の式に数値を代入する

$$\frac{3.14 \times 125 \times 8.08 \times 6}{6 \times 62.8} \times 10^{23} \times 10^{-21} = 5050 \text{ 個}$$

問6 イ オ

問7 アレニウス式に 99600 J/mol および  $T = 500$  を代入すると  $k = k_0 \cdot \exp(-24)$

活性化エネルギーが半減するので  $k = k_0 \cdot \exp(-12)$

両者の比を取って、 $k_0 \cdot \exp(-12) / k_0 \cdot \exp(-24) = \exp(12)$

図2より 10万倍を超える程度の値

答え: D

問8 同じ重量でも小さい触媒の方が反応分子と接触する面積がより大きくなるから

II

問 1

- (ア) 亜鉛
- (イ) 水銀
- (ウ) 中性子
- (エ) 陽子
- (オ) 白
- (カ) 銅
- (キ) アマルガム
- (A) Zn
- (B) Hg

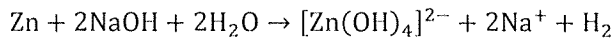
問 2

X の化学式：  $\text{H}_2$

物質質量： 32 mol

導出過程：

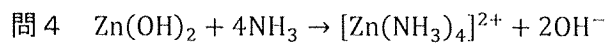
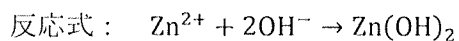
以下の反応が起こり，水素分子と等モルの亜鉛が必要となる。



水素分子 64 g は  $64 \text{ g} / (1.0 \text{ g/mol} \times 2) = 32 \text{ mol}$  なので，32 mol。

問 3

Y の化学式：  $\text{Zn}(\text{OH})_2$



問 5 染料は溶媒に溶解し，顔料は溶媒に溶解しない。

問 6

- (1)  $1.2 \times 10^{-1} \text{ mol}$

導出過程：

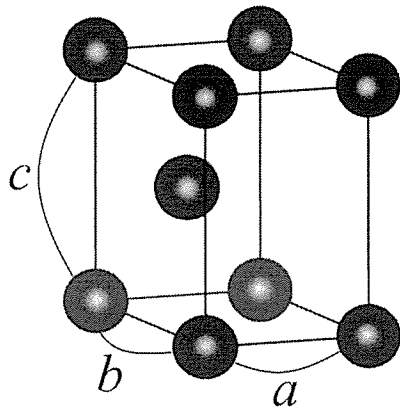
772 分は 46320 秒なので，放電反応に必要な電気量は  $(46320 \text{ s}) \times (500 \times 10^{-3} \text{ A}) = 23160 \text{ C}$  である。負極の反応は  $\text{Zn} \rightarrow \text{Zn}^{2+} + 2\text{e}^-$  であり，必要となる Zn の物質質量は電子の物質質量の半分なので，

$$\frac{(23160 \text{ C})}{(9.65 \times 10^4 \text{ C mol}^{-1})} \times \frac{1}{2} = 1.2 \times 10^{-1} \text{ mol}$$

$$(2) V = \frac{\sqrt{2}}{2} N_{\Lambda} d^3$$

導出過程：

六方最密構造の単位格子を以下のようにとる。



$a$ ,  $b$ ,  $c$  の長さは,  $d$  を用いて

$$a = d$$

$$b = d$$

$$c = \frac{2\sqrt{6}}{3} d$$

である。 $a$  軸 -  $b$  軸間の角度は  $120^\circ$  であり,  $c$  軸は  $a$  軸と  $b$  軸に直交するので, この単位格子の体積  $V_{\text{unit}}$  は

$$V_{\text{unit}} = \left( \frac{\sqrt{3}}{2} d^2 \right) \times \left( \frac{2\sqrt{6}}{3} d \right) = \sqrt{2} d^3$$

となる。この格子中に含まれる原子数は 2 なので、

$$V = \frac{1}{2} N_{\Lambda} V_{\text{unit}} = \frac{\sqrt{2}}{2} N_{\Lambda} d^3$$

※面心立方構造から導出した解答も可。

# III A

## 問 1

名称：元素分析
理由： ソーダ石灰は、発生した二酸化炭素と水を吸収してしまい、 二酸化炭素と水の質量を別々に測定できないため。

## 問 2 (a)

塩化カルシウム：14.9 mg	ソーダ石灰：56.5 mg
炭素の質量： $20 \times 0.771 = 15.42$ 二酸化炭素の質量： $15.42 \times 44 \div 12 = 56.54 \approx 56.5$	
水素の質量： $20 \times 0.083 = 1.66$ 水の質量： $1.66 \times 18 \div 2 = 14.94 \approx 14.9$	

## 問 2 (b)

$C_{14}H_{18}O_2$
-------------------

## 問 3

<p>A</p>	<p>B</p>	<p>C</p>
<p>D</p>	<p>E</p>	<p>F</p>

## 問 4

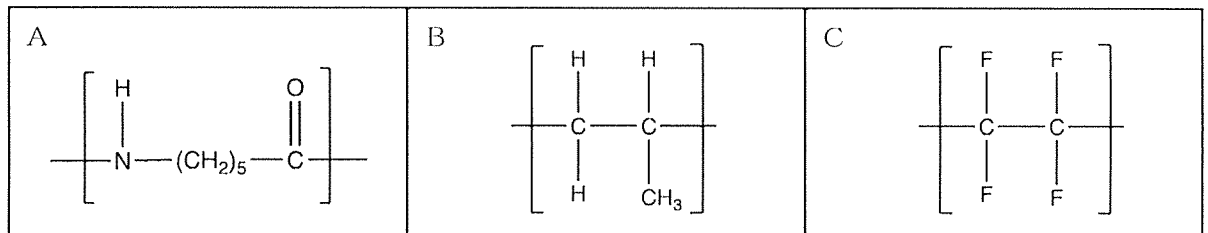
反応の名称：ヨードホルム反応 黄色沈殿の化学式： $CHI_3$
-------------------------------------

### III B

問 1

ア 水素	イ アセチル	ウ 開環	エ 共 または 付加	オ 硬化
---------	-----------	---------	---------------	---------

問 2



問 3

あ セルラーゼ	い セロビアーゼ	う セロビオース
------------	-------------	-------------

問 4

(2) ケミカル リサイクル	(3) マテリアル リサイクル	(4) サーマル リサイクル
-------------------	--------------------	-------------------

問 5

架橋構造が壊れてしまうため

問 6

使用済み PET 樹脂の重量とリサイクル率から再生 PET 樹脂の重量は  $48\text{kg} \times 0.8 = 38.4\text{kg}$  である。  
 単位ユニットの mol 数は PET の式量 (192) から  $38400 \div 192 = 200 \text{ mol}$  である。  
 全ての中間体 BHET (分子量 254) が消費されることから  $254 \times 200 \times 10^{-3} = 50.8 \text{ kg}$  となる。