

I

問1

(1) 
$$\frac{1}{3}(1+e)v \quad [\text{m/s}]$$

(2) はねかえり係数の範囲	小球Qの速さ
$0.5 < e \leq 1$	$\frac{2}{3}(e-0.5)v \quad [\text{m/s}]$

(3) 
$$\frac{1}{18g}(1+e)^2v^2 \quad [\text{m}]$$

(4) 
$$mg\left(1+\frac{2h}{L}\right) \quad [\text{N}]$$

問2

(5) 
$$\sqrt{\frac{2MgL(1-\cos\theta)}{m+M}} \quad [\text{m/s}]$$

(6) 
$$\frac{m}{m+M}L\sin\theta \quad [\text{m}]$$

問3

(7) 
$$\frac{mg}{\cos\phi} \quad [\text{N}]$$

(8) 
$$g\tan\phi \quad [\text{m/s}^2]$$

(9) 
$$2\pi\sqrt{\frac{L\cos\phi}{g}} \quad [\text{s}]$$

(10) 
$$\sqrt{2gL\left(\frac{1}{\cos\phi}-1\right)} \quad [\text{m/s}]$$

(11) 
$$mg\left(\frac{3}{\cos\phi}-2\right) \quad [\text{N}]$$

(12) 
$$\frac{mg}{(\cos\phi)^2} \quad [\text{N}]$$

(13) 
$$\tan\phi\sqrt{gL} \quad [\text{m/s}]$$

(14) 
$$2\pi\cos\phi\sqrt{\frac{L}{g}} \quad [\text{s}]$$

## II

### 問1

(1)  $\frac{dQ}{\epsilon_0 S}$  [V]

(2)  $\frac{Q}{3\epsilon_0 S}$  [V/m]

(3)  $\frac{Q}{2\epsilon_0 S}$  [V/m]

(4)  $\frac{3Q}{4\epsilon_0 S}$  [V/m]

### 問2

(5)  $qV_1$  [J]

(6)  $\frac{2qV_1 t^2}{(l+p+r)^2}$  [kg]

(7)  $qE$  [N]  $y$  軸の正の向き  $y$  軸の負の向き

(8) 距離  $\frac{qEp^2}{2m_1 v_0^2}$  [m] 速さ  $\frac{qEp}{m_1 v_0}$  [m/s]

(9)  $m_1 = \frac{qEp(p+2r)}{2v_0^2 Y_1}$  [kg]

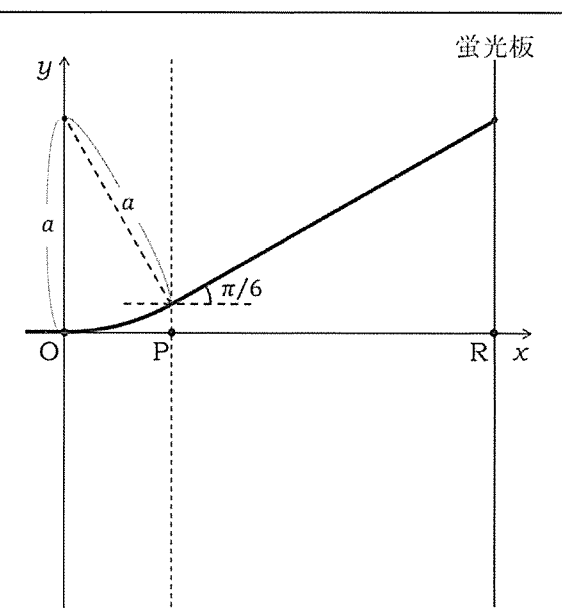
(10)  $qv_0 B$  [N]  $y$  軸の正の向き  $y$  軸の負の向き

(11) 軌道の半径  $\frac{m_2 v_0}{qB}$  [m]

(12)  $\frac{\pi m_2}{6qB}$  [s]

(13)  $m_2 = \frac{2qB(\sqrt{3}Y_2 - r)}{v_0(2\sqrt{3} - 3)}$  [kg]

(14)  $2qV_2 \left(\frac{B}{E}\right)^2$  [kg]



III

問 1

(1)

$$t_1 = 300 \quad [\text{s}]$$

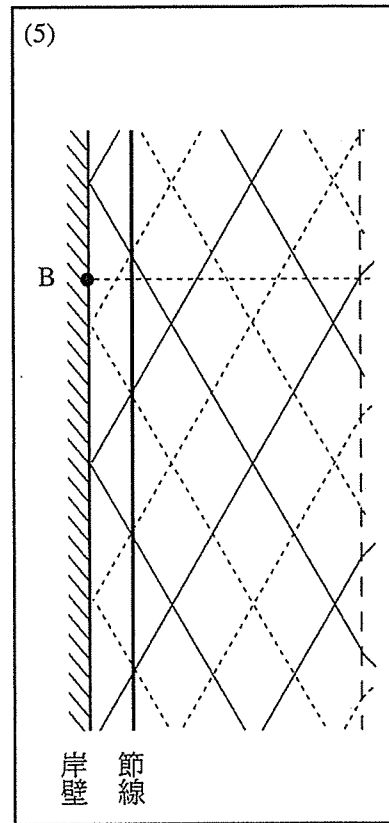
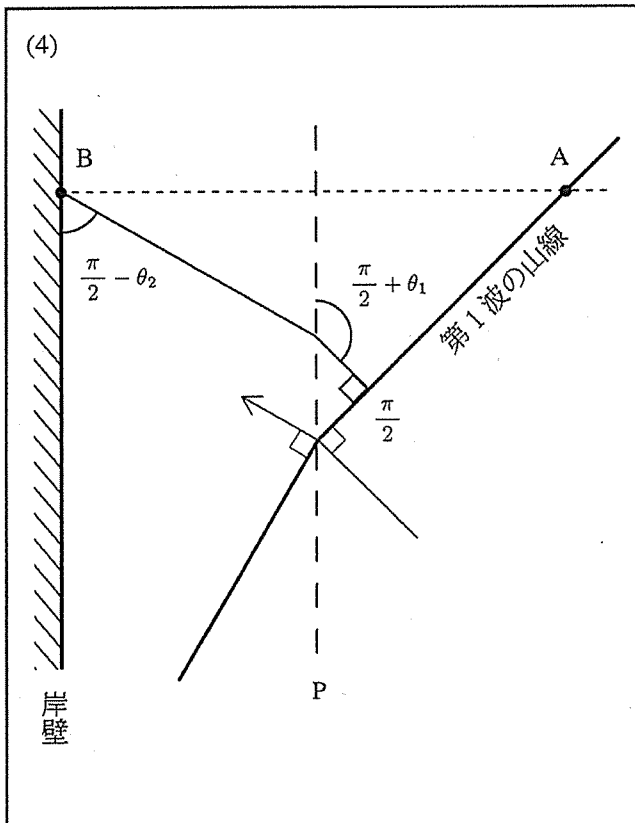
(2)

$$\frac{t_2}{t_1} = \cos \theta$$

問 2

(3)

$$h_2 = \left( \frac{\sin \theta_2}{\sin \theta_1} \right)^2 h_1 \quad [\text{m}]$$



(6)

$$d = \frac{T\sqrt{gh_2}}{4 \cos \theta_2} \quad [\text{m}]$$

(7)

$$\frac{h_3}{h_1} > \frac{1}{\sin^2 \theta_1}$$

問 3

(8)

$$\frac{T}{T_1} = 1 + \frac{v \sin \theta_1}{\sqrt{gh_1}}$$

(9)

$$\frac{T_1}{T_2} = 1$$

2021年度（令和3年度） 前期日程 化学 解答例

I 問1

基質特異性

問2

ガソリン	$C_8H_{18} + 25/2 O_2 \rightarrow 8CO_2 + 9H_2O$
エタノール	$C_2H_5OH + 3O_2 \rightarrow 2CO_2 + 3H_2O$

問3

ガソリン  $C + O_2 = CO_2 + 394 \text{ kJ}$  ①  
 $H_2 + 1/2 O_2 = H_2O + 286 \text{ kJ}$  ②  
 $8C + 9H_2 = C_8H_{18} + 250 \text{ kJ}$  ③  
 $2C + 3H_2 + 1/2 O_2 = C_2H_5OH + 278 \text{ kJ}$  ④  
 $8 \times \text{①} - \text{③} + 9 \times \text{②}$ を計算して整理すると  
 $C_8H_{18} + 25/2 O_2 = 8CO_2 + 9H_2O + 5476 \text{ kJ}$  答え 5476 kJ/mol

エタノール  
 $2 \times \text{①} - \text{④} + 3 \times \text{②}$ を計算して整理すると  
 $C_2H_5OH + 3O_2 = 2CO_2 + 3H_2O + 1368 \text{ kJ}$  答え 1368 kJ/mol

問4

1gあたりの燃焼熱に換算して計算する。ガソリンのモル質量は114g エタノールのモル質量は46g したがって、ガソリンの質量分率をxとすると

$$\frac{5476}{114}x + \frac{1368}{46}(1-x) = 45.3$$

を解くと、 $x = 0.850$  を得る。 答え 85%

問5

$60W - 6W = 54W$  が節約できることになる。  
 2,000時間の節約エネルギーは、 $54 \text{ (J/s)} \times 3,600 \text{ (s/h)} \times 2,000 \text{ (h)}$   
 1gあたりの混合燃料の燃焼によって変換された電気エネルギーは、 $45.3 \times 10^3 \text{ (J/g)} \times 0.40 \text{ kJ}$   
 よって節約できる混合燃料の重量は

$$\frac{54 \text{ (J/s)} \times 3,600 \text{ (s/h)} \times 2,000 \text{ (h)}}{45.3 \times 10^3 \text{ (J/g)} \times 0.40} = 2.14 \times 10^4 \text{ (g)} = 2.1 \times 10^1 \text{ (kg)}$$

答え 21 kg ( $2.1 \times 10^1 \text{ kg}$ )

問6

水がない空間の容積は0.70 Lなので、気体の状態方程式より

$$n = PV/RT = 1.0 \times 10^5 \times 0.70 / (8.31 \times 10^3 \times 300) = 2.807 \times 10^{-2} \quad \text{答え } \underline{2.8 \times 10^{-2} \text{ mol}}$$

問7

27°Cでの溶解度は $3.6 \times 10^{-2} \text{ mol}$ なので、

$$0.300 \times 3.6 \times 10^{-2} = 1.08 \times 10^{-2} \text{ mol} \quad \text{答え } \underline{1.1 \times 10^{-2} \text{ mol}}$$

問8

$2.81 \times 10^{-2} \text{ mol}$ のうち $1.08 \times 10^{-2} \text{ mol}$ が溶解したので、気相に残っている二酸化炭素は、

$$2.81 \times 10^{-2} - 1.08 \times 10^{-2} = 1.73 \times 10^{-2} \text{ mol} \text{ となる。}$$

気相の体積は、 $1.73 / 2.81 \times 0.70 = 0.431 \text{ L}$

したがってペットボトル全体の容積は  $0.30 + 0.431 = 0.731 \text{ L}$  答え 0.73 L ( $7.3 \times 10^{-1} \text{ L}$ )

(問 8 の別解)

二酸化炭素の  $1.08 \times 10^{-2}$  mol が水に溶解したので、その体積

$$V = nRT/P = 1.08 \times 10^{-2} \times 8.31 \times 10^3 \times 300 / (1.0 \times 10^5) = 0.269 \text{ L}$$

潰れたペットボトルの容積は  $1 - 0.269 = 0.731 \text{ L}$

答え  $0.73 \text{ L} (7.3 \times 10^{-1} \text{ L})$

II

問1

- (ア) 緑青 (イ) 青銅 (ウ) スズ (エ) 酸化銅 (II) (オ) 酸化銅 (I)  
 (カ)  $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$  (キ)  $\text{CuSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$  (ク)  $\text{CuSO}_4$  (ケ)  $\text{BaSO}_4$

問2

Cu は水素よりもイオン化傾向が小さく、酸化力の弱い希硫酸とは反応しないため。

問3

最終的に (カ)  $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$  から 5 分子の  $\text{H}_2\text{O}$  が失われて (ク)  $\text{CuSO}_4$  が生成する。したがって、水 5 分子による質量減少は  $180.8 + 45.2 = 226 \text{ mg}$  となる。 $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$  の分子量は  $64 + 32 + 4 \times 16 + 5 \times 18 = 250$ 、また  $\text{CuSO}_4$  の分子量は  $65 + 32 + 4 \times 16 = 160$  であるから、最初に容器に入っていた  $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$  の質量を  $x \text{ mg}$  とおくと、

$$x/250 = (x - 226)/160$$

$$\therefore x = 627 \approx 6.3 \times 10^2 \text{ (mg)}$$

問4

- (c)  $\text{CuSO}_4 \rightarrow \text{CuO} + \text{SO}_2 + 1/2\text{O}_2$  (または  $\text{CuSO}_4 \rightarrow \text{CuO} + \text{SO}_3$ )  
 (d)  $\text{CuSO}_4 + \text{BaCl}_2 \rightarrow \text{CuCl}_2 + \text{BaSO}_4$

問5

(ク)  $\text{CuSO}_4$  は  $60^\circ\text{C}$  で  $\text{H}_2\text{O}$  100 g に 40 g 溶解するので、 $60^\circ\text{C}$  の  $\text{CuSO}_4$  の飽和水溶液 150 g 中に含まれる  $\text{CuSO}_4$  の質量は  $150 \times 40/(100 + 40) \text{ g}$ 、 $\text{H}_2\text{O}$  の質量は  $150 \times 100/(100 + 40) \text{ g}$  となる。実際に析出する結晶は (カ)  $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$  なので、その質量を  $x \text{ g}$  とおくと、 $20^\circ\text{C}$  で  $x \text{ g}$  の  $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$  が析出するので、溶質である  $\text{CuSO}_4$  の減少分は  $(160/250)x \text{ g}$ 、溶媒である  $\text{H}_2\text{O}$  の減少分は  $(90/250)x \text{ g}$  となる。 $20^\circ\text{C}$  における  $\text{CuSO}_4$  の溶解度は  $\text{H}_2\text{O}$  100 g あたり 20 g なので、

$$\{150 \times 40/(100 + 40) - (160/250)x\} : \{150 \times 100/(100 + 40) - (90/250)x\} = 20 : 100$$

$$\therefore x = 37.7 \approx 38 \text{ (g)}$$

問6

- (1)  $\text{PbSO}_4$ ,  $\text{CuS}$ ,  $\text{AgCl}$ ,  $\text{CaCO}_3$   
 (2) 溶かした (カ)  $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$  の質量を  $x \text{ g}$  とおくと、作製した溶液中の  $[\text{SO}_4^{2-}]$  は、 $x/250 \times 1000/200 \text{ mol/L}$  となる。系中のバリウムイオン濃度が  $[\text{Ba}^{2+}] = 1.1 \times 10^{-7} \text{ mol/L}$  を超えると (ケ)  $\text{BaSO}_4$  が析出し始めるので、この段階で反応溶液は  $\text{BaSO}_4$  の飽和水溶液となっている。 $\text{BaSO}_4$  の溶解度積  $[\text{Ba}^{2+}][\text{SO}_4^{2-}] = 1.0 \times 10^{-10} \text{ (mol/L)}^2$  から、

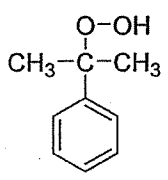
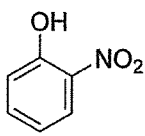
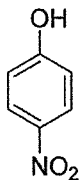
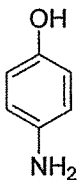
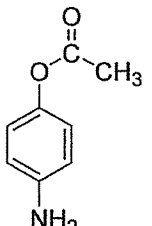
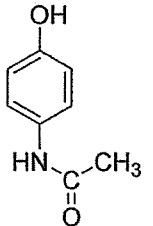
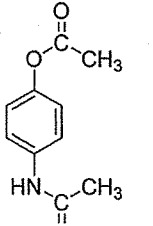
$$(1.1 \times 10^{-7}) \times (x/250 \times 1000/200) = 1.0 \times 10^{-10} \quad \therefore x = 4.54 \times 10^{-2} \approx 4.5 \times 10^{-2} \text{ (g)}$$

### III A

#### 問 1

ア アセチレン	イ クメン	ウ 硫酸
エ 蒸留	オ アミド	カ エステル

#### 問 2

A 	B 	C 	D 
E 	F 	G 	

#### 問 3

語群：(2)

理由：Dはアミノ基をもつため、塩酸塩になるが、Fはアミノ基をもたず、塩にならないため。

#### 問 4

アセトアミノフェン： $C_8H_9NO_2$

分子量は、 $12 \times 8 + 1.0 \times 9 + 14 \times 1 + 16 \times 2 = 151$

炭素の割合は、 $\frac{12 \times 8}{151} \times 100 = 63.57 \dots = 63.6$

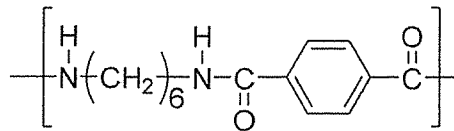
答え 63.6%

問題 III B

問 1.

ア：アミノ酸    イ：アルデヒド    ウ：還元    エ：酸化銅 (I) (もしくは  $\text{Cu}_2\text{O}$ )  
 オ：水素    カ： $\beta$ -シート    キ：二重らせん    ク： $\epsilon$ -カプロラクタム  
 ケ：酢酸ビニル    コ：ホルムアルデヒド (もしくはホルマリン)

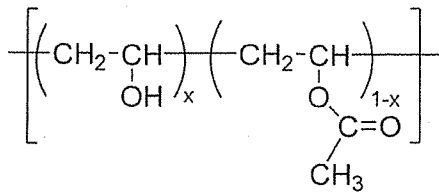
問 2.



問 3.

アミロペクチンは一部で 1 位と 6 位の OH での脱水縮合が起こり枝分かれ構造となる。分子量は高い。

問 4.



C-H 結合 : C=O 結合

$$3x + 6(1-x) : 1-x = 62 : 1$$

$$6 - 3x : 1-x = 62 : 1$$

$$x = 0.949$$

四捨五入して  $x = 0.95$

問 5.

