

	2024 年度	学年	学系	学籍番号	氏 名
科目名	化学 A ( 初歩 )				
教員名	類家 正稔				
試験日	2024 年 5 月 29 日 水曜日 1 時限	参照欄	全て不可, 電卓の使用可		採点欄
		備考			/170
配布欄	問題用紙 1 枚	別紙解答用紙 1 枚 : 回収する		計算用紙	

以下の設問に答えなさい。答えは全て解答用紙に書きなさい。[ mol/L ] のように単位を明示してあるものは解答に単位を書く必要はないが、単位の明示を求められているものは必ず単位とともに答えなさい。また、気体は全て理想気体とみなしなさい。アヴォガドロ数は  $N_A = 6.02 \times 10^{23}$  とする。また、気体定数は  $R = 8.31 \text{ J/(K} \cdot \text{mol)}$  とする。必要であれば、次の原子量を用いよ。H = 1.0, C = 12.0, N = 14.0, O = 16.0, Na = 23.0

なお、問題中の物性値は ( 解答を容易にするために ) 有効桁数を落として用いている場合がある。

( 配点 1 番 : 2 点  $\times$  5 = 10 点 , 2 番以降 : 各小問につき 10 点 )

- 以下の文章の空欄  に適合する語句、物質名または数値を解答群から 1 つ選び、記号で答えなさい。
  - 黒鉛と  1 のように、元素は同じなのに性質の異なる物質が存在することがある。このような物質を互いに  2 とよぶ。
  - 同じ元素でも、陽子の数は同じなのに、 3 の数が異なる原子がある。このような原子を互いに  4 という。 $^{13}\text{C}$  の陽子の数は 6 で、 5 は 13 である。

< 解答群 >  
 ア . 共有      イ . 鉛      ウ . 配位      エ . イオン  
 オ . 中性子    カ . 質量数    キ . 電子      ク . 同素体  
 ケ . 同位体    コ . 13      サ . 7      シ . 6  
 ス . ダイヤモンド
- 天然に存在する Rb には  $^{85}\text{Rb}$  と  $^{87}\text{Rb}$  が混在しており、原子量は 85.5 とされている。 $^{85}\text{Rb}$  と  $^{87}\text{Rb}$  の相対質量をそれぞれ、85.0, 87.0 とした場合、 $^{85}\text{Rb}$  の天然存在比 [%] を有効数字 2 桁で求めなさい。
- 硝酸ナトリウム  $\text{NaNO}_3$  の水への溶解度は  $20^\circ\text{C}$  で 46.8,  $100^\circ\text{C}$  で 63.7 である。 $100^\circ\text{C}$  の飽和硝酸ナトリウム水溶液 50.0 g を  $20^\circ\text{C}$  に冷却すると析出する食塩の質量 [g] を有効数字 2 桁で答えなさい。
- 水酸化ナトリウム ( 式量 40.0 とする ) 140 g を水 ( 分子量 18.0 とする ) に溶かして 1.000 L とした溶液の質量は 1.130 kg であった。この水酸化ナトリウム水溶液について、以下の間に有効数字 3 桁で答えなさい。
  - 密度 [  $\text{g/cm}^3$  ] を求めなさい。
  - 容量モル濃度 [ mol/L ] を求めなさい。
  - 質量%濃度 [%] を求めなさい。
  - 質量モル濃度 [ mol/kg ] を求めなさい。
- ある気体 6.81 g は  $27^\circ\text{C}$  ,  $1.01 \times 10^5 \text{ Pa}$  で 6.00 L であった。以下の間に有効数字 3 桁で答えなさい。
  - $127^\circ\text{C}$  ,  $2.02 \times 10^5 \text{ Pa}$  にしたときの体積 [ L ] を求めなさい。
  - 気体の物質量 [ mol ] を求めなさい。
  - 気体の分子量を求めなさい。
- 仮想的な金属 X を考える。金属 X は面心立方格子をとるとする。以下の間に有効数字 2 桁で答えなさい。ただし、X の原子量は 65.0 とする。
  - 金属 X の単位格子の 1 辺の長さは 0.50 nm である。X の原子半径 [ nm ] を求めなさい。
  - X の結晶密度 [  $\text{g/cm}^3$  ] を求めなさい。
- 酢酸の 0.100 mol/L 溶液の電離度  $\alpha$  は 0.0165 である。以下の間に (a) ~ (c) は有効数字 2 桁で、(d) は有効数字 3 桁で答えなさい。ただし、(a) ~ (c) は弱酸近似を用いなさい。
  - 酢酸の電離平衡定数を求めなさい。ただし、単位があれば単位をつけて答えなさい。
  - 上で求めた酢酸の電離平衡定数から 0.0500 mol/L 溶液の電離度を求めなさい。
  - 0.100 mol/L の酢酸水溶液の pH を求めなさい。
  - 0.100 mol/L の酢酸水溶液で濃度未知の水酸化ナトリウム水溶液 20.00 mL を滴定したところ、19.86 mL 要した。水酸化ナトリウム水溶液の濃度 [ mol/L ] を求めなさい。
- pH=13 の水酸化ナトリウム水溶液 250 mL と pH=1 の塩酸 150 mL を混合した後、水を加えて 1000 mL にした。この水溶液の pH を小数点以下 1 桁まで求めなさい。

学籍番号

氏名

点数

1	1	2	3
4	5		

2

--

3

--

4	a	b	c
	d		

5	a	b	c
---	---	---	---

6	a	b
---	---	---

7	a	b	c
	d		

8

--

学籍番号

氏名

点数

170

1	1	ズ	2	7	3	才
	4	ヶ	5	㌦	10	

2	75	3	5.2	20
---	----	---	-----	----

4	a	1.13	b	3.50	c	12.4
	d	3.54	40			

5	a	4.00	b	0.243	c	28.0
30						

6	a	0.18	b	3.5	20	
---	---	------	---	-----	----	--

7	a	$2.7 \times 10^{-5}$ mol/L	b	0.023	c	2.8
	d	0.0993	40			

8	12.0	10
---	------	----

2.  $x\%$  とする.

$$85.0 \times \frac{x}{100} + 87.0 \times \frac{100-x}{100} = 85.5$$

$$85.0x + 8700 - 87.0x = 8550$$

$$-2.0x = -150$$

$$x = 75 \quad \underline{\underline{75\%}}$$

3.

$$100.0 + 63.7 : 63.7 - 46.8 = 50.0 : x$$

$$163.7 : 16.9 = 50.0 : x$$

$$x = 5. \overset{2}{\times} 6188 \dots$$

$$= 5.2$$

$$\underline{\underline{5.2g}}$$

4.

$$(a) \quad d = \frac{1.130 \times 10^3 \text{ g}}{1.000 \times 10^3 \text{ cm}^3}$$

$$= 1.130 \quad \underline{1.13 \text{ g/cm}^3}$$

(b)

$$\frac{140 \text{ g}}{40.0 \text{ g/mol}} \\ \underline{\hspace{1.5cm}} \\ 1.000 \text{ L}$$

$$= 3.50 \quad \underline{3.50 \text{ mol/L}}$$

(c)

$$\frac{140 \text{ g}}{1.130 \times 10^3 \text{ g}} \times 100$$

$$= 12.\overset{4}{\cancel{389}} \dots$$

$$\underline{12.4 \%}$$

(d)

$$\frac{3.50 \text{ mol}}{\frac{1130 - 140}{1000} \text{ kg}}$$

$$= \frac{3.50}{0.990}$$

$$= 3.5\overset{4}{\cancel{35}} \dots$$

$$\underline{3.54 \text{ mol/kg}}$$

$$5. (a) \frac{1.01 \times 10^5 \times 6.00}{273 + 27} = \frac{2.02 \times 10^5 \times V_2}{273 + 127}$$

$$\frac{6.00}{300} = \frac{2.00 \times V_2}{400}$$

$$V_2 = 4.00 \quad \underline{\underline{4.00 \text{ L}}}$$

(b)

$$PV = nRT$$

$$n = \frac{PV}{RT} = \frac{1.01 \times 10^5 \times 6.00 \times 10^{-3}}{8.31 \times 300}$$

$$= 0.243 \text{ } \cancel{80} \dots$$

$$\underline{\underline{0.243 \text{ mol}}}$$

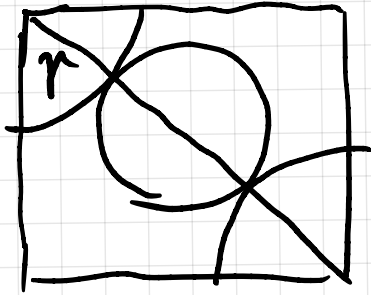
(c)

$$n = \frac{6.81}{M_w} = 0.243$$

$$M_w = 28.0 \text{ } \cancel{24} \dots$$

$$\underline{\underline{28.0}}$$

6.



0.50 nm

$$(a) \quad 0.50 \times \sqrt{2} = 4r$$

$$r = \frac{0.50\sqrt{2}}{4}$$

$$= 0.176775$$

0.18 nm

(b)

$$\frac{65.0}{6.02 \times 10^{23}} \times 4$$

---

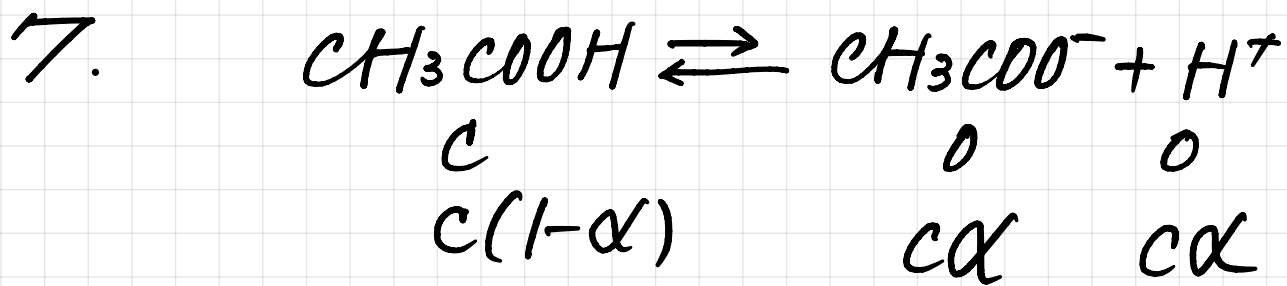
$$(0.50 \times 10^{-7})^3$$

$$= \frac{65.0 \times 4}{6.02 \times 10^{23} \times 0.50^3 \times 10^{-21}}$$

$$= 345.51495... \times 10^{-2}$$

$$= 3.455...$$

3.5 g/cm<sup>3</sup>



$$(a) \quad K_c = \frac{c\alpha^2}{c(1-\alpha)} \approx c\alpha^2$$

$$= 0.100 \times 0.0165^2$$

$$= 2.7225 \times 10^{-5}$$

$$\underline{\underline{2.7 \times 10^{-5} \text{ mol/L}}}$$

$$(b) \quad \alpha = \sqrt{K_c / c}$$

$$= \sqrt{2.7 \times 10^{-5} / 0.0500}$$

$$= \sqrt{5.4 \times 10^{-4}}$$

$$= 0.02323 \dots \quad \underline{\underline{0.023}}$$

$$(c) \quad \text{pH} = -\log[\text{H}^+]$$

$$= -\log(0.100 \times 0.0165)$$

$$= -\log(0.00165) = 2.7825 \dots$$

$$\underline{\underline{2.8}}$$

$$(d) \quad 0.100 \times 20.00 = x \times 19.86$$

$$x = 0.0993$$

$$\underline{\underline{0.0993 \text{ mol/L}}}$$



8.

$$pH=13 \quad [H^+] = 10^{-13} \text{ mol/L}$$

$$[OH^-] = 10^{-1} \text{ mol/L}$$

$$pH=1 \quad [H^+] = 10^{-1} \text{ mol/L}$$

$$n_{OH^-} = 10^{-1} \times \frac{250}{1000} = 0.025 \text{ mol}$$

$$n_{H^+} = 10^{-1} \times \frac{150}{1000} = 0.015 \text{ mol}$$

$$n_{OH^-} - n_{H^+} = 0.010 \text{ mol}$$

$$[OH^-] = \frac{0.010 \text{ mol}}{1.000 \text{ L}} = 0.010 \text{ mol/L}$$
$$= 10^{-2} \text{ mol/L}$$

$$[H^+] = 10^{-12} \text{ mol/L}$$

$$\rightarrow pH=12$$