

# 化 学

( 解答番号  ~  )

必要があれば, 次の数値を用いよ。

原子量 : H = 1.0      He = 4.0      C = 12.0      N = 14.0  
          O = 16.0      Cl = 35.5      Ca = 40.1      Ag = 108  
          Pt = 195

アボガドロ定数 :  $N_A = 6.02 \times 10^{23}/\text{mol}$

気体定数 :  $R = 8.31 \times 10^3 \text{ Pa}\cdot\text{L}/(\text{K}\cdot\text{mol})$

ファラデー定数 :  $F = 9.65 \times 10^4 \text{ C/mol}$

※ この問題つづりに計算用紙をはさみこんでいます  
ので利用してください。

I 次の問い(問1～問5)に答えよ。(25点)

問1 元素の周期表の第3周期の元素のうち、非金属元素はいくつあるか。その数を直接マークせよ。 1

問2 炭素原子  $^{12}\text{C}$  の陽子数は、水素原子  $^1\text{H}$  の質量数の何倍か。その数を直接マークせよ。ただし、10以上の場合は、 $\text{\textcircled{0}}$ をマークせよ。 2

問3 次のイオンのうち、原子の状態よりも半径が大きいものはいくつあるか。その数を直接マークせよ。 3

$\text{Li}^+$     $\text{O}^{2-}$     $\text{F}^-$     $\text{Na}^+$     $\text{Mg}^{2+}$     $\text{S}^-$     $\text{Cl}^-$     $\text{K}^+$     $\text{Ca}^{2+}$

問4 次の分子のうち、共有電子対の数が1つのものはいくつあるか。また、非共有電子対がないものはいくつあるか。その数を直接マークせよ。

共有電子対の数が1つのものの数: 4

非共有電子対がないものの数: 5

フッ素  $\text{F}_2$    フッ化水素  $\text{HF}$    硫化水素  $\text{H}_2\text{S}$    エタン  $\text{C}_2\text{H}_6$   
エチレン  $\text{C}_2\text{H}_4$ (二重結合を含む)   シアン化水素  $\text{HCN}$ (三重結合を含む)

問5 金属結晶、イオン結晶、共有結合の結晶、分子結晶のうち、その化学式を分子式で表すことができないものは、いくつあるか。その数を直接マークせよ。 6

II 次の問い(問1～問5)に答えよ。(25点)

問1 11.1 g の塩化カルシウム  $\text{CaCl}_2$  には、塩化物イオンが何 mol 含まれているか。最も近い数値を、次の①～⑥から選べ。

7

- ① 0.0250                      ② 0.0500                      ③ 0.100  
④ 0.150                        ⑤ 0.200                        ⑥ 0.300

問2  $0^\circ\text{C}$ 、 $1.013 \times 10^5 \text{ Pa}$  における密度が  $1.96 \text{ g/L}$  の気体の分子量はいくらか。最も近い数値を、次の①～⑥から選べ。

8

- ① 11            ② 22            ③ 33            ④ 44            ⑤ 55            ⑥ 66

問3 酸素  $\text{O}_2$  とヘリウム  $\text{He}$  の混合気体がある。この混合気体の平均分子量は 25.0 であった。混合気体中の  $\text{O}_2$  の物質量は、 $\text{He}$  の物質量の何倍か。最も近い数値を、次の①～⑥から選べ。

9

- ① 0.30            ② 0.50            ③ 1.0            ④ 1.5            ⑤ 2.0            ⑥ 3.0

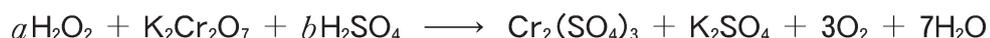
問4 質量パーセント濃度で 25.0 % の塩酸の密度は  $1.12 \text{ g/mL}$  である。この塩酸のモル濃度  $[\text{mol/L}]$  はいくらか。最も近い数値を、次の①～⑥から選べ。

10

- ① 6.12            ② 6.85            ③ 7.67            ④ 13.7            ⑤ 30.7            ⑥ 280

問5 次の記述を読んで、下の(1)・(2)に答えよ。

過酸化水素  $\text{H}_2\text{O}_2$  は、反応する相手によって酸化剤・還元剤のどちらとしても働き、硫酸酸性の二クロム酸カリウム  $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$  水溶液に対しては、**ア** として働き、ヨウ化カリウム  $\text{KI}$  水溶液に対しては **イ** として働く。硫酸酸性の  $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$  水溶液に対する反応は、次式のように表される。



この反応で、 $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$  に含まれるクロム  $\text{Cr}$  原子の酸化数は **ウ** から **エ** に変化する。

- (1) **ア**・**イ** にあてはまる語、および、**ウ**・**エ** にあてはまる数値の正しい組み合わせを、次の①～⑧から選べ。 11

	ア	イ	ウ	エ
①	酸化剤	還元剤	+3	+6
②	酸化剤	還元剤	+6	+3
③	酸化剤	還元剤	+2	+7
④	酸化剤	還元剤	+7	+2
⑤	還元剤	酸化剤	+3	+6
⑥	還元剤	酸化剤	+6	+3
⑦	還元剤	酸化剤	+2	+7
⑧	還元剤	酸化剤	+7	+2

- (2) 係数  $a$  と  $b$  にあてはまる数値を直接マークせよ。ただし、係数が1の場合も省略せず、10以上の場合は⑩をマークせよ。

$a$  : 12       $b$  : 13

Ⅲ 次の問い(問1～問4)に答えよ。(25点)

問1 3種類の物質, グルコース  $C_6H_{12}O_6$ , 尿素  $(NH_2)_2CO$ , スクロース  $C_{12}H_{22}O_{11}$  をそれぞれ同じ質量はかりとり, それぞれを同量の水に完全に溶解した。これらの水溶液のうち, 同圧の下で凝固点が最も低いものと最も高いものの組み合わせを, 次の①～⑥から選べ。

14

	最も低い	最も高い
①	$C_6H_{12}O_6$	$(NH_2)_2CO$
②	$C_6H_{12}O_6$	$C_{12}H_{22}O_{11}$
③	$(NH_2)_2CO$	$C_6H_{12}O_6$
④	$(NH_2)_2CO$	$C_{12}H_{22}O_{11}$
⑤	$C_{12}H_{22}O_{11}$	$C_6H_{12}O_6$
⑥	$C_{12}H_{22}O_{11}$	$(NH_2)_2CO$

問2 次の記述を読んで、下の(1)・(2)に答えよ。

水 0.900 g をシリンダー状の容器に入れピストンを固定して体積を 8.31 L、  
温度を 27.0 °C に保った。ただし、27.0 °C の水の蒸気圧は  $3.60 \times 10^3$  Pa と  
し、液体の体積は無視できるものとする。

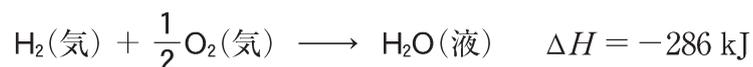
(1) 容器内で液体として存在する水の質量[g]はいくらか。最も近い数値を、  
次の①～⑥から選べ。 15

- ① 0.000                      ② 0.216                      ③ 0.342  
④ 0.432                      ⑤ 0.684                      ⑥ 0.900

(2) ピストンを動かして、温度は 27.0 °C に保ったまま、体積を 83.1 L にした。  
容器内の圧力[Pa]はいくらか。最も近い数値を、次の①～⑥から選べ。ただ  
し、容器内の水はすべて気体として存在していることとする。 16

- ①  $1.50 \times 10^2$                       ②  $3.00 \times 10^2$                       ③  $1.50 \times 10^3$   
④  $3.00 \times 10^3$                       ⑤  $3.60 \times 10^3$                       ⑥  $1.50 \times 10^4$

問3 次の水素 H<sub>2</sub> が燃焼するときの化学反応式を用いて水の蒸発エンタルピー  
[kJ/mol]を求めよ。最も近い数値を下の①～⑥から選べ。ただし、H-H の  
結合エネルギーは 436 kJ/mol、O=O の結合エネルギーは 498 kJ/mol、  
O-H の結合エネルギーは 463 kJ/mol とする。 17



- ① 45                      ② 135                      ③ 243                      ④ 294                      ⑤ 399                      ⑥ 685

問4 次の記述を読んで、下の(1)・(2)に答えよ。

白金 Pt 電極を用いて、硝酸銀  $\text{AgNO}_3$  水溶液を 0.500 A の電流で 579 秒間電気分解した。

- (1) 陽極で発生する気体は何か。また、その気体の  $0^\circ\text{C}$ 、 $1.013 \times 10^5 \text{ Pa}$  における体積[L]はいくらか。最も適当な組み合わせを、次の①～⑥から選べ。ただし、水に溶解する気体の物質量は無視できる。

18

	発生する気体	気体の体積
①	$\text{H}_2$	$1.12 \times 10^{-2}$
②	$\text{H}_2$	$1.68 \times 10^{-2}$
③	$\text{H}_2$	$2.24 \times 10^{-2}$
④	$\text{O}_2$	$1.12 \times 10^{-2}$
⑤	$\text{O}_2$	$1.68 \times 10^{-2}$
⑥	$\text{O}_2$	$2.24 \times 10^{-2}$

- (2) 陰極で析出する物質は何か。また、その質量[g]はいくらか。最も適当な組み合わせを、次の①～⑥から選べ。ただし、陰極から気体の発生はない。

19

	析出する物質	質量[g]
①	Ag	0.293
②	Ag	0.324
③	Ag	0.585
④	Pt	0.293
⑤	Pt	0.324
⑥	Pt	0.585

IV 次の問い(問1～問4)に答えよ。(25点)

問1 次の記述 a～c はある気体の検出反応である。各反応で検出される気体の正しい組み合わせを、下の①～⑥から選べ。 20

- a 気体と鉛イオン  $\text{Pb}^{2+}$  を含む水溶液が反応し、黒色沈殿を生じる。
- b 気体の水溶液をヨウ化カリウム水溶液 KI に加えると、ヨウ素が遊離し液が褐色に着色する。
- c 気体はアンモニア  $\text{NH}_3$  と大気中で反応して、白煙を生じる。

	a	b	c
①	HCl	$\text{Cl}_2$	$\text{H}_2\text{S}$
②	HCl	$\text{H}_2\text{S}$	$\text{Cl}_2$
③	$\text{Cl}_2$	HCl	$\text{H}_2\text{S}$
④	$\text{Cl}_2$	$\text{H}_2\text{S}$	HCl
⑤	$\text{H}_2\text{S}$	HCl	$\text{Cl}_2$
⑥	$\text{H}_2\text{S}$	$\text{Cl}_2$	HCl

問2 次の記述の ア ～ ウ に入るものの正しい組み合わせを、下の①～⑥から選べ。 21

分子中の炭素原子の数を  $n$  個とすると、アルカンの分子式は、一般式 ア ( $n \geq 2$ )、炭素原子間の二重結合  $\text{C}=\text{C}$  を1つもつアルケンの分子式は、一般式 イ で表され、環状構造中に炭素原子間の二重結合  $\text{C}=\text{C}$  を1つもつシクロアルケンの分子式は、一般式 ウ ( $n \geq 3$ ) で表される。

	ア	イ	ウ
①	$C_nH_{2n}$	$C_nH_{2n+2}$	$C_nH_{2n-2}$
②	$C_nH_{2n}$	$C_nH_{2n-2}$	$C_nH_{2n+2}$
③	$C_nH_{2n+2}$	$C_nH_{2n}$	$C_nH_{2n-2}$
④	$C_nH_{2n+2}$	$C_nH_{2n-2}$	$C_nH_{2n}$
⑤	$C_nH_{2n-2}$	$C_nH_{2n}$	$C_nH_{2n+2}$
⑥	$C_nH_{2n-2}$	$C_nH_{2n+2}$	$C_nH_{2n}$

問3 次の記述の ア ~ エ に入る語の正しい組み合わせを、下の①~⑧から選べ。

22

アセチレンに水を付加させると、不安定なビニルアルコールを経て安定な ア になる。ア を イ するとエタノールが得られ、ウ すると エ が得られる。

	ア	イ	ウ	エ
①	ホルムアルデヒド	酸化	還元	酢酸
②	ホルムアルデヒド	還元	酸化	酢酸
③	ホルムアルデヒド	酸化	還元	ギ酸
④	ホルムアルデヒド	還元	酸化	ギ酸
⑤	アセトアルデヒド	酸化	還元	酢酸
⑥	アセトアルデヒド	還元	酸化	酢酸
⑦	アセトアルデヒド	酸化	還元	ギ酸
⑧	アセトアルデヒド	還元	酸化	ギ酸

問4 次の操作 a ~ d の結果、生じる芳香族化合物の構造式として、最も適当なものを、下の①~⑤から選べ。

a :       b :       c :       d :

- a アニリンに無水酢酸を作用させる。  
b トルエンを過マンガン酸カリウム水溶液で酸化し、生じた化合物に希硫酸を加える。  
c フェノールに無水酢酸を作用させる。  
d ニトロベンゼンをスズと濃塩酸で還元し、生じた化合物に水酸化ナトリウム水溶液を加える。

