

2019年度 茨城キリスト教大学入学試験問題

化学基礎 (A 日程)

(解答は解答用紙に記入すること)

I 次の設問に答えなさい。

A君は朝起きて、伸びをしながら深呼吸してたくさんの空気を吸い込んだ。次に水で顔を洗い、朝ごはんを食べた。朝ごはんのメニューは、パン、牛乳、目玉焼き、ほうれん草とベーコンの炒め物だった。目玉焼きと炒め物は鉄のフライパンに食用油をひいてから、ガスの火で炒めた。味付けは塩のみにした。牛乳はガラスのコップに入れ、パンと目玉焼きと炒め物は陶器の器を使用した。残り物が出たのでアルミホイルで包み冷蔵庫にしまった。朝食後、革の鞆に教科書とスマートフォンを入れ、学校に徒歩で向かった。スマートフォンの電池はリチウムイオン電池であった。

A君が食べたもの、吸い込んだ空気、手に触れ使用した物などは色々な物質でできていて、これらの物質は原子にまで分解できる。例えば、A君が顔を洗った水は水分子でできており、水分子は水素原子と酸素原子から構成されている。酸素分子は空気に含まれており、酸素原子から構成されている。リチウムイオン電池にはリチウム原子が含まれている。これらをまとめて解答欄に表示した。水素原子、酸素原子およびリチウム原子以外で、上の文章に出てくる物に含まれる原子で原子番号20以下のものを5個あげ、使用した物の名称、元素の名称および元素記号を解答欄の残りの空白の部分に書きなさい。ただし、物の名称は重複してもよいが、元素名および元素記号は重複しないこと。

II 次の文の (a) ~ (z) および (α) に当てはまる数 (0 または自然数) を書きなさい。

自然界に最も多く存在する水素原子は、陽子 (a) 個とそれを取り巻く (そのまわりを回る) 電子 (b) 個から構成されるもので軽水素とも呼ぶ。軽水素の中性子数は (c) 個である。また、陽子 (d) 個と中性子 (e) 個およびそれを取り巻く電子 (そのまわりを回る) (f) 個からなるものは重水素と呼び、 $\left\{ \begin{smallmatrix} g \\ h \end{smallmatrix} \right\} \text{H}$ と表記する。さらに、陽子 (i) 個と中性子 (j) 個およびそれを取り巻く (そのまわりを回る) 電子 (k) 個からなる三重水素などがある。三重水素は放射性同位体である。軽水素と重水素は安定であり、安定なものはこれ以外に知られていない。したがって理論上、安定な水素分子には質量が異なるものが (l) 種類あることになる。

酸素原子の原子核は、通常、陽子 (m) 個と中性子 (n) 個からなる。この酸素原子は $\left\{ \begin{smallmatrix} o \\ p \end{smallmatrix} \right\} \text{O}$ と表記される。この酸素原子が自然界に最も多く存在し安定である。また、中性子数が (q) 個あるいは、(r) 個の安定同位体が知られている ($q < r$)。これら以外の中性子数のものも知られているが、それらは放射性同位体である。安定同位体それぞれを区別すると、安定な酸素分子は理論上 (s) 種類存在することになる。これらのうち $\left\{ \begin{smallmatrix} t \\ u \end{smallmatrix} \right\} \text{O} - \left\{ \begin{smallmatrix} v \\ w \end{smallmatrix} \right\} \text{O}$ と $\left\{ \begin{smallmatrix} x \\ y \end{smallmatrix} \right\} \text{O}_2$ はほぼ同じ質量である ($t < v$)。安定同位体を全て区別すると、水の分子は (z) 種類存在することになる。そのうち質量がほぼ同じものを区別しないことにすると、異なる質量のものが (α) 種類存在する。

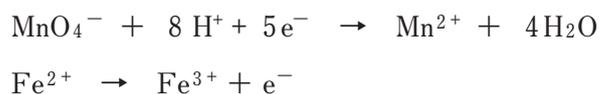
Ⅲ 酢酸6.0gに水を加え、溶液の体積を100mLにしたところ、質量は100gになった。また、この溶液中の酢酸の電離度は 5.0×10^{-3} であった。この溶液に関して、以下の設問に答えなさい。

問1. この酢酸水溶液のモル濃度 (mol/L) を求めよ。計算式と考え方も書くこと。

問2. この溶液中の酢酸イオンの物質量を求めよ。計算式と考え方も書くこと。

Ⅳ 以下の問に答えなさい。

X mol/L の FeSO_4 水溶液20mlが0.020mol/Lの KMnO_4 硫酸酸性水溶液10mlと過不足なく反応した。ただし、 MnO_4^- と Fe^{2+} はそれぞれ酸化剤および還元剤として次のように働いたとする。



この場合の FeSO_4 水溶液のモル濃度X mol/Lを求めよ。計算式と考え方も書くこと。

V 物質質量比が 2 : 1 であるメタン CH_4 とプロパン C_3H_8 の混合気体を完全燃焼させると水と二酸化炭素が生成した。このことについて以下の設問に答えなさい。ただし、原子量は $\text{H} = 1.0$ 、 $\text{C} = 12$ 、 $\text{O} = 16$ として計算し、有効数字 2 桁で答えなさい。

問 1. メタンとプロパンを完全燃焼させたときの化学反応式をそれぞれ答えよ。

問 2. この混合気体 2.4 mol を完全燃焼させたときに発生する水と二酸化炭素の物質量を求めよ。計算式と考え方も書くこと。

VI 以下の設問に答えなさい。ただし、原子量は $\text{H} = 1.0$ 、 $\text{N} = 14$ 、 $\text{O} = 16$ 、 $\text{S} = 32$ 、 $\text{K} = 39$ 、 $\text{Cu} = 64$ として計算しなさい。

問 1. 硫酸銅 (II) 五水和物 $\text{CuSO}_4 \cdot 5 \text{H}_2\text{O}$ は 20°C の水 250g に何 g 溶けるか。整数値で答えよ。ただし、硫酸銅 (II) CuSO_4 は 20°C の水 100g に 20g 溶けるものとする。計算式と考え方も書くこと。

問 2. 60°C の硝酸カリウム KNO_3 の飽和水溶液 420g を 10°C に冷却したとき、何 g の結晶が析出するか整数値で答えよ。硝酸カリウムの溶解度は 10°C で 22g/100g 水、 60°C で 110g/100g 水とする。計算式と考え方も書くこと。

化学基礎解答用紙 (No.1) (A日程)

I

物の名称	水	空気	リチウム イオン電池	空気	塩	牛乳	パン	アルミ ホイル
含まれる 元素名	水素	酸素	リチウム	窒素	ナトリ ウム	カルシ ウム	炭素	アルミ ニウム
元素記号	H	O	Li	N	Na	Ca	C	Al

空気 (Ne, Ar など)、食品 (C, S, N, Cl, など)、その他納得のできるものなら正解。

小計

II

(a)	(b)	(c)	(d)	(e)	(f)	(g)	(h)	(i)	(j)
1	1	0	1	1	1	2	1	1	2
(k)	(l)	(m)	(n)	(o)	(p)	(q)	(r)	(s)	(t)
1	3	8	8	16	8	9	10	6	16
(u)	(v)	(w)	(x)	(y)	(z)	(α)			
8	18	8	17	8	9	5			

小計

III
問1

(計算式と考え方)

酢酸の分子量は60であるため $6.0/60 \times 1000 / 100 = 1.0$ となる。

(答) 1.0mol/L

問2

(計算式と考え方)

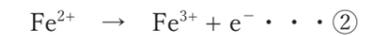
酢酸イオンの物質質量 = 酢酸の電離度 × 酢酸の物質質量より
 $5.0 \times 10^{-3} \times 6.0/60 = 5.0 \times 10^{-4}$ mol となる

(答) 5.0×10^{-4} mol

小計

IV

(計算式と考え方)



①+②×5より題意の酸化還元のイオン反応式が得られる。



したがって、求める濃度 X mol/L は、 $X \times 20/1000 \times 1/5 = 0.020 \times 10/1000$ $X = 0.050$ mol/L となる。

(答) 0.050 mol/L

小計

受験番号

化学基礎解答用紙 (No.2) (A 日程)

V
問1

(メタン)	$\text{CH}_4 + 2 \text{O}_2 \rightarrow 2 \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2$
(プロパン)	$\text{C}_3\text{H}_8 + 5 \text{O}_2 \rightarrow 4 \text{H}_2\text{O} + 3 \text{CO}_2$

問2

(計算式と考え方)			
混合気体はメタン CH_4 とプロパン C_3H_8 の物質比が 2:1 なので、2.4 mol ではメタン CH_4 1.6 mol とプロパン C_3H_8 0.8 mol である。			
問 1 の化学反応式より、メタン CH_4 1.6 mol とプロパン C_3H_8 0.8 mol を完全燃焼させたときに生じる水と二酸化炭素は、			
$\text{H}_2\text{O} : 2 \times 1.6 + 4 \times 0.8 = 6.4 \text{ mol}$			
$\text{CO}_2 : 1 \times 1.6 + 3 \times 0.8 = 4.0 \text{ mol}$			
(水)	6.4 mol	(二酸化炭素)	4.0 mol

小 計

VI
問1

(計算式と考え方)	
硫酸銅 (II) 五水和物 $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ の式量は 250 である。	
溶ける $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ の質量を x (g) とすると、そのうち CuSO_4 は $\frac{160}{250}x$ (g)	
飽和溶液中の溶質の割合は等しいので、	
$\frac{\text{溶質の質量 (g)}}{\text{飽和溶液の質量 (g)}} = \frac{20}{120} = \frac{\frac{160}{250}x}{250+x} \quad x \doteq 88.0$	
(答)	88 g

問2

(計算式と考え方)	
飽和溶液 420g の析出量を x (g) とする。	
水 100g を使用して調整した飽和溶液 (100g + 110g) を 10°C に冷やすと (110g - 22g) の KNO_3 が析出するので、	
$\frac{\text{析出量 (g)}}{\text{飽和溶液の質量 (g)}} = \frac{110-22}{100+110} = \frac{x}{420} \quad x = 176$	
(答)	176 g

小 計

総 計	
-----	--

受験番号		2/2
------	--	-----