

化 学

1

解答

問1. オ 問2. イ 問3. オ 問4. カ 問5. オ
問6. エ 問7. カ

解説

《小問7問》

問1. ア. 誤文。原子は原子核と電子から構成されている。

イ. 誤文。原子番号が同じで質量数が異なる原子どうしを同位体とよぶ。

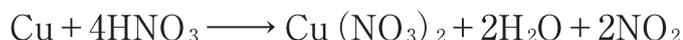
ウ. 誤文。ほとんどの原子は、原子核に中性子をもつが、軽水素原子¹Hはもたない。

エ. 誤文。陽子1個と中性子1個の質量はほぼ等しいが、電子1個の質量は陽子1個の質量の1840分の1である。

オ. 正文。原子の原子番号=電子数であるから、リチウムLi原子の電子数は3、ナトリウム原子の電子数は11であるから電子数の差は8で正しい。

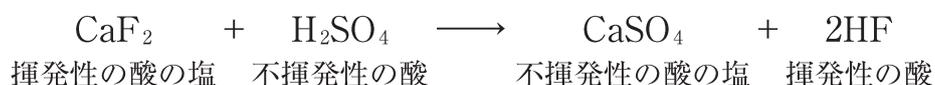
問2. 気体分子はそれぞれ熱運動により空間を飛びまわっている。分子の速さはさまざまである。ある速さをもつ分子の割合は温度によって決まっており、温度が高いほど速さの大きな分子の割合が大きくなる。

問3. 銅と濃硝酸から二酸化窒素が発生する反応式は下の通り。



問4. a. 誤り。酸と塩基の反応であるので、酸化数の変化はなく、酸化還元反応ではない。

b. 誤り。揮発性の酸遊離反応であるので、酸化数の変化はなく、酸化還元反応ではない。



c・d. 酸化数の変化があり、酸化還元反応である。反応前後のそれぞれ

の原子の酸化数は以下の通り。

c. 酸化剤 H_2O_2 (O: $-1 \rightarrow -2$) 還元剤 SO_2 (S: $+4 \rightarrow +6$)

d. 酸化剤 MnO_2 (Mn: $+4 \rightarrow +2$) 還元剤 HCl (Cl: $-1 \rightarrow 0$)

問5. オ. 誤文。炭酸水素ナトリウムを加熱すると、二酸化炭素が発生する。反応式は下の通り。



問6. エ. 誤文。銅の電解精錬では、陰極に純度の高い銅が析出する。



問7. a. 誤文。グリシンは不斉炭素原子をもたない。

b. 誤文。pH=4.0の水溶液中では、その多くが陽イオンとして存在する。

2

解答

(A)問1. エ 問2. (1)ーオ (2)ーエ (3)ーエ

(B)問3. ア 問4. (1)ーウ (2)ーオ

解説

《酸と塩基、気体の性質》

(A)問1. 反応式 b, d は酸化還元反応であるので不適。反応式 a の H_2O は水素イオン H^+ を受け取ってオキソニウムイオン H_3O^+ に変化しており、反応式 e の HCO_3^- は、水素イオン H^+ を受け取って H_2CO_3 に変化していることから、ブレンステッド・ローリーの定義による塩基となる。反応式 c の H_2O は、水素イオン H^+ を酢酸イオン CH_3COO^- に与えているので、酸である。

問2. (1) 中和滴定に用いる器具Aはホールピペット、器具Bはメスフラスコ、器具Cはビュレットである。メスフラスコは、希釈に使うため純水で濡れたまま使用してもよいが、ホールピペットやビュレットは純水で濡れたまま使用すると、測定する溶液の濃度が変化してしまうため、必ず使用する溶液で共洗いをする。

(2) 弱酸と強塩基の反応であり、中和点の pH は7より大きいので、変色域が塩基性側にあるフェノールフタレインを用いる。

(3) この滴定で用いた食酢中の酢酸のモル濃度を x [mol/L] とすると

$$1 \times x \times \frac{10.0}{100} \times \frac{10.0}{1000} = 1 \times 0.100 \times \frac{7.00}{1000}$$

$$\therefore x = 0.700 \text{ [mol/L]}$$

食酢 1.00L 中に酢酸 (分子量 60) が 0.700mol 含まれるので、食酢中の酢酸の質量パーセント濃度は

$$\frac{0.700 \times 60}{1.0 \times 1000} \times 100 = 4.2 \text{ [%]}$$

(B)問 3. 状態 A から状態 B の変化は、温度が一定で圧力を変化させたので、ボイルの法則より状態 B の体積 V_B は

$$1.0 \times 10^5 \times 10 = 2.0 \times 10^5 \times V_B \quad \therefore V_B = 5.0 \text{ [L]}$$

状態 B から状態 C の変化は体積を一定に保った変化である。ボイルの法則より、気体の体積は圧力に反比例するので、この 2 つの条件から、当てはまるグラフはアとなる。

問 4. (1) 反応前の酸素の分圧を P_A 、メタンの分圧を P_B とすると、ボイルの法則より

$$5.0 \times 10^5 \times 4.0 = P_A \times 10.0 \quad \therefore P_A = 2.0 \times 10^5 \text{ [Pa]}$$

$$1.0 \times 10^5 \times 6.0 = P_B \times 10.0 \quad \therefore P_B = 0.6 \times 10^5 \text{ [Pa]}$$

よって、全圧 P は

$$P = P_A + P_B = 2.6 \times 10^5 \text{ [Pa]}$$

(2) コックを閉じてても、分圧は変化しないので反応前の容器 A 中の酸素の分圧は $2.0 \times 10^5 \text{ Pa}$ 、メタンの分圧は $0.6 \times 10^5 \text{ Pa}$ である。

この混合気体を燃焼させると、物質の量的関係は



反応前	0.6	2.0	0	0	
変化量	-0.6	-1.2	+0.6	+1.2	($\times 10^5 \text{ Pa}$)
反応後	0	0.8	0.6	0.036	

27°C における水の飽和蒸気圧は $3.6 \times 10^3 \text{ Pa}$ であるため、このとき反応後の水は一部液体となり水の分圧は $3.6 \times 10^3 \text{ Pa}$ であるとわかる。よって、燃焼後の 27°C の密閉容器 A の全圧は

$$0.8 \times 10^5 + 0.6 \times 10^5 + 0.036 \times 10^5 = 1.436 \times 10^5 \text{ [Pa]}$$

3

解答

(A)問 1. (1)ーオ (2)ーウ (3)ーイ

問 2. (1)ーイ (2)ーオ

(B)問 3. (1)ーイ (2)ーア

《化学反応の速さと化学平衡, 電気分解》

(A)問 1. (1) 温度を低くするほど, 反応物である C の生成率が高くなる方向に平衡は移動しているのので, ルシャトリエの原理よりこの反応は発熱反応である。

(2) 触媒を加えると, 活性化エネルギーが変化し, 平衡状態になるまでの時間が短縮されるが, 平衡は移動しない。

(3) グラフより 300°C , $4.0 \times 10^7 \text{Pa}$ のときの C の体積百分率は 80% であることがわかる。反応した A の物質量を x [mol] とすると

	A	+	3B	\rightleftharpoons	2C	
反応前	1.00		3.00		0	
変化量	$-x$		$-3x$		$+2x$	
平衡時	$1.00-x$		$3.00-3x$		$2x$	計 $4.00-2x$ [mol]

気体では, 体積比 = モル比であるので

$$\frac{2x}{4.00-2x} \times 100 = 80 \quad \therefore x \doteq 0.89 \text{ [mol]}$$

よって平衡時の B の物質量は

$$3.00 - 3 \times 0.89 = 0.33 \text{ [mol]}$$

問 2. (1) それぞれの物質の物質量は以下の通り。

	N_2	+	O_2	\rightleftharpoons	2NO	
反応前	0.540		2.04		0	
変化量	-0.0400		-0.0400		$+0.0800$	
平衡時	0.500		2.00		0.0800	[mol]

よって容器の体積を V [L] とすると, 平衡定数 K_c は

$$K_c = \frac{[\text{NO}]^2}{[\text{N}_2][\text{O}_2]} = \frac{\left(\frac{0.0800}{V}\right)^2}{\left(\frac{0.500}{V}\right)\left(\frac{2.00}{V}\right)} = 6.4 \times 10^{-3}$$

(2) (ii) の反応の反応速度を v とすると, 反応速度式は以下のように表される。

$$v = k [\text{NO}]^a [\text{O}_2]^b$$

[NO] を 3 倍にすると, 生成速度 v が 9 倍になったので, $a=2$ である。

[O₂] を 3 倍にすると, 生成速度 v が 3 倍になったので, $b=1$ である。

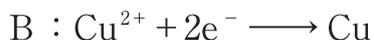
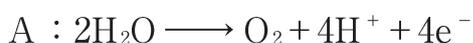
したがって反応速度定数 k は

$$v = k[\text{NO}]^2[\text{O}_2]$$

$$2.9 \times 10^{-9} = k \times (2.0 \times 10^{-5})^2 \times 5.0 \times 10^{-4}$$

$$\therefore k = 1.45 \times 10^4 [\text{L}^2/\text{mol}^2 \cdot \text{s}]$$

(B)問3. (1) 各電極の反応は次のようになる。



(2) 流れた電子の物質量は

$$\frac{0.600 \times (32 \times 60 + 10)}{9.65 \times 10^4} = 1.2 \times 10^{-2} [\text{mol}]$$

電極Aの反応式より、電子4molが流れると、酸素 O_2 が1mol生成する。

したがって、求める体積は

$$22.4 \times 10^3 \times 1.2 \times 10^{-2} \times \frac{1}{4} = 67.2 [\text{mL}]$$

4

解答

(A)問1. (1)ーイ (2)ーイ 問2. ウ 問3. オ

(B)問4. イ 問5. イ 問6. イ 問7. ア

問8. カ

解説

《非金属元素の反応と性質，炭化水素の反応と性質，異性体，アルコールの酸化》

(A)問1. (1) 操作I～Vより、気体A～Eは次の通り。



このうち、C～Eは空気より重い気体であり、下方置換で捕集できるが、Dは黄緑色の気体である。よってイが正答。

(2) 十酸化四リンは酸性の乾燥剤であるので、塩基性の気体である NH_3 は反応してしまうため、乾燥剤として使用できない。

問2. ウ. 誤文。ヘリウムの最外殻に含まれる電子の数は2個である。

問3. ア. 誤文。アンモニウムイオンは正四面体構造である。

イ. 誤文。アンモニアと水素イオンが配位結合した構造である。

ウ. 誤文。電子の総数は10個である。

エ. 誤文。アンモニウムイオンの4つのN-H結合のうち1つの配位結合と他の3つの共有結合は区別できない。

(B)問4. イ. 誤文。アルケンは付加重合により分子量の大きい化合物を生じる。例えばエチレンは付加重合してポリエチレンになる。

問5. I. 炭素間の二重結合 $-C=C-$ に直接結合している炭素原子は同一平面上にあるので、選択肢ア, イ, エ, オが該当する。

II. 水素付加したとき, イとオが枝分かれ構造となる。

III. 不飽和炭化水素 1 mol に付加する臭素 Br_2 は炭素間の二重結合 $-C=C-$ 1 つにつき 1 mol である。よって, 炭化水素の分子量を M とすると

$$0.5 \times \frac{20}{1000} = \frac{0.56}{M} \quad \therefore M = 56$$

よって, I ~ III をすべて満たすものはイの2-メチルプロペンである。

問6. ア. 誤文。マレイン酸とフマル酸は, 互いに幾何異性体である。

ウ. 誤文。2-ブテンには, シス-トランス異性体があるが, 1-ブテンにはない。

エ. 誤文。フタル酸とテレフタル酸は互いに *o*-, *p*- の位置にある構造異性体である。

オ. 誤文。ブタンと2-メチルプロパンは互いに構造異性体である。

問7. アルケン C_nH_{2n} 1 mol に臭素 Br_2 が 1 mol 付加して, 化合物 $C_nH_{2n}Br_2$ が 1 mol 生じたので

$$14n : 160 = 5.60 : 37.6 - 5.60 \quad \therefore n = 2$$

問8. エタノールとアセトアルデヒドはヨードホルム反応を示すが, 酢酸はヨードホルム反応を示さない。