

計算問題に対しては答えだけでなく、式や簡単な説明も添えること。

問題 1 (1) 次の表の空欄を満たしなさい。

| 元素名 | 元素記号 | 原子番号 | 原子量 | 陽子数 | 中性子数 | 電子数 | 電子配置が同じ陽イオン |
|------|------|------|-----|-----|------|-----|-----------------|
| ヘリウム | He | 2 | 4 | 2 | 2 | 2 | Li ⁺ |
| ネオン | Ne | 10 | 20 | 10 | 10 | 10 | Na ⁺ |
| アルゴン | Ar | 18 | 40 | 18 | 22 | 18 | K ⁺ |

(2) ヘリウム、ネオン、アルゴンなどの原子は何と総称されているか？また、これらの原子の化学的な特徴を述べなさい。

貴ガス（希ガス）と呼ぶ。

非常に安定なため、1原子で1分子を形成し、気体の状態で存在する。

他の元素と化合物を作らない。

問題 2

11 g のドライアイスが気化すると、0°C、1 気圧での体積は何 L となるか？

ドライアイスは二酸化炭素の固体であり、分子量は $12+16\times 2=44$ である。

11g の二酸化炭素は $11/44=0.25$ mol である。0°C、1 気圧での 1 mol の気体の体積は 22.4 L なので、0.25 mol の二酸化炭素は $22.4\times 0.25=5.6$ L である。

問題 3

0.1 mol/L の炭酸ナトリウム水溶液を正確に調製する方法を、使用するガラス器具のことも含めて述べなさい。ただしナトリウムの原子量は 23 である。

炭酸ナトリウム (Na_2CO_3) の分子量は、 $23\times 2+12+16\times 3=106$ である。従って 0.1 mol に相当する 10.6 g を精密天秤で計りとり、ビーカー中で純水に溶かした後、1L のメスフラスコに移し、標線まで純水を加えてふたをしよく混合する。

問題 4

黒鉛(グラファイト)がやわらかく、電気をよく通す理由を説明しなさい。

黒鉛中では炭素原子が 4 個の価電子中の 3 個を用いて六角形を基本とする平面状につながっている。残りの 1 個の価電子は平面構造の間を自由に動き回ることができる。また平面と平面の間には強い結合がないので、やわらかい構造となる。

問題 5

空気中には体積比で酸素が約 20 %含まれている。0°C、1 気圧、22.4 L の空気中に含まれる酸素の物質量 (mol) および質量 (g)を求めよ。

22.4 L の空気は 1 mol なのでその 20%は 0.2 mol である。

酸素の分子量は 32 なので、0.2 mol は 6.4 g である。

問題 6

pH 1.0 の塩酸水溶液の水素イオン濃度(mol/L)を求めなさい。

これを水で 100 倍に薄めたとき、pH はいくつになるか？

pH 1.0 の水溶液中の水素イオン濃度は $10^{-1} \text{ mol/L} = 0.1 \text{ mol/L}$ である。

これを 100 倍すると水素イオン濃度は $10^{-3} \text{ mol/L} = 0.001 \text{ mol/L}$ となるので、その pH は $-\log(10^{-3})=3$ となる。

問題 7

0.100 mol/L の炭酸ナトリウム標準溶液 10 mL を中和するのに濃度未知の塩酸水溶液 25.0 mL を要した。

(1) この塩酸水溶液 の正確な濃度を求めなさい。

炭酸ナトリウムは 2 価の塩基、塩酸は 1 価の酸なので、塩酸水溶液の濃度を x とすると、 $2 \times 0.100 \times 10.0 = 1 \times x \times 25.0$ の関係がある。従って、

$x = 2/25 = 0.08 \text{ mol/L}$ となる。

(2) またこの中和滴定の操作方法を、用いるガラス器具と、滴定に用いる指示薬およびその色の変化を含めて説明しなさい。

0.100 mol/L の炭酸ナトリウム標準溶液 10 mL をホールピペットでコニカルビーカー中にとる。ここに、メチルオレンジ指示薬を数滴落とす。

他方、塩酸水溶液をビュレットに入れ、滴定開始前の液面の目盛りを読む。指示薬の色が黄色から赤になるまで滴定して終点とし、そのときのビュレットの目盛りを読む。滴定前後の目盛りの値の差が塩酸水溶液の消費量となる。

問題 8

NH_3 , N_2 , NO_2 , NO_3^- における N の酸化数を求めなさい。

$\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$, CrO_4^{2-} における Cr の酸化数を求めなさい。

| | | | | | | |
|-----|---------------|--------------|---------------|-----------------|-----------------------------------|---------------------|
| 化学式 | NH_3 | N_2 | NO_2 | NO_3^- | $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ | CrO_4^{2-} |
| 酸化数 | -3 | 0 | +4 | +5 | +6 | +6 |

問題 9

白金電極を用いて、塩化銅 (CuCl_2) 水溶液を 0.1A の一定電流で 60 分電気分解した。(Cu: 64)

(1) 流れた電気量は何 C (クーロン)か？

電気量(C)=電流(A) × 時間 (秒 :s) なので、
 $0.1 \times 60 \times 60 = 360 \text{ C}$ (クーロン)となる。

(2) 陰極と陽極で生成する物質はそれぞれ何か？

電子 e^- との化学反応式も示しなさい。

陰極では、 $\text{Cu}^{2+} + 2 e^- \rightarrow \text{Cu}$ により銅(Cu)が析出する。

陽極では、 $2\text{Cl}^- \rightarrow \text{Cl}_2 + 2 e^-$ により 塩素(Cl_2) の気体が発生する。

(3) 陰極に生成(析出)する物質の物質量 (mol) と質量 (g) を求めよ。

なおファラデー定数は $9.7 \times 10^4 \text{ C/mol}$ とし、答えは有効数字 2 桁まで計算しなさい。

360 クーロンの電気量はファラデーの法則により、

$360 / (9.7 \times 10^4) = 37 \times 10^{-4} \text{ mol}$ の電子に相当する。上の式により、

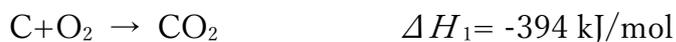
1 モルの銅イオンが 2 モルの電子と反応して 1 モルの銅が析出する。

従って $18.5 \times 10^{-4} \text{ mol}$ の銅、

すなわち $64 \times 18.5 \times 10^{-4} = 1184 \times 10^{-4} \text{ g} = 0.12 \text{ g}$ の銅が析出する。

問題 10

CO₂、H₂O (液) の生成エンタルピーはそれぞれ下記のとおりである。



メタン CH₄ の燃焼エンタルピーは下記のとおりである。



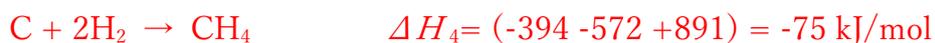
メタン CH₄ の生成エンタルピーを求めよ。



化学反応式と計算式を書いて解答しなさい。



上の3式を足し合わせると、



メタン CH₄ の生成エンタルピーは -75 kJ/mol である。