

出題のねらい

一般(後期)の化学は、化学基礎・化学全般からの出題です。基本的な内容で、化学事象や理論を十分に理解できているか、グラフを読み取ることができるか、反応量の計算ができるかが問われています。また、今回は、文字式を考える問題や、陽極泥ができる理由を文章で説明する問題が出題されました

**【1】** 二酸化窒素と四酸化二窒素の化学平衡に関する、設問文の空所補充式を含んだ問題です。まずは、平衡定数の定義を正しくおさえましょう。また、温度と圧力が一定のときの体積の変化から、初めの二酸化窒素のうちどれだけが四酸化二窒素に変化したかを求められるようにしましょう。さらに、温度と圧力が変化したときの四酸化二窒素の生成量のグラフを正しく選べるようにしましょう。

**【2】** 銅の電解精錬を題材にした、設問文の空所補充式を含んだ問題です。まずは、電気分解の仕組みを確認しましょう。また、銅の電解精錬において、どのような現象が起きているかをおさえてイオン反応式をつくり、ファラデーの法則を用いて量関係を考えられるようにしましょう。

**【3】** アンモニアの製法と性質に関する、設問文の空所補充式を含んだ問題です。アンモニアの工業的製法では触媒・製法名を正しく覚えましょう。また、硫酸にアンモニアを吸収させ、その硫酸を水酸化ナトリウム水溶液で滴定したときの結果から、吸収させたアンモニアの量を計算できるようにしておきましょう。

**【4】** 油脂に関する、設問文の空所補充式を含んだ問題です。まず、油脂の性質を表すけん化価やヨウ素価の定義を確認しましょう。構成カルボン酸中の炭素—炭素間の不飽和結合の数をもとにヨウ素価を求める式をつくれるよう、また、けん化に使われた水酸化ナトリウムの量から油脂の分子量を求められるようにしましょう。

**【5】** 核酸に関する、設問文の空所補充式を含んだ問題です。DNAとRNAの構造の違いを確認し、用語をおさえましょう。また、核酸の塩基対より、含まれる塩基の割合を求められるようにしましょう。

【1】

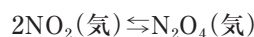
【解答】 (31点)

- |       |                       |      |
|-------|-----------------------|------|
| (1) ア | $\frac{n-x}{V}$       | (5点) |
| イ     | $\frac{x}{2V}$        | (5点) |
| ウ     | $\frac{xV}{2(n-x)^2}$ | (5点) |
| (2) ⑤ |                       | (5点) |
| (3) ⑥ |                       | (6点) |
| (4) ⑤ |                       | (5点) |

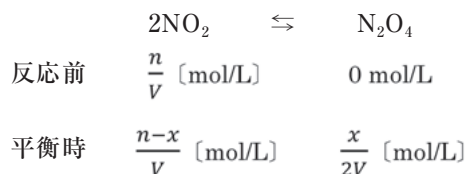
【解説】

化学平衡

(1) 容器に入れた二酸化窒素NO<sub>2</sub>を、温度を一定に保つと、次の式のように四酸化二窒素N<sub>2</sub>O<sub>4</sub>と平衡状態になる。



$n$  [mol]のNO<sub>2</sub>を容積  $V$  [L]の容器に入れ、そのうち  $x$  [mol]が反応して平衡状態になったときのモル濃度の変化は、

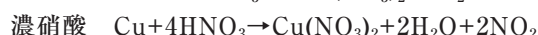
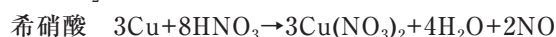


これより、濃度平衡定数  $K_c$  は、

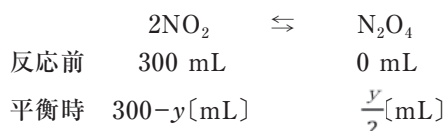
$$K_c = \frac{[\text{N}_2\text{O}_4]}{[\text{NO}_2]^2} = \frac{\frac{x}{2V}}{\left(\frac{n-x}{V}\right)^2} = \frac{xV}{2(n-x)^2}$$

と表される。

(2) 銅に希硝酸を作用させるとNOが、濃硝酸を作用させるとNO<sub>2</sub>が生成する。



(3) 温度と圧力が一定の容器に、300 mLのNO<sub>2</sub>を入れ、NO<sub>2</sub>が  $y$  [mL] 反応して平衡状態になったとすると、体積の変化量は、



反応後の混合気体の体積は、 $300 - \frac{y}{2}$  [mL] であり、これが240 mLであるから、

$$300 - \frac{y}{2} = 240$$

$$y = 120$$

よって、反応したNO<sub>2</sub>の割合は、

$$\frac{120}{300} \times 100 = 40\%$$

- (4)  $2\text{NO}_2 \rightleftharpoons \text{N}_2\text{O}_4$ の右向き反応は発熱反応である。ルシャトリエの原理より、高温ほど平衡は左に移動するので、 $\text{N}_2\text{O}_4$ の生成量は減少する。また、左辺の分子数は右辺の分子数より大きいので、低圧ほど分子数が増える方向、すなわち左向きに平衡は移動するので、 $\text{N}_2\text{O}_4$ の生成量は減少する。

【2】

【解答】 (32点)

- |  |        |
|--|--------|
| (1) ア ③ イ ① ウ ⑥ エ ⑧  | (3点×4) |
| (2) ファラデーの法則(電気分解の法則)  | (5点)   |
| (3) (a) $\text{Cu}^{2+} + 2\text{e}^- \rightarrow \text{Cu}$ | (5点)   |
| (b) 銀は銅よりもイオン化傾向が小さく、イオンになりにくいから。                            | (5点)   |
| (c) $\frac{2xy}{MZ}$   | (5点)   |

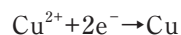
【解説】

電気分解

- (1) (2) 電解質水溶液に2本の電極を浸し、電流を流すと電気分解が起こる。このとき、外部電源の(-)の端子に接続した電極を陰極、(+)の端子に接続した電極を陽極という。陰極では電子を受け取る反応、すなわち、還元反応が起こる。

同じ電気量で変化するイオンの物質量は、イオンの種類に関係なく、そのイオンの価数に反比例する。これは、ファラデーの法則と呼ばれる。

- (3) (a) 陰極の純銅では銅(II)イオンが還元され、銅が析出する。



(b) 陽極では、主に、 $\text{Cu} \rightarrow \text{Cu}^{2+} + 2\text{e}^-$ の反応が起こるが、粗銅中に含まれる不純物のうち、銅よりイオン化傾向が小さい金属である銀や金は、イオンとならず電極の下に溜まる。一方、銅よりイオン化傾向が大きい金属である亜鉛などが含まれる場合は、イオンとなり溶け出す。

(c) 電子1molがもつ電気量を $x$ [C]、銅のモル質量を $M$ [g/mol]とすると、電解精錬によって $y$ [g]の純銅が析出するときに流れる電気量(C)は、

$$\frac{y}{M} \times 2 \times x \text{ [C]}$$

また、電気量(C) = 電流(A) × 時間(秒)であるから、電解精錬によって $y$ [g]の純銅が析出するときに $Z$ [A]の電流を流した時間(秒)は、

$$\frac{y}{M} \times 2 \times x \times \frac{1}{Z} = \frac{2xy}{MZ} \text{ [秒]}$$

となる。

【3】

【解答】(31点)

(1) ②	(3点)
(2) X ② Y ④	(3点×2)
(3) イ ⑤ ウ ③	(3点×2)
(4) (a) $2\text{NH}_4\text{Cl} + \text{Ca}(\text{OH})_2$ $\rightarrow 2\text{NH}_3 + \text{CaCl}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$	(5点)
(b) ①	(5点)
(c) 84 mL	(6点)

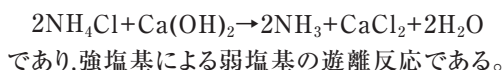
【解説】

アンモニアの製法と性質

(1) アンモニアは、常温・常圧で無色・刺激臭の気体である。

(2) (3) アンモニアは、工業的には、鉄を主成分とした触媒を用いて、水素と窒素を高温・高圧下で反応させる。この製法は、ハーバー・ボッシュ法と呼ばれる。また、アンモニアを原料として、工業的に硝酸を製造する製法であるオストワルト法では、白金が触媒として用いられる。

(4) (a) 塩化アンモニウムと水酸化カルシウムを反応させてアンモニアを得る反応の化学反応式は、



(b) 塩化アンモニウムと水酸化カルシウムは固体であり、上の反応は加熱が必要である。生じた水が水滴となって試験管の加熱部に流れていくと、試験管が割れることがあるので、試験管の口を下げて反応させる。

(c) 中和点では、酸から生じる $\text{H}^+$ と塩基から生じる $\text{OH}^-$ の物質量が等しい。硫酸は2価の酸、アンモニアと水酸化ナトリウムは1価の塩基であるので、発生したアンモニアを $x[\text{mol}]$ とすると、

$$2 \times 5.0 \times 10^{-2} \times \frac{50}{1000} = 1 \times x + 1 \times 1.0 \times 10^{-1} \times \frac{12.5}{1000}$$

$$x = 3.75 \times 10^{-3} \text{ mol}$$

よって、発生したアンモニアの体積は、

$$22.4 \times 3.75 \times 10^{-3} \times 10^3 = 84 \text{ mL}$$

【4】

【解答】(30点)

(1) ア 脂肪油	イ 脂肪	
ウ 硬化油	エ 多い	(4点×4)
(2) ③		(4点)
(3) ③		(5点)
(3) 888		(5点)

【解説】

油脂

(1) 油脂は、常温で液体の脂肪油と常温で固体の脂肪に分類される。脂肪油に水素を付加させると、常温で固体の油脂に変化する。このような油脂を硬化油という。油脂100gに付加するヨウ素の質量(g)の値をヨウ素価といい、付加するヨウ素の質量が大きいほど炭素間不飽和結合が多い。

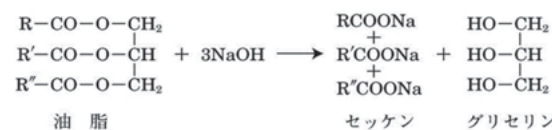
(2) 油脂1gをけん化するのに必要な水酸化カリウムの質量(mg)の値はけん化価といい、油脂の分子量を比較する目安となる。ヨウ素価やけん化価の値は、200程度までの値であり、多種の構成脂肪酸が含まれる油脂の不飽和結合の量や分子量が比較しやすいようになっている。

(3) リノール酸 $\text{C}_{17}\text{H}_{31}\text{COOH}$ には $\text{C}=\text{C}$ 結合が2個含まれる。油脂は、グリセリン1分子と高級脂肪酸3分子からなるエステルであり、この油脂のモル質量を $A[\text{g/mol}]$ 、ヨウ素分子のモル質量を $B[\text{g/mol}]$ とすると、ヨウ素価は、

$$\frac{100}{A} \times 2 \times 3 \times B = \frac{600B}{A}$$

と表される。

(4) 油脂1molがけん化されるときに必要な水酸化ナトリウムは3 molである。



ある油脂3.70 gをけん化するために必要な水酸化ナトリウムは0.500 gであるから、その油脂の分子量を $M$ とすると、水酸化ナトリウムのモル質量が

40 g/molより、

$$\frac{3.70}{M} \times 3 \times 40 = 0.500$$

$$M = 888$$

【5】

【解答】(26点)

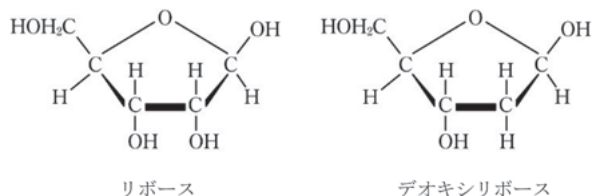
- |         |    |    |    |        |
|---------|----|----|----|--------|
| (1) ア②  | イ⑪ | ウ④ | エ⑨ | (3点×4) |
| (2) X②  | Y① |    |    | (4点×2) |
| (3) 30% |    |    |    | (6点)   |

【解説】

核酸

(1)(2)核酸は、リン酸 $H_3PO_4$ 、五炭糖、および、窒素を含む環状構造の塩基が結合した、ヌクレオチドと呼ばれる化合物を構成単位とし、ヌクレオチド中の糖とリン酸部分の間で次々と脱水縮合した構造をもつポリヌクレオチドをつくっている。

核酸には、遺伝子の本体であるDNA(デオキシリボ核酸)とタンパク質の合成に関わるRNA(リボ核酸)の2種類があり、DNAを構成する糖はデオキシリボース、RNAを構成する糖はリボースである。



DNAは2本のポリヌクレオチドからできており、2つの鎖の塩基間は水素結合で結ばれていて、DNA全体では二重らせん構造となっている。

(3)DNA中の塩基には、アデニン(A)、グアニン(G)、シトシン(C)、チミン(T)の4種類があり、2本のポリヌクレオチド間では、アデニン(A)とチミン(T)、グアニン(G)とシトシン(C)が対となり、それぞれ水素結合で結びついている。このような塩基同士の関係を相補性という。

ある植物のDNAに含まれるグアニンの組成(ある種の塩基の数の、全塩基の数に対する割合)が20%であるとき、対となるシトシンの組成も20%となる。アデニンは残りの60%のうちの半分であるので、組成は30%であることがわかる。