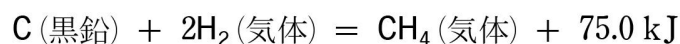
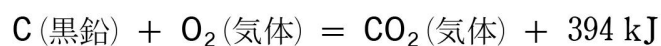
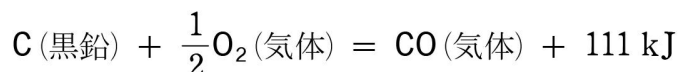
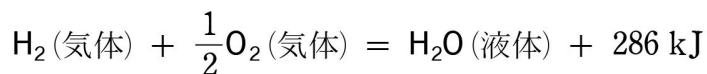


メタンと一酸化炭素からなる混合気体を 27.3 °C, 1 気圧で 12.32 l とり, これを完全に燃焼させたところ, 384.7 kJ の熱量を発生し, 14.4 g の水を生じた。

ただし, H₂O (液体), CO (気体), CO₂ (気体), CH₄ (気体) の生成反応の熱化学方程式は, それぞれ次の通りである。



(1) メタンが燃焼する際の熱化学方程式を示せ。

[]

(2) 混合気体中のメタンおよび一酸化炭素の物質量はそれぞれいくらであったか。有効数字 2 桁で求めよ。 メタン[] mol, 一酸化炭素[] mol

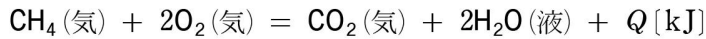
(3) H-H の結合エネルギーは 435 kJ/mol であり, 炭素(黒鉛)を原子状にばらばらにするのに必要なエネルギーは 720 kJ/mol である。メタンの生成反応の熱化学方程式を利用して, C-H の結合エネルギーを有効数字 3 桁で求めよ。 [] kJ/mol

解答

- (1) $\text{CH}_4(\text{気}) + 2\text{O}_2(\text{気}) = \text{CO}_2(\text{気}) + 2\text{H}_2\text{O}(\text{液}) + 891 \text{ kJ}$
(2) メタン : 0.40 mol, 一酸化炭素 : 0.10 mol
(3) 416 kJ/mol

解説

- (1) 問題の式を順に ①, ②, ③, ④ とする。メタンの燃焼の熱化学方程式は



と表されるから ①×2+③-④ より $Q = 286 \times 2 + 394 - 75.0 = 891 \text{ (kJ)}$

- (2) メタンを $x [\text{mol}]$, 一酸化炭素を $y [\text{mol}]$ とする。最初の混合気体の物質量 $n [\text{mol}]$ は、気体の状態方程式 $pv = nRT$ より

$$1 \times 12.32 = n \times 0.082 \times (273 + 27.3)$$

$$n = 0.5003 \doteq 0.500 \text{ (mol)}$$

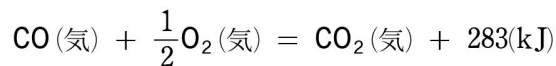
よって $x + y = 0.500 \dots \text{(a)}$

メタン $x [\text{mol}]$ の燃焼により、水 $2x [\text{mol}]$ が生じるから

$$2x = \frac{14.4}{18} = 0.800 \text{ (mol)} \dots \text{(b)}$$

(a), (b) より $x = 0.400 \text{ (mol)}$ $y = 0.100 \text{ (mol)}$

なお、③-② より一酸化炭素の燃焼熱を求めると

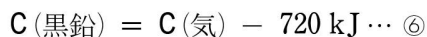
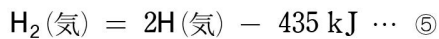


混合気体の燃焼により発生する熱量は

$$0.400 \text{ (mol)} \times 891 \text{ (kJ/mol)} + 0.100 \text{ (mol)} \times 283 \text{ (kJ/mol)} = 384.7 \text{ (kJ)}$$

で、問題に示された値と合致する。

- (3) 与えられた熱量は次式 ⑤, ⑥ で表される。



メタン 1 mol を気体状の原子にするのに必要な熱量を求めると ⑤×2+⑥-④ より



これは C-H 結合 4 mol の結合エネルギーを表しているから

$$\frac{1665}{4} = 416.3 \doteq 416 \text{ (kJ/mol)}$$