

平成 2 1 年度弁理士試験論文式筆記試験問題

[化学一般]

1. 25 °C、1000 hPa の空気 100 m³ がある。以下の問いに答えよ。空気中の窒素のモル分率は 0.80、窒素の原子量は 14、気体定数は 8.3 J K⁻¹ mol⁻¹ とする。

【20点】

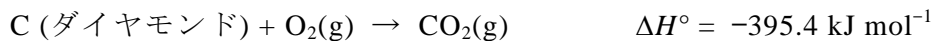
- (1) 圧力一定の下でこの空気を -190 °C に冷却すると体積は何 m³ になるか。空気は理想気体とせよ。
- (2) この空気から、最大で何 kg の液体窒素が製造できるか。
- (3) 低温で窒素が理想気体として振る舞わず、液化する理由を簡潔に述べよ。

2. 0.10 mol L⁻¹ の酢酸水溶液につき以下の問いに答えよ。水のイオン積を 1.0 × 10⁻¹⁴ mol² L⁻² とし、液体の混合による体積の膨張・収縮は無視する。

【20点】

- (1) この溶液の pH はいくらか。酢酸の pK_a を 4.6 とする。
- (2) この溶液に、同体積の 0.10 mol L⁻¹ 水酸化ナトリウム水溶液を加えたとき、pH はいくらになるか。
- (3) 前問の溶液に、さらに少量の水酸化ナトリウム水溶液を加えても、pH はあまり変わらない。このような溶液の働きを何というか。

3. ダイヤモンドと黒鉛の燃焼（次式）につき、以下の問いに答えよ。



【20点】

- (1) ダイヤモンドの標準生成エンタルピーを求めよ。
- (2) ダイヤモンドと黒鉛の燃焼では標準エントロピー変化がそれぞれ 6.0 J K⁻¹ mol⁻¹、3.0 J K⁻¹ mol⁻¹ となる。ダイヤモンド→黒鉛の変化が、標準状態で熱力学的に進み得ることを示せ。

- (3) ダイヤモンドの C-C 結合の解離エネルギーは 1 本当たり平均 $354.2 \text{ kJ mol}^{-1}$ 、二酸化炭素中の C=O 二重結合 2 つの解離エネルギーは合わせて $1597.9 \text{ kJ mol}^{-1}$ である。酸素分子の結合解離エネルギーを求めよ。

4. シクロヘキセン、1,3-シクロヘキサジエン、ベンゼンに関する以下の問いに答えよ。

【20点】

- (1) シクロヘキセンと 1,3-シクロヘキサジエンの C=C 二重結合はどちらが長いか。根拠とともに述べよ。
- (2) シクロヘキセン、1,3-シクロヘキサジエンの還元によりシクロヘキサンが生じる際のエンタルピー変化を、それぞれ ΔH_1 、 ΔH_2 とする。 $|\Delta H_1|$ と $|\Delta H_2|$ の関係を簡単な整数比で示せ。
- (3) ベンゼンの還元によりシクロヘキサンが生じる際のエンタルピー変化を ΔH_3 とすれば、 $|\Delta H_3|$ は $|\Delta H_1|$ の 3 倍よりも 150 kJ mol^{-1} だけ小さい。その理由を簡潔に述べよ。

5. 原子を構成する電子の運動状態に関して以下の問いに答えよ。

【20点】

- (1) 空欄 (ア) ~ (オ) に適切な語句を入れよ。

電子は粒子としての性質だけでなく (ア) としての性質も示すため、原子の内部における運動状態は、存在確率を基にした関数で表すと分かりやすい。この関数は、天体の運行になぞらえて (イ) とよばれる。(イ) には $1s, 2p, 3d, \dots$ などがあり、1, 2, 3, … の数字は (ウ) といい主に (イ) の空間的な広がりを表す一方、s, p, d, … の文字は電子の (エ) を表す。原子の (イ) に電子が収納される際の経験則として提唱されたパウリの禁制律 (排他律) と (オ) は、多くの原子に当てはまる。

- (2) 酸素原子 (${}_8\text{O}$) の電子配置は $(1s)^2(2s)^2(2p)^4$ と書く。この例にならって、ナトリウム原子 (${}_{11}\text{Na}$) とニッケル原子 (${}_{28}\text{Ni}$) の電子配置を書け。