

令和7年度弁理士試験論文式筆記試験問題

[物理化学]

1 気体に関する以下の問いに答えよ。

【35点】

(1) 1.0 mol の理想気体を考える。この気体が、温度 293 K で 10 m^3 から 30 m^3 まで等温膨張する。

以下の三つの場合において、この気体がされる仕事 W 、この気体に流入する熱量 Q 、内部エネルギーの変化 ΔU をそれぞれ有効数字 2 桁で答えよ。気体定数 $R = 8.3 \text{ J K}^{-1} \text{ mol}^{-1}$ 、 $\log_e 3 = 1.1$ を用いても良い。

(a) 可逆的に膨張する場合

(b) 気体の最終圧力と等しい一定の外圧に対して膨張する場合

(c) 自由膨張する場合

(2) 実在気体の振舞いは理想気体とは異なる。実在気体の状態方程式の一つとして以下のファンデルワールス方程式がある。 P は圧力、 T は絶対温度、 V_m はモル体積、定数 a 、 b はファンデルワールスパラメーターである。

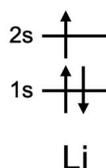
a と b が、ミクロの視点における気体のどのような物理的性質を表しているか、それぞれ 20 字程度で答えよ。

$$P = \frac{RT}{V_m - b} - \frac{a}{V_m^2}$$

2 原子と等核二原子分子に関する以下の問いに答えよ。

【35点】

(1) Li 原子の基底状態における電子配置は以下のように図示することができる。N 原子と Cl 原子のそれぞれについて、基底状態の電子配置を図示せよ。



(2) 第一イオン化エネルギーの定義を 70 文字程度で説明せよ。また、Li、N、O、Ne の四つの原子を、第一イオン化エネルギーの大きい順に並べよ。

(3) 等核二原子分子である C_2 および F_2 の基底状態における電子配置を図示せよ。

(4) 次の分子および分子イオンの基底状態における結合次数を求めよ。ただし、結合次数は次のように定義される。

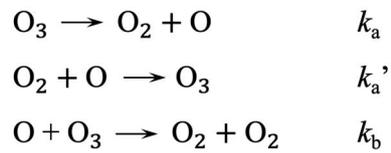
$$\text{結合次数} = (\text{結合性分子軌道にある電子の数} - \text{反結合性分子軌道にある電子の数}) / 2$$

(a) H_2

(b) C_2^+

- 3 定温定圧下でのオゾンの分解機構として、以下のものが提案されている。 k_a, k_a', k_b はそれぞれの反応の速度定数である。化学種 X のモル濃度を[X]として、以下の問いに答えよ。

【30点】



- (1) 中間体である O の濃度の時間変化 $d[\text{O}]/dt$ を各化学種のモル濃度と k_a, k_a', k_b を用いて表せ。
- (2) 中間体である O のモル濃度が一定だと仮定する定常状態近似を用いて、[O]を各化学種のモル濃度と k_a, k_a', k_b を用いて表せ。
- (3) (2)の結果を用いて、 O_3 の濃度の時間変化 $d[\text{O}_3]/dt$ を $[\text{O}_3], [\text{O}_2]$ と k_a, k_a', k_b を用いて表せ。