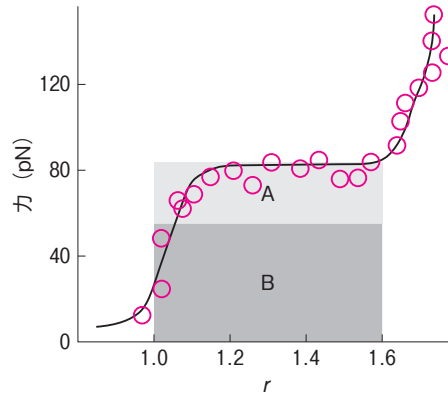


1. a. 仕事 W は次の式で表される (ただし $r = l/l_0$ とする).

$$W = \int f_{\text{ex}} dl = \int f_{\text{ex}} d(l_0 r) = l_0 \int_{1.0}^{1.6} f_{\text{ex}} dr$$

これは近似値で表すことができ、下図の二つの影の部分の積分値を求めればよい.



A の面積 $f_a \times l = f_a \times l_0 \times \Delta r = 15 l_0$

$$f_a = 25, \quad \Delta r = 0.6$$

B の面積 $f_b \times l = f_b \times l_0 \times \Delta r = 26 l_0$

$$f_b = 55, \quad \Delta r = 0.6$$

$$W = l_0 \int_{1.0}^{1.6} f_{\text{ex}} dr = 1.5 \times 10^{-6} \text{ m} \times (26 + 15) 10^{-12} \text{ N} = 6.15 \times 10^{-17} \text{ N} \cdot \text{m} = 6.15 \times 10^{-17} \text{ J}$$

- b. 1 mol の λ DNA に対する仕事は

$$6.15 \times 10^{-17} \text{ J} \times \text{アボガドロ数} (6.02 \times 10^{23}) = 3.7 \times 10^4 \text{ kJ} = 8843 \text{ kcal}$$

となり、これはクロールで 8 時間泳ぐエネルギーに相当する。また、 λ DNA が 1 mol 存在すると、その重さは

$$50,000 (\text{塩基対}) \times 660 (\text{塩基対の平均分子量}) \text{ g} = 3.3 \times 10^7 \text{ g} = 33 \text{ t}$$

で約 33 t にもなる。

2. 定圧過程なので $q = \Delta H$

理想気体なので $C_p = C_v + R = 20.8 + 8.3 = 29.1 \text{ J K}^{-1} \text{ mol}^{-1}$

$$\Delta H = n \int_{T_1}^{T_2} C_p dT = 0.5 \text{ mol} \times 29.1 \text{ J K}^{-1} \text{ mol}^{-1} \times (393 - 298) \text{ K} = 1382 \text{ J} = 1.38 \text{ kJ}$$

$$\Delta U = n \int_{T_1}^{T_2} C_v dT = 0.5 \text{ mol} \times 20.8 \text{ J K}^{-1} \text{ mol}^{-1} \times (393 - 298) \text{ K} = 0.99 \text{ kJ}$$

$$W = \Delta U - q = -0.39 \text{ kJ}$$