

次の各問いに答えなさい。

なお  $R$  (気体定数) =  $8.314 \text{ J K}^{-1} \text{ mol}^{-1}$ ,  $g$  (重力加速度) =  $9.80 \text{ m s}^{-2}$ ,  $N_A$  (アボガドロ数) =  $6.02 \times 10^{23} \text{ mol}^{-1}$  とする。また  $T_0 = 273.15 \text{ K}$  である。

- 1) タンパク質などの高分子物質のモル質量を表すのにドルトン(記号 Da で表す)という単位が使われる。(1 Da =  $1 \text{ g mol}^{-1}$  を意味するので、水のモル質量は約 18.02 Da になる。)

赤血球細胞一個の中にモル質量 16.1 kDa のタンパク質分子が  $3.0 \times 10^8$  個含まれているとする。赤血球細胞一個の質量は 33 pg であるとして、赤血球細胞の質量の何パーセントがこのタンパク質によるものを計算して答えよ。

$$\frac{3.0 \times 10^8 \times 16.1 \times 10^3 \text{ g mol}^{-1}}{6.02 \times 10^{23} \text{ mol}^{-1}} \times \frac{100}{33 \times 10^{-12} \text{ g}} = 24.3\%$$

**答え：24%**

- 2) 18 において湿度 80% の空気を容器に入れて密封し、直ちに容器内の圧力を測定したところ 0.10132 MPa であった。しかし、この容器内には十分量の乾燥剤が入れてあるため空気中の水蒸気は除々に取り除かれ、容器内圧力は徐々に減少していった。最終的に、この容器内の圧力はどれだけになるかを計算して求めよ。なお、18 での水の蒸気圧は 2.12 kPa で、空気は理想混合気体と見なせるとする。

$$P = 101.32 \times 10^3 \text{ Pa} - (0.80 \times 2.12 \times 10^3) \text{ Pa} = 99.624 \times 10^3 \text{ Pa}$$

**答え：99.62 kPa**

- 3) ある化学反応において、1 mol の生成物を形成するには 48.33 kJ の吸熱を伴うとする。また、この時の反応のエントロピー変化量 ( $\Delta S_m$ ) は  $+142.5 \text{ J K}^{-1} \text{ mol}^{-1}$  である。25 及び 70 におけるこの反応のモルギブズ自由エネルギー変化 ( $\Delta G_m$ ) を計算して求め、それぞれの温度でこの反応は自発的に進行するか否かを答えよ。

25 では  $\Delta G_m = \Delta H_m - T\Delta S_m = 48330 \text{ J mol}^{-1} - 298.15 \times 142.5 \text{ J mol}^{-1} = 5844 \text{ J mol}^{-1} > 0 \therefore$  進行しない

70 では  $\Delta G_m = \Delta H_m - T\Delta S_m = 48330 \text{ J mol}^{-1} - 343.15 \times 142.5 \text{ J mol}^{-1} = -569 \text{ J mol}^{-1} < 0 \therefore$  進行する

- 4) 0.1 MPa の圧力下での氷の融点は 273.15 K であるが、加圧に伴って  $0.074 \text{ K MPa}^{-1}$  の割合で減少する。この温度付近での氷と水の密度をそれぞれ  $0.91671 \text{ g cm}^{-3}$ ,  $0.99984 \text{ g cm}^{-3}$  とし、氷のモル融解エンタルピー ( $\Delta_{\text{fus}}H_m$ ) を計算して求めよ。

$$\frac{dp}{dT} = \frac{\Delta_{\text{fus}}H_m}{T\Delta V_m} \text{ より } \Delta_{\text{fus}}H_m = \frac{dp}{dT} T\Delta V_m = \frac{-10^6}{0.074} \text{ K}^{-1} \text{ Pa} \times 273.15 \text{ K} \times 18 \text{ g mol}^{-1} \times \left( \frac{1}{0.99984} - \frac{1}{0.91671} \right) 10^{-6} \text{ m}^3 \text{ g}^{-1} = 6026 \text{ J mol}^{-1}$$

**答え：6.0 kJ mol<sup>-1</sup>**

- 5) 1.0 気圧、25 におかれている二酸化炭素がある。右に示した二酸化炭素の相図を参考にして、以下の操作を順次行ったときに観察される状態変化を書け。

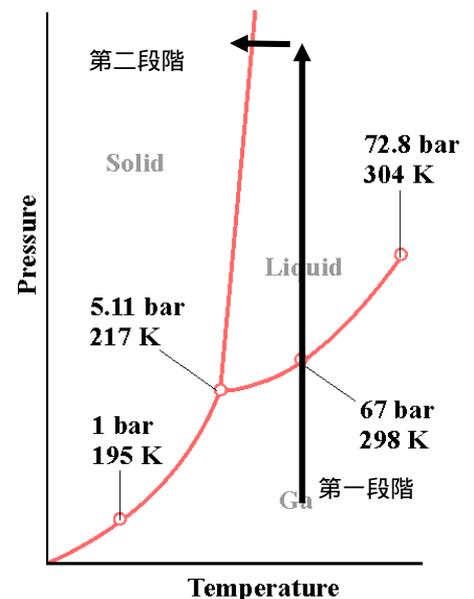
第一段階：100 気圧まで等温圧縮する。

第二段階：圧力一定に保ち、 $-56.5$  まで冷却する。

**答え：**

第一段階：液化，凝縮，凝結 (気体 液体への相変化)

第二段階：凍結，固化，凝固 (液体 固体への相変化)



- 6) 以下の用語について日本語は英語に、英語は日本語に訳して書け。

化学平衡, 開放系, 相律, calorimeter, 熱量計,  
 chemical equilibrium, open system, phase rule,