

物理化学の学習について； テキストは繰り返し考えながら読むこと。式の中の記号が何を意味しているのかを十分に理解しておくこと。

演習問題は必ず自分で解いてみること。

	基 本 的 事 項	重要度	自己判定のための主要点検事項欄 (A ; 最も重要、B ; 重要、C ; 発展)	Y or N
準 備	1. 基本的物理量の理解 \mathbf{N} (ニュートン)、 \mathbf{J} (ジュール)、 \mathbf{W} (ワット) 2. 体積の関係 $1\mathbf{m}^3 = 1 \times 10^3 \mathbf{L} = 1 \times 10^3 \mathbf{dm}^3 = 1 \times 10^6 \mathbf{cm}^3$ 3. 物理量と単位 (温度、体積、圧力) 4. 圧力の定義と圧力計 圧力 = 力 ÷ 面積 $1 \mathbf{Pa} = 1 \mathbf{N} \cdot \mathbf{m}^{-2}$ $1 \mathbf{atm} = 101325 \mathbf{Pa} = 101.325 \mathbf{kPa} = 760 \mathbf{Torr}$ $1 \mathbf{bar} = 1 \times 10^5 \mathbf{Pa}$ 液柱の高さと圧力差 $\Delta P = \rho g h$ 5. モルの概念、アボガドロ数 ; $N_A = 6.02214 \times 10^{23} \mathbf{mol}^{-1}$	◎ ◎ ◎ ◎ ◎	A 種々の単位で示される物理量 (温度、体積、圧力、体積、面積) の相互変換ができるか？例えば、 $1 \mathbf{g} \cdot \mathbf{cm}^{-3} = 1 \times 10^3 \mathbf{kg} \cdot \mathbf{m}^{-3}$ A 圧力計の原理を理解できているか？	
気 体 の 性 質	1. 気体の状態方程式中の気体定数 R \mathbf{atm} , \mathbf{L} , \mathbf{K} を使うとき、 R は $0.0821 \mathbf{atm} \cdot \mathbf{L} \cdot \mathbf{K}^{-1} \cdot \mathbf{mol}^{-1}$ \mathbf{Pa} , \mathbf{m}^3 , \mathbf{K} を使うとき、 R は $8.3145 \mathbf{Pa} \cdot \mathbf{m}^3 \cdot \mathbf{K}^{-1} \cdot \mathbf{mol}^{-1}$ 2. 標準環境温度・圧力 (SATP ; $1\mathbf{bar}$, $25^\circ\mathbf{C} = 273.15\mathbf{K}$) 3. ドルトンの法則 (分圧と全圧の関係) 4. 気体運動論モデルと分子の平均速さ、拡散と流出 気体分子の速度分布、分子間衝突 5. 実在気体 臨界温度、臨界圧力、臨界モル体積 圧縮因子、ビリアル係数を用いる実在気体の状態方程式 ファン・デル・ワールスの状態方程式 $p = \frac{RT}{(V_m - nb)} - \frac{an^2}{V_m^2}$ この式の導出の思考経路の理解 臨界温度 T_c 、臨界圧力 P_c 、臨界モル体積 $V_{c,m}$	◎ ◎ ◎ ◎ ○	A 体積と圧力の単位により、気体定数 R を使い分けできるか？ 完全気体の状態方程式 $pV = nRT$ を用いて下記の計算ができるか？ ・気体の温度、圧力、体積、質量が与えられているときのモル質量の計算ができるか？ ・気体の温度、圧力、密度が与えられているときのモル質量の計算ができるか？ A 覚えているか？ A 数種の気体物質混合物中のそれぞれの物質質量、温度および体積が明らかなき、その気体混合物の全圧および各気体物質の分圧を計算できるか？ A 根平均二乗速度の式を使うことができるか？ A 根二乗平均速度を計算する式中の平方根部分の次元が速度になることを示すことができるか？ C 運動量の保存と力積の関係から根平均二乗速度を導き出せるか。 A 実在気体について p - V 線図上の温度による変化を示すことができるか？ B 定数 a, b が与えられているときの体積の計算ができるか？ B 臨界点では p の V による 1 次微分、2 次微分が 0 となることを利用して T_c , P_c , $V_{c,m}$ の導出ができるか？	

	基 本 的 事 項	重要度	自己判定のための主要点検事項欄 (A ; 最も重要、B ; 重要、C ; 発展)	Y or N
熱 力 学 第 一 法 則	1. 系と外界、孤立系、閉鎖系、開放系 2. 仕事と熱 (1cal=4.184J、 $w = -p\Delta V$ 、 $dw = -pdV$) 完全気体の等温可逆的体積変化における仕事 3. 熱容量 (定圧モル熱容量 $C_{p,m}$ 、定容モル熱容量 $C_{v,m}$) 4. 内部エネルギー U ; 熱力学第一法則 ; $\Delta U = q + w$ 容積一定では $\Delta U = q$ 完全気体の定温変化 (p と V とは変化) する場合は $\Delta U = 0$ 従って $q + w = 0$ 5. エンタルピー H ($H = U + p \cdot V$) 圧力一定のとき $\Delta H = q$ 6. 内部エネルギーとエンタルピーの温度変化 $dU = C_v dT$ 、 $dH = C_p dT$ 完全気体では、 $C_{p,m} = C_{v,m} + R$ 6. 状態量の変化量は系の始めの状態と終わりの状態にのみ依存し、その変化の経路にはよらない。	◎ ◎ ◎ ◎ ◎ ◎	A 3種の系の定義と相違を明確に示すことができるか？ A $dw = -pdV$ から $w = -nRT \ln(V_f / V_i)$ を導くことができるか？ R は、 $8.3145 \text{ Pa} \cdot \text{m}^3 \cdot \text{K}^{-1} \cdot \text{mol}^{-1} = 8.3145 \text{ J} \cdot \text{K}^{-1} \cdot \text{mol}^{-1}$ A 完全気体の p - V 線図上のあらゆる変化による q と w を計算できるか？ A それぞれ異なった温度、質量、比熱の物質を接触あるいは混合した場合の温度を算出できるか？ A 完全気体の p - V 線図上で下記の变化における q 、 w 、 ΔU および ΔH を計算できるか？ ・AからBへの等温可逆変化 ・AからDへの等圧変化 ・BからCへの等積変化 ・AからBへの等温可逆変化次いでAからCへのC等積変化	
熱 化 学	1. 物理変化 (温度変化、相変化) に伴うエンタルピー変化 $\Delta_{\text{vap}}H$ 、 $\Delta_{\text{fus}}H$ 2. 原子や分子の変化 (原子のイオン化、組み替え) 3. 化学変化 標準状態 ; 1barで純粋にその物質のみが存在する状態 4. 標準反応エンタルピー $\Delta_r H^\ominus$ 反応エンタルピーの組み合わせ (ヘスの法則) 5. 標準生成エンタルピー $\Delta_f H^\ominus$ の定義とその利用 標準生成エンタルピーから標準反応エンタルピーを算出 $\Delta_r H^\ominus = \sum \Delta_f H^\ominus (\text{生成物}) - \sum \Delta_f H^\ominus (\text{反応物})$ 6. 反応エンタルピーの温度変化 $\begin{array}{c} \Delta_r H^\ominus (T_f) \\ \text{aA} + \text{bB} \longrightarrow \text{cC} + \text{dD} \\ \Delta H (\text{反応物}) \uparrow \qquad \qquad \qquad \uparrow \Delta H (\text{生成物}) \\ \Delta_r H^\ominus (T_i) \\ \text{aA} + \text{bB} \longrightarrow \text{cC} + \text{dD} \end{array}$	◎ ○ ◎ ◎ ◎ ◎	A 融解、蒸発を含む物理変化の全 ΔH を計算できるか？ 例 ; 0°Cの氷100gが200°Cの水蒸気になるとき A $\Delta_r H^\ominus$ を計算する場合、代表的な物質、酸素、窒素、二酸化炭素や水等についてどのような状態 (気体、液体、固体) であるかを示すことができるか？ A $\Delta_f H^\ominus$ と $\Delta_r H^\ominus$ の意味を正確に記述できるか？ A 種々の物質の $\Delta_f H^\ominus$ から、種々の反応の $\Delta_r H^\ominus$ を計算できるか？また、標準反応エンタルピーから標準生成エンタルピーを計算できるか？ A 種々の反応等について ΔH と ΔU の関係を示し計算することができるか？ A $\Delta_r H^\ominus (T_f)$ と比熱データから別の温度 $\Delta_r H^\ominus (T_i)$ を計算できるか？ $\Delta_r H^\ominus (T_f) + \Delta H (\text{反応物}) = \Delta_r H^\ominus (T_i) + \Delta H (\text{生成物})$ $\Delta H (\text{反応物})$ と $\Delta H (\text{生成物})$ は、反応物および生成物の温度が T_f から T_i に変化する場合のエンタルピー変化 C 反応物あるいは生成物に、例えば水が関与する場合に150.0°Cでの反応エンタルピーを求めることができるか。(150.0°Cでは水は気体になる)	

	基 本 的 事 項	重要度	自己判定のための主要点検事項欄 (A ; 最も重要、B ; 重要、C ; 発展)	Y or N
純 物 質 の 相 平 衡	1. 蒸気圧 蒸気圧はどのようにすれば測定できるか？	◎	A 蒸気圧に関する計算ができるか？ ・例1 25.0℃、500Lの真空容器に水を5.0、10.0あるいは、20.00ml注入したときの容器内部の圧力は？ (25.0℃での水の飽和蒸気圧は23.8Torr)	
	2. 熱力学的安定性；物質はそのモルギブズエネルギーGが最小の相へと変化する自発的な傾向を持つ。 $dU = TdS - PdV$ より $dG = VdP - SdT$ の導出 ・ Gの圧力変化；系の温度が一定であるとき、 $dG=VdP$ ・ Gの温度変化；系の圧力が一定であるとき、 $dG=-SdT$	◎	A $dG = VdP - SdT$ を導くことができるか？ A 系の温度変化、圧力変化に伴うΔGを計算できるか？ A 温度一定条件での完全気体の圧力変化におけるΔGの計算。 ・例1 完全気体2.00molを25.0℃で、1.00atmから10.0atmにしたとき。 A 固体や液体のように体積の圧変化がない場合のΔGを示す式の導出の導出と、その式を用いる計算。 ・例1 水1.00molの圧力を25.0℃で、1.00atmから10.0atmにしたとき。	
	3. 相図 ・ 温度（横軸）と圧力（縦軸）による相変化 ・ 温度一定で圧力を変化させた場合、圧力一定で温度を変化させた場合の相変化。	◎	A 一定圧力のもとでの、例えばH ₂ Oの相変化； 温度一定で圧力を変化させた場合、圧力一定で温度を変化させた場合のどのような相変化が観察されるかを示すことができるか。	
	4. 相境界の位置 相境界の位置の決定	◎	A 目視により確認できない金属の固体-液体の相転移温度の測定法を説明できるか？	
	5. クラペイロンの式とクラウジウス-クラペイロンの式 $dG = VdP - SdT$ を2つの相について考えることによりクラペイロンの式が導出され、液相-気相間の平衡については、さらに、クラウジウス-クラペイロンの式が成立する。	◎	A クラペイロンの式、クラウジウス-クラペイロンの式を導くことができるか？また、使うことができるか ・例1 1.20atmおよび0.75atmでの水の沸点 ・例2 50.0atmでの氷の融点 ・例3 異なる温度で沸点が測定されているときの蒸発エンタルピー	
	6. 物質に固有な点 ・ 沸点、融点または凝固点 ・ 通常沸点、通常融点あるいは通常凝固点 (1atmのとき) ・ 臨界温度、三重点	◎	B 臨界点、三重点とは何か？ ・例1 横軸を温度縦軸を圧力として相図を描き、固体、液体、気体の領域を示せ。また、三重点、臨界点の位置を示せ	
	7. 相律 $F = C - P + 2$ (F; 自由度、C ; 成分の数、P; 相の数)	◎	A 水、二酸化炭素等の相図上の自由度を相律から説明できるか？	