

5.20/2013 学修相談実施報告

来室学生

二回生 女子 一名

四回生 女子 一名

計二名

質問内容

二回生

1. 基礎化学 C 演習の課題で、解離定数 K_a と酢酸の初濃度が与えられているとき、水素イオン濃度を求める計算式とその解き方がわからない。

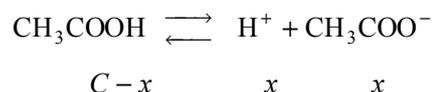
四回生

1. 研究課題に関する論文に Laplace-何とかの式があるが、わかれば教えてほしい。
2. そこで用いられている圧力の単位は何か。

回答内容

二回生

1. 酢酸の酸解離平衡の平衡式を下式のように表わし、



平衡定数と各濃度との関係式から得られる二次方程式を水素イオン濃度 x について解けばよい。

$$K_a = \frac{[\text{H}^+][\text{CH}_3\text{COO}^-]}{[\text{CH}_3\text{COOH}]} = \frac{x^2}{C-x} \Rightarrow x^2 + K_a x - CK_a = 0$$
$$x = \frac{-K_a \pm \sqrt{K_a^2 + 4CK_a}}{2}$$

$K_a = 1.8 \times 10^{-5}$ 、 $C = 1.0 \times 10^{-3} \text{ M}$ として学生に二次方程式を解かせ、解として $x = 0.126 \times 10^{-3} \text{ M}$ 、 $C-x = 0.874 \times 10^{-3} \text{ M}$ が得られること、またこれから pH として 3.90 が得られることを確かめさせた。

演習課題の $C = 1.0 \times 10^{-4} \text{ M}$ として水素イオン濃度を求める問題は上記を参考に自分で解いておくようにいった。なお、学生は二次方程式の根の公式をうろ覚えでしかなかったので、公式は簡単に自分で導けることを実際に示して、公式を記憶する上で助けにするようにいった。

四回生

1. 学生が具体的に示した式は $\Delta P = \gamma(2/h_{min} + 1/R_{max})$ であったので、Laplace-何とかの式は知らないと言った。(後で調べると、液滴や気泡の径と内部圧、表面張力の関係を表す式のことを探していたのだと思います。アトキンスの物理化学には Laplace equation として $P - P_0 = \gamma/2R$ の説明と誘導があります。)
2. SI ユニットでは圧力の単位はパスカル Pa で、 $1 \text{ Pa} = 1 \text{ N} \cdot \text{m}^{-2}$ になると答えた。学生は前述の式に具体的な数値を単位を付して代入して、 ΔP がパスカルで求められることを確かめることができた。

(以上)

5.22/2013 学修相談実施報告

来室学生

四回生 男子 一名

一回生 男子 一名

計二名

質問内容

四回生

1. Taylor 展開の式の意味がよくわからない。
2. 化学平衡と自由エネルギーの関係が理解できない。
3. 電磁気学の問題で、帯電したプラスチック棒から延長上に一定距離はなれた点におけるポテンシャルを求める問題(問題集の問題)がわからない。

一回生

1. 基礎化学 C の演習問題で、有効数字と単位に注意して、理想気体の状態方程式から、1.000 モル、圧力 1.052 気圧で体積 22.41L を占める理想気体の温度を求める際、気体定数として何を用いればよいか、わからないので詳しく教えてほしい。

回答内容

四回生

1. Taylor 展開は、(微分可能な)関数 $f(x)$ について、任意の点 x から微小量ずれた点での値、

$f(x + \Delta x)$ 、を近似的に表わす方法で、式としては次式のように表わされるが、

$$f(x + \Delta x) = f(x) + f'(x)\Delta x + \frac{1}{2!}f''(x)(\Delta x)^2 + \frac{1}{3!}f'''(x)(\Delta x)^3 + \dots + \frac{1}{n!}f^{(n)}(x)(\Delta x)^n +$$

少なくとも上式の第3項までぐらいは覚えて、実際に使えるようにしたい、といった。

第2項の意味は明らかなので、図を描いて「勾配」×「増し分(Δx)」が $f(x + \Delta x) - f(x)$ の近似値になることを説明した。

(より一般的に高次の項まで説明するには、以下のように説明すると学生にはわかり易いかもかもしれません。

x を微小量として $f(a + x)$ を $f(a + x)$ の多項展開式で近似すると一般的には下式のように書くことができる。

$$f(a + x) - f(a) = A_1x + A_2x^2 + A_3x^3 + \dots + A_nx^n +$$

右辺の展開係数 A_1, A_2, A_3, \dots は以下のようにして決めることができる。

両辺を x で一回微分して $x = 0$ とおくと、

$$f'(a) = A_1$$

が得られ、2回微分して $x = 0$ とおくと、

$$f''(a) = 2 \times 1 \times A_2 \Rightarrow A_2 = \frac{1}{2!} f''(a)$$

n 回微分して $x = 0$ とおくと、

$$f^{(n)}(a) = n! A_n \Rightarrow A_n = \frac{1}{n!} f^{(n)}(a)$$

このようにして多項展開の係数を決めることができる。(これが Taylor 展開の式と一致することは明らかである。)

2. 簡単に自由エネルギーが平衡値をとることを概念的に説明したが、簡単な問題を解くことで理解を深めるようにいった。その一つとして化学ポテンシャルと化学ポテンシャルの表式(最初は活量の代わりに濃度を用いた式でよい)から平衡定数と標準自由エネルギー変化との関係が得られることを、自分で式を誘導しながら、確実に理解するよう勧めた。その上で具体的な問題について質問に来るように勧めた。
3. 設問のクーロンエネルギーが式としては次式のように表わされることを説明し、その説明を学生は理解できたが、積分ができなかった。

$$V = \frac{e^2}{4\pi\epsilon_0} \int_0^L \frac{cx}{x+d} dx = \frac{ce^2}{4\pi\epsilon_0} \int_0^L \frac{x}{x+d} dx$$

微・積分は表裏の関係にあるので、いくつか重要な数式の微分(積分)を公式として覚えるようにいった。その上で上記の式の積分は常套手段だが、以下のように書き直すと

$$\frac{x}{x+d} = \frac{x+d-d}{x+d} = 1 - \frac{d}{x+d}$$

以下のように対数の積分として簡単に求められる、と説明した。

$$V \propto \int_0^L \frac{cx}{x+d} dx = c \int_0^L \left(1 - \frac{d}{x+d} \right) dx = c[x]_0^L - cd[\ln(x+d)]_0^L$$

一回生

1. 計算は単位系を整合性のあるように用いればよい。

(a) 高校の化学で使ったように、体積は L、圧力は気圧(atm)を用いれば、気体定数は何を用いたらよいか、学生に気体定数の表を見せながら答えさせた。温度は絶対温度で求められるが、それぞれ有効数字を4桁にしているの、気体定数も4桁以上の有効数字がいる。したがって、 $0.082 \text{ L} \cdot \text{atm} \cdot \text{K}^{-1} \text{mol}^{-1}$ では不十分。温度としては有効数字2桁なので290 Kとしなければならない。

(b) SI 単位系を用いると体積は m^3 、圧力はパスカル Pa を用いるので気体定数はどれを用いるか再度学生に尋ねた。即答できなかったが、J が SI ユニットであることを教え、3種の気体定数の値の内から $8.3145 \text{ J} \cdot \text{K}^{-1} \text{mol}^{-1}$ を用いなければならないことを理解させた。有効数字を4桁として温度としては287.3 Kが得られる。

(以上)