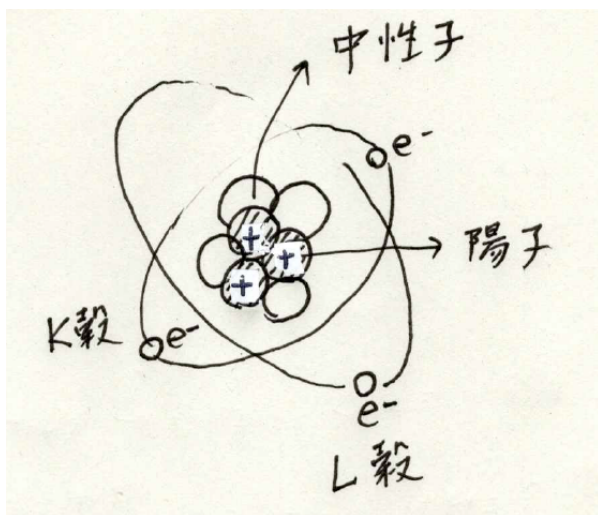


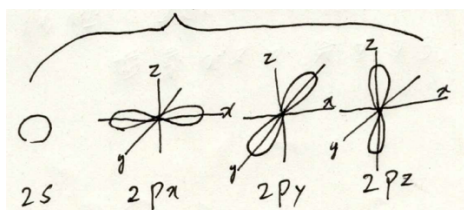
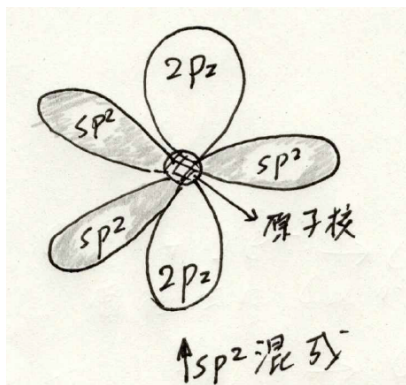
計算問題に対しては答えだけでなく、式や簡単な説明も添えること。

問題 1 リチウム原子の陽子、中性子、電子の配置を図で示しなさい。



問題 2

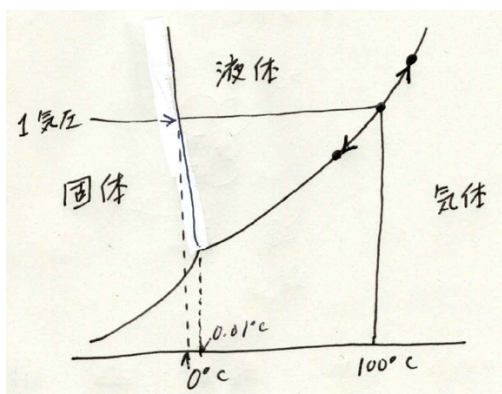
- (1) 炭素原子において sp^2 混成軌道はどのように形成されるか、図で示しなさい。
- (2) sp^2 混成軌道によって結合した化合物の例を示しなさい。



例としてはエチレン($H_2C=CH_2$)が挙げられる。二酸化炭素($O=C=O$)は中心の炭素が sp 混成軌道を形成しているので該当しない。

問題 3

圧力が変化すると水の沸点にどのような影響を及ぼすか？水の状態図を描いて説明しなさい。



圧力が 1 気圧よりも高くなると 100°C以上で沸騰し、1 気圧よりも低くなると 100°C以下で沸騰する。

問題 4

- (1) 0.01 mol/L の塩酸の pH を求めなさい。
- (2) 0.01 mol/L の酢酸の pH は 0.01 mol/L の塩酸と比べてどうなるか？それは何故か説明しなさい。

0.01 mol/L の塩酸は完全に解離しているので、水素イオン濃度 $[H^+]$ も 0.01 mol/L である。 $pH = -\log [H^+]$ なので、 $pH = -\log (0.01) = 2$ となる。酢酸は弱酸なので 水素イオン濃度 $[H^+]$ は 0.01 mol/L よりもはるかに低くなる。そのため pH は 2 以上となる。

(追加解説)酢酸の解離定数は 25°Cで $10^{-4.8}$ である。0.01 mol/L の酢酸中では $[H^+]^2 = 10^{-4.8} \times 10^{-2}$ であり、 $[H^+] = 10^{-3.4}$ となる。従って、0.01 mol/L 酢酸の pH は 3.4 となる。

問題 5

0.100 mol/L の炭酸ナトリウム標準溶液 10 mL を中和するのに濃度未知の塩酸水溶液 20.0 mL を要した。

(1) この塩酸水溶液 の正確な濃度を、計算式を添えて解答しなさい。

炭酸ナトリウムは2価の塩基、塩酸は1価の酸である。従って、この塩酸水溶液の濃度を x とすると、

$$1 \times 0.100 \times 10 \text{ mL} = 1 \times x \times 20 \text{ mL} \text{ となる。}$$

これを解くと、 $x = 0.100 \text{ mol/L}$ となる。

従って、塩酸水溶液の濃度も 0.100 mol/L である。

(2) またこの中和滴定の操作方法を、用いるガラス器具と、滴定に用いる指示薬およびその色の変化を含めて説明しなさい。

0.100 mol/L の炭酸ナトリウム標準液 10mL をホールピペットで採取し、コニカルビーカー中に移す。炭酸ナトリウムの滴定終点の pH は4 付近なので、指示薬にはメチルオレンジを選び、コニカルビーカー中の炭酸ナトリウム溶液にメチルオレンジアルコール溶液をスポイトで数滴滴下する。

濃度未知の塩酸水溶液を、注意深くビュレット中に移す。滴定開始前の液面の目盛りを正確に読みとったのち、コックを操作してビュレット内の塩酸溶液をコニカルビーカー中の炭酸ナトリウム溶液に滴下する。

滴定操作中、コニカルビーカー中の液はマグネチックスターラーなどで攪拌し続ける。液の色が黄色からオレンジ色に変わった点を滴定終点とし、ビュレットの液面を正確に読み取る。

滴定前後の液面值の差が塩酸水溶液の滴下量となる。

問題 6

NH_3 , N_2 , N_2O , NO , NO_2 , NO_3^- における N の酸化数を求めなさい。

化学式	NH_3	N_2	N_2O	NO	NO_2	NO_3^-
酸化数	- 3	0	+1	+2	+4	+5

説明：化合物中の酸化数の和は 0 となる。

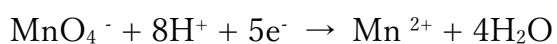
H の酸化数は+1、O の酸化数は-2 とする。

多原子イオンの場合、酸化数の和はそのイオンの価数となる。

問題 7

0.5 mol/L のシュウ酸水溶液 10 mL を希硫酸中で 0.2 mol/L の過マンガン酸カリウム水溶液によって滴定すると何 mL で終点に達するか？計算式を添えて解答しなさい。

過マンガン酸カリウム 1mol は 5 mol の電子を受け取り、2 価マンガニに還元される。



シュウ酸 1mol は 2 mol の二酸化炭素に酸化される際に 2 mol の電子を放出する。



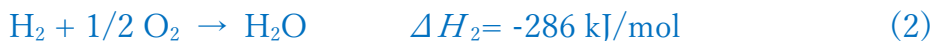
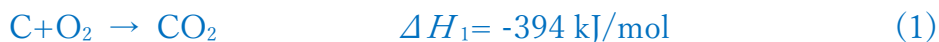
酸化剤が受け取った電子の mol 数と還元剤が放出した電子の mol 数は等しいので、過マンガン酸カリウム水溶液の消費量を x mL とすると、

$$2 \times 0.5 \text{ mol/L} \times 10 \text{ mL} = 5 \times 0.2 \text{ mol/L} \times x \text{ mL}$$

$$x \text{ mL} = 10 \text{ mL}$$

問題 8

CO₂、H₂O（液）の生成エンタルピーはそれぞれ下記のとおりである。



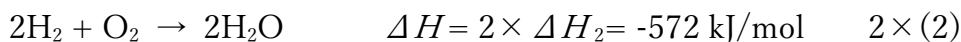
メタン CH₄ の燃焼エンタルピーは下記のとおりである。



メタン CH₄ の生成エンタルピーを求めよ。



化学反応式と計算式を書いて解答しなさい。

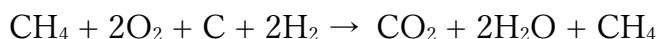


式(1) と 2×(2)を足すと経路 A が構成される。



$$\Delta H = \Delta H_1 + 2 \times \Delta H_2 = -394 - 572 = -966 \text{ kJ/mol} \quad \text{経路 A}$$

式(3)と式(4)を足すと経路 B が構成される。



$$\Delta H = \Delta H_3 + x = -891 + x \text{ kJ/mol} \quad \text{経路 B}$$

CH₄ を相殺すると経路 A と経路 B は等しくなる。

ヘスの法則により経路 A と経路 B のエンタルピー変化は等しい。

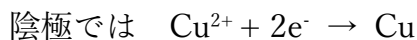
$$-966 \text{ kJ/mol} = -891 + x \text{ kJ/mol}$$

$$\Delta H_4 = x = -966 - (-891) = -75 \text{ kJ/mol}$$

問題 9

塩化銅(CuCl₂) 水溶液に 2 本の炭素棒を入れて電気分解を行った。

陰極および陽極で起こる化学反応を化学式と文章によって示しなさい。



電極上に Cu（金属銅）が析出する。



塩素ガスが発生する。