

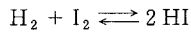
化 学

必要があれば、原子量は次の値を使うこと。

H = 1.0 C = 12.0 N = 14.0 O = 16.0

1 次の文章を読んで、以下の各問いに答えよ。(16点)

体積 3.0 l の反応容器内に 4.0 mol の H_2 と 4.0 mol の I_2 を入れ、温度を 850 K に保ったところ、次のような平衡状態に到達した。



H_2 , I_2 , HI の濃度をそれぞれ $[\text{H}_2]$, $[\text{I}_2]$, $[\text{HI}]$ と表すとき、平衡定数 K は と表される。正反応の反応速度定数を k とするとき、その反応の速さは と表される。正反応は 反応であるので、平衡定数は温度の上昇とともに減少する。正反応の活性化エネルギーは 169 kJ/mol である。

問 1 文章中の と に式を、 に最も適切な語句を記入せよ。

問 2 逆反応の活性化エネルギー(kJ/mol)を求めよ。

ただし、 H_2 , I_2 , HI の結合エネルギーは、それぞれ 432 kJ/mol, 149 kJ/mol, 295 kJ/mol とする。

問 3 $K = 36.0$ のとき、 HI の濃度(mol/l)を求めよ。

問 4 反応容器内の I_2 の濃度を増加させるために有効な操作を、次のア～カから 2 つ選び、記号で答えよ。

- ア. 反応容器内へ H_2 を加える。 イ. 反応容器内へ HI を加える。 ウ. 加圧する。
エ. 減圧する。 オ. 温度を上げる。 カ. 温度を下げる。

問 5 温度を上げると、正反応の反応の速さはどのようになるか。次のア～ウから 1 つ選び記号で答えよ。

- ア. 大きくなる。 イ. 小さくなる。 ウ. 変化しない。

2 次の文章を読んで、以下の各問いに答えよ。(17点)

塩基の陽イオンと酸の陰イオンが静電的な引力により結合して生じる化合物を塩と呼んでいる。塩は酸と塩基の中和反応の場合だけでなく、それ以外の反応においても生成する。ここでは金属元素の酸化物と酸との反応を考えてみよう。[1] に塩酸を反応させると塩化カルシウムが生成する。この場合、[2] の授受が成立しているので酸と塩基の反応とみなすことができる。一方、二酸化マンガンを塩酸を反応させると塩化マンガ生成するが、この場合は電子の授受が成立しているので [3] ^(a) 反応とみなすことができる。

水によく溶ける塩は水溶液中でほとんど全てが陽イオンと陰イオンとに電離する強電解質である。強電解質である酢酸ナトリウムは水溶液中で完全に電離するが、[4] ^(b) が水と反応するために弱い塩基性を示す。

水酸化カルシウムの水溶液に [5] を通じると最初に白色の沈澱 [6] を生じるが、さらに [5] を通じると沈澱が溶けて透明な水溶液になる。この溶液を加熱すると再び白色沈澱 [6] ^(c) が生じる。

硫酸銅の水溶液に [7] を通じていくと最初に青白色の沈澱 [8] を生じる。さらに [7] を通じると沈澱が溶けて深青色の水溶液となる。この場合は、溶液を加熱しても青白色の沈澱 [8] を生じないが、冷却すると深青色の錯イオンの塩(錯塩)が析出する。^(d)

問 1 文章中の空欄 [] の中に最も適切な語句を記せ。ただし、化合物名(またはイオン名)を記す場合はその化学式(またはイオン式)で記せ。 [5] , [7] の気体については次のア～カから選び、化学式で記せ。

ア. 塩化水素

イ. 塩 素

ウ. 一酸化炭素

エ. 二酸化炭素

オ. アンモニア

カ. 硫化水素

問 2 下線部(a)の化学反応式を記せ。

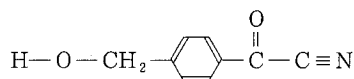
問 3 下線部(b)の理由について、電離平衡式を記すとともに、短い文章で簡潔に説明せよ。

問 4 下線部(c)の理由について、化学反応式を記すとともに、短い文章で簡潔に説明せよ。

問 5 下線部(d)の錯塩を化学式で記せ。

3 次の有機化合物に関する文章を読んで、以下の各問いに答えよ。(17点)

[注意]構造式は下の例にならって記せ。二重結合や三重結合は明確に示すこと。



有機化合物の化学的性質は官能基によって決まる。例えば、官能基としてカルボキシル基をもつ酢酸は炭酸ナトリウム水溶液に加えると、ガスを発生してナトリウム塩を生成する。^(a)同様に、全炭素数が1個の化合物Aもナトリウム塩を生成する。このようにカルボキシル基をもつ化合物は酸としてふるまうのでカルボン酸として分類される。

官能基としてアルデヒド基をもつ化合物は炭酸ナトリウム水溶液とは反応しないが、酸化をうけやすく、フェーリング液を還元する。例えば、アセトアルデヒドの場合は赤色の酸化銅(Ⅰ)の他に酢酸塩が生成する。同様に、全炭素数が1個のアルデヒド(化合物B)を酸化すれば、全炭素数が1個のカルボン酸になる。

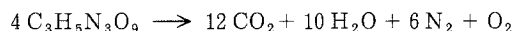
アルコール類として分類される全炭素数が1個の化合物Cや全炭素数が2個のエチルアルコールなどは官能基としてヒドロキシル基をもち、カルボン酸と反応してエステルを生じる。油脂はヒドロキシル基を3個有するグリセリンとカルボン酸とのエステルである。アルコールは無機酸ともエステルを生成する。例えば、グリセリンと硝酸との反応では爆薬として使用されるニトログリセリンが生成する。

しかし、ヒドロキシル基をもちながらアルコールとは異なった性質を示す化合物がある。例えば、化合物Dは水酸化ナトリウム水溶液には溶解するが、炭酸水素ナトリウム水溶液には溶解しない。すなわち、酸としてふるまうがカルボン酸よりは弱い酸である。この化合物は硝酸と硫酸の混酸で処理すると、硝酸エステルを生成せず、ピクリン酸を生成する。

問1 下線部(a)の反応式を示せ。

問2 全炭素数が2個のカルボン酸はフェーリング液を還元しないが、全炭素数が1個のカルボン酸Aは還元する。これはアルデヒド類と共通の構造があるからである。カルボン酸Aの構造式を書き、共通の構造部分を○で囲め。

問3 ニトログリセリンは衝撃をあたえると次のように爆発的に分解する。そのときの化学反応式は以下に示す通りである。



ニトログリセリン(分子量227)の454gが完全に分解した場合、生成物が占める体積は273℃(546K)、1気圧で何lになるか。小数点以下は切り捨てよ。

問4 化合物Dに無水酢酸を反応させて生成するエステルの構造式を示せ。

問5 文章中の化合物A、化合物Bおよび化合物Cを実験で区別する化学的方法を上記の有機化合物に関する文章を参考にし、150字以内で示せ。