

化学基礎・化学 (その1)

必要ならば $H = 1.00$, $C = 12.0$, $O = 16.0$, $Na = 23.0$, $Mg = 24.0$, $S = 32.0$ の原子量を用いよ。また, 1 mol の気体の体積は 0°C , $1.013 \times 10^5\text{ Pa}$ で 22.4 L を占めるものとする。

第1問 以下の問い(問1～4)に答えよ。

問1 硫酸ナトリウムの飽和水溶液を冷却すると, 硫酸ナトリウム十水和物が析出する。硫酸ナトリウム十水和物 1 mol に含まれる酸素原子の物質質量[mol] はいくらか。整数で答えよ。

問2 硫酸ナトリウム十水和物 16.1 g を水に溶解して, 500 mL の水溶液を調製した。この水溶液のモル濃度[mol/L] はいくらか。有効数字3桁で答えよ。

問3 問2の硫酸ナトリウム水溶液の質量パーセント濃度[%] はいくらか。なお, この水溶液の密度は 1.02 g/cm^3 である。有効数字3桁で答えよ。

問4 25°C の硫酸ナトリウムの溶解度[g/水 100 g] は 28.0 である。 25°C の硫酸ナトリウム飽和水溶液 400 g 中に溶解している硫酸ナトリウムの質量[g] はいくらか。有効数字3桁で答えよ。

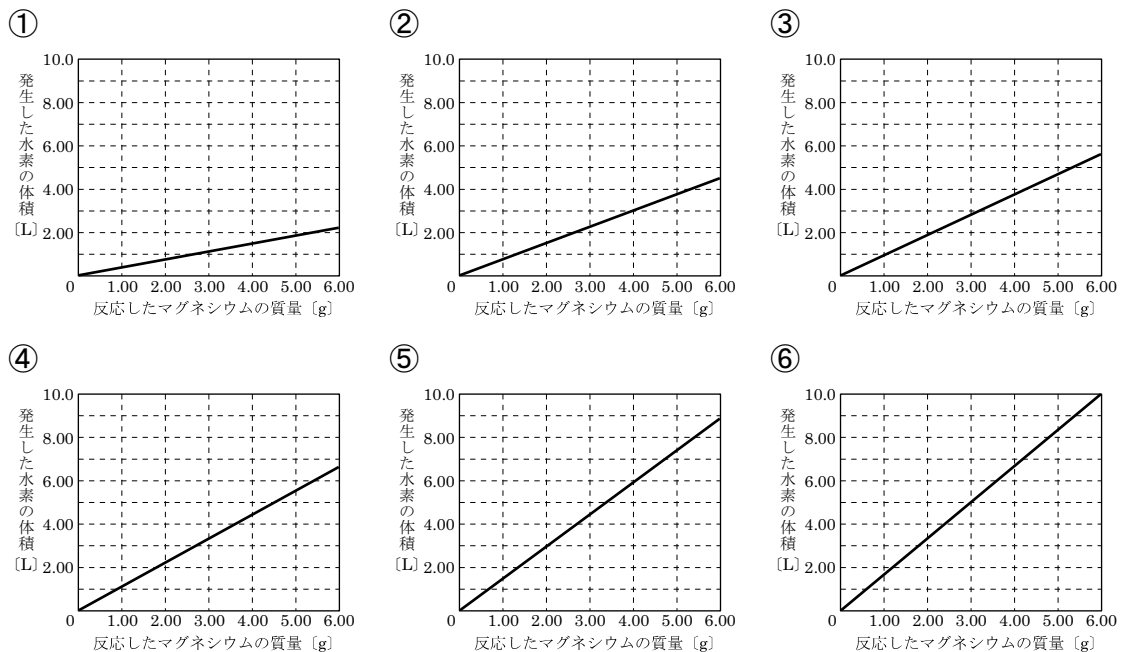
化学基礎・化学 (その2)

第2問 いくつかの金属をイオン化傾向の大きい順に並べたものを次に示す。これについて、以下の問い(問1～5)に答えよ。

Li K Ca Na Mg Al Zn Fe Sn Cu Ag Pt Au

問1 これらの金属の単体のうち、常温の水と反応して水素を発生するものは何種類か。

問2 マグネシウムは希塩酸と反応して水素を発生する。十分量の希塩酸と反応したマグネシウムの質量[g]と発生した水素の0℃、 $1.013 \times 10^5 \text{ Pa}$ での体積[L]の関係として、もっとも適切なものはどれか。①～⑥の中から1つ選び、番号で答えよ。



問3 上に示した金属の単体のうち、希硫酸とは反応しないが、熱濃硫酸と反応して気体を発生するものは何種類か。また、そのとき発生する気体を化学式で答えよ。ただし、水蒸気は除くものとする。

問4 銅は濃硝酸と反応する。この反応を化学反応式で示せ。

問5 アルミニウムは希硝酸とは反応するが、濃硝酸とは反応が内部まで進行しない。アルミニウムと濃硝酸の反応が内部まで進行しない理由を25字以内で答えよ。

化学基礎・化学 (その3)

第3問 次の文章 A, B を読んで、以下の問い(問1～5)に答えよ。

A 陰性が強い元素の酸化物を酸性酸化物といい、水と反応するとオキソ酸となるため、その水溶液は酸性を示す。オキソ酸は分子中に (ア) 原子を含む酸のことであり、中心原子の酸化数が大きいものほど酸性が強くなる。塩素のオキソ酸には、過塩素酸、塩素酸、亜塩素酸、次亜塩素酸があり、最も酸の強さが強い分子は (イ) であり、その塩素原子の酸化数は (ウ) である。

問1 (ア) ～ (ウ) にはいる適切な語句または数値を答えよ。

問2 十酸化四リンを水に加えて加熱するとリンのオキソ酸となる。この反応を化学反応式で示せ。

B 高温・高圧条件で気体の一酸化炭素と水素を反応させると、気体のメタノールが生成し気相平衡に達する。この反応は次の化学反応式で示される。



問3 この反応の濃度平衡定数 K_c を、それぞれの気体のモル濃度 [mol/L] を示す [CO], [H₂], [CH₃OH] を用いて 単位を付して 示せ。

問4 温度を一定に保ち、容器内の圧力を $1.00 \times 10^6 \text{ Pa}$ に保って、一酸化炭素と水素を 1 : 2 の物質質量比で封入して反応させたところ、一酸化炭素の 50.0 % が反応して気相平衡に達した。この温度での圧平衡定数 K_p の値を 単位を付して有効数字 3 桁 で答えよ。

問5 この反応が平衡状態にあるとき、次の操作 a, b を行くと、平衡定数と平衡はどのように変化するか。それぞれ①～⑤の中から 1 つ選び、番号で答えよ。

a 温度一定で、圧力を高くする。

b 温度・体積一定で、アルゴンを加える。

① 平衡定数は大きくなり、平衡は右に移動する。

② 平衡定数は小さくなり、平衡は左に移動する。

③ 平衡定数は変化せず、平衡は右に移動する。

④ 平衡定数は変化せず、平衡は左に移動する。

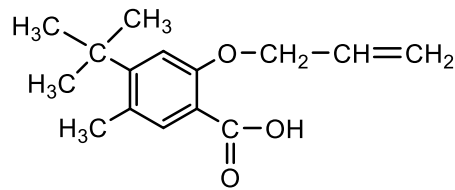
⑤ 平衡定数は変化せず、平衡は移動しない。

化学基礎・化学 (その4)

第4問 次の文章を読み、以下の問い(問1～6)に答えよ。ただし、構造式は構造式の例にならって答えよ。

二重結合を1つもつ鎖式不飽和炭化水素をアルケン、三重結合を1つもつ鎖式不飽和炭化水素をアルキンという。一方、環状構造をもつ飽和炭化水素をシクロアルカンという。

構造式の例



- 問1** エチレン(エテン)を臭素の四塩化炭素溶液に通じると付加反応が起こる。付加反応によって生成する物質の名称を答えよ。
- 問2** 炭化カルシウムに水を作用させてアセチレン(エチン)が生成するときの化学反応式を答えよ。ただし、有機化合物は分子式で示すこと。
- 問3** アセチレンに酢酸を付加したときに生成する化合物の構造式を答えよ。
- 問4** アセチレンに硫酸水銀(Ⅱ)を触媒として水を付加したときに生成するカルボニル化合物の構造式を答えよ。
- 問5** 分子式 C_4H_8 で表される異性体の数は何種類か。ただし、立体異性体は区別すること。
- 問6** アセチレンに赤熱した鉄を触れさせると、3分子のアセチレンからベンゼンが生成する。同様に、プロピン3分子から生成する芳香族炭化水素の構造式をすべて答えよ。

化学基礎・化学 (その5)

第5問 次の文章を読み、以下の問い(問1～4)に答えよ。

多数の単糖が縮合重合して結合した構造をもつ糖を多糖という。多糖であるデンプンには熱水に溶けやすく直鎖状の(ア)と、熱水に溶けにくく枝分かれ構造をもつ(イ)の2つがある。デンプンを一部加水分解すると、デンプンよりも分子量のやや小さい多糖の混合物である(ウ)が得られる。(ウ)は水に溶けやすいので、糊や水溶性フィルムなどに利用される。

問1 (ア)～(ウ)にはいる適切な物質名を答えよ。

問2 多糖についての記述として正しいものを、①～⑤の中から1つ選び、番号で答えよ。

- ① グリコーゲンはらせん構造をもつ。
- ② グリコーゲンはフェーリング液を還元する。
- ③ グリコーゲンはアンモニア性硝酸銀水溶液と反応して銀鏡をつくる。
- ④ セルロースは多数の α -グルコースが縮合重合した構造をもつ。
- ⑤ セルロースはヨウ素デンプン反応を示す。

問3 セルロースの化学式を $[\text{C}_6\text{H}_7\text{O}_2(\text{OH})_3]_n$ のように示すとき、セルロースに濃硫酸と濃硝酸の混合物を完全に反応させたときに得られる硝酸エステルの化学式を答えよ。

問4 81.0 g のデンプンを完全に加水分解して得られたグルコースを、すべてアルコール発酵してエタノールを生成した。得られたエタノールの質量[g]はいくらか。有効数字 3 桁で答えよ。