

化学基礎・化学 (その1)

必要ならば $H = 1.00$, $C = 12.0$, $N = 14.0$, $O = 16.0$, $S = 32.0$, $Cl = 35.5$, $Cu = 64.0$ の原子量を用いよ。

第1問 以下の問い(問1～5)に答えよ。

問1 硫酸銅(Ⅱ)五水和物($CuSO_4 \cdot 5H_2O$) を水に溶かしてモル濃度 0.400 mol/L の水溶液を 100 mL 作りたい。硫酸銅(Ⅱ)五水和物をはかりとり、どのように調製すればよいか。次の(ア)には数値を、(イ)には使用する器具名を入れて、その調製方法を25字以内で答えよ。数値は有効数字3桁で答えよ。

硫酸銅(Ⅱ)五水和物 (ア) g をはかりとり、(イ)。

問2 問1の硫酸銅(Ⅱ)水溶液の質量モル濃度[mol/kg] はいくらか。なお、この水溶液の密度は $20 \text{ }^\circ\text{C}$ で 1.05 g/cm^3 である。数値は有効数字3桁で答えよ。

問3 問1の硫酸銅(Ⅱ)水溶液の質量パーセント濃度[%] はいくらか。数値は有効数字3桁で答えよ。

問4 マルトースはグルコースの2分子が縮合したものである。モル濃度 0.400 mol/L のマルトース水溶液を 100 mL 作るには何 g のマルトースが必要となるか。有効数字3桁で答えよ。

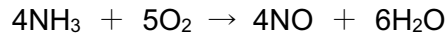
問5 質量パーセント濃度 96.0% 、密度 1.84 g/cm^3 の濃硫酸がある。この濃硫酸のモル濃度[mol/L] はいくらか。有効数字3桁で答えよ。

化学基礎・化学 (その2)

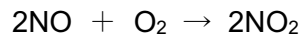
第2問 次の文章を読んで、以下の問い(問1～7)に答えよ。

硝酸は、化学肥料・火薬・医薬品・染料の合成など、広く利用されている。工業的には、アンモニアを原料として、以下の反応で製造される。

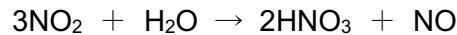
反応1 アンモニアと空気を高温にして白金網に通じると、アンモニアが酸化されて一酸化窒素になる。



反応2 一酸化窒素をさらに空気中の酸素と反応させて、二酸化窒素にする。



反応3 二酸化窒素を水と反応させると、硝酸を生じる。



ここで生じた NO は、**反応2**と**反応3**を繰り返して、すべて硝酸に変える。

この硝酸の工業的製法を、(ア)という。市販の濃硝酸は濃度約60%で無色の溶液であるが、熱や光で分解して、溶液は淡黄色を帯びてくる。(1)硝酸は強い酸化力を持ち、水素よりイオン化傾向が小さい銀や銅とも反応する。

原料の(2)アンモニアは、実験室ではアンモニウム塩を強塩基とともに加熱して発生させ、(イ)置換で捕集するが、工業的には(ウ)という方法で窒素と水素から直接合成する。

問1 (ア)～(ウ)にはいる適切な語句を答えよ。

問2 アンモニア分子と硝酸分子中の窒素原子の酸化数を答えよ。

問3 反応1～3をまとめて、アンモニアから出発して硝酸ができるまでの反応を1つの化学反応式で示せ。

問4 アンモニア3.4kgから得られる質量パーセント濃度60%の濃硝酸は、理論上何kgか。有効数字2桁で答えよ。

問5 下線部(1)について、銀と濃硝酸の反応を化学反応式で示せ。

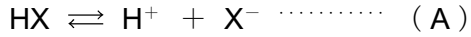
問6 硝酸の性質から考えて、硝酸の適切な保存方法を20字以内で答えよ。

問7 下線部(2)について、塩化アンモニウムと水酸化カルシウムからアンモニアが生じる反応を、化学反応式で示せ。

化学基礎・化学 (その3)

第3問 次の(1)～(4)の文章を読んで、以下の問い(問1～5)に答えよ。

(1) 水溶液中で電解質は電離し、イオン化する。電離して水素イオンを遊離する、ある酸性物質HXを考えたとき、



の平衡反応が成立するとする。

(2) HXの初濃度を c 、電離度を α とした時、HXの電離定数 $K_a = (\text{ア})$ となる。

(3) HXが弱酸である場合には、電離度 α は1より十分小さい。このとき、 $K_a = (\text{イ})$ と近似的に表せる。

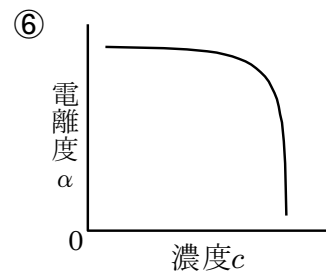
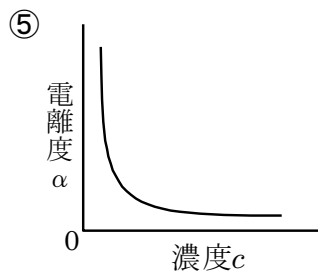
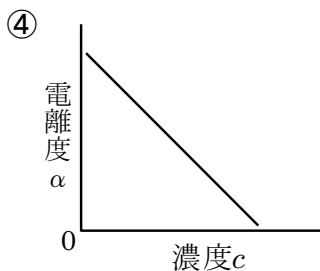
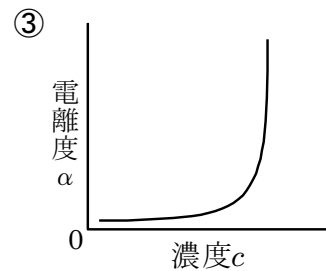
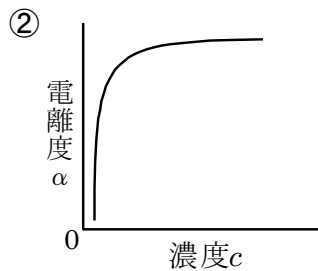
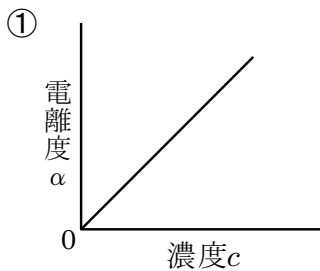
(4) この式を変形すると、

$$\alpha = (\text{ウ})$$

となり、 K_a は定数であるから、(1)電離度 α は定数ではなく、 c の値によって変動することが分かる。

問1 (ア)～(ウ)にはいる式を必要に応じて K_a 、 c および α を用いて答えよ。
本設問では、 $K_a = K_a$ 、 $\alpha = \alpha$ の解答は不正解とする。

問2 下線部(1)について電離度 α と弱酸の濃度 c の関係として、もっとも適切なのはどれか。①～⑥の中から1つ選び、番号で答えよ。



化学基礎・化学 (その4)

問3 0.010mol/L 強酸 HX の電離度 $\alpha = 1$ であるとき、この水溶液の pH はいくらか。

問4 0.010mol/L 弱酸 HX の電離定数 $K_a = 1.0 \times 10^{-6}$ であるとき、

- a) 電離度 α の値はいくらか。
- b) この水溶液の pH はいくらか。

問5 弱酸 $\text{HX} \rightarrow \text{H}^+ + \text{X}^-$ の反応が吸熱反応である場合に、(A) の平衡反応が左側に進む条件の組み合わせとして正しいものを①～⑧の番号で答えよ。

- | | | | |
|---|------|-------|---------------------|
| ① | 温度上昇 | 酸を添加 | X^- イオンを添加 |
| ② | 温度上昇 | 酸を添加 | X^- イオンを除去 |
| ③ | 温度上昇 | 塩基を添加 | X^- イオンを添加 |
| ④ | 温度上昇 | 塩基を添加 | X^- イオンを除去 |
| ⑤ | 温度低下 | 酸を添加 | X^- イオンを添加 |
| ⑥ | 温度低下 | 酸を添加 | X^- イオンを除去 |
| ⑦ | 温度低下 | 塩基を添加 | X^- イオンを添加 |
| ⑧ | 温度低下 | 塩基を添加 | X^- イオンを除去 |

化学基礎・化学 (その5)

第4問 化合物Aは水に溶けない、香りのよい芳香族化合物であり、分子式 $C_{12}H_{16}O_2$ をもつ。その構造を決めるため、次の実験を行った。以下の問い(問1, 2)に答えよ。ただし、構造式は構造式の例にならって答えよ。

実験1 化合物Aを水酸化ナトリウム水溶液中で加熱し、反応させて溶解した。

実験2 実験1で得られた水溶液をジエチルエーテルで抽出したところ、化合物Bが得られた。

実験3 化合物B 37 mg を完全燃焼させたところ、二酸化炭素 88 mg, 水 45 mg を生じ、分子量は 74 と測定された。

実験4 化合物Bにヨウ素と水酸化ナトリウム水溶液を反応させると、特有の臭気をもつ黄色沈澱を生じた。

実験5 実験2で残った水溶液に希塩酸を加えて酸性にし、ジエチルエーテルで抽出したところ、白色の固体である化合物Cが得られた。化合物Cは水に少し溶け、弱い酸性を示した。

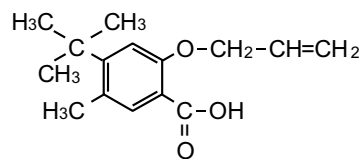
実験6 化合物Cを過マンガン酸カリウムで酸化すると、安息香酸が得られた。

実験7 化合物Bを酸化すると、分子量 72 をもつ化合物Dが得られた。

問1 化合物Bの分子式を求めよ。

構造式の例

問2 化合物A ~ Dの構造式を答えよ。



第5問 次の文章を読んで、以下の問い(問1, 2)に答えよ。

グリシンは構造がもっとも簡単な α -アミノ酸であり、その分子量は 75 である。したがって、グリシン 2 分子からなるジペプチド(グリシルグリシン)は分子量 (ア) となる。このジペプチド 10 g を十分量の塩酸の中で加熱して完全に加水分解すると、グリシン塩酸塩が (イ) g 得られる。

問1 文章中の (ア) と (イ) に適する数値を記入せよ。なお、グリシン塩酸塩は結晶水を含まないものとする。また、(イ) は 有効数字 2 桁 で求めよ。

問2 グリシルグリシンの構造式を、第4問の構造式の例にならって書け。