

化学基礎 (その1)

必要ならば $H = 1.00$, $C = 12.0$, $O = 16.0$, $Cl = 35.5$, $Ba = 137$ 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 ~ 3)に答えよ。

問1 グルコース($\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$) を水に溶かして質量パーセント濃度が 10.0% の水溶液を作りたい。調製方法についての次の文章の() に適切な数値を入れよ。数値は有効数字3桁で答えよ。

グルコース 20.0 g をはかりとりビーカーに入れ, 水 () g を加えて溶かす。

問2 問1で調製した水溶液のモル濃度 $[\text{mol/L}]$ はいくらか。なお, 10.0% グルコース水溶液の密度は 20°C で 1.04 g/cm^3 である。数値は有効数字3桁で答えよ。

問3 問1で調製した水溶液の質量モル濃度 $[\text{mol/kg}]$ はいくらか。数値は有効数字3桁で答えよ。なお, 溶媒 1 kg あたりに溶けている溶質を物質量 $[\text{mol}]$ で表したものが質量モル濃度である。

第2問 20°C における塩化バリウムの飽和水溶液の質量パーセント濃度は 26.3% で, 密度は 1.28 g/cm^3 である。以下の問い(問1, 2)に答えよ。

問1 20°C における塩化バリウムの溶解度 $[\text{g}/100 \text{ g 水}]$ はいくらか。有効数字3桁で答えよ。

問2 この飽和水溶液のモル濃度 $[\text{mol/L}]$ はいくらか。有効数字3桁で答えよ。

化学基礎 (その2)

第3問 次の文章を読み、以下の問い(問1, 2)に答えよ。

2族元素は自然界には単体では存在せず、鉱物中では化合物の状態で存在する。2族元素の原子は(ア)個の価電子をもち、(ア)価の(イ)イオンになりやすい。このイオンの電子配置は、もとの原子よりも原子番号が(ア)だけ小さい(ウ)原子と同じ安定した電子配置となる。また、原子番号が大きくなるほど、原子半径が(エ)くなり価電子を放出しやすくなるので、イオン化エネルギーが(オ)くなり、反応性が高くなる。

2族元素のうち、化学的性質が似ているカルシウム **Ca**、ストロンチウム(カ)、バリウム **Ba**、ラジウム **Ra** は(キ)金属と呼ばれ、これらの元素を含む化合物を炎の中に入れると各元素に固有の色が現れる。この反応は(ク)反応と呼ばれ、**Ca** を含む化合物は(ケ)色を呈する。

固体の塩化カルシウムは、カルシウムイオンと塩化物イオンとが強固な(コ)結合を介して(コ)結晶を形成している。⁽¹⁾この結晶は、融解することで電離するようになる。

問1 文中の空欄(ア)～(コ)に適切な語句、数値、元素記号を記入せよ。

問2 下線部(1)の塩化カルシウムの電離をイオン反応式で書け。

化学基礎 (その3)

第4問 次の文章を読んで、以下の問い(問1～9)に答えよ。

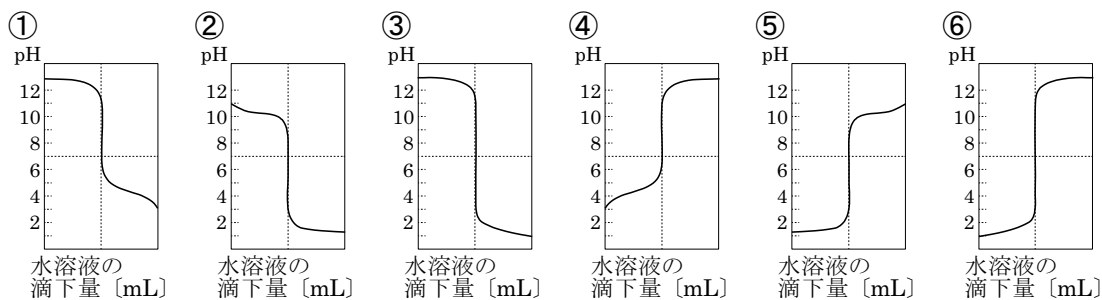
濃度の分からない酢酸水溶液がある。これに対して、 0.10 mol/L の水酸化ナトリウム水溶液で滴定することで、濃度を明らかにしていきたい。このため、フェノールフタレイン溶液を数滴加えた酢酸水溶液に(ア)を用いて、水酸化ナトリウム水溶液を滴下していった。

問1 この反応の化学反応式を書け。

問2 この反応において、指示薬としてメチルオレンジはふさわしくない。その理由を15字以内で説明せよ。

問3 (ア)に入る適切な器具の名称を答えよ。

問4 水酸化ナトリウム水溶液を滴下させた滴定曲線を表すグラフとして、ふさわしいものを①～⑥の番号で答えよ。



問5 酢酸水溶液と水酸化ナトリウム水溶液の中和についての記述で正しいものを①～④の中から1つ選び、番号で答えよ。

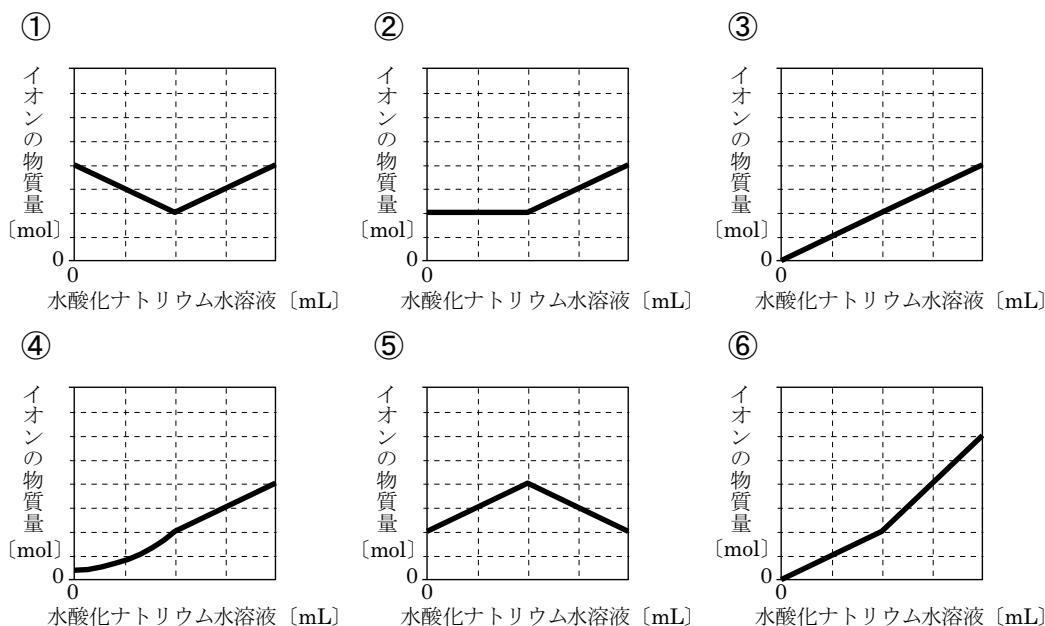
- ① 酢酸は弱酸であるので、強塩基の水酸化ナトリウム水溶液を加えるとすぐに塩基性になってしまう。
- ② $\text{pH} = 7$ を中和点とするため pH 測定が重要である。
- ③ 中和点までに加える強塩基の物質質量[mol]が弱酸の物質質量[mol]に比べて少なくてすむ。
- ④ 塩基に水酸化カリウムを使用しても同様な pH の変化で滴定できる。

問6 一般には水酸化ナトリウムは滴定のための標準液の作製に向かないことが知られている。これは水酸化ナトリウムのどのような性質のためか。

問7 10 mL の酢酸水溶液の滴定の中和点までに 15 mL の水酸化ナトリウム水溶液を要した。酢酸水溶液の濃度は何 mol/L か。

化学基礎 (その4)

問8 反応液中のイオンの総量の変化を示すグラフを選べ。



問9 0.050 mol/L の酢酸水溶液がある。この濃度での酢酸の電離度 α を 0.020 とすると、この水溶液の pH はいくらか。整数で答えよ。

第5問 以下の問い (問1 ~ 5) に答えよ。

問1 酸化と還元に関する記述として、下線部に誤りを含むものを、次の① ~ ④の中から1つ選び、番号で答えよ。

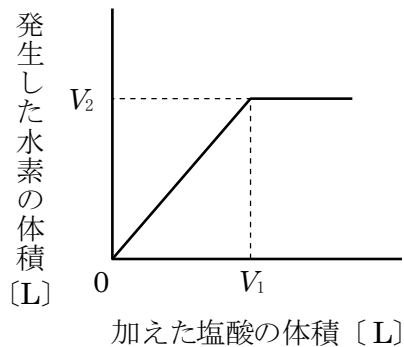
- ① 臭素と水素が反応して、臭化水素が生成するとき、臭素原子の酸化数は増加する。
- ② イオン化傾向が大きい金属ほど、還元作用が強い。
- ③ ナトリウムと水が反応すると、ナトリウムは酸化されて、水酸化ナトリウムが生成する。
- ④ 充電によってくり返し使用することができる電池を二次電池という。

化学基礎 (その5)

問2 下線で示す物質が還元剤としてはたらいっている化学反応式を、次の①～⑥の中から1つ選び、番号で答えよ。

- ① $\underline{2\text{H}_2\text{O}} + 2\text{K} \rightarrow 2\text{KOH} + \text{H}_2$
 ② $\underline{\text{Cl}_2} + 2\text{KBr} \rightarrow 2\text{KCl} + \text{Br}_2$
 ③ $\underline{\text{H}_2\text{O}_2} + 2\text{KI} + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow 2\text{H}_2\text{O} + \text{I}_2 + \text{K}_2\text{SO}_4$
 ④ $\underline{\text{H}_2\text{O}_2} + \text{SO}_2 \rightarrow \text{H}_2\text{SO}_4$
 ⑤ $\underline{\text{SO}_2} + \text{Br}_2 + 2\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{H}_2\text{SO}_4 + 2\text{HBr}$
 ⑥ $\underline{\text{SO}_2} + 2\text{H}_2\text{S} \rightarrow 3\text{S} + 2\text{H}_2\text{O}$

問3 0.020 mol の亜鉛に 2.0 mol/L 塩酸を加えて反応させた。このとき、加えた塩酸の体積[L] と発生した水素の体積[L] の関係は下図のようになった。ここで、発生した水素の体積は 0 °C, $1.013 \times 10^5 \text{ Pa}$ の状態における値である。図中の体積 V_1 [L] と V_2 [L] はそれぞれ何 L か。 V_1 と V_2 の数値の組合せとしてもっとも適切なものを、下の①～⑥の中から1つ選び、番号で答えよ。



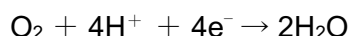
	V_1 [L]	V_2 [L]
①	0.020	0.90
②	0.020	0.45
③	0.020	0.22
④	0.010	0.90
⑤	0.010	0.45
⑥	0.010	0.22

化学基礎 (その6)

問4 以下の空欄(ア), (イ)に入る適切な数値を有効数字2桁で答えよ。

COD(化学的酸素要求量)の値[mg/L]は、水1Lに含まれる有機化合物などを酸化するのに必要な過マンガン酸カリウムの量を、酸化剤としての酸素の質量[mg]に換算したもので、水質の指標である。

過マンガン酸イオンと酸素は、それぞれ酸性溶液中で次のように酸化剤としてはたらく。



したがって、過マンガン酸カリウム4.0molは、酸化剤としての酸素(ア)molに相当する。ここで、ある試料水100mL中の有機化合物と過不足なく反応する過マンガン酸カリウムの物質量が、 2.0×10^{-5} molであった。試料水1.0L中に含まれる有機化合物を酸化するのに必要な過マンガン酸カリウムの量を、酸素の質量[mg]に換算してCODの値を求めると、(イ)mg/Lになる。

問5 以下の文章の空欄(ア)~(コ)に適切な語句を記入せよ。ただし、空欄(カ)~(ク)は化学式で答えよ。

多くの金属は、その酸化物や硫化物などの鉱石から産出される。鉱石から酸化還元反応を利用して金属を得ることを(ア)という。アルミニウムは、イオン化傾向が大きいため、単体のアルミニウムは融解した酸化アルミニウムを電気分解する操作である(イ)によって得られる。また、銅の場合は、純銅を(ウ)極に、不純物を含む粗銅を(エ)極にして硫酸銅(II)水溶液を電気分解して得る。このような金属精製法を(オ)という。鉄は、コークスCから生じた(カ)によって、赤鉄鉱(キ)や磁鉄鉱(ク)などの鉄鉱石を高炉内で還元して得られる。高炉で得られる鉄は(ケ)と呼ばれる。これは、もろいため、(ケ)を転炉に移して酸素を吹き込み、酸化によって炭素の含有量を減らして(コ)を得る。