

## 中等理科(化学分野) 期末試験対策演習問題

- 記述問題は論旨明快に解答せよ。
- 必要な数値などは理科年表を利用して答えよ。
- 授業で講義していない内容も予想問題に含まれている。
- どの問題も数値の答えには**単位を忘れない**こと。
- この問題がそのまま試験に出るわけではないことに注意。

1. 授業中に行った演示実験をその内容、使用した器具とその名称および化学的原理について、図を付して、できる限り詳しく説明せよ。

(ヒント) どのような実験系で、どのような実験を行い、その結果どのような結果が得られ、それがどのような化学的(科学的)背景を持っているかを説明せよ。

2. 次の濃度を計算せよ。

問1 35.0 wt% の濃塩酸の容量モル濃度。ただし、濃塩酸の密度は  $1.20 \text{ g cm}^{-3}$  である。

問2 20.0 wt% の食塩水の食塩のモル分率と質量モル濃度。

問3 4.74 g の硫酸アルミニウムカリウム 12 水和物 [カリミョウバン; 化学式  $\text{AlK}(\text{SO}_4)_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$ ] を溶かしてメスフラスコ中で全量を 100 mL (=  $0.1 \text{ dm}^3$ ) とした溶液の容量モル濃度。

(ヒント) 溶質に含まれる結晶水(この場合 12 分子の水)は、溶解した後は解放され、溶媒の水と区別はつかない。

問4 問3の溶液の溶質を無水物と見なしたときの質量パーセント濃度とモル分率。

(ヒント) 溶解した後は、溶質に含まれる結晶水(この場合 12 分子の水)は溶媒の一部になる。

3. 強電解質の飽和溶液中に含まれる各イオンのモル濃度の積を溶解度積  $K_{\text{sp}}$  と呼び、定温・定圧条件下では定数となる。以下、圧力は 1 気圧とする。

問1 食塩の  $20^\circ\text{C}$  における溶解度を理科年表より求めよ。

問2  $20^\circ\text{C}$  における食塩の溶解度積  $K_{\text{sp}} = [\text{Na}^+][\text{Cl}^-]$  (ただし  $[\text{A}]$  は A の容量モル濃度で単位は  $\text{mol dm}^{-3}$ ) を求めよ。ただし、 $20^\circ\text{C}$  における食塩の飽和水溶液の密度を  $1.15 \text{ g cm}^{-3}$  とする。

(ヒント) 食塩は  $\text{NaCl} \rightarrow \text{Na}^+ + \text{Cl}^-$  と電離していることを用いて、溶液中の  $\text{Na}^+$ 、 $\text{Cl}^-$  のモル濃度をそれぞれ計算し、その積をもとめよ。

問3 食塩の水に対する溶解度と塩酸に対する溶解度はどちらが高いか予想し、理由をつけて答えよ。

(ヒント) 溶解度積は飽和溶液中のイオン濃度の積である。逆に、溶液中に存在する各イオンの濃度の積が溶解度積を越えるとその物質が過飽和となり、析出する。

4.  $0.1 \text{ mol dm}^{-3}$  の硝酸バリウム 100 mL と  $0.1 \text{ mol dm}^{-3}$  の硝酸鉛(II) 100 mL を混合した溶液がある。この溶液に  $1 \text{ mol dm}^{-3}$  硫酸ナトリウムを 10 mL 加えると、どのような物質が沈殿するか。理由とともに答えよ。また沈殿する物質は、ヨウ化ナトリウムの添加量とともにどのように変化するか、答えよ。

(ヒント) 沈殿する可能性のある物質は硫酸バリウムと硫酸鉛(II)である。硫酸ナトリウムを加えたあとの各化学種 ( $\text{Ba}^{2+}$ 、 $\text{Pb}^{2+}$ 、 $\text{SO}_4^{2-}$ ) の溶液内での濃度を求め、これらの化合物の溶解度積と濃度の積を比較すればよい。どちらの化合物も溶解度積を超える濃度になっているが、溶解度積が小さい方の化合物が先に沈殿し、そのイオンがなくなったあとにもう一方が沈殿する。

5. 濃塩酸と濃アンモニア水を染みこませた脱脂綿を、長さ約 1 m のガラス管の両端に詰めて、しばらく観察した。
- 問 1 どのような変化が観察されるか。
- 問 2 化学反応式を示せ。
- 問 3 酸-塩基反応の定義を 3 種類述べよ。
- 問 4 この化学反応を酸-塩基反応と考えるとき、問 3 で答えた定義のうちどれに相当するか、理由とともに答えよ。
6. 鉄粉と硫黄の粉末を十分に混ぜ合わせて試験管に取り、その混合物の一部をバーナーで加熱し、赤熱し始めたところで加熱をやめた。
- 問 1 試験管内の混合物は、その後どのような変化を示すか。
- 問 2 進行する化学反応の反応式を答えよ。
- 問 3 反応の前後で、試験管内の物質が変化したことを示すにはどのような方法があるか。その方法を理由とともに列挙せよ。
- 問 4 中学校理科において、この化学反応を通して教える科学的内容は何か。列挙せよ。
7. 試験管にイオウを適量取り、バーナーで加熱して融解させた。試験管内の 1 / 3 程度をイオウの蒸気が占める程度になったところで、質量をはかった銅の板を投入し、さらに加熱した。十分に反応した後に試験管から板を取り出し、バーナーで余分なイオウを燃焼させた上で冷却した。十分に冷えた後、生成物の質量を測定した。次の表は、銅板の質量を変化させて得られた生成物の質量を測定した結果である。

表 反応前の銅板と反応生成物の質量

銅板の質量 / g	生成物の質量 / g
0.299	0.364
0.473	0.596
0.801	1.019
0.868	1.101
0.936	1.186
1.141	1.453

- 問 1 銅板の質量と生成物の質量の関係をグラフに表せ。
- 問 2 生成物は銅とイオウの化合物である。問 1 のグラフを用いて、生成物中の銅とイオウの質量比を求めよ。
- 問 3 この反応に対する化学反応式を予想せよ。
- 問 4 この解析を行う途中、「質量保存の法則」と「定比例の法則」を利用している。どのように利用しているか、説明せよ。
8. 理想気体について、以下の問いに答えよ。必要な数値は理科年表などを参照せよ。
- 問 1 理想気体とはどのような気体か。その条件を説明せよ。
- 問 2 25 °C、20 Pa の気体 1 m<sup>3</sup> に含まれる物質質量を求めよ。また、それに含まれる分子の数を求めよ。
- 問 3 地表付近にある 25 °C の乾燥した大気の塊り 10 トンが、上昇気流により、上空に到達し、圧力が 0.5 気圧、1.3 × 10<sup>4</sup> m<sup>3</sup> となった。この気体の地表付近での体積と、上空での温度を求めよ。大気が窒素と酸素の 4 : 1 の混合物であり、理想気体として振舞うものとせよ。
9. ビーカーに石灰水を少量取り、二酸化炭素を通し続ける。このとき、ビーカー内でど

のようなことが観測されるか，化学的に説明せよ。

10. 小学校理科では水蒸気は気体，湯気は液体と教える。これらが正しいと考えられる根拠を簡単な実験により示したい。適切と思われる実験方法を示し，その原理と液体であるか気体であるかの判断基準を示せ。なお，実験内容は小学生向けのものにこだわる必要はない。
11. 純物質の状態図を模式的に示し，それに基づいて1気圧下における水の三態変化について説明せよ。
12. 精製・脱ガスした試料液体（例えば水）を，真空下で密閉圧力容器に封入した。室温においては，容器内で気液平衡が成り立っているものとする。この容器の温度を上げながら内部の圧力を測定すると，どのような変化を示すか。純物質の相図との関係を明らかにしながら説明せよ。
13. 内容積の十分に大きなシリンジ内に少量の水を隙間なく封じた。シリンジ全体の温度と内部圧力を測定しつつ，ヒーターにより加熱した。相図からはどのような振るまいが予想されるか説明し，温度の時間変化の概形を示せ。シリンジ内には空気は入っていないものとする。
14. 酸化還元反応に対する金属元素の反応性と標準電極電位の関係について説明せよ。
15. 標準電極電位を測定する方法を説明せよ。
16. [1] 銅板を  $1 \text{ mol dm}^{-3}$  の硫酸銅(II)溶液に浸したビーカー，[2] 亜鉛板を  $1 \text{ mol dm}^{-3}$  の硫酸亜鉛(II)溶液に浸したビーカー，[3] 鉄板を  $1 \text{ mol dm}^{-3}$  の硫酸鉄(II)溶液に浸したビーカーをそれぞれ用意し，そのうち2つずつを硫酸ナトリウム溶液に浸した脱脂綿でつないだダニエル電池を作った。このとき，それぞれの組み合わせでの電位差を求め，電位差の大きい順に並べよ。