

難関大対策基礎力確認テスト
(無機化学)

化 学

注意事項

1. 必ず復習すること。
2. 解答できるところから解答すること。
3. 問題冊子のページ及び解答用紙の枚数は次のとおりである。
「始め」の合図があったら問題冊子と解答用紙の枚数を確認すること。

	問題冊子	解答用紙
科 目		枚 数
化学基礎・化学	4～9	3

4. 解答は解答用紙の所定の欄に記入すること。
5. 計算等は問題用紙や解答用紙の余白に記入してもよい。
6. 計算ミスや読み違いに細心の注意を払うこと。
7. 努力は裏切らない。最後まで自分を信じて問題を解くこと。
8. 必ず復習すること。

化 学 基 礎 ・ 化 学

必要な場合には、 つぎの値を用いよ。

原子量 : H = 1. 00, C = 12. 0, N = 14. 0, O = 16. 0
Cu = 63. 5, Zn = 65. 4, Br=80. 0

ファラデ一定数 F: 9.65×10^4 C/mol

水のイオン積 $K_w = 1.0 \times 10^{-14}$ mol²/L², $\log_{10} 1.20 = 7.9 \times 10^{-2}$

気体定数 $R: 8.31 \times 10^3$ Pa·L/ (mol·K)

問題 I

次の (1) ~ (3) の問いに答えよ。

(1) ハロゲンに関する次の記述 **A** ~ **E** のうちから、誤っているものを 1 つ選べ。

A 原子番号が小さい単体ほど酸化作用が強い。

B ヨウ化銀は光に対し安定だが、他のハロゲン化銀は光により分解する。

C 単体は室温で、フッ素と塩素が気体、臭素が液体、ヨウ素が固体である。

D 周期表 17 族の元素であり、価電子 7 個をもち、1 価の陰イオンになりやすい。

E ハロゲン化水素は、室温では無色の刺激臭のある気体であり、その水溶液は酸性を示す。

(2) 周期表 1 族および 2 族の元素に関する次の記述 **A** ~ **F** のうちから、正しいものを 1 つ選べ。

A **Na**, **Ca**, **Ba** の炭酸塩はいずれも水に溶けにくい。

B **Mg**, **Ca**, **Ba** の単体は冷水と反応し、水素を発生して水酸化物となる。

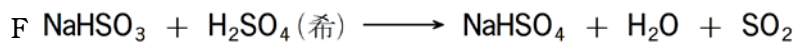
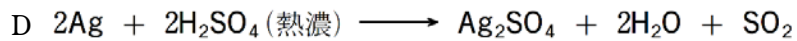
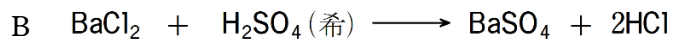
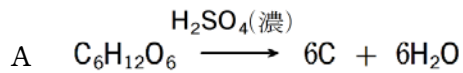
C **Na**, **K** の単体は冷水や空気中の酸素と反応するため、エタノール中で保存される。

D **Na**, **K**, **Ca**, **Ba** の水酸化物はいずれも水によく溶け、その水溶液は強塩基性である。

E **Mg**, **Ca**, **Ba** の硫酸塩はいずれも水に溶けにくく、硫酸バリウムは医療用の X 線造影剤として用いられている。

F **Mg**, **Ca**, **Ba** の塩化物はいずれも水に溶ける。塩化カルシウムは吸湿性が強く、乾燥剤や融雪剤として用いられている。

- (3) 硫酸を、希硫酸： H_2SO_4 （希）、濃硫酸： H_2SO_4 （濃）、および熱濃硫酸： H_2SO_4 （熱濃）とするとき、硫酸に関する次の反応 A ~ F のうちから、誤っているものを 2 つ選べ。



問題Ⅱ

次の問いに答えよ。H = 1.0, N = 14, O = 16

硝酸を工業的に製造する方法は、次の①～③の過程からなる。①アンモニアを空気と混合し、約 800 °C で白金触媒を通すと、一酸化窒素が生成する。②この一酸化窒素を空気と混合して酸化し、二酸化窒素にする。③この二酸化窒素を水に溶かして、硝酸と一酸化窒素を得る。なお、この一酸化窒素は回収して再び用いる。

- (1) 硝酸製造の過程①, ②, ③のそれぞれを、化学反応式で表せ。また、それらをまとめて一つの化学反応式で表せ。

- (2) 1.0mol の硝酸を合成するために、標準状態で何 L の空気を必要とするか。ただし、酸素は空気の体積の 21 % を占めていて、反応は完全に進むものとする。

- (3) ある市販されている濃硝酸は密度 1.4 g/cm^3 の液体で、質量パーセントで 66% の硝酸を含んでいる。この濃硝酸のモル濃度を求めよ。

- (4) 次の (a) と (b) の反応を起こす異なる金属アとイを、それぞれ元素記号で答えよ。また、下線部の反応を、化学反応式で表せ。
 - (a) 金属ア のイオンを含む水溶液に塩酸を加えると、白色沈殿を生じる。金属アは二酸化窒素を発生して濃硝酸に溶ける。

 - (b) 金属イ の硝酸塩を冷水に溶かし、この溶液に希塩酸を加えると、白色沈殿を生じる。また金属イ の硝酸塩の水溶液に硫酸ナトリウム水溶液を加えても、白色沈殿を生じる。

問題Ⅲ

カルシウムに関する次の文章を読んで、各問いに答えよ。

カルシウムは体内の骨などの主成分であり、自然界では、石灰石や貝殻中に炭酸カルシウムとして存在する。この (a)石灰石を、高温で焼くと生石灰が生じる。 (b)生石灰に水を加えると消石灰になる。 逆に、消石灰を高温で熱すると生石灰に戻る。(c)消石灰を含む水溶液に息を吹き込むと白い沈殿が生じる。 さらに、この (d)白色沈殿は、息を過剰に吹き込むとふたたび溶ける。 (e)消石灰は塩素と反応すると、さらし粉が生成する。 このさらし粉の成分から、溶解度の大きな塩化カルシウムを除いたものは、高度さらし粉とよばれる。(f)高度さらし粉に塩酸を加えると、塩素が発生する。

(1) 下線部 (a)～(f)の化学反応式を書け。

(2) 下線部 (b)の性質を利用して、生石灰は乾燥剤として用いられている。しかし、生石灰を含む乾燥剤には、「水につけないでください」あるいは「禁水」という注意書きがある。それはなぜか。その理由を書け。

問題Ⅳ

Al^{3+} , Ca^{2+} , Fe^{3+} , Cu^{2+} , Zn^{2+} の 5 種の陽イオンを含む水溶液 X について、以下のような分離実験を行った。下の各問いに答えよ。ただし、文中の沈殿 A , C , D , E , F には、それぞれ 1 種類の金属イオンのみが含まれるとする。

[分離実験]

(i) 水溶液 X に操作 ① を行くと、沈殿が生じた。沈殿をろ別し、沈殿 (沈殿 A とする) と、ろ液 (溶液 a とする) に分離した。沈殿 A を硝酸に溶かし、(ア)アンモニア水を加えると、沈殿を生じた。 (イ)この沈殿にさらにアンモニア水を加えると、沈殿は溶解した。

(ii) 溶液 a を煮沸後、希硝酸を加えさらに加熱した。この溶液に操作 ② を行くと、沈殿を生じた。これをろ別し、沈殿 B と溶液 b に分離した。

(iii) 沈殿 B に操作 ③ を行くと、沈殿の一部が溶解した。残った沈殿をろ別し、沈殿 C と溶液 c に分離した。沈殿 C を塩酸に溶かした溶液にヘキサシアニド鉄 (II) 酸カリウム (ヘキサシアノ鉄 (II) 酸カリウム) 水溶液を加えると、濃青色の沈殿を生じた。一方、溶液 c に操作 ④ を行くと、沈殿 D が生じた (ウ)沈殿 D に水酸化ナトリウム水溶液を加えると溶解した。

(iv) 溶液 b に対し操作 ⑤ を行くと、沈殿が生じた。これをろ別し、沈殿 E と溶液 e に分離した。 (エ)沈殿 E に塩酸を加えると、特異臭のある気体が発生した。 一方、溶液 e に対し操作 ⑥ を行くと、沈殿 F が生じた。 (オ)この沈殿 F に塩酸を加えると、無色無臭の気体が発生した。

(1) 文中の操作 ①～⑥ には次の (あ) ～ (き) の試薬のうち、1 つあるいは 2 つの試薬が用いられている。それぞれの操作に対して、用いられたと思われる試薬を、(あ) ～ (き) から選べ。ただし、操作には、かくはん、加熱 (煮沸を含む) の操作が含まれる場合があるが、その他の操作 (たとえば、ろ過など) は含まれないとする。

- | | |
|-----------------|-------------------|
| (あ) 硫化水素ガス | (い) 水酸化ナトリウム水溶液 |
| (う) アンモニア水 | (え) 塩酸 |
| (お) 硝酸銀水溶液 | (か) 炭酸アンモニウム水溶液 |
| (き) 塩化バリウム水溶液 | |

(2) 沈殿 A , C , D , E , F を化学式で示せ。

(3) 文中の下線部分 (ア) ~ (オ) について, 起こった反応を, 化学反応式
あるいはイオン反応式で示せ。

