

# 化学基礎

## 化学基礎

必要があれば、原子量は次の値を用いること。

原子量 H : 1.0 C : 12 O : 16 Al : 27

0 °C,  $1.013 \times 10^5$  Pa (標準状態) で気体 1 mol が占める体積 22.4 L

**第1問** 次の各問いに答えよ。

**問1** 1種類の化学式で表すことができる物質として最も適当なものを、次の①～⑤のうちから一つ選べ。

- ① ドライアイス      ② 海水      ③ プラスチック  
④ 軽油      ⑤ ボーキサイト

**問2** 次の下線で示す語は、元素と単体のいずれを表しているか。単体を表している語として最も適当なものを、次の①～⑤のうちから一つ選べ。

- ① 骨にはカルシウムが多く含まれている。  
② 植物の生育には窒素やリンが欠かせない。  
③ 水素はすべての気体の中で最も軽い。  
④ 地殻の質量の約50%は酸素である。  
⑤ リンゴなどの果物にはカリウムが含まれている。

**問3** 同素体に関する記述として最も適当なものを、次の①～⑤のうちから一つ選べ。

- ① すべての元素には同素体が存在する。  
② 人工的に作られたダイヤモンドは、黒鉛と同素体の関係にはない。  
③ オゾンは酸素の同素体で、無色・無臭の気体である。  
④ 赤リンは黄リンの同素体で、猛毒で自然発火するので水中に保存する。  
⑤ 硫黄の同素体のうち常温で安定に存在しているのは、斜方硫黄である。

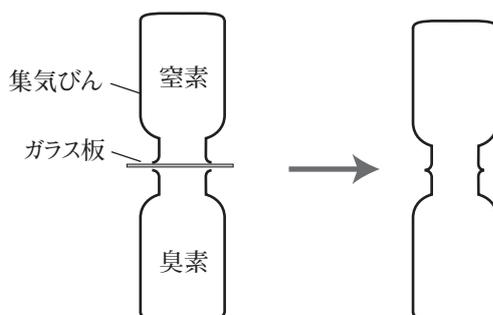
問4 ある化合物の水溶液に、次の a, b の実験を行った。この化合物として最も適当なものを、下の①～⑤のうちから一つ選べ。 4

- a 白金線の先に水溶液をつけ、バーナーの外炎にかざすと、橙赤色になった。  
 b 水溶液に硝酸銀水溶液を加えると、白色沈殿が生成した。

- ① 塩化ナトリウム            ② 硫酸銅(Ⅱ)            ③ 塩化カルシウム  
 ④ 水酸化カルシウム        ⑤ 塩化カリウム

問5 次の記述中の空欄 ア ・ イ に当てはまる語句・温度の組合せとして最も適当なものを、下の①～⑥のうちから一つ選べ。 5

次図のような2つの集気びんに臭素と窒素を入れたのちガラス板を外し、長時間放置しておくと、ア。これは粒子の熱運動によるもので、温度をイにすると粒子の熱運動は停止する。



	ア	イ
①	臭素は下にのみ存在する	0 °C
②	臭素は下にのみ存在する	0 K
③	臭素は下にのみ存在する	-273 K
④	均一な混合気体になる	0 °C
⑤	均一な混合気体になる	0 K
⑥	均一な混合気体になる	-273 K

問6 水の三態に関する記述として誤りを含むものを、次の①～⑤のうちから一つ選べ。 6

- ① 水の沸騰が起こっている間の水の温度は一定である。  
 ② 水の蒸発は 100 °C に近づくほど激しくなる。  
 ③ 氷と水が共存しているときの水温は 0 °C である。  
 ④ 水の三態変化は化学変化ではない。  
 ⑤ 水蒸気の温度は加熱しても 100 °C 以上にはならない。

問7 日常生活の化学に関する記述として誤りを含むものを、次の①～⑤のうちから一つ選べ。

7

- ① 化学肥料は安価なため大量に使用され、河川や湖の富栄養化を防いでいる。
- ② 燃料電池は、水素と酸素を反応させて電気エネルギーを得ている。
- ③ ビタミンC(アスコルビン酸)は、茶飲料などの食品の酸化防止剤として使用されている。
- ④ 酸化カルシウムは生石灰ともいい、焼きのりなどの食品の乾燥剤として利用されている。
- ⑤ セッケン(界面活性剤)の構造は、水になじみやすい部分と、油になじみやすい部分からなっている。

**第2問** 次の各問いに答えよ。

**問1** 次の物質 1 mol が電離したとき、最もイオンの総数が多いものはどれか。最も適当なものを、次の①～⑤のうちから一つ選べ。ただし強電解質の電離度は 1 とする。 8

- ① 塩化ナトリウム      ② 硫酸カリウム      ③ 水酸化ナトリウム  
④ 硝酸カルシウム      ⑤ 塩化アルミニウム

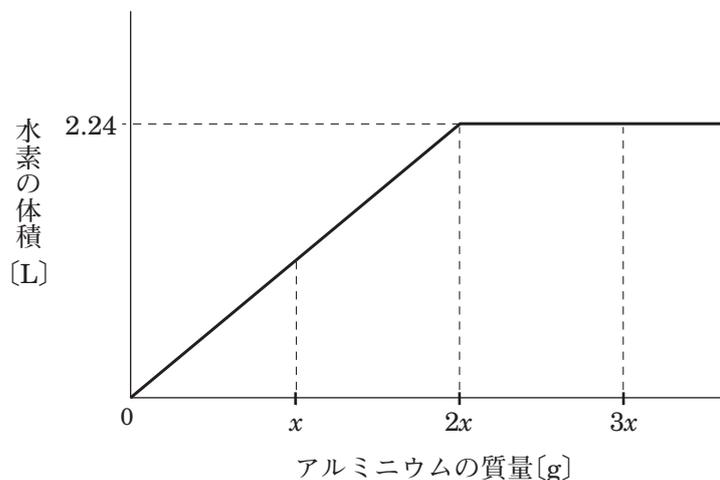
**問2** 次の物質を構造式で表したとき、1 分子中の価標の数が最も多いのはどれか。最も適当なものを、①～⑤のうちから一つ選べ。 9

- ① ヨウ素      ② 酸素      ③ シアン化水素  
④ アンモニア      ⑤ 過酸化水素

**問3** 結晶に関する記述として誤りを含むものを、次の①～⑤のうちから一つ選べ。 10

- ① ケイ素の結晶は、ダイヤモンドと同じ正四面体形の構造をしている。  
② 二酸化ケイ素の化学式は  $\text{SiO}_2$  で、分子結晶である。  
③ 黒鉛は、平面網目状構造が何層にも重なった構造をしている。  
④ ダイヤモンドは非常に硬く、電気を通さない。  
⑤ 二酸化ケイ素の結晶は、天然には石英やケイ砂などとして産出されている。

問4 次図は、 $2.0 \text{ mol/L}$  の塩酸  $A$  [mL] にアルミニウム粉末を加えていったときの、アルミニウムの質量と発生した水素の体積の関係を示している。これに関する下の各問いに答えよ。ただし、反応は完全に進行したものとし、気体の体積はすべて  $0^\circ\text{C}$ 、 $1.013 \times 10^5 \text{ Pa}$  (標準状態) に換算した値である。



(1) 図中の  $x$  は何 g か。最も適当な数値を、次の①～⑤のうちから一つ選べ。  g

- ① 0.30      ② 0.45      ③ 0.60      ④ 0.90      ⑤ 1.8

(2) アルミニウムを  $x$  [g] 加えたときの、水溶液中の水素イオン濃度は何 mol/L か。最も適当な数値を、次の①～⑤のうちから一つ選べ。ただし、水溶液の体積は変化しないものとする。

mol/L

- ① 0.50      ② 1.0      ③ 1.3      ④ 1.5      ⑤ 1.9

(3) この塩酸の代わりに  $2.0 \text{ mol/L}$  の硫酸  $A$  [mL] を使用して同じ実験をすると、アルミニウム  $3x$  [g] を加えたときに発生する水素は何 L か。最も適当な数値を、次の①～⑤のうちから一つ選べ。  L

- ① 0.56      ② 1.1      ③ 2.2      ④ 3.4      ⑤ 4.5

### 第3問 次の各問いに答えよ。

問1 酸と塩基に関する次の記述中の空欄  ・  に当てはまる語句の組合せとして最も適当なものを、下の①～⑥のうちから一つ選べ。

アレニウスの酸・塩基の定義では、水に溶けて電離し  $H^+$  を生じる物質を酸、 $OH^-$  を生じる物質を塩基としている。また、ブレンステッド・ローリーは、 $H^+$  の授受により酸・塩基を定義している。

塩化水素を水に溶かすと、塩酸になる。このときの塩化水素はアレニウスの酸・塩基の定義では  。また水は、ブレンステッド・ローリーの説では  。

	ア	イ
①	酸である	酸でも塩基でもない
②	酸である	塩基である
③	塩基である	酸でも塩基でもない
④	塩基である	酸である
⑤	酸でも塩基でもない	酸である
⑥	酸でも塩基でもない	塩基である

問2 酸と塩基の中和反応に関する記述中の空欄  ・  に当てはまる語句・記号の組合せとして最も適当なものを、下の①～⑥のうちから一つ選べ。

実験1 0.10 mol/L 酢酸水溶液 10 mL に 0.10 mol/L 水酸化ナトリウム水溶液を  $a$  [mL] 滴下したところ、中和点に達した。

実験2 0.10 mol/L 塩酸 10 mL に 0.10 mol/L 水酸化ナトリウム水溶液を  $b$  [mL] 滴下したところ、中和点に達した。

実験1, 2 で使用している酢酸水溶液と塩酸では、滴定前に水溶液中に存在している  $H^+$  の濃度は 。これらの水溶液の 10 mL に中和点まで滴下する水酸化ナトリウム水溶液の滴下量の  $a$ ,  $b$  の大小は  である。

	ア	イ
①	塩酸の方が大きい	$a > b$
②	塩酸の方が大きい	$a < b$
③	塩酸の方が大きい	$a = b$
④	同じである	$a > b$
⑤	同じである	$a < b$
⑥	同じである	$a = b$

問3 0.10 mol/L の塩酸 50 mL に 0.050 mol/L 水酸化ナトリウム水溶液 50 mL を加えた。水溶液中の水素イオン濃度は何 mol/L か。最も適当な数値を、次の①～⑤のうちから一つ選べ。ただし、水溶液の混合による体積変化はないものとする。  mol/L

- ①  $1.0 \times 10^{-2}$       ②  $1.5 \times 10^{-2}$       ③  $2.0 \times 10^{-2}$   
 ④  $2.5 \times 10^{-2}$       ⑤  $3.0 \times 10^{-2}$

問4 次の中和滴定の実験に関する下の各問いに答えよ。

濃度不明の酢酸水溶液を 10 mL コニカルビーカーにはかりとり、フェノールフタレインを加えた後、0.10 mol/L 水酸化ナトリウム水溶液を滴下したところ、中和の終点までに 5.0 mL 要した。さらに過剰に水酸化ナトリウム水溶液を滴下したが、指示薬の色は変化しなかつた。

- (1) 次の記述中の空欄  ・  に当てはまる語句の組合せとして最も適当なものを、下の①～⑥のうちから一つ選べ。ただし、強電解質の電離度は 1 とし、水素イオン濃度、水酸化物イオン濃度 (mol/L) と pH の関係は次の通りである。

pH	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
[H <sup>+</sup> ]	<div style="position: absolute; top: -5px; left: 0; right: 0; border-bottom: 1px solid black; height: 1px;"></div>														
	$10^0$	$10^{-1}$	$10^{-2}$	$10^{-3}$	$10^{-4}$	$10^{-5}$	$10^{-6}$	$10^{-7}$	$10^{-8}$	$10^{-9}$	$10^{-10}$	$10^{-11}$	$10^{-12}$	$10^{-13}$	$10^{-14}$
[OH <sup>-</sup> ]	$10^{-14}$	$10^{-13}$	$10^{-12}$	$10^{-11}$	$10^{-10}$	$10^{-9}$	$10^{-8}$	$10^{-7}$	$10^{-6}$	$10^{-5}$	$10^{-4}$	$10^{-3}$	$10^{-2}$	$10^{-1}$	$10^0$

水溶液の pH が 7 になるときは、水酸化ナトリウム水溶液 5.0 mL を  である。また、中和点での水溶液は  を示す。

	ア	イ
①	加える直前	塩基性
②	加える直前	中性
③	加えたとき	塩基性
④	加えたとき	中性
⑤	加えた直後	酸性
⑥	加えた直後	中性

- (2) この酢酸水溶液の濃度は何 mol/L か。最も適当な数値を、次の①～⑥のうちから一つ選べ。

mol/L

- ① 0.050    ② 0.10    ③ 0.20    ④ 0.50    ⑤ 1.0    ⑥ 2.0

- (3) コニカルビーカー内の水溶液の pH は、滴定前から水酸化ナトリウム水溶液を過剰に滴下したときまで、どのように変化したか。最も適当なものを、次の①～⑥のうちから一つ選べ。ただし、この酢酸の電離度は 0.020 とする。

- ① 1 から約 10    ② 2 から 7    ③ 2 から約 11

- ④ 3 から約 10    ⑤ 3 から約 13    ⑥ 3 から約 14

第4問 次の各問いに答えよ。

問1 次の化学反応式の下線で示す元素の、酸化数の変化の幅が最も大きいものはどれか。最も適当なものを、次の①～⑤のうちから一つ選べ。なお、0から+2への変化も、+5から+3への変化も、変化の幅は2と数えるものとする。 20

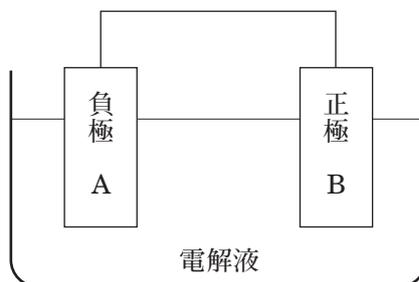
- ①  $3\underline{\text{Cu}} + 8\text{HNO}_3 \rightarrow 3\text{Cu}(\text{NO}_3)_2 + 4\text{H}_2\text{O} + 2\text{NO}$
- ②  $\text{K}_2\underline{\text{Cr}_2}\text{O}_7 + 3\text{SO}_2 + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{Cr}_2(\text{SO}_4)_3 + \text{K}_2\text{SO}_4 + \text{H}_2\text{O}$
- ③  $2\underline{\text{Fe}}\text{SO}_4 + \text{H}_2\text{O}_2 + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3 + 2\text{H}_2\text{O}$
- ④  $2\underline{\text{Na}} + 2\text{H}_2\text{O} \rightarrow 2\text{NaOH} + \text{H}_2$
- ⑤  $\text{H}_2\underline{\text{S}} + \text{I}_2 \rightarrow \text{S} + 2\text{HI}$

問2 3種類の金属A～Cについて、イオン化傾向の大小を正しく示したのものとして最も適当なものを、下の①～⑥のうちから一つ選べ。ただし、金属A～Cは、Ag, Au, Ca, Fe, Snのうちいずれかである。 21

- a 金属Aに濃硝酸を加えると二酸化窒素が発生したが、塩酸とは反応しなかった。
- b 金属Bは常温の水と反応して、水素が発生した。
- c 金属Cに塩酸を加えると水素が発生したが、濃硝酸とは反応しなかった。

- ①  $A > B > C$       ②  $A > C > B$       ③  $B > A > C$
- ④  $B > C > A$       ⑤  $C > A > B$       ⑥  $C > B > A$

問3 次図は、イオン化傾向の異なる2種類の金属板A、Bを導線で接続し、電解質水溶液に浸した電池を示している。このような電池に関する正しい記述をすべて選んだものを、下の①～⑥のうちから一つ選べ。 22



- a 電子は、Aから導線を通してBに流れる。
- b イオン化傾向は、BよりAの方が大きい。
- c 正極Bでは、酸化反応が起こっている。

- ① aのみ      ② bのみ      ③ cのみ      ④ aとb      ⑤ aとc      ⑥ bとc

問4 次の実験に関する下の各問いに答えよ。

実験 濃度未知の過酸化水素水を 10 mL はかりとり、少量の希硫酸を加えて酸性にした後、0.050 mol/L 過マンガン酸カリウム水溶液を滴下していったところ、12.0 mL 加えたときに水溶液の色が変化したので、滴定の終点とした。このときの反応式は、次の通りである。



- (1) 酸化還元滴定に関する記述中の空欄  ～  に当てはまる語句の組合せとして最も適当なものを、下の①～⑥のうちから一つ選べ。

希硫酸の代わりに酸として希硝酸を用いると、硝酸は  のはたらきがあるため  と反応してしまうので使用できない。また、希硫酸の代わりに希塩酸を用いると、塩酸は  されてしまうので使用できない。

	ア	イ	ウ
①	酸化剤	過酸化水素	酸化
②	酸化剤	過酸化水素	還元
③	酸化剤	過マンガン酸イオン	酸化
④	還元剤	過マンガン酸イオン	還元
⑤	還元剤	過酸化水素	酸化
⑥	還元剤	過酸化水素	還元

- (2) 過マンガン酸カリウム水溶液を 12.0 mL 加えていったときの水溶液の色の変化として最も適当なものを、次の①～⑥のうちから一つ選べ。

- ① 無色から赤紫色      ② 無色から黒色  
 ③ 赤紫色から無色      ④ 黒色から無色  
 ⑤ 赤色から黄色      ⑥ 黄色から赤色

- (3) この過酸化水素水の質量パーセント濃度は何%か。最も適当な数値を、次の①～⑥のうちから一つ選べ。ただし、過酸化水素水の密度は  $1.0 \text{ g/cm}^3$  とする。  %

- ① 0.082      ② 0.15      ③ 0.24      ④ 0.51      ⑤ 0.82      ⑥ 1.5

(化学基礎の問題は終わり)