

※数学・化学・生物から1科目選択

試験時間 60分

【注意事項】

- 試験時間は60分である。
- 問題は1頁から8頁までである。別に解答用紙が配付される。
- 解答用紙と問題冊子のそれぞれに受験番号および氏名を記入すること。
- 解答は解答用紙の所定の欄に記入すること。
- 終了後、問題冊子は解答用紙とともに机上に置いておくこと。持ち帰ってはいけない。

注意：1. 解答は必ず解答用紙の所定の欄に記入すること。ただし、記号で答えられるものは、すべて記号で答えよ。

2. 必要があれば、次の値を用いよ。

原子量 H:1.0 C:12 N:14 O:16 S:32 Cl:35.5 Ca:40

標準状態における気体1molの体積：22.4L

[I] 次の文章を読んで、各問いに答えよ。

塩素は、元素の周期表の第(1)周期、(2)族に属する元素である。塩素原子どうしが結合して塩素分子を生じるとき、共有結合を形成する。塩素1分子における共有電子対と非共有電子対の数は、それぞれ(3)組、(4)組である。塩素分子中の塩素原子の電子配置は、希ガス(貴ガス)元素の原子であるAの電子配置と同じになる。

ナトリウムの単体は(5)結晶であり、結晶内のナトリウム原子の価電子は、すべての原子に共有される形で結晶中を移動できる。塩素とナトリウムが反応すると、固体が(6)結晶である塩化ナトリウムが生成する。

問1 文中の空欄(1)～(4)にはあてはまる数値を、空欄(5)、(6)には結晶の名称を、それぞれ書け。

問2 文中の空欄Aにはあてはまる希ガス原子と同じ電子配置をもつイオンはどれか。次のうちから、2つ選べ。

(ア) Na^+ (イ) Ca^{2+} (ウ) Al^{3+} (エ) S^{2-} (オ) O^{2-} (カ) Ag^+

問3 塩素の同族元素の単体のうち、常温・常圧で固体であるものの化学式を書け。

問4 下線部のような電子を何とよぶか。

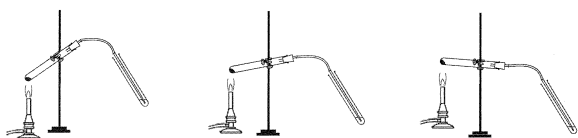
問5 塩化ナトリウムに関する次の記述のうちから、正しいものを2つ選べ。

- (ア) 結晶中には配位結合が存在する。
- (イ) ナトリウムイオンのイオン半径は、塩化物イオンのイオン半径より小さい。
- (ウ) 塩素原子が塩化物イオンになると、元の原子より半径が大きくなる。
- (エ) 塩化ナトリウムの固体では、1個のナトリウムイオンは1個の塩化物イオンとのみ結合している。
- (オ) 結晶はへき開する性質をもち、状態によらず電気伝導性がある。
- (カ) 多数の原子がすべて共有結合で連なっている。

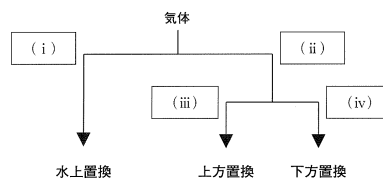
[II] 次の各問いに答えよ。

問1 酸化銅(II)と炭素を混合して加熱すると、酸化銅(II)が還元されて銅が生成する。炭素を含む化合物であるスクロース(ショ糖)と酸化銅(II)の混合物を以下のような実験装置を用いて加熱し、変化を観察し、スクロース中に元素として炭素が含まれていることを確認したい。混合した固体試料を加熱する際、試験管をどのように固定すると良いか。もっとも適しているものを選び、その理由を述べよ。(30字程度)

(ア) (イ) (ウ)



問2 常温で気体である物質の捕集を行う際は、捕集したい気体の性質によって捕集方法が次のように分けられる。空欄(i)～(iv)に適した気体の性質をそれぞれ書け。



問3 次の化学用語と、その用語の説明または例として、誤っているものを2つ選べ。

- (ア) 元素：物質を構成する原子の種類
- (イ) 抽出：温度などによる溶解度の変化で物質を分離する方法
- (ウ) 拡散：水性インクを水に落とすと水中にインクの色が広がる現象
- (エ) 沸点：液体表面から気体への状態変化が起こる温度
- (オ) 絶対零度：物質を構成する粒子の熱運動が、理論上停止するとみなされる温度
- (カ) セルシウス温度：歴史的には、水の融点と沸点の間を100等分して決められた温度の単位

問4 同素体とは何かを、例を挙げて説明せよ。(40字程度)

[III] 次の各問いに答えよ。

問1 次の物質1molが完全燃焼するとき、反応する酸素 O_2 の物質量がもっとも大きいものはどれか。

(ア) CO (イ) Mg (ウ) H_2 (エ) C_2H_2 (オ) $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$

問2 同じ質量の次の物質(すべて無水物とする)を比べたとき、カルシウムの含有量(質量パーセント)がもっとも大きいものはどれか。()内は、それぞれの式量である。

(ア) 炭酸カルシウム(100) (イ) 塩化カルシウム(111) (ウ) 硫酸カルシウム(136)

問3 標準状態で33.6Lを占めるアンモニアの気体を、水 $1.00 \times 10^3\text{g}$ に全て吸収させ、アンモニア水を調製した。次の(1)、(2)に答えよ。

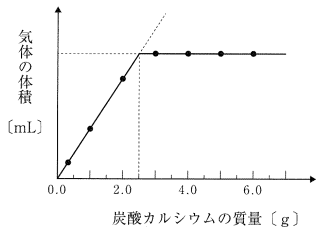
- (1) 水に吸収させたアンモニアの質量[g]を、有効数字2桁で答えよ。
 - (2) このアンモニア水の質量パーセント濃度[%]に、もっとも近いものはどれか。
- (ア) 5 (イ) 10 (ウ) 15 (エ) 20 (オ) 25 (カ) 30

問4 水素と窒素からアンモニアが生成する反応において、水素 a [mol]と窒素 b [mol]を反応させたところ、水素はすべて消費され、窒素 c [mol]が残った。 a 、 b 、 c の関係を表す式として、正しいものはどれか。

(ア) $3a = b$ (イ) $b = c$ (ウ) $a + b = c$ (エ) $a + 3c = 3b$
 (オ) $2a + b = 2c$ (カ) $2a + b = 3c$ (キ) $3a + b = 2c$ (ク) $3a + c = 2b$

[IV] 次の文章を読んで、各問いに答えよ。

濃度未知の塩酸 1.00×10^2 mL をビーカーにはかりとり、炭酸カルシウムを加えて生じた気体の体積を、標準状態で測定した。加える炭酸カルシウムの質量を変えて測定を繰り返し、図のような結果を得た。



問1 塩酸と炭酸カルシウムの反応を、化学反応式で示せ。

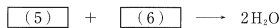
問2 用いた塩酸のモル濃度 [mol/L] を、有効数字2桁で答えよ。

問3 この塩酸の3倍のモル濃度である塩酸 1.00×10^2 mL に、炭酸カルシウム 8.0 g を加えて観察した。ビーカー中での変化を次のうちから選び、その理由を、反応に関与する物質の量的関係を示して説明せよ。(70字程度)

- (ア) 気泡が発生し、気泡の発生がおさまると溶液は無色透明であった。
- (イ) 気泡が発生し、気泡の発生がおさまると溶液は白濁していた。
- (ウ) 気泡は発生せず、溶液は無色透明であった。
- (エ) 気泡は発生せず、溶液は白濁した。

[V] 次の文章を読んで、各問いに答えよ。

塩酸は (1) の水溶液であり、(1) と水を反応物として化学反応式で表すと、生成物として、(2) と (3) が生じる。水酸化ナトリウムは水溶液中で電離し、ナトリウムイオンと (4) が生じる。よって、塩酸と水酸化ナトリウム水溶液の中和反応は、次のようなイオン反応式で表すことができる。



酸・塩基に関する A の定義によると、水に溶けて電離し、(2) を生じる物質は酸、水に溶けて電離し、(4) を生じる物質は塩基である。

問1 文中の空欄 (1) ~ (4) にはあてはまる物質またはイオンの名称を、空欄 (5)、(6) にはイオン式を、それぞれ書け。

問2 文中の空欄 A にあてはまる語 (人名) を答えよ。

[VI] 次の各問いに答えよ。

問1 次の記述のうちから、誤っているものを2つ選べ。

- (ア) 酸・塩基の強弱は、その価数の大小には関係しない。
- (イ) 一般に、硝酸や水酸化カリウムのような強酸・強塩基では、その水溶液の濃度によらず電離度は、ほぼ1である。
- (ウ) 酢酸やアンモニアのような弱酸・弱塩基の水溶液では、その濃度が小さくなるほど電離度が大きくなる。
- (エ) 同じモル濃度の強酸と弱酸の水溶液では、強酸の水溶液の方が pH (水素イオン指数) の値は大きい。
- (オ) 酢酸分子を構成する水素原子は、いずれも水溶液中で水素イオン H^+ になることができる。
- (カ) 0.1 mol/L 塩酸と 0.1 mol/L 酢酸水溶液を、それぞれ純水で10倍、100倍に薄めていったとき、薄めた割合に対して、pH の変化が小さいのは酢酸水溶液である。

問2 次のうちから、(1) ~ (3) の反応にあてはまるものを、それぞれ選べ。あてはまるものがない場合は (キ) を選べ。

- (1) 酸と塩基性酸化物から塩が生じる
 - (2) 強酸と強塩基の中和
 - (3) 揮発性の酸の塩と不揮発性の酸から、揮発性の酸が遊離する
- (ア) $\text{Na}_2\text{SO}_3 + \text{H}_2\text{SO}_4 \longrightarrow \text{Na}_2\text{SO}_4 + \text{SO}_2 + \text{H}_2\text{O}$
- (イ) $2\text{HCl} + \text{CaO} \longrightarrow \text{CaCl}_2 + \text{H}_2\text{O}$
- (ウ) $2\text{NH}_4\text{Cl} + \text{Ca}(\text{OH})_2 \longrightarrow \text{CaCl}_2 + 2\text{NH}_3 + 2\text{H}_2\text{O}$
- (エ) $\text{CH}_3\text{COONa} + \text{HCl} \longrightarrow \text{CH}_3\text{COOH} + \text{NaCl}$
- (オ) $\text{NaCl} + \text{H}_2\text{SO}_4 \longrightarrow \text{NaHSO}_4 + \text{HCl}$
- (カ) $\text{H}_2\text{SO}_4 + \text{Ca}(\text{OH})_2 \longrightarrow \text{CaSO}_4 + 2\text{H}_2\text{O}$
- (キ) いずれもあてはまらない

問3 酸化還元反応に関する次の記述のうちから、誤っているものを選べ。

- (ア) 過マンガン酸カリウムは、硫酸酸性水溶液中で酸化剤としてはたらく。
- (イ) 酸化剤の水溶液を酸性にすることで、酸化剤がはたらくときに必要な水素イオンが供給される。
- (ウ) 酸性水溶液にするために硝酸が用いられないのは、硝酸が酸化剤としてはたらくからである。
- (エ) ニフッ化酸素 OF_2 では、フッ素原子の方が酸素原子より電気陰性度が大きいので、酸素原子の酸化数は +2 となる。
- (オ) 過マンガン酸カリウムは、塩基性水溶液中で酸化剤としてはたらくと、酸化マンガンの (IV) になる。
- (カ) 過酸化水素は、過マンガン酸カリウムと反応すると水になる。

問4 次の化合物のうち、塩素原子の酸化数が最大であるものはどれか。

- (ア) HCl (イ) NaCl (ウ) HClO (エ) HClO_2 (オ) HClO_4

[VII] 次の文章を読んで、各問いに答えよ。

ほとんどの金属は、天然では酸素や硫黄などと結びつき、酸化された状態で鉱石中に存在する。人類はこれらの鉱石から金属の単体を取り出し、材料として利用してきた。金属のうち、天然に単体として産出するのは、イオン化傾向が小さいごく一部の金属である。金属が酸化されて変質し、劣化する現象を (1) という。多くの金属は (1) してさびを生じる。(1) されやすい金属の表面を他の金属の薄膜で覆うことを (2) といい、鉄に (2) を施したものにトタンやブリキがある。

問1 文中の下線部にあてはまる金属のうち、熱濃硫酸と反応しない金属を、還元作用の強い順に2つ元素記号で答えよ。

問2 文中の空欄 (1)、(2) にあてはまる語を、それぞれ答えよ。

問3 次のうちから、トタンにあてはまるものをすべて選べ。

- (ア) 鉄の表面を亜鉛の薄膜で覆っている。
- (イ) 鉄の表面をスズの薄膜で覆っている。
- (ウ) 鉄の表面をニッケルの薄膜で覆っている。
- (エ) 缶詰の内部など水と接触する部分に用いられる。
- (オ) 屋外の建材などの水にぬれるところに利用される。
- (カ) 傷がついて鉄が露出すると、覆っている金属よりも鉄の方が先に劣化する。
- (キ) 表面に酸化被膜が形成されるので、内部が保護される。

問4 金属をさびにくくする、または内部を保護するための方法として、誤っているものはどれか。

- (ア) リチウムを石油中で保存する。
- (イ) 鉄を強熱して金属表面に黒さびを生じさせる。
- (ウ) アルミニウム製品の表面に人工的に酸化被膜をつける。
- (エ) ニッケルを希硝酸中に入れる。
- (オ) 銅屋根に緑青を生じさせる。
- (カ) 鉄にクロムやニッケルなどを溶かし合わせて合金 (ステンレス鋼) にする。