

化学

解答は解答用紙の所定の欄に記入すること。

必要なら、原子量として次の値を用いよ：Al, 27.0 ; C, 12.0 ; H, 1.0 ; Na, 23.0 ; O, 16.0。

I 次の文章を読み問いに答えよ。

Ag^+ , Al^{3+} , Cu^{2+} , Fe^{3+} のうちの幾種類かの金属イオンを含む水溶液がある。この水溶液に塩酸を加えると沈殿 A が生じたので、この沈殿をろ別した。次にそのろ液に硫化水素を十分に吹き込み生じた沈殿もろ別した。その後、まず、ろ液を十分に煮沸した。次に 硝酸を加え煮沸したの^aち、水酸化ナトリウム水溶液を過剰に加えると沈殿 B が生じた。

1. 沈殿 A および B の生成反応を化学反応式で表現せよ。
2. 下線部 a で硝酸を加え煮沸したのはなぜか。理由を化学反応式を用いて簡潔に説明せよ。
3. Al の電子配置を書け（例えば、He の場合であれば、 K^2 と記す）。
4. Ag, Al, Cu, Fe のうち遷移元素に分類される元素があれば、解答欄中の該当する元素記号を○で囲め。
5. 単体のアルミニウムを酸化アルミニウムの融解塩電解法によって製造するには、酸化アルミニウム 1.00 kg あたり理論上何クーロン (C) の電気量を必要とするか。

II 次の文章を読み問いに答えよ。

天然ガスの主成分であるメタンはアルカンの一種で、常温常圧では気体である。メタン分子は無極性で、有機溶媒には溶けるが水にはほとんど溶けない。実験室では酢酸ナトリウムと水酸化ナトリウムの混合物を加熱してメタンを発生させる。

工業的にはメタンを熱分解してアセチレンを製造することができる。アセチレンは付加反応を起こしやすく、塩化水素、ハロゲン、酢酸など様々な化合物が付加する。アセチレンを硫酸水銀(II)を含む希硫酸に通じると、水が付加した生成物を生じるが、これは不安定ですぐにより安定な化合物に変わる。

- (1) メタンの立体構造を図示せよ。
 - (2) メタンが平面構造をとると仮定すると、ジクロロメタンに異性体が存在しないことと矛盾する。どのような矛盾があるか、構造を図示して説明せよ。
 - (3) メタン分子が無極性である理由を分子構造と関連づけて簡潔に説明せよ。
- (1) 下線部 a について、起こる反応を化学反応式で表せ。
 - (2) 0.500 g の酢酸ナトリウムと 0.5 g の水酸化ナトリウムの混合物を加熱し、発生したメタンを水上置換で捕集した。酢酸ナトリウムがすべて反応したとき、捕集した気体の量は 1.00 atm, 27°C で 145 ml であった。計算量の何%のメタンが捕集されたか。計算過程を簡潔に示して答えよ。なお 27°C における水蒸気圧は 3.60×10^{-2} atm とする。
- メタンは空気中で点火すると燃焼して多量の熱を発生する。下に示した結合エネルギーのうち必要な値を用いて、メタン 100 g が完全燃焼したときの発熱量を計算せよ。なお、反応に関係する物質はすべて気体状態にあるとする。結合エネルギー (kJ/mol) : H-H, 436 ; H-O, 463 ; C-H, 413 ; O-O, 139 ; O=O, 490 ; C-O, 352 ; C=O, 804 ; C-C, 348 ; C=C, 607。
- 下線部 b に記した 2 段階の反応を化学反応式で表せ。
- メタンとアセチレンにそれぞれ空気中で点火すると、それらの燃え方にどのような差異が観察されるか。差異を生じる理由を付して答えよ。

Ⅲ 次の文章を読み問いに答えよ。

ヒト胃液中に塩酸が存在することが証明されたのは19世紀の半ばといわれる。胃酸の pH は 1～2 であり、このような強い酸の存在は胃においてペプシンなどのタンパク質分解酵素を活性化してタンパク質成分の消化を助け、さらに殺菌などにも重要である。しかし、胃酸が過剰に分泌されると潰瘍発生の一因ともなる。

1. 過剰な胃酸を速効的に抑える制酸剤の成分として使われているものの一つに炭酸水素ナトリウムがある。これは過剰な酸を炭酸水素ナトリウムにより中和するものであるが、この際気体が発生する。この気体は、“げっぷ” や腹部膨満の原因となる。

(1) 下線部 a を化学反応式で表せ。

(2) ここに pH 1.0 の胃液 50.0 ml がある。胃液を塩酸水溶液と見なすとこれを中和するのに固体の炭酸水素ナトリウム何 g が必要か。

2. 胃内の酸性度が低下すると薬剤のなかにはその吸収が阻害されたり、または逆に促進されるものがある。ここでは、例として解熱・鎮痛剤として広く用いられているアスピリン（アセチルサリチル酸）について考えてみる。

(1) アスピリンの構造式を書け。

(2) アスピリンの電離していない形を AsH, 電離した形を As^- とする。室温において pH 1.0 の水溶液では AsH の濃度が As^- の濃度の 306 倍である。水溶液の pH が 6.0 になると、 As^- の濃度は AsH の濃度の何倍となるか。計算過程を示して答えよ。

(3) 胃内の pH が大きくなると胃におけるアスピリンの吸収は影響を受けるであろうか。理由を付して答えよ。なお、細胞膜は層状構造になっており中央部は疎水性の層になっているものと考えよ。