

化 学 (全2の1)

全問をととして、必要があれば次の原子量を用いよ。H = 1.0, C = 12, N = 14, O = 16, Na = 23, S = 32, Cl = 35.5, Cu = 63.5, Ag = 108, Ba = 137

1 以下の問いに答えよ。

- (1) 次の物質のうち、単体はどれか。記号で答えよ。
 (ア) 塩化ナトリウム (イ) オゾン (ウ) グルコース
 (エ) ドライアイス (エ) 水
- (2) 次のうちで、アンモニア性硝酸銀水溶液に加えて加温すると単体の銀を析出させる物質はどれか。記号で答えよ。
 (ア) アセトン (イ) 辛酸 (ウ) ジエチルエーテル
 (エ) スクロース (エ) 1-プロパノール
- (3) 一酸化炭素(CO)を発生させるための試薬の組合せで正しいのはどれか。記号で答えよ。
 (ア) 亜鉛と希硫酸 (イ) 辛酸と濃硫酸 (ウ) 石灰石と希塩酸
 (エ) 塩化アンモニウムと水酸化カルシウム (エ) 酢酸ナトリウムと水酸化ナトリウム
- (4) ヘキサンに最もよく溶解する物質を選び、化学式で答えよ。
 (ア) エチレングリコール (イ) 硝酸カリウム (ウ) スクロース
 (エ) 炭酸カルシウム (エ) ヨウ素
- (5) アミノ酸の水溶液が特定のpHになると、陽イオン、双性イオン、陰イオンの電荷の総和が全体として0になる。このpHのことを何と呼ぶか。

- 2 白金板を電極とした3つの電解槽A, B, Cからなる電気回路がある(図1)。電解槽A, Bは直列に接続されており、電解槽Cは電解槽A, Bに対して並列に接続されている。各電解槽には200 mLの溶液が入っており、電解槽Aには0.100 mol/L水酸化ナトリウム水溶液が、電解槽Bには0.100 mol/L硝酸銀水溶液が、電解槽Cには1.00 mol/L硫酸銅水溶液が入っている。この電気回路に直流電源をつなげて5 Aの電流を22分31秒間、通電したところ、全ての電解槽の(ア)極において(イ)が発生した。電解槽Bでは、はじめは1つの電極のみから気体が発生したが、途中から両方の電極から気体が発生した。また、この通電によって電解槽Cの(ウ)極の質量が1.27 g増加した。以下の問いに答えよ。ただし、発生する気体は、水に溶解したり、副反応を起こしたりせず、理想気体として取り扱えるものとする。数値を問う問題では有効数字3桁で答えること。また、必要であれば以下の数字を用いよ。ファラデー定数 $F = 9.65 \times 10^4 \text{ C/mol}$, $\log_2 2 = 0.301$

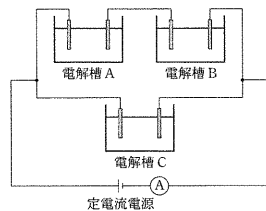


図1

- (1) 文中の空欄(ア)~(ウ)に適切な語句を答えよ。
 (2) 電解槽A, Cに流れた電気量はそれぞれ何Cか。
 (3) 電解槽A全体から発生する気体は標準状態で何Lか。
 (4) 下線部について、途中から両方の電極から気体が発生する理由を答えよ。
 (5) 下線部について、新たに気体が発生するときのイオン反応式を示せ。
 (6) 下線部について、電解槽Bから新たな気体が発生し始めるまでに、電解槽A全体から発生した気体は標準状態で何Lか。
 (7) 通電終了後、電解槽CのpHはいくらになるか。ただし、通電前のpHは7.00であったとする。

3

化 学 (全2の2)

- 3 2族元素のうち、アルカリ土類金属とよばれるカルシウム、(ア)、バリウム、ラジウムの4種類の元素は互によく似た性質をもち、同じ周期のアルカリ金属よりも融点が(B)く、密度が(C)い。この理由として、アルカリ土類金属は、1族元素と比べると、1原子あたりの(D)の数が多くなり、また原子核の正電荷の増大により(E)が小さくなっている。よって(F)結合の強さは1族元素よりも強くなり、融点は(B)く、密度は(C)くなる。また、同族のベリリウムやマグネシウムとは性質が異なっている。例えば、ベリリウムとマグネシウムは室温の水と反応しないが、アルカリ土類金属は室温の水と反応する。湿った水酸化カルシウムに低温で塩素を十分に吸収させると(G)がつけられる。水酸化カルシウムの飽和水溶液に二酸化炭素を通じると、(ア)を生成して白濁する。この白濁液にさらに二酸化炭素を通じ続けると、(ア)は(イ)となって溶解する。また、この水溶液を(H)すると再び(ア)を生じて白濁する。水酸化バリウムは、(ウ)が水に不溶なことを利用して、二酸化炭素の定量に用いられる。2族元素の硫酸塩は、日常生活においても重要な役割を担っており、(エ)の水和物は建築材や医療用ギプスとして、(オ)はX線撮影の造影剤として用いられる。

- (1) (ア)~(H)に当てはまる適切な語句を答えよ。
 (2) (ウ), (エ), (オ)に当てはまる適切な化学式を答えよ。
 (3) 下線部a)の反応について、化学反応式で示せ。
 (4) ある量の二酸化炭素を、0.10 mol/Lの水酸化バリウム水溶液50 mLに完全に吸収させた。この溶液を十分静置して、生じた固体を沈殿させた。この上澄み液20 mLをとり、残った塩基を0.10 mol/Lの塩酸で滴定したところ16 mLを要した。吸収させた二酸化炭素の物質量を有効数字2桁で答えよ。
 (5) 下線部b)において、(オ)が造影剤に利用される理由を10文字程度で2つ記せ。

- 4 炭素、水素、酸素のみで構成される有機化合物A~Cそれぞれ14.8 mgについて、図2のような装置を用いて元素分析をおこなった。適切な条件で完全燃焼させたところ、いずれも吸収管(あ)は18.0 mg、吸収管(い)は35.2 mgだけ質量が増加した。化合物A~Cの分子量はいずれも74であり、ナトリウムを加えると水素を発生した。また、化合物Aは不斉炭素原子を含み、ヨードホルム反応を示した。一方、化合物Bは酸化剤と反応しにくかったが、枝分かれのない化合物Cは穏やかに酸化されて化合物Dとなり、さらに酸化されると化合物Eを生じた。また、化合物Cと酢酸の混合物に少量の濃硫酸を加えて加熱すると、甘い芳香をもつ化合物Fが生成した。次の問いに答えよ。ただし、数値は有効数字2桁で答えよ。

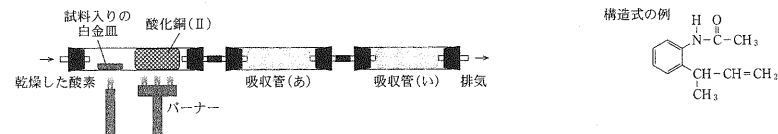


図2

- (1) 吸収管(あ)に入れるべき吸収剤の名称を答えよ。
 (2) 化合物A~Cに共通の分子式を示せ。
 (3) 吸収管(あ)と(い)の順序を逆にしてはならない理由を記せ。
 (4) 化合物AとDの構造式を例にならって示せ。ただし、光学異性体は区別しなくてよい。
 (5) 化合物BとEの名称を答えよ。
 (6) 下線部の反応について、縮合重合によって化合物Fに形成された結合の名称を答えよ。
 (7) 化合物Cの元素分析で消費された炭素の量は、標準状態で何Lか。
 (8) 化合物Eの酸素の質量百分率(%)を答えよ。

4