

(全6枚中の1枚目)

⑳ 高等学校 化学

(解答は、すべて解答用紙に記入すること)

すべての問題について、必要な場合は次の値を用いなさい。

原子量 H 1.0, C 12.0, O 16.0, Mg 24.0, Cu 63.5

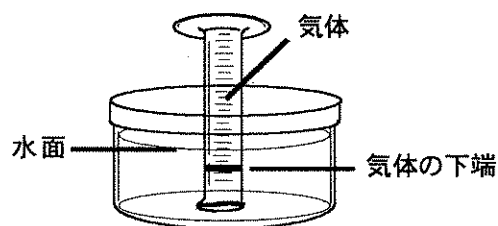
標準状態は、0 [°C], 1.01×10^5 [Pa], 気体定数は、 8.31×10^3 [Pa·L/K·mol] とする。

計算を要する問題では、解答用紙に計算の過程も書きなさい

- ① マグネシウム0.12 [g] に塩酸を加えて、発生する水素を水上置換でメスシリンダーに捕集し、その体積を測る実験を行うことにした。次の(1)～(4)に答えなさい。

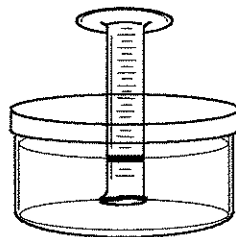
(1) マグネシウムと塩酸が反応して水素が発生するときの化学反応式を書きなさい。

(2) メスシリンダーに捕集した気体の体積を正確に測るには、メスシリンダーをある高さにしてから目盛りを読むことが必要である。このことを示した最も適当な図を①～③の中から1つ選び、その番号を書きなさい。



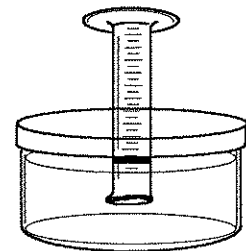
①

(水面が気体の下端より高い)



②

(水面と気体の下端が同じ高さ)



③

(水面が気体の下端より低い)

(3) この実験で、発生する水素の体積は標準状態で何 [mL] か、求めなさい。ただし、塩酸はマグネシウムをすべて溶解させるのに十分な量を加えるとする。また、解答は有効数字2桁で書きなさい。

(4) この実験を行い、発生した水素を水上置換で捕集した。次の①、②に答えなさい。ただし、温度は27 [°C]、気圧は 1.01×10^5 [Pa]、温度27 [°C]での水の蒸気圧は 3.60×10^3 [Pa]とする。

① 水素の分圧は何 [Pa] か、求めなさい。ただし、解答は有効数字3桁で書きなさい。

② 捕集した水素の体積が108 [mL]であったとき、その物質量を求めなさい。ただし、解答は有効数字2桁で書きなさい。

- ② 化学の授業で、次の(1)～(4)の語句を説明したい。それぞれの語句の説明を指定された字数内で簡潔に書きなさい。

(1) 同位体 (30字以内)

(2) 組成式 (40字以内)

(3) アボガドロの法則 (40字以内)

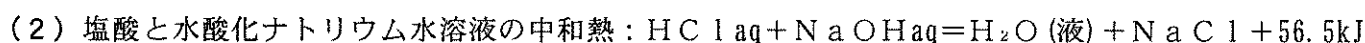
(4) 中和 (30字以内)

(全6枚中の2枚目)

⑳ 高等学校 化学

(解答は、すべて解答用紙に記入すること)

3 次の(1)～(3)の反応熱を表す熱化学方程式には、それぞれ誤りが含まれている。誤っている部分を訂正して、正しい熱化学方程式を書きなさい。



4 陽極、陰極とも白金板を用いて、硫酸銅(Ⅱ)水溶液を電気分解した。次の(1)～(5)に答えなさい。ただし、ファラデー定数は、 9.65×10^4 [C/mol]とする。

(1) 2 [A]の電流を32分10秒通じたとき、流れた電気量を求めなさい。

(2) (1)のとき、陽極で発生する気体の化学式を書きなさい。また、その体積は標準状態で何[L]か、求めなさい。ただし、発生した気体は水に溶けないものとする。

(3) (1)の操作の後、電流の大きさを5 [A]にして電気分解を続け、合わせて銅を5.08 [g]析出させたい。5 [A]の電流を何分何秒通じればよいか、求めなさい。

(4) 陽極を粗銅板に、陰極を純銅板にして、硫酸酸性下で硫酸銅(Ⅱ)水溶液を電気分解すると、陰極に銅を集めることができる。このように電気分解を用いて純度の高い物質を集める方法を何というか、書きなさい。

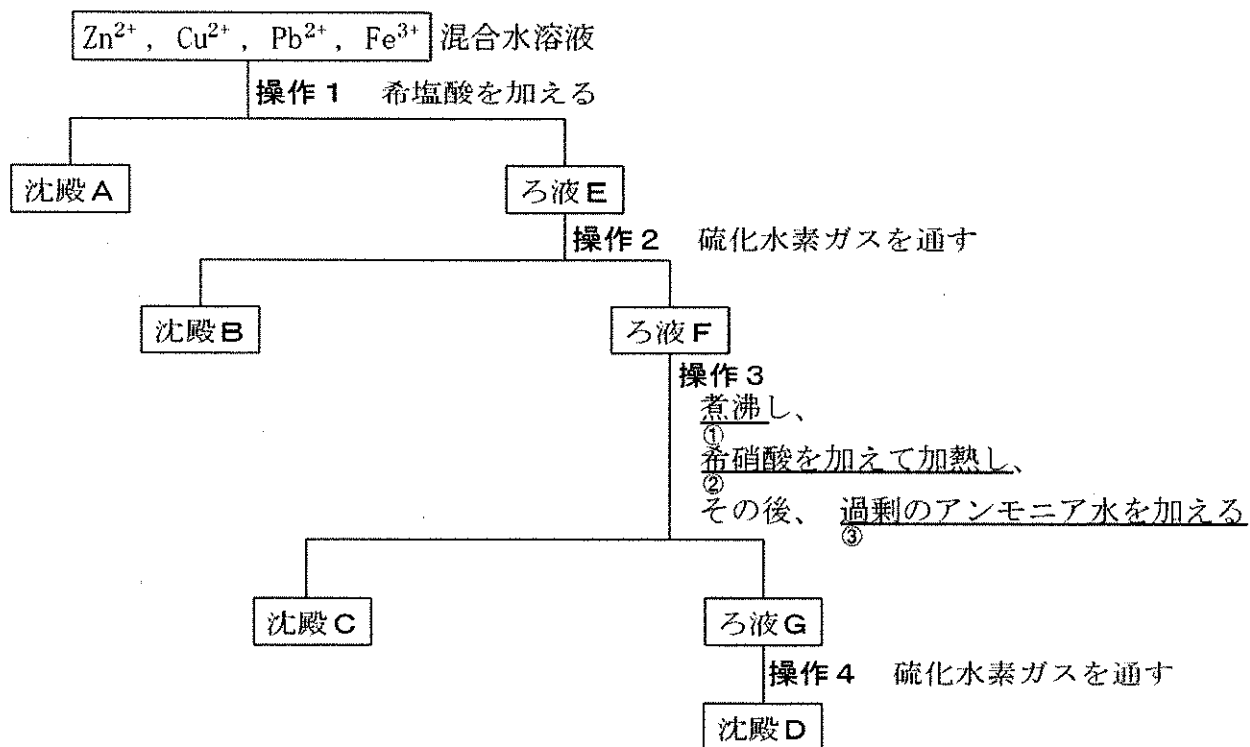
(5) (4)のとき、陽極での変化を電子 e^- を含むイオン反応式で表しなさい。

(全6枚中の3枚目)

②③ 高等学校 化学

(解答は、すべて解答用紙に記入すること)

- 5 Zn^{2+} , Cu^{2+} , Pb^{2+} , Fe^{3+} の4種類の金属イオンを含む混合水溶液に、次の操作1～4を行って、沈殿A～沈殿Dに分離した。次の(1)～(5)に答えなさい。



- (1) 沈殿A、沈殿Cの化学式と沈殿の色をそれぞれ書きなさい。
- (2) 操作3の下線①で、煮沸する理由を書きなさい。
- (3) 操作3の下線②で、希硝酸を加えて加熱する理由を書きなさい。
- (4) 操作3の下線③で過剰のアンモニア水を加えたとき、ろ液Gに存在する金属イオンは何か。そのイオン式を水溶液中に存在する錯イオンの形で書きなさい。ただし、操作1～3により、4種類の金属イオンのうち3種類の金属イオンは完全に分離されたものとする。
- (5) 沈殿B、沈殿Dは硫化物である。沈殿Dは液性が酸性下では沈殿が生じず、塩基性下ではじめて沈殿を生じる。その理由をルシャトリエの原理、溶解度積の二つの語を用いて説明しなさい。ただし、25 [°C]における沈殿B、沈殿Dの溶解度積は次のとおりとする。



(全6枚中4枚目)

②③ 高等学校 化学

(解答は、すべて解答用紙に記入すること)

6 氷酢酸と3種類の元素(C, H, O)で構成される1価のアルコールAを用いて、操作1～5を行い、エステルを合成した。次の(1)～(5)に答えなさい。

操作1 試験管に氷酢酸6 [mL]、濃硫酸 4 [mL]の順に入れた後、アルコールA 8 [mL]をゆっくり加えた。

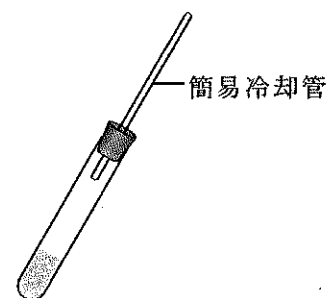
操作2 図1のように、ゴム栓にガラス管をつけた簡易冷却管を試験管に取り付け、数分間試験管を振り混ぜた。

操作3 この試験管に、飽和炭酸水素ナトリウム水溶液を、試験管の半分まで少しずつ加え、放置した。

操作4 上層に生成したエステルを、ピペットを用いて取り出した。

図1

操作5 取り出したエステル66 [mg]を完全燃焼したところ、二酸化炭素132 [mg]と水54 [mg]が得られた。また、エステルの分子量は88であった。



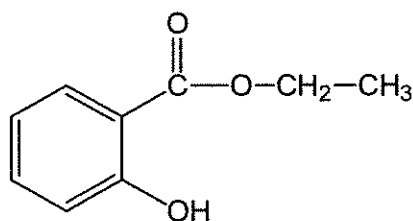
(1) 操作1で、下線①の濃硫酸を加える理由は2つあり、1つは「エステル化反応で酸触媒としてのはたらきをするため」である。もう1つの理由を書きなさい。

(2) 操作2で、下線②の簡易冷却管を取り付ける理由を、濃硫酸、気化の2つの語を用いて書きなさい。

(3) 操作3で、下線③の飽和炭酸水素ナトリウム水溶液を加える理由を書きなさい。

(4) 操作4で得られたエステルの構造式を、図2にならって書きなさい。ただし、解答欄には解答の過程も書きなさい。

図2 構造式の記入例



(5) 操作1～5で、氷酢酸2.0 [mol]とアルコールA 4.0 [mol]を酸触媒として濃硫酸を使用して25 [°C]に保ちながら反応させ、平衡状態に達したとき、混合液中にできるエステルは何 [mol]か、求めなさい。解答は、小数第2位を四捨五入し、小数第1位まで書きなさい。ただし、25 [°C]におけるこの反応の平衡定数Kは4.0とし、反応中に溶液の体積は変化しないものとする。また、 $\sqrt{2} = 1.41$ 、 $\sqrt{3} = 1.73$ とする。

(全6枚中5枚目)

②③ 高等学校 化学

(解答は、すべて解答用紙に記入すること)

7 水溶液A～Dについて調べるために、次の実験1～3を行った。下の表はその結果を示している。水溶液A～Cは、 α -グルコース、スクロース、アラニンのいずれかの水溶液であり、水溶液Dはデンプン水溶液であった。次の(1)～(5)に答えなさい。

実験1 試験管四本にそれぞれの水溶液を10[mL]ずつとり、それぞれに薄いニンヒドリン水溶液を加え、加熱した。

実験2 実験1とは別の試験管四本にそれぞれの水溶液を10[mL]ずつとり、それぞれにフェーリング液を加え、加熱した。

実験3 実験1、2とは別の試験管四本にそれぞれの水溶液を10[mL]ずつとり、それぞれにヨウ素溶液を加え、加熱した。

	水溶液A	水溶液B	水溶液C	水溶液D
実験1	変化なし	変化なし	赤紫色に呈色	変化なし
実験2	赤色沈殿生成	変化なし	変化なし	変化なし
実験3	変化なし	変化なし	変化なし	青紫色に呈色

(1) アラニンとスクロースはそれぞれどれか。水溶液A～Cの中から一つずつ選び、その記号を書きなさい。

(2) α -グルコースの構造式を、立体配座がわかるように書きなさい。

(3) α -グルコースの水溶液が還元性を示す理由を、構造式を用いて書きなさい。

(4) デンプンがヨウ素溶液で呈色反応を示す理由を書きなさい。

(5) フェーリング反応が陽性のとき、赤色沈殿ができる。この沈殿の化学式を書きなさい。

(全6枚中6枚目)

⑳ 高等学校 化学

(解答は、すべて解答用紙に記入すること)

8 次の(1)～(3)に答えなさい。

(1) 次の薬品A～Cについて、消防法上の分類及び取り扱いの注意を述べた記述はそれぞれどれか、次の①～⑥の中から1つずつ選び、その番号を書きなさい。

A カリウム B エタノール C 塩素酸カリウム

- ① 危険物第1類に分類される酸化性固体。日光の直射を避け、換気の良い冷暗所に貯蔵し、加熱、衝撃、摩擦を避ける。
- ② 危険物第2類に分類される可燃性固体。炎、火花、高温体との接近や加熱を避け、酸化剤と接触しないようにする。
- ③ 危険物第3類に分類される禁水性物質。水分に触れないように密封し、床面より高い乾燥した冷暗所に保管する。
- ④ 危険物第4類に分類される引火性液体。引火点が低く、通風の良い、火気から離れた場所に保管し、容器から蒸気が漏れないようにする。
- ⑤ 危険物第5類に分類される自己反応性物質。炎、火花、火源の接近を避ける。また、加熱、衝撃、摩擦、直射日光を避ける。
- ⑥ 危険物第6類に分類される酸化性液体。直射日光を避け、褐色の瓶に入れ、冷暗所で保存する。

(2) 中和滴定実験における器具の取り扱いについて、次の①、②に答えなさい。

- ① コニカルビーカーは、水にぬれたまま実験に使用してもよい。その理由を書きなさい。
- ② ホールピペットやビュレットは、洗浄後に加熱して乾燥してはいけない。その理由を書きなさい。

(3) 水酸化ナトリウム (NaOH) 水溶液はアルカリ性、メタノール (CH₃OH) 水溶液は中性、フェノール (C₆H₅OH) 水溶液は酸性を示す。これら3つの物質は、ともにヒドロキシル基相当部分 (OH) を持つが、液性が異なることについて、電離、共鳴の2つの語句を用いて説明しなさい。