

化 学

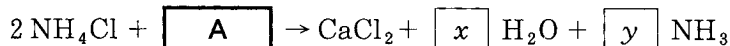
必要があれば次の値を用いよ。

原子量：H = 1, C = 12, O = 16, Al = 27

0 °C = 273 K, 気体定数 $R = 0.082 \text{ l} \cdot \text{atm}/(\text{mol} \cdot \text{K})$

1 次の文を読み、以下の各問に答えよ。

純粋なアンモニアを得るために、試験管中に塩化アンモニウムと **A** の混合物を入れ、加熱した。発生した気体を乾燥剤を詰めたガラス管に通した後、捕集した。試験管内の反応は下記に示す化学反応式で表される。



アンモニアは刺激臭のある **ア** 色の気体であり、水によく溶ける。また、アンモニアの比重は空気より **イ** ので、**ウ** により捕集できる。

酸素や水素などの気体の溶解度は **エ** の法則に従うが、アンモニアは水への溶解度が大きく、水と反応するので、この法則には従わない。

アンモニア分子では、一つの窒素原子に三つの水素原子がそれぞれ **オ** 結合で結合しており、その立体構造は **カ** の形である。また、窒素原子と水素原子の **キ** の差が大きいため、分子全体として極性を持つ。また、同程度の分子量のメタンに比べてアンモニアは沸点が高いことから、アンモニアは分子間で **ク** 結合を形成していることがわかる。

問〔1〕 空欄 **A** には適切な化学式を、また空欄 **ア** ~ **ク** には適切な語句を記せ。

問〔2〕 下線部の操作で、試薬の入った試験管をどのように設置すべきか。試験管の様子のみを解答欄に図示せよ。また、そのように設置する理由を記せ。

問〔3〕 アンモニア水溶液を塩酸で中和滴定するとき、使用する指示薬は以下のうちどれが最も適当か。記号で選び、選んだ理由を記せ。

- ア) 変色域が pH 1.2 ~ 2.8 の指示薬
- イ) 変色域が pH 3.1 ~ 4.4 の指示薬
- ウ) 変色域が pH 8.3 ~ 10.0 の指示薬
- エ) 変色域が pH 10.0 ~ 12.0 の指示薬

問〔4〕 このアンモニア発生実験で a g の塩化アンモニウムを用いた。塩化アンモニウムがすべて反応したとき、発生したアンモニアをすべて b g の水に溶解させたところ、アンモニア水溶液の密度は c g/cm³ であった。この溶液の体積 (ml) を求めよ。また、このアンモニア水溶液の 10 ml を 0.1 mol/l の塩酸で中和するとき、必要な塩酸の体積 (ml) を求めよ。ただし、塩化アンモニウムの分子量を M 、アンモニアの分子量を N とし、解答は a 、 b 、 c 、 M 、 N を使って表わせ。

問



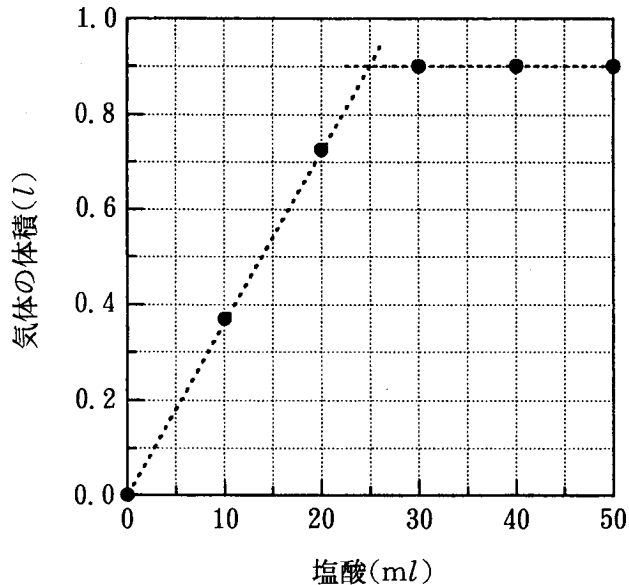
〔2〕

解答欄



2 次の文を読み、以下の各問に答えよ。

(1) アルミニウム 0.635 g に、塩酸を加えて反応させたときに発生する水素を、水上置換で捕集した。塩酸は 1 回に 10 ml ずつ加えていった。アルミニウムとそのときに加えた塩酸の反応が完全に終了した後、捕集した気体の体積を測定した。加えていった塩酸の合計と、捕集した気体の合計体積をグラフに書いたところ、下図のような関係が得られた。水上置換による気体の捕集は 760 mmHg, 27 °C で行った。27 °C における水の蒸気圧は 27 mmHg とし、水素の水への溶解は無視する。また、気体はすべて理想気体として取り扱う。



問〔1〕 発生した水素は何 mol か。有効数字 2 桁で答えよ。計算過程も簡単に記せ。

問〔2〕 反応に用いた塩酸のモル濃度(mol/l)を求めよ。有効数字 2 桁で答えよ。計算過程も簡単に記せ。

問〔3〕 アルミニウムは両性元素であり、水酸化ナトリウム水溶液にも溶解する。アルミニウムと水酸化ナトリウムとの反応式を記せ。

(2) 硝酸銅と硝酸亜鉛がそれぞれ 0.100 mol/l になるように調製された水溶液 250 ml (pH 5.00)がある。この溶液を電解槽に入れ、白金電極を用いて定電流で電気分解を行った。この際、陽極では気体が発生し、陰極上には固体の析出がみられた。

この実験に関して以下の問に答えよ。ただし、この電解実験条件下では片方の金属イオンのみが反応に関与する。

問〔1〕 混合水溶液は何色か。また、その色を呈する錯イオンを化学式で示せ。

問〔2〕 両極で起こった反応を化学反応式で示せ。

問〔3〕 いま、 1.00 A で定電流電解した後の溶液の pH は 2.00 となっていた。このときの電解に要した時間は何秒か。計算過程とともに記せ。ただし、ファラデー定数は 96500 C/mol とする。答は小数点以下を四捨五入して記せ。

3 分子式 $C_4H_{10}O$ で表されるアルコール A, B, C, D がある。これらを区別するためいくつかの実験を行った。これらの実験を参考にして、下記の各問に答えよ。

ただし、A は $CH_3CH_2CH_2CH_2OH$ である。

実験(1) 化合物 A に濃硫酸を少量加えて加熱すると化合物 E が得られ、この E を 臭素水に通じると変化が起こった。^{a)}

実験(2) 化合物 B と C に実験(1)と同様に濃硫酸を少量加えて加熱すると、化合物 B は 2-ブテンを与え、化合物 C は F を与えた。これらはいずれも化合物 E の異性体であり、臭素水に対して同じ変化を示した。

実験(3) 化合物 A, B, C, D を適量の二クロム酸カリウムの希硫酸溶液で処理すると、化合物 A, B, C はそれぞれ G, H, I に変化した。D は変化しなかった。化合物 G, H, I にさらに二クロム酸カリウム溶液を加えると、化合物 G と I は変化した。化合物 H は変化しなかった。

実験(4) 化合物 H に 水酸化ナトリウム水溶液とヨウ素を加えると、特有のにおいをもつ黄色沈殿が析出した。^{b)}

実験(5) 化合物 I を フェーリング液に加えると赤色沈殿が析出した。^{c)}

問〔1〕 化合物 C と D および G, H, I の化学式を例にならって示せ。

問〔2〕 化合物 A ~ D の中に不斉炭素原子を含むものが一つあり、一对の光学異性体が存在する。これらの光学異性体が区別できる二つの構造式を例にならって示せ。

問〔3〕 下線部 a) で起こる化合物 E の化学変化を反応式で示せ。また、肉眼で観察される変化を示せ。

問〔4〕 2-ブテンには幾何異性体が存在する。これら二つの構造式を示せ。

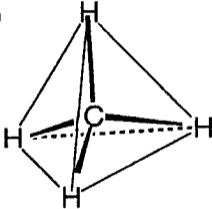
問〔5〕 下線部 b) の反応で検出できる化合物の一般式を二つ示せ。

問〔6〕 下線部 c) の反応で、化合物 I から得られる化合物の構造式を示せ。

問〔7〕 分子式 $C_4H_{10}O$ で表される化合物にはエーテル類も存在する。その一つをエタノールからつくるには、どのような条件で行ったらよいか。簡潔に記せ。

問
〔2〕

解答(例)



4 次の文を読み、以下の各問に答えよ。

油脂は、炭素原子数の多い高級脂肪酸と3価アルコールである **ア** とのエステルである。油脂に水酸化ナトリウム水溶液を加えて加熱すると、高級脂肪酸のナトリウム塩(セッケン)と **ア** が生成する。この加水分解反応を **イ** という。油脂は水に溶けないが、セッケン水に入れてよく振ると微細な小滴となって分散する。^{a)}

油脂を構成する高級脂肪酸には、ステアリン酸 $C_{17}H_{35}COOH$ のような飽和脂肪酸や、二重結合を1個もつオレイン酸 $C_{17}H_{33}COOH$ のような不飽和脂肪酸がある。不飽和脂肪酸の二重結合には、ニッケルなどを触媒として、二重結合1個に対して水素が1分子付加する。いくつかの二重結合をもつ1種類の直鎖状不飽和脂肪酸 5.6 g に、触媒の存在下で水素を作用させたところ、飽和脂肪酸を得るために 0.040 mol の水素を要した。^{b)}

問〔1〕 空欄 **ア** と **イ** に適切な語句を記せ。

問〔2〕 下線部 a) の微細な小滴はどのような構造をとっているか。簡単に説明せよ。また、その構造を、油滴は○、セッケンは $\sim\bullet$ (\sim : アルキル基, \bullet : $-COONa$) の表記を用いて図示せよ。

問〔3〕 下線部 b) について、以下の設問に答えよ。

- (1) 炭素原子の数を n 、二重結合の数を m (n , m はともに正の整数である) として、この不飽和脂肪酸の分子式を示せ。炭素数 n には、官能基の炭素数は含まない。
- (2) この不飽和脂肪酸の分子量を n , m を用いて示せ。
- (3) この不飽和脂肪酸の水素付加反応を n , m を用いた化学反応式で示せ。
- (4) 炭素原子の数 n が 18 のとき、二重結合数 m の値を計算せよ。計算式も示せ。