

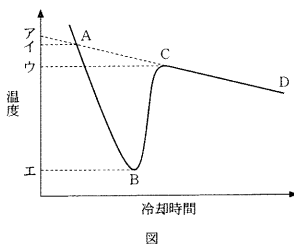
化学 (全2の1)

全問をとおして、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, Al = 27, Cl = 35.5, Ca = 40

1 以下の問いに答えよ。

- エタノール 1.3 mol に含まれる水素原子は何個か。有効数字 2 桁で求めよ。アボガドロ定数は  $6.0 \times 10^{23}/\text{mol}$  とする。
- 極性の有無によらず、すべての分子間にはたらく弱い引力を何というか。
- 「物質が化合や分解をしても、その前後で物質全体の質量の和は変わらない」という化学の基本法則を発見したのは誰か。
- あるタンパク質水溶液に濃い水酸化ナトリウム水溶液を加えて加熱した後、酢酸鉛(II)水溶液を加えると黒色沈殿が生じた。この反応で検出された元素は何か。元素記号で答えよ。
- 2 組の非共有電子対が存在する分子を以下から選び、その電子式を答えよ。  
アンモニア、シアン化水素、二酸化炭素、メタン、硫化水素

2 水 100 g に塩化カルシウム二水和物 8.17 g を溶かしてつくった溶液をゆっくり冷却しながら温度を精密に測定したところ、温度変化は図に示すような曲線になった。以下の問いに答えよ。ただし、水のモル凝固点降下を  $1.85 \text{ K} \cdot \text{kg}/\text{mol}$  とし、塩化カルシウムは水溶液中で完全に電離しているとする。



- 図の AB 間の状態は何と呼ばれているか答えよ。
- 凝固はどこから始まるか。図の A~D から選べ。
- 凝固点は図の A~E のうちどれか。記号で答えよ。
- 図の CD 間でグラフが右下がりになっている理由を説明せよ。
- この塩化カルシウム水溶液の質量モル濃度は何 mol/kg か。有効数字 3 桁で求めよ。
- この塩化カルシウム水溶液の凝固点降下度  $\Delta t$  は何 K か。有効数字 3 桁で求めよ。
- 200 g の水に 0.585 g の塩化ナトリウムを溶かした水溶液の凝固点は何℃か。また、この塩化ナトリウム水溶液を  $-0.200 \text{ }^\circ\text{C}$  まで冷却したとき、生じた水は何 g か。それぞれ有効数字 3 桁で求めよ。ただし、塩化ナトリウムは水溶液中で完全に電離しているとする。
- ある不揮発性の非電解質 36 g を 1.0 kg の水に溶かした溶液の凝固点を測定すると、質量モル濃度 0.10 mol/kg の塩化ナトリウム水溶液の凝固点と一致した。この非電解質の分子量を整数で答えよ。また、この非電解質の成分元素の質量百分率が炭素 40.0%、水素 6.7%、酸素 53.3% のとき、この非電解質の分子式を答えよ。

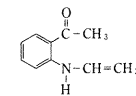
化学 (全2の2)

3 アルミニウムは地殻中では(ア)と(イ)に次いで多く存在する元素で、身近に使われている金属である。工業的には、まず、原料鉱石の(ウ)を処理して純粋な酸化アルミニウムとする。さらに、約  $1000 \text{ }^\circ\text{C}$  で加熱して融解した水晶石にこの酸化アルミニウムを溶かして、炭素電極を用いて電気分解すると、融解状態のアルミニウムの単体が得られる。このような方法は溶融塩電解と呼ばれる。(a)アルミニウム粉末と酸化鉄(III)の混合物に点火すると、融解した鉄の単体が得られる。この反応はテルミット反応と呼ばれ、(b)鉄道のレールの溶接などに利用されている。アルミニウムの単体は、酸の水溶液にも、強塩基の水溶液にも、(エ)を発生して溶ける。このように、酸の水溶液とも強塩基の水溶液とも反応して、それぞれ塩をつくるような金属を(オ)という。ミョウバン  $\text{AlK}(\text{SO}_4)_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$  の水溶液には、2 種類の塩(カ)と(キ)の混合水溶液と同じ種類のイオンが含まれている。このように 2 種類以上の塩から構成される化合物で、水に溶けると個々の塩の成分イオンに電離するものは(ク)と呼ばれる。単体のアルミニウムは種々の金属と合金を作る。航空機の機体などに利用されるジュラルミンは、主成分として約 95% のアルミニウムと約 4% の(ケ)を含む軽合金である。また、酸化アルミニウムなどの高純度原料を用いて、組成や構造などを精密に制御して焼き固めたものは(コ)と呼ばれ、先端産業や医療分野で利用されている。以下の問いに答えよ。

- (ア)~(コ)に当てはまる適切な語句を答えよ。
- 下線部 a)の電解において、1.0 kg の単体のアルミニウムを得るために必要な電気量は何 C か。有効数字 2 桁で答えよ。ただし、ファラデー定数  $F = 9.65 \times 10^4 \text{ C}/\text{mol}$  とする。
- アルミニウムは、その塩の水溶液を電気分解しても得られないため、溶融塩電解で製造されている。その理由を答えよ。
- 下線部 b)の化学反応式を記せ。またこの反応におけるアルミニウムの働きを 2 つ述べよ。

4 ニトロベンゼンに濃塩酸と鉄を加えて穏やかに加熱すると、化合物 A の塩酸塩ができる。化合物 A の塩酸塩に水酸化ナトリウム水溶液を加えると化合物 A が遊離する。化合物 A に無水酢酸を作用させると生じる化合物 B は、かつては解熱薬として用いられていた。現在、解熱鎮痛薬として使われている化合物 C は、*p*-アミノフェノールと無水酢酸の反応で合成される。一方、サリチル酸に無水酢酸と濃硫酸を作用させて得られる化合物 D も、解熱鎮痛薬として使われる。また、サリチル酸にメタノールと少量の濃硫酸を加えて加熱すると、消炎鎮痛薬として有用な化合物 E が生成する。以下の問いに答えよ。ただし、構造式は例にならって書くこと。

構造式の例



- 化合物 B, E は何か。名称を答えよ。
- 化合物 C は何か。構造式を答えよ。
- サリチル酸二ナトリウム水溶液に二酸化炭素を通じたときに生じる芳香族化合物は何か。構造式を答えよ。
- 化合物 A~E のうち、塩化鉄(III)水溶液との反応で赤紫色を呈するのはどれか。該当するすべての化合物を A~E の記号で答えよ。
- 化合物 A~E のすべてを混合したジエチルエーテル溶液がある。これに炭酸水素ナトリウム水溶液を加え、よく振り混ぜてから静置したとき、水層に移るのはどれか。該当するすべての化合物を A~E の記号で答えよ。
- 下線部 a)の反応における鉄の役割は何か。
- 下線部 b)の反応の化学反応式を構造式を用いて答えよ。
- 下線部 c)について、メタノールと反応するサリチル酸の官能基は何か。名称を答えよ。
- 下線部 c)の反応で、サリチル酸 2.9 g とメタノール 4.8 g から化合物 E は何 g 得られるか。有効数字 2 桁で答えよ。