

化 学

解答はすべて各問題の指示にしたがって解答用紙の該当欄に記入せよ。必要があれば次の数値を用いよ。

原子量 : $H = 1.00$, $O = 16.0$, $Cl = 35.5$, $Al = 27.0$, $Zn = 65.4$

気体定数 : $R = 0.0821 \text{ atm} \cdot \text{l}/(\text{mol} \cdot \text{K})$

0°C の絶対温度 : $T = 273 \text{ K}$

1 次の I, II に答えよ。

I 次の文章を読み、以下の問 1～問 6 に答えよ。

固体と液体の混合により気体が発生する反応がある。たとえば、酸化マンガン(IV)に濃塩酸を加えて加熱すると主成分(A)の気体が発生する。また、酸化マンガン(IV)に過酸化水素水を加えると主成分(B)の気体が発生する。発生した気体には不純物が含まれるため、必要に応じて液体の入った洗気ビンを通したのち、上方置換、下方置換、あるいは水上置換により集められる。

問 1 下線部(ア)および(イ)の反応式を書け。

問 2 下線部(ア)の反応で発生した気体に含まれる二つの不純物を取りのぞきたい。そのためには、まず が入った洗気ビンを通して を取りのぞき、つぎに、 が入った洗気ビンを通して を取りのぞく。

空欄(a)～(d)に適切な語句を入れよ。

問 3 気体(A)および気体(B)を集めるための、もっとも適切な方法をそれぞれ下線部(ウ)の中から選べ。

問 4 下線部(ア)と(イ)の反応では、酸化マンガン(IV)の働きは異なる。その作用を表す簡潔な語句をそれぞれ記せ。

問 5 安定な 2 原子分子の単体で、25 °C、1 気圧において気体であるものすべてを化学式で記せ。もし気体(A)あるいは気体(B)が該当する場合には、それも含めること。

問 6 問 5 で答えた分子の同素体の中で、25 °C、1 気圧で気体であるものを一つその化学式で記せ。

II 次の文章を読み、問 1～問 3 に答えよ。

水酸化ナトリウムの濃厚水溶液に金属アルミニウムの板を浸すと気体を発生してアルミニウムが溶ける。

一方、6.00 mol/l の水酸化ナトリウムを含むアルカリ性の水溶液 1.00 l に 50.0 g の酸化亜鉛を入れると、 で示されるイオンをつくって溶ける。この溶液に 8.00 g の金属アルミニウムの板を浸したところ、この金属板の表面は で覆われると同時に が溶解した。このとき、気体は発生しなかった。この金属板を取り出して乾燥した後、質量を測定したところ g であった。次に、この金属板を濃硝酸に浸すと、反応 が起こり気体が発生した。気体の発生が終わった後、この金属板を取り出して乾燥し、その質量を測定すると 7.80 g であった。

問 1 (a)にイオン式を、(b)、(c)に物質名を入れよ。

問 2 (d)の値を、小数点以下 2 桁まで求めよ。

問 3 (e)の反応式を書け。

2

次の I, II に答えよ。

I 次の文章を読み、問 1～問 3 に答えよ。

He, Ne や Ar など希ガス原子は最外殻まで各電子殻が (ア) の電子配置を持ち、他の原子に比べて大きなイオン化エネルギーを持つ。(イ) 元素は希ガス元素より原子番号が一つ小さく、電子を一つ受け入れて負イオンになりやすい。これら負イオンも各電子殻は (ア) をなしており、この電子配置は希ガス型電子配置とも呼ばれ、安定である。希ガス元素より原子番号が一つ大きいアルカリ金属元素はイオン化エネルギーが希ガス元素に比べて非常に小さく、電子を一つ放出して陽イオンになりやすい。

Ne と同電子数の水素化物分子のうち、原子の数が 5 以下のものは (a), (b), (c) と (d) であり、非共有電子対の数はそれぞれ、3, (ウ), (エ), 0 である。これらの水素化物の沸点は $-161\text{ }^{\circ}\text{C}$ から $100\text{ }^{\circ}\text{C}$ の間の値をとる。これら四つの水素化物のうち沸点が高い三つの水素化物では分子間に水素結合が形成されている。

次に融点に目を向けると、これらの水素化物の融点に比べて、(イ) イオンとアルカリ金属イオンからなるイオン結晶の融点が高い。イオン間に働く引力が分子間で引き合う力より大きいからである。 Cl^- と多原子イオン (e) もイオン結晶をなし、(e) は (b) の非共有電子対を (b) と H^+ が共有して、(オ) 結合を形成している。

問 1 (a), (b) および (d) にあてはまる水素化物を化学式で答えよ。また、(ア), (ウ) および (オ) にあてはまる語句または数字を答えよ。

問 2 下線部(1)について水素化物(a), (b), (c), (d)の沸点を下表に示す。(a)の沸点は $20\text{ }^{\circ}\text{C}$ である。表の空欄にあてはまる水素化物の記号((b), (c)および(d))を解答欄に記せ。

沸 点	$-161\text{ }^{\circ}\text{C}$	$-33\text{ }^{\circ}\text{C}$	$20\text{ }^{\circ}\text{C}$	$100\text{ }^{\circ}\text{C}$
水素化物			(a)	

問 3 下線部(2)の水素結合とはどんな結合であるか、電気陰性度という語句を用いて 40 字以内で説明せよ。

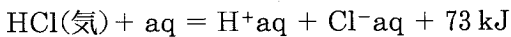
II 次の文章を読み、問1～問4に答えよ。

透明な容器に 27℃、1.00 atm で H₂ 0.100 g と Cl₂ 3.55 g を入れて密封した。この容器に外からフラッシュで光をあてたところ、H₂ がすべてなくなり、気体の HCl が生成した。 27℃ に保った容器内の気体すべてを、熱の出入りのない容器に入っている 27℃ の 0.0500 mol/l の NaOH 水溶液 1.00 l に、かくはんしながらゆっくりと一定の速度で吹き込んだ。 この間、水溶液の温度と pH(水素イオン指数)を調べた。気体はすべて NaOH 水溶液に溶け込んだ。

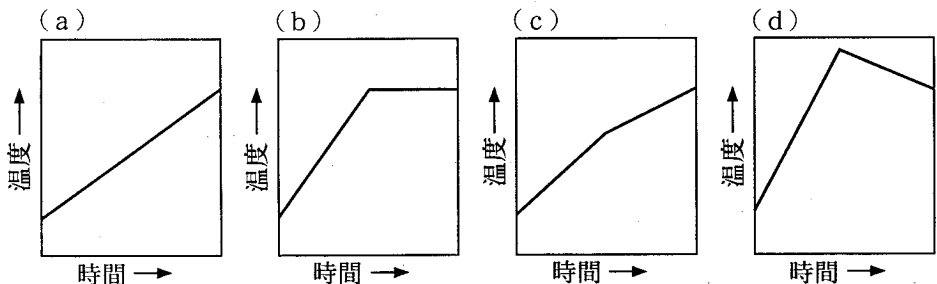
問1 下線部(ア)について、生成した HCl の 27℃、1.00 atm での体積は何 l か。HCl は理想気体とし、有効数字3桁で答えよ。

問2 H—H、Cl—Cl および H—Cl の結合エネルギーはそれぞれ 432、239 および 428 kJ/mol である。下線部(ア)について、放出または吸収される熱量は何 kJ か。放出する場合はプラス記号を、吸収の場合はマイナス記号を付けて有効数字3桁で答えよ。

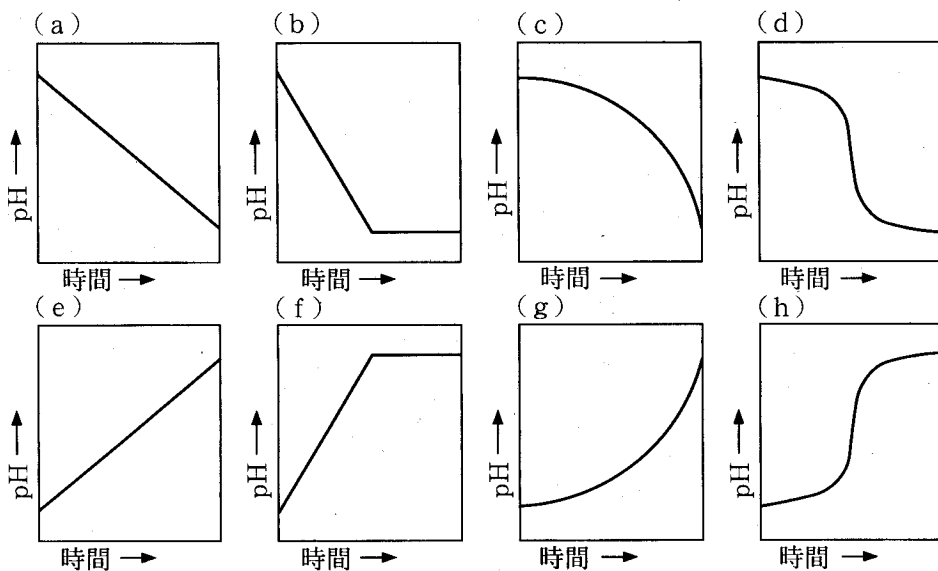
問3 下線部(イ)について、気体を吹き込み始めてから終わるまでの水溶液の温度の時間変化はどうか。次の(a)～(d)の中から正しいと思われるものを1つ選び、記号で答えよ。ただし次に示す溶解と中和は、すみやかに進行する。



(注) aq は多量の水を示し、H⁺aq などは水和状態のイオンを示す。

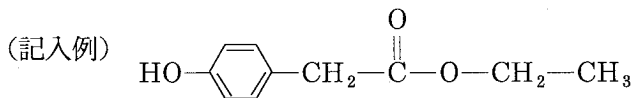


問 4 下線部(i)について，気体を吹き込み始めてから終わるまでの水溶液の pH の時間変化はどうなるか。次の(a)~(h)の中から正しいと思われるものを1つ選び，記号で答えよ。

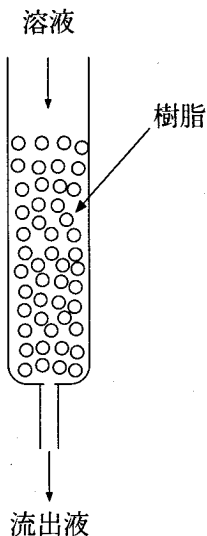


3 次の I, II に答えよ。

I 次の文章を読み、問 1～問 4 に答えよ。なお、構造式は記入例にならって記せ。



ポリスチレン樹脂に (a) を作用させると、スルホ基を持つ (b) 交換樹脂が生成する。この樹脂を蒸留水で洗浄したのち、図に示した円筒(カラム)につめた。この円筒の上部から A (組成式 $\text{C}_3\text{H}_7\text{NO}_2$) と B (組成式 $\text{C}_3\text{H}_6\text{O}_3$) の両化合物を等しいモル濃度で含む混合水溶液を流したのち、流出液中に有機化合物が含まれなくなるまで蒸留水を流した。続いてこの円筒の上部から、塩化ナトリウム水溶液を流した。下線部(ア)および(イ)の段階で円筒下部から流出液をそれぞれ集めた。A はアミノ酸、B はヒドロキシル基を持つカルボン酸であり、いずれも分子中に不斉炭素原子一つを持つ。



問 1 (a), (b) に適切な語句を記せ。

問 2 下線部(ア)の段階で、A または B の一方は樹脂に吸着され、もう一方は完全に流出した。(イ)の流出液中に回収された化合物の名称および構造式を記せ。

問 3 A または B のいずれかは、(イ)の段階で完全に流出した。(イ)で流出した化合物の流出液中における構造式を記せ。

問 4 下線部(イ)の段階で流出した化合物を検出する方法を 15 字以内で述べよ。

II 問 1～問 5 に記号で答えよ。

問 1 酸化反応でも還元反応でもないものを、二つ選べ。

- (ア) フェノールと水酸化ナトリウムからナトリウムフェノキシドが生成する反応。
- (イ) ニトロベンゼンからアニリンが生成する反応。
- (ウ) アニリンからアセトアニリドが生成する反応。
- (エ) クメン法によりフェノールが生成する反応。
- (オ) ナフタレンから無水フタル酸が生成する反応。

問 2 アルデヒドに関する記述として誤りであるものを、二つ選べ。

- (ア) 第一級アルコールの酸化により生成する。
- (イ) 酸化するとカルボン酸が生成する。
- (ウ) 酸による加水分解を受ける。
- (エ) 一般にケトンより酸化されやすい。
- (オ) フェーリング液を酸化する。

問 3 アルコールまたはカルボン酸に関する記述として誤りであるものを、二つ選べ。

- (ア) 2-ブタノールの脱水反応ではブテンの異性体が三種類生成しうる。
- (イ) アルコールとカルボン酸はともに、アルキル基の炭素数が大きいほど水に溶けにくくなる。
- (ウ) アルコールとフェノールの水溶液はいずれも弱酸性を示す。
- (エ) アルコールとカルボン酸はいずれもナトリウムと反応する。
- (オ) 一般に、アルコールの沸点は同程度の分子量をもつカルボン酸の沸点に比べて高い。

問 4 天然および合成高分子に関する記述として誤りであるものを、二つ選べ。

- (ア) ポリビニルアルコールとホルムアルデヒドからビニロンが生成する反応は脱水反応である。
- (イ) でんぷんはアミラーゼ等の酵素により加水分解されるが、酸による加水分解は受けない。
- (ウ) アクリル酸ナトリウムの付加重合体は、吸湿性材料として利用される。
- (エ) 生ゴムに数%の硫黄粉末を加えて加熱すると、ゴム弾性が改善される。
- (オ) ポリエチレンとポリスチレンはともに、ポリエステル構造を持つ熱可塑性樹脂である。

問 5 芳香族化合物に関する記述として誤りであるものを、二つ選べ。

- (ア) ベンゼンは正六角形の平面分子で、炭素原子間の結合距離はすべて等しい。
- (イ) キシレンには二つの構造異性体が存在する。
- (ウ) ナトリウムフェノキシドの水溶液に二酸化炭素を通じるとフェノールが遊離する。
- (エ) ナフトールには二つの構造異性体が存在する。
- (オ) トルエンに濃硫酸と濃硝酸の混合物を作用させると付加反応が起きる。