

酪農学園大学 化学 2024

各問題とその解がなきゃレベル

絶対に死守しろ!!



ココで差がつか!! ☆

できる所までがんばれ



こんなの解くな!



(1) 次の文章を読んで、続く問いに答えよ。なお、酢酸の電離定数 K_a は $2.0 \times 10^{-5} \text{ mol/L}$ 、アンモニアの電離定数 K_b は $1.8 \times 10^{-5} \text{ mol/L}$ 、水のイオン積 K_w は $1.0 \times 10^{-14} (\text{mol/L})^2$ とする。また、必要があれば、 $\log_2 2 = 0.30$ 、 $\log_2 3.4 = 0.53$ 、 $\log_2 3.5 = 0.54$ 、 $-\log_{10} K_a = 4.7$ 、 $\sqrt{5.4} = 2.3$ として計算し、計算結果は有効数字2桁で示せ。

【実験1】 0.30 mol/Lの酢酸水溶液 100 mL と、0.15 mol/Lの水酸化ナトリウム水溶液 100 mL を混合した溶液を水溶液 A とした。水溶液 A 中には CH_3COOH が (①) mol/L、 CH_3COO^- が (②) mol/L 存在し、pH は (③) である。この水溶液 A 100 mL に 1.0 mol/Lの塩酸を 2.0 mL 加えた水溶液 B 中には CH_3COOH が (④) mol/L、 CH_3COO^- が (⑤) mol/L 存在し、pH は (⑥) となった。

【実験2】 1.2 mol/Lのアンモニア水を 25 mL 量り取り、蒸留水で希釈して 100 mL とした。この希アンモニア水の OH^- は (⑦) mol/L である。次に、この希アンモニア水を 20 mL 量り取り、これに 0.15 mol/Lの塩酸 20 mL を加えたところ、pH が (⑧) の緩衝液が得られた。

★文章中の (①) ~ (⑧) にあてはまる数値を、それぞれ答えよ。ただし、混合後の溶液の体積は、混合前の溶液の体積の和になるものとする。

化学の試験時間は60分

- 1 変化：電離平衡
- 2 状態：コロイド
- 3 無機：ナトリウムの性質
- 4 有機：アミンの製法・性質

的中!!

必修4 超重要問題 緩衝溶液に必要な知識を入れてる。

0.10 mol/L 酢酸水溶液 50 mL と 0.20 mol/L 水酸化ナトリウム水溶液 20 mL を混合した溶液(A)について、次の各問いに有効数字2桁で答えよ。ただし、以下の操作は全て 25℃で行い、温度変化はないものとする。また、酢酸の 25℃における電離定数を $2.8 \times 10^{-5} \text{ mol/L}$ 、 $\log_2 2 = 0.30$ 、 $\log_2 7 = 0.85$ とする。

- 問1 この混合溶液Aに、さらに塩酸や水酸化ナトリウム水溶液を少量加えても、pHはほとんど変化しない。その理由をイオン反応式を用いて説明せよ。
- 問2 この混合溶液AのpHを求めよ。
- 問3 混合溶液Aの体積は70 mLである。水を加えて体積を140 mLにしたとき溶液のpHを求めよ。
- 問4 この混合溶液に0.10 mol/L塩酸15 mLを加えたときのpHを求めよ。
- 問5 この混合溶液に0.10 mol/L NaOH 5.0 mLを加えたときの[H⁺]を求めよ。
- 問6 この混合溶液に水酸化ナトリウムの固体を加えてpHを6.0に保つと、初めの酢酸のうちの何%が酢酸イオンとして存在しているか。このとき、溶液の体積変化は無視できるものとする。

的中!!

必修5 標準頻出

アンモニアを水に溶かすと、次のように電離して平衡状態に達する。
 $\text{NH}_3 + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{NH}_4^+ + \text{OH}^- \dots\dots\dots \text{①}$
 平衡状態での各成分のモル濃度を $[\text{NH}_3]$ 、 $[\text{H}_2\text{O}]$ 、 $[\text{NH}_4^+]$ 、 $[\text{OH}^-]$ と表すと、この電離平衡の平衡定数は $K = \frac{[\text{NH}_4^+][\text{OH}^-]}{[\text{NH}_3][\text{H}_2\text{O}]}$ ②
 と表される。また、アンモニアの電離定数 K_b は (ア) となる。ここで、アンモニアの初濃度を c (mol/L)、電離度を α とし、 K_b を表すと (イ) となる。アンモニアは弱塩基なので、 α の値が 1 に比べて非常に小さい。このとき、 K_b は c と α を用いて (ウ) と表される。(ウ) より、式①の平衡状態における水酸化物イオンの濃度 $[\text{OH}^-]$ は、 c と K_b を用いて (エ) と表される。また、水のイオン積 K_w を用いると、式②の平衡状態における水素イオン濃度 $[\text{H}^+]$ は (オ) と表される。
 一方、塩化水素とアンモニアの中和で生じる塩化アンモニア水を水に溶かすと、次のように電離して平衡状態に達する。
 $\text{NH}_4\text{Cl} \rightleftharpoons \text{NH}_4^+ + \text{Cl}^- \dots\dots\dots \text{③}$
 電離した NH_4^+ の一部は水と反応して、次のような平衡状態に達し、その結果、水溶液は [A] を示す。
 $\text{NH}_4^+ + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons (\text{カ}) + (\text{キ}) \dots\dots\dots \text{④}$
 式④の平衡において、 $K_a = \frac{[(\text{カ})][(\text{キ})]}{[\text{NH}_4^+]}$ を加水分解定数という。
 [(キ)の代わりに[H⁺]で表すと、 K_a は K_b と K_w を用いて表すことができる。
 アンモニアと塩化アンモニウムの混合水溶液は、緩衝液として用いられる。
 問1 (ア) ~ (キ) に入る適切な式または化学式を記入しなさい。
 問2 [A]に入る適切な語句を次のカッコの中から一つ選び記入しなさい。
 [強酸性、弱酸性、中性、弱塩基性、強塩基性]
 問3 アンモニア水溶液中では、式①の電離平衡が成り立っている。この水溶液に水酸化ナトリウム水溶液を加えたとき、平衡は左右どちらに移動するか、または移動しないかを、理由とともに45字以内で答えなさい。
 問4 下線部(a)に関して、 K_b を K_a と K_w を用いて記入しなさい。
 問5 下線部(b)に関して、0.50 mol/Lのアンモニア水 100 mL と 0.20 mol/Lの塩化アンモニウム水溶液 300 mL を混合した。この混合水溶液の pH を有効数字2桁で求めなさい。計算過程も示しなさい。ただし、アンモニアの電離定数は $K_b = 1.8 \times 10^{-5} \text{ mol/L}$ 、水のイオン積は $K_w = 1.0 \times 10^{-14} (\text{mol/L})^2$ とする。 $\log_2 2 = 0.30$ 、 $\log_2 3 = 0.48$

(2) 次のⅠおよびⅡの文章を読んで、続く問いに答えよ。

Ⅰ. 分子量が小さい分子やイオンより大きく、直径 10^{-9} ~ 10^{-7} m 程度の粒子が液体に均一に分散している溶液を、コロイド溶液または (①) という。(①) には流動性があり、これが、加熱などにより流動性を失って固まった状態を (②) という。コロイド溶液に強い光を照射すると、その光路が一様に輝いて見える。この現象を (③) 現象といい、コロイド粒子が光を散乱することにより起こる。コロイド粒子を (④) 顕微鏡で観察すると、コロイド粒子が不規則に動いているのが見える。これを (⑤) という。

★ 文章中の (①) ~ (⑤) に適する語句を、それぞれ答えよ。

Ⅱ. 次のコロイド実験の操作について、続く問いに答えよ。

【操作1】 ^(a)40%塩化鉄(Ⅲ)水溶液 1 mL を沸騰水に加えて 100 mL とした。

【操作2】 得られた溶液をセロハンの袋に入れ、純水を入れたビーカーに浸した。

【操作3】 1時間後、ビーカー内の水を2本の試験管 A、Bに取り、AにはBTB(プロモチモールブルー)溶液、Bには硝酸銀水溶液を加えた。

【操作4】 セロハンの袋の中に残った ^(b)コロイド溶液を、2本の試験管 C、Dに取り、Cに少量の硫酸ナトリウム水溶液を加えると、沈殿が生じた。一方、Dにゼラチン水溶液を加えた後、Cと同量の硫酸ナトリウム水溶液を加えたが、沈殿は生じなかった。

★ 【操作1】の反応を、化学反応式で答えよ。

③ 文章中の下線部(a)の塩化鉄(Ⅲ)水溶液および下線部(b)のコロイド溶液の色を、以下の

(ア)~(コ)のうちから選び、それぞれ、記号で答えよ。

(ア) 無色 (イ) 白色 (ウ) 青色 (エ) 赤褐色 (オ) 黄褐色
(カ) 緑色 (キ) 黒色 (ク) 赤紫色 (ケ) 黄色 (コ) 橙色

④ 【操作2】のような操作を何というか、答えよ。

★ ⑤ 【操作3】で試験管 A、Bはそれぞれどのような変化があるか、答えよ。また、それぞれの変化により、どのようなイオンが検出されるか、それぞれ、イオン式で答えよ。

★ ⑥ 【操作4】で沈殿が生じる現象を何というか、答えよ。また、ゼラチンのような役割をするコロイドを何というか、答えよ。

知識

(3) 次の文章を読んで、続く問いに答えよ。

ナトリウムはアルカリ金属に属する金属元素であり、単体は反応性に富む。例えば、^(a)常温の水と激しく反応するほか、塩素や空気中の酸素とも容易に反応する。そのため、(①) 中に保管されている。単体のナトリウムは、塩化ナトリウムなどの塩を高温にして融解させ、これを電気分解することで製造される。

一方、水酸化物である水酸化ナトリウムは、パルプやセッケン、染料、医薬品の製造など、化学工業の様々な分野で広く用いられている。この固体は空気中に放置すると、水分を吸収して溶ける。このような現象を(②)という。そのため、水酸化ナトリウムを天秤に量り取る際は速やかに行う必要がある。また、室温の蒸留水が入った容器に加えて溶かすと、(③)熱が発生することで、水溶液の温度は室温よりも高くなる。工業的には、^(b)塩化ナトリウム水溶液を電気分解して製造される。このとき、両極間は(④)膜で仕切って電気分解することで、この膜を通過したナトリウムイオンと、水の電気分解で生じた水酸化物イオンにより、純度の高い水酸化ナトリウムが得られる。

重曹ともよばれる白色粉末の炭酸水素ナトリウムは、ベーキングパウダーや入浴剤、医薬品として胃腸薬に利用されている。この化合物は、^(c)加熱により、二酸化炭素を発生する。このとき、加熱により残った固体を、蒸留水に溶かして濃縮すると、水和水を含んだ無色透明の十水合物塩の結晶が得られる。これを空気中で放置すると、水和水を一部失う。この現象を(⑤)という。

★文章中の(①)～(⑤)に適する語句を、それぞれ答えよ。

★文章中の下線部(a)の反応を、化学反応式で答えよ。

★文章中の下線部(b)の電気分解について、陰極と陽極で起こっている反応を、電子 e^- を含むイオン反応式で、それぞれ答えよ。

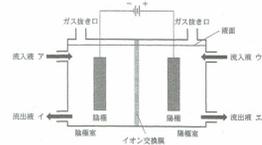
★文章中の下線部(c)の反応を、化学反応式で答えよ。

★文章中の下線部(c)について、発生した二酸化炭素の量が標準状態(温度 273 K、圧力 $1.013 \times 10^5 \text{ Pa}$)において 0.56 Lであった。分解した炭酸水素ナトリウムの質量は何 g か、答えよ。計算結果は有効数字2桁で示せ。また、必要があれば、原子量は $H=1.0$ 、 $C=12$ 、 $O=16$ 、 $Na=23$ を用いよ。

的中!!

6

水酸化ナトリウムの製造には、塩化ナトリウム水溶液の電気分解が利用されている。下の図は、イオン交換膜法による水酸化ナトリウムの製造の原理を示したものである。これについて、以下に答えよ。
 気体定数: $R=8.31 \times 10^3 \text{ Pa} \cdot \text{L} / (\text{K} \cdot \text{mol})$ 、ファラデー定数: $F=9.65 \times 10^4 \text{ C/mol}$ 、 $Cl=35.5$ 、 $O=16.0$ 、 $Na=23.0$ 。



問1 図中のア～エに該当するものを、以下の(a)～(d)より選び、記号で答えよ。

(a)薄い塩化ナトリウム水溶液 (b)濃い塩化ナトリウム水溶液 (c)水酸化ナトリウム水溶液 (d)純水

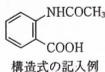
問2 陽極、陰極でおこる反応を化学反応式で示せ。

問3 イオン交換膜を介したイオンの動きについて、次の文章の「オ」～「コ」に該当するものを、以下の(e)～(p)より選び、記号で答えよ。

使用されているイオン交換膜は「オ」交換膜で、陰極付近に「カ」イオンが増加するため、電気的「キ」を保つために「ク」室から「ケ」室へ、「コ」イオンが移動する。なお、陽イオンが移動できる膜が陽イオン交換膜、陰イオンが移動できる膜が陰イオン交換膜である。

- (e) 水素 (f) 陰極 (g) 酸性 (h) 陽イオン
 (i) ナトリウム (j) 陽極 (k) 中性 (l) 塩化物
 (m) 電子 (n) アルカリ性 (o) 水酸化物 (p) 陰イオン

(4) 次の操作を読んで、続く問いに答えよ。ただし、化学反応式における構造式は記入例にならって記入すること。



ベンゼン環の略記法

- 【操作1】** 試験管にニトロベンゼン 1 mL を入れ、そこにスズ 3 g を加えた。振り混ぜながら塩酸 5 mL を少しずつ加えた後、60℃の温水で加熱した。ニトロベンゼンの油滴がなくなったら加熱を止めた。
- 【操作2】** 操作1で得られた溶液のみをフラスコに移し、リトマス試験紙で確認しながら、溶液が塩基性になるまで 6 mol/L 水酸化ナトリウム水溶液を少しずつ加えて振り混ぜた。
- 【操作3】** 操作2で得られた溶液にエーテル（ジエチルエーテル）を少量加え、分液ろうとうに入れて振り混ぜた。水層を流し出してからエーテル層を蒸発皿に取り、エーテルを自然蒸発させると、芳香族アミンである（A）が得られた。（A）は空气中に放置すると徐々に酸化され、(1)色に変わり、最終的には黒色に変わった。
- 【操作4】** 操作3で得られた（A）を試験管に少量取り、さらし粉溶液を少量加えると、(2)色を呈した。
- 【操作5】** 試験管に 0.1 mol/L ニクロム酸カリウム水溶液を 2 mL 量り取り、2 mol/L 硫酸を 2 mL 加え、これに操作3で得られた（A）を少量加え、加熱すると、水に難溶性の(3)色の物質に変化した。
- 【操作6】** 操作3で得られた（A）を試験管に少量取り、90%酢酸 1 mL と濃硫酸 1 mL を加えて加熱すると、(B)と水が生じた。

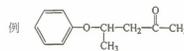
- ①【操作1】の化学変化を、化学反応式で答えよ。
- ②【操作2】の化学変化を、化学反応式で答えよ。
- ③【操作3】で得られた（A）の物質名を答えよ。
- ★【操作4】および【操作5】から、（A）のどのような性質がわかるか、簡潔に答えよ。
- ★文章中の(1)～(3)に最も適する色を、以下の(ア)～(コ)のうちから選び、それぞれ、記号で答えよ。
- (ア)無 (イ)白 (ウ)黒 (エ)褐 (オ)赤紫
(カ)青 (キ)青白 (ク)黄緑 (ケ)緑 (コ)橙
- ★【操作6】の化学変化を、化学反応式で答えよ。また、生じた（B）の物質名を答えよ。
- ④【操作6】の反応を表す変化で最も適切な語句を、以下の(ア)～(カ)のうちから選び、記号で答えよ。

- (ア)アセチル化 (イ)エステル化 (ウ)ジアゾ化 (エ)スルホン化
(オ)ハロゲン化 (カ)ニトロ化

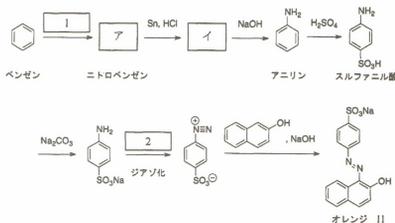
的中!!

必修8 標準 正確な知識必要

ベンゼンからオレンジ色の色素であるオレンジIIを合成する手順①～⑥および反応式を次に示す。構造式は下の例にならって示せ。



- ベンゼンに混酸を作用させてニトロベンゼンを合成した。
- ニトロベンゼンをスズと塩酸で還元した。
- ②の生成物を水酸化ナトリウムで処理すると、アニリンが得られた。
- アニリンを濃硫酸と加熱してスルファニル酸を合成した。
- スルファニル酸を炭酸ナトリウムで中和した後、ジアゾ化した。
- ⑤の生成物を 2-ナフトールと反応させてオレンジIIを合成した。



- (a) 反応式中の 1, 2 にあてはまる最も適切な試薬名を、それぞれ 2 つ答えよ。
- (b) 反応式中の ア, イ にあてはまる最も適切な構造式を書け。
- (c) ①, ④, ⑥の反応はそれぞれ一般に何と呼ばれるか。