

## 化 学

(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  $2.0 \times 10^{-5}$  mol/L、アンモニアの電離定数  $K_b$  は  $1.8 \times 10^{-5}$  mol/L、水のイオン積  $K_w$  は  $1.0 \times 10^{-14}$  (mol/L)<sup>2</sup> とする。また、必要があれば、 $\log_{10} 2 = 0.30$ ,  $\log_{10} 3.4 = 0.53$ ,  $\log_{10} 3.5 = 0.54$ ,  $-\log_{10} K_b = 4.7$ ,  $\sqrt{5.4} = 2.3$  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  $\text{CH}_3\text{COOH}$  が ( ① ) mol/L,  $\text{CH}_3\text{COO}^-$  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  $\text{CH}_3\text{COOH}$  が ( ④ ) mol/L,  $\text{CH}_3\text{COO}^-$  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  $\text{OH}^-$  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。

1) 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。

(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  $10^{-9} \sim 10^{-7}$  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。

1) 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。

2) 【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。

(3) 次の文章を読んで、続く問いに答えよ。

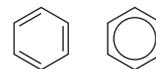
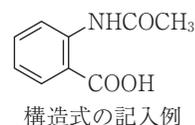
ナトリウムはアルカリ金属に属する金属元素であり、単体は反応性に富む。例えば、<sup>(a)</sup>常温の水と激しく反応するほか、塩素や空気中の酸素とも容易に反応する。そのため、( ① ) 中に保管されている。単体のナトリウムは、塩化ナトリウムなどの塩を高温にして融解させ、これを電気分解することで製造される。

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、<sup>(b)</sup>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<sup>じゅうそう</sup>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、<sup>(c)</sup>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和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。

- 1) 文章中の( ① ) ~ ( ⑤ ) に適する語句を、それぞれ答えよ。
- 2) 文章中の下線部(a)の反応を、化学反応式で答えよ。
- 3) 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。
- 4) 文章中の下線部(c)の反応を、化学反応式で答えよ。
- 5) 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  $1.013 \times 10^5$  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。

(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 二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。
- 4) 【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。
- 5) 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
- 6) 【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。
- 7) 【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