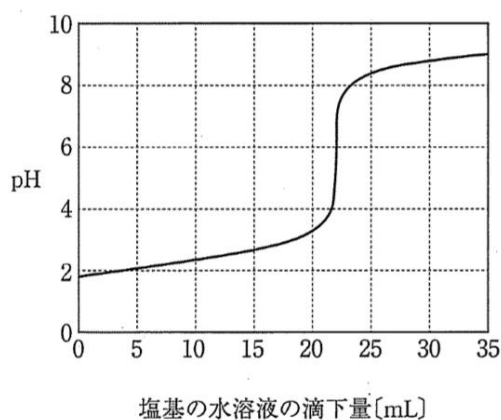


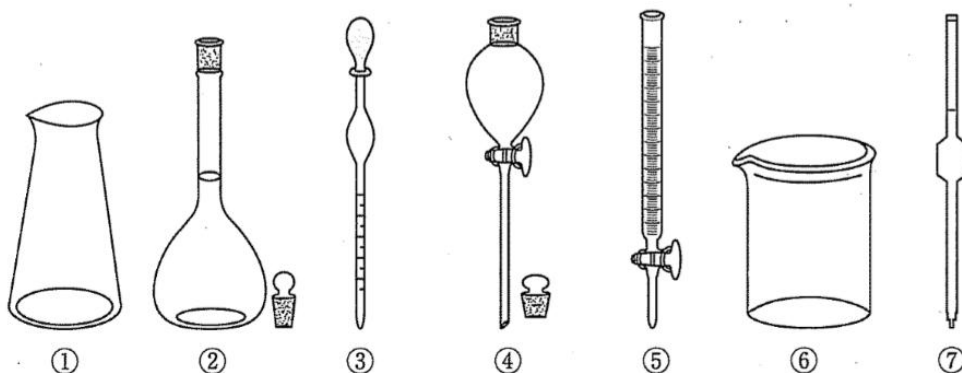
酸・塩基・中和

1. 次の文章を読んで、問1～問6の答を解答欄に記入せよ。

下の図は、ある2価の酸の水溶液を1価の塩基の水溶液で中和滴定したときに得られた滴定曲線である。この滴定では次の操作を行った。まず、酸の水溶液10.0mLを[ア]ではかりとり、[イ]に入れて純水で正確に10倍に薄めた。この水溶液10.0mLを別の[ア]ではかりとり、[ウ]に入れた。これに[エ]から0.0100mol/Lの塩基の水溶液を滴下すると、22.0mL加えたところで中和点に達したことが確認された。



問1 空欄[ア]～[エ]に当てはまる最も適当な器具を次の①～⑦から選び、それぞれの番号とその名称を答えよ。



問2 [ア]～[エ]の器具のうち、この滴定において純水で洗浄しそのまま使用してよい器具をすべて選び、その記号を記せ。

問3 ①～⑦の器具のうち、加熱乾燥してはいけない器具を3つ選び、その番号を記せ。

問4 この滴定における酸と塩基の組み合わせとして最も適当なものを次の①～④から1つ選び、その番号を記せ。

- ① 弱酸と弱塩基 ② 強酸と弱塩基 ③ 強酸と強塩基 ④ 弱酸と強塩基

問5 指示薬としてメチルオレンジを使用した場合、この滴定において水溶液の色は何色から何色に変化するかを記せ。

問6 この滴定において、純水で希釈する前の酸の水溶液の濃度は何 mol/L か。有効数字3桁で答えよ。

(2019 群馬大)

2. 次の文章を読み、問1～問8答えよ。

炭酸ナトリウム Na_2CO_3 は、ガラスやセッケンの原料として多量に利用されることから工業的製法も提案されており、[ア]法とよばれる。 Na_2CO_3 は白色の固体で、水に溶けて、①加水分解によって水溶液は[イ]性を示す。また、②水酸化ナトリウムを空气中に放置することによっても生じるため、不純物として含まれる。水酸化ナトリウムと炭酸ナトリウムの混合水溶液中におけるそれぞれの濃度を決定するために変色域の異なる2種類の指示薬(フェノールフタレインと指示薬X)を用いた二段階中和滴定により、次の実験を行った。

水酸化ナトリウムと炭酸ナトリウムを含む溶液を[ウ]で20.0mLはかりとり、コニカルビーカーに入れた。③0.100mol/Lの希塩酸を[エ]に入れ、フェノールフタレインを用いて滴定したところ、第1中和点まで16.0mLを要した。その後、④指示薬Xを用いて滴定を続けると第2中点までさらに2.8mLを要した。

問1 空欄[ア]～[エ]にあてはまる適切な語句を答えよ。

問2 下線部①について、なぜ[イ]性を示すか。30字以内で説明し、塩の加水分解反応の化学反応式を示せ。

問3 下線②について、炭酸ナトリウムを生成する化学反応式を示せ。

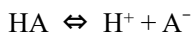
問4 下線部③に関して、フェノールフタレインの変色が完了するまでに起こった反応を、化学反応式で示せ。

問5 下線部④に関して、指示薬Xの変色が完了するまでに起こった反応を化学反応式で示せ。

問6 この混合水溶液中の水酸化ナトリウムおよび炭酸ナトリウムのモル濃度をそれぞれ有効数字2桁で求めよ。計算過程も示せ。

問7 下線部④の実験で用いた指示薬Xに適するものを1つ挙げよ。

問8 中和滴定に用いる指示薬は、水溶液中のpHの変化にともなって色が変化する物質である。フェノールフタレイン分子をHAで表すと、異なった色を示す化学種HAとA⁻について、水溶液中で次の電離平衡(電離定数 $K = 3.0 \times 10^{-10} \text{ mol/L}$)が成り立つ。以下の問い(a)~(d)に答えよ。



(a) この平衡について、化学種のモル濃度を[HA], [H⁺], [A⁻]とし、電離定数Kを式で示せ。

(b) 溶液中の水素イオン濃度が大きくなると、平衡はどちらに移動するか答えよ。

(c) 指示薬の色は、[HA]と[A⁻]の比 $\left(\frac{[\text{HA}]}{[\text{A}^-]}\right)$ が0.1以下もしくは10以上になるとき、片

方の色のみを目視できる。 $\left(\frac{[\text{HA}]}{[\text{A}^-]}\right)$ が0.1と10のときのpHをそれぞれ求めよ。計算過

程も示せ。

(d) HAとA⁻はそれぞれ何色を示すか答えよ。

(2019 信州大)

3. 水酸化ナトリウム水溶液を用いる中和滴定によって、酢酸水溶液の濃度を求める実験を行った。次の文章を読み、下の問い(問1~7)に答えよ。

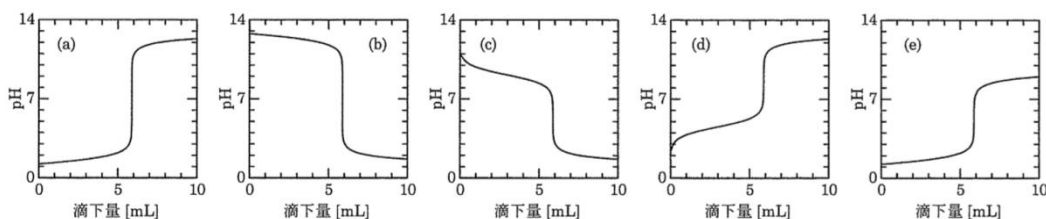
はじめに、滴定で用いる水酸化ナトリウム水溶液の正確な濃度を知らるために、一次標準溶液として、0.0500mol/Lのシュウ酸(COOH)₂水溶液を調製した。この(A)シュウ酸水溶液10.0mLを正確にはかり取ってコニカルビーカーに入れ、指示薬溶液を数滴加えたのち、(B)水酸化ナトリウム水溶液を滴下したところ、9.80mLで中和点をむかえた。次に、(C)濃度不明の酢酸水溶液20.0mLをはかり取り、蒸留水を加えて(D)正確

に 100mL とした。この溶液 10.0mL をコニカルビーカーに正確にはかり取り、(E)指示薬溶液を数滴えたのち、上記の水酸化ナトリウム水溶液を用いて滴定したところ、中和点となるまで 5.88mL を要した。

問 1 文中の下線部(A), (B)および(D)の操作で用いるガラス器具の名称を答えよ。

問 2 滴定で用いた水酸化ナトリウム水溶液のモル濃度を計算せよ。有効数字は 3 桁とし、計算の根拠も示すこと。

問 3 酢酸水溶液に水酸化ナトリウム水溶液を滴下するときの中和滴定曲線として適切なものを、以下の(a)~(e)より 1 つを選択せよ。



問 4 文中の下線部(E)で加える指示薬として適したものを以下の(a)~(c)より 1 つを選択し、その理由を説明せよ。

- (a) フェノールフタレイン (b) メチルオレンジ (c)メチルレッド

問 5 文中の下線部(C)の水溶液の酢酸のモル濃度を求めよ。有効数字は 3 桁とし、計算の根拠も示すこと。

問 6 酢酸の電離定数 $K_a = 3.0 \times 10^{-5} \text{ mol/L}$ として文中の下線部(C)の酢酸水溶液の pH を計算せよ。ただし、ここでの酢酸の電離度は 1 よりも十分小さいとみなせるものとし、 $\log_{10} 3 = 0.5$ とする。なお、pH は小数第 1 位まで求め、計算の根拠も示すこと。

問 7 水酸化ナトリウム水溶液の正確な濃度は、上記のようにシュウ酸水溶液などの酸の一次標準溶液を用いて求める必要がある。その理由を説明せよ。

(2019 徳島大)

4. 次の文章を読んで、以下の各問に答えなさい。

(a) 空気に触れている水酸化ナトリウムは二酸化炭素を吸収して、少量の炭酸ナトリウムを不純物として含む。炭酸ナトリウムを不純物として含む水酸化ナトリウムの固体を蒸留水に溶かした溶液 A を作り、その中に含まれる炭酸ナトリウムの濃度を決定するために、次の2つの実験を行った。ただし、以下の実験中に吸収される二酸化炭素は無視できるものとする。

実験1：溶液 A を [①] を使って正確に X mL はかりとり、コニカルビーカーへ移した。これに指示薬としてメチルオレンジを数滴加え、 0.01 mol/L の塩酸で滴定した。溶液の色が変化したところまでの滴下量は Y mL であった。

実験2：溶液 A を [①] を使って正確に X mL はかりとり、コニカルビーカーへ移した。これに十分な量の(b) 塩化バリウム水溶液を添加した。さらに指示薬としてフェノールフタレインを数滴加え、 0.01 mol/L の塩酸で滴定した。(c) 溶液の色が変化したところまでの滴下量は Z mL であった。

問1 [①] に入る最もふさわしい実験器具名を答えなさい。

問2 下線部(a)について、水酸化ナトリウムと二酸化炭素が反応して炭酸ナトリウムを生成する化学反応式を書きなさい。

問3 下線部(b)について、塩化バリウム水溶液を添加すると白色沈殿を生じた。この化学反応式を書きなさい。

問4 下線部(c)について、このときの色の変化を次の例にならって答えなさい。
例) 無色 → 青色

問5 実験1で、メチルオレンジの代わりに使用できる指示薬として、最もふさわしいものを以下の(ア)~(オ)の中から1つ選び、記号で答えなさい。

- (ア) チモールブルー (変色域 pH1.2~2.8)
- (イ) プロムフェノールブルー(変色域 pH3.0~4.6)
- (ウ) ブロムチモールブルー(変色域 6.0~7.6)
- (エ) チモールフタレイン(変色域 pH9.3~10.6)
- (オ) アリザリンイエロー R(変色域 pH10.1~12.0)

問6 溶液 A に含まれる水酸化ナトリウムの濃度 [mol/L] を以下の(ア)~(カ)の中から1つ選び、記号で答えなさい。

- (ア) $\frac{0.02Y}{X}$ (イ) $\frac{0.02Z}{X}$ (ウ) $\frac{0.01Y}{X}$ (エ) $\frac{0.01Z}{X}$ (オ) $\frac{0.01Y}{2X}$ (カ) $\frac{0.01Z}{2X}$

問7 溶液 A に含まれる炭酸ナトリウムの濃度 [mol/L] を以下の(ア)~(カ)の中から 1 つ選び、記号で答えなさい。

- (ア) $\frac{0.02(Y-Z)}{X}$ (イ) $\frac{0.02(Z-Y)}{X}$ (ウ) $\frac{0.01(Y-Z)}{X}$ (エ) $\frac{0.01(Z-Y)}{X}$
 (オ) $\frac{0.01(Y-Z)}{2X}$ (カ) $\frac{0.01(Z-Y)}{2X}$

(2019 琉球大)

5. 次の文章を読み、各問いの設問に答えよ。

食酢 10mL に純水を加えて 10 倍希釈した。この希釈した食酢溶液 10mL に、指示薬として [ア] 溶液を 1~2 滴加えた。1.0×10⁻¹mol/L 水酸化ナトリウム水溶液を [イ] に入れ、希釈した食酢溶液に少しずつ滴下していったところ、溶液全体が [ウ] 色になった。このとき水酸化ナトリウム水溶液 7.0mL を要した。食酢中の酸はすべて酢酸とすると、食酢中の酢酸濃度は [エ]・[オ]×10^{-[カ]}mol/L である。このように、濃度がわからない酸や塩基の水溶液の濃度を求めるために行う操作を [キ] という。

問1 空欄 [ア] と [ウ] に最も適する語句の組合せを、右の①~⑩から選べ。

	ア	ウ		ア	ウ
①	メチルオレンジ	赤	⑥	フェノールフタレイン	赤
②	メチルオレンジ	橙黄	⑦	フェノールフタレイン	橙黄
③	メチルオレンジ	黄	⑧	フェノールフタレイン	黄
④	メチルオレンジ	緑	⑨	フェノールフタレイン	緑
⑤	メチルオレンジ	青	⑩	フェノールフタレイン	青

問2 空欄 [イ] に最も適する器具を、次の①~⑧から選べ。

- ① メスフラスコ ② メスシリンダー ③ 駒込ピペット ④ ホールピペット
 ⑤ 安全ピペッター ⑥ ビュレット ⑦ コニカルビーカー ⑧ 試験管

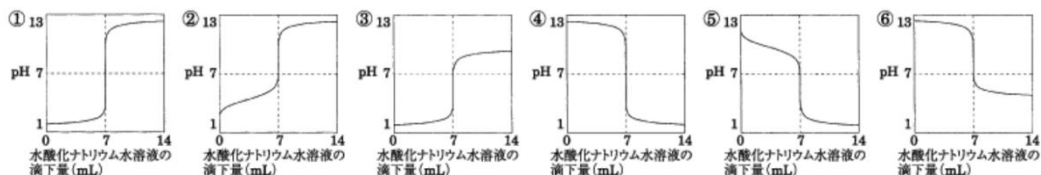
問3 [イ] を使用する際にその内部が水でぬれている場合、最も適する対処法を、次の①~⑦から選べ。

- ① そのまま使用する
 ② 加熱乾燥する
 ③ 内部を純水ですすぐ
 ④ 内部を食酢ですすぐ
 ⑤ 内部を希釈した食酢ですすぐ
 ⑥ 内部を 1.0×10⁻¹mol/L の水酸化ナトリウム水溶液ですそぐ
 ⑦ 内部を 1.0mol/L の水酸化ナトリウム水溶液ですそぐ

問4 空欄[エ]～[カ]に最も適する数値を答えよ。

問5 空欄[キ]に最も適する語句を、書け。

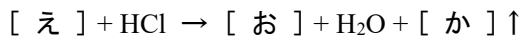
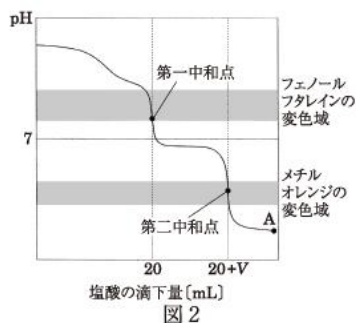
問6 水酸化ナトリウム水溶液を 14mL まで滴下していったとき、滴下量と混合水溶液の pH との関係を示す曲線として最も適するものを、次の①～⑥から選べ。



(2018 名城大)

6. 次の文章を読み、(1)～(3)に答えよ。

(a) 水酸化ナトリウム NaOH と炭酸ナトリウム Na₂CO₃ の混合水溶液 25mL を、 $5.00 \times 10^{-2} \text{ mol/L}$ 塩酸 HCl を使って中和滴定したところ、図2の滴定曲線が得られた。第1中和点はフェノールフタレインで判別することができ、塩酸 20.0mL を滴下したところで水溶液が[あ]色から[い]色へと変化した。第2中和点は判別するために混合水溶液にメチルオレンジを加えてさらに V[mL] の $5.00 \times 10^{-2} \text{ mol/L}$ 塩酸を滴下したところ、水溶液が黄色から[う]色へと変化した。第1中和点から第2中和点までに起こる反応は下記のように表される。



(1) [あ]～[う]にあてはまる適切な語句を答えよ。

(2) [え]～[か]に入る適切な化学式を答えよ。

(3) 図2の滴定操作の途中に気体となった[か]と、図2のAの溶液に大過剰の濃塩酸を加えて気体となった[か]の体積の合計は標準状態で 5.6mL であった。下線部(a)の混合水溶液の NaOH および Na₂CO₃ のモル濃度を、それぞれ有効数字 2 桁で答えよ。なお、気体は理想気体として取り扱えるものとする。

(2018 北海道大)

7. 次の文章を読み、以下の問い(問1～6)に答えなさい。

水溶液 A～C の溶質は、それぞれアンモニア、硝酸アンモニウム、水酸化ナトリウム、水酸化バリウム、炭酸ナトリウムのうちのいずれかである。水溶液 A～C について、以下の実験 1～4 をそれぞれ行った。

実験 1 : ガラス棒の先端に濃塩酸を付けて、1mol/L の水溶液 A～C に近づけたところ、水溶液 A のみ白煙を生じた。

実験 2 : 0.1mol/L の水溶液 A～C それぞれ 10mL に 0.1mol/L の硫酸水溶液 10mL を加えると、水溶液 C のみ白色沈殿が生成した。また、水溶液 B では気体が発生した。

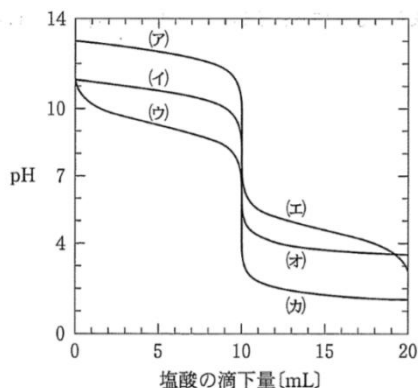
実験 3 : 0.10mol/L の水溶液 A を 10.0mL 入れたコニカルビーカーに、0.1mol/L の塩酸を滴下しながら溶液の pH を測定し、滴定曲線を作成した。

実験 4 : 15.0mL の水溶液 B を入れたコニカルビーカーに、0.10mol/L の塩酸を滴下しながら溶液の pH を測定し、滴定曲線を作成したところ、pH の急激な低下が 2 回観察された。2 回目の低下は、塩酸を 18.0mL 滴下したときにおこった。

問 1 水溶液 A～C の溶質として、適切な物質を選び化学式でかきなさい。

問 2 実験 1 で白煙が生じた反応の化学反応式をかきなさい。

問 3 下の図は、実験 3 で作成した滴定曲線である。中和点に達するまでの曲線(ア)～(ウ)と、中和点に達した後の曲線(エ)～(カ)の組み合わせとして、最も適切なものを次の(1)～(9)のうちから選び番号で答えなさい。



図

(1) (ア)－(エ)

(2) (ア)－(オ)

(3) (ア)－(カ)

(4) (イ)－(エ)

(5) (イ)－(オ)

(6) (イ)－(カ)

(7) (ウ)－(エ)

(8) (ウ)－(オ)

(9) (ウ)－(カ)

問4 実験4で観察された第一段階の中和反応と第二段階の中和反応を表すイオン反応式をそれぞれかきなさい。

問5 実験4における水溶液Bの濃度は何 mol/L か、有効数字2けたで答えなさい。計算過程も示しなさい。また、2回目の pH の急激な変化を検出するのに適した指示薬を一つかきなさい。

問6 0.15mol/L の水溶液 C 10.0mL に 0.10mol/L の硫酸水溶液を 10.0mL 加えて、よく攪拌した。この水溶液の pH は 25°C でいくらか、小数第一位まで答えなさい。計算過程も示しなさい。なお、水溶液中で C は完全に電離しているものとし、沈殿生成にともなう溶液の体積変化はないものとする。

また、必要であれば $\log_{10} 2 = 0.30$, $\log_{10} 3 = 0.48$ を用いなさい。

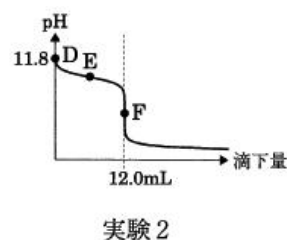
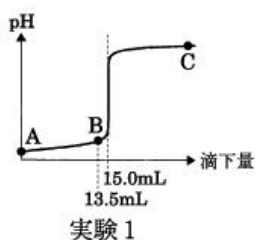
(2018 千葉大)

8. 中和滴定の実験1および2を25°Cで行い、それぞれ図のような滴定曲線を得た。下の問いに答えよ。ただし、強酸および強塩基の水溶液中での電離度は1とする。

実験1 純水に気体の塩化水素を

吹き込んで得られた水溶液①を 10.0mL はかり取り、1.00mol/L の水酸化ナトリウム水溶液を滴下しながら pH を測定した。

実験2 純水に気体のアンモニアを吹き込んで得られた水溶液②を 10.0mL はかり取り、水溶液①を滴下しながら pH を測定した。



問 次の記述のうち、正しいものはどれか。

1. A 点の溶液の pH の値は 0.5 より大きい。
2. B 点の溶液の pH の値は 1 より大きい。
3. C 点の溶液から滴下量を増やしていくと、pH は 14 より大きくなる。
4. D 点の溶液におけるアンモニアの電離度は 0.01 より大きい。
5. E 点の溶液は緩衝作用を示す。
6. F 点の溶液の pH の値は温度を変えても変化しない。

(2018 東京工業大)

9. 次の文章を読み、問1～問5に答えなさい。

以下のようにして食酢中の酢酸の濃度を求めた。

操作1 水酸化ナトリウムの固体を純水に溶かし、水酸化ナトリウム水溶液を調製した。さらに、この水溶液をビュレットから滴下できるように準備した。

操作2 純度の高いシュウ酸二水和物を溶かした水溶液に、操作1で準備したビュレットから水酸化ナトリウム水溶液を滴下して中和滴定した。その結果、この水溶液中の水酸化物イオンの濃度が0.102mol/Lであることがわかった。

操作3 ホールピペットとメスフラスコを用いて、食酢を純水で10.0倍に希釈した。

操作4 操作3で調製した希釈後の食酢10.0mLを、ホールピペットを用いてビーカーに入れ、これに操作1で準備したビュレットから水酸化ナトリウム水溶液を滴下して中和滴定した。滴定開始前と滴定終点でのビュレット内の水酸化ナトリウム水溶液の液面は、図1のようになっていた。なお、図1のビュレットの最小の目盛りは、0.1mLである。

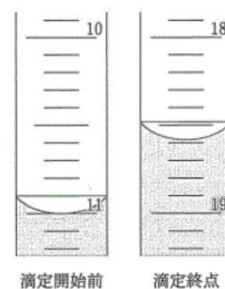
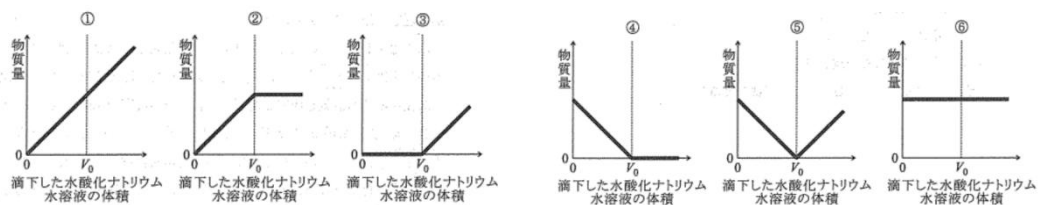


図1

問1 滴定と滴定終点でのビュレットの目盛りを、それぞれ図1から読み取りなさい。

問2 操作1～4の結果から、希釈前の食酢中の酢酸の濃度を mol/L の単位で、有効数字3桁で求めなさい。計算過程も示しなさい。

問3 操作4のように、希釈した食酢に水酸化ナトリウム水溶液を滴下していくとき、ビーカー中の酢酸、酢酸イオン、ナトリウムイオン、水酸化物イオンの物質量は滴下した水酸化ナトリウム水溶液の体積によってどのように変化するか。最も適したグラフを図2の①～⑥からそれぞれ選びなさい。ただし、図2の中の V_0 は、中和点に達したときの水酸化ナトリウム水溶液の体積を表す。希釈した食酢において、酢酸の電離度は約0.01であるとする。



問4 水酸化ナトリウムの固体は、空気中の二酸化炭素や水蒸気を吸収しやすい。このため、操作2を行って水溶液中の水酸化物イオンの濃度を調べた。水酸化ナトリウムの固体の性質た操作2について、次の(1)～(3)に答えなさい。

(1) 水酸化ナトリウムの固体が空気中の二酸化炭素を吸収することによっておこる変化を、化学反応式で示しなさい。

(2) 水酸化ナトリウムの固体による水蒸気の吸収が進むと、水酸化ナトリウムの一部

が水溶液になる。この変化を何と呼ぶか、答えなさい。

(3) 次の文章の[ア]～[エ]に入る適切な語句を、下の(あ)～(う)から選びなさい。

水酸化ナトリウムの固体が空気中の二酸化炭素や水蒸気を吸収すると、固体の質量は[ア]。したがって、ある質量の固体をはかりとったとき、二酸化炭素や水蒸気を吸収した固体に含まれる実際の水酸化物イオンの物質量は、固体が水酸化ナトリウムだけを含んでいると考えた場合よりも[イ]。このため、操作2でわかった水酸化物イオンの濃度は、固体が純粋な水酸化ナトリウムであると仮定して求めた水酸化物イオンの濃度よりも[ウ]。この結果、問2で求めた食酢中の酢酸の濃度は、操作2を行わずに求めた濃度よりも[エ]。

- (あ) 小さくなると予測される (い) 大きくなると予測される
(う) 小さくなるか大きくなるか予測できない

問5 操作4で用いたオールピペットとビーカーについて、次の(1)および(2)に答えなさい。

(1) ホールピペットとビーカーの内部が純粋でぬれたままになっていたとき、それぞれどのような処理をして実際に使用したら良いか、適切な処理を次の(A)～(E)から選びなさい。

- (A) そのまま使用する。
(B) 操作1で調製した水酸化ナトリウム水溶液で共洗いする。
(C) 操作2で使用したシュウ酸水溶液で共洗いする。
(D) 希釈前の食酢で共洗いする。
(E) 操作3で調製した、希釈後の食酢で共洗いする。

(2) ホールピペットとビーカーそれぞれについて、(1)で(A)を選んだ場合は、×を記しなさい。さらに、内部が純水で濡れたままでよい理由を、30字以内で記しなさい。また、(1)で(B)～(E)を選んだ場合は、選んだ処理を行わずに中和滴定を行ったとき酢酸の濃度はどのようになるか。次の(a)～(c)からそれぞれ選びなさい。さらに、その記号を選んだ理由を、30字以内で記しなさい。

- (A) 実際の酢酸の濃度よりも小さくなると予測される
(B) 実際の酢酸の濃度よりも大きくなると予測される
(C) 実際の酢酸の濃度よりも小さくなるか大きくなるか予測できない

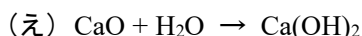
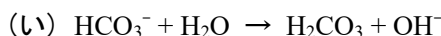
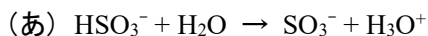
(2018 金沢大)

10. 酸に関する次の文章を読み、問1～問5の答えを解答に記入せよ。

アレニウスの定義によれば、酸とは、水に溶けて水素イオンを生じる物質である。生成した水素イオンは、水溶液中では水分子から[ア]を受け取り、配位結合を形成してオキソニウムイオンとなる。酸の定義としては、ブレンステッド・ローリーの定義やルイスの定義も知られている。工業的に利用される酸の一つである硫酸は、接触法と呼ばれる方法で合成される。現在は、主に石油の精製工程の[イ]により副産物として回収される硫黄が原料に用いられるが、かつては黄鉄鉱(FeS_2)が用いられていた。(a)原料に黄鉄鉱を用いる場合、まず、黄鉄鉱を燃焼させて SO_2 を得る。次に、[ウ]を触媒に用いて、 SO_2 をさらに酸化し[エ]にする。[エ]を水に溶かすと硫酸が得られる。

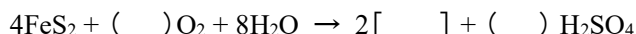
問1 [ア]～[エ]にあてはまる最も適切な語句または化学式をそれぞれ記せ。

問2 次の(あ)～(か)の反応のうち、下線をつけた物質が、ブレンステッド・ローリーの定義による酸としてはたらいっているものをすべて選び、記号で答えよ。



問3 硫酸の合成に関する以下の(1)～(3)の問いに答えよ。

(1) 下線部(a)の三段階の反応を一つにまとめた以下の化学反応式について、()に適切な係数を、[]に適切な化学式をそれぞれ入れて完成せよ。



(2) (1)の反応により、5.4kgの FeS_2 を用いて硫酸を合成するときに必要な酸素の物質量(mol)はいくらか。有効数字2桁で求めよ。

(3) (2)の反応で得られる質量パーセント濃度98%の濃硫酸の質量(kg)はいくらか。有効数字2桁で求めよ。

問4 硫酸は2価の酸であり、水溶液中では次の式①および②のように二段階で電離している。



以下の(1)～(3)の問いに答えよ。なお、温度にかかわらず、式①の電離度は1.0とする。

(1) 硫酸水溶液中の全水素イオンのモル濃度 $[\text{H}^+]$ を、 HSO_4^- のモル濃度 $[\text{HSO}_4^-]$ と SO_4^{2-} のモル濃度 $[\text{SO}_4^{2-}]$ を用いて表せ。

(2) 25°Cにおけるモル濃度 $1.0 \times 10^{-2} \text{ mol/L}$ の硫酸水溶液の第二段階の電離度を有効数字 2 桁で求めよ。なお、25°Cにおける式②の電離定数は $1.0 \times 10^{-2} \text{ mol/L}$ とする。

(3) 25°Cにおいて $\text{pH} = 2.0$ となる硫酸水溶液のモル濃度 (mol/L) を有効数字 2 桁で求めよ。なお 25°Cにおける式②の電離定数は $1.0 \times 10^{-2} \text{ mol/L}$ とする。

問5 酸 A～C は、過塩素酸, 塩酸, フッ化水素酸, ヨウ化水素酸, リン酸, 硫酸酸, 硝酸のいずれかである。A～C を用いて、次の操作①～④を行った。以下の(1)～(3)の問いに答えよ。

① A～C を含むそれぞれの水溶液に硝酸銀水溶液を加えたところ、A と C の水溶液で白色沈殿が生じた。

② A～C を含むそれぞれの水溶液に塩化バリウム水溶液を加えたところ、A の水溶液のみで白色沈殿が生じた。

③ A を含む水溶液にニクロム酸カリウム水溶液と還元剤を加えたところ、暗緑色になった。

④ A と B の濃厚混合水溶液を木綿に作用させると火薬の原料が得られた。

(1) A～C は何か。名称をそれぞれ記せ。

(2) 操作③で生じた暗緑色を示すイオンを、イオン式で記せ。

(3) 操作④で得られる物質の名称を記せ。

(2018 広島大)

11. 次の文章を読んで、後の問いに答えなさい。

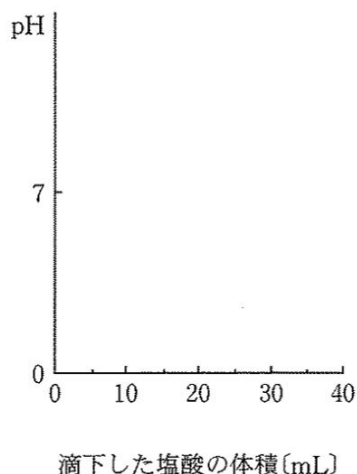
NaOH の水溶液に二酸化炭素を吹き込んで、NaOH と Na_2CO_3 を含む水溶液を作成した。①その水溶液の 10mL を正確に量り取り、コニカルビーカーに入れ指示薬 A を加え、②0.50mol/L の塩酸を滴下したところ、25mL 加えたところで 1 回目の中和点に達した。さらに、指示薬 B を加え、同じ濃度の塩酸を滴下したところ、1 回目の中和点からさらに 10mL を加えたところで 2 回目の中和点に達した。

問1 下線部①と下線部②の操作で用いる適切なガラス器具名を、それぞれ答えなさい。

問2 塩酸を滴下し始めてから一回目の中和点までに起こる反応の反応式を、2 つ書きなさい。

問3 1 回目の中和点から 2 回目の中和点までに起こる反応の反応式を 1 つ書きなさい。

問4 この中和滴定における滴定曲線の模式図を描きなさい。さらにその曲線上に1回目の2回目の中和点を●印で、それぞれ示しなさい。



問5 指示薬 A と B として適切な指示薬を、それぞれ答えなさい。

問6 最初に作成した NaOH と、 Na_2CO_3 を含む水溶液中の NaOH と Na_2CO_3 の濃度 (mol/L) を、それぞれ有効数字 2 桁で求めなさい。計算過程も示しなさい。

(2018 山口大)

12. 中和滴定法を用いて重金属の定量を行う。硫酸銅(Ⅱ) CuSO_4 の濃度 a [mol/L] 水溶液 20mL に充分な量の① H_2S ガスを通じて沈殿を得た。この沈殿をろ過し、ろ液を得た。②このろ液を充分に加熱した後、メチルオレンジを指示薬として、中和滴定を行った。中和には水酸化ナトリウム NaOH の 0.10mol/L 水溶液が 50mL 必要であった。この結果より、③硫酸銅(Ⅱ)水溶液の濃度 a [mol/L] を決定できる。

次に、中和滴定法を用いてアンモニウム塩の定量を行う。 b [g] の塩化アンモニウム NH_4Cl を水に溶かし、20mL とした。この溶液に水酸化ナトリウム NaOH の 0.10mol/L 水溶液を 50mL 添加し、④充分に加熱した。この溶液をフェノールフタレインを指示薬として 0.10mol/L 塩酸で滴定すると、中和に 20mL を要した。この結果より、⑤塩化アンモニウム NH_4Cl の質量 b [g] を決定できる。

問1 下線部①について、この反応の化学反応式を書け。

問2 下線部①について、「 H_2S ガスを通じる」という実験操作を行うとき実験者が最も注意すべき点を 1 つ書け。

問3 下線部②について、この操作は何のために行っているのか簡潔に説明せよ。

問4 下線部③について、 $a[\text{mol/L}]$ の値を有効数字2桁で求めよ。

問5 下線部④について、もしこの操作を行わなかったら、中和に要する 0.10mol/L 塩酸の量はどのように変化するか。また、その理由も簡潔に答えよ。

問6 下線部⑤について、 $b[\text{g}]$ の値を有効数字2桁で求めよ。

(2016 和歌山県立医科大)

13. 以下の記述を読み、(1)から(4)の各問いに答えなさい。なお「化学種」とは、原子，分子，イオン，化合物，原子団など全体を指す概念である。

酸・塩基反応において、アレニウスの定義よりもブレンステッド・ローリーの定義の方が汎用性が高く、適用範囲が広い。例えば硫酸中に酢酸を混合すると、



の平衡が成り立つことが知られている。このとき、右向きの反応においてアレニウスの定義ではどの化学種が塩基に相当するか不明瞭だが、ブレンステッド・ローリーの定義では[ア]を酸、[イ]を塩基として取り扱うことができる。

また、水溶液の酸性の強さはpH(水素イオン指数)で表される。pHの大きさはいくつかの要素に依存するが、強酸と弱酸の違いは主に酸の[ウ]によって決まる。[エ]を考慮すると、一定の温度では水素イオン濃度と水酸化物イオン濃度の積は一定の値を取るため、pHは塩基性の強さを示す指標にもなる。

実際の滴定を行う上では濃度既知の標準溶液が必要になるが、塩基の標準溶液として①固体の水酸化ナトリウムの質量を正確にはかりとって溶液を調製することは行わない。まず、濃度既知の酸の一次標準溶液を用いて水酸化ナトリウム水溶液の濃度を決定し、次にこれを二次標準溶液として濃度未知の酸の水溶液を滴定する。

(1) [ア],[イ]に当てはまる適切な化学種はどれか。該当する最も適切な番号を解答群から選びなさい。

解答群 1 H_2SO_4 2 CH_3COOH 3 HSO_4^- 4 $\text{CH}_3\text{COOH}_2^+$ 5 H^+ 6 OH^-

(2) [ウ],[エ]に当てはまる最も適切な語句を解答群から選びなさい。

解答群 1 価数 2 還元 3 酸化 4 指示薬 5 正電荷 6 中和反応
7 電離度 8 負電荷 9 変色域 10 水のイオン積

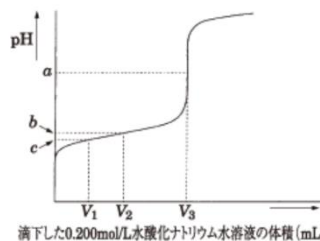
(3) 下線①の理由として最も適切なものを解答群から2つ選びなさい。解答順は問わない。

解答群

- 1 水酸化ナトリウム水溶液の中和点は塩基性側に偏るから。
- 2 水酸化ナトリウムは1価の塩基であるから。
- 3 水酸化ナトリウムは空气中で潮解するから。
- 4 水酸化ナトリウムは空气中の二酸化炭素と反応するから。
- 5 水酸化ナトリウムは水溶液中で完全電離するから。
- 6 水酸化ナトリウムは水に溶解すると発熱するから。

(2018 東京理科大)

14. カルボキシル基をもつ1価の弱酸 A $8.00 \times 10^{-2} \text{ mol/L}$ を、 200 mL の水に溶かした水溶液 I がある。この水溶液 I を 20.0 mL ビーカーにとり、 0.200 mol/L の水酸化ナトリウム水溶液で中和滴定を行い、右図の滴定曲線が得られた。以下の問1～3に答えよ。必要であれば、 $\log_{10} 2 = 0.301$, $\log_{10} 3 = 0.4771$ を用いよ。



問1 弱酸 A の電離定数は、 $2.50 \times 10^{-5} (\text{mol/L})$ であった。

0.200 mol/L の水酸化ナトリウム水溶液で滴定する前の水溶液の pH はいくらか。有効数字3桁で答えよ。

問2 滴下した水酸化ナトリウム水溶液の体積が $V_3 (\text{mL})$ のとき、 $\text{pH} = a$ (中和点) であった。 V_3 はいくらか。有効数字3桁で答えよ。

問3 上図の滴定量 $V_1 (\text{mL})$, $V_2 (\text{mL})$, $V_3 (\text{mL})$ には、 $4V_1 = V_3$, $2V_2 = V_3$ の関係があったとする。 $V_1 (\text{mL})$ から $V_2 (\text{mL})$ までの滴下量の増加に伴う pH の変化量 ($b - c$) はおよそいくらか。有効数字2桁で答えよ。

(2018 東邦大)

15. 次の文章を読み、問1～問7に答えなさい。

硫酸ナトリウム , ①硫酸アンモニウム , 塩化アンモニウムが均一に混合された試料があった。この試料におけるそれぞれの塩の含量を調べるため、次の実験を行った。

この試料 58.0 g をビーカーに量り取り、適量の水でよく混合した。その水溶液を 1 L

の(あ)にすべて入れ。さらに水を加えてちょうど 1.00L とし、この溶液をよく混合した。この後、溶液 20.00mL を三角フラスコに(い)で正確に量り取り、十分量の②物質 M を加えた後、溶液を加熱して③アンモニアを発生させた。④この発生したアンモニアをすべて 0.200mol/L の塩酸 100.00mL 中に回収した。⑤このアンモニアを回収した塩酸を、1.00mol/L の水酸化ナトリウム水溶液で滴定したところ、中和に 6.00mL を要した。

一方、アンモニアを発生し終えた溶液を冷却し、十分量の硝酸銀水溶液を加えたところ、白色の沈殿が生じた。この白色沈殿を回収し、水分を除いたところ、その白色沈殿の質量は 0.861g であった。なお、この白色沈殿は、溶液に全く溶解しないものとする。

問 1 (あ),(い)に入る適切な器具の名称を、それぞれ答えなさい。

問 2 下線部①の硫酸アンモニウムは、どのような塩か答えなさい。酸性塩であれば A と、塩基性塩であれば B と、どちらでもなければ X と書きなさい。

問 3 下線部②の物質 M として適切なものも下から選び、(ア)~(カ)の記号で答えなさい。

(ア) 塩酸 (イ) 炭酸ナトリウム (ウ) 水酸化ナトリウム
(エ) 白金 (オ) 酸化鉄(Ⅱ) (カ) 塩化鉄(Ⅲ)

問 4 下線部③で起こった反応を反応式で答えなさい。

問 5 下線部④で回収したアンモニアが気体として、27°C , 1000hPa 状態で存在するとき、何 L の体積を占めるか有効数字 3 桁で答えなさい。

問 6 下の(ア)~(ウ)に示す 3 種類の変色域を持つ指示薬のうち、下線部⑤の中和滴定で、最も適切な変色域を持つ指示薬を選び、(ア)~(ウ)の記号で答えなさい。

(ア) pH 4.5~6.5 (イ) pH6.5~8.5 (ウ) pH8.5~10.5

問 7 試料 58.0g 中に含まれていた硫酸ナトリウム , 硫酸アンモニウム , 塩化アンモニウムの質量はそれぞれ何 g か。それぞれ小数点以下 1 桁で答えなさい。

(2018 関西医科大)

16. 水酸化ナトリウムと炭酸ナトリウムの混合水溶液がある。この混合水溶液に含まれる水酸化ナトリウムと炭酸ナトリウムのそれぞれのモル濃度を求めるために次の実験を行った。

水酸化ナトリウムと炭酸ナトリウムの混合水溶液 20.0mL に少量のフェノールフタレイン溶液(変色域, pH8.0~9.8)を加え、0.100mol/L の希塩酸で滴定したところ、赤色の消失までに 20.0mL を要した。続いて、この水溶液に少量のメチルオレンジ溶液を加えた。その後、同じ希塩酸で滴定を続けたところ、赤色になるまでにさらに 10.0mL を要した。

問 1 下線の中和滴定の過程で起こる反応を化学反応式で表せ。

問 2 最初の混合水溶液の水酸化ナトリウムおよび炭酸ナトリウムの濃度はそれぞれ何 mol/L か。有効数字 2 桁で答えよ。

(2018 愛知医科大)

17. 中和滴定により食酢中の酢酸を定量する実験手続について、以下の文章を読み、各問いに答えよ。

実験 1 : シュウ酸標準溶液による水酸化ナトリウム NaOH 水溶液の濃度決定

(1) 水酸化ナトリウム(粒状)を電子天秤で 0.80g 量り取ってビーカー中で水に溶かしメスフラスコへ移して水を加えて、水溶液を 200mL 調製する。

(2) この①水酸化ナトリウム水溶液の正確な濃度を求めるため、②シュウ酸二水和物(COOH)₂·2H₂O を電子天秤で量り取ってビーカー中で水に溶かし、メスフラスコへ移して水を加えて、0.0500mol/L シュウ酸標準溶液を 500mL 調製する。

(3) 調製したシュウ酸標準溶液から 10.0mL をホールビペットで正確に取り、コニカルビーカーに入れ、指示薬として③フェノールフタレイン溶液を 1~2 滴加える。

(4) 上記の(1)で調製した水酸化ナトリウム水溶液をビュレットに移して滴下し、数回振り混ぜても薄い赤色が消えない点をもって終点とする。④この時の滴定量を求める。

実験 2 : 食酢中の酢酸の定量

食酢をホールビペットで 10.0mL 取り、水で薄めて正確に 100mL とする。この水溶液をホールビペットで 10.0mL 取り、コニカルビーカーに入れる。フェノールフタレイン溶液 1~2 滴を加えて、上記の実験 1 の(1)で調製した水酸化ナトリウム水溶液で滴定する。⑤この時の滴定量を求める。

問 1 上記の実験において、使用するメスフラスコ , ホールビペット , コニカルビー

カー、ビュレットをきれいに水で洗った後、十分に乾燥していないとする。正確な滴定をするためにはどのようにしたらよいか。4つの器具のうち、次の(1)から(4)に当てはまるものの名称をすべて記せ。ただし同じ器具を繰り返し記してもよい。また、該当する器具がないときは「なし」と答えること。

- (1) 必ず乾燥した状態で用いなければならない。
- (2) 水に濡れたまま用いてよい。
- (3) 使用する酸の水溶液で共洗いして用いる。
- (4) 使用する水酸化ナトリウム水溶液で共洗いして用いる。

問2 下線①に関して、水酸化ナトリウムを天秤で 0.80g 量り取ったのにもかかわらず、シュウ酸を用いて濃度を決定する理由を説明せよ。

問3 下線②に関して、シュウ酸二水和物は何 g 量り取ればよいか。計算の過程を示し、答えは有効数字 3 桁で求めよ。

問4 下線③の指示薬が「シュウ酸標準溶液と水酸化ナトリウム水溶液」および「酢酸水溶液と水酸化ナトリウム水溶液」の滴定に適している理由を説明せよ。

問5 下線④の定量が 10.10mL のとき、この水酸化ナトリウム水溶液のモル濃度はいくらか。計算の過程を示し、答えは有効数字 3 桁で求めよ。

問6 下線⑤の定量が 7.27mL のとき、薄めた食酢中における酢酸のモル濃度はいくらか。計算の過程を示し、答えは有効数字 3 桁で求めよ。

問7 元の食酢 1.00L 中に含まれる酢酸の質量は何 g か。また、食酢中の酸がすべて酢酸であるとして、質量パーセント濃度はいくらか。各々について計算の過程を示し、答えは有効数字 3 桁で求めよ。ただし、食酢の密度は 1.00g/cm^3 とする。

(2017 弘前大)

18. 次の文章を読み、下の(1)~(3)の問いに答えなさい。

酸と塩基との反応により生じる塩は[ア],[イ],[ウ]に分類できる。この分類は、塩の組成式に酸のHや塩基のOHが残っているかで分類される形式的なもので、塩の水溶液の性質とは無関係である。例えば、[A]や[B]は、硫酸ナトリウムと同様に[ア]に分類されるが、[A]の水溶液は酸性を示し、[B]の水溶液は塩基性を示す。また、[C]や[D]は、[イ]に分類されるが、[C]の水溶液は酸性を示し、[D]の水溶液は塩基性を示す。

(1) 空欄[ア]~[ア]それぞれに当てはまる適切な語句を記しなさい。

(2) 空欄[A]~[D]それぞれに当てはまる適切な塩を次の中から一つずつ選び、組成式を記しなさい。

塩化ナトリウム，炭酸水素ナトリウム，硫酸水素ナトリウム，硝酸カリウム，
炭酸ナトリウム，塩化アンモニウム

(3) 質量 $a(\text{g})$ の塩化ナトリウムと $b(\text{g})$ の硫酸ナトリウムを $x(\text{mL})$ の水に溶かした。この水溶液の密度を $d(\text{g}/\text{cm}^3)$ ，水の密度を $D(\text{g}/\text{cm}^3)$ ，塩化ナトリウムと硫酸ナトリウムの式量をそれぞれ MA, MB としたとき、この水溶液中のナトリウムイオンのモル濃度を、 a, b, x, D, MA, MB を用いた式で記しなさい。

(2017 山形大)

19. 中和滴定の実験 1～3 を行った。

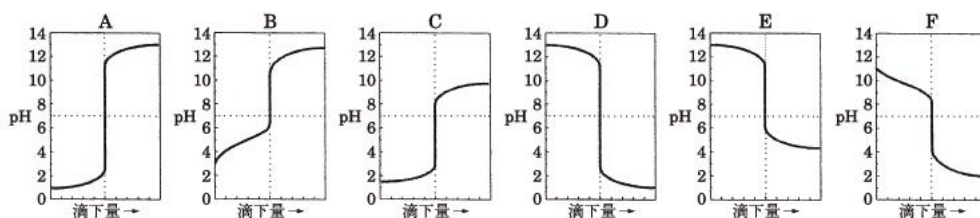
実験 1 0.10mol/L の水酸化ナトリウム水溶液を、0.10mol/L の塩酸で中和滴定した。

実験 2 0.10mol/L の酢酸水溶液を、0.10mol/L の水酸化ナトリウム水溶液で中和滴定した。

実験 3 0.10mol/L のアンモニア水を、0.10mol/L の塩酸で中和滴定した。

(1) 0.10mol/L の塩酸は、質量パーセント濃度が 36% の濃塩酸(密度 1.2g/cm^3)を用いてつくられた。この濃塩酸のモル濃度を求め、有効数字 2 桁で記せ。また、0.10mol/L の塩酸を 500mL つくるのに必要な濃塩酸の体積を求め、有効数字 2 桁で記せ。

(2) 実験 1～3 の結果として得られる滴定曲線について、適切なものを次の A～F より選び、それぞれ記号で記せ。



(3) 実験 1～3 のそれぞれで用いる指示薬について、適切な記述を次のあ～えより選び、記号で記せ。

あ メチルオレンジは使用できるが、フェノールフタレインは適さない。

い メチルオレンジは適さないが、フェノールフタレインは使用できる。

う メチルオレンジとフェノールフタレインのどちらも使用できる。

え メチルオレンジとフェノールフタレインのどちらも適さない。

(2017 岡山大)

20. 濃度が不明な水酸化ナトリウムと炭酸ナトリウムが混ざった水溶液がある。それぞれの濃度を求めるために以下の実験を行った。各問いに答えよ。

実験 1

- (1) 正確に調製した 0.05mol/L のシュウ酸水溶液をホールピペットで 10mL はかりとって、コニカルビーカーに入れた。指示薬として [ア] を数滴加えた。
- (2) 約 0.1mol/L の水酸化ナトリウム水溶液をビュレットに入れて、コニカルビーカーに入れたシュウ酸水溶液の中和滴定を行った。滴定を数回繰り返し平均滴下量を求めた結果、 10.23mL となった。

実験 2

- (1) 市販の濃塩酸を希釈して、約 0.1mol/L の溶液を調製し、それをホールピペットで 10mL はかりとって、コニカルビーカーに入れた。指示薬として [ア] を数滴加えた。
- (2) 実験 1 で調製した水酸化ナトリウム水溶液をビュレットに入れて、コニカルビーカーに入れた塩酸の中和滴定を行った。滴定を数回繰り返し平均滴下量を求めた結果、 10.47mL となった。

実験 3

- (1) 水酸化ナトリウムと炭酸ナトリウムが混ざった水溶液をホールピペットで 10mL はかりとって、コニカルビーカーに入れ、指示薬として [ア] を数滴加えた。
- (2) 実験 2 で濃度を決定した塩酸をビュレットに入れて、水酸化ナトリウムと炭酸ナトリウムが混ざった水溶液に滴下した。指示薬 [ア] が変色した時点で一旦滴下をやめ、塩酸の滴下量を調べた。
- (3) 滴下量を調べた後、指示薬 [イ] をコニカルビーカーに数滴加えて、再び塩酸を滴下し、指示薬 [イ] が変色した時点で滴下をやめ、塩酸の滴下量を調べた。

問 1 なぜ、最初から水酸化ナトリウムを正確にはかって、 0.100mol/L の溶液を調製し滴定実験を行わないのか、その理由を答えよ。

問 2 実験 1 の(2)と実験 2 の(2)の結果から、塩酸の濃度を計算過程とともに答えよ(有効数字 3 桁)。

問 3 [ア], [ア] には、指示薬名が入る。それぞれ適切な指示薬名を答えよ。

問 4 実験 3 において、[ア] が変色するまでの反応と、[イ] が変色するまでの反応を、それぞれ化学反応式で記せ。

問5 実験3において、[ア]が変色するまでの塩酸の平均滴下量は13.36mL、その後[イ]が変色するまでの塩酸の平均滴下量は4.61mLであった。水酸化ナトリウムと炭酸ナトリウムそれぞれの濃度を計算過程とともに答えよ(有効数字3桁)。

(2017 高知大)

解答

1. 2019 群馬大

- 問1 ア ⑦ ホールピペット イ ② メスフラスコ ウ ① コニカルビーカー
エ ⑤ ビュレット 問2 イ, ウ 問3 ② ⑤ ⑦ 問4 ②
問5 赤色から黄色 問6 0.110mol/L

2. 2019 信州大

- 問1 ア アンモニアソーダ(ソルベール) イ 塩基 ウ ホールピペット
エ ビュレット 問2 電離で生じる CO_3^{2-} が加水分解して、 OH^- を生じるから
 $\text{CO}_3^{2-} + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{HCO}_3^- + \text{OH}^-$ 問3 $2\text{NaOH} + \text{CO}_2 \rightarrow \text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{H}_2\text{O}$
問4 $\text{HCl} + \text{NaOH} \rightarrow \text{NaCl} + \text{H}_2\text{O}$ $\text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{HCl} \rightarrow \text{NaHCO}_3 + \text{NaCl}$
問5 $\text{NaHCO}_3 + \text{HCl} \rightarrow \text{NaCl} + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2$
問6 水酸化ナトリウム $6.6 \times 10^{-2}\text{mol/L}$ 炭酸ナトリウム $1.4 \times 10^{-2}\text{mol/L}$
問7 メチルオレンジ 問8 (a) $K = \frac{[\text{H}^+][\text{A}^-]}{[\text{HA}]}$ (b) 左へ移動する
(c) $\frac{[\text{HA}]}{[\text{A}^-]} = 0.1$ のときの $\text{pH} = 10.52$ $\frac{[\text{HA}]}{[\text{A}^-]} = 10$ のときの $\text{pH} = 8.52$
(d) HA : 無色 A^- : 赤色

3. 2019 徳島大

- 問1 (A) ホールピペット (B) ビュレット (D) メスフラスコ
問2 $1.02 \times 10^{-1}\text{mol/L}$ 問3 (d) 問4 中和点では生じた CH_3COONa の加水分解により弱塩基性を示すので、変色域が塩基性側にあるフェノールフタレインを選ぶ。
問5 $3.00 \times 10^{-1}\text{mol/L}$ 問6 2.5 問7 NaOHは空気に触れると H_2O や CO_2 を吸収して質量や濃度が変わるので、使用の直前に濃度を測定する必要がある。

4. 2019 琉球大

- 問1 ホールピペット 問2 $2\text{NaOH} + \text{CO}_2 \rightarrow \text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{H}_2\text{O}$
問3 $\text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{BaCl}_2 \rightarrow \text{BaCO}_3 + 2\text{NaCl}$ 問4 赤色→無色 問5 イ
問6 エ 問7 オ

5. 2018 名城大

- 問1 ⑥ 問2 ⑥ 問3 ⑥ 問4 エ 7 オ 0 カ 1 問5 中和滴定
問6 ②

6. 2018 北海道大

- (1) あ 赤 い 無 う 赤 (2) え NaHCO_3 お NaCl か CO_2
(3) $\text{NaOH} : 3.0 \times 10^{-2}\text{mol/L}$ $\text{Na}_2\text{CO}_3 : 1.0 \times 10^{-2}\text{mol/L}$

7. 2018 千葉大

- 問1 A : NH₃ B : Na₂CO₃ C : Ba(OH)₂ 問2 NH₃ + HCl → NH₄Cl 問3 9
 問4 (第一段階) CO₃²⁻ + H⁺ → HCO₃⁻ (第二段階) HCO₃⁻ + H⁺ → H₂O + CO₂
 問5 6.0 × 10⁻² mol/L メチルオレンジ 問6 12.7

8. 2018 東京工業大

- 問 2, 5

9. 2018 金沢大

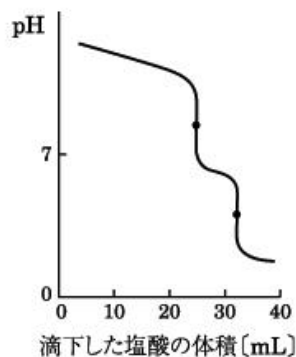
- 問1 開始前 : 11.0mL 滴定後 : 18.58mL 問2 0.773mol/L
 問3 酢酸 : ④ 酢酸イオン : ② ナトリウムイオン : ① 水酸化物イオン : ③
 問4 (1) 2NaOH + CO₂ → Na₂CO₃ + H₂O (2) 潮解 (3) ア い イ あ ウ あ
 エ あ 問5 (1) ホールピペット : E ビーカー : A (2) ホールピペット : a
 理由 : 操作 3 で希釈した食酢がホールピペット内の水で更に薄まるから。
 ビーカー : × 理由 : ホールピペットで測り取ったので酢酸の物質量は変わらないから。

10. 2018 広島大

- 問1 ア 非共有電子対 イ 脱硫 ウ V₂O₅ エ SO₃ 問2 あ , え , か
 問3 (1) 4FeS₂ + (15) O₂ + 8H₂O → 2[Fe₂O₃] + (8) H₂SO₄ (2) 1.7 × 10² mol
 (3) 9.0kg 問4 (1) [H⁺] = [HSO₄⁻] + 2[SO₄²⁻] (2) 0.41 (3) 3.7 × 10⁻³ mol/L
 問5 (1) A 硫酸 B 硝酸 C 塩酸 (2) Cr³⁺ (3) トリニトロセルロース

11. 2018 山口大

- 問1 ① ホールピペット ② ビュレット
 問2 HCl + NaOH → NaCl + H₂O
 Na₂CO₃ + HCl → NaHCO₃ + NaCl
 問3 NaHCO₃ + HCl → NaCl + H₂O + CO₂
 問4 右図
 問5 A フェノールフタレイン B メチルオレンジ
 問6 NaOH 0.90mol/L Na₂CO₃ 0.35mol/L



12. 2016 和歌山県立医科大

- 問1 CuSO₄ + H₂S → CuS + H₂SO₄ 問2 H₂S ガスをできるだけ吸わないように十分に喚起する。 問3 ろ液に残った H₂S ガスを取り除くため 問4 0.13mol/L
 問5 溶液内にアンモニアが存在するため塩酸の滴定量は増加する。 問6 0.16g

13. 2018 東京理科大

- (1) ア 1 イ 2 (2) ウ 7 エ 10 (3) (a) 3 (b) 4

14. 2018 東邦大

問1 2.50 問2 40.0mL 問3 0.48

15. 2018 関西医科大

問1 あ メスフラスコ い ホールピペット 問2 X 問3 ウ

問4 $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4 + 2\text{NaOH} \rightarrow \text{Na}_2\text{SO}_4 + 2\text{NH}_3 + 2\text{H}_2\text{O}$

$\text{NH}_4\text{Cl} + \text{NaOH} \rightarrow \text{NaCl} + \text{NH}_3 + \text{H}_2\text{O}$

問5 0.349L 問6 ア 問7 硫酸ナトリウム 15.5g

硫酸アンモニウム 26.4g 塩化アンモニウム 16.1g

16. 2017 愛知医科大

問1 $\text{NaHCO}_3 + \text{HCl} \rightarrow \text{NaCl} + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2$

問2 水酸化ナトリウム $5.0 \times 10^{-2} \text{ mol/L}$ 炭酸ナトリウム $5.0 \times 10^{-2} \text{ mol/L}$

17. 2017 弘前大

問1 (1) なし (2) メスフラスコ, コニカルビーカー (3) ホールピペット

(4) ビュレット 問2 水酸化ナトリウムには潮解性があるので、空気中の水分を吸い正確に秤量できないため。 問3 3.15g 問4 中和点で生じる塩がともに塩基性を示すので、変色域が塩基性であるフェノールフタレインを用いる必要がある。

問5 $9.90 \times 10^{-2} \text{ mol/L}$ 問6 $7.20 \times 10^{-2} \text{ mol/L}$ 問7 43.2g 4.32%

18. 2017 山形大

(1) ア 正塩 イ 酸性塩 ウ 塩基性塩 (2) A : NH_4Cl B : Na_2CO_3 C : NaHSO_4

D : NaHCO_3 (3) $\left(\frac{a}{MA} + \frac{2b}{MB} \right) \times \frac{1000d}{a+b+xD} (\text{mol/L})$

19. 2017 岡山大

(1) 濃度 : 12 mol/L 体積 : 4.2 mL (2) 1 D 2 B 3 F (3) 1 う 2 い 3 あ

20. 2017 高知大

問1 水酸化ナトリウムには潮解性がある上に、空気中の二酸化炭素とも反応するため、正確に物質量を定量できないため。 問2 0.102 mol/L

問3 ア フェノールフタレイン イ メチルオレンジ

問4 ア $\text{HCl} + \text{NaOH} \rightarrow \text{NaCl} + \text{H}_2\text{O}$ $\text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{HCl} \rightarrow \text{NaHCO}_3 + \text{NaCl}$

イ $\text{NaHCO}_3 + \text{HCl} \rightarrow \text{NaCl} + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2$ 問5 NaOH : 0.0895 mol/L

Na_2CO_3 : 0.0472 mol/L