

1] 溶解度と温度の関係 [2017 大阪工業大]

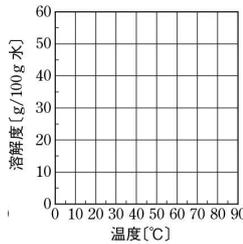
溶解度は、溶媒 100 g に溶ける物質の最大質量 [g] の数値で表される。表は、硫酸銅

(II) の水に対する溶解度と温度の関係を示している。数値の解答は有効数字 2 桁で示せ。

温度 [°C]	0	10	20	30	40	60	80
溶解度 [g/100 g 水]	14	17	20	24	29	40	56

(H=1.0, O=16, S=32, Cu=64)

(1) 横軸に温度、縦軸に溶解度を取り、硫酸銅 (II) の溶解度曲線をかけ。



(2) 25 °C における硫酸銅 (II) の溶解度はいくらか。

[ ] g/100 g 水

(3) 20 °C における硫酸銅 (II) の飽和水溶液の質量パーセント濃度は何 % か。

[ ] %

(4) 20 °C で水 100 g に硫酸銅 (II) を飽和させた水溶液に、さらに 15 g の硫酸銅 (II) 無水物を加え、かき混ぜながら加熱した。完全に溶けきったときの温度は何 °C か。

[ ] °C

(5) 60 °C の硫酸銅 (II) 飽和水溶液 70 g を 20 °C に冷却すると、硫酸銅 (II) 五水和物は何 g 析出するか。

[ ] g

2] 再結晶 [2014 順天堂大]

硫酸銅 (II) の水に対する溶解度 [g/100 g 水] は 30 °C で 25、60 °C で 40 である。次の問い (a), (b) に答えよ。(H=1.0, O=16, S=32, Cu=64)

(a) 60 °C での飽和硫酸銅 (II) 水溶液 210 g を 30 °C に冷却したら、硫酸銅 (II) 五水和物の結晶が析出した。析出した硫酸銅 (II) 五水和物は何 g か。最も近い値を一つ選べ。

- ① 19    ② 25    ③ 33    ④ 36    ⑤ 41    ⑥ 52

(b) 30 °C で結晶が析出しないようにするためには、初めの飽和水溶液に何 g の水を加えておけばよいか。正しいものを一つ選べ。

- ① 13    ② 30    ③ 40    ④ 60    ⑤ 80    ⑥ 90

3] 物質の溶解性 [2000 大阪市立大]

次の物質の水およびベンゼンに対する溶解性を調べる実験を行った。下の (1)~(3) に該当する物質の化学式を記し、それぞれの理由を 30 字以内で書け。

- (ア) 硫酸バリウム    (イ) 水酸化バリウム    (ウ) ショ糖    (エ) ヨウ素  
(オ) セルロース    (カ) ナフタレン    (キ) エタノール

(1) 水にはよく溶けるがベンゼンには溶けにくい物質。

[ ]  
理由[ ]

(2) ベンゼンにはよく溶けるが水には溶けにくい物質。

[ ]  
理由[ ]

(3) 水にもベンゼンにもよく溶ける物質。

[ ]  
理由[ ]

4] アンモニア水の体積 [1996 自治医科大]

水 100 g にアンモニアを吸収させて、アンモニア水溶液をつくったところ、アンモニアの濃度は重量パーセント濃度で表すと 28 % で、この溶液の密度は 0.89 g/mL であった。このとき、溶液の体積は何 mL か。

[ ] mL

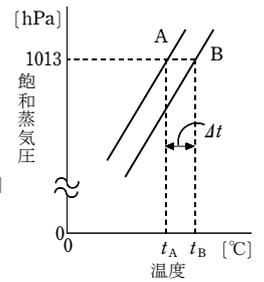
5] 塩の水和水 [1999 武庫川女子大]

ある塩は  $n$  個の水和水 (結晶水) をもち、100 g の水に  $Y$  [g] 溶ける。ただし、この塩の無水物の式量は  $M$  で、無水の塩は水 100 g に  $X$  [g] 溶ける。 $n$  の値を表す正しい式はどれか。

- ①  $\frac{M(Y-X)}{18X}$     ②  $\frac{100M(Y-X)}{X(100+Y)}$     ③  $\frac{100M(Y-X)}{18X(100+Y)}$   
④  $\frac{100M(Y+X)}{18X(100+Y)}$     ⑤  $\frac{100M(Y-X)}{1800}$

6] 蒸気圧降下と沸点上昇 [2007 広島工業大]

水および 0.10 mol/kg の尿素水溶液の飽和蒸気圧と温度の関係を調べると、右図のようになった。大気圧を 1013 hPa (=1.0 atm) とし、(1), (2) に答えよ。



(1) 次の (ア)~(エ) の記述のうち、誤りのあるものを一つ選び、記号を記せ。 [ ]

(ア) 水と尿素水溶液の沸点の差は  $\Delta t$  [°C] である。

(イ) 水の沸点は  $t_A$  [°C]、尿素水溶液の沸点は  $t_B$  [°C] である。

(ウ) 同じ温度では、尿素水溶液の飽和蒸気圧は水の飽和蒸気圧より小さくなる。

(エ) 0.10 mol/kg の塩化ナトリウム水溶液の飽和蒸気圧と温度の関係は、曲線 B と同じになる。

(2) 水とうすい非電解質水溶液の沸点の差は、水溶液の質量モル濃度 [mol/kg] に比例することが知られている。いま、0.10 mol/kg の尿素水溶液を用いて、水との沸点の差を測定すると、0.052 °C であることがわかった。ある非電解質の 9.0 g を水 100 g に溶かした水溶液と水との沸点の差は 0.26 °C であった。この非電解質の分子量を求めよ。 [ ]

7] 溶液の沸点・凝固点 [2013 香川大]

1 気圧 (1013 hPa) において水 1.00 kg に物質質量 1.00 mol の不揮発性物質が溶解している場合、水の沸点は 0.515 K 上昇し、凝固点は 1.85 K 低下するものとし、以下の問いに答えよ。(H=1.01, C=12.0, O=16.0, Ca=40.1, Cl=35.5)

問 1 1 気圧 (1013 hPa) において水 1.00 kg にスクロース ( $C_{12}H_{22}O_{11}$ ) を 20.0 g 溶解した場合の沸点上昇度 [K] を求めよ。 [ ] K

問 2 水 100 g に塩化カルシウムの無水物を 1.00 g 溶解した。塩化カルシウムは溶液中で完全に電離したものとす。

(1) 塩化物イオンおよびカルシウムイオンの物質量を求めよ。

塩化物イオン [ ] mol, カルシウムイオン [ ] mol

(2) この溶液の 1 気圧 (1013 hPa) における凝固点 [°C] を求めよ。 [ ] °C

問 3 水 50.0 g に分子量が未知の不揮発性物質 A を 0.985 g 溶解したところ、1 気圧 (1013 hPa) において水溶液の凝固点は純粋な水よりも 0.0723 °C 低くなった。物質 A は水溶液中で電離しないとした場合、物質 A の分子量を求めよ。 [ ]

8] 凝固点降下度 [2015 防衛医科大学校]

純溶媒および不揮発性物質の溶液を冷却したときの温度と冷却時間との関係 (冷却曲線) を図に示した。次の記述で正しいのはどれか。 [ ]

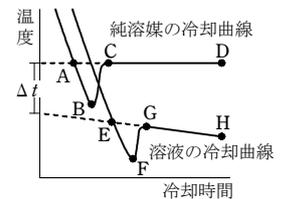
(1)  $\Delta t$  は純溶媒と溶液の凝固温度の差で凝固点降下度という。

(2) A → B および E → F は過冷却の状態であるが、過冷却の状態がなく凝固し始めることもある。

(3) C → D は純溶媒がすべて凝固したため一定の温度となっている。

(4) G → H は溶液がすべて凝固したため温度が一定の割合で下がり続けている。

(5) 凝固点降下度は、溶質の性質には関係せず溶液のモル濃度 [mol/L] に比例する。



9] 凝固点降下と電離度 [2014 名古屋大]

以下の文章中空欄 [ア]~[オ] にあてはまる最も適切な数式を記せ。

1 気圧 ( $1.0 \times 10^5$  Pa) において、質量モル濃度 0.1 mol/kg の塩化カルシウム水溶液 (電離度 = 1) の凝固点を測定したところ、A °C であった。したがって、水のモル凝固点降下  $k$  は、A を用いて  $k = \text{ア}$  °C · kg/mol と表される。

モル濃度  $C_0$  mol/L の一価の弱酸 (分子量  $M$ ) 水溶液がある。この弱酸の電離度を  $\alpha$  とすると、水溶液中のすべての溶質 (分子およびイオン) のモル濃度  $C_1$  は

$C_1 = \text{イ}$  mol/L となり、 $\text{pH} = \text{ロ}$  となる。また、この溶液の密度を  $d$  g/cm<sup>3</sup> としてモル濃度  $C_0$  を質量モル濃度  $C_2$  に換算すると、

$C_2 = \text{ハ}$  mol/kg となる。したがって、この水溶液の凝固点が T °C

(1 気圧) であるとする、この弱酸の電離度は、T, k, C<sub>2</sub> を用いて

$\alpha = \text{ニ}$  と表すことができる。このように、凝固点からも電離度を求めることができる。

10 蒸気圧曲線 [1996 東京薬科大]

図の曲線 a ~ e は、次の液体 A ~ 液体 E のいずれかの蒸気圧曲線である。

(液体 A) 水 100 g に 0.01 mol のブドウ糖を溶解した溶液

(液体 B) 水 100 g に 0.008 mol のショ糖を溶解した溶液

(液体 C) 水 100 g に 0.006 mol の塩化ナトリウムを溶解した溶液

(液体 D) 水 100 g に 0.005 mol の塩化カルシウムを溶解した溶液

(液体 E) 水 100 g

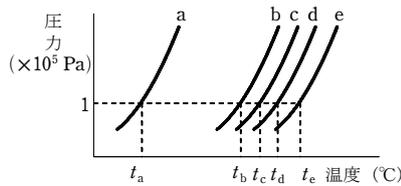
ただし、いずれの電解質も完全に電離しているものとする。

(1) 水 (液体 E) の蒸気圧曲線はどれか。a ~ e から選べ。 [ ]

(2) 液体 C の蒸気圧曲線はどれか。a ~ e から選べ。 [ ]

(3) 温度  $t_a$  と温度  $t_b$  の差は 0.0416 °C である。温度  $t_c$  と温度  $t_e$  の差は何 °C か。最も近い値を a ~ f から選べ。 [ ]

a 0.0052 b 0.0104 c 0.0260 d 0.0416 e 0.0520 f 0.0780



11 希薄溶液の性質による現象 [2000 千葉工業大]

次の (1) ~ (3) に関係のあるものをそれぞれ (ア) ~ (オ) の中から一つずつ選べ。

(1) 沸点上昇 (2) 凝固点降下 (3) 浸透圧 (浸透現象)

(ア) 高山の頂上で水を熱したところ 97 °C で沸騰した。

(イ) スケート靴をはいて氷のうえに立つと氷が融解してすべりやすくなる。

(ウ) 野菜を濃い食塩水に入れると細胞中の水が外に出てしなびた。

(エ) 冬期になると、凍結を防ぐために塩化カルシウムを路上にばらまく。

(オ) ショ糖を水に溶かした水溶液は純水よりも高い温度で沸騰し始める。

(1) [ ] (2) [ ] (3) [ ]

12 浸透圧 [2014 同志社大]

水分子だけを通す膜によって 3 つの部分に仕切られた図に示すような装置が水平な台におかれている。分子量が 750 の非電解質の化合物 A を溶かした水溶液と別の非電解質の化合物 B を溶かした水溶液を、それぞれ、図の装置の L と R に入れ、さらに真ん中の部分に蒸留水を入れて十分に時間が経過した後、全ての液面の高さを測定した。

このとき、L の溶液 100 mL 中の化合物 A の質量は

7.5 g、R の溶液 100 mL 中の化合物 B の質量は 6.0 g であった。L と R の溶液の高さは、それぞれ、 $H_L$  と  $H_R$  であり、蒸留水の部分の高さ  $h$  よりも高く、 $H_L - h = 1.2 \times (H_R - h)$  となった。このとき、化合物 B の分子量を求めよ。

ただし、全ての水溶液と蒸留水の温度と密度は同じであるとし、浸透圧は溶質のモル濃度に比例し、その比例定数は溶質の種類によらないものとせよ。 [ ]

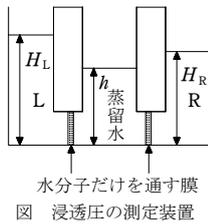


図 浸透圧の測定装置

13 コロイド溶液 [2014 琉球大]

調味料として使われるしょうゆは、でんぷん水溶液やせっけん水と同じコロイドである。そのため (a) 5 ~ 10 倍程度に水で薄めたしょうゆをガラス製のピーカーに入れ、レーザーポインターの光を照射すると、コロイド特有の「」現象が観測される。また、(b) 顕微鏡で光を当てながら薄めたしょうゆを観察すると、光る粒子が不規則に動く様子が観測できる。これを「」運動という。(c) 通常のしょうゆをセロハン製の袋に入れ、水に長時間浸すと塩分を低下させることができる。この操作を「」という。

コロイドは粒子の構造で分類できる。例えば、でんぷん水溶液やしょうゆなどに含まれるタンパク質のコロイド溶液は「」に分類され、せっけん水は「」に分類される。また、しょうゆなどの流動性のあるコロイドとは対照的に、ゆで卵や寒天などは加熱または冷却により流動性を失って全体が固まっている。このような状態を「」という。

(d) コロイド溶液に直流の電圧をかけると、コロイド粒子が一方の電極へ引き寄せられて移動する現象が観測される。この現象を「」という。

問 1 上の文章中の空欄 1 ~ 7 に入る最も適切な語句を記せ。

問 2 下線部 (a) の現象を最も適切に表す説明を、以下の (ア) ~ (ウ) の中から 1 つ選べ。 [ ]

(ア) しょうゆ全体が輝く (イ) ピーカーだけが輝く

(ウ) 光の通路が明るく見える

問 3 下線部 (b) について、コロイド粒子が不規則に動く理由を 35 字以内で答えよ。

[ ]

問 4 下線部 (c) について、しょうゆ中のコロイド粒子がセロハンを通らない理由を答えよ。

問 5 下線部 (d) の現象が起こる理由は、コロイド粒子が沈殿しないことや塩析・凝析と密接に関わっている。コロイド粒子が沈殿しない理由について、粒子の状態と起こっている現象を答えよ。

問 6 以下の (ア) ~ (オ) は「塩析」、「凝析」を起こすコロイドのどちらかに分類される。それぞれどちらに分類されるか、記号で答えよ。

塩析 [ ] 凝析 [ ]

(ア) 水酸化鉄 (III) コロイド (イ) 疎水コロイド

(ウ) にかわなどの保護コロイド (エ) 親水コロイド

(オ) しょうゆなどに含まれるタンパク質のコロイド

14 反応熱 [2009 明治薬科大]

(1) 次の記述 (a) ~ (c) を表す熱化学方程式を記せ。ただし、物質の状態の記述は省略してよい。

(a) ベンゼンの燃焼熱は 3268 kJ/mol である。

[ ]

(b) グルコース ( $C_6H_{12}O_6$ ) の生成熱は 1274 kJ/mol の発熱である。

[ ]

(c) 水素分子の結合エネルギーは 436 kJ/mol である。 [ ]

(2) 炭素 (黒鉛) と水素の燃焼熱はそれぞれ 394、286 kJ/mol である。これらの値と (1) の

(a) の値を用いてベンゼンの生成熱を整数値で求めよ。ただし、発熱反応には +、吸熱反応には - の符号をつけること。 [ ] kJ/mol

15 燃焼熱と蒸発熱 [2015 広島大]

空気をバーナーに供給して (a) プロパンを (b) 完全燃焼させる。空気中の窒素は、燃焼反応に関与しないため、燃焼後バーナーから排出される燃焼ガスの中に含まれる。空気中の酸素のモル分率を 0.20、窒素のモル分率を 0.80 とする。(c) プロパンを完全燃焼させるのに最低限必要な空気量の (d) 1.6 倍の空気を供給し、プロパンを完全燃焼させた。燃焼によりバーナーから排出された物質はすべて気体として回収した。

(e) 上記の条件で、プロパンをバーナーで燃焼させ、ピーカーに入った 20 °C、1.0 kg の水を加熱した。ピーカーの中にあつた水は 100 °C で沸騰を続け、最終的に 72 g の水がこの加熱により蒸発してなくなった。水の比熱は温度に関係なく 4.2 J/(g · °C) で一定とし、水は 100 °C まで蒸発しないものとする。また、プロパンの燃焼熱は水の加熱のみに使われ、燃焼ガスの温度上昇は無視する。

なお、それぞれの物質の生成熱は表の通りとし、表中の値はいずれの場合も温度によらず一定とする。(H = 1.0, C = 12, O = 16)

問 1 下線部 (a) の構造式を記せ。

表 物質の生成熱

物質	生成熱 [kJ/mol]
H <sub>2</sub> O (液)	286
H <sub>2</sub> O (気)	242
CO <sub>2</sub> (気)	394
プロパン (気)	102

(液) は液体、(気) は気体

問 2 下線部 (b) について、以下の (i) と (ii) の問いに答えよ。ただし、燃焼後に生じる物質はすべて気体とする。

(i) プロパンの燃焼反応を化学反応式で記せ。 [ ]

(ii) プロパン 1.0 mol が完全燃焼したときに生じる熱量 [kJ] を整数値で答えよ。 [ ] kJ

問 3 下線部 (c) のように、最低限必要な空気を供給したときに回収した燃焼ガスに含まれるすべての物質とそれらのモル分率を、例のように答えよ。モル分率は小数点以下 2 桁で答えよ。

(例) N<sub>2</sub> : O<sub>2</sub> = 0.80 : 0.20 [ ]

問 4 下線部 (d) において、回収した燃焼ガスに含まれるすべての物質とそれらのモル分率を、問 3 の例のように答えよ。モル分率は小数点以下 2 桁で答えよ。 [ ]

問 5 下線部 (e) について、以下の (i) ~ (iii) の問いに答えよ。

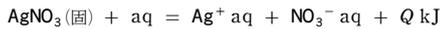
(i) この加熱に要した熱量 [kJ] はいくらか、整数値で答えよ。 [ ] kJ

(ii) この加熱で消費したプロパンの量 [g] を有効数字 2 桁で答えよ。 [ ] g

(iii) この加熱において供給した空気量 [L] を整数値で答えよ。ただし、空気は標準状態とする。 [ ] L

16 溶解熱 [2014 早稲田大]

AgNO<sub>3</sub> 結晶の水への溶解は、次の熱化学方程式で表される。



この溶解を次の2つに分けて考える。(1) AgNO<sub>3</sub> 結晶 1.0 mol がその構成要素である Ag<sup>+</sup> と NO<sub>3</sub><sup>-</sup> に分かれてばらばらになる際に、全部で 820 kJ の熱を吸収する。(2) これらのイオンすべてが水和する際に、797 kJ の熱を放出する。熱化学方程式の Q の値を求めよ。また、25℃ の水 83 g に AgNO<sub>3</sub> 17 g を溶かしたとき、この水溶液の温度を求めよ。ただし、H=1.0, N=14.0, O=16.0, Ag=108 とし、この水溶液の比熱を 4.2 J/(g・℃) とする。 Q の値 [ ] kJ, 温度 [ ]℃

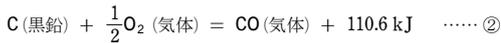
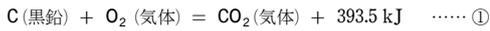
17 中和反応と反応熱 [2014 名古屋大]

圧力 1.0×10<sup>5</sup> Pa, 温度 298 K において、断熱容器内に入れた希硫酸 500 mL に、アンモニア (気体) を吸収させ、引き続き 4.0 g の水酸化ナトリウム (固体, 式量 40) を添加して過不足なく中和した。中和後には、溶解熱と中和熱によって水溶液の温度が 318 K になった。なお、アンモニアの水への溶解熱は 34 kJ/mol, 水酸化ナトリウムの水への溶解熱は 44 kJ/mol, 中和熱は酸・塩基の種類および濃度にかかわらず 56 kJ/mol とせよ。

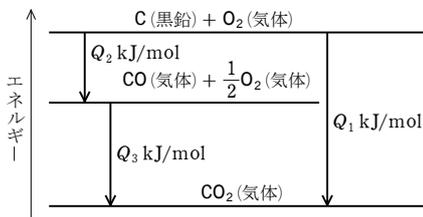
- (1) この操作で発生した熱量は何 kJ か。有効数字 2 桁で答えよ。ただし、水溶液の密度は 1.0 g/mL, 水溶液の比熱は 4.2 J/(g・K) とする。また、アンモニアおよび水酸化ナトリウムの添加による水溶液の体積変化は無視せよ。 [ ] kJ
- (2) 硫酸の初期濃度を a mol/L, 吸収されたアンモニアの物質量を b mol として、a と b の値をそれぞれ有効数字 2 桁で答えよ。 a [ ] b [ ]

18 ヘスの法則と反応熱

次の熱化学方程式を使って、(1), (2) の問いに答えよ。



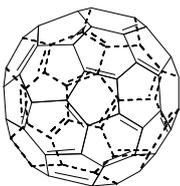
- (1) 一酸化炭素の燃焼熱を求め、熱化学方程式で表せ。  
[ ]
- (2) 下図の Q<sub>1</sub>, Q<sub>2</sub>, Q<sub>3</sub> にそれぞれ該当する数値を入れよ。  
Q<sub>1</sub>[ ] kJ/mol, Q<sub>2</sub>[ ] kJ/mol, Q<sub>3</sub>[ ] kJ/mol



19 フラーレンの燃焼熱 [2014 芝浦工業大]

C<sub>60</sub> フラーレンは炭素原子 60 個からなるサッカーボール状の物質であり、炭素-炭素結合以外の結合がない安定な構造をとっている。

- (1) 炭素-炭素結合は単結合と二重結合がある。それぞれ何個あるか整数値で答えよ。  
単結合 [ ] 個 二重結合 [ ] 個
- (2) 次の結合エネルギーから C<sub>60</sub> フラーレンの燃焼熱を計算し、整数値で答えよ。  
[ ] kJ/mol



結合	エネルギー [kJ/mol]
C-O	352
C=O	799
C-C	366
C=C	589
O=O	494

20 酸と塩基の定義と酸の強さ [2012 明治薬科大]

アレニウスの定義によれば、酸とは水溶液中で電離して H<sup>+</sup> を放出する物質、塩基とは水溶液中で電離して OH<sup>-</sup> を放出する物質のことである。酸の水溶液において、[ a ] を放出した酸の物質量を水溶液中に溶かした酸の全物質質量で割り算した値を α [ ] といい、[ ア ] が 1 に近い酸を β [ ]、1 よりも著しく小さい酸を γ [ ] という。

ブレンステッドが提唱したより一般的な定義によれば、他の物質に H<sup>+</sup> を与える物質を α [ ] といい、H<sup>+</sup> を受け取ることができる物質を β [ ] という。例えば、炭酸ナトリウムの水溶液は γ [ ] 性を示すが、これは電離によって生じた α [ ] がブレンステッドの定義による β [ ] としてはたらく、水と反応することにより α [ ] と β [ ] を生じるためと説明できる。[ f ] のナトリウム塩は白色の粉末で重曹ともよばれ、ベーキングパウダー (ふくらし粉) の主成分としてパンや菓子の製造に用いられる。ベーキングパウダーは重曹と酒石酸などの混合物で、小麦粉などと混ぜ、水を加えると重曹と酒石酸との反応が起こり、H<sub>2</sub>O を発生し、このかたまりを多孔性にする。

- (1) 空欄 [ア]~[キ] に適当な語句を、[ a ]~[ h ] に化学式を記せ。ただし、同じ語句や化学式を繰り返し用いてよい。
- (2) 次の実験結果から、酢酸、フェノール、リン酸、炭酸 (二酸化炭素の水溶液) を酸の強い順に化学式で記せ。ただし、有機化合物は示性式で記せ。  
[ ], [ ], [ ], [ ]
- <実験 1> 重曹に酢酸水溶液を加えると気体が発生した。  
<実験 2> 酢酸ナトリウムにリン酸を加えると刺激臭がした。  
<実験 3> ナトリウムフェノキシドの水溶液に二酸化炭素を十分に通じると特有の刺激臭をもつ物質が生成した。

21 電離定数, 溶解度積 [2014 名古屋工業大]

次の文章を読み、以下の問いに答えよ。(H=1.0, C=12, O=16, log<sub>10</sub>2=0.30, log<sub>10</sub>1.8=0.26)

化学反応には、気体どうしの反応、気体と液体の反応、気体と固体の反応、さらに反応速度は比較的遅いが、<sub>①</sub> 固体どうしの反応もある。多くの化学反応は、反応式の左側に書かれた反応系の物質が完全に反応して右側の生成物質へ変わるという正反応のみが進むとして議論されることが多い。工業製品を製造する場合にはその考え方は好都合であるが、実際には反対方向に進む逆反応が同時に起こることが多い。

ある可逆的な化学反応において、反応式の右側へ進行する反応 (正反応) の速度と、左側へ進行する反応 (逆反応) の速度が等しくなり、見かけ上反応が途中で停止したかのようにみえる状態のことを α [ ] 状態とよぶ。

次の (a)~(c) の [ア] 状態をとる反応を考える。

- (a) H<sub>2</sub>O ⇌ H<sup>+</sup> + OH<sup>-</sup>  
(b) CH<sub>3</sub>COOH ⇌ H<sup>+</sup> + CH<sub>3</sub>COO<sup>-</sup>  
(c) Ag<sub>2</sub>CrO<sub>4</sub> ⇌ 2Ag<sup>+</sup> + CrO<sub>4</sub><sup>2-</sup>

式 (a) は水の電離反応を表している。しかしこの反応は通常無視できるほどしか起こらない。式 (a) から、下に示す K の値を導く式 (d) を考える。[X] は、X のモル濃度 (mol/L) を表している。この K の値は式 (a) の [ア] 定数とよばれる。

$$(d) K = \frac{[\text{H}^+][\text{OH}^-]}{[\text{H}_2\text{O}]}$$

しかし、<sub>②</sub> [H<sub>2</sub>O] は一定の値をとるため、実際の反応においては [H<sup>+</sup>]×[OH<sup>-</sup>] の値 (K<sub>w</sub>) を用いて考えれば良い。K<sub>w</sub> は水の α [ ] とよばれ、25℃ (室温) における K<sub>w</sub> は β [ ] である。この関係は酸性または塩基性の溶液中でも成り立つので、水溶液中の [H<sup>+</sup>] の値がわかれば pH の値を算出することができる。しかし、<sub>③</sub> K<sub>w</sub> の値は温度と共に上昇することが知られている。

式 (c) に示した水に溶解しにくい物質の水への溶解反応の [ア] 定数においても、固体の濃度 (この場合は [Ag<sub>2</sub>CrO<sub>4</sub>]) は一定の値となるため、右辺のイオンの濃度のみで得られた値 (K<sub>sp</sub>) を用いることが多く、γ [ ] とよばれている。この値は、物質の種類によって異なる。

問 1 [ア]~[ウ] に当てはまる語を記せ。また、[ a ] に当てはまる有効数字 2 桁の数値に単位を付けて記すこと。

問 2 下線部 (1) の例として、溶接に用いられるアルミニウム Al と酸化鉄 Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> の反応がある。この反応の名称と化学反応式を記せ。

名称 [ ]  
化学反応式 [ ]

問 3 下線部 (2) の [H<sub>2</sub>O] の値 [mol/L] を求め、3 桁目を四捨五入して有効数字 2 桁で記せ。ただし、水 (液) の密度は 1.0 g/mL とする。 [ ] mol/L

問 4 式 (b) の酢酸の電離定数 K<sub>a</sub> は 25℃ で 1.8×10<sup>-5</sup> mol/L である。0.10 mol/L の酢酸水溶液の pH を求め、小数点以下第 2 位を四捨五入して記せ。 [ ]

問 5 下線部 (3) の、K<sub>w</sub> の値が温度と共に上昇する理由について 30 字程度で記せ。  
[ ]

22 緩衝液 [2008 摂南大]

水溶液を取り扱う多くの化学実験においては、その水溶液の pH を一定に保つことが必要な場合がある。例えば、酵素を用いた実験では、pH の変化により酵素活性が失われることがある。このとき、反応液に外から加えた酸または塩基の影響を抑えて、反応液中の「ア」濃度を一定に保つ溶液を「イ」という。

ここに酢酸と酢酸ナトリウムを用いて調製した「1」がある。

酢酸は弱酸であり、水中ではその一部が電離し、①式のように平衡状態になる。



①式の水溶液に酢酸ナトリウムを加えると、酢酸ナトリウムは②式のようにほぼ完全に電離する。



このとき、酢酸ナトリウムの電離で生じた「イ」は酢酸の電離を抑える。この溶液に少量の塩酸を加えると、塩酸の電離で生じた「ア」は「イ」の一部と反応して「ウ」になる。その結果、溶液の「ア」濃度がほぼ一定に保たれる。一方、この溶液に少量の水酸化ナトリウムを加えると、水酸化ナトリウムの電離で生じた「ウ」は「イ」と反応するので、溶液の「イ」濃度はほとんど増えない。

酢酸と酢酸ナトリウムを用いて調製した「1」の pH は、酢酸の電離定数  $K_a$  を用いて、酢酸と酢酸ナトリウムの濃度から近似的に求めることができる。

- 「1」に適する語句を漢字 3 文字で書け。
- 「ア」～「エ」に該当する化学式をそれぞれ (a)～(h) から選べ。  
 (a)  $\text{CH}_3\text{COOH}$  (b)  $\text{CH}_3\text{COO}^-$  (c)  $\text{CH}_3\text{COONa}$  (d)  $\text{H}^+$   
 (e)  $\text{H}_2\text{O}$  (f)  $\text{Na}^+$  (g)  $\text{NaOH}$  (h)  $\text{OH}^-$
- 「A」および「B」に該当する記号をそれぞれ (a)～(c) から選べ。  
 (a)  $\rightarrow$  (b)  $\leftarrow$  (c)  $\rightleftharpoons$
- 0.200 mol/L の酢酸水溶液と 0.200 mol/L の酢酸ナトリウム水溶液を用いて、pH 4.0 の「1」を調製するには、酢酸水溶液と酢酸ナトリウム水溶液を X : 1 の割合で混合すればよい。X に当てはまる数値を小数第 2 位まで求めよ。ただし、酢酸の電離定数  $K_a = 2.7 \times 10^{-5}$  とする。
- 0.200 mol/L の酢酸水溶液 0.500 L と 0.200 mol/L の酢酸ナトリウム水溶液 0.500 L を混合した。この混合液の pH を小数第 2 位まで求めよ。ただし、 $\log_{10} 2 = 0.30$ 、 $\log_{10} 3 = 0.48$  とする。 [ ]
- (5) で調製した混合溶液 1.00 L に何 mol の無水酢酸ナトリウムを加えると、pH は 5.0 になるか。小数第 2 位まで求めよ。ただし、溶解による体積変化は無視できるものとする。 [ ] mol

23 逆滴定 [2015 九州工業大]

アンモニアの量を求めるために、以下の操作 1～3 を行った。アンモニアの吸収による溶液の体積変化はないものとする。

【操作 1】 18 mol/L の濃硫酸を (X) mL はかりとり、純水をあらかじめ入れておいた器具 A に入れた。その後、器具 A に純水を加えて、0.45 mol/L の硫酸 200 mL を調製した。

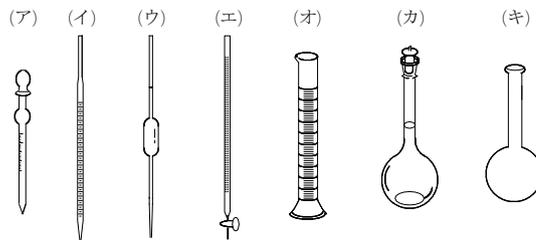
【操作 2】 操作 1 で調製した 0.45 mol/L の硫酸 200 mL に、アンモニアを吸収させた。  
 (a) アンモニアを吸収させた後の溶液は酸性を示した。

【操作 3】 操作 2 で得られた溶液を、器具 B で 20 mL 正確にはかりとり、コニカルビーカーに入れ、pH 指示薬を加えた。あらかじめ調製しておいた 0.20 mol/L の水酸化ナトリウム水溶液を器具 C に入れ、これを用いてコニカルビーカー中の溶液を滴定した。その結果、水酸化ナトリウム水溶液を 12.0 mL 滴下したところで、(b) 中和点に達した。

問 1 器具 A～C の名称として正しい組合せを (1)～(6) から、また、器具 A～C を示す図として最も適切なるものを、(ア)～(キ) からそれぞれ選べ。

組合せ [ ], A [ ], B [ ], C [ ]

番号	器具 A	器具 B	器具 C
(1)	丸底フラスコ	メスシリンダー	ビュレット
(2)	メスフラスコ	ホールピペット	ビュレット
(3)	メスシリンダー	ホールピペット	メスピペット
(4)	丸底フラスコ	駒込ピペット	ホールピペット
(5)	メスシリンダー	駒込ピペット	ホールピペット
(6)	メスフラスコ	メスシリンダー	メスピペット



問 2 操作 1 において、はかりとった濃硫酸の量 [X] mL を、有効数字 2 桁で答えよ。

[ ] mL

問 3 0.20 mol/L の水酸化ナトリウム水溶液の pH を、小数点第一位まで答えよ。ただし、水のイオン積を  $1.0 \times 10^{-14}$  (mol/L)<sup>2</sup>、 $\log 2 = 0.3$  とする。 [ ]

問 4 下線部 (ii) の中和反応を、化学反応式で記せ。

[ ]

問 5 下線部 (i) の溶液中のアンモニウムイオンの濃度 [mol/L] は、いくらか。有効数字 2 桁で答えよ。 [ ] mol/L

問 6 硫酸に吸収されたアンモニアの体積は、0℃、 $1.01 \times 10^5$  Pa で何 L か。有効数字 2 桁で答えよ。ただし、アンモニアは理想気体と考えてよい。 [ ] L

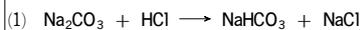
24 中和点付近の pH [2013 明治薬科大]

0.10 mol/L 塩酸 10 mL に 0.10 mol/L 水酸化ナトリウム水溶液を滴下するとき、中和点の 1 滴前の pH を求めよ。ただし、中和点の 1 滴前と中和点との溶液量は同じとする。また、1 滴は 0.05 mL とし、 $\log_{10} 2 = 0.30$  とする。 [ ]

25 二段階の中和反応 [2017 東京都大]

[ ] に当てはまるものの組合せとして最適なるものを下の ①～⑧ のうちから 1 つ選べ。  
 (C = 12.0, O = 16.0, Na = 23.0) [ ]

塩酸による炭酸ナトリウム  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  の中和反応は次の 2 段階で進行し、2 つの中和点が存在する。



1 回目の中和点は反応 (1) が終了した点であり、このとき水溶液は「ア」である。2 回目の中和点は反応 (2) が終了した点であり、このとき水溶液は「イ」である。

炭酸ナトリウム  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  を水に溶かした水溶液を 0.10 mol/L の塩酸で滴定したところ、2 回目の中和点までの塩酸の滴下量は 9.0 mL であった。溶かした炭酸ナトリウムの質量は「ウ」g である。

	ア	イ	ウ
①	弱酸性	中性	0.048
②	弱酸性	中性	0.096
③	弱酸性	弱塩基性	0.048
④	弱酸性	弱塩基性	0.096
⑤	弱塩基性	弱酸性	0.048
⑥	弱塩基性	弱酸性	0.096
⑦	弱塩基性	中性	0.048
⑧	弱塩基性	中性	0.096

26 塩の生成 [2009 名城大]

次の文章を読み、以下の各問いに答えよ。

0.045 mol/L の希硫酸 20.0 mL に 0.15 mol/L の水酸化ナトリウム水溶液 10.0 mL を加えた。ただし、混合溶液の体積を 30.0 mL とする。

(1) 上記の反応で生じる塩の種類を次の (a)～(c) の中から選び、記号で答えよ。 [ ]

(a) 正塩 (b) 酸性塩 (c) 塩基性塩

(2) 上記水溶液に含まれる塩のモル濃度 [mol/L] を求めよ。

[ ]

(3) 上記水溶液の pH を計算せよ。

[ ]