

1

次の空欄に適する語または化学式を入れよ。

塩化ナトリウムを水の中に入れると、 $\text{Na}^+$ には負の電荷を帯びた水分子の「」原子が引きつけられ、「」には正の電荷を帯びた水分子のH原子が引きつけられる。このため「」結合は弱まり、「」はくずれて、イオンは水分子を引きつけたまま拡散していく。これがイオン結晶の水への溶解である。  
イオンに水分子がくっつくことを「」といい、このようなイオンを「」イオンという。

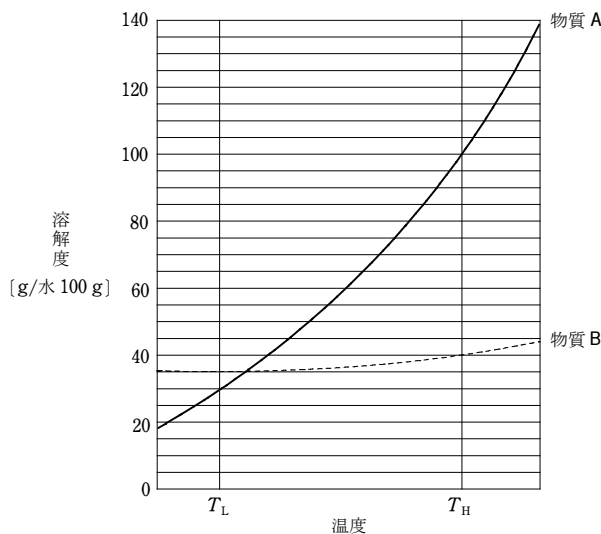
2 [2002 センター化学 I A (1997~2006)]

水への溶解および水溶液に関する記述として誤りを含むものを、次の①~⑥のうちから二つ選べ。ただし、解答の順序は問わない。 ,

- ① 水とエタノールは、どんな割合でも溶け合う。
- ② 塩類が溶けている水溶液の凝固点は、純水の凝固点より低い。
- ③ 塩化銀  $\text{AgCl}$  は、水にはほとんど溶けない。
- ④ 水酸化カルシウム  $\text{Ca(OH)}_2$  の水溶液の pH は、7 以下である。
- ⑤ 気体の溶解度は、圧力が高くなると増加する。
- ⑥ 気体の溶解度は、温度が高くなると増加する。

3 [2015 センター化学 (2015~)]

図は、物質 A と物質 B の溶解度曲線を示している。A を 140 g と B を 20 g 含む混合物を温度  $T_H$  の水 100 g に加えて十分にかきまぜた後、温度を  $T_H$  に保ったままでもろ過した。ろ液を温度  $T_L$  まで冷却したとき、A と B はそれぞれ何 g 析出するか。最も適当な組合せを、下の①~⑥のうちから一つ選べ。ただし、A と B は互いの溶解度に影響せず、いずれも水和水 (結晶水) をもたない物質とする。



	物質 A の析出量 [g]	物質 B の析出量 [g]
①	140	20
②	110	0
③	100	20
④	70	5
⑤	70	0
⑥	40	0

4 [2015 大阪工業大]

(1)~(3)の問いに答えよ。ただし、数値での解答は、有効数字2桁で示せ。

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

(1) 非電解質の溶解に関する次の文を読み、「ア」~「エ」に当てはまる語句を記せ。

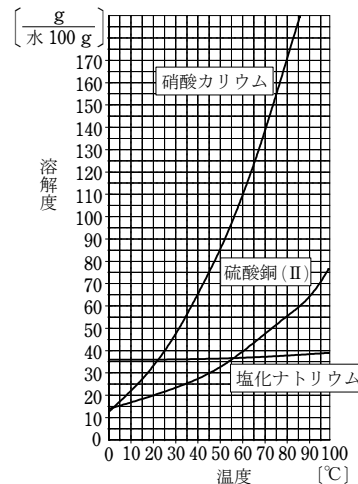
エタノール分子には、  
「」基 (-OH) とエチル基 ( $-\text{C}_2\text{H}_5$ ) が存在する。-OH の部分と水分子との間に「」結合が生じて水和されるため、エタノール分子は電離しないが水に溶けやすい。「ア」基のように、極性があり水和されやすい部分を「」基といい、エチル基のように極性がなく水和されにくい部分を「」基という。

(2) 水に溶けやすい物質を次の中からすべて選び、化学式で記せ。

塩化カルシウム 炭酸カルシウム  
硫黄 メタノール

(3) 図は、水に対する電解質の溶解度曲線である。溶解度は、溶媒 100 g に溶ける溶質の最大質量 (g 単位) の数値で表される。

- 1) 60℃の硫酸銅(II)の飽和水溶液 70 g をつくるために必要な硫酸銅(II)五水和物の質量は何 g か。  g
- 2) 60℃の水 100 g に硝酸カリウムを溶かして飽和水溶液をつくった後、水を 20 g 蒸発させた。60℃で析出する結晶は何 g か。  g
- 3) 80℃の 36% 硝酸カリウム水溶液を冷却した場合、結晶が析出し始める温度は何℃か。 ℃
- 4) 塩化ナトリウムの飽和水溶液から結晶を取り出す場合、①、②のどちらの方法がより適しているか。番号で記せ。
- ① 高温でつくった飽和溶液を冷却して結晶を析出させる。
- ② 飽和溶液から溶媒を蒸発させて結晶を析出させる。
- 5) 4)の①、②のようにして、固体物質を精製する操作を何というか。  
①  ②



5 [2009 東京理科大]

次の問いに答えよ。

(1) 次の文章中の「(ア)」~「(ウ)」にあてはまる最も適したものを①~⑨から、「(エ)」~「(カ)」にあてはまる最も適したものを⑩~⑮から選べ。

一般に気体の溶媒に対する溶解度は、溶媒に接している気体の圧力が  $1.013 \times 10^5 \text{ Pa}$  (=1 atm) のとき、一定量の溶媒に溶ける気体の体積を標準状態に換算した値で表す。気体の溶解度は、温度が「(ア)」ほど大きい。また、溶解度が小さい気体の混合物の場合、一定温度で一定量の溶媒に溶けるそれぞれの気体の体積は、その気体の「(イ)」に比例する。この法則を「(ウ)」という。いま、互いに反応しない2種類の気体 a, b のみが容器に入っているとき、混合気体の示す圧力を P、気体 a, b がそれぞれ単独で示す圧力を  $P_A, P_B$  とすると、「(エ)」が成立する。また、成分気体 a, b の物質量をそれぞれ  $n_A, n_B$  とすると、 $P_A/P$  は「(オ)」と表すことができる。したがって、 $P_A/P$  を x とすると、 $P_B/P$  は x を用いて「(カ)」と表される。

- (ア)  (イ)  (ウ)  (エ)  (オ)  (カ)
- ① 高い ② 低い ③ 温度 ④ 分圧 ⑤ 大気圧 ⑥ 全圧
  - ⑦ ドルトンの法則 ⑧ ボイル・シャルルの法則 ⑨ ヘンリーの法則
  - ⑩  $x-1$  ⑪  $n_B/(n_A+n_B)$  ⑫  $(n_A+n_B)/n_A$  ⑬  $1+x$
  - ⑭  $n_A/(n_A+n_B)$  ⑮  $1-x$  ⑯  $P=P_A-P_B$  ⑰  $P=P_A+P_B$
  - ⑱  $P=P_A=P_B$

(2) 標準状態で、組成が未知の気体 a, b, c の混合物 22.4 L を水 100 g に接触させた。平衡になったとき、水 1 g には標準状態に換算して  $0.2800 \text{ cm}^3$  の気体が溶解した。次に、標準状態で、同じ組成の混合気体 22.4 L に気体 b 22.4 L を混ぜ、標準状態で 200 g の水に接触させた。平衡になったとき、水 1 g には標準状態に換算して  $0.2900 \text{ cm}^3$  の気体が溶解した。気体 a, b, c の溶解度が(1)の(ウ)に従うものとして、b の溶解度  $[\text{cm}^3/\text{g}]$  を求めよ。溶解による気体体積の変化は考えなくてよい。解答は有効数字が2桁になるように3桁目を四捨五入せよ。   $\text{cm}^3/\text{g}$

6 [2014 法政大]

ヘンリーの法則から、気体の水への溶解度は、温度が変わらなければ、水に接しているその気体の分圧に比例する。しかし、気体の体積は分圧に<sup>(ア)</sup> [ ] となるので、溶ける気体の体積は加えた分圧での体積で表すと<sup>(イ)</sup> [ ] となる。

気体の分圧が  $1.01 \times 10^5 \text{ Pa}$  のとき、水 1.00 L に溶ける気体の物質質量 ( $\times 10^{-3} \text{ mol}$ )

温度(°C) \ 気体	H <sub>2</sub>	N <sub>2</sub>	O <sub>2</sub>
(A)	0.954	1.03	2.18
20	0.870	0.679	1.38
(B)	0.839	0.518	1.03

右の表はそれぞれの気体分圧

$1.01 \times 10^5 \text{ Pa}$  で水に接しているときに、水 1.00 L に溶ける気体の物質質量を表している。なお、3, 4 は有効数字 2 桁で解答せよ。

- (ア)~(イ)に適切な語句を記せ。
- 温度(A)として適切な温度を次の選択肢より選び、その理由を「気体分子の熱運動」を用いて簡潔に記せ。 [ ]

a. 0°C    b. 40°C    c. 60°C    d. 100°C

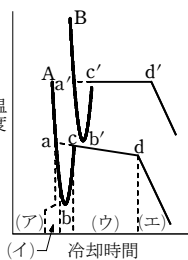
- 20°C で  $3.03 \times 10^5 \text{ Pa}$  の窒素が水に接しているとき、水 1.00 L に溶けている窒素の体積は何 mL か。また、その体積を 0°C,  $1.01 \times 10^5 \text{ Pa}$  に換算すると何 mL か。 [ ] mL, [ ] mL

- 20°C,  $3.03 \times 10^5 \text{ Pa}$  の条件下で、窒素と酸素(体積比 3 : 1)との混合気体が水と接しているとき、水 1.00 L に溶けている窒素と酸素はそれぞれ何 mg か。(N=14, O=16)    窒素[ ] mg, 酸素[ ] mg

7 [2013 札幌医科大]

純粋な水を冷却していくと、0°C で氷が析出してくる。これを凝固といい、冷却時間と温度との関係は右図 B のようになる。

水に少量の溶質を溶かした水溶液の場合の冷却曲線は A のようになる。水の凝固点は溶質を溶かすと下がる。この下がった量  $\Delta t$  を凝固点降下度という。希薄溶液の凝固点降下度は、溶質の種類に無関係であるが、非電解質の場合は物質の質量モル濃度に比例する。電解質の場合は、溶液中のイオンの質量モル濃度に比例する。



$\Delta t$  と質量モル濃度との比例定数をモル凝固点降下 ( $K_f$ ) とする。  $K_f$  は溶媒に固有のもので、水の場合は  $1.85 \text{ K} \cdot \text{kg/mol}$  である。

- 問1 図中の(ア)~(エ)の状態を最も適切に表しているものを、次の(あ)~(う)のうちから1つずつ選べ。(ア)[ ], (イ)[ ], (ウ)[ ], (エ)[ ]
- (あ) 均一な液体である。    (い) 固体と液体が混ざっている。

(う) 固体のみで液体は存在しない。

問2 (イ)の状態は何とよばれているか。 [ ]

問3 この水溶液の凝固点は a~d のうちどれか。最も適切なものを答えよ。 [ ]

問4 純水では c'-d' の温度は一定であるが、溶質が溶けている場合は c-d のように、冷却とともに徐々に下がる。この理由を 50 字以内で記せ。

問5 次の(あ)~(お)の塩 1 g を水 100 g に溶解したとき、凝固点が一番低いのはどれか。

(O=16.0, Na=23.0, Mg=24.3, Al=27.0, S=32.0, Cl=35.5, K=39.1, Br=79.9)

(あ) NaBr    (い) KCl    (う) Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>    (え) MgCl<sub>2</sub>    (お) Al<sub>2</sub>(SO<sub>4</sub>)<sub>3</sub> [ ]

8 [2001 帯広畜産大]

[A]~[G] に適切な語句を書け。

一般に、不揮発性の物質を含む希薄溶液の蒸気圧は純溶媒のそれよりも A [ ] 。

したがって、大気圧下で溶液の沸点は純溶媒の沸点よりも B [ ] 。この現象を

C [ ] という。溶液の沸点と純溶媒のそれとの差を D [ ] という。

溶質が非電解質の場合、D [ ] は溶液の B [ ] に比例する。この比例定数を F [ ] といい、G [ ] の種類によって決まる。電解質溶液では溶質の一部はイオンに電離するので、D [ ] は溶液中に存在するすべての粒子(分子とイオン)の

E [ ] に比例する。このことは凝固点降下や浸透圧の場合にもあてはまる。

9 [2008 摂南大]

次の文を読み、(1)~(3)に答えよ。必要ならば次の数値を用いよ。H=1.0, C=12.0, O=16.0, Mg=24.3, Cl=35.5

海水で濡れた衣服が真水で濡れた衣服より乾きにくいのは、海水の蒸気圧が真水の蒸気圧に比べて<sup>1</sup> [ ] になっているからである。一般に、ある溶媒に不揮発性物質を溶かした溶液の蒸気圧は、もとの溶媒の蒸気圧よりも<sup>2</sup> [ ] なる。この現象を<sup>3</sup> [ ] という。

沸点は蒸気圧が<sup>3</sup> [ ] に等しいときの温度であり、不揮発性物質の溶液の沸点は、溶媒の沸点よりも高くなる。このような現象を沸点上昇といい、溶媒の沸点と溶液の沸点との差を沸点上昇度という。溶質が不揮発性非電解質である希薄溶液の沸点上昇度は、<sup>4</sup> [ ] に比例する。このときの比例定数は、1 mol/kg の非電解質溶液の沸点上昇度に相当し、モル沸点上昇とよばれ、<sup>5</sup> [ ] に固有の値である。

(1) [1]~[5] に最も適する語句をそれぞれ(a)~(j)から選べ。

- (a) 質量モル濃度    (b) 蒸気圧降下    (c) 蒸気圧上昇    (d) 浸透圧  
(e) 大気圧    (f) 体積モル濃度    (g) 高く    (h) 低く  
(i) 溶質    (j) 溶媒

(2) 水 0.500 kg に 4.50 g のグルコースを溶かした水溶液の沸点上昇度は何 K か。

ただし、水のモル沸点上昇は  $0.520 \text{ K} \cdot \text{kg/mol}$  とする。 [ ] K

(3) 水 1.00 kg に何 g の塩化マグネシウムを溶かすと、水溶液の沸点が、 $100.078 \text{ }^\circ\text{C}$  となるか。ただし、塩化マグネシウムは完全に電離しているものとする。 [ ] g

10 [2017 センター化学(2015~)]

モル質量  $M [\text{g/mol}]$  の非電解質の化合物  $x [\text{g}]$  を溶媒 10 mL に溶かした希薄溶液の凝固点は、純溶媒の凝固点より  $\Delta t [\text{K}]$  低下した。この溶媒のモル凝固点降下が

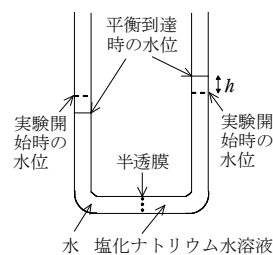
$K_f [\text{K} \cdot \text{kg/mol}]$  のとき、溶媒の密度  $d [\text{g/cm}^3]$  を表す式として最も適当なものを選べ。 [ ]

- ①  $\frac{M \Delta t}{100xK_f}$     ②  $\frac{100xK_f}{M \Delta t}$     ③  $\frac{100K_f M}{x \Delta t}$   
④  $\frac{x \Delta t}{100K_f M}$     ⑤  $\frac{10000xK_f}{M \Delta t}$     ⑥  $\frac{M \Delta t}{10000xK_f}$

11 [2008 富山大]

希薄溶液の性質に関する以下の問いに答えよ。また、1気圧は  $1.01 \times 10^5 \text{ Pa}$ 、気体定数は  $8.3 \times 10^3 \text{ Pa} \cdot \text{L}/(\text{K} \cdot \text{mol})$ 、水の密度は  $1.00 \text{ g/cm}^3$ 、水銀の密度は  $13.6 \text{ g/cm}^3$ 、 $\sqrt{2} = 1.4$ 、 $\sqrt{638} = 25$  とする。

図のように、半透膜を取り付けた断面積一定 ( $20 \text{ cm}^2$ ) の U 字管を用いて浸透圧に関する実験を行った。U 字管の右側に  $2.5 \times 10^{-4} \text{ mol/L}$  の塩化ナトリウム水溶液 500 mL、左側に水 500 mL を入れて実験を開始した。実験開始時の水位は U 字管左右の垂直部分で同じであった。長時間放置して平衡状態になった時点で実験状態を観察したところ、右側の水位が実験開始時の水位よりも  $h [\text{cm}]$  高くなった。ただし、塩化ナトリウム水溶液は均一でその濃度は十分低く、浸透圧  $P [\text{Pa}]$  は式(a)のように溶液中に溶けている粒子のモル濃度  $C [\text{mol/L}]$  に比例すると仮定する。



$P = CRT$  (R は気体定数, T は温度) (a)

また、塩化ナトリウム水溶液の密度は水の値と同一であり、密度の温度変化は無視できると仮定する。水および塩化ナトリウム水溶液の温度は  $27 \text{ }^\circ\text{C}$  であった。液面の変化は U 字管の下部曲線部分ではなく左右の垂直部分で起きると仮定する。

(1) 式(a)左辺の浸透圧 P は U 字管左右の液面差から求める。h を用いて浸透圧 P を表せ。 [ ] Pa

(2) U 字管右側の塩化ナトリウム水溶液中に浸透する水の量を考慮し、h を用いて平衡状態における濃度 C (式(a)右辺に含まれている)を表せ。 [ ] mol/L

(3) h を求めよ。解答は有効数字 2 桁で示せ。 [ ] cm

12 [2009 摂南大]

次の文を読み、(1)~(5)に答えよ。H=1.0, C=12, O=16, Na=23.0, Cl=35.5, 気体定数 R=83.0hPa・L/(K・mol)とする。

涙や血液とほぼ同じ浸透圧を示す、0.90%の塩化ナトリウム水溶液は生理食塩水と呼ばれ、傷口の洗浄や注射薬の溶媒として用いられている。

- (1) 生理食塩水のモル濃度を [a]・[b] [c] mol/Lで表すとき、a~cに該当する数字をそれぞれ書け。ただし、生理食塩水の密度を1.0 g/cm³とする。
(2) 体温(37℃)における生理食塩水の浸透圧は何hPaか。最も近い値を(a)~(f)から選べ。
(3) 生理食塩水と同じ浸透圧を示すグルコース水溶液を200 mLつくるために必要なグルコースの量は何gか。
(4) 少量の赤血球を蒸留水に入れたとき、顕微鏡下で観察される現象として、正しいものを(a)~(c)から選べ。

13 [2005 センター化学 I B(1997~2005)]

半透膜と浸透圧に関する記述として誤りを含むものを、次の①~⑥のうちから一つ選べ。

- ① セロハン膜は半透膜としてよく利用される。
② 純水と薄いタンパク質水溶液を半透膜で仕切り、液面の高さをそろえると、タンパク質水溶液側に水が移動する。
③ 薄いデンプン水溶液の浸透圧は、デンプン濃度に比例する。
④ 薄いデンプン水溶液の浸透圧は、溶液の温度によらない。
⑤ 海水に圧力をかけて半透膜を通すことにより、海水を淡水化できる。

14 [1992 茨城大]

一般に直径が10^-9~[ ] m程度の粒子が分散している溶液をコロイド溶液という。コロイド溶液に横から光束を当てると、光の通路が光って見える。この現象を[ ]という。また、コロイド溶液を限外顕微鏡を用いて観察すると[ ]運動が見られる。コロイド溶液に少量の電解質を加えると沈殿を生じる場合がある。この性質を示すコロイドは一般に[ ]コロイドといわれ、この現象を[ ]という。一方、[ ]コロイドの場合には、電解質を少量加えてもほとんど沈殿を生じないが、多量に加えると沈殿する。この現象を[ ]といい、しばしばタンパク質の精製に用いられる。コロイド溶液をU字管に入れ[ ]を行うと、コロイド粒子は陰極または陽極方向に通常移動するので、これらのコロイド粒子はそれぞれ[ ]または[ ]に[ ]していることがわかる。

①塩化鉄(III)の飽和水溶液を沸騰している蒸留水に加えると[ ]色のコロイド溶液ができた。ここで得られたコロイド溶液に含まれるコロイド粒子以外の物を除去するため、コロイド溶液をセロハンで包み、糸でしばってビーカー中の蒸留水に浸し一昼夜放置した。このようにしてコロイド溶液を精製する操作を[ ]という。[m]により除かれたイオンを確認するため、②ビーカー中の水溶液を試験管にとり硝酸銀溶液を加えると[ ]色沈殿を生じた。

- (1) 文中の[ ]に適切な語句または数値を記入せよ。
(2) 下線部①の反応を化学反応式で、下線部②の反応をイオン反応式でそれぞれ示せ。

15 [2015 センター化学(2015~)]

コロイドに関連する記述として下線部に誤りを含むものを、次の①~⑥のうちから一つ選べ。

- ① 少量の電解質を加えると、疎水コロイドの粒子が集合して沈殿する現象を、凝析という。
② コロイド溶液に強い光線を当てると光の通路が明るく見える現象を、チンダル現象という。
③ コロイド溶液に直流電圧をかけたとき、電荷をもったコロイド粒子が移動する現象を、電気泳動という。
④ 半透膜を用いてコロイド粒子と小さい分子を分離する操作を、透析という。

- ⑤ 流動性のないコロイドを、ゾルという。

16 [1994 センター化学(1992~1996)]

あるコロイド溶液に、硫酸カリウムあるいは硝酸カリウムを少量加えたところ、沈殿が生じた。このとき、沈殿の生成に必要な塩の最小モル濃度は、硫酸カリウムのほうが硝酸カリウムより低かった。次の記述①~⑤のうちから正しいものを一つ選べ。

- ① この溶液は正の電荷をもつコロイド溶液である。
② この溶液中で沈殿が生じる現象を塩析という。
③ この溶液は親水コロイド溶液である。
④ この溶液は保護コロイド溶液である。
⑤ 硫酸カリウムの最小モル濃度が硝酸カリウムと比べて低いのは、硫酸カリウムの式量のほうが大きいからである。

17

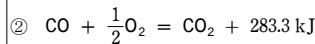
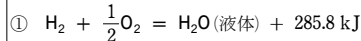
次の文の[ ]の中に適切な語を入れよ。

化学変化が起こるときには必ずエネルギーの変化を伴う。化学変化に伴って出入りする熱を[ ]という。出入りする熱量を[ ]に加えて表した式を熱化学方程式という。熱化学方程式では、反応の前後において原子の数が等しいという[ ]の法則と、[ ]の総量は変わらないというエネルギー保存の法則が成り立っている。化学反応によって物質が変化するとき、物質がもつ[ ]差が[ ]として表される。

一般に、「物質の変化するときの[ ]の総和は、変化する前後の状態だけでできまり、変化の経路や方法には関係しない」ということができる。これを「[ ]の法則」という。

18

次の熱化学方程式①、②のいずれにも該当しない文は、それぞれ(A)~(E)の中のどれか。



- (A) 液体の水の生成熱は285.8 kJ/molである。
(E) 水素の燃焼熱は285.8 kJ/molである。
(E) 二酸化炭素の生成熱は283.3 kJ/molである。

ヒント 生成熱は、目的とする化合物1 molがその成分元素の単体から生成するときの熱量である。

19 [2017 愛知工業大]

0℃の水36.0 gをすべて100℃の水蒸気になるまで加熱するのに必要な熱量は、[ ] kJである。ただし、水の融解熱を6.00 kJ/mol、蒸発熱を40.7 kJ/mol、1.00 gの水の温度を1.00℃上昇させるのに要する熱量を4.18 Jとする。答えは有効数字3桁で記せ。(H=1.00, O=16.0)

20 [2013 センター化学 I (2006~2015)]

0.010 mol/Lの水酸化カルシウム水溶液100 mLを、0.20 mol/Lの塩酸を用いて中和した。このとき発生する熱量は何kJか。最も適当な数値を、次の①~⑥のうちから一つ選べ。ただし、中和熱は56.5 kJ/molとし、中和熱以外の熱の発生はないものとする。

- ① 0.011 ② 0.057 ③ 0.11 ④ 0.57 ⑤ 1.1 ⑥ 5.7

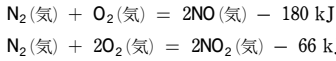
[21][2011 センター化学 I (2006~2015)]

メタノール 64 g を完全燃焼させて、20℃の水 1.0 kg を加熱する。発生する熱量の10%が、この水の温度上昇に使われるとすると、水の温度は何度(℃)になるか。最も適当な数値を、次の①~⑥のうちから一つ選べ。ただし、メタノールの燃焼熱は726 kJ/mol であり、水 1 g の温度を 1℃ 上昇させるのに必要な熱量は 4.2 J であるとする。H=1.0, C=12, O=16

- ① 24 ② 30 ③ 55 ④ 76 ⑤ 90 ⑥ 100

[22][2012 センター化学 I (2006~2015)]

次の熱化学方程式を用いて、3.0 g の一酸化窒素を酸素で二酸化窒素に酸化するときの反応熱を計算すると何 kJ か。最も適当な数値を、下の①~⑥のうちから一つ選べ。N=14, O=16



- ① -57 ② -11 ③ -5.7 ④ 5.7 ⑤ 11 ⑥ 57

[23][2011 センター化学 I (2006~2015)]

水に関する記述として誤りを含むものを、次の①~⑥のうちから一つ選べ。

- ① 水(固)が水(液)になるときに吸収する熱量を融解熱という。
② 水(液)が水(気)になるときに吸収する熱量を蒸発熱という。
③ 水(液)の生成熱は、1.013×10^5 Pa (1 atm)、25℃において、水素(気)が燃焼して水(液)が生じるときの燃焼熱に等しい。
④ 水(固)の生成熱は、水(気)の生成熱より大きい。
⑤ 水(気)の生成熱は、水(液)の生成熱と水(液)の蒸発熱の和に等しい。

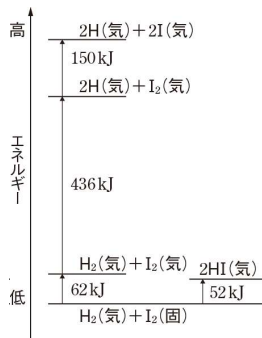
[24][2008 福岡大]

メタンの生成熱は75 kJ/mol、水素分子の結合エネルギーは432 kJ/mol、炭素(黒鉛)が炭素(気体)となる昇華熱は717 kJ/molである。これらの値からメタンのC-H結合の結合エネルギー(kJ/mol)を求めよ。

[25][2016 大阪工業大]

水素とヨウ素の化学反応により、ヨウ化水素が生成する反応の反応熱と結合エネルギーの関係を図に示す。

- (1) I2(固)からI2(気)への状態変化を何というか。
(2) HI(気)の生成熱は何 kJ/molか。整数で示せ。
(3) H-Iの結合エネルギーは何 kJ/molか。整数で示せ。



[26][2008 広島工業大]

酸や塩基の定義は、次のようにされてきた。アレニウスは、水溶液中で電離してア( )を生じる物質を「酸」とした。このとき、(ア)は単に水素イオンH+と表すことが多い。また、水溶液中で電離してイ( )を生じる物質を「塩基」とした。

このアレニウスの定義によれば、「酸」も「塩基」も水に溶けて電離する物質に限られる。水酸化鉄(III)は、その化学式中に(イ)を含むが、水にほとんど溶けない。しかし、水酸化鉄(III)は、次式で表されるように、塩酸とは容易に反応する。



この反応では、水酸化鉄(III)は塩化水素から水素イオンH+を受け取ったと見なすことができる。そこで、ブレンステッドは、相手物質に水素イオン(陽子)H+を与えることのできる物質を「酸」、水素イオン(陽子)H+を受け取ることのできる物質を「塩基」と定義した。この定義によれば、水に溶けにくい水酸化鉄(III)はイ( )となる。「酸」や「塩基」は、授受できる水素イオン(陽子)の数によって一価、二価、三価と分類できる。また、水溶液中でのイ( )が濃度によらずほとんど1に近い大きな値をとるものを強酸、強塩基という。弱酸、弱塩基は、一般に(エ)が小さいものをい

う。「酸」や「塩基」の例を、次に10種類示す。

- ① 硫酸 ② 水酸化カリウム ③ 硝酸 ④ 水酸化アルミニウム
⑤ リン酸 ⑥ フッ化水素 ⑦ アンモニア ⑧ 硫化水素
⑨ 水酸化マグネシウム ⑩ 水酸化カルシウム

- (1) 文中の(ア)~(エ)に適切な語句を入れて、文を完成せよ。
(2) ①~⑩の物質について、次の(a)~(d)の各問いに答えよ。
(a) 一価の強酸を1つ選び、化学式を記せ。
(b) 二価の強塩基を1つ選び、化学式を記せ。
(c) ②の水酸化カリウムと⑤のリン酸が過不足なく反応したときに生じる正塩の名称と化学式を記せ。
(d) ①の硫酸水溶液に⑦のアンモニアの気体を十分に通じると、中和反応が起こり塩を生じた。この変化を、化学反応式で記せ。

[27][1996 北見工業大]

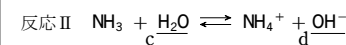
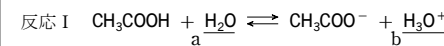
塩酸、硝酸、硫酸などの電離度の大きい酸をア( )といい、酢酸、炭酸などのように電離度の小さい酸をイ( )という。また、水酸化ナトリウム、水酸化カリウム、水酸化バリウムなどをウ( )といい、その水溶液のアルカリ性は強く、アンモニアのようなエ( )の水溶液のアルカリ性は弱い。

一般にイ( )とウ( )から生じる塩の水溶液はアルカリ性を示し、ア( )とエ( )から生じる塩の水溶液は酸性を示す。また、ア( )とウ( )から生じる塩の水溶液は、中性を示す。イ( )とその塩、またエ( )とその塩からなる混合溶液に、酸や塩基を少量加えてもpHはあまり変化しない。このような溶液をオ( )という。

- (1) 文中の( )に適切な語句を記せ。
(2) 次の塩の水溶液は酸性、中性、アルカリ性のいずれを示すか答えよ。
(a) NH4NO3
(b) CH3COONa
(c) KCl
(d) Na2CO3
(e) NH4Cl
(3) 硝酸と水酸化バリウムの中和反応の化学平衡式を書け。
(4) 25℃で電離度1の水酸化ナトリウム0.08 gを水に溶かして全体の体積を200 mLとした。
(a) この水溶液の濃度は何 mol/Lになるか答えよ。
(b) また、この水溶液の pHはいくらか答えよ。

[28][2015 センター化学基礎(2015~)]

次の反応 I および反応 II で、下線を付した分子およびイオン(a~d)のうち、酸としてはたらくものの組合せとして最も適当なものを、下の①~⑥のうちから一つ選べ。



- ① a と b ② a と c ③ a と d
④ b と c ⑤ b と d ⑥ c と d

[29][近畿大]

次の溶液の pH を小数第1位まで求めよ。log 2 = 0.3

- (1) 0.1 mol/L 塩酸 200 mL の溶液。
(2) 0.1 mol/L 塩酸 100 mL と 0.1 mol/L 水酸化ナトリウム水溶液 100 mL の混合液。
(3) 0.6 mol/L 塩酸 20 mL と 0.6 mol/L 水酸化ナトリウム水溶液 100 mL の混合液。
(4) 0.01 mol/L 硫酸 100 mL と 0.01 mol/L 水酸化ナトリウム水溶液 100 mL の混合液。

30 [2002 センター化学 I B (1997~2005)]

濃度  $1.0 \times 10^{-3}$  mol/L の酢酸水溶液中の酢酸の電離度は、25℃において0.15である。この酢酸水溶液の pH として最も適当なものを、次の ①~⑥ のうちから一つ選べ。ただし、 $\log 1.5 = 0.18$  とする。

- ① 1.8    ② 2.8    ③ 3.8    ④ 4.8    ⑤ 5.8    ⑥ 6.8

31 [2011 東京都大]

$3.0 \times 10^{-2}$  mol/L の酢酸水溶液は pH=3 であった。この酢酸の電離度はいくらか。次の ①~⑧ のうちから最も近いものを一つ選べ。

- ①  $1.0 \times 10^{-4}$     ②  $3.3 \times 10^{-4}$     ③  $1.0 \times 10^{-3}$     ④  $3.3 \times 10^{-3}$   
 ⑤  $1.0 \times 10^{-2}$     ⑥  $3.3 \times 10^{-2}$     ⑦  $1.0 \times 10^{-1}$     ⑧  $3.3 \times 10^{-1}$

32 [2016 学習院大]

次の文章を読み、問いに答えよ。数値で答える場合の有効数字は、pH を求める場合は1桁、他の場合は2桁とする。(H=1, O=16,  $\log_{10} 2 \approx 0.3$ )

水溶液の酸性やアルカリ性の程度を示す量 pH は、水素イオンの濃度  $[H^+]$  を  $h$  mol/L と示すときに  $pH = -\log_{10} h$  の式で定義される。また、例えば MA の化学式で示される化合物が水溶液中で  $M^+$  と  $A^-$  のように電離する場合に、正負のイオンの濃度の積  $[M^+][A^-]$  をイオン積とよぶ。

- (a) 水 1 L の質量は、ほぼ 1000 g である。水 1 L 中に  $H_2O$  分子は何 mol 含まれるか。  
 (b) 純水の pH はほぼ 7 であることが知られている。 $H_2O$  分子が電離するときのイオン積を求めよ。  
 (c) 一般に、注目する分子全体の中で電離している分子の物質量の比率を、電離度とよぶ。純水の電離度  $\alpha$  を求めよ。  
 (d) 酢酸  $CH_3COOH$  の濃度が 0.12 mol/L の水溶液で、酢酸の電離度  $\beta$  は  $1.5 \times 10^{-2}$  である。この濃度の酢酸水溶液の pH を求めよ。  
 (e) HCl などの強酸と異なり、弱酸である酢酸の電離度  $\beta$  は、酢酸の濃度が高いと明らかに小さくなる。なぜだろうか。数式は使わず、水中におけるイオンの安定化という問題に着目して、答えよ。
- (a) [ ] mol    (b) [ ] (mol/L)<sup>2</sup>    (c) [ ]  
 (d) [ ]

(e) [ ]

33 [2009 名城大]

酢酸を水に溶かすとその一部が電離して、①のような平衡状態となる。



この電離定数  $K_a$  は各物質の濃度を用いて次のように示される。

$$K_a = \frac{[CH_3COO^-][H^+]}{[CH_3COOH]} \quad \dots \textcircled{2}$$

水に溶かした酢酸の濃度を  $c$  mol/L、その電離度を  $\alpha$  とすると、この水溶液中の各モル濃度は  $[CH_3COOH] = a$  [ ] mol/L     $[CH_3COO^-] = [H^+] = b$  [ ] mol/L と表せるので、 $K_a$  は

$$K_a = \frac{c}{1-\alpha} (\text{mol/L}) \quad \dots \textcircled{3}$$

となる。酢酸は弱酸なので、このときの電離度  $\alpha$  は 1 に比べて十分に小さいとみなしてよいため、 $1-\alpha \approx 1$  と近似してよい。この関係を③に適用すると、 $\alpha$  は次のように表すことができる。

$$\alpha \approx d \left[ \frac{K_a}{c} \right]^e$$

- (1) [a] ~ [d] に適する式を入れよ。  
 (2) 0.20 mol/L 酢酸水溶液中の酢酸の電離度  $\alpha$  はいくらか(有効数字 2 桁)。ただし、 $K_a = 2.0 \times 10^{-5}$  mol/L とする。 [ ]  
 (3) 0.20 mol/L 酢酸水溶液の水素イオン濃度  $[H^+]$  はいくらか(有効数字 2 桁)。 [ ] mol/L  
 (4) 0.20 mol/L 酢酸水溶液の pH を求めよ。  $\log_{10} 2 = 0.30$  [ ]

34 [2011 県立広島大]

次の各問いに答えよ。

- (1) 中和とはどのような化学変化をいうのか、100 字程度で書け。ただし、酸や塩基の定義はアレニウスの定義やブレンステッド・ローリーの定義があるが、ここでは、アレニウスの定義で答えよ。

[ ]

- (2) 次の化合物の組合せで生じる中和反応の化学反応式を書け。

- (ア) 塩酸と水酸化ナトリウム [ ]  
 (イ) 酢酸と水酸化ナトリウム [ ]  
 (ウ) 塩化水素とアンモニア [ ]

- (3) 中和反応を起こす化合物の組合せによって、その中和反応によって生じた化合物の水溶液は、酸性、中性、アルカリ性のいずれかを示す。(2) の (イ) および (ウ) の反応で生成した化合物について、このことがわかるように化学反応の反応式を書け。また、その反応式から、それぞれの水溶液が酸性、中性、塩基性のいずれを示すか答えよ。

[ ] [ ]  
 [ ] [ ]

- (4) (3) の答えから、(2) の (イ) の組合せで中和滴定を行う場合、中和点を判定する指示薬として適切なのは、フェノールフタレイン(変色域は pH 8.0~9.8) とメチルオレンジ(変色域は pH 3.1~4.4) のいずれであるか答えよ。また、その理由を 100 字以内で書け。

[ ]  
 理由 [ ]

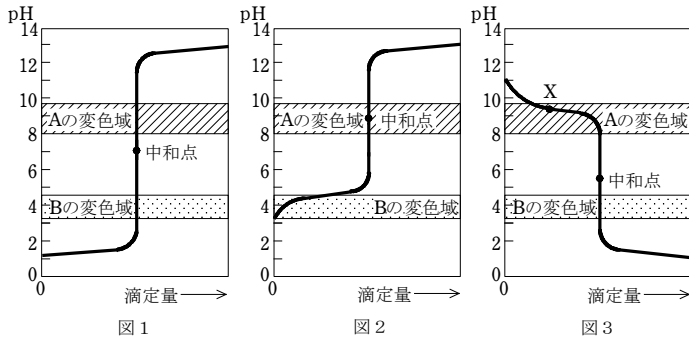
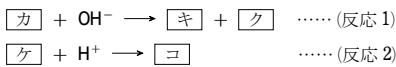
35 [2001 立命館大]

次の文章を読み、下の問いに答えよ。

図1~3は、中和滴定の際の溶液のpH変化を示している。また、図中の帯は、指示薬Aおよび指示薬Bの変色域を表している。中和点はpHが急激に変化する領域の中点であり、酸や塩基の組み合わせにより中和点の位置や使用できる指示薬が異なる。

図1のような滴定曲線が得られるのはア[ ]滴定した場合であり、指示薬Aおよび指示薬Bとも変色域がpH急変の領域内にあるので、どちらの指示薬を使っても中和点の滴定量を測定できる。一方、図2はイ[ ]滴定した場合に得られるが、変色域がpH 3.1~4.4の指示薬Bでは中和点を見つけることはできない。逆に、図3の場合には指示薬Aは適さない。

図3は、具体的にはアンモニア水を塩酸で滴定したときに得られる。中和点の滴定量の半分を滴下した付近(X点)では、未反応のウ[ ]と中和で生成したエ[ ]のモル濃度はほぼ等しい。図からわかるように、この付近では滴定量が増加しても、pHはあまり変化しない。このような溶液をオ[ ]という。pHがあまり変化しないのは、混合水溶液中でウ[ ]は電離平衡にあるのに対し、エ[ ]は完全に電離しているからである。この溶液に塩基の溶液を少し加えた場合には、OH<sup>-</sup>はオ[ ]と反応し、キ[ ]とク[ ]になるため、OH<sup>-</sup>イオン濃度はほとんど変化しない(反応1)。一方、酸の溶液を少し加えた場合には、H<sup>+</sup>イオンはケ[ ]と反応し、コ[ ]になるため、H<sup>+</sup>イオン濃度はほとんど変化しない(反応2)。



- 文章中の「ア」、「イ」について、下記の①、②……の中から最も適切な答えを選び、その番号を答えよ。  
 ① 強塩基を強酸で    ② 強酸を強塩基で    ③ 弱塩基を強酸で  
 ④ 強酸を弱塩基で    ⑤ 強塩基を弱酸で    ⑥ 弱酸を強塩基で  
 ⑦ 弱塩基を弱酸で    ⑧ 弱酸を弱塩基で  
 ア[ ], イ[ ]
- 文章中の「ウ」、「エ」について、下記の①、②……の中から最も適切な答えを選び、その番号を答えよ。  
 ① 塩酸                      ② 水酸化ナトリウム    ③ アンモニア  
 ④ 塩化ナトリウム        ⑤ 塩化アンモニウム  
 ウ[ ], エ[ ]
- 文章中の「オ」について、下記の①、②……の中から最も適切な答えを選び、その番号を答えよ。  
 ① 飽和溶液    ② コロイド溶液    ③ 緩衝溶液  
 ④ 標準溶液
- 文章中の「カ」~「コ」について、下記の①、②……の中から最も適切な答えを選び、その番号を答えよ。ただし、同じ番号を何回使ってもよい。  
 カ[ ], キ[ ], ク[ ], ケ[ ], コ[ ]  
 ① NH<sub>3</sub>    ② HCl    ③ NH<sub>4</sub>Cl    ④ H<sub>2</sub>O    ⑤ NaOH  
 ⑥ H<sup>+</sup>    ⑦ NH<sub>4</sub><sup>+</sup>    ⑧ Na<sup>+</sup>    ⑨ Cl<sup>-</sup>    ⑩ OH<sup>-</sup>
- 図中に変色域が示されている指示薬A、Bは何か。下記の①、②……の中から最も適切な答えを選び、それぞれその番号を答えよ。  
 A[ ], B[ ]  
 ① メチルオレンジ    ② プロモチモールブルー  
 ③ メチルレッド    ④ フェノールフタレイン

36 [2008 名城大]

市販の食酢中の酢酸含有量を調べるために以下のような実験を行った。なお、この実験に用いた食酢中の酸はすべて酢酸とし、その密度は1.01 g/cm<sup>3</sup>とする。ただし、数値は有効数字3桁で求めよ。H=1.0, C=12.0, O=16.0

(操作1) 水酸化ナトリウム約1gをはかりとり、純水で500mLに希釈した。

(操作2) 純粋なシュウ酸の結晶(COOH)<sub>2</sub>・2H<sub>2</sub>O 3.15gをビーカー中で少量の純水に溶かし、この水溶液と洗液をア[ ]に入れ、標線まで純水を加えて500mLとした。

(操作3) 操作2で作成したシュウ酸水溶液10mLをイ[ ]によってコニカルビーカーに入れ、指示薬ウ[ ]を2~3滴加えた。このコニカルビーカーに操作1で作成した水酸化ナトリウム水溶液をエ[ ]を用いて滴下すると、19.2mL滴下したところでコニカルビーカー中の溶液の色がオ[ ]に変化した。

(操作4) 市販の食酢10mLをイ[ ]でア[ ]に入れ、純水を加えて100mLとした。この希釈溶液10mLを操作3と同じ手順で滴定したところ、13.5mL滴下したところで中和が完了した。

- 文中の(ア)~(オ)に当てはまる語句を記せ。
- 操作2で作成したシュウ酸水溶液のモル濃度を求めよ。 [ ] mol/L
- 操作3、4で使用するコニカルビーカーが使用前に純水でぬれていた。すぐに使用したいが、どのようにして用いればよいか。適切な処置方法とその理由を記せ。  
 処置方法[ ]  
 理由[ ]

(4) 水酸化ナトリウム水溶液のモル濃度を求めよ。また操作3で起こる中和反応を化学反応式で示せ。

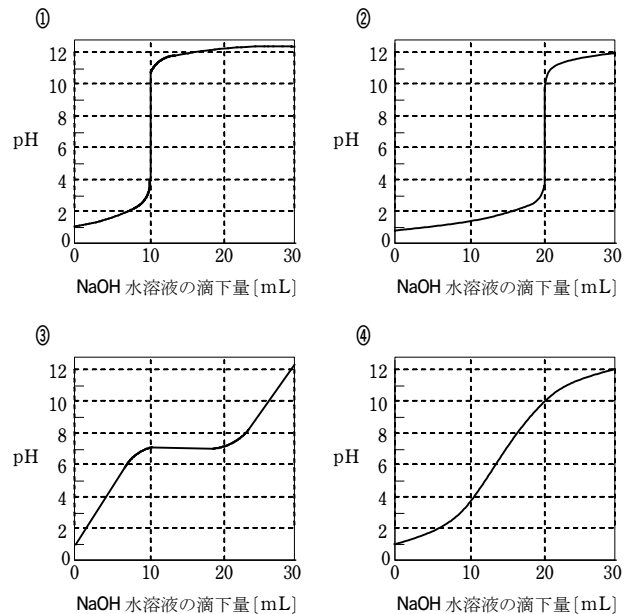
モル濃度[ ] mol/L  
 化学反応式[ ]

- 市販の食酢中の酢酸のモル濃度を求めよ。 [ ] mol/L
- 食酢中の酢酸の質量パーセント濃度を求めよ。 [ ] %
- 操作3、4で指示薬(ウ)を用いた理由を簡単に記せ。  
 [ ]

(8) 今回の実験では、水酸化ナトリウムが空气中で正確に質量をはかることができないため、操作3を行う必要があった。これは水酸化ナトリウム特有の性質が原因である。この性質を2つ挙げよ。  
 [ ] [ ]

37 [2015 センター化学基礎(2015~)]

0.10 mol/Lの塩酸10mLを0.050 mol/LのNaOH水溶液で滴定した。滴定曲線として最も適当なものを、次の①~④のうちから一つ選べ。 [ ]



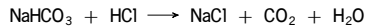
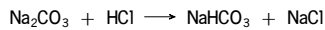
38 [2015 センター化学I(2006~2015)]

0.0500 mol/Lの硫酸1000mLに、アンモニアを吸収させた。このとき、溶液の体積は変わらなかったものとする。この溶液を10.0mLはかり取り、0.100 mol/Lの水酸化ナトリウム水溶液で滴定したところ、中和するのに4.00mLを要した。吸収されたアンモニアの体積は0℃、1.013×10<sup>5</sup> Paで何Lか。最も適当な数値を、次の①~⑥のうちから一つ選べ。 [ ] L

- ① 0.134    ② 0.224    ③ 0.448    ④ 1.34    ⑤ 2.24    ⑥ 4.48

39 [2015 名城大]

炭酸ナトリウムと塩酸は、次のように二段階で中和反応が起こることが知られている。



濃度のわからない水酸化ナトリウム水溶液 A にある量の二酸化炭素を通じると、水酸化ナトリウムと炭酸ナトリウムの混合水溶液 B になった。なお、このとき水溶液の体積変化はなかったものとする。

この混合溶液 B 20.0 mL を正確にはかりとった。ここにフェノールフタレインを指示薬として加え、0.100 mol/L 塩酸で中和滴定を行ったところ、終点までに 40.0 mL を要した。この水溶液にメチルオレンジを指示薬として加え、さらに 0.100 mol/L 塩酸を滴下したところ、終点までに 10.0 mL を要した。

- (1) 下線部の操作によって起こる反応を化学反応式で記せ。  
[ ]
- (2) この滴定の終点前と終点での溶液の色の変化はどうか。① フェノールフタレイン、② メチルオレンジについて次の(ア)~(カ)から最も適切なもの一つずつ選べ。  
① [ ] ② [ ]
- (ア) 赤色 → 無色 (イ) 無色 → 赤色 (ウ) 黄色 → 赤色  
(エ) 赤色 → 黄色 (オ) 青紫色 → 無色 (カ) 無色 → 青紫色
- (3) 溶液 B 20.0 mL に含まれる水酸化ナトリウムの物質質量 (mol) を有効数字 3 桁で記せ。  
[ ] mol
- (4) 溶液 B 20.0 mL に含まれる炭酸ナトリウムの物質質量 (mol) を有効数字 3 桁で記せ。  
[ ] mol
- (5) 溶液 A の水酸化ナトリウムの濃度 (mol/L) を有効数字 3 桁で記せ。  
[ ] mol/L

40 [1999 滋賀医科大]

塩とは、酸の<sup>①</sup>[ ]イオンと塩基の<sup>②</sup>[ ]イオンとが結合してできた化合物の総称である。塩は、<sup>③</sup>[ ]塩、<sup>④</sup>[ ]塩、<sup>⑤</sup>[ ]塩の三つに分類されるが、これらの名前は、塩の組成からつけられたもので、その水溶液の性質とは関係ない。たとえば、酢酸ナトリウムは<sup>⑥</sup>[ ]塩であるが、その水溶液は<sup>⑦</sup>[ ]性を示し、炭酸水素ナトリウムは<sup>⑧</sup>[ ]塩であるが、その水溶液は<sup>⑨</sup>[ ]性を示す。

- (1) 文中の [ ] に適切な語句を入れよ。
- (2) 下線部において、酢酸ナトリウムの水溶液が<sup>⑦</sup>[ ]性を示す理由を、下の三つの語句を使って説明せよ。

語句：電離、水のイオン積、4種のイオン

- (3) 下に示した物質を水に溶解させたとき、その水溶液が酸性を示す物質、塩基性を示す物質、ほぼ中性を示す物質に分類し、化学式で答えよ。

塩化アンモニウム、硫酸水素ナトリウム、炭酸ナトリウム、硫酸銅(II)、硝酸ナトリウム、亜硫酸ナトリウム

酸性 [ ]  
塩基性 [ ]  
中性 [ ]

41 [2002 センター化学 I B (1997~2005)]

次の塩 a~d について、水に溶かしたときに中性を示さないものの組合せとして最も適当なものを、下の ①~⑥ のうちから一つ選べ。 [ ]

a NaCl    b CH<sub>3</sub>COONa    c NaNO<sub>3</sub>    d NH<sub>4</sub>Cl

- ① a・b    ② a・c    ③ a・d    ④ b・c    ⑤ b・d    ⑥ c・d

42 [1992 センター化学 (1992~1996)]

0.1 mol/L の酸と、0.1 mol/L の塩基または塩の水溶液とを同体積ずつとり、混合した。得られた溶液の性質に関する次の記述 ①~⑤ のうちから、誤りのあるもの一つ選べ。 [ ]

- ① 塩酸とアンモニア水を混合すると酸性になる。  
② 塩酸と炭酸ナトリウム水溶液を混合すると塩基性になる。  
③ 酢酸水溶液と水酸化ナトリウム水溶液を混合すると塩基性になる。  
④ 硫酸水溶液と水酸化ナトリウム水溶液を混合すると中性になる。  
⑤ 硝酸水溶液と水酸化ナトリウム水溶液を混合すると中性になる。