

化学基礎 (その1)

必要ならば $H = 1.0$, $C = 12.0$, $N = 14.0$, $O = 16.0$, $Na = 23.0$, $S = 32.0$, $K = 39.0$, $Ca = 40.0$, $Mn = 55.0$ を用いよ。

第1問 以下の問い(問1～3)に答えよ。

問1 尿素(CH_4N_2O)を水に溶かした 6.0 g/L の尿素水溶液の浸透圧は、グルコース($C_6H_{12}O_6$)を同じ温度の水に溶かした 12.0 g/L のグルコース水溶液の浸透圧の何倍になるか。なお、浸透圧は溶液に溶けている溶質粒子の数に比例する。

問2 モル濃度 2.40 mol/L のスクロース水溶液 100 mL を作りたい。スクロース($C_{12}H_{22}O_{11}$)何 g をはかりとり、どのように調製すればよいか。次の (A) には数値を、(B) には使用するガラス器具名も入れて、その調製方法を 25 字以内で答えよ。数値は有効数字3桁で答えよ。

(A) g をはかりとり (B) 。

問3 問2の 2.40 mol/L のスクロース水溶液の密度は $20\text{ }^\circ\text{C}$ で 1.30 g/cm^3 である。この溶液の質量パーセント濃度はいくらか。有効数字3桁で答えよ。

第2問 図1は硫酸銅(II)無水物の溶解度曲線である。以下の問い(問1, 2)に答えよ。

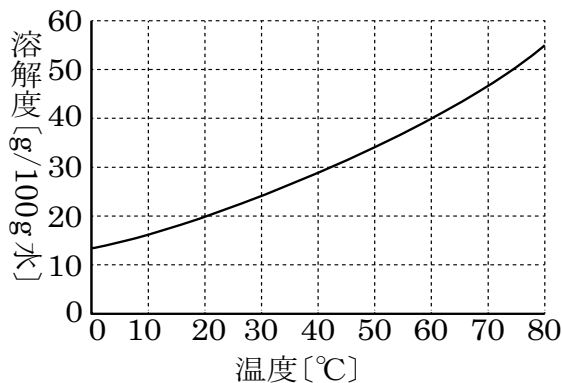


図1

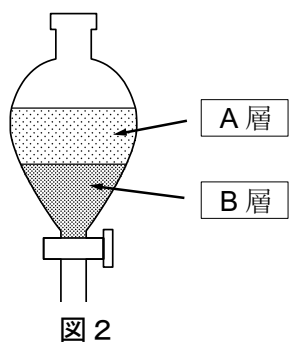
問1 硫酸銅(II)の質量パーセント濃度 16.7% の水溶液を $70\text{ }^\circ\text{C}$ から冷却していくと、結晶が析出し始める温度は何 $^\circ\text{C}$ か。

問2 $60\text{ }^\circ\text{C}$ の飽和水溶液 100 g に含まれる硫酸銅(II)の量は何 g か。有効数字3桁で答えよ。

化学基礎 (その2)

第3問 以下の問い(問1, 2)にもっとも適するものを, ①, ②, ③...の中から1つ選び, 番号で答えよ。

問1 分液ろうとにヨウ素(I_2) およびヨウ化カリウム(KI) を溶解させた水溶液とヘキサンを入れ, 激しく振り混ぜた後に放置したところ, 図2のように分離した。このときA層の溶媒と溶質の組み合わせで正しいのはどれか。下の表から選べ。



	①	②	③	④	⑤	⑥
溶媒	ヘキサン	ヘキサン	ヘキサン	水	水	水
溶質	I_2	KI	I_2, KI	I_2	KI	I_2, KI

図2

問2 灯油中で保存する必要があるのはどれか。

a 黄リン b 黒鉛 c 赤リン d ナトリウム

- ① a ② b ③ c ④ d ⑤ aとb
 ⑥ aとc ⑦ aとd ⑧ bとc ⑨ bとd ⑩ cとd

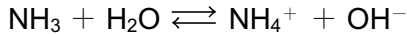
第4問 元素ア～オは第1～4周期のいずれかに属する元素である。以下の文(1)～(7)を読み, ア～オを元素記号で答えよ。

- (1) 元素アはL殻に6個の電子を持つ。
- (2) 元素イと元素アが1:2の割合で化合した物質の固体は共有結合結晶である。
- (3) 元素イは非金属元素であるが, その次の周期の同族元素は金属元素である。
- (4) 元素ウは金属元素であるが, 炎色反応は示さない。しかし, その次の周期の同族元素は炎色反応を示す。
- (5) 元素エは金属元素であるが, その一つ前の周期の同族元素は非金属元素である。
- (6) 元素エの価電子の数は3個である。
- (7) 元素オは元素アと同一の周期に属し, 陽イオンにも陰イオンにもなりにくい。

化学基礎 (その3)

第5問 次の文章を読み、以下の問い(問1, 2)に答えよ。

アンモニアを水に溶かすと



の反応が起こる。

ここで、 NH_3 に対して、 H_2O が電離してできた H^+ が(ア)して NH_4^+ ができる。この結合では、共有結合に使われていなかった窒素の(イ)が H^+ の空の電子対と新たに電子の共有をおこす。この結合は、新たに電子の共有をおこした原子が4つのうちのどのH原子かの同定はできない、等価な結合である。

物質間での(ウ)の授受で考えるブレンステッド・ローリーの酸・塩基の定義で考えると、このようにできた NH_4^+ は(エ)であり、 OH^- が(オ)となる。

水溶液の液性はpHという指標で表されるが、これは(カ)の濃度を指数的に表したものであり、 $\text{pH} = 12$ のアンモニア水と $\text{pH} = 14$ の水酸化ナトリウム水溶液を比較すると、(カ)の濃度はアンモニア水の方が(キ)倍(ク)い。

アンモニア水に塩化アンモニウムの塩を加えて溶解させると、弱塩基とその塩の混合溶液ができる。この弱塩基と塩の混合溶液に少量の塩酸を加えると、塩酸から電離した H^+ と(ケ)反応をおこし H_2O を作る。また、この弱塩基と塩の混合溶液に少量の水酸化ナトリウムを加えると、(コ)反応をおこし、電離度の小さい(サ)が作られる。このように、少量の酸および塩基のどちらを加えてもpHの変化が大きくない。このような溶液の持つ性質を緩衝作用とよぶ。

問1 文章中の(ア)～(サ)に入る単語を以下の①～⑳の中から1つ選び、番号で答えよ。ただし、同じ番号が複数の箇所に入ることもある点に留意すること。

- | | | | | |
|------------------------|----------------|-----------------|--------|---------|
| ① 2 | ② 4 | ③ 100 | ④ 1000 | ⑤ 10000 |
| ⑥ H_2O | ⑦ H^+ | ⑧ OH^- | ⑨ 濃 | ⑩ 薄 |
| ⑪ 共有電子対 | ⑫ 非共有電子対 | ⑬ 自由電子 | ⑭ 不対電子 | ⑮ 酸 |
| ⑯ 塩基 | ⑰ 弱酸 | ⑱ 弱塩基 | ⑲ 水素結合 | ⑳ イオン結合 |
| ㉑ 配位結合 | ㉒ 遊離 | ㉓ 中和 | | |

問2 図3に示すグラフはアンモニア水に塩酸をゆっくり加えたときのpHの変化を表したグラフである。緩衝作用を示すのは、このグラフ上のどの部分か、表記された①, ②, ③から選べ。

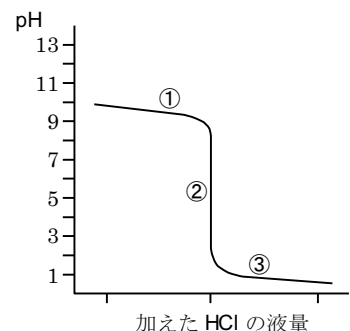


図3

化学基礎 (その4)

第6問 以下の問い(問1, 2)に答えよ。

問1 物質Xは融点が T_2 ℃, 沸点が T_3 ℃の純物質である。 T_1 ℃の物質Xを密閉した容器内で時間 t_0 から加熱したところ, 時間 t_1 での温度は T_4 ℃となった。このときの物質Xの温度の変化をグラフ上に模式的に実線で書け。ただし, $T_1 < T_2$, $T_3 < T_4$ とする。

問2 半減期 $t_{1/2}$ で壊変(崩壊)する, ある放射性同位元素について, t_0 での放射性同位元素の割合を100としたとき, $3t_{1/2}$ の間に崩壊していない元素の割合はどのように推移するか。グラフ上に実線で書け。なお, $t_{1/2}$, $2t_{1/2}$, $3t_{1/2}$ のときの値をグラフ上に●で示せ。

第7問 以下の問い(問1～4)に答えよ。

問1 電池に関する記述として誤りを含むものを, 次の①～⑩の中から1つ選び, 番号で答えよ。

- a アルカリマンガン乾電池は, 正極にZn, 負極に MnO_2 を用いた電池であり, 日常的に広く使用されている。
- b 酸化銀電池は, 正極に Ag_2O を用いた電池であり, 一定の電圧が長く持続するので, 腕時計などに使用されている。
- c 鉛蓄電池は, 正極に PbO_2 , 負極にPb, 電解質に希硫酸を用いた二次電池である。
- d リチウム電池は, 正極に MnO_2 , 負極にLiを用いた電池で, 円筒形とコイン形があり, 電卓やカメラに使用されている。

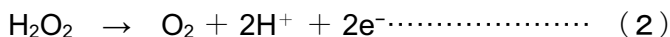
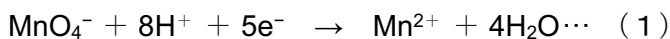
- ① a ② b ③ c ④ d ⑤ aとb
 ⑥ aとc ⑦ aとd ⑧ bとc ⑨ bとd ⑩ cとd

化学基礎 (その5)

問2 次の表のA欄には2種類の金属が、B欄にはそれらに共通する化学的性質が示されている。B欄の記述に誤りを含むものを、表中の①～④の中から1つ選び、番号で答えよ。

	A欄	B欄
①	Cu, Ag	希硫酸には溶けないが、熱濃硫酸に溶ける
②	Al, Fe	希硝酸に溶けるが、濃硝酸には溶けない
③	Zn, Pb	希硫酸にも希塩酸にも溶ける
④	Pt, Au	濃塩酸にも濃硝酸にも溶けないが、王水には溶ける

問3 過マンガン酸カリウム KMnO_4 と過酸化水素 H_2O_2 の酸化剤あるいは還元剤としてのはたらきは、電子を含む次のイオン反応式で表される。



過酸化水素 x [mol] を含む硫酸酸性水溶液に過マンガン酸カリウム水溶液を加えたところ、酸素が発生した。この反応における加えた過マンガン酸カリウムの物質量 [mol] と、未反応の過酸化水素の物質量 [mol] との関係は、図4のようになった。以下の問い(a), (b) に答えよ。

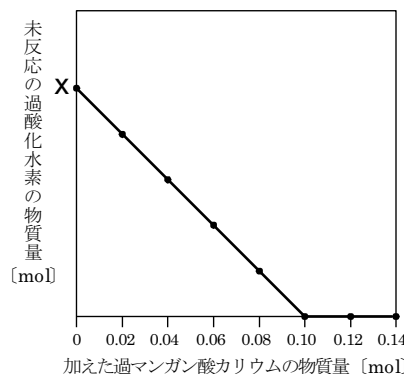


図4

(a) 反応式(2)における酸素原子の酸化数の変化として正しいものはどれか。次の①～⑤の中から1つ選び、番号で答えよ。

- ① 2減る ② 1減る ③ 変化しない ④ 1増える
 ⑤ 2増える

(b) 反応前の過酸化水素の物質量 x は何 mol か。もっとも適切な数値を次の①～⑥の中から1つ選び、番号で答えよ。

- ① 1.0×10^{-2} ② 2.5×10^{-2} ③ 4.0×10^{-2}
 ④ 2.5×10^{-1} ⑤ 4.0×10^{-1} ⑥ 1.0

化学基礎 (その6)

問4 純度不明の過マンガン酸カリウムの純度を決定する実験を計画した。まず、この純度不明の過マンガン酸カリウム 2.60 g を水に溶解して、1.00 L の水溶液を作った。 4.00×10^{-2} mol/L のシュウ酸 (COOH)₂ 水溶液 20.0 mL を水で希釈して 100 mL とし、それに希硫酸を加えて酸性にした。この溶液に上記の過マンガン酸カリウム水溶液を滴下していくと、20.0 mL を加えたところで、滴定の終点に到達した。以下の問い(a)～(c)に答えよ。ただし、純度とは試料中に占める主成分の割合を百分率[%] で表したものとする。

- (a) この滴定反応の化学反応式を答えよ。
- (b) この滴定の終点は、どのような現象で確認できるか。15 字以内で答えよ。
- (c) この滴定に用いた過マンガン酸カリウムの純度は何 %か。有効数字3桁で答えよ。ただし、この過マンガン酸カリウムに含まれる不純物はシュウ酸と反応しないものとする。