

化学基礎 (その1)

必要ならば $H = 1.00$, $C = 12.0$, $O = 16.0$, $Cu = 63.5$ の原子量, 標準状態における気体のモル体積は 22.4 L/mol , アボガドロ定数 $N_A = 6.02 \times 10^{23} / \text{mol}$ を用いよ。

第1問 次の文章を読んで, 以下の問い(問1 ~ 3)に答えよ。なお, 数値については有効数字3桁で答えよ。

今ここに, 2.00 mol/L の NaCl 水溶液と粉末状のグルコース($\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$)がある。この2つを用いて, 以下の方法で, NaCl 濃度が 0.200 mol/L でグルコース濃度が 40.0 g/L となる水溶液を 50.0 mL 作りたい。

方法 2.00 mol/L の NaCl 水溶液 (ア) mL を (イ) ではかりとり, 約 40 mL の純水が入ったビーカーに加えて混和する。ここに, (ウ) g のグルコースを加えて完全に溶解させ, (エ)。

問1 (ア) ~ (ウ) にあてはまる数値もしくは器具名を入れ, (エ) については器具名を入れて 30 字以内で答えよ。

問2 この溶液のグルコースのモル濃度 [mol/L] はいくらか。

問3 この溶液の比重が 1.04 g/cm^3 であったすると, グルコースの質量パーセント濃度 [%] はいくらか。

化学基礎 (その2)

第2問 次の文章は、**図1**に示した電子配置をもつ原子 **a** ~ **e** について記述したものである。
以下の問い(問1, 2)に答えよ。

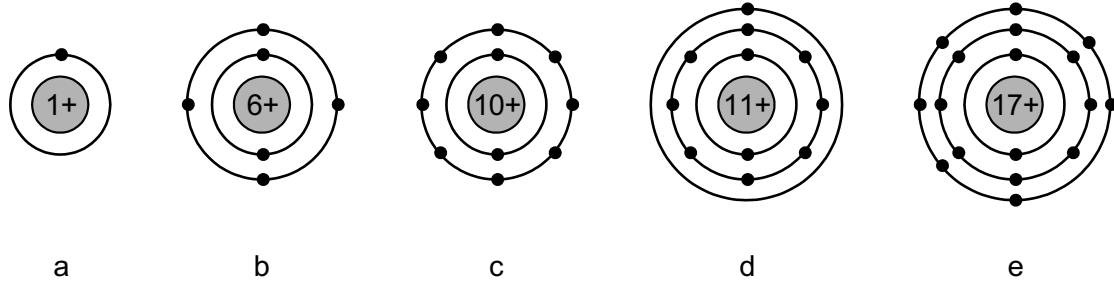


図1



図2 電子式の例

原子 **a** と1つの原子 **b** からできる化合物は (**ア**) である。この際、原子 **a** と原子 **b** は互いに (**イ**) 電子を出し合い、(**ウ**) 結合をつくる。この化合物を構成する原子 **b** の電子配置は、原子 **c** の (**エ**) と同じとなり、(**オ**) 殻に最大数の電子が収容された (**カ**) 構造となる。また、この化合物は正四面体構造のため、分子全体として正と負の電荷の重心が一致した (**キ**) 分子である。

質量数 35 の原子 **e** の原子核は、17 個の (**ク**) と 18 個の (**ケ**) から構成される。自然界には質量数 37 の原子 **e** も 25 % 存在しているため、原子 **e** の原子量は (**コ**) となる。このように (**ケ**) 数の異なる原子どうしを互いに (**サ**) という。また、(**サ**) の中には、放射線を出す (**シ**) もある。

図1に示した原子のなかで、原子 **e** はもっとも (**ス**) が大きいため、1 価の (**セ**) イオンになりやすい。一方、原子 **d** は (**ソ**) が小さいため、1 価の (**タ**) イオンになりやすい。これらのイオンは (**チ**) 的な引力により結合し、化合物 (**ツ**) を形成する。

問1 文中の (**ア**) ~ (**ツ**) の空欄を埋めて文章を完成させよ。ただし、(**ア**), (**エ**), (**ツ**) には物質名もしくは原子名を、(**コ**) には数値を有効数字3桁で記入せよ。

問2 化合物 (**ア**) の電子式を**図2**の例にならって記せ。

化学基礎 (その3)

第3問 金属の結晶構造について以下の問い(問1～5)に答えよ。図3のAとBは、単位格子(結晶格子のくり返し単位)における各原子の位置を模式的に示したものである。ただし、 $\sqrt{2} = 1.4$ とする。

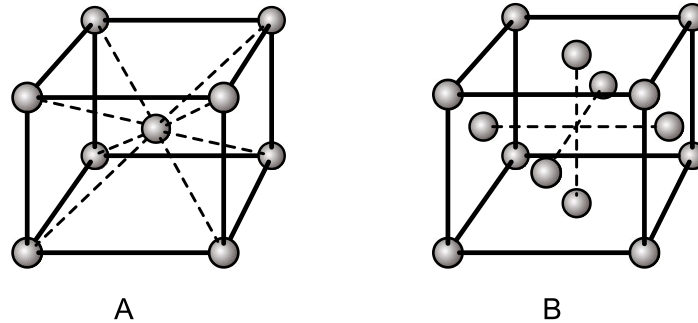


図3

問1 金属結晶の性質としてあてはまるものを、①、②、③、・・・の中から4つ選び、番号で答えよ。

- ① 自由電子によって結合している
- ② 硬くてもろい
- ③ 昇華しやすいものが多い
- ④ 展性、延性がある
- ⑤ 熱をよく伝える
- ⑥ 軟らかくてもろい
- ⑦ 電気をよく通す
- ⑧ 分子間力で結合している

問2 AとBの結晶構造の単位格子1つあたりに含まれる原子の数はそれぞれいくつか。

問3 Cu原子1個あたりの質量[g]を有効数字3桁で答えよ。

問4 Cuの結晶はBの構造をとる。その単位格子の1辺の長さを $3.6 \times 10^{-8} \text{ cm}$ としたとき、Cu原子の半径は何cmになるか。有効数字2桁で答えよ。ただし、結晶内では最接近の原子は互いに接触しているものとする。

問5 Cuの結晶の密度[g/cm³]の値としてもっとも近いものを、①、②、③、・・・の中から1つ選び、番号で答えよ。

- ① 2.3 ② 4.5 ③ 9.0 ④ 18 ⑤ 23 ⑥ 36

化学基礎 (その4)

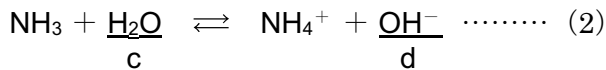
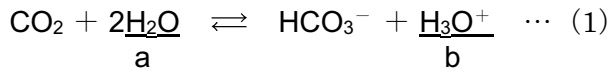
第4問 以下の (a) ~ (f) の操作を行ったとき、下線部の物質は何に変化するか。化学式もしくはイオン式で答えよ。変化しない場合には解答欄に × を記せ。

- (a) 銅(Cu)に濃硝酸を加える。
- (b) 白金(Pt)に熱濃硫酸を加える。
- (c) マグネシウム(Mg)を常温の水に入れる。
- (d) ヨウ素(I₂)ヨウ化カリウム水溶液に硫化水素を通じる。
- (e) 赤鉄鉱(Fe₂O₃)、コークス、石灰石の混合物に熱風を送る。
- (f) 硫酸酸性の過マンガン酸カリウム(KMnO₄)水溶液とシュウ酸水溶液を混合する。

化学基礎 (その5)

第5問 以下の問い(問1～4)に答えよ。

問1 式(1)と式(2)の反応で、下線部a～dの分子またはイオンのうち、ブレンステッド・ローリーの定義による酸としてはたらくものを、①、②、③、・・・の中から1つ選び、番号で答えよ。



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

問2 酸・塩基に関するa～dの文章で、正しいものを、①、②、③、・・・の中から1つ選び、番号で答えよ。

- a 酸1分子中に含まれる水素原子の数を、酸の価数という。
b 一価の酸より三価の酸の方が強い酸である。
c 水酸化鉄(III)Fe(OH)₃は水に溶けにくいですが、塩基である。
d 酸性塩の水溶液は、すべて酸性を示す。

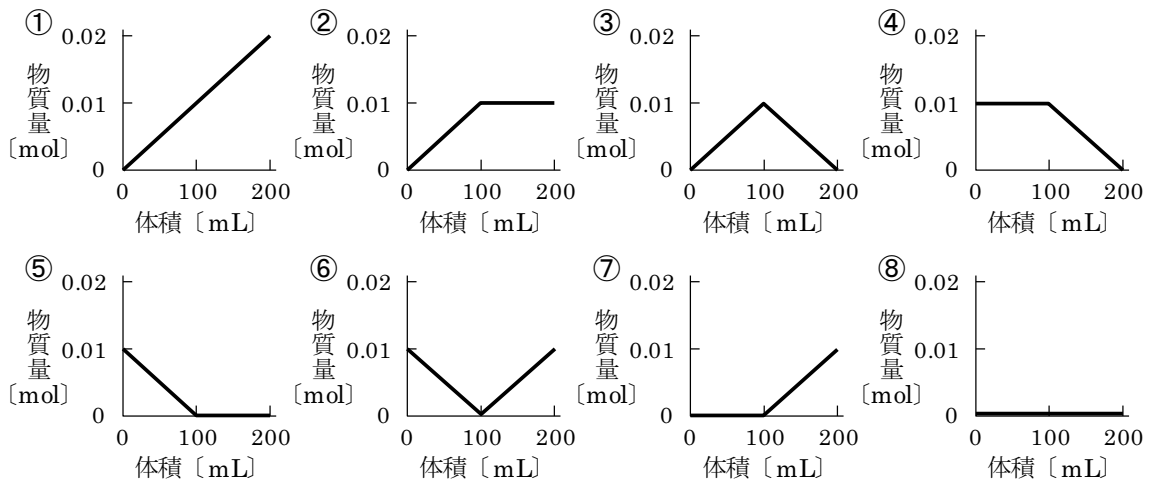
- ① aのみ ② bのみ ③ cのみ ④ dのみ ⑤ aとb
⑥ aとc ⑦ aとd ⑧ bとc ⑨ bとd ⑩ cとd

化学基礎 (その6)

問3 ある温度で、 0.050 mol/L の酢酸水溶液の電離度は 0.020 であった。

- 1) この温度における 0.050 mol/L の酢酸水溶液の pH の値を 整数 で答えよ。
- 2) この温度に保ったまま、 0.050 mol/L の酢酸水溶液 200 mL に 0.10 mol/L の水酸化ナトリウム水溶液を少しずつ加えていった。このとき、加えた水酸化ナトリウム水溶液の体積 $[\text{mL}]$ と混合水溶液中のア～ウの物質質量 $[\text{mol}]$ の関係を表すグラフを、①, ②, ③, …の中からそれぞれ1つ選び、番号で答えよ。

ア CH_3COO^- イ H^+ ウ OH^-



問4 ある実験で発生させた (1)アンモニアを 0.100 mol/L の硫酸 50.0 mL に吸収させて、完全に反応させた。 次に、(2)この水溶液を 0.200 mol/L の水酸化ナトリウム水溶液で滴定したところ、 8.00 mL を要した。

- 1) 下線部(1) と下線部(2) でおきた反応を化学反応式で書け。
- 2) 下線部(1) で吸収されたアンモニアは標準状態で何 L か。 有効数字 3 桁 で答えよ。