

一般選抜A日程 問題用紙 <化学> (5-1)

1

以下の文を読み、下記の問に答えなさい。ただし、原子量は $H=1.0$ 、 $C=12$ 、 $O=16$ 、 $Na=23$ 、 $Cl=35.5$ とし、気体定数 $R=8.3\times 10^3 \text{ Pa}\cdot\text{L}/(\text{mol}\cdot\text{K})$ とする。また、塩化ナトリウムの電離度は 1.0 とする。解答の数値は有効数字2桁で答えなさい。

内径が等しく、左右対称なU字管の中央部を、水分子だけを通す半透膜によってI室とII室に仕切った。I室とII室のそれぞれに純粋な水、水溶液A、水溶液Bのいずれかを液面が同じ高さになるまで加えた様子を図1に示す。なお、水溶液Aは質量パーセント濃度が5.4%のグルコース水溶液であり、水溶液Bは質量パーセント濃度が1.2%の塩化ナトリウム水溶液である。水溶液AとBの密度はいずれも 1.0 g/cm^3 とする。

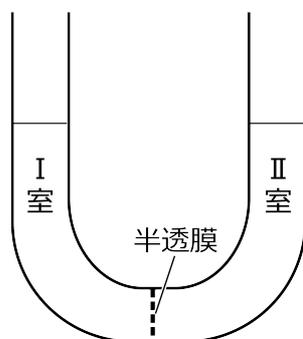


図1

(1) I室に純粋な水を、II室に水溶液Aを液面が同じ高さになるまで加え、 27°C でしばらく放置した。

問1 水溶液Aのモル濃度 $[\text{mol/L}]$ を答えなさい。

問2 I室とII室の液面の高さはどうなると予想されるか、以下の(a)～(c)から1つ選び、記号を記しなさい。

- (a) I室の液面の方が、II室よりも高くなる。
- (b) II室の液面の方が、I室よりも高くなる。
- (c) I室とII室の液面の高さは変化しない。

(2) I室に水溶液Aを、II室に水溶液Bを液面が同じ高さになるまで加え、 27°C でしばらく放置した。

問1 水溶液Bのモル濃度 $[\text{mol/L}]$ を答えなさい。

問2 27°C における水溶液Bの浸透圧 $[\text{Pa}]$ を答えなさい。

一般選抜 A 日程 問題用紙 <化学> (5-2)

問3 I室とII室の液面の高さはどうなると予想されるか、以下の(d)～(f)から1つ選び、記号を記しなさい。

(d) I室の液面の方が、II室よりも高くなる。

(e) II室の液面の方が、I室よりも高くなる。

(f) I室とII室の液面の高さは変化しない。

(3) あるタンパク質 7.5 g を水に溶かし、全量が 0.50 L のタンパク質水溶液Cをつくった。水溶液Cの浸透圧は、27°Cにおいて 9.3×10^2 Pa であった。このタンパク質の分子量を答えなさい。

一般選抜A日程 問題用紙 <化学> (5-3)

2 以下の文を読み、下記の問題に答えなさい。

あらゆる物質は元素で構成されている。元素は 140 種類が存在するとされているが、それぞれの元素を構成するのは①原子である。原子は原子核と電子からなる。そして、原子核は中性子と陽子からなる。また、それぞれの原子には原子番号がつけられている。それぞれの元素を原子番号の順に並べた周期表を表 1 として示す。

元素の中でニッケルは原子番号 28 の元素であり、鉄と同じ金属元素に分類される。ニッケルは人の生活において、純物質としてではなく、むしろ他の金属との合金として使われる。例えば、②500 円硬貨、100 円硬貨、50 円硬貨はニッケルと他の金属との合金でできている。

表 1

周期/族	1	2	13	14	15	16	17	18
1	(ア)							(イ)
2	(ウ)	Be	(エ)	(オ)	(カ)	(キ)	F	Ne
3	Na	Mg	Al	(ク)	P	(ケ)	(コ)	Ar
4	K	(サ)						

(1) 下線部①について、 $^{58}_{28}\text{Ni}$ の陽子数と中性子数をそれぞれ記しなさい。

(2) 硫黄原子の電子配置を図 1 に示す例にならって記しなさい。

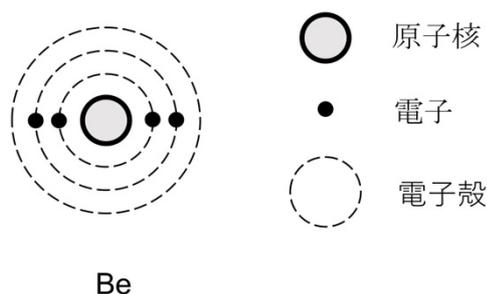


図 1

(3) 典型元素では原子番号順で周期性がある。この周期性について最も適切なものを以下の (a) ~ (d) から 1 つ選び、記号を記しなさい。

- (a) 1 原子の重量
- (b) 半減期の長さ
- (c) 電子の受け取りやすさや失いやすさ
- (d) 常温・常圧における気体、液体、固体といった物質の状態

一般選抜A日程 問題用紙 <化学> (5-4)

- (4) 水、アンモニア、メタンを構成する元素を表1の周期表に記された元素(ア)～(サ)からそれぞれ2つずつ選び、記号を記しなさい。
- (5) 周期表に記された元素(ア)～(サ)のうち金属元素はどれか。適切なものをすべて選び、記号を記しなさい。
- (6) 下線部②の500円硬貨は直径**26.5 mm**で、一枚の重量は**7.0 g**でありニッケル黄銅でできている。このニッケル黄銅は質量パーセントで、銅**72.0%**、亜鉛**20.0%**、ニッケル**8.0%**からなる。500円硬貨1枚に含まれるニッケルについて、その質量[g]と物質量[mol]、および原子数[個]をそれぞれ有効数字2桁で答えなさい。ただし、原子量はNi=59、Cu=64、Zn=65とし、アボガドロ定数は $6.0 \times 10^{23}/\text{mol}$ とする。
- (7) ニッケルよりもイオン化傾向が小さいものを以下の(e)～(j)からすべて選び、記号を記しなさい。

(e) Au

(f) Cu

(g) Fe

(h) Na

(i) Pb

(j) Pt

一般選抜A日程 問題用紙 <化学> (5-5)

3 以下の文を読み、下記の問題に答えなさい。ただし、原子量は H=1.00、C=12.0、N=14.0、O=16.0 とし、構造式は図1に示す例にならって記すこと。

① ベンゼンに濃硝酸と濃硫酸の混合物(混酸)を作用させると、ニトロベンゼンが生じる。ニトロベンゼンをスズと濃塩酸で還元し、さらに水酸化ナトリウム水溶液を加えると、アニリンが生成する。アニリンはベンゼンの水素原子1個を(ア)基で置換した構造の化合物である。また、アニリンはアンモニアの水素原子を(イ)基で置換した構造ともみることができ、アンモニアと同様に弱い塩基性を示すため、塩酸と反応してアニリン塩酸塩を生じて水によく溶ける。アニリンに無水酢酸を作用させると、アミノ基の水素がアセチル化され、アセトアニリドが生成する。この化合物中の-NH-CO-結合を、(ウ)結合という。

アニリンを冷却しながら亜硝酸ナトリウムと塩酸を反応させると、(エ)とよばれる反応が起こり、(オ)が生じる。この溶液にナトリウムフェノキシド水溶液を加えると、アゾ基をもつ *p*-フェニルアゾフェノール (*p*-ヒドロキシアゾベンゼン) が生じる。この反応を(カ)という。芳香族アゾ化合物は、染料や色素などとして広く用いられている。

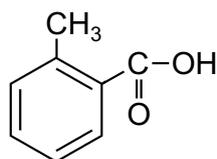


図1

- (1) (ア) ~ (カ) にあてはまる最も適切な語句を記しなさい。
- (2) 下線部①において、ベンゼンの代わりにトルエンを用いて同様の反応を高温で行った。この反応によって得られる分子量 227 の化合物の名称を記しなさい。
- (3) アセトアニリドの構造式を記しなさい。
- (4) *p*-フェニルアゾフェノール (*p*-ヒドロキシアゾベンゼン) の色を、以下の (a) ~ (e) から 1 つ選び、記号で記しなさい。
(a) 黒色 (b) 深青色 (c) 淡緑色
(d) 橙赤色 (e) 紫色
- (5) ニトロベンゼンはベンゼンから理論的に得られる量の 70% で合成され、アニリンはニトロベンゼンから理論的に得られる量の 80% で合成される。この条件下でアニリン 9.3 g を合成する場合、反応に最低限必要なベンゼンの質量 [g] を有効数字 2 桁で求めなさい。