

A

平成 25 年度個別学力検査問題(教育文化学部)

化 学

前 期 日 程

注 意 事 項

- 1 試験開始の合図があるまで、この問題冊子の中を見てはいけません。
- 2 この問題冊子は 12 ページあります。解答用紙は 2 枚あります。  
問題はⅠからⅢまで 3 題あります。全問に解答しなさい。  
試験中に問題冊子の印刷不鮮明、ページの乱丁・落丁および解答用紙の汚れ等に気付いた場合は、手を挙げて監督者に知らせなさい。
- 3 監督者の指示に従って、解答用紙に受験番号を記入しなさい。
- 4 解答は、解答用紙の該当欄に記入しなさい。文字、記号などはまぎらわしくないように明確に記入しなさい。
- 5 必要なときは次の値を用いなさい。  
ファラデー定数： $F = 9.65 \times 10^4 \text{ C/mol}$
- 6 配付された解答用紙は、持ち帰ってはいけません。
- 7 試験終了後、問題冊子は持ち帰りなさい。

I 次の問1および問2に答えなさい。

問1 次の文章を読み、設問(1)~(5)に答えなさい。

原子番号とともに周期的に変化する元素の性質には、原子の価電子の数やイオン化エネルギーなどがある。図1は原子番号1から20までの典型元素の価電子の数と原子番号との関係を示したものである。

化学結合は、結合にあずかる価電子の役割の違いによって、イオン結合、共有結合、金属結合に分類される。イオン結合は、1つの原子が価電子を放出して生じる陽イオンと、価電子を受け取って生じる陰イオンの間に働く静電気力によって引き合っできる結合である。共有結合は、原子同士で、それぞれの価電子を互いに共有してできる結合であり、共有結合によって結合しているそれぞれの原子は、**ア**族の原子に似た電子配置をとることが多い。金属結合は、金属を構成している各原子の価電子が特定の2原子間で共有されるのではなく、すべての原子によって共有されてできる結合で、このような価電子は**A**と呼ばれ、電気や熱を伝える性質と関係している。

図2は原子のイオン化エネルギーの原子番号に対する変化を示したものである。イオン化エネルギーとは、原子から1個の電子を取り去るのに必要なエネルギーのことをいい、**B**の強い元素の原子はイオン化エネルギーが小さい。一方、原子が最外電子殻に1個の電子を受け取って、1価の陰イオンになるときに放出されるエネルギーを**C**という。

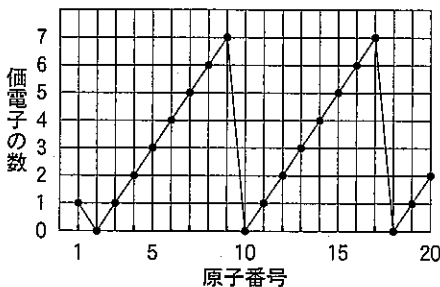


図1 価電子の数と原子番号

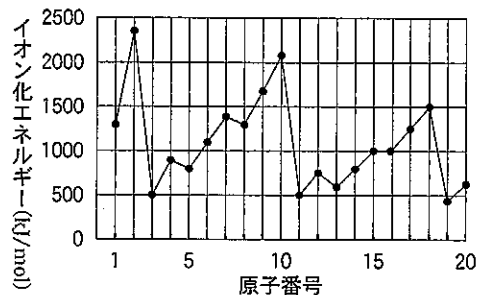


図2 イオン化エネルギーと原子番号

(1) ア に適切な数字を、A ~ C に適切な語を記しなさい。

(2) 下線部 a の原子のイオン化エネルギーの原子番号に対する変化について、適切な記述を以下の①~③より 1 つ選び、番号で答えなさい。

① イオン化エネルギーは、原子番号が大きくなるにつれて、同一周期の原子では減少する傾向を示すが、同族の原子では増加する。

② イオン化エネルギーは、原子番号が大きくなるにつれて、同一周期の原子では増加する傾向を示すが、同族の原子では減少する。

③ イオン化エネルギーは、同一周期の原子および同族の原子ともに、原子番号が大きくなるにつれて減少する。

(3) 原子番号 20 までの原子のなかで、価電子の数と最外殻の電子の数が異なる原子のうち、最も小さいイオン化エネルギーをもつ原子の元素記号を記し、その電子配置を例にならって示しなさい。

(例) マグネシウム原子  ${}_{12}\text{Mg}$  の電子配置は、K 2, L 8, M 2 と表す。

K, L, M は、原子核から近い順の電子殻の記号、数字は電子殻に入る電子数を表している。

(4) 原子番号が 6, 7, 8 の原子のうち、最大の原子価をもつ原子 1 個と H 原子の単結合のみからなる分子の名称と、分子式をそれぞれ記しなさい。

(5) 図 1 と 2 の結果をもとに考えると、1 価のナトリウムイオン  $\text{Na}^+$  からさらに 1 個の電子を取り去って 2 価のナトリウムイオン  $\text{Na}^{2+}$  にするのに必要なエネルギーは、Na 原子から電子 1 個取り去るのに必要なエネルギーより大きくなると予想される。このように予想される理由として適切な記述を以下の①~③より 1 つ選び、番号で答えなさい。

①  $\text{Na}^+$  の電子配置は、Ne 原子の電子配置と同じになるため。

②  $\text{Na}^+$  の電子配置は、F 原子の電子配置と同じになるため。

③  $\text{Na}^+$  の電子配置は、Mg 原子の電子配置と同じになるため。

問 2 次の表に関する，設問(1)~(7)に答えなさい。

表 第3周期の元素の酸化物\*

	1 族	2 族	13 族	14 族	15 族	16 族	17 族
元 素	Na	Mg	Al	Si	P	S	Cl
酸化物	Na <sub>2</sub> O	MgO	ア	SiO <sub>2</sub>	P <sub>4</sub> O <sub>10</sub>	SO <sub>3</sub>	Cl <sub>2</sub> O <sub>7</sub>
酸化物 の分類	イ		両 性 酸化物	ウ			

\*それぞれの元素の最大酸化数をとる代表的な酸化物

- (1) 表中の空欄アにあてはまる酸化物の組成式を記しなさい。
- (2) 表中の空欄イ，ウにあてはまる酸化物の分類名称をそれぞれ記しなさい。
- (3) Cl<sub>2</sub>O<sub>7</sub>の塩素およびSO<sub>3</sub>の硫黄の酸化数を記しなさい。
- (4) Naの酸化物には，Na<sub>2</sub>Oの他にNa<sub>2</sub>O<sub>2</sub>(過酸化ナトリウム)がある。過酸化ナトリウム中の酸素は，過酸化水素中の酸素と同じ酸化数をとる。Na<sub>2</sub>OおよびNa<sub>2</sub>O<sub>2</sub>の酸素の酸化数をそれぞれ記しなさい。
- (5) MgOと希塩酸との化学反応の反応式を記しなさい。
- (6) SiO<sub>2</sub>と水酸化ナトリウムを混合し，融解したときにおこる化学反応の反応式を記しなさい。
- (7) P<sub>4</sub>O<sub>10</sub>を十分な量の水に溶かし，加熱したときにおこる化学反応の反応式を記しなさい。

II 次の問1および問2に答えなさい。

問1 次の文章を読み、設問(1)~(3)に答えなさい。

水酸化ナトリウムは塩化ナトリウム水溶液を電気分解することで作られる。

図は、イオン交換膜法により水酸化ナトリウム水溶液を作る実験装置を模式的に表したものである。

いま、陽イオン交換膜で仕切られた右側の室(陰極室)に鋼製の陰極板を、左側の室(陽極室)に炭素製の陽極板を設置し、あらかじめ陰極室に濃度  $5.00 \times 10^{-3} \text{ mol/L}$  の水酸化ナトリウム水溶液を、陽極室に飽和食塩水をそれぞれ 500 mL 満たしている。

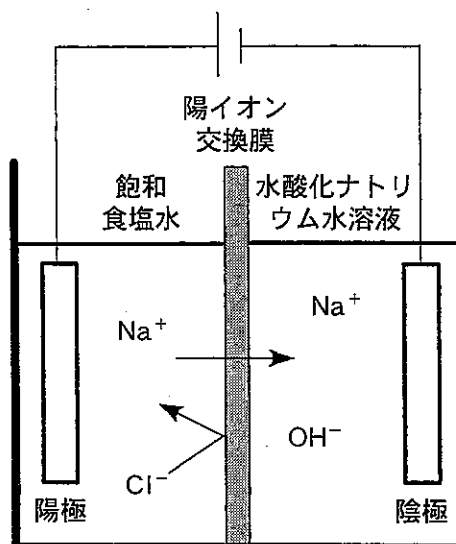
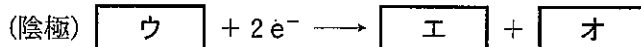
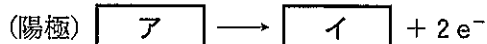


図 イオン交換膜法の模式図

次に、実験装置に直流の電流を流すと、陽極と陰極で電気分解反応が起こり、これと同時に、陽極室から陰極室にむけて陽イオン交換膜を通して  $\text{Na}^+$  のみが、陽極室と陰極室における電荷の増減をうち消すように移動する。

(1) この実験における電気分解反応を正しく記述するために、次の

ア ~ オ にあてはまる化学式(係数も含む)を書きなさい。



(2) いま、0.200 A の電流で 80 分 25 秒間電気分解を行った。実験を通して流れた電気量は何 C かもとめなさい。なお、計算結果は有効数字 3 桁で記しなさい。

- (3) (2)の条件で電気分解を行った後に得られる水酸化ナトリウム水溶液のモル濃度 (mol/L) を有効数字 3 桁でもとめなさい。ただし、陽極および陰極を流れる電流のすべてが電気分解反応に使われ、実験前後における溶液の体積変化は無視できるとする。

問 2 次の文章を読み、設問(1)~(4)に答えなさい。

中和反応で生じた塩を分類すると、炭酸水素カリウム  $\text{KHCO}_3$  のように酸の H が残っている塩を、，塩化水酸化カルシウム  $\text{CaCl}(\text{OH})$  のように、塩基の OH が残っている塩を、 という。これに対して、酸の H<sup>a</sup> も塩基の OH も残っていない塩のことを、 という。

塩を水に溶かしたとき、中性だけでなく酸性や塩基性を示すことがある。酢酸カリウム  $\text{CH}_3\text{COOK}$  を水に溶解すると、その水溶液は， の性質を示す。<sub>b</sub>

(1) 空欄  ~  に次の中から、適切な語を語群から選び答えなさい。

[語群] 弱酸， 強塩基， 塩基性塩， 触媒，  
弱塩基， 酸性， 強酸， 正塩，  
酸性塩， 中性， 塩基性

(2) 下線部 a で分類される物質を次の中から 2 つ選び、番号で答えなさい。

①  $\text{H}_2\text{O}_2$     ②  $\text{NaClO}$     ③  $\text{CH}_3\text{OH}$     ④  $\text{CaSO}_4$     ⑤  $\text{CO}_2$

(3) 下線部 b の水溶液に塩酸を添加すると  $\text{CH}_3\text{COOK}$  とは異なる塩が生じる。この反応式を書きなさい。

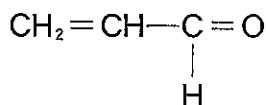
(4) 濃度未知の硫酸  $\text{H}_2\text{SO}_4$  水溶液 100.0 mL を、0.0500 mol/L の水酸化ナトリウム水溶液で中和滴定したところ、中和点までに 50.00 mL を要した。この硫酸のモル濃度 (mol/L) を求めなさい。解答にあたり、計算結果は有効数字 3 桁で答えなさい。

### Ⅲ 次の問1および問2に答えなさい。

問1 次の文章を読み、設問(1)~(6)に答えなさい。

炭化水素中の水素原子を官能基で置き換えると、官能基に特有な性質をもつ化合物群ができる。これらの中で、炭化水素中の水素原子をヒドロキシ基で置き換えた構造の化合物をアルコールという。アルコールはヒドロキシ基が結合している炭素原子が何個の炭素原子と結合しているかによって分類することがある。また、アルコールはナトリウムと反応して水素を発生する。アルコールの構造異性体であり、酸素原子に2個の炭化水素基が結合した化合物をエーテルという。エーテルはアルコールよりも沸点が低く、ナトリウムと反応しない。アルコールを適当な酸化剤、たとえば二クロム酸カリウムの希硫酸溶液に入れて温めると、第一級アルコールは  に、第二級アルコールは  になる。 は酸化されてカルボン酸になりやすいので、 性を示す。たとえばエタノールは酸化されて  となり、 はさらに酸化されて酢酸となる。

- (1)  ~  に入る適切な語句を記しなさい。
- (2)  に入る化合物名と構造式を下の例にならって記しなさい。



構造式の例



(3) 下線部 **a** に関連して、次の①～⑤の中からアルコールではないものを1つ選び、番号で記しなさい。

- ① メタノール
- ② アセトン
- ③ 1-ブタノール
- ④ グリセリン
- ⑤ エチレングリコール

(4) 下線部 **b** に関連して、 $C_4H_9OH$  で表される第三級アルコールの構造式を(2)の例にならって記しなさい。

(5) 下線部 **c** に関連して、エタノールとナトリウムが反応して水素を発生する反応式を記しなさい。

(6) 下線部 **d** に関連して、エタノールに濃硫酸を加え約  $130\text{ }^{\circ}\text{C}$  に加熱するとジエチルエーテルが得られる。この反応式を記しなさい。

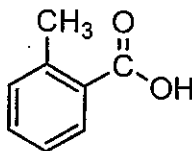
問 2 次の文章を読み、設問(1)~(4)に答えなさい。

ベンゼンは不飽和結合をもつが、一般の不飽和炭化水素と比較して非常に安定な化合物である。このためベンゼン環への付加反応よりベンゼン環水素との置換反応が起こりやすい。ベンゼンの水素を原子または原子団で置換すると置換ベンゼンとなる。2個の原子または原子団で置換されたベンゼンには3種類<sup>a</sup>の異性体がある。

フェノールの水酸基は弱い酸性を示す。フェノールを水酸化ナトリウム水溶液に加えると塩となる。この塩の水溶液に二酸化炭素を通じると炭酸塩の生成<sup>b</sup>とともにフェノールが遊離する。これはフェノールが炭酸より弱い酸であるためである。フェノールはベンゼンより置換反応を起こしやすい。フェノールに十分な量の臭素水を作用させると  の白色沈殿が生成する。

トルエンもベンゼンより置換反応を起こしやすく、トルエンに濃硝酸と濃硫酸の混酸を高温で作用させると  が生成する。また、トルエンを過マンガン酸カリウムにより酸化すると  が生成する。

(1) 下線部 a にあてはまる組成式  $C_8H_{10}$  で表される置換ベンゼンのすべての異性体の構造式を下の例にならって記しなさい。



構造式の例

(2) 下線部 b の化学反応式を記しなさい。

(3)  ~  にあてはまる化合物名を記しなさい。

(4) 置換ベンゼンの一種であるサリチル酸に関連した以下の反応による生成物

**D** ~ **F** の構造式を(1)の例にならって記しなさい。

