

C

平成 25 年度個別学力検査問題(工学資源学部)

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 14 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。Ⅰ、Ⅱの全問およびⅢの間 1 には全員、解答しなさい。Ⅲの間 2 は選択問題です。本文中および解答用紙の指示に従い、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。

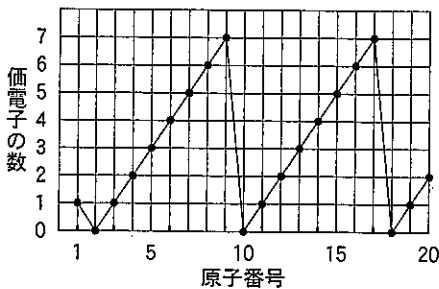


図1 価電子の数と原子番号

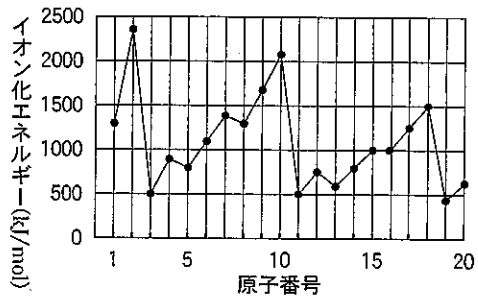


図2 イオン化エネルギーと原子番号

(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 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 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 Na^+ の電子配置は、Ne 原子の電子配置と同じになるため。

② Na^+ の電子配置は、F 原子の電子配置と同じになるため。

③ 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 ₂ O	MgO	ア	SiO ₂	P ₄ O ₁₀	SO ₃	Cl ₂ O ₇
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) Cl₂O₇の塩素およびSO₃の硫黄の酸化数を記しなさい。
- (4) Naの酸化物には，Na₂Oの他にNa₂O₂(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。Na₂OおよびNa₂O₂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) SiO₂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) P₄O₁₀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。

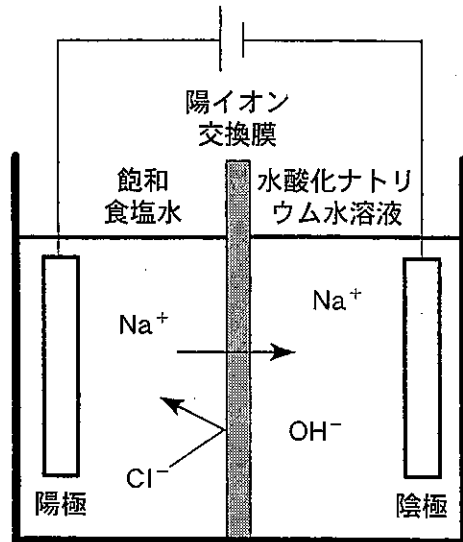


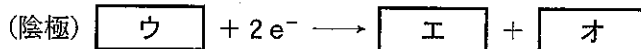
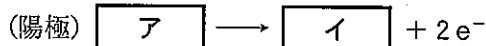
図 イオン交換膜法の模式図

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 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

~ にあてはまる化学式(係数も含む)を書きなさい。

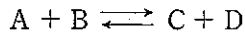


(2) いま、0.200 A の電流で 80 分 25 秒間電気分解を行った。実験を通して流れた電気量は何 C かもとめなさい。なお、計算結果は有効数字 3 桁で記しなさい。

- (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、**ア** ~ **エ** にあてはまるもっとも適切な
 語句の番号を解答群(1)の中から1つずつ選び番号を記しなさい。また、
A ~ **D** にあてはまるもっとも適切な数式の番号を解答群(2)の
 中から1つずつ選び番号を記しなさい。

ある一定温度において、反応物 A と B を等モル含む水溶液中で、次の反応
 式で表される反応を行った。この反応は可逆反応である。



いま、反応開始時の C と D の濃
 度を、それぞれ 0 mol/L として反
 応を行ったところ、反応物 A と生
 成物 C の濃度 (C_A , C_C) は時間とと
 もに図の様に变化した。

図より、反応を開始すると A の
 濃度は徐々に **ア** することが
 分かる。したがって、時刻 t_1 から
 t_2 の間における反応物 A のモル濃
 度の変化に着目した平均の反応の速

さ \bar{v}_A を数式で表すと、 $\bar{v}_A =$ **A** となる。一方、生成物である C に関し
 ては、反応開始とともに徐々に濃度が **イ** することから、時刻 t_1 から
 t_2 の間における生成物 C のモル濃度の変化に着目した平均の反応の速さ \bar{v}_C を
 数式で表すと、 $\bar{v}_C =$ **B** となる。

その後、時刻 t_2 を過ぎてもさらに正反応、逆反応、ともに進行し、やがて
 時刻 t_e 以降においては、見かけ上反応は **ウ** した状態を示している。
 この時、正反応の速さ \bar{v}_1 と逆反応の速さ \bar{v}_{-1} の関係は **C** で表される
 数式で与えられる。

このように、時刻 t_e 以降で観測されるような状態を **エ** の状態とい
 い、この反応条件の場合には定数を K_C とすると、A と C のモル濃度の間には
 $K_C =$ **D** の関係が成り立つ。

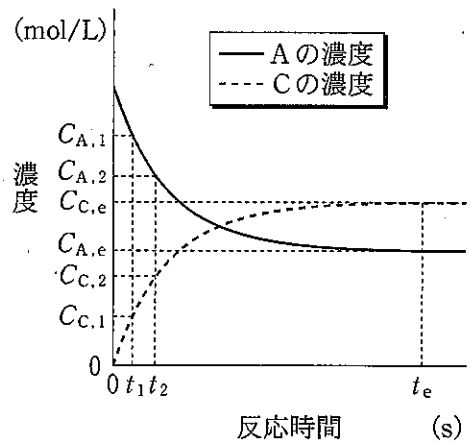


図 A と C に関する濃度の時間変化

解答群(1)

① 增加

② 減少

③ 停止

④ 活性化

⑤ 化学平衡

⑥ 連鎖反応

解答群(2)

⑦ $\bar{v}_1 < \bar{v}_{-1}$

⑧ $\bar{v}_1 = \bar{v}_{-1}$

⑨ $\bar{v}_1 > \bar{v}_{-1}$

⑩ $-\frac{C_{A,2} - C_{A,1}}{t_2 - t_1}$

⑪ $\frac{C_{A,2} + C_{A,1}}{2}$

⑫ $\frac{C_{A,2} - C_{A,1}}{t_2 - t_1}$

⑬ $-\frac{C_{C,2} - C_{C,1}}{t_2 - t_1}$

⑭ $\frac{C_{C,2} + C_{C,1}}{2}$

⑮ $\frac{C_{C,2} - C_{C,1}}{t_2 - t_1}$

⑯ $\frac{C_{C,e}}{C_{A,e}}$

⑰ $\frac{C_{A,e}}{C_{C,e}}$

⑱ $\frac{C_{C,e}^2}{C_{A,e}^2}$

⑲ $\frac{C_{A,e}^2}{C_{C,e}^2}$

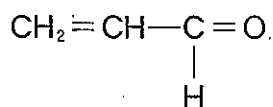
Ⅲ 次の問1および問2に答えなさい。

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、たとえばニ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 以下の問題Aまたは問題Bのいずれか1問を選んで解答しなさい。解答用紙の記入欄には選択した問題の記号(AまたはB)を忘れずに記入すること。

問題A 次の文章を読み、設問(1)~(4)に答えなさい。

デンプン、セルロースなどは代表的な天然高分子で、糖が長くつながってできた構造をもつ。デンプンには と と呼ばれる結合様式の異なる二種類の構造があり、もち米には より が多く含まれている。

セルロースの分子構造はデンプンとよく似ているものの、繰り返し単位の結合が異なっている。 このため、デンプンはらせん状の分子鎖構造^aをとりやすく、セルロースは直鎖状構造^bをとりやすい。天然繊維の中で はセルロースが主成分である。

タンパク質は α -アミノ酸がペプチド結合により長くつながってできた天然高分子である。タンパク質には単純タンパク質と複合タンパク質があり、^c動植物の細胞の主成分となっている。タンパク質水溶液に水酸化ナトリウム水溶液と硫酸銅(II)水溶液を加えると赤紫色を示し、これは と呼ばれる。天然繊維の中で の主成分はタンパク質である。

(1) ~ にあてはまる語句を次の語群から選び、記しなさい。

[語群] アミロース、アミロペクチン、キサントプロテイン反応、絹、ナイロン、ピウレット反応、フルクトース、変性、綿

(2) 下線部 a について、デンプンとセルロースのいずれにもあてはまる記述を1つ選び、番号で記しなさい。

- ① 加水分解すると最終的にグルコースとなる。
- ② 人間の体内で加水分解することができる。
- ③ 溶媒に溶けにくく、ろ紙の主成分となる。
- ④ 冷水には溶けないが、温水にはコロイド溶液となる。
- ⑤ 分子間の水素結合により繊維を形成する。

(3) 下線部 b に記載したデンプンがらせん状の分子鎖構造をとることにより発現する性質について正しい記述を1つ選び、番号で記しなさい。

- ① 加水分解するとグリセリンを生成する。
- ② フェーリング液を還元する。
- ③ ヨウ素溶液を加えると青～青紫色に呈色する。
- ④ 加熱すると凝固してかたまりとなる。
- ⑤ ニンヒドリンの水溶液を加えて温めると赤紫色を呈する。

(4) 下線部 c の単純タンパク質と複合タンパク質について正しい記述を1つ選び、番号で記しなさい。

- ① 単純タンパク質とは加水分解により1種類の α -アミノ酸のみが生成するタンパク質の総称である。
- ② 単純タンパク質とはコラーゲンなどの組織を形成するタンパク質の総称である。
- ③ 複合タンパク質とは単純タンパク質同士が結合したタンパク質の総称である。
- ④ 複合タンパク質とは加水分解により α -アミノ酸以外に糖・リン酸・核酸・色素などの物質も同時に生成するタンパク質の総称である。
- ⑤ 複合タンパク質とは鉄、カルシウムなどの金属イオンを含むタンパク質の総称である。

問題B 次の文章を読み、設問(1)~(4)に答えなさい。

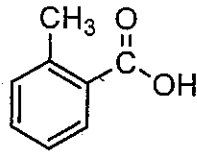
医薬品は人体組織や病原菌中の、特定の酵素や細胞膜中に存在するタンパク質である受容体と結合し薬理作用を示す。医薬品分子と受容体との結合には、おもにイオン結合や **A** あるいはファンデルワールス力などの分子間に働く力が使われる。これら医薬品の中には、病原菌に直接作用して病気を治すのではなく、解熱薬や鎮痛薬のように病気の症状を緩和する医薬品がある。解熱鎮痛作用を示す医薬品分子の1つにサリチル酸がある。しかし、サリチル酸は副作用が強いため無水酢酸を用いて **B** された **C** が開発された。 **C** はアスピリンの名前で良く使用されている。またサリチル酸をメタノールとエステル化させ、合成される医薬品分子の **D** は消炎鎮痛剤として湿布などに用いられている。

一方、細菌がもっている酵素に作用して細菌のはたらきを阻害し、病気の原因を直接治療する医薬品を化学療法薬という。ある種の微生物によって生産され、別の微生物の発育または代謝を阻害する物質を **E** といい、代表的な **E** としてフレミングにより発見されたペニシリンがある。また、ドーマクは赤色染料のプロントジルが抗菌作用をもつことを発見した。プロントジルが体内で分解されてできる有効成分を骨格にもつ抗菌物質をサルファ剤という。

(1) **A** ~ **E** に入る最も適切な語句を下記の①~⑫の中から選び、番号で記しなさい。

- | | | |
|-------------|---------|-----------|
| ① 生薬 | ② エステル化 | ③ 加水分解 |
| ④ アセチルサリチル酸 | ⑤ 金属結合 | ⑥ アスパラギン酸 |
| ⑦ 安息香酸 | ⑧ 消毒薬 | ⑨ 抗生物質 |
| ⑩ サリチル酸メチル | ⑪ アセチル化 | ⑫ 水素結合 |

- (2) C , D の構造式を下記の例にならって記しなさい。



構造式の例

- (3) 下線部 **a** の働きを示す医薬品は一般的に何と呼ばれるか、名称を記しなさい。
- (4) 下線部 **b** の有効成分の化合物名を記しなさい。