

# 平成21年度 AO選抜試験

## 理学部 化学科

### 小論文問題

平成20年11月27日

自13時00分

至15時00分

#### 答案作成上の注意

1. 試験開始の合図があるまでは、この問題冊子の中を見てはいけません。
2. この問題冊子の総ページは**7ページ**です。
3. 解答用紙は**3枚**、下書用紙は**1枚**です。
4. **受験番号**は、すべての解答用紙と下書用紙の所定の場所に、必ず記入  
しなさい。
5. 解答は、問題ごとに解答用紙の所定の場所に記入しなさい。
6. 配布した解答用紙と下書用紙は、持ち出してはいけません。
7. 問題冊子は、持ち帰ってください。

題名 題名 題名

このページは白紙である。

科学 科学

科学 科学

科学 科学

科学 科学

科学 科学

科学 科学

科学 科学 科学 科学 科学 科学 科学 科学 科学 科学

科学 科学 科学 科学 科学 科学 科学 科学 科学 科学

科学 科学 科学 科学 科学 科学 科学 科学 科学 科学

科学 科学 科学 科学 科学 科学 科学 科学 科学 科学

科学 科学 科学 科学 科学 科学 科学 科学 科学 科学

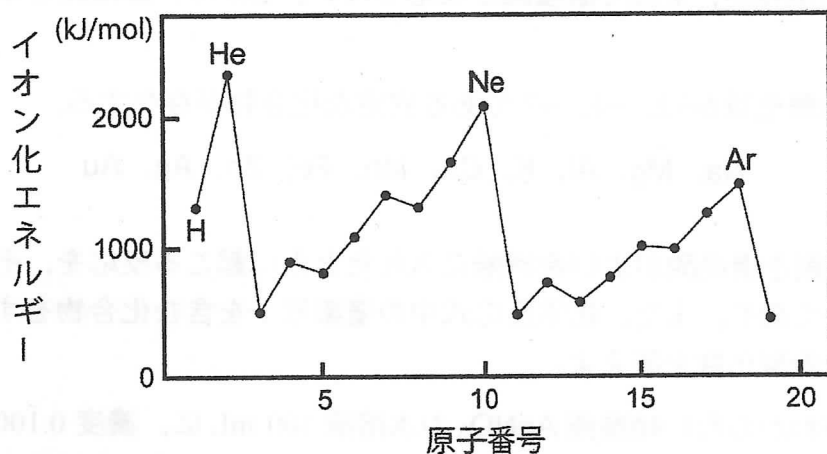
科学 科学 科学 科学 科学 科学 科学 科学 科学 科学

科学 科学 科学 科学 科学 科学 科学 科学 科学 科学

[I] 次の問1～問3に答えよ。

問1 原子のイオン化エネルギーと原子番号との関係を下図に示す。この図を参考にして、以下の問い(a)～(c)に答えよ。

- (a) イオン化エネルギーとは何か。60字以内で記せ。  
 (b) 周期表の同一周期では、1族の原子のイオン化エネルギーが最も小さく、18族の原子のイオン化エネルギーが最も大きいのはなぜか。100字以内で記せ。  
 (c) 周期表の同じ族では、18族で見られるように、原子番号が増加するとイオン化エネルギーは小さくなるのはなぜか。80字以内で記せ。



問2 物質量が不明のメタンとプロパンの混合気体 2.24 L を反応器に入れた。そのときの温度は 0°C、圧力は  $1.01 \times 10^5$  Pa であった。この反応器に酸素を注入し、温度を 25°C にしたのち、完全燃焼させると 155.5 kJ の熱量が発生した。以下の問い(a)および(b)に答えよ。なお、メタンの燃焼熱を 890 kJ/mol、プロパンの燃焼熱を 2220 kJ/mol とし、気体はすべて理想気体であると仮定する。

- (a) メタンとプロパンの燃焼についての熱化学方程式をそれぞれ記せ。  
 (b) 燃焼前のメタンとプロパンの物質量をそれぞれ求めよ。なお、解答欄には計算の過程を示すこと。

問3  $\text{NO}_2$  と  $\text{N}_2\text{O}_4$  との化学平衡に関する問い(a)および(b)に答えよ。なお、この反応の熱化学方程式は、 $2\text{NO}_2 = \text{N}_2\text{O}_4 + 56.9 \text{ kJ}$  である。

- (a) 温度を一定に保ちながら、 $\text{NO}_2$  を入れた注射器に圧力を加えると、注射器内の色が薄くなった。その理由をルシャトリエの原理にもとづいて、100字以内で記せ。  
 (b) 圧力を一定に保ちながら、 $\text{NO}_2$  を入れた注射器を温水に浸して温度を上げたところ、注射器内の色が濃くなった。その理由をルシャトリエの原理にもとづいて、100字以内で記せ。

[II] 次の問1および問2に答えよ。

問1 無機物質に関する次の問い(i)～(iii)に答えよ。

(i) 次の条件に該当する元素を、下に示す10種類の元素から選び、元素記号で答えよ。複数の元素が該当する場合は、すべて記すこと。また、該当する元素がない場合には、なし、と記せ。

(a) 元素の単体の密度が、水よりも小さい。またその元素の単体が、常温で水と反応しない。

(b) 元素の単体が、常温で濃塩酸と反応しない。しかし、濃硝酸とは反応して溶解する。

(c) 元素の酸化数が+2, +4, +7である安定な化合物が存在する。

Na, Mg, Al, K, Ca, Mn, Fe, Zn, Ag, Au

(ii) 単体の銅を濃硝酸および希硝酸に入れたときに起こる反応を、それぞれ化学反応式を用いて記せ。また、化学反応式中の窒素原子を含む化合物をすべて挙げ、その窒素原子の酸化数を答えよ。

(iii) 濃度がわからない硝酸銀  $\text{AgNO}_3$  の水溶液 100 mL に、濃度 0.100 mol/L のクロム酸カリウム水溶液 100 mL を加えると、すべての  $\text{Ag}^+$  が赤褐色の沈殿になった。この沈殿をろ過して取り除いたのち、水溶液中に残っているクロム酸カリウムの物質量を求めたところ、 $2.0 \times 10^{-3}$  mol であった。この結果より、最初の溶液中の硝酸銀の濃度を有効数字2桁で求めよ。また、計算過程も記せ。

問2 結晶構造に関する次の問い(i)～(iii)に答えよ。

(i) 面心立方格子と体心立方格子の単位格子内に含まれる原子の数はいくつか。

(ii) 単体のニッケルの結晶格子は面心立方格子であり、その単位格子の一辺の長さは 0.35 nm である。これらから、単体のニッケルの密度を有効数字2桁で求めよ。計算過程を示し、単位も明記すること。なお、アボガドロ定数は  $6.0 \times 10^{23}$  /mol、ニッケルの原子量は 59 とする。

(iii) 図1は、単体の結晶の単位格子を表わす立方体である。図1の太い線に沿って面心立方格子を切断した場合の切断面(斜線部)を図2に示す。図1の太い線に沿って体心立方格子を切断した場合、切断面はどのようなになるか、図2にならって描け。

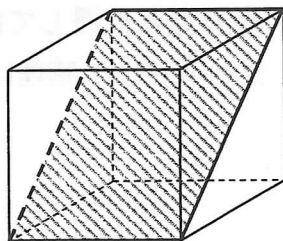


図1

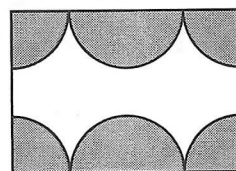
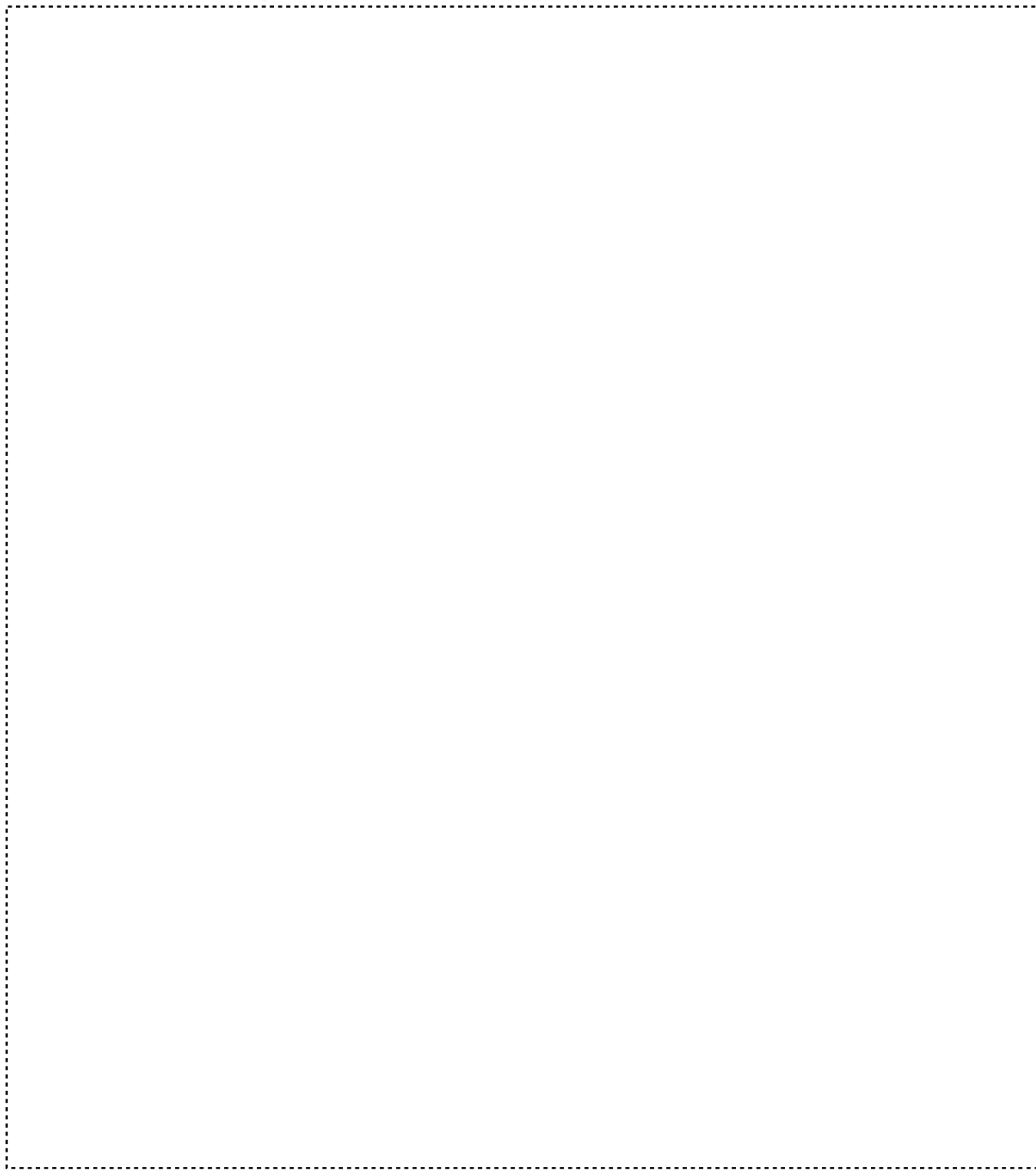


図2

このページは白紙である。

[Ⅲ] エステルについての次の英文を読み，問 1～問 4 に答えよ。ただし，原子量は， $H = 1.00$ ， $C = 12.0$ ， $O = 16.0$  とせよ。

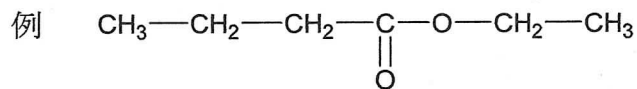


（“Colin Baird, Chemistry in Your Life, 2nd Ed., W. H. Freeman, pp. 244-245 (2006)”および  
“Louis F. Fieser, Experiments in Organic Chemistry, 3rd Ed., D. C. Heath, p. 78 (1956)”を改変）

odor = におい,	bond = 結合,	flavoring = 香料,
industrially = 工業的に,	experimental = 実験の,	procedure = 操作,
flask = フラスコ,	concentrated = 濃縮された,	apparatus = 器具,
reactant = 反応物,	separation funnel = 分液ろうと,	layer = 層,
aqueous = 水溶液,	agent = 試薬,	distillation = 蒸留

問1 下線部(1)~(3)を日本語に訳せ。

問2 この反応では、例に示すエステルが得られる。このエステルの構造異性体として考えられるもののうち、アルコールとしてエタノールまたはメタノールを用いて合成できるものの構造式を例にならってすべて示せ。また、構造異性体に不斉炭素原子がある場合は、その炭素を○で囲め。



問3 下線部(4)の操作によって進行する反応の化学反応式を示せ。また、下線部(4)の操作で、分液ろうとを使う際に注意しなければならないことは何か答えよ。

問4 反応が終了した時点において反応が化学平衡に達しており、反応で生成したエステルをすべて回収できるものとして、反応温度におけるエステル化反応の平衡定数を計算し、有効数字 2 桁で答えよ。また、計算の過程も示せ。なお、濃硫酸に含まれる水は無視できるものとし、反応中に反応容器中の内容物が失われないものとする。