

Aa 化学問題

注意

- 試験開始の指示があるまでこの問題冊子を開いてはいけません。
- 解答用紙はすべて黒鉛筆または黒芯のシャープペンシルで記入することになります。黒鉛筆・消しゴムを忘れた人は監督に申し出てください。
(万年筆・ボールペン・サインペンなどを使用してはいけません。)
- この問題冊子は8ページまでとなっています。試験開始後、ただちにページ数を確認してください。なお、問題番号はI～IIIとなっています。
- 解答用紙にはすでに受験番号が記入されていますので、出席票の受験番号が、あなたの受験票の番号であるかどうかを確認し、出席票の氏名欄に氏名のみを記入してください。なお、出席票は切り離さないでください。
- 解答は解答用紙の指定された解答欄に記入し、その他の部分には何も書いてはいけません。
- 解答用紙を折り曲げたり、破ったり、傷つけたりしないように注意してください。
- 計算には、この問題冊子の余白部分を使ってください。
- この問題冊子は持ち帰ってください。

マーク・センス法についての注意

マーク・センス法とは、鉛筆でマークした部分を機械が直接よみとて採点する方法です。

- マークは、下記の記入例のように黒鉛筆で枠の中をぬり残さず濃くぬりつぶしてください。
- 1つのマーク欄には1つしかマークしてはいけません。
- 訂正する場合は消しゴムでよく消し、消しきれいに取り除いてください。

マーク記入例：

A	1 2 3 4 5
○ ○ ● ○ ○	

 (3と解答する場合)

問題を解くにあたって、必要ならば次の値を用いよ。

気体定数 : $R = 8.31 \times 10^3 \text{ Pa} \cdot \text{L} / (\text{K} \cdot \text{mol})$

アボガドロ定数 : $N_A = 6.02 \times 10^{23} / \text{mol}$

原子量 : H=1.0, C=12.0, N=14.0, O=16.0, Na=23.0, Cl=35.5

I . 次の文を読み、下記の設問 1 ~ 5 に答えよ。解答は解答用紙の所定欄にしよせ。

物質がもつエネルギーはエンタルピー H という量で表せる。(ア) で化学反応に伴って放出・吸収する熱量を反応エンタルピー ΔH という。発熱反応では(イ), 吸熱反応では(ウ)となる。一般に、物質はエンタルピーが(エ)方が安定であるため、発熱反応は自発的に進みやすい。

物質 1 mol が完全燃焼するときの反応エンタルピーを燃焼エンタルピー、化合物 1 mol がその成分元素の単体から生成するときの反応エンタルピーを生成エンタルピーという。「物質が変化するときの反応エンタルピーの総和は、変化の前後の物質の種類と状態だけで決まり、変化の経路や方法には関係しない」という(オ)の法則を利用すると、燃焼エンタルピーから生成エンタルピーを求めることができる。

1. 文中の空所(ア)~(エ)それぞれにあてはまるもっとも適当な記述を、それぞれ 1 つ選び、その記号をマークせよ。

- (ア) a. 一定圧力下 b. 一定体積下 c. 一定温度下 d. 絶対零度下
(イ) a. $\Delta H < 0$ b. $\Delta H > 0$ c. $\Delta H = 0$
(ウ) a. $\Delta H < 0$ b. $\Delta H > 0$ c. $\Delta H = 0$
(エ) a. 高い b. 低い

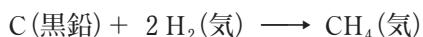
2. 文中の下線部について、反応エンタルピーのことだけを考えると自発的には進まないようと思われる吸熱反応の中にも、自発的に進む反応がある。この理由について、「エンタルピー」という語句を用いて 1 行以内で説明せよ。

3. 文中の空所(オ)にあてはまるもっとも適当な語句をしよせ。

4. メタンの燃焼反応は以下の化学反応式であらわされる。圧力を一定に保つことのできる容積可変の空の密閉容器に、1.00 mol のメタンと 4.00 mol の酸素を封入し、メタンを完全燃焼させた。反応後に水の一部が液化していた。温度 27.0 °C, 圧力 1.00×10^4 Pa のもとでの、燃焼前と燃焼後の容器の容積を有効数字 3 桁で求めよ。ただし、27.0 °C の水の飽和蒸気圧を 3.60×10^3 Pa, 生成した水の体積および水への気体の溶解は無視できるものとする。また、気体はすべて理想気体とみなすことができ、気体の状態方程式にしたがうものとする。



5. 以下の化学反応式であらわされるメタンの生成反応について考える。C(黒鉛), H₂(気), CH₄(気)の燃焼エンタルピーは、それぞれ -394 kJ/mol, -286 kJ/mol, -891 kJ/mol である。このときの、メタンの生成エンタルピーを整数値で求めよ。解答は符号を含めて書くこと。



II. 次の文を読み、下記の設問 1～7 に答えよ。解答は解答用紙の所定欄にしるせ。

水酸化ナトリウム水溶液は空気と接触させておくと、空気から水溶液中に溶け込んだ二酸化炭素と水酸化ナトリウムが反応して（ア）を生成し、両者の混合水溶液となる。濃度 0.10 mol/L の水酸化ナトリウム水溶液を空気と接触させた状態でしばらく放置した。その後、この混合水溶液 10 mL をコニカルビーカーに正確にはかり取り、濃度 0.10 mol/L の塩酸を用いて中和滴定を行ったところ、塩酸を 8.7 mL 滴下した時点で第 1 中和点に達した。

（ア）はガラスやセッケンの原料として使用される。ソルベーにより（ア）の工業的製法として「アンモニアソーダ法（ソルベー法）」が実用化された。一方、オストワルトが（イ）から硝酸を合成する工業的製法（オストワルト法）を開発した。オストワルト法では、まず約 800～900 ℃ のもとで（ウ）触媒を用いて（イ）を空気酸化し、（エ）を得る。この（エ）をさらに酸化し、その生成物を水と反応させて硝酸を得る。

1. 文中の空所(ア)にあてはまるもっとも適当な化合物名をしるせ。
2. 文中の下線部 2)の中和滴定において、中和滴定の第 1 中和点までに起きる化学反応の化学反応式をすべてしるせ。
3. 文中の下線部 2)の中和滴定において、中和滴定の過程が第 1 中和点に達したことを判定する際に使用する指示薬の名称をしるせ。また、どのような色の変化に基づきそれを判定するか説明せよ。
4. 文中の下線部 1)の混合水溶液中の水酸化ナトリウムおよび(ア)の濃度はそれぞれ何 mol/L か。有効数字 2 術でしるせ。ただし、水の蒸発に伴う溶液の体積変化は無視できるものとする。
5. 文中の空所(イ)と(エ)にあてはまるもっとも適当な化合物名をしるせ。
6. 文中の空所(ウ)にあてはまるもっとも適当な物質名をしるせ。
7. 文中の下線部 3)の化学反応式をしるせ。

III. 次の文を読み、下記の設問 1～6 に答えよ。解答は解答用紙の所定欄にしるせ。

ベンゼンに濃硫酸を加えて加熱すると、ベンゼンの水素原子のうちの 1 つが（ア）基で置換された化合物 A が生成する。A を水酸化ナトリウム水溶液で中和すると、化合物 B が生成する。B を水酸化ナトリウムとともに高温で融解して反応させると、化合物 C が生成する。

C の水溶液に、常温・常圧のもとで二酸化炭素を通じると、化合物 D が生成する。D を混酸と反応させると、分子量 229 の化合物 E が生成する。C を高温・高圧のもとで二酸化炭素と反応させると、化合物 F が生成する。F に希硫酸を作用させると、化合物 G が生成する。濃硫酸を触媒として用いて G と無水酢酸を反応させると、G の（イ）基の水素原子が（ウ）基で置換された化合物 H が生成する。5℃以下に冷却した塩化ベンゼンジアゾニウム水溶液に C の水溶液を加えると、橙赤色の化合物 I が生成する。

ベンゼンの水素原子のうちの 1 つが（エ）基で置換された化合物であるスチレンと 1,3-ブタジエンを共重合させると、スチレン-ブタジエンゴム (SBR) が得られる。

1. 文中の空所(ア)～(エ)それぞれにあてはまるもっとも適当な官能基名をしるせ。

2. A, E, G, H の構造式をそれぞれしるせ。ただし、構造式は例にならってしるせ。

3. 文中の下線部 1) の化学反応式をしるせ。ただし、化学反応式中の有機化合物は例にならって構造式としてしるせ。

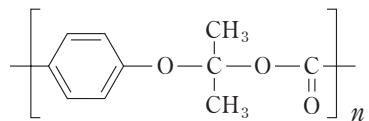
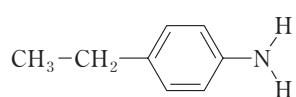
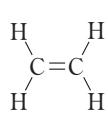
4. A, D, H についての酸の強さの比較としてもっとも適当なものを次の a～f から 1 つ選び、その記号をしるせ。

- | | | |
|--------------|--------------|--------------|
| a. A > D > H | b. A > H > D | c. D > A > H |
| d. D > H > A | e. H > A > D | f. H > D > A |

5. 文中の下線部 2)について、C 5.22 g を用いて反応を行ったところ、I が 6.95 g 得られた。この I の質量は、用いたすべての C が 塩化ベンゼンジアゾニウムと完全に反応した場合に生成する I の質量の何 % に相当するか、その値を有効数字 2 柄でしるせ。

6. 分子量 7.04×10^4 の SBR 24.0 g 中のすべてのアルケン部分の炭素原子間二重結合に対して、触媒を用いて水素を付加させたところ、0 °C, 1.013×10^5 Pa (標準状態) で 6.72 L の水素が付加した。この SBR 24.0 g 中のベンゼン環の個数を有効数字 2 柄でしるせ。ただし、水素は理想気体とみなし、また水素は SBR 中のベンゼン環とは反応しないものとする。

(例)



【以下余白】