

2013年度

U_b 化学 問題

注意

1. 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。
2. 解答用紙はすべてHBの黒鉛筆またはHBの黒のシャープペンシルで記入することになっています。HBの黒鉛筆・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。)
3. この問題冊子は12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～VIIとなっています。
4. 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。
5. 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。
6. 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。
7. 計算には、この問題冊子の余白部分を使ってください。
8. 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って採点する方法です。

1. マークは、下記の記入例のようにHBの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。
2. 1つのマーク欄には1つしかマークしてはいけません。
3. 訂正する場合は消しゴムでよく消し、消しきずは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： $R = 8.31 \times 10^3 \text{ Pa} \cdot \text{L} / (\text{K} \cdot \text{mol})$

ファラデー定数： $F = 9.65 \times 10^4 \text{ C/mol}$

原子量： $\text{H} = 1.0, \text{C} = 12.0, \text{O} = 16.0, \text{Na} = 23.0, \text{Cl} = 35.5$

I. 次の設問1～7に答えよ。解答は、それぞれに与えられたa～eから1つずつ選び、その記号を解答用紙の所定欄にマークせよ。

1. 次の記述のうち、その内容が正しいものはどれか。

- a. アセチレンは三重結合を有しているので折れ線型構造である。
- b. アンモニウムイオンは配位結合を形成しているため、4つのN-H結合のうち1つの結合が長い。
- c. 金属を線状に引き延ばすことができる性質を展性という。
- d. ダイヤモンドは炭素原子が互いに共有結合で連なり、正六角形の網目構造を形成しているため、非常に硬い。
- e. フッ化水素は分子間に水素結合を形成しているため、メタンよりも沸点が高い。

2. 次の操作を行った場合、沈殿を生じないものはどれか。

- a. Zn^{2+} を含む酸性の水溶液に硫化水素を通じる。
- b. Ag^+ を含む中性の水溶液に希塩酸を加える。
- c. Fe^{3+} を含む中性の水溶液に水酸化ナトリウム水溶液を加える。
- d. Pb^{2+} を含む酸性の水溶液に硫化水素を通じる。
- e. Ba^{2+} を含む中性の水溶液に希硫酸を加える。

3. 濃度を 0.1 mol/L に調整した1価の酸の水溶液が $\text{pH} = 4$ であった。この酸の電離度にもっとも近い値はどれか。

- a. 1
- b. 10^{-1}
- c. 10^{-2}
- d. 10^{-3}
- e. 10^{-4}

4. 油脂の性質に関する次の記述のうち、正しいものはどれか。
- 炭素原子間に二重結合を1つもつオレイン酸のみから構成される油脂1 mol に対して、臭素は1 mol 付加する。
 - 炭素原子間に二重結合を多く含む不飽和脂肪酸からなる油脂は融点が高い。
 - 油脂は炭素数の多い脂肪酸とグリセリンとの付加重合によって得られる。
 - 油脂は水に溶けやすく、エーテルなどの有機溶媒に溶けにくい。
 - 油脂を水酸化ナトリウム水溶液とともに加熱すると、グリセリンと脂肪酸を生じる。
5. イオン結晶の一般的な性質（結晶状態での性質）に関する次の記述のうち、正しくないものはどれか。
- イオンが静電気力で結びついている。
 - イオンが規則正しく並んでいる。
 - 硬いがもろい。
 - 常温で電気を通さない。
 - 分子結晶と比べて融点が高い。
6. 次の分子のうち、非共有電子対（孤立電子対）の数が1番多いものはどれか。
- アセトン
 - アニリン
 - キシレン
 - ジエチルエーテル
 - 尿素
7. α -グルコースだけを溶かした水溶液Aと、 β -グルコースだけを溶かした水溶液Bを $m:n$ の比率で混合して水溶液Cを得た。しばらく時間が経過した後の水溶液Cに関する次の記述のうち、正しいものはどれか。ただし、水溶液Aと水溶液Bは同じ濃度とする。
- α -グルコースと β -グルコースの存在比は、混合比によらず決まった値となる。
 - α -グルコースと β -グルコースの存在比は $m:n$ となる。
 - 鎖状構造のグルコースの存在比がもっとも大きくなる。
 - すべて α -グルコースとなる。
 - すべて β -グルコースとなる。

II. 次の文を読み、下記の設問1～3に答えよ。解答は解答用紙の所定欄にしるせ。

単体のリチウムを100 mLの蒸留水に加えたところ、激しく水素を発生した。全てのリチウムが反応した後の水溶液を、1.00 mLの(イ)を用いてはかりとり、100 mLの(ロ)に移した。そこへ蒸留水を加え100 mLとし、これを水溶液Aとした。10.0 mLの(イ)を用いて、 5.00×10^{-3} mol/Lのシュウ酸水溶液をはかりとり、コニカルビーカーに移した。そこへフェノールフタレイン溶液を指示薬として数滴加え、水溶液Bとした。(ハ)を用いて水溶液Aを水溶液Bへ滴下したところ、中和点に至るまでに20.0 mLを要した。シュウ酸は化学式(COOH)₂で表される2価のカルボン酸である。

1. 文中の空所(イ)～(ハ)それぞれにあてはまるもっとも適当な実験器具の名称を、次のa～fから1つずつ選び、その記号をマークせよ。

- | | | |
|------------|------------|-----------|
| a. 駒込ピペット | b. 滴下漏斗 | c. ビュレット |
| d. ホールピペット | e. メスシリンダー | f. メスフラスコ |

2. リチウムと同じアルカリ金属であるカリウムは、リチウムよりも激しく水と反応し、爆発的に水素を発生する。カリウムがリチウムより水と激しく反応する理由を30字以内でしるせ。

3. 文中の下線部について、発生した水素は標準状態で何Lか、有効数字2桁でしるせ。ただし、水素は理想気体とし、蒸留水の体積変化は無いものとする。

Ⅲ. 次の文を読み、下記の設問1～4に答えよ。解答は解答用紙の所定欄にしるせ。

二酸化炭素は、電気陰性度が異なる炭素と酸素が結合した化合物であるが、分子全体としては無極性分子である。二酸化炭素をガスボンベから勢いよく噴出させるとドライアイスが析出する。工業的に炭酸ナトリウムは二酸化炭素を原料として合成されており、この合成法はアンモニアソーダ法とよばれている。

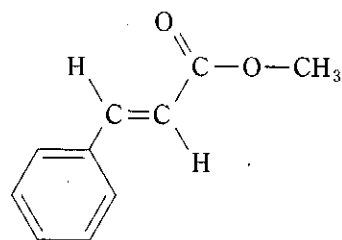
1. 二酸化炭素と同じ理由で無極性である分子を、次のa～eから1つ選び、その記号をマークせよ。
a. 塩化水素 b. ジエチルエーテル c. 四塩化炭素
d. 水素 e. 硫化水素
2. 気体の二酸化炭素から固体のドライアイスへの変化を何と呼ぶか。その名称をしるせ。
3. アンモニアソーダ法では、塩化ナトリウム水溶液、アンモニア、二酸化炭素を原料とし、2段階の化学反応を経て炭酸ナトリウムを製造する。第1段階と第2段階の化学反応式をそれぞれしるせ。
4. アンモニアソーダ法により、1.00 kgの塩化ナトリウムから炭酸ナトリウムを製造した。得られた炭酸ナトリウムに塩酸を加え、再び二酸化炭素を発生させた。生成した二酸化炭素は何gか、有効数字3桁でしるせ。ただし、各化学反応は完全に進行したものとする。

IV. 次の文を読み、下記の設問 1～3 に答えよ。解答は解答用紙の所定欄にしるせ。

炭素、水素、酸素からなる分子量 300 以下の化合物 A がある。24.0 mg の化合物 A を完全燃焼させると、二酸化炭素が 60.5 mg、水が 13.5 mg 生じた。1 mol の化合物 A を加水分解すると、1 mol の化合物 B と 1 mol の化合物 C が得られた。化合物 B は芳香族カルボン酸、化合物 C はアルコールであった。化合物 B に塩化鉄(III)水溶液を加えると、赤紫色を呈した。化合物 B にメタノールと濃硫酸を作用させると、芳香をもつ無色の液体で鎮痛消炎用塗布剤に用いられる化合物 D が得られた。化合物 C を酸化するとケトンが得られた。化合物 C に臭素を作用させると、2 個の不斉炭素原子を持つ化合物 E が得られた。

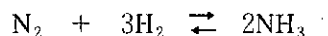
1. 化合物 A の組成式と構造式を例にならってしるせ。
2. 文中の下線部について、構造式を使ってその化学反応式をしるせ。ただし、構造式は例にならってしるせ。
3. 化合物 E の構造式を例にならってしるせ。なお、不斉炭素原子には記号(*)をつけよ。

(例)



V. 次の文を読み、下記の設問1～4に答えよ。解答は解答用紙の所定欄にしるせ。

容積一定の容器内に入っている3.0 molの窒素と9.0 molの水素の混合気体に、触媒を加えて、一定の温度で以下の反応を行った。



1. 反応が進んで窒素が1.0 molだけ減少したとき、容器内の混合気体の総物質量は何molか、有効数字2桁でしるせ。
2. 反応が平衡に達した後、混合気体をすべて捕集したところ、総物質量は7.0 molであった。容器の体積が1 Lの場合の平衡定数 K を有効数字2桁でしるせ。
3. 平衡状態から、一定温度で圧力を増すと、平衡はどのように移動するか。次のa～eから1つ選び、その記号をマークせよ。
 - a. 移動しない。
 - b. NH_3 の生成方向に移動する。
 - c. NH_3 の分解方向へ移動する。
 - d. はじめに NH_3 の生成方向へ移動した後、しばらくしてから逆方向へ移動する。
 - e. はじめに NH_3 の分解方向へ移動した後、しばらくしてから逆方向へ移動する。
4. 文中の下線部の作用により変化しないものはどれか。次のa～eから1つ選び、その記号をマークせよ。
 - a. 活性化エネルギー
 - b. 活性化状態
 - c. 反応経路
 - d. 反応速度
 - e. 反応熱

VI. 次の文を読み、下記の設問 1～4 に答えよ。解答は解答用紙の所定欄にしるせ。

一定量の理想気体の体積 V は、絶対温度 T に (イ) し、圧力 P に (ロ) する。
 また、同じ物質量の理想気体は同温・同圧で同じ体積を占める。しかし、実在気体では、標準状態におけるモル体積が気体の種類によって異なる。

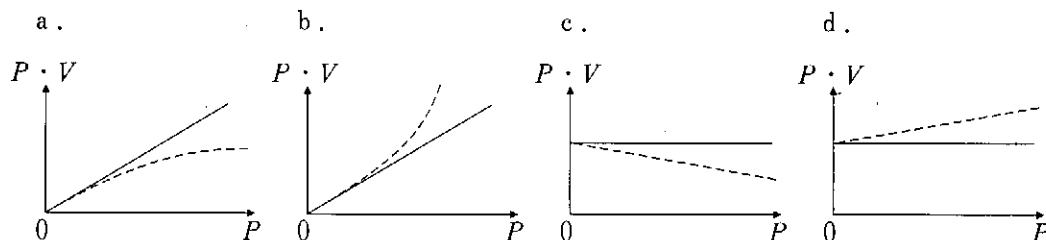
1. 文中の空所(イ)・(ロ)それぞれにあてはまるもっとも適当な語句とその法則の組み合わせとして、正しいものはどれか。次の a～d から 1 つ選び、その記号をしるせ。

- a. (イ) 比例；ボイルの法則 (ロ) 反比例；シャルルの法則
 b. (イ) 反比例；ボイルの法則 (ロ) 比例；シャルルの法則
 c. (イ) 比例；シャルルの法則 (ロ) 反比例；ボイルの法則
 d. (イ) 反比例；シャルルの法則 (ロ) 比例；ボイルの法則

2. 文中の下線部について、実在気体でも理想気体の状態方程式が成立するとみなせるもっとも適した状態はどれか。次の a～d から 1 つ選び、その記号をしるせ。

- a. 高温、高圧 b. 高温、低圧 c. 低温、高圧 d. 低温、低圧

3. 理想気体(実線)と実在気体 CO_2 (点線)のそれぞれについて、物質量(1 mol)と温度(350 K)が一定の場合、0 から 2.0×10^7 Pa 付近での圧力 P と圧力・体積の積 $P \cdot V$ の関係を表すグラフとして正しいものはどれか。次の a～d から 1 つ選び、その記号をしるせ。



4. 文中の下線部について、実在気体では理想気体と異なる理由を 2 つあげ、両方まとめて 30 字以内でしるせ。

VII. 化合物A～Dを以下に示す合成法により合成した。このとき、下記の設問1～4に答えよ。解答は解答用紙の所定欄にしるせ。

化合物A：ベンゼンに濃硝酸と濃硫酸の混合物を加え、約60℃で反応させる。

化合物B：アセチレンに硫酸水銀(II)を触媒として水を反応させる。

化合物C：2-プロパノールに硫酸酸性の二クロム酸カリウムを加えて反応させる。

化合物D：エタノールに濃硫酸を加え、約170℃で反応させる。

1. 化合物A～Dをそれぞれ合成する反応の名称を、次のa～eから1つずつ選び、その記号をしるせ。

a. 付加 b. 置換 c. 脱水 d. 酸化 e. 還元

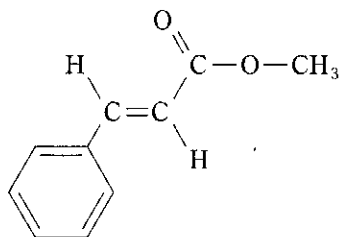
2. 化合物A～Dの構造式を、例にならってそれぞれしるせ。

3. 化合物Aをスズと塩酸で還元すると化合物Eが得られる。化合物Eの希塩酸溶液に亜硝酸ナトリウムを加えると化合物Fが生成し、これにナトリウムフェノキシド水溶液を加えると、赤橙色の化合物Gが得られた。化合物Gの構造式を、例にならってしるせ。

4. 化合物Bと化合物Cそれぞれに、ヨウ素と水酸化ナトリウム水溶液を加えて湯浴で加熱したときの記述としてもっとも適当なものを、次のa～dから1つ選び、その記号をしるせ。

- a. 化合物Bからは黄色沈殿を生じたが、化合物Cからは黄色沈殿を生じなかった。
b. 化合物Bからは黄色沈殿を生じなかったが、化合物Cからは黄色沈殿を生じた。
c. 化合物Bと化合物Cのどちらからも黄色沈殿を生じた。
d. 化合物Bと化合物Cのどちらからも黄色沈殿を生じなかった。

(例)



【以下余白】

