

C_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、消しきらず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。

原子量： H=1.0, C=12.0, O=16.0

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

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

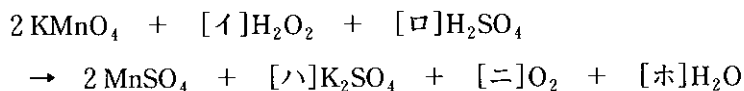
I. 次の設問1～6に答えよ。解答は、それぞれに与えられたa～eから1つずつ選び、その記号を解答用紙の所定欄にマークせよ。

1. 次の固体イ～ニの融点が高い順に並べたものはどれか。

イ. 塩化ナトリウム ロ. ナトリウム ハ. ダイヤモンド ニ. 黄リン

- a. $\text{イ} > \text{ロ} > \text{ハ} > \text{ニ}$
- b. $\text{ハ} > \text{ニ} > \text{ロ} > \text{イ}$
- c. $\text{ロ} > \text{ニ} > \text{イ} > \text{ハ}$
- d. $\text{ハ} > \text{イ} > \text{ロ} > \text{ニ}$
- e. $\text{イ} > \text{ハ} > \text{ロ} > \text{ニ}$

2. 硫酸酸性下で、過酸化水素水と過マンガン酸カリウム水溶液を反応させた際に起こる化学反応式は次の通りである。下記の空欄[イ]～[ホ]にあてはまる係数の組み合わせとして正しいものはどれか。



- a. [イ]=2 [ロ]=2 [ハ]=2 [ニ]=4 [ホ]=4
- b. [イ]=2 [ロ]=3 [ハ]=1 [ニ]=5 [ホ]=8
- c. [イ]=4 [ロ]=2 [ハ]=2 [ニ]=4 [ホ]=4
- d. [イ]=5 [ロ]=3 [ハ]=1 [ニ]=5 [ホ]=8
- e. [イ]=5 [ロ]=2 [ハ]=2 [ニ]=4 [ホ]=4

3. 水溶液中で、塩化物イオンと白色沈殿を形成し、クロム酸イオンと黄色沈殿を生じる金属イオンはどれか。

- a. Ag^+ b. Ba^{2+} c. Ca^{2+} d. Fe^{3+} e. Pb^{2+}

4. 次の有機化合物のうち、銀鏡反応を示すものはどれか。
- a. エタノール
 - b. 酢酸
 - c. アセトアルデヒド
 - d. ジエチルエーテル
 - e. アセトン
5. 次のイ〜ハにしるした条件の気体について、その体積が大きい順に並べたものはどれか。
- イ. 1.01×10^5 Pa, 273 Kにおける64 gの酸素
 - ロ. 8.31×10^4 Pa, 100 Kにおける5 molの水素
 - ハ. 2.49×10^5 Pa, 300 Kにおける3 molの窒素
- a. イ>ロ>ハ
 - b. イ>ハ>ロ
 - c. ロ>イ>ハ
 - d. ハ>イ>ロ
 - e. ハ>ロ>イ
6. 次の操作で生じた現象や変化が、中和反応に基づくものはどれか。
- a. 酸化マンガン(IV)に過酸化水素水を滴下すると気体が発生した。
 - b. 硫酸ナトリウム水溶液に塩化バリウム水溶液を加えると白色沈殿が生じた。
 - c. 酸化マンガン(IV)に濃塩酸を加え加熱すると気体が発生した。
 - d. 亜鉛粒に希塩酸を滴下すると気体が発生した。
 - e. 濃塩酸と濃アンモニア水を近づけると白煙が生じた。

II. 次の設問1～6のそれぞれについて、与えられたa～eから正しいものを2つずつ選び、それらの記号を左欄に1つ、右欄に1つマークせよ。順序は問わない。

- 硫酸銅(II)水溶液に硫化水素を通すと白色沈殿が生じる。
 - 酢酸ナトリウムを水に溶かすとその水溶液は塩基性を示す。
 - フェノールフタレインを数滴加えた水に二酸化硫黄を通すと赤色を呈す。
 - 塩化亜鉛水溶液に水酸化ナトリウム水溶液を少しずつ加えていくと、いったん白色沈殿が生じたのち消失する。
 - 銅板を希硫酸に浸すと溶液が青色を呈す。
- リチウムのイオン化エネルギーより、フッ素のイオン化エネルギーの方が大きい。
 - 酸素と硫黄はともに16族の元素であるが、価電子数は酸素が6で、硫黄が4である。
 - カリウムとカルシウムはともにアルカリ土類金属である。
 - ナトリウムイオンとフッ化物イオンでは、イオン半径はナトリウムイオンの方が大きい。
 - 常温・常圧で塩素は気体であるが、臭素は液体である。
- 水に塩化カリウムを溶解させた場合、その溶液の温度は下がる。
 - 1 molの化合物が成分元素の単体からできるときの熱量を生成熱という。
 - 触媒を加えることで反応速度が増加するのは、反応熱が増加するからである。
 - 二酸化窒素と四酸化二窒素の間の平衡反応において、一定の温度で容器の体積を半分にすると、平衡は二酸化窒素が増加する方向に移動する。
 - 塩化ナトリウムの飽和水溶液に塩酸を加えると、緩衝作用により塩化ナトリウムの結晶が析出する。
- 非共有電子対をもった分子やイオンと金属イオンがイオン結合してできたイオンを錯イオンという。
 - 分子結晶は一般にイオン性結晶に比べ融点が低い。
 - 原子から電子1個をとり去るのに必要なエネルギーを電子親和力という。
 - 金属の熱伝導性が高いのは自由電子が存在するからである。
 - 水素の電気陰性度は塩素より大きい。

5. a. 白金を触媒に用いてメタノールを酸化すると、酢酸が得られる。
- b. エチレンを酸素で酸化すると、アセトンが得られる。
- c. 塩化パラジウム(II)と塩化銅(II)を触媒に用いてエチレンを酸化すると、アセトアルデヒドが得られる。
- d. ニトロベンゼンをスズと塩酸を用いて反応させると、ニトロベンゼンが還元されてアニリンが生成する。
- e. トルエンを過マンガン酸カリウムを用いて酸化すると、テレフタル酸が得られる。
6. a. メタノールはナトリウムと反応して水素を発生する。
- b. サリチル酸をメタノールでエステル化すると、アセチルサリチル酸が生成する。
- c. ベンゼンに臭素を反応させると、ただちに臭素化反応が起こって白色沈殿を生じる。
- d. メタンと塩素を混合して光を当てると、塩素化反応が起こり、クロロメタンが生成する。
- e. エタノールを濃硫酸と反応させると、約 140 °C ではエチレンが、約 170 °C ではジエチルエーテルが生成する。

Ⅲ. 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。

オストワルト法によりアンモニアから硝酸を合成する反応は、次の3段階の気相反応で進む。この反応に関係する化合物の生成熱を表に示す。

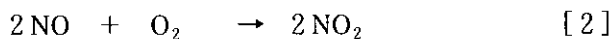
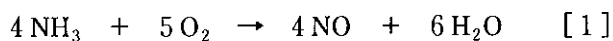


表 気体の生成熱

気体	生成熱 (kJ/mol)
NO	-90
NO ₂	-33
NH ₃	46
H ₂ O	242
HNO ₃	135

1. 反応[1]の反応熱を有効数字3桁でしるせ。
2. アンモニアから硝酸を合成する反応の反応式をしるせ。
3. オストワルト法を用いて、硝酸1 molを合成するときの反応熱を有効数字3桁でしるせ。

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。

アルミニウムは、ボーキサイトを原料にして得られる。ボーキサイトを濃い水酸化ナトリウム水溶液で処理して得られる酸化アルミニウム（アルミナ）に氷晶石を加えて、約1000℃で融解し、両極に炭素を用いて融解塩電解することにより、（イ）極にアルミニウムが得られる。

アルミニウムは、銀白色の軟らかい軽金属で、密度は鉄や銅の約3分の1である。アルミニウムに少量の銅、マグネシウム、マンガンを加えた（ロ）と呼ばれる合金は、軽くて強度が大きいため飛行機の機体などに用いられている。

1. 文中の空所(イ)・(ロ)にあてはまるもっとも適当な語句をそれぞれしるせ。
2. 文中の下線部について、この反応を電子(e^-)を含むイオン反応式でしるせ。
3. 融解塩電解する際に氷晶石を加えるのはなぜか。その理由を20字以内でしるせ。

V. 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。

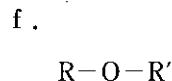
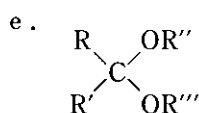
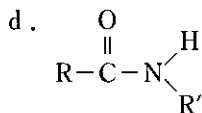
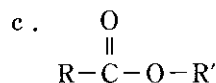
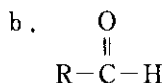
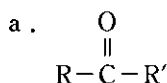
エチレンに塩素を反応させると付加反応を起こし化合物Aが生成する。Aを加熱して得られる化合物Bは重合反応によって合成高分子Cとなり、パイプやシートなどに用いられる。Bは適当な触媒の存在下で、化合物Dに塩化水素を付加させることによって得ることができる。また、Dへのシアン化水素の付加反応によって得られる化合物Eは、アクリル繊維の主要な原料である。アクリル繊維は保湿性がよく、セーターや毛布などに利用される。

Dと酢酸との付加反応から得られる化合物Fを付加重合させ、ついで加水分解すると、ポリビニルアルコールが得られる。ポリビニルアルコールはホルムアルデヒドとの(イ)化反応によってビニロンに変換することができる。(イ)化反応によって生成する(イ)構造^①は、カルボニル化合物とアルコールから脱水反応によって生成する構造であり、デンプンなどの多糖類に一般的に見られる。

羊毛や絹などの動物性繊維は、単量体が(ロ)結合^②によってつながった天然高分子である。(ロ)結合を有する合成繊維の6-ナイロンは、化合物Gの開環重合反応によって生成する。

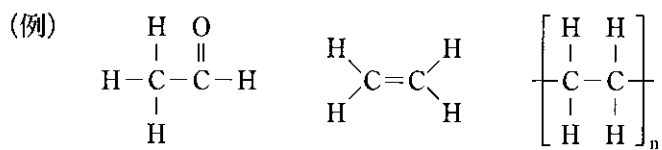
テレフタル酸とエチレングリコールが(ハ)結合^③によってつながった高分子(ポリエチレンテレフタレート)は、合成繊維として用いられる。

1. i. 文中の空所(イ)～(ハ)それぞれにあてはまるもっとも適当な語句をしるせ。
- ii. 文中の下線部①～③それぞれの構造や結合を表す構造式をa～fから1つずつ選び、その記号をマークせよ。



2. 化合物Gの名称をしるせ。

3. 化合物A～Fそれぞれの構造式を、例にならってしるせ。



VI. 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。

負極側では水素が、正極側には空気が供給され、それらの気体が多孔質の電極を通して水酸化カリウム水溶液と接触している燃料電池がある。この電池を作動させると、正極および負極で電極反応が進む。この電池を100 mAで10時間作動させた。

1. 正極および負極で起こる反応を、それぞれ電子(e^-)を含むイオン反応式でしるせ。
2. 正極で還元された物質の物質量はいくらか。有効数字3桁でしるせ。
3. この電池で消費したのと同じ量の水素を燃焼させたときに得られる熱量は何 kJ か。有効数字3桁でしるせ。ただし、水素の燃焼熱は286 kJ/molである。

VII. 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。

0.0100 mol/Lの硫酸と0.0100 mol/Lの塩酸を混合した水溶液がある。混合比を求めるために、以下の実験1～3を行った。

実験1：シュウ酸二水和物 $(\text{COOH})_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ の結晶1.2600 gを水に溶かして、メスフラスコで1 Lにしたシュウ酸水溶液をつくった。

実験2：このシュウ酸水溶液10.00 mLを、用意してあった水酸化ナトリウム水溶液を用いて中和滴定したところ20.00 mL必要であった。

実験3：この水酸化ナトリウム水溶液で、塩酸と硫酸の混合水溶液10.00 mLを中和滴定したところ、12.50 mL必要であった。

1. 実験1でつくったシュウ酸水溶液のモル濃度〔mol/L〕を、有効数字3桁でしるせ。
2. 実験2で決定した水酸化ナトリウム水溶液のモル濃度〔mol/L〕を、有効数字3桁でしるせ。
3. この混合水溶液は、0.0100 mol/Lの硫酸100 mLに、0.0100 mol/Lの塩酸何 mLが混合したものであるかを計算し、有効数字3桁でしるせ。ただし、混合した際に、水溶液の総体積は硫酸の体積と塩酸の体積の和に等しいものとする。
4. この実験で、水酸化ナトリウムの質量をはかりとって水溶液をつくり、その濃度を決定することをせず、濃度の決まったシュウ酸水溶液で、水酸化ナトリウム水溶液の濃度を決定する手順を踏んだのはなぜか、その理由を水酸化ナトリウムの性質に基づき、40字以内でしるせ。