

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

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

常用対数の値： $\log_{10} 2 = 0.30$, $\log_{10} 3 = 0.48$, $\log_{10} 7 = 0.85$

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. 次の記述のうち、その内容が正しいものはどれか。

- a. ヨウ素分子と水素分子がヨウ化水素分子になる反応は、ヨウ素分子と水素分子がいったん原子に解離してから進む。
- b. 化学反応において、逆反応と正反応の活性化エネルギーの差は生成熱に相当する。
- c. 反応速度定数は、反応の種類や温度、反応物の濃度によって異なる。
- d. 反応速度は、温度が 20°C 上昇すると 4～9 倍に増加するものが多い。
- e. 触媒を用いて正反応の活性化エネルギーを小さくすると、逆反応の活性化エネルギーは大きくなる。

2. 次の記述のうち、その内容が正しいものはどれか。

- a. ハロゲンの単体のような極性分子からできている物質の沸点は、分子量が大きくなるほど高くなる。
- b. 蒸気圧曲線において、蒸気圧が $1.01 \times 10^5 \text{ Pa}$ のときの温度がその液体の沸点である。
- c. 原子が 1 個の電子を放出して一価の陽イオンになるときに必要なエネルギーを電子親和力という。
- d. 金属の電気伝導性が高いのは共有結合電子が存在するからである。
- e. 浸透圧は気体の状態方程式とは異なり、温度に依存しない式で表される。

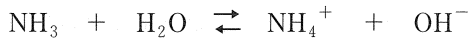
3. 次の水素化合物を沸点が高い順に並べたとき、2 番目となるものはどれか。

- a. フッ化水素
- b. 臭化水素
- c. ヨウ化水素
- d. 水
- e. 塩化水素

4. タンパク質の検出反応に関する次の記述のうち、その内容が正しくないものはどれか。
- a. ベンゼン環を含むタンパク質の水溶液に濃塩酸を加えて加熱し、冷却後にアンモニア水を加えると橙色になる。
 - b. タンパク質の塩基性水溶液に硫酸銅(Ⅱ)水溶液を加えると青紫～赤紫色になる。
 - c. タンパク質の水溶液にニンヒドリン水溶液を加えて加熱すると青紫～赤紫色になる。
 - d. イオウを含むタンパク質のアルカリ性水溶液を加熱した後、酢酸鉛(Ⅱ)水溶液を加えると沈殿が生じる。
 - e. タンパク質水溶液に多量の電解質を加えると沈殿が生じる。
5. 臭素水を加えると赤褐色が脱色される化合物はどれか。
- a. フェノール b. スチレン c. ナフタレン
 - d. アントラセン e. キシレン
6. 二糖は、単糖2分子から水1分子が取れて縮合(脱水縮合)した構造を持っている。次にあげる単糖の組み合わせから脱水縮合して得られる二糖として正しいものはどれか。
- a. α -グルコース + α -グルコース \rightarrow ラクトース
 - b. β -グルコース + β -グルコース \rightarrow セロビオース
 - c. α -グルコース + β -フルクトース \rightarrow セルロース
 - d. β -フルクトース + β -フルクトース \rightarrow マルトース
 - e. β -グルコース + β -フルクトース \rightarrow ガラクトース

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。

アンモニア水溶液中では次の電離平衡反応の式が成り立ち、その平衡定数は $K_b = 4.0 \times 10^{-5} \text{ mol/L}$ とする。



ただし、水のイオン積を $K_w = 1.0 \times 10^{-14} \text{ mol}^2/\text{L}^2$ とする。

1. 塩化アンモニウムを水に溶かして、濃度 0.10 mol/L の塩化アンモニウム水溶液 100 mL をつくった。この水溶液中での加水分解反応のイオン反応式と平衡定数 K_h の値をそれぞれしるせ。
2. 0.10 mol/L 塩化アンモニウム水溶液の pH として、もっとも近い数値はいくつか。次の a～e から1つ選び、その記号をマークせよ。
a. 5.0 b. 5.3 c. 5.8 d. 6.3 e. 6.8
3. 次の操作を行ったとき、生成する溶液が緩衝作用を示さないものはどれか。次の a～e から1つ選び、その記号をマークせよ。
a. アンモニアと塩化アンモニウムの混合水溶液に少量の塩酸を加えた。
b. ギ酸とギ酸ナトリウムの混合水溶液に少量の水酸化ナトリウム水溶液を加えた。
c. 硫酸水素ナトリウムと硫酸ナトリウムの混合水溶液に少量の塩酸を加えた。
d. 炭酸と炭酸水素ナトリウムの混合水溶液に少量の水酸化ナトリウム水溶液を加えた。
e. 酢酸と酢酸ナトリウムの混合水溶液を水で10倍に希釈した。

Ⅲ. 次の設問1～4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. ケイ素は地殻中に最も多く含まれる元素である。
 - b. ケイ素は炭素と同族であるが、ケイ素の単体の結晶はダイヤモンドと異なる構造をしている。
 - c. 二酸化ケイ素の結晶は、軟らかく融点が低い。
 - d. 二酸化ケイ素は、半導体として用いられる。
 - e. 乾燥剤として知られるシリカゲルはケイ酸を加熱脱水したものからつくられる。

2. 次の記述のうち、その内容が正しくないものはどれか。
 - a. 液体中に混じっている固体物質を、ろ紙を用いて分離する方法をろ過という。
 - b. 食塩水を加熱し、蒸発した気体を冷却すると液体として水が分離できる。
 - c. 物質の溶解されやすさのちがいを利用した分離方法の1つが、ペーパークロマトグラフィである。
 - d. 液体混合物を蒸留によって各成分に分離する方法は、分留とよばれる。
 - e. 混合物から特定成分だけを液体に溶かして分離する方法は、抽出とよばれる。

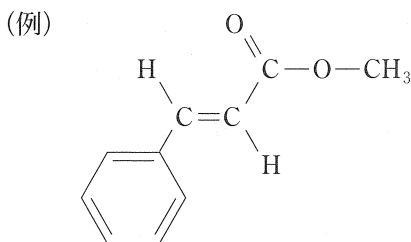
3. テトラアンミン銅(Ⅱ)イオンに関する次の記述イ～ホのうち、その内容が正しいものの組み合わせはどれか。
 - イ. 錯イオンである。
 - ロ. 4個のアンモニア分子が銅(Ⅱ)イオンに配位結合している。
 - ハ. 水溶液は赤色である。
 - ニ. 立体構造は正四面体である。
 - ホ. 濃アンモニア水溶液に銅の単体を加えると生成する。

a. イとロ b. イとホ c. ロとハ d. ハとニ e. ニとホ

4. 次の金属イオンの中で、その水酸化物が過剰の水酸化ナトリウム水溶液と過剰のアンモニア水溶液のいずれにも溶けないものはどれか。
 - a. Ag^+ b. Pb^{2+} c. Al^{3+} d. Zn^{2+} e. Fe^{3+}

IV. 化合物A～Dは、いずれも分子式 $C_4H_{10}O$ で示される有機化合物であり、その中の1つの化合物だけが、不斉炭素原子を有することが分かっている。次の記述イ～ハを読み、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。

- イ. 化合物A, B, Cは単体のナトリウムと反応して水素ガスを発生したが、化合物Dは反応しなかった。
- ロ. 化合物A, Bを二クロム酸カリウムの希硫酸溶液により穏やかに酸化すると、化合物Aからは化合物Eが、化合物Bからは化合物Fがそれぞれ得られた。また、化合物E, Fにアンモニア性硝酸銀水溶液を加えて穏やかに加熱すると、どちらも銀が析出した。
- ハ. 幾何異性体が存在する化合物Gに適切な触媒を用いて水素を付加させると、化合物Aが得られた。



- 化合物A, B, C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(*)をしるせ。
- 化合物Dには複数の構造が考えられる。可能性のある構造式を例にならってすべてしるせ。
- 記述ロの下線部について、次の文中の空所(1)～(5)それぞれにあてはまるもっとも適当な語句をしるせ。

銀が析出したのは、アンモニア性硝酸銀水溶液中の(1)が、化合物E, F中の(2)基によって(3)されたためである。同様の反応は、グルコースの水溶液に対しても起こることが知られている。これは水溶液中において、(4)構造と(5)構造が平衡状態で存在しており、(5)構造には(2)基が存在するためである。

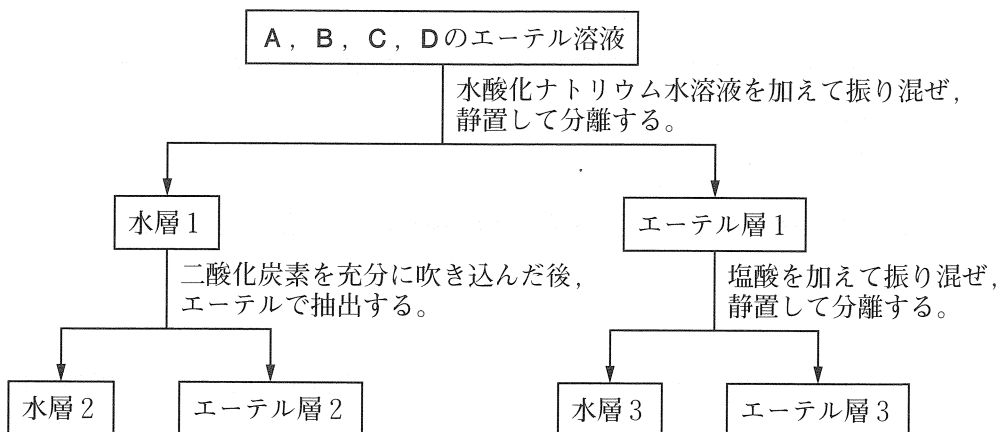
V. 次の文を読み，下記の設問1～3に答えよ。解答は解答用紙の所定欄にしるせ。

亜鉛板を入れた薄い硫酸亜鉛水溶液と，銀板を入れた濃い硝酸銀水溶液を，両方の液が混ざらないように素焼き板で仕切り，電池をつくった。この電池を2個直列につなぎ， 1.01×10^5 Pa， 25°C の条件下で，陽極および陰極に白金電極を用いて1 mAで1時間，水酸化ナトリウム水溶液の電気分解を行った。

1. この電池での正極および負極で起こる電極反応を，それぞれ電子 (e^-) を含むイオン反応式でしるせ。
2. この電気分解に対して，陽極で進む電極反応を，電子 (e^-) を含むイオン反応式でしるせ。
3. この電気分解に対して，陽極で生成した物質の体積 [L] を，有効数字2桁でしるせ。

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。

化合物A～Dは、トルエン、安息香酸、アニリン、ニトロベンゼン、ナフタレン、フェノールのいずれかである。化合物A～Dの混合物をエーテルに溶かし、図のような実験操作で分離を行った。



さらに、水層2, 3とエーテル層2, 3に対して次の実験1～5を行った。

実験1. エーテル層2から得られる化合物Aに塩化鉄(Ⅲ)水溶液を加えると、青紫～赤紫色を呈した。

実験2. 水層2に (1) 後、エーテルで抽出すると化合物Bが得られた。

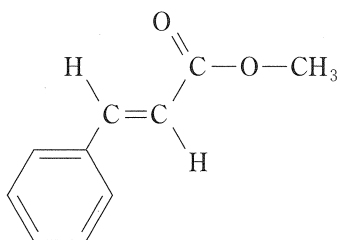
実験3. エーテル層3から得られる化合物Dに過マンガン酸カリウム水溶液を加えて煮沸し、希硫酸を加えて酸性にすると、化合物Bが得られた。

実験4. 水層3に水酸化ナトリウム水溶液を十分に加えた後、エーテルで抽出して得られる化合物Cに二クロム酸カリウム硫酸酸性溶液を加えると、染料として使用される黒色物質に変化した。

実験5. 化合物Aに水酸化ナトリウム水溶液を加えて化合物Eとした後、化合物Eに二酸化炭素を高温、高圧下で反応させて、希硫酸を作用させると、化合物Bと同じ官能基を有する化合物Fが得られた。

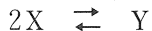
1. 化合物A～Dの構造式を例にならってそれぞれしるせ。
2. 実験2の空所(1)にあてはまる操作としてもっとも適当なものを、次のa～eから1つ選び、その記号をしるせ。
 - a. 水酸化ナトリウム水溶液を加えた
 - b. 炭酸水素ナトリウム水溶液を加えた
 - c. 硫酸ナトリウム水溶液を加えた
 - d. 塩酸を加えた
 - e. 食塩水を加えた
3. 水層1に対して二酸化炭素を吹き込む代わりに、誤って実験2の空所(1)の操作を行ってしまったところ、化合物A、Bを分離することはできなかった。このとき化合物A、Bが水層に含まれるか、あるいはエーテル層に含まれるかを、その理由を含め45字以内でしるせ。
4. 化合物Fと無水酢酸との反応について、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。

(例)



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。

次のような可逆反応の溶液内化学平衡を考える。



ただし、この反応の正反応および逆反応の速度定数はそれぞれ k_1 および k_2 であり、この反応の正反応の速度は X のモル濃度の 2 乗に比例し、逆反応の速度は Y のモル濃度に比例する。

1. X を出発物質としたときの、ある時間における全反応の速度 (v) を、そのときの X および Y のモル濃度 $[X]_t$ および $[Y]_t$ を用いてしるせ。
2. この反応の平衡定数 (K) を、速度定数を用いてしるせ。
3. X を出発物質とし、その初濃度を $[X]_0$ とする。この反応が平衡になったときの Y の濃度 $[Y]_e$ を、平衡定数 (K) を用いてしるせ。
4. この反応が平衡にあるとき、この溶液に溶媒を加えて 2 倍に希釈した。この平衡はどのように変化するかを、その理由を含め 45 字以内でしるせ。

【以下余白】

