

2018年度

S a 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～V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。

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

原子量： $\text{H}=1.0, \text{C}=12.0, \text{N}=14.0, \text{O}=16.0, \text{Al}=27.0, \text{Ca}=40.1$

平方根の値： $\sqrt{2}=1.41, \sqrt{3}=1.73$

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、正しくないものはどれか。

- a. アルカリ金属元素に属する原子において、1価の陽イオンのイオン半径が大きいほど、その原子の第1イオン化エネルギーは小さい。
- b. ある原子の電子親和力は、その原子の1価の陰イオンから電子1個を取り去るのに必要なエネルギーに等しい。
- c. 一般に、第1イオン化エネルギーの小さい原子ほど1価の陽イオンになりやすい。
- d. 第2周期に属する原子において、第1イオン化エネルギーが最も大きいのはフッ素である。
- e. 一般に、電子親和力の大きい原子ほど1価の陰イオンになりやすい。

2. 次の操作を行った場合、沈殿が溶解するものはどれか。

- a. Ag_2O の沈殿に過剰の水酸化ナトリウム水溶液を加える。
- b. $\text{Al}(\text{OH})_3$ の沈殿に過剰のアンモニア水を加える。
- c. $\text{Al}(\text{OH})_3$ の沈殿に過剰の水酸化ナトリウム水溶液を加える。
- d. $\text{Fe}(\text{OH})_3$ の沈殿に過剰のアンモニア水を加える。
- e. $\text{Fe}(\text{OH})_3$ の沈殿に過剰の水酸化ナトリウム水溶液を加える。

3. 分子式 $C_5H_{10}O_2$ で表されるエステルには、何種類の構造異性体が存在するか。

- a. 5種類 b. 6種類 c. 7種類 d. 8種類 e. 9種類

4. 次の文中の空所(イ)～(ホ)それぞれにあてはまる語句の組み合わせとして、もっとも適当なものはどれか。

アンモニアは極性分子であり、液体状態において分子間に (イ) を生じる。このため、窒素と同族のリンやヒ素の水素化合物にくらべ、沸点が (ロ)。アンモニア分子は、分子中の窒素原子に (ハ) があり、これを水素イオンと共有して (ニ) を形成する。アンモニアは、水素や窒素にくらべ水への溶解度が大きく、水への溶解についてヘンリーの法則が (ホ)。

	イ	ロ	ハ	ニ	ホ
a	水素結合	高い	非共有電子対	配位結合	成り立たない
b	配位結合	高い	非共有電子対	水素結合	成り立つ
c	水素結合	高い	非共有電子対	配位結合	成り立つ
d	配位結合	低い	不対電子	水素結合	成り立つ
e	水素結合	低い	不対電子	水素結合	成り立たない

5. モル濃度 0.10 mol/L の 1 価の酸の水溶液が $\text{pH} = 3$ であった。この酸の電離度の値としてもっとも近いものはどれか。

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

6. 反応 $2 \text{CH}_3\text{OH} \rightarrow \text{CH}_3\text{OCH}_3 + \text{H}_2\text{O}$ の反応熱を求めたいとき、メタノールの生成熱、ジメチルエーテルの生成熱が分かっているとすれば、さらに必要となるのは次のうちどれか。ただし、関係する水はすべて液体状態であるものとする。

- a. C (グラファイト) の燃焼熱
 b. CH_3OH の蒸発熱
 c. CH_3OH の燃焼熱
 d. H_2 の燃焼熱
 e. H_2O の蒸発熱

7. 次のイ～ニのうち、正しくない記述はいくつあるか。

イ. 示性式 $C_{17}H_{33}COOH$ で表される脂肪酸のみを構成成分とする油脂 1 mol には、水素 H_2 が最大 4 mol 付加する。

ロ. 不飽和ジカルボン酸であるマレイン酸は、加熱により脱水反応を起こし、無水フマル酸を与える。

ハ. エステル 1 mol に水と水酸化ナトリウムを加えて完全に加水分解すると、カルボン酸塩とアルコールが 0.5 mol ずつ生じる。

ニ. アジピン酸とヘキサメチレンジアミンが縮合重合した高分子は、ナイロン 66 (6,6-ナイロン) とよばれ、アミド結合をもっている。

a. 0個 b. 1個 c. 2個 d. 3個 e. 4個

II. 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。

酸化アルミニウムは（イ）ともよばれ、鉍石の（ロ）を精製して得られる。酸化アルミニウムの粉末は白色で、水に〈あ〉。また、〈い〉酸化物であり、酸や強塩基の水溶液と反応して溶ける。アルミニウムは酸化アルミニウムを融解塩電解（溶融塩電解）して製造される。また、アルミニウムはイオン化傾向がかなり〈う〉、反応性の高い金属であるが、空気中では表面にち密な酸化被膜を生じ、内部まで反応が進まない。また、濃硝酸にも溶けない。この状態を（ハ）という。

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語句をしるせ。
2. 文中の空所〈あ〉～〈う〉それぞれにあてはまる語句の組み合わせとしてもっとも適当なものを、次のa～hから1つ選び、その記号をマークせよ。

	〈あ〉	〈い〉	〈う〉
a	溶ける	両性	大きく
b	溶ける	塩基性	大きく
c	溶ける	酸性	小さく
d	溶ける	塩基性	小さく
e	溶けにくい	両性	大きく
f	溶けにくい	塩基性	大きく
g	溶けにくい	酸性	小さく
h	溶けにくい	両性	小さく

3. 文中の下線部について、酸化アルミニウムと水酸化ナトリウム水溶液の反応の化学反応式をしるせ。
4. 酸化アルミニウムを電流 1.00 A で 9.65×10^5 秒間、融解塩電解した。得られたアルミニウムの質量 [g] を求め、その値を有効数字 2 桁でしるせ。ただし、流れた電流すべてがアルミニウムの生成に使われたとする。

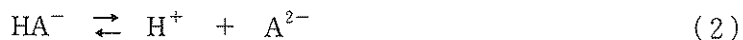
Ⅲ. 次の文を読み、下記の設問 1～3 に答えよ。解答は解答用紙の所定欄にしるせ。

カルシウムの単体は、銀白色の金属である。その結晶格子は、室温では面心立方格子であるが、高温では体心立方格子に変わる。カルシウムの単体は、室温で水に加えると反応して溶解する。一方、カルシウムを酸化すると酸化カルシウムとなり、その結晶の構造は塩化ナトリウム型である。室温のカルシウムの結晶の単位格子の一辺の長さ (a_1) と酸化カルシウムの結晶の単位格子の一辺の長さ (a_2) を測定したところ、 $a_1 : a_2 = 7 : 6$ であった。

1. 文中の下線部 1) の変化において、結晶中で隣接している原子間の距離 (原子の中心間の距離) が変わらないとする。このとき、次の問 i・ii に答えよ。
 - i. この変化において、結晶の体積は減少するか増加するかしるせ。
 - ii. このときの体積の変化量は変化前の結晶の体積の何%か、有効数字 2 桁でしるせ。
2. 文中の下線部 2) の反応の化学反応式をしるせ。
3. 酸化カルシウム結晶の密度は、室温のカルシウム結晶の密度の何倍か、有効数字 2 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。

ある2価の酸 H_2A は、水溶液中において2段階で電離する。1段階目〔式(1)〕は完全に電離し、2段階目〔式(2)〕は部分的に電離する。2段階目の電離定数は、 1.0×10^{-3} mol/Lである。



1. 0.10 mol/Lの H_2A の水溶液の2段階目の電離について、電離度 (HA^- のうちどれくらいが電離したかを割合として表したもの) を求め、その値を有効数字2桁でしるせ。ただし、電離度は1に比べて十分に小さいものとする。
2. 0.10 mol/Lの H_2A の水溶液の水素イオン濃度 [mol/L] を求め、その値を有効数字2桁でしるせ。
3. 0.10 mol/Lの H_2A の水溶液 25 mLを中和するのに必要な0.10 mol/Lの水酸化ナトリウム水溶液の体積 [mL] を求め、その値を有効数字2桁でしるせ。

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。

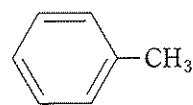
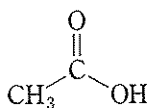
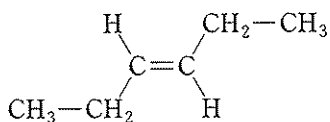
ニトロベンゼン 12.3 g に濃塩酸 50 mL と粒状スズ数十個を加え、穏やかに加熱し反応させた。反応後、水酸化ナトリウム水溶液で処理すると、アニリン 5.6 g が得られた。

希塩酸にアニリンを加え、冷却しながら亜硝酸ナトリウム水溶液を加えて反応させると、化合物Aを含む反応混合物が得られた。ここで得たAを含む反応混合物をナトリウムフェノキシドと反応させ、適切な処理を行うと、橙赤色の生成物Bが得られた。

ナトリウムフェノキシドに高温高圧下で二酸化炭素を反応させた後、希硫酸を作用させると、化合物Cが得られた。また、ナトリウムフェノキシド水溶液に二酸化炭素を充分に通じると、化合物Dが得られた。

1. 得られたアニリンの質量は、用いたニトロベンゼンがすべて反応した場合に得られる質量の何%に相当するか、その値を有効数字2桁でしるせ。
2. 化合物AからBに至る化学反応式を、構造式を使って示せ。ただし、構造式は例にならしてしるせ。

(例)



3. 化合物CおよびDの名称をそれぞれしるせ。

【以下余白】

