

科 目 化 学

7月30日(木) 16:20~17:20

注 意 事 項

1. 試験開始の合図まで、この綴を開いてはいけません。
2. 問題紙等の枚数は、表紙を含めて7枚〔そのうち問題紙は2枚、解答用紙は2枚、草稿用紙2枚〕です。
3. 解答にかかる前に、この綴左上のホッチキス針を丁寧にはずし、解答用紙の所定の欄に受験番号を記入してください。
4. 解答は、必ず所定の解答用紙の所定の欄に記入してください。裏面に記入してはいけません。
5. 落丁、乱丁、印刷上不鮮明な箇所などがあったら、ただちに申し出てください。
6. 草稿用紙のほか、この綴の解答用紙以外の余白は、草稿用に使用しても構いません。
7. 試験終了時刻までは退室してはいけません。
8. 問題紙、解答用紙、綴表紙及び草稿用紙は持ち帰ってはいけません。

科目名 化 学

1. 第17族元素はハロゲンと呼ばれ、フッ素、塩素、臭素、ヨウ素の4元素が自然界に安定に存在する。これら4元素の各原子は①1価の陰イオンになりやすい。また、②これら4元素の単体はア原子からなる分子を形成し、その固体は単体分子がイにより緩やかに結合したウ結晶である。ハロゲン化合物の特徴として、+1 から+エまで③幅広い酸化数をもつオキシ酸をつくる、④水素化合物の水溶液がいずれも酸性を示す、といった性質が挙げられる。以下の問いに答えよ。

- (1) ア、エに入る適切な数字を記せ。
- (2) イ、ウに適切な語を入れて文章を完成させよ。
- (3) 下線①に関する以下の問いに答えよ。
 - 1) 原子が1価の陰イオンになるときに放出するエネルギーの名称を記せ。
 - 2) フッ素、塩素、臭素、ヨウ素を第一イオン化エネルギーの小さい順に並べよ。
- (4) 下線②に関する以下の問いに答えよ。
 - 1) ヨウ素の単体は水に不溶だが、ヨウ化カリウム水溶液には易溶である。理由を簡潔に述べよ。
 - 2) 臭素の単体は常温常圧において液体である。臭素と同様に、単体が常温常圧で液体である元素名を1つ挙げよ。
 - 3) 現在、塩素の単体は主に塩化ナトリウム水溶液の電気分解により工業的に生産されている。塩化ナトリウム水溶液を1.0 Aの電流で1.0 h電気分解したときに生じる、塩素ガスの標準状態における体積 V を、有効数字2桁で答えよ。ただし、発生した気体は理想気体とみなすことができ、水に溶けないものとする。ファラデー定数を 96500 C/mol とする。
- (5) 下線③に関して、ハロゲンのオキシ酸のナトリウム塩は漂白剤や消毒剤としてよく利用されるが、使用法を誤ると危険を伴う。次亜塩素酸ナトリウム水溶液に塩酸を加えたときに起こる化学反応の化学反応式を記せ。
- (6) 下線④に関して、フッ素、塩素、臭素、ヨウ素のうち3元素のハロゲン化水素水溶液は強酸性を示し、残りの1元素は弱酸性を示す。以下の問いに答えよ。
 - 1) 水溶液が弱酸性を示すハロゲン化水素を与える元素名を記せ。
 - 2) 他の3元素と異なり弱酸性を示す理由を簡潔に述べよ。
- (7) フッ素、塩素、臭素、ヨウ素のうち1元素(Xとする)のカリウム塩の水溶液を入れた試験管を3本用意し、それぞれに残りの3元素の単体を反応させたところ、いずれの場合にもXの単体が生じた。Xの元素名を答えよ。
- (8) 標準状態で1 molのヨウ化水素ガスを空気中の酸素と反応させたところ、固体のヨウ素と液体の水が析出し、 169 kJ の反応熱が生じた。以下の問いに答えよ。ただし、ヨウ素の標準昇華エンタルピーは $\Delta H_{\text{sub}}^\circ = -62 \text{ kJ/mol}$ 、水の標準生成エンタルピーは $\Delta H_f^\circ = -286 \text{ kJ/mol}$ である。
 - 1) この化学反応の標準状態における熱化学方程式を記せ。なお、熱化学方程式において、化学種が固体、液体、気体であることを、それぞれ(s), (l), (g)と示せ。
 - 2) ヨウ化水素の標準生成エンタルピーを有効数字2桁で求めよ。
 - 3) 標準状態におけるH-HとI-Iの結合解離エンタルピーはそれぞれ 436 kJ/mol 、 151 kJ/mol である。標準状態におけるH-Iの結合解離エンタルピーを有効数字2桁で求めよ。

科目名 化学

2. 原子と原子の間に結合を作るときには最外殻にある電子, すなわち「ア」が利用され, それぞれの原子が最外殻に「イ」個の電子を持つ電子配置を取る様式で結合を作りやすい. 最外殻の電子をドット(・)であらわしたルイス構造式で分子を表記すると, 各原子の電子配置がよくわかる. しかし, 有機化合物の形を正しく理解するためには, 電子の数に加えて軌道について考える必要がある. 例えば, 「ウ」構造をもつメタンの4つの等価な炭素-水素結合は, 1つの2s軌道と3つの2p軌道から生じる4つの「エ」と水素原子の1s軌道の重なりによるものと説明される. また, 電子がいくつかの原子に分散して存在する状態である「オ」も重要な概念であり, 「カ」のみが異なる複数の共鳴構造を重ね合わせた共鳴混成体を考えると分子の電子状態が正確に把握できる.
- (1) 文中「ア」～「カ」に入る適切な語句または数字を答えよ.
- (2) メタンのルイス構造式を記せ.
- (3) エチン(アセチレン)が直線状の分子である理由を, 軌道の形に言及して述べよ.
- (4) 酢酸がメタノールより強い酸である理由について共鳴構造を示しながら説明せよ.
3. 安息香酸メチル, フェノール, アニリン, およびサリチル酸についての以下の問いに答えよ.
- (1) 上記4種類の有機化合物を含むジエチルエーテル溶液に対し, 図1のような抽出処理を行った. 化合物A～Dとして適切な構造式を記せ.

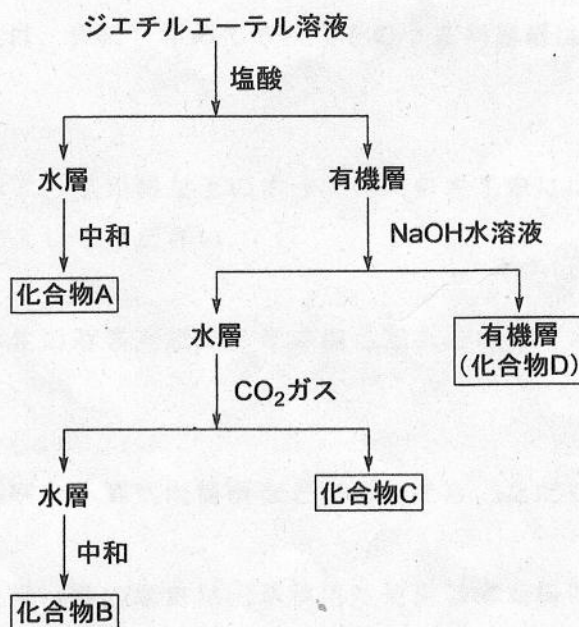


図1

- (2) 上記4種類の有機化合物を同定する呈色反応に用いられる試薬をそれぞれ答えよ. なお, 適当な呈色反応が無い場合は「×」を記入せよ.
- (3) フェノールからサリチル酸を合成する方法を化学反応式で記せ.
- (4) フェノールから触媒を用いてフェノール樹脂を合成するために必要な有機化合物の名称を答えよ. また, フェノール樹脂と同じ熱硬化性樹脂の例をひとつ挙げよ.