

化 学

1. 監督者の指示があるまで開かないでください。
2. 試験開始後、解答用紙に受験番号・氏名を忘れないで記入してください。
3. 試験開始後、問題冊子に落丁や乱丁がないか確認し、落丁・乱丁があった場合は挙手してください。
4. 解答は解答用紙に記入してください。
5. 解答用紙は科目の試験終了後回収します。
6. 問題冊子は科目の試験終了後、持ち帰って結構です。

答えは、全て解答用紙に記入せよ。複数の解答が必要な場合には、解答の順序は問わない。数値を解答する場合の有効数字の桁数は、問題文に示す条件をよく読んで適切な桁数で解答すること。特別に指示がなければ、次の数値を用いよ。

原子量：H = 1.00, C = 12.0, Na = 23.0, Mg = 24.0, Cl = 35.5, Cu = 63.5, Zn = 65.0,
Pt = 195

1. 次の文を読み、以下の問いに答えよ。

元素の周期律に基づき、性質のよく似た元素が同じ縦の列に並ぶように配列した表を元素の周期表^①という。周期表の横の行を周期、縦の列を族という。同族元素のうち、次の四つの族の元素は特に性質が似ているため、特別な名称がつけられている。水素以外の1族、および、2族の元素は、それぞれ、ア 金属および イ 金属という。また、17族および18族の元素は、それぞれ、ウ および エ という。

原子核中の オ の数は、元素ごとに決まっている。同じ元素の原子でも、原子核中の カ の数が異なるため、質量数の異なるものがある。例えば、酸素原子には、質量数が^②16, 17, 18の同位体が存在する。

問1 空欄 ア ～ カ に適する語句を答えよ。

問2 下線部①について、周期的に変化する元素の性質を表す語句を二つ答えよ。

問3 下線部②について、質量数が18の酸素原子の元素記号を記せ。ただし、原子番号と質量数の両方を含めた表記とすること。

問4 炭素は、同素体をもつ非金属元素の一つである。

(i) 炭素の同素体を三つ答えよ。

(ii) (i)のうち、分子であるものを一つ選び、その構造を簡単に説明せよ。

問5 臭素は常温で液体であるが、熱すると赤褐色の気体になる。無色の集気びんに気体の臭素を^③入れ、さらに、別の集気びんに空気を入れた後、中身がもれないようにそれらの二つをつなげると、臭素が二つの集気びん全体に均一に拡散していく。

^④(i) 下線部③について、液体から気体への変化、および、その逆の気体から液体への変化をそれぞれ何というか答えよ。

(ii) 下線部④について、臭素が二つの集気びん全体に均一に拡散する様子は、どのような現象として観察できるか説明せよ。

(iii) 下線部④について、拡散は温度が高いほど速く進む。その理由を説明せよ。

問 6 金属 A～E は、マグネシウム、ナトリウム、銅、白金、亜鉛のいずれかであり、以下の反応性を持つことがわかっている。

- ・金属 A は、希硫酸とは反応しないが、硝酸とは反応する
- ・金属 B は、塩酸や硝酸には溶けないが、王水には溶ける
- ・金属 C は、高温の水蒸気と反応する
- ・金属 D の小片を常温の水に入れると激しく反応し、気体を発生する
- ・金属 E は、常温の水とは反応しないが、熱水とは反応する

(i) 金属 A は希硫酸とは反応しないが硝酸とは反応する理由について説明せよ。

(ii) 金属 B の密度が 21.5 g/cm^3 であるとき、金属 B のモル体積 (cm^3/mol) を有効数字 2 桁で答えよ。

(iii) 金属 C と希塩酸が反応するときの化学反応式を記せ。ただし、金属 C は該当する元素の元素記号で表すこと。

(iv) 金属 D と金属 E ではどちらの方が陽イオンになりやすいかを理由とともに述べよ。

(v) 金属 E の陽イオンと以下の陰イオンからなる物質の組成式を記せ。ただし、金属 E は該当する元素の元素記号で表すこと。

(a) リン酸イオン

(b) 炭酸水素イオン

(vi) 金属 B の元素記号を答えよ。

2. 次の文を読み、以下の問いに答えよ。

フッ素や塩素、ヨウ素は、私たちの健康を保つためにも利用されている。例えば、歯みがき粉には、虫歯を防ぐためのフッ素化合物が配合されているものがある。また、人工的につくったフッ素の同位体 ^{18}F が壊れる際に出す放射線は、がんの診断に用いられている①。さらに、水道水には消毒のために塩素が加えられており、水溶性のヨウ素複合体は、うがい薬や外科手術の際の消毒薬に利用されている②。

問 1 下線部①について、 ^{18}F の量が 5 時間 30 分後に元の 12.5 % になっていた。 ^{18}F の半減期(分)を答えよ。

問 2 濃度が 0.040 mol/L のフッ化水素酸(フッ化水素の水溶液)の 25 °C における電離度は 0.10 であった。

(i) この溶液の pH が含まれる範囲を、以下から一つ選び記号で答えよ。

- (a) 1 以上 2 未満
- (b) 2 以上 3 未満
- (c) 3 以上 4 未満
- (d) 4 以上 5 未満
- (e) 5 以上 6 未満

(ii) 濃度が 0.10 mol/L のギ酸(HCOOH)水溶液の 25 °C における pH は、(i) のフッ化水素酸と等しかった。このときのギ酸の電離度を答えよ。

問 3 下線部②について、塩素を水に溶かすと次亜塩素酸(HOCl)を含む 2 種類の酸が生じた。

(i) この反応の化学反応式を記せ。

(ii) 次亜塩素酸の電子式を記せ。

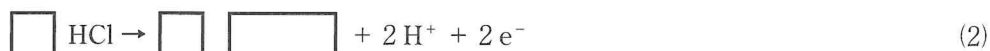
(iii) 0 °C, $1.013 \times 10^5 \text{ Pa}$ で 5.6 mL の塩素を水に溶かした水溶液を中和するために必要な、濃度 0.20 mol/L の水酸化ナトリウム水溶液の体積(mL)を答えよ。ただし、塩素は(i)の化学反応式に従い完全に反応したものとする。

(iv) 次亜塩素酸が分解し、塩化水素と酸素が生じた(式(1))。次亜塩素酸と塩化水素に含まれる塩素原子の酸化数をそれぞれ答えよ。



問 4 塩素は、実験室では、濃塩酸を酸化マンガン(IV)に加えて加熱することで発生させる。

- (i) 式(2)および(3)は、塩化水素および酸化マンガン(IV)の酸化剤あるいは還元剤としての反応式を表している。式(2)および(3)の空欄に適する係数や化学式を答えよ。ただし、係数が1の場合は1と答えよ。



- (ii) 濃塩酸と酸化マンガン(IV)の反応の化学反応式を記せ。

問 5 分子式 C_6H_6 で表されるベンゼン(図1)の水素原子のうち、二つが塩素原子に置きかわった化合物を考える。

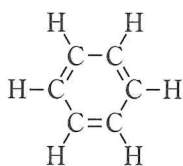


図1. ベンゼンの構造式

- (i) 防虫剤として使用されるパラジクロロベンゼンでは、分子内に存在する二つの塩素原子はお互いに最も離れた位置に存在する。パラジクロロベンゼンの構造式を記せ。
- (ii) パラジクロロベンゼンと酸素を混合して完全に燃焼させたところ、二酸化炭素、水、塩化水素が生じた。この反応の化学反応式を記せ。
- (iii) 29.4 g のパラジクロロベンゼンを完全に燃焼させるために最低限必要な酸素の物質質量 (mol) を答えよ。

問 6 ヨウ化カリウム水溶液に塩素を吹きこんだところ、ヨウ素が遊離した。

- (i) この反応の化学反応式を記せ。
- (ii) 塩素とヨウ素では、どちらの酸化力が高いか、解答欄の当てはまる方を丸で囲め。
- (iii) ヨウ化物イオンと同じ電子配置をもつ18族の元素の元素記号を答えよ。
- (iv) ヨウ素は昇華法で精製できる。昇華がどのような変化か説明せよ。