

化学 問題 I

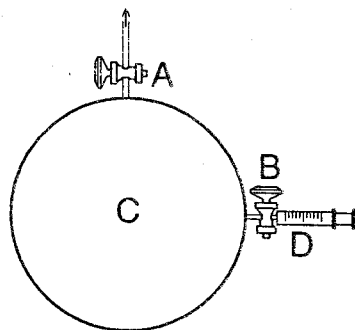
問 1 次の文中の空欄 a～h に適切な語句を入れよ。ただし、同じ記号の空欄内には同じ語句が入る。

化学反応の速さは温度が一定であれば、反応物の によって決まる。反応に伴って放出されたり、吸収されたりする熱を という。 反応では反応は自然に進行するはずである。しかし実際には 反応であっても、外部からエネルギーを与えないと反応が進行しないことが多い。この理由を考えよう。

一般に、反応はその途中で、原子の組み換えが起こるエネルギーの高い状態を経由して進行する。この反応の中間の状態は不安定な状態で、 という。 では、 の原子間の結合が切れかかると同時に の結合が形成される。 が になるために必要なエネルギーを という。また、反応の起こりやすさは分子間の の回数や、 の分子がもつ運動エネルギーの大きさで決まる。温度や が同じ場合は、 の低い方が反応は速く進行する。

問 2 次の記述を読んで、設問(1)~(3)に答えよ。

3 lの容器Cに栓A, Bがついている。まず、栓Bを閉じてAを開け、ポンプで容器を真空に排気した。次に栓Aを閉じてから栓Bを開け、ある純物質の液体を注射器Dで10 g入れて、すぐに栓Bを閉じた。この容器を加熱して、しばらく一定の温度に保ってから容器内の圧力を測定すると

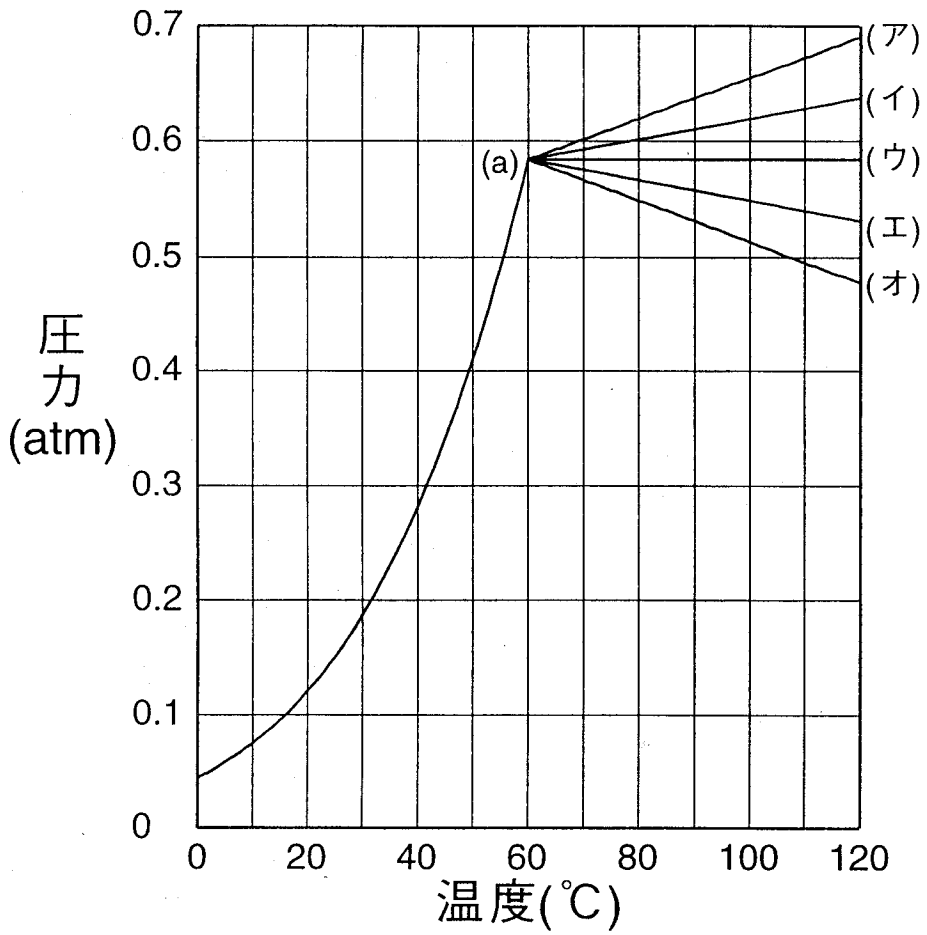


次ページの図のグラフが得られた。60°Cの(a)点までは圧力が温度に対して曲線で上昇したが、(a)点からは直線的に変化した。なお、この液体が気体となったときは理想気体とみなし、容器についている栓と管の体積は無視してよい。

設問(1) : 圧力が(a)点から直線的に変化するようになった原因を15字以内で答えよ。

設問(2) : 純物質の分子量を有効数字2桁で求めよ。ただし、計算過程も書くこと。

設問(3) : (a)点からの圧力変化は図の(ア)~(オ)のどれになるか答えよ。



化学 問題Ⅱ

問 1 次の a～g の記述を読み，設問(1)～(5)に答えよ。

- a 5%過酸化水素水に酸化マンガン(Ⅳ)を加える。
- b 銅に濃硫酸を加えて加熱する。
- c 亜鉛に水酸化ナトリウム水溶液を加えて温める。
- d 銅に濃硝酸を加える。
- e 白金電極を用いて塩化ナトリウム水溶液を電気分解する。
- f 塩化アンモニウム水溶液に水酸化ナトリウムを加えて加熱する。
- g 過マンガン酸カリウムの硫酸酸性水溶液に過酸化水素水を加える。

設問(1)：これらの中で水素が発生するものすべてを a～g の記号で記せ。

設問(2)：これらの中で酸素が発生するものすべてを a～g の記号で記せ。

設問(3)：a で起こる反応を化学反応式で記せ。

設問(4)：c で起こる反応を化学反応式で記せ。

設問(5)：a～g の操作で発生する気体の乾燥剤として P_4O_{10} を使用できないものがあれば，a～g の記号に 40 字以内の理由をつけて答えよ。

問 2 次の記述について、設問(1)～(4)に答えよ。

酸素原子は、 個の電子を受けとってイオン化し、価電子数が 個である 原子と同じ電子配置になりやすい。一方、原子番号 13 の元素は、元素記号が と書かれる金属元素であり、地殻中に 3 番目に多く含まれている。この元素の酸化物 は、半導体集積回路の基板等の材料としても多用されている。

酸化還元反応は酸素分子が直接に関与しなくても起きる。このことを次の例で考えてみよう。第 4 周期 8 族の元素 Fe は、族が変わっても化学的性質が比較的類似している 元素の代表例である。Fe を最大限に酸化させた化合物と の粉末とを混ぜて着火すると、大きな発熱を伴う反応 が起きて Fe の単体が遊離する。その際、Fe の酸化数が反応を通じて変化し、Fe は されたことになる。

設問(1)：空欄ア～オには適当な数字，元素記号，または化学式を，空欄カとキには適当な語句を入れて文章を完成させよ。

設問(2)：下線部①の原子が一般にとり得る価電子数をすべて示せ。

設問(3)：下線部②の化学反応式を示せ。

設問(4)：下線部③における反応前後の Fe の酸化数の変化を示せ。

化学 問題Ⅲ

次の文章を読んで、設問(1)～(4)に答えよ。

炭素、水素、酸素からなる化合物Aがある。5.80 mg のAを完全燃焼すると、13.20 mg の二酸化炭素と 5.40 mg の水が得られた。また、分子量は 150 以下であった。

Aを水酸化カリウム水溶液で加水分解しジエチルエーテルを加えると、水層には化合物Bが、エーテル層には化合物Cが、それぞれ含まれていた。Cには不斉炭素原子が1つある。

リン酸を触媒としてエチレンに水を付加して合成される化合物Dを、二クロム酸カリウムの希硫酸溶液を用いて十分に酸化すると、化合物Eが得られる。Bを希塩酸で酸性にして得られる化合物は、Eと一致した。

設問(1)：Aの組成式を求めよ。

設問(2)：Bの構造式を記せ。

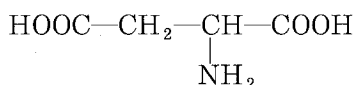
設問(3)：Cとナトリウムの反応を化学反応式で表せ。ただし、Cは示性式で記せ。

設問(4)：Aと同じ分子式および官能基を持つ構造異性体がある。この異性体は、不斉炭素原子を1つもつ。考えられる構造式を記せ。ただし、加水分解によりギ酸を生じるものを除く。

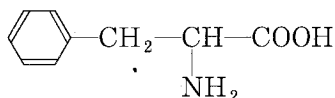
化学 問題IV

次の文章を読んで、設問(1)~(4)に答えよ。

糖尿病患者や肥満になやむ人々の増加に伴って、低カロリー甘味料の必要性が高まっている。L-アスパラギン酸とL-フェニルアラニンから誘導された人工甘味料は砂糖の200倍もの甘味があり、甘味の質も砂糖に近い。そのため、新しい食品甘味料として使用されている。この人工甘味料の構造を考えてみよう。



アスパラギン酸の示性式



フェニルアラニンの示性式

設問(1): アスパラギン酸とフェニルアラニンが1つのアミド結合で結合した化合物がある。さらに、フェニルアラニン部分にはメタノールとのエステルが存在する。この化合物の考えられる示性式をすべて記せ。ただし、D、Lの区別は必要ない。

設問(2): 以下の文章の空欄A、B、Cに構造式を、また空欄Dに適切な語句を記入せよ。

グリシン[$\text{H}_2\text{NCH}_2\text{COOH}$]水溶液では陽イオン A , 双性イオン B , 陰イオン C が平衡状態にあり、pHの変化によりその組成が変わる。これらの平衡混合物の電荷が全体として0となっているときのpHは D と呼ばれ、アミノ酸の特性を示す。陽イオン A は同じ官能基をもつ脂肪酸よりも容易に水素イオン H^+ を放出する。

設問(3): 設問(2)を考慮して、設問(1)の化合物を区別する方法を30字以内で記せ。

設問(4): 人工甘味料の構造は設問(1)のいずれかであり、 α -アミノ酸ではない。人工甘味料の構造を示性式で表せ。