

平成 20 年度入学者選抜学力検査問題

(前期日程)

化 学

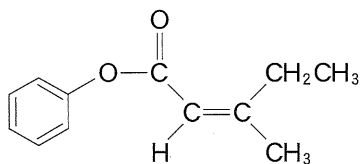
理 工 学 域
数 物 科 学 類
物 質 化 学 類
環 境 デ ザ イ ン 学 類
自 然 シ ス テ ム 学 類
医 薬 保 健 学 域
薬 学 類 ・ 創 薬 科 学 類

問 題	選 択 方 法
I	必 答
II	必 答
III	必 答
IV	必 答
V	必 答
VI	①②のうち、いずれか 1 問を 選択し、解答しなさい。

(注 意)

- 1 問題紙は指示のあるまで開かないこと。
- 2 問題紙は本文 14 ページであり、答案用紙は 4 枚である。
- 3 答えはすべて答案用紙の指定のところに記入すること。
- 4 問題紙と下書き用紙は持ち帰ること。

解答にあたり、必要なら構造式は下図の例にならって記せ。



I 【必答問題】 希ガスに関する次の文章を読み、問1～問3に答えよ。ただし、気体定数は R [$\text{Pa}\cdot\ell/(\text{mol}\cdot\text{K})$] とする。

ヘリウム原子、ネオン原子、アルゴン原子の最外殻電子の数はそれぞれ (ア)、(イ)、(ウ) である。希ガスの価電子数は (エ) で、一般に原子どうしが結びつかず、(A) として存在している。希ガスの融点や沸点は低く、大気圧付近で室温またはそれ以上の温度では、理想気体に近い性質を示す。

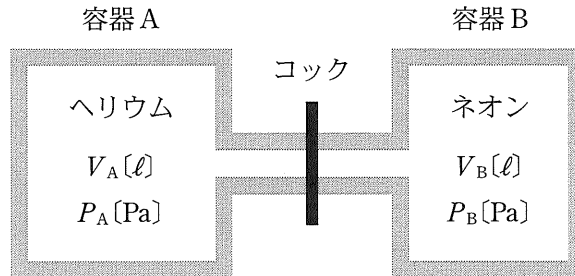
また、希ガスの融点や沸点は分子量が大きくなるほど高くなる。これは分子量が大きいくほど (B) が強くなるからである。

ある希ガスを冷却して固体を得た。その結晶構造を調べたところ、一辺の長さ a [cm] の面心立方格子であった。このとき単位格子に含まれる原子の数は (オ) 個であり、原子半径は a を用いてあらわすと (カ) [cm] となる。また、密度を d [g/cm^3]、アボガドロ数を N_A [/mol] とすると、この希ガスの原子量は (キ) と表される。この希ガス 1 [g] は温度 300 [K]、気圧 1×10^5 [Pa] のもとで (ク) [ℓ] になる。

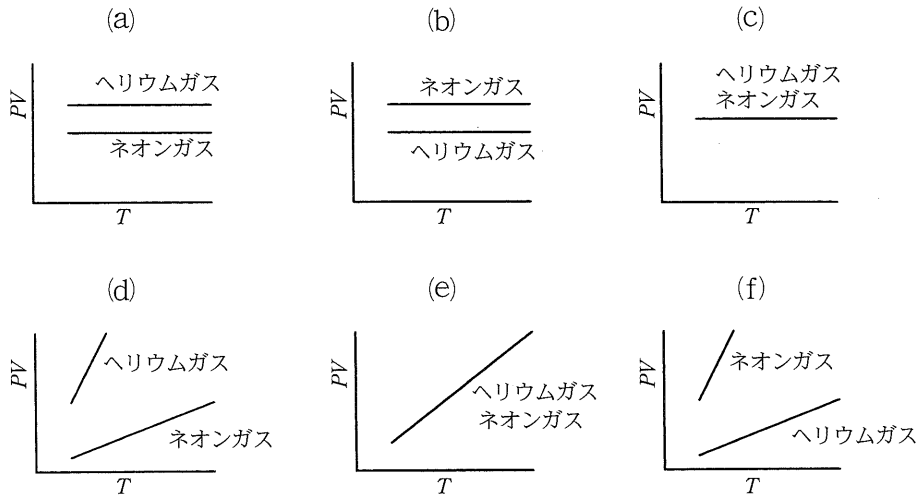
問1 文中の (ア)～(ク) に入る適切な数字または数式を記せ。

問2 文中の (A)、(B) に入る適切な語句を記せ。

問 3 下図のように、容積 V_A [ℓ] の容器 A にはヘリウムガスが入っており、圧力は P_A [Pa] であり、容積 V_B [ℓ] の容器 B にはネオンガスが入っており、圧力は P_B [Pa] であった。



(1) 容器 A に存在するヘリウムガスと容器 B に存在するネオンガスの質量が同じであるとき、温度 T 、圧力 P 、体積 V の関係を正しく表しているのは、(a)~(f) のグラフのうちどれか答えよ。



(2) 温度を T [K] に保ったまま、コックを開け 2 つのガスを混合したときのヘリウムガスとネオンガスの分圧 P_{He} 、 P_{Ne} および全圧 P を求めよ。

II 【必答問題】 次の文章を読み、問1～問5に答えよ。ただし、数値は有効数字を2桁とし、必要があれば以下の数値を用いよ。

$$\sqrt{2.8} = 1.7, \sqrt{28} = 5.3, \log 1.7 = 0.23, \log 2.8 = 0.45, \log 7 = 0.85$$

水溶液の酸性や塩基性の強さを表すのに、水素イオン指数が用いられ、次式で表される。pH = 。酸や塩基を含む溶液のpHは、成分の電離度の大きさによって異なってくる。0.01 mol/lの塩酸水溶液では、塩化水素の電離度は1と考えてよいから、pHは であり、同様に0.01 mol/lの水酸化ナトリウム水溶液では、pHは となる。

一方、酢酸は弱酸であり、電離度 α は極めて小さい。酢酸水溶液濃度をC mol/l、電離定数を K_a とすると、 $\alpha =$ 、水素イオン濃度は $[H^+] =$ mol/lとなる一般式で表される。したがって、 $K_a = 2.8 \times 10^{-5}$ mol/lとすると、0.1 mol/lの酢酸水溶液のpHは となる。

0.5 molの酢酸と0.2 molの酢酸ナトリウムを混合して水に溶かし、1 lとした水溶液では、水素イオン濃度は mol/lとなるから、pHは となる。この混合水溶液に、0.1 molの塩化水素を溶解させ、溶液の体積は1 lと変わらないとすると、水素イオン濃度は mol/lとなり、pHは となる。

弱酸とその や、 とその の混合水溶液は、少量の酸や塩基が加わっても水素イオン濃度はほとんど変化しない。このような混合水溶液を といい、アルカリ性域のpH調整には、 と の混合水溶液がよく用いられる。

問 1 , , に入る適切な式を記せ。

問 2 と に入る整数を記せ。

問 3 ~ に入る適切な数値を記せ。ただし、水素イオン濃度 $[H^+]$ は、 $5.5 \times 10^{-5}(\text{mol}/\ell)$ の様に記せ。

問 4 ~ に入る適切な語句を記せ。

問 5 と に入る物質を化学式で記せ。

Ⅲ 【必答問題】 鉱物から得られる金属資源とその性質に関する次の文章を読み、問1～問7に答えよ。

鉄は、赤鉄鉱(酸化鉄(Ⅲ)が主成分)などを、溶鉱炉(高炉)中で高温のコークスから発生する一酸化炭素で還元して得られる。^(a)銅は、黄銅鉱を還元して得られる粗銅を、電解精錬して純度を高める。電解精錬は粗銅板を陽極、純銅板を陰極として、^(b)硫酸で酸性にした硫酸銅(Ⅱ)水溶液中に入れて行う。アルミニウムは、まずそれを含む鉱石を濃い水酸化ナトリウム水溶液で処理する。この時、^(c)酸化アルミニウムは水酸化ナトリウム水溶液に溶けるため、難溶性の酸化鉄などの不純物が除かれる。次に、この溶液から分離した純粋な酸化アルミニウムを融解(溶融)塩電解してアルミニウムを得る。

鉄は、さびを防ぐために、合金として使われることが多い。(ア)との合金はステンレスとよばれ、台所用品に多く見られる。(ア)のオキソ酸のカリウム塩は、水に溶けて黄色の溶液となる。^(d)この溶液中の陰イオンは銀イオンや鉛イオン、バリウムイオンと反応し、難溶性の塩を生じるため、これらのイオンの分離や確認に用いられる。^(e)アルミニウムの粉末と酸化鉄(Ⅲ)とを反応させると、多量の反応熱によって3000℃以上の高温になり、とけた単体の鉄が遊離するので、鉄管や鉄道のレールなどの溶接に利用される。

銅は、電気をよく伝えるので、送電線などの電気材料に広く用いられている。一般に、金属が電気や熱をよく導くのは、(イ)によって電気や熱エネルギーが運ばれるからである。また、延性や(ウ)があるのは、原子の動きに応じて(イ)が動いて原子どうしを結びつけることができるためである。銅と(エ)との合金を黄銅といい、加工しやすく、機械部品などに使用される。^(f)(エ)はアルミニウムとともに(オ)元素とよばれ、酸や強塩基の水溶液、高温水蒸気と反応し、気体を発生する。

問 1 下線部(a)で、酸化鉄(Ⅲ)から鉄が得られる反応式を記せ。

問 2 下線部(b)で、陽極で起こる変化を反応式で記せ。

問 3 下線部(c)を反応式で記せ。

問 4 下線部(d)で、鉛イオンとの反応を、イオン反応式で記せ。

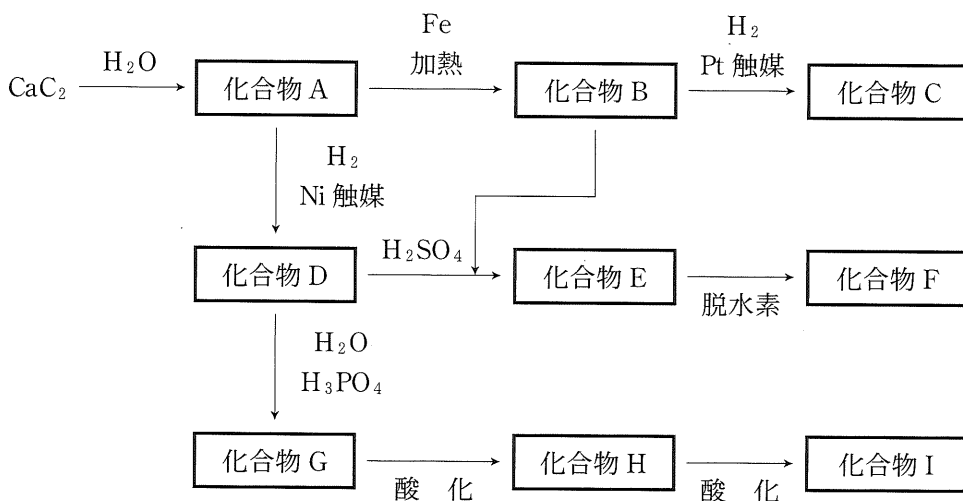
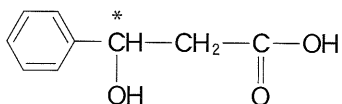
問 5 下線部(e)を反応式で記せ。

問 6 下線部(f)で、(エ)と高温水蒸気との反応を、反応式で記せ。

問 7 (イ), (ウ), (オ)に適切な語句を入れよ。

IV 【必答問題】 下の図は炭化カルシウムと水の反応で生成する有機化合物 A から導かれるいろいろな化合物の合成過程を示している。問 1～問 5 に答えよ。ただし、構造式を書く際に不斉炭素原子がある場合は例にならって不斉炭素原子に*印をつけよ。

(例)



問 1 化合物 A を赤熱した鉄管に通すと 3 分子が付加重合して、芳香族炭化水素である化合物 B が生成する。化合物 B に白金を触媒として、加圧した水素を作用させると付加反応が起こり化合物 C が生じる。化合物 A～C の構造式と名称を示せ。

問 2 化合物 A にニッケルを触媒として水素 1 分子を付加させると化合物 D が得られる。化合物 D に硫酸を触媒として化合物 B を付加させると分子式が C_8H_{10} で示される芳香族化合物 E が生じる。化合物 D および E の構造式と名称を示せ。

- 問 3 化合物 E から 1 分子の水素を脱離(脱水素)させると化合物 F が得られる。
化合物 F は、合成樹脂や合成ゴムの原料として用いられる芳香族化合物である。臭素水に暗所で化合物 F を加えたところ、臭素水の赤褐色が消えた。次の(1)と(2)に答えよ。
- (1) 化合物 F と臭素の反応の生成物の構造式を示せ。
 - (2) 26 g の化合物 F は何 g の臭素と反応するか答えよ。原子量は次の値を用いよ。H = 1.0, C = 12, Br = 80

- 問 4 化合物 D にリン酸を触媒として水を付加させると化合物 G が得られる。化合物 G を硫酸酸性の二クロム酸カリウムで酸化すると化合物 H が生成する。化合物 H をさらに酸化すると炭素数を減ずることなく化合物 I が生じる。化合物 G~I の構造式と名称を示せ。

- 問 5 化合物 G~I の官能基を調べるために、それぞれの化合物にヨウ素と水酸化ナトリウム水溶液を加えて温める実験を行った。次の(1)と(2)に答えよ。
- (1) この実験により特有の臭気を持つ黄色結晶が析出するのは、化合物 G~I のうちどれを用いた場合か、記号で答えよ。
 - (2) 析出した黄色結晶の化学式を記せ。

V 【必答問題】 次の文章を読み、問1～問6に答えよ。

一般に、異なる原子の間に化学結合が形成された場合、2つの原子が電子を引きつける能力が違うために、その結合には電荷の偏りが生じる。これを結合の極性という。極性をもつ分子を極性分子、極性をもたない分子を無極性分子という。分子内の個々の結合に極性があっても、分子の形によっては分子全体の電荷の偏りが打ち消されて無極性分子になる。

二酸化炭素は、(A)形の無極性分子である。これに対して、オゾンや二酸化硫黄は、(B)形の極性分子である。また、気体分子の三酸化硫黄は、平面形の無極性分子である。

ドライアイスは二酸化炭素分子が規則正しく配列された構造をとっており、このような結晶を(ア)結晶という。これに対して、同じ14族元素の酸化物であっても、二酸化ケイ素の結晶格子は、 SiO_2 という単位構造が3次元的に繰り返される(イ)結合によって形成されている。

$\text{C}_6\text{H}_4\text{F}_2$ の分子式をもつ芳香族化合物には、3種類の異性体(C)、(D)、(E)がある。これらのうち、(C)と(D)は極性分子であるのに対して、(E)は無極性分子である。

$\text{C}_2\text{H}_6\text{O}$ の分子式をもつ脂肪族化合物には、2種類の異性体(F)と(G)がある。室温において、(F)は気体であるが、(G)は液体である。(F)も(G)もともに極性分子であって、(G)の方が(F)より大きな極性を示す。

$\text{C}_2\text{H}_2\text{Cl}_2$ の分子式をもつ有機化合物には、3種類の異性体(H)、(I)、(J)がある。これらのうち、(H)のみが無極性分子であるのに対して、(I)と(J)は極性分子である。

問 1 (A) と (B) には、分子の形を表す語句があてはまる。(A) と (B) に入る適切な語句を記せ。

問 2 気体分子の三酸化硫黄は、どのような形であるか。分子の形を表すのに適切な語句を記せ。

問 3 (C), (D), (E) の構造式を記せ。

問 4 (F) と (G) の構造式を記せ。

問 5 (H), (I), (J) の構造式を記せ。

問 6 (ア) と (イ) に入る適切な語句を記せ。

VI 【選択問題】 ①②のうち一方を選択し、その問題番号の解答欄に解答せよ。(両方の問題に解答した場合は採点の対象外とする)

① 次の文章を読み、問1～問4に答えよ。

衣料に用いられる繊維は、 繊維と 繊維の2種類に大別される。

カイコガのまゆから取り出した 繊維である絹は、多数の α -アミノ酸が 結合によって連なったタンパク質が主成分である。

一方、絹の合成を目指して開発された 繊維であるナイロンは、分子内に多くの 結合を持つ 系合成繊維であり、原料の単量体分子の中に含まれる炭素原子の数に応じて命名される。例えば 6,6-ナイロンは、^(a)いずれも炭素原子6個の化合物である〔X〕と〔Y〕の 重合で合成され、同様に〔X〕とセバシン酸の 重合では、6,10-ナイロンが^(b)合成される。また、環状の構造を持った であるカプロラクタムに少量の水を加えて加熱すると 重合が起こり、6-ナイロンが生成する。

問1 ～ に入る最も適切な語句を記せ。

問2 下線部(a)の物質の性質として適切でないものはどれか、1つ選んで記号で答えよ。

- (あ) 絹に近い感触がある
- (い) ビウレット反応を呈する
- (う) 耐摩耗性や耐薬品性にすぐれている
- (え) 吸水性に乏しい
- (お) 軽く、弾力性があり、しわになりにくい

問3 〔X〕、〔Y〕に適切な化合物の名称と構造式を示せ。

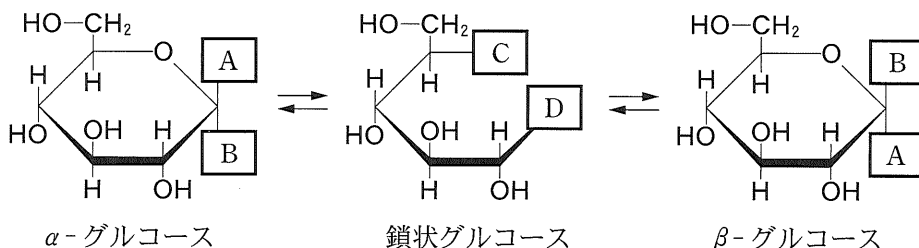
問 4 下線部(b)について以下の(1)~(3)に答えよ。原子量は $H = 1.0$, $C = 12$,
 $N = 14$, $O = 16$ とする。

- (1) 6,10-ナイロンの構造式を示せ。
- (2) 平均分子量 3.0×10^4 の 6,10-ナイロン 1 分子を合成するためには、セバシン酸を約何分子必要とするのか整数値で答えよ。
- (3) 平均分子量 3.0×10^4 の 6,10-ナイロンを 1000 g 合成する際に、生じる水は約何 g か整数値で答えよ。

② 次の文章を読み、問1～問3に答えよ。

生体の主要構成成分は、水を除くと炭水化物、タンパク質、脂質、核酸の4つが挙げられる。

炭水化物は **ア** と呼ばれ、代表的な **ア** にはセルロースやデンプンがある。セルロースは、**イ** -グルコースが重合した構造を持ち、デンプンは **ウ** -グルコースが重合した構造を持っており、いずれも酸を加えた水溶液中で熱するとグルコースに **エ** される。グルコースは水溶液中では^(a)下図に示したような3種の異性体の平衡状態で存在している。



タンパク質は、生体の構成物質であるばかりでなく、生体内反応を進める酵素の主成分でもある。タンパク質を **エ** すると **オ** が得られるが、**オ** だけを生じるタンパク質を **カ** タンパク質とよび、**オ** 以外の物質も同時に生じるタンパク質を **キ** タンパク質という。生体のタンパク質を構成する主要な α -**オ** は〔 x 〕種類であり、グリシン以外は^(b)不斉炭素原子を持ち、光学異性体が存在する。

脂質は、化学構造によりいくつかに分類されるが、最も豊富に存在するのが脂肪である。脂肪は3価アルコールである **ク** 1分子に **ケ** 3分子が **コ** 結合したものでグリセリドまたは油脂とよばれる。天然の油脂を **エ** して得られる **ケ** は、パルミチン酸のように炭素数が〔 y 〕のものやステアリン酸のように炭素数が〔 z 〕のものが多い。また、オレイン酸のように炭素-炭素二重結合が1個以上含まれるものは、不飽和 **ケ** とよばれる。

核酸は、遺伝情報を担う高分子化合物である。リン酸、糖(ペントース)、塩基

の各1分子が結合した化合物である が鎖状に重合し核酸を形成している。ペントースとしてリボースを持つリボ核酸(RNA)とデオキシリボースを持つデオキシリボ核酸(DNA)の2種類に大別される。DNAは遺伝情報を伝える働きをしており、2本のポリ が塩基の部分を内側に向け互いに 結合した、右まわりの 構造をとっている。

問1 ~ に入る最も適切な語句を記せ。また、[x] ~ [z]に入る最も適切な数値を記せ。

問2 下線部(a)について、以下の(1)と(2)に答えよ。

- (1) 構造式上の空欄 ~ に入る適切な原子あるいは原子団を記せ。ただし、構造式の太線は結合が紙面の手前であることを示し、各炭素に結合した原子あるいは原子団は、環の面の上側にあるものを上、下側にあるものを下に示してある。
- (2) この水溶液は銀鏡反応を示すが、その理由を30字以内で説明せよ。

問3 下線部(b)に示したように、アラニン(分子式 $C_3H_7NO_2$)には、1つの不斉炭素原子があり、互いに重ね合わせることの出来ない1対の光学異性体(D型とL型)が存在する。グリシン2分子とアラニン1分子が縮合して生成する鎖状のトリペプチドは何種類あるか答えよ。ただしアラニンについては光学異性体の存在を考慮せよ。