医　学　部

2018年度一般入学試験(後期)

理　　科　(問　題)

注　　意

1)　理科の問題冊子は全部で35ページあり，問題数は，物理4問，化学4問，生物5問である。白紙・余白の部分は計算・下書きに使用してよい。

2)　別に解答用紙が3枚ある。解答はすべてこの解答用紙の指定欄に記入すること。指定欄以外への記入はすべて無効である。

3)　3枚の解答用紙のすべての所定欄に，それぞれ受験番号を記入すること。氏名を記入してはならない。なお，記入した受験番号が誤っている場合や無記入の場合は，当該科目の試験が無効となる。また，※印の欄には何も記入してはならない。

4)　理科は物理・化学・生物のうち2科目を選択して解答すること。選択しない科目の解答用紙には(受験番号は忘れず記入の上)用紙全体に大きく✕印をつけて，選択しなかったことがはっきりと分かるようにすること。

5)　3科目全部にわたって解答したもの，および解答用紙3枚のうち1枚に✕印のないものは，理科の試験全部が無効となる。

6)　問題冊子，解答用紙はともに持ち出してはならない。

7)　試験終了時には，問題冊子の上に，解答用紙を裏返して，下から順に物理，化学，生物の解答用紙を重ねて置くこと。解答用紙，問題冊子の回収後，監督者の指示に従い退出すること。

化　　学　(後期)

[注意]　問題を解く際に，必要ならば，次の値を用いなさい。

原子量　H = 1.0，C = 12.0，N = 14.0，O = 16.0

気体定数　$R = 8.31 \times 10^3$ Pa·L/(mol·K)

アボガドロ定数　$N_A = 6.02 \times 10^{23}$/mol

$\sqrt{2} = 1.41$，$\sqrt{3} = 1.73$，$\sqrt{5} = 2.24$，$\sqrt{7} = 2.65$

Ⅰ　次の二つの文章を読み，問1～問3に答えなさい。

金属結晶では，規則正しく配列した金属原子の(　ア　)が，すべての原子に共有されて，金属内を自由に動き回ることができる。それで，このような(　ア　)は，(　イ　)と呼ばれている。この(　イ　)の存在により，金属は，高い電気伝導性および熱伝導性，展性・延性，光沢といった特有の性質を示す。遷移金属では(　ア　)以外の電子も一部(　イ　)となるので，アルカリ金属と比べ，遷移金属の金属結合は(　ウ　)，融点・沸点は共に(　エ　)なる。また，金属結晶の構造(結晶格子)は，体心立方格子，面心立方格子，六方最密充填という3種に大別され，面心立方格子では，単位格子中の原子数は(　オ　)個となり，配位数は(　カ　)となる。

問1　(　ア　)～(　カ　)に入る適切な語句や数字などを，解答欄(ア)～(カ)に答えなさい。同じ語句や数字などを複数回用いても構わない。

問2　ある単体の金属は，その結晶構造として面心立方格子をとっている。この結晶が20℃のとき，隣接する原子間の距離(原子の中心間距離)は0.282 nmで，密度は2.75 g/cm^{3}である。この結晶の単位格子一辺の長さと金属原子の原子量をそれぞれ有効数字3桁で求め，解答欄(i)，(ii)に答えなさい。

4種類の塩A，B，C，Dがあった。これらの塩は，それぞれ1種類の陽イオンと陰イオンからできており，これらの塩を構成する陽イオンは，Al^{3+}，Zn^{2+}，Ca^{2+}，Na^{+}で，陰イオンはCl^{-}，NO_3^{-}，CO_3^{2-}，SO_4^{2-}である。これら4種類の塩についての実験などから，以下のことが分かった。

(ア) 4種類の塩はすべて水によく溶けた。

(イ) 塩Aの水溶液は，塩基性を示した。

(ウ) 塩A，Bをそれぞれ溶解した水溶液に，塩化バリウム水溶液を加えると，どちらも白色沈殿を生じた。それぞれの沈殿を回収し塩酸を加えたところ，塩Aから生じた沈殿は溶解したが，塩Bから生じた沈殿は溶解しなかった。

(エ) 塩B，Cをそれぞれ溶解した水溶液に，アンモニア水を加えると，どちらも白色沈殿を生じた。さらに過剰のアンモニア水を加えてよくかき混ぜると，塩Bから生じた沈殿は溶解しなかったが，塩Cから生じた沈殿は溶解した。

(オ) 塩Dの水溶液に硝酸銀水溶液を加えると，白色沈殿を生じた。この沈殿を回収し，アンモニア水を加えてよくかき混ぜると沈殿は溶解した。

(カ) 炎色反応を調べたところ，塩Aの水溶液は黄色，塩Dの水溶液は橙赤色を示した。

問 3　塩A，B，C，Dの化学式を，それぞれ解答欄A，B，C，Dに答えなさい。

医学部予備校

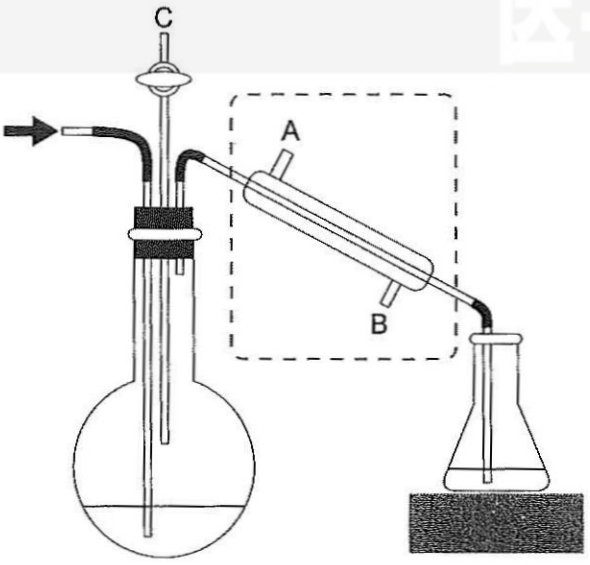
Ⅱ　次の文章を読み，問1～問5に答えなさい。

食品のタンパク質含量は，食品100 gに含まれるタンパク質の質量で表し，そのタンパク質の質量は，下に示す実験から求めた窒素の質量に，窒素―タンパク質換算係数(6.25)を乗じて求める。なお，食品中に含まれる窒素は，下の実験で発生させた気体に変換され，その気体の発生量から窒素の質量は求められる。

ある食品のタンパク質含量を求めるため次の実験を行った。

食品0.500 gを丸底フラスコに入れて，濃硫酸(98 %，比重1.84)20.0 mLを加えた後，ガスバーナーで加熱した。ゆるやかに沸騰を続けると①フラスコ内部に黒い不溶物が現れたが，さらに加熱を続けると不溶物はすべてなくなり，透明な液体になった。

この丸底フラスコを室温まで冷却した後，下図のように装置を組み立て，コックを開いてCから②7.50 mol/Lの水酸化ナトリウム水溶液100 mLを少しずつ加え，コックを閉じた後，矢印の方向からガラス管を通して高温の水蒸気を吹き込んだ。そのとき③生じた気体を，0.100 mol/Lの硫酸10.00 mLを入れた三角フラスコにすべて回収した。この三角フラスコの内容液を0.100 mol/Lの水酸化ナトリウム水溶液を用いて滴定したところ，中和に5.71 mLを要した。



問 1　図中の点線で囲んだ器具の名称を解答欄(i)に書きなさい。また使用に際して水をどちらから注入する方が良いか解答欄(ii)にAまたはBの記号で答えなさい。どちらでもよい場合はXを記入しなさい。

問 2　濃硫酸の作用により，下線部①の黒い不溶物が生じた。この作用を表す最も適当な語句を答えなさい。

問 3　下線部②の水酸化ナトリウム水溶液を加えることにより下線部③の気体が生じやすくなる。この現象を表すイオン反応式を解答欄に答えなさい。

問 4　下線部③で生じた気体の物質量はいくらか，有効数字3桁で答えなさい。

問 5　この食品のタンパク質含量を有効数字3桁で求めなさい。

a medica 医学部予備校

Ⅲ　以下に示す炭化水素に関連した問１～問５に答えなさい。

問 1　臭素水に吹き込むと溶液の色が消える炭化水素がある。この炭化水素を27℃の条件下で，5.00Lの密閉容器に10.0g入れたところ，圧力は1.19×10^5 Paになった。この炭化水素の分子量は，この結果からいくらになるか，有効数字3桁で解答欄(i)に答えなさい。

この炭化水素10.5gを十分量の酸素と混合し，完全燃焼させて生じた気体を塩化カルシウム管，ソーダ石灰管と順に通したところ，ソーダ石灰管の重量が33.0g増加した。この炭化水素の示性式を解答欄(ii)に答えなさい。この時，塩化カルシウム管の重量はいくら増加したか，有効数字3桁で解答欄(iii)に答えなさい。

問 2　分子式C_4H_8で表される炭化水素を硫酸酸性下の過マンガン酸カリウム水溶液で酸化したところ，1種類の有機化合物のみを生じた。この炭化水素として考えられる化合物名を，すべて答えなさい。

問 3　問2の酸化により得られた有機化合物を示性式で答えなさい。

問 4　常温で液体である炭化水素があった。この炭化水素を2つのビーカーにそれぞれ100gずつ入れ，一方にはナフタレン3.20gを，もう一方には12.80gを溶解させた。これらの溶液の凝固点を測定したところ，前者は4.25℃，後者は0.41℃であった。この炭化水素のモル凝固点降下を求め，解答欄(i)に有効数字3桁で答えなさい。またこの炭化水素の凝固点は何℃か。解答欄(ii)に小数点以下2桁で答えなさい。なお，この溶液中にナフタレンの会合体は存在しない。

問 5　炭化水素基が$-C_{17}H_{35}$の脂肪酸だけから成る油脂Aと炭化水素基が$-C_{17}H_{29}$の脂肪酸だけから成る油脂Bの凝固点は，それぞれX℃，Y℃であった，XとYの関係はどのようになるか。解答欄(i)に等号または不等号を用いて答えなさい。また，その理由を“油脂Bは”の後に20字以内で収まる文章(“油脂Bは”は字数に含まない)で解答欄(ii)に書きなさい。

Ⅳ　次の文章を読み，問1～問6に答えなさい。

糖類は一般式$C_m(H_2O)_n$で表される物質で，マルトース，スクロース，ラクトース①などの二糖類は，程度の差はあるが甘味を持っている。合成甘味料(人工甘味料)では，その甘味が代表的な甘味料であるスクロースに比べてもかなり強く，単位質量あたりの熱量も小さい。そのため，これらの合成甘味料は食品などに添加されて，しばしば利用されている。

いま，ある合成甘味料があった。この合成甘味料の構造を調べるために元素分析を行ったところ，この化合物の水素，炭素，窒素，酸素の含有量は，それぞれ6.5％，58.4％，9.1％，26.0％であった。また，別の実験から，この化合物の分子量は307±2であった。さらに，この合成甘味料を塩酸で加水分解したところ，2種類のアミノ酸A，Bとエタノールが得られた。次に，ペプチド結合を切断する酵素をこの合成甘味料に作用させたところ，アミノ酸Aと化合物Cが得られた。化合物Cについて調べると，その分子式は$C_{11}H_{15}NO_2$であった。なお，アミノ酸A，Bはともに天然に存在するα-アミノ酸であり，アミノ酸Bはフェニル基を持つことも分かった。

問1　マルトース，スクロース，ラクトースを加水分解する酵素名，および分解されて生成する2種類の単糖類の化合物名をそれぞれ解答欄(i)～(iii)に答えなさい(生成する2種類の単糖類が同じ場合は，同じ化合物名を2度書きなさい)。なお，酵素名は解答欄(ア)に，単糖類の化合物名は解答欄(イ)にそれぞれ記入しなさい。

問2　下線部①の3種類の二糖類の水溶液で，還元性を示すものをすべて答えなさい。

問3　マルトースが環状構造をとっているとき，1分子内にいくつのヒドロキシ基を持っているか答えなさい。

問 4　この合成甘味料の分子式を答えなさい。

問 5　アミノ酸Ａの分子式を答えなさい。

問 6　この合成甘味料の構造を，その構造が分かるように示性式や構造式などで答えなさい。ただし，光学異性体を考慮する必要はない。

aimedica 医学部予備校