

(注意) 必要があれば, 次の値を用いなさい。

原子量 : H = 1.0, C = 12.0, O = 16.0, Na = 23.0, Cl = 35.5

[1] 次の文章を読み, 設問に答えなさい。なお, 文中の X, Y, Z はそれぞれ単一の元素記号に対応する。

◇ 固体には, 構成粒子が規則正しく配列した, さまざまな結晶がある。ここでは, そのような結晶のうち, 金属結晶を考えることとする。金属結晶の多くは, [あ], [い], [う] の3種類の結晶格子のどれかをとる。[あ], [い], [う] のそれぞれの結晶格子において, 配位数は順に 8, 12, 12 であり, 単位格子中に含まれる原子数は順に 2, 4, 2 である。

◇ 炭素の単体には, [え], [お] などの同素体が存在する。[え] の各炭素原子は (a) 個の価電子を使って隣接する (b) 個の炭素原子と共有結合をつくり, [か] を基本単位とした立体網目構造を形成する。[お] の各炭素原子は (c) 個の価電子を使って隣接する (d) 個の炭素原子と共有結合をつくり, [き] を基本単位とした平面層状構造を形成する。この平面構造は互いに [く] によって積み重なって結晶をつくる。

◇ X の板を入れた [ア] 水溶液と Y の板を入れた [イ] 水溶液を素焼き板などで仕切った電池をダニエル電池という。ダニエル電池では, [け] の [こ] な X が [ウ] となって水溶液中に溶け出し, X が放出した [さ] は [け] の [し] な Y に流れ込む。したがって, X の板は [す] 極として働く。

◇ 4 種類のイオン (Ag^+ , Cu^{2+} , Fe^{3+} , Z^{m+}) を含む水溶液から各イオンを分離する過程を考える。この水溶液に希 [エ] を加えたところ, 白色の [オ] の沈殿が生じた。ろ過によって沈殿とろ液に分けた後, ろ液に [カ] を通じたところ, 黒色の [キ] の沈殿が生じた。ろ過によって沈殿とろ液に分けた後, ろ液を煮沸し, さらに ① 希 [ク] を加えた。この水溶液に ② アンモニア水を加えたところ, [セ] 色の [ケ] の沈殿が生じた。ろ過によって沈殿とろ液に分けた後, ③ ろ液の炎色反応を観察したところ, 赤紫色であった。

設問1 [あ]～[せ]にあてはまるもっとも適切な語句を答えなさい。

設問2 (a)～(d)にあてはまる数字を答えなさい。

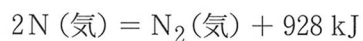
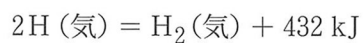
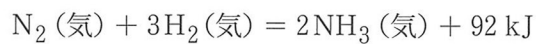
設問3 X, Yに対応する元素記号, ならびに〔ア〕～〔ケ〕にあてはまるもっとも適切な分子式, 組成式, あるいはイオン式を答えなさい。

設問4 単位格子1辺の長さが l , 結晶を構成する原子の半径が r である〔あ〕において, r と l の関係式を示しなさい。なお, 平方根はそのまま記入しなさい。

設問5 [え]は電気を通さないが, [お]は電気をよく通す。この理由を40字以内で記述しなさい。

設問6-1 下線①の操作で, 溶液中の金属イオンに起こる変化をイオン反応式で示しなさい。

設問6-2 下線②について, アンモニアは, 工業的には触媒を用いて窒素と水素から直接合成される。以下の熱化学方程式を用いて, アンモニアのN-Hの結合エネルギーを解答欄の誘導に従って計算しなさい。なお, 解答には単位も記入しなさい。(計算式をしっかりと書くこと)



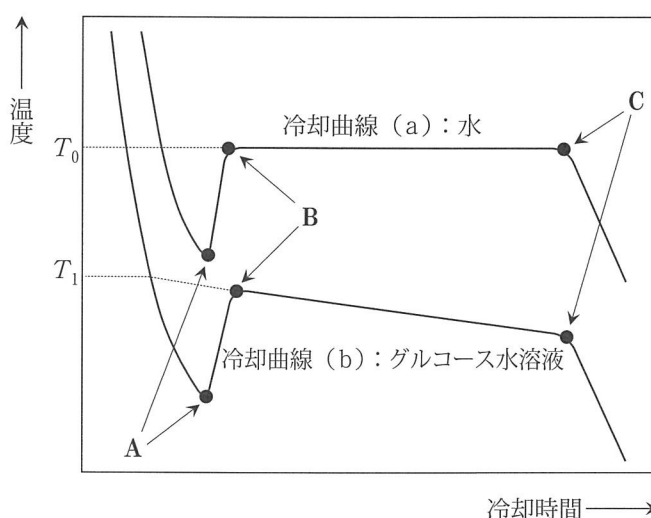
設問6-3 下線③の観察結果から, 未知イオン Z^{m+} のイオン式を答えなさい。

[2] 次の文章を読み、設問に答えなさい。

単糖のグルコースは、その水溶液中において〔ア〕グルコース、〔イ〕グルコース、および〔ウ〕基を有する〔エ〕状グルコースの3種の〔オ〕が〔カ〕状態で存在している。このように水溶液中で〔ウ〕基を生じる単糖を〔キ〕といい、〔ク〕作用を示すので、〔ケ〕水溶液と混合させると銀鏡反応が起こり、またフェーリング液と混合させると〔コ〕の赤色沈殿を生じさせる。

水を冷却した際の時間と温度との関係は、図の冷却曲線 (a) のようになる。水の〔サ〕〔シ〕は0℃であるが、通常は〔サ〕〔シ〕より〔ス〕温度となっても〔サ〕せず、この状態を〔セ〕という。点Aにおいて〔サ〕が〔ソ〕し、点Cにおいて〔サ〕が〔タ〕する。そして、冷却曲線 (a) 上の点Bから点Cの間は温度は一定であり、〔チ〕と〔ツ〕が共存した状態となっている。

100 gの水に10.8 gのグルコースを溶解させた水溶液を冷却すると、図の冷却曲線 (b) のようになる。図の冷却曲線 (a) から求められる水の〔サ〕〔シ〕である T_0 は0℃であるが、図の冷却曲線 (b) から求められるグルコース水溶液の〔サ〕〔シ〕である T_1 は〔X〕℃となる。これは、一般に水溶液の〔サ〕〔シ〕



は水の〔サ〕〔シ〕よりも低いため、この現象を〔サ〕〔シ〕〔テ〕といい、その温度差を〔サ〕〔シ〕〔テ〕〔ト〕という。不揮発性の〔ナ〕〔ニ〕の希薄溶液の〔サ〕〔シ〕〔テ〕〔ト〕は溶質の種類に関係せず、その溶液の〔ヌ〕(単位は mol/kg) に比例する。このときの比例定数を〔ネ〕〔サ〕〔シ〕〔テ〕といい、各溶媒に固有の値で水の場合は $1.85 \text{ K} \cdot \text{kg/mol}$ である。なお、グルコースの水溶液を冷却する際には、① 冷却曲線 (b) 上の点Bから点Cの間は温度は徐々に低下していく。

また、溶質が〔ニ〕の場合、〔ノ〕によって溶質〔ハ〕の数が増加するため、〔サ〕〔シ〕〔テ〕〔ト〕は同じ〔ヌ〕の〔ナ〕〔ニ〕の水溶液よりも〔ヒ〕なる。したがって、

100 g の水に 10.8 g のグルコースを溶解させた水溶液と同じ〔サ〕〔シ〕〔テ〕〔ト〕となる塩化ナトリウム水溶液を作るには、100 g の水に〔Y〕g の塩化ナトリウムを溶解させればよい。

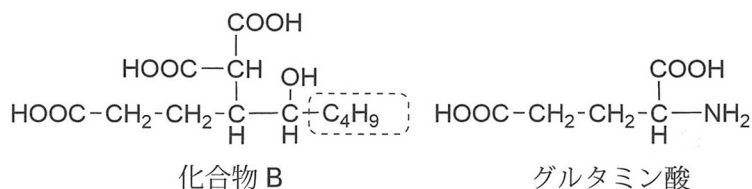
設問 1 〔ア〕～〔ヒ〕にあてはまるもっとも適切な語句を書きなさい。

設問 2 〔X〕ならびに〔Y〕の値を、それぞれ解答欄の誘導に従って計算しなさい。(いずれも計算式をしっかりと書くこと)

設問 3 下線①の現象が観察される理由を、60 字以内で説明しなさい。

[3] 次の文章を読み、設問に答えなさい。

- (1) ^{センキュウ}川芎はセリ科の植物で、婦人科系疾患に効能のある生薬として服用されている。



この植物の根の搾り汁に水

とジエチルエーテルを加えて分液ろうとによる分離をおこなったところ、上層と下層に分かれた2層のうち、[あ] 層であるジエチルエーテル層に抗炎症作用のある化合物 A が抽出された。化合物 A は3個の不斉炭素原子をもち、^①元素分析の結果から、元素組成は質量百分率で炭素 74.2 %、水素 9.3 %、酸素 16.5 %であった。化合物 A を硫酸酸性下で過剰の過マンガン酸カリウムで [い] し、この反応で得られた生成物を水酸化ナトリウム水溶液中で加熱したところ、エステルの加水分解が起こり、化合物 B のナトリウム塩が得られた。化合物 B は不斉炭素原子を [う] 個もつ。化合物 B に対して硫酸中高温で分子内脱水反応をおこなうと、不斉炭素原子をもたない化合物 C が得られた。

- (2) α -アミノ酸はアミノ基とカルボキシ基が [え] の炭素原子に結合しているアミノ酸で、[お] を構成するアミノ酸は約 20 種類存在する。そのうちの1種であるグルタミン酸は調味料として用いられており、^②等電点は 3.2 である。一方、単純な α -アミノ酸であるグリシンの等電点は 6.0 である。pH 3.2 の溶液でグリシンの電気泳動をおこなうとグリシンは [か] 極へ移動した。グリシンのカルボキシ基とグルタミン酸のアミノ基が縮合すると [き] 結合ができ、化合物 D が生成した。化合物 D の水溶液にニンヒドリン水溶液を加えて温めた溶液は [く] 色であった。

設問 1 [あ] ~ [く] にあてはまるもっとも適切な語句あるいは数字を答えなさい。

設問 2 下線 ① の結果から化合物 A の組成式を示しなさい。

設問 3 化合物 B の構造式中，点線で囲った部分は直鎖のアルキル基であった。このアルキル基部分に不斉炭素原子が存在する場合のアルキル基を，例に従って示しなさい。

例（化合物 B のアルキル基）： $\xi\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-CH}_3$

設問 4 化合物 B およびグルタミン酸の構造式にならって，化合物 A，C，D の構造式をそれぞれ示しなさい。

設問 5 下線②について，グルタミン酸の等電点が低い理由を 40 字程度で説明しなさい。