鳥取大学

2025 年度　前期日程　化学

（2 科目　180 分）

［注意］　必要があれば次の値を用いよ。

原子量　H = 1.0，C = 12，N = 14，O = 16，Na = 23，

S = 32，Mn = 55，Zn = 65，Ag = 108，Pb = 207

ファラデー定数 $F = 9.65 \times 10^4\,\mathrm{C/mol}$

I 次の文を読み，以下の問いに答えよ。

通常の分子やイオンより大きい，直径が $10^{-9}\,\mathrm{m}(1\,\mathrm{nm})$ から $10^{-7}\,\mathrm{m}(10^2\,\mathrm{nm})$ 程度の粒子をコロイド粒子という。コロイド粒子は，ろ紙は通過できるが，セロハンのような半透膜は通過できない①。

コロイド粒子が沈殿しないで溶媒中に分かれて散らばり，混ざりあっている溶液をコロイド溶液または［ ア ］という。一般に，コロイド粒子が物質中に均一に分散したものをコロイドという。

分散しているコロイド粒子を［ イ ］，コロイド粒子を均一に分散させる物質を［ ウ ］という。

コロイド溶液には，加熱などの操作をすると，流動性を失い全体が固まるものがある。この状態を［ エ ］という。さらに［ エ ］を乾燥させ水分を除いたものを［ オ ］という。

沸騰している水に塩化鉄 (Ⅲ) 水溶液を少量ずつ加えると，赤褐色の溶液となり，水酸化鉄 (Ⅲ) のコロイド溶液が得られる。この溶液に横から強い光を当てると，光の通路が輝いて見える②。この様子を限外顕微鏡で観察すると，光った粒子が絶えず不規則に動いているのが見える③。これは，熱運動を行う水分子が，コロイド粒子に不規則に衝突するために起こる。

水中のコロイド粒子は，正または負に帯電している。そのため，コロイド溶液に直流の電圧を加えると④，コロイド粒子は自身が帯電している電荷とは反対の電極のほうに移動する。例えば，正の電荷を帯びている水酸化鉄 (Ⅲ) のコロイド粒子は陰極のほうに移動するが，負の電荷を帯びた粘土のコロイド粒子は陽極のほうに移動する。また，水酸化鉄 (Ⅲ) や粘土などのコロイド粒子は，水に対する親和性が弱い。しかし，これらのコロイド粒子はそれぞれ同種の電荷を帯び，その反発力により水溶液中で分散している。このようなコロイドを［ カ ］という。

問 1　文中の［ ア ］～［ カ ］に当てはまる最適な語句を以下の語群から選んで記せ。

語群：

ゲル，ゾル，キセロゲル，分散系，分散媒，分散質，分子コロイド，

会合コロイド，親水コロイド，疎水コロイド，保護コロイド

問 2　下線部①について，コロイド粒子のほかに小さな分子やイオンが混ざっている溶液を，セロハンに包んで水に浸すと，コロイド粒子はセロハンの外に出られないが，小さな分子やイオンは通過してセロハンの外に出られる。この現象を利用して，コロイド溶液から小さな分子やイオンを除く操作の名称を記せ。

問 3　下線部②について，この現象の名称を記せ。また，この現象が起こる理由を答えよ。

問 4　下線部③について，この現象の名称を記せ。

問 5　下線部④について，この現象の名称を記せ。

問 6　文中の［ カ ］について，［ カ ］に少量の電解質水溶液を加えると，コロイド粒子が反発力を失い，集まって沈殿する。この現象の名称を記せ。また，水酸化鉄 (Ⅲ) のコロイド粒子を，最も少量で沈殿させる電解質水溶液を次の 1)～7) のなかから一つ選び，記号 1)～7) で記せ。ただし，1)～7) の電解質の水溶液のモル濃度は同じとする。

1) $NaCl$　　2) $MgCl_2$　　3) $CaCl_2$　　4) $Al(NO_3)_3$

5) Na_2SO_4　　6) KNO_3　　7) K_3PO_4

II 次の文を読み，以下の問いに答えよ。

負極活物質に［ A ］，正極活物質に［ B ］，電解質の水溶液 (電解液) に希硫酸を用いた二次電池を鉛蓄電池という。起電力は約［ C ］V で，自動車のバッテリーなどに使用されている。鉛蓄電池を①放電させると，負極と正極で次のような反応が起こる。

負極：［ A ］$+ SO_4^{2-} \longrightarrow$［ D ］$+ 2e^-$

正極：［ B ］$+ 4H^+ + SO_4^{2-} + 2e^- \longrightarrow$［ D ］$+ 2H_2O$

さらに放電を続けると，しだいに両極とも水に溶けにくい白色の物質［ D ］で覆われる。また，硫酸が消費されて水が生じるため，電解液の希硫酸の濃度は低くなり，起電力が低下する。そこで，鉛蓄電池の負極および正極を，それぞれ外部電源の負極および正極につないで充電すると，放電の時と逆向きの反応が起こり，電極と電解液がはじめの状態に戻って起電力も回復する。

問 1　文中および反応式中の［ A ］～［ C ］に当てはまる最適な化学式あるいは数値を以下の語群から選んで記せ。

語群：

Zn，Pb，Ag，PbO_2，MnO_2，Ag_2O，1.5，1.55，2.0，2.5，3.0

問 2　文中の［ D ］に当てはまる物質を化学式で示せ。

問 3 (1)　文中の下線部①の反応を 1 つにまとめた全体の反応式を記せ。

(2)　このときの負極活物質および正極活物質における金属原子の酸化数の変化を，以下の例にならって示せ。

例) 0 $\longrightarrow$ +1

問 4　鉛蓄電池を 5.0 A の電流で 64 分 40 秒間放電させた。

(1)　このとき，(a) 負極，(b) 正極，(c) 電解液の質量は「増加」するか「減少」するかを答えよ。

(2)　(1) の (a)，(b) における質量変化量をそれぞれ求めよ。ただし，計算過程を必ず示すこと。また，有効数字は 2 桁とすること。

III 次の文を読み，以下の問いに答えよ。

実験室において，以下の操作 1)〜6) により，塩素，硫化水素，二酸化炭素，アンモニア，二酸化窒素，塩化水素の 6 種類の気体をそれぞれ発生させ，捕集した。次に，発生させたいくつかの気体を用いて実験 1) と実験 2) を行い，以下に示す結果が得られた。

操作 1) 塩素の発生：酸化マンガン (Ⅳ) に［ a ］を加えて加熱した。

操作 2) 硫化水素の発生：［ b ］に希硫酸を注いだ。

操作 3) 二酸化炭素の発生：［ c ］に希塩酸を注いだ。

操作 4) アンモニアの発生：塩化アンモニウムと［ d ］の混合物を加熱した。

操作 5) 二酸化窒素の発生：金属銅に［ e ］を注いだ。

操作 6) 塩化水素の発生：塩化ナトリウムに不揮発性酸である［ f ］を加えて加熱した。

実験 1) Al^{3+}，Zn^{2+}，Cu^{2+} の 3 種の金属イオンを含む水溶液に塩化水素を通じ，溶液が青色リトマス試験紙を赤色に変えることを確認してから①硫化水素を通じたところ沈殿 A が生じた。生じた沈殿 A をろ過により取り除き，得られた無色透明なろ液 B を加熱して硫化水素を除去した。このろ液 B を室温まで冷ました後，アンモニアを通じたところ白色の沈殿が生じてきた。さらにアンモニアを十分に通じた後，ろ過を行い，ろ液 C と沈殿 D に分けた。そして，それぞれに次の処理を行った。まず，ろ液 C に②硫化水素を通じたところ，沈殿 E が生じた。また，③沈殿 D をアンモニア水で洗浄後，別の容器に移し，水酸化ナトリウム溶液を加えたところ，沈殿が溶けて透明な溶液になった。

実験 2) Pb^{2+}，Ag^{+} の 2 種の金属イオンを含む水溶液に塩化水素を通じたところ白色の沈殿が生じた。次に，生じた沈殿をろ過し，ろ紙上に回収してから熱水で十分に洗浄したところ，沈殿の量がやや減少した。この熱水で洗浄した沈殿 F を二つに分け，一方を④日光に当てておいたところ，沈殿 F が黒変した。もう一方を⑤水に加えてよくかき混ぜた後，アンモニアを通じ続けたところ，沈殿 F は溶解して透明な溶液になった。

問 1　操作 1)〜6) の [a] 〜 [f] に入る適切な物質を以下の枠内の語群から選んで記せ。ただし，同じ物質名を複数回使用してはならない。

語群：

濃塩酸，濃硫酸，希硝酸，濃硝酸，酸化鉄 (Ⅱ)，硫化鉄 (Ⅱ)，

水酸化カルシウム，硫酸カルシウム，炭酸カルシウム

問 2　発生した気体の性質と最適な捕集方法について，以下のア)〜カ) の記述のなかから正しいものをすべて選び，記号で記せ。

ア) 塩素：無色の腐卵臭を有する気体であり，下方置換で捕集する。

イ) 硫化水素：緑黄色の刺激臭を有する気体であり，水上置換で捕集する。

ウ) 二酸化炭素：無色無臭の気体であり，下方置換で捕集する。

エ) アンモニア：無色の刺激臭を有する気体であり，上方置換で捕集する。

オ) 二酸化窒素：赤褐色の無臭の気体であり，水上置換で捕集する。

カ) 塩化水素：無色の刺激臭を有する気体であり，上方置換で捕集する。

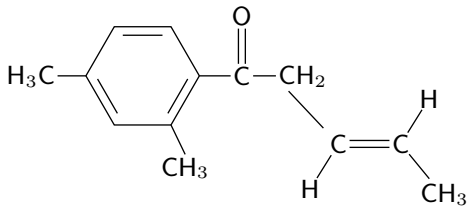
問 3　実験 1) において生じた下線部①の沈殿 A，下線部②の沈殿 E の化学式と色を記せ。

問 4　実験 1) の下線部③において，水酸化ナトリウム溶液に沈殿 D が溶解する反応を化学反応式で記せ。ただし，沈殿 D のなかにわずかに残っている可能性のあるろ液 C の成分は無視してよい。

問 5　実験 2) において，下線部④の沈殿 F に生じた変化を化学反応式で記せ。

問 6　実験 2) において生じた下線部⑤の変化について，沈殿 F が溶解して生じた陽イオンの化学式およびその名称を記せ。

IV 次の文を読み，以下の問いに答えよ。構造式は下の例にならって記せ。



問 1　脂肪族炭化水素は，主に石油や天然ガスから得られ，さまざまな工業原料として利用されている。脂肪族炭化水素のうち，単結合だけからなるアルカンは，安定で化学反応を起こしにくい。アルカンは，炭素数の増加にともない沸点が少しずつ高くなり，ヘキサンは 25 ℃，1 気圧において［ ア ］である。炭素数が 4 以上の鎖状アルカンには，互いに融点や沸点が異なる構造異性体が存在する。①

アルケンやアルキンは，アルカンと比べて反応性が高い。アルケンには，構造異性体に加えて，シス-トランス異性体が存在する。②エチレンは，白金を触媒として用い，［ イ ］を反応させるとエタンになる。また，高温高圧下で触媒を作用させて，エチレンを水蒸気と反応させると［ ウ ］が生成する。最も単純なアルキンであるアセチレンは，$HgSO_4$ を触媒として用いて水を付加させると［ エ ］になる。塩化ビニルは，触媒を用いてアセチレンを［ オ ］と反応させると合成できる。さらに，塩化ビニルを［ カ ］させるとポリ塩化ビニルが合成できる。ポリ塩化ビニルは，耐水性や絶縁性に優れるためパイプや電気コードの被覆材などとして利用される。

(1)　文中の［ ア ］～［ カ ］に当てはまる最も適切な語句を，以下の語群から選んで記せ。

語群：

固体，気体，液体，水素，メタン，メタノール，アセトン，
アセトアルデヒド，エタノール，酢酸，塩化水素，
塩化ナトリウム，塩素，開環重合，付加重合，縮合重合

(2)　下線部①について，分子式 C_5H_{12} のアルカンの構造異性体を，構造式を用いてすべて記せ。

(3)　下線部②について，分子式 C_4H_8 のアルケンの異性体の総数を記せ。さらにトランス形の異性体の構造式を記せ。

問 2　ベンゼン環をもつ化合物は芳香族化合物と呼ばれ，官能基の位置や構造により様々な反応を示

す。分子式 $C_8H_6O_4$ の芳香族化合物 [A] は，加熱すると分子内で脱水が起こり安定な酸無水物を与える。

窒素を含む芳香族化合物の中で，ベンゼン環をもつアミンは芳香族アミンと呼ばれ，代表的なものにアニリンがある③。アニリンの希塩酸水溶液に亜硝酸ナトリウムを加えると，塩化ベンゼンジアゾニウムを生じる。塩化ベンゼンジアゾニウムの水溶液を温めると [B] が生じる。ナトリウムフェノキシドの水溶液に，塩化ベンゼンジアゾニウムの水溶液を加えると [C] が主な生成物として得られる。このような官能基をもつ芳香族化合物は，染料や顔料として広く用いられている。

(1) 文中の [A] ～ [C] に当てはまる有機化合物の構造式を記せ。

(2) 下線部③について，アニリンに関する以下の a)～d) の文のうち正しいものをすべて選び，記号で記せ。

a) さらし粉水溶液に加えると赤紫色になる。

b) *p*-ニトロトルエンを還元することで合成できる。

c) 特有のにおいのある無色・油状の物質であり，水によく溶ける。

d) 無水酢酸と反応させるとアセトアニリドが生成する。

問 3　炭素，水素，酸素のみからなる化合物 X とメタノールをエステル化したところ，化合物 Y が得られた。この化合物 Y 44 mg を完全燃焼させたところ，水 36 mg と二酸化炭素 88 mg が得られた。

(1) 化合物 Y の組成式を答えよ。

(2) 分子量 74 である化合物 X の構造式を記せ。

V 次の文を読み，以下の問いに答えよ。

天然有機化合物のうち，グルコース ($C_6H_{12}O_6$) やスクロース ($C_{12}H_{22}O_{11}$)①，デンプン，セルロースなどのように，分子中に多数のヒドロキシ基 –OH をもち一般式 $C_m(H_2O)_n$ で表される化合物を糖という。二つの単糖が [ア] してつながった糖を二糖，多数の単糖がつながった糖を多糖といい，デンプンやセルロースが多糖に分類される。デンプンは α-グルコースからなる多糖で，アミロースとアミロペクチンから構成されている。アミロースは α-グルコースが直鎖状に連なった構造で [イ] 状になっており，アミロペクチンはところどころで枝分かれしながら鎖状に連なった構造をもつ②。デンプンにアミラーゼを作用させると [ウ] を経て [エ] という二糖となる。一方でセルロースは β-グ

ルコースからなる多糖で，［ オ ］状構造になって分子間で［ カ ］が形成されているため，強い繊維となる。また，セルロースの化学的処理を経てつくられる繊維や誘導体③は，セルロースとは異なる物性を示すため，様々な用途で利用されている。

問 1　文中の［ ア ］～［ カ ］に当てはまる最適な語句を以下の語群から選んで記せ。

語群：

マルトース，ラクトース，グリコーゲン，デキストリン，脱水縮合，

付加重合，イオン結合，水素結合，らせん，直線，球

問 2　下線部①について記した以下の a)～g) の文のうち，正しいものをすべて選び，記号で記せ。

a) ともに水によく溶け，グルコースの水溶液は銀鏡反応を示すがスクロースの水溶液は銀鏡反応を示さない。

b) ともに水によく溶け，水溶液はともにフェーリング液を還元する。

c) ともに加水分解されると，より小さな分子量の糖となる。

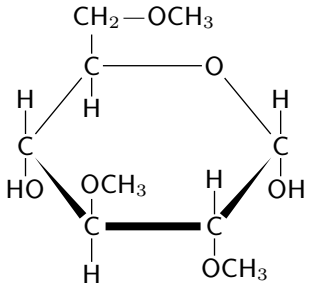
d) ともにヘミアセタール構造を持つ。

e) スクロースをインベルターゼで完全に加水分解したあとの水溶液は，銀鏡反応を示さない。

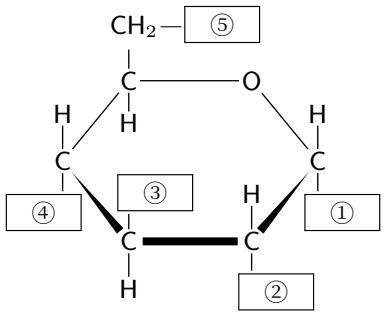
f) スクロースをインベルターゼで完全に加水分解すると，1 mol のスクロースから 1 mol のフルクトースと 1 mol のグルコースが生じる。

g) スクロースをインベルターゼで完全に加水分解すると，スクロースと同じ質量の単糖が生じる。

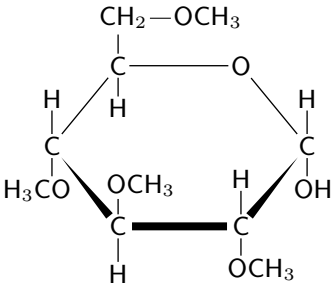
問 3　下線部②のアミロペクチンの平均分子量は 2.43×10^7 であった。このアミロペクチン 6.48 g のヒドロキシ基 –OH を全て –O–CH_3 にメチル化したあと，単糖になるまで完全に加水分解すると，物質 A が 0.036 mol，物質 B が 0.0020 mol，物質 C が 0.0020 mol 得られた。なお，末端のヘミアセタール構造のヒドロキシ基 –OH はいったんメチル化されるが，加水分解時にグリコシド結合と同様に –OH に戻るものとする。以下の問いに答えよ。



物質 A



物質 B



物質 C

(1) 物質 B の空欄①〜⑤に当てはまる構造を次の a)〜c) から選び，記号で記せ。ただし，同じ記号を複数回使用してもよい。

a) H　　b) OH または HO

c) OCH_3 または H_3CO

(2) このアミロペクチン分子の平均重合度を答えよ。

(3) このアミロペクチン分子中の枝分かれの数は，分子当たり平均して何個か答えよ。

問 4　下線部③に示すように，セルロースの化学的処理によって物性が異なる繊維や誘導体が作られる。次の物質 1)〜4) を作製する際の，セルロースに対する化学的処理と工程を a)〜f) からそれぞれ一つずつ選び，記号で記せ。

物質：

1) ニトロセルロース　　2) アセテート

3) キュプラ　　4) ビスコースレーヨン

化学的処理・工程：

a) シュバイツァー試薬に溶かした後，細い穴から希硫酸中に押し出す。

b) 硫黄を数 % 加えて良く混合し，成形・加熱をする。

c) 濃硫酸と濃硝酸の混合物 (混酸) を加えて反応させる。

d) フェノールとホルムアルデヒドを加え，酸触媒または塩基触媒を加えて加熱する。

e) 水酸化ナトリウム水溶液および二硫化炭素と反応させ，薄い水酸化ナトリウム水溶液に溶かした後，希硫酸中で細い穴から押し出す。

f) 無水酢酸を作用させてトリアセチルセルロースにし，一部のエステルを加水分解してアセトンに溶かし，小さい穴から押し出した後にアセトンを蒸発させる。