

令和8年度入学試験問題(後期)

理 科(化 学)

【注 意 事 項】

1. 試験開始の合図があるまで、この問題冊子を開いて見てはならない。
2. あらかじめ選択を届け出た科目について解答すること。それ以外の科目について解答しても無効である。
3. 本冊子には、**1**から**4**までの全部で4問題が印刷されていて、合計9ページある。落丁、乱丁、印刷の不鮮明な箇所等がある場合には、申し出ること。
4. 解答用紙を別に配付している。解答は、問題と同じ科目、同じ番号の解答用紙に記入すること。指定の箇所以外に記入したものは無効である。
5. **1**から**4**のすべての問題に解答すること。
6. 解答用紙の指定された欄に、学部名と受験番号を記入すること。
7. 配付された解答用紙は、持ち帰らないこと。
8. 配付された問題冊子は、持ち帰ること。

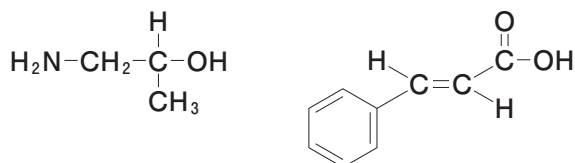
必要があれば，原子量および定数は次の値を使うこと。

H = 1.00 C = 12.0 N = 14.0 O = 16.0 Br = 80.0

気体定数 $R = 8.31 \times 10^3 \text{ Pa}\cdot\text{L}/(\text{K}\cdot\text{mol})$

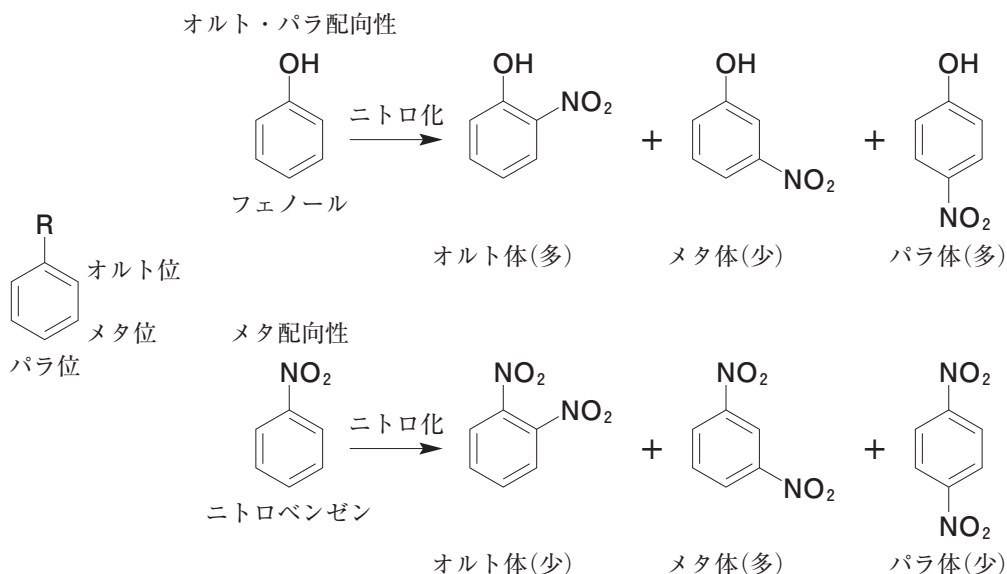
なお，構造式は次の例にならって記せ。

(例)



1 以下の文章を読み，各問いに答えよ。

官能基 R をもつ化合物では，置換反応の起こる位置が官能基 R の種類により影響を受ける。これを配向性という。配向性には「オルト・パラ配向性」と「メタ配向性」がある。



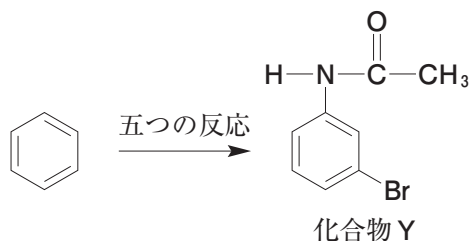
例えば，フェノールの置換反応はオルト位とパラ位で起こりやすく，オルト位やパラ位にニトロ基が結合した化合物が，メタ位にニトロ基が結合した化合物よ

り多く得られる。一方、ニトロベンゼンの置換反応はメタ位で起こりやすく、メタ位にニトロ基が結合した化合物が、オルト位やパラ位にニトロ基が結合した化合物より多く得られる。官能基 R の配向性は表 1 のとおりである。

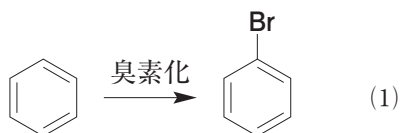
表 1 官能基 R の配向性

配向性	官能基 R
オルト・パラ配向性	-OH, -OCH ₃ , -NH ₂ , -NHCOCH ₃ , -Br
メタ配向性	-NO ₂ , -SO ₃ H, -COCH ₃

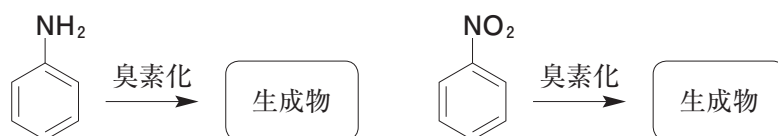
五つの反応を用いてベンゼンから化合物 Y を合成した。



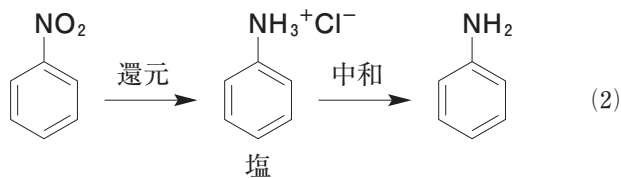
問 1 ベンゼンに臭素が一つ結合するとブロモベンゼンが得られる(式(1))。この反応を臭素化という。



アニリンとニトロベンゼンの臭素化を行った。臭素化が起こる位置は、官能基 R の配向性により決まる。表 1 の配向性を考慮して、この反応で多く得られる化合物の構造式をすべて記せ。ただし、臭素化はベンゼン環上で一回のみ起こるものとし、二つ以上の臭素が結合した化合物は考慮しなくてよい。



問 2 塩酸酸性条件下、ニトロベンゼンを還元することでアニリンと塩酸との塩が得られる。この塩を水酸化ナトリウム水溶液で中和することでアニリンが得られる(式(2))。

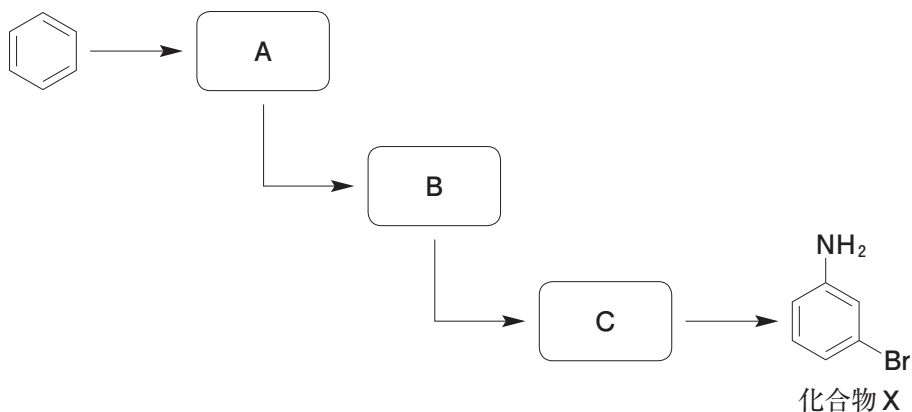


未反応のニトロベンゼンと生成物の塩は分液ロートで分離できる。塩は水に溶け、ニトロベンゼンはジエチルエーテルに溶ける。塩が水に溶ける理由を15字以内で説明せよ。

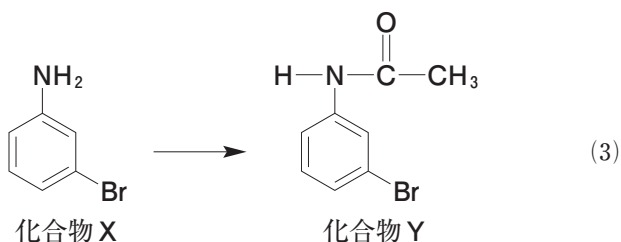
問 3 アミノ基は様々な官能基に変換できる。例えば、氷で冷却しながらアニリンの希塩酸水溶液に亜硝酸ナトリウムを加えると^① $\text{C}_6\text{H}_5\text{N}_2^+\text{Cl}^-$ が生成する。この反応を〔ア〕という。

- (1) 下線①の反応を化学反応式で答えよ。
- (2) $\text{C}_6\text{H}_5\text{N}_2^+\text{Cl}^-$ の水溶液を温めるとフェノールが生成する。この反応を化学反応式で答えよ。
- (3) 〔ア〕にあてはまる適切な語を答えよ。

問 4 「還元」「中和」「ニトロ化」「臭素化」の四つの反応をそれぞれ一回用いて、ベンゼンから化合物 X を合成した。表 1 の配向性を参考にして、A ~ C にあてはまる化合物の構造式を記せ。ただし、ニトロ化もベンゼン環上で一回のみ起こり、二つ以上のニトロ基が結合した化合物は生成しないものとする。



問 5 化合物 X と〔イ〕とを反応させることで、化合物 Y が得られた(式(3))。この反応を〔ウ〕という。このとき、化合物 Y 中に形成される -NH-CO- 結合を〔エ〕結合という。〔 〕内のイからエにあてはまる適切な物質名もしくは語を答えよ。

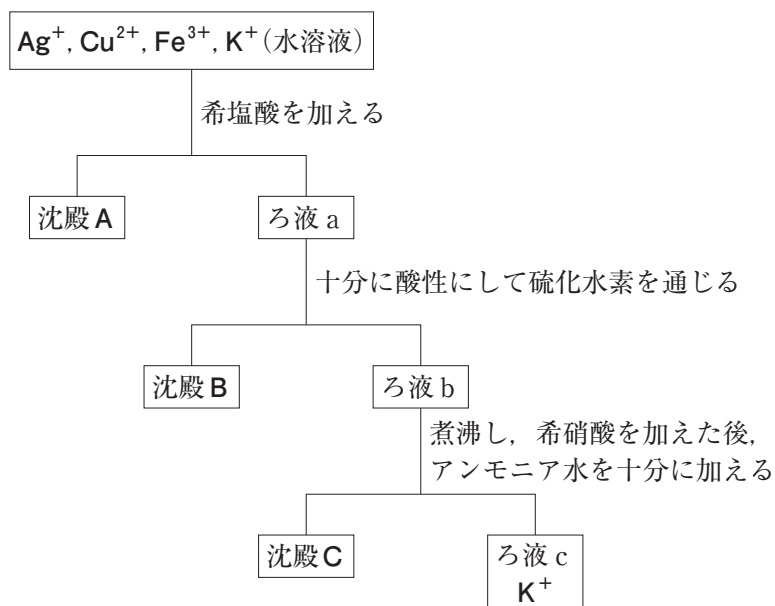


問 6 有機化学では収率と呼ばれる数値が重要である。収率は出発物質の物質質量 [mol] と生成物の物質質量 [mol] を用いて式(4)で表される。出発物質である化合物 X を 8.60 g 用いたところ、生成物である化合物 Y が 10.27 g 得られた。この反応の収率 [%] を整数値で答えよ。

$$\text{収率}[\%] = \frac{\text{生成物の物質質量}[\text{mol}]}{\text{出発物質の物質質量}[\text{mol}]} \times 100 \quad (4)$$

2 [I], [II]の各問いに答えよ。

[I] 下の図は、銀(I)イオン Ag^+ 、銅(II)イオン Cu^{2+} 、鉄(III)イオン Fe^{3+} 、カリウムイオン K^+ の4種の金属イオンを含む混合水溶液からそれぞれのイオンを分離するための実験操作である。ろ液 c に含まれる金属イオンは K^+ のみである。



問 1 沈殿 A、沈殿 B、沈殿 C に分離される金属イオンをそれぞれ答えよ。

問 2 沈殿 A、沈殿 B を化学式で示せ。

問 3 沈殿 A について、次の(1)、(2)の各問いに答えよ。

- (1) 沈殿 A にアンモニア水を加えると、ある錯イオンを含む無色の水溶液となる。この錯イオンの名称と中心となる金属イオンの配位数を答えよ。
- (2) 沈殿 A に光をあてると、沈殿 A の分解が進行する。この変化を化学反応式で示せ。

問 4 ろ液 b に対する操作について、希硝酸を加える理由を説明せよ。

問 5 ろ液 c を白金線につけ、ガスバーナーの外炎に入れると、何色の炎が観測されるか答えよ。

〔Ⅱ〕 二クロム酸カリウムはクロムめっきなど様々な用途で用いられるが、六価クロム化合物であるため、人体や環境への毒性が高い。一般的な六価クロム化合物の処理方法として、水溶液の pH を調整し、亜硫酸水素ナトリウムなどを用いることで、比較的毒性が低い Cr^{3+} に変換する方法が知られている。しかし、実験室に亜硫酸水素ナトリウムがなかったため、過酸化水素を用いることにした。硫酸酸性下で二クロム酸カリウム水溶液に過酸化水素を添加すると、溶液の色が変化し、酸素が発生した。これは式(1)の反応が起こったためであると考えられる。



問 1 硫酸酸性下での二クロム酸カリウム水溶液の色として最も適切なものを次の(ア)から(エ)の選択肢から一つ選び、記号で答えよ。

(ア) 無色 (イ) 緑色 (ウ) 青色 (エ) 橙赤色

問 2 二クロム酸カリウム水溶液を塩基性になると色に変化した。式(2)の平衡が右に移動したためと考えられる。式(2)の〔 〕内のアおよびイにあてはまる適切な数字を記せ。



問 3 式(1)の酸化剤と還元剤を、それぞれ物質名で答えよ。

問 4 次の(1), (2)の各問いに答えよ。

(1) 1.0×10^{-2} mol/L の二クロム酸カリウム水溶液 100 mL 中のクロムをすべて Cr^{3+} に変換したい場合に必要な 2.0×10^{-1} mol/L の過酸化水素水の体積[mL]を求めよ。計算の過程を示し、答えは有効数字 2 桁で求めよ。

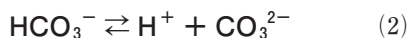
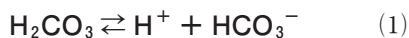
(2) (1)において、発生する酸素の体積[mL]を求めよ。計算過程を示し、答えは有効数字 2 桁で求めよ。ただし、 0°C 、 1.013×10^5 Pa とする。

3 以下の文章を読み、各問いに答えよ。

二酸化窒素は赤褐色の有毒な気体で、実験室では銅に濃硝酸を反応させること^①で二酸化窒素が得られる。生成した二酸化窒素は温水に溶けると、硝酸と一酸化窒素を生じ、強酸性を示す。なお、この反応はオストワルト法における吸収塔での硝酸の生成・回収に利用されている。二酸化硫黄も有毒な気体であり、実験室では亜硫酸ナトリウムに希硫酸を加えることで二酸化硫黄が得られる。二酸化硫黄^③は還元性を有するが、より強い還元剤である硫化水素と二酸化硫黄が反応すると、硫黄の単体が遊離する^④。このとき、二酸化硫黄は酸化剤として働いている。

一方、二酸化炭素は無色・無臭の気体であり、冷却するとドライアイスができる。ドライアイスでは、二酸化炭素がファンデルワールス力で規則正しく配列しており、このような固体を〔ア〕結晶という。ドライアイスは大気圧のもとでは^⑤-79℃で昇華することが知られており、昇華熱が大きいので、冷却剤として広く用いられている。

二酸化炭素が水に溶けると、炭酸 H_2CO_3 を生じ、この炭酸が式(1)および(2)にしたがって2段階で電離し、弱酸性を示す。



式(1)、(2)の電離定数 K_1 、 K_2 はそれぞれ $4.5 \times 10^{-7} \text{ mol/L}$ 、 $4.0 \times 10^{-11} \text{ mol/L}$ である。炭酸水に炭酸水素ナトリウムを溶解すると、炭酸と炭酸水素イオンの両方を含む溶液となるため、この溶液は〔イ〕作用を示す。この炭酸と炭酸水素イオンによる〔イ〕作用は、血液の pH を一定に維持する役割を果たしている。

問 1 下線①から④の反応を化学反応式で記せ。

問 2 []内のアとイにあてはまる適切な語を答えよ。

問 3 下線⑤について、ドライアイス以外で昇華しやすい性質を有する物質名を一つ答えよ。

問 4 炭酸の濃度が 2.0×10^{-3} mol/L となるように作った炭酸水の pH を求めよ。計算の過程を示し、答えは小数第 2 位まで求めよ。ただし、炭酸の電離度は 1 に比べて極めて小さいと仮定してよい。また、 K_2 は K_1 に比べ無視できるほど小さいので、式(1)の反応のみを考えればよい。なお、 $\log_{10}3 = 0.48$ とせよ。

問 5 炭酸が溶解している水溶液中の $[\text{HCO}_3^-]$ を K_1 , $[\text{H}_2\text{CO}_3]$, $[\text{H}^+]$ を用いて表せ。また、 $[\text{CO}_3^{2-}]$ を K_1 , K_2 , $[\text{H}_2\text{CO}_3]$, $[\text{H}^+]$ を用いて表せ。ただし、 $[\text{H}_2\text{CO}_3]$, $[\text{HCO}_3^-]$, $[\text{CO}_3^{2-}]$, $[\text{H}^+]$ は各成分のモル濃度 [mol/L] を表すものとする。

問 6 炭酸の濃度が 2.0×10^{-4} mol/L となるように二酸化炭素を吹き込んだ炭酸水において、pH は 5.00 となった。このときの $[\text{CO}_3^{2-}]$ を求めよ。計算の過程を示し、答えは有効数字 2 桁で求めよ。ただし、炭酸の電離度は極めて小さいものと仮定してよい。

問 7 問 6 の炭酸水 1.0 L にバリウムイオンを 1.0×10^{-2} mol 加えた。このとき、沈殿は生じるか生じないか、正しい方を○で囲んで答えよ。また、そのように判断した理由を、根拠となる数値を示して答えよ。ただし、炭酸バリウムの溶解度積 K_{sp} は 8.1×10^{-9} (mol/L)² である。

4 エチレン(エテン)は、適切な条件で水素と反応しエタンを与える。この反応はエチレンの水素化と呼ばれ、平衡反応となることが知られている。この反応に関する以下の各問いに答えよ。なお、各物質はいずれも気体状態であり、理想気体として振る舞うものとする。

問 1 エチレンの水素化の化学反応式を記せ。

問 2 エタン，エチレンの生成エンタルピー ΔH は、それぞれ -84.7 kJ/mol ， 52.3 kJ/mol である。これらの値を用いて、エチレン 1 mol あたりの水素化反応エンタルピーを求めよ。計算の過程を示し、答えは小数第 1 位まで求めよ。また、エチレンの水素化反応は、(a)発熱反応，(b)吸熱反応のどちらか、(a)もしくは(b)の記号で答えよ。

問 3 エチレン 1.00 mol と水素 2.00 mol が 83.1 L の容器に充填されている。この容器内でエチレンの水素化が起こり、エタンが 0.60 mol 生成して反応が平衡となった。容器内の温度を $1.2 \times 10^3 \text{ K}$ とし、反応後の各気体の物質量[mol]ならびに分圧[Pa]を有効数字 2 桁で求めよ。

問 4 問 3 の反応後の状態について圧平衡定数 K_p を求めたい。エタン，エチレン，水素の分圧をそれぞれ $p_{\text{エタン}}$ ， $p_{\text{エチレン}}$ ， $p_{\text{水素}}$ とし、 K_p を各気体の分圧を含む式として記せ。また、問 3 で求めた分圧を用いて K_p の値を有効数字 2 桁で求めよ。ただし、求めた K_p の値には適切な単位を付すること。

問 5 ①圧力が上がったときと②温度が上がったときのそれぞれの場合で、エチレンの水素化の平衡が(a)エチレンが生じる向きと(b)エタンが生じる向きのどちら向きに移動するか、(a)もしくは(b)の記号で答えよ。また、その理由もそれぞれ簡潔に記せ。

問 6 問 3 と同様の条件下において、触媒を加えてエチレンの水素化を行った。触媒を加えることによって、①平衡に到達するまでの時間，②平衡到達時における各気体の分圧，③反応のエンタルピー変化 ΔH がどのように変化するか、もしくは変化しないか、それぞれ理由とともに答えよ。

令和8年度弘前大学一般選抜（後期日程）

問題訂正紙

理 科 （ 化 学 ）

【 注 意 事 項 】

1. 試験開始まで、この問題訂正紙の中を見てはならない。
2. 「解答はじめ。」の指示の後に、訂正の内容を確認すること。
3. 配付された問題訂正紙は、持ち帰ること。

問題訂正

問題訂正の教科・科目名

理科・化学

問題訂正

3 ページ 1 問 2, 問題文 2 行目

誤) この塩を水酸化ナトリウム水溶液で中和することで

正) この塩に水酸化ナトリウム水溶液を加えると弱塩基の
遊離が起き,

3 ページ 1 問 2, 式(2)

誤) 中和

正) 弱塩基の遊離

4 ページ 1 問 4, 問題文 1 行目

誤) 「中和」

正) 「弱塩基の遊離」