

参加番号	氏名	*この枠内には記入しないこと
------	----	----------------

化学グランプリ 2024
二次選考 レポート冊子
2024年8月21日（水）9:00～13:00（240分）

解答上の注意事項

1. このレポート冊子は表紙を含めて11ページから構成されている。乱丁や不明瞭な印刷があれば、直ちに申し出ること。
2. 表紙を含む全てのページの上欄に参加番号と氏名を記入すること。未記入の場合は、採点対象外となるので注意すること。
3. このレポート冊子は片面印刷でホチキス留めされている。解答時および提出時も留め具は外さず、冊子帯のまま提出すること。
4. レポート冊子を破損・汚損しても交換は行わないので注意して記入すること。

主催 「夢・化学-21」委員会，日本化学会
共催 国立研究開発法人科学技術振興機構，高等学校文化連盟全国自然科学専門部，
国立大学法人秋田大学
後援 文部科学省，経済産業省
協賛 株式会社大塚製薬工場，アルフレッサファインケミカル株式会社，三洋化成工業株式会社
東北化学薬品株式会社，DOWA ホールディングス株式会社，秋田化学技術協会
協力 日本発明振興協会

参加番号	氏名	*この枠内には記入しないこと
------	----	----------------

糖類の構造

問1. ①～⑥の二糖はどの単糖が脱水縮合したのか、それぞれ答えなさい。また、還元性の有無を答えなさい。

二糖	脱水縮合した単糖	還元性
① マルトース		
② スクロース		
③ ラクトース		
④ トレハロース		
⑤ パラチノース		
⑥ ラクツロース		

参加番号	氏名	*この枠内には記入しないこと
------	----	----------------

【実験 1】糖水溶液のフェーリング反応

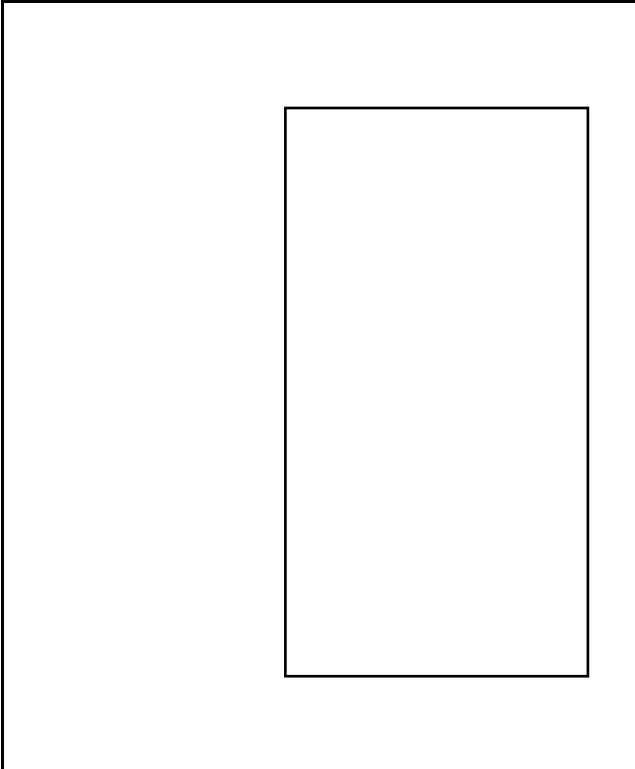
問 2. 実験 1-1 でそれぞれの溶液において観察された変化を, 経過時間と合わせて記述しなさい。
反応が起こったものは, 反応速度を互いに比較しなさい。

問 3. 実験 1-2 でそれぞれの溶液において観察された変化を, 経過時間と合わせて記述しなさい。
またその結果から, X, Y, Z の還元性の有無を判定しなさい。

参加番号	氏名	*この枠内には記入しないこと
------	----	----------------

【実験2】薄層クロマトグラフィーによる二糖の加水分解後の成分分析

問4. 展開後の色およびスポットの様子がわかるように、プレートのスケッチを描きなさい。また、分離したスポットについて、それぞれ R_f 値を算出し記入しなさい。



実験 2-1 の TLC プレートを保存用ポリ袋に入れ、ポリ袋の TLC プレート裏面側に参加番号をマーカーで記入し、マスキングテープでここに貼り付ける。

問5. 混合色素溶液に含まれている3種類の色素の分子構造と R_f 値との関係について、どのような傾向が言えるか述べなさい。

参加番号	氏名	*この枠内には記入しないこと
------	----	----------------

問6. 未知試料 X, Y, Z の水溶液に塩酸を加えて加熱したときのそれぞれの様子の変化を記録しなさい。

問7. TLCプレートの発色後の色およびスポットの様子がわかるように、プレートをスケッチしなさい。また、D-グルコース、D-フルクトース、D-ガラクトースのそれぞれについて、 R_f 値を算出しなさい。

実験 2-2 の TLC プレートを保存用ポリ袋に入れ、ポリ袋の TLC プレート裏面側に参加番号をマーカーで記入し、マスキングテープでここに貼り付ける。

参加番号	氏名	*この枠内には記入しないこと
------	----	----------------

問 8. 未知試料 X, Y, Z に塩酸を加えて加熱した後は, TLC で複数のスポットが現れる (1つの可能性もある)。単糖のスポットとそれ以外を区別し, 加水分解により生成した単糖はそれぞれ何であるか推定しなさい。また単糖以外のスポットは何であるか考察しなさい (実験はしなくてもよい)。

<注意> 問 9. の解答欄は 6 ページにある。

問 10. 実験 1 および実験 2 の結果から, 未知試料 X, Y, Z に含まれている二糖は何であるか推定しなさい。推定に至るまでの過程も論理的に説明すること。

参加番号	氏名	*この枠内には記入しないこと
------	----	----------------

<注意> 問 10. の解答欄は 5 ページにある。

問 9. ここで行った TLC 分析では、単糖の R_f 値が互いに近いため、展開してもこれらのスポットは完全には分離せず、くっついたり重なったりしているであろう。このように複数成分のスポットがつながっているかもしれないとき、それを確かめて成分推定の確実性を上げるための TLC 実験法を考えなさい。もしも配布された器具で実施可能ならば、実験を行なって結果を記述しなさい。

<p>問 9 で行った実験の TLC プレート を保存用ポリ袋に入れ、ポリ袋の TLC プレート裏面側に参加番号をマーカーで記入し、マスキングテープでここに貼り付ける。</p>
--

参加番号	氏名	*この枠内には記入しないこと
------	----	----------------

【実験3】自作旋光度計による糖水溶液の旋光度測定

問 11. 未知試料 I, II, III について, 各光の色ごとの旋光度 α および比旋光度 $[\alpha]$ を表にまとめなさい。

		未知試料 I	未知試料 II	未知試料 III
赤	旋光度 α			
	比旋光度 $[\alpha]$			
黄	旋光度 α			
	比旋光度 $[\alpha]$			
緑	旋光度 α			
	比旋光度 $[\alpha]$			
青	旋光度 α			
	比旋光度 $[\alpha]$			

<注意> 問 12. の解答欄は最終の 10 ページにある。

問 13. 問 12 で得られたグラフから, 未知試料 I, II, III に含まれている二糖のナトリウム D 線の波長 (589 nm) における比旋光度 $[\alpha]_D$ を推定しなさい。得られた値を 6 ページで与えられた比旋光度と比較して, 未知試料 I, II, III に含まれる二糖はそれぞれ何か推定しなさい。

	未知試料 I	未知試料 II	未知試料 III
比旋光度 $[\alpha]_D$			
推定される二糖			

参加番号	氏名	*この枠内には記入しないこと
------	----	----------------

問 14. フェーリング液 A 1 mL に 3.25 mol/L 水酸化ナトリウム水溶液 1 mL を加え、水で希釈して体積を 4 mL にしたとき、溶存している Cu^{2+} イオンの濃度を求めなさい。ただし、水酸化銅(II)の溶解度積は $K_{\text{sp}} = 1.0 \times 10^{-20} (\text{mol/L})^3$ である。

<注意> 問 15. の解答欄は 9 ページにある。

問 16. 実験 1-1 の条件で、 Cu^{2+} がすべて還元されて Cu_2O になったとすると、物質質量で D-グルコース (分子量 180) あたり何倍の Cu^{2+} が還元されたか。ただし、溶液の濃度と計量の精度 (有効数字) は 2 桁とみなし、D-グルコース 1% 水溶液の密度は 1.0 g/mL で近似してよい。

参加番号	氏名	*この枠内には記入しないこと
------	----	----------------

問 15. (a) L-酒石酸のナトリウムカリウム塩 $\text{KNa(L-C}_4\text{H}_4\text{O}_6)$ を用いて調製されたフェーリング液中に存在する銅(II)錯イオン $[\text{Cu(C}_4\text{H}_2\text{O}_6)_2]^{6-}$ の構造式を、置換基の立体配置が分かるように書きなさい。

(b) ラセミ酸のナトリウムカリウム塩を用いてフェーリング液を調製すると、生成する銅(II)錯イオン $[\text{Cu(C}_4\text{H}_2\text{O}_6)_2]^{6-}$ の立体構造はどうなるか。生成する可能性のある立体構造を過不足なく書きなさい (同じ構造のものを重複して書かないこと)。

(c) 同じく、メソ酒石酸のナトリウムカリウム塩を用いてフェーリング液を調製したとき、銅(II)錯イオン $[\text{Cu(C}_4\text{H}_2\text{O}_6)_2]^{6-}$ の立体構造として可能なものを過不足なく書きなさい。

参加番号	氏名	*この枠内には記入しないこと
------	----	----------------

問 12. 用いた LED コインライトの光の波長を λ , その時の比旋光度を $[\alpha]$ として, λ と $[\alpha]$ の関係をグラフに図示しなさい。