【体験授業用教材】

C3J / C3KX

本科２期９月度 １回目

Ｚ会東大進学教室/Ｚ会京大進学教室【体験授業用教材（抜粋版）】

東大化学
[選抜]東大・京大化学

目　次

はじめに …… 2
14章　天然高分子（1）糖類 …… 4
15章　天然高分子（2）アミノ酸・タンパク質 …… 22
16章　天然高分子（3）酵素・核酸 …… 42
17章　合成高分子（1）合成繊維・合成樹脂 …… 58
18章　合成高分子（2）ゴム・機能性高分子 …… 76
19章　理論化学演習（1） …… 92
20章　理論化学演習（2） …… 102
21章　理論化学演習（3） …… 114
22章　無機総合演習（1） …… 126
23章　無機総合演習（2） …… 138
24章　有機総合演習（1） …… 152
25章　有機総合演習（2） …… 162
26章　総合演習 …… 176
付録　元素の周期表 …… 186

はじめに

1．　Z会の教室　理科の指導方針

基本法則・基本知識を確実に理解し，法則の運用方法を身につけること，知識を体系化することを目標とします。また，選び抜かれた入試問題やオリジナル問題を通して，法則・知識の運用能力を高度に養成することを目指します。さらに，高校教育課程にとらわれず，各科目を学ぶのに適したカリキュラム・指導法を用い，公式や解法の暗記に頼らない問題解決能力を養成します。

2．　授業について

予習

要点のある章は「要点」に目を通してください。「要点」の中に「確認問題」がある場合は，できるだけ自分の手を動かして答を導いておいてください。ただし，学校で習っていない内容など，よく理解できない点がある場合は，解答を見ながら「確認問題」を読んでも構いません。大切なのは，どのような項目を学習するのかを頭に入れた上で，授業に臨むことです。

「問題（演習）」から始まる章は，問題文に必ず目を通しておいて下さい。

※原則として，「確認問題」は授業では扱いません。

授業内

要点のある章は「要点」の講義から始まります。予習の時に不明だった点や，理解があやふやであった点に注意して，板書をノートにまとめていきましょう。次にテキストの「問題（演習）」を授業内で演習し，それについて講師が解説を行います。授業前半で登場した法則や知識を，問題にどのように用いていけばよいかを学びましょう。

「問題（演習）」から始まる章は，必要に応じて演習時間を設けます。授業は解説中心に行われますので，とくに解けなかった問題は集中して解説に耳を傾けて下さい。

※授業内ですべての問題を扱うとは限りません。

復習

復習は，テキストの「問題（演習）」を中心に行いましょう。授業で扱った問題について，ノートや解答を見ずに，自分の力で解答を書くことができるかどうか確認します。この際，授業ノートとは別に，復習用ノートを用意すると，答え合わせもしやすく，また，間違えた点を授業ノートに追記することなどができて便利です。１回目の復習は，授業後か，または授業翌日に行うようにしましょう。２回目の復習は，１週間後を目安に行うとよいでしょう。復習を繰り返すことで，法則・知識の運用の仕方が身につきます。

添削課題

授業後の復習の一環として取り組んでください。自分の考えを整理して答案に書く練習を行い，かつ，自分の答案を第三者に見てもらうことで理解不足を補い，さらなる実力アップをはかりましょう。

3．テキストの構成　本科2期テキスト全体の構成です

●要点

重要ポイント：その回に扱う内容を整理してあります。

確認問題：重要ポイントの内容を確認できるような予習用問題です。原則として授業では扱いません。

●問題（演習）

授業で扱う演習用問題です。

●添削課題

添削課題の取り組み方については，スタッフ・講師からの指示もしくは受講マニュアルに従ってください。

●付録　周期表

授業や予習・復習の際に随時参照しましょう。

●問題のレベルについて

Ｚ会の教室のテキストでは，問題のレベルを★の個数によって３段階で表します。

★：基礎　　★★：標準　　★★★：応用（発展）

なお，☆は選抜講座専用問題です。

※映像授業をご受講の皆様

・映像で問題演習の指示が出たら，映像を停止して問題に取り組みましょう。

・授業をご受講いただく前に，各講座のオリエンテーション映像をご覧ください。

14章　天然高分子（1）糖類

要点

重要ポイント0　高分子化合物の分類と特徴

（1）高分子化合物の分類

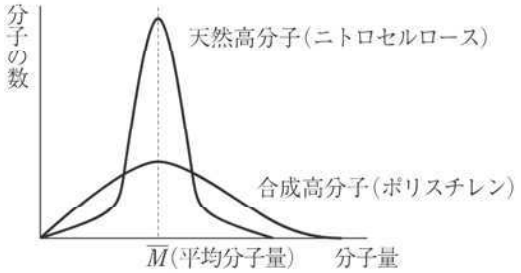
分子量が10,000以上で，主に共有結合でできている分子を高分子または巨大分子といい，分子量の数百以下の分子を低分子という。高分子化合物は次のように分類される。

高分子	無機高分子	（例）石英 SiO_2，ケイ酸塩 Na_2SiO_3（ガラス，アスベストなど），シリコーン樹脂	
	有機高分子	天然高分子	デンプン（$(C_6H_{10}O_5)_n$），セルロース，タンパク質，天然ゴム，核酸など
		合成高分子	合成繊維，合成樹脂，合成ゴムなど

（2）高分子化合物の特徴

・分子量が大きく，分子間力も比較的強く作用し，常温では固体として存在する。

・一般に**種々の分子量をもつ高分子が混合している**ため，一定の融点を示さず，温度を高くすると軟化して次第に液体になり，さらに温度を高くしていくと気体にならず熱分解する。また，三次元の網目状構造をもつ高分子では，融解せずに高温で分解する。



・溶媒に溶けにくいが，溶けた場合は高分子の大きさがコロイド粒子の大きさであるため，溶液はコロイド溶液となる。

・一般に，電気伝導性が極めて小さく，絶縁性が高い。

（3）単量体と重合体

高分子の特徴は，分子量の小さい分子（グルコースやエチレンなど）が多数結合した構造となっていることである。高分子をつくっているもとの分子を**単量体（モノマー）**といい，単量体が多数結合したものを**重合体（ポリマー）**という。単量体から重合体ができる反応は**重合反応**とよばれる。

（4）高分子化合物の平均分子量測定

分子量の大きい高分子化合物（10^6 以上）では，浸透圧測定法または粘度測定法で分子量を測定する。

① 浸透圧測定

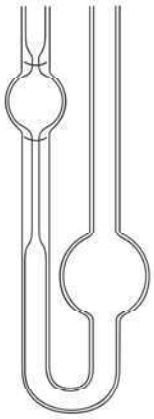
T〔K〕で溶質 w〔g〕を溶解させた V〔L〕の溶液の浸透圧を Π〔Pa〕とすれば

$$\Pi V=\frac{w}{M}RT \qquad \text{（ファントホッフの式）}$$

② 粘度測定

それぞれの高分子について，溶液の粘度と分子量との関係は実験によって定められている。一定量の溶液が毛細管を通過する時間は溶液の粘度に比例することから，粘度測定には下図に示すような毛細管粘度計が用いられている。

毛細管の上に液だめがあり，液だめの上と下に線がきざんである。液だめの溶液が毛細管を通過して落下する際に，液だめの中の液面が上の線から下の線に達する時間を測定する。



毛細管粘度計
（オストワルド粘度計）

重要ポイント1　糖類

炭水化物は食品の三大栄養素（炭水化物，脂肪，タンパク質）の一つであり，ジャガイモやご飯に含まれるデンプン，砂糖に含まれる糖などがある。また，炭水化物は衣住にも重要であり，植物の主成分であるセルロースなども炭水化物である。炭水化物という名前は，組成式が $C_m(H_2O)_n$ と，炭素の水和物として書けるものが多いことからきている。また，炭水化物は甘い味をもつものが多く，一般に**糖類**とよばれる。

糖類は，**単糖類**，**二糖類**，**多糖類**に分類される。

糖	性質	例
単糖類 $C_6H_{12}O_6$	加水分解によりそれ以上分解されないもの。	グルコース（ブドウ糖），フルクトース（果糖），ガラクトース
二糖類 $C_{12}H_{22}O_{11}$	単糖類2分子が縮合したもの。加水分解により1種類～2種類の単糖類が生じる。	スクロース（ショ糖），マルトース（麦芽糖），ラクトース（乳糖），セロビオース
多糖類 $(C_6H_{10}O_5)_n$	多数の単糖類が縮合したもの。	デンプン，セルロース グリコーゲン

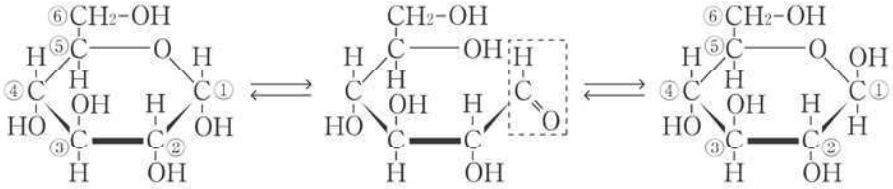
重要ポイント2　単糖類

分子式 $C_6H_{12}O_6$ で表される糖で，糖類の基本的な構成単位である。炭素数3～6個のものがあるが，天然に存在するのは，ほとんど五炭糖（ペントース），六炭糖（ヘキソース）である。

単糖類はそれを構成するカルボニル基の種類によって，アルデヒド基の場合は**アルドース**，カルボニル基の場合は**ケトース**に分類される。グルコースは鎖状構造の末端にアルデヒド基をもつ代表的なアルドースであり，フルクトースは鎖状構造の末端から2番目の炭素原子がカルボニル基になっているケトースである。単糖類は多数のヒドロキシ基をもち，水に溶けやすい。グルコースのようにアルデヒド基をもつものやフルクトースのようにカルボニル基が隣接する炭素原子にヒドロキシ基を有するものは，**還元性**を示す。

（1）グルコース（ブドウ糖）

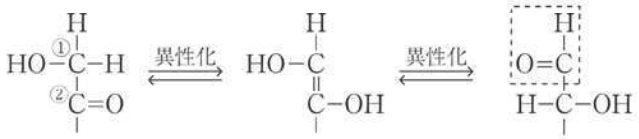
果実に含まれていて，特にブドウに多いことからブドウ糖ともよばれる。スクロース，デンプンの構成成分である。また，還元性を有する。水溶液中では次のような平衡状態にある（数字は25℃での水溶液中での存在割合）。



α-グルコース（六員環）37%　　アルデヒド型（鎖状）0.01%　　*β*-グルコース（六員環）63%

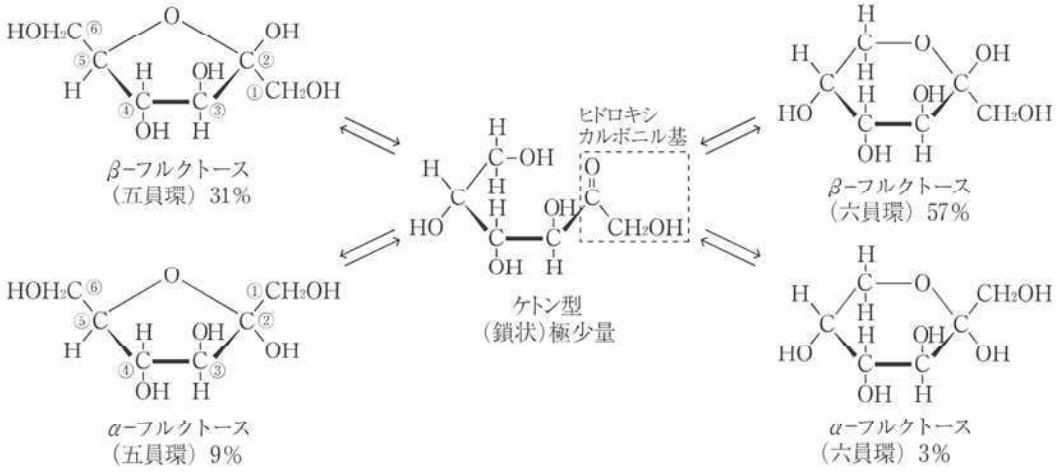
（2）フルクトース（果糖）

果実，果汁などに多く含まれていて，糖類の中でもっとも甘い。還元性を示すとき，①，②の炭素原子の周囲の構造が次のように変化し，アルデヒド基をもつ鎖状構造のものが生じる。



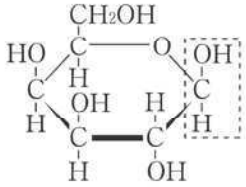
α−ヒドロキシカルボニル基

水溶液中では次のような鎖状構造と4つの環状構造の平衡状態にある。二糖類のスクロースを構成するときは五員環構造となる。



（3）ガラクトース

二糖類のラクトースを加水分解するとグルコースとともに得られる。脳や神経組織にも見出される。還元性を有する。水溶液中ではグルコースと同様，鎖状構造でアルデヒド基を生じる。



β−ガラクトース（六員環）

（4）アルコール発酵

グルコースやフルクトースは，酵母菌のもつ酵素チマーゼによりエタノールと二酸化炭素になる。これを**アルコール発酵**という。この反応は古くから酒作りに利用されてきた。

$$C_6H_{12}O_6 \longrightarrow 2C_2H_5OH + 2CO_2 \quad (+121\text{kJ})$$

アルコール発酵では，単糖類からアルコールに至るまでに十数段階の反応があることがわかっている。上の式はそれらをまとめたものである。なお，微生物や酵素の作用で人に有用なものを生じることを**発酵**，不要なもの（有害物質）を生じることを**腐敗**という。

重要ポイント3　二糖類

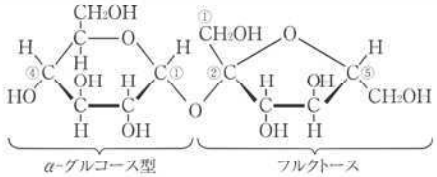
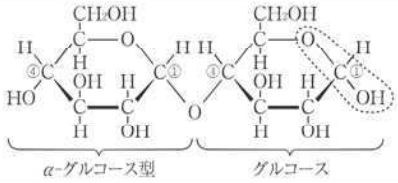
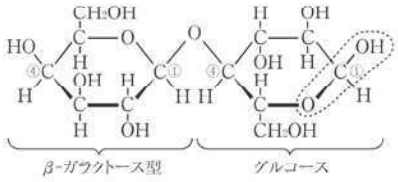
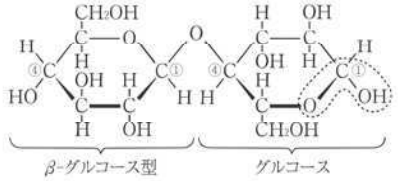
アルコール2分子が縮合すると，次のようにエーテルが生じる。

$$R_1\text{-}OH + R_2\text{-}OH \longrightarrow R_1\text{-}O\text{-}R_2 + H_2O$$

これと同様に，単糖類2分子が縮合し，分子式 $C_{12}H_{22}O_{11}$ となった生成物が二糖類である。このとき新しくできるエーテル結合は，とくに**グリコシド結合**とよばれている。この結合は酸や酵素の働きにより加水分解され，単糖類を生じる。

$$C_{12}H_{22}O_{11} + H_2O \longrightarrow C_6H_{12}O_6 + C_6H_{12}O_6$$

二糖類は単糖類と同じく水によく溶ける。二糖類には，還元性を示すものと示さないものがある。

名称	構造	加水分解を行う酵素 加水分解による生成物
スクロース （ショ糖）		スクラーゼ （インベルターゼ） グルコース ＋ フルクトース
マルトース （麦芽糖）		マルターゼ グルコース ＋ グルコース
ラクトース （乳糖）		ラクターゼ ガラクトース ＋ グルコース
セロビオース		セロビアーゼ グルコース ＋ グルコース

スクロースを除く単糖類・二糖類は還元性をもつので，銀鏡反応を示し，フェーリング液を還元する。スクロースは，グルコースの還元性を示す①位の炭素原子とフルクトースの還元性を示す②位の炭素原子がグリコシド結合により結合しているため，**スクロースは還元性を示さない**。スクロースを加水分解すると，グルコースとフルクトースになる。この変化を**転化**，生じたグルコースとフルクトースの等量混合物を**転化糖**という。**転化糖は還元性を示す**。

重要ポイント4　多糖類

分子式$(C_6H_{10}O_5)_n$で表され，単糖類が多数縮合した構造をしている。酵素の働きにより二糖類に加水分解される。酸触媒による加水分解では，単糖類を生じる。

デンプン $\xrightarrow[\text{酸}]{}$ グルコース

デンプン $\xrightarrow[\text{アミラーゼ}]{}$ デキストリン $\xrightarrow[\text{アミラーゼ}]{}$ マルトース $\xrightarrow[\text{マルターゼ}]{}$ グルコース
（ジアスターゼ）　（ジアスターゼ）

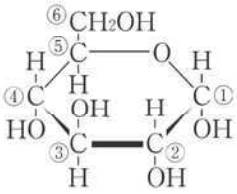
セルロース $\xrightarrow[\text{酸}]{}$ グルコース

セルロース $\xrightarrow[\text{セルラーゼ}]{}$ セロビオース $\xrightarrow[\text{セロビアーゼ}]{}$ グルコース

（1）デンプン

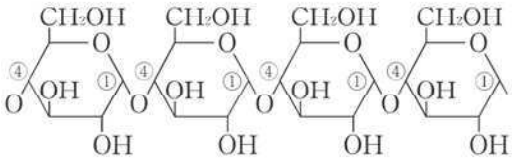
ジャガイモやサツマイモなどをすりつぶして水と混ぜて放置すると，デンプンが沈殿する。これより，澱粉と名付けられた。

デンプンは**アミロース**と**アミロペクチン**に分けられる。これらは両方ともα-グルコースが縮合した構造をしている。アミロースは右図の1位と4位で脱水縮合する1,4-グリコシド結合だけによる直鎖状の分子で，アミロペクチンは1,6-グリコシド結合による枝分かれをもつ分子である。

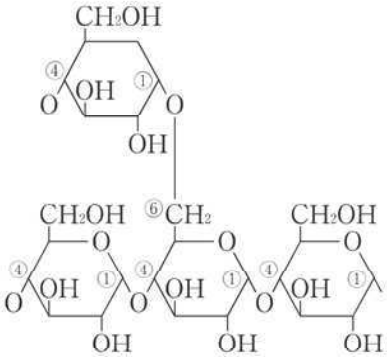


α-グルコース

アミロースは250～300個のグルコース単位からなり，分子量は4万～5万である。アミロペクチンの分子量はかなり大きく，数十万にも達する。



アミロース

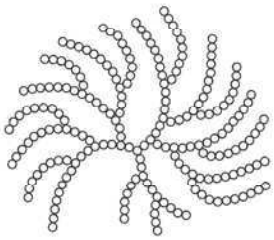


アミロペクチン

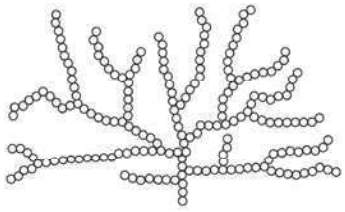
デンプンにヨウ素溶液を加えると，青～青紫の呈色を示す。これを**ヨウ素デンプン反応**という。なお，アミロースはヨウ素で青色を呈し，アミロペクチンは紫から赤になる。この呈色の原因は，分子のつくるトンネルの中にヨウ素分子が包み込まれている構造によると考えられている。

（2）グリコーゲン

グリコーゲンは動物の肝臓や筋肉中に含まれ，動物デンプンともよばれる。アミロペクチンと構造はよく似ているが，さらに枝分かれが多く，分子量は数百万から千万にも達する。また，分子量が大きいにもかかわらず水に溶け，ヨウ素溶液では赤褐色を呈する。グリコーゲンは，動物体内で必要に応じて速やかにグルコースに分解され，エネルギー源として使われる。



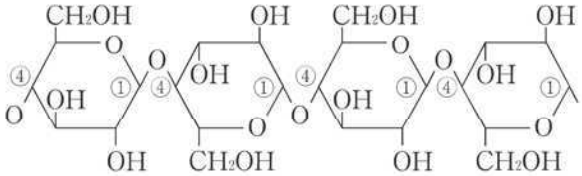
グリコーゲン



アミロペクチン

（3）セルロース

セルロースは植物の構成要素（細胞壁の主成分）であり，β-グルコースが縮合した直鎖状構造をしている。綿や麻などの植物繊維は，ほとんど純粋なセルロースからできている。セルロースの分子量は25万～160万に達する。水や希酸，希塩基水溶液には溶解しないが，硫酸銅（Ⅱ）を濃アンモニア水に溶かした水溶液（**シュワイツァー試薬**）には溶解する。



セルロース

木材を細片にして水に溶けやすい物質を除いたり，薬品で処理したりしてセルロース以外の物質を除いたものを**パルプ**という。パルプは紙やレーヨン（rayon：光 ray に因んでいる）の原料である。

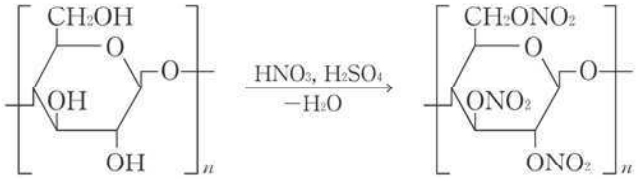
パルプに含まれているセルロースを一度溶かしだした後，再びセルロース繊維として利用することもある。これを再生繊維といい，次の２種類が有名である。

パルプ $\xrightarrow{\text{NaOH と } CS_2 \text{で処理}}$ ビスコース $\xrightarrow{\text{繊維状に再生}}$ **ビスコースレーヨン**

パルプ $\xrightarrow[H_2SO_4 \text{ 中}]{\text{シュワイツァー試薬に溶解後，再生}}$ **銅アンモニアレーヨン***

＊銅アンモニアレーヨンにはキュプラ，ベンベルグレーヨンなどがある。耐久力や耐磨耗性が大きく，優雅な光沢をもつ絹に似た繊維として用いられる。

セルロースは，グルコース1単位あたり3個のヒドロキシ基をもっているので，濃硝酸と濃硫酸の混合液を反応させると，**硝酸エステル**である**ニトロセルロース**になる。3個のヒドロキシ基がすべてエステル化されたトリニトロセルロースは火薬の原料となる。



また，セルロースは酢酸ともエステルをつくる。**酢酸エステルであるトリアセチルセルロース**はアセトンに溶けないが，モノおよびジアセチルセルロースはアセトンに溶ける。トリアセチルセルロースを一部加水分解し，アセトンに溶かしてからアセトンを蒸発させると，**アセテート繊維**（アセテートレーヨン）ができる。この繊維は，セルロースの基本骨格は変わらないが，そのヒドロキシ基の一部を変化させたもので，**半合成繊維**という。

$$(C_6H_7O_2(OH)_3)_n + 3n(CH_3CO)_2O \longrightarrow [C_6H_7O_2(OCOCH_3)_3]_n + 3nCH_3COOH$$

セルロース　　無水酢酸　　トリアセチルセルロース　　酢酸

■**確認問題　単糖類**

次の文章を読んで，あとの各問いに答えよ。

果実や動植物体中に存在するグルコースやフルクトースは，これ以上別の物質に加水分解されないので［ア］という。グルコースとフルクトースはともに分子式［イ］で表され，いずれも水によく溶け甘みがある。しかし，分子の構造や性質には少し違いがみられ，互いに［ウ］体の関係にある。

グルコースはふつう［エ］型の環状構造をとっているが，水に溶解するとその一部が［オ］構造を経て［カ］型の環状構造にもなり，３つの構造が一定の割合で混合した［キ］状態となっている。グルコースが還元性を示すのは，水溶液中で環状構造が開環して［オ］構造を生じ，その中に［ク］基が生成されるためである。

一方，フルクトースを水に溶かすと六員環構造と五員環構造（いずれも［エ］型と［カ］型が存在するので計４種の構造がある）と［オ］構造との間で［キ］状態となる。フルクトースの水溶液が還元性を示すのは，鎖状構造の中に含まれる２位の炭素が α-ヒドロキシカルボニル基として存在するために，［ケ］位の炭素が酸化されやすくなっているためである。

問１　文中の空欄［ア］～［ケ］に適当な語句，分子式，記号，数値を記入せよ。

問２　グルコースの［オ］構造と［カ］型の環状構造式を，下図にならって記せ。

問３　下線部の事実を証明する反応名を２つ書け。

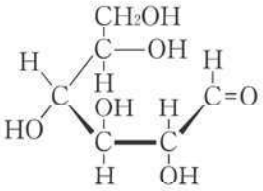
問４　スクロース 2.4g を完全に加水分解して得られる単糖類に，十分量のフェーリング液を加えて加熱すると，何 g の赤色沈殿が得られるか。ただし，単糖類 1 mol からは酸化銅(Ⅰ)が 1 mol 生成するものとし，原子量は，H=1.0，C=12，O=16，Cu=63.5 とする。

■**解答**

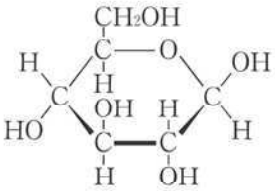
問１　ア　単糖　　イ　$C_6H_{12}O_6$　　ウ　異性　　エ　α　　オ　鎖状　　カ　β

キ　平衡　　ク　アルデヒド　　ケ　1

問２　オ



カ



問３　フェーリング液の還元反応，銀鏡反応

問４　2.0g

■解説

問4　スクロースはα-グルコースとβ-フルクトースからなる二糖であるから，スクロース1 molを完全に加水分解すると，グルコースとフルクトースが1 molずつ生じる（このグルコースとフルクトースの混合物を転化糖という）。よって，スクロース$C_{12}H_{22}O_{11}$（分子量342）2.4gを完全に加水分解したときに得られるグルコースとフルクトースの物質量の合計は

$$\frac{2.4}{342}\times 2\ [\mathrm{mol}]$$

である。一方，題意より，単糖1molからは酸化銅(Ⅰ) Cu_2O(式量143) が1mol生成するので，求める赤色沈殿Cu_2Oの質量は

$$\frac{2.4}{342}\times 2\times 143=2.00\ [\mathrm{g}]$$

問題

■演習

★★

【1】

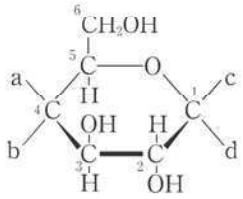
次の文章を読み，問いに答えよ。必要であれば，原子量として，次の値を用いよ。H=1.0，C=12.0，O=16.0

単糖２分子が１分子の［ア］を失い縮合した結合をグリコシド結合という。下図は，ある単糖の構造を炭素原子に番号をつけて示したもので，図中のＡの-OH基とＢの-OH基が縮合し，グリコシド結合すると二糖となる。

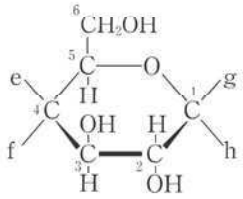
下図を例にすると，一般にグリコシド結合は，Ａがα-形の場合にはα-グリコシド結合，β-形の場合にはβ-グリコシド結合とよばれる。また，Ａの炭素原子１位とＢの炭素原子４位との間のグリコシド結合は1→4グリコシド結合と記述される。したがって，マルトース（麦芽糖）では，Ａがα-グルコースで，Ａの１位とＢの４位が結合しているのでα1→4グリコシド結合と表す。

グルコース２分子がβ1→4グリコシド結合した二糖は［イ］である。また，スクロース（ショ糖）は，グルコースと［ウ］がグリコシド結合した二糖である。

A



B



マルトースと［イ］は還元性を示すが，スクロースは還元性を示さない。マルトースが還元性を示すのは，Ｂの一部が［エ］構造をとり，その［オ］位の炭素が［カ］基となるためである。スクロースの構成単糖［ウ］はグルコースと同じ組成であるが，［エ］構造が異なり，［カ］基の代わりに［キ］基をもつ。スクロースが還元性を示さないのは，グルコースと［ウ］の還元性を示す部分が縮合によって形を変えるためで，スクロースを酵素［ク］で分解すると還元性を示すようになる。この加水分解で得られた単糖の混合物は［ケ］ともよばれる。また，糖類は，一般的に水に溶けやすく甘味をもつ。しかし，グルコース２分子がβ1→6結合したゲンチオビオースは甘くなく，むしろ苦味をもっている。このように同じグルコースからできた二糖でも，結合様式が違うと分子の性質は大きく異なる。糖加水分解酵素のあるものは，この結合様式の違いを厳密に識別することができる。

問１　文中の［　ア　］～［　ケ　］に最も適した語句又は数字を入れよ。

問２　α-グルコースおよびβ-グルコースでは，-OH 基は図中のａ～ｄのいずれかにある。該当するアルファベットを，それぞれすべて示せ。

問３　マルトースと［　イ　］は，それぞれＡのｃ，ｄのどれと，Ｂのｅ，ｆのどれが，グリコシド結合しているか。ｃ～ｆのうちで該当するものを，それぞれ示せ。

問４　３～10 個の単糖分子が縮合した糖類を，一般にオリゴ糖という。４個のグルコースからなるオリゴ糖の分子量はいくらか。また，このオリゴ糖 100g を酸で加水分解し，完全にアルコール発酵させると，何ｇのエタノールが生成するか。有効数字３桁で答えよ。

（九州大）

★★

【2】

次の文章を読み，問いに答えよ。必要であれば，原子量として次の値を用いよ。H：1.0，C：12.0，O：16.0，Cu：63.5

デンプンとセルロースはどちらも $(C_6H_{10}O_5)_n$ の分子式をもつ。デンプンは α-グルコースが［(あ)］した構造をもち，冷水には溶けにくく，熱湯には溶けて［(い)］になる。デンプンの成分にはアミロースとアミロペクチンの２種類がある。アミロースは α-グルコースが［(う)］につながった構造の分子からなるが，アミロペクチンは α-グルコースが［(え)］につながった構造の分子からなる。デンプンをアミラーゼで加水分解すると，①還元性を示す二糖である［(お)］になる。スクロース（ショ糖）も二糖であるが，還元性を示さない。

セルロースは β-グルコースが［(う)］に［(あ)］した構造をもつ多糖で，隣り合ったグルコースの六員環部分が，互いに上下逆転して結合している。平行に並んだ分子の間には，ヒドロキシ基による［(か)］が働くので，セルロースは丈夫な繊維になる。②セルロースに濃硝酸と濃硫酸の混合物を反応させると，ヒドロキシ基がエステル化されて硝酸エステルになり，ニトロセルロースが得られる。ニトロセルロースは，［(き)］として用いられる。また，③セルロースを無水酢酸でエステル化すると，トリアセチルセルロースができる。トリアセチルセルロースのエステル結合を部分的に加水分解して繊維にしたものをアセテートという。

問１　文中の［(あ)］，［(い)］，［(う)］，［(え)］，［(か)］，［(き)］に適当な語句を，［(お)］に適当な物質名を記せ。

問２　アミロペクチンの分子量を 8.1×10^6 とするとき，このアミロペクチンはおよそいくつのグルコース単位を含むか，有効数字２桁で答えよ。

問３　下線部①の二糖を定量する方法として，フェーリング液を加え，赤色沈殿を生成させる方法がある。5.13g の［(お)］を不完全に単糖に加水分解したものに，十分量のフェーリング液を加えて加熱すると，2.86g の赤色の沈殿が得られた。何 mol の［(お)］が加水分解されたか有効数字３桁で答えよ。ただし，還元糖 1mol から赤色沈殿 1mol が生じるものとする。

問４　スクロースが還元性を示さない理由を述べよ。

問５　下線部②でセルロース 3.24g を部分的に反応させたところ，5.24g のニトロセルロースが得られた。セルロースのヒドロキシ基のうち，何％が変換されたかを有効数字３桁で答えよ。ただし，セルロースの重合度 n は十分に大きいものとする。

問６　下線部③の反応式を書け。ただし，反応は完全に進んだものとする。セルロースは $[C_6H_7O_2(OH)_3]_n$ で表せ。

問７　43.2g のトリアセチルセルロースを得るには，セルロースは最低何 g 必要か。有効数字３桁で答えよ。

（横浜国立大　改）

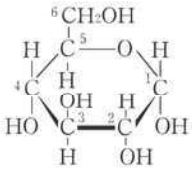
★★★

【3】

下の文章を読んで，問１～３に答えよ。必要ならば，原子量として以下の値を用いよ。

原子量　H：1.00　　C：12.0　　O：16.0

グルコースの各炭素原子に右記のように１～６までの番号を付ける。グルコースをヨウ化メチル（CH_3I）と反応させると，そのヒドロキシ基のすべてがメチル化されてメトキシ基（$-OCH_3$）となる。このメチル化されたグルコースを希硫酸で処理すると１位（C-1 位）のメトキシ基だけが加水分解される。多糖類のヒドロキシ基も同様の処理によってメチル化することができる。



α−グルコース

いまここに，六員環構造のグルコース単位からなり，分枝をもつ多糖類Ａがある。このすべてのヒドロキシ基をメチル化し，ついで希硫酸で処理してメチル化されたグルコースだけを得た。得られたものは，2，3，4，6 位，2，3，6 位，2，3 位のヒドロキシ基がメチル化されたものの３種だけで，それぞれの物質量比は 2：23：1 であった。この多糖類Ａに，ある酵素を作用させたところ，分岐点の結合だけが加水分解され，同じ結合様式からなるグルコースの直鎖状縮合物が得られた。その中から鎖長が最も長いものをとり，これを上と同様にメチル化し，ついで希硫酸で処理したところ，2，3，4，6 位のヒドロキシ基がメチル化されたグルコースが，物質量（mol 量）で 5.0％含まれていた。

問１　多糖類Ａ1 分子あたりに含まれるグルコース単位の数を求めよ。

問２　多糖類Ａの分子量を求め，有効数字３桁で答えよ。

問３　多糖類Ａの分子構造上，鎖長が最も長い直鎖状部分はグルコース単位が何個からなるかを答えよ。

（京都大　後期）

☆

【4】

次の文を読んで，問いに答えよ。ただし，原子量はH=1.0，C=12.0，O=16.0，Cu=63.5とする。

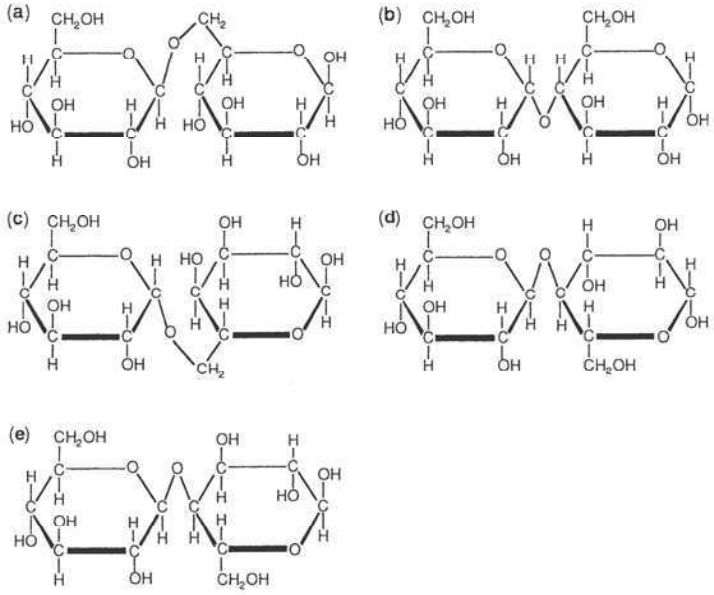
6種類の異なる化合物A，B，C，D，EおよびFがある。セルロースをセルラーゼによって加水分解すると，二糖類Aが生成する。同じく二糖類である化合物Bは，デンプンにアミラーゼを十分に作用させたときに得られる主生成物である。1 molの化合物AあるいはBを完全に加水分解すると，2 molの化合物Cを生じる。また，①1 molの化合物Dを完全に加水分解すると，化合物Cと化合物Eを各1 mol生成する。化合物Dは砂糖の主成分であり，その水溶液はフェーリング液を還元しない。②化合物Fはエステル結合を含んでおり，1 molの化合物Fを希酸により完全に加水分解すると，1 molの化合物Cと2 molの酢酸を生じる。

セルロースとアミロースは同じ化合物Cのポリマーであるが，アミロースのみが［ア］反応を示して濃青色を呈する。これは，セルロース分子が直線状の構造をとるのに対して，アミロース分子が［イ］状の構造をとるためである。また，セルロースは水に不溶であるが，これはセルロース分子どうしがヒドロキシ基を介して［ウ］結合をつくり，水分子を入り込ませないためである。しかし，セルロース分子内のヒドロキシ基の一部をエーテルにすると，分子間の［ウ］結合が一部消失するため，水に溶解するようになる。セルロースのヒドロキシ基の一部をメチルエーテルとしたメチルセルロースは，工業分野や医薬分野において，乳化剤や安定剤などとして用いられている。

ところで，重合度nのセルロースの分子量は，くり返し単位の分子量に基づいて$162.0n$と表される。同様に，重合度nのメチルセルロースXの場合，セルロースのくり返し単位あたりに含まれるメチルエーテルの個数をa〔個〕とすると，Xの分子量はaとnを用いて［エ］と表される。また，1 molのXに含まれる炭素の質量は［オ］gと表される。したがって，いまXの元素分析を行った結果，炭素の質量百分率が50.0%であったとすれば，aの値は［カ］と求められる。

問1　化合物B，DおよびEの名称を記入せよ。

問2　次ページの構造式(a)〜(e)のうち，化合物Aの構造として正しいものはどれか。記号で記入せよ。



問3　下線部①に関連する以下の問いに答えよ。

34.20g の化合物 D を 1L の水に溶解し，ある条件下でインベルターゼによる加水分解を行った。この反応液に十分な量のフェーリング液を作用させたところ，20.02g の赤色化合物が沈殿として得られた。この反応液における化合物 D の加水分解率は何 % か，小数点以下 1 桁まで記入せよ。なお，1 mol の単糖は 1 mol の赤色化合物の沈殿を生じるものとする。

問4　水溶液中の化合物 C は，図 1 に示す 3 通りの異性体の平衡混合物として存在する。しかし，環状構造の位置番号 1 の炭素原子上のヒドロキシ基がエーテル結合やエステル結合をつくると，図 1 のような相互変換ができなくなる。化合物 C と同様に，水溶液中で容易に相互変換の可能な異性体を 1 種類の化合物とみなすものとすると，下線部②の条件に適合する化合物 F は何種類存在するか。その数を記入せよ。なお，化合物 C の環状構造として図 1 に示したもの以外（五員環構造など）は考慮しないものとする。

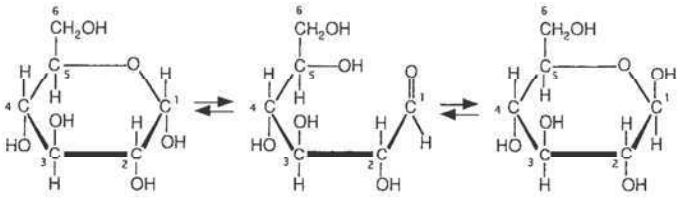


図 1

問5　[ア] ～ [ウ] に適切な語句を記入せよ。

問6　[エ] および [オ] に適切な数式を記入せよ。また，[カ] に適切な数値を小数点以下 1 桁まで記入せよ。

（京都大）

添削課題

次の各問に答えよ。必要があれば，次の数値を用いよ。また，構造式は次の例にならって解答せよ。原子量：H＝1.0，C＝12.0，N＝14.0，O＝16.0

（例）

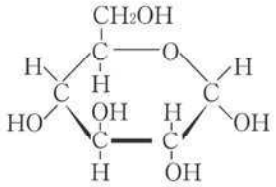


図1に α-グルコース，図2に β-フルクトースの構造を示す。ただし，各炭素原子の位置を示す番号（①～⑫）は問5で用いる。

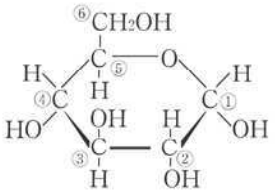


図1

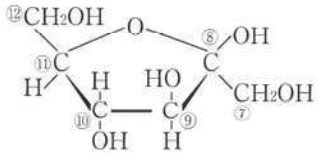


図2

問1　二糖類であるスクロース（ショ糖）の構造式を書け。

問2　グルコースやフルクトースの水溶液は還元性を示すが，スクロースの水溶液は還元性を示さない。この理由を80字以内で書け。

問3　（ア）～（キ）の食品や炭水化物に主に含まれる糖類のうち，構成単糖類としてフルクトースを含むものを二つ選んで記号で答えよ。

（ア）　水あめ　　（イ）　寒天　　（ウ）　乳汁　　（エ）　はちみつ

（オ）　転化糖　　（カ）　麦芽糖　　（キ）　デキストリン

問4　スクロース684gを溶かした水溶液に酵素を加えてアルコール発酵させた。スクロースの加水分解と生じた単糖類の発酵が完全に進行したとすると，得られるエタノールは何gか。有効数字3桁で求めよ。計算過程も示すこと。

問5　デンプンの成分であるアミロースとアミロペクチンは構造に大きな相違点があり，アミロペクチンは特有のグリコシド結合（エーテル結合）をもつ。このグリコシド結合を形成する炭素原子を二つ選んで，図中の番号（①～⑫）で答えよ。

問6　セルロースに濃硝酸と濃硫酸の混合物（混酸）を反応させると，トリニトロセルロースを生じる。この化学反応式を書け。ただし，セルロースは $[C_6H_7O_2(OH)_3]_n$ で表すこと。

問7　セルロースを完全にトリニトロセルロースにしたところ59.4gになった。用いたセルロースの質量を有効数字3桁で求めよ。計算過程も示すこと。ただし，セルロースの分子量はグルコースの分子量に比べて十分に大きいものとする。

（千葉大　後期）

体験授業をご受講いただく皆さんへ

体験授業をお申し込みいただきありがとうございます。
Ｚ会の教室の授業は、学力を効果的に上げていくためのカリキュラム・内容となっております。
次回以降もぜひ継続して受講することをおすすめします。

《体験授業後の流れ》

お申し込み方法

引き続き継続して受講される場合は、各教室窓口・お電話でお申し込みが可能です。
※体験授業終了直後に窓口で申し込んでお帰りになることもできます。
※認定が必要な講座をご希望の方はテストを受験していただく場合があります。
※予習が必要な講座は次回までの予習がありますので、余裕を持ってお申し込みください。
※本科授業は、「**クラス授業**」「**映像授業**」が選べます。
※映像授業の体験も承ります。一部の講座では映像授業のご用意がありません。予めご了承ください。

通話料無料 **0120-2828-76** 月曜日～土曜日 12:00～20:00（休室日を除く）

各教室電話番号
月曜日～土曜日 14:00～21:00（休室日を除く）

御茶ノ水教室	03-5296-2828	池袋教室	03-5985-2828
渋谷教室	03-5774-2828	横浜教室	045-313-2828
新宿教室	03-5304-2828	葛西教室	03-5878-0844

お申し込み後の流れ

お申し込みから１週間以内に手続書類（入会書類、お支払いについて、会員証など）をお送りします。
※受講料のお支払い期日が次回授業よりも後の場合でも、次回授業へのご参加は可能です。
※体験授業後にご受講いただく場合、「Z会の教室」では「月度」単位で受講料を請求させていただいているため、体験授業分も受講料をご請求する場合があります。くわしくは教室スタッフまでお問い合わせください。

→ お申し込み後、テキストを各教室窓口にてお受け取りください。

※葛西教室にて高1・高2講座・受験講座、
Z会進学教室大学受験部立川教室にて高1・高2・受験生講座を開講しております。

講座選択に迷ったら…

学習相談は随時承っています。お電話でのご相談も可能です。
受講に際して不明点、不安な点がある方は、各教室の窓口、または上記番号までお気軽にお問い合わせください。

Ｚ会の教室の受講サポート　―万全のシステムで効果的な学習をサポートします―

1. 講師への質問

授業前後の時間や休み時間を利用して、担当講師に直接質問をすることができます。
疑問点をそのままにすることなく、その場で解消することができます。

2. 振替受講

本科のクラス授業で欠席する回の授業を、同一週・同一講座の他のクラスで振替受講することができます。
他教室への振替、映像授業（教室・自宅での受講）への振替も可能です。前日までに各教室窓口、お電話にてお申し出下さい。
※振替手続は一週前の月曜から可能です。

3. 進路・学習・入試相談

各教室の学習アドバイザーが皆さんのご相談を随時承っています。

4. 自習室

本科生の方は休室日を除いて、全教室の自習室をいつでもご利用いただけます。