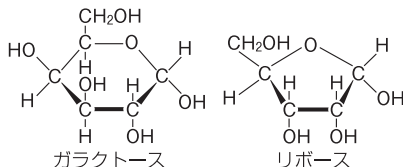


糖類

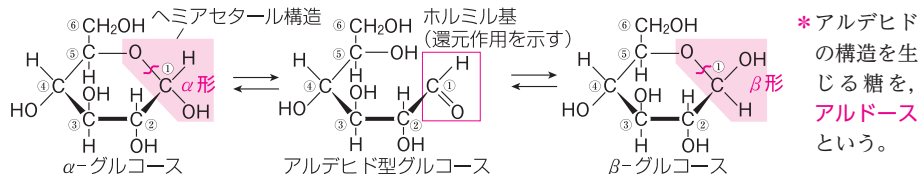
1 単糖

それ以上加水分解されない糖。無色の結晶で甘みがあり、還元作用を示す(銀鏡反応、フェーリング液の還元)。

ヘキソース(六炭糖) C ₆ H ₁₂ O ₆	グルコース, フルクトース ガラクトース
ペントース(五炭糖) C ₅ H ₁₀ O ₅	リボース, キシロース デオキシリボース (分子式は C ₅ H ₁₀ O ₄)



- ①グルコース(ブドウ糖) ①動植物体内に存在 ②水溶液中で、α型、アルデヒド型^{*}、β型が平衡状態にある ③還元作用を示す ④結晶はα型

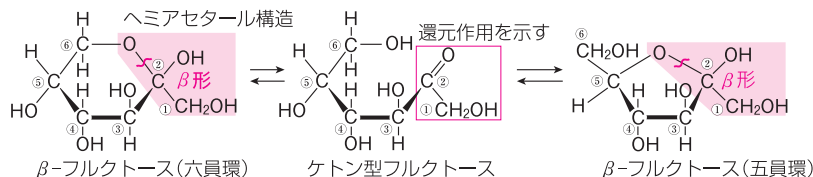


^{*}アルデヒドの構造を生じる糖を、アルドースという。

●アルコール発酵 酵母中の酵素の混合物チマーゼの作用でエタノールを生成。



- ②フルクトース(果糖) ①果実、ハチミツ中に存在し、最も甘みが強い
②水溶液中で、2種類の環状構造(α型、β型)とケトン型の5種類が平衡状態にある
③還元作用を示す ④結晶はβ型 ^{*}ケトンの構造を生じる糖を、ケトースという。



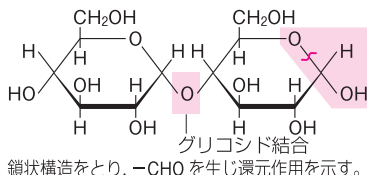
注 六員環をもつ糖をピラノース、五員環をもつ糖をフラノースという。

- ③ガラクトース 寒天やラクトース(乳糖)の加水分解で得られる。

2 二糖 C₁₂H₂₂O₁₁

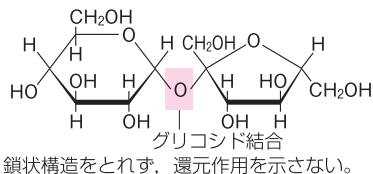
2分子の単糖が脱水縮合した構造の糖。無色の結晶で、甘みをもつ。

- ①マルトース(麦芽糖) ①麦芽に含まれ、水あめの主成分 ②還元作用を示す
③α-グルコース2分子が縮合した構造で、希硫酸や酵素マルターゼで加水分解される
④デンプンを酵素アミラーゼで加水分解して得られる $2(C_6H_{10}O_5)_n + nH_2O \longrightarrow nC_{12}H_{22}O_{11}$



鎖状構造をとり、-CHOを生じ還元作用を示す。

- ②スクロース(ショ糖)** ①サトウキビやテンサイ中に存在。砂糖として利用 ②還元作用を示さない ③ α -グルコースと β -フルクトースが縮合した構造で、希硫酸や酵素**インベルターゼ**、**スクラーゼ**などで加水分解される



●**転化糖** スクロースの加水分解で得られるグルコースとフルクトースの混合物。甘みが強く、還元作用を示す。

- ③ラクトース(乳糖)** ①母乳や牛乳中に存在 ②還元作用を示す ③ α -グルコースと β -ガラクトースが縮合した構造で、希硫酸や酵素**ラクターゼ**で加水分解される

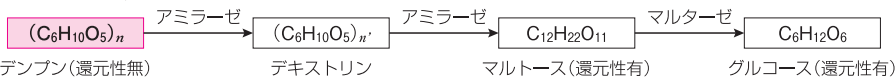
- ④セロビオース** β -グルコース2分子が縮合した構造をもち、酵素**セロビアアゼ**で加水分解される。 **注** 二糖にはトレハロースもあり、これは還元作用を示さない。

③ 多糖($C_6H_{10}O_5$)_n

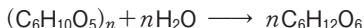
多数の単糖が脱水縮合した構造の天然高分子。還元作用を示さない。

- ①デンプン** 多数の α -グルコースが縮合した構造で、分子はらせん状。

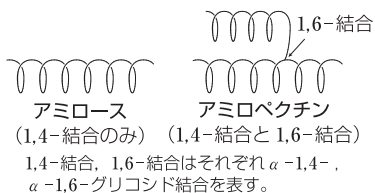
- ①デンプンは熱水に溶け、コロイド溶液(親水コロイド)となる
 ②ヨウ素液で濃青色~赤紫色(**ヨウ素デンプン反応**:ヨウ素分子 I_2 や三ヨウ化物イオン I_3^- などがデンプンのらせん構造内に入りこみ呈色する)
 ③デンプンは、希硫酸や酵素によってグルコースに加水分解される



●**デンプンの加水分解(希硫酸)**



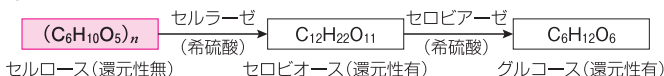
- (a) **アミロース**… α -1,4-グリコシド結合だけで連なった直鎖状構造で、熱水に溶けやすい。
 (b) **アミロペクチン**… α -1,6-グリコシド結合による枝分かれ構造をもち、熱水に溶けにくい。



- ②グリコーゲン** ①動物の筋肉や肝臓に存在 ②グルコースに分解され、エネルギー源になる

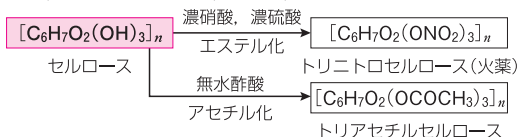
- ③セルロース** ①植物の細胞壁の主成分 ②多数の β -グルコースが縮合し、 β -1,4-グリコシド結合で連なった繊維状構造 ③ヨウ素デンプン反応を示さない

④希硫酸や酵素で加水分解される



●**セルロースのエステル化**

分子内のヒドロキシ基がエステル化される。



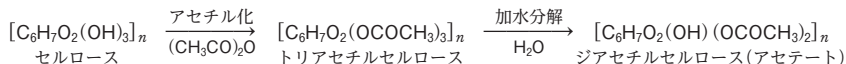
4 再生繊維と半合成繊維

①再生繊維 吸湿性があり，光沢を示す。

① $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]^{2+}$ を含む。

銅アンモニアレーヨン	セルロースをシュワイツァー試薬①に溶かしたのち，希硫酸中で繊維に再生。
ビスコースレーヨン	セルロースを水酸化ナトリウムと二硫化炭素でビスコースにしたのち，希硫酸中で繊維に再生。

②半合成繊維 次の反応で得られるアセテートには吸湿性があり，光沢を示す。



➤プロセス➤ 次の文中の()に適当な語句，数値，分子式を入れよ。

- それ以上加水分解されない糖を(ア)といい，炭素原子(イ)個からなるヘキソースや5個からなるペントースがあり，いずれもフェーリング液を(ウ)する。
- マルトース，スクロース，ラクトースは，いずれも分子式(エ)で表され，加水分解すると1分子から単糖(オ)分子を生じる。
- デンプンやセルロースなどの天然高分子化合物は(カ)とよばれ，多数の単糖が縮合した構造をもつ。直鎖状構造のデンプンを特に(キ)という。
- デンプンを酵素アミラーゼで加水分解すると二糖の(ク)を生じ，これをさらに酵素(ケ)で加水分解すると(コ)になる。
- セルロースに無水酢酸を作用させてアセチル化したのち，生成物を加水分解し，ジアセチルセルロースにした繊維は(サ)とよばれる。(サ)は(シ)繊維に分類される。

プロセスの解答

(ア) 単糖 (イ) 6 (ウ) 還元 (エ) $\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}$ (オ) 2 (カ) 多糖 (キ) アミロース
(ク) マルトース (ケ) マルターゼ (コ) グルコース (サ) アセテート (シ) 半合成

基本例題54 糖

➡問題 508・509・510・514

次の各糖について，下の各問いに答えよ。

アミロース グルコース マルトース リボース
セルロース スクロース

- ペントース(五炭糖)に属する単糖を選び，名称と分子式を記せ。
- 銀鏡反応を示す二糖を選び，名称と分子式を記せ。
- ヨウ素液で青紫色を呈する多糖を選び，名称と分子式を記せ。

考え方

- ・単糖…グルコース，リボース
 - ・二糖…マルトース，スクロース
 - ・多糖…アミロース，セルロース
- (2) マルトースは還元作用を示すが，スクロースは還元作用を示さない。

- (3) アミロースはデンプンの1種であり，ヨウ素液で青紫色に呈色する(ヨウ素デンプン反応)。

解答

- (1) リボース $\text{C}_5\text{H}_{10}\text{O}_5$
- (2) マルトース $\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}$
- (3) アミロース $(\text{C}_6\text{H}_{10}\text{O}_5)_n$



基 本 問 題

〔知識〕

508. 糖の分類 ● 次の文中の()に適する語句を下から選び、番号で答えよ。

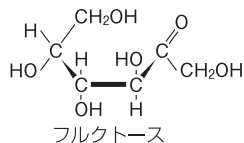
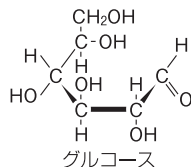
糖は、単糖、二糖、多糖などに分類され、一般式 $C_mH_{2n}O_n$ で表される。それ以上加水分解されない糖を単糖といい、含まれる炭素原子が6個のものを(ア)、5個のものを(イ)とよんで区別される。単糖2分子が脱水縮合した構造の糖を二糖といい、(ウ)や(エ)がある。また、デンプンは、多数の(オ)が脱水縮合した構造をしており、多糖に分類される。デンプンには枝分かれ構造をもつ(カ)などがある。

- ① α -グルコース ② β -グルコース ③ ヘキソース ④ スクロース
⑤ アミロース ⑥ ペントース ⑦ アミロペクチン ⑧ マルトース

〔知識〕

509. 単糖 ● 次の文を読み、下の各問いに答えよ。

グルコースやフルクトースなどの単糖は、同じ分子式(ア)で示される。これらの単糖は、いずれも水に溶けやすく、水溶液中では(イ)構造のほかに、図のような鎖状構造をもつ分子がそれぞれ存在する。このため、グルコースもフルクトースも(ウ)作用を示す。すなわち、アンモニア性硝酸銀水溶液から銀を析出させる(エ)反応や、フェーリング液から(オ)色の酸化銅(I)を析出させる反応などがみられる。

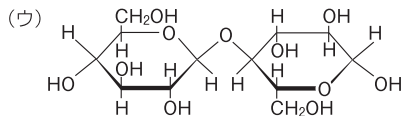
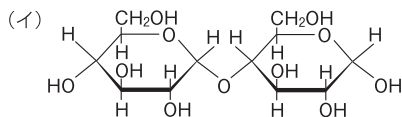
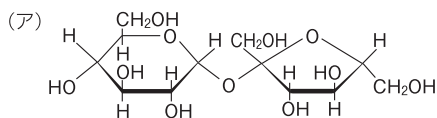


- (1) 文中の()に適切な分子式や語句を入れよ。
 (2) グルコースおよびフルクトースが、下線部のような性質を示すのは、図中のどの原子団にもとづくか。次の①~⑤からそれぞれ選び、番号で答えよ。
- ① $-OH$ ② $-CH_2OH$ ③ $-CHO$ ④ $>CO$ ⑤ $-CO-CH_2OH$

〔知識〕

510. 二糖の構造と性質 ● (ア)~(ウ)の二糖に関して、次の各問いに答えよ。

- (1) 各糖の名称を下から選べ。
 ① マルトース ② ラクトース
 ③ スクロース ④ セロビオース
- (2) 次の性質をもつ糖をそれぞれ選び、(ア)~(ウ)の記号で示せ。
 ① 水あめに含まれる。
 ② フェーリング液を還元しない。
 ③ セルロースの加水分解で生じる。
 ④ 加水分解するとフルクトースを生じる。



知識

511. 二糖 ● 次の記述について、誤っているものを2つ選び、番号で答えよ。

- (ア) 二糖は単糖2分子からなり、その分子式は $C_{12}H_{24}O_{12}$ である。
- (イ) マルトースとスクロースは、互いに異性体の関係にある。
- (ウ) ラクトースは還元作用を示さない。
- (エ) ラクトースを加水分解すると、ガラクトースが得られる。
- (オ) マルトースもセロビオースも、加水分解によってグルコースを生じる。

知識

512. グルコースとマルトース ● 次の文を読み、下の各問いに答えよ。

デンプン ($C_6H_{10}O_5$)_n を希硫酸で加水分解するとグルコースを生じる。グルコースに酵母菌を加えると、^(a) 酵素の混合物が作用して ^① エタノールを生じる。

一方、デンプンを ^(b) 酵素で加水分解するとマルトースが得られる。マルトースに別の ^(c) 酵素を作用させると、^② 加水分解がおこりグルコースを生じる。

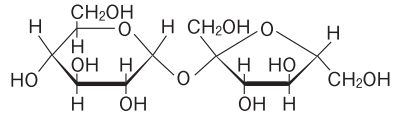
- (1) 下線部(a)～(c)の酵素名を記せ。
- (2) 下線部①の変化を化学反応式で記せ。また、この反応は何というか。
- (3) 下線部②の変化を化学反応式で記せ。

知識

513. スクロース ● 次の文を読み、下の各問いに答えよ。

スクロースは、図に示すような単糖2分子が脱水縮合した構造をもつ二糖である。

スクロース水溶液を希硫酸で加水分解すると、2種類の単糖を含む混合物が得られる。



- (1) スクロースを比較的多く含む植物の名称を1つ記せ。
- (2) スクロース分子中で、縮合で生じた結合—O—を、特に何結合とよぶか。
- (3) スクロースの加水分解を表す化学反応式を記せ。また、このとき生じる2種類の単糖の名称およびその混合物の名称をそれぞれ記せ。
- (4) 下線部のスクロースおよび混合物の還元作用の有無を、それぞれ答えよ。

知識

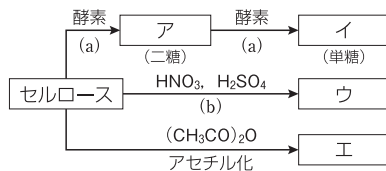
514. デンプン ● 次の文中の()に適切な語句を入れよ。

デンプンは、多数の(ア)が脱水縮合した構造で、長い鎖状の分子である。デンプン分子には、(ア)が α -1,4-グリコシド結合で連なった直鎖状構造の(イ)と、(ウ)結合による枝分かれ構造をもつ(エ)があり、前者は熱水に溶けやすい。デンプン水溶液は、横から強い光をあてると光の通路が輝いて見える(オ)現象が見られるので、(カ)溶液になっていることがわかる。また、デンプン水溶液に少量のヨウ素液を加えると(キ)色になる。この呈色反応は、デンプン分子の(ク)構造の内部に、ヨウ素が I_2 や I_3^- などの形で取り込まれることでおこり、(ケ)反応とよばれる。

デンプン水溶液を酵素アミラーゼで加水分解すると、(コ)とよばれる高分子を経て、二糖の(サ)を生じる。

知識

515. セルロース ● 図にセルロースの化学変化を示す。図中の□には物質名, (a), (b)には反応名を記せ。



知識

516. 再生繊維と半合成繊維 ● 次の文中の()に適切な語句, 物質名を記せ。

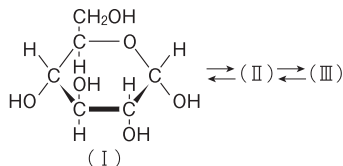
木材から得られるセルロースを, シュワイツァー試薬に溶解し, 希硫酸中に押し出して繊維にしたものが(ア)レーヨンである。この繊維はもとのセルロースと同じ構造をしており, (イ)繊維に分類される。

これに対して, セルロースに(ウ), 酢酸および濃硫酸を作用させると(エ)が得られる。この(エ)の構造の一部を変化させて得られるジアセチルセルロースが繊維として利用される。この繊維はもとのセルロースの構造の一部が変化しており, (オ)繊維に分類される。

発展例題42 デンプンの加水分解

→問題 517

デンプンは, アミラーゼで加水分解されてマルトースを生じ, マルトースはマルターゼでグルコースになる。グルコースは, 水溶液中では, α -グルコース(I)が鎖状の(II)を経て(III)になり, これらが平衡状態にある。



- (1) 下線部の変化を化学反応式で表せ。
- (2) (II), (III)の構造式を(I)にならってそれぞれ記せ。
- (3) デンプン 32.4g をすべてマルトースにすると, 生じるマルトースは何gか。

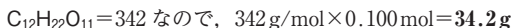
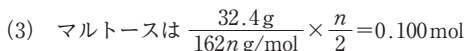
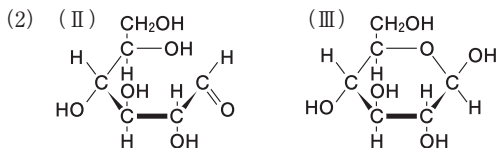
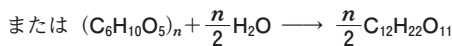
考え方

- (3) デンプン $(C_6H_{10}O_5)_n$ の分子量が $162n$ なので, モル質量は $162n \text{ g/mol}$ となり, デンプン $w \text{ [g]}$ の物質量は,

$$\frac{w \text{ [g]}}{162n \text{ g/mol}}$$

である。反応式から, デンプン 2 mol からマルトース $n \text{ mol}$ が生成することがわかる。

解答



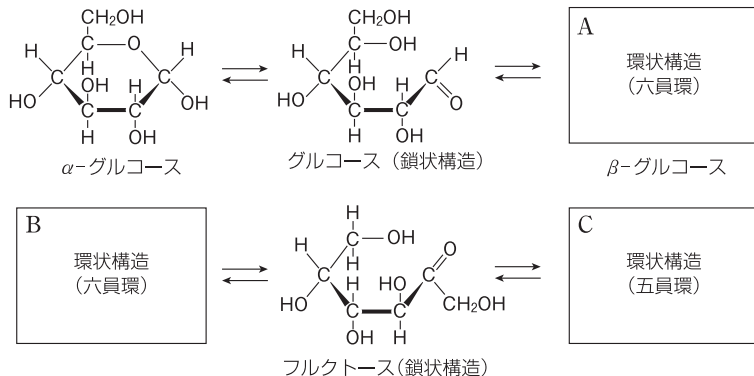
例題
解説動画

発展問題

思考

517. 単糖の構造と性質 次の各問いに答えよ。

- (1) グルコースおよびフルクトースでは、水溶液中で環状構造と鎖状構造の異性体が平衡状態で存在する。図のA～Cに該当する構造式を他にならって記せ。ただし、BとCの構造式では α 型、 β 型のいずれか一方を記せばよい。



- (2) グルコースとフルクトースの鎖状構造において、還元性を示す原因となる構造は何か。該当する構造を式で表せ。 (17 新潟大 改)

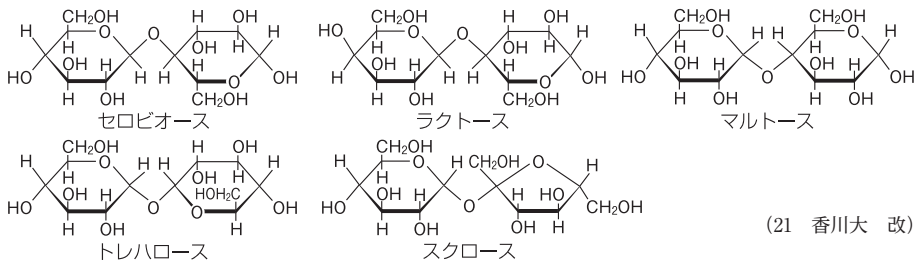
思考

518. 二糖の性質 二糖の種類を調べるための実験を行った。A～Eの試験管には、それぞれ1種類ずつの二糖を含む水溶液が入っている。実験1～3の結果から、A～Eのそれぞれに該当する二糖を下の選択肢から選び、名称で答えよ。

実験1 A～Eの水溶液にフェーリング液を加えて加熱したところ、A～Cの水溶液からは赤色沈殿が生じることがわかった。

実験2 A～Eを希酸で加水分解したところ、A、C、Eは2分子のグルコースで構成される二糖であることがわかった。

実験3 A～Eの水溶液にマルターゼを加え、温和な条件で反応させた。反応液にフェーリング液を加えて加熱したところ、Cの反応液からはAとBの反応液の2倍の量の赤色沈殿が生じることがわかった。



(21 香川大 改)

思考

519. 二糖の構造と性質 糖類は、それ以上加水分解できない単糖、2つの単糖が脱水(ア)した二糖、多数の単糖が(ア)して連なった多糖に分類される。たとえば、スクロース、ラクトース、マルトースは二糖であり、アミロースとグリコーゲンは多糖である。スクロースを、酵素(イ)を用いて加水分解すると、(ウ)と(エ)の等量混合物になる。この等量混合物を(オ)という。スクロース水溶液はフェーリング液と反応しないが、(オ)は反応して酸化銅(I)の(カ)色沈殿を生じる。

- (1) 文中の()に適する語句を記せ。
- (2) 文中の下線の物質を検出する反応名を記せ。
- (3) 分子量が 2.43×10^5 のアミロース中のグルコース単位の個数はいくらか。
- (4) スクロース1.71gを水に溶かし、酵素を用いて加水分解した。この反応液に過剰のフェーリング液を加えて反応させたところ、酸化銅(I)の沈殿が0.409g生じた。1molの単糖から1molの酸化銅(I)が生成するものとして、スクロースの何%が加水分解されたかを求めよ。(11 岩手医科大 改)

思考

520. 多糖の構造 植物は α -グルコースからなる高分子である(ア)を、養分として根や茎に貯蔵する。(ア)には、比較的分子量が小さく直鎖状の構造をもつ(イ)と、分子量が大きく枝分かれの多い(ウ)が混在する。(イ)と(ウ)の直鎖状の部分では、隣り合った α -グルコースがC1原子とC4原子に結合している(エ)基どうしで脱水縮合しており、(ウ)の分枝の部分では、さらにC1原子と[a]原子の(エ)基どうしでも脱水縮合している。一方、 β -グルコースがC1原子とC4原子の(エ)基どうしで脱水縮合してできた高分子が(オ)で、植物の構造を支える(カ)の主成分である。(オ)の平行に並んだ鎖は、分子間の(キ)結合によって束ねられている。

- (1) 文中の(ア)~(キ)に適する語句または記号を記せ。
- (2) 文中の[a]にあてはまる記号を選び、番号で示せ。

① C1 ② C2 ③ C3 ④ C4 ⑤ C5 ⑥ C6

(11 青山学院大 改)

思考

521. 半合成繊維 次の文中の()に適する語句や化学式を入れ、下の問いに答えよ。

セルロースの示性式は $[C_6H_7O_2(OH)_3]_n$ と表される。セルロースに無水酢酸、酢酸、濃硫酸(触媒)を反応させると、ヒドロキシ基がアセチル化されたトリアセチルセルロース $[C_6H_7O_2(ア)]_n$ が得られ、これを部分的に加水分解し繊維状にしたものが(イ)繊維である。また、セルロースに濃硫酸と濃硝酸の混合物を反応させると、ヒドロキシ基の一部がエステル化された生成物が得られる。ヒドロキシ基のすべてをエステル化すると、トリニトロセルロース $[C_6H_7O_2(ウ)]_n$ が得られ、無煙火薬の原料となる。

- (問) 文中の下線部の反応によってセルロース(分子量 $162n$)27gをトリアセチルセルロースにするのに必要な最少量の無水酢酸(分子量102)は何gか。整数値で求めよ。

(20 立命館大 改)