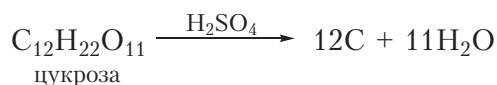


§ 40. Вугляводы. Глюкоза

Арганічныя злучэнні, якія адносяцца да класа вугляводаў, шырока распаўсюджаны ў прыродзе. Яны змяшчаюцца ў жывых арганізмах. З многімі з іх мы часта сустракаемся ў паўсядзённым жыцці, гэта добра вядомыя ўсім цукроза (звычайны цукар), глюкоза, крухмал.

Састаў большасці вугляводаў адпавядае агульнай формуле $C_n(H_2O)_m$. Канцэнтраваная серная кіслата, з'яўляючыся моцным водааднімаючым сродкам, здольна аднімаць ваду ад малекул вугляводаў. Прывядзём схему рэакцыі, якая працякае, пры дзеянні канцэнтраванай сернай кіслаты на цукрозу:



Дадзеную рэакцыю можна правесці наступным чынам. У вузкую хімічную шклянку змяшчаюць 4–5 г цукровай пудры. Потым у шклянку дабаўляюць прыкладна 10 см³ канцэнтраванай сернай кіслаты і змесціва перамешваюць шклянкой палачкай. Праз кароткі час змесціва шклянкі цямнее, потым чарнее і ператвараецца ў «чорную змяю», якая выпаўзае са шклянкі. «Змяя» ўяўляе сабой вугаль, утварыліся парамі вады, якія вылучаюцца.

Нагледзячы на тое, што састаў многіх вугляводаў падпарадкоўваецца агульнай формуле $C_n(H_2O)_m$ і яны асмальваюцца пры дзеянні моцных водааднімаючых сродкаў, вугляводы не з'яўляюцца гідратамі вугляроду, гэта значыць не з'яўляюцца злучэннямі вугляроду з вадой.

Разгледзім будову і ўласцівасці аднаго з прадстаўнікоў класа вугляводаў — *глюкозы*.

Глюкоза — бясколернае крышталічнае рэчыва, добра растваральнае ў вадзе, салодкае на смак. Малекулярная формула глюкозы — $C_6H_{12}O_6$. Формулу можна прадставіць як $C_6(H_2O)_6$, гэта значыць яна адпавядае агульнай формуле $C_n(H_2O)_m$ пры $n = m = 6$.

Паспрабуем цяпер вызначыць, якія функцыянальныя групы змяшчаюцца ў малекуле глюкозы. Добрая растваральнасць глюкозы ў вадзе можа быць звязана з наяўнасцю ў малекуле гідраксільных груп (успомнім, што мнагатамныя спірты этыленгліколь і гліцэрына неабмежавана змешваюцца з вадой). Праверым, ці ўступае глюкоза ў якасную рэакцыю на мнагатамныя



Відэа 40.1.

Дэгідратацыя цукрозы

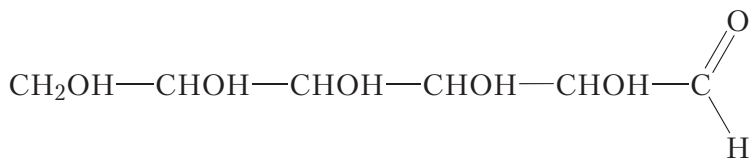
спірты. У прабірку нальём $1-2 \text{ см}^3$ раствору шчолачы, потым крыху раствору сульфату медзі(II). Пры гэтым выпадае блакітны асадак гідраксиду медзі(II):



Потым у прабірку з асадкам дабавім водны раствор глюкозы. Пры гэтым гідраксід медзі(II) раствараецца і ўтвараецца празрысты раствор васількова-сіняга колеру. Растварэнне гідраксиду медзі(II) пры ўзаемадзеянні з глюкозай адбываецца з прычыны ўтварэння растварымага ў вадзе комплекснага злучэння, падобна таму, як гэта адбывалася ў выпадку гліцэрыны (відэа 25.1, с. 147). Дослед даказвае, што ў малекуле глюкозы маецца некалькі гідраксільных груп. Устаноўлена, што малекула глюкозы $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$ змяшчае пяць гідраксільных груп. Тады шосты атам кіслароду ўваходзіць у састаў другой функцыянальнай групы. Можна меркаваць, што гэтай функцыянальнай групай з'яўляецца альдэгідная група.

Праверым, ці ўступае глюкоза ў якасныя рэакцыі на альдэгідную групу. У прабірку змесцім $1-2 \text{ см}^3$ раствору глюкозы, потым дабавім прыкладна столькі ж аміячнага раствору аксиду серабра і нагрэем сумесь. Праз некаторы час сценкі прабіркі пакрыюцца тонкім слоём серабра. Рэакцыя «сярэбранага люстра» з'яўляецца якаснай рэакцыяй на альдэгідную групу, такім чынам у малекуле глюкозы маецца альдэгідная група (відэа 30.1, с. 170).

Значыць, глюкоза з'яўляецца адначасова мнагаатамным спіртам і альдэгідам. Структурная формула глюкозы:

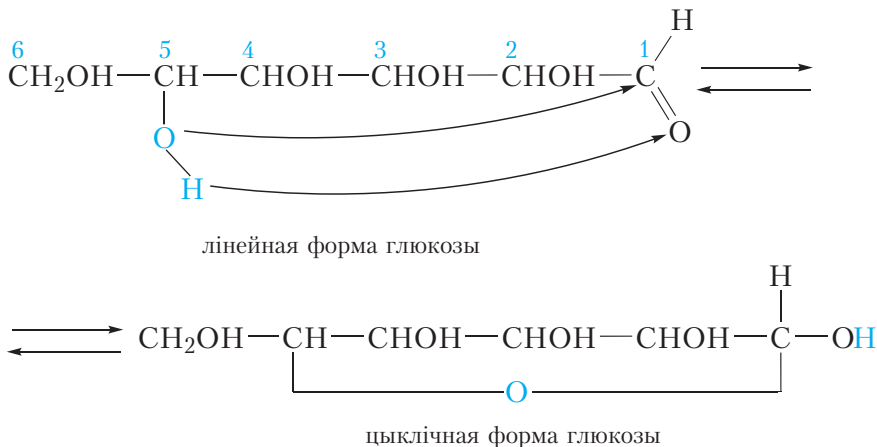


Прадстаўленая форма называецца лінейнай формай глюкозы. Устаноўлена, што ў водным раствору глюкозы, акрамя лінейнай формы, прысутнічаюць таксама цыклічныя формы глюкозы.

Цыклічныя формы глюкозы

Уласцівасць малекулы глюкозы замыкацца ў цыкл абумоўлена прысутнасцю ў ёй рэакцыйназдольных функцыянальных груп — гідраксільнай

і альдэгіднай, здольных узаемадзейнічаць адна з адной. Мы ўжо ведаем, што для альдэгідаў характэрны рэакцыі далучэння па двайной сувязі $C=O$. На схеме паказана, як такая рэакцыя працякае ў малекуле глюкозы:



Са схемы бачна, што з альдэгіднай групай узаемадзейнічае гідраксіл, злучаны з пятым атамам вугляроду. Пры гэтым π -сувязь паміж атамамі вугляроду і кіслароду альдэгіднай групы разрываецца, да атама вугляроду далучаецца атам кіслароду гідраксільнай групы, утвараючы цыкл, які складаецца з шасці атамаў (пяці атамаў вугляроду і аднаго атама кіслароду). Да атама кіслароду альдэгіднай групы далучаецца атам вадароду гідраксільнай групы. У выніку ўтвараецца цыклічная форма глюкозы.

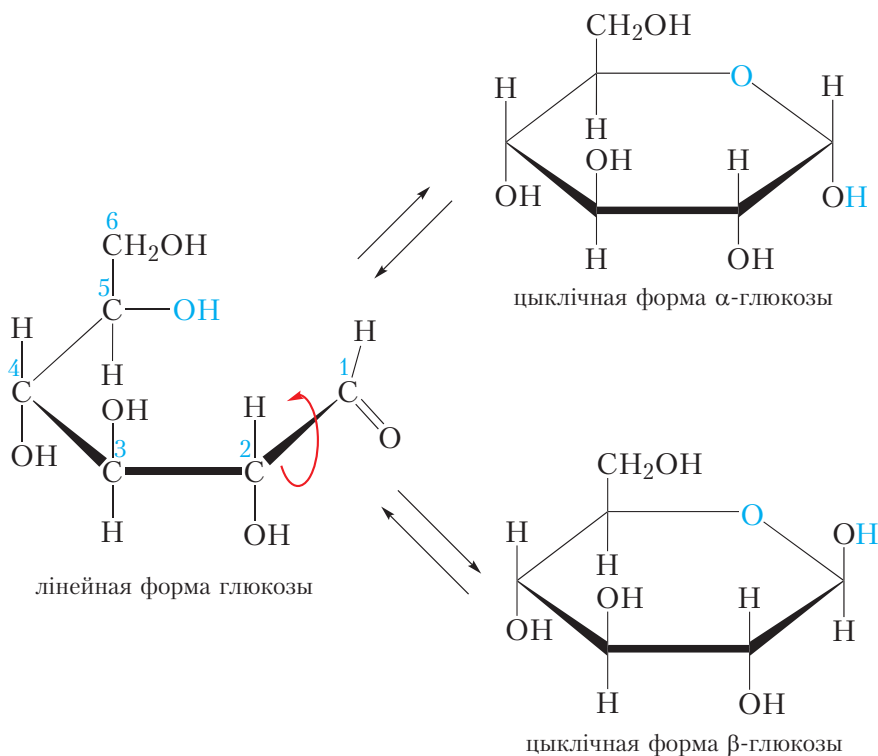
У цыклічнай форме глюкозы, як і ў лінейнай форме, маецца пяць гідраксільных груп. У той жа час у цыклічнай форме глюкозы няма альдэгіднай групы.

Працэс цыклізацыі абарачальны. Таму ў водным раствору глюкозы адначасова змяшчаюцца і лінейная, і цыклічныя формы.

Прыведзеная схема цыклізацыі глюкозы наглядна паказвае, за кошт узаемадзеяння якіх атамаў малекулы адбываецца ўтварэнне цыклу. Разгледзім цяпер прасторавае размяшчэнне атамаў у цыклічнай форме глюкозы. Для гэтага прадставім працэс унутрымалекулярнай цыклізацыі больш дэталёва.

За кошт вярчэння вакол адзінарных сувязей $C-C$ вугляродны ланцуг лінейнай формы глюкозы можа прымаць розныя прасторавыя формы

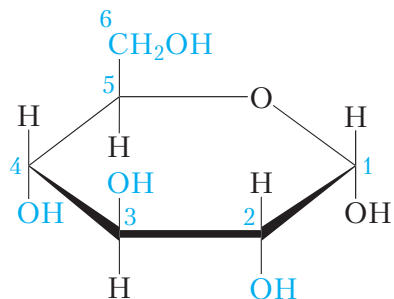
(§ 7, лабараторны дослед 1, с. 43). У адной з такіх форм гідраксільная група пятага атама вугляроду аказваецца прасторава збліжанай з альдэгіднай групай:



Мал. 40.1. Схема ўнутрымалекулярнай цыклізацыі глюкозы

Са схемы відаць, што цыклізацыя можа адбыцца або ў момант, калі атам кіслароду альдэгіднай групы знаходзіцца ўнізе, або ў момант, калі за кошт вярчэння вакол сувязі C1—C2 альдэгідная група развернецца на 180° і атам кіслароду альдэгіднай групы апынецца ўверсе. У залежнасці ад гэтага пры цыклізацыі глюкозы могуць утварыцца дзве цыклічныя формы (α - і β -), якія адрозніваюцца паміж сабой прасторавым размяшчэннем гідраксільнай групы ў першага атама вугляроду. У цыклічнай α -форме гэта гідраксільная група знаходзіцца пад цыклам, а ў цыклічнай β -форме — над цыклам (мал. 40.1). Прасторавае размяшчэнне астатніх замяшчальнікаў адносна цыкла ў α - і β -формах глюкозы аднолькавае.

Так, група $\text{—CH}_2\text{OH}$ каля пятага атама вугляроду размяшчаецца над цыклом, гідраксільная група чацвёртага атама вугляроду — пад цыклом, гідраксільная група трэцяга — над цыклом, другога — пад цыклом:



Мал. 40.2. Чаргаванне становішча замяшчальнікаў адносна цыкла ў малекуле α -глюкозы

Такім чынам, у цыклічных формах глюкозы ў атамаў вугляроду з нумарамі 2—5 становішчы замяшчальнікаў адносна цыкла чаргуюцца (мал. 40.2).

Паколькі працэс цыклізацыі глюкозы абарачальны, то ў водным раствору глюкозы адначасова прысутнічаюць лінейная і цыклічныя α - і β -формы. Пры гэтым прыкладна 65 % малекул глюкозы знаходзіцца ў β -форме, 34 % — у α -форме і менш за 1 % — у лінейнай форме. Паміж рознымі формамі глюкозы ў раствору існуе дынамічная раўнавага, гэта значыць пастаянна адбываецца ўтварэнне і раскрыццё цыклаў (мал. 40.1).

Цікава ведаць

Рэакцыя «срэбнага люстра» можа быць выкарыстана для вырабу навагодніх ёлачных цацак. Для гэтага ў шкляную загатоўку цацкі заліваюць сумесь аміячнага раствору аксиду серабра і глюкозы, потым загатоўку награвваюць. Калі нагрыванню падвяргаўся адзін бок загатоўкі, пасярэбранай аказвалася адпаведная частка цацкі, пры нагрыванні з усіх бакоў уся цацка аказвалася пасярэбранай (мал. 40.3). Зараз гэта тэхналогія выкарыстоўваецца рэдка.



Мал. 40.3. Старыя пасярэбраныя ёлачныя цацкі

Глюкоза з'яўляецца прадстаўніком класа вугляводаў.

Малекулярная формула глюкозы $C_6H_{12}O_6$.

Глюкоза можа існаваць у лінейнай і цыклічнай формах. У водным раствору глюкозы адначасова прысутнічаюць лінейная і цыклічныя α - і β -формы. Паміж рознымі формамі глюкозы ў раствору існуе дынамічная раўнавага, гэта значыць пастаянна адбываецца ўтварэнне і раскрыццё цыклаў.

У лінейнай форме глюкозы маецца адна альдэгідная і пяць гідраксільных груп. Таму глюкоза ўступае ў якасныя рэакцыі на альдэгіды («сярэбранага люстра») і мнагаатамныя спірты (утварэнне раствору васількова-сіняга колеру з гідраксідам медзі(II)).

Пытанні і заданні

1. Якія вядомыя вам арганічныя злучэнні адносяцца да класа вугляводаў?
2. Напішыце малекулярную і структурныя формулы глюкозы. Якія функцыянальныя групы маюцца ў малекуле глюкозы?
3. Маноза з'яўляецца прасторавым ізамерам глюкозы. Малекула манозы адрозніваецца ад малекулы глюкозы прасторавым размяшчэннем гідраксільнай групы ў другога атама вугляроду. Прывядзіце цыклічныя формы манозы. Улічыце, што, падобна глюкозе, маноза можа існаваць у α - і β -формах.
4. Апішыце эксперыменты, якія можна правесці, каб даказаць, якія функцыянальныя групы змяшчаюцца ў малекуле глюкозы.

§ 41. Хімічныя ўласцівасці глюкозы

У малекуле глюкозы маюцца альдэгідная і гідраксільныя групы, таму для яе характэрны хімічныя ўласцівасці як альдэгідаў, так і мнагаатамных спіртоў.

Спачатку разгледзім рэакцыі з удзелам альдэгіднай групы малекулы глюкозы. Паколькі альдэгідная група маецца толькі ў лінейнай форме глюкозы, ва ўраўненнях рэакцыі будзем запісваць формулу глюкозы ў лінейнай форме.