

PRACOWNIA nr 10

ANALIZA WĘGLOWODANÓW

Zagadnienia do kartkówki:

1. Węglowodany - definicja, wzór ogólny.
2. Podział: cukry proste i złożone; mono-, di-, oligo-, polisacharydy; aldozy i ketozy.
3. Właściwości fizyczne węglowodanów: stan skupienia, barwa, zapach, rozpuszczalność w wodzie, odczyn wodny roztworów tych związków.
4. Właściwości chemiczne węglowodanów:
 - reakcje utleniania, redukcji, reakcje z hydroksyloaminą, z fenylhydrazyną,
 - reakcja z wodą bromową, próba Trommera i Tollensa, reakcja z $\text{Cu}(\text{OH})_2$.
5. Pentozy i heksozy: wzór rybozy, deoksyrybozy, glukozy i fruktozy (pierścieniowy), występowanie, rozróżnianie, przykłady innych pentoz i heksoz - nazwy.
6. Dichasarydy i oligosacharydy – przykłady, właściwości.
7. Cukry posiadające właściwości redukujące - przykłady.
8. Definicje: tautomeria, racemat, anomeria, węgiel chiralny, mutarotacja, enancjomery, diastereoizomery, epimery, glikozydy, wiązanie glikozydowe, szereg konfiguracyjny D i L.
9. Ustalenie wzoru chemicznego związku oraz obliczenia stechiometryczne.

Węglowodany (cukrowce, cukry, sacharydy), to związki organiczne będące wielowodorotlenowymi aldehydami i ketonami oraz ich polimerami. Ogólnym wzorem sumarycznym węglowodanów jest $\text{C}_n(\text{H}_2\text{O})_n$. Znane są jednak węglowodany niespełniające tego wzoru, np. deoksyryboza.

Cukry można podzielić ze względu na:

a) liczbę atomów węgla w cząsteczce

- cukry proste (monosacharydy, monozy: triozy, tetrozy, pentozy, heksozy, heptozy, itd.)
- cukry złożone (wielocukry, poliozy: disacharydy, oligosacharydy, polisacharydy).

b) wielkość cząsteczek

- **monosacharydy** (cukry proste, jednocukry), są związkami nie ulegającymi hydrolizie do postaci prostszych; ogólny wzór tej grupy to $\text{C}_n\text{H}_{2n}\text{O}_n$
- **disacharydy** (dwucukry), zbudowane z dwóch cząstek cukrów prostych np. sacharoza, maltoza, celobioza, laktoza i trehaloza; ogólny wzór tej grupy to $\text{C}_n\text{H}_{2n-2}\text{O}_{n-1}$
- **oligosacharydy** hydrolizujące do 2-10 monosacharydów, np. rafinoza (trójcukier, hydrolizuje do glukozy, fruktozy i galaktozy), stachioza (czterocukier), werbaksoza (pięcicukier)
- **polisacharydy** (wielocukry), zawierają więcej niż 10 monosacharydów; ich wzór ogólny to $(\text{C}_6\text{H}_{10}\text{O}_5)_x$, np. skrobia, celuloza, glikogen, inulina, galaktan, dekstran, pektyna

c) obecność grup funkcyjnych

- polihydroksyaldehydy (aldozy)
- polihydroksyketony (ketozy).

Właściwości fizyczne monosacharydów

- bezbarwne, bezwonne, o słodkim smaku (dzięki obecności grup $-\text{OH}$), rozpuszczalne w wodzie, nie rozpuszczają się w rozpuszczalnikach organicznych, skręcają płaszczyznę światła spolaryzowanego, wodny odczyn jest obojętny.

Właściwości chemiczne monosacharydów:

- redukcja

Redukcja aldoz i ketoz prowadzi do wytworzenia alkoholi wielowodorotlenowych.

- utlenianie

Glukoza w reakcji z wodą bromową utlenia się do kwasu glukonowego, a fruktoza reakcji nie ulega, gdyż nie posiada grupy aldehydowej. Jest to reakcja służąca do odróżniania aldoz od ketoz w wyniku której grupa aldehydowa utlenia się do grupy karboksylowej tworząc kwasy -onowe. Kwas azotowy(V) jest silniejszym środkiem utleniającym od wody bromowej.

W wyniku utleniania aldoz powstaje kwas cukrowy (dwie grupy karboksylowe). Dzięki biologicznemu utlenianiu aldoz otrzymuje się kwasy -uronowe.

Rodzaj związku	Nazwa ogólna	Przykłady nazw szczegółowych	
Monosacharyd $\text{HOCH}_2(\text{CHOH})_n\text{CHO}$	aldoza	<i>glukoza</i>	<i>mannoza</i>
Kwas monokarboksylowy $\text{HOCH}_2(\text{CHOH})_n\text{COOH}$	kwas aldonowy	<i>kwas glukonowy</i>	<i>kwas mannonowy</i>
Kwas dikarboksylowy $\text{HOOC}(\text{CHOH})_n\text{COOH}$	kwas aldarowy	<i>kwas glukarowy</i> (<i>kwas glukocukrowy</i>)	<i>kwas mannarowy</i>
Alkohol wielowodorotlenowy $\text{HOCH}_2(\text{CHOH})_n\text{CH}_2\text{OH}$	alditol	<i>Glucitol</i> (<i>sorbit</i>)	<i>mannitol</i>
Aldehydo-kwas $\text{HOOC}(\text{CHOH})_n\text{CHO}$	kwas uronowy	<i>kwas glukuronowy</i>	<i>kwas mannuronowy</i>

- reakcja estryfikacji

Ze względu na obecność grup $-\text{OH}$, cukry ulegają estryfikacji. Glukoza z bezwodnikiem kwasu octowego (silniejszy czynnik acylujący niż kwas octowy) tworzy pentaocetan glukozy.

Obecność grup $-\text{OH}$ potwierdza także reakcja, prowadzona w temperaturze pokojowej z $\text{Cu}(\text{OH})_2$, w wyniku której powstaje kompleks o barwie fiołkowiebieskiej (podobnie, jak w reakcji gliceryny z $\text{Cu}(\text{OH})_2$).

- reakcja z zasadami

Cukry w stężonych roztworach zasad ulegają karmelizacji, tworzą się sole oraz produkty barwne. W rozcieńczonych roztworach zasad cukry ulegają epimeryzacji. Epimerem glukozy jest fruktoza i mannoza.

- reakcja z kwasami

Cukry pod wpływem kwasów mineralnych np. H_2SO_4 , HCl , ulegają częściowej dehydratacji tworząc związki cykliczne. Heksozy dają w wyniku tej reakcji 5-hydroksymetylofurfural, a pentozy furfural. Otrzymywane substancje wykazują zdolność do kondensacji z niektórymi fenolami. Reakcje te wykorzystywane są do identyfikacji niektórych cukrów.

- własności redukujące cukrów

Wszystkie cukry proste redukują wodorotlenki metali (próba Trommera, próba z odczynnikami Fehlinga) lub tlenki metali (próba Tollensa). Fruktaza, mimo że nie zawiera grupy aldehydowej daje pozytywny wynik reakcji Tollensa, Trommera i Fehlinga, ponieważ w środowisku zasadowym ulega epimeryzacji.

- reakcja fermentacji

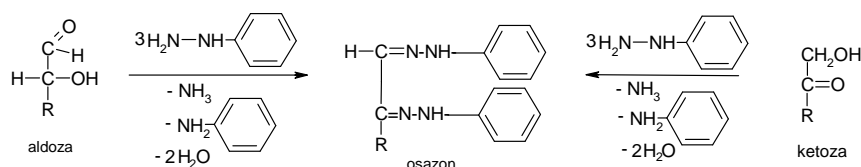
- powstawanie glikozydów

W wyniku cyklizacji grupa -OH przy węglu anomerycznym (C-1 dla glukozy) różni się reaktywnością od pozostałych grup hydroksylowych.

Działając metanolem, wobec niewielkich ilości kwasu mineralnego lub chlorku wapnia, grupa ta tworzy acetal, zwany glikozydem.

- reakcja z nadmiarem fenylohydrazyny

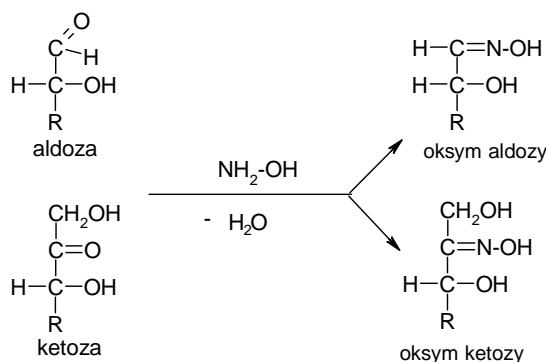
Przy nadmiarze fenylohydrazyny i w podwyższonej temperaturze aldozy i ketozy reagują z utworzeniem związków zwanych **osazonami**. Osazony epimerycznych cukrów są identyczne (glukoza, fruktoza i mannoza tworzą ten sam osazon).



Reakcja ma taki sam przebieg dla aldozy i ketozy. Osazony poszczególnych cukrów różnią się między sobą budową krystalograficzną i można je odróżnić pod mikroskopem, co umożliwia identyfikację cukrów.

- reakcja z hydroksyloaminą

Jest to reakcja chlorowodoru hydroksyloaminy lub wolnej hydroksyloaminy z cukrem, w wyniku której powstaje **oksym**. Postać krystalograficzna oksymów, a również temperatura topnienia jest charakterystyczna dla poszczególnych cukrów.



Disacharydy i oligosacharydy – przykłady, właściwości

Disacharydy są to związki zbudowane z dwóch reszt monosacharydowych, połączonych wiązaniem glikozydowym. Wiązanie to powstaje w wyniku reakcji półacetalowej grupy OH jednego monosacharydu z dowolną grupą OH w drugim monosacharydzie. Pospolicie występującymi disacharydami są m.in. maltoza, laktoza, celobioza, sacharoza.

Gdy w disacharydzie znajduje się wolna półacetalowa grupa OH to wówczas disacharyd pod wieloma względami zachowuje się jak cukier prosty, tzn. ulega mutarotacji, ma właściwości redukujące, tworzy osazony, utlenia się do kwasów karboksylowych. Właściwości redukujące nie występują u disacharydów w których półacetalowa grupy OH są zablokowane przez utworzenie wiązań glikozydowych, np. w sacharozie.

Sacharydy zbudowane z kilku reszt cukrowych noszą nazwę oligosacharydów (tri-, tetrasacharydy). Wszystkie disacharydy ulegają łatwo kwasowej hydrolizie do monosacharydów. W przyrodzie reakcja ta jest katalizowana przez enzymy – glikozydazy. Są one specyficzne względem konfiguracji wiązań glikozydowych, czyli hydrolizują tylko wiązania o konfiguracji α lub β , ale nigdy oba jednocześnie.

Cukry redukujące - są to wszystkie węglowodany, które reagują pozytywnie z odczynnikami Fehlinga, Benedicta i Tollensa. Należą do nich wszystkie monosacharydy, disacharydy (z wyjątkiem sacharozy) i niektóre oligosacharydy. Grupa aldehydowa w reakcji z wcześniej wspomnianymi odczynnikami redukuje je, natomiast sama ulega utlenieniu do grupy karboksylowej. Zaś grupa ketonowa ulega reakcji enolizacji tworząc epimery, dwie aldozy i jedną ketozę.

Definicje: węgiel chiralny, tautomeria, racemat, anomeria, mutarotacja, enancjomery, diastereoizomery, epimery, glikozydy, wiązanie glikozydowe, szereg konfiguracyjny D i L.

Węgiel chiralny (asymetryczny) - atom węgla połączony z czterema różnymi podstawnikami.

Tautomeria - zjawisko występowania w równowadze dwóch różnych związków chemicznych, posiadających tę samą liczbę, tych samych atomów w cząsteczce, ale inaczej z sobą połączonych. **Tautomery** przechodzą jedne w drugie na skutek spontanicznej reakcji wewnątrzcząsteczkowej bez jakiegokolwiek udziału innych cząsteczek, choć często na tę równowagę ma wpływ środowiska – zwłaszcza temperatura, pH i stężenie. Przykładem tautomerii jest np. enolizacja.

Racemat, mieszanina racemiczna, (rac) - mieszanina równomolowych ilości enancjomerów. Nie wykazuje aktywności optycznej, czyli wypadkowa skręcalność optyczna wynosi 0° . Racemat można rozdzielić na enancjomery za pomocą optycznie aktywnych reagentów (wykorzystując różnice w rozpuszczalności powstałych izomerów), metodami chromatograficznymi, lub biologicznymi. Przykładem racematu jest np. kwas mlekowy. wypadkowa

Mutarotacja (łac. *mutare* – zmieniać, *rotario* - obrót) polega na zmianie wartości liczbowej kąta skręcania płaszczyzny światła spolaryzowanego przechodzącego przez roztwory sacharydów, spowodowana stopniowym przechodzeniem anomery α w β . Jest wynikiem tautomerycznych równowag, ustalających się w roztworach cukrów (np. w stanie równowagi roztwór wodny D-glukozy zawiera 35,5% formy α i 64,5% formy β). Przewaga formy β -D-glukozy wynika stąd, że odmiana ta jest korzystniejsza energetycznie, gdyż w konformacji krzesłowej wszystkie podstawniki są w pozycjach ekwatorialnych. Mutarotacja jest zjawiskiem, występującym u większości sacharydów (nie występuje np. w roztworze sacharozy, gdyż w tym disacharydzie oba anomeryczne atomy węgla są zablokowane wiązaniem O-glikozydowym). Jest charakterystyczna dla cukrów redukujących.

Enancjomery to izomery optyczne, które są własnymi lustrzanymi odbiciami/ Mogą istnieć tylko dwa enancjomery danego związku chemicznego. Dwa enancjomery skręcają światło spolaryzowane w przeciwnych kierunkach, a niektóre (nie wszystkie) mogą tworzyć lewo- i prawoskrętne formy krystaliczne. Oprócz tego wszystkie własności fizyczne i większość chemicznych są dla obu enancjomerów niemal identyczne. To czy dany związek ma swój enancjomer, czy też jego odbicie lustrzane jest tożsame z nim samym, zależy od ogólnej budowy przestrzennej danego związku. Zdolność związku do posiadania swojego enancjomeru zależy od cechy geometrycznej zwanej chiralnością.

Diastereoizomery to izomery konfiguracyjne, np. izomery optyczne, które nie pozostają z sobą w relacji odbić lustrzanych, nie są to więc enancjomery.

W przeciwieństwie do enancjomerów diastereoizomery wykazują różnice we właściwościach fizycznych takich jak: temperatura topnienia, temperatura wrzenia, rozpuszczalność, itd. Ich właściwości optyczne mogą być podobne, lub też skrajnie różne. W szczególnych przypadkach, np. diastereoizomery *cis-trans*, mogą nie wykazywać czynności optycznej.

Epimerami nazywa się stereoizomery sacharydów różniące się położeniem tylko jednej grupy OH, np. mannoza jest epimerem glukozy. Reakcje zmieniające konfigurację podstawników przy jednym asymetrycznym atomie węgla w monosacharydzie to reakcje epimeryzacji. Najprostszym sposobem wykonania epimeryzacji jest rozpuszczenie monosacharydu w roztworze zasadowym.

Glikozydy – to pochodne węglowodanów, których anomeryczny atom węgla jest związany przez kondensację do atomu niecukrowej grupy. Kondensacja ta zachodzi najczęściej przez atom tlenu, rzadziej węgla, siarki lub azotu. Wiązanie takie nazywa się wiązaniem glikozydowym. Część cukrową takiego związku nazywa się **glikonem**, a część niecukrową **aglikonem**. W zależności od składnika cukrowego glikozydy można podzielić na: glikozydy (zawierają glukozę), mannozydy (zawierają mannozę), galaktozydy (zawierają galaktozę).

Wiązanie glikozydowe – typ wiązania chemicznego łączącego glikozydy w większe cząsteczki. Występuje w di-, oligo- i polisacharydach. Wiązanie glikozydowe tworzy grupa OH znajdującą się przy atomie węgla formy cyklicznej (pierścieniowej) cukru prostego łączącą się z tlenem grupy karbonylowej drugiej cząsteczki. Jeśli w tworzeniu wiązania glikozydowego uczestniczy grupa hydroksylowa innej cząsteczki, powstaje wiązanie O-glikozydowe (występujące np. w dwucukrach i wielocukrach) Jeśli w tworzeniu wiązania glikozydowego uczestniczy grupa aminowa (=NH) drugiej cząsteczki, powstaje wiązanie N-glikozydowe.

Literatura

1. Białecka-Floriańczyk E., *Podstawy chemii organicznej*, SGGW, Warszawa 1999.
2. Białecka-Floriańczyk E., *Chemia organiczna*, WNT, Warszawa 2003.
3. Bobrański B., *Chemia organiczna*, PWN, Warszawa 1992.
4. Bojarski J., *Chemia organiczna*, Wydawnictwo UJ, Kraków 2003.
5. Kupryszewski G., *Wstęp do chemii organicznej*, PWN, Warszawa 1979.
6. Mastalerz P., *Chemia organiczna*, PWN, Warszawa 1984.
7. Morrison R., *Chemia organiczna*, tom 2, PWN, Warszawa 1994.

Ćwiczenie nr 8

ANALIZA WĘGLOWODANÓW – instrukcja.

Celem ćwiczenia jest zapoznanie z charakterystycznymi barwnymi reakcjami węglowodanów.

Zakres ćwiczenia obejmuje przeprowadzenie reakcji charakterystycznych dla cukrów prostych, dwucukrów i cukrów złożonych. Reakcje te pozwalają odróżnić cukry od innych związków organicznych oraz określić obecność poszczególnych grup funkcyjnych w strukturze cząsteczki cukrowca.

Uwaga: roztworów mianowanych pobranych z butelki do pipety lub zakraplacza a nie wykorzystanych do analizy, **NIE WOLNO** wlewać z powrotem do butelki, w której są przechowywane.

A. ODRÓŻNIANIE WĘGLOWODANÓW OD INNYCH ZWIĄZKÓW ORGANICZNYCH.

A1. Próba MOLISCHA.

Zasada metody

Cukry (zarówno wolne jak i związane) pod wpływem stężonego kwasu siarkowego(VI) ulegają odwodnieniu a następnie reagują z fenolami tworząc barwne produkty. W przypadku reakcji Molischa wynikiem kondensacji z α -naftolem jest produkt o barwie fioletowej, która zmienia się w ciemnopurpurową. Jest to mało specyficzna reakcja, gdyż dodatni wynik dają również w większych stężeniach aldehydy i ketony.

Odczynniki: 5% etanolowy roztwór α - naftolu, stężony H_2SO_4

Szkło: zestaw probówek, pipety wielomiarowe, zakraplacze

Sprzęt: statyw na probówki

Materiał: roztwory modelowe

Wykonanie oznaczenia:

- do probówki odmierzyć 1 ml otrzymanego do analizy roztworu
- dodać 2 krople α - naftolu i wymieszać
- następnie przechylić lekko probówkę, powoli i ostrożnie zakraplać po ściance stężony H_2SO_4
- jeżeli w roztworze obecny jest cukier na granicy obu płynów powstanie czerwono-fioletowy pierścień (wynik próby traktuje się jako dodatni).

UWAGA: wystąpienie zielonej barwy pierścienia na granicy obu cieczy nie jest charakterystyczne, świadczy jedynie o występowaniu w odczynnikach zanieczyszczeniach

A2. Próba z tymolem.

Zasada metody

Pod wpływem działania silnych kwasów na cukrowce następuję ich odwodnienie i cyklizacja, w wyniku której tworzą się furfurole. Powstający barwny produkt jest wynikiem reakcji kondensacji pochodnych furfurolowych z tymolem. Próba tymolowa, tak jak próba Molischa, jest ogólną reakcją na cukry.

Odczynniki: 3% etanolewy roztwór tymolu, stężony H_2SO_4

Szkło: zestaw probówek, pipety wielomiarowe, zakraplacze

Sprzęt: statyw na probówki

Materiał: roztwory modelowe

Wykonanie oznaczenia:

- do probówki odmierzyć 1 ml otrzymanego do analizy roztworu
- dodać 4 krople roztworu tymolu i wymieszać
- następnie przechylić lekko probówkę, powoli i ostrożnie zakraplać po ściance stężony H_2SO_4
- na granicy obu płynów powstanie pomarańczowy lub brunatny pierścień
- wstawić do wrzącej łaźni wodnej na 1 minut
- jeżeli w roztworze obecny jest cukier to roztwór przybierze barwę czerwoną lub czerwobrunatną

B. PRÓBA LUGOLA – wykrywanie wielocukrów.

Zasada metody

Wielocukry, w odróżnieniu od oligo- i monosacharydów tworzą z jodem barwne kompleksy. Glikogen tworzy kompleks czerwobrunatny, skrobia barwę na granatowoczną a przy niewielkich stężeniach na niebieskofioletową, a oligosacharydy zawierające mniej niż 6 cząsteczek glukozy nie dają barwnych reakcji z jodem.

Odczynniki: płyn Lugola

Szkło: zestaw probówek, pipety wielomiarowe, zakraplacze

Sprzęt: statyw na probówki

Materiał: roztwory modelowe

Wykonanie oznaczenia:

- do probówki odmierzyć 1 ml otrzymanego do analizy roztworu
- dodać 1 ml płynu Lugola
- uzupełnić wodą destylowaną do objętości ok. 10 ml

- wymieszać zawartość próbki
- jeżeli roztwór przybierze barwę niebieską to badany cukier jest amyloza, jeżeli fioletową to jest amylopektyna, jeżeli zaś brudną to glikogen; brak zabarwienia świadczy o tym, że w roztworze znajduje się cukier prosty lub dwucukier.

C. ODRÓŻNIANIE CUKRÓW REDUKUJĄCYCH OD NIEREDUKUJĄCYCH.

C1. PRÓBA BENEDICTA.

Zasada metody

W próbie tej wykorzystuje się właściwości redukujące cukrów wynikające z obecności wolnych grup karbonylowych (w przypadku monosacharydów i niektórych dwucukrów) w środowisku zasadowym. Cukry redukujące redukują miedź(II) z odczynnika Benedicta do miedzi(I). Powstający w reakcji osad Cu_2O ma różne zabarwienie (od zielonożółtego, poprzez pomarańczowe do czerwonego), zależnie od ilości cukru redukującego w analizowanej próbce.

Odczynniki: odczynnik Benedicta

Szkło: zestaw probówek, pipety wielomiarowe, zakraplacze

Sprzęt: statyw na próbki, łaźnia wodna

Materiał: roztwory modelowe

Wykonanie oznaczenia:

- do próbki odmierzyć 1 ml otrzymanego do analizy roztworu
- dodać 5 ml odczynnika Benedicta
- zawartość próbki dokładnie wymieszać
- wstawić do wrzącej łaźni wodnej na 3 minuty
- na podstawie koloru roztworu i wytrąconego osadu określić własności redukujące badanego cukrowca oraz ocenić stężenie cukru w analizowanym roztworze (Tabela 15)
- jeżeli kolor roztworu nie zmienił się po ogrzewaniu (pozostał niebieski) oznacza to, że w roztworze nie ma cukru o właściwościach redukujących.

Tabela 15. Ocena ilości cukru w próbce na podstawie próby Benedicta.

Barwa	Osad	Stężenie cukru [%]
niebieska	brak	0
zielona	brak	0,1 – 0,3
zielona	osad	0,5
żółtozielona	osad	1,0
pomarańczowa	osad	1,5
czerwona	osad	> 2,0

C2. PRÓBA TROMMERA.

Odczynniki: 2% roztwór siarczanu miedzi(II) CuSO_4 , 10% roztwór wodorotlenku sodu NaOH

Szkło: zestaw probówek, pipety wielomiarowe, zakraplacze

Sprzęt: statyw na probówki, łaźnia wodna

Materiał: roztwory modelowe

Wykonanie oznaczenia:

- do probówki odmierzyć 1 ml otrzymanego do analizy roztworu
- dodać 2 ml 10% roztwór wodorotlenku sodu NaOH
- dodawać ostrożnie po kropli 2% roztworu siarczanu miedzi(II) CuSO_4 , wstrząsając po dodaniu każdej kropli do momentu aż powstający osad $\text{Cu}(\text{OH})_2$ zacznie się rozpuszczać
- zawartość probówki dokładnie wymieszać
- powstały roztwór o ciemnoniebieskim zabarwieniu wstawić do wrzącej łaźni wodnej
- zanotować wyniki obserwacji (w przypadku cukrów o właściwościach redukujących powstanie pomarańczowy pierścień tlenku miedzi(I) Cu_2O).

C3. PRÓBA TOLLENSA (próba lustra srebrowego).

Odczynniki: 5% roztwór azotanu(V) srebra AgNO_3 , 10% roztwór amoniaku

Szkło: zestaw probówek, pipety wielomiarowe, zakraplacze

Sprzęt: statyw na probówki, łaźnia wodna

Materiał: roztwory modelowe

Wykonanie oznaczenia:

- do probówki odmierzyć 1 ml 5% roztworu azotanu(V) srebra AgNO_3
- dodawać ostrożnie po kropli 10% roztwór amoniaku do momentu aż powstający osad AgOH rozpuści się w nadmiarze amoniaku
- dodać 1 ml otrzymanego do analizy roztworu
- zawartość probówki dokładnie wymieszać
- wstawić do wrzącej łaźni wodnej
- zanotować wyniki obserwacji (w przypadku cukrów o właściwościach redukujących na ściankach probówki powstanie metaliczne srebro).

D. PRÓBA BARFOEDA – odróżnianie cukrów prostych od dwucukrów redukujących.

Zasada metody

Próba ta jest modyfikacją próby Benedicta. Redukcję jonów Cu(II) prowadzi się w środowisku lekko kwaśnym (rozcieńczony kwas mlekowy). W tych warunkach reakcja przebiega znacznie wolniej niż w środowisku alkalicznym. Szybkość reakcji jest różna dla cukrów prostych i dwucukrów redukujących. Ponieważ wolna grupa karbonylowa dwucukrów jest mało reaktywna, związki te ujawniają swój charakter redukujący dopiero po dłuższym ogrzewaniu (ok. 15 minut).

Odczynniki: odczynnik Barfoeda

Szkło: zestaw probówek, pipety wielomiarowe, zakraplacze

Sprzęt: statyw na probówki, łaźnia wodna

Materiał: roztwory modelowe

Wykonanie oznaczenia:

- do probówki odmierzyć 1 ml otrzymanego do analizy roztworu
- dodać 3 ml odczynnika Barfoeda
- zawartość probówki dokładnie wymieszać
- wstawić do wrzącej łaźni wodnej
- zanotować wyniki obserwacji po 3 i 15 minutach ogrzewania

E. PRÓBA BIALA – odróżnianie pentoz od heksoz.

Zasada metody

W wyniku ogrzewania pentoz z kwasem solnym powstaje furfural. Reaguje on z orcyną i w obecności chlorku żelaza(III) tworzy kompleks o zielonym zabarwieniu. Natomiast heksozy przekształcają się w hydroksymetylenofurfural i z orcyną tworzą produkt o barwie żółtobrązowej.

Odczynniki: odczynnik Biala, 1% roztwór FeCl₃, stężony kwas solny HCl

Szkło: zestaw probówek, pipety wielomiarowe, zakraplacze

Sprzęt: statyw na probówki, łaźnia wodna

Materiał: roztwory modelowe

Wykonanie oznaczenia:

- do probówki odmierzyć 1 ml otrzymanego do analizy roztworu
- dodać 5 ml odczynnika Biala
- dodać 2 krople 1% roztworu FeCl_3
- dodać 2 ml stężonego kwasu solnego HCl
- zawartość probówki dokładnie wymieszać
- wstawić do wrzącej łaźni wodnej
- zanotować wyniki obserwacji po 5 minutach ogrzewania

F. PRÓBA SELIWANOWA – wykrywanie ketoz.

Zasada metody

Pod wpływem kwasu solnego ketozy i aldozy przekształcają się w pochodne furfuralowe, które reagując z rezorcyną dając związek o barwie czerwonej. Jednakże ketozy znacznie łatwiej ulegają tej reakcji niż aldozy. Jeżeli podczas ogrzewania z rozcieńczonym HCl, w temperaturze 100°C , w ciągu 30 sekund pojawi się takie zabarwienie oznacza to, że w analizowanym roztworze jest ketoza.

Odczynniki: odczynnik Seliwanowa, stężony HCl

Szkło: zestaw probówek, pipety wielomiarowe, zakraplacze

Sprzęt: statyw na probówki, łaźnia wodna

Materiał: roztwory modelowe

Wykonanie oznaczenia:

- do probówki odmierzyć 1 ml otrzymanego do analizy roztworu
- dodać 1 ml odczynnika Seliwanowa
- dodać 1 ml stężonego HCl
- zawartość probówki dokładnie wymieszać
- wstawić do wrzącej łaźni wodnej
- zanotować wyniki obserwacji po 30 sekundach ogrzewania.

Wyniki przeprowadzonych prób z badanymi roztworami umieścić w tabeli.

Jako wynik próby dodatni oznaczyć „+” a jako ujemny „-”. W obu przypadkach zanotować wnioski odpowiednie do przeprowadzanych reakcji.

Zawartość roztworów modelowych podaje prowadzący zajęcia.

Monosacharydy		Disacharydy	Polisacharydy
	przykład		
triozy	aldehyd glicerynowy	laktoza	skrobia
tetrozy	treoza	maltoza	glikogen
pentozy	deoksyryboza, ryboza, arabinoza, ksyluloza	sacharoza	inulina
heksozy	fruktoza, glukoza, mammoza, galaktoza, taloza	celobioza	chityna
		trechaloza	celuloza

Sprawozdanie z ćwiczenia powinno zawierać:

- stronę tytułową
- cel i zakres ćwiczenia
- opis wykonania ćwiczenia (zasada oznaczenia, odczynniki, szkło, sprzęt, materiały, wykonanie ćwiczenia)
- otrzymane wyniki (tabela podpisana przez prowadzącego ćwiczenia)
- wnioski – określić właściwości cukrowca w analizowanych roztworach oraz dokonać jego identyfikacji.

SPRAWOZDANIE
Z ĆWICZEŃ LABORATORYJNYCH Z CHEMII

Nr ćwiczenia	8
Temat ćwiczenia	Analiza jakościowa węglowodanów
Imię i nazwisko studenta
Rok studiów	
Semestr	
Data	
Imię i nazwisko prowadzącego ćwiczenia	

Uwagi prowadzącego:

WĘGLOWODANY – ANALIZA JAKOŚCIOWA

.....
.....
.....
Imię i Nazwisko
Grupa BDi
Data.....

Próba	Roztwór do analizy nr		
	WYNIK PRÓBY	OBSERWACJE	WNIOSKI
Molisch			
Lugola			
Benedicta			
Barfoeda			
Biała			
Seliwanowa			
Analizowanym roztworem cukrowca jest:			

.....

Imię i Nazwisko
 Grupa BDi
 Data.....

Próba	Roztwór do analizy nr		
	WYNIK PRÓBY	OBSERWACJE	WNIOSKI
Molisch	+	na granicy obu cieczy utworzył się fioletowy pierścień	w badanym roztworze obecny jest cukrowiec
Lugola	-	roztwór nie zabarwił się	w badanym roztworze nie są obecne cukry złożone
Benedicta	+	po ogrzaniu w probówce pojawił się pomarańczowy osad	w badanym roztworze znajduje się cukier redukujący w stężeniu ok. 1,5%
Barfoeda	+	po 3 minutach ogrzewania pojawił się osad	w badanym roztworze znajduje się cukier prosty
Biała	-	po ogrzaniu roztwór przyjął barwę żółtobrazową	w badanym roztworze obecna jest heksoza
Seliwanowa	-	po ogrzaniu nie pojawiło się czerwone zabarwienie roztworu	w badanym roztworze znajduje się aldoza
Analizowanym roztworem cukrowca jest: GLUKOZA			