

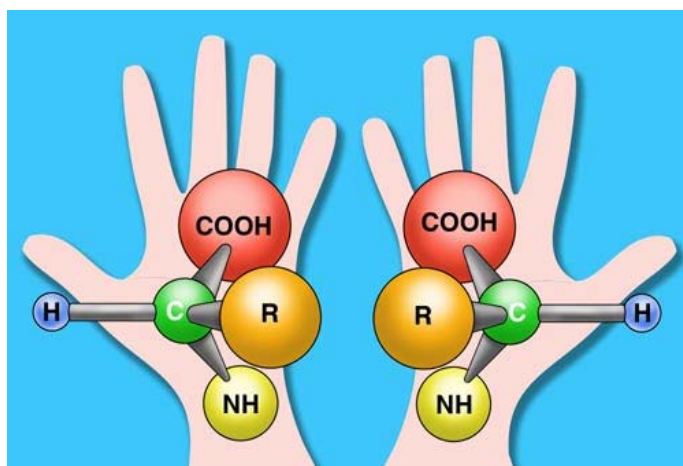
Optická aktivita látek

- Úkoly :**
1. Určete specifickou otáčivost látky měřením pro známou koncentraci roztoku
 2. Měření opakujte pro různé koncentrace a vynesete závislost úhlu stočení polarizační roviny na koncentraci roztoku
 3. Stanovte neznámou koncentraci roztoku při známé měřné otáčivosti látky

Postup :

1. Princip měření optické aktivity (otáčivosti) látek

Některé krystaly a některé kapaliny mají schopnost stáčet polarizační rovinu lineárně polarizovaného světla. Tento jev se nazývá rotační polarizace a příslušné látky se nazývají **opticky aktivní**. Látky, které stácejí polarizační rovinu ve směru otáčení hodinových ručiček, když se díváme proti postupu světla, nazýváme **pravotočivé**, látky stácející polarizační rovinu opačně, nazýváme **levotočivé**.



Obr. 1 – Ukázka pravotočivé a levotočivé molekuly

Pro rotační polarizaci platí Biotovy zákony:

1. Stočení je úměrné tloušťce prošlé vrstvy.
2. Stočení ve stejné pravotočivé a levotočivé látce se liší jen znaménkem.
3. Stočení způsobené několika vrstvami se algebraicky sčítá.
4. Stáčivost klesá s rostoucí vlnovou délkou světla.

Každou opticky aktivní látku charakterizuje fyzikální konstanta tzv. **specifická otáčivost** $[\alpha]_{\lambda}^t$. Pro roztoky aktivní látky definujeme specifickou otáčivost jako úhel, o který se otočí rovina polarizovaného světla při jednotkové tloušťce $L = 1 \text{ dm}$ a jednotkové koncentraci $c = 1 \text{ g/ml}$. Hodnota závisí na teplotě t a vlnové délce λ a zpravidla se udává pro čáru sodíkového dubletu D ($\lambda = 589,3 \text{ nm}$) a teplotu $20 \text{ }^{\circ}\text{C}$

$$[\alpha]_{\lambda}^t = \frac{\alpha}{Lc} \quad (1)$$

Hodnoty specifické otáčivosti jednotlivých opticky aktivních látek jsou tabelovány (viz. obr 2).

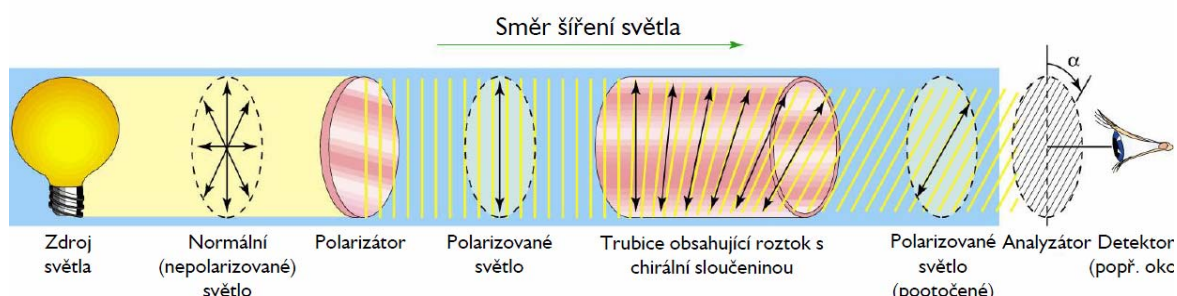
Látka	$[\alpha]_D^{20}$	Látka	$[\alpha]_D^{20}$
dextrin	+194,8	maltóza	-137,5
D-fruktóza	-93,78	rafinóza	+123,01
D-galaktóza	+80,47	sacharóza	+66,53
D-glukóza	+52,74	škrob	+196,4
invertní cukr	-20,59	xylóza	+196,4
laktóza	+55,3		

Obr. 2 – Ukázka specifické otáčivosti pro různé typy sacharidů

Ze 4. Biotova zákona též plyne, že se složené světlo rozkládá rotační polarizací na spektrum. Tento jev se nazývá rotační disperze světla.

Princip metody měření optické aktivity (stáčivosti) látek je ukázán na obrázku 3. Zdrojem světla emitujícím nepolarizované světlo vytvoříme rovinnou vlnu (rovnoběžný svazek paprsků). Po průchodu polarizátorem získáme lineárně polarizované světlo, které se šíří měřeným vzorkem.

V důsledku optické aktivity látky vzorku dojde ke stočení roviny polarizace o úhel α , který obecně závisí na fyzikálně-chemických vlastnostech dané látky, koncentraci měřené látky v roztoku a délce trubice s roztokem. Pro stanovení tohoto úhlu slouží tzv. analyzátor (druhý lineární polarizátor), jehož natočením můžeme stanovit úhel α .



Obr. 3 Princip polarimetrické metody pro stanovení optické aktivity látek

Nastavíme-li při referenčním měření (bez vzorku) kmitosměry analyzátoru a polarizátoru navzájem kolmo, neprochází k pozorovateli žádné světlo a pozorované pole je temné (zorné pole pozorujeme teleskopickou soustavou). Po vložení vzorku s opticky aktivní látkou dojde k stočení roviny polarizace a zorné pole bude homogeně osvětleno (intenzita osvětlení závisí na úhlu stočení). Nastavíme-li nyní opět otáčením analyzátoru zařízení do stavu kdy neprochází k pozorovateli žádné světlo (tj. pozorované pole je zcela temné) potom úhel otočení analyzátoru nám dává hledaný úhel stočení polarizační roviny světla po průchodu roztokem měřené látky.

2. Měření s polarimetrem PL-1

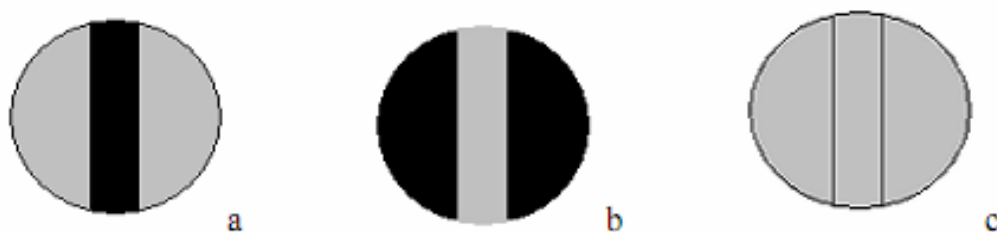
Vlastní měření bude prováděno na kruhovém polarimetru PL-1 (Obr. 4). Zdrojem světla (1) je sodíková výbojka o vlnové délce $\lambda = 589,3 \text{ nm}$ při $20 \text{ }^\circ\text{C}$. Měření probíhá přímým pozorováním lidským okem. Z fyziologického hlediska je velice obtížné stanovit přesně nastavení analyzátoru tak aby osvětlení pole bylo minimální. Proto bývají polarimetry pro přímé pozorování okem zpravidla konstruovány jinak než je ukázáno na obr. 3. Mezi polarizátor a trubicí se vzorkem je vložen prvek (např. půlvlnná destička), který pootočí polarizační rovinu části procházejícího svazku o malý úhel. Pozorované zorné pole je potom v důsledku vložení tohoto prvku rozděleno na dvě části s různou intenzitou osvětlení (*polostínová metoda*).

Lidské oko je totiž schopno daleko lépe rozeznat rozdíl jasů dvou sousedních ploch, než maximum nebo minimum jasu plochy jediné. Otáčením analyzátoru potom měníme vzájemný poměr osvětlení v jednotlivých částech a nastavujeme tak aby bylo osvětlení pole homogenní.



Obr. 4 Kruhový polarimetr PL-1

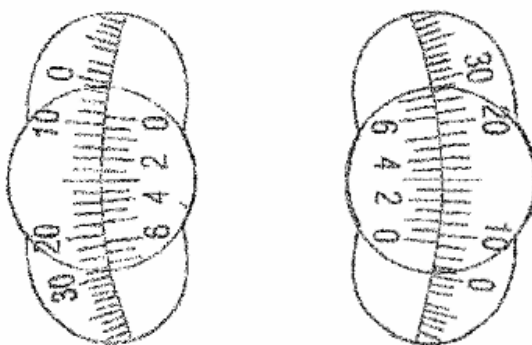
Polarizátor PL-1 má zorné pole rozděleno do tří částí (obr. 5). Toto rozdělení umožní přesnější měření úhlu α , kterou odečítáme, když je pole stejnoměrně osvětlené (Obr 5c).



Obr.5 Trojdílné zorné pole polarimetru

Pokud není v polarimetrické trubici žádný vzorek pozorujeme v třídílném zorném poli plochu stejné intenzity světla (obr. 5c). Po vložení vzorku do polarimetrické trubice dojde ke změně polarizačního stavu procházejícího světla a v třídílném zorném poli pozorujeme tmavé a světlejší části (Obrázek 5a,b).

Po vložení zkoumaného vzorku se snažíme pomocí měrného šroubu získat v trojdílném zorném poli opět homogenní rozložení intenzity světla (obrázek 3c). Pootočení měrného šroubu a zároveň i analyzátoru odečítáme ze stupnice. Stupnice přístroje (obrázek 6) je rozdělena na 360 dílků, přičemž jeden dílek odpovídá 1° . Nonius je rozdělen do 20 dílků, přičemž jeden dílek odpovídá $0,05^\circ$.



Obr.6 Odečítací stupnice s noniem

Kompenzace chyby při odečítání hodnoty ze stupnice je ošetřena pomocí dvou stupnic umístěných každé na jedné straně. Získáváme tedy dvě hodnoty a výsledek zprůměrujeme.

Sodíkovou výbojku je před vlastním měřením nutno „zahřát“ tj. zapnout a nechat svítit cca. 10 min. V průběhu měření výbojku nevypínejte. Po vypnutí je třeba výbojku nechat před opětovným zapnutím cca. 10 min vychladnout.

Pomůcky : polarimetr, kyvety na roztok, odměrný válec, váhy, cukr

Kroky postupu:

1. Připravte si cukerný roztok v koncentracích 0.05, 0.1, 0.15, 0.20, 0.25, 0.30 g/ml.
2. Připojte napájení a zapněte sodíkovou výbojku. Počkejte asi 10 minut, dokud lampa nevydává žluté světlo.
3. Naplňte trubici destilovanou vodou a přišroubujte boční okénka na trubici. **Pracujte opatrně, neztraťte těsnění a nepoškoz'te okénka a trubici.** Dávejte pozor, aby šrouby na koncích trubice nebyly příliš utažené. Vznikem pnutí by materiál okének mohl vykazovat dvojlom a ovlivnit tak přesnost měření. Otevřete kryt od komory pro vzorky a umístěte dovnitř trubici se zkoumaným vzorkem. Zaostrěte zorné pole polarimetru, úseky v zorném poli nastavte otáčením měrného šroubu na stejnou hodnotu polostínu a odečtěte příslušný úhel α_0 . Měření opakujte 10x a z výsledku stanovte průměrnou hodnotu úhlu α_0 , kterou ukazuje polarimetr bez roztoku.
4. Naplňte trubici měřeným cukerným roztokem a přišroubujte boční okénka na trubici. Otevřete kryt od komory pro vzorky a umístěte dovnitř trubici se zkoumaným vzorkem. Otáčeje měrným šroubem, dokud nezískáte homogenně osvětlené zorné pole. Odečtěte hodnoty na stupnici (opakujte 5x a vypočtete průměrnou hodnotu). Vypočtete měrnou stáčivost cukru dle vzorce 1.
5. Proveďte měření dle kroku 4 pro všechny koncentrace cukerného roztoku a vyneste úhel stočení polarizační roviny v závislosti na koncentraci roztoku. Proložením závislosti metodou MNČ vypočtete hodnotu specifické stáčivosti cukerného roztoku.
6. Pro vzorek cukerného roztoku o neznámé koncentraci proveďte měření úhlu stočení polarizační roviny a na základě specifické otáčivosti vypočtené v předchozích krocích určete koncentraci cukerného roztoku.