

FYZIKÁLNÍ PRAKTIKUM

Fyzikální praktikum 2

Zpracoval: Tomáš Plšek

Naměřeno: 24. října 2017

Obor: Astrofyzika **Ročník:** II **Semestr:** III

Testováno:

Úloha č. 10: Polarizace světla

Povinná část:

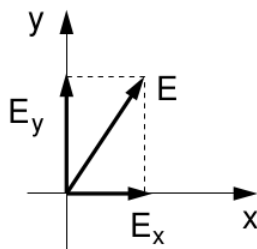
1. Připravte tři roztoky sacharózy o různých koncentracích (15 %, 10 %, 5 %).
2. Stanovte sacharimetrem koncentraci těchto roztoků. Měření všech kyvet opakujte 5 x, vždy ve schématu: nulová poloha – první kyveta – druhá kyveta – třetí kyveta.
3. Určete polarimetrem úhel stočení kmitové roviny připravených roztoků, postupem obdobným měření sacharimetrem.
4. Vypočítejte specifickou stáčivost sacharózy a porovnejte ji s tabelovanou hodnotou, kterou najdete např. v nebo v tabulce 1.

Povinně volitelná část (varianta B):

1. Namíchejte dva roztoky fruktózy o různých koncentracích (5 %, 10 %). Koncentraci určete z hmotnosti fruktózy a objemu výsledného roztoku. Jako pravostáčív roztok použijte kyvetu s 15 % roztokem sacharózy.
2. Určete polarimetrem úhel stočení připravených roztoků. Měřte v pořadí referenční roztok sacharózy, a obě kombinace sacharózy s roztoky fruktózy. Měření opakujte nejméně 5 x.
3. Vypočítejte specifickou stáčivost fruktózy a porovnejte s tabulkovými hodnotami.

1. Teoretický úvod

Světlo je elektromagnetické vlnění, jež je charakterizováno časově proměnným vektorem elektrického pole \vec{E} , který je vždy kolmý na směr šíření světelného paprsku. Vektor el. pole tedy bude kmitat pouze v jedné rovině. Pokud je směr vektoru \vec{E} v každém bodě stejný a s časem se nemění, hovoříme o lineárně polarizovaném světle. Pokud je fázový rozdíl δ mezi složkami E_x a E_y roven $\delta = \pi/2$ a zároveň platí $E_x = E_y$, jedná se o kruhově polarizované světlo. A pro obecný úhel $0 < \delta < \pi/2$ jde o elipticky polarizované světlo.



Obrázek 1: Polarizované světlo

1.1. Optická aktivita látek

Opticky aktivní látky jsou látky, které mají schopnost stáčet rovinu lineárně polarizovaného světla. Tuto vlastnost mají pevné látky a také některé roztoky, které obsahuje v molekule asymetricky umístěný uhlík. Podle směru stočení se dělí na levostáčivé a pravostáčivé (vzhledem k pozorovateli). Empirický vztah pro úhel stočení kmitové roviny pro průchodu látkou:

$$\alpha = [\alpha] d, \quad (1)$$

kde $[\alpha]$ je specifická stáčivost daní látky a d je tloušťka látky. Pro roztoky platí:

$$\alpha = [\alpha] c d, \quad (2)$$

kde c je koncentrace opticky aktivní látky v roztoku.

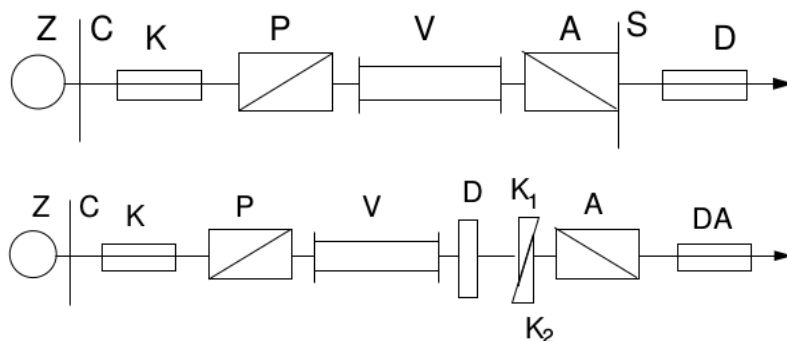
1.2. Polarimetrické přístroje

Ze zdroje Z (obrázek 2) vychází monochromatické světlo, jež je kolimátorem zpracováno na rovnoběžný svazek paprsků. Paprsky se na polarizátoru P lineárně polarizují, prochází přes vzorek V a analyzátor A a následně jej pozorujeme dalekohledem. V případě polostínové analyzátoru se při měření snažíme dosáhnout toho, že jsou obě plochy analyzátoru osvětleny stejně. Na stupnici pak již pouze odečteme příslušnou hodnotu úhlu.

Sacharimetr se od polarimetru liší pouze tím, že jeho analyzátor a polarizátor jsou zabudovány napevno a kompenzace změn kmitové roviny se tedy provádí dvěma křemennými klíny. Stupnice tohoto přístroje je cejchována tak, že 50 dílků odpovídá 26 % roztoku sacharózy v destilované vodě. Pro výslednou koncentraci tedy platí vztah:

$$c = \frac{26}{50}(n - n_0), \quad (3)$$

kde n_0 je nulová hodnota pro vzduch.



Obrázek 2: Schéma polarimetru a sacharimetru.

1.3. Měření stáčivosti levotočivé látky

Měření stáčivosti levotočivé látky je v principu stejné jako měření pravotočivé látky, potíž je v tom, že přístroje, jež používáme, jsou cejchovány pro měření pravotočivých látek. Abychom byli schopni změřit stáčivost levotočivé látky potřebujeme před levotočivou látku umístit látku pravotočivou, která musí mít úhel stočení větší než zkoumaná levotočivá látka (aby byl měřený úhel v rámci stupnice polarimetru). Pro výsledný stáčivý úhel α levotočivé látky platí:

$$\alpha = \alpha' - \alpha_0, \quad (4)$$

kde α_0 je úhel stočení pravotočivé látky a α' je výsledný úhel, jež měříme.

2. Měření

2.1. Měření koncentrace roztoků pomocí sacharimetru

Tabulka 1: Měření koncentrace roztoků.

n_0	Δn_1	Δn_2	Δn_3	c_1 [%]	c_2 [%]	c_3 [%]
0,5	8,5	17,7	27,8	4,42	9,20	14,46
0,3	8,6	17,9	27,6	4,47	9,31	14,35
0,2	8,2	17,9	28,0	4,26	9,31	14,56
0,4	8,1	17,8	27,7	4,21	9,26	14,40
0,5	8,1	17,8	27,4	4,21	9,26	14,25

Koncentrace prvního roztoku sacharózy $c_1 = (4,32 \pm 0,06)\%$.

Koncentrace druhého roztoku sacharózy $c_2 = (9,27 \pm 0,02)\%$.

Koncentrace třetího roztoku sacharózy $c_3 = (14,40 \pm 0,06)\%$.

2.2. Měření optické stáčivosti sacharózy pomocí polarimetru

Tabulka 2: Měření úhlu stočení pravostáčivých roztoků.

α_0 [°]	α_1 [°]	α_2 [°]	α_3 [°]	$[\alpha_1]$ [°cm ³ /g·dm]	$[\alpha_2]$ [°cm ³ /g·dm]	$[\alpha_3]$ [°cm ³ /g·dm]
0,25	2,60	5,75	9,10	60,241	62,052	63,177
0,20	2,75	5,90	9,35	63,716	63,671	64,913
0,15	2,75	6,00	9,10	63,716	64,750	63,177
0,15	2,80	6,00	9,20	64,875	64,750	63,871
0,10	2,90	5,95	9,35	67,192	64,210	64,913

Specifická stáčivost sacharózy $[\alpha] = (64 \pm 1)^\circ\text{cm}^3/\text{g}\cdot\text{dm}$.

2.3. Měření optické stáčivosti fruktózy pomocí pravostáčivé látky a polarimetru

Tabulka 3: Měření úhlu stočení levostáčivých roztoků.

α_0 [°]	α_1 [°]	α_2 [°]	$[\alpha_1]$ [°cm ³ /g·dm]	$[\alpha_1]$ [°cm ³ /g·dm]
9,45	-4,40	-9,05	-88,0	-90,5
9,35	-4,45	-9,10	-89,0	-91,0
9,35	-4,25	-9,05	-85,0	-90,5
9,40	-4,40	-8,95	-88,0	-89,5
9,45	-4,35	-9,05	-87,0	-90,5

Specifická stáčivost fruktózy $[\alpha] = (-87,4 \pm 0,7)^\circ\text{cm}^3/\text{g}\cdot\text{dm}$.

3. Závěr

Namíchal jsem roztoky o koncentracích přibližně 5 %, 10 % a 15 % a sacharimetrem jsem změřil jejich přesné koncentrace. U prvního roztoku jsem naměřil koncentraci $c_1 = (4,32 \pm 0,06)\%$, u druhého $c_2 = (9,27 \pm 0,02)\%$ a u třetího roztoku $c_3 = (14,40 \pm 0,06)\%$.

Pomocí polarimetru jsem naměřil úhel stočení jednotlivých roztoků a ze znalosti jejich koncentrace jsem pomocí vzorce (2) spočetl specifickou stáčivost sacharózy $[\alpha] = (64 \pm 1)^\circ\text{cm}^3/\text{g}\cdot\text{dm}$. Stáčivost docela dobře odpovídá tabulkovým hodnotám (obrázek 4).

Využitím pravostáčivého roztoku 15 % sacharózy jsem proměřil i úhly stočení levostáčivých roztoků fruktózy (5 % a 10 %) a určil její specifickou stáčivost $[\alpha] = (-88,9 \pm 0,6)^\circ\text{cm}^3/\text{g}\cdot\text{dm}$. Tato hodnota opět docela dobře odpovídá tabulkové hodnotě (obrázek 3).

látka	specifická stáčivost ($^\circ\text{cm}^3/\text{g}\cdot\text{dm}$)
Sacharóza	+66,53
Fruktóza	-93,78
Dextróza (D-glukóza)	+52,74

Obrázek 3: Specifická stáčivost vybraných látek.