

# FYZIKÁLNE PRAKTIKUM

**Spracoval:** Vladimír Domček

**Namerané:** 21.11.2012

**Obor:** Astrofyzika    **Ročník:** II    **Semester:** III

**Testované:**

## Úloha č. 10: Polarizácia svetla

$$T = 23,1 \text{ } ^\circ\text{C}$$

$$p = 989 \text{ hPa}$$

$$\varphi = 36 \%$$

### 1. Zadanie

- Meranie koncentrácie a stáčivosti roztoku sacharózy
- Meranie optickej stáčivosti ľavotočivej fruktózy

### 2. Teória

#### 2.1. Polarimeter

Svetlo prechádza zo zdroja Z do kolimátora K, kde je spracované na rovnobežný zväzok lúčov. Prechodom tohto zväzku polarizátorom P sa svetlo lineárne polarizuje. Potom prechádza cez meranú vzorku V alebo ide priamo na analyzátor A. Výsledná intenzita sa pozoruje vizuálne ďalekohľadom D. Ak skrížime kmitosmery analyzátoru a polarizátora, bude intenzita osvetleného zorného poľa minimálna, no toto minimum rozpoznáva ľudské oko dosť nepresne. Naopak, je citlivé na zmenu jasú dvoch susedných plôch. Toto sa využíva pri tzv. polotieňovej metóde.

#### 2.2. Sacharimeter

Prístroj podobný polarimeteru s tým rozdielom, že polarizátor a analyzátor sú pevne justované v skríženej polohe. Na kompenzáciu prípadných zmien roviny sa používa dvojica kremenných klinov. Kremeň stáča kmitovú rovinu lineárne polarizovaného svetla a zmenou hrúbky kremenných doštičiek je možné vykompenzovať stočenie kmitovej roviny spôsobené meranou vzorkou.

#### 2.3. Optická aktivita látok

Niektoré látky majú schopnosť stočenia kmitovej roviny lineárne polarizovaného svetla. Sú to napríklad kryštály niektorých mriežkových štruktúr alebo roztoky látok obsahujúcich asymetrický atóm uhlíku v molekule. Pre uhol stočenia kmitovej roviny  $\alpha$  pri roztoku platí:

$$\alpha = [\alpha] \cdot c \cdot d \tag{1}$$

kde  $[\alpha]$  je špecifická stáčivosť,  $d$  je hrúbka skúmanej látky a  $c$  je koncentracia látky. Špecifickú stáčivosť roztoku sa dá stanoviť zo vzťahu (1) polarimetrom:

$$[\alpha] = \frac{100\alpha}{dq} \tag{2}$$

kde  $q$  je počet gramov látky v  $100 \text{ cm}^3$  roztoku.

Koncentráciu roztoku  $c$  je vhodné experimentálne určiť sacharimetrom. Ak použijeme pri meraní sodíkovú čiaru ( $\lambda = 589,3 \text{ nm}$ ), zaznamenávajú dieliky na stupnici medzinárodné stupne cukornatosti ( $^{\circ}\text{s}$ ). Objemovú koncentráciu v percentách zistíme zo vzťahu:

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

$n_0$  je nulová poloha kompenzátoru sacharimetru a  $n$  je poloha kompenzátoru odpovedajúca vykompenzovaniu stočenia kmitovej roviny lineárne polarizovaného svetla vplyvom roztoku v kyvete s dĺžkou  $d = 0,1 \text{ m}$ .

## 2.4. Fruktóza

Meranie uhlu stočenia ľavotočivej látky je zložitejšie z toho dôvodu, že prístroje používané v praxi sú cejchované pre meranie pravotočivých roztokov. Uhol tak zmeriame kombináciou pravotočivého a ľavotočivého roztoku. Potom platí, že celkový uhol stočenia sa rovná súčtu uhlov stočenia v jednotlivých kyvetách:

$$\alpha = \alpha_1 + \alpha_2 \quad (4)$$

Pre pravotočivú látku je uhol stočenia kladný, pre ľavotočivú záporný. Treba však použiť také roztoky, aby celkový uhol stočenia bol kladný.

## 3. Postup

### 3.1. Sacharóza

- pripravíme tri roztoky sacharózy rôznej koncentrácie (15%, 10%, 5%). Roztoky s koncentráciou 10% a 5% získame zmiešaním 15% roztoku s neutrálnou destilovanou vodou.
- stanovíme sacharimetrom koncentráciu namiešaných roztokov tak, že budeme kompenzovať osvetlenie zorného pola na polotieň. Meranie opakujeme  $5\times$ .
- určíme polarimetrom uhol stočenia kmitovej roviny pripravených roztokov, postupom obdobným meraniu sacharimetrom.
- vypočítame špecifickú stáčivosť sacharózy a porovnáme ju s tabelovými hodnotami.

### 3.2. Fruktóza

- namiešame dva roztoky fruktózy s koncentraciami 10% a 5%. Ako pravotočivý roztok použijeme kyvetu s 15% roztokom sacharózy.
- určíme polarimetrom uhol stočenia pripravených roztokov.
- vypočítame špecifickú stáčivosť fruktózy a porovnáme s tabelovými hodnotami.

## 4. Meranie

### 4.1. Sacharóza

| $n_0$ | $n_{(5\%)}$ | $c_{(5\%)}$ | $n_{(10\%)}$ | $c_{(10\%)}$ | $n_{(15\%)}$ | $c_{(15\%)}$ |
|-------|-------------|-------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| 0,2   | 9,6         | 4,888       | 17,2         | 8,84         | 26,9         | 13,884       |
| -0,3  | 9,8         | 4,992       | 17,8         | 9,152        | 26,2         | 13,78        |
| 0,1   | 9,4         | 4,784       | 17,5         | 8,996        | 26           | 13,468       |
| 0,7   | 9,3         | 4,732       | 17,8         | 9,152        | 26,4         | 13,364       |
| 0,5   | 9,3         | 4,732       | 17,9         | 9,204        | 26,8         | 13,676       |

Tabulka 1: Meranie koncentrácie nemiešaných roztokov

Priemerné hodnoty nameraných koncentrácií:

$$c_{(5\%)} = (4,8 \pm 0,2) \%$$

$$c_{(10\%)} = (9,1 \pm 0,2) \%$$

$$c_{(15\%)} = (13,6 \pm 0,3) \%$$

| $\alpha_{5\%}$ | $[\alpha_{5\%}]$ | $\alpha_{10\%}$ | $[\alpha_{10\%}]$ | $\alpha_{15\%}$ | $[\alpha_{15\%}]$ |
|----------------|------------------|-----------------|-------------------|-----------------|-------------------|
| 3,1            | 64,24072         | 6,2             | 68,36627          | 9,4             | 68,94326          |
| 3,25           | 67,34914         | 6,3             | 69,46895          | 9,4             | 68,94326          |
| 3,05           | 63,20458         | 6,4             | 70,57163          | 9,35            | 68,57654          |
| 3,05           | 63,20458         | 6,15            | 67,81493          | 9,4             | 68,94326          |
| 3,1            | 64,24072         | 6,1             | 67,26359          | 9,35            | 68,57654          |
| 3              | 62,16844         | 6,4             | 70,57163          | 9,4             | 68,94326          |
| 3,15           | 65,27686         | 6,2             | 68,36627          | 9,35            | 68,57654          |
| 3,2            | 66,313           | 6,2             | 68,36627          | 9,45            | 69,30998          |
| 3,1            | 64,24072         | 6,25            | 68,91761          | 9,4             | 68,94326          |
| 3,1            | 64,24072         | 6,3             | 69,46895          | 9,4             | 68,94326          |

Tabulka 2: Stáčivosť sacharózy,  $d = 1\text{dm}$

Špecifická stáčivosť pre sacharózu:

$$[\alpha_{5\%}] = (64 \pm 1) \text{ }^\circ/\text{dm}$$

$$[\alpha_{10\%}] = (68,9 \pm 0,9) \text{ }^\circ/\text{dm}$$

$$[\alpha_{15\%}] = (68,9 \pm 0,6) \text{ }^\circ/\text{dm}$$

## 4.2. Fruktóza

| $\alpha_{(5\%,15\%)}$ | $\alpha_{(10\%,15\%)}$ | $\alpha_{15\%}$ | $\alpha_{5\%}$ | $[\alpha_{5\%}]$ | $\alpha_{10\%}$ | $[\alpha_{10\%}]$ |
|-----------------------|------------------------|-----------------|----------------|------------------|-----------------|-------------------|
| 5,5                   | 0,5                    | 9,4             | -8,9           | -89              | -3,9            | -78               |
| 5,45                  | 0,6                    | 9,4             | -8,8           | -88              | -3,95           | -79               |
| 5,5                   | 0,45                   | 9,35            | -8,9           | -89              | -3,85           | -77               |
| 5,5                   | 0,45                   | 9,4             | -8,95          | -89,5            | -3,9            | -78               |
| 5,3                   | 0,4                    | 9,35            | -8,95          | -89,5            | -4,05           | -81               |
| 5,6                   | 0,5                    | 9,4             | -8,9           | -89              | -3,8            | -76               |
| 5,55                  | 0,45                   | 9,35            | -8,9           | -89              | -3,8            | -76               |
| 5,4                   | 0,5                    | 9,45            | -8,95          | -89,5            | -4,05           | -81               |
| 5,45                  | 0,4                    | 9,4             | -9             | -90              | -3,95           | -79               |
| 5,5                   | 0,5                    | 9,4             | -8,9           | -89              | -3,9            | -78               |

Tabulka 3: Stáčivosť fruktózy,  $d = 1\text{dm}$

Špecifická stáčivosť pre fruktózu:

$$[\alpha_{5\%}] = (-89,2 \pm 0,6) \text{ }^\circ/\text{dm}$$

$$[\alpha_{10\%}] = (-78 \pm 1) \text{ }^\circ/\text{dm}$$

## 5. Záver

V prvej časti úlohy sme merali špecifickú stáčivosť sacharózy. Namiešali sme si roztoky o koncentráciach 15%, 10% a 5% a následne sme koncentrácie overili sacharimetrom. Z meraní vyplynulo, že koncentrácie roztokov boli v skutočnosti nižšie, než boli zamýšľané a na výpočty sme použili nami namerané koncentrácie. V polarimetri sme namerali uhol stočenia jednotlivých roztokov a dopočítali špecifickú stáčivosť sacharózy. Tá nám vyšla nasledovne:  $[\alpha_{5\%}] = (64 \pm 1) \text{ }^\circ/\text{dm}$ ,  $[\alpha_{10\%}] = (68,9 \pm 0,9) \text{ }^\circ/\text{dm}$ ,  $[\alpha_{15\%}] = (68,9 \pm 0,6) \text{ }^\circ/\text{dm}$ . V tabuľkách sa udáva hodnota:  $[\alpha] = 66,53 \text{ }^\circ/\text{dm}$ .

V druhej časti úlohy sme merali špecifickú stáčivosť fruktózy podobným spôsobom ako pri sacharóze. Jediný rozdiel bol v tom, že prístroj nie je justovaný na meranie lavotočivých roztokov. Preto sme tam museli pridať za fruktózu taký roztok, aby nám uhly v polarimetri nevychádzali záporné. Na to sme využili 15% roztok sacharózy z prvej časti úlohy. Výsledne hodnoty nám vyšli  $[\alpha_{5\%}] = (-89,2 \pm 0,6) \text{ }^\circ/\text{dm}$  pre 5% roztok a  $[\alpha_{10\%}] = (-78 \pm 1) \text{ }^\circ/\text{dm}$  pre 10%. Pre fruktózu je táto hodnota udávaná  $[\alpha] = -93,78 \text{ }^\circ/\text{dm}$ . Môžeme si všimnúť, že pre 10% fruktózu sa nám výsledok hodne líši od hodnoty tabelovanej. Predpokladám, že to je spôsobené zlým premiešaním tohto roztoku.

Za najväčší problém v tejto úlohe považujeme miešanie roztokov, ktoré vypadá byť v našom prípade dosť nepresné. Taktiež pri meraní sacharimetrom a polarimetrom nájsť správny polotieň môže byť veľmi subjektívne.