

Oddělení fyzikálních praktik při Kabinetu výuky obecné fyziky MFF UK

PRAKTIKUM III

Úloha č.: 11

Název: Měření stočení polarizační roviny polarimetrem

Vypracoval: Vít MAREK stud. sk. F12 dne 26.3.2001

Odevzdal dne: vráceno:

Odevzdal dne: vráceno:

Odevzdal dne:

Posuzoval: dne výsledek klasifikace

Připomínky:

Pracovní úkol:

1. Změřte závislost stočení polarizační roviny na koncentraci pro roztok glukózy.
Proměřte koncentrace 0, 100, 200, 300, 400, 500 g/l.
2. Změřte Verdetovu konstantu benzenu.

Teorie:

Organické látky obsahující chirální uhlík působí na lineárně polarizované světlo tak, že stáčí polarizační rovinu světla. V našem případě (roztok glukózy) pak můžeme vyjádřit závislost stočení polarizační roviny na koncentraci látky vztahem:

$$\alpha = \rho c d \quad (1) \text{ kde } \alpha \text{ je úhel stočení polarizační roviny, } \rho \text{ měrná stáčivost, } c \text{ koncentrace látky, } d \text{ vzdálenost, kterou vlna v roztoku proběhne}$$

Některé látky jsou inaktivní (polarizační rovinu nestáčí). Působí-li však na ně magnetické pole, začnou polarizační rovinu světla stáčet (odvození např. [1] str. 58-62):

$$\alpha = V B d \quad (2) \text{ kde } V \text{ je Verdetova konstanta, } B \text{ magnetická indukce}$$

Použijeme-li k vytvoření magnetického pole solenoid, je magnetická intenzita dána vztahem:

$$H = N I / l \quad (3) \text{ kde } H \text{ je magnetická intenzita, } I \text{ elektrický proud, } l \text{ délka solenoidu}$$

Magnetickou indukci určíme ze vztahu:

$$B = \mu_o H \quad (4) \text{ kde } \mu_o \text{ je permeabilita vakua (} \mu_o = 1,25 \cdot 10^{-6} [\text{Hm}^{-1}] \text{)}$$

Schéma zapojení elektrického obvodu pro solenoid je na *obr. 1* (pro proud 0 – 1,5 A) a *obr. 2* (pro proud 1,5 – 3 A).

Výsledky měření:

1, Nejdříve jsem si připravil 5 roztoků glukózy (koncentrace 100, 200, 300, 400 a 500 g l⁻¹). Do kyvety jsem nalil destilovanou vodu a změřil jsem na polarimetru uzpůsobeném pro polostínovou metodu stočení polarizační roviny. Měření jsem opakoval 5 krát. Stejným způsobem jsem proměřil i stáčení polarizační roviny pro všechny připravené roztoky glukózy. Délka kyvety byla 1 dm. Hodnoty jsem statisticky zpracoval. Výsledky jsou v *tabulce 1*.

Tabulka 1 – Závislost stočení polarizační roviny světla na koncentraci glukózy.

| c [g l ⁻¹] | * | 0 | 100 | 200 | 300 | 400 | 500 |
|------------------------|------|------|-------|-------|--------|--------|--------|
| Měření | | | | | | | |
| 1 | 0,67 | 0,36 | -4,33 | -8,81 | -13,24 | -17,88 | -22,32 |
| 2 | 0,55 | 0,55 | -4,69 | -8,73 | -13,36 | -17,76 | -22,25 |
| 3 | 0,53 | 0,59 | -4,07 | -8,52 | -13,30 | -18,10 | -22,30 |
| 4 | 0,47 | 0,54 | -4,16 | -8,93 | -13,38 | -17,72 | -22,36 |
| 5 | 0,44 | 0,40 | -4,07 | -8,43 | -13,27 | -17,93 | -22,50 |
| | | 0,04 | 4,80 | 9,22 | 13,84 | 18,41 | 22,88 |
| | | 0,17 | 0,31 | 0,26 | 0,13 | 0,21 | 0,16 |

kde c je koncentrace glukózy, * je měření bez vzorku, α je úhel stočení polarizační roviny

Závislost úhlu stočení polarizační roviny na koncentraci glukózy je zakreslena v *grafu 1*. Získaná směrnice přímky je $\alpha = (0,0459 \pm 0,0004) c$. Z této závislosti získám dosazením do *vztahu (1)* měrnou stáčivost glukózy:

$$\rho = (4,59 \pm 0,04) \cdot 10^{-2} [(^{\circ}) g^{-1} dm^{-2}]$$

2, Sestavil jsem elektrické zapojení podle *obr. 1*. Pomocí polarimetru jsem stejným způsobem měřil závislost úhlu stočení polarizační roviny světla na vzrůstajícím proudu (a tedy na vzrůstající magnetické intenzitě). Pro proud větší než 1,5 A jsem použil zapojení podle *obr. 2*. Měření jsem provedl pro obě polarity proudu. Výsledky pro obě polarity proudu jsem použil k výpočtu pro úhel stočení polarizační roviny světla. Třída přesnosti ampérmetru byla 2. Výsledky jsou zapsány v *tabulce 2*. Magnetickou intenzitu jsem vypočítal ze *vztahu (3)*. Délka solenoidu je $l = 25\text{ cm}$, počet závitů je $N = 3045$.

Tabulka 2 – Závislost stočení polarizační roviny světla procházejícího benzenem na magnetické intenzitě.

| Měření | I [A] | $er\ I$ [A] | | | H [Am] | $er\ H$ [Am] | | |
|--------|---------|-------------|-------|-------|----------|--------------|-----|-----|
| 1 | 0,00 | 0,02 | 13,75 | | | | | |
| 2 | 0,21 | 0,02 | 14,05 | 13,20 | 2500 | 300 | 0,4 | 0,2 |
| 3 | 0,40 | 0,02 | 14,40 | 13,02 | 4900 | 300 | 0,7 | 0,1 |
| 4 | 0,60 | 0,02 | 14,66 | 12,80 | 7300 | 300 | 0,9 | 0,1 |
| 5 | 0,80 | 0,02 | 14,84 | 12,54 | 9700 | 300 | 1,2 | 0,1 |
| 6 | 1,00 | 0,02 | 15,04 | 12,22 | 12200 | 300 | 1,4 | 0,2 |
| 7 | 1,20 | 0,02 | 15,40 | 11,90 | 14600 | 300 | 1,8 | 0,1 |
| 8 | 1,5 | 0,1 | 16,08 | 11,27 | 18000 | 1000 | 2,4 | 0,1 |
| 9 | 2,0 | 0,1 | 16,70 | 10,63 | 24000 | 1000 | 3,0 | 0,1 |
| 10 | 2,5 | 0,1 | 17,35 | 10,00 | 30000 | 1000 | 3,7 | 0,1 |
| 11 | 3,0 | 0,1 | 18,02 | 9,27 | 37000 | 1000 | 4,4 | 0,1 |

kde I je proud procházející solenoidem, $er\ I$ jeho chyba; α_1, α_2 odečtené hodnoty stočení pol. roviny, H magnetická intenzita, $er\ H$ její chyba, α stočení polarizační roviny, $er\ \alpha$ jeho chyba.

Závislost úhlu stočení polarizační roviny světla na magnetické intenzitě je zakreslena v *grafu 2* (proloženo přímkou). Směrnice přímky je $\alpha = (1,22 \pm 0,05) \cdot 10^{-4} H$.

Dosazením do *vztahu (2) a (4)* jsem určil Verdetovu konstantu (délka kyvety $l = 20\text{ cm}$):

$$V = (2,92 \pm 0,12) \cdot 10^4 [(^{\circ}) T^{-1} m^{-1}]$$

Diskuse:

Závislost stočení polarizační roviny na koncentraci glukózy vyšla podle předpokladu ze *vztahu (1)* lineární. Chyby přístroje jsem při zpracování výsledků zanedbal, protože byly mnohem menší, než chyby získané statistickým zpracováním naměřených dat.

Pro měření stočení polarizační roviny v závislosti na magnetické intenzitě jsem kromě chyby statistické (pouze 2 údaje) jsem odhadl ještě chybu měření na $0,1^{\circ}$ (s přihlédnutím k výsledkům měření v *bodě 1*). Při porovnání Verdetovy konstanty s tabulkovou hodnotou (viz [2] str.135) ($V = 3,00 \cdot 10^4 [(^{\circ}) T^{-1} m^{-1}]$) jsem zjistil, že se naměřená a tabulková hodnota v rámci chyby rovnají.

Závěr:

1. Závislost stočení polarizační roviny na koncentraci glukózy je zakreslena v *grafu 1*. Měrná stáčivost glukózy je $\rho = (4,59 \pm 0,04) \cdot 10^{-2} [(^{\circ}) g^{-1} dm^{-2}]$
2. Verdetova konstanta benzenu je $V = (2,92 \pm 0,12) \cdot 10^4 [(^{\circ}) T^{-1} m^{-1}]$

Použitá literatura: