

Polarizace světla

Nejprve připravíme tři roztoky sacharózy o koncentracích $c_1=5\%$, $c_2=10\%$ a $c_3=15\%$. Každý z těchto roztoků má objem 10ml. Roztoky nalijeme do tří kyvet o délce $d=1\text{dm}$.

Měření koncentrace sacharimetrem

Najdeme polohu kompenzátoru n_0 , pro kterou jsou levá a pravá část analyzátoru stejně tmavé. Totéž provedeme ještě třikrát pro jednotlivé kyvety.

Celkem toto měření provedeme pětkrát.

Koncentraci potom získáme ze vztahu

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

kde n je poloha kompenzátoru pro jednotlivé kyvety.

n_0	n_1	n_2	n_3	c_1	c_2	c_3
-1,1	8,8	16,7	28,1	5,148	9,256	15,184
-0,7	8,5	16,6	28,4	4,784	8,996	15,132
-0,8	8,0	16,6	28,5	4,576	9,048	15,236
-1,2	8,9	16,7	27,9	5,252	9,308	15,132
-0,6	8,6	16,4	28,4	4,784	8,840	15,080

Z těchto hodnot získáme průměrné hodnoty jednotlivých koncentrací

$$c_1=(4,91\pm 0,13)\% \quad c_2=(9,09\pm 0,09)\% \quad c_3=(15,15\pm 0,03)\%$$

Měření úhlu stočení roviny polarimetrem

Pro každou ze tří kyvet najdeme na polarimetru polohu, ve které jsou všechny části stejně tmavé, na stupnici přečteme úhel stočení roviny polarizace vzhledem ke stočení v případě bez kyvety. Měření opět opakujeme pětkrát.

α_0	α'_1	α'_2	α'_3	$\alpha_1=\alpha'_1-\alpha_0$	$\alpha_2=\alpha'_2-\alpha_0$	$\alpha_3=\alpha'_3-\alpha_0$
0,00	3,15	5,95	9,80	3,15	5,95	9,80
-0,05	3,05	6,15	9,85	3,10	6,20	9,90
0,00	3,25	6,15	9,95	3,25	6,15	9,95
-0,05	3,15	6,00	9,85	3,20	6,05	9,90
-0,05	3,20	6,05	9,90	3,25	6,10	9,95
Průměr				3,19±0,03	6,09±0,04	9,90±0,03

Pro jednotlivé úhly stočení platí:

$$\alpha = [\alpha]cd$$

kde $[\alpha]$ je specifická stáčitost, c koncentrace a d délka kyvety. Odtud

$$[\alpha] = \frac{\alpha}{cd}$$

Po dosažení získaných úhlů stočení a známých koncentrací (5%,10%,15%) dostaneme pro jednotlivé koncentrace:

$$[\alpha]_1=(638\pm 6)^\circ/\text{m}, \quad [\alpha]_2=(609\pm 4)^\circ/\text{m}, \quad [\alpha]_3=(660\pm 2)^\circ/\text{m}$$

tabulková hodnota je $[\alpha]=664,35+0,087c$, odtud získáváme tabulkové hodnoty pro jednotlivé c :

$$[\alpha]_1=664,324^\circ/\text{m}, \quad [\alpha]_2=664,329^\circ/\text{m}, \quad [\alpha]_3=664,333^\circ/\text{m}$$

Brownův pohyb

Na průsvitný papír zaznamenáme polohy několika částic v pravidelných intervalech za pomoci metronomu. Dobu jednoho intervalu získáme ze změření doby 5 intervalů, které provedeme třikrát.

$5T/s$	T/s
22,17	4,434
22,13	4,426
22,13	4,426

$$T=(4,429\pm 0,003)s$$

Změříme vzdálenosti L_1, L_2, L_3 dvou poloh jedné částice v intervalech $T, 2T$ a $3T$.

Pro tyto vzdálenosti ověříme vztah

$$\langle L_1^2 \rangle : \langle L_2^2 \rangle : \langle L_3^2 \rangle = 1 : 2 : 3$$

Vzdálenosti byly měřeny v jednotkách j (velikost úsečky $0,01\text{mm}$ na obrazovce v milimetrech), pro které platí $25j=0,01\text{mm}$.

Pro první částici:

L_1/j	L_2/j	L_3/j
12	7	16
17	27	27
10	17	27
16	31	36
17	21	14
11	4	7
9	6	9
4	18	8
14	9	5
17	16	
4		
$\langle L_1^2 \rangle = 163,4j^2$	$\langle L_2^2 \rangle = 318,2j^2$	$\langle L_3^2 \rangle = 380,6j^2$

Pro první částici tedy dostáváme

$$\langle L_1^2 \rangle : \langle L_2^2 \rangle : \langle L_3^2 \rangle = 1 : 1,95 : 2,33$$

Pro druhou částici:

L_1/j	L_2/j	L_3/j
8	22	27
14	18	19
5	5	16
3	11	9
12	10	10
4	8	8
5	6	5
4	5	18
3	15	19
15	20	23
4	23	34

L_1/j	L_2/j	L_3/j
25	36	15
11	10	14
21	25	28
10	7	4
9	7	15
5	23	
19		
$\langle L_1^2 \rangle = 138,8 j^2$	$\langle L_2^2 \rangle = 293,0 j^2$	$\langle L_3^2 \rangle = 339,5 j^2$

Pro druhou částici dostáváme:

$$\langle L_1^2 \rangle : \langle L_2^2 \rangle : \langle L_3^2 \rangle = 1 : 2,11 : 2,45$$

Pro třetí částici:

L_1/j	L_2/j	L_3/j
7	8	6
14	6	11
9	5	14
8	11	8
9	10	22
3	15	25
17	27	31
10	18	8
15	9	21
10	18	27
12	21	16
9	4	4
8	6	8
5	11	16
5	12	
9		
$\langle L_1^2 \rangle = 100,9 j^2$	$\langle L_2^2 \rangle = 185,8 j^2$	$\langle L_3^2 \rangle = 308,1 j^2$

Pro třetí částici dostáváme:

$$\langle L_1^2 \rangle : \langle L_2^2 \rangle : \langle L_3^2 \rangle = 1 : 1,84 : 3,05$$

Pro každou částici vypočítáme její poloměr podle Einsteinova vztahu:

$N=6,022 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}$, $R=8,314 \text{ J mol}^{-1} \text{ K}^{-1}$, $T=295,05 \text{ K}$, $\eta=0,963 \cdot 10^{-3} \text{ kg m}^{-1} \text{ s}^{-1}$

$$\langle L^2 \rangle = \frac{2RTt}{6\pi\eta N r} \quad r = \frac{2RTt}{6\pi\eta N \langle L^2 \rangle}$$

1. částice: $r=7,60 \cdot 10^{-8} \text{ m}$
2. částice: $r=8,95 \cdot 10^{-8} \text{ m}$
3. částice: $r=12,31 \cdot 10^{-8} \text{ m}$