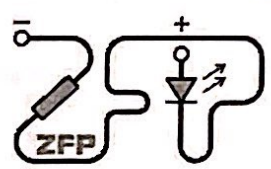


NEJISTOTA NAMĚŘENÝCH MĚŘENÍ; CHYBNÉ V SECT; CHYBY V GRAFU; ZDRUJE CHYBY; PŘELOŽENÍ GRAFEM;

Kabinet výuky obecné fyziky, UK MFF

Fyzikální praktikum I (NOFY066)



Úloha č. IV...

Název úlohy: Závislost povrchového napětí na koncentraci povrchově aktivní látky

Jméno: Josef Kučera Obor: FOF

Datum měření: 26.2.2019 Datum odevzdání: 12.3.2019

Připomínky opravujícího:

TENTO PROTOKOL JE "VELMI EKONOMICKÝ"¹, POKUD JDE O ZPRACOVÁNÍ NEJISTOT MĚŘENÍ.

VHODNĚ K PŘEPRACOVÁNÍ.

	Možný počet bodů	Udělený počet bodů
Práce při měření	0 - 3	3
Teoretická část	0 - 2	1 1/2
Výsledky a zpracování měření	0 - 9	4 1/2
Diskuse výsledků	0 - 4	2
Závěr	0 - 1	0
Seznam použité literatury	0 - 1	1
Celkem	max. 20	12

Posuzoval: Schwarz dne: 19.3.2019

MĚŘENÍ CHVÍLI TRVÁ, ČLOVEK SE MŮŽE SPLEST VE VZORČKĚ

¹ "VELMI EKONOMICKÝ" = OBYČEJNOU LIDSKOU PŘEČÍ, "NEMÍ TAM AM N".

Pracovní úkol

1. Určete závislost povrchového napětí σ na objemové koncentraci c roztoku etylalkoholu v oxidanu¹ odtrhací metodou.
2. Sestrojte graf této závislosti.

Theorie

K měření síly kompenzující povrchové napětí lze s výhodou užít torzních vah, které umožňují plynulé zatěžování drátku při jeho vytahování z kapaliny a jsou dostatečně citlivé k určení síly P_0 v okamžiku odtržení drátku délky l od povrchu kapaliny.

Pro sílu P_0 platí následující vztah:

$$P_0 = (\Delta m + M) \cdot g \quad (1)$$

kde Δm značí rozdíl hmotnosti závažíček torzních vah, M naměřenou hodnotu na vahách a g gravitační zrychlení. Δm JE KLADNĚ POKUD TĚŽŠÍ ZÁVAŽÍ JE NA LEVÉM RAMENI VAH?

Pro výpočet samotného povrchového napětí dosadíme sílu P_0 z rovnice (1) do rovnice povrchového napětí [1],[2],[3]:

$$\sigma = \frac{P_0}{2l} \quad (2)$$

Přesnější vztah σ_r k určení povrchového napětí odtrhací metodou zahrnuje korekci na tloušťku použitého drátu [1],[2],[3]:

$$\sigma_r = \frac{P_0}{2l} - r \left(\sqrt{\frac{P_0 \rho g}{l}} - \frac{P_0}{l^2} \right) \quad (3)$$

kde ρ je hustota kapaliny a r poloměr drátku.

Ethylalkohol má menší povrchové napětí než oxidan [3]. Pokud tyto dvě kapaliny budeme mísiti, měli bychom dostat nepřímo úměrnou závislost povrchového napětí na koncentraci povrchově aktivní látky (ethylalkoholu) s maximální hodnotou povrchového napětí pro čistý oxidan a minimální hodnotou pro čistý ethylalkohol.

ODKUD BY TO MĚLO PLYNOUT??

¹ Oxidan, triviálním chemickým názvoslovím voda

Výsledky měření

Pokus byl proveden na torzních vahách se závažičky o hmotnosti 620,7 mg a 586,5 mg. Jejich hmotnostní rozdíl Δm činí zhruba 34,2 mg.

KTERÉ ZÁVAŽIČKY BYLO NA KTERÉM PAMENI VAH?

Délka drátku závažička l , který byl v kontaktu s vodní hladinou, činila 20,5 mm.

JAK BYLA ZÁVAŽIČKA ZVAŽENA?
 $\pm ?$ NEJISTOTA?
 $\pm ?$ NEJISTOTA?

Na torzních vahách byla kvůli statistické přesnosti provedena u každé koncentrace 3 měření váhy M .

Pro přesnější výpočet povrchového napětí bylo nutné změřit též poloměr drátku r , kterýžto činil 0,97 $\pm ?$ mm.

LEDE SPÍŠE O PLOŠNĚ?
 CHYBĚ DOBŘE...

V tabulce 1 jsou zanesena všechna důležitá data, vypočítané povrchové napětí σ z rovnice 2 a přesnější výpočet povrchového napětí σ_r z rovnice 3.

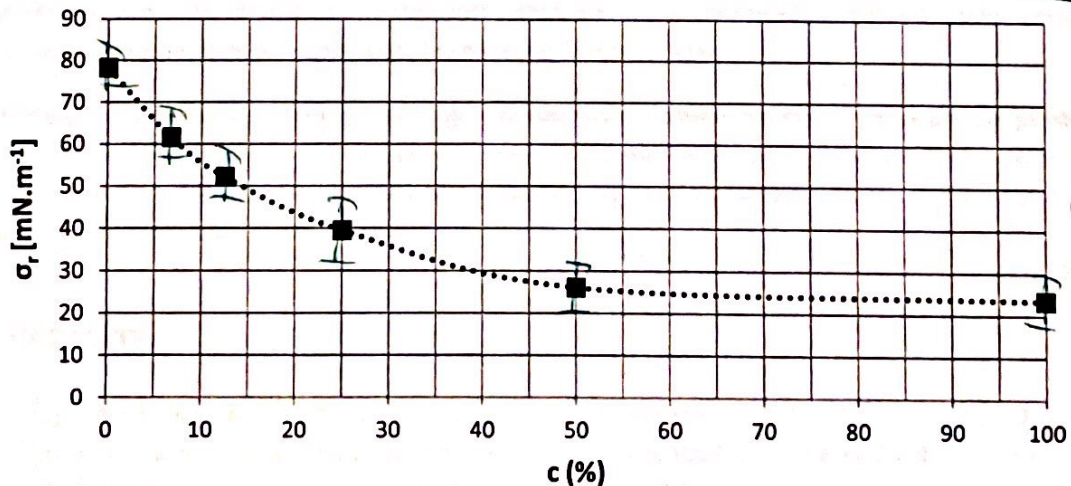
CHYBĚ DOBŘE...

Tabulka 1: Koncentrace ethylalkoholu c ; průměrná váha na torzních vahách M ; celková váha $M + \Delta m$; síla P_0 ; povrchové napětí (σ); povrchové napětí vzhledem k poloměru drátku (σ_r)

	c (%)	M [mg]	$M + \Delta m$ [mg]	P_0 [mN]	σ [mN.m ⁻¹]	σ_r [mN.m ⁻¹]
Oxidant ²	0,00	361,33 $\pm ?$	395,53	3,88	94,64	78,24 $\pm ?$
Ethylalkohol 6,75 %	6,75	286,00 $\pm ?$	320,20	3,14	76,61	61,58 $\pm ?$
Ethylalkohol 12,5 %	12,50	242,83 $\pm ?$	277,03	2,72	66,29	52,18
Ethylalkohol 25 %	25,00	183,67	217,87	2,14	52,13	39,51
Ethylalkohol 50 %	50,00	119,00	153,20	1,50	36,66	26,10
Ethylalkohol 100 %	100,00	103,00	137,20	1,35	32,83	23,45

Závislost sloupců c a σ_r z tabulky 1 je vynesena v grafu 1:

CHYBÍ NEJISTOTA
 0



CHYBÍ
 CHYBOVÉ
 ÚSEČKY.

Graf 1: Závislost povrchového napětí σ_r na objemové koncentraci c roztoku ethanolu v oxidanu

² Oxidan, triviálním chemickým názvoslovím voda

Diskuse

Z dat tabulky 1 také vyplývá, že vzoreček pro výpočet pro výpočet povrchového napětí σ_r s korekcí na poloměr drátku dává mnohem přesnější výsledek, než pokud danou korekci zanedbáme.

Tabulková hodnota povrchového napětí při teplotě 25 °C činí pro oxidan 72 mN.m⁻¹ a pro ethylalkohol 22 mN.m⁻¹ [4].

Dle vzorečku 4 můžeme vypočítat relativní procentuální chybu:

$$X_r = \frac{|H - h|}{H} \cdot 100 \% \quad (4)$$

kde X_r značí relativní chybu v %, H značí tabulkovou hodnotu a h námi vypočítanou hodnotu.

Výsledná relativní chyba pro σ a σ_r je vynesena v tabulce 2.

	σ_t [mN.m-1]	σ [mN.m-1]	$X\sigma$ (%)	σ_r [mN.m-1]	$X\sigma_r$ (%)
Oxidán	22,00	32,83	49,22	23,45	6,58
Ethylalkohol	72,00	94,64	31,44	78,24	8,66

Výsledek nekorigovaného vzorečku pro povrchové napětí σ čítá pro ethylalkohol 32 mN.m⁻¹ (chyba 49,2 %) a pro oxidan 94,64 mN.m⁻¹ (chyba 31,4 %). Po korekci vychází σ_r pro ethylalkohol 23,45 mN.m⁻¹ (chyba 6,6 %) a pro oxidan 78,24 mN.m⁻¹ (chyba 8,7 %).

Závěr JE POZOROVANÁ ODCHYLKA VYSVĚTLITELNÁ CHYBAMI MĚŘENÍ? S JAKOU PŘESNOSTÍ JSOU VAŠE VÝSLEDKY STABILNÍ? JAKÉ DALŠÍ ZDROJE CHYB JE TŘEBA UVAŽOVAT?

Očekávali jsme, že s rostoucí koncentrací ethylalkoholu v oxidanovém roztoku bude velikost naměřeného povrchového napětí kapaliny nepřímo úměrně klesat.

Naměřené výsledky naší teorii potvrzují. Velikost povrchového napětí se snižovala od původní hodnoty 78,24 mN.m⁻¹ pro čistý oxidan až k hodnotě 23,45 mN.m⁻¹ pro čistý ethylalkohol s rostoucí objemovou koncentrací ethylalkoholu. Daná závislost je nepřímo úměrná, to lze vyčíst i z grafu 1, jehož spojnice má tvar úseku hyperboly.

Literatura

- [1] J. Brož a kol.: Základy fyzikálních měření I. SPN, Praha 1967, st. 2.5.4, čl. 2.5.4.1, 2.1.3.1.
- [2] J. Brož a kol.: Základy fyzikálních měření I. SPN, Praha 1983, st.. 2.4.4, čl. 2.4.4.1, 2.1.3.1.
- [3] Z. Horák, F. Krupka: Fyzika, SNTL, Praha 1981, kap. 2.8.4
- [4] MIKULČÁK, Jiří. Matematické, fyzikální a chemické tabulky a vzorce pro střední školy. Praha: Prometheus, 2003. ISBN 978-807-1962-649; str. 219

K POTVRZENÍ
TÉTO
TEORIE
BY BYLO
POTŘEBA
PROLOŽIT
DATY FUNKCI
ODPOVÍDAJÍCÍ
MĚŘENÉ
ČERNOSTI,

TEDY TYPU $\sigma \propto \frac{1}{c}$.

SKUTEČNÁ ZÁVISLOST JE VŠAK PŘIBLIŽNĚ EXPONENCIÁLNÍ.

→ MŮŽE, BYL BY POTŘEBA FIT!
TOTO MŮŽE TVRDIT "OD OKA", BEZ
DŮKAZŮ. NAUČI HYPERBOLA V ULE
DIVERGENCE.

díl ve váhách + měření hmotnosti

$$m_1 = 0,3740 \text{ g} \quad \Delta m = 3,3 \text{ mg}$$

$$m_2 = 0,3773 \text{ g} \quad \text{S CÍNEM LEHCE VYCHYLENÁ}$$

1.	300
2.	336
3.	342
4.	354
5.	354

NOVA VODA	
1.	357
2.	358

36-02-2019

Matematicko-fyzikální fakulta
Fyzikální praktikum I

Sil

$$\text{kg} \cdot \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$$

DATA

$$353,7 \text{ mg}$$

$$3,3 \text{ mg} + 357 \text{ mg} = \underline{360,3 \text{ mg}} = 0,3603$$

$$F = m \cdot g$$

$$\underline{l = 1,9 \text{ cm}}$$

$$F = m \cdot g$$

G

$$G = \frac{360,3 \text{ mg}}{3,8 \text{ cm}} =$$

$$\frac{3,5 \text{ mN}}{0,038 \text{ m}} = 92 \frac{\text{mN}}{\text{m}} \quad 3,5$$

$$\frac{\text{mN}}{\text{m}}$$

$$m_1 = 0,6205 \text{ g}$$

$$L = 20,5 \text{ mm}$$

$$m_2 = 0,5863 \text{ g}$$

$$P_0 = 250$$

$$M_1 = 294$$

$$M_2 = 274$$

$$M_3 = 271$$

$$M_4 = 260$$

$$M_5 = 260$$

$$M_6 = 250$$

$$\begin{array}{r} 6205 \\ - 5863 \\ \hline 342 \end{array}$$

$$\Delta m = 34,2 \text{ mg}$$

$$+M = 250 \text{ mg}$$

$$= \frac{284,2 \text{ mg}}{1000} \cdot 9,81 =$$

$$= 2,788 \text{ mN}$$

$$\sigma = \frac{2,788}{0,020205} = \frac{136}{2} = \underline{\underline{68}}$$

LiH

$$M_1 = 103 \text{ mg}$$

$$M_2 = 102 \text{ mg}$$

$$M_3 = 104 \text{ mg}$$

LiH

LiH

G =

$M_1 = 103 \text{ mg}$

$M_2 = 102 \text{ mg}$

$M_3 = 104 \text{ mg}$

36.02.2013 *Saha*

Matematiko-fyzikální fakulta
Fyzikální praktikum 2

$\Delta m = 342 + 102 = 136,2 \text{ mg} : 1000 \cdot 9,81$

$= \frac{1,336 \text{ mN}}{2 : 0,0205} = 32,5$

LiH + VODA 50% 50% 15ml + 15ml

$M_1 = 118 \text{ mg}$ $M_2 = 120 \text{ mg}$ $M_3 = 119 \text{ mg}$

LiH + VODA 25% 75%

$M_1 = 183 \text{ mg}$ $M_2 = 184 \text{ mg}$ $M_3 = 184 \text{ mg}$

LiH + VODA 12,5% 87,5%

$M_1 = 243 \text{ mg}$ $M_2 = 244 \text{ mg}$ $M_3 = 241,7 \text{ mg}$

6,25%

$M_1 = 284 \text{ mg}$ $M_2 = 289 \text{ mg}$ $M_3 = 285 \text{ mg}$

$$358 \text{ mg} + 34,2 \text{ mg}$$

$$F = 3,8475 \text{ mN}$$

$$l = 20,5 \text{ mm}$$

$$20,5 \text{ mm}$$

$$= 0,0205 \text{ m}$$

$$\Rightarrow \text{možná} + 0,5 \text{ mm?} = 93,8$$

$$\text{tloušťka } 0,97 \text{ mm}$$

$$G = \frac{F}{2l} = \frac{3,8475}{2 \cdot 0,0205} =$$

0,6207

g

$\rho = 0,5867$

H₂O v₂

$$M_1 = 361 \text{ mg}$$

$$M_2 = 369 \text{ mg}$$

$$M_3 = 362 \text{ mg}$$

Matematicko-fyzikálna fakulta
Fyzikálny praktikum I

30-02-2019

Silva
36