

K. SMOLEŃSKI I WŁ. KOZŁOWSKI.

O napięciu powierzchniowym roztworów wodnych sacharozy.

Sur la tension superficielle de solutions aqueuses de saccharose.

(Otrzymano 27.XI.30).

Przystępując do badania wpływu różnych czynników na napięcie powierzchniowe wodnych roztworów chemicznie czystej sacharozy, w pierwszym rzędzie oznaczyliśmy zależność napięcia od stężenia. Chodziło nam tu głównie o sprawdzenie dotychczasowych wyników, podanych w pracach różnych autorów, którzy zajmowali się tą sprawą.

Z prac poprzednich¹⁾, zwłaszcza z pracy prof. K. Smoleńskiego i inż. M. Werkenthinówny²⁾ wiemy, że roztwory wodne chemicznie czystej sacharozy są powierzchniowo nieczynne, a napięcia ich są wyższe od napięcia powierzchniowego wody. Niniejsza praca potwierdza wyniki poprzednich autorów oraz daje dokładniejszy obraz zależności napięcia powierzchniowego od stężenia.

Do wszystkich naszych pomiarów używaliśmy sacharozy, przygotowanej przez nas z najlepszej rafinady, według metody Centr. Labor. Cukr., która jest zbliżona do opracowanej dawniej przez Staněka³⁾. W pracy stosowaliśmy t. zw. „nowy” tensjometr du Noüy, posługując się „nową” metodą⁴⁾. Musimy jednakże nadmienić, że wprowadziliśmy pewną modyfikację, mianowicie nie uwzględnialiśmy ciężaru kropeł, pozostających na kółeczku pomiarowym. Zmianę tę, która wpływa jedynie na zwięks-

¹⁾ K. R. Lindfors: *Sucrerle Belge* 44, 111; *Honig Internat. Sugar Journal* 28, 302; *Sucrerle Belge* 46, 86; Sarawsky: *Z. Zuckerind. Čechoslov. Rep.* 50, 378 i 423; G. G. Albritton i P. M. Horton: *Sucrerle Belge* 46, 342.

²⁾ *Gaz. Cukr.* 62, 529, (1928).

³⁾ *Gaz. Cukr.* 62, 529, (1928) i *Z. Zuckerind. Čechoslov. Rep.* 45, s. 421.

⁴⁾ *Gaz. Cukr.* 62, 405, (1928).

szenie napięcia bezwzględnego, nie zmieniając napięcia względem wody, wprowadziliśmy w celu ułatwienia pomiarów. Pozostające na kółeczku, niejednakowe ilości kropeł cieczy zmuszają do każdorazowego regulowania dźwigni przyrządu. Wykonanie kilku pomiarów ściśle „nową” metodą, pozwoliło nam na znalezienie poprawki i sprowadzenie wszystkich wyników do „nowej” metody, dającej napięcie powierzchniowe wody destylowanej w 20°, równe 73 dyn./cm.

Dla przykładu przytaczamy następujące wyniki:

Pomiar bez uwzględnienia ciężaru kropeł:

$$\begin{array}{l} 24.9\% \text{ roztwór sacharozy } \sigma = 76.45 \text{ dyn./cm.} \\ \text{woda } \sigma' = 74.25 \text{ „} \end{array}$$

$$\sigma_w = \frac{76.45}{74.25} = 102.96$$

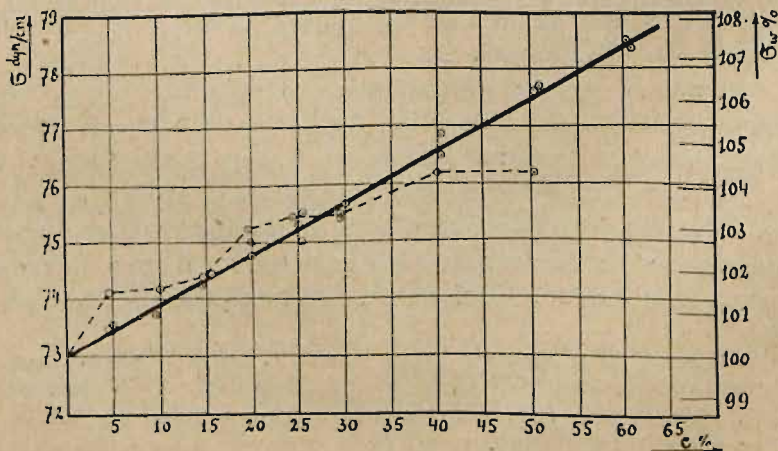
pomiar ściśle „nową” metodą:

$$\begin{array}{l} 24.9\% \text{ roztwór sacharozy } \sigma = 75.15 \text{ dyn./cm.} \\ \text{woda } \sigma' = 73.00 \text{ „} \end{array}$$

$$\sigma_w = \frac{75.15}{73.00} = 102.94$$

Na podstawie tych pomiarów, uzupełnionych przez kilka innych przy różnych stężeniach sacharozy, znaleziono poprawkę σ , — $\sigma = \text{ok. } 1,3$ dyn./cm.

Wszystkie pomiary były robione w temperaturze pokojowej, która wahała się około 20°, aby więc można było otrzymać dane porównawcze, musieliśmy wyniki sprowadzić do przyjętej ogólnie temperatury 20°. Przeliczeń dokonaliśmy na podstawie znalezionej przez nas *spółczynnika temperaturowego* (γ) (p. rozdz. 2).



Rys. 1. Zależność napięcia powierzchniowego (σ wzgl. σ_w) roztworów sacharozy od stężenia.

1. ZALEŻNOŚĆ NAPIĘCIA OD STĘŻENIA.

Wykonaliśmy szereg pomiarów napięcia powierzchniowego roztworów wodnych sacharozy, poczynwszy od stężenia 5% do 60%. Rezultaty, otrzymane z trzech seryj pomiarów, pozwoliły na wykreślenie krzywej zależności napięcia (σ , wzgl. σ_w) od stężenia (c) (rys. 1 — krzywa ciągła), która do 40% stężenia sacharozy jest linią prostą. Dla porównania podajemy mniej dokładne wyniki z dawniejszej pracy prof. K. Smoleńskiego i inż. M. Werkenthinówny (rys. 1 — krzywa przerywana).

Z krzywej, przedstawionej na rys. 1, zestawiliśmy tablicę 1.

T a b l i c a 1.

Stęż. roztworu $c\%$	Napięcia σ i σ_w w temp. 20°.	
	bezwzgl. dyn./cm.	w %% od σ wody.
0	73,00	100,0
5	73,44	100,6
10	73,88	101,2
15	74,31	101,8
20	74,75	102,4
25	75,19	103,0
30	75,63	103,6
35	76,07	104,2
40	76,50	104,8
45	77,02	105,5
50	77,45	106,1
55	77,94	106,8
60	78,48	107,5

Znalezionym wynikom odpowiada także dość ściśle wzór prosto-
linjowy:

$$\sigma_c = 73.0 + 0.089 c \quad (1)$$

gdzie c jest stężeniem sacharozy, wyrażonem w $\frac{g}{\%}$ wagowych.

2. ZALEŻNOŚĆ NAPIĘCIA OD TEMPERATURY.

Napięcie powierzchniowe σ_t , w danej temperaturze t , oblicza się według wzoru linjowego ¹⁾, z wielkości napięcia σ_0 , znalezionej dla pewnej temperatury t_0 :

$$\sigma_t = \sigma_0 [1 - \gamma(t - t_0)] \quad (2)$$

¹⁾ H. Freundlich, Kapillarchemie wyd. 3, str. 103.

gdzie γ jest współczynnikiem temperaturowym, różnym dla rozmaitych cieczy.

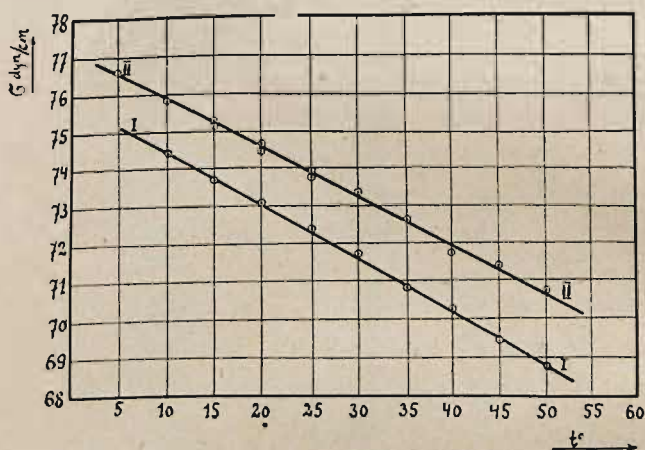
Można również powyższy wzór stosować w innej formie, a mianowicie:

$$\sigma_t = \sigma_0 - \Delta\sigma (t - t_0) \quad (3)$$

gdzie $\Delta\sigma = \sigma_0\gamma$ jest poprawką na temperaturę, wyrażoną w dyn./cm, 1° .

Dotychczas stosowano dla roztworów sacharozy współczynnik γ ten sam, co i dla wody; współczynnik ten dla wody, według Freundlich¹⁾, wynosi $\gamma = 0,002$, co w przeliczeniu daje poprawkę $\Delta\sigma = 0,15$ dyn./cm, 1° .

Zakładając, że współczynnik temperaturowy dla roztworów sacharozy, różni się od współczynnika dla wody, wykonaliśmy pomiary, w celu oznaczenia tych współczynników, dla wody i roztworów sacharozy, metodą tensjometryczną.



Rys. 2. Zależność napięcia powierzchniowego (σ) roztworu sacharozy 22,6% od temperatury.

Do oznaczeń napięcia powierzchniowego, w różnych temperaturach, tensjometrem du Noüy, używaliśmy specjalnego naczynka szklanego, o podwójnych ściankach z wylotami, co umożliwiło nam ogrzewanie względnie oziębianie badanego roztworu. Termometr normalny z podziałką na $0,1^\circ$, umieszczony wewnątrz badanej cieczy, wskazywał dokładnie temperaturę roztworu w chwili pomiaru.

Najpierw oznaczyliśmy napięcie powierzchniowe wody destylowanej, w granicach temperatury od 10° do 50° , wykonywając pomiary co 5° (tablica II i rys. 2 linja I—I). Z oznaczeń tych, obliczyliśmy średni współczynnik γ , który wynosi:

$$\gamma = 0,0021$$

¹⁾ H. Freundlich, Kapillarchemie wyd. 3, str. 103.

co w przeliczeniu daje:

$$\Delta\sigma = 0.15 \text{ dyn./cm.}, 1^\circ$$

czyli, jak widzimy, jest on prawie taki sam, jak podany u Freundlicha.

T a b l i c a II.

t°	σ -dyn./cm.
10	74,40
15	73,70
20	73,00
25	72,35
30	71,60
35	70,70
40	69,90
45	69,30
50	68,45

Z szeregu pomiarów napięcia powierzchniowego, wykonanych w granicach temperatury od 5° do 50° , dla roztworu sacharozy 22,6% (25 g sacharozy w 100 cm³ roztworu), obliczyliśmy dla tego roztworu średni współczynnik temperaturowy γ , który wynosi:

$$\gamma = 0.0018$$

co w przeliczeniu daje:

$$\Delta\sigma = 0.13 \text{ dyn./cm.}, 1^\circ.$$

Wyniki pomiarów przedstawia tablica III i rys. 2, linja II—II.

T a b l i c a III.

t°	σ -dyn./cm.	
	I	II
5	76,60	—
10	75,80	—
15	75,20	75,25
20	74,65	74,55
25	73,85	73,95
30	—	73,35
35	—	72,65
40	—	71,75
45	—	71,40
50	—	70,75

Znaleziony współczynnik $\gamma = 0.0018$ stosuje się tylko do 22,6% roztworu sacharozy; dla bardziej stężonych roztworów będzie on prawdo-

podobnie mniejszy, zaś dla roztworów mniej stężonych — większy, bliższy współczynnika $\gamma = 0,0021$.

Streszczenie.

Pomiary napięcia powierzchniowego roztworów wodnych sacharozy wykonane tensjometrem du Noüy, dla różnych stężeń (5% — 60%), dały prostolinową zależność napięcia (σ wzgl. σ_w) od stężenia (c) (rys. 1 i wzór (1)).

Oznaczenie współczynników temperaturowych, w granicach temperatur od 5° do 50°, dało dla wody:

$$\gamma = 0,0021$$

i dla 22,6% roztworu sacharozy:

$$\gamma = 0,0018$$

Listopad 1930 r.

Zakład Technologji Węglowodanów
Politechniki Warszawskiej.

Résumé.

Des mesures de la tension superficielle de solutions aqueuses de saccharose de différentes concentrations (de 5 à 60%), effectuées à l'aide du tensiometre de du Noüy, ont établi une relation linéaire entre la tension (σ ou bien σ_w) et la concentration (c) (fig. 1 et équation (1)).

La détermination des coefficients de température γ dans les limites de 5° à 50° a donné les résultats suivants:

pour l'eau $\gamma = 0,0021$,

pour une solution à 22,6% de saccharose $\gamma = 0,0018$.

Laboratoire pour la Technologie
des hydrates de carbone de l'Ecole
Polytechnique de Varsovie.