

## Лазерен електронен рефрактометър

инж. Антон Лечков, инж. Мария Плачкова - IX.1993г.

Известно е, че на базата на показателя на пречупване на една течност може да се съди за нейния количествен и качествен състав.

Целта на настоящата работа е изследване на възможността за измерване на коефициента на пречупване на течни, прозрачни вещества, които имат малък коефициент на поглъщане с He-Ne лазер и автоматично отчитане с електронна схема.

### Опитна постановка и същност на метода.

Схемата на опитна постановка е показана на фиг. 1.

Характерно за нея е използването на стандартно лабораторно оборудване:

- а) оптична маса
- б) обикновена лабораторна колба със сферична форма
- в) He-Ne лазер
- г) обикновена разграфена скала за отчитане

Методът за измерване се състои в следното:

Сферичната колба се напълва до половината с изследваната течност. През нея се пропуска лазерен лъч от He-Ne лазер. Лъчът е насочен точно към центъра на сферичната колба. Проектираните лъчи определят една вертикална равнина и на прехода на всяка граница светлината се дели на отразена и пропусната (пречупена) съставка. Точно това разделяне на лъча на две части спомага за точното визуално регулиране на оптичната система. Разглеждаме фиг. 1. Проследяваме падащия лъч  $I_0$ , който осигурява отразяване от първата стъклена среда и връщането на отразения лъч към лазера. Това позволява да се настрои  $I_0$  спрямо стъклената повърхност, т. е. падащият и отразеният лъч от първата стена на колбата трябва да съвпадат. Директно подадената светлина попада върху границата течност-въздух в точка О (центъра на колбата) и осигурява главното отражение R и пропускане (пречупване) T1. Тъй като лъчите R и T1 се опитват да проникнат през стъклената повърхност, то и двата лъча имат обратно отражение. Обратно отразените лъчи на T1 и R, от страната на колбата, попадат отново в центъра на колбата, защото ъгъла

на отражение от стената е 0 градуса. Обратно отразеният лъч на  $T_1$  попада върху течността и отново се отразява - лъч  $T_2$ . Обратно отразеният лъч на  $R$ , попадайки върху границата течност-въздух се отразява, но и преминава във втората среда. Този преминал лъч се добавя към отразения лъч  $T_1$ . Лъчите  $T_1$  и  $T_2$  са симетрични. Лъчите, които се получават от обратните отражения на  $R$  и  $T_1$ , трябва да съвпадат и само тогава нивото на течността е точно до половината на колбата.

След като колбата и лазера са правилно позиционирани, системата е готова за определяне индекса на пречупване на течността. На фиг. 1 е показана вертикално фиксирана скала, която служи за отчитане на вертикалната проекция на лъчите  $T_1$  и  $R$  като се следи нивото на течността (обозначено с правата  $OC$ ) да е хоризонтално. Чрез отстраняване на колбата, падащият лъч определя точка  $R'$  на скалата, така че средата на  $RR'$  определя положението на т.  $C$ . Директно измерване на разстоянието  $OC$  е необходимо преди да се започне да се отчитат лъчите  $T_1$  и  $R$ .  $OC$  може да се намери като се мести лазера, така че неговият вертикален лъч да е насочен по оптичната ос на колбата. Доказателство, че лъчът е вертикален, се дава от двете отражения на повърхността на лазера, които се получават при преминаване на преходите въздух-стъкло и течност-въздух. Разстоянието между вертикалния лъч и измерителната скала дава точно дължината на  $OC$ . Формулата, която изчислява индексът на пречупване на течността е следната:

$$n = \left( \frac{\overline{CO}^2 + \overline{CR}^2}{\overline{CO}^2 + \overline{CT}^2} \right)^{1/2} \quad [1]$$

### Опитни резултати

Резултатите от направените измервания на коефициентите на пречупване на обикновена, дейонизирана и дестелирана вода, разтвор на глицерин, захар и сол, са дадени в таблици от 1 до 4.

Таблица 1

Изследвана течност	R cm	T cm	R' cm	C cm	CO cm	CR cm	CT cm	n
дейонизирана вода	2.7	19.8	28	15.35	12.7	12.65	4.45	1.3320
дестилирана вода	2.7	19.7	28	15.35	12.7	12.65	4.35	1.3353
обикновена вода	2.7	19.65	28	15.35	12.7	12.65	4.30	1.3369

Таблица 2

Процентен р-р на глиц. Р%	R cm	T cm	R' cm	C cm	CO cm	CR cm	CT cm	n
5	2.7	19.6	28	15.35	12.7	12.65	4.25	1.33847
10	2.7	19.35	28	15.35	12.7	12.65	4.00	1.34624
20	2.6	19.0	28	15.30	12.7	12.70	3.70	1.35776
30	2.6	18.5	28	15.30	12.7	12.70	3.20	1.37135
40	2.8	18.8	28	15.40	12.7	12.60	2.40	1.38415

Таблица 3

Процентен р-р на захар Р%	R cm	T cm	R' cm	C cm	CO cm	CR cm	CT cm	n
1	2.7	19.55	28	15.35	12.7	12.65	4.20	1.3401
3	2.7	19.40	28	15.35	12.7	12.65	4.05	1.3447
5	2.7	19.25	28	15.35	12.7	12.65	3.90	1.3492
10	2.6	18.05	28	15.30	12.7	12.70	3.75	1.3563
15	2.6	18.85	28	15.30	12.7	12.70	3.55	1.3620
20	2.7	18.50	28	15.35	12.7	12.65	3.15	1.3699
30	2.6	18.10	28	15.30	12.7	12.70	2.80	1.3810

Таблица 4

Процентен р-р на сол Р%	R cm	T cm	R' cm	C cm	CO cm	CR cm	CT cm	n
1	2.7	19.30	28	15.35	12.7	12.65	4.00	1.3482
3	2.6	19.05	28	15.30	12.7	12.70	3.75	1.3563

Процентен р-р на сол Р%	R cm	T cm	R' cm	C cm	CO cm	CR cm	CT cm	n
5	2.7	18.80	28	15.35	12.7	12.65	3.45	1.3621
10	2.7	18.50	28	15.35	12.7	12.65	3.15	1.3699
15	2.7	18.30	28	15.35	12.7	12.65	2.95	1.3748
20	2.6	18.10	28	15.30	12.7	12.70	2.80	1.3810
30	2.6	17.80	28	15.30	12.7	12.70	2.50	1.3876

### Схема за автоматично отчитане

Принципната схема е показана на фиг. 2.

Тя се състои от координатен датчик (FD1-FD32), преобразуватели ток-напрежение (U1-U8), аналогови мултиплексори (U9-U12), управляващо устройство(U1) и индикаторен блок.

Извършва се измерване на сигнала от всеки фотодиод. Отделят се двата фотодиода с най-голям сигнал. В зависимост от отношението на сигналите на тези два фотодиода се прави интерполация за определяне точката на попадане на лазерния лъч. Тъй като другите две величини във формула (1) са константи се прави изчисление за коефициента на пречупване на изследваната течност и резултатът се извежда на индикация.

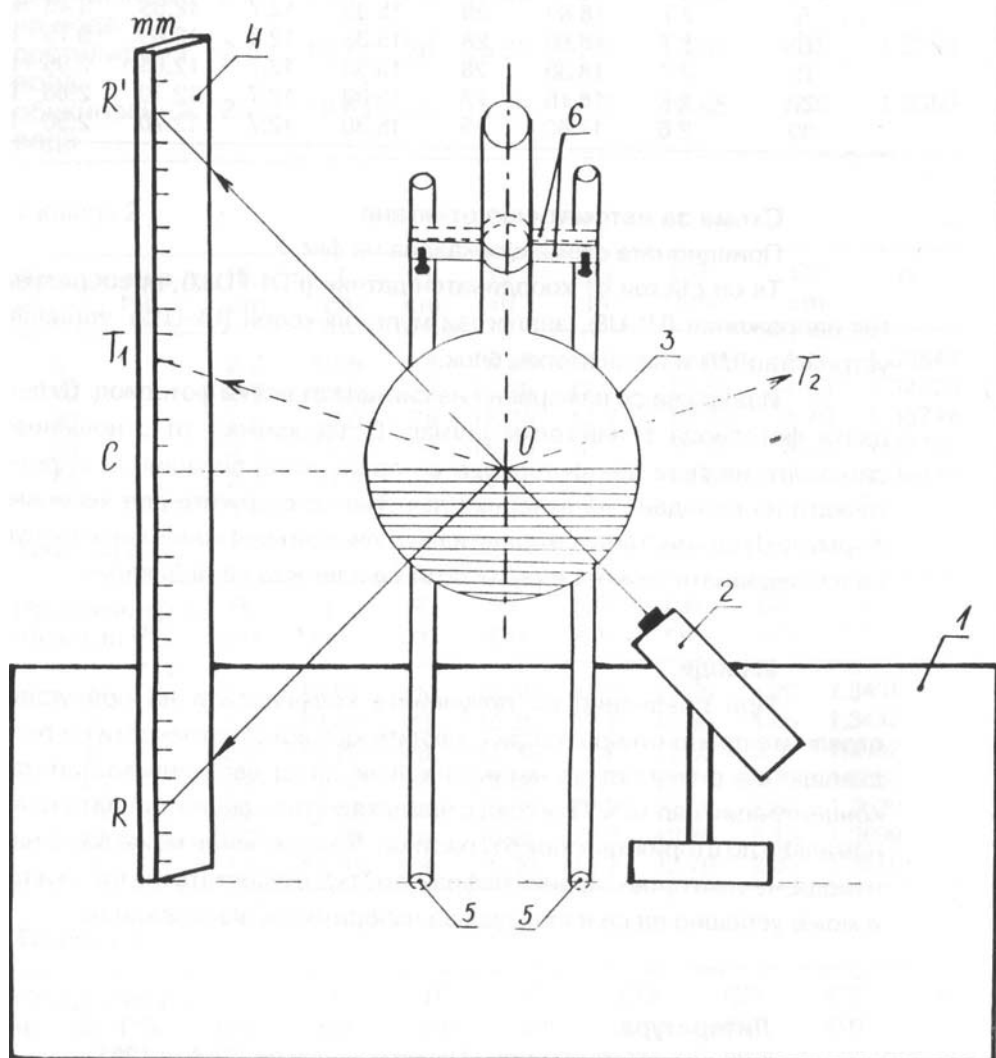
### Изводи.

При сравнение на получените коефициенти на пречупване за отделните процентни разтвори с техните каталожни стойности се получава съвпадение с точност до четвъртия знак след десетичната запята при концентрации над 40%. При това с намаляване на концентрацията точността намалява до втория знак при 5% разтвор. В заключение може да се направи извода, че така проектирания рефрактометър е с достатъчна висока точност и може успешно да се използва за лабораторни изследвания.

### Литература:

1. Горбан И. С., Оптика, Наука и изкуство, София 1986
2. Людсканов В., Лабораторна физика, Наука и изкуство 1975
3. Motorola 6805

фиг. 1



Фиг. 2

