

# МОСКОВСКИЙ ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ

КАФЕДРА ОБЩЕЙ ФИЗИКИ

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №4.1.3

---

## Рефрактометр Аббе

---

Маршрут X

7 марта 2019 г.  
14 марта 2019 г.

*Работу выполнил*  
Ринат Валиев, 711 гр.

*Под руководством*  
В.В. Лобачёва

## Постановка эксперимента

**Цель работы:** познакомиться с методом измерения показателей преломления твёрдых и жидких сред в монохроматическом свете.

**Оборудование:** технический рефрактометр Аббе; осветитель; набор стеклянных образцов; жидкости с неизвестными показателями преломления (глицерин, этиловый спирт); монобромнафталин; дистиллированная вода.

## Схема установки

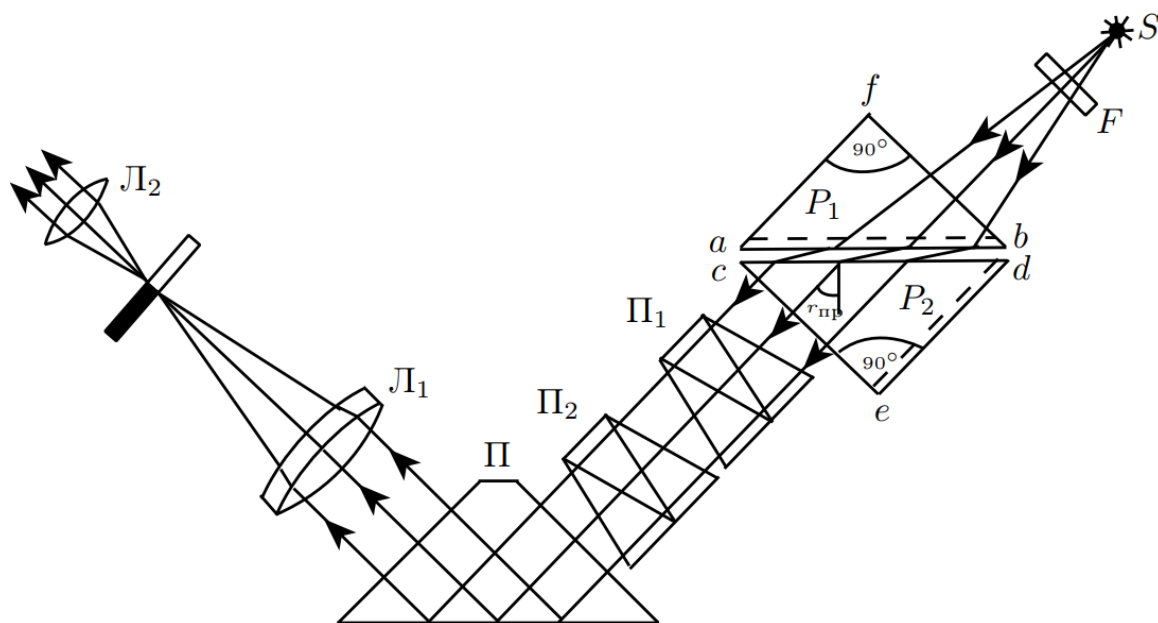


Рис. 1: Ход лучей в рефрактометре при измерении показателя преломления жидкости методом скользящего луча

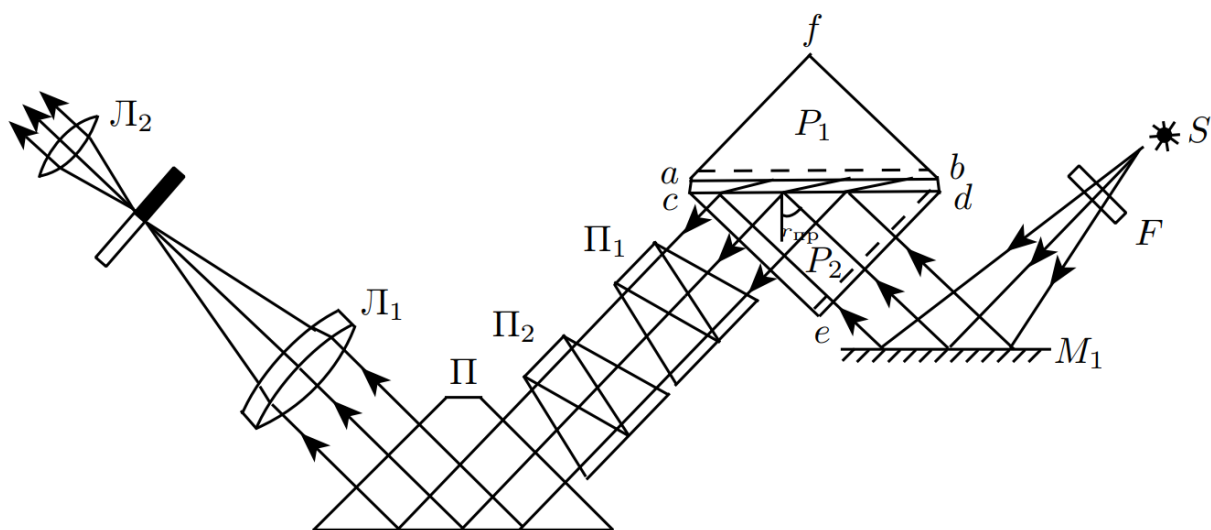


Рис. 2: Ход лучей в рефрактометре при измерении показателя преломления жидкости методом полного внутреннего отражения

## Выполнение работы

1. Проведем серию контрольных измерений показателя преломления дистиллированной воды:

n	1.3334	1.331	1.3325	1.3331	1.3320	1.3335	1.3329	1.3330
---	--------	-------	--------	--------	--------	--------	--------	--------

Таблица 1: Показатель преломления дистиллированной воды

Погрешности измерений:

$$\sigma_{\text{сист}} = 10^{-4}$$

$$\sigma_{\text{случ}}^2 = \frac{1}{\sqrt{N}} \cdot \sum_{i=1}^N (x_i^2 - \langle x \rangle^2) \approx 1.5 \cdot 10^{-4}$$

Полученное значение  $n = (1.3327 \pm 0.0002)$  довольно точно совпадает с табличным значением  $n_0 = 1.33291$ .

2. Измерим показатель преломления света двух стеклянных образцов, используя как метод скользящего луча, так и метод полного внутреннего отражения:

1 образец		2 образец	
СЛ	ПВО	СЛ	ПВО
1.5151	1.5160	1.5201	1.5185
1.5163	1.5201	1.5211	1.5169
1.5098	1.5146	1.5104	1.5181
1.5154	1.5158	1.5159	1.5099
1.5234	1.5261	1.5178	1.5174
$n = (1.5173 \pm 0.0002)$		$n = (1.5166 \pm 0.0002)$	

Таблица 2: Показатель преломления дистиллированной воды

3. Аналогичным образом измерим показатели преломления глицерина и этилового спирта:

Глицерин		Этиловый спирт	
СЛ	ПВО	СЛ	ПВО
1.4694	1.4821	1.3620	1.3629
1.4810	1.4736	1.3614	1.3615
1.4792	1.4852	1.3634	1.3625
1.4823	1.4762	1.3625	1.3631
1.4831	1.4805	1.3641	1.3617
$n = (1.4793 \pm 0.0002)$		$n = (1.3625 \pm 0.0002)$	

Таблица 3: Показатель преломления для разных веществ

4. По полученным экспериментальным данным вычислим молекулярные рефракции и поляризуемость молекул заданных жидкостей по формулам:

$$R = \frac{M}{\rho} \frac{n^2 - 1}{n^2 + 2} = \frac{1}{3} N_A \cdot \alpha \implies \alpha = \frac{3R}{N_A}$$

Вещество	$n$	$\rho$ , г/см <sup>3</sup>	$M$ , г/моль	$R$	$\alpha$ , 10 <sup>-30</sup> м <sup>3</sup>
Дист. вода	1.3327	1	18	3.699	18.4
Глицерин	1.4793	1.26	92.1	20.738	103.3
Этиловый спирт	1.3625	0.789	46	12.947	64.5

Таблица 4: Молекулярная рефракция и поляризуемость молекул для разных веществ

5. Полагая рефракцию аддитивной, найдем атомные рефракции углерода, водорода и кислорода, полагая рефракции дистиллированной воды, глицерина и этилового спирта известными.

$$\begin{cases} R_{H_2O} = 2R_H + R_O \\ R_{C_3H_8O_3} = 3R_C + 8R_H + 3R_O \\ R_{C_2H_5OH} = 2R_C + 5R_H + R_H + R_O \end{cases} \implies \begin{cases} R_C = 2.508 \\ R_H = 1.057 \\ R_O = 1.583 \end{cases}$$

6. Полагая рефракции аддитивными, найдем рефракцию и показатель преломления метилового спирта:

$$\begin{aligned} R_{CH_4O} &= R_C + 4R_H + R_O = 8.319 \\ R &= \frac{M}{\rho} \frac{n^2 - 1}{n^2 + 2} \implies n^2 = \frac{2R\rho + M}{M - R\rho} \\ M &= 32 \text{ г/моль}, \quad \rho = 0.793 \text{ г/см}^3 \implies n = 1.3338 \\ \text{Табличное значение} &\implies n_0 = 1.331 \end{aligned}$$

Результаты подтверждают аддитивность рефракции.

7. Аналогично проведем расчет показателя преломления для льда и алмаза:

$$\begin{cases} n_{\text{льда}} = 1.3021 \\ n_{\text{алмаза}} = 3.0287 \end{cases} \quad \text{Табличные значения} \implies \begin{cases} n_{\text{льда}} = 1.31 \\ n_{\text{алмаза}} = 2.42 \end{cases}$$

## Итоги

Было проведено знакомство с устройством рефрактометра Аббе, были измерены коэффициенты преломления различными методами: методом скользящего луча и методом полного внутреннего отражения.

Познакомились с формулой Лоренц-Лоренца, убедились в аддитивности атомных и молекулярных рефракций для различных веществ.