

Ярославский государственный педагогический  
университет им. К. Д. Ушинского

Кафедра общей физики  
Лаборатория механики

**Лабораторная работа № 2**  
**Определение толщины**  
**пластинки и радиуса**  
**кривизны линзы**  
**сферометром**

Ярославль  
2006

---

## Оглавление

1. Теоретическое введение . . . . .	3
2. Описание прибора . . . . .	4
3. Порядок выполнения работы . . . . .	5
Задание 1. Измерение толщины пластинки. . . . .	5
Задание 2. Измерение радиуса кривизны линзы. . . . .	6
4. Контрольные вопросы . . . . .	7

## Лабораторная работа № 2

### Определение толщины пластинки и радиуса кривизны линзы сферометром

**Приборы и принадлежности:** сферометр, зеркальное стекло, стеклянная пластинка, плоская линза, штангенциркуль.

#### 1. Теоретическое введение

При определении сферометром радиуса кривизны линзы  $R$  непосредственно измеряется высота сферического сегмента  $h$  и расстояние между концами ножек сферометра  $b$  (рис.1.2).

Выведем формулу, связывающую непосредственно измеряемые величины с радиусом кривизны линзы.

$AB$  — сферический сегмент, выраженный на линзе ножками сферометра.

$OH$  — радиус кривизны линзы  $R$ .

$MH$  — высота сферического сегмента  $h$ .

$MB$  — радиус сферического сегмента  $r$ .

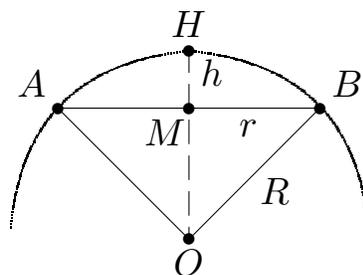


Рис. 1.1

Из прямоугольного треугольника (рис. 1.1) имеем:

$$R^2 = r^2 + (R - h)^2 .$$

Отсюда:

$$R = \frac{r^2 + h}{2h} . \quad (1.1)$$

Но  $r$ , как радиус окружности, описанной вокруг треугольника, вершинами которого являются концы ножек сферометра, (рис.??), связан простым соотношением со стороной  $b$  этого равностороннего треугольника:

$$r = \frac{b\sqrt{3}}{3} . \quad (1.2)$$

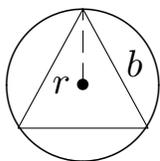


Рис. 1.2

Подставляя полученное соотношение в формулу (1.1), получим выражение радиуса кривизны, содержащее лишь непосредственно измеряемые величины:

$$R = \frac{b^2 + 3h^2}{6h}. \quad (1.3)$$

## 2. Описание прибора

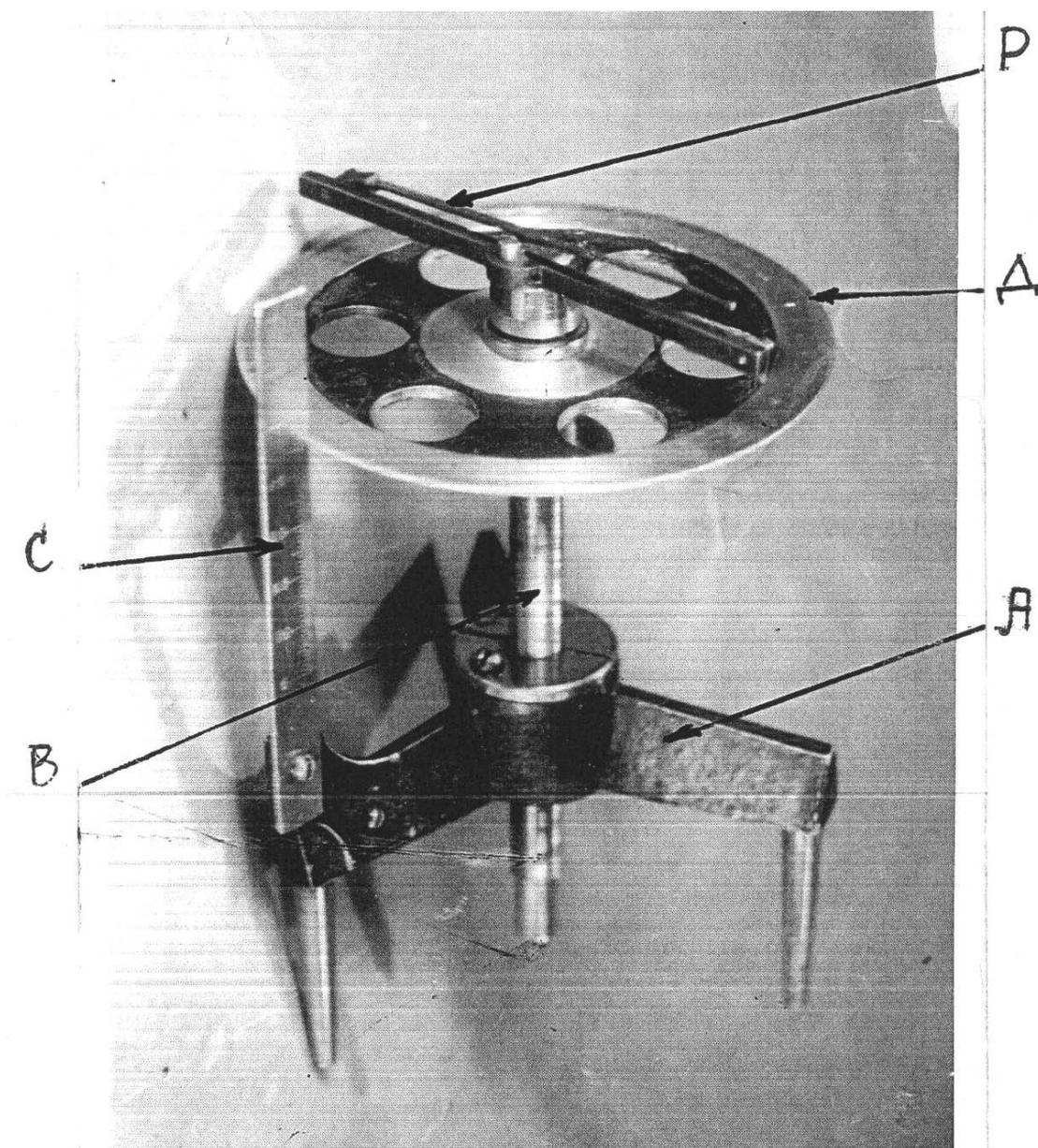


Рис. 2.1

### 3. Порядок выполнения работы

---

Сферометр состоит (рис.2.1) из металлического треножника —  $A$  в котором ходит вертикально микрометрический винт  $B$ , шаг которого точно определен и обычно бывает равен 1 мм или 0,5 мм. Внизу винт оканчивается острием, а на верху крепится диск  $D$ , разделенный по окружности на 100, 500 или 1000 делений. Сбоку треножника укреплена вертикальная линейка  $C$  с делениями, по которой отсчитывается число полных оборотов винта. Доли же оборота отсчитываются по диску  $D$  по тому его делению, которое стоит против ребра линейки.

Ножки сферометра оканчиваются остриями, находящимися на равных расстояниях одно от другого.

Для того, чтобы уловить момент соприкосновения винта  $B$  с поверхностью, имеется чувствительный рычаг —  $P$ , в плечо которого упирается верхний конец микрометрического винта. При соприкосновении конца винта с исследуемой поверхностью конец рычага  $P$  смещается вверх.

## 3. Порядок выполнения работы

### Задание 1. Измерение толщины пластинки.

1. Установить сферометр на зеркальное стекло и определить нулевое положение винта ввинчивая его до соприкосновения со стеклом. Повторить операцию отсчета несколько раз.
2. Вывинтив достаточно винт, положить на стекло измеряемую пластинку так, чтобы конец винта пришелся на ее середину, привести винт в соприкосновение с пластинкой и сделать отсчет.
3. Аналогично провести отсчеты двух точек, лежащих вблизи углов пластинки. Результаты измерений занести в таблицу:

Таблица 1

$i$	$N_{oi}$	$N_i$	$d_i = N_i - N_{oi}$	$\Delta d_i$	$\Delta d_i^2$
1					
2					
3					
4					
5					
Среднее					
Сумма					

Подсчитать абсолютную и относительную погрешность приняв коэффициент надежности  $\alpha = 0,95$  и найти коэффициент Стьюдента по таблице. Оформление смотрите в задании 2.

## Задание 2. Измерение радиуса кривизны линзы.

Радиус кривизны линзы вычисляется по формуле (1.3).

1. Поставить сферометр на зеркальное стекло и определить нулевое положение винта. Повторить операцию несколько раз.
2. Вывинтив достаточно винт, установить сферометр примерно посередине линзы, привести винт в соприкосновение с линзой, сделать отсчет.
3. Сдвигая сферометр, вновь произвести отсчет (не менее трех раз).
4. Поставить сферометр на лист бумаги, нажать слегка на весь прибор и определить штангенциркулем расстояние между отпечатками ножек сферометра.

Результаты занести в таблицу:

Таблица 2

$i$	$N_{oi}$	$N_i$	$h_i = N_i - N_{oi}$	$b_i$	$R_i$	$\Delta R_i$	$\Delta R_i^2$
1							
2							
3							
4							
5							
Среднее							
Сумма							

Подсчет ошибок провести как для прямого измерения, приняв коэффициент надежности  $\alpha = 0,95$ . Средняя квадратичная ошибка радиуса кривизны

$$\sigma_R = \sqrt{\frac{\sum_i \Delta R_i^2}{n(n-1)}}.$$

Доверительный интервал

$$\Delta R_g = \sigma_R t_{\alpha n},$$

где  $t_{\alpha n}$  – коэффициент Стьюдента, определяемый по таблице. Окончательный результат

$$R = \bar{R} \pm \Delta R_g,$$

$$E_R = \frac{\Delta R_g}{\bar{R}} \cdot 100\%.$$

## 4. Контрольные вопросы

1. Что называется радиусом кривизны и кривизной поверхности?
2. Что такое шаг винта и чему он равен у данного сферометра?
3. Каков характер ошибок при определении радиуса кривизны линзы?