

# ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА 2.2.

## ИЗМЕНЕНИЕ СПЕКТРОВ АТОМА ВОДОРОДА И МОЛЕКУЛЫ ВОДА.

**ЦЕЛЬ РАБОТЫ:** ИССЛЕДОВАТЬ СЕРИАЛЬНЫЕ ЗАКОНОМЕРНОСТИ В ОПТИЧЕСКОМ СПЕКТРЕ ВОДОРОДА; ИЗУЧИТЬ СПЕКТР ПОГЛОЩЕНИЯ ПАРОВ ВОДА В ВИДИМОЙ ОБЛАСТИ.

**ОБОРУДОВАНИЕ:** МОНОХРОМАТОР, ВОДОРОДНАЯ ЛАМПА, КОБЕТА С ВОДОМ, РТУТНАЯ ЛАМПА, НЕОДЮБОВАЯ ЛАМПА.

### ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ.

$$\frac{1}{n_{\text{нук}}} = R^2 \left( \frac{1}{n^2} - \frac{1}{m^2} \right) \quad (1)$$

ДЛИНЫ ВОЛН ВОДОРОДОПОДОБНЫХ ИОНОВ,  $R$  - ПОСТОЯННАЯ РИДБЕРГА,  $Z$  - ЗАРЯД ЯДРА;  $m, n \in \mathbb{Z}$ .

$$E_n = - \frac{2\pi^2 m e^4 Z^2}{h^2} \cdot \frac{1}{n^2} \quad (2)$$

ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ СОСТОЯНИЯ ВОДОРОДОПОДОБНОГО АТОМА.

$$E = - \frac{Ze^2}{r} + \frac{\hbar^2}{2m_e r^2} \quad (3)$$

$\frac{\partial}{\partial r}$  ПОЛНАЯ ЭНЕРГИЯ ЭЛ-НА В ВОДОРОДЕ.

$$r_B = \frac{\hbar^2}{2m_e e^2} - \text{ЗНАЧЕНИЕ БОР. РАДИУСА ДЛЯ ЭЛ-НА В ПОЛЕ ЯДРА С ЗАРЯДОМ } Z$$

### СХЕМА ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЙ УСТАНОВКИ.

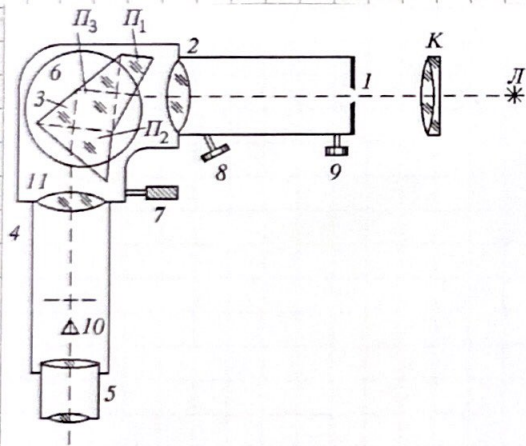


Рис. 2. Устройство монохроматора УМ-2

- 1 - ВХОДНАЯ ЦЕЛЬ
- 2 - КОЛЛИМАТОРНЫЙ ОБЪЕКТИВ
- 3 - СПЕКТРАЛЬНАЯ ПРИЗМА
- 4 - ОБЪЕКТИВ
- 5 - ОКУЛЯР
- 6 - ПОВОРОТНЫЙ СТОЛ
- 7 - } - ВИНТЫ
- 8 - }
- 9 - }

- 10 - УКАЗАТЕЛЬ
- $\Pi_1$  - }
- $\Pi_2$  - } - ПРИЗМЫ
- $\Pi_3$  - }
- 11 - КОРПУС УМ-2
- Л - ИСТОЧНИК СВЕТА
- К - КОНДЕНСАТОР



Рис. 1. Уровни энергии атома водорода и образование спектральных серий



# ИЗМЕРЕНИЯ.

1) ПРОВЕДЕМ ГРАДУИРОВКУ БАРАБАНА МОНОХРОМАТОРА (NE-NAMPA).

ТАБЛИЦА 1 - ГРАДУИРОВКА БАРАБАНА МОНОХРОМАТОРА

Номер линии	4	7	8	10	12	15	17	20	22	23
$\lambda, \text{\AA}$	6678	6507	6402	6334	6267	6143	6074	5945	5852	5401
Детский монитор	2842	2786	2748	2722	2692	2644	2612	2552	2510	2248
$\lambda, \text{nm}$	6907	623,4	579,1	577,0	546,1	493,6	435,8	404,7		
Детский монитор	2910	2680	2478	2466	2286	1866	1200	650		
Номер линии	K1	K2	1	2	3	4	5	6		

2) ИЗУЧЕНИЕ СПЕКТРА ВОДОРОДА (ИЗЛУЧЕНИЯ):

$$H_{\alpha} = 2806$$

$$H_{\gamma} = 1168$$

$$H_{\beta} = 1812$$

$$H_{\delta} = 764$$

3) ИЗУЧЕНИЕ СПЕКТРА ПОГЛОЩЕНИЯ ВОДА:

$$n(\lambda_{\text{до}}) = 2684$$

$$n(\lambda_{\text{до}}) = 2594$$

$$n(\lambda_{\text{до}}) = 1942$$

СК. 105, 2.1 + 1.3  
20.09.19

## ОБРАБОТКА РЕЗУЛЬТАТОВ.

1) ПО ДАННЫМ ТАБЛИЦЫ 1 ПОСТРОИМ ГРАФИК З-ТИ  $\lambda(n)$  НА ФИС 3.

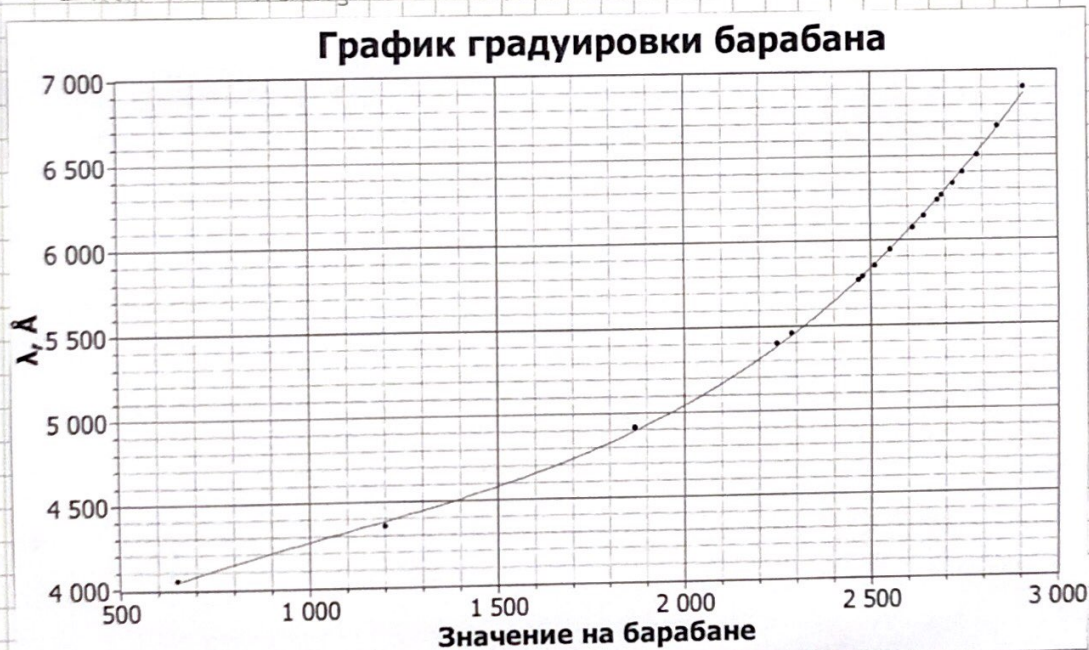


Рис 3 - график 3-ти  $\lambda(n)$  на барабане монохроматора.



2) График на рис. 3 аппроксимирован кривой третьего порядка:

$$f(x) = a_0 + a_1 x + a_2 x^2 + a_3 x^3$$

$$a_0 = 3361,49 \pm 89,88$$

$$a_1 = 1,46 \pm 0,18$$

$$a_2 = -(0,79 \pm 0,11) \cdot 10^{-3}$$

$$a_3 = (2,44 \pm 0,19) \cdot 10^{-7}$$

3) Из графика на рис. 3 можем определить произвольные значения  $\lambda$ , погрешности определяются по МКК, для  $\lambda_{1,5}$  рассчитаем длины волн, по ним сможем рассчитать постоянную Рундберга в  $\text{см}^{-1}$  ( $R$ ) и ( $R_p$ ) в эВ, данные занесём в таблицу 2.

Таблица 2 -  $\lambda$  и значения пост. Рундберга  $R, R_p$ .

п, дел	$\lambda, \text{\AA}$	m	n	$R, \text{см}^{-1}$	$\varepsilon, \%$	$R_p, \text{эВ}$
2806	6570	3	2	109593	4,6	13,62
1812	4838	4	2	110232	4,3	13,70
1168	4365	5	2	109088	3,5	13,56
764	4118	6	2	109274	2,8	13,58

В среднем получили значения:  $R = (109,5 \pm 8,4) \cdot 10^3 \text{ см}^{-1}$ .

$$R_p = 13,62 \pm 1,04 \text{ эВ}$$

что сходится с табл. значениями в пределах погрешности.

4) Аналогично, определим значения длин волн для измерений с кривой  $I_2$ , рассчитаем  $h\nu_{1,0}$ ,  $h\nu_{1,5}$  и  $h\nu_{1p}$ , данные занесём в таблицу 3.

Таблица 3 - значения для экстр. с  $I_2$ .

	п, дел	$\lambda, \text{\AA}$	$E, \text{эВ}$	$\varepsilon, \%$
$\pi_{1,0}$	2684	6252	1,98	4,7
$\pi_{1,5}$	2594	6040	2,05	4,7
$\pi_{1p}$	1942	4974	2,49	4,5

$$h\nu_{1,0} = 1,98 \pm 0,09 \text{ эВ}$$

$$h\nu_{1,5} = 2,05 \pm 0,10 \text{ эВ}$$

$$h\nu_{1p} = 2,49 \pm 0,11 \text{ эВ}$$

5) По формуле (2) рассчитаем значение  $h\nu_2$ :

$$\hookrightarrow h\nu_2 = (h\nu_{1,5} - h\nu_{1,0}) / 5$$

$$h\nu_2 = 0,014 \pm 0,013 \leftarrow \text{погр-ть большая т.к. вычитаются очень близкие величины, т.к. расч. погр-ть}$$

$$G(h\nu_2) = \sqrt{G(h\nu_{1,5})^2 + G(h\nu_{1,0})^2}$$

6) Далее воспользуемся следующими формулами для вычисления  $h\nu_{2n}$ ,  $D_1$  и  $D_2$ :

$$h\nu_{2n} = h\nu_{1,5} - \frac{h\nu_2}{2}; D_1 = h\nu_{1p} - E_A; D_2 = h\nu_{1p} - h\nu_{2n} + 5,5 h\nu_2 \quad (*)$$

Из экспериментальных данных для  $I_2$  получаем:

$$h\nu_{2n} = (2,04 \pm 0,10) \text{ эВ}$$

$$D_1 = (1,55 \pm 0,11) \text{ эВ}$$

$$D_2 = (0,52 \pm 0,15) \text{ эВ}$$



