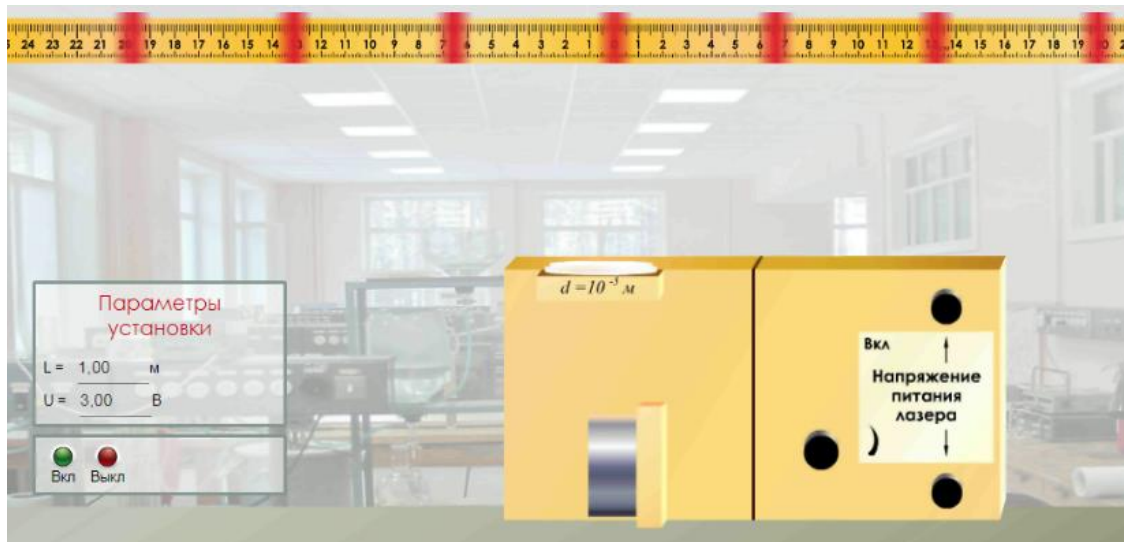


Определение постоянной Планка



Суть эксперимента

1. Дифракция света на решётке:

- Лазер излучает свет с определённой длиной волны λ .
- Дифракционная решетка с периодом d разбивает свет на несколько порядков (максимумов).
- На экране наблюдается дифракционная картина: центральный максимум и симметричные боковые максимумы.

2. Измерение положения максимумов:

- Расстояние от решётки до экрана L можно изменять.
- Линейка на экране позволяет измерить расстояние y_n от центрального максимума до n -го порядка дифракции.

3. Связь длины волны с дифракционными максимумами:

Угол дифракции θ_n для n -го порядка определяется формулой:

$$d \cdot \sin \theta_n = n\lambda$$

При малых углах $\sin \theta_n \approx \tan \theta_n = \frac{y_n}{L}$, поэтому:

$$d \cdot \frac{y_n}{L} = n\lambda \implies \lambda = \frac{d \cdot y_n}{n \cdot L}$$

4. Определение длины волны лазера:

- Проводятся измерения y_n для разных порядков n (например, $n = 1, 2$).
- По формуле вычисляется λ .

5. Связь длины волны с постоянной Планка:

Энергия фотона лазера связана с его длиной волны:

$$E = h\nu = \frac{hc}{\lambda}$$

Если лазер питается напряжением U , то энергия фотона (в электрон-вольтах) равна:

$$E = eU$$

(где e — заряд электрона).

Переходя в джоули ($1 \text{ эВ} = 1.6 \times 10^{-19} \text{ Дж}$):

$$\frac{hc}{\lambda} = eU \implies h = \frac{eU\lambda}{c}$$

3. Зная U (напряжение питания лазера), вычислите h :

$$h = \frac{eU\lambda}{c}$$

где:

- $e = 1.6 \times 10^{-19} \text{ Кл}$,
- $c = 3 \times 10^8 \text{ м/с}$.

Пример расчета

Дано:

- Период решётки $d = 10^{-5}$ м,
- Расстояние до экрана $L = 1$ м,
- Напряжение питания лазера $U = 3$ В,
- Положение 1-го максимума $y_1 = 67$ мм = 0.067 м,
- КПД лазера $\eta = 60\% = 0.6$.

1. Расчёт длины волны λ

Формула дифракции для 1-го порядка ($n = 1$):

$$\lambda = \frac{d \cdot y_1}{L} = \frac{10^{-5} \cdot 0.067}{1} = 6.7 \times 10^{-7} \text{ м} = 670 \text{ нм.}$$

2. Расчёт энергии фотона с учётом КПД

Электрическая энергия, затраченная на один фотон:

$$E_{\text{эл}} = eU = 1.6 \times 10^{-19} \times 3 = 4.8 \times 10^{-19} \text{ Дж.}$$

С учётом КПД 60%, реальная энергия фотона:

$$E_{\text{фотона}} = \eta \cdot E_{\text{эл}} = 0.6 \times 4.8 \times 10^{-19} = 2.88 \times 10^{-19} \text{ Дж.}$$

3. Расчёт постоянной Планка h

Связь энергии фотона и длины волны:

$$E = \frac{hc}{\lambda} \implies h = \frac{E\lambda}{c}.$$

Подставляем значения:

$$h = \frac{2.88 \times 10^{-19} \times 6.7 \times 10^{-7}}{3 \times 10^8} = \frac{19.296 \times 10^{-26}}{3 \times 10^8} \approx 6.432 \times 10^{-34}$$

4. Сравнение с табличным значением

Табличное значение:

$$h_{\text{табл}} = 6.626 \times 10^{-34}$$

Наше вычисленное значение:

$$h_{\text{эксп}} \approx 6.432 \times 10^{-34}$$

Погрешность:

$$\text{Отклонение} = \left| \frac{6.626 - 6.432}{6.626} \right| \times 100\% \approx 2.93\%.$$

Итоговый результат:

Постоянная Планка с учётом КПД лазера 60%:

$$h \approx 6.43 \times 10^{-34}$$

что всего на **~3% меньше** табличного значения .

Краткий протокол эксперимента:

Параметр	Значение
Длина волны λ	670 нм
Энергия фотона E	2.88×10^{-19} Дж
Постоянная Планка h	6.43×10^{-34} Дж·с