

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ  
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Тольяттинский государственный университет»

ИНСТИТУТ ИНЖЕНЕРНОЙ И ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ  
(НАИМЕНОВАНИЕ ИНСТИТУТА ПОЛНОСТЬЮ)

КАФЕДРА /ДЕПАРТАМЕНТ /ЦЕНТР 20.03.01 ТЕХНОСФЕРНАЯ  
БЕЗОПАСНОСТЬ  
(НАИМЕНОВАНИЕ КАФЕДРЫ/ДЕПАРТАМЕНТА/ЦЕНТРА  
ПОЛНОСТЬЮ)

## ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №2

по дисциплине (учебному курсу) «Физика 3»  
(наименование дисциплины (учебного курса))

Вариант 16

Студент Д.А.Власкина

(И.О. Фамилия)

Группа ТБбд-2002ас

Преподаватель Н.Г.Леванова

(И.О. Фамилия)



Тольятти 2023



**Росдистант**

ВЫСШЕЕ ОБРАЗОВАНИЕ ДИСТАНЦИОННО

### Задача 1

Электрон находится в одномерной прямоугольной потенциальной яме с бесконечно высокими стенками и шириной  $a = 1 \text{ нм}$  в стационарном состоянии с энергией  $E$ . Определить вероятность нахождения электрона внутри интервала  $x_1 \leq x \leq x_2$ .

### Решение

Полная энергия частицы в одномерной потенциальной яме с бесконечно высокими непроницаемыми стенками:

$$E_n = \frac{\pi^2 \hbar^2 m n^2}{2m a^2}, n=1, 2, 3, \dots$$

$\hbar = h/2\pi$  - постоянная Дирака,  $m$  - масса электрона.

$$E_n = \frac{\pi^2 \hbar^2 m n^2}{2m a^2} \Rightarrow n = \sqrt{\frac{2m E_n a^2}{\pi^2 \hbar^2}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 9,1 \cdot 10^{-31} \cdot 1,508 \cdot 1,6 \cdot 10^{-19} \pi^2}{1,05 \cdot 10^{-34} \cdot 2}} = 2$$

$\Rightarrow n=2$  - главное квантовое число.

Вероятность обнаружить частицу в интервале  $x_1 < x < x_2$ :

$$W = \int_{x_1}^{x_2} \psi^2 dx$$

$\psi(x) = \sqrt{\frac{2}{a}} \sin n\pi x/a = \sqrt{\frac{2}{a}} \sin 2\pi x/a$  - волновая функция.

$$x_1 = 0,1 \text{ нм} = 0,1 \cdot 10^{-9} \text{ м}$$

$$x_2 = 0,3 \text{ нм} = 0,3 \cdot 10^{-9} \text{ м}$$

$$W = \int_{0,1 \cdot 10^{-9}}^{0,3 \cdot 10^{-9}} \frac{2}{a} \sin^2 2\pi x/a dx = \frac{2}{a} \int_{0,1 \cdot 10^{-9}}^{0,3 \cdot 10^{-9}} \frac{1 - \cos 4\pi x/a}{2} dx = \frac{1}{a} \int_{0,1 \cdot 10^{-9}}^{0,3 \cdot 10^{-9}} (1 - \cos 4\pi x/a) dx = \frac{1}{a} \left[ x - \frac{a}{4\pi} \sin 4\pi x/a \right]_{0,1 \cdot 10^{-9}}^{0,3 \cdot 10^{-9}} = \frac{1}{10^{-9}} \left[ 0,2 \cdot 10^{-9} - \frac{10^{-9}}{4\pi} (\sin 3\pi - \sin \pi) \right] = 0,2$$

### Задача 2

Излучение атомарного водорода падает нормально на дифракционную решетку шириной  $a$ . На экране в спектре первого порядка можно различить  $n$  линий серии Бальмера. Определить период дифракционной решетки.

### Решение

Длина волны излучения определяется формулой Ридберга:

$$\frac{1}{\lambda} = R \left( \frac{1}{n_1^2} - \frac{1}{n_2^2} \right),$$

где  $R$  - постоянная Ридберга.

10-й линии серии Бальмера соответствует главное квантовое число  $n=12$ , значит линии с  $n=11$  и  $n=12$  еще различимы, найдем длины волн для них:

$$\frac{1}{\lambda_{11}} = R \left( \frac{1}{1^2} - \frac{1}{11^2} \right) = 11,097 \cdot 10^7 \left( 1 - \frac{1}{121} \right) = 3,77 \cdot 10^7 \text{ м}^{-1}$$

$$\frac{1}{\lambda_{12}} = R \left( \frac{1}{1^2} - \frac{1}{12^2} \right) = 11,097 \cdot 10^7 \left( 1 - \frac{1}{144} \right) = 3,75 \cdot 10^7 \text{ м}^{-1}$$

Разрешающая способность дифракционной решетки:

$$\lambda \Delta \lambda = \lambda_{12} \lambda_{11} - \lambda_{12}^2 = kN$$

Таким образом, количество штрихов дифракционной решетки для порядка  $k=1$ :

$$N = 3,75 \cdot 10^{-7} \cdot 3,77 \cdot 10^{-7} \cdot 3,75 \cdot 10^{-7} = 188.$$

Период дифракционной решетки:

$$d = aN = 0,01188 = 53,2 \cdot 10^{-6} \text{ м} = 53,2 \text{ мкм}.$$

### Задача 3

В результате радиоактивного распада препарата висмута  $^{210}\text{Bi}$  массой  $m_0$  с постоянной распада  $\lambda_1 = 1,6 \cdot 10^{-6} \text{ с}^{-1}$  образуется радиоактивный полоний  $^{210}\text{Po}$ . В результате распада полония  $^{210}\text{Po}$  с постоянной распада  $\lambda_2 = 5,8 \cdot 10^{-8} \text{ с}^{-1}$  образуется стабильный изотоп свинца  $^{206}\text{Pb}$ . Найти зависимость массы  $m$  свинца  $^{206}\text{Pb}$  от времени  $t$  и построить график этой зависимости  $m(t)$  в интервале изменения  $t$  от 0 до 500 дней. Определить  $\alpha$ - и  $\beta$ -активности препарата через время  $t$ .

### Решение

В результате радиоактивного распада препарата висмута  $^{210}\text{Bi}$  массой  $m_0$  с постоянной распада  $\lambda_1 = 1,6 \cdot 10^{-6} \text{ с}^{-1}$  образуется радиоактивный полоний  $^{210}\text{Po}$ . В результате распада полония  $^{210}\text{Po}$  с постоянной распада  $\lambda_2 = 5,8 \cdot 10^{-8} \text{ с}^{-1}$  образуется стабильный изотоп свинца  $^{206}\text{Pb}$ . Найти зависимость массы  $m$  свинца  $^{206}\text{Pb}$  от времени  $t$  и построить график этой зависимости  $m(t)$  в интервале изменения  $t$  от 0 до 500 дней. Определить  $\alpha$  — и  $\beta$ -активности препарата через время  $t$ , если  $m_0 = 2 \text{ мг}$ ,  $t = 60 \text{ дней}$