

Предмет	Физика, ЕГЭ 2023
Задание №	29
Тема	Квантовая физика
Уровень сложности	Высокий

Задание 29 представляет собой расчётную задачу высокого уровня сложности. В КИМ ЕГЭ-2023 эти задачи будут на материале квантовой физики или электродинамики (если в варианте задание 24 по квантовой физике).

Для успешного решения этих задач необходимо уметь применять в различных ситуациях формулы для энергии и импульса фотона, уравнение Эйнштейна для фотоэффекта, постулаты Бора, закон радиоактивного распада. Следует иметь в виду, что часто эти задачи имеют интегрированный характер и требуют дополнительно применения законов механики (например: изменение энергии атома при столкновении с электроном), термодинамики (например: нагревание вещества излучением лазера) или электродинамики (например: движение фотоэлектронов в электрическом или магнитном полях).

При решении рекомендуется придерживаться следующего плана:

- прочитав текст задачи и определить физическую модель, которая отвечает условию задачи;
- записать краткое условие задачи, определить необходимые константы и справочные данные, выбрать их из таблиц в начале варианта (краткое условие можно и не записывать, баллы за это не снижаются);
- сделать рисунок, если это необходимо для понимания физической ситуации;
- определить и записать законы и формулы, необходимые для решения задачи; если какие-нибудь из величин, входящих в систему уравнений, не приведены в кратком условии, то нужно описать их, т. е. указать, что они обозначают;
- провести математические преобразования (если преобразования проводились на черновике и их сложно все перенести в бланк ответов, то проследите, чтобы на бланке присутствовали все важные логические шаги преобразований);
- подставить данные из условия и необходимые справочные данные в конечную формулу и провести расчёты (если задачу проще решить «по действиям», то не забудьте провести промежуточные расчёты и получить промежуточные ответы с указанием единиц измерения);
- получить числовой ответ с указанием единиц измерения искомой величины;
- проанализировать полученный результат с учётом его физического смысла.

Пример задачи 29

На расстоянии 6 м от точечного источника монохроматического излучения с длиной волны 0,6 мкм перпендикулярно падающим лучам расположена пластинка площадью 8 мм², на которую падает каждую секунду $6 \cdot 10^{12}$ фотонов. Какова мощность излучения источника, если он излучает свет одинаково во все стороны? Площадь сферы радиусом R рассчитывается по формуле: $S = 4\pi R^2$.

Пример решения задачи

Энергия фотона $E = \frac{hc}{\lambda}$, мощность излучения источника $P = nE$,

где n – число фотонов, вылетающих каждую секунду из источника:

$n = 6 \cdot 10^{12}$ 1/с. Число фотонов, падающих каждую секунду на площадку,

$$n' = n \frac{S}{4\pi R^2},$$

где R – расстояние от источника до пластинки, S – площадь пластинки.

Решая систему уравнений, получим:

$$P = \frac{n' 4\pi R^2}{S} \frac{hc}{\lambda} = \frac{6 \cdot 10^{12} \cdot 4 \cdot 3,14 \cdot 36}{8 \cdot 10^{-6}} \cdot \frac{6,6 \cdot 10^{-34} \cdot 3 \cdot 10^8}{0,6 \cdot 10^{-6}} \approx 112 \text{ Вт.}$$

Полное верное решение задачи оценивается 3 баллами. Если в решении есть отдельные недостатки, не относящиеся к физическим ошибкам, то работа оценивается 2 баллами. К таким недостаткам относят ошибку в рисунке, отсутствие описания какой-либо вновь введённой физической величины, лишние записи, ошибку в преобразованиях, расчётах или ответе. 1 балл ставится в том случае, если в решении допущена физическая ошибка: одно из необходимых уравнений отсутствует или в нём содержится ошибка, но имеются преобразования с оставшимися правильно записанными уравнениями. Например, в решении приведённой выше задачи три исходные формулы: для энергии фотона, для мощности излучения источника и формула связи числа фотонов, падающих на пластинку, с числом фотонов, излучаемых источником.