

Введение

В тексте задания вам может встретиться материал, который при первом прочтении покажется сложным. Следует, однако, иметь в виду, что математические выкладки приведены в тексте только для того, чтобы показать, как получаются те или иные рабочие формулы. Как правило, в учебниках их дают без вывода.

Если приводимые в тексте доказательства покажутся сложными или непонятными, не огорчайтесь! Изучайте пособие дальше, а к непонятным местам вернетесь позже. Если и это не поможет – обратитесь за помощью к учителю физики.

Контрольные вопросы и задачи, предлагаемые в конце задания, не выходят за рамки изложенного в задании материала, поэтому у тех, кто все внимательно изучит, не вызовут затруднений.

§ 1. О роли моделей в физике

Любое исследование природных явлений начинается с моделирования. Модель может быть умозрительной, а может воплотиться “в железе”. Например, в астрофизике невозможно поэкспериментировать над созданием даже небольшой галактики, поэтому здесь применяется умозрительное моделирование. А вот, например, инженеры, проектирующие корабли и самолеты, обычно прибегают к моделям иного рода.

Модели нужны для более глубокого понимания наиболее существенных моментов изучаемых явлений.

Заметим, что модель более-менее удачно отражает какое-либо явление лишь с известной точностью и применима в известных границах. Для физики крайне важно понимать и “чувствовать” эти границы. Основательное изучение модели и сопоставление ее с действительностью обычно приводит к усовершенствованию модели или даже полной ее замене. И тут уж ничего не поделаешь. Таков путь познания истины.

Мы с вами начинаем изучать световые явления, точнее их наиболее простую часть – геометрическую оптику.

В качестве первого шага введем несколько простейших моделей, которые нам в дальнейшем здорово помогут. По мере углубления наших знаний мы будем эти модели подправлять. А пока...

Модель №1. Будем считать, что свет – это поток мельчайших частиц – фотонов, мчащихся в пустоте с невероятной скоростью $3 \cdot 10^8$ метров в секунду. (В физике и математике не принято писать числа со многими нулями. Вместо них пишут множитель в виде десятки, возведенной в соответствующую степень.). Скорость света столь велика, что вплоть до середины XIX века ее не удавалось измерить в лабораторных условиях. Более того, многие физики считали ее бесконечно большой. До поры-до времени, и мы можем придерживаться этой точки зрения.

Весь наш жизненный опыт подсказывает, что в однородной среде свет распространяется прямолинейно. Логично поэтому ввести понятие светового луча, т.е. прямой, проведенной от источника света до точки наблюдения, вдоль которой распространяются фотоны.

Модель №2. Точечный источник. Все реальные источники света имеют конечные размеры. Но если по смыслу задачи размерами источника света можно пренебречь, то говорят, что источник – точечный. С последней моделью нужно обращаться аккуратно, т.к. “коварные” составители задач иногда так формулируют условия, что сразу непонятно, какой источник рассматривается в задаче – точечный или протяженный. Вот два примера.

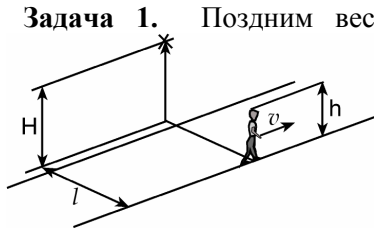


Рис. 1.1

вдоль тротуара?

Решение. Судя по условию задачи, фонарь можно считать точечным источником. Построим ход лучей фонаря для двух положений молодого человека (рис. 1.2).

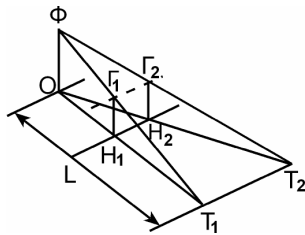


Рис. 1.2.

параллельны прямой T_1T_2 . Отсюда следует, что тень головы человека движется по прямой линии, параллельно краю тротуара. Треугольники $\Phi\Gamma_1\Gamma_2$ и ΦT_1T_2 подобны. Подобны и треугольники OH_1H_2 и OT_1T_2 . Расстояние L от фонарного столба до линии T_1T_2 найдем из пропорции $L/H = (L-l)/h$, откуда путем несложных преобразований получаем

$$\frac{L}{l} = \frac{H}{H-h}.$$

Теперь рассмотрим подобные треугольники T_1OT_2 и H_1OH_2 . Пусть за единицу времени человек прошел путь от H_1 до H_2 . За это же время тень головы пройдет путь T_1T_2 . Значит отношение скорости v_T тени к скорости v человека равно отношению L к l , т.е. $v_T/v = L/l$. Откуда следует, что скорость v_T постоянна и равна

$$v_T = v \frac{H}{H-h}.$$

Задача 2. Мачта высотой $H = 13$ м и диаметром $D = 13$ см отбрасывает на землю тень. Высота солнца над горизонтом $\varphi = 13^\circ$. Чему равна длина L тени шеста?

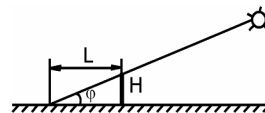


Рис. 1.3

Решение. Формально решение таково (рис. 1.3):

$$L = \frac{H}{\operatorname{tg}\varphi} = \frac{13}{\operatorname{tg}13^\circ} \approx 56 \text{ м.}$$

Но в таком решении никак не используется толщина мачты. К чему бы это?

Дело в том, что приведенный способ решения был бы верен в случае точечного источника света. Угловой размер Солнца хоть и мал (приблизительно $0,5^\circ$), может изменить результаты вычислений.

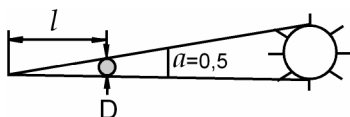


Рис. 1.4

На плане (см. рис. 1.4) показано, что полная тень наблюдается там, где видимые угловые размеры диаметра мачты превосходят угловой размер Солнца.

$$l \approx \frac{D}{\operatorname{tg} \alpha} = \frac{0,13}{\operatorname{tg} 0,5^\circ} \approx 15 \text{ м.}$$

L – проекция наклонной линии l , следовательно,
 $L = l \cos \varphi \approx 15 \text{ м} \cos 13^\circ \approx 14,5 \text{ м.}$

Это почти в четыре раза меньше формального ответа!