

Задача 1

Определить построением положение и размер изображения предмета, если предмет находится в фокусе линзы. Указать какие лучи используются для построения изображения, на каком расстоянии от линзы находится изображение и его характеристики. Изображение является действительным или мнимым, прямым или перевернутым, увеличенным или уменьшенным? Рассмотреть случай собирающей и рассеивающей линзы.

Решение:

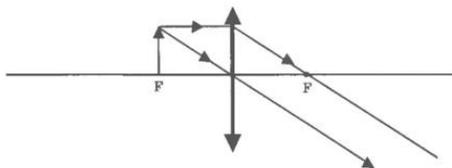


Рис. 1 Собирающая линза

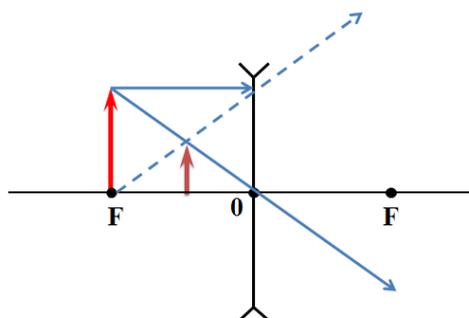


Рис. 2 Рассеивающая линза

Для построения изображения верхней точки А предмета АВ в собирающей линзе рассмотрим два луча. Первый луч, идущий параллельно главной оптической оси, преломившись, пройдет через главный фокус линзы. Второй, идущий через оптический центр линзы, не изменит своего направления. Точка пересечения этих лучей дает A^1 дает действительное изображение точки А. Если предмет находится в фокусе собирающей линзы, то оба эти луча идут параллельно друг другу и пересекаются в бесконечности, поэтому можно сказать, что размер предмета бесконечно большой и находится бесконечно далеко.

Для построения изображения верхней точки А предмета АВ в рассеивающей линзе рассмотрим два луча. Первый луч, идущий параллельно главной

оптической оси, преломившись, пройдет через главный мнимый фокус линзы. Второй, идущий через оптический центр линзы, не изменит своего направления. Точка пересечения этих лучей дает A^1 дает мнимое изображение точки A . Если предмет находится в фокусе рассеивающей линзы, то продолжения этих лучей формируют изображение точки A . Изображение предмета получается мнимым, уменьшенным, прямым и находится на расстоянии равном половине фокусного от рассеивающей линзы.

Рекомендуемая оценка решения задачи.

Построен ход лучей в собирающей линзе -2 балла. Правильно указаны используемые для построения лучи -1 балл. Правильно указаны характеристики изображения - 1 балл. Верно указано расстояние от изображения до линзы- 1 балл. Построен ход лучей в рассеивающей линзе -2 балла. Правильно указаны используемые для построения лучи -1 балл. Правильно указаны характеристики изображения - 1 балл. Правильно указано расстояние от изображения до линзы- 1 балл

Итого – 10 баллов.

Задача 2

При изготовлении льда в комнатном холодильнике потребовалось 5 мин, чтобы охладить воду от $+16^\circ\text{C}$ до $+12^\circ\text{C}$, и еще 1 час 55 мин, чтобы превратить ее в лед.

1) Во сколько раз больше потребуется промежуток времени для превращения воды в лед при температуре отвердевания по сравнению с промежутком времени, необходимым для охлаждения воды от начальной температуры до температуры отвердевания?

2) При какой температуре происходит процесс превращения воды в лед?

3) Какой формулой определяется количество теплоты выделяемое при превращении воды в лед?

4) Какой формулой определяется количество теплоты выделяемое при охлаждении воды от начальной температуры до температуры отвердевания.

Решение.

1) Считаем, что при охлаждении воды ее температура понижается равномерно, т.е.

$$\frac{(T_1 - T_2)}{(T_2 - T_{\text{пл}})} = \frac{\Delta t_1}{\Delta t_2}, \quad (1) \quad \text{откуда} \quad \Delta t_2 = \frac{(T_2 - T_{\text{пл}})\Delta t_1}{(T_1 - T_2)}, \quad (2)$$

где Δt_1 и Δt_2 – время изменения температуры воды от T_1 до T_2 и от T_2 до $T_{\text{пл}}$ соответственно. Тогда

$$\Delta t_2 = \frac{(285 - 273)0,3 \cdot 10^3}{289 - 285} \text{ с} = 0,9 \cdot 10^3 \text{ с}. \quad (3)$$

Следовательно, промежуток времени, необходимый для охлаждения воды от температуры T_1 до $T_{\text{пл}}$, равен

$$\Delta t_3 = \Delta t_1 + \Delta t_2 = 0,3 \cdot 10^3 + 0,9 \cdot 10^3 \text{ с} = 1,2 \cdot 10^3 \text{ с}. \quad (4)$$

Полное время, необходимое для изготовления льда,

$$t = \Delta t_1 + \tau = 0,3 \cdot 10^3 + 6,9 \cdot 10^3 \text{ с} = 7,2 \cdot 10^3 \text{ с}. \quad (5)$$

Тогда на превращение воды в лед при температуре отвердевания потребуется промежуток времени

$$\Delta t_4 = t - \Delta t_3 = 7,2 \cdot 10^3 - 1,2 \cdot 10^3 \text{ с} = 6 \cdot 10^3 \text{ с}. \quad (6)$$

$$\frac{\Delta t_4}{\Delta t_3} = 5 \quad (7)$$

2) При температуре 273 К происходит процесс превращения воды в лед.

3) Количество теплоты, выделяемое при превращении воды в лед определяется формулой $Q_1 = \lambda m$ (8), где λ - удельная теплота отвердевания воды, m - масса воды.

4) Количество теплоты, выделяемое при охлаждении воды от начальной температуры T_1 до температуры отвердевания $T_{\text{пл}}$ определяется формулой $Q_2 = cm(T_1 - T_{\text{пл}})$, где m - масса воды, c - удельная теплоемкость.

Рекомендуемая оценка решения задачи.

Записано выражение (1) - 2 балла. Правильно рассчитано значение (3) - 1 балл. Записано выражение и рассчитано значение (4) - 1 балл. Записано выражение и рассчитано значение (5) - 1 балл. Записано выражение и рассчитано значение (6) - 1 балл. Записано выражение и рассчитано значение (7) - 1 балл. Правильный ответ на вопрос 2) - 1 балл. Правильный ответ на вопрос 3) - 1 балл. Правильный ответ на вопрос 4) - 1 балл.

Итого - 10 баллов.

Задача 3

При равноускоренном движении из состояния покоя тело проходит за третью секунду 50 см. Определить перемещение тела за пятую секунду.

Решение.

Проведем ось X в направлении движения тела, а начало оси выберем в точке O , из которой тело начинает движение.

Тогда, согласно уравнению движения,

$$x_3 = \frac{at_3^2}{2}, x_2 = \frac{at_2^2}{2}, \text{ где } t_3 = 3 \text{ с}, t_2 = 2 \text{ с}. \quad (1)$$

Следовательно, перемещение тела за третью секунду

$$S_3 = x_3 - x_2 = a(t_3^2 - t_2^2)/2, \quad (2)$$

$$\text{откуда } a = \frac{2S_3}{t_3^2 - t_2^2}. \quad (3)$$

Аналогично,

$$x_5 = \frac{at_5^2}{2}, x_4 = \frac{at_4^2}{2}, \text{ где } t_5 = 5 \text{ с}, t_4 = 4 \text{ с}. \quad (4)$$

$$S_5 = x_5 - x_4 = \frac{a(t_5^2 - t_4^2)}{2}. \quad (5)$$

С учетом уравнения (3) получим

$$S_5 = \frac{S_3(t_5^2 - t_4^2)}{t_3^2 - t_2^2}; \quad (6)$$

$$S_5 = \frac{S_3(t_5 + t_4)(t_5 - t_4)}{(t_3 + t_2)(t_3 - t_2)}; \quad (7)$$

$$S_5 = \frac{0,5(5 + 4)(5 - 4)}{(3 + 2)(3 - 2)} \text{ м} = 0,9 \text{ м}.$$

Рекомендуемая оценка решения задачи.

Записаны уравнения движения (1) – 1 балл. Записано выражение (2) – 1 балл. Записано выражение (3) – 1 балл. Записаны уравнения движения (4) – 1 балл. Записано выражение (5) – 1 балл. Записано выражение (6) – 1 балл. Записано выражение (7) – 2 балла. Правильно рассчитано значение – 2 балла.

Итого – 10 баллов.

Задача 4

Полый медный шар взвешивают в воздухе и керосине. Показания динамометра соответственно равны 3,61 Н и 3,18 Н. Определить объем внутренней полости шара. Выталкивающей силой воздуха пренебречь. Плотность керосина $0,8 \cdot 10^3$ кг/м³, плотность меди $8,9 \cdot 10^3$ кг/м³,

Решение.

При взвешивании в воздухе на шар действуют: mg - сила тяжести, T_1 - сила натяжения пружины.

Запишем условие равновесия тела в скалярной формуле относительно оси y , направленной вертикально вверх,

$$-mg + T_1 = 0, \quad (1)$$

откуда $mg = T_1$ или

$$m = \frac{T_1}{g}. \text{ При взвешивании в керосине на шар действуют: } mg\text{- сила}$$

тяжести, T_2 - сила натяжения пружины, F - выталкивающая сила.

Запишем условие равновесия шара в керосине в векторной форме

$$m\mathbf{g} + \mathbf{T}_2 + \mathbf{F} = 0 \quad (2)$$

скалярной форме относительно выбранного направления оси y

$$-mg + T_2 + F = 0 \quad (3)$$

Учитывая, что $mg = T_1$,

$$F = \rho_k gV \text{ (закон Архимеда)} \quad (4)$$

V - объем шара; ρ_k - плотность керосина, преобразуем уравнение (1):

$$T_2 - T_1 + \rho_k gV = 0, \quad (5)$$

$$\text{Откуда } V = \frac{T_1 - T_2}{\rho_k g} \quad (6)$$

$$\text{Объем полости } V_{\text{п}} = V - V_{\text{м}}, \text{ где } V_{\text{м}} = \frac{m}{\rho_{\text{м}}} - \text{объем, занимаемый медью.} \quad (7)$$

Следовательно, $V_{\text{п}} = V - \frac{m}{\rho_{\text{м}}}$. Так как $m = \frac{T_1}{g}$, то

$$V_{\text{п}} = V - \frac{T_1}{\rho_{\text{м}}g}. \quad (8)$$

Подставим (6) в (8), получаем

$$V_{\text{п}} = \frac{T_1 - T_2}{\rho_k g} - \frac{T_1}{\rho_{\text{м}}g}, \quad (9)$$

$$V_{\text{п}} = \left(\frac{3,61 - 3,18}{0,8 \cdot 10^3 \cdot 9,8} - \frac{3,61}{8,9 \cdot 10^3 \cdot 9,8} \right) \text{ м}^3 = 1,36 \cdot 10^{-5} \text{ м}^3.$$

Рекомендуемая оценка решения задачи.

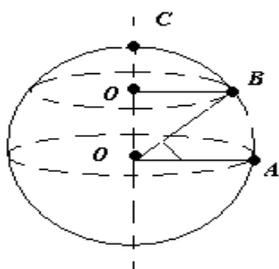
Записано выражение (1) – 1 балл. Записано выражение (2) – 1 балл. Записано выражение (3) – 1 балл. Записано выражение (4) – 1 балл. Записано

выражение (5) – 1 балл. Записано выражение (6) – 1 балл. Записано выражение (7) – 1 балл. Записано выражение (8) – 1 балл. Записано выражение (9) – 1 балл. Правильно рассчитано значение – 1 балл.
Итого – 10 баллов.

Задача 5

Определить на сколько центростремительное ускорение точек земной поверхности на экваторе и на широте 45° , вызванное вращением Земли, отличаются.

Решение:



1. Точка А земной поверхности на экваторе описывает вместе с Землей за сутки один полный оборот (см. рис.). Следовательно, линейная скорость $v_3 = \frac{l_3}{T} = \frac{2\pi R}{T}$, (1)

где l_3 - длина окружности земного экватора, R – радиус Земли.

Центростремительное ускорение точки А $a_{ц_3} = \frac{v_3^2}{R}$. (2)

Подставим выражение (1) в (2):

$$a_{ц_3} = \frac{4\pi^2 R^2}{RT^2} = \frac{4\pi^2 R}{T^2}; \quad (3)$$

$$a_{ц_3} = \frac{4 \cdot 3,14^2 \cdot 6,36 \cdot 10^6 \text{ м}}{(8,64 \cdot 10^4)^2} \frac{\text{м}}{\text{с}^2} \approx 3,4 \cdot 10^{-2} \frac{\text{м}}{\text{с}^2}.$$

2. Линейная скорость точки В земной поверхности, находящейся на широте φ , равна $v = \frac{l}{T} = \frac{2\pi r}{T}$, (4)

где r - радиус окружности, описываемой точкой В. Из рисунка находим,

что $r = R \cos \varphi$. (5)

По определению, центростремительного ускорения точки В:

$$a_{ц} = \frac{4\pi^2 r^2}{rT^2} = \frac{4\pi^2 r}{T^2} = \frac{4\pi^2 R}{T^2} \cos \varphi. \quad (6)$$

Поскольку $a_{ц_3} = \frac{4\pi^2 R}{T^2}$, выражение (6) примет вид

$$a_{ц} = a_{ц_3} \cos \varphi; \quad (7)$$

$$a_{ц} = 3,14 \cdot 10^{-2} \cdot 0,7 \frac{\text{м}}{\text{с}^2} \approx 2,38 \cdot 10^{-2} \frac{\text{м}}{\text{с}^2}.$$

$$3. a_{ц_3} - a_{ц} = 3,4 \cdot 10^{-2} - 2,38 \cdot 10^{-2} \frac{\text{м}}{\text{с}^2} = 1,02 \cdot 10^{-2} \frac{\text{м}}{\text{с}^2}.$$

Рекомендуемая оценка решения задачи.

Записано выражение (1) – 1 балл. Записано выражение (2) – 1 балл. Записано выражение (3) – 1 балл. Правильно рассчитано значение $a_{ц_9}$ – 2 балла.

Записано выражение (4) – 1 балл. Записано выражение (5) – 1 балл. Записано выражение (6) – 1 балл. Правильно рассчитано значение $a_{ц}$ – 1 балл.

Правильно рассчитано значение $a_{ц_9} - a_{ц}$ – 1 балл.

Итого – 10 баллов.