

**Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ИТМО**

Факультет безопасности информационных технологий

Дисциплина:

«Физика с элементами компьютерного моделирования»

ДОМАШНЯЯ РАБОТА №1

Вариант 5

Выполнил:

Суханкулиев Мухаммет,
студент группы N3246



(подпись)

Проверил:

Бочкарев Михаил Эдуардович,
инженер, физический факультет

(отметка о выполнении)

(подпись)

Санкт-Петербург

2025 г.

СОДЕРЖАНИЕ

1	Задача 1	4
1.1	Условие.....	4
1.2	Дано.....	4
1.3	Решение	4
2	Задача 2	6
2.1	Условие.....	6
2.2	Дано.....	6
2.3	Решение	6
3	Задача 3	7
3.1	Условие.....	7
3.2	Дано.....	7
3.3	Решение	7
4	Задача 4	8
4.1	Условие.....	8
4.2	Дано.....	8
4.3	Решение	8
	Список использованных источников.....	10

1 ЗАДАЧА 1

1.1 Условие

Самолет пролетает над аквалангистом, погружившимся на небольшую глубину водоема, на высоте 3 км. Какой покажется высота полета самолета аквалангисту?

1.2 Дано

$$H = 3 \text{ км}$$

$$n_{\text{воздух}} \approx 1, n_{\text{вода}} = \frac{4}{3}$$

$$h = ?$$

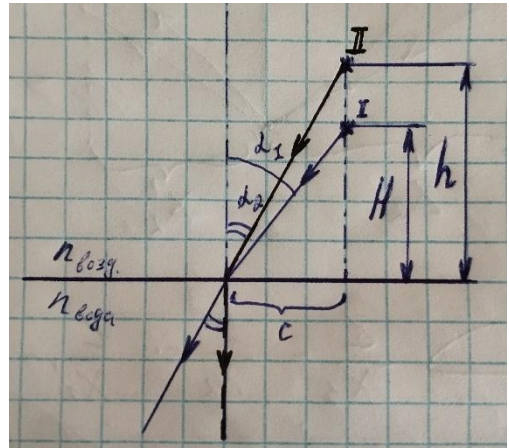


Рисунок 1 – Самолет и аквалангист

1.3 Решение

Для луча I (реального):

$$\operatorname{tg} \alpha_1 = \frac{c}{H}$$

Для луча II (кажущийся):

$$\operatorname{tg} \alpha_2 = \frac{c}{h}$$

Отсюда:

$$\frac{\operatorname{tg} \alpha_1}{\operatorname{tg} \alpha_2} = \frac{c}{H} \cdot \frac{h}{c} = \frac{h}{H}$$

Из условия, так как самолет пролетает **над** аквалангистом следует, что углы α_1 и α_2 малы. А для малых углов:

$$\operatorname{tg} \alpha \approx \sin \alpha$$

Поэтому:

$$\frac{\sin \alpha_1}{\sin \alpha_2} = \frac{h}{H}$$

Из закона Снеллиуса:

$$n_1 \sin \alpha_1 = n_2 \sin \alpha_2 \Rightarrow \frac{\sin \alpha_1}{\sin \alpha_2} = \frac{n_2}{n_1}, \text{ где } n_1 = n_{\text{воздух}}, n_2 = n_{\text{вода}}$$

Из двух уравнений для $\frac{\sin \alpha_1}{\sin \alpha_2}$:

$$\frac{h}{H} = \frac{n_{\text{вода}}}{n_{\text{воздух}}} \Rightarrow h = \frac{n_{\text{вода}} H}{n_{\text{воздух}}}$$

$$h = \frac{4}{3} \cdot 3 \text{ км} = 4 \text{ км}$$

Ответ:

Высота полета самолета покажется аквалангисту $h = 4$ км.

2 ЗАДАЧА 2

2.1 Условие

Луч света выходит из скипидара в воздух. Предельный угол полного внутреннего отражения для этого луча $42^\circ 23'$. Чему равна скорость распространения света в скипидаре?

2.2 Дано

Луч света: $c \approx 299\,792\,458$ м/с

$$\varphi_{crit} = 42^\circ 23'$$

$$v_{скипидар} = ?$$

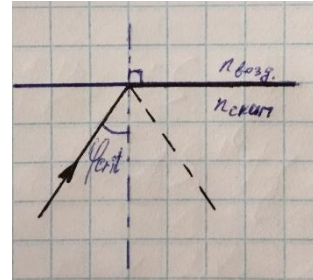


Рисунок 2 – Предельный угол

2.3 Решение

Найдем показатель преломления скипидара ($n_{воздух} \approx 1$):

Предельный угол полного внутреннего отражения:

$$\varphi_{crit} = \arcsin\left(\frac{n_2}{n_1}\right) \Rightarrow n_1 = \frac{n_2}{\sin(\varphi_{crit})}, \text{ где}$$

$$n_1 = n_{скипидар}; n_2 = n_{воздух}, \text{ тогда}$$

$$n_{скипидар} = \frac{1}{\sin(42^\circ 23')} \approx 1.4835$$

(из таблиц в интернете $n_{скипидар} = 1.46 - 1.51$)

Так же показатель преломления можно выразить через скорость света в веществе v и скорость света в вакууме c :

$$n = \frac{c}{v} \Rightarrow v = \frac{c}{n}, \text{ то есть}$$

$$v_{скипидар} = \frac{c}{n_{скипидар}}, \text{ тогда}$$

$$v_{скипидар} = \frac{299\,792\,458 \text{ м/с}}{1.4835} \approx 2.0209 \cdot 10^8 \text{ м/с}$$

Ответ:

Скорость распространения света в скипидаре равна $v_{скипидар} \approx 2.0209 \cdot 10^8$ м/с.

3 ЗАДАЧА 3

3.1 Условие

Определить радиусы кривизны симметричной двояковыпуклой линзы, сделанной из стекла с показателем преломления 1.52, если фокусное расстояние линзы равно 12.5 см.

3.2 Дано

$$n = 1.52$$

$$f = 12.5 \text{ см}$$

Симметричная двояковыпуклая линза \Rightarrow Радиусы кривизны равны по модулю:

$$R_1 = -R_2 = R - ?$$

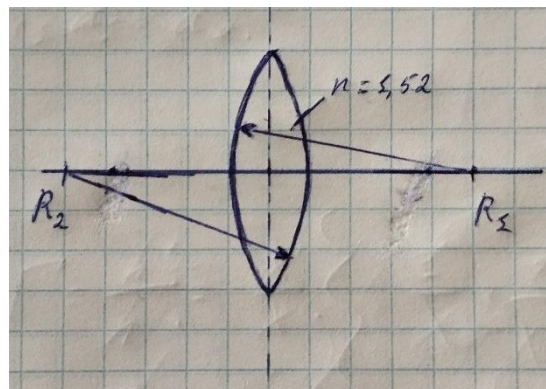


Рисунок 3 – Симметричная двояковыпуклая линза

3.3 Решение

Формула тонкой линзы:

$$\frac{1}{f} = (n - 1) \left(\frac{1}{R_1} - \frac{1}{R_2} \right)$$

В нашем случае:

$$\frac{1}{f} = (n - 1) \left(\frac{2}{R} \right)$$

Выразим R :

$$R = 2fn - 2f$$

$$R = 2 \cdot 12.5 \text{ см} \cdot 1.52 - 2 \cdot 12.5 \text{ см} = \mathbf{13 \text{ см}}$$

Ответ:

Радиусы кривизны симметричной двояковыпуклой линзы $R = 13 \text{ см}$.

4 ЗАДАЧА 4

4.1 Условие

Система состоит из двух собирающих тонких линз. Если оставить только первую линзу, то она дает увеличение предмета в два раза. Если оставить только вторую линзу, то она дает увеличение предмета в четыре раза. Расстояние от предмета до линзы не изменяется. Найти увеличение, даваемое обеими линзами, сложенными вместе.

4.2 Дано

$$\Gamma_1 = 2$$

$$\Gamma_2 = 4$$

$$d = \text{const}$$

$$\Gamma - ?$$

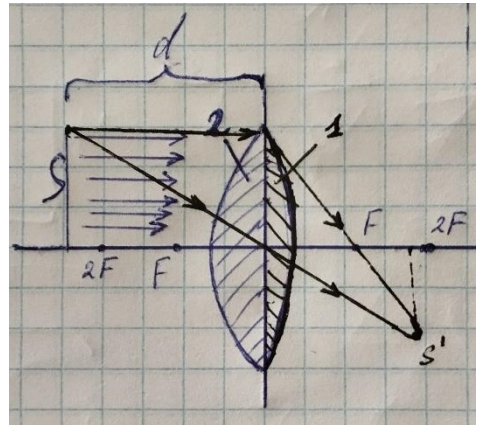


Рисунок 4 – Система из двух собирающих тонких линз

4.3 Решение

Формула тонкой линзы:

$$\frac{1}{d} + \frac{1}{f} = \frac{1}{F} = D \Rightarrow f = -\frac{d}{1 - dD}$$

Выразив f , имеем выражение для Γ ($\Gamma = \frac{f}{d}$):

$$\frac{1}{\Gamma} = \frac{d}{d/(dD - 1)} = dD - 1$$

Тогда:

$$\frac{1}{\Gamma_1} = D_1 d - 1, \quad \frac{1}{\Gamma_2} = D_2 d - 1$$

Оптическая сила линз, сложенных вместе равна $D = D_1 + D_2$ и увеличение:

$$\frac{1}{\Gamma} = (D_1 + D_2)d - 1$$

Выразим D_1 и D_2 через Γ_1 и Γ_2 :

$$D_1 = \left(\frac{1}{\Gamma_1} + 1\right)\frac{1}{d}, \quad D_2 = \left(\frac{1}{\Gamma_2} + 1\right)\frac{1}{d}$$

Тогда

$$\frac{1}{\Gamma} = \frac{1}{\Gamma_1} + \frac{1}{\Gamma_2} + 1 = \frac{\Gamma_1\Gamma_2 + \Gamma_1 + \Gamma_2}{\Gamma_1\Gamma_2}$$

$$\Gamma = \frac{\Gamma_1\Gamma_2}{\Gamma_1\Gamma_2 + \Gamma_1 + \Gamma_2}$$

$$\Gamma = \frac{2 \cdot 4}{2 \cdot 4 + 2 + 4} = \frac{8}{14} = \frac{4}{7}$$

Ответ:

Увеличение, даваемое обеими линзами, сложенными вместе $\Gamma = \frac{4}{7}$, то есть изображение уменьшится.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Bochkarev M. – 2025. – Семинары по курсу: Физика с элементами компьютерного моделирования.