

РОЗВ'ЯЗУВАННЯ ЗАДАЧ З ТЕМИ

«ФОРМУЛА ТОНКОЇ ЛІНЗИ. ЗБІЛЬШЕННЯ ЛІНЗИ»

1. Відстань від предмета до збиральної лінзи 15 см. Фокусна відстань лінзи 20 см. Визначте відстань від зображення до лінзи. Визначте збільшення лінзи в даному випадку.

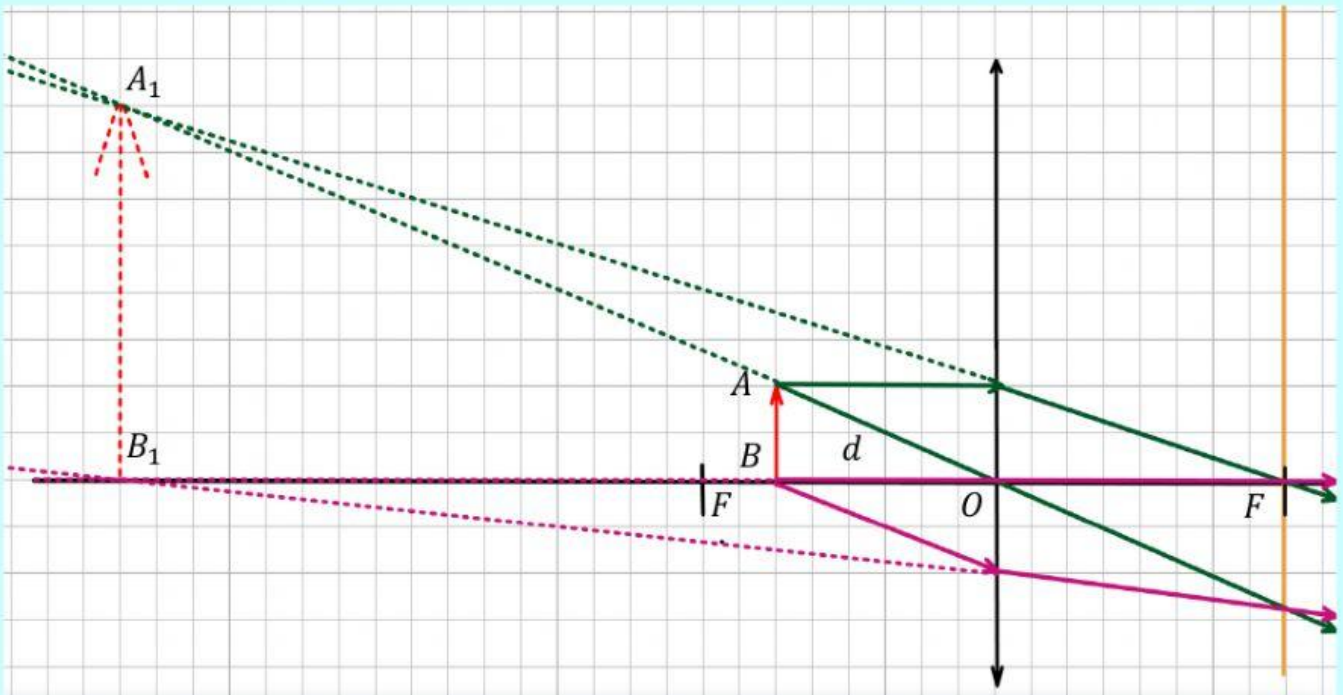


Рис.1. До задачі 1

Дано	СИ	Розв'язання
$F = 20 \text{ см}$	$= 2 \cdot 10^{-1} \text{ м}$	Виконаємо побудову зображення предмета в збиральній лінзі, використовуючи дані задачі. Зображення предмета є в даному випадку уявним. З огляду на це, запишемо формулу тонкої лінзи: $\frac{1}{F} = \frac{1}{d} - \frac{1}{f} \quad (1)$ Де F – фокусна відстань лінзи, d – відстань від предмета до лінзи, f – відстань від зображення до лінзи. Звідси: $\frac{1}{f} = \frac{1}{d} - \frac{1}{F}$ $\frac{1}{f} = \frac{F - d}{Fd}$ $f = \frac{Fd}{F - d} \quad (2)$ Збільшення лінзи:
$d = 15 \text{ см}$	$= 1,5 \cdot 10^{-1} \text{ м}$	

$$\Gamma = \frac{|f|}{d} \quad (3)$$

$$\Gamma = \frac{Fd}{d(F-d)} = \frac{F}{F-d} \quad (4)$$

Виконаємо числову підстановку в (2) і (4):

$$f = \frac{2 \cdot 10^{-1} \text{ м} \cdot 1,5 \cdot 10^{-1} \text{ м}}{2 \cdot 10^{-1} \text{ м} - 1,5 \cdot 10^{-1} \text{ м}} = 6 \cdot 10^{-1} \text{ м}$$

$$\Gamma = \frac{2 \cdot 10^{-1} \text{ м}}{2 \cdot 10^{-1} \text{ м} - 1,5 \cdot 10^{-1} \text{ м}} = 4$$

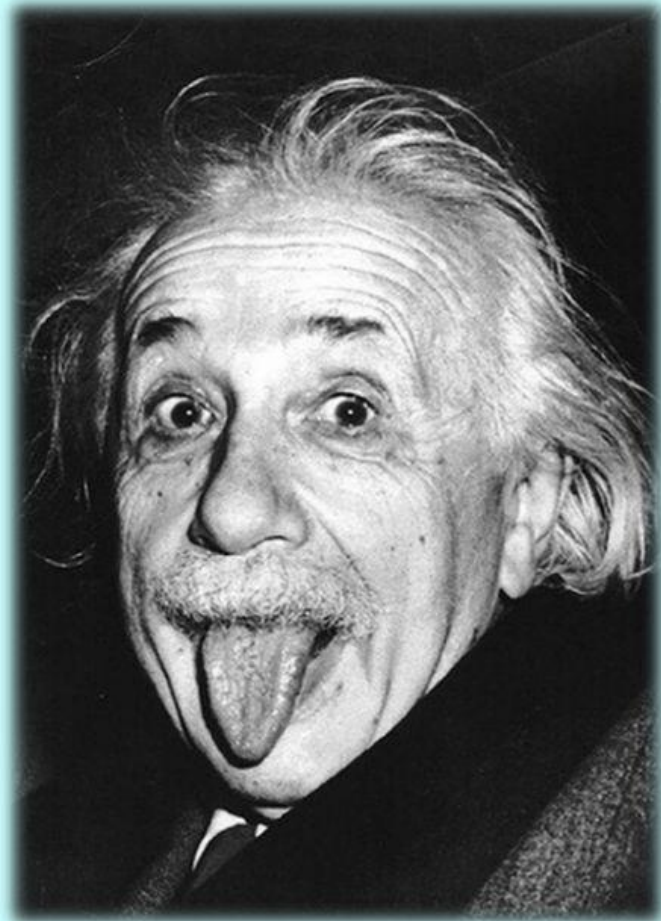
Знайти: f, Γ

Відповідь: $f = 6 \cdot 10^{-1} \text{ м}, \Gamma = 4$

Лінза є невід'ємною частиною багатьох оптичних пристроїв, одним із яких є фотоапарат. Фотограф не просто копіює дійсність, він дозволяє нам зазирнути в минуле, побачити красу, яка залишається непомітною... Поглянемо лише на деякі з відомих фотографій.



29 вересня 1932 року. Будівництво Рокфеллер центру в Нью – Йорку. Висота 250 метрів. У робітників перерва на обід. Пізніше ця світлина, що облетіла увесь світ, була ввічнена в скульптурі на Шостий авеню Нью-Йорка.



В день, коли була зроблена ця світлина, Ейнштейну здійснилося 72 роки. 14 березня 1951 року його фотографували чи не всі видання, і він був втомлений і роздратований. Фотограф UPI Артур Зассе (Arthur Sasse) був одним із останніх, і він дуже намагався переконати Ейнштейна посміхнутися. Але найбільший розум двадцятого століття замість цього показав фотографові язика. У 2009 році оригінальний знімок беешкетного Ейнштейна був проданий з аукціону за 74 тисячі 324 долари.

Для того, щоб зробити наступне фото, фотохудожник Філіп Халсман вирішив використати кішок і воду. Тоді не було цифрових фотоапаратів або фотошопа, і майстрові треба було зробити більше 25 кадрів, щоб одержати всього один, але такий стильний і творчий, як і сам Сальвадор Далі.



Остання фотографія, на яку ми звернемо увагу під час виконання даної роботи, це фотографія стіни зруйнованого будинку в м. Бородянці, на якій висить кухонна шафа з глиняною скульптурою півня. Кухонна шафка, яка залишилася на стіні, стала символом стійкості і нескореності.



2. Визначте оптичну силу об'єктива фотоапарата, яким фотографують місцевість з літака на висоті 5 км в масштабі 1:20000. В якому масштабі одержимо знімок, якщо цим фотоапаратом виконати фотографування поверхні Землі, з штучного супутника, що знаходиться на висоті 250 км?

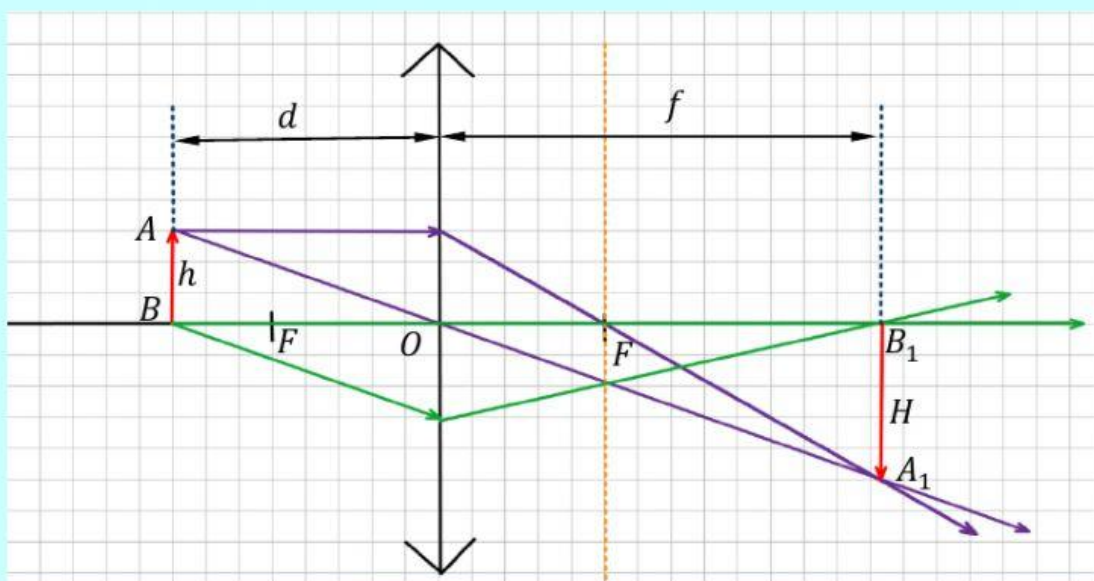
Дано	СІ	Розв'язання
$d_1 = 5 \text{ км}$ $d_2 = 250 \text{ км}$ $K_1 = 1:20000$	$= 5 \cdot 10^3 \text{ м}$ $= 2,5 \cdot 10^5 \text{ м}$	Запишемо формулу тонкої лінзи: $\frac{1}{F} = \frac{1}{d} + \frac{1}{f} \quad (1)$ Де F – фокусна відстань лінзи, d – відстань від предмета до лінзи, f – відстань від зображення до лінзи. Оптична сила об'єктива фотоапарата: $D = \frac{1}{F}$ Звідси: $D = \frac{1}{d} + \frac{1}{f} \quad (2)$ Збільшення лінзи: $\Gamma = \frac{ f }{d} \quad (3)$ В нашому випадку масштаб, у якому виконано фотографування місцевості, і є збільшенням, тож: $K_1 = \frac{ f_1 }{d_1} \Rightarrow f_1 = K_1 d_1$ Перепишемо формулу (2): $D = \frac{1}{d_1} + \frac{1}{K_1 d_1} = \frac{1}{d_1} \left(1 + \frac{1}{K_1} \right) \quad (4)$ Для фотографування зі штучного супутника: $D = \frac{1}{d_2} + \frac{1}{K_2 d_2} \quad (5)$ $\frac{1}{K_2 d_2} = D - \frac{1}{d_2}$ $\frac{1}{K_2 d_2} = \frac{D d_2 - 1}{d_2}$ $\frac{1}{K_2} = D d_2 - 1$ $K_2 = \frac{1}{D d_2 - 1} \quad (5)$ Виконаємо числову підстановку в (4) і (5): $D = \frac{1}{5 \cdot 10^3 \text{ м}} \cdot \left(1 + \frac{1}{\frac{1}{20000}} \right) = 4 \text{ дптр}$ $K_2 = \frac{1}{4 \text{ дптр} \cdot 2,5 \cdot 10^5 \text{ м} - 1} = \frac{1}{1000000}$
Знайти: D, K_2		Відповідь: $D = 4 \text{ дптр}, K_2 = \frac{1}{1000000}$

ЗАДАЧІ ДЛЯ САМОСТІЙНОГО РОЗВ'ЯЗАННЯ

1. Визначите фокусну відстань розсіювальної лінзи, якщо предмет перебуває від лінзи на відстані 15 см, а його зображення на відстані 6 см від лінзи.

Дано	СІ	Розв'язання
$d = 15 \text{ см}$ $f = 6 \text{ см}$	$= 1,5 \cdot 10 \text{ м}$ $= 6 \cdot 10 \text{ м}$	Розсіювальна лінза завжди дає уявне зображення предмета. Враховуючи цей факт, запишемо формулу тонкої лінзи: $\frac{1}{d} = \frac{1}{f} - \frac{1}{D} \quad (1)$ Де f – фокусна відстань лінзи, d – відстань від предмета до лінзи, D – відстань від зображення до лінзи. Звідси: $\frac{1}{D} = \frac{1}{f} - \frac{1}{d}$ $F = \frac{1}{\frac{1}{f} - \frac{1}{d}} \quad (2)$ Виконаємо числову підстановку в (2): $F = \frac{1,5 \cdot 10 \text{ м} \cdot 6 \cdot 10 \text{ м}}{1,5 \cdot 10 \text{ м} - 6 \cdot 10 \text{ м}}$
Знайти: F		Відповідь: $F = \quad \text{см}$

2. Якщо відстань предмета від збірної лінзи, 36 см, то висота зображення 10 см. Якщо ж відстань предмета від тієї ж лінзи 24 см, то висота зображення 20 см. Знайдіть фокусну відстань лінзи.



Дано

СІ

Розв'язання

$$d_1 = 36 \text{ см}$$

$$H_1 = 10 \text{ см}$$

$$d_2 = 24 \text{ см}$$

$$H_2 = 20 \text{ см}$$

Розглянемо трикутники $\triangle ABO$ та $\triangle A_1B_1O$. Вони є подібними за трьома кутами. Отже, можемо записати:

$$\frac{H}{h} = \frac{d_2}{d_1} \quad (1)$$

Де h – висота предмета, H – висота зображення предмета, d_1 – відстань від предмета до лінзи, d_2 – відстань від лінзи до зображення предмета. Запишемо для двох випадків нашої задачі;

$$\frac{H_1}{h} = \frac{d_2}{d_1} \quad (2)$$

$$\frac{H_2}{h} = \frac{d_2}{d_1} \quad (3)$$

Запишемо формулу тонкої лінзи для двох випадків:

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{d_1} + \frac{1}{d_2} \quad (4)$$

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{d_1} + \frac{1}{d_2} \quad (5)$$

Де f – фокусна відстань лінзи. Виразимо відстань від зображення до лінзи:

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{d_1} + \frac{1}{d_2}$$

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{d_1} + \frac{1}{d_2}$$

$$f = \frac{d_1 d_2}{d_1 + d_2} \quad (6)$$

Підставимо вираз (6) у формулу (2):

$$\frac{H_1}{h} = \frac{d_2}{d_1} \quad (7)$$

Аналогічно:

$$\frac{H_2}{h} = \frac{d_2}{d_1} \quad (8)$$

Поділимо почленно рівність (8) на рівність (7):

$$\frac{H_2}{H_1} = \frac{d_2}{d_1}$$

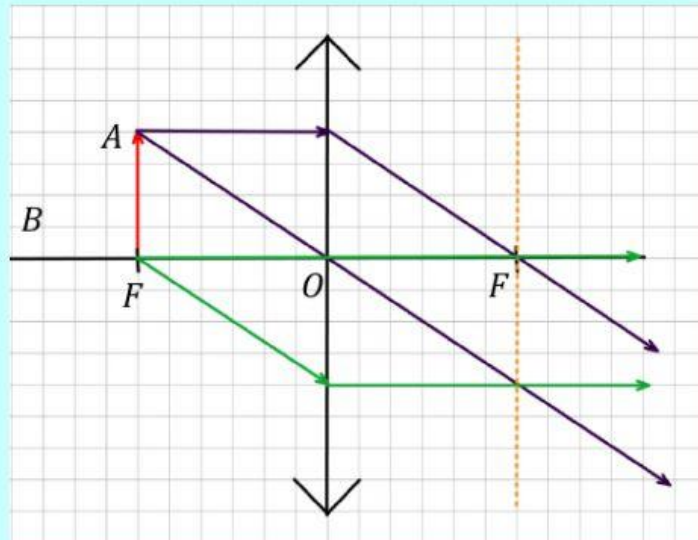
Виразимо шукану величину:

$$F = \frac{d_1 H_2 - d_2 H_1}{H_2 - H_1} \quad (9)$$

Виконаємо числову підстановку в (9):

		$F = \frac{\text{см} \cdot \text{см} - \text{см} \cdot \text{см}}{\text{см} - \text{см}}$
Знайти: F знайти:	Відповідь: $F =$	см

3. Зображення предмета знаходиться на нескінченності. Визначте відстань від лінзи до предмета, якщо оптична сила лінзи рівна $D = 5$ дптр. (Підказка: розгляньте рисунок)



Відповідь. $d =$ см

4. На якій відстані від збірної лінзи з фокусною відстанню $F = 20$ см буде одержано зображення предмета, якщо предмет перебуває на відстані $d = 15$ см від лінзи? (Підказка: врахуйте, що зображення предмета уявне)

Відповідь. $f =$ см

5. З якої відстані потрібно фотографувати будинок висотою $h = 50$ м, щоб увесь фасад будинку помістився в кадрі, висотою $H = 25$ мм? Фокусна відстань лінзи у фотоапараті $F = 50$ мм. Результат округліть до цілого числа. (Підказка: використайте елементи розв'язку задачі №2 з задач для самостійного розв'язання)

Відповідь. $d =$ м