ОПТИЧНІ ПРИЛАДИ. ***Приклади та завдання***

Вказівки до роботи

Слід прочитати теоретичний матеріал файла ГЕОМЕТРИЧНА ОПТИКА-03.Оптичні прилади. Ознайомившись з розв'язками задач чергового прикладу, розв'язати наступні задачі самостійно. Здійсніть самооцінку виконаної роботи

Приклади-1

1. Фотоапаратом можна знімати предмети, розташовані не ближче s_1 = 1 м від об'єктива. Насадкова лінза зменшує цю відстань до s_2 = 50 см. Визначити оптичну силу D_0 такої лінзи.

1. Розв'язання. Якщо оптична сила об'єктива D, а відстань до світлоприймального елемента (фотоплівки, сенсора) s_x, то для об'єктива без насадкової лінзи запишеться $\frac{1}{s_1}+\frac{1}{s_x}=D$, з насадковою $\frac{1}{s_2}-\frac{1}{s_1}=D_0$. Звідки D_0 = 1 дптр.

2. Розмір світлоприймальної матриці фотоапарата 24х36 мм, фокусна відстань об'єктива F = 4 см. На якій мінімальній відстані s має знаходитися об'єкт висотою h = 36 м для повнорозмірної зйомки ?

2. Розв'язання. Об'єктив має забезпечити збільшення (зменшення) Г, при якому висота зображення не перевищуватиме H = 36 мм. $\frac{H}{h}=\frac{s_x}{s}$.За формулою лінзи $\frac{1}{s}+\frac{h}{sH}=\frac{1}{f}$,

$\frac{1}{s}(1+\frac{h}{H})=\frac{1}{f}$, s = 40,04 м.

Завдання-1

1. Фотоапаратом, що має об'єктив з фокусною відстанню f = 4 см фотографують предмет на відстані s = 18 см від об'єктива. Якою має бути відстань s_x від об'єктива до світлоприймальної матриці фотоапарата?

2. Якого розміру предмети В можна розрізнити на світлині зробленій зі супутника, якщо роздільна здатність плівки b = 0,01 мм, висота супутника h = 150 км фокусна відстань об'єктива камери 10 см?

Приклади-2

1. Хлопчик без окулярів може читати книжку, тримаючи її на відстані s_x = 16 см. Якої оптичної сили D_0 у нього окуляри ?

Розв'язання. Для ока з оптичною силою D, при відсутності окулярів, за формулою лінзи запишеться

$$\frac{1}{s}+\frac{1}{s_x}=D.$$

При використанні окулярів з оптичною силою D_0 відстань найкращого зору становитиме s_0 і буде справедливою формула

$$\frac{1}{s}+\frac{1}{s_0}=D+D_0.$$

З останніх формул

$$D_0=\frac{1}{s_0}-\frac{1}{s_x}=\frac{s_x-s_0}{s_x\,s_0}.\ D_0=-2{,}25 \text{ дптр.}$$

2. Хлопчик з нормальним зором надягнув окуляри з оптичною силою D = + 5 дптр. На якій відстані він має розташовувати предмет для найкращого бачення?

Розв'язання. Око хлопчика розглядатиме зображення, яке дає лінза окулярів з фокусною відстанню $f=\frac{1}{D}=20см$. Предмет поміщений на цій відстані буде розглядатися оком, як нескінченно віддалений, тобто без напруження. Отже s_1 = f = 20 см. Зручно також розглядати зображення предмета з відстані найкращого бачення. Для цього предмет перед лінзою має знаходитися на відстані, яка розраховується за формулою лінзи

$\frac{1}{s_2}-\frac{1}{s_0}=\frac{1}{f}$ (зображення уявне). $s_2=\frac{f\,s_0}{f+s}\approx 11\text{см}$.

Завдання-2

1. Далекозора людина може читати текст без напруження на відстані s_1 = 50 см. Яку оптичну силу D_0 повинні мати її окуляри, щоб така відстань була рівна s_2 = 20 см ?

2. Учень користується окулярами з фокусною відстанню f = 50 см. На якій відстані s_x він може вільно читати текст без окулярів ?

Приклади-3

1. Яку фокусну відстань має десятикратна лупа?

Розв'язання. Зі формули збільшення $\Gamma_m\approx\frac{s_0}{f}$ випливає $f=\frac{s_0}{\Gamma_m}$, f = 2,5 см.

2. На лупі написано х 5. На якій відстані від лупи найзручніше помістити предмет для його розгляду ?

Розв'язання. Напис означає максимальне п'ятикратне збільшення $\Gamma_m = 5$. Найзручніше предмет розмісити на відстані рівній фокусній, яка становить $f = \frac{s_0}{\Gamma_m}$, f = 5 см.

Завдання-3

1. Яке максимальне збільшення даватиме лупа з оптичною силою D = 8 дптр.

2. Лупа дає максимальне збільшення при розгляді предмета на відстані 2,5 см. Яка оптична сила лупи?

Приклади-4

1. Мікроскоп дає Г = 400 кратне збільшення. Фокусна відстань окуляра f_{ok} = 5 см. Яке збільшення об'єктива?

Розв'язання. Збільшення мікроскопа є добутком збільшень об'єктива і окуляра $\Gamma = \Gamma_{ob}\Gamma_{ок}$. Оскільки окуляр діє як лупа (око акомодовано на відстань найкращого зору s_0 = 25 см), то для його збільшення, як для лупи $\Gamma_{ок} = \frac{s_0}{f_{ок}}$. Тому $\Gamma_{об} = \frac{\Gamma}{\Gamma_{ок}} = \frac{\Gamma f_{ок}}{s_0}$. $\Gamma_{об}$ = 80.

2. Головна фокусна відстань об'єктива мікроскопа f_{ob} = 3 мм, окуляра $f_{ок}$ = 5 см, Предмет знаходиться на відстані s = 3,1 мм від об'єктива. Знайти збільшення мікроскопа для нормального ока.

Розв'язання. Збільшення мікроскопа $\Gamma = \Gamma_{об}\Gamma_{ок}$. $\Gamma_{ок} = \frac{f_{ок}}{s_{ок}} \approx \frac{s_0}{f_{ок}}$. $\Gamma_{ob} = \frac{s^{|}}{s}$. За формулою лінзи $\frac{1}{s} + \frac{1}{s^{|}} = \frac{1}{f_{ob}}$, звідки $\frac{s^{|}}{s} = \frac{f}{s - f}$. Врешті $\Gamma = \frac{s_0 f_{ob}}{(s - f_{ob}) f_{ok}}$. Г = 150.

Завдання-4

1. Об'єктив мікроскопа має оптичну силу D_{ob} = 100 дптр, окуляр D_{ok} = 50 дптр. Яке збільшення забезпечує мікроскоп, якщо довжина його тубуса δ = 20 см?

2. Мікроскоп складається з об'єктива з фокусною відстанню f_{ob} = 2 мм і окуляра з фокусною відстанню $f_{ок}$ = 40 мм. Відстань між фокусами об'єктива і окуляра складає δ = 18 см. Знайти збільшення мікроскопа.

Приклади-5

1. В телескоп зі збільшенням $\gamma = 50$ спостерігаються дві зірки під кутом $\varphi = 0{,}5^0$. Чи можна розрізнити ці зірки при спостереженні неозброєним оком, якщо роздільна здатність ока становить одну кутову мінуту ($\varphi_{min} = 1^{/}$) Яке відношення фокусних відстаней об'єктива і окуляра телескопа?

Розв'язання. Збільшення телескопа $\gamma = \dfrac{\varphi}{\varphi_0}$. Звідси кут спостереження неозброєним оком

$\varphi_0 = \dfrac{\varphi}{\gamma}$, $\varphi_0 = 0{,}6^{/}$. Оскільки цей кут менший дугової мінути ($\varphi_0 < \varphi_{min}$), то для неозброєного ока ці зорі будуть зливатися в одну. Відношення фокусних відстаней об'єктива і окуляра рівне збільшенню телескопа $\gamma = \dfrac{\mathrm{tg}\varphi}{\mathrm{tg}\varphi_0} = \dfrac{f_{об}}{f_{ок}} = 50\cdot$

2. Оптична сила об'єктива телескопа $D_{ob} = 0{,}5$ дптр. Збільшення окуляра десятикратне ($\gamma_{ok} = 10$). Яке збільшення дає телескоп ?

Розв'язання. Збільшення телескопа $\gamma = \dfrac{f_{об}}{f_{ok}} = \dfrac{1}{D_{ok} f_{ok}}$. Збільшення окуляра може бути знайдене за формулою лупи $\gamma_{ok} = \dfrac{s_0}{f_{ok}}$. $\gamma = \dfrac{\gamma_{ok}}{D_{ob} s_0}$.$\gamma = 80$.

Завдання-5

1. Оптична сила об'єктива телескопа 0,5 дптр. Збільшення окуляра десятикратне. Яке збільшення дає телескоп ?

2. Телескоп дає 40 кратне збільшення. Яка оптична сила об'єктива при фокусній відстані окуляра 20 дптр ?

3. Знайти фокусну відстань об'єктива зорової труби з 25-кратним збільшенням, якщо довжина труби 30 см.