

§ 26. ЛІНЗИ

■ На уроках природознавства ви, напевно, користувалися мікроскопом. Дехто з ваших друзів (а може, і ви самі) має окуляри. Найімовірніше, більшість із вас знайомі з біноклем, зоровою трубою, телескопом. Усі ці прилади мають спільне: їхньою основною частиною є лінза.

1 Знайомимося з різними видами лінз

Лінзою (сферичною*) називають прозоре тіло, обмежене з двох боків сферичними поверхнями (зокрема, одна з поверхонь може бути площиною). За формою лінзи поділяються на опуклі (рис. 3.50) та увігнуті (рис. 3.51).

Якщо товщина лінзи d у багато разів менша від радіусів R_1 і R_2 сферичних поверхонь, що утворюють лінзу, то таку лінзу називають **тонкою лінзою** (рис. 3.52). Далі, говорячи про лінзу, ми завжди матимемо на увазі таку лінзу.

Зазвичай опуклі лінзи є **збиральними**: паралельні промені, що падають на збиральну лінзу, пройшовши крізь неї, перетинаються в одній точці (рис. 3.53).

Увігнуті лінзи найчастіше бувають **розсіювальними**: паралельні промені після проходження крізь розсіювальну лінзу виходять розбіжним пучком (рис. 3.54).

* Лінзи також бувають циліндричними, але зустрічаються такі лінзи рідко.

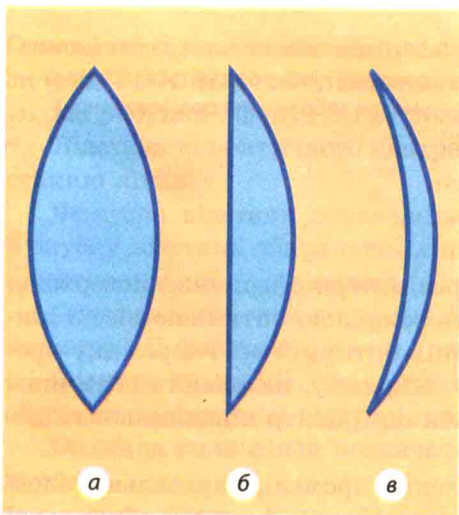


Рис. 3.50. Різні види опуклих лінз у розрізі:
а — двоопукла лінза, б — плоско-опукла лінза, в — увігнуто-опукла лінза

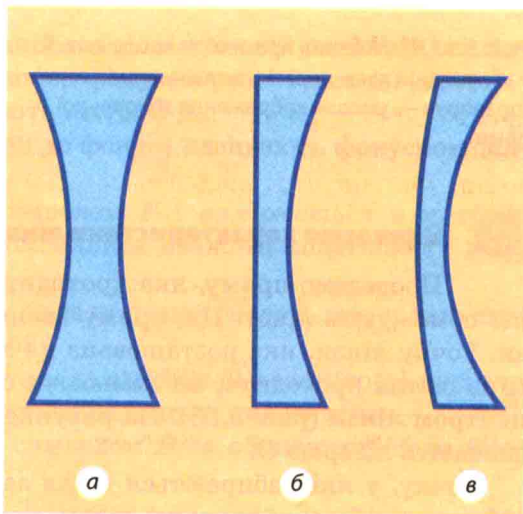


Рис. 3.51. Різні види увігнутих лінз у розрізі:
а — двоувігнута лінза, б — плоско-увігнута лінза, в — опукло-увігнута лінза

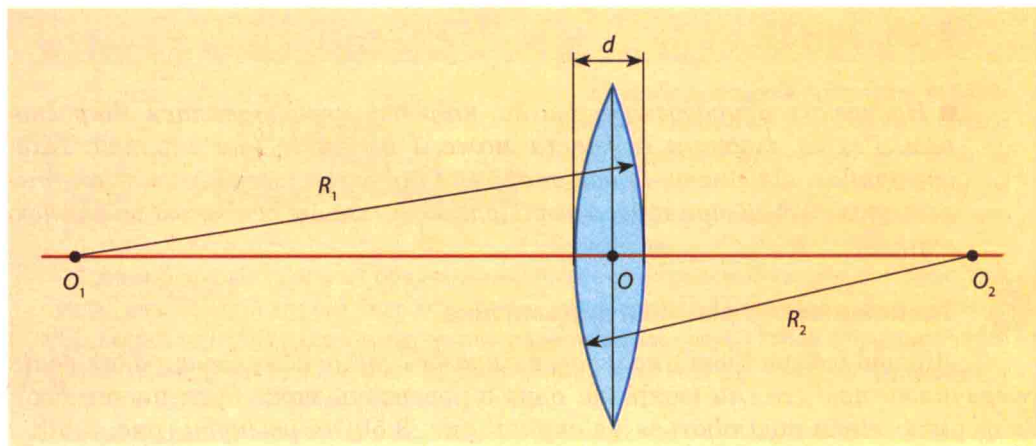


Рис. 3.52. Тонка сферична лінза: $d \ll R_1, d \ll R_2$

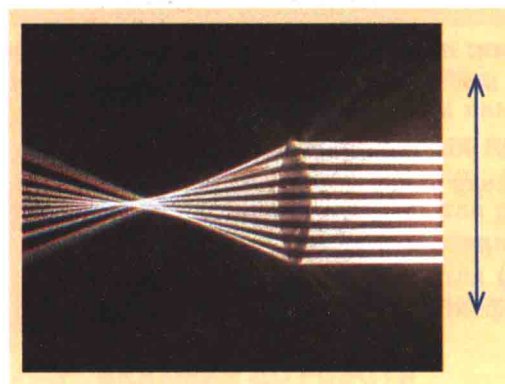


Рис. 3.53. Паралельні промені, заломлюючись у збиральній лінзі, перетинаються в одній точці (праворуч — умовне зображення збиральної лінзи)

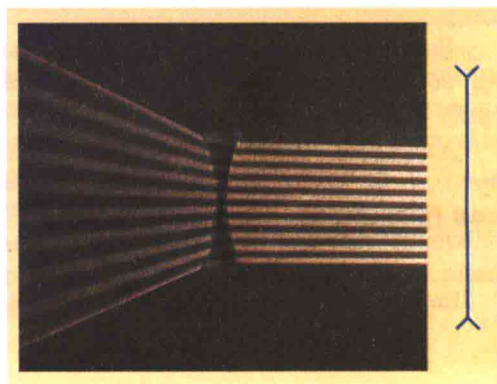


Рис. 3.54. Паралельні промені, заломлюючись у розсіювальній лінзі, розходяться (праворуч — умовне зображення розсіювальної лінзи)

2

Вивчаємо характеристики лінзи

Проведемо пряму, яка проходить через центри сферичних поверхонь, що обмежують лінзу. Цю пряму називають **головною оптичною віссю лінзи**. Точку лінзи, яка розташована на головній оптичній осі і через яку промінь світла проходить, не змінюючи свого напрямку, називають **оптичним центром лінзи** (рис. 3.55). На рисунках оптичний центр лінзи зазвичай позначають літерою O .

Точку, у якій збираються після заломлення промені, паралельні головній оптичній осі збиральної лінзи, називають **дійсним фокусом збиральної лінзи** (рис. 3.56).

Якщо пучок променів, паралельних головній оптичній осі, спрямувати на розсіювальну лінзу, то після заломлення вони вийдуть розбіжним пучком.

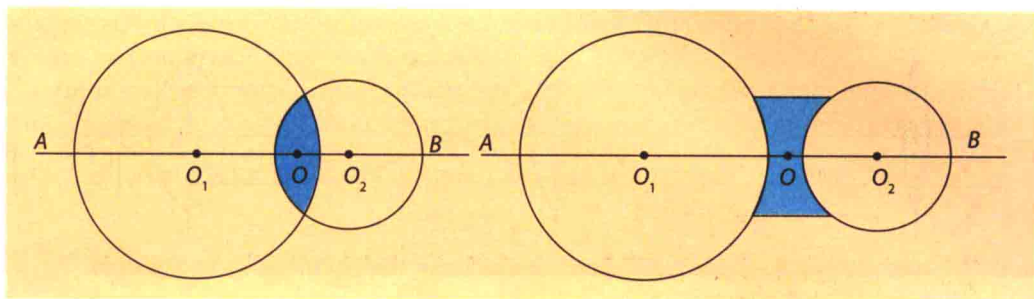


Рис. 3.55. Пряма AB , яка проходить через центри O_1 і O_2 сферичних поверхонь, що обмежують лінзу, називається головною оптичною віссю лінзи. Точка O — оптичний центр лінзи

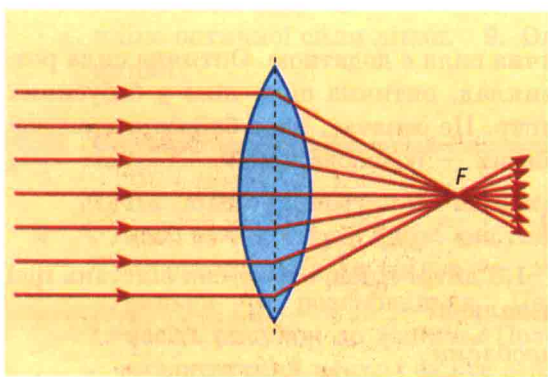


Рис. 3.56. Дійсний фокус збиральної лінзи — точка F

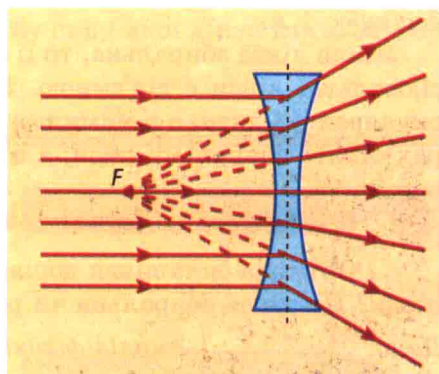


Рис. 3.57. Уявний фокус розсіювальної лінзи — точка F

Однак їхні продовження зберуться в одній точці на головній оптичній осі лінзи (рис. 3.57). Цю точку називають **уявним фокусом розсіювальної лінзи**.

На рисунках фокус лінзи позначають літерою F .

Відстань від оптичного центра лінзи до фокуса називають **фокусною відстанню лінзи**.

Фокусна відстань позначається символом F і **вимірюється в метрах**. Фокусну відстань збиральної лінзи домовилися вважати додатною ($F > 0$), а розсіювальної — від'ємною ($F < 0$).

Очевидно, що чим сильніші заломлювальні властивості має лінза, тим меншою є її фокусна відстань (рис. 3.58).

Фізична величина, що характеризує заломлювальні властивості лінзи та обернена до фокусної відстані, називається **оптичною силою лінзи**.

Оптична сила лінзи позначається символом D та обчислюється за формулою

$$D = \frac{1}{F},$$

де F — фокусна відстань лінзи.

Одиницею оптичної сили є **діоптрія**.

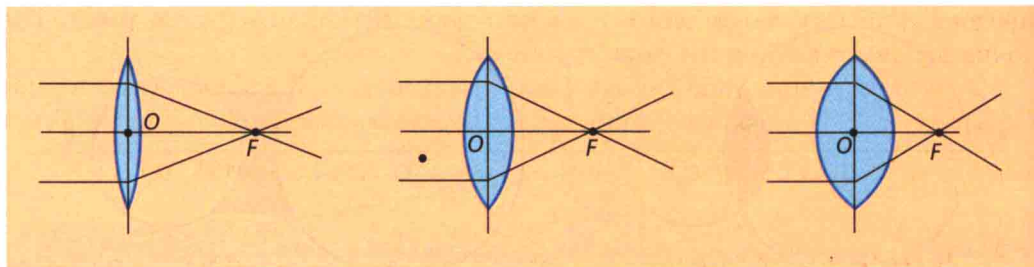


Рис. 3.58. Чим меншими є радіуси сферичних поверхонь, що обмежують лінзу, тим сильніше ця лінза заломлює світло, отже, тим менша її фокусна відстань F

1 діоптрія (дптр) — це оптична сила такої лінзи, фокусна відстань якої дорівнює 1 м.

Якщо лінза збиральна, то її оптична сила є додатною. Оптична сила розсіювальної лінзи є від'ємною. Наприклад, оптична сила лінз у бабусиних окулярах $+3$ дптр, а в маминих -3 дптр. Це означає, що в бабусиних окулярах стоять збиральні лінзи, а в маминих — розсіювальні.

3 Вчимося розв'язувати задачі

Оптична сила лінзи дорівнює $-1,6$ дптр. Якою є фокусна відстань цієї лінзи? Ця лінза збиральна чи розсіювальна?

Дано:

$$D = -1,6 \text{ дптр}$$

$F = ?$

Аналіз фізичної проблеми

Для визначення фокусної відстані цієї лінзи скористаємося формулою для обчислення оптичної сили лінзи. Оскільки $D < 0$, то лінза розсіювальна.

Пошук математичної моделі, розв'язання:

$$D = \frac{1}{F}, \text{ отже, } F = \frac{1}{D}.$$

Визначимо числове значення шуканої величини:

$$\{F\} = \frac{1}{-1,6} = -0,625.$$

$$F = -0,625 \text{ м} = -62,5 \text{ см}.$$

Відповідь: $F = -62,5$ см, лінза розсіювальна.



ПІДБИВАЄМО ПІДСУМКИ

Прозоре тіло, обмежене з двох боків сферичними поверхнями, називають лінзою. Лінзи бувають збиральними та розсіювальними, а за формою — опуклі та увігнуті.

Лінза називається збиральною, якщо пучок паралельних променів, що падає на неї, після заломлення в лінзі перетинається в одній точці. Цю точку називають дійсним фокусом лінзи.

Лінза називається розсіювальною, якщо паралельні промені, що падають на неї, після заломлення в лінзі йдуть розбіжним пучком, однак

продовження цих заломлених променів перетинаються в одній точці. Ця точка називається уявним фокусом лінзи.

Фізична величина, що характеризує заломлювальні властивості лінзи та є оберненою до фокусної відстані лінзи, називається оптичною силою лінзи ($D = \frac{1}{F}$). Оптична сила лінзи вимірюється в діоптріях (дптр).



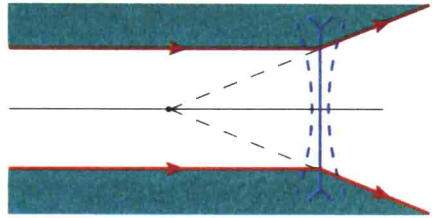
Контрольні запитання

1. Що називають лінзою?
2. Які види лінз вам відомі?
3. Чим розсіювальна лінза відрізняється від збиральної?
4. Що називають дійсним фокусом лінзи?
5. Чому фокус розсіювальної лінзи називають уявним?
6. Що називають фокусною відстанню лінзи?
7. Яку фізичну величину називають оптичною силою лінзи?
8. Назвіть одиницю оптичної сили лінзи.
9. Оптичну силу якої лінзи взято за одиницю?



Вправи

1. На лінзу спрямували паралельний пучок світла (див. рисунок). Визначте, яка це лінза — збиральна чи розсіювальна. Перенесіть рисунок до зошита. Позначте оптичний центр і фокус лінзи. Виміряйте фокусну відстань лінзи та визначте її оптичну силу.



2. Оптична сила однієї лінзи дорівнює -2 дптр, а другої — $+2$ дптр. Чим відрізняються ці лінзи одна від одної?
3. Фокусна відстань однієї лінзи дорівнює $+0,5$ м, а другої — $+1$ м. Яка лінза має більшу оптичну силу?
4. Чому не можна поливати рослини на клумбі сонячного дня?
5. У склі є порожнина у вигляді двоопуклої лінзи. Ця лінза збиратиме чи розсіюватиме промені? Обґрунтуйте відповідь.
6. Дано дві двоопуклі лінзи, виготовлені з одного сорту скла. Як на дотик визначити, яка лінза має більшу оптичну силу?



Експериментальні завдання

1. Запропонуйте метод визначення фокусної відстані збиральної лінзи за допомогою лінійки.
2. Спробуйте в домашніх умовах виготовити лінзу. Який матеріал зручніше взяти? Визначте фокусну відстань і оптичну силу такої лінзи.

Фізика й техніка в Україні



Ізюмський казенний приладобудівний завод — провідне підприємство України з виготовлення оптичного скла. Завод випускає понад 200 марок кольорового та безбарвного скла, у тому числі волоконне, лазерне, молочне, фотохромне, з високим коефіцієнтом заломлення.

Завод є розробником і єдиним на території СНД виробником морських стаціонарних маяків, що працюють у телекерованому режимі.

Завод — єдине в нашій країні підприємство з виробництва сенситометричних приладів, необхідних для контролю якості кіно- та фотоматеріалів. На заводі розробляються й випускаються надточні лазерні далекоміри, а також серія високоточних оптико-механічних та оптико-електронних приладів.