

Тема № 8

ГЕОМЕТРИЧНА ОПТИКА - ЛЕЩИ

Преподавател: гл. ас. д-р Иван Бодуров

Задача 1. Начертайте образа от тънка двойно изпъкнала леща на линеен предмет с височина u , разположен перпендикулярно на оптичната ос. Предметът се намира на разстояние a от оптичния център (т. O) на лещата, като разстоянието a е по-голямо от двойното фокусно разстояние $2f$. Намерете линейното увеличение на предмета, ако разстоянието от т. O до образа е b . Характеризирайте получения образ.

Отговор: Образът на даден далечен предмет ($a > 2f$), получен с изпъкнала леща, е действителен обрънат и умален.

Задача 2. Начертайте образа от тънка двойно изпъкнала леща на линеен предмет с височина u , разположен перпендикулярно на оптичната ос. Предметът се намира на разстояние a от оптичния център (т. O) на лещата, като разстоянието a е по-голямо от фокусното разстояние на лещата f и по-малко от двойното фокусно разстояние $2f$. Намерете линейното увеличение на предмета, ако разстоянието от т. O до образа е b . Характеризирайте получения образ.

Отговор: Образът на предмета, който се намира на разстояние, по-малко от двойното фокусно и по-голямо от фокусното разстояние на изпъкнала леща е действителен, обрънат и увеличен.

Задача 3. Начертайте образа от тънка двойно изпъкнала леща на линеен предмет с височина u , разположен перпендикулярно на оптичната ос. Предметът се намира на разстояние a от оптичния център (т. O) на лещата, като разстоянието a е по-малко от фокусното разстояние f . Намерете линейното увеличение на предмета, ако разстоянието от т. O до образа е b .

Отговор: Образът на предмет, разположен между двойно изпъкнала леща и фокуса ѝ, е недействителен, прав и увеличен.

Задача 4. Начертайте образа от тънка двойно вдлъбната леща на линеен предмет с височина u , разположен перпендикулярно на оптичната ос. Предметът се намира на разстояние a от оптичния център (т. O) на лещата, като разстоянието a е повече от два пъти по-голямо от фокусното разстояние f . Намерете линейното увеличение на предмета, ако разстоянието от т. O до образа е b . Характеризирайте получения образ.

Отговор: Образът на далечен предмет ($a > 2f$), получен с тънка двойно вдлъбната леща е недействителен, прав и умален.

Задача 5. Начертайте образа от тънка двойно вдлъбната леща на линеен предмет с височина u , разположен перпендикулярно на оптичната ос. Предметът се намира на разстояние a от оптичния център (т. O) на лещата, като разстоянието a е по-голямо от фокусното разстояние на лещата f и по-малко от двойното фокусно разстояние $2f$. Намерете линейното увеличение на предмета, ако разстоянието от т. O до образа е b . Характеризирайте получения образ.

Отговор: Образът на предмета, който се намира на разстояние, по-малко от двойното фокусно и по-голямо от фокусното разстояние на вдлъбнатата леща е недействителен, прав и умален.

Задача 6. Начертайте образа от тънка двойно вдлъбната леща на линеен предмет с височина y , разположен перпендикулярно на оптичната ос. Предметът се намира на разстояние a от оптичния център (т. O) на лещата, като разстоянието a е по-малко от фокусното разстояние на лещата f . Намерете линейното увеличение на предмета, ако разстоянието от т. O до образа е b .

Отговор: Образът на предмет, разположен между двойно вдлъбната леща и фокуса ѝ, е недействителен, прав и умален.

Задача 7. Като използвате формулата за вдлъбнато сферично огледало определете за плоско огледало:

- а) разстоянието от огледалото до образа;
- б) увеличението, което дава огледалото.

Отговор: а) $b = -a$; б) $M = 1$.

Задача 8. Покажете, че увеличението на вдлъбнато огледало е $M < 1$, ако обектът е разположен по-далече от центъра на кривината на огледалото ($a > r$) и $M > 1$, ако обектът е разположен на по-малко разстояние ($a < r$).

Отговор: $M = \frac{r}{2a - r}$.

Задача 9. На зъболекар е необходимо малко огледалце, което разположено на разстояние $a = 21$ mm от зъба, би давало прав образ на зъба, увеличен 5,5 пъти. Определете радиуса на кривината на огледалцето и неговия тип (вдлъбнато или изпъкнало).

Отговор: $r = \frac{2Ma}{M - 1} = 51,3$ mm.

Задача 10. Тънка симетрична двойноизпъкнала леща има радиус на кривината на сферичните повърхности $R = 26$ cm и фокусно разстояние във въздух $f = 24,5$ cm. Определете показателя на пречупване на лещата.

Отговор: $n = 1 + \frac{r}{2f} = 1,53$.

Задача 11. Тънка изпъкнало-вдлъбната леща е изготвена от стъкло с показател на пречупване $n = 1,5$. Радиусът на кривината на изпъкналата повърхност е $r_1 = 22,4$ cm, а радиусът на кривината на вдлъбнатата повърхност е $r_2 = 46,2$ cm. Определете:

- а) фокусното разстояние на лещата;
- б) положението на образа, ако обектът е разположен на разстояние $a = 2$ m пред лещата.

Отговор: а) $f = \frac{r_1 r_2}{(n - 1)(r_2 - r_1)} = 87$ cm; б) $b = \frac{af}{a - f} = 1,54$ m.

Задача 12. На разстояние $a = 2,3$ m от повърхността на посребрена сфера с диаметър $D = 60$ cm се намира някакъв предмет. Определете положението на образа.

Отговор: $b = -\frac{Da}{D+4a} = -14,1$ cm.

Задача 13. Тънка леща с показател на пречупване $n = 1,53$ е поставена в сероводород ($n_1 = 1,63$). Определете как ще се измени фокусното разстояние на лещата f_1 в сравнение с фокусното ѝ разстояние във въздух f .

Отговор: $f_1 = \frac{n_1(n-1)}{(n-n_1)}f = -8,64f$.

Задача 14. Тънка симетрична леща с фокусно разстояние във въздух $f = 10$ cm е направена от стъкло с показател на пречупване $n = 1,5$. Определете фокусното разстояние на лещата, ако тя се постави във вода ($n_1 = 1,33$).

Отговор: $f_1 = \frac{n_1(n-1)}{(n-n_1)}f = 39,1$ cm.

Задача 15. Има две тънки симетрични лещи; едната събирателна с показател на пречупване $n_1 = 1,7$, втората разсейвателна с показател на пречупване $n_2 = 1,51$. Двете лещи имат еднакъв радиус на кривината на повърхностите $R = 10$ cm. Лещите са поставени плътно една до друга и са потопени във вода с показател на пречупване $n_0 = 1,33$. Определете фокусното разстояние на тази система във водата.

Отговор: $f' = -f = \frac{n_0 r}{2(n_1 - n_2)} = 35$ cm.