

22.09.2023

Група 35

Фізика і астрономія

Урок 11

Тема: Практична робота №1 «Формула тонкої лінзи. Інтерференція та дифракція світла».

Мета:

- Повторити теоретичний матеріал; узагальнити, систематизувати та поглибити знання учнів із теми; застосувати знання з фізики під час розв'язування прикладних задач; формувати уяву про процеси у природі;
- розвивати в учнів пізнавальний інтерес, уміння використовувати набуті знання, навички й уміння в нових ситуаціях; підвищити інтерес до вивчення фізики та астрономії; розвивати абстрактне та логічне мислення;
- виховувати у учнів повагу та зацікавленість до вивчення фізики та астрономії, старанність у навчанні; сприяти розширенню кругозору учнів.

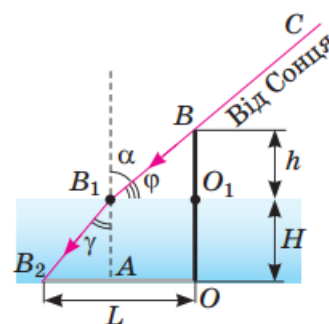
Матеріали до уроку:

Практична робота №1 «Формула тонкої лінзи. Інтерференція та дифракція світла»

Задача. У дно водойми глибиною 2,5 м вбито стовп, причому верхня частина стовпа піднімається над поверхнею води на 1,0 м. Обчисліть довжину тіні стовпа на дні водойми, якщо висота Сонця над горизонтом 30° .

Аналіз фізичної проблеми.

Виконаємо пояснювальний рисунок. У точці B_1 (на межі поділу повітря і води) прямолінійність поширення променя CB порушується. Довжина L тіні від стовпа OB дорівнюватиме довжині відрізка OB_2 : $L = OB_2 = B_2A + AO = B_2A + B_1O_1$. Отже, необхідно: 1) використавши закон прямолінійного поширення світла, знайти положення точки B_1 ; 2) використавши закон заломлення, знайти напрямок поширення променя B_1B_2 ; 3) скориставшись прямолінійністю поширення світла у воді, визначити положення точки B_2 . Вважатимемо, що показник заломлення води відносно повітря дорівнює абсолютному показнику заломлення води.



Дано:
 $H = 2,5$ м
 $h = 1,0$ м
 $\varphi = 30^\circ$
 $n = 1,33$

L — ?

Пошук математичної моделі, розв'язання. Довжина тіні стовпа на дні водойми дорівнює: $L = B_2A + B_1O_1$ (*). Із прямокутного трикутника BO_1B_1 маємо: $B_1O_1 = BO_1 \operatorname{ctg} \varphi = h \operatorname{ctg} \varphi = 1,0 \text{ м} \cdot \operatorname{ctg} 30^\circ = 1,73$ м.

Кут α падіння променя BB_1 дорівнює: $\alpha = 90^\circ - \varphi = 60^\circ$.

За законом заломлення світла: $\sin \gamma = \frac{\sin \alpha}{n} = \frac{\sin 60^\circ}{1,33} = \frac{0,866}{1,33} = 0,651$.

Отже, $\gamma \approx 41^\circ$. Із прямокутного трикутника B_2AB_1 маємо:

$B_2A = B_1A \operatorname{tg} \gamma = H \operatorname{tg} \gamma = 2,5 \text{ м} \cdot \operatorname{tg} 41^\circ = 2,17$ м.

З урахуванням співвідношення (*) отримуємо: $L = 2,17 \text{ м} + 1,73 \text{ м} = 3,9$ м.

Відповідь: $L = 3,9$ м.

Задача. На розсіювальну лінзу падає збіжний пучок світлових променів (див. рис. 27.9). Після заломлення в лінзі промені перетинаються в точці S_1 , розташованій на відстані a від лінзи. Якщо лінзу прибрати, точка перетину променів переміститься ближче до місця, де перебувала лінза, на відстань b (точка S). Визначте фокусну відстань лінзи.

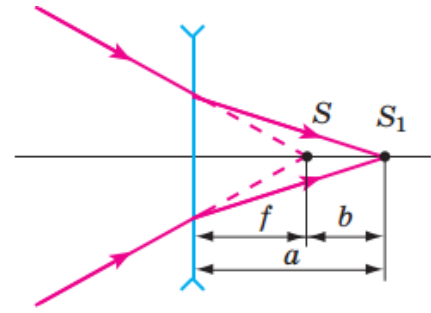


Рис. 27.9. До задачі в § 27

Аналіз фізичної проблеми. Скористаємося оборотністю світлових променів. Тоді точка S_1 , у якій збігаються промені за наявності лінзи, відіграє роль джерела світла, з якого промені йдуть розбіжним пучком; а точка S , у якій збігаються промені за відсутності лінзи, відіграє роль уявного зображення.

Пошук математичної моделі, розв'язання. Урахувавши, що f слід брати зі знаком «-», запишемо формулу тонкої лінзи: $\frac{1}{F} = \frac{1}{d} - \frac{1}{f}$, або $F = \frac{df}{f-d}$.

Із рис. 27.9 бачимо, що $d = a$, $f = a - b$, отже, $F = \frac{a(a-b)}{(a-b)-a} = \frac{a(a-b)}{-b} = \frac{a(b-a)}{b}$.

Аналіз результату. За умовою задачі $b < a$, тому вираз $(b-a)$ є від'ємним, а отже, від'ємною є і фокусна відстань ($F < 0$), що відповідає розсіювальній лінзі.

Відповідь: $F = \frac{a(b-a)}{b}$.

Задача. Визначте товщину плівки на поверхні лінзи, якщо плівка розрахована на максимальне гасіння світлової хвилі довжиною 555 нм (див. рис. 30.3). Абсолютний показник заломлення плівки — 1,231.

Дано:
 $\lambda_0 = 555$ нм
 $n = 1,231$

h — ?

Аналіз фізичної проблеми, розв'язання. Хвилі, відбиті від зовнішньої та внутрішньої поверхонь плівки, мають гасити одна одну, тому різниця їхнього ходу відповідатиме умові мінімуму:

$$\Delta d = (2k+1)\frac{\lambda}{2}.$$

Оскільки в процесі просвітлення оптики намагаються використовувати якомога тонші плівки, то найменша товщина плівки відповідатиме умові: $\Delta d = \frac{\lambda}{2}$.

Довжина хвилі у плівці менша від довжини хвилі у вакуумі в n разів: $\lambda = \frac{\lambda_0}{n}$.

Плівки розраховують для нормального падіння світла, тому різниця ходу дорівнює подвійній товщині плівки: $\Delta d = 2h$. Остаточно маємо: $2h = \frac{\lambda_0}{2n} \Rightarrow h = \frac{\lambda_0}{4n}$.

Знайдемо значення шуканої величини: $h = \frac{555 \text{ нм}}{4 \cdot 1,231} \approx 113$ нм.

Відповідь: $h \approx 113$ нм.

Задача. На дифракційну ґратку, що містить 200 штрихів на 1 мм, падає плоска монохроматична хвиля довжиною 500 нм. Визначте: а) кут, за якого спостерігається максимум другого порядку; б) найбільший порядок спектра, який можна спостерігати за нормального падіння променів на ґратку.

Дано:

$$N = 200$$

$$l = 10^{-3} \text{ м}$$

$$\lambda = 5,0 \cdot 10^{-7} \text{ м}$$

$$k = 2$$

φ — ?

k_{\max} — ?

Аналіз фізичної проблеми, розв'язання.

Формула дифракційної ґратки має вигляд: $d \sin \varphi = k \lambda$, де $d = \frac{l}{N}$.

Звідси маємо: $\sin \varphi = \frac{N k \lambda}{l}$. Максимальному k відповідає $\sin \varphi = 1$, отже, $k_{\max} = \frac{d}{\lambda} = \frac{l}{N \lambda}$.

Знайдемо значення шуканих величин:

$$\sin \varphi = \frac{200 \cdot 2 \cdot 5,0 \cdot 10^{-7} \text{ м}}{10^{-3} \text{ м}} = 0,20, \text{ звідси } \varphi \approx 0,20 \text{ рад};$$

$$k_{\max} = \frac{10^{-3} \text{ м}}{200 \cdot 5,0 \cdot 10^{-7} \text{ м}} = 10.$$

Відповідь: а) $\varphi \approx 0,20$ рад; б) $k_{\max} = 10$.

Домашнє завдання: розв'язати задачі (в зошиті):

- 1) Перед вертикально поставленим плоским дзеркалом стоїть людина. Людина наблизилась до площини дзеркала на 1 м. При цьому відстань між людиною та її зображенням:

А збільшиться на 1 м.	В не зміниться.
Б зменшиться на 2 м.	Г зменшиться на 0,5 м.

- 2) Людина зростом 1,6 м стоїть на відстані 5 м від основи ліхтарного стовпа. Довжина тіні від людини дорівнює 2 м. На якій висоті закріплено ліхтар?

- 3) Хлопчик намагається влучити палицею у камінь, що лежить на дні струмка глибиною 50 см. Точно прицілившись, він кидає палицю під кутом 45° до поверхні води. На якій відстані від каменя вдариться об дно палиця?

Зворотній зв'язок:

E-mail t.anastasia.igorivna@gmail.com