

ЗАДАЧІ НА ЗАСТОСУВАННЯ ЗАКОНІВ ВІДБИВАННЯ ТА ЗАЛОМЛЕННЯ СВІТЛА

Задача 1. Визначте кут ϑ відхилення променя світла, відбитого від двох плоских дзеркал, що утворюють двогранний кут $\varphi = 120^\circ$. Площина, у якій лежить падаючий промінь, перпендикулярна ребру двогранного кута.

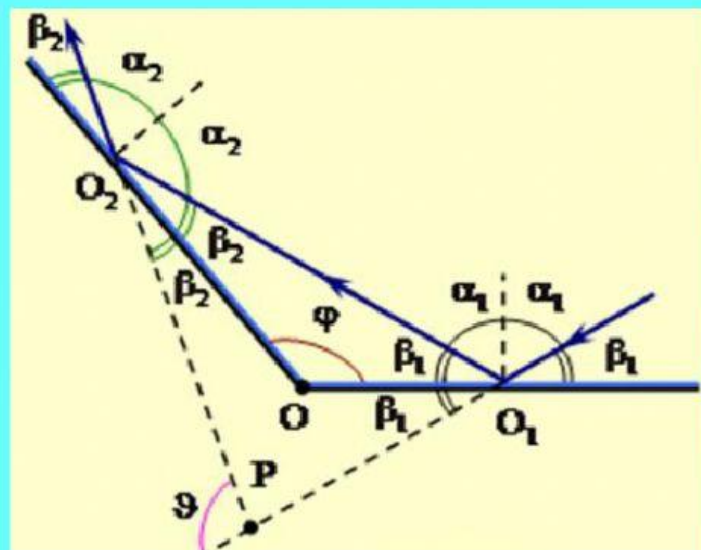


Рис.1

Дано	СІ	Розв'язання
$\angle \varphi$ $= 120^\circ$		Розглянемо рис.1. Промінь падає на одне з дзеркал, які утворюють двогранний кут, під кутом $\angle \alpha_1$. Згідно другого закону відбивання кут відбивання теж становить $\angle \alpha_1$. На друге дзеркало промінь падає під кутом $\angle \alpha_2$. Відбивається, відповідно, теж під кутом $\angle \alpha_2$. Розглянемо $\triangle O_2 O O_1$. Сума його кутів: $\angle \beta_2 + \angle \varphi + \angle \beta_1 = 180^\circ \quad (1)$ Розглянемо $\triangle O_2 P O_1$. Сума його кутів: $2\angle \beta_2 + \angle P + 2\angle \beta_1 = 180^\circ \quad (2)$ $2(\angle \beta_2 + \angle \beta_1) + \angle P = 180^\circ \quad (3)$ $2(180^\circ - \angle \varphi) + \angle P = 180^\circ \quad (4)$ $360^\circ - 2\angle \varphi + \angle P = 180^\circ \quad (5)$ $\angle P = 2\angle \varphi - 180^\circ \quad (6)$ З рисунку шуканий кут відхилення променя: $\angle \vartheta = 180^\circ - \angle P = 180^\circ - 2\angle \varphi + 180^\circ$ $= 360^\circ - 2\angle \varphi \quad (7)$ Виконаємо числову підстановку: $\angle \vartheta = 360^\circ - 2 \cdot 120^\circ = 120^\circ$
Знайти: $\angle \vartheta$		Відповідь. $\angle \vartheta = 120^\circ$

Задача 2. При падінні променя світла на межу поділу двох середовищ відбитий та заломлений промені виявились взаємно перпендикулярними. Визначте кут падіння, якщо відношення показників заломлення середовищ $\frac{n_2}{n_1} = 1,5$.

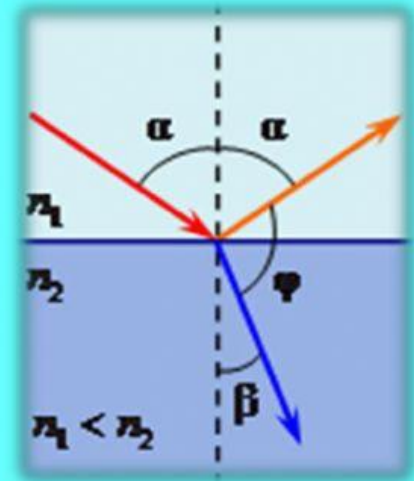


Рис.2

Дано	СІ	Розв'язання
$\frac{n_2}{n_1} = 1,5$ $\angle \varphi = 90^\circ$		Розглянемо рис.2. Згідно другого закону заломлення світла: $\frac{\sin \alpha}{\sin \beta} = \frac{n_2}{n_1} \quad (1)$ Де α – кут падіння, β – кут заломлення, n_1, n_2 – абсолютні показники заломлення середовищ. Звідси: $\sin \beta = \frac{\sin \alpha}{\frac{n_2}{n_1}} \quad (2)$ З рисунку: $\angle \varphi + \angle \alpha + \angle \beta = 180^\circ$ Виконаємо числову підстановку: $90^\circ + \angle \alpha + \angle \beta = 180^\circ$ $\angle \alpha + \angle \beta = 90^\circ$ $\angle \beta = 90^\circ - \angle \alpha \quad (3)$ Перепишемо (2) з урахуванням (3): $\sin(90^\circ - \alpha) = \frac{\sin \alpha}{\frac{n_2}{n_1}}$ $\cos \alpha = \frac{\sin \alpha}{\frac{n_2}{n_1}}$ $\operatorname{tg} \alpha = \frac{n_2}{n_1} \quad (4)$ $\angle \alpha = \arctg\left(\frac{n_2}{n_1}\right) \quad (5)$ Виконаємо числову підстановку: $\angle \alpha = \arctg(1,5) = 56^\circ 18'$
Знайти: $\angle \alpha$		Відповідь. $\angle \alpha = 56^\circ 18'$

Задача 3. Рибалка, що сидить у човні, розглядає камінчик на дні озера безпосередньо під човном. Рибалці здається, що камінчик знаходиться на глибині $h = 2\text{м}$. Визначте істинну глибину озера H . Показник заломлення води $n_1 = 1,33$. Показник заломлення повітря прийміть рівним $n_2 = 1$.

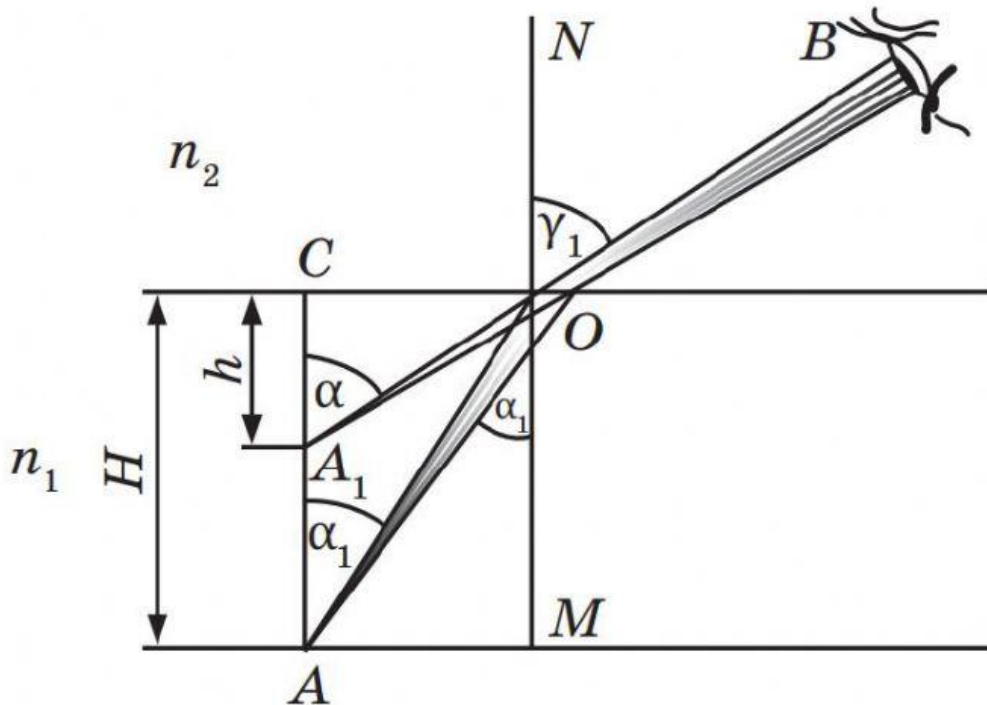


Рис.3

Дано	СІ	Розв'язання
$h = 2\text{м}$ $n_1 = 1,33$		Розглянемо рис.3. В точці A на рисунку розташовано камінь. Рибалка бачить камінець через те, що промінь світла відбивається від предмета, заломлюється на межі поділу води та повітря та потрапляє в око рибалці. Рибалці здається, що камінь знаходиться не в точці A, а в точці A_1, на продовженні того променя, який потрапив йому в око. Розглянемо трикутники ΔA_1CO та ΔACO. В них спільна сторона CO. З рисунку $\angle COA_1 = 90^\circ - \angle \gamma_1$ (як вертикальні). $\frac{h}{CO} = \operatorname{tg}(90^\circ - \gamma_1) \quad (1)$ $\frac{H}{CO} = \operatorname{tg}(90^\circ - \alpha_1) \quad (2)$ Або: $\frac{h}{CO} = \frac{1}{\operatorname{tg} \gamma_1} \quad (3)$ $\frac{H}{CO} = \frac{1}{\operatorname{tg} \alpha_1} \quad (4)$ Виразимо CO з (3) і (4) та прирівняємо одержані вирази: $h \operatorname{tg} \gamma_1 = H \operatorname{tg} \alpha_1$

$$H = h \frac{\operatorname{tg} \gamma_1}{\operatorname{tg} \alpha_1} \quad (5)$$

Згідно другого закону заломлення світла:

$$\frac{\sin \alpha_1}{\sin \gamma_1} = \frac{n_2}{n_1} \quad (6)$$

Де α_1 – кут падіння, γ_1 – кут заломлення, n_1, n_2 – абсолютні показники заломлення середовищ. Через те, що розміри зіниці дуже малі, в око рибалки потрапляють тільки промені, що виходять з води під дуже малими кутами. У такому випадку

$$\sin \alpha_1 \approx \operatorname{tg} \alpha_1, \sin \gamma_1 \approx \operatorname{tg} \gamma_1$$

Тож, (6) можна записати у вигляді:

$$\frac{\operatorname{tg} \alpha_1}{\operatorname{tg} \gamma_1} = \frac{n_2}{n_1} \quad (7)$$

$$H = h \frac{n_1}{n_2} \quad (8)$$

Виконаємо числову підстановку:

$$H = 2 \text{ м} \cdot \frac{1,33}{1} = 2,66 \text{ м}$$

Знайти: H

Відповідь. $H = 2,66 \text{ м}$

ЗАДАЧІ ДЛЯ САМОСТІЙНОГО РОЗВ'ЯЗАННЯ

1. В дно пруда вертикально вбили палицю, висотою 3 м. Визначите довжину тіні від палиці на дні водойми, якщо синус кута падіння сонячних променів на поверхню води рівний $\sin \alpha = \frac{\sqrt{7}}{3}$, а палиця цілком перебуває під водою. Показник переломлення води $n_2 = \frac{4}{3}$. Прийміть показник заломлення повітря рівним $n_1 = 1$. Врахуйте, що $\cos \alpha = \sqrt{1 - \sin^2 \alpha}$. Впишіть тільки число. Результат округліть до десятих.

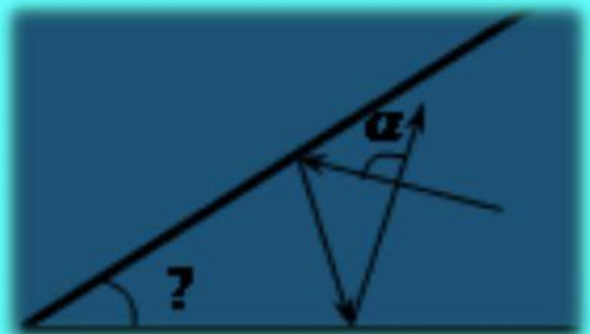
Відповідь.

м

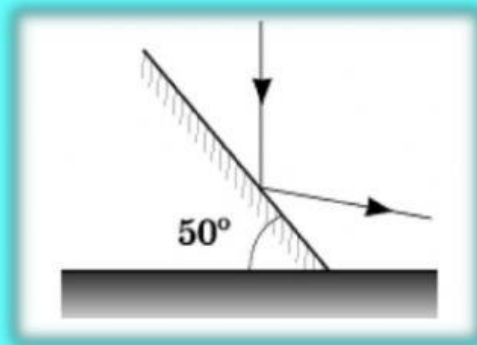
2. Два плоскі дзеркала утворюють двогранний кут. На одне із дзеркал падає світловий промінь, що лежить у площині, перпендикулярній до ребра двогранного кута. Кут між падаючим на перше дзеркало й відбитим від другого дзеркала променями складає $\alpha = 50^\circ$. Знайдіть величину двогранного кута (у градусах). Впишіть тільки число.

Відповідь.

°

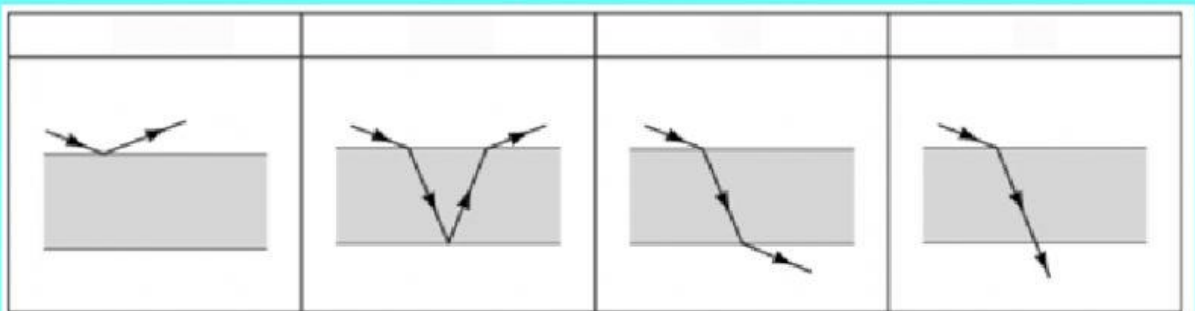


3. На дзеркало, розташоване під кутом 50° до горизонтальної поверхні столу падає спрямований вертикально вниз промінь світла і відбивається. Який кут утворює відбитий промінь із горизонтом? **Впишіть тільки число.**



Відповідь. $^\circ$

4. Вузький паралельний пучок світла падає на поверхню плоско паралельної скляної пластинки, яка розташована у повітрі. На якому рисунку неправильно зображено можливе подальше поширення світла?



5. На дні струмка лежить камінець. Хлопчик хоче влучити в нього паличкою. Націлившись, хлопчик тримає паличку у повітрі під кутом 45° . На якій відстані r від камінця паличка доторкнеться до дна струмка, якщо його глибина $h = 32\text{см}$? Показник заломлення повітря $n_1 = 1$, показник заломлення води $n_2 = 1,33$. **Відповідь округліть до десятих. Впишіть тільки число.**
Відповідь. см

