

Урок 50 Відбивання світла. Закони відбивання світла

Мета уроку:

Навчальна: Закріпити та поглибити знання учнів про основні закони геометричної оптики; ознайомити учнів з принципом Гюйгенса.

Розвивальна. З метою розвитку мислення розвивати вміння: пояснювати подібні матеріали; виявляти аналогії; розкривати загальне і конкретне; встановлювати закономірності; встановлювати головне, суттєве у матеріалі, що вивчається; самостійно знаходити причинно-наслідкові зв'язки (робити висновки); узагальнювати; систематизувати, встановлювати зв'язки нового з раніше вивченим; стисло і грамотно висловлювати свої міркування та обґрунтовувати їхню правильність; діяти за аналогією.

Виховна. Виховувати уважність, зібраність, спостережливість.

Тип уроку: урок вивчення нового матеріалу.

Наочність і обладнання: навчальна презентація, комп'ютер, підручник.

Хід уроку

I. ОРГАНІЗАЦІЙНИЙ ЕТАП

1. Провести бесіду за матеріалом § 25

Бесіда за питаннями

1. Що таке світло? Які об'єкти його випромінюють?
2. Хто є засновником корпускулярної теорії світла? Які її основні положення?
3. Які оптичні явища не можна було описати на основі корпускулярної теорії світла?
4. Хто є засновником хвильової теорії світла? Які її основні положення?
5. Чому дорівнює швидкість поширення світла? Як її було виміряно?
6. Які сучасні уявлення про природу світла?
7. У чому сутність корпускулярно-хвильового дуалізму?

2. Перевірити виконання вправи № 24: завдання 1-3.

II. АКТУАЛІЗАЦІЯ ОПОРНИХ ЗНАНЬ ТА ВМІНЬ

Як поширюється світло в просторі? Чому більшість об'єктів, які нас оточують, не є джерелами світла, проте ми їх бачимо?

III. ВИВЧЕННЯ НОВОГО МАТЕРІАЛУ

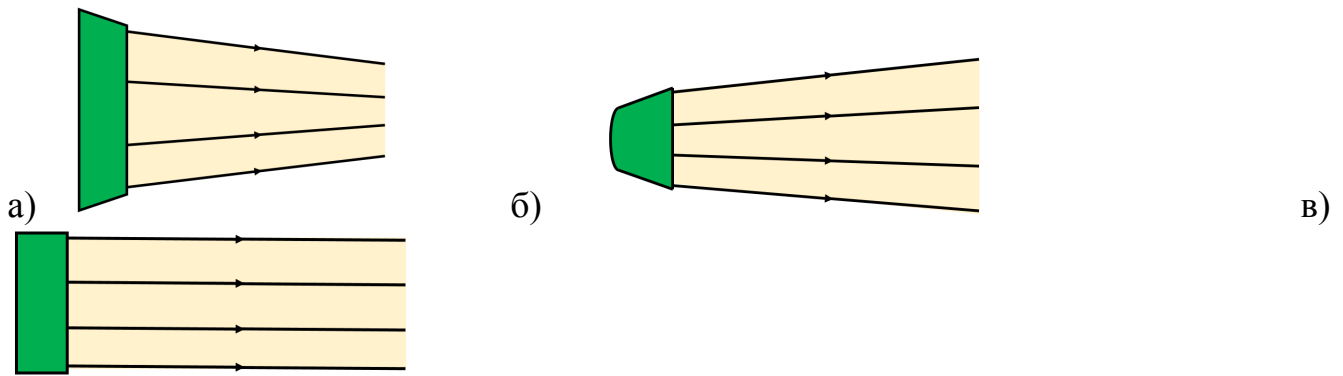
1. Закони геометричної оптики

Геометрична оптика – це розділ оптики, який вивчає закони поширення світла в прозорих середовищах і принципи побудови зображень в оптичних системах без урахування хвильових властивостей світла.

Світловий пучок – це область простору, в межах якого поширюється світло.

Світловий промінь – це лінія, уздовж якої поширюється потік світлової енергії.

Світловий промінь – суто геометричне поняття, його використовують для схематичного зображення *світлових пучків*.



а – збіжний світловий пучок; б – розбіжний світловий пучок;
в – паралельний світловий пучок.

Основні закони геометричної оптики:

- *Закон прямолінійного поширення світла:* в однорідному прозорому середовищі світло поширюється прямолінійно.
- *Закон незалежного поширення світла:* окремі пучки світла не впливають один на одного і поширюються незалежно.
- *Закони відбивання і заломлення світла.*

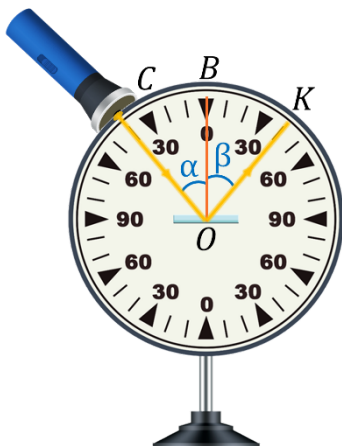
Узагальненням усіх законів геометричної оптики є *принцип найменшого часу*, названий на честь французького математика П'єра де Ферма (1601-1665) принципом Ферма.

Принцип Ферма (принцип найменшого часу):

Світло завжди обирає таку траєкторію, щоб на подолання відстані між двома точками витратити найменший час.

2. Закони відбивання світла

Явище відбивання світла – це явище при якому на межі поділу середовищ частина світлової енергії повертається в перше середовище.



Для встановлення законів відбивання світла скористаємося *оптичною шайбою*.

CO – падаючий промінь (напрямок пучка світла, який падає)

OK – відбитий промінь (напрямок відбитого пучка світла)

OV – перпендикуляр до поверхні дзеркала, проведений із точки падіння *O*

Кут α – кут падіння (утворений падаючим променем і перпендикуляром)

Кут β – кут відбивання (утворений відбитим променем і перпендикуляром)

Вимірявши кути α і β , можна переконатися, що вони є рівними. Якщо пересувати джерело світла краєм диска, кут падіння світлового пучка змінюватиметься і відповідно змінюватиметься кут відбивання, причому щоразу кути падіння і відбивання світла будуть рівними.

Закони відбивання світла:

1. Промінь падаючий, промінь відбитий і перпендикуляр до поверхні відбивання, проведений із точки падіння променя, лежать в одній площині.
2. Кут відбивання світла дорівнює куту його падіння: $\alpha = \beta$

Проблемне питання

- Що відбудеться якщо падаючий промінь спрямувати шляхом відбитого?

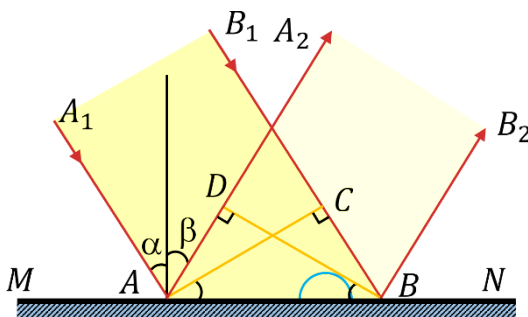
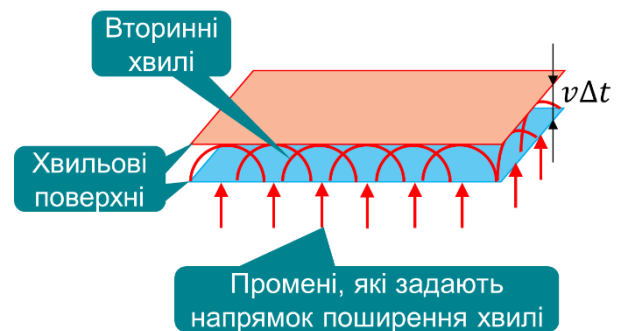


Оборотність світлових променів:

Якщо падаючий промінь спрямувати шляхом відбитого променя, то відбитий промінь піде шляхом падаючого.

3. Теоретичне доведення законів відбивання світла

Закони відбивання світла можна отримати, скориставшись *принципом Гюйгенса* (кожна точка середовища, до якої дійшла хвиля, стає джерелом вторинної хвилі, а обвідна вторинних хвиль дає положення хвильового фронту в наступний момент часу). Розглянемо плоску хвилю, що падає на межу поділу двох середовищ.



Напрямок поширення хвилі задамо променями AA_1 і BB_1 , які паралельні один одному та перпендикулярні до хвильової поверхні AC . Різні ділянки хвильової поверхні досягають межі відбиття MN неодноразово: збудження коливаний у точці A почнеться раніше, ніж у точці B , на час $\Delta t = \frac{CB}{v}$, де v – швидкість поширення хвилі.

поширення хвилі.

У момент, коли хвиля досягне точки B , вторинна хвиля із центром у точці A вже пошириться на певну відстань і являтиме собою півсферу радіуса $r = AD = v\Delta t = CB$.

У той самий час вторинні хвилі, збуджені в точках, розташованих між точками A і B , теж являтимуть собою півсфери, але менших радіусів. Хвильова поверхня відбитої хвилі – площина DB – дотична до цих півсфер.

Промені AA_2 і BB_2 , що перпендикулярні до хвильової поверхні DB , зададуть напрямок поширення відбитої хвилі.

У прямокутних трикутниках ADB і ACB гіпотенуза AB спільна, катет AD дорівнює катету CB , отже, ці трикутники рівні, тоді $\angle DBA = \angle CAB$. Водночас $\angle \alpha = \angle CAB$, $\angle \beta = \angle DBA$ як кути з відповідно перпендикулярними сторонами.

Отже, кут падіння α дорівнює куту відбивання β .

Крім того, як впливає з побудови, *падаючий промінь, промінь відбитий і перпендикуляр, проведений із точки падіння променя до поверхні його відбивання, лежать в одній площині.*

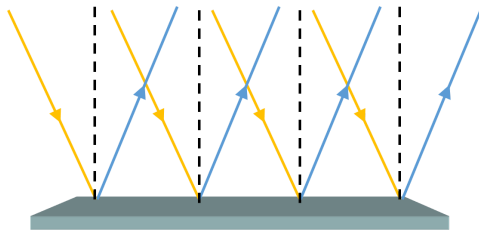
4. Дзеркальне і розсіяне відбивання світла

Проблемне питання

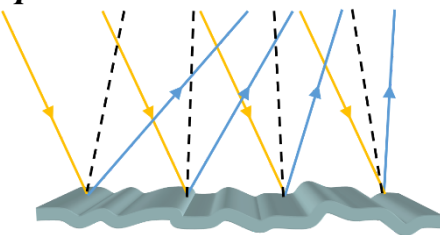
- Чому в дзеркалі можна побачити своє зображення, а на папері ні?

Розрізняють *дзеркальне відбивання світла* (від гладеньких поверхонь) і *дифузне (розсіяне) відбивання світла* (від нерівних, шорстких поверхонь).

Відбивання світла є **дифузним**, якщо паралельні світлові промені, що падають на плоску поверхню, після відбивання від поверхні поширюються в різних напрямках.



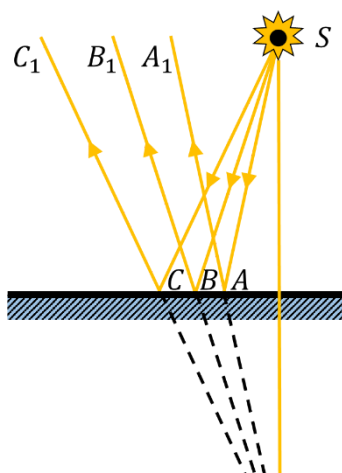
Відбивання світла є **дзеркальним**, якщо паралельний пучок світлових променів, що падає на плоску поверхню, після відбивання від поверхні залишається паралельним. Плоску дзеркальну поверхню називають **плоским дзеркалом**.



5. Зображення в плоскому дзеркалі

Проблемне питання

- Що ми бачимо кожного разу коли підходимо до дзеркала?



Розглянемо, як утворюється зображення в плоскому дзеркалі.

S – джерело світла

SA, SB, SC – падаючі промені

AA_1, BB_1, CC_1 – відбиті промені

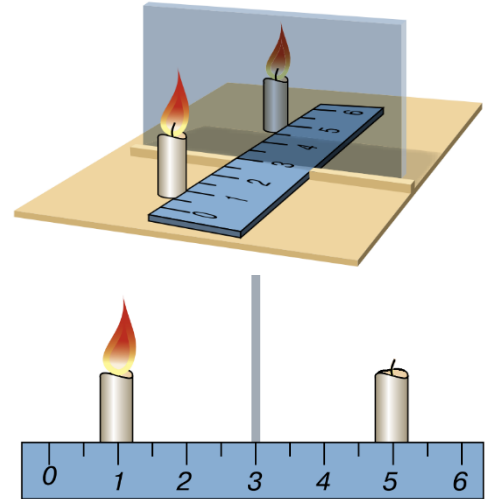
Якщо продовжити відбиті промені в протилежному напрямку (за дзеркало), усі вони перетнуться в точці S_1 .

Точка S_1 – уявне зображення точки S .

Плоске дзеркало завжди дає уявне зображення.

Проведемо дослід

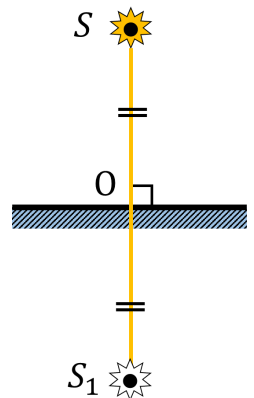
Розмістимо вертикально шматок плоского скла, яке виконуватиме роль дзеркала. Оскільки скло прозоре, ми бачимо предмети, що знаходяться за ним. Візьмемо дві свічки, запалимо одну з них і поставимо цю свічку перед склом. Як у дзеркалі, ми побачимо у склі зображення свічки, що горить. Другу свічку розмістимо з другого боку скла так, щоб здавалося, що вона також горить і, таким чином, сумістимо другу свічку із зображенням першої. Виміряємо відстань між склом і кожною зі свічок. Виявляється, що ці відстані однакові.



Предмет і його зображення симетричні відносно поверхні плоского дзеркала.

Це означає, що **зображення предмета:**

- 1) розташоване на тій самій відстані від поверхні дзеркала, що й предмет ($SO = S_1O$);
- 2) дорівнює за розміром самому предмету;
- 3) пряма, яка сполучає точку на предметі з відповідною їй точкою на зображенні, є перпендикулярною до поверхні дзеркала.



IV. ЗАКРІПЛЕННЯ НОВИХ ЗНАНЬ І ВМІНЬ

1. Кут падіння променя дорівнює 25° . Чому дорівнює кут між падаючим і відбитим променями?

Дано:

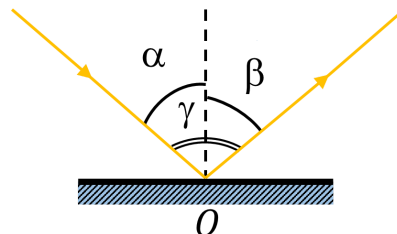
$$\alpha = 25^\circ$$

$$\gamma = ?$$

Розв'язання

За 2-м

$$\alpha = \beta$$



законом відбивання світла:

$$\gamma = \alpha + \beta = 2\alpha$$

$$\gamma = 2 \cdot 25^\circ = 50^\circ$$

Відповідь: $\gamma = 50^\circ$.

2. Кут між падаючим і відбитим променями становить 70° . Під яким кутом до дзеркала падає світло?

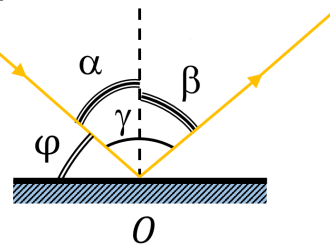
Дано:

$\gamma = 70^\circ$

$\varphi = ?$

Розв'язанняЗа 2-м
законів
світла:
 $\alpha = \beta$

законом відбивання



$$\gamma = \alpha + \beta = 2\alpha \quad \alpha = \frac{\gamma}{2}$$

$$\alpha + \varphi = 90^\circ$$

$$\frac{\gamma}{2} + \varphi = 90^\circ$$

$$\varphi = 90^\circ - \frac{\gamma}{2} \quad \varphi = 90^\circ - \frac{70^\circ}{2} = 55^\circ$$

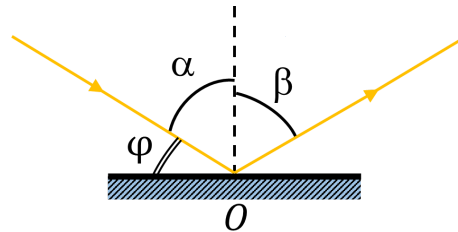
Відповідь: $\varphi = 55^\circ$.

3. Промінь світла падає на плоске дзеркало. Кут падіння в 2 рази більший, ніж кут між дзеркалом і променем, який падає. Чому дорівнює кут відбивання?

Дано:

$\alpha = 2\varphi$

$\beta = ?$

Розв'язання

$$\alpha + \varphi = 90^\circ$$

$$\alpha + \frac{1}{2}\alpha = 90^\circ$$

$$\frac{3}{2}\alpha = 90^\circ \quad \alpha = 60^\circ$$

За 2-м законом відбивання світла: $\alpha = \beta = 60^\circ$ **Відповідь:** $\beta = 60^\circ$.

4. У сонячний день довжина тіні від вертикально поставленої метрової лінійки дорівнює 24 см, а довжина тіні від дерева – 3,6 м. Визначте висоту дерева.

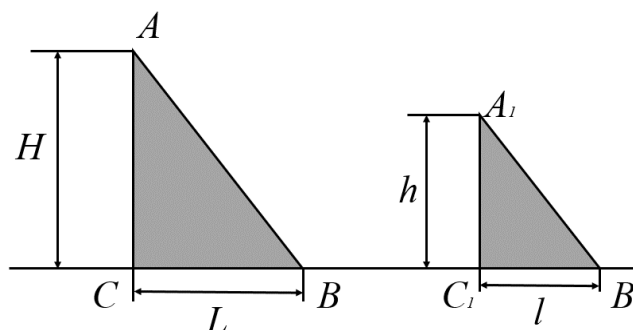
Дано:

$h = 1 \text{ м}$

$l = 24 \text{ см} = 0,24 \text{ м}$

$L = 3,6 \text{ м}$

$H = ?$

Розв'язання

З рисунка бачимо, що

$$\triangle ACB \sim \triangle A_1 B_1 C_1$$

З подібності трикутників випливає:

$$\frac{H}{h} = \frac{L}{l} \Rightarrow H = \frac{hL}{l}$$

$$[H] = \frac{\text{м} \cdot \text{м}}{\text{м}} = \text{м} \quad H = \frac{1 \cdot 3,6}{0,24} = 15 \text{ (м)}$$

Відповідь: $H = 15 \text{ м.}$

V. ПІДБИТТЯ ПІДСУМКІВ УРОКУ

Бесіда за питаннями

1. Що є об'єктом вивчення геометричної оптики?
2. Дайте означення світлового променя.
3. Сформулюйте закони: прямолінійного поширення світла; незалежного поширення світла; відбивання світла. Наведіть приклади, які ілюструють ці закони.
4. Сформулюйте і поясніть принцип Ферма.
5. Дайте означення кута падіння і кута відбивання світла.
6. Доведіть закон відбивання світла, користуючись принципом Гюйгенса.
7. Чому ми бачимо тіла, які нас оточують?
8. Яке відбивання світла називають дзеркальним? дифузним?
9. Які характеристики має зображення предмета в плоскому дзеркалі?

VI. ДОМАШНЄ ЗАВДАННЯ

Опрацювати § 25, Вправа № 25 (2-4)

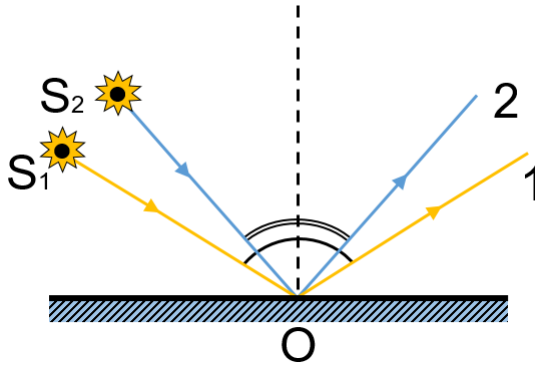
Додаткові задачі

1. Який з променів відбивається під більшим кутом, а який – під меншим?

Промінь 1 під більшим, 2 – під меншим.

2. Чому дорівнює кут відбивання, якщо кут падіння 30° ?

$\alpha = 30^\circ$. За 2-м законом відбивання світла $\alpha = \beta = 30^\circ$

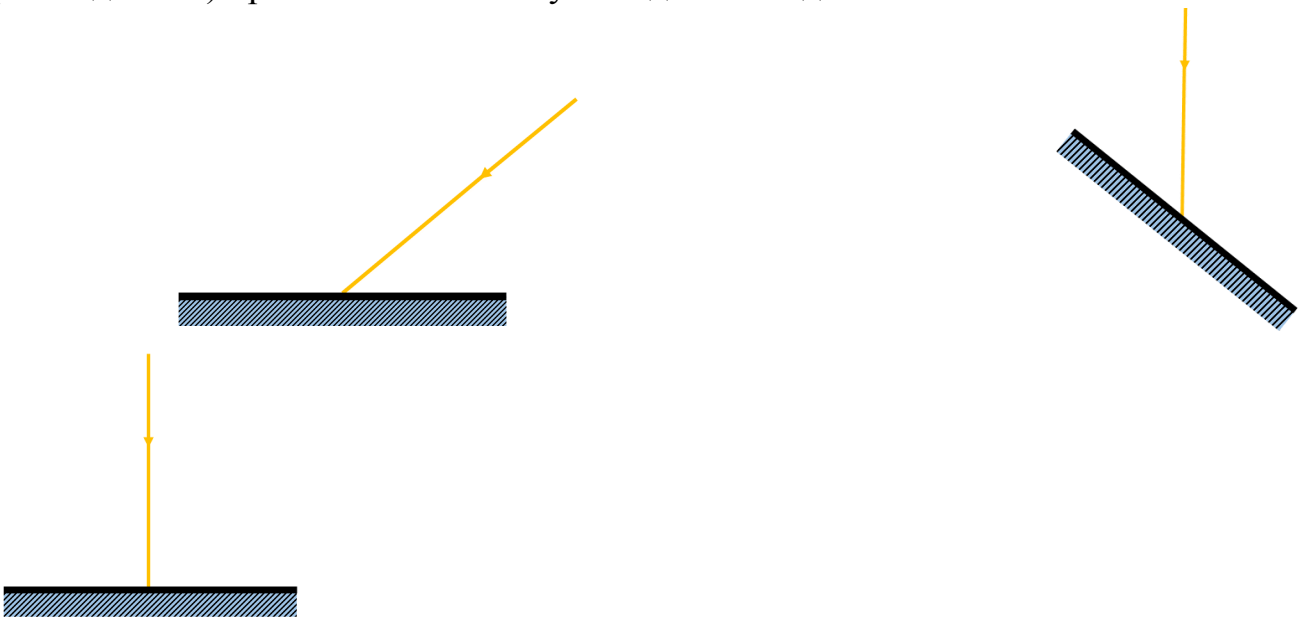


Завд. 1

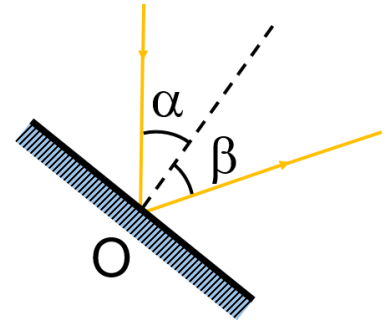
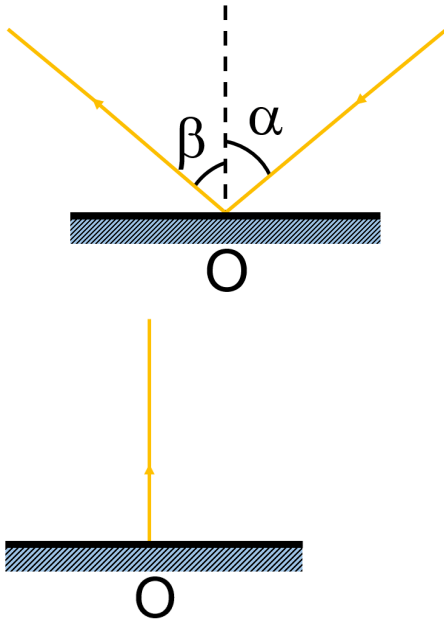


Завд. 2

3. Перенесіть рисунки до зошита, для кожного випадку побудуйте падаючий (або відбитий) промінь. Позначте кути падіння й відбивання.



Відповіді:

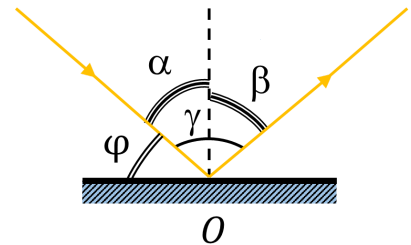


4. Чому дорівнює кут падіння, якщо кут відбивання 40° ?

За 2-м законом відбивання світла $\alpha = \beta = 40^\circ$

5. Чому дорівнює кут падіння променя на плоске дзеркало, якщо кут між падаючим променем і дзеркалом 20° ?

$$\varphi = 20^\circ, \alpha = 90^\circ - \varphi, \alpha = 90^\circ - 20^\circ = 70^\circ$$



6. Чому дорівнює кут відбивання променів від плоского дзеркала, якщо кут між променем, що падає, і відбитим 100° ?

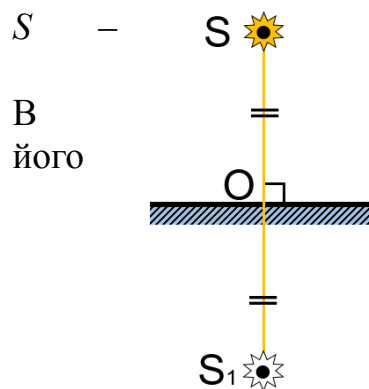
$$\beta = \gamma/2, \beta = 100^\circ/2 = 50^\circ$$

7. Кіт сидить перед плоским дзеркалом, розміщеним вертикально, на відстані 20 см. Чому дорівнює відстань між котом та його зображенням?

Дано:

$$l = 20 \text{ см} = 0,2 \text{ м}$$

$$L = ?$$



Розв'язання

кіт, S_l – уявне зображення кота.

плоскому дзеркалі предмет і зображення симетричні:

$$SO = S_1O = l \Rightarrow L = 2l$$

$$L = 2 \cdot 0,2 \text{ м} = 0,4 \text{ м}$$

Відповідь: $L = 0,4 \text{ м}$.

8. У собаки, що стоїть перед дзеркалом, підняте праве вухо. Яке вухо підняте у зображення собаки в дзеркалі?

Пряма, яка з'єднує точку на предметі з відповідною їй точкою на зображенні предмета в дзеркалі, є перпендикулярною до поверхні дзеркала. Зображення уявне, тому у собаки буде підняте ліве вухо.

9. Узимку, коли земля вкрита снігом, місячні ночі набагато світліші. Чому? Поверхня землі освітлена більше за рахунок відбитого від снігу світла.

10. Уявіть, що поверхні всіх тіл відбивають світло дзеркально. Що б ми побачили навколо?

Ми б побачили навколо предмети і їхні уявні зображення.

11. Дівчинка стоїть перед плоским дзеркалом. Як зміниться відстань між дівчинкою та її зображенням в дзеркалі, якщо вона відійде від дзеркала на 1 м?

Як дівчинка відійде від дзеркала на $\Delta l = 1$ м, то її зображення віддаляться від дзеркала на 1 м. Тобто $\Delta L = 2\Delta l = 2 \cdot 1 \text{ м} = 2 \text{ м}$ – на стільки збільшиться відстань між дівчинкою та її зображенням.

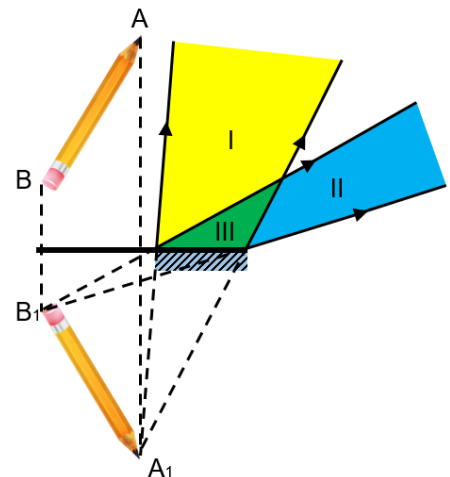
12. Дівчинка наближається до плоского дзеркала зі швидкістю 0,25 м/с. З якою швидкістю вона зближується зі своїм зображенням?

Так як дівчинка наближається до дзеркала зі швидкістю $v = 0,25$ м/с, то й зображення дівчинки наближається до дзеркала з такою ж швидкістю.

$v_1 = 2v = 2 \cdot 0,25 \text{ м/с} = 0,5 \text{ м/с}$ – швидкість наближення дівчинки із її зображенням.

13. З яких точок простору олівець можна буде бачити в плоскому дзеркалі повністю?

а) Будуємо зображення A_1B_1 олівця AB у плоскому дзеркалі. б) Проводимо із точок A_1 і B_1 прямі через краї дзеркала. Позначимо область, з якої можна бачити точку A_1 , жовтим кольором (I), – точку B_1 – блакитним кольором (II). Зеленим кольором позначимо область, з якої можна бачити як точку A_1 так і точку B_1 тобто весь олівець (III).



14. Ваза була розташована на відстані 30 см від плоского дзеркала. Потім вазу пересунули від дзеркала на 10 см у напрямку, перпендикулярному до поверхні дзеркала, і на 15 см – паралельно їй. Якою була відстань між вазою та її зображенням? якою вона стала?

Дано:

$$d_1 = 30 \text{ см} = 0,3 \text{ м}$$

Розв'язання

$$\Delta d_2 = 10 \text{ см} = 0,1 \text{ м}$$

$$\Delta d_3 = 15 \text{ см} = 0,15 \text{ м}$$

$$l_1 - ?$$

$$l_2 - ?$$

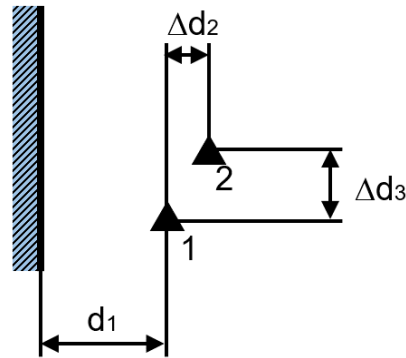


Рис. 1

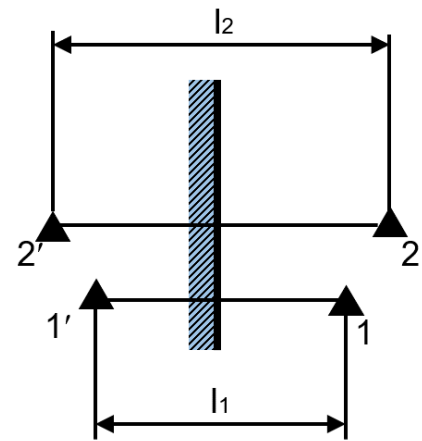


Рис. 2

Зробимо пояснювальне креслення, де позначимо відомі нам відстані (рис. 1). Знайдемо місце розташування зображення предмета для кожної із зазначених позицій предмета, ґрунтуючись на тому, що зображення предмета в плоскому дзеркалі розташоване на тій самій відстані від дзеркала, що і сам предмет (рис. 2).

Визначимо відстань l_1 – між предметом та його зображенням у першому випадку (позиція предмета 1):

$$l_1 = 2d_1; \quad l_1 = 2 \cdot 0,3 \text{ м} = 0,6 \text{ м}$$

Визначимо відстань l_2 – між предметом та його зображенням у другому випадку (позиція предмета 2), враховуючи, що пересування предмета паралельно поверхні дзеркала не змінює відстані між предметом та його зображенням:

$$l_2 = 2(d_1 + \Delta d_2); \quad l_2 = 2 \cdot (0,3 \text{ м} + 0,1 \text{ м}) = 0,8 \text{ м}$$

Відповідь: відстань від предмета до його зображення в позиції 1 дорівнює 0,6 м, у позиції 2 – 0,8 м.

15. Місяць віддалений від Землі на 380 тис. км. Скільки часу витратить світло на подолання цієї відстані?

Дано:

$$l = 380000 \text{ км}$$

$$= 3,8 \cdot 10^8 \text{ м}$$

$$c = 3 \cdot 10^8 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

$$t - ?$$

Розв'язання

$$l = ct \quad \Rightarrow \quad t = \frac{l}{c}$$

$$[t] = \frac{\text{м}}{\frac{\text{м}}{\text{с}}} = \text{с}$$

$$t = \frac{3,8 \cdot 10^8}{3 \cdot 10^8} \approx 1,27 \text{ (с)}$$

Відповідь: $t = 1,27 \text{ с}$.

16. Відстань від Сонця до Землі становить $1,5 \cdot 10^8$ км. Скільки часу йде світло від Сонця до Землі?

Дано:

$$l = 1,5 \cdot 10^8 \text{ м}$$

$$c = 3 \cdot 10^8 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

$$t = ?$$

Розв'язання

$$l = ct \Rightarrow t = \frac{l}{c}$$

$$[t] = \frac{\text{м}}{\frac{\text{м}}{\text{с}}} = \text{с} \quad t = \frac{1,5 \cdot 10^8}{3 \cdot 10^8} = 0,5 \text{ (с)}$$

Відповідь: $t = 0,5 \text{ с.}$

17. Однією з одиниць довжини, яку застосовують в астрономії, є світловий рік. Скільки метрів становить світловий рік, якщо він дорівнює відстані, що її проходить світло у вакуумі за один рік?

Дано:

$$t = 1 \text{ рік}$$

$$= 3,1536 \cdot 10^7 \text{ с}$$

$$c = 3 \cdot 10^8 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

$$l = ?$$

Розв'язання

$$1 \text{ рік} = 365 \text{ днів} = 365 \cdot 24 \text{ год} = 365 \cdot 24 \cdot 3600 \text{ с} = 315$$

$$l = ct \quad [l] = \frac{\text{м}}{\text{с}} \cdot \text{с} = \text{м}$$

$$l = 3 \cdot 10^8 \cdot 3,1536 \cdot 10^7 = 9,46 \cdot 10^{15} \text{ (м)}$$

Відповідь: $1 \text{ св. рік} = 9,46 \cdot 10^{15} \text{ м}$

18. Від найближчої зірки (α Центавра) світло доходить до Землі за 4,3 року. Яка відстань до зірки?

Дано:

$$t = 4,3 \text{ роки}$$

$$= 4,3 \cdot 3,1536 \cdot 10^7 \text{ с}$$

$$= 13,56 \cdot 10^7 \text{ с}$$

$$c = 3 \cdot 10^8 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

$$l = ?$$

Розв'язання

$$l = ct$$

$$[l] = \frac{\text{м}}{\text{с}} \cdot \text{с} = \text{м}$$

$$l = 3 \cdot 10^8 \cdot 13,56 \cdot 10^7 \approx 40,7 \cdot 10^{15} \text{ (м)}$$

Відповідь: $l \approx 40,7 \cdot 10^{15} \text{ м.}$

19. У сонячний день довжина тіні від вертикально поставленого двометрового стовпа дорівнює 0,4 м, а довжина тіні від телевізійної вишки – 7 м. Визначте висоту вишки.

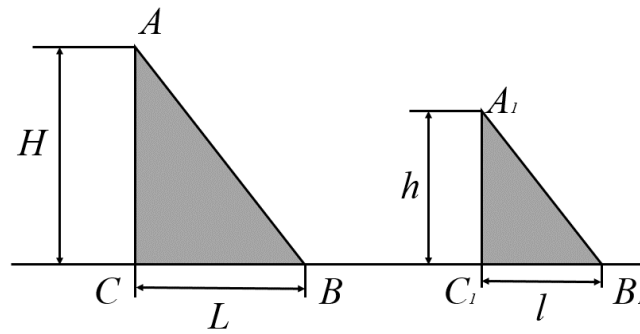
Дано:

$h = 2 \text{ м}$

$l = 0,4 \text{ м}$

$L = 7 \text{ м}$

$H = ?$

Розв'язання

З рисунка бачимо, що

$$\Delta ACB \sim \Delta A_1 B_1 C_1$$

З подібності трикутників випливає:

$$\frac{H}{h} = \frac{L}{l} \Rightarrow H = \frac{hL}{l}$$

$$[H] = \frac{\text{м} \cdot \text{м}}{\text{м}} = \text{м} \quad H = \frac{2 \cdot 7}{0,4} = 35 \text{ (м)}$$

Відповідь: $H = 35 \text{ м}$.

20. У сонячний день довжина тіні від лінійки дорівнює 3 м, а тіні від стовпа – 12 м. Знайдіть довжину лінійки, якщо висота стовпа 4 м. (2 бали)

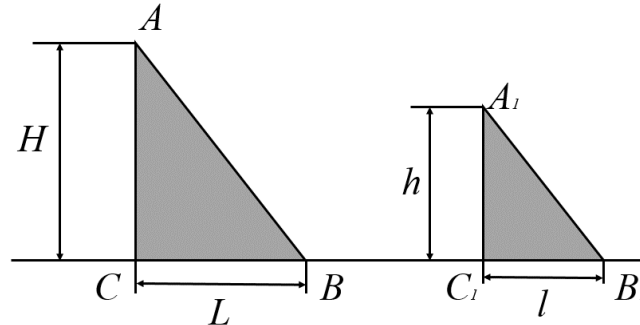
Дано:

$l = 3 \text{ м}$

$L = 12 \text{ м}$

$H = 4 \text{ м}$

$h = ?$

Розв'язання

З рисунка бачимо, що

$$\Delta ACB \sim \Delta A_1 B_1 C_1$$

З подібності трикутників випливає:

$$\frac{H}{h} = \frac{L}{l} \Rightarrow h = \frac{Hl}{L}$$

$$[h] = \frac{\text{м} \cdot \text{м}}{\text{м}} = \text{м} \quad h = \frac{4 \cdot 3}{12} = 1 \text{ (м)}$$

Відповідь: $h = 1 \text{ м}$.