

**Л.А. КИРИК**

# ФІЗИКА

**7**  
**клас**

**МЕТОДИЧНІ МАТЕРІАЛИ  
ДЛЯ ВЧИТЕЛЯ**

*Календарно-тематичне планування*

*Поурочні розробки*

*Методичні рекомендації*

*Тематичне оцінювання*

**ГІМНАЗІЯ  
ХАРКІВ  
2007**

**Рецензенти:**

*О. М. Єрмолаєв* — завідувач кафедри теоретичної фізики Харківського національного університету ім. В. Н. Каразіна, доктор фізико-математичних наук, професор

*О. М. Євлахова* — вчитель-методист, керівник Дзержинського районного методичного об'єднання вчителів фізики м. Харкова

*Методичні матеріали відповідають  
новій програмі з фізики  
для 7 класу 12-річної школи*

**Кирик Л. А.**

К 43 Фізика-7. Методичні матеріали для вчителя. — Харків: Гімназія, 2007. — 208 с.: іл.

ISBN 978-966-8319-65-5

Запропонований посібник є частиною навчального комплексу «Фізика-7» для класів загальноосвітніх шкіл, що складається з: 1) підручника «Фізика. 7 клас» (автор Генденштейн Л. Е.); 2) «Фізика. 7 клас. Збірник завдань і самостійних робіт» (автор Кирик Л. А.); 3) «Фізика-7. Методичні матеріали для вчителя»; 4) «Зошит для лабораторних робіт» для 7 класу (автори Генденштейн Л. Е., Кирик Л. А.).

Книжка містить календарно-тематичне планування, поурочні розробки, методичні рекомендації, тематичне оцінювання для всіх тем. Посібник буде корисним як молодим учителям, так і вчителям зі стажем, а також студентам педагогічних вищих навчальних закладів.

© Л. А. Кирик, 2007  
© ТОВ «Гімназія», оригінал-макет,  
художнє оформлення, 2007

ISBN 978-966-8319-65-5

## ПЕРЕДМОВА

Ми виходимо з того, що мета навчання — не *запам'ятовування* учнем фактів і формулювань, а *розуміння* основних фізичних явищ і їхніх зв'язків з навколишнім світом.

А розуміння — це, як відомо, не одноразовий акт із однозначним результатом («зрозумів — не зрозумів»), а *відкритий багатоступінний процес*, що не має кінця. Будь-яке явище реального світу дуже складне й пов'язане з великою кількістю інших явищ, тому є багато рівнів його розуміння. На кожному рівні усвідомлюють нові риси явища, нові зв'язки, роблять узагальнення та проводять аналогії, виявляють нові закономірності та відмінності, виникають нові поняття, нові *питання*.

Наше педагогічне завдання — розкривати перед учнем цю потенційну нескінченність, залучаючи його в процес пізнання, а не «формулювати істину в остаточній інстанції», відсікаючи цим цікавість до подальшого пізнання.

Для розуміння винятково важлива також *цілісність* сприйняття. Якщо в голові учня не склалася цілісна картина навчального розділу, яку він може в думці окинути єдиним поглядом, то розуміння нема, навіть якщо учень переказує текст підручника дослівно (особливо — якщо дослівно!).

Нарешті, розуміння завжди *індивідуально*. Воно полягає у «вбудовуванні» нового в уже відоме, а «вже відоме» у кожного — своє, і до того ж механізми сприймання в кожного учня індивідуальні.

Особливу увагу приділено способам навчання учнів самостійній роботі на уроках і вдома. Учням запропоновано домашнє завдання, що складається із трьох частин: матеріал з підручника; задачі зі збірника завдань; самостійні роботи. Прочитавши відповідний параграф у підручнику, і розв'язавши до нього кілька задач, учень може підготуватися до самостійної роботи, обравши один із чотирьох рівнів (початковий, середній, достатній і високий).

Цей посібник містить зразки тестів, самостійних робіт і підсумкової контрольної роботи.

## Рекомендації щодо проведення самостійних робіт

■ Кожну самостійну роботу розраховано на 10–15 хвилин. Вона передбачає виконання учнем тільки *одної задачі* початкового, середнього, достатнього або високого рівня складності.

■ Учитель заздалегідь повідомляє дату проведення самостійної роботи й пропонує учневі підготуватися до цієї роботи (тобто, переглянувши задачі, обрати собі рівень складності).

■ Пропонуємо два способи оцінювання знань учнів:

1) У сильних класах правильне розв'язання задач початкового рівня оцінювати від 1 до 3 балів, середнього рівня — від 4 до 6 балів, достатнього рівня — від 7 до 9 балів, високого рівня — від 10 до 12 балів.

2) У слабких класах за правильне розв'язання задачі *будь-якого* рівня ставити оцінку «9».

Це дозволить стимулювати учнів сильних класів розв'язувати складні задачі, а учнів слабких класів «відучить» боятися складних задач (адже отримавши добру оцінку за розв'язання простіших задач, учень зможе без страху спробувати розв'язати складніші).

■ Пропонуємо ввести систему амністування. Якщо учень «переоцінив» свої можливості — взяв складну задачу — і не розв'язав її, то низький бал не виставляти за таких умов: а) учень удома правильно (з докладним поясненням) розв'яже ту саму задачу; б) сам підбере й розв'яже 2–3 задачі такого самого типу; в) перед наступним після самостійної роботи уроком він здасть учителеві виконану роботу.

■ Якщо на самому початку самостійної роботи вчитель помітив, що більшість учнів обрали початковий рівень, а достатній рівень — усього кілька осіб, то вочевидь навчальний матеріал засвоєно погано. Учитель може скасувати самостійну роботу й повернутися до погано засвоєного уроку.

## Рекомендації щодо проведення тестування

Тести, по-перше, допоможуть учневі *систематизувати* навчальний матеріал і виділити в ньому найголовніше. По-друге, їх зорієнтовано на *вміння* учнів застосовувати отримані знання. По-третє, тести допоможуть учням *підготуватися* до перевірки навчальних досягнень, а вчителю — *провести* тематичне оцінювання цих досягнень за допомогою тестування.

Тестування має певні переваги перед традиційними засобами перевірки навчальних досягнень:

база тестових завдань відкрита й доступна для всіх (тести надруковано в збірниках), тому можна підготуватися до тестування заздалегідь;

перевіряти тестові завдання набагато легше, ніж перевіряти письмові роботи;

вирішується відома проблема «розв'язників» (надрукованих збірників готових розв'язань задач), які заважають об'єктивно контролювати знання.

Кожен тест охоплює зазвичай *одну навчальну тему* або її частину. В основу тестів покладено методичні принципи, завдяки яким вони є не тільки *контрольними*, але й *навчальними*.

Тести можна органічно включити в усі форми й методи навчання й використовувати на різних етапах навчального процесу, щоб забезпечити оперативний зворотний зв'язок, контролювання й самоконтролювання учнів у процесі оволодіння матеріалом теми. Наприклад:

- під час пояснення нового матеріалу можна розглянути тестові завдання й обговорити, які твердження правильні, а які — неправильні (і чому);
- під час початкового закріплення навчального матеріалу можна запропонувати учням виконати за 5 — 10 хвилин 2–3 тестові завдання, обрані ними чи вчителем;
- виконання окремих тестових завдань можна запропонувати як домашню або самостійну роботу;
- варіанти тестових завдань можна використати для підготовки учнів до тематичного контролю.

## ОРІЄНТОВНИЙ РОЗПОДІЛ НАВЧАЛЬНОГО ЧАСУ

№ з/п	Кількість годин на тиждень	1
	Кількість годин на рік	35
	Тема	
	1-й семестр	16
1.	Починаймо вивчати фізику	9
2.	Будова речовини	7
	2-й семестр	19
3.	Світлові явища	17
4.	Підсумкові уроки	2

### УМОВНІ ПОЗНАЧКИ:

- П.:** Генденштейн Л. Е. Фізика–7. Підручник для середніх загальноосвітніх шкіл. – Харків: Гімназія, 2007.
- Зб.:** Кирик Л. А. Фізика–7. Збірник задач і самостійних робіт (Розділ «Хочеш зрозуміти краще — спробуй розв'язати!»). – Харків: Гімназія, 2007.
- Д.:** Кирик Л. А. Фізика – 7. Збірник задач і самостійних робіт (Розділ «Самостійні роботи»). – Харків: Гімназія, 2007.
- с/р** – самостійна робота.
- р1)** – задачі середнього рівня складності.
- р2)** – задачі достатнього рівня складності.
- р3)** – задачі високого рівня складності.

## КАЛЕНДАРНО-ТЕМАТИЧНЕ ПЛАНУВАННЯ

Розділи курсу фізики	К-ть годин	Дати проведення уроків
<p><b>1. Починаймо вивчати фізику (9 годин)</b></p> <p>Фізика як природнича наука. Фізичні тіла і фізичні явища. Механічні, теплові, електричні, магнітні та оптичні явища.</p> <p>Методи дослідження фізичних явищ. Спостереження та експеримент. Вимірювання та вимірювальні прилади. Фізичні величини та їх одиниці. Зв'язок фізики з повсякденним життям, технікою і виробничими технологіями.</p> <p>Творці фізичної науки. Внесок українських учених у розвиток фізики.</p> <p>Навколишній світ, в якому ми живемо. Мікро-, макро- і мегасвіти. Простір і час. Послідовність, тривалість і періодичність подій. Одиниці часу. Виміри простору. Довжина та одиниці довжини. Площа та одиниці площі. Об'єм та одиниці об'єму.</p> <p>Взаємодія тіл. Земне тяжіння. Електризація тіл. Взаємодія заряджених тіл. Взаємодія магнітів. Сила — міра взаємодії. Енергія.</p>		
<p><b>2. Будова речовини (7 годин)</b></p> <p>Фізичне тіло і речовина. Маса тіла. Одиниці маси. Вимірювання маси тіл. Будова речовини. Атоми і молекули. Будова атома. Рух і взаємодія атомів і молекул. Залежність швидкості руху атомів і молекул від температури тіла. Дифузія.</p> <p>Агрегатні стани речовини. Фізичні властивості тіл у різних агрегатних станах. Густина речовини. Кристалічні та аморфні тіла. Залежність лінійних розмірів твердих тіл від температури.</p>		

<p><b>3. Світлові явища (17 годин)</b></p> <p>Оптичні явища в природі. Джерела і приймачі світла. Світловий промінь. Прямолінійне поширення світла. Сонячне і місячне затемнення. Дисперсія світла. Спектральний склад світла. Кольори.</p> <p>Відбивання світла. Закони відбивання. Плоске дзеркало.</p> <p>Проходження світла в різних оптичних середовищах. Заломлення світла на межі двох середовищ. Лінзи. Оптична сила і фокусна відстань лінзи. Побудова зображень, що дає тонка лінза.</p> <p>Фотометрія. Сила світла і освітленість. Око. Вади зору. Окуляри. Оптичні прилади.</p>		
<p><b>4. Підсумкові уроки (2 години)</b></p> <p>Річне тематичне оцінювання. Фізика і екологічні проблеми рідного краю.</p>		
<p><b>Лабораторні роботи (12 годин)</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Фізичний кабінет та його обладнання. Правила безпеки у фізичному кабінеті.</li> <li>2. Ознайомлення з вимірювальними приладами. Визначення ціни поділки приладу.</li> <li>3. Вимірювання часу (метроном, секундомір, годинник).</li> <li>4. Вимірювання лінійних розмірів тіл та площі поверхні.</li> <li>5. Вимірювання об'єму твердих тіл, рідин і газів.</li> <li>6. Дослідження явища дифузії в рідинах і газах.</li> <li>7. Вимірювання маси тіл.</li> <li>8. Визначення густини твердих тіл і рідин.</li> <li>9. Утворення кольорової гами світла накладанням променів різного кольору.</li> <li>10. Вивчення законів відбивання світла за допомогою плоского дзеркала.</li> <li>11. Визначення фокусної відстані тонкої лінзи.</li> <li>12. Складання найпростішого оптичного приладу.</li> </ol>		

## ПЛАН ВИКОНАННЯ НАВЧАЛЬНОЇ ПРОГРАМИ

1 СЕМЕСТР

### Самостійні роботи

№ з/п	Назва	Дата проведення
1	Фізичні явища. Фізичні тіла й речовини	
2	Вимірювання фізичних величин	
3	Робота й енергія	
4	Три стани речовини	
5	Густина	

### Лабораторні роботи

№ з/п	Назва	Дата проведення
1	Фізичний кабінет і його обладнання. Правила безпеки у фізичному кабінеті	
2	Ознайомлення з вимірювальними приладами. Визначення ціни поділки приладу	
3	Вимірювання часу	
4	Вимірювання лінійних розмірів тіл та площі поверхні	
5	Вимірювання об'єму твердих тіл, рідин і газів	
6	Дослідження явища дифузії в рідинах і газах	
7	Вимірювання маси тіл	
8	Визначення густини твердих тіл і рідин	

**Самостійні роботи**

№ з/п	Назва	Дата проведення
6	Джерела світла. Прямолінійне поширення світла	
7	Закони відбивання світла. Закони заломлювання світла	
8	Лінзи	

**Лабораторні роботи**

№ з/п	Назва	Дата проведення
9	Вивчення законів відбивання світла за допомогою плоского дзеркала	
10	Визначення фокусної відстані тонкої лінзи	
11	Складання найпростішого оптичного приладу	
12	Утворення кольорової гама світла накладенням променів різних кольорів	

**Тематичне оцінювання**

№ з/п	Назва	Дата проведення
1	Річне тематичне оцінювання	

Назва	Стисла характеристика
<b>Урок вивчення нового матеріалу</b>	Основна мета уроку — вивчити новий матеріал. Форми такого уроку можуть бути найрізноманітнішими: 1) лекція; 2) викладання нового матеріалу в режимі діалогу «учитель — учень»; 3) самостійна робота учнів з навчальною літературою на уроці.
<b>Комбінований урок</b>	Це найпоширеніший тип уроку. Кількість елементів уроку може бути різною. Наприклад, викладання невеликої за обсягом частини нового матеріалу (10–20 хв), закріплення нового матеріалу (5 хв), розв'язання задач (5–20 хв), контроль знань (5–20 хв), або нетривала самостійна робота (10–15 хв). Можливий фронтальний експеримент (5–15 хв). Комплексна актуалізація структурних елементів уроку робить його багатоцільовим і ефективним.
<b>Урок закріплення знань</b>	Визначальна мета уроку — закріпити вивчений матеріал. Його форми можуть бути такими: 1) урок розв'язання задач; 2) фронтальний експеримент; 3) урок-семінар; 4) урок-конференція; 5) перегляд навчальних відеофільмів; 6) ігрові уроки («суд над тертям», «суд над інерцією») тощо.
<b>Урок контролювання й оцінювання знань</b>	Головна мета такого уроку — всебічно і об'єктивно проконтролювати і оцінити засвоєні учнями знання, уміння і навички. Найефективніші його форми: 1) різнорівнева контрольна робота; 2) тестовий контроль; 3) тематичний залік; 4) лабораторні роботи.

1-Й СЕМЕСТР

---

# 1 ПОЧИНАЙМО ВИВЧАТИ ФІЗИКУ

*Фізика — наука про природу*

*Вимірювання фізичних величин*

*Взаємодії й сили*

*Робота й енергія*



# 1 ПОЧИНАЙМО ВИВЧАТИ ФІЗИКУ

(9 годин)

ОРІЄНТОВНИЙ РОЗПОДІЛ НАВЧАЛЬНОГО МАТЕРІАЛУ ПО УРОКАХ

Дата	№ уроку	Тема уроку	Види роботи на уроці, хвилини						Домашнє завдання
			Вивчення теоретичного матеріалу	Демонстрації	Розв'язання задач учителем	Закріплення вивченого матеріалу	Контроль знань	Творча робота з учнями	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	1	Фізика — наука про природу. Лабораторна робота № 1	32	10	—	3	—	—	<b>1. П.:</b> § 1. <b>2. Зб.:</b> <b>p1)</b> 1.14, 1.15, 1.16, 1.17, 1.18. <b>p2)</b> 1.25, 1.29, 1.30, 1.31. <b>p3)</b> 1.34, 1.35, 1.36, 1.37.
	2	Спостереження й дослід	25	6	6	3	5	—	<b>1. П.:</b> § 2. <b>2. Зб.:</b> <b>p1)</b> 2.6, 2.10, 2.11, 2.14, 2.18. <b>p2)</b> 2.19, 2.23, 2.24, 2.25, 2.32. <b>p3)</b> 2.35, 2.40, 2.46, 2.47, 2.51. <b>3. Д.:</b> с/р №1
	3	Лабораторна робота № 2	10	—	—	—	30	5	<b>1. П.:</b> § 3. <b>2. Зб.:</b> <b>p1)</b> 2.15, 2.16, 2.63, 2.64. <b>p2)</b> 2.26, 2.67, 2.70, 2.73. <b>p3)</b> 2.48, 2.49, 2.58, 2.77, 2.78. <b>3. Д.:</b> с/р №2

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	4	Лабораторна робота № 3	8	—	—	—	32	5	<b>1. Зб.:</b> <b>p1)</b> 2.8, 2.13, 2.59, 2.60, 2.61. <b>p2)</b> 2.30, 2.31, 2.66, 2.75, 2.76. <b>p3)</b> 2.54, 2.55, 2.81, 2.82, 2.84. <b>3.</b> Лабораторна робота № 4.
	5	Навколишній світ, у якому ми живемо	28	6	—	3	5	3	<b>1. П.:</b> § 4. <b>2. Зб.:</b> <b>p1)</b> 3.2, 3.3, 3.7, 3.9, 3.13. <b>p2)</b> 3.18, 3.19, 3.21, 3.28, 3.32. <b>p3)</b> 3.33, 3.34, 3.37, 3.47, 3.48.
	6	Лабораторна робота № 5	5	—	—	—	35	5	<b>1. Зб.:</b> <b>p1)</b> 3.10, 3.12, 3.14, 3.15. <b>p2)</b> 3.20, 3.25, 3.30, 3.31. <b>p3)</b> 3.35, 3.36, 3.38, 3.41, 3.45.
	7	Механічна робота й енергія	27	10	—	3	5	—	<b>1. П.:</b> § 5. <b>2. Зб.:</b> <b>p1)</b> 4.4, 4.6, 4.14, 4.15, 4.16. <b>p2)</b> 4.21, 4.24, 4.29, 4.32, 4.33. <b>p3)</b> 4.40, 4.42, 4.44, 4.49, 4.51.
	8	Як фізика змінює світ	20	—	15	3	5	2	<b>1. П.:</b> § 6, 7. <b>2. Зб.:</b> <b>p1)</b> 4.9, 4.17, 4.19, 4.55, 4.56. <b>p2)</b> 4.23, 4.35, 4.36, 4.58, 4.59. <b>p3)</b> 4.39, 4.47, 4.52, 4.60, 4.62. <b>3. Д.:</b> с/р №3



1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	9	Узагальнювальний урок	—	—	10	15	15	5	<b>1. П.:</b> § 4, 6, 7. <b>2. Зб.:</b> <b>р1)</b> 4.5, 4.7, 4.8, 4.10. <b>р2)</b> 4.22, 4.28, 4.30. <b>р3)</b> 4.48, 4.53, 3.61, 3.63.

## Урок 1/1.

# Фізика — наука про природу

<b>Мета уроку:</b>	дати учням уявлення про фізику як науку, фізичні тіла, фізичні явища.
<b>Тип уроку:</b>	урок вивчення нового матеріалу.
<b>Демонстрації:</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Приклад механічного явища.</li> <li>2. Приклад теплового явища.</li> <li>3. Приклад електричного й магнітного явищ.</li> <li>4. Приклад оптичного явища.</li> </ol>
<b>План викладання нового матеріалу:</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Чи здатні ви дивуватися й задавати запитання?</li> <li>2. Фізичні тіла.</li> <li>3. Фізичні явища.</li> <li>4. Лабораторна робота № 1 «Фізичний кабінет і його обладнання. Правила безпеки в кабінеті фізики».</li> </ol>

## ВИКЛАДАННЯ НОВОГО МАТЕРІАЛУ

### 1. Чи здатні ви дивуватися й задавати запитання?

«Закрийте очі, звільніть вуха, напружте слух, і від найніжнішого подуву до найсильнішого шуму, від найпростішого звуку до найвищої гармонії, від найпотужнішої палкої промови до найлагідніших слів розуму — все це мова природи, що виявляє своє буття, свою силу, свою життя...

Вона дає чудове видовище; чи бачить вона сама, ми не знаємо, але вона його дає нам, а ми, непомічені, дивимося з-за рогу... Кожному вона з'являється в особливому вигляді. Вона ховається під тисячею імен і назв, і це вона сама. Вона ввела мене в життя, вона й виведе. Я довіряю їй. Хай вона робить із мною що хоче...» — так писав про природу німецький поет, мислитель і натураліст Йоганн Вольфганг Гете.

Фізика — наука про природу. А людина — дитя природи. І вона повинна вміти з нею розмовляти. Але як? Якою мовою? Французький поет Шарль Бодлер писав:

*Природа — храм живий, де зронюють колони  
Бентежні стогони і неясні слова.  
Там символів ліси густі, немов трава,*

*Крізь них людина йде і в них людина тоне.  
Всі барви й кольори, всі аромати й тони  
Зливаються в могуть єдиного єства.  
Їх зрівноважують співмірність і права,  
Взаємного зв'язку невидимі закони.*

(переклад Д. Павличко)

Допитливий розум людини не поділяє світ на частини непроникною перегородкою: це «лірика», а це «фізика». У мозку людини все сплетено в живий і неподільний клубок думок і почуттів.

«Учений вивчає природу не тому, що це корисно; він досліджує її тому, що це тішить його серце, а це дає тішити його серце тому, що природа прекрасна. Якби природа не була прекрасна, вона не заслуговувало б того, щоб бути пізнаною; і не варто було б жити.

Я не кажу: наука корисна тому, що вона вчить нас створювати машини; я кажу: машини корисні тому, що, працюючи для нас, вони колись залишать нам більше часу для наукових занять...» (Анрі Пуанкаре).

## 2. Фізичні тіла.

«Тіло» — одне з багатьох слів, які часто вживають як у повсякденному житті, так і в науці. Але *значення* цього слова різні. У повсякденному житті «тілом» називають зазвичай тіло живої істоти. У науці ж *фізичним тілом*, або просто *тілом*, називають *будь-який* предмет, навіть якщо він не має певної форми — наприклад, туман.

Тіла можуть перебувати в різних станах — твердому, рідинному й газоподібному. Так, за кімнатної температури камінь є твердим тілом, вода — рідиною, а повітря — газом. Властивості твердих тіл, рідин і газів різні.

Фізичні тіла надзвичайно різноманітні за своїми *властивостями*.

Усе те, із чого складаються тіла, називають речовиною. Повітря, вода, дерево, мідь, крейда — все це різні речовини.

## 3. Фізичні явища.

У світі навколо нас відбуваються різноманітні змінення або *явища*. При цьому фізичні тіла є «дійовими особами» *фізичних явищ*, які також надзвичайно різноманітні.

Наприклад, Земля рухається навколо Сонця, і вони притягають одне одного (це *механічне* явище).

Унаслідок нагрівання сонячними променями вода океанів і морів випаровується, тобто перетворюється на пару. Піднімаючись,

пара розширюється й охолоджується, перетворюючись у крапельки води або кристалики льоду. Вони утворюють хмари, з яких вода повертається на Землю дощем або снігом (це *теплові* явища).

*Електричні* явища сьогодні так поширені, що ми їх навіть не помічаємо: щодня ми користуємося електричним освітленням, електричним транспортом, побутовими електроприладами, комп'ютерами.

Прикладами *магнітних* явищ є взаємодія постійних магнітів, а також притягання магнітом залізних і сталевих предметів.

*Оптичними* явищами називають явища, пов'язані зі світлом. Про їхню поширеність і казати не треба: куди ми не подивимося — усюди ми побачимо ці явища (випромінювання, відбивання, поглинання світла).

## 4. Лабораторна робота № 1

### «Фізичний кабінет і його обладнання.

#### Правила безпеки в кабінеті фізики».

Учні 7 класу вперше перебувають в кабінеті фізики, у якому вони будуть пізнавати ази фізики, розв'язувати задачі та виконувати лабораторні роботи. Щоб діти впевнено себе почували в цьому кабінеті, учитель уже на першому уроці повинен познайомити їх з обладнанням кабінету, правилами виконання лабораторних робіт і правилами безпеки під час їхнього проведення.

Учитель повинен роздати кожному учневі аркуш паперу, на якому надруковано Правила виконання лабораторних робіт і правила безпеки під час їхнього проведення (і прокоментувати їх):

- На початку лабораторної роботи чітко з'ясуйте порядок і правила її проведення.
- Розташуйте прилади, пристрої, матеріали на столі так, щоб запобігти їхньому падінню, перекиданню або роз'єднанню з'єднаних частин.
- Під час вимірювання не допускайте зашкалення вимірювальних приладів, бо це може їх пошкодити.
- Не залишайте свого місця без дозволу вчителя.
- Слідкуйте за справністю всіх кріплень приладів і пристроїв. Не торкайтеся обертових частин пристроїв та не нахиляйтеся над ними.
- Якщо для виконання лабораторної роботи необхідний електричний струм, умикайте джерело електричного струму, тільки ретельно перевіривши, що все обладнання, потрібне для проведення лабораторної роботи, правильно й повністю зібрано.

- Не торкайтеся елементів електричного кола, які не мають ізоляції та перебувають під напругою.
- Після закінчення роботи, під час проведення якої використовували електричний струм, спочатку вимкніть джерело струму й тільки після цього розберіть електричне коло.
- Після закінчення лабораторної роботи чітко виконайте вказівки вчителя про збирання приладів, пристроїв та матеріалів.
- У разі травмування або поганого самопочуття негайно припиніть виконання лабораторної роботи й повідомте про це вчителя.

### ЗАПИТАННЯ ДО УЧНІВ ПІД ЧАС ВИКЛАДАННЯ НОВОГО МАТЕРІАЛУ

1. Наведіть кілька прикладів фізичних тіл. Назвіть речовину, з якої складається кожне з них.
2. Зазначте всі фізичні явища, оспівані видатним українським поетом Т. Г. Шевченком:

*Рече та стогне Дніпр широкий,  
Сердитий вітер завива,  
Додолу верби гне високі,  
Горами хвилю підійма.  
І блідий місяць на ту пору  
Із хмари де-де виглядав,  
Неначе човен в синім морі,  
То виринав, то потопав.  
Ще треті півні не співали,  
Ніхто ніде не гомонів,  
Сичі в гаю перекликались,  
Та ясен раз у раз скрипів.*

3. Фізика зберігає вічну молодість: потік відкриттів у ній більшає з кожним роком. Наведіть приклади відкриттів за останні десятиліття, що справили на вас найбільше враження.
4. Чи вірите ви в чудеса? А що таке чудо? А чи бачили ви хоча б одне чудо? Розкажіть! Наведіть приклади «чудес», які подарувала людям наука?
5. Російський поет І. Северянін в одному зі своїх віршів писав:

*Мы живем, словно в сне неразгаданном,  
На одной из удобных планет...  
Много здесь, чего вовсе не надо нам,  
А того, что нам хочется — нет...*

Чого ж ми хочемо?

### Домашнє завдання

1. П.: § 1.
2. Зб.: р1) № 1.14; 1.15; 1.16; 1.17; 1.18.  
р2) № 1.25; 1.29; 1.30; 1.31.  
р3) № 1.34; 1.35; 1.36; 1.37.

### КОМЕНТАР ДО УРОКУ № 1/1.

Учень на першому у своєму житті уроці фізики входить у новий для нього світ — світ фізики. Бажано, щоб цей урок він запам'ятав на все життя. Учитель повинен, використовуючи свої особисті можливості й можливості фізичного кабінету, сам добре підготуватися до цього уроку. Підібрати відеозаписи, аудіозаписи, вірші, цікаві демонстрації тощо.

Треба, однак, мати на увазі, що на першому уроці є небезпека показу надто великої кількості ефектних дослідів, які відволікатимуть від основної теми й будуть невідгідно контрастувати з матеріалом наступних уроків.

Під час першого уроку фізики можна виконати й лабораторну роботу № 1. Викладаючи навчальний матеріал, учитель привертає увагу учнів до обладнання кабінету фізики, демонструє їм ті чи інші прилади, розповідає про правила поведінки на уроках під час виконання лабораторних робіт, акцентує увагу учнів на правила техніки безпеки.

Коментуючи домашнє завдання, учитель указує на його «різнорівневність»: пропонує учням самим обирати домашнє завдання за рівнем складності (середній, достатній і високий).

Учитель може заздалегідь роздрукувати аркуші з домашнім завданням (наприклад, на місяць, чверть або семестр) і роздати учням. Тоді учень уже не зможе сказати: «Я не зміг розв'язати задачі», або «У мене не вийшло...», тому що задачі першого рівня дуже прості і їхнє розв'язання не повинно викликати труднощів. Разом з тим, слабкий учень, розв'язавши прості задачі, і набувши впевненості у своїх силах, може спробувати виконати домашнє завдання вищого рівня.

## Спостереження й дослід

<b>Мета уроку:</b>	дати учням уявлення про науковий метод пізнання; увести поняття «фізична величина», провести найпростіші вимірювання фізичних величин.
<b>Тип уроку:</b>	урок вивчення нового матеріалу.
<b>Демонстрації:</b>	1. Вимірювання довжини за допомогою лінійки. 2. Вимірювання об'єму за допомогою мірчої посудини. 3. Визначення ціни поділки вимірювального приладу.
<b>План викладання нового матеріалу:</b>	1. Спостереження — пошук закономірностей. 2. Від спостережень — до дослідів. 3. Що таке науковий метод? 4. Фізичні величини і їхні одиниці. 5. Вимірювальні прилади.
<b>Перевірка знань:</b>	1. Які фізичні явища ви спостерігаєте вдома, по дорозі до школи? 2. Наведіть по три приклади механічних і теплових явищ. 3. Наведіть по три приклади електричних і світлових явищ.

### ВИКЛАДАННЯ НОВОГО МАТЕРІАЛУ

#### 1. Спостереження — пошук закономірностей.

Явища світу навколо нас надзвичайно складні, тому що кожне з них залежить від дуже багатьох чинників. Уважно спостерігаючи природні явища, люди помітили в них деякі **закономірності**. Так, день завжди заступає ніч, а ніч — день. Після зими завжди настає весна, слідом за нею — літо, а потім — осінь.

Закономірно рухається Сонце, даруючи життя всьому живому: воно завжди сходить на сході, а заходить на заході. А вночі так само закономірно рухаються по небу Місяць, зорі й планети.

Зі **спостережень** виникають припущення, що для певної сукупності явищ є закономірності. Такі припущення називають науковими **гіпотезами**.

В 4-му столітті до нашої ери давньогрецький учений Арістотель на підставі своїх спостережень дійшов висновку, що закономірності природних явищ — це прояви **законів природи**.

#### 2. Від спостережень — до дослідів.

Щоб перевірити гіпотезу, учені ставлять **досліди** (експерименти), з метою з'ясувати, як змінюється явище за зміни умов їхнього перебігу. Для цього створюють **спеціальні умови**. Наприклад, в експериментах з вивчення руху Галілей намагався визначити вплив тертя на рух і припустив: що менше тертя між кулькою й поверхнею, то далі котиться кулька. Щоб підтвердити своє припущення, Галілей перейшов від спостережень до **дослідів**.

Дослід відрізняється від спостереження тим, що, **проводячи дослід, учений створює спеціальні умови протікання явищ природи**. Так, Галілей у своїх дослідах намагався максимально зменшити тертя між кулькою й поверхнею.

Досліди дійсно показали: що менше тертя між кулею й поверхнею, то **далі** котиться кулькою. Галілей зробив із цього дуже важливий висновок: якби на тіло не діяли інші тіла, воно рухалося б з незмінною швидкістю **вічно!** Так було відкрито перший закон механіки — **закон інерції**.

#### 3. Що таке науковий метод?

Намагаючись зрозуміти навколишній світ, людина шукає закономірності в різних і різноманітних явищах. На підставі того, що їй уже відомо зі спостережень і дослідів, людина намагається вгадати нову закономірність. Такий здогад називають **гіпотезою**.

Милуватися природою можна, й не знаючи фізики. Але зрозуміти її й побачити те, що приховано за зовнішніми проявами явищ, можна лише за допомогою точної науки. Тільки вона дозволяє помітити, що «у явищах природи є форми й ритми, недоступні окові споглядача, але відкриті окові аналітика. Ці форми й ритми ми називаємо фізичними законами» (Роберт Фейман).

Наукова гіпотеза — це не будь-який здогад, а тільки такий, який можна перевірити дослідом. Тому після того, як гіпотезу висловлено, учені ставлять численні досліди з метою підтвердити або спростувати її. І далеко не всі гіпотези підтверджуються! Тоді виникають нові. А, щоб їх перевірити, ставлять нові експерименти. Цей процес — процес наукового пізнання світу — колись він мав початок, але не має кінця.

Нам тайны нераскрытые раскройте пора —  
Лежат без пользы тайны, как в копилке, —  
Мы тайны эти с корнем вырвем у ядра —  
На волю пустим джина из бутылки!

Володимир Висоцький

Є два основні методи вивчення фізики — експеримент і теорія, які вдало доповнюють один одного.

О, сколько нам открытий чудных  
Готовит просвещения дух  
И опыт, сын ошибок трудных,  
И гений, парадоксов друг,  
И случай, бог изобретатель.

О. С. Пушкін

Точно помітив видатний російський поет характер наукової діяльності. Що набутий досвід — «син тяжких помилок», ви можете відчувати, виконуючи лабораторні роботи, що гений — «парадоксів друг» — про це ви довідаєтеся, розв'язуючи задачі (парадокс — несподівана, незвична думка, яка, на перший погляд, суперечить набутому досвіду). А випадок? Є й він! Наполегливим і уважним завжди таланить. І це — добре. (Приклади ви знайдете в наших книжках).

#### 4. Фізичні величини і їхні одиниці.

Вимірювати деякі величини учні вже навчилися в курсі математики, тому на уроці варто згадати те, що учні вже знають. Повторюймо, як визначають довжину, площу й об'єм тіл, що мають просту геометричну форму, і які одиниці цих величин. Протягом цього уроку вчитель повинен зуміти підготувати учнів до виконання лабораторних робіт № 2 — 5.

► **Фізичною величиною** називають кількісну характеристику фізичного тіла або явища.

Довжина, площа, об'єм, час, сила — приклади різних фізичних величин. Наприклад, «довжина парти» — це фізична величина. Для того щоб виміряти цю величину, її порівнюють із однорідної їй фізичною величиною, прийнятою за одиницю.

► Вимірити яку-небудь величину — це означає порівняти її з однорідною величиною, прийнятою за одиницю.

Є всього сім основних одиниць фізичних величин — метр, секунда, кілограм, кельвін, ампер, кандела, моль, а всі інші можна утворити з них.

#### 5. Вимірювальні прилади.

Для того щоб виміряти фізичну величину, потрібно вміти користуватися вимірювальними приладами.

► Пристрої, за допомогою яких вимірюють фізичні величини, називають **вимірювальними приладами**.

Більшість вимірювальних приладів мають шкали й указівники. Тому потрібно вміти правильно визначати ціну поділки шкал і відрховувати по них. На конкретному прикладі необхідно сформулювати правило для визначення ціни поділки шкали приладу.

Різниця значень фізичної величини, які відповідають найближчим поділкам на шкалі, називають **ціною поділками приладу**. Її визначають так: знаходять найближчі поділки, біля яких нанесено значення величини, і ділять різницю цих значень на кількість проміжків між поділками, розташованими між ними.

#### ЗАПИТАННЯ ДО УЧНІВ ПІД ЧАС ВИКЛАДАННЯ НОВОГО МАТЕРІАЛУ

1. Які закономірності ви вже помітили в природі? Ви впевнені, що це — закономірності? Чому? Чи зважаєте ви на ці закономірності в повсякденному житті? Як?
2. Чи доводилося вам у повсякденному житті щось вимірювати? Що і як? Наведіть приклади.
3. Наведіть приклади відомих вам фізичних величин.
4. Які вимірювальні прилади вам відомі? Які фізичні величини вимірюють за їхньою допомогою?
5. Про які фізичні величини йдеться в таких прикладах: а) урок триває 45 хв; б) у пляшці міститься 0,5 л води; в) лід тане за температури 0 °С; г) автобус проїхав 40 км?

#### ЗАДАЧІ, РОЗВ'ЯЗУВАНІ НА УРОЦІ

1. Визначте ціну поділки лінійки, мензурки, термометра.
2. Які величини можна вимірювати *точно*?
3. Годинник — вимірювальний прилад, а циферблат — шкала цього приладу. Чи має ця шкала *одне* визначене значення ціни поділки?

**Відповідь:** ціна поділки буде різної залежно від того, за якою стрілкою годинника (секундною, хвилинної або годинною) ми спостерігаємо.



### У конспект учня

- Фізичною величиною називають кількісну характеристику фізичного тіла або явища.
- Виміряти яку-небудь величину — це означає порівняти її з однорідною величиною, прийнятою за одиницю.
- Пристрої, за допомогою яких вимірюють фізичні величини, називають вимірювальними приладами.

### Домашнє завдання

1. П.: § 2, 3.
2. Зб.: р1) № 2.6; 2.10; 2.11; 2.14; 2.18.  
р2) № 2.19; 2.23; 2.24; 2.25; 2.32.  
р3) № 2.35; 2.40; 2.46; 2.47; 2.51.
3. Д.: розв'язати вдома самостійну роботу № 1.
4. Підготуватися до лабораторної роботи № 2 «Ознайомлення з вимірювальними приладами. Визначення ціни поділки вимірювального приладу».

Оскільки самостійна робота № 1 задана додому, то вчитель на наступному уроці збирає зошити і пропонує двом-трьом учням вийти до дошки й пояснити розв'язання задач зі свого варіанта.

### ЗАДАЧІ ІЗ САМОСТІЙНОЇ РОБОТИ № 1

#### Фізичні явища.

#### Фізичне тіло й речовина

ПОЧАТКОВИЙ РІВЕНЬ \_\_\_\_\_

1. Яке з наведених нижче слів стосується поняття «фізичне тіло»? Оберіть правильну відповідь.  
А. Крапля води.  
Б. Блискавка.  
В. Луна<sup>1</sup>.

<sup>1</sup> Звук відбитий від перешкоди.

2. Яке з наведених нижче слів стосується поняття «речовина»? Оберіть правильну відповідь.  
А. Веселка.  
Б. М'яч.  
В. Мед.

СЕРЕДНІЙ РІВЕНЬ \_\_\_\_\_

1. Наведіть приклади фізичних тіл, що складаються з тієї самої речовини, та фізичних тіл однакової назви і призначення, що складаються з різних речовин.
2. Випишіть із зазначених нижче явищ тільки фізичні: а) танення снігу, б) сонячний промінь відбився від дзеркала; в) кипіння води, г) гниття картоплі, д) іде дощ, е) почорніння срібної монети.

ДОСТАТНІЙ РІВЕНЬ \_\_\_\_\_

3. Чи правильним є твердження: усі наявні фізичні тіла — це тільки частина того, що називають матерією? Що ще (крім фізичних тіл) охоплює поняття матерії?
4. Які спостереження ви проводили в природі? Які фізичні явища спостерігали? Чи доводилося вам ставити досліди? Які? Яка головна ознака, що відрізняє дослід від спостереження?

ВИСОКИЙ РІВЕНЬ \_\_\_\_\_

1. Яке з двох понять — матерія чи фізичне тіло — є ширшим (загальнішим), тобто охоплює друге, що є тільки частиною першого?
2. Чи впливає, на вашу думку, функційне призначення предмета (тіла) на вибір речовини, з якої виробляють цей предмет (тіло)?

## Лабораторна робота № 2

«Ознайомлення з вимірювальними приладами.  
Визначення ціни поділки шкали вимірювального приладу».

<b>Мета уроку:</b>	познайомити учнів з найпростішими вимірювальними приладами; навчити їх визначати ціну поділки вимірювального приладу.
<b>Тип уроку:</b>	урок контролювання й оцінювання знань.
<b>Обладнання:</b>	лінійка, мензурка, термометр.
<b>Перевірка знань:</b>	Під час виконання учнями лабораторної роботи вчитель фронтально перевіряє виконану вдома самостійну роботу № 1.

### РЕКОМЕНДАЦІЇ ЩОДО ПРОВЕДЕННЯ ЛАБОРАТОРНОЇ РОБОТИ

Оскільки ця лабораторна робота є першим уроком самостійної роботи учнів із приладами, то особливе значення варто приділити, по-перше, правилам техніки безпеки роботи в кабінеті фізики й виконання цієї роботи; по-друге, правилам оформлення лабораторної роботи.

► **Вимірювання** — це експеримент, у результаті якого знаходять значення фізичної величини за допомогою спеціального вимірювального приладу.

*Що потрібно знати про вимірювальний прилад?*

- Назву приладу.
- Яку фізичну величину він вимірює й у яких одиницях.
- Ціну поділки шкали приладу.
- Межі вимірів приладу, тобто максимальне та мінімальне значення фізичної величини, які може вимірити цей прилад;

- Абсолютну похибку приладу — зазвичай це половина ціни поділки шкали.
- Тип шкали: рівномірна чи нерівномірна.
- Особливості певного приладу. Правила користування. Техніка безпеки.

► Щоб визначити ціну поділки  $C$  шкали приладу необхідно від значення верхньої межі вимірів (ВМ) відняти значення нижньої межі вимірів (НМ) і результат розділити на кількість поділок  $N$ :

$$C = \frac{ВМ-НМ}{N}$$

Учні повинні уважно ознайомитися із запропонованими їм вимірювальними приладами (лінійкою, термометром, мензуркою) і заповнити в зошиті для лабораторних робіт наведену нижче таблицю.

	Лінійка	Мензурка	Термометр
1. Вимірювана фізична величина			
2. Одиниця виміру			
3. Межі вимірів			
4. Ціна поділки шкали приладу			
5. Абсолютна похибка виміру			

Учням, які швидко впоралися з основним завданням, можна запропонувати ряд творчих завдань, наприклад:

1. Вимірте товщину аркуша вашого підручника фізики.
2. Візьміть коробку канцелярських кнопок. Вимірте за допомогою мензурки об'єм однієї кнопки.
3. Спробуйте за допомогою лінійки визначити середній діаметр однакових швацьких голок.
4. Визначте середній діаметр зернини пшона. Які прилади вам для цього будуть потрібні?
5. Визначте товщину монети за допомогою лінійки.

На розсуд учителя цю лабораторну роботу можна запропонувати учням виконати вдома. Учень повинен:

- перелічити вимірювальні прилади, які є в нього вдома;
- з'ясувати, для вимірювання яких величин їх призначено;
- визначити ціну поділки, межі вимірів цих приладів і зробити найпростіші вимірювання.

## Домашнє завдання

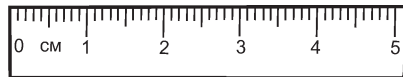
- П.: § 3.
- Зб.: р1) № 2.15; 2.16; 2.63; 2.64.  
р2) № 2.26; 2.67; 2.70; 2.73.  
р3) № 2.48; 2.49; 2.58; 2.77; 2.78.
- Д: розв'язати вдома самостійну роботу № 2.
- Підготуватися до лабораторної роботи № 3 «Вимірювання часу».

## ЗАДАЧІ ІЗ САМОСТІЙНОЇ РОБОТИ № 2

### Вимірювання фізичних величин

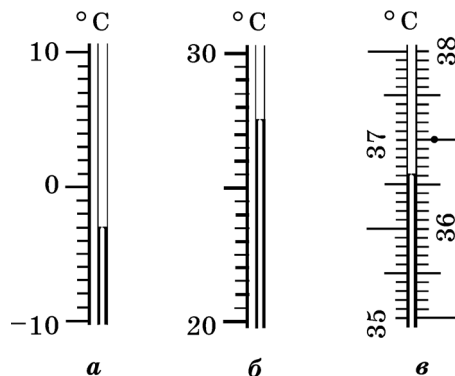
ПОЧАТКОВИЙ РІВЕНЬ \_\_\_\_\_

- Яке з наведених нижче слів стосується поняття «одиниця виміру фізичної величини»? Оберіть правильну відповідь.  
А. Швидкість автомобіля.  
Б. Лінійка.  
В. Кілограм.
- Яка ціна поділки лінійки, зображеної на рисунку? Оберіть правильну відповідь.  
А. 1 мм.  
Б. 1 см.  
В. 0,5 см.

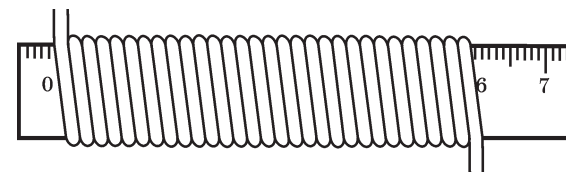


СЕРЕДНІЙ РІВЕНЬ \_\_\_\_\_

- Визначте ціну поділки шкали термометрів (див. рис. а, б, в) і температуру, що її показує кожний термометр.

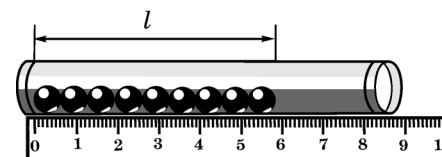


- Щоб визначити діаметр дроту, учень намотав 30 витків на лінійку так, як показано на рисунку. Визначте діаметр дроту.

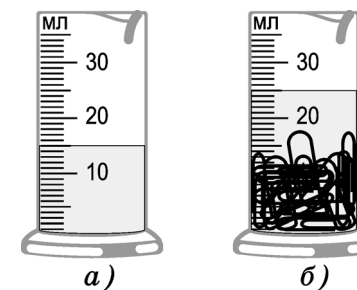


ДОСТАТНІЙ РІВЕНЬ \_\_\_\_\_

- Використовуючи рисунок, визначте об'єм однієї кульки. Вирізіть відповідь у кубічних міліметрах.



- Учень опустил у мензурку 100 канцелярських скріпок. Визначте об'єм однієї скріпки.



ВИСОКИЙ РІВЕНЬ \_\_\_\_\_

- Фундамент будинку складають з плит, кожна з яких завдовжки 1,2 м, завширшки 0,3 м і заввишки 0,5 м. Скільки плит треба покласти у фундамент будинку, якщо його площа дорівнює 120 м<sup>2</sup>?
- Кахельна плитка має форму квадрата зі стороною 15 см. Скільки плиток буде потрібно, щоб покрити кахлем стіну площею 5 м<sup>2</sup>?



## Лабораторна робота № 3

## «Вимірювання часу»

<b>Мета уроку:</b>	познайомити учнів із приладами, необхідними для вимірювання часу, і навчити їх вимірювати проміжки часу.
<b>Тип уроку:</b>	урок контролювання й оцінювання знань.
<b>Обладнання:</b>	метроном, пісковий годинник, секундомір, наручний годинник, будильник, тягарець і нитка для виготовлення маятника, штатив, лінійка.
<b>Перевірка знань:</b>	Під час виконання учнями лабораторної роботи вчитель фронтально перевіряє виконану вдома самостійну роботу № 2.

РЕКОМЕНДАЦІЇ ЩОДО ПРОВЕДЕННЯ  
ЛАБОРАТОРНОЇ РОБОТИ

У ході виконання роботи необхідно, насамперед, закріпити вміння учнів визначати ціну поділки вимірювальних приладів. Для вимірювання часу використовують явища й процеси, що повторюються через однакові проміжки часу. До найпростіших і старовинних вимірювачів часу належить пісковий годинник.

Прилад, призначений для відраховування на слух однакових невеликих інтервалів часу за гучними ударах маятника, називають метрономом. Метроном дає від 40 до 208 ударів за хвилину.

Спеціальні прилади для вимірювання інтервалів часу з великою точністю називають секундомірами.

У ході лабораторної роботи учень повинен вивчити дію піскового годинника і зрозуміти, чому його можна використовувати для вимірювання часу.

Визначаючи ціну поділки шкали секундоміра, наручного годинника і будильника, учні повинні звернути увагу на те, що кожен годинник має власну шкалу. Вони повинні визначити, у якого із цих приладів найменша й найбільша ціна поділки шкали. Який годинник є найточнішим — той, у якого ціна поділки шкали найбільша чи найменша?

Використовуючи штатив і тягарець з ниткою, учні виготовляють маятник, і вимірюють проміжок часу, протягом якого маятник зробить 20 повних коливань. Потім знаходять тривалість одного коливання.

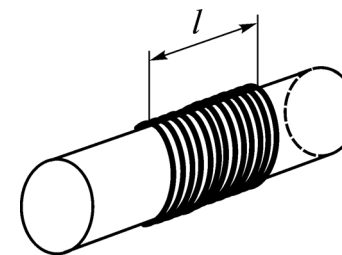
Насамкінець учні можуть визначити кількість ударів свого серця за хвилину, вимірити частоту пульсу (частотою пульсу називають кількість ударів за хвилину).

Наприкінці уроку можна залишити кілька хвилин для пояснення ходу виконання лабораторної роботи № 4 («Вимірювання лінійних розмірів тіл і площі поверхні»), яку доцільно задати додому.

Мета цієї роботи — навчити вимірювати лінійні розміри тіл і площу поверхні тіла.

Треба привернути увагу учнів на, так званий, метод рядів. Вимірити діаметр маленького тіла, наприклад горошини, дуже важко, але якщо укласти щільно в ряд 10–20 таких горошин, то довжина всього ланцюжка буде дорівнювати середньому діаметрові однієї горошини ( $d$ ), помноженому на кількість горошин ( $n$ ):  $l = d \cdot n$ . Тоді  $d = \frac{l}{n}$ .

Якщо необхідно визначити діаметр дроту або нитки, то її намотують на олівець або ручку (треба простежити, щоб при цьому діаметр олівця або ручки не змінювався). Розташовуємо виток до витка й вимірмо довжину ряду й кількість витків.



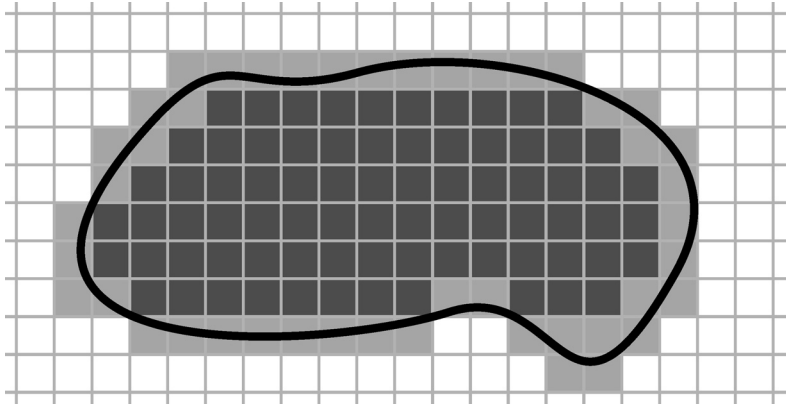
Діаметр дроту знаходимо за формулою:  $d = \frac{l}{N}$ , де  $N$  — кількість витків.

Щоб знайти площу, необхідно враховувати такі рекомендації: знайдіть площу  $S_k$  однієї клітинки в зошиті для лабораторних робіт. Покладіть долоню на аркуш зошита й обведіть її так, щоб вийшов замкнений контур.

Підрахуйте кількість клітинок  $N_1$ , розташованих повністю всередині контуру, і кількість клітинок  $N_2$ , які перетинає контур. Підрахуйте площу долоні за формулою:

$$S = (N_1 + N_2/2) \cdot S_k.$$

На рисунку наведено приклад: клітинки, зафарбовані темним, зараховують повністю, а світлим — наполовину.



### Домашнє завдання

1. Зб: р1) № 2.8; 2.13; 2.59; 2.60; 2.61.  
 р2) № 2.30; 2.31; 2.66; 2.75; 2.76.  
 р3) № 2.54; 2.55; 2.81; 2.82; 2.84.
2. Виконати вдома лабораторну роботу № 4 «Вимірювання лінійних розмірів тіл і площі поверхні».

## Урок 5/5.

### Навколишній світ, у якому ми живемо

<b>Мета уроку:</b>	познайомити учнів зі світом навколо нас. Дати уявлення про взаємодію й сили.
<b>Тип уроку:</b>	урок вивчення нового матеріалу.
<b>Демонстрації:</b>	1. Виникнення сили пружності під час деформування пружини. 2. Демонстрація сили тертя. 3. Демонстрація електричних і магнітних сил.
<b>План викладання нового матеріалу:</b>	1. Макросвіт, мегасвіт і мікросвіт. 2. Взаємодії в макросвіті. 3. Взаємодії в мегасвіті. 4. Взаємодії в мікросвіті.
<b>Перевірка знань:</b>	1. Чи є в школі такий навчальний предмет, вивчаючи який нема потреби вимірювати? 2. Чи є в світі професії, які взагалі не потребують нічого вимірювати за допомогою приладів і навіть визначати на око, без приладів?

### ВИКЛАДАННЯ НОВОГО МАТЕРІАЛУ

#### 1. Макросвіт, мегасвіт і мікросвіт.

Навчившись керувати фізичними явищами, людина стала «велетнем»: наприклад, створила двигуни, у мільйони разів могутніші, ніж людські руки, і об'єднала всіх людей Землі надійними системами зв'язку. Чудеса сучасної техніки з'явилися, насамперед, завдяки фізиці: без знання фізичних законів неможливо проектувати й використати машини, механізми, прилади, космічні апарати тощо.

Однак справа не тільки в «практичній» цінності фізики: знання фізики необхідно будь-якій культурній людині, щоб *розуміти навколишній світ*.

► Сукупність тіл, що оточують нас і які можна спостерігати неозброєним оком, називають *макросвітом*.

Це слово походить від грецького слова «макрос» — великий. І макросвіт насправді великий: від піщини<sup>1</sup> до Землі! Саме вивчаючи макросвіт, учені почали відкривати закони природи.

<sup>1</sup> Одна зернина, крупина піску.

► Світ космічних тіл називають *мегасвітом*.

Це слово походить від грецького слова «мега» — величезний. Перший крок у вивченні мегасвіту зробив Галілей. За допомогою створеного ним телескопа він відкрив, що в Юпітера, найбільшої планети Сонячної системи, є супутники.

Із часів Галілея телескопи стали значно досконалішими, завдяки чому астрономи відкрили безліч величезних зоряних систем, кожна з яких складається із сотень мільярдів зір!

► Світ частинок, з яких складається речовина, називають *мікросвітом*.

Це слово походить від грецького «мікрос» — малий.

У 17-му столітті винайшли *мікроскоп* — прилад для розглядання дуже малих предметів. І відразу з'ясувалося, що в «малому» учених чекають не менш зворушливі відкриття, ніж у «великому».

## 2. Взаємодії в макросвіті.

Дію тіл одне на одне називають взаємодією. Взаємодію тіл описують за допомогою сил. Коли тіла тиснуть одне на одне, між ними діють *сили пружності*. Їх зумовлює *деформація* тіл, тобто зміна їхньої форми.

Сила пружності є проявом сил електричної взаємодії між частинками речовини.

Між тілами, що дотикаються та рухаються одне відносно одного, а також коли одне тіло намагається зрушити відносно іншого, виникає взаємодія, яка перешкоджає їхньому відносному рухові, і яку називають тертям. А силу, що характеризує цю взаємодію, називають *силою тертя*.

Сили тертя, як і сили пружності, — прояв сил електричної взаємодії між частинками речовини.

Силу, з якої Земля притягує предмети, називають *силою тяжіння*. Це третя сила, що помітно проявляє себе в макросвіті.

*Електричні сили* діють між електрично зарядженими тілами й частинками. Набувати електричного заряду тіла можуть, наприклад, завдяки тертю: при цьому деяка кількість електронів переходить із одного тіла на інше. Тіло, що втратило електрони, набуває позитивного заряду, а тіло, на яке перейшли електрони, — негативний.

<sup>1</sup> На уроках фізики, математики, астрономії бажано термінологічно розрізняти такі поняття:

– *зоря* (мн. зорі, зір) — самосвітне небесне тіло, що являє собою скупчення розжарених газів;

– *зірка* — 1) геометрична фігура з гострокінцевими виступами по колу; предмет такої форми; 2) *перен.* дуже видатна, прославлена людина.

*Магнітні сили* діють, наприклад, між постійними магнітами. У будь-якого магніту є північний і південний полюси, названі так тому, що північний полюс вільно підвішеного магніту вказує на північ, а південний — на південь. Одноіменні (північний-північний або південний-південний) полюси магніту відштовхуються, а різноіменні (північний і південний) — притягаються.

Англійський учений Майкл Фарадей припустив, що електрична й магнітна взаємодії є проявами єдиної *електромагнітної* взаємодії, а його співвітчизник Клерк Джеймс Максвелл створив теорію електромагнітних взаємодій.

## 3. Взаємодії в мегасвіті.

Притягання існує не тільки між Землею й тілами, що перебувають на ній. Усі тіла притягаються одне до одного. Притягання всіх тіл Всесвіту одне до одного називають *всесвітнім тяжінням*.

Гравітаційні сили<sup>1</sup> — найважливіші сили в мегасвіті. Вони «керують» рухом планет, зір і навіть галактик, а також «запалюють» зорі, стискаючи величезні маси речовини.

## 4. Взаємодії в мікросвіті.

Речовина не розпадається на окремі частинки завдяки *електричній* взаємодії: притягання різноіменних зарядів утримує електрони поблизу атомних ядер, з'єднує атоми в молекули, а молекули — у речовину.

Якби з однієї столової ложки води можна було «перенести» в іншу столову ложку води тільки одну мільйонну частку електронів, то ці дві ложки води, перебуваючи на відстані одного метра, притягалися б із силою, що приблизно дорівнює вазі навантаженого товарного поїзда довжиною від Києва до Харкова! Ось які колосальні сили сховано під гладдю води в одній столовій ложці.

Але навіть ці сили дуже малі порівняно з *ядерними* силами, що втримують разом частинки, з яких складається атомне ядро. Ядерні сили більше від електричних приблизно в сто разів! Саме дія ядерних сил підтримує «горіння» зір, зокрема й нашого Сонця. Як свідчать спостереження й розрахунки, Сонце світить уже близько п'яти мільярдів років. І світитиме ще, принаймні, стільки ж!

<sup>1</sup> В українській фізичній літературі традиційно термінологічно розрізняють:

– *гравітаційні сили* (рос. *силы тяготения*), з якими всі тіла та частинки притягаються одне до одного;

– *силу тяжіння* (рос. *силу тяготения*), з якою Земля притягує тіло в результаті гравітаційної взаємодії.

## ЗАПИТАННЯ ДО УЧНІВ ПІД ЧАС ВИКЛАДАННЯ НОВОГО МАТЕРІАЛУ

1. Наведіть приклади тіл і явищ, які належать до макросвіту, мегасвіту й мікросвіту.
2. Які спостереження й досліди свідчать про існування сили пружності? Наведіть приклади.
3. Які спостереження й досліди свідчать про існування сили тертя? Наведіть приклади.
4. Чому тіла, кинуті горизонтально, падають на Землю?
5. Які електричні й магнітні явища вам відомі?

### У конспект учня

- Сукупність тіл, що оточують нас і які можна спостерігати неозброєним оком, називають *макросвітом*.
- Світ космічних тіл називають мегасвітом.
- Світ частинок, з яких складається речовина, називають мікросвітом.

### Домашнє завдання

1. П.: § 4.
2. Зб.: р1) № 3.2; 3.3; 3.7; 3.9; 3.13.  
р2) № 3.18; 3.19; 3.21; 3.28; 3.32.  
р3) № 3.33; 3.34; 3.37; 3.47; 3.48.
3. Підготуватися до лабораторної роботи № 5 «Вимірювання об'єму твердих тіл, рідин і газів».

## Урок 6/6.

## Лабораторна робота № 5

### «Вимірювання об'єму твердих тіл, рідин і газів»

Мета уроку:	навчити вимірювати об'єм твердих тіл правильної й неправильної форми, об'єм рідин і газів.
Тип уроку:	урок контролювання й оцінювання знань.
Обладнання:	лінійка, дерев'яний брусок, металева кулька, мензурка, посудина з водою, тіло неправильної форми, нитки, повітряна кулька, тонка скляна трубочка.

### РЕКОМЕНДАЦІЇ ЩОДО ПРОВЕДЕННЯ ЛАБОРАТОРНОЇ РОБОТИ

Об'єм тіла правильної форми, наприклад бруска, можна обчислити за формулою  $V = abc$ , де  $a$ ,  $b$  і  $c$  — довжина, ширина й висота бруска відповідно.

Об'єм тіла неправильної форми визначають за допомогою мензурки як різницю об'єму рідини із зануреним у неї тілом та об'єму рідини без тіла:  $V = V_2 - V_1$ .

Об'єм кульки можна визначити, скориставшись формулою

$$V = \frac{4}{3}\pi R^3,$$

де  $R$  — радіус кульки.

### Домашнє завдання

1. П.: § 4.
2. Зб.: р1) № 3.10; 3.12; 3.14; 3.15.  
р2) № 3.20; 3.25; 3.30; 3.31.  
р3) № 3.35; 3.36; 3.38; 3.41; 3.45.

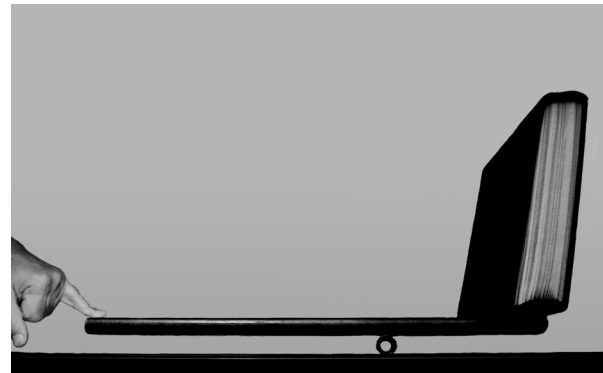
## Механічна робота й енергія

<b>Мета уроку:</b>	познайомити учнів з поняттям роботи й одиниці її виміру. З'ясувати фізичний зміст поняття енергії.
<b>Тип уроку:</b>	урок вивчення нового матеріалу.
<b>Демонстрації:</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>Отримання виграшу в силі за допомогою важеля.</li> <li>Зміна енергії тіла внаслідок виконання роботи.</li> <li>Потенціальна енергія піднятого над землею тіла й здеформованої пружини.</li> <li>Кінетична енергія кульки, що скочується по похилій площині з різної висоти.</li> <li>Перетворення енергії під час коливання маятника.</li> </ol>
<b>План викладання нового матеріалу:</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>«Золоте правило механіки».</li> <li>Механічна робота.</li> <li>Потужність.</li> <li>Енергія.</li> <li>Види енергії.</li> <li>Закон збереження енергії.</li> </ol>
<b>Перевірка знань:</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>Укажіть, до макросвіту, мікросвіту або мегасвіту належать:             <ol style="list-style-type: none"> <li>вишня;</li> <li>Земля;</li> <li>чоловік;</li> <li>Юпітер;</li> <li>атом;</li> <li>молекула?</li> </ol> </li> <li>Як ви вважаєте, коли вчені відкрили перші закони природи: вивчаючи макросвіт, мегасвіт чи мікросвіт?</li> <li>Чи може людина суттєво впливати на мегасвіт (космос)?</li> </ol>

## ВИКЛАДАННЯ НОВОГО МАТЕРІАЛУ

## 1. «Золоте правило механіки».

Використовуючи дослід з важелем (дощечкою, що спирається на опору), можна показати, що за допомогою важеля одержуємо значний виграш у силі (див. рисунок).



Однак виграш у силі завжди супроводжується програшем у переміщенні. Наприклад, якщо вантаж, прикріплений до короткого плеча важеля, піднімають, прикладаючи до довгого плеча важеля силу, що в 10 разів *менша* за вагу цього вантажу, то довге плече важеля треба опустити на відстань, що в 10 разів *більша* за висоту, на яку підніметься вантаж.

Цей і подібний досліди показують, що, використовуючи будь-які прості механізми, *ми виграємо в силі саме у стільки разів, у скільки програємо в переміщенні*.

Ця закономірність, винайдена ще стародавніми греками, виявилася настільки важливою, що згодом її назвали «золотим правилом механіки».

## 2. Механічна робота.

Із золотого правила механіки випливає, що, якщо не враховувати тертя, *добуток сили на переміщення* однаковий для кожної із сил, прикладених до плечей важеля. Тому ввели фізичну величину, яку назвали механічною роботою.

Якщо напрямок сили збігається з напрямком переміщення,

▶ механічна робота сили дорівнює добутку цієї сили на переміщення точки прикладання сили.

$$A = Fs,$$

де  $F$  — модуль сили, а  $s$  — модуль переміщення.

Одиницю роботи в SI назвали *джоуль* (Дж) на честь англійського фізика Джеймса Прескотта Джоуля.

▶ Один джоуль — це робота, яку виконує сила в 1 Н, переміщуючи тіло на 1 м у напрямку дії сили. Тому  $1 \text{ Дж} = 1 \text{ Н} \cdot 1 \text{ м}$ .



### 3. Потужність.

Ту саму роботу можна виконати за різні проміжки часу. Наприклад, можна підняти вантаж за хвилину, а можна підняти цей же вантаж протягом години.

▶ Потужність дорівнює відношенню виконаної роботи до проміжку часу, за який її було виконано.

$$N = \frac{A}{t}.$$

Одиницю потужності в SI назвали **ват** (Вт) на честь англійського винахідника Дж. Уатта (Ватта). Це потужність, за якої роботу в 1 Дж виконують за 1 с:

$$1 \text{ Вт} = 1 \text{ Дж/1 с}.$$

### 4. Енергія.

Робота пов'язана з *переміщенням*, тому її можна виконувати тільки за умови, що тіла *рухаються*. Якщо робота виконують під час руху тіл, що взаємодіють, змінюється їхнє взаємне положення. Крім того, унаслідок виконання роботи може змінюватися швидкість тіл.

Отже, *тіло виконує роботу тільки, якщо змінює свій механічний стан*: змінюється або взаємне положення тіл, або їхня швидкість, або й те, й друге одночасно.

*Приклади:*

1. Коли гиря в годинниках опускається, змінюється положення гирі відносно Землі.

2. Коли пружину деформують, змінюється взаємне положення частинок, що взаємодіють, з яких складається речовина пружини.

3. Під час гальмування автомобіля роботу виконує сила тертя. Швидкість при цьому зменшується.

Про тіла, унаслідок зміни стану яких може бути виконана робота, кажуть, що вони мають *енергію*.

▶ Фізичну величину, що характеризує здатність тіла виконувати роботу внаслідок зміни свого стану, називають *енергією*.

Мірою *зміни* енергії є виконана *робота*: коли тіло виконує роботу, його енергія зменшується на величину, що дорівнює виконаній роботі. Тому енергію вимірюють у тих самих одиницях, що й роботу: *одиницею енергії* в SI є **джоуль**.

▶ Якщо система виконує роботу в 1 Дж, енергія системи зменшується на 1 Дж.

### 5. Види енергії.

Робота може бути виконана внаслідок зміни взаємного положення тіл, що *взаємодіють*, а також внаслідок зміни *швидкостей* тіл. У обох випадках змінюється *механічна* енергія тіла або системи тіл.

▶ Частину механічної енергії, зумовлену взаємодією тіл, називають *потенціальною енергією*, а частину механічної енергії, зумовлену рухом тіл, — *кінетичною енергією*.

Наприклад, підняте тіло вкупі із Землею, що його притягує, утворюють систему тіл, яка має потенціальну енергію.

Як показують розрахунки, кінетичну енергію  $E_{\text{кін}}$  тіла масою  $m$ , що рухається зі швидкістю  $v$ , визначає формула  $E_{\text{кін}} = \frac{mv^2}{2}$ .

### 6. Закон збереження енергії.

У природі, техніці й побуті можна часто спостерігати перетворення одного виду механічної енергії в інший: потенціальної в кінетичну й кінетичної в потенціальну.

Наприклад, коли вода падає з греблі її потенціальна енергія перетворюється в кінетичну. У маятнику, що коливається, періодично ці види енергії переходять один в один.

Досліди показують, що, якщо можна знехтувати тертям, механічна енергія тіл, що взаємодіють, тобто сума їхньої потенціальної й кінетичної енергії, не змінюється.

Це — прояв закону збереження енергії, відкритого в 19-му столітті.

▶ У всіх процесах, що відбуваються в природі, сумарна енергія тіл, що взаємодіють, не змінюється.

Фізичний зміст закону збереження енергії полягає в тому, що *енергія є загальною мірою руху й взаємодії тіл і частинок*: вона ніколи не знижується й не з'являється, а лише перетворюється з одного виду в інший.

## ЗАПИТАННЯ ДО УЧНІВ ПІД ЧАС ВИКЛАДАННЯ НОВОГО МАТЕРІАЛУ

1. Які дві умови необхідні, щоб виконати механічну роботу?
2. Чи змінюється механічний стан тіла внаслідок виконання роботи?
3. Наведіть приклади, коли тіла мають потенціальну енергію.
4. Назвіть випадки, коли тіла мають кінетичну енергію.
5. М'яч кинули вертикально вгору. Які перетворення енергії відбуваються при цьому?

## Уконспект учня

- Механічна робота сили дорівнює добутку цієї сили на переміщення точки прикладання сили.

$$A = Fs.$$

- Потужність дорівнює відношенню виконаної роботи до часу, за яке її було виконано.

$$N = \frac{A}{t}.$$

- Фізичну величину, що характеризує здатність тіла виконувати роботу внаслідок зміни свого стану, називають енергією.
- Частину механічної енергії, зумовлену взаємодією тіл, називають потенціальною енергією, а частину механічної енергії, спричинену рухом тіл, — кінетичною енергією.
- У всіх процесах, що відбуваються в природі, сумарна енергія тіл, що взаємодіють не змінюється.

## Домашнє завдання

1. П.: § 5.

2. Зб.: р1) № 4.4; 4.6; 4.14; 4.15; 4.16.

р2) № 4.21; 4.24; 4.29; 4.32; 4.33.

р3) № 4.40; 4.42; 4.44; 4.49; 4.51.

## Урок 8/8.

# Як фізика змінює світ

<b>Мета уроку:</b>	показати учням як фізика вплинула на розвиток цивілізації; познайомити їх з новими джерелами енергії; привернути їхню увагу до проблем охорони довкілля
<b>Тип уроку:</b>	комбінований урок.
<b>План викладання нового матеріалу:</b>	1. Розв'язання задач. 2. Фізика — основа науково-технічного прогресу. 3. Нові джерела енергії й засоби зв'язку. 4. Охорона довкілля. 5. Видатні вчені — наші співвітчизники.
<b>Перевірка знань:</b>	1. По морю пливе корабель. Чи виконує при цьому роботу сила тяжіння? 2. Чи змінюється потенціальна енергія човна, що пливе за течією річки? 3. Опишіть якісно, як змінюються потенціальна й кінетична енергії літака, коли він піднімається в повітря та сідає на аеродром.

## ВИКЛАДАННЯ НОВОГО МАТЕРІАЛУ

### 1. Розв'язання задач.

Кращому засвоєнню й закріпленню понять механічна енергія, потужність, енергія сприяє розв'язання якісних і розрахункових задач. Тому частину уроку варто присвятити розв'язуванню задач.

#### а) Якісні задачі.

1. Чи може виконати роботу сила тертя спокою? Наведіть приклад, що підтверджує вашу відповідь.

**Розв'язання.** Візьміть у руки металевий стрижень<sup>1</sup>, охопивши його пальцями, і підніміть вертикально вгору. У цьому випадку роботу виконує сила тертя спокою, що діє на стрижень із боку руки.

<sup>1</sup> **Стрижень** (рос. *стержень*) — предмет видовженої форми, який є осью або опорною частиною чого-небудь.

2. Підвішене на пружині тіло перебуває в рівновазі. Чи виконує роботу сила пружності, що діє на тіло? Сила тяжіння?

*б) Розрахункові задачі.*

1. Під час великого навантаження на організм людини її серце скорочується до 150 разів за хвилину. За кожне скорочення серце виконує механічну роботу, що дорівнює 2 Дж. Визначте потужність, яку розвиває серце. (Відповідь: 5 Вт).
2. Скільки часу повинен працювати двигун потужністю 25 кВт, щоб підняти вантаж вагою 60 кН на висоту 40 м? (Відповідь: 96 с).

## **2. Фізика — основа науково-технічного прогресу.**

Фізика вплинула на розвиток цивілізації та перебіг світової історії більше, ніж будь-яка інша наука, оскільки фізика — основа науково-технічного прогресу.

Фізика стоїть біля джерел революційних перетворень у всіх галузях техніки. На основі її досягнень перебудовуються енергетика, зв'язок, транспорт, будівництво, промислове й сільськогосподарське виробництво.

Ми так звикли до численних застосувань фізичних відкриттів, що вже не помічаємо їх, хоча вони трапляються нам *щогодини* й *щохвилини* в буквальному значенні цих слів: адже історія годинників — це чудовий приклад застосування фізичних відкриттів!

Розповідь про історію створення годинників (від маятникових годинників до атомних) є яскравим прикладом розвитку науково-технічного прогресу.

## **3. Нові джерела енергії й засоби зв'язку.**

Електрика стала основою всієї сучасної техніки. Щоб виробляти й передавати електроенергію використовують відкриті Фарадеєм, Максвеллом та іншими вченими закони електрики й магнетизму.

Революцію в енергетиці викликало виникнення атомної енергетики. Запаси енергії, що їх містить атомне паливо, набагато перевершують запаси енергії у звичайному паливі. Термоядерні електростанції в майбутньому назавжди позбавлять людство турботи про джерела енергії.

У школі чи вдома ви користуєтеся сучасними засобами зв'язку, найулюбленішим з яких є, мабуть, мобільний телефон. Сьогодні з його допомогою майже з будь-якого міста й навіть селища можна миттєво встановити зв'язок з будь-яким містом світу!

Сучасні засоби зв'язку з'явилися завдяки фізичним відкриттям, багато з яких зроблено протягом останніх десятиліть.

Сучасний світ не міг би існувати без Інтернету — Всесвітньої мережі. Вочевидь, у найближчому майбутньому Інтернет стане основним засобом передавання інформації. Для роботи Інтернету використовують телефонні мережі й супутники зв'язку.

З кожним роком проміжок часу між відкриттям і його застосуванням скорочується, але відкриття колишніх століть справно «працюють» і сьогодні!

## **4. Охорона довкілля.**

Науково-технічний прогрес поліпшує життя, але за все доводиться платити — зокрема й за науково-технічний прогрес. На жаль, головні сучасні джерела енергії — електростанції й двигуни автомобілів — дуже забруднюють довкілля.

Захисту довкілля дуже сприяла б заміна звичайних автомобілів електромобілями, тому що теплові автомобільні двигуни надзвичайно сильно забруднюють атмосферу міст, особливо великих. Але для цього електромобілі потрібно суттєво вдосконалити.

У розвинених країнах, зокрема в Україні, учені й інженери активно шукають способи захисту довкілля.

## **5. Видатні вчені — наші співвітчизники.**

В історію фізики вписано імена людей великого розуму, таланта й працьовитості, якими пишається людство. Їхня праця — прекрасний приклад для нас.

Багато видатних фізиків і інженерів, які набули світової популярності, народилися в Україні, працювали й працюють тут і сьогодні.

Серед них Іван Павлович Пулюй (1845—1918), що народився на Тернопільщині. Він стояв біля витоків відкриття рентгенівських променів, працював над проблемами молекулярної фізики, досліджував властивості й природу катодних променів. За участі Пулюя було введено в дію першу в Європі електростанцію, що виробляла змінний струм.

Микола Олексійович Умов (1846-1915) народився в Симбірську. Під час роботи в Одесі він провів дослідження з поширення електромагнітної енергії, дослідження в галузі теорії коливань, електрики, оптики, земного магнетизму, молекулярної фізики.

Микола Дмитрович Пільчиков (1857-1908) народився в Полтаві, працював у Харківському й Одеському університетах. Він засновник теорії аномалій земного магнетизму, відкрив явище електронної фотографії, провів фундаментальні дослідження електричних явищ в атмосфері, власним коштом побудував першу в Україні радіостанцію.



Із учених, що принесли славу Україні у 20-му столітті, можна назвати: Євгена Оскаровича Патона (1870-1953), Ігоря Івановича Сікорського (1889-1972), Юрія Васильовича Кондратюка (1897-1942), Олександра Теодоровича Смакулу (1900-1983), Вадима Євгеновича Лашкарьова (1903-1974), Джорджа (Георгія Антоновича) Гамова (1904-1968), Сергія Павловича Корольова (1907-1966), Лева Давидовича Ландау (1908-1968), Бориса Євгеновича Патона (народився 1918 р.) і багатьох, багатьох інших.

Багато фізиків, відомих у всьому світі, працюють у нашій країні й сьогодні.

### ЗАПИТАННЯ ДО УЧНІВ ПІД ЧАС ВИКЛАДАННЯ НОВОГО МАТЕРІАЛУ

1. Чому фізика так істотно впливала й впливає на розвиток цивілізації?
2. Наведіть приклади застосування фізичних відкриттів у виробництві, побуті, на транспорті.
3. Які приклади застосування фізичних відкриттів упали вам в око саме сьогодні? У цю годину?
4. Які головні джерела забруднення довкілля? Які заходи вживають сьогодні для його захисту?

#### Домашнє завдання

1. П.: § 6, 7.
2. Зб.: р1) № 4.9; 4.17; 4.19; 4.55; 4.56.  
р2) № 4.23; 4.35; 4.36; 4.58; 4.59.  
р3) № 4.39; 4.47; 4.52; 4.60; 4.62.
3. Д.: Підготуватися до самостійної роботи № 3 «Робота й енергія».

### ЗАДАЧІ ІЗ САМОСТІЙНОЇ РОБОТИ № 3

#### Робота й енергія

ПОЧАТКОВИЙ РІВЕНЬ \_\_\_\_\_

1. У якому із зазначених випадків виконують механічну роботу? Оберіть правильну відповідь.

А. Вода тисне на стінку посудини.

Б. На столі лежить книжка.

В. Падає крапля дощу.

2. У якому із зазначених випадків не виконують механічну роботу? Оберіть правильну відповідь.

А. Яблуко відірвалося від гілки і падає на землю.

Б. Цеглина лежить на землі.

В. Хлопчик піднімається вгору сходами.

СЕРЕДНІЙ РІВЕНЬ \_\_\_\_\_

1. Яку роботу виконує двигун автомобіля на шляху 80 м, розвиваючи силу тяги 6,5 кН?

2. Яка сила виконала роботу 30 кДж на шляху 7,5 м?

ДОСТАТНІЙ РІВЕНЬ \_\_\_\_\_

1. а) Тіло кинули вертикально вгору. Чи виконує при цьому роботу сила тяжіння?

б) Автокран, піднімаючи вантаж вагою 15 кН, виконав роботу 22,5 кДж. На яку висоту при цьому піднято вантаж?

2. а) Хлопчик пройшов 5 м, а потім піднявся по канату на 5 м за такий самий час. Чи однаковою потужність він при цьому розвивав?

б) Визначте потужність машини, що піднімає молот вагою 1,5 кН на висоту 80 см за 2 с.

ВИСОКИЙ РІВЕНЬ \_\_\_\_\_

1. а) Кулька котиться по горизонтальній поверхні. Чи виконує при цьому роботу а) сила тяжіння? б) яка-небудь інша сила?

б) Чи має потенціальну енергію дерев'яний брусок, занурений у воду на деяку глибину?

2. а) Що відбувається зі швидкістю автомобіля, якщо сила тертя виконує роботу? Чому?

б) Автомобіль рухається рівномірно й прямолінійно по горизонтальній дорозі. На що витрачається енергія палива?

## Урок 9/9.

### Узагальнювальний урок теми

### «Починаймо вивчати фізику»

<b>Мета уроку:</b>	узагальнити вивчений матеріал.
<b>Тип уроку:</b>	урок закріплення знань.
<b>План проведення уроку:</b>	1. Розв'язання самостійної роботи. 2. Тренувальні тести.
<b>Перевірка знань:</b>	1. Самостійна робота № 3 «Робота й енергія».

#### РЕКОМЕНДАЦІЇ ЩОДО ПРОВЕДЕННЯ УРОКУ

На цьому уроці вчителю необхідно узагальнити вивчений матеріал теми «Починаймо вивчати фізику». Успішне вивчення цієї теми сприяє подальшому осмисленню учнями багатьох фізичних явищ, дозволяє підвести дітей до розуміння атомно-молекулярного вчення — основи сучасної фізики. Крім того, ця тема має велике виховне значення: у ній закладають перші уявлення про пізнанність явищ.

Як відомо, фізика — один з небагатьох «задачних» шкільних предметів: такими є ще тільки математика й хімія. І саме ці предмети, причому саме завдяки *задачам*, є зазвичай найважчими для учнів, причому фізика посідає, напевно, «почесне» перше місце.

Труднощі «задачних» предметів порівняно з «незадачними» (історія, географія, біологія тощо) спричинені тим, що в «незадачних» предметах перевірку знань зводять здебільшого до відповідей на «репродуктивні» запитання, тобто повторенню фрагментів підручника або конспекту. По суті, це перевірка пам'яті, а пам'ять у дітей гарна. А ось під час розв'язування задач (і *тільки під час розв'язування задач!*) перевіряють *розуміння й уміння*.

*Розуміння* під час вивчення фізики як шкільного предмета стосується переважно *самої фізики*: це розуміння фізичних закономірностей, взаємозв'язків між фізичними явищами тощо. Фор-

муванню розуміння найбільшою мірою сприяють не розрахункові задачі, а якісні задачі й усні або напівусні задачі-одноходовки.

Наприклад, «які перетворення енергії відбуваються під час руху каменю, кинутого вгору — без урахування опору повітря й з урахуванням опору повітря?». Такими задачами бажано завершувати викладання розділів теорії й навіть уключати їх у виклад. Учні добре сприймають подібні задачі, які можуть стати темою обговорення всього класу. І такі задачі дійсно дозволяють зрозуміти суть досліджуваних явищ і їхній взаємозв'язок.

Необхідно ретельно підбирати задачі і продумати методику роботи з ними. Особливу увагу варто приділити *розумінню* учнями всіх етапів роботи із задачами — тільки це може викликати в них зацікавленість до розв'язування задач, і, як наслідок, успіхи й перетворення «негативного іміджу» задач в «позитивний».

Бажано ставити задачі так, щоб правильність отриманих числових значень учень міг оцінити за допомогою здорового глузду й життєвого досвіду, а не тільки порівнюючи їх з «правильними» наприкінці підручника або задачника.

З першої вивченої теми в курсі фізики потрібно готувати учнів до тематичного оцінювання. Тематичне оцінювання учнів можна виконувати різними способами:

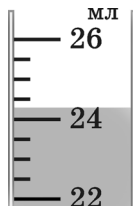
- 1) письмова контрольна робота;
- 2) усний фронтальний підсумковий залік;
- 3) письмовий тематичний залік;
- 4) тестування. Шаблон у контролі знань недопустимий. Потрібно не тільки перевіряти запам'ятовування, але й глибоке осмислення навчального матеріалу.

На даному уроці, узагальнюючи вивчений матеріал, можна запропонувати учням завдання у формі тестів. Розгляньмо кілька прикладів таких завдань.

#### ТРЕНУВАЛЬНІ ТЕСТИ

1. У науці твердження вважають правильним, якщо... Оберіть правильне продовження.
  - А. ...воно опубліковано в газетах.
  - Б. ...воно широко відомо.
  - В. ...його багаторазово перевіряли різні вчені.
  - Г. ...його висловлювали авторитетні люди.

2. Атом складається з ядра, оточеного електронами. Це твердження в рамках сучасної фізики є... Оберіть правильне продовження.
- А. ...теоретичним висновком.
  - Б. ...науковою моделлю.
  - В. ...науковим фактом.
  - Г. ...постулатом віри.
3. На рисунку показано мензурку з рідиною. Відзначте, які з наступних тверджень правильні, а які — неправильні.



- А. Ціна поділки шкали мензурки дорівнює 2 мл.
  - Б. Об'єм рідини в мензурці більше 25 мл.
  - В. Ціна поділки мензурки дорівнює 0,5 мл.
  - Г. Мензурка — прилад для вимірювання об'єму рідин і си-пучих тіл.
4. Хлопчик рівномірно підняв відро з водою на деяку висоту. Відзначте, які з наступних тверджень правильні, а які — неправильні.
- А. Виконана хлопчиком робота дорівнює добутку ваги відра з водою на підняту висоту.
  - Б. Що більше води налито в відро, то більше виконана хлопчиком робота.
  - В. Кінетична енергія відра внаслідок підняття збільшується.
  - Г. Потенціальна енергія відра внаслідок підняття зменшується.

### ТАБЛИЦЯ ВІДПОВІДЕЙ

1	2	3	4
А В В Г	А Б В Г	А В В Г	А Б В Г

Щоб під час розв'язання тестів можна було б побачити думку кожного учня, учитель пропонує відповісти на задане запитання *всіх* одночасно. Ті, хто вважають, що дане твердження правильне, піднімають вгору палець, а ті, хто вважає, що неправильне — кулачок.

Наприкінці уроку можна розв'язати кілька задач узагальнювального характеру. При цьому необхідно, щоб відповідали не один-два учні, а працював весь клас, щоб на уроці була атмосфера творчості, суперечки, дискусії.

Як приклад розгляньмо дві задачі.

1. Використовуючи рисунок, розкажіть, які сучасні джерела енергії ви знаєте? У чому їхні переваги й недоліки?



2. Використовуючи рисунок, розкажіть про сучасні засоби зв'язку. Які фізичні відкриття в них використано?



### *Домашнє завдання*

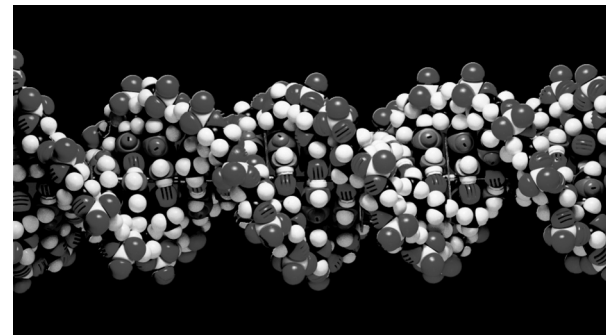
1. П.: § 4, 6, 7.
2. Зб.: р1) № 4.5; 4.7; 4.8; 4.10.  
р2) № 4.22; 4.28; 4.30; 4.31.  
р3) № 4.48; 4.53; 4.61; 4.63.

## 2 БУДОВА РЕЧОВИНИ

*Атоми й молекули*

*Три стани речовини*

*Густина*



# 2 БУДОВА РЕЧОВИНИ

(7 годин)

## ОРІЄНТОВНИЙ РОЗПОДІЛ НАВЧАЛЬНОГО МАТЕРІАЛУ ПО УРОКАХ

Дата	№ уроку	Тема уроку	Види роботи на уроці, хвилини						Домашнє завдання
			Вивчення теоретичного матеріалу	Демонстрації	Розв'язання задач учителем	Закріплення вивченого матеріалу	Контроль знань	Творча робота з учнями	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	1	Атоми й молекули	28	10	—	5	—	2	1. П.: § 8, 9. 2. Зб.: p1) 5.7, 5.8, 5.9, 5.10, 5.11. p2) 5.13, 5.14, 5.16, 5.17, 5.19. p3) 5.24, 5.26, 5.27, 5.28, 5.29.
	2	Лабораторна робота № 6	5	—	—	—	35	5	1. П.: § 8, 9. 2. Зб.: p1) 5.3, 5.4, 5.5, 5.6. p2) 5.15, 5.18, 5.20, 5.35. p3) 5.25, 5.30, 5.31, 5.36.
	3	Агрегатні стани речовини	30	6	—	2	5	2	1. П.: § 10, 11 (п. 1, 2), 12. 2. Зб.: p1) 6.1, 6.6, 6.7, 6.8. p2) 6.13, 6.14, 6.18, 6.20. p3) 6.21, 6.22, 6.23, 6.26, 6.30. 3. Д.: с/р № 4.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	4	Густина речовини	20	5	6	2	12	—	1. П.: § 3 (п. 1), 11 (п. 3). 2. Зб.: p1) 7.4, 7.5, 7.10, 7.11. p2) 7.19, 7.20, 7.21, 7.30. p3) 7.37, 7.39, 7.43, 7.47, 7.48.
	5	Лабораторна робота № 7 Лабораторна робота № 8	—	—	—	—	40	5	1. П.: § 11 (п. 3) 2. Зб.: p1) 7.7, 7.16, 7.17, 7.18. p2) 7.24, 7.26, 7.34, 7.35, 7.36. p3) 7.44, 7.46, 7.49, 7.51, 7.53. 3. Д.: с/р № 5.
	6	Розв'язання задач	—	—	20	5	15	5	1. П.: § 10, 11, 12. 2. Зб.: p1) 7.6, 7.8, 7.9, 7.55, 7.57. p2) 7.27, 7.28, 7.61, 7.63, 7.64. p3) 7.52, 7.54, 7.71, 7.74, 7.76.
	7	Узагальнювальний урок	—	—	10	5	25	5	1. П.: § 10, 11, 12. 2. Зб.: p1) 7.15, 7.58, 7.59, 7.60. p2) 7.33, 7.65, 7.67, 7.68. p3) 7.38, 7.69, 7.72, 7.75.



## Атоми й молекули

<b>Мета уроку:</b>	дати учнем початкові уявлення про будову речовини. Пояснити явище дифузії.
<b>Тип уроку:</b>	урок вивчення нового матеріалу.
<b>Демонстрації:</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Розчинення кухонної солі у воді.</li> <li>2. Змішування води й спирту.</li> <li>3. Розширювання тіл під час нагрівання.</li> <li>4. Стискання газу.</li> <li>5. Моделі молекул речовини.</li> <li>6. Модель хаотичного руху молекул.</li> <li>7. Фрагмент відеофільму «Дифузія».</li> <li>8. Стискання і розпрямлення пружного тіла.</li> </ol>
<b>План викладання нового матеріалу:</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Атоми.</li> <li>2. Молекули.</li> <li>3. Розміри атомів і молекул.</li> <li>4. Рух молекул.</li> <li>5. Дифузія.</li> <li>6. Взаємодія молекул.</li> </ol>

## ВИКЛАДАННЯ НОВОГО МАТЕРІАЛУ

## 1. Атоми.

Напевно, не один раз всі ми замислювалися над питанням: із чого складаються тіла навколо нас? Чому одні речовини можна спостерігати в природі в газоподібному стані, а інші — у рідинному або твердому? Чому та сама речовина — вода за однієї і тієї самої температури 0 °С може бути як у твердому стані, так і рідиною або газом?

Ми вже знаємо, що тіла складаються з *речовини*. А питання про *будову речовини* цікавило учених ще з далекої давнини. Багато вчених висували різні *гіпотези* щодо будови речовин. Найцікавіша з них належить давньогрецькому вченому Демокриту, що жив в 5-му столітті до нашої ери. Він писав: «Лише в уяві існує колір, солодке, гірке. Насправді ж існують лише атоми та порожнеча».

Демокрит уважав, що «відмінність усіх предметів залежать від відмінностей їхніх атомів у кількості, розмірі, формі й порядку».

Але тільки через дві з половиною тисячі років, в 19-му столітті, учені отримали перші дослідні підтвердження атомної будови речовини.

На уроці можна продемонструвати дослід з розчиненням кухонної солі у воді. Після цього в склянку потрібно насипати спочатку горох, а потім манну крупу (манку). Коли вміст склянки струшують, крупини<sup>1</sup> манки розташовується в проміжках між горошинами, і рівень «суміші» знижується. Порівняння обох дослідів дозволяє зробити висновок про те, що між частинками речовини є проміжки.

А в 20-му столітті наука досягло рівня, коли вчені змогли *побачити* атоми за допомогою спеціального мікроскопа.

Отже, у численних дослідах було встановлено, що всі тіла навколо нас складаються з атомів.

► **Атом** — найменша частинка речовини, неподільна у хімічних реакціях.

Ученим відомо сьогодні понад 100 різних типів атомів. Маса всіх атомів приблизно кратні масі найлегшого атома — атома Гідрогену<sup>2</sup>. Наприклад, маса наступного за масою атома — атома Гелію приблизно в 4 рази більше за масу атома Гідрогену, а маса атома Карбону приблизно в 12 разів більша, ніж маса атома Гідрогену.

## 2. Молекули.

На досить малих відстанях атоми притягаються один до одного, завдяки чому в більшості речовин атоми *об'єднуються в молекули*.

► **Молекула** — найменша частинка речовини, що зберігає її основні хімічні властивості.

Наприклад, кожна молекула кисню<sup>3</sup> й водню складаються із двох однакових атомів, а молекула води складається з одного атома Оксигену й двох атомів Гідрогену.

*Властивості* речовини визначає тип її *молекул*, тому саме молекула є найдрібнішою частинкою певної речовини.

<sup>1</sup> Окреме зернятко крупів

<sup>2</sup> Треба привернути увагу учнів, що в хімії, по-перше, назви атомів (хімічних елементів) треба писати з великої літери, а відповідних речовин — з малої (тобто атом Вольфраму, а метал — вольфрам), а, по-друге, для назв усіх атомів (хімічних елементів) уживають міжнародні назви, зокрема й для тих, які мали традиційні українські, наприклад: Гідроген раніше називали воднем, Нітроген — азотом, Карбон — вуглецем, Оксиген — киснем, Ферум — залізом, Аурум — золотом.

<sup>3</sup> Для назв деяких речовин, молекули яких містять атоми лише одного типу, у хімії збережено традиційні українські назви, зокрема азот, водень, вуглець, кисень, залізо, золото. І відповідно саме такі назви треба вживати для назв молекул цих речовин.

Так, вода складається з молекул, до складу яких уходять атоми Гідрогену й Оксигену, але вода за кімнатної температури є рідиною, а водень і кисень — газами.

Кількість різних типів молекул величезна: ученим сьогодні відомо кілька *мільйонів* типів молекул. І кожен тип молекул відповідає певній речовині зі своїми властивостями.

### 3. Розміри атомів і молекул.

Капнемо на поверхню води маленьку краплю оливкової олії. Олія розтечеться по поверхні води дуже тонким шаром. Однак товщина олійної плівки не може бути менша за розмір молекули олії. Це й визначає максимальну площу плівки. Так, досліди показують, що крапелька оливкової олії об'ємом  $1 \text{ мм}^3$  розтікається по площі не більше  $1 \text{ м}^2$ .

Знаючи об'єм крапельки й площу олійної плівки, можна оцінити довжину молекули олії: товщина плівки, дорівнює приблизно довжині молекули олії і становить близько  $1 \text{ нм}$ .

Найменша молекула — одноатомна молекула гелію (близько  $0,2 \text{ нм}$ ). Розмір молекули води, що складається із двох атомів Гідрогену й одного атома Оксигену, трохи більший: близько  $0,3 \text{ нм}$ .

Отже, характерною довжиною у світі атомів і молекул є  $0,1 \text{ нм}$ .

### 4. Рух молекул.

Молекули перебувають у безперервному русі. Про це свідчать багато фактів (поширення запаху в повітрі, розчинення цукру або кухонної солі у воді). До експериментальних доказів того, що молекули хаотично рухаються, належить явище, яке першим спостерігав 1827 року англійський ботанік Роберт Броун, розглядаючи в мікроскоп змулені у воді крихітні частинки пилку рослин. Він виявив, що частинки пилку перебувають в «вічному танці», безперестанно хаотично рухаючись.

Броунівський рух є дослідним підтвердженням молекулярної будови речовини й руху молекул.

Броунівський рух відіграє роль «містка» між *макросвітом* — світом безпосередньо спостережуваних тіл, і *мікросвітом* — світом молекул і атомів.

Швидкості молекул учені обчислили теоретично наприкінці 19-го століття. Результат виявився несподіваним: відповідно до розрахунків, у повітрі навколо нас молекули рухаються зі швидкостями артилерійських снарядів — сотні метрів за секунду!

Хаотичний рух молекул назвали *тепловим рухом*, оскільки відповідно до розрахунків, підтверджених дослідами, з підвищенням температури швидкість хаотичного руху молекул *збільшується*.

### 5. Дифузія.

Капнімо парфуми в одному кінці кімнати. Через якийсь час запах парфумів пошириться по всій кімнаті. Це означає, що молекули ароматичних речовин, що входять до складу парфумів, «розлетілися» по всій кімнаті, тобто відбулося проникнення молекул однієї речовини (парфумів) в іншу (у повітря).

► *Дифузією* називають взаємне проникнення частинок однієї речовини в іншу, зумовлене рухом молекул.

Дифузія відбувається також у рідинах і навіть у твердих тілах. Дифузія в рідинах відбувається значно повільніше, ніж у газах, а у твердих тілах ще повільніше, ніж у рідинах.

Необхідно відзначити, що явище дифузії має велике значення в природі. Так, наприклад, завдяки дифузії підтримується однорідний склад атмосферного повітря поблизу поверхні Землі. Дифузія речовин різних солей у ґрунті сприяє нормальному живленню рослин тощо.

### 6. Взаємодія молекул.

Про взаємодію молекул свідчить уже саме існування рідин і твердих тіл. Якби молекули не *притягалися* одна до одної, рідини й тверді тіла розпалися б на окремі молекули, перетворившись у гази: газоподібний стан речовини саме й відповідає слабкій взаємодії молекул.

Якщо б взаємодія молекул мала тільки характер притягання, не можна було б пояснити, чому рідини й тверді тіла практично нестигливі, тобто чинять великий опір зменшенню їхнього об'єму.

Цю їхню властивість пояснюють *відштовхуванням* молекул.

Щоб отримати уявлення про величину сил притягання між молекулами, спробуйте розірвати руками сталевий дріт або капронову нитку перерізом  $1 \text{ мм}^2$ .

## ЗАПИТАННЯ ДО УЧНІВ ПІД ЧАС ВИКЛАДАННЯ НОВОГО МАТЕРІАЛУ

1. Які вам відомі дослідні підтвердження того, що речовина складається з окремих частинок?
2. Чи однакові атоми в різних хімічних елементів? Чим вони відрізняються один від одного?
3. Чим відрізняється молекули від атомів?
4. Чи могла б відбуватися дифузія, якщо молекули були б нерухомі, і між ними не було б проміжків?

5. Від чого залежить швидкість дифузії?
6. Чому гази можна легко стиснути, а тверді тіла й рідини практично не стисливі?

### У конспект учня

- Атом — найменша частинка речовини, неподільна у хімічних реакціях.
- Молекула — найменша частинка речовини, що зберігає її основні хімічні властивості.
- Дифузією називають зумовлене рухом молекул взаємне проникнення частинок однієї речовини в іншу.

### Домашнє завдання

1. П.: § 8, 9.
2. Зб.: р1) № 5.7; 5.8; 5.9; 5.10, 5.11.  
р2) № 5.13; 5.14; 5.16; 5.17, 5.19.  
р3) № 5.24; 5.26; 5.27; 5.28; 5.29.
3. Підготуватися до лабораторної роботи № 6 «Дослідження явища дифузії в рідинах і газах».

## Урок 2/11.

### Лабораторна робота № 6

#### «Дослідження явища дифузії в рідинах і газах»

<b>Мета уроку:</b>	експериментально дослідити явище дифузії.
<b>Тип уроку:</b>	урок контролювання й оцінювання знань.
<b>Обладнання:</b>	пахуча речовина (наприклад, одеколон або нашатирний спирт), посудина з водою, барвник (наприклад, чорнило), мензурка.

#### РЕКОМЕНДАЦІЇ ЩОДО ПРОВЕДЕННЯ ЛАБОРАТОРНОЇ РОБОТИ

Необхідно привернути увагу учнів, що явище дифузії відбувається без втручання ззовні, завдяки рухові самих молекул, тобто її можна пояснити тільки тим, що молекули безперервно й хаотично рухаються й зіштовхуються.

Різницю швидкостей протікання дифузії рідин і газів пояснюють тим, що в газах проміжки між молекулами більші, ніж у рідинах. Щоб продемонструвати дифузію у твердих тілах можна за кілька днів до лабораторної роботи підготувати таку демонстрацію. У широку посудину залити шар розплавленого парафіну завтовшки 5-6 мм і кинути в центр посудини на шар парафіну кілька кристаликів перманганату калію. Після того, як парафін охолоне, його потрібно акуратно виїняти з посудини. За цей час у парафіні навколо кристаликів утвориться бура пляма.

На вчительському столі потрібно розлити яку-небудь пахучу речовину й засікти час, через який запах будуть відчувати учні на першій парті, на третьої, наприкінці класу.

Можна капнути декілька крапель чорнила в посудину з водою й спостерігати за межею поділу рідин. Що відбудеться, якщо перемішати вміст посудини за допомогою скляної палички?

Учитель може запропонувати учням спостерігати залежність швидкості дифузії від температури.



Як додаткове завдання можна запропонувати учням провести такі досліди (у класі чи вдома):

1. У пробірку з водою насипте суміш дрібного й крупного піску й збовтайте. З'ясуєте, які крупинки осядуть на дно швидше. Виконавши дослід, поясніть його.
2. Візьміть сиру картоплину й розріжте її навпіл. У центр зрізу помістіть крупинку марганцівки<sup>1</sup> й з'єднайте обидві половинки. Через якийсь час роз'єднайте їх. Назвіть спостережуване явище й поясніть його.

### Домашнє завдання

1. П.: § 8, 9.

2. Зб.: р1) № 5.3; 5.4; 5.5; 5.6.

р2) № 5.15; 5.18; 5.20; 5.35.

р3) № 5.25; 5.30; 5.31; 5.36.

<sup>1</sup> Традиційна назва перманганату калію.

## Урок 3/12.

### Агрегатні стани речовини

<b>Мета уроку:</b>	пояснити фізичні властивості речовини в різних агрегатних станах, застосовуючи основні положення молекулярно-кінетичної теорії.
<b>Тип уроку:</b>	урок вивчення нового матеріалу.
<b>Демонстрації:</b>	1. Властивість газу займати весь наданий йому об'єм. 2. Незмінність об'єму води в результаті переливання. 3. Випаровування і конденсація води. 4. Збереження форми твердого тіла. 5. Моделі кристалічної ґратки.
<b>План викладання нового матеріалу:</b>	1. Основні положення молекулярно-кінетичної теорії. 2. Властивості газів. 3. Властивості рідин. 4. Властивості твердих тіл. 5. Кристали й аморфні тіла.
<b>Перевірка знань:</b>	1. Чи будуть поширюватися запахи в герметично закритому приміщенні, де зовсім немає протягів? 2. Де краще зберігати гумову кульку, наповнену воднем: у холодному чи теплом приміщенні? 3. Чому краплі дощу висять на гілках дерев і якийсь час не падають униз?

### ВИКЛАДАННЯ НОВОГО МАТЕРІАЛУ

#### 1. Основні положення молекулярно-кінетичної теорії.

На попередніх уроках і, виконуючи лабораторні роботи, ми провели цілий ряд дослідів і спостережень, на підставі яких можемо зробити такі висновки:

- ▶ 1) усі речовини складаються із дрібніших частинок — атомів і молекул;
- ▶ 2) частинки речовини перебувають у безперестанному хаотичному русі;
- ▶ 3) частинки речовини взаємодіють одна з одною.

Ці положення лежать в основі *молекулярно-кінетичної теорії* — сучасного вчення про будову речовини.

## 2. Властивості газів.

Найнаочнішим прикладом газу є повітря навколо нас. Ми живемо «на дні» величезного повітряного океану, глибина якого становить десятки кілометрів. Повітря здається нам дуже легким. Але й воно має вагу, причому чималу: на кожний квадратний сантиметр поверхні Землі атмосферне повітря тисне із силою, що дорівнює вазі кілограмової гирі.

Зі спостережень і дослідів ми може помітити відмінну рису повітря (як і всіх газів):

▶ газ займає весь наданий йому об'єм.

Саме тому, наприклад, під час надування м'яч або повітряна куля, коли їх надувають, наповнюються повітрям рівномірно по всьому об'єму.

Продовжуючи спостереження за повітрям навколо нас, ми зможемо зробити висновок, що

▶ гази легкостисливі й, нагріваючись, розширюються.

Стисливість газів пояснюють тим, що молекули в газах розташовані не «впритул». Наприклад, відстані між молекулами в повітрі навколо нас приблизно в 10 разів більші за розміри молекул.

Перебуваючи «далеко» одна від одної, молекули газів практично не взаємодіють одна з одною.

Унаслідок зіткнень рух молекул газу носить повністю хаотичний характер — тому газ і заповнює весь наданий йому об'єм.

## 3. Властивості рідин.

Найпоширеніша на Землі рідина — вода, яка має деякі виняткові властивості.

Налийте воду в будь-яку посудину — вона «слухняно» прийме форму цієї посудини.

Цей дослід показує, що

▶ рідина набуває форми посудини, у якій вона перебуває.

Відбувається це тому, що рідина має *плинність*, тобто дуже легко змінює свою форму під дією зовнішніх сил. На рідину в посудині діє сила тяжіння й тиснуть стінки посудини — ось чому рідина й набуває форми посудини.

Легко змінюючи свою форму, рідину в той же час чинить значний опір стисканню, тобто зменшенню об'єму. Досліди показують, що рідини мають малу стисливість.

Об'єм рідини важко не тільки зменшити — його так само важко й збільшити. Інакше кажучи,

▶ рідина зберігає свій об'єм (за сталої температури).

Тому на відміну від газу рідина не обов'язково займає *весь* об'єм посудини: наприклад, воду в склянку можна налити до половини (а от наповнити склянку газом «до половини» неможливо).

На межі з повітрям рідина утворює *вільну поверхню*.

Молекули рідини рухаються хаотично, однак їхній рух молекул значно обмежують молекули-«сусіди». Тому рух молекул рідини нагадує рух людей у юрбі: молекули «штовхаються», час від часу міняючись місцями одна з одною. Як ви пам'ятаєте, саме через це дифузія в рідинах відбувається набагато повільніше, ніж у газах.

▶ Молекули в рідині розташовані впритул одна до одної, але в цьому розташуванні немає певного порядку.

## 4. Властивості твердих тіл.

Спостереження показують, що

▶ тверді тіла зберігають об'єм і форму.

Тверді тіла сильно відрізняються своїми властивостями.

По-перше, вони відрізняються одне від одного *твердістю*.

По-друге, тверді тіла відрізняються одне від одного *крихкістю*.

Так, скляна посудина — *крихке* тіло: від удару вона руйнується. А свинцевий брусок — *пластичне* тіло: унаслідок удару він лише змінює форму.

Тверді тіла, нагріваючись, *розширюються*.

## 5. Кристали й аморфні тіла.

Є два типи твердих тіл — *кристалічні* й *аморфні*.

Розглядаючи через збільшувальне скло кристалики солі або цукру, можна помітити, що вони мають рівні, начебто спеціально зрізані, грані.

Дуже красиві грані мають сніжинки: вони являють собою кристалики льоду. Але як би не були різноманітні сніжинки, в основі їхнього візерунка завжди лежить правильний шестикутник!

Правильна форма кристалів зумовлена тим, що

▶ атоми або молекули в кристалах розташовані впорядковано, утворюючи *кристалічні ґратки*.

Аморфні тіла ми також бачимо щодня: наприклад, аморфними тілами є скляні предмети.

Аморфні тіла, подібно рідинам, плинні. Але їхня плинність значно менша, ніж рідин. Плинність аморфних тіл зростає з підвищенням температури, завдяки чому, наприклад, із краплі нагрітого скла можна «видувати» скляні посудини, подібно тому як видувають мильні бульбашки.

Плинність аморфних тіл зумовлює те, що

▶ в аморфних тілах немає кристалічних ґраток.

Відмінності між агрегатними станами дозволять надалі *пояснити* багато досліджуваних явищ. Важливо підкреслити, що самі молекули *не змінюються*, коли речовина переходить з одного агрегатного стану в інший.

### ЗАПИТАННЯ ДО УЧНІВ ПІД ЧАС ВИКЛАДАННЯ НОВОГО МАТЕРІАЛУ

1. Вода випарувалася й перетворилася в пару. Чи змінилися при цьому власне молекули води? Як змінилося їхнє розташування й рух?
2. Чи правильно твердження, що вода за кімнатної температури завжди перебуває в рідкому стані?
3. Чи може залізо перебувати в газоподібному стані?
4. Чи є відмінність між молекулами льоду, води й водяної пари?
5. Як розташовуються молекули в газах, рідинах і твердих тілах?

#### Уконспект учня

- Властивості газів:
  - гази не зберігають ані форму, ані об'єм, вони легкостисливі.
  - характер руху молекул газів — хаотичний рух.
- Властивості рідин:
  - рідини зберігають об'єм, але не зберігають форму.
  - основна властивість — плинність.
  - характер руху молекул рідини: молекули коливаються навколо положення рівноваги й перескакують в інші позиції.
- Властивості твердих тіл:
  - зберігають форму й об'єм.
  - характер руху частинок твердих тіл — коливання атомів або молекул біля положення рівноваги.

### Домашнє завдання

1. П.: § 10, 11 (п. 1, 2), 12.
2. Зб.: р1) № 6.1; 6.6; 6.7; 6.8; 6.10.  
р2) № 6.13; 6.14; 6.18; 6.19; 6.20.  
р3) № 6.21; 6.22; 6.23; 6.26; 6.30.
3. Д.: Підготуватися до самостійної роботи № 4 «Три стани речовини».

### ЗАДАЧІ ІЗ САМОСТІЙНОЇ РОБОТИ № 4

#### Три стани речовини

ПОЧАТКОВИЙ РІВЕНЬ \_\_\_\_\_

1. Вода в чайнику закипіла. Оберіть правильне твердження.
  - А. Чайник, вода й водяна пара складаються з однакових молекул.
  - Б. Вода й водяна пара складаються з однакових молекул.
  - В. Молекули води й пари відрізняються.
2. Який висновок про будову речовини можна зробити з існування явища дифузії? Оберіть правильне твердження.
  - А. Молекули всіх речовин однакові.
  - Б. Між молекулами існують сили відштовхування.
  - В. Молекули всіх речовин постійно рухаються.

СЕРЕДНІЙ РІВЕНЬ \_\_\_\_\_

1. а) Як можна пояснити поширення запахів бензину, диму, нафталіну, парфумів та інших пахучих речовин у повітрі?  
б) Чому всі тіла здаються нам суцільними?
2. а) Чому не рекомендують наливати молоко, бензин та інші рідини в цистерну до краю?  
б) Чому тканина, пофарбовану недоброякісною фарбою, не можна в мокрому стані тримати разом зі світлою білизною?

## ДОСТАТНІЙ РІВЕНЬ \_\_\_\_\_

- а) Чому не можна стверджувати, що об'єм повітря в кімнаті дорівнює сумі об'ємів молекул, які входять до складу повітря?

б) Чому для зварювання металів необхідна дуже висока температура?
- а) Греблі водоймища будують із найщільнішого монолітного бетону. Однак за великого напора вода просочується (профільтровується) крізь греблю. Як можна пояснити спостережуване явище?

б) Яке значення має дифузія для процесів дихання людини й тварин?

## ВИСОКИЙ РІВЕНЬ \_\_\_\_\_

- а) Чому дитяча гумова кулька, наповнена теплим повітрям, через кілька годин уже не піднімається вгору?

б) Чому не можна з'єднати дві дерев'яні лінійки в одну, щільно притиснувши їх одну до одної?

в) Чому, згинаючи прутик паяльного олова, чути характерний тріск?
- а) Уявіть собі, що у вас є дві посудини: один із прозорою рідиною, друга з безбарвним газом. Чи зможете ви, дивлячись на них, визначити, у якій посудині перебуває рідина? Як?

б) Чи може мідь бути рідиною, а ртуть твердою? За яких умов?

в) Чим відрізнявся б рух певної молекули в повітрі від її руху у вакуумі?

## Урок 4/13.

### Густина речовини

<b>Ціль уроку:</b>	дати поняття про густину речовини як про фізичну величину.
<b>Тип уроку:</b>	комбінований урок.
<b>Демонстрації:</b>	1. Порівняння мас різних тіл, що мають однаковий об'єм. 2. Порівняння об'ємів різних тіл, що мають однакової маси. 3. Таблиці «Густини твердих тіл, рідин і газів».
<b>План викладання нового матеріалу:</b>	1. Маса тіла. Одиниці маси. 2. Вимірювання маси тіл. 3. Густина речовини. 4. Одиниці густини.
<b>Перевірка знань:</b>	1. Самостійна робота № 4 «Три стани речовини».

### ВИКЛАДАННЯ НОВОГО МАТЕРІАЛУ

#### 1. Маса тіла. Одиниці маси.

Кожне фізичне тіло має певну масу. Маси двох тіл можна порівняти, виміривши, як змінюються швидкості цих тіл внаслідок їхньої взаємодії: швидкість тіла більшої маси змінюється менше, ніж швидкість тіла меншої маси.

Одиницею маси в SI є 1 кілограм (кг). Це приблизно маса одного літра води. Міжнародний еталон кілограма являє собою металевий циліндр зі спеціального сплаву.

На практиці використовують також інші одиниці маси, наприклад, грам, міліграм, тонна.

#### 2. Вимірювання маси тіл.

Для вимірювання маси застосовують ваги. Конструкції ваг дуже різноманітні. Найпростіші ваги — терези являють собою коромис-

ло, до кінців якого прикріплені шальки. Якщо на одній шальці терезів лежить тіло невідомої маси, а на іншу шальку поклали гирьки, на яких зазначена їхня маса, то, домігшись горизонтального положення коромисла, ми можемо сказати, що маса тіла дорівнює сумарній масі всіх гирьок, тому що притягаються вони до Землі однаково.

Пружинні ваги — це динамометр, шкала якого розмічена (проградуйована) так, що вона показує масу підвішеного вантажу.

### 3. Густина речовини.

Тіла, що складаються з тієї самої речовини, можуть мати різні маси: наприклад, маса води в наповненому відрі приблизно в 50 разів більша за масу води в повній склянці води. І об'єми тіл теж може бути різними: так, об'єм води в відрі приблизно в 50 разів більший за об'єм води в склянці.

Однак для всіх тіл, що складаються з тієї самої речовини, *відношення* маси до об'єму однаково.

Відношення маси  $m$  однорідного тіла до об'єму цього тіла  $V$  називають *густиною*  $\rho$  речовини, з якої складається певне тіло.

$$\rho = \frac{m}{V}.$$

Отже, густина є характеристикою речовини, а не конкретного тіла.

### 4. Одиниці густини.

Одиницею густини в SI є  $1 \text{ кг/м}^3$ . Наприклад, густина води дорівнює  $1000 \text{ кг/м}^3$ , а густина повітря — приблизно  $1,3 \text{ кг/м}^3$ , тобто майже в 770 разів менша. Велику різницю в їхній густині спричинює те, що, як ми вже казали, молекули в рідині, на відміну від молекул у газі, розташовані впритул.

Густину речовин виражають дуже часто й в  $\text{г/см}^3$ .

Практика показує, що поняття густини учні краще засвоюють, аналізуючи таблицю густин твердих тіл, рідин і газів. Учень знаходить значення густини тієї або іншої речовини й пояснює його, використовуючи визначення густини. Можна спробувати пояснити, чому відрізняються густини твердих тіл, рідин і газів. Необхідно привернути увагу учнів, що табличні значення для густини відповідають певній температурі. Тобто густина речовини залежить від температури.

## ЗАПИТАННЯ ДО УЧНІВ ПІД ЧАС ВИКЛАДАННЯ НОВОГО МАТЕРІАЛУ

1. Чи однаково змінюються швидкості різних тіл внаслідок взаємодії?
2. Як можна порівняти маси двох тіл?
3. Чи може маса якого-небудь тіла дорівнювати нулю?
4. Гирю опустили в посудину з водою. Чи змінилася маса гирі?
5. Чи всі тіла однакової маси мають однаковий об'єм?
6. Чи всі тіла однакового об'єму мають однакову масу?
7. Густина заліза дорівнює  $7800 \text{ кг/м}^3$ , а густина води  $1 \text{ г/см}^3$ . Що це означає?
8. Чим пояснити різницю між густиною водяної пари і густиною води?

## ЗАДАЧІ, РОЗВ'ЯЗУВАНІ НА УРОЦІ

1. Густина олова  $7,3 \text{ г/см}^3$ , а густина граніту  $2600 \text{ кг/м}^3$ . Густина якої речовини більша?
2. Визначте масу сталеві деталі об'ємом  $120 \text{ см}^3$ .
3. Маса соняшникової олії, що заповнює пляшку, дорівнює  $930 \text{ г}$ . Визначте об'єм пляшки.

### Уконспект учня

- Відношення маси  $m$  однорідного тіла до об'єму цього тіла  $V$  називають густиною  $\rho$  речовини, з якого складається певне тіло.

$$\rho = \frac{m}{V}.$$

### Домашнє завдання

1. П.: § 3 (п. 1); 11 (п. 3).
2. Зб.: р1) № 7.4; 7.5; 7.10; 7.11; 7.14.  
р2) № 7.19; 7.20; 7.21; 7.30; 7.31.  
р3) № 7.37; 7.39; 7.43; 7.47; 7.48.
3. Підготуватися до лабораторних робіт № 7 «Вимірювання маси тіл» і № 8 «Визначення густини твердих тіл і рідин».

## Урок 5/14.

### Лабораторна робота № 7

«Вимірювання маси тіл».

### Лабораторна робота № 8

«Визначення густини твердих тіл і рідин»

<b>Мета уроку:</b>	навчити вимірювати масу тіл за допомогою важільних терезів. Навчити вимірювати густину різних речовин.
<b>Тип уроку:</b>	урок контролювання й оцінювання знань.
<b>Обладнання:</b>	терези важільні, набір гирьок, кілька невеликих тіл різної маси, посудина з водою, порожня посудина, піпетка, пластилінові кульки, лінійка, брусок правильної форми, мензурка, склянка, тіло неправильної форми, посудина з рідиною невідомої густини.

#### РЕКОМЕНДАЦІЇ ЩОДО ПРОВЕДЕННЯ ЛАБОРАТОРНОЇ РОБОТИ

Перед виконанням лабораторної роботи учні повинні ознайомитися із правилами зважування, розглянути терези, з'ясувати їхні межі вимірів, розглянути всі наявні в їхньому розпорядженні гирьки.

Об'єм тіла правильної форми можна визначити за допомогою математичних формул, попередньо вимірявши його лінійні розміри. Об'єм тіла неправильної форми визначають за допомогою мензурки як різницю між об'ємом рідини й зануреного в ній тіла й об'ємом рідини без тіла:  $V = V_2 - V_1$ .

Вимірюючи масу й об'єм тіла, можна визначити густину речовини, з якого його виробили, за формулою  $\rho = \frac{m}{V}$ .

Після цього учні знаходять густину наданої їм рідини.

Якщо залишиться певний час, можна запропонувати учням виконати творчі завдання. Наприклад:

1. Визначити середню масу однієї краплі води.
2. У вас є вісім однакових за розміром і на вигляд пластилінових кульок. Але в одній з них зроблено невелику порожнину. Кори-

стуйте тільки терезами, визначте, яка кулька має порожнину. Терези можна використовувати не більше, ніж два рази.

3. Вимірити густину повітря в класі.
4. Запропонувати, як можна визначити середню густину свого тіла.

#### Домашнє завдання

1. П.: § 11 (п. 3).
2. Зб.: р1) № 7.7; 7.16; 7.17; 7.18.  
р2) № 7.24; 7.26; 7.34; 7.35; 7.36.  
р3) № 7.44; 7.46; 7.49; 7.51; 7.53.
3. Д.: Підготуватися до самостійної роботи № 5 «Густина».

#### ЗАДАЧІ ІЗ САМОСТІЙНОЇ РОБОТИ № 5

##### Густина

ПОЧАТКОВИЙ РІВЕНЬ \_\_\_\_\_

1. Густина міді 8900 кг/м<sup>3</sup>. Це означає, що... Оберіть правильне продовження.
  - А. Об'єм 8900 кг міді буде 8900 м<sup>3</sup>.
  - Б. Об'єм 1 кг міді буде 8900 м<sup>3</sup>.
  - В. Маса 1 м<sup>3</sup> міді становить 8900 кг.
2. Об'єм суцільної алюмінієвої кульки дорівнює 10 см<sup>3</sup>. Оберіть правильне твердження.
  - А. Маса кульки більше 40 г.
  - Б. Маса 1 см<sup>3</sup> алюмінію більше 2 г.
  - В. Об'єм 1 г алюмінію дорівнює 2,7 см<sup>3</sup>.

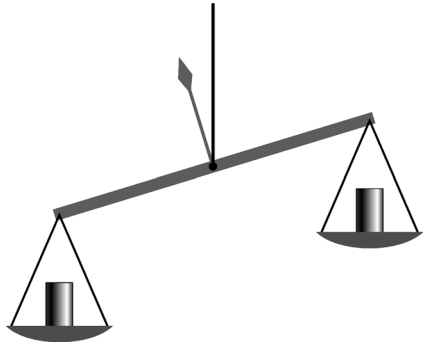
СЕРЕДНІЙ РІВЕНЬ \_\_\_\_\_

1. На шальках зрівноважених ваг лежать кубики. Чи однакова густина речовин, з яких вироблено кубики? Відповідь поясніть.





2. На шальки терезів поклали однакові за об'ємом бруски з латуні й алюмінію. На якій шальці лежить латунний брусок? Відповідь поясніть.



ДОСТАТНІЙ РІВЕНЬ \_\_\_\_\_

- а) Яка із двох ложок однакової маси — сталева чи срібна — має більші розміри?

б) З якого металу виготовили деталь, якщо її маса 3,9 кг, а об'єм 500 см<sup>3</sup>?
- а) У результаті переміщення поршня об'єм повітря в циліндрі зменшився у 2 рази. Як при цьому змінилася густина повітря?

б) Яку масу гасу можна влити в бідон об'ємом 0,02 м<sup>3</sup>?

ВИСОКИЙ РІВЕНЬ \_\_\_\_\_

- Скільки будівельних цеглин розміром 250 × 120 × 65 мм дозволено перевозити на автомашині вантажопідйомністю 4 т?
- Є два бруски однакової маси: срібний і мідний. Розміри срібного — 2 × 5 × 6 см. Довжина мідного бруска 7 см, ширина 4 см. Яка його висота?

## Урок 6/15.

### Розв'язання задач

<b>Мета уроку:</b>	закріпити знання учнів про густину речовини, прищепити навички розв'язування якісних і розрахункових задач.
<b>Тип уроку:</b>	комбінований урок.
<b>Перевірка знань:</b>	1. Самостійна робота № 5 «Густина» (наприкінці уроку).

### РЕКОМЕНДАЦІЇ ЩОДО ПРОВЕДЕННЯ УРОКУ

Цей урок має чітку спрямованість: сформувати в учнів практичні навички і вміння. Урок необхідно почати зі стислого повторення попереднього матеріалу у формі фронтального опитування, звертаючи особливу увагу на розуміння учнями фізичного змісту густини речовини.

Перед розв'язуванням задач треба привернути увагу учнів, що з основної формули для густини  $\rho = \frac{m}{V}$  можна одержати формули для розрахунку маси й об'єму тіл:

$$m = \rho \cdot V \text{ і } V = \frac{m}{\rho}.$$

*Якісні задачі.*

- Чим можна пояснити той факт, що густина водяної пари відрізняється від густини води.
- Дві золоті монети мають однакову масу. Яка з них товще й у скільки разів, якщо діаметр першої монети у два рази більший, ніж діаметр другої? (*Відповідь:* товщина другої монети в 4 рази більша).
- Відомо, що під час нагрівання всі тіла збільшуються в розмірах. Чи в однаковій мірі змінюється густина твердих тіл під час нагрівання? Збільшується вона або зменшується?

*Розрахункові задачі.*

- Мідна деталь об'ємом 200 см<sup>3</sup> має масу 1,6 кг. Суцільна ця деталь чи порожня? Якщо порожня, знайдіть об'єм порожнини.

2. З 300 см<sup>3</sup> олова й 100 см<sup>3</sup> свинцю виробили сплав. Яка його густина? Уважайте, що об'єм сплаву дорівнює сумі об'ємів речовин, з яких він складається.

Розв'язання.

$$\rho_{\text{спл}} = \frac{m_{\text{спл}}}{V_{\text{спл}}} = \frac{m_{\text{ол}} + m_{\text{св}}}{V_{\text{ол}} + V_{\text{св}}}, \text{ де } m_{\text{ол}} = \rho_{\text{ол}} V_{\text{ол}}; m_{\text{св}} = \rho_{\text{св}} V_{\text{св}}.$$

Тоді одержуємо:  $\rho_{\text{спл}} = \frac{\rho_{\text{ол}} V_{\text{ол}} + \rho_{\text{св}} V_{\text{св}}}{V_{\text{ол}} + V_{\text{св}}}.$

*Відповідь:*  $\rho_{\text{спл}} = 8,3 \text{ г/см}^3.$

3. Консервну бляху покривають оловом, витрачаючи 0,73 г олова на 400 см<sup>2</sup> площі бляхи. Яка товщина шару олова?

*Відповідь:* 0,0025 мм

Наприкінці уроку можна запропонувати учням написати самостійну роботу № 5 «Густина».

### Домашнє завдання

1. П.: § 10, 11, 12.  
 2. Зб.: р1) № 7.6; 7.8; 7.9; 7.55; 7.57.  
 р2) № 7.27; 7.28; 7.61; 7.63; 7.64.  
 р3) № 7.52; 7.54; 7.71; 7.74; 7.76.

## Урок 7/16.

### Узагальнювальний урок теми

### «Будова речовини»

<b>Мета уроку:</b>	узагальнити вивчений матеріал.
<b>Тип уроку:</b>	урок закріплення знань.
<b>План проведення уроку:</b>	1. Узагальнення вивченого матеріалу. 2. Тренувальні тести.

### РЕКОМЕНДАЦІЇ ЩОДО ПРОВЕДЕННЯ УРОКУ

На цьому уроці вчителю необхідно узагальнити вивчений матеріал теми «Будова речовини». Успішне вивчення цієї теми сприяє осмислюванню явищ, дозволяє групувати розглянуті поняття навколо атомно-молекулярного вчення — основи сучасної фізики, і пояснювати їх з позицій цієї теорії. Крім того, ця тема має велике виховне значення: у ній закладають перші уявлення про пізнаванність таких явищ, які недоступні безпосередньому спостереженню.

Використовуючи рекомендації до уроку № 9/9, узагальнюючи вивчений матеріал, можна запропонувати учням завдання у формі тестів.

Визначаючи відповіді на завдання тесту, кожен учень обводить букви, що відповідають твердженням, які він вважає правильними, і закреслює букви, що відповідають твердженням, які він вважає неправильними. Наприклад, якщо учень вважає правильними твердження Б і В, а неправильними — твердження А і Г, то це він запише так: **А** **Б** **В** **Г**.

Щоб під час тестування можна було бачити думку кожного учня, учитель пропонує відповісти на задане запитання *всім* одночасно. Ті, хто вважає, що це твердження правильне, піднімають угору палець, а ті, хто вважає, що неправильне — кулачок.



- Калюжа, що утворилася на асфальті після літнього дощу, незабаром висохла. Оберіть правильне твердження.
  - Вода перейшла з рідинного стану у тверде.
  - Вода перетворилася в пару.
  - Молекули води зникли.
  - Відстані між молекулами води зменшилися.
- З одного краю шкільного коридору почали фарбувати підлогу. Оберіть правильне твердження.
  - Дифузія у твердих тілах відбувається швидше, ніж у повітрі.
  - Якщо в коридорі протяг, запах поширюється повільніше.
  - Запах фарби поширюється завдяки рухові молекул.
  - Що нижче температура, то швидше поширюється запах фарби.
- У склянку з водою потрапила крапля барвника. Через якийсь час вся вода виявилася забарвленою. Відзначте, які з наступних чотирьох тверджень правильні, а які — неправильні.
  - Причиною поширення молекул барвника по всьому об'єму води є випаровування.
  - Причиною поширення молекул барвника по всьому об'єму води є дифузія.
  - Розчинення барвника у воді доводить існування проміжків між молекулами.
  - Під час нагрівання води барвник буде розчинятися швидше.
- Які із зазначених нижче явищ були підставою для припущення про атомну будову речовини? Відзначте, які з наступних чотирьох тверджень правильні, а які — неправильні.
  - Випаровування рідин.
  - Падіння тіл.
  - Поширення запахів.
  - Розширення тіл внаслідок нагрівання.
- Змішавши 100 мл води й 100 мл спирту, одержали суміш із об'ємом менше 200 мл. Відзначте, які з наступних чотирьох тверджень правильні, а які — неправильні.
  - Об'єм рідини зменшився завдяки випаровуванню.
  - Об'єму рідини зменшився завдяки відштовхуванню молекул.
  - Зменшення об'єму рідини зумовлено зменшенням молекул.
  - Зменшення об'єму рідини зумовлено рухом молекул.

- Об'єм суцільної алюмінієвої кульки дорівнює 20 см<sup>3</sup>. Відзначте, які з наступних чотирьох тверджень правильні, а які — неправильні.
  - Об'єм 1 г алюмінію дорівнює 2,7 см<sup>3</sup>.
  - Маса кульки більше 50 г.
  - Маса кульки менше 100 г.
  - Маса 1 см<sup>3</sup> алюмінію більше 2,5 г.
- У пляшку налито 0,5 л води. Відзначте, які з наступних чотирьох тверджень правильні, а які — неправильні.
  - Об'єм води в пляшці 50 см<sup>3</sup>.
  - Маса води в пляшці 0,5 кг.
  - Якщо в пляшку налити таку саму кількість морської води, то маса води буде більшою.
  - Після замерзання води її густина більшає.
- Суцільний і порожній кубики з довжиною ребра 4 см вироблені з одного матеріалу. Маса суцільного кубика дорівнює 448 г. Відзначте, які з наступних чотирьох тверджень правильні, а які — неправильні.
  - Кубики можуть бути вироблені із чавуну.
  - Якщо товщина стінок порожнього кубика дорівнює 5 мм, його маса менше 240 г.
  - Якщо товщина стінок порожнього кубика дорівнює 5 мм, його маса більше 250 г.
  - Кубики можуть бути вироблені з алюмінію.

#### ТАБЛИЦЯ ВІДПОВІДЕЙ

1	2	3	4
А В В Г	А В В Г	А В В Г	А В В Г
5	6	7	8
А В В Г	А В В Г	А В В Г	А В В Г

#### Домашнє завдання

- П.: § 10, 11, 12.
- Зб.: р1) № 7.15; 7.58; 7.59; 7.60.  
р2) № 7.33; 7.65; 7.67; 7.68.  
р3) № 7.38; 7.69; 7.72; 7.75.

## 2-Й СЕМЕСТР

---

## 3 СВІТЛОВІ ЯВИЩА

*Оптичні явища в природі*

*Прямолінійне поширення світла*

*Відбиття світла. Зображення в дзеркалі*

*Заломлення світла*

*Лінзи*

*Дисперсія світла. Кольори*



# 3 СВІТЛОВІ ЯВИЩА

(17 годин)

## ОРІЄНТОВНИЙ РОЗПОДІЛ НАВЧАЛЬНОГО МАТЕРІАЛУ ПО УРОКАХ

Дата	№ уроку	Тема уроку	Види роботи на уроці, хвилини						Домашнє завдання
			Вивчення теоретичного матеріалу	Демонстрації	Розв'язання задач учителем	Закріплення вивченого матеріалу	Контроль знань	Творча робота з учнями	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	1	Оптичні явища в природі	28	10	—	5	—	2	<b>1. П.:</b> § 13, 14. <b>2. Зб.:</b> <b>p1)</b> 8.7, 8.8, 8.10, 8.11, 8.12. <b>p2)</b> 8.14, 8.20, 8.22, 8.25, 8.26. <b>p3)</b> 8.28, 8.30, 8.31, 8.32, 8.33.
	2	Прямолінійність поширення світла	24	8	6	2	5	—	<b>1. П.:</b> § 15, 16. <b>2. Зб.:</b> <b>p1)</b> 9.3, 9.10, 9.11, 9.12, 9.16. <b>p2)</b> 9.18, 9.21, 9.26, 9.31, 9.32. <b>p3)</b> 9.35, 9.36, 9.37, 9.42, 9.46. <b>3. Д.:</b> с/р № 6.
	3	Відбиття світла	20	5	5	3	12	—	<b>1. П.:</b> § 17. <b>2. Зб.:</b> <b>p1)</b> 10.3, 10.4, 10.5, 10.6. <b>p2)</b> 10.19, 10.20, 10.22, 10.29, 10.30. <b>p3)</b> 10.35, 10.36, 10.38, 10.39, 10.40.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	4	Зображення в плоскому дзеркалі	22	5	10	5	5	3	<b>1. П.:</b> § 18. <b>2. Зб.:</b> <b>p1)</b> 10.9, 10.10, 10.11, 10.13, 10.16. <b>p2)</b> 10.24, 10.27, 10.32, 10.33, 10.34. <b>p3)</b> 10.41, 10.42, 10.43, 10.44, 10.46.
	5	Лабораторна робота № 9	5	—	—	—	35	5	<b>1. П.:</b> § 18. <b>2. Зб.:</b> <b>p1)</b> 10.7, 10.8, 10.12, 10.14, 10.15. <b>p2)</b> 10.17, 10.18, 10.21, 10.26. <b>p3)</b> 10.28, 10.37, 10.45.
	6	Заломлення світла	22	5	6	5	5	2	<b>1. П.:</b> § 19. <b>2. Зб.:</b> <b>p1)</b> 11.1, 11.2, 11.9, 11.10, 11.13. <b>p2)</b> 11.16, 11.18, 11.19, 11.23, 11.25. <b>p3)</b> 11.29, 11.30, 11.33, 11.35, 11.36. <b>3. Д.:</b> с/р № 7.
	7	Лінзи	20	5	5	3	12	—	<b>1. П.:</b> § 20. <b>2. Зб.:</b> <b>p1)</b> 12.2, 12.3, 12.4, 12.11, 12.12. <b>p2)</b> 12.17, 12.18, 12.19, 12.20, 12.21. <b>p3)</b> 12.35, 12.36, 12.37, 12.38, 12.39.
	8	Побудова зображень у лінзі	17	5	15	3	3	2	<b>1. П.:</b> § 20 (п. 4) <b>2. Зб.:</b> <b>p1)</b> 12.13, 12.14, 12.15, 12.16. <b>p2)</b> 12.28, 12.29, 12.30, 12.32, 12.34. <b>p3)</b> 12.40, 12.41, 12.48, 12.49, 12.51.
	9	Розв'язання задач. Формула тонкої лінзи	20	—	15	3	5	2	<b>1. П.:</b> § 20. <b>2. Зб.:</b> <b>p1)</b> 12.5, 12.6, 12.7. <b>p2)</b> 12.22, 12.23, 12.33, 12.52. <b>p3)</b> 12.42, 12.43, 12.44, 12.50.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	10	Лабораторна робота № 10	5	—	—	—	35	5	1. П.: § 19, 20.
	11	Око, вади зору. Окуляри	22	5	6	5	5	2	1. П.: § 21 (п. 1), 22 (п. 2). 2. Зб.: р1) 12.8, 12.9, 13.27, 13.29, 13.30. р2) 12.25, 13.34, 13.37, 13.40, 13.42. р3) 12.53, 12.54, 13.45, 13.46, 13.47.
	12	Оптичні прилади	30	7	—	3	5	—	1. П.: §21(п.2,3) § 22 (п. 2, 3, 4). 2. Зб.: р1) 13.28, 13.31, 13.32. р2) 13.35, 13.36, 13.39, 13.41. р3) 13.51, 13.52, 13.53, 13.54.
	13	Лабораторна робота № 11	5	—	—	—	35	5	1. П.: § 21, 22. 2. Д.: с/р № 8.
	14	Дисперсія світла. Кольори	24	8	6	2	5	—	1. П.: § 23. 2. Зб.: р1) 13.2, 13.4, 13.5, 13.6, 13.7. р2) 13.13, 13.14, 13.16, 13.17, 13.18. р3) 13.19, 13.20, 13.21, 13.23, 13.26.
	15	Лабораторна робота № 12	10	—	—	—	30	5	1. П.: § 23. 2. Зб.: р1) 13.3, 13.32, 13.33. р2) 13.9, 13.43, 13.44. р3) 13.24, 13.48, 13.49, 13.50.
	16	Сила світла й освітленість	26	—	8	3	5	3	1. П.: § 24
	17	Узагальнювальний урок	—	—	25	—	15	5	Підготуватися до річного підсумкового оцінювання

## Урок 1/17.

### Оптичні явища в природі

<b>Мета уроку:</b>	надати учням початкові відомості про світлові явища.
<b>Тип уроку:</b>	урок вивчення нового матеріалу.
<b>Демонстрації:</b>	1. Теплова дія світла. 2. Хімічна дія світла. 3. Електрична дія світла. 4. Випромінювання світла різними джерелами.
<b>План викладання нового матеріалу:</b>	1. Найлегше, найшвидше і... наймогутніше! 2. Як світло діє на навколишні тіла? 3. Що нам дарує зір? 4. Джерела світла. 5. Природні й штучні джерела світла. 6. Приймачі світла.

#### ВИКЛАДАННЯ НОВОГО МАТЕРІАЛУ

##### 1. Найлегший, найшвидший і... наймогутніший!

Чи можна уявити собі що-небудь легше за світло? В англійській мові «світлий» і «легкий» навіть позначають одним словом «light».

Світло не тільки найлегше — воно ще й найшвидше! У порожнечі (вакуумі) й у повітрі світло поширюється зі швидкістю, що дорівнює близько 300 000 км/с. Ніщо «на світі» не може рухатися швидше світла. За одну секунду світло могло б «оббігти» навколо земної кулі майже вісім разів!

Що ж таке світло? Усі тіла складаються з атомів (або молекул). Але як у гітарній струні немає звуку, так в атомі немає світла. Стан атома, коли його енергія мінімальна, називають нормальним (або незбудженим). У такому стані атом не випромінює енергії. Усякий інший стан атома з енергією, що відрізняється від мінімальної, називають збудженим. У збудженому стані атом може перебувати протягом  $10^{-8}$  с. Атом переходить зі збудженого стану в нормальний, випромінюючи електромагнітні хвилі.

Отже,

 **світло** — це різновид *електромагнітне проміння*<sup>1</sup>, яке сприймає око людини.

<sup>1</sup> Потік електромагнітної енергії називають промінням, а процес, за якого виникає цей потік, — *випромінюванням*.

Гріючись під ласкавим сонцем, ми не уявляємо собі, яку величезну енергію несе сонячне світло. Протягом однієї години на площу, що дорівнює площі стола, Сонце посилає енергію, якої вистачило б, щоб підняти декількох слонів на висоту багатоповерхового будинку.

## 2. Які дії світла?

Найвідоміша дія світла — це, напевно, *освітлення*.

Неважко переконатися на досліді, що світло не тільки освітлює тіла, але й *нагріває* їх при цьому. *Теплову* дію світла зумовлює те, що тіла *поглинають* світло. При цьому енергія, яку несе світло, частково перетворюється в енергію хаотичного руху молекул тіла.

Світло має *хімічну* дію, тобто спричинює перетворення молекул — хімічні реакції. Найважливіші для життя на Землі хімічні реакції —, що протікають у листі рослин під дією сонячного світла. Їх називають *фотосинтезом* (від грецьких слів «фотос» — світло й «синтезис» — з'єднання, складання). Хімічну дію світла використовують у фотографії: зображення на фотоплівці й на фотопапері виникає внаслідок хімічних реакцій.

Останні десятиліття активно використовують і *електричну* дію світла: під впливом світла з речовини можуть вилітати електрони, у результаті чого виникає електричний струм. Це використовують, наприклад, у цифрових фотоапаратах і в телебаченні для передавання зображень.

Отже,

▶ світло освітлює і нагріває, а також може спричинювати хімічні реакції та електричний струм.

## 3. Що нам дарує зір?

Найкраща ілюстрація значенню світлових явищ у житті людини — «хвилинний» експеримент: запропонуйте учням на одну хвилину *заплющити* очі й уявити собі «життя у темі»!

Дослідження показали, що

▶ понад 90 % усієї інформації про навколишній світ ми отримуємо завдяки зорові.

Зір дарує можливість письменникам і митцям створювати книжки й картини, а нам — долучатися до цієї творчості. Завдяки зору ми бачимо далекі планети та найвіддаленіші зорі. За допомогою зору людина довідалася про клітинну будову живих організмів і про найдрібніші живі істоти — бактерії.

## 4. Джерела світла.

Джерелом світла називають тіла, здатні випромінювати світло.

Досліді показує, що *всі* досить нагріті тіла випромінюють світло. Нагріті тіла, що випромінюють світло, називають *тепловими джерелами світла*.

Найважливіше для нас, землян, теплове джерело світла — Сонце. Температура його поверхні сягає близько 6 тисяч градусів. У надрах же Сонця температура сягає 15 мільйонів градусів, тобто в тисячі разів більше, ніж на його поверхні.

Перше «приручене людиною» джерело світла було саме теплове — це було полум'я первісного багаття. На зміну полум'ю багаття прийшло полум'я свічки, а потім — газової лампи. Тепловими джерелами світла є також лампи розжарювання, що сяють у ваших будинках.

*Холодні джерела світла* — це тіла, які світяться за температури, близької до кімнатної.

Наприклад, екран телевізора, дисплей комп'ютера або мобільного телефону яскраво світяться, хоча вони й не гарячі. Холодними джерелами світла є й «лампи денного світла».

## 5. Природні й штучні джерела світла.

Сонце, блискавка або світлячки випромінюють світло без участі людини. Такі джерела світла, створені самою природою, називають *природними*.

Сьогодні людина вже створила багато джерел світла — їх називають *штучними*.

Перше штучне джерело світла, багаття, ознаменувало собою початок власне «людської» історії. Винахід електричної лампи наприкінці 19-го століття різко змінив вигляд наших будинків і вулиць.

## 6. Приймачі світла.

*Приймачами світла* називають тіла й пристрої, у яких під дією світла, що падає на них, відбуваються помітні зміни.

Найважливішим для людини приймачем світла є око. Коли світло попадає на сітківку, що встеляє очне дно, воно спричинює складні реакції, у результаті чого ми бачимо навколишній світ.

Життєво важливим для всіх живих істот приймачем світла є зелене листя рослини: цей «приймач світла» годує все, що живе на Землі.

Багато приймачів світла створила людина. Це, наприклад, світлочутливі плівка й папір, які довгий час використали у фотографії.

Останні десятиліття дуже широкого поширення набули фотоелементи — прилади, у яких світло, що падає, перетворюється в електричний сигнал, завдяки чому, наприклад, зображення можна передавати на відстань за допомогою радіохвиль або кабелю. На цьому ґрунтується принцип роботи телебачення й цифрової фотографії.

Фотоелементи використовують у турнікетах метро, запобіжних пристроях на виробництві, а також для зчитування зображення або звуку із компакт-дисків.

### ЗАПИТАННЯ ДО УЧНІВ ПІД ЧАС ВИКЛАДАННЯ НОВОГО МАТЕРІАЛУ

1. Що таке джерела світла?
2. Які теплові джерела світла ви знаєте?
3. Чи всі «небесні світила» є джерелами світла? Обґрунтуйте вашу відповідь.
4. Чому сильно нагріті тіла світяться?
5. Які холодні джерела світла вам відомі?
6. Наведіть приклади природних і штучних джерел світла.

#### Уконспект учня

- Світло — це електромагнітне проміння, яке сприймає око людини.
- Світло освітлює і нагріває, а також може спричинювати хімічні реакції та електричний струм.

#### Домашнє завдання

1. П.: § 13, 14.
2. Зб.: р1) № 8.7; 8.8; 8.10; 8.11; 8.12.  
р2) № 8.14; 8.20; 8.22; 8.25; 8.26.  
р3) № 8.28; 8.30; 8.31; 8.32; 8.33.

## Урок 2/18.

### Прямолінійність поширення світла

<b>Мета уроку:</b>	познайомити учнів з поняттями пучок, промінь і точкове джерело світла. Роз'яснити закон прямолінійного поширення світла.
<b>Тип уроку:</b>	урок вивчення нового матеріалу.
<b>Демонстрації:</b>	1. Ілюстрації понять пучка й променя світла. 2. Прямолінійність поширення світла. 3. Одержання тіні й півтіні. 4. Фрагмент відеофільму «Сонячні й місячні затемнення».
<b>План викладання нового матеріалу:</b>	1. Світлові пучки й світлові промені. 2. Точкові й протяжні джерела світла. 3. Прямолінійне поширення світла. 4. Тінь і півтінь. 5. Сонячні й місячні затемнення.
<b>Перевірка знань:</b>	1. Що дізналася людина про будову Всесвіту завдяки поширенню світла? Які прилади допомогли людині? 2. Які види мистецтва і як використовують властивості світла? 3. Чи несе світло енергію? Обґрунтуйте свою відповідь.

### ВИКЛАДАННЯ НОВОГО МАТЕРІАЛУ

#### 1. Світлові пучки й світлові промені.

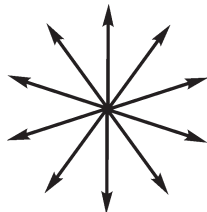
Досліджуючи світлові явища, здавна використовували поняття *променя* світла. Промінь світла поняття абстрактне. Зазвичай під променем світла розуміють *уявлювану лінію, уздовж якої поширюється світло, випромінюване світною точкою*.

У математичній моделі промінь має початок, а не має кінця. На рисунку зображено графічне подання променя світла, випромінюваного світною точкою  $S$ .

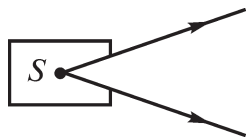




Використовуючи поняття світлового променя<sup>1</sup>, можна графічно зобразити проміння від світної точки (яка випромінює світло рівномірно в усіх напрямках):



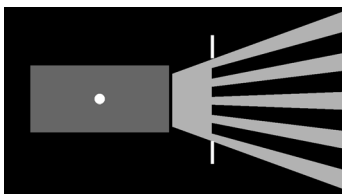
Розташуймо світну точку у світлонепроникний футляр, що має отвір. Цей отвір формує *пучок світла*, що виходить зі світної точки в напрямку отвору.



У першому наближенні пучок променів — це *сукупність* світлових променів.

У сучасній фізиці під світловим променем розуміють досить вузький пучок світла<sup>2</sup>, що протягом тієї області, у якій вивчають його поширення, можна вважати нерозбіжним. Оскільки світло, як і всяке проміння, переносить енергію, то можна казати, що світловий промінь указує напрям перенесення енергії світловим пучком.

Для *ілюстрації* понять пучок і промінь скористаймося таким дослідом. На шляху розбіжного пучка світла розташувуймо багатощілинну діафрагму, як показано на рисунку. Проходячи крізь неї, широкий пучок світла розбивається на віяло вузьких, які гранично можна розглядати як моделі променів світла. На екрані при цьому чітко видно, що зазначені «промені» мають спільну вершину — світну точку. Демонструючи цей дослід, важливо підкреслити, що промені ніде не перетинаються, крім точки, з якої вони вийшли.



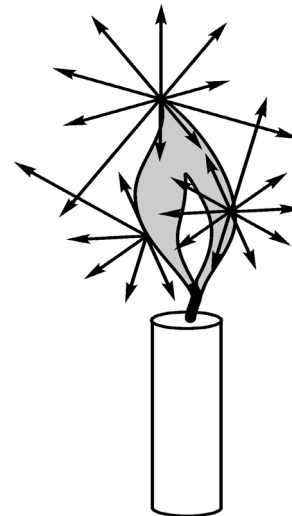
<sup>1</sup> Треба пояснити учням відмінність поняття «промінь» (множина — *промені*, рос. *луч*) і введене вище поняття «проміння» (рос. *излучение*), яке вживають тільки в однині.

<sup>2</sup> Отримати «нескінченно тонкий» пучок світла неможливо. Зумовлено це хвильовою природою світла.

## 2. Точкові й протяжні джерела світла.

На практиці всі джерела світла мають розміри. Світна ж точка є найпростішим джерелом світла, яку може уявити собі людина. Промені світла, що виходять з неї, ніде не перетинаються і являють собою цілком упорядковану світлову картину.

Інша справа реальне джерело світла, наприклад, полум'я свічки. Уявлювані промені, що виходять із різних точок полум'я, перетинаються один з одним. Спроба зобразити їх на папері дасть досить заплутану картину, аналіз якої буде дуже утруднений.



Якщо ж запалену свічку віддаляти від ока спостерігача, то розміри полум'я будуть ставати все менші й менші. Полум'я втрачає свою форму й буде здаватися світною точкою. Можна стверджувати: у цьому випадку спостерігач уважає запалену свічку *точковим* джерелом світла. Людина ж, що тримає свічку, буде сприймати полум'я свічки, як *протяжне* джерело світла.

▶ Джерело світла, розмірами якого за конкретних умов можна знехтувати, називають точковим джерелом світла.

Точкове джерело світла є *фізичною моделлю* джерела світла, відстань до якого в багато разів більша за розміри джерела.

Ми сприймаємо величезні зорі, у багато разів більші за Сонце, як точкові джерела світла, тому що вони розташовані на дуже великій відстані від Землі.

Прикладами протяжних джерел можуть бути лампи денного світла, а також світлові реклами, коли ми розглядаємо їх з відстані, порівнянної з їхніми розмірами. Але й зоря може бути протяжним джерелом світла — саме такою зорею для нас, землян, є Сонце. Як ми побачимо далі, розглядаючи сонячні затемнення, ми не можемо вважати Сонце точковим джерелом світла.

## 3. Прямолінійність поширення світла.

Ще в Стародавній Месопотамії за 5000 років до нашої ери люди знали про прямолінійне поширення світла. Про це писав ще за сновник геометрії Евклід (300 років до н. е.).

У Стародавньому Єгипті цю властивість світла використовували, щоб перевіряти прямолінійність під час будівництва пірамід.

Якщо між оком і яким-небудь джерелом світла помістити непрозорий предмет, то джерело світла ми не побачимо. Пояснюють це тим, що

▶ світло в порожнечі або однорідному середовищі поширюється прямолінійно.

Це один із законів геометричної оптики, який називають законом прямолінійного поширення світла.

#### 4. Тінь і півтінь.

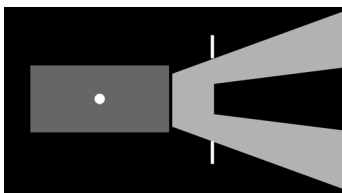
Прямолінійність поширення світла підтверджує утворення тіні. Якщо взяти точкове джерело світла, екран і між ними помістити непрозорий предмет, то на екрані з'явиться темне зображення його обрисів — *тінь*.

▶ Тінь — область простору, у яку не попадає світлова енергія від джерела світла (або інакше: область простору, з якої не можна побачити джерело світла).

Якщо ж ми візьмемо протяжне джерело світла, то на екрані навколо тіні утвориться ще й *півтінь*.

▶ Півтінь — область простору, у яку світлова енергія від джерела світла попадає частково (або інакше: область простору, з якої джерело світла можна побачити лише частково).

Щоб продемонструвати тіні помістимо на шляху пучка світла непрозору ширму, як показано на рисунку. Як видно з рисунка, на екрані можна чітко спостерігати область повної тіні, що утвориться за непрозорим тілом під час освітлення його точковим джерелом світла.



Реальну ситуацію із протяжним джерелом світла моделюємо в досліді, коли використовують одночасно два освітлювачі.

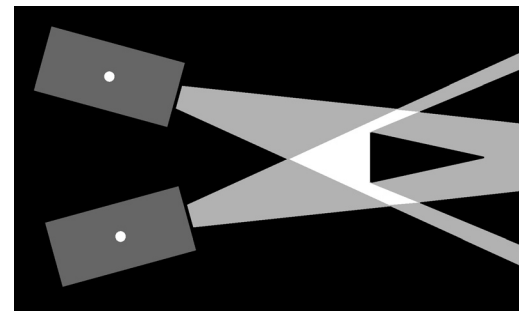
Освітлювачі моделюють крайні точки протяжного джерела світла. На екрані в цьому випадку поряд з областю повної тіні спостерігаємо ще й область півтіні. Та обставина, що утворення півтіні пов'язане з «неточковістю» використовуваного джерела світла, лег-

ко можна проілюструвати навперемінним вимиканням одного з освітлювачів (у цьому випадку область півтіні зникає).

Дослід набуває ще більшої виразності та привабливості, якщо використовувати світлофільтри, наприклад, червоний і зелений, розташувавши їх поблизу вихідних отворів освітлювачів.

Наближаючи ширму до лінії, на якій розташовано освітлювачі, так само як і віддаляючи їх один від одного, спостерігаємо збільшення області півтіні одночасно зі зменшенням області повної тіні.

Відповідно, віддаляючи ширму від освітлювачів, бачимо збільшення області повної тіні й зменшення області півтіні.



#### 5. Сонячні й місячні затемнення.

Утворенням тіні й півтіні пояснюють сонячні й місячні затемнення. Під час сонячного затемнення повна тінь від Місяця падає на Землю. Із цього місця Землі Сонця не видно. Коли Місяць, обертаючись навколо Землі, потрапляє в її тінь, то спостерігаємо місячне затемнення.

У тих точках земної поверхні, куди впала тінь Місяця, будуть спостерігати *повне затемнення* Сонця. У місцях півтіні тільки частина Сонця буде закрита Місяцем, тобто відбудеться часткове затемнення Сонця.

У старовину сонячні затемнення, що раптово наставали серед біла дня, викликали в людей жах. Лякали людей і місячні затемнення, коли серед ночі швидко зникав повний місяць: адже місячні затемнення відбуваються завжди під час повні<sup>1</sup>.

Тепер астрономи вміють із великою точністю розраховувати час настання затемнень на століття. Причому не тільки вперед, але й назад: завдяки цьому вдається уточнити час важливих історичних подій минулого.

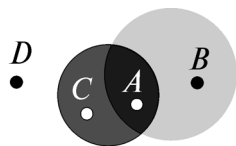
<sup>1</sup> Цю фазу Місяця називають також повним місяцем.

## ЗАПИТАННЯ ДО УЧНІВ ПІД ЧАС ВИКЛАДАННЯ НОВОГО МАТЕРІАЛУ

1. Що являє собою промінь світла (з погляду фізики)?
2. Чим відрізняється математичне тлумачення променя від фізичного?
3. Наведіть приклади точкових і протяжних джерел світла.
4. Чи доводилось вам бачити пучки світла? Наведіть приклади.
5. Завдяки чому можна побачити пучок світла з боку?
6. Чому утворення тіні є доказом прямолінійності поширення світла?
7. Чому форма тіні предмета нагадує форму цього самого предмета?
8. Як можна визначити, в області тіні або півтіні деякого предмета ви перебуваєте?

### ЗАДАЧІ, РОЗВ'ЯЗУВАНІ НА УРОЦІ

1. Як перевірити, що три далеко розташовані один від одного стовпи стоять уздовж одній прямій? На чому ґрунтується запропонований вами спосіб?
2. Як просто й надійно перевірити прямолінійність лінійки? Накресленої на папері лінії?
3. Кулю освітили двома лампами, потужності яких 100 Вт і 25 Вт. На рисунку показано тіні, що їх відкидає куля. Яка лампа розташована ближче до кулі? З яких точок ( $A$ ,  $B$ ,  $C$ ,  $D$ ) можна побачити 100-ватну лампу?



**Розв'язання:** Очевидно, у точку  $D$  потрапляє світло від обох ламп, а в точку  $A$  світло від обох ламп не попадає. У точки  $B$  і  $C$  потрапляє світло тільки від однієї з ламп. Судячи з розмірів «тіньових» кіл, у точку  $B$  попадає світло від більш далекої лампи, а в точку  $C$  — від ближчої. Оскільки, незважаючи на це, точка  $B$  освітлена сильніше, ніж точка  $C$ , далі розташована лампа яскравіше. Світло від її потрапляє в точки  $B$  і  $D$ .

Отже, ближче до кулі розташували лампу потужністю 25 Вт, а 100-ватну лампу можна побачити із точок  $B$  і  $D$ .

### Уконспект учня

- Під променем світла розуміють уявлювану лінію, уздовж якої поширюється світло, випромінюване світною точкою.
- Пучок променів — це сукупність світлових променів.
- Джерело світла, розмірами якого за певних умов можна знехтувати, називають точковим джерелом світла.
- Світло в порожнечі або однорідному середовищі поширюється прямолінійно.
- Тінь — область простору, з якої не можна побачити джерело світла.
- Півтінь — область простору, з якої джерело світла можна побачити лише частково

### Домашнє завдання

1. П.: § 15, 16.
2. Зб.: р1) № 9.3; 9.10; 9.11; 9.12; 9.16.  
р2) № 9.18; 9.21; 9.26; 9.31; 9.32.  
р3) № 9.35; 9.36; 9.38; 9.42; 9.46.
3. Д.: Підготуватися до самостійної роботи № 6 «Джерела світла. Прямолінійне поширення світла».

### ЗАДАЧІ ІЗ САМОСТІЙНОЇ РОБОТИ № 6

#### Джерела світла. Прямолінійне поширення світла

ПОЧАТКОВИЙ РІВЕНЬ \_\_\_\_\_

1. Турист освітлює дорогу ліхтариком. Оберіть правильне твердження.  
А. Ліхтарик є природним джерелом світла.  
Б. Світло від ліхтарика огинає перешкоди на своєму шляху.  
В. Світло від ліхтарика поширюється прямолінійно.

2. За непрозорим предметом спостерігають одну тінь із чіткими обрисами. Оберіть правильне твердження.
- Предмет освітлюють двома джерелами світла.
  - Джерело світла одне, але дуже малих розмірів.
  - Джерело світла одне, але великих розмірів.

СЕРЕДНІЙ РІВЕНЬ \_\_\_\_\_

- Щоб з'ясувати, чи правильно вистругано дерев'яний брусок, столяр дивиться уздовж його крайки й легко виявляє наявні відхилення від прямої лінії. Яку властивість світлового променя використовують при цьому? Відповідь поясніть.
- Чому мисливці, прицілюючись, запліщують одне око?

ДОСТАТНІЙ РІВЕНЬ \_\_\_\_\_

- За якої умови непрозорий предмет дає тінь без півтіні?
- Що більше: хмара чи її повна тінь? Поясніть свою відповідь.

ВИСОКИЙ РІВЕНЬ \_\_\_\_\_

- Яку форму матиме сонячний зайчик від трикутного дзеркала: а) на стелі кімнати; б) на стінці віддаленого будинку? Свою відповідь поясніть.
- Як варто розташувати точкове джерело світла, плоский предмет і екран, щоб контур тіні на екрані був подібний до контуру предмета? Поясніть свою відповідь.

## Урок 3/19.

### Відбиття світла

<b>Мета уроку:</b>	познайомити учнів з особливістю поширення світла на межі двох середовищ, надати їм відомості про закони, яким підпорядковується це явище.
<b>Тип уроку:</b>	комбінований урок.
<b>Демонстрації:</b>	1. Відбиття світла. 2. Рівність кутів, коли світло відбиває дзеркальна поверхня. 3. Дзеркальне й розсіяне відбиття.
<b>План викладання нового матеріалу:</b>	1. Чому ми бачимо предмети? 2. Закони відбивання світла. 3. Дзеркальне й розсіяне відбиття.
<b>Перевірка знань:</b>	Самостійна робота № 6 «Джерела світла. Прямолінійне поширення світла».

### ВИКЛАДАННЯ НОВОГО МАТЕРІАЛУ

#### 1. Чому ми бачимо предмети?

Більшість предметів навколо нас ми бачимо завдяки тому, що вони відбивають світло, яке падає на них.

Відбивають світло різні предмети по-різному — саме це й надає різноманітність навколишньому світу.

Предмети, які відбивають майже все світло, яке падає на них, здаються нам зазвичай білими. Предмети ж, які поглинають майже все світло, яке падає на них, здаються нам чорними. Тіла, які відбивають світло «краще» за всі інші, ми взагалі не бачимо! Це — *дзеркала*.

#### 2. Закони відбивання світла.

Відбивання світла ми бачимо щодня. День у день кожен з нас дивиться в дзеркало, ми бачимо на спокійній поверхні води зображення Сонця й Місяця, дерев і хмар. Це приклади дзеркального відбиття світла.

Якщо направити вузький світловий пучок на поверхню води у великій посудині, то частина світла буде відбиватися від поверхні води, інша частина пройде з повітря у воду.

Звернімося до *демонстрації* явищ, що відбуваються на межі поділу двох оптично прозорих середовищ, наприклад, повітря — скло. Відзначимо, що на межі поділу двох середовищ порушується закон прямолінійного поширення світла. Зауважимо при цьому, що після відбиття промінь світла залишається в тій самій площині, що промінь, який падає. Це означає, що виконано *перший закон відбивання світла*:

▶ відбитий промінь лежить в одній площині з променем, що падає, і перпендикулярно до дзеркала, поставленим у точці падіння променя.

Змінюючи кут падіння й вимірюючи щоразу кут відбивання, ми переконуємося, що виконано *другий закон відбивання світла*:

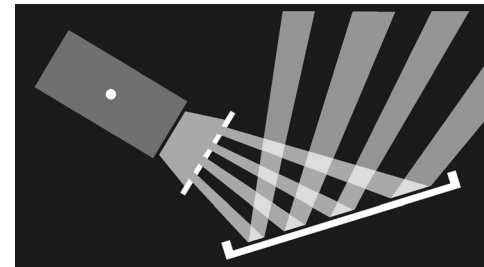
▶ кут відбивання дорівнює куту падіння.

Хід променів під час відбивання світла має властивість оборотності: якщо точковий об'єкт і його зображення поміняти місцями, то хід променів не зміниться; при цьому зміниться лише їхній напрямок.

### 3. Дзеркальне й розсіяне відбиття.

Розрізняють два види відбиття світла: дзеркальне й розсіяне (або дифузне). Дзеркально світло відбивають поліровані поверхні, а розсіяно — шорсткі (матові) поверхні.

Щоб *продемонструвати* дзеркальне відбиття світла, направимо розбіжний пучок світла від одного з освітлювачів на плоске дзеркало. На екрані при цьому спостерігаємо чіткий слід пучка світла, що падає на дзеркало, й відбитого від нього. Використання в досліді багатошліпінної діафрагми дозволяє продемонструвати той факт, що кожному променю, який падає на дзеркало, відповідає відбитий промінь. Спостереження цього досліді викликає відчуття деякої залежності між напрямком поширення пучка світла, що падає, і відбитого. Під час досліді рекомендуємо кілька разів забирати й повертати дзеркало в його початкове положення на екрані. При цьому на інтуїтивному рівні можна зрозуміти, що дзеркало, відбиваючи, як би «ламає» весь пучок у цілому, а, отже, і кожний його промінь окремо за певним законом.



Розбивання пучка за допомогою багатошліпінної діафрагми дозволяє зробити висновок про те, що у відбитому пучку, як і в тому, який падає, промені світла не перетинаються між собою, тобто обидва пучки — той, що падає, і відбитий — є розбіжними. Це дозволяє зробити висновок: плоске дзеркало не міняє *форму* пучка, а міняє тільки *напрямок* його поширення. При цьому переконуємося, що кут розхилу пучків, що падають, і відбитих пучків *однакові*.

Установка для досліді, що демонструє розсіяне відбиття, нічим не відрізняється від попередньої. Вирізають смужку білого паперу за розміром дзеркала й кладуть на нього. На екрані можна побачити: розбіжний пучок, що падає, і освітлена область екрана поблизу дзеркала — результат розсіяного відбиття.

Научною моделлю дзеркального й розсіяного відбиттів є відбитки Місяця у воді. Поверхня тихого озера відбиває світло дзеркально, тому ми бачимо в озері чіткий відбиток Місяця. А на поверхні моря завжди є хвилі, завдяки яким зображення Місяця «розбивається» і перетворюється в «місячну доріжку».

Предмети навколо нас, ми бачимо саме тому, що вони відбивають світло *розсіяно*! А дивлячись на поверхні, що відбивають світло дзеркально, ми бачимо *відбитки інших предметів*.

### ЗАПИТАННЯ ДО УЧНІВ ПІД ЧАС ВИКЛАДАННЯ НОВОГО МАТЕРІАЛУ

1. Які явища відбуваються, коли світло переходить з одного середовища в інше?
2. Чому ми бачимо предмети?
3. Наведіть приклади дзеркального й розсіяного відбиття.
4. Чи залишиться паралельний пучок променів паралельним після дзеркального відбиття? Після розсіяного?



## ЗАДАЧІ, РОЗВ'ЯЗУВАНІ НА УРОЦІ

1. Чому дорівнює кут падіння променів на плоске дзеркало, якщо кут між променем і дзеркалом дорівнює:  $20^\circ$ ,  $50^\circ$ ,  $60^\circ$ ?
2. Чому дорівнює кут падіння променів на плоске дзеркало, якщо кут між променем, що падає, і відбитим дорівнює:  $30^\circ$ ,  $50^\circ$ ,  $80^\circ$ ,  $100^\circ$ ?
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?

### Уконспект учня

#### ■ Закони відбивання світла:

- відбитий промінь лежить в одній площині з променем, який падає, і перпендикуляром до дзеркала, поставленим у точці падіння променя.
- кут відбивання дорівнює куту падіння.

### Домашнє завдання

1. П.: § 17.

2. Зб.: р1) № 10.3; 10.4; 10.5; 10.6.

р2) № 10.19; 10.20; 10.22; 10.29; 10.30.

р3) № 10.35; 10.36; 10.38; 10.39; 10.40.

## Урок 4/20.

# Зображення в плоскому дзеркалі

<b>Мета уроку:</b>	навчити школярів застосовувати закони відбивання для побудови зображення в плоскому дзеркалі.
<b>Тип уроку:</b>	комбінований урок.
<b>Демонстрації:</b>	1. Зображення світної точки в плоскому дзеркалі. 2. Зображення предмета в плоскому дзеркалі.
<b>План викладання нового матеріалу:</b>	1. Плоске дзеркало. 2. Як виникає зображення в дзеркалі? 3. Де розташовано зображення в дзеркалі?
<b>Перевірка знань:</b>	1. Сформулюйте закони відбивання світла. 2. Чому ми бачимо тіла, що не є джерелами світла? 3. Промінь падає перпендикулярно площині дзеркала. Чому дорівнює в цьому випадку кут відбивання? 4. На плоске дзеркало падають два промені, кут між якими $10^\circ$ . Яким буде кут між відбитими променями?

## ВИКЛАДАННЯ НОВОГО МАТЕРІАЛУ

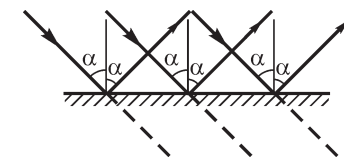
### 1. Плоске дзеркало.

Закон відбивання світла справедливий для відбивальної поверхні будь-якої форми: плоскої, сферичної тощо. Закон *дзеркального відбивання* справедливий для ідеальної плоскої поверхні.



Відбивальну поверхню *називають плоским дзеркалом*, якщо пучок паралельних променів, що падає на неї, після відбиття залишається паралельним.

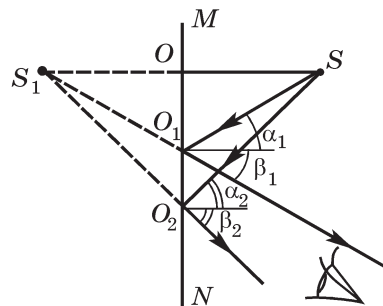
Відповідно до закону відбивання світла, кожен промінь пучка відбивається від плоского дзеркала під тим самим кутом, під яким падає.





## 2. Як виникає зображення в дзеркалі?

Якщо акуратно побудувати хід променів, що виходять із точкового джерела світла  $S$  й відбитих потім від дзеркала (див. рисунок), ми помітимо, що *продовження* відбитих променів перетинаються в одній точці  $S_1$ . Людині, якій потраплять в око відбиті промені, буде здаватися, що вони *вийшли* із точки  $S_1$ .



Точку, у якій перетинаються продовження відбитих дзеркалом променів, що виходять з точкового джерела, називають *зображенням* точкового джерела.

Зображення в дзеркалі називають *уявним*, тому що в точці-зображенні сходяться не промені, а їхні продовження.

## 3. Де розташовано зображення в дзеркалі?

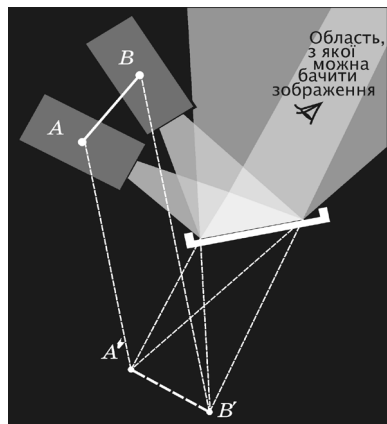
Щоб побудувати зображення точки в дзеркалі, треба провести перпендикуляр із цієї точки до площини дзеркала й продовжити його на відстань, що дорівнює відстані від точки до дзеркала. Щоб побудувати зображення предмета, зазвичай будують зображення декількох його точок.

Досліди й геометрична побудова показують, що

уявне зображення предмета в дзеркалі й сам предмет розташовані на одній прямій, перпендикулярній площині дзеркала, і на однакових відстанях від дзеркала. Розмір зображення предмета в дзеркалі дорівнює розмірові самого предмета.

Щоб *продемонструвати* механізм одержання зображення протяжного предмета в плоскому дзеркалі можна використати два освітлювачі. Кожен з них моделює одну із точок предмета (крайні точки  $A$  і  $B$ ).

Дослід показує, що всі промені, що виходять із точки  $A$  і точки  $B$  після відбиття перетинаються за уявного їхнього продовження в точках  $A'$  і  $B'$ . Відповідно до результатів досліді приходимо до висновку, що зображення предмета в плоскому



дзеркалі буде симетричним щодо площини дзеркала, прямим і уявним, а його розмір дорівнює розмірові самого предмета.

Дослід, наведений на рисунку, добре пояснює й питання, пов'язані з областю, з якої можна бачити повне зображення предмета в плоскому дзеркалі. У цьому конкретному випадку ця область являє собою перетин двох відбитих пучків світла.

## ЗАПИТАННЯ ДО УЧНІВ ПІД ЧАС ВИКЛАДАННЯ НОВОГО МАТЕРІАЛУ

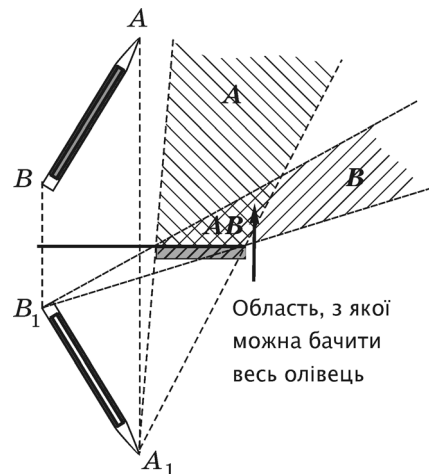
1. Чому плоске дзеркало дає точне зображення предмета?
2. Які особливості має зображення предмета в плоскому дзеркалі?
3. Чому зображення в дзеркалі є уявним?
4. Де розташовано зображення предмета в дзеркалі?

## ЗАДАЧІ, РОЗВ'ЯЗУВАНІ НА УРОЦІ

1. Людина наближається до дзеркала зі швидкістю 0,5 м/с. З якою швидкістю він наближається до свого зображення?
2. Які друковані букви алфавіту не змінюються після відбиття в дзеркалі? Що спільного в цих буквах?
3. З яких точок простору олівець можна бачити в плоскому дзеркалі повністю?



Дзеркало



**Розв'язання.** 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, — точку  $B_1$  — блакитним кольором. Зеленим кольором позначимо область, з якої можна бачити як точку  $A_1$ , так і точку  $B_1$ , тобто весь олівець.

### Уконспект учня

- Відбивальну поверхню називають *плоским дзеркалом*, якщо пучок паралельних променів, що падає на неї, після відбиття залишається паралельним.
- Точку, у якій перетинаються продовження відбитих дзеркалом променів, що виходять з точкового джерела, називають *зображенням* точкового джерела.

### Домашнє завдання

1. П.: § 18.
2. Зб.: р1) № 10.9; 10.10; 10.11; 10.13; 10.16.  
р2) № 10.24; 10.27; 10.32; 10.33; 10.34.  
р3) № 10.41; 10.42; 10.43; 10.44; 10.46.
3. Підготуватися до лабораторної роботи № 9 «Вивчення законів відбивання світла за допомогою плоского дзеркала»

### Урок 5/21.

## Лабораторна робота № 9.

### «Вивчення законів відбивання світла за допомогою плоского дзеркала»

<b>Мета уроку:</b>	експериментально перевірити закони відбивання світла.
<b>Тип уроку:</b>	урок контролювання й оцінювання знань.
<b>Обладнання:</b>	лампочка на підставці, плоске дзеркало, екран із щілиною, джерело електричного струму, лінійка, косинець, транспортир, з'єднувальні дроти.

### РЕКОМЕНДАЦІЇ ЩОДО ПРОВЕДЕННЯ ЛАБОРАТОРНОЇ РОБОТИ

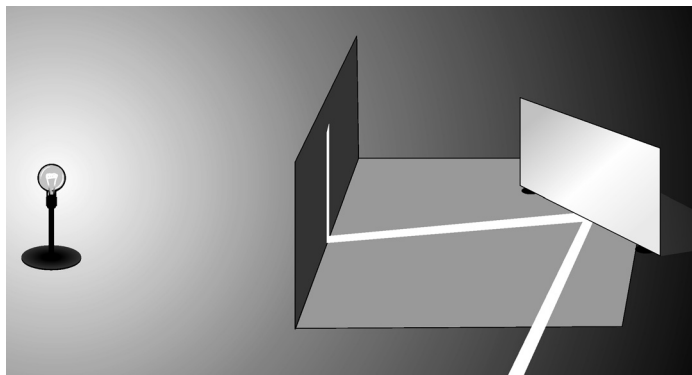
Як відомо, *перший закон відбивання світла* полягає в тому, що відбитий промінь лежить у одній площині з променем, що падає, та перпендикуляром до дзеркала, поставленим у точці падіння променя.

*Кутом падіння  $\alpha$*  називають кут між променем, що падає, і перпендикуляром до дзеркала, поставленим у точці падіння. А кут між відбитим променем і перпендикуляром до дзеркала називають *кутом відбивання  $\beta$* .

У цій лабораторній роботі необхідно експериментально перевірити *другий закон відбивання світла*: за будь-якого кута падіння  $\alpha$  кут відбивання  $\beta$  дорівнює кутові падіння.

### ХІД РОБОТИ

1. Розташуйте на аркуші паперу екран зі щілиною та плоске дзеркало.
2. З'єднайте лампочку з джерелом електричного струму та розташуйте лампочку так, щоб освітлена пучком світла смужка на папері була тонкою, виразною та добре помітною (див. рисунок).
3. Поставте на шляху пучка світла дзеркало під певним кутом до пучка.



4. Нанесіть олівцем на папір положення дзеркала й хід обох променів – того, що падає, і відбитого.

5. За допомогою косинця побудуйте перпендикуляр до дзеркала в точці падіння пучка світла.

6. Вимірте транспортиром кути падіння й відбиття світла. Порівняйте ці кути. Запишіть ваш висновок у зошит для лабораторних робіт.

7. Повторіть дослід тричі для різних кутів падіння світла. Результати й висновок запишіть у таблицю в зошиті для лабораторних робіт.

$\alpha$	15°	30°	45°	60°	75°
$\beta$					

Тим учням, які швидко виконали лабораторну роботу, можна запропонувати додаткове завдання:

покладіть на стіл дзеркало й, дивлячись у нього, посипте його поверхню пудрою. Спостерігайте, як почне темніти після сильного запилення ваше зображення. Коли шар пудри стане досить густим, ви не побачите нічого, крім шорсткої поверхні. Світло відбивається від шорсткої поверхні в усіх напрямках і розсіюються. Поясніть спостережувані явища.

### Домашнє завдання

1. П.: § 18.

2. Зб.: р1) № 10.7; 10.8; 10.12; 10.14; 10.15.

р2) № 10.17; 10.18; 10.21; 10.26.

р3) № 10.28; 10.37; 10.45.

## Урок 6/22.

### Заломлення<sup>1</sup> світла

<b>Мета уроку:</b>	познайомити учнів із законами заломлювання світла.
<b>Тип уроку:</b>	урок вивчення нового матеріалу.
<b>Демонстрації:</b>	1. Заломлення світла. 2. Проходження світла крізь призму.
<b>План викладання нового матеріалу:</b>	1. Явище заломлення світла. 2. Закони заломлювання світла. 3. Заломлення світла в призмі.
<b>Перевірка знань:</b>	1. Чи існує в дзеркалі ваше зображення, якщо ви самі не бачите себе в дзеркалі? Якщо так, то як можна в цьому переконатися? 2. На столі лежить дзеркало. Як зміниться зображення люстри в цьому дзеркалі, якщо закрити половину дзеркала? Як зміниться область, з якої можна бачити зображення люстри? 3. Три точки, розташовані на одній прямій, відбиваються в плоскому дзеркалі. Чи будуть зображення цих точок розташовані на одній прямій?

### ВИКЛАДАННЯ НОВОГО МАТЕРІАЛУ

#### 1. Явище заломлення світла.

Вивчення заломлення світла можна почати з повторення дослідів з одночасного відбиття й заломлення світла на межі поділу двох прозорих середовищ. З дослідів випливає, що при падінні вузького пучка світла на межу поділу двох середовищ пучок розділяється: одна його частина вертається в перше середовище (ї це явище називають *відбиттям світла*), а інша — проникає в друге середовище, змінивши свій напрямок (це явище називають *заломленням світла*).

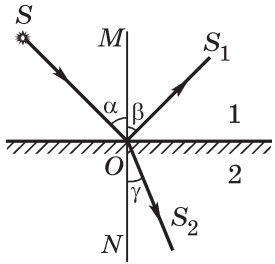
Якщо змінювати кут падіння пучка, спостерігаємо зміну яскравості відбитого й заломленого пучків — яскравість одного більшає, а другого — меншає. Коли пучок світла падає на плоску межу поділу перпендикулярно, заломлення не відбувається. Зі збільшенням кута падіння зростає й кут заломлювання.

<sup>1</sup> Явище називають *заломленням*, а відповідний процес — *заломлюванням*.

## 2. Закони заломлювання світла.

Заломлення світла пояснюють зміною швидкості поширення світла, якщо воно перейшло з одного середовища в інше.

Подемо розглянути раніше дослід графічно. Лінія  $MN$  — перпендикуляр до межі поділу двох середовищ. Промінь  $S$  — промінь, що падає; промінь  $S_1$  — відбитий промінь; промінь  $S_2$  — заломлений промінь. Кутом падіння ( $\alpha$ ) називають кут між променем, що падає, і перпендикуляром, поставленим у точку падіння. Кутом відбивання ( $\beta$ ) називають кут між відбитим променем і тим самим перпендикуляром. Кутом заломлювання ( $\gamma$ ) називають кут між заломленим променем і перпендикуляром  $MN$ .



Насамперед, зосередьмо увагу на заломленому промені. Ми помітимо, що має місце *перший закон заломлювання світла*:

▶ заломлений промінь лежить в одній площині з променем, що падає, і перпендикуляром до межі поділу двох середовищ, поставленим у точці падіння променя.

Другий закон заломлення світла встановлює співвідношення між кутами падіння й заломлювання. Щоб сформулювати його, визначимо поняття синуса кута.

З курсу математики відомо, що сторону прямокутного трикутника, що лежить проти прямого кута, називають гіпотенузою, а інші сторони — катетами.

**Синусом** гострого кута  $\alpha$  (позначають « $\sin\alpha$ ») називають відношення катета, протилежного цьому куту, до гіпотенузи.

Досліди показують, що має місце другий закон заломлювання світла:

▶ відношення синуса кута падіння до синуса кута заломлювання для двох конкретних середовищ — стала величина:

$$\frac{\sin \alpha}{\sin \gamma} = n.$$

Величину  $n$  називають *відносним показником заломлювання цих двох середовищ*. Якщо промінь падає в певне середовище з вакууму,  $n$  називають *абсолютним показником заломлювання* (або просто показником заломлювання певного середовища).

Показник заломлювання повітря відрізняється від одиниці всього на кілька десятитисячних. Показник заломлювання води дорівнює приблизно 1,33, а показник заломлювання звичайного скла дещо перевищує 1,5.

Коли кут падіння дорівнює нулю, кут заломлювання також дорівнює нулю. У решті випадків ці кути різні: наприклад, якщо світло переходить з повітря в скло або воду, кут заломлювання менший за кут падіння. А якщо зі скла в повітря, навпаки, кут заломлювання більший за кут падіння.

Фізичною причиною заломлення світла на межі двох середовищ є різниця швидкостей світла в різних середовищах: що менше швидкість світла в певному середовищі, то більше його абсолютний показник заломлювання.

Наприклад, те, що показник заломлювання води й скла більше одиниці, означає, що швидкість світла у воді й склі менша, ніж у вакуумі.

Заломлення світла є причиною того, глибина річки, ставка, ванни з водою завжди здається нам меншою, ніж є насправді. Адже, щоб побачити яку-небудь точку дна, треба, щоб промені світла, що вийшли з неї, потрапили в око спостерігача. Але після заломлення на межі поділу води з повітрям око буде сприймати пучок світла як такий, що йде із уявної точки, розташованої вище, ніж відповідна точка дна.

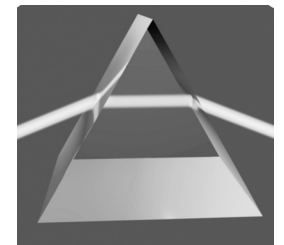
Уперше це явище було описано Евклідом. В одній з його книжок є розповідь про дослід з кільцем: спостерігач дивиться на кубок з кільцем, що лежить на його дні, так, що край кубка не дозволяє побачити кільце; потім, не змінюючи положення очей, у кубок починають наливати воду, і через якийсь час кільце стає видимим.

Заломленням світла пояснюють й багато інших явищ, наприклад, уявний злам ложки, опущеної в склянку з водою; вище, ніж насправді, положення зір і Сонця над обрієм тощо.

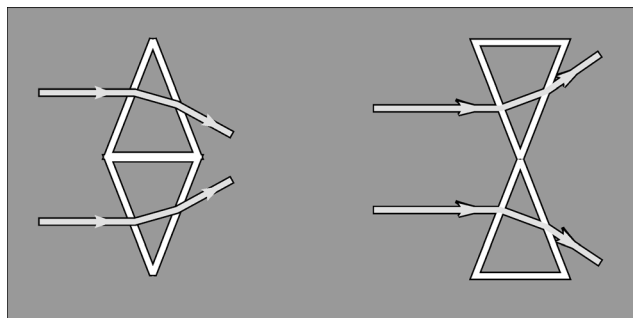
## 3. Заломлення світла в призмі.

Спрямуємо промінь світла на скляну призму, як показано на рисунку. Проходячи крізь призму, промінь заломлюється *двічі*. У результаті він відхиляється до основи призми.

Якщо паралельні промені світла падають на дві призми, розташовані так, як по-



казано на рисунку, то (залежно від розташування призми) промені стають *збіжними* (рис. а) або *розбіжними* (рис. б).



а

б

Ці спостереження допоможуть нам на наступному уроці зрозуміти принцип дії лінз.

### ЗАПИТАННЯ ДО УЧНІВ ПІД ЧАС ВИКЛАДАННЯ НОВОГО МАТЕРІАЛУ

1. Що відбувається з пучком світла на межі поділу двох середовищ?
2. Чим зумовлено заломлення світла на межі двох прозорих середовищ?
3. Чому занурений у воду олівець здається зламаним?
4. У чому полягає явище заломлення світла?
5. У якому випадку відносний показник заломлення більше одиниці? менше одиниці? Наведіть приклади.
6. У який бік відхиляється промінь світла, проходячи крізь призму?

### ЗАДАЧІ, РОЗВ'ЯЗУВАНІ НА УРОЦІ

1. Кут падіння променя з повітря в скло дорівнює  $0^\circ$ . Чому дорівнює кут заломлювання?
2. Промінь світла падає на плоску межу поділу двох середовищ. Кут падіння дорівнює  $40^\circ$ , кут між відбитим променем і заломленим  $110^\circ$ . Чому дорівнює кут заломлювання? (Відповідь:  $30^\circ$ .)
3. Кут падіння дорівнює  $30^\circ$ , кут між променем, що падає, і заломленим  $140^\circ$ . У якому середовищі промінь поширювався спочатку: з більшим чи з меншим показником заломлювання? (Відповідь: з меншим.)

4. На дні акваріума з водою лежить плоске дзеркало. На поверхню води падає промінь. Накресліть хід променя, якщо кут падіння дорівнює  $50^\circ$ . Під яким кутом до поверхні води промінь знову вийде в повітря? (Відповідь:  $40^\circ$ .)

### Уконспект учня

■ Закони заломлювання світла:

- заломлений промінь лежить в одній площині з променем, що падає, і перпендикуляром до межі поділу двох середовищ, поставленим у точці падіння променя.
- відношення синуса кута падіння до синуса кута заломлювання для двох конкретних середовищ — стала величина:  

$$\frac{\sin \alpha}{\sin \gamma} = n.$$

### Домашнє завдання

1. П.: § 19.
2. Зб.: р1) № 11.1; 11.2; 11.9; 11.10; 11.13.  
 р2) № 11.16; 11.18; 11.19; 11.23; 11.25.  
 р3) № 11.29; 11.30; 11.33; 11.35; 11.36.
3. Д.: Підготуватися до самостійної роботи № 7 «Закони відбивання світла. Закони заломлювання світла».

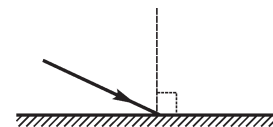
### ЗАДАЧІ ІЗ САМОСТІЙНОЇ РОБОТИ № 7

Закони відбивання світла.

Закони заломлювання світла

ПОЧАТКОВИЙ РІВЕНЬ \_\_\_\_\_

1. На рисунку показано світловий промінь, що падає на плоске дзеркало. Оберіть правильне твердження.





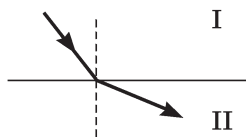
- А. Відбитий промінь лежить у площині рисунка.
- Б. Кут падіння променя на поверхню дзеркала менше  $30^\circ$ .
- В. Кут відбивання променя більший, ніж кут падіння.

2. Рибалка зустрічає схід сонця в безвітряну погоду, сидячи на березі озера. Оберіть правильне твердження.

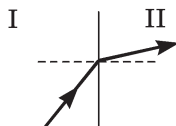
- А. Швидкості світла в повітрі й у воді однакові.
- Б. Сонячні промені, що освітлюють дно озера, на поверхні води змінюють напрямок.
- В. Кут відбивання променя — це кут між відбитим і заломленим променями.

СЕРЕДНІЙ РІВЕНЬ \_\_\_\_\_

1. а) Промінь світла падає на плоске дзеркало під кутом  $40^\circ$  до його поверхні. Чому дорівнює кут відбивання?  
 б) На рисунку зображено заломлення променя світла на межі двох середовищ. Покажіть на рисунку кути падіння й заломлювання. Яке середовище має більший показник заломлювання? Чому?

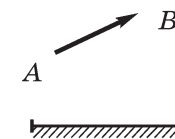


2. а) За якого кута падіння кут між променем, що падає, і відбитим дорівнює  $60^\circ$ ?  
 б) На рисунку зображено заломлення променя світла на межі поділу двох середовищ. Покажіть на рисунку кути падіння й заломлювання. Яке середовище має більший показник заломлювання? Чому?

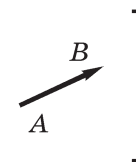


ДОСТАТНІЙ РІВЕНЬ \_\_\_\_\_

1. а) Побудуйте зображення предмета АВ у плоскому дзеркалі. Визначте графічно область, з якої можна повністю бачити це зображення.



- б) Чому, перебуваючи в човні, важко потрапити списом у рибу, що плаває неподалік?
2. а) Побудуйте зображення предмета АВ у плоскому дзеркалі. Визначте графічно область, з якої можна повністю бачити це зображення.



- б) Якщо подивитися на навколишні тіла крізь тепле повітря, що піднімається від багаття, то здається, що вони «тремтять». Чому?

ВИСОКИЙ РІВЕНЬ \_\_\_\_\_

1. а) Пучок паралельних променів іде з проекційного апарата в горизонтальному напрямку. Як треба розташувати плоске дзеркало, щоб після відбиття пучок ішов вертикально? Зробіть рисунок і поясніть відповідь.  
 б) Кут падіння дорівнює  $30^\circ$ , кут між променем, що падає, і заломленим  $140^\circ$ . У якому середовищі промінь світла поширюється спочатку: з більшим чи з меншим показником заломлювання?
2. а) Потрібно освітити дно колодязя, спрямувавши на нього сонячні промені. Як треба розташувати плоске дзеркало, якщо промені Сонця падають на земну поверхню під кутом  $60^\circ$ ? Зробіть рисунок.  
 б) Промінь світла падає на плоску межу поділу двох середовищ. Кут падіння дорівнює  $50^\circ$ , кут між відбитим променем і заломленим  $100^\circ$ . Чому дорівнює кут заломлення?



# Лінзи

<b>Мета уроку:</b>	надати учням знання про лінзи, їхні фізичні властивості й характеристики.
<b>Тип уроку:</b>	комбінований урок.
<b>Демонстрації:</b>	1. Опуклі й увігнуті лінзи. 2. Проходження світла крізь збиральну лінзу. 3. Проходження світла крізь розсіювальну лінзу.
<b>План викладання нового матеріалу:</b>	1. Основні елементи лінзи. 2. Збиральна й розсіювальна лінзи. 3. Фокусна відстань і оптична сила лінзи. 4. Експериментальне спостереження зображень світної точки, які дає лінза.
<b>Перевірка знань:</b>	Самостійна робота № 7 «Закони відбиття світла. Закони заломлення світла».

## ВИКЛАДАННЯ НОВОГО МАТЕРІАЛУ

### 1. Основні елементи лінзи.

Найважливішим елементом численних оптичних приладів і систем, починаючи від окулярів і закінчуючи гігантськими телескопами, є *лінза*.

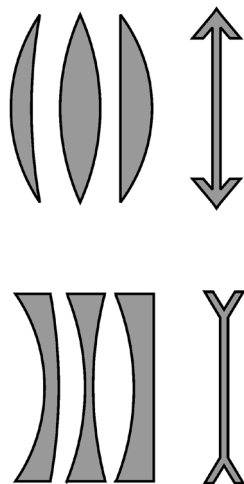
Лінзою називають оптично прозоре тіло, обмежене сферичними поверхнями.

Розрізняють *опуклі* лінзи, які посередині товщі, ніж біля країв і *увігнуті* лінзи, які посередині тонші, ніж біля країв.

У шкільному курсі фізики вивчають так звані тонкі лінзи.

Лінзу, товщина якої значно менша за радіуси кривини її поверхонь, називають *тонкою лінзою*.

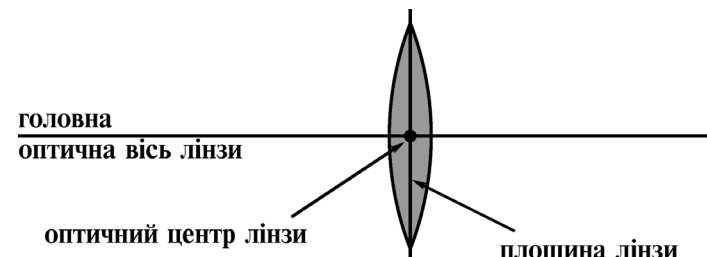
На рисунку зображено опуклі й увігнуті лінзи «в розрізі», а поруч наведено умовні позначки таких лінз на рисунках.



Для тонкої лінзи можна вважати, що вся лінза лежить в одній площині, яку називають *площиною лінзи* (див. рисунок).

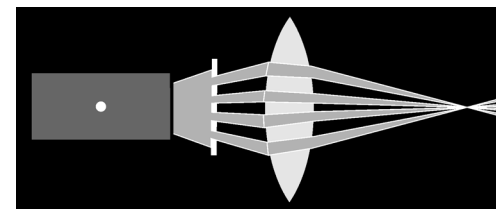
Точку площини лінзи, де товщина лінзи максимальна (для опуклої лінзи) або мінімальна (для увігнутої лінзи), називають *оптичним центром лінзи*.

Через центр лінзи перпендикулярно площині лінзи проходить *головна оптична вісь лінзи*.



### 2. Збиральна й розсіювальна лінзи.

Основні параметри та дію збиральної лінзи рекомендуємо спочатку *вивчити* експериментально за допомогою двоопуклої лінзи. Для цього пучок світла направляємо на лінзу, розташовану на екрані, і спостерігаємо дію такої збиральної лінзи: кожний промінь із пучка світла, що падає на лінзу, після заломлення нею відхиляється від свого початкового напрямку, наближаючись до головної оптичної осі.

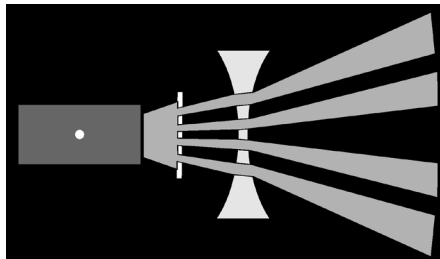


Демонструючи дію збиральної двоопуклої лінзи, важливо привернути увагу учнів, що зазначений відхил променів збиральною лінзою має місце завжди за будь-якого кута падіння променя на лінзу. Це підтверджує дослід, у якому світна точка переміщається уздовж головної оптичної осі в напрямку до лінзи.

Лінзу, що перетворює паралельний пучок променів у збіжний, називають *збиральною*.

Промені, що падають на збиральну лінзу паралельно головної оптичної осі, після заломлення в лінзі *перетинаються в одній точці*, яку називають *фокусом лінзи* й позначають *F*.

Продемонструвавши дію розсіювальної лінзи, переконуємося, що незалежно від розташування світної точки стосовно двоввігнутої лінзи, остання завжди формує тільки розбіжний пучок світла. Неважко переконатися також, що кут розхилу сформованого ввігнутою лінзою пучка світла завжди виявляється більший за кута розхилу пучка, що падає на лінзу. Саме тому розглянуту лінзу й називають розсіювальною.



Лінзу, що перетворює паралельний пучок променів у розбіжний, називають *розсіювальною*.

Падаючи на розсіювальну лінзу, паралельні промені після заломлення в лінзі йдуть так, що їхні *продовження* перетинаються в одній точці, розташованій по той бік лінзи, звідки падає пучок.

Точку, у якій перетинаються продовження заломлених у розсіювальній лінзі променів, що падають на лінзу паралельно головній оптичній осі, називають також *фокусом лінзи* й позначають  $F$ .

Фокус розсіювальної лінзи називають уявним, тому що в цій точці перетинаються не самі промені, а їхні продовження.

Розсіювальна лінза, так само як і збиральна, має два фокуси, розташовані по різні боки на рівних відстанях від неї.

### 3. Фокусна відстань і оптична сила лінзи.

Описані вище досліди природно підводять учнів до поняття *фокусної відстані* лінзи.

Відстань від площини лінзи до її фокуса називають *фокусною відстанню лінзи* та позначають  $F$ .

Фокусна відстань лінзи залежить від радіуса кривини її поверхонь. Лінза з більше опуклими поверхнями заломлює промені сильніше, ніж лінза з менш опуклими поверхнями, і тому має меншу фокусну відстань.

Оптичною силою лінзи називають величину  $D$ , обернену фокусній відстані лінзи:  $D = \frac{1}{F}$ .

Одиницею фокусної відстані в SI є 1 метр. Оптичну ж силу лінзи в SI вимірюють в  $\frac{1}{\text{м}}$  (цю одиницю оптичної сили в побуті часто називають діоптрією). Наприклад, оптична сила лінзи з фокусною відстанню 2 м дорівнює  $0,5 \frac{1}{\text{м}}$ .

Що менше фокусна відстань лінзи, то більше її оптична сила, тобто вона сильніше заломлює промені, що падають на неї.

У збиральних і розсіювальних лінз оптичні сили відрізняються знаком. Для збиральних лінз:  $F > 0$ ,  $D > 0$ ; для розсіювальних:  $F < 0$ ,  $D < 0$ .

### 4. Експериментальне спостереження зображень світної точки, створюваних лінзою.

Ми вже бачили, що пучок, сформований лінзою, трансформується зі збіжного в розбіжний. У місці найбільшого звуження заломленого лінзою пучка й буде зображення світної точки.

Зображенням точкового джерела в лінзі називають точку перетинання заломлених у лінзі променів, що виходять із джерела, або їхніх продовжень.

Далі розглядаємо, як змінюється положення зображення світної точки, розташованої в різних місцях головної оптичної осі збиральної лінзи. Для цього спочатку світну точку переміщуємо з «нескінченності» уздовж головної оптичної осі в напрямку до центра лінзи й показуємо, як при цьому змінюється положення зображення, у яких випадках воно буде дійсним, а в яких — уявним. Потім демонструємо, куди переміщується зображення, якщо світна точка розташована вище (нижче) головної оптичної осі. З описаних дослідів випливає, що в міру наближення світної точки до фокуса лінзи відстань від зображення до лінзи збільшується. Учні переконуються в тім, що зображення світної точки буде дійсним у тих випадках, коли ця точка розташована перед фокусом лінзи. Якщо світна точка буде між фокусом і лінзою, то її зображення буде уявним, тому що в цьому випадку лінза не перетворює вихідний зі світної точки пучок світла в збіжний. Якщо світну точку помістити у фокус лінзи, то її зображення буде розташовано на нескінченності.

Аналогічно демонструємо досліди щодо отримання зображення світної точки за допомогою розсіювальної лінзи. На підставі цих дослідів легко переконатися, що розсіювальна лінза дає тільки уявне зображення.

### ЗАПИТАННЯ ДО УЧНІВ ПІД ЧАС ВИКЛАДАННЯ НОВОГО МАТЕРІАЛУ

1. За якою ознакою форми лінзи можна визначити: ця лінза збиральна чи розсіювальна?
2. Чому опуклу лінзу називають збиральною?

- Чому ввігнуту лінзу називають розсіювальною?
- Чим відрізняється фокус розсіювальної лінзи від фокуса збиральної лінзи?
- У якому випадку зображення точки називають дійсним, а в якому — уявним?

### ЗАДАЧІ, РОЗВ'ЯЗУВАНІ НА УРОЦІ

- Чому в сонячний літній день не можна поливати квіти в саду?
- Склеївши два опуклі стекла від годинника, можна одержати повітряну опуклу лінзу. Якщо таку лінзу помістити у воду, то чи буде вона збиральною лінзою?
- Чому дорівнює оптична сила лінзи, фокусна відстань якої дорівнює 10 см?
- Оптична сила лінзи  $25 \frac{1}{\text{м}}$ . Чому дорівнює її фокусна відстань?

### Уконспект учня

- Лінзою називають оптично прозоре тіло, обмежене сферичними поверхнями.
- Лінзу, що перетворює паралельний пучок променів у збіжний, називають збиральною.
- Лінзу, що перетворює паралельний пучок променів у розбіжний, називають розсіювальною.
- Відстань від площини лінзи до її фокуса називають фокусною відстанню лінзи й позначають  $F$ .
- Оптичною силою лінзи називають величину  $D$ , обернену фокусній відстані лінзи:  $D = 1/F$ .
- Зображенням точкового джерела в лінзі називають точку перетинання заломлених у лінзі променів, що виходять із джерела, або їхніх продовжень.

### Домашнє завдання

- П.: § 20 (п. 1, 2, 3).
- Зб.: р1) № 12.2; 12.3; 12.4; 12.11; 12.12.  
р2) № 12.17; 12.18; 12.19; 12.20; 12.21.  
р3) № 12.35; 12.36; 12.37; 12.38; 12.39.

## Урок 8/24.

# Побудова зображень у лінзі

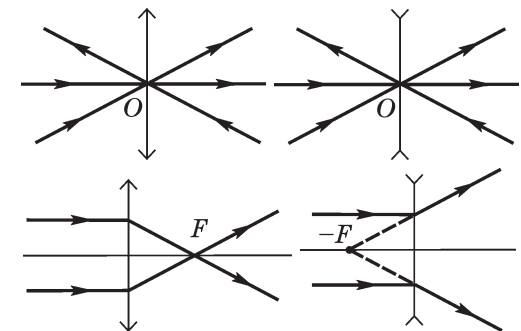
<b>Мета уроку:</b>	навчити учнів одержувати зображення в збиральній й розсіювальній лінзах.
<b>Тип уроку:</b>	урок вивчення нового матеріалу.
<b>Демонстрації:</b>	одержання зображень за допомогою лінз.
<b>План викладання нового матеріалу:</b>	1. Які промені використовують для побудови зображення в лінзі? 2. Побудова зображення в збиральній лінзі. 3. Побудова зображення в розсіювальній лінзі.
<b>Перевірка знань:</b>	1. Що таке лінза? Які типи лінз ви знаєте? 2. Яку лінзу називають збиральною, а яку — розсіювальною? 3. Як змінюється напрямок променів, паралельних оптичній осі лінзи після проходження крізь неї?

### ВИКЛАДАННЯ НОВОГО МАТЕРІАЛУ

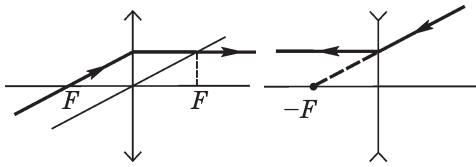
#### 1. Які промені використовують для побудови зображення в лінзі?

Для побудови зображення кожної точки досить двох променів. З нелічальної множини променів, що виходять із певної точки, вибирають ті, хід яких найпростіший і тому легко може бути відтворений у процесі побудови зображення. Для побудови зображення в лінзі використовують зазвичай хід таких променів:

- Точковий об'єкт і його зображення завжди лежать на одній оптичній осі
- Промінь, що падає на лінзу паралельно головній оптичній осі, після заломлення у лінзі проходить через її фокус.

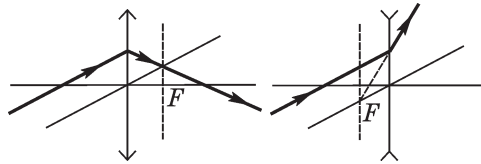


3. Промінь, що проходить через фокус збиральної лінзи, після лінзи поширюється паралельно головній оптичній осі.



Якщо учні швидко й добре засвоїли ці правила, то можна запропонувати ним розглянути випадок для побудови зображення точки, що лежить на головній оптичній осі:

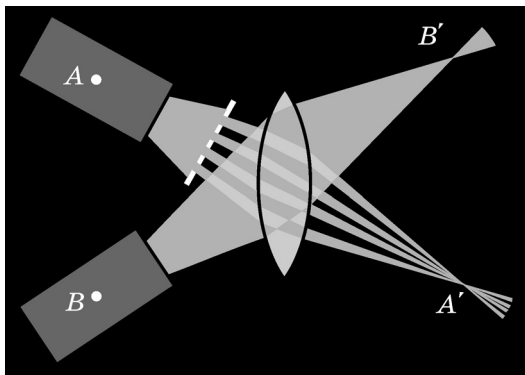
Промінь, паралельний оптичній осі, перетинається з нею після заломлення у фокальній площині.



## 2. Побудова зображення в збиральній лінзі.

Щоб побудувати зображення лінійного предмета, наприклад стрілки  $AB$ , необхідно побудувати зображення крайніх точок  $A$  і  $B$ , після чого з'єднати точки  $A_1$  і  $B_1$ ; відрізок  $A_1B_1$  і буде зображенням цього предмета.

Механізм одержання зображення предмета *демонструють* на екрані. Освітлювачі, що моделюють крайні точки предмета, розміщують на деякій відстані один від одного, яка дорівнює висоті предмета. На екрані можна чітко побачити хід пучків світла, що падають на лінзу та заломлених нею. Для більшої виразності досліду і його емоційного сприйняття пучки світла рекомендуємо забарвити за допомогою світлофільтрів у різні кольори (наприклад, у червоний і зелений).



Змінюючи відстань між моделлю предмета й лінзою, можна експериментально відповісти на запитання: як впливає взаємне розташування предмета й лінзи на величину й характер зображення.

Після проведення й обговорення цих модельних дослідів на екрані залишається лише виконати відповідні побудови в зошиті.

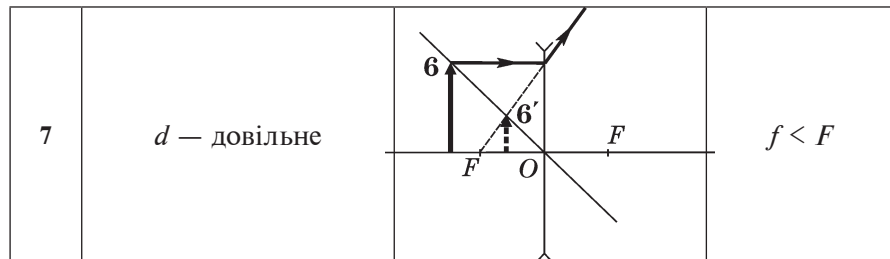
Знаючи правила проходження променів крізь лінзу, можна легко побудувати зображення будь-якого предмета. Нагадаємо, що зображення предмета може бути дійсним або уявним. За розміром зображення предмета може дорівнювати розмірові предмета, або бути збільшеним чи зменшеним.

№	Відстань від предмета до лінзи	Побудови	Відстань від лінзи до зображення
1	$d \rightarrow \infty$		$f = F$
2	$d > 2F$		$2F > f > F$
3	$d = 2F$		$f = 2F$
4	$F < d < 2F$		$f > 2F$
5	$d = F$		$f \rightarrow \infty$
6	$d < F$		$f < 0$

### 3. Побудова зображення в розсіювальній лінзі.

У цьому випадку пучок променів, що виходять від будь-якої точки предмета, після заломлення в лінзі стає ще розбіжнішим.

Отже, перетнутися можуть тільки продовження променів, тобто зображення завжди буде *уявним*. Побудова показує, що воно буде *прямим* і *зменшеним*.



Насамкінець необхідно акцентувати увагу учнів на те, що розміри й розташування зображення предмета в лінзі залежать від положення предмета щодо лінзи.

№	Відстань від предмета до лінзи	Характеристика зображення
збиральна лінза		
1	$d \rightarrow \infty$	Дійсне, перевернуте <sup>1</sup> , зменшене.
2	$d > 2F$	Дійсне, перевернуте, зменшене.
3	$d = 2F$	Дійсне, перевернуте, рівновелике.
4	$F < d < 2F$	Дійсне, перевернуте, збільшене.
5	$d = F$	Зображення предмета буде розмитим.
6	$d < F$	Уявне, пряме, збільшене.
розсіювальна лінза		
7	$d$ — довільне	Уявне, пряме, зменшене.

### ЗАПИТАННЯ ДО УЧНІВ ПІД ЧАС ВИКЛАДАННЯ НОВОГО МАТЕРІАЛУ

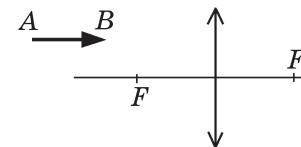
1. Залежно від чого змінюється зображення, яке дає збиральна лінза?

<sup>1</sup> Перевернуте зображення називають також оберненим.

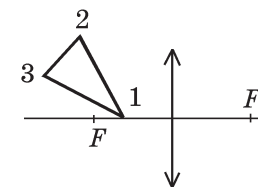
- Від чого залежить характер зображення, яке дає збиральна лінза?
- За допомогою лінзи отримали зображення певного предмета. У якому випадку його можна побачити на екрані — коли це зображення дійсне чи коли воно уявне?
- Чому ввігнута лінза не дає дійсного зображення?
- За допомогою лінзи на екрані отримали зображення полум'я свічки. Чи зміниться це зображення і як, якщо половину лінзи закрити непрозорим екраном?

### ЗАДАЧІ, РОЗВ'ЯЗУВАНІ НА УРОЦІ

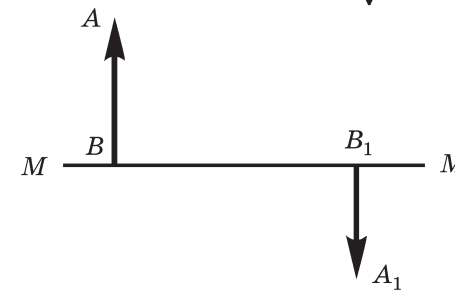
1. Побудуйте зображення даного предмета в лінзі. Охарактеризуйте отримане зображення.



2. Побудуйте зображення предмета в лінзі. Охарактеризуйте отримане зображення.



3. На рисунку показана головна оптична вісь  $MM$  лінзи, предмет  $AB$  і його зображення  $A_1B_1$ . Визначте графічно положення оптичного центра й фокусів лінзи.



### Домашнє завдання

- П.: § 20 (п. 4).
- Зб.: p1) № 12.13; 12.14; 12.15; 12.16.  
p2) № 12.28; 12.29; 12.30; 12.32; 12.34.  
p3) № 12.40; 12.41; 12.48; 12.49; 12.51.

## Розв'язання задач.

### Формула тонкої лінзи

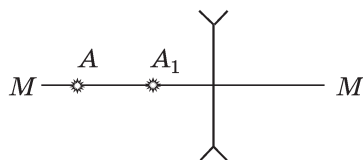
<b>Мета уроку:</b>	навчити учнів будувати хід променів у лінзах, робити аналіз зображень, отриманих за допомогою лінз.
<b>Тип уроку:</b>	комбінований урок.
<b>План викладання нового матеріалу:</b>	1. Розв'язання задач. 2. Формула тонкої лінзи.

#### ЗАДАЧІ, РОЗВ'ЯЗУВАНІ НА УРОЦІ

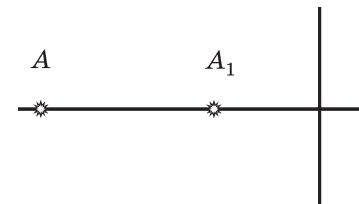
- Де на оптичній осі збиральної лінзи треба розташувати точкове джерело світла, щоб з жодної точки простору не можна було одночасно побачити джерело і його зображення?
- Побудуйте зображення точки, розташованої на головній оптичній осі розсіювальної лінзи.
- Визначте побудовою, де розташовані оптичний центр тонкої лінзи і її фокуси, якщо  $MM$  — головна оптична вісь лінзи,  $A$  — світна точка,  $A_1$  — її зображення. Визначте також тип лінзи й тип зображення.



- Визначте побудовою положення фокусів лінзи, якщо  $A$  — світна точка,  $A_1$  — її зображення.  $MM$  — головна оптична вісь лінзи.



- Дано точки  $A$  і  $A_1$  на осі лінзи невідомої форми. Визначте вид лінзи (збиральна чи розсіювальна). Побудовою знайдіть фокуси лінзи.

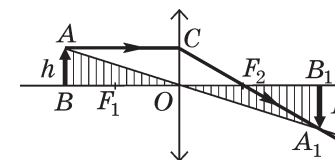


#### Формула тонкої лінзи.

Цей матеріал можна дати в ознайомлювальному плані.

Знайдемо взаємозв'язок між фокусною відстанню  $F$ , відстанню від предмета до лінзи  $d$  і відстанню від лінзи до зображення  $f$ .

Розглянемо збиральну лінзу і розташуймо предмет на відстані  $d$  перед нею ( $d > F$ ). Побудуємо зображення  $A_1B_1$  предмета  $AB$ , скориставшись двома променями, що виходять із точки  $A$  (див. рисунок, на якому фокуси позначили  $F_1$  і  $F_2$ ).



Позначмо через  $h$  висоту предмета  $AB$ , а через  $H$  — висоту зображення  $A_1B_1$ . З огляду на те, що  $OB = d$ ,  $OB_1 = f$ , з подібності трикутників  $OBA$  й  $OB_1A_1$ , а також  $COF_2$  і  $A_1B_1F_2$  (парі подібних трикутників на рисунку виділено по-різному) одержуємо:

$$\frac{H}{h} = \frac{OB_1}{OB} = \frac{f}{d}, \quad \frac{H}{h} = \frac{B_1F_2}{OF_2} = \frac{f - F}{F}.$$

Порівнюючи праві частини цих співвідношень, знаходимо:

$$fF + dF = fd.$$

Розділивши це рівняння на  $Fdf$ , одержуємо

$$\frac{1}{d} + \frac{1}{f} = \frac{1}{F}.$$

У цій формулі відстань до зображення беруть зі знаком «плюс», якщо зображення дійсне, і зі знаком «мінус», якщо зображення уяв-



не. Фокусну відстань збиральної лінзи беруть зі знаком «плюс», а розсіювальної — зі знаком «мінус».

Використовуючи формулу тонкої лінзи, можна знайти, наприклад, відстань до зображення, якщо ми знаємо відстань від лінзи до предмета й фокусну відстань лінзи. Виражаючи за допомогою формули лінзи  $f$  через  $d$  і  $F$ , одержуємо  $f = \frac{Fd}{d-F}$ . Звідси також випливає, що при  $d > F$  зображення дійсне ( $f > 0$ ), при  $d < F$  зображення уявне ( $f < 0$ ), а якщо предмет перебуває набагато далі фокуса  $d \gg F$ , то  $f \approx F$ .

Ще раз можна нагадати учнем, що заломлювальну здатність лінзи характеризує величина, яку називають *оптичною силою* лінзи. Оптична сила більше в тієї лінзи, у якої фокусна відстань менше ( $D = 1/F$ ).

### ЗАПИТАННЯ ДО УЧНІВ ПІД ЧАС ВИКЛАДАННЯ НОВОГО МАТЕРІАЛУ

1. Як можна за зовнішнім виглядом лінз визначити, у якій з них менша фокусна відстань?
2. При якій умові можна використати формулу лінзи, придатну для будь-яких відстаней від предмета до лінзи?
3. На якій відстані від збиральної лінзи з фокусною відстанню 20 см вийде зображення предмета, якщо сам предмет перебуває на відстані 15 см?
4. Предмет розташований на відстані 15 см від розсіювальної лінзи з фокусною відстанню 30 см. На якій відстані від лінзи буде зображення даного предмета?

### Домашнє завдання

1. П.: § 20.
2. Зб.: р1) № 12.5; 12.6; 12.7.  
р2) № 12.22; 12.23; 12.33; 12.52.  
р3) № 12.42; 12.43; 12.44; 12.50.
3. Підготуватися до лабораторної роботи № 10 «Вимірювання фокусної відстані тонкої лінзи».

## Урок 10/26.

### Лабораторна робота № 10.

#### «Вимірювання фокусної відстані тонкої лінзи»

<b>Мета уроку:</b>	навчити вимірювати фокусну відстань збиральної лінзи.
<b>Тип уроку:</b>	урок контролювання й оцінювання знань.
<b>Обладнання:</b>	збиральна лінза, лампочка на підставці (або свічка), екран, лінійка, джерело електричного струму, з'єднувальні дроти.

### РЕКОМЕНДАЦІЇ ЩОДО ПРОВЕДЕННЯ ЛАБОРАТОРНОЇ РОБОТИ

Точку, через яку після заломлення проходять промені, що падають на лінзу паралельно головній оптичній осі, називають *фокусом лінзи* й позначають  $F$ . Відстань від площини лінзи до її фокуса називають фокусною відстанню лінзи й також позначають  $F$ .

Досліди й геометричні побудови показують, що між відстанню  $d$  від лінзи до предмета, відстанню  $f$  від лінзи до зображення й фокусною відстанню лінзи  $F$  справедливо співвідношення, яку називають *формулою тонкої лінзи*:

$$\frac{1}{d} + \frac{1}{f} = \frac{1}{F}.$$

Із цієї формули знаходимо фокусну відстань лінзи:

$$F = \frac{fd}{f+d}.$$

### ХІД РОБОТИ

1. Накресліть у розташованому в зошиті прямокутнику хід променів у збиральній лінзі, коли вона дає дійсне зображення предмета. Позначте на схемі відстань  $d$  від лампочки до лінзи й відстань  $f$  від лінзи до зображення, а також фокусну відстань  $F$  збиральної лінзи.

2. Розмістіть лампочку на підставці, збиральну лінзу й екран уздовж прямої рейки так, щоб на екрані отримати чітке перевернуте (обернене) зображення лампочки.

3. Вимикнувши джерело струму, вимірте відстань  $d$  від лампочки до лінзи й відстань  $f$  від лінзи до зображення (тобто до екрана). Обчисліть фокусну відстань  $F$  збиральної лінзи, використовуючи формулу лінзи. Результати запишіть у зошит для лабораторних робіт.

4. Визначивши величину фокусної відстані лінзи, учні можуть провести таке дослідження:

розташувати лампочку на різних відстанях  $d$  від цієї лінзи: 1)  $d < F$ ; 2)  $F < d < 2F$ ; 3)  $d > 2F$ . Щоразу спостерігаючи отримане на екрані зображення, вони можуть зробити відповідні висновки.

5. Переконавшись на досліді, що збиральна лінза дає різноманітні зображення предмета, наведіть приклади використання різних видів зображень.

### Домашнє завдання

1. П.: повторити § 19, 20.

2. Уміти відповідати на запитання й завдання до цих параграфів.

## Урок 11/27.

### Око, вади зору. Окуляри

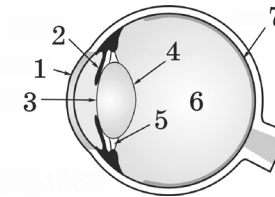
<b>Мета уроку:</b>	познайомити учнів з будовою ока як оптичної системи.
<b>Тип уроку:</b>	урок вивчення нового матеріалу.
<b>Демонстрації:</b>	1. Модель ока. 2. Дія окулярів.
<b>План викладання нового матеріалу:</b>	1. Будова ока. 2. Оптичні властивості ока. 3. Вади зору. 4. Окуляри.

### ВИКЛАДАННЯ НОВОГО МАТЕРІАЛУ

#### 1. Будова ока.

Людське око являє собою досить складну оптичну систему, що сформувалася з органічних матеріалів у процесі тривалої біологічної еволюції.

Око має майже сферичну форму (24 мм уздовж головної оптичної осі й 22 мм у поперечному напрямку). На моделі ока необхідно показати основні елементи ока: роговицю (1); райдужну оболонку (2); зіницю (3); кришталік (4); очні м'язи (5); склоподібне тіло (6); сітківку (7).



Роговиця, кришталік і склоподібне тіло утворюють оптичну систему *аналогічну* тонкій лінзі з оптичною силою  $58,5 \frac{1}{\text{м}}$  ( $F = 17,2 \text{ мм}$ ).

Оптичний центр цієї системи розташований на відстані близько 5 мм від роговиці.

## 2. Оптичні властивості ока.

Як виникають зображення різних предметів і як їх сприймає око?

Світло, що падає в око, заломлюється на передній поверхні ока, у роговиці, кришталіку й склоподібному тілі, завдяки чому на сітківці утворюється дійсне, зменшене, перевернуте зображення розглядуваних предметів.

Якщо зображення предмета, що виникає на сітківці ока, є *перевернутим*, то чому ж тоді ми бачимо всі предмети такими, як вони є, тобто неперевернутими? Справа в тім, що процес бачення безупинно коректує саме мозок, який отримує інформацію не тільки завдяки очам, але й іншим органам чуття.

Коли людина народжується, то вона бачить усе, як на сітківці, тобто зображення перевернуте, але потім із часом у дитини виробляється рефлекс, і у мозок надходить нормальне зображення. (Якщо до маленької дитини, що лежить у ліжечку, піднести брязкальце з яскравою ручкою, то вона буде намагатися схопити цю ручку із протилежного боку).

Око повинно однаково добре бачити предмети, розташовані на різних відстанях від нього. Як би не змінювалася відстань від предмета до ока, на сітківці виходило б чітке зображення. З формули тонкої лінзи видно, що це можливо лише в тому випадку, якщо одночасно змінюється фокусна відстань.

▶ Оптична сила ока і його фокусна відстань змінюється завдяки зміні радіусів кривини поверхні кришталіка. Це явище називають *акомодацією*.

Акомодація відбувається мимоволі. Як тільки людина переводить погляд з одного предмета на інший, порушується різкість зображення, про що в мозок моментально надходить сигнал.

Око може акомодуватися до певної межі. Точка, яку бачить око за розслабленого очного м'яза, називають *далекою точкою*. Точка, яку око бачить за максимального напруження м'яза — *ближньою точкою*.

Відстань ближньої точки від ока змінюється з віком: від 12 см в 20 років до 50 см в 60 років; далека точка лежить на нескінченності. Відстань найкращого бачення для нормального ока близько 25 см.

## 3. Вади зору.

Завдяки акомодації зображення розглядуваних об'єктів розташовано на сітківці ока. Це відбувається, якщо око нормальне. Однак внаслідок різних причин оптична система ока може трохи змінитися, що призводить до виникнення далекозорості або короткозорості.

Вочевидь, ви помічали, що деяким людям, особливо літнім, важко розглядати близькі предмети, зокрема розташовані на відстані найкращого бачення.

Цю ваду зору називають *далекозорістю*.

▶ *Далекозорість* — віддалення ближньої точки від ока, що призводить до одержання зображення за сітківкою.

Щоб розглянути близькі предмети, далекозора людина намагається відсунути їх далі від себе.

Відстань найкращого зору для далекозорого ока понад 25 см. Люди з подібною вагою зору, читаючи текст, розташовують його далі від своїх очей. Цим і спричинено назву «далекозорість».

Далекозорість може бути зумовлена або зниженням оптичної сили ока, або зменшенням довжини ока вздовж його оптичної осі.

Далекозорістю страждає більшість немовлят, однак у міру росту дитини очне яблуко трохи збільшується, і ця вада зору зникає. У літньому віці в людей може розвинути так звана стареча далекозорість. Її пояснюють тим, що м'язи, які стискають кришталік, з віком слабшають, і здатність акомодації зменшується. Цьому ж сприяє й ущільнення кришталіка, що поступово втрачає здатність стискуватися.

Дуже поширений (на цей раз — у будь-якому віці) і «протилежа» вада зору, коли людина добре бачить близькі предмети, але погано розрізняє віддалені.

Цю ваду зору називають *короткозорістю*.

▶ *Короткозорість* — дальня точка лежить на кінцевій відстані, іноді дуже близько від ока, що призводить до того, що зображення віддаленого предмета утворюється не на сітківці, а перед нею.

Короткозора людина намагається наблизити предмет од очей, коли розглядає його без окулярів.

У короткозорості часто-густо «винен» не кришталік, а форма ока: око трохи видовжено, унаслідок чого сітківка розташована надто далеко від кришталіка.

Через це промені, що виходять від віддалених предметів, фокусуються не на сітківці, а перед нею.

Відстань найкращого зору для короткозорого ока менше 25 см. Тому люди з подібною вагою зору змушені читати текст, розташовуючи його близько до очей.

Короткозорість може бути зумовлена двома причинами: 1) надлишковою оптичною силою ока; 2) подовженням ока уздовж його оптичної осі. Розвивається вона зазвичай у шкільні роки й пов'язана зазвичай із тривалим читанням або писанням,

особливо в разі недостатнього освітлення й неправильного розташування джерела світла.

#### 4. Окуляри.

Короткозорість і далекозорість виправляють застосуванням лінз.

Перші окуляри з'явилися наприкінці XIII століття, очевидно, спочатку в Італії, хоча ще в античності описані випадки вживання відшліфованих природних кристалів для поліпшення зору (зокрема імператор Нерон використовував величезний смарагд). Їхній винахід стало великим благом для людей з вадами зору.

У разі короткозорості зображення віддаленого предмета утворюється всередині ока перед сітківкою. Щоб воно відсунулося від кришталіка й перемістилося на сітківку, варто застосовувати окуляри із розсіювальними (увігнутими) лінзами.

У разі далекозорості все навпаки. Тепер зображення утворюється за сітківкою, і для його переміщення на неї застосовують окуляри зі збиральними (опуклими) лінзами.

### ЗАПИТАННЯ ДО УЧНІВ ПІД ЧАС ВИКЛАДАННЯ НОВОГО МАТЕРІАЛУ

1. Як на сітківці ока утворюється зображення предмета?
2. Чому за різних відстаней до предмета його чітко зображення завжди утворюється на сітківці?
3. Яку перевагу дає зір двома очима?
4. Оптична сила лінз може бути додатною чи від'ємною. Які лінзи потрібно використовувати для виправлення короткозорості? далекозорості?
5. Як відрізнити окуляри для далекозорих людей від окулярів для короткозорих людей?

### ЗАДАЧІ, РОЗВ'ЯЗУВАНІ НА УРОЦІ

1. У магазині «Оптика» є в продажі такі окуляри: +2 дптр, -0,5 дптр, -3 дптр, +2,5 дптр. Які вади зору виправляють ці окуляри?
2. Як змінюються фокусна відстань і оптична сила кришталіка ока, коли людина переводить очі зі сторінки книжки на хмари за вікном?
3. Розгляньте зіниці своїх очей у плоскому дзеркалі за малого освітлення, а потім за сильного. Що ви помітили? Поясніть спостережуване.

4. Лінзи окулярів мають фокусну відстань 0,5 м. Посередині лінзи тонше, ніж по краях. Яка оптична сила кожної лінзи? Яка вада зору у власника окулярів?

#### Уконспект учня

- Оптична сила ока і його фокусна відстань змінюються завдяки зміні радіусів кривини поверхні кришталіка. Це явище називають акомодацією.
- Далекозорість — вада зору, за якого ближня точка віддалена від ока, що призводить до одержання зображення за сітківкою.
- Короткозорість — вада зору, за якого дальня точка лежить на кінцевій відстані, іноді дуже близько від ока, це призводить до того, що зображення віддаленого предмета утворюється не на сітківці, а перед нею.

#### Домашнє завдання

1. П.: § 21 (п. 1), 22 (п. 1).
2. Зб.: р1) № 12.8; 12.9; 13.27; 13.29; 13.30.  
р2) № 12.25; 13.34; 13.37; 13.40; 13.42.  
р3) № 12.53; 12.54; 13.45; 13.46; 13.47.

## Оптичні прилади

<b>Мета уроку:</b>	показати учням, яким чином дослідження оптичних явищ сприяло розвитку вміння керувати ходом світлових променів і конструюванню різних оптичних приладів.
<b>Тип уроку:</b>	комбінований урок.
<b>Демонстрації:</b>	1. Фотоапарат, його будова. 2. Проекційний апарат. 3. Лупа, мікроскоп. 4. Модель телескопа.
<b>План викладання нового матеріалу:</b>	1. Класифікація оптичних приладів. 2. Фотоапарат. 3. Кіноапарат і проектор. 4. Лупа. 5. Мікроскоп і телескоп.
<b>Перевірка знань:</b>	1. Розкажіть про оптичну систему ока. Який дослід допомагає зрозуміти принцип дії ока? 2. У якому випадку фокусна відстань кришталіка більша: коли ви читаете книжку чи коли дивитесь телевизор? 3. Що таке далекозорість? Які лінзи використовують, щоб виправити цю ваду зору? 4. Що таке короткозорість? Які лінзи використовують, щоб виправити цю ваду зору?

### ВИКЛАДАННЯ НОВОГО МАТЕРІАЛУ

#### 1. Класифікація оптичних приладів.

Усі оптичні прилади можна поділити на дві групи:

а) прилади, за допомогою яких одержують оптичні зображення на екрані. До них належать проекційні апарати, фотоапарати, кіноапарати тощо;

б) прилади, які діють тільки разом з людським оком і не утворюють зображень на екрані. До них належать лупа, мікроскоп і різні прилади телескопічної системи. Такі прилади називають візуальними.

#### 2. Фотоапарат.

Фотоапаратом називають пристрій для одержання оптичних зображень різних об'єктів на світлочутливому шарі фотоплівки чи якого-небудь іншого фотоматеріалу.

Першим апаратом, за допомогою якого вдалося отримати зображення різних об'єктів, була *камера-обскура*. Вона являла собою темний ящик із невеликим отвором в одній зі стінок і дозволяла отримати дійсні й перевернуті зображення предметів, розміщених перед ним, без використання лінз.

У 30-х рр. XIX ст. французький художник і винахідник Луї Дагер помістив в отвір камери лінзу. Повідомлення про це відкриття було опубліковано 1839 р. З того часу цей рік вважають роком винаходу фотографії.

Необхідно, насамперед, підкреслити, що зображення буде не лінза, а саме малий отвір. Лінза потрібна, щоб одержати якісніше зображення. Тому особливу увагу варто звернути на роль *діафрагми* у фотоапараті.

Будова фотоапарата подібна до будови ока. Роль роговиці й кришталіка тут відіграє об'єктив, роль же сітківки в плівковому фотоапараті — світлочутлива плівка, а в цифровому — фотоелемент.

Істотною відмінністю фотоапарата від ока є спосіб наведення на різкість: для цього зазвичай змінюють відстань від об'єктива до плівки (фотоелемента). Однак останнім часом з'явилися фотоапарати, у яких можна також плавно змінювати і фокусну відстань об'єктива.

#### 3. Кіноапарат і проектор.

За допомогою проекційних апаратів на екрані отримують дійсне збільшене зображення рисунків, фотографій тощо.

Проектування прозорих об'єктів (діафільмів, діапозитивів) називають *діапроекцією*, непрозорих об'єктів (рисунків, фотографій) — *епіпроекцією*.

Призначення діапроектора — створювати на екрані збільшене зображення прозорих рисунків або фотографій, зафіксованих на кадрі діафільму або діапозитиві. По суті це завдання, протилежне тому, яку виконує оптика фотоапарата.

Кінопроектор відрізняється від діапроектора лише тим, що в ньому кадри змінюються 24 рази за 1 с. Із цією метою перед об'єктивом ставлять рухому механічну заслінку (обтюратор), що перекриває об'єктив у той момент, коли кіноплівка просувається на один кадр. Тому око ці переривання не помічає і ми бачимо безперервний рух предметів на кіноекрані.



#### 4. Лупа.

Лупою називають двоопуклу лінзу з невеликою фокусною відстанню (від 10 до 1 см). Лупа є найпростішим приладом, що дозволяє збільшити кут зору.

Наше око бачить тільки ті предмети, зображення яких утворюється на сітківці. Що більше зображення предмета або що під більшим кутом зору ми розглядаємо цей предмет, то чіткіше його розрізняємо. Багато предметів малі й їх можна бачити з відстані найкращого зору під кутом зору, близьким до граничного. Лупа збільшує кут зору, а також і зображення предмета на сітківці ока, тому видимі розміри предмета більше, ніж його дійсні розміри.

#### 5. Мікроскоп і телескоп.

Щоб отримати великі кутові збільшення (близько кількох сотень), застосовують *мікроскоп*. Прилад складається із двох систем лінз: об'єктива й окуляра. На об'єктив світло падає від розглядуваного об'єкта, через окуляр світло попадає в око спостерігача. Предмет розташовують безпосередньо за фокусом об'єктива, за допомогою чого отримують дійсне збільшене зображення.

Необхідно наголосити, що принцип дії мікроскопа зводиться до послідовного збільшення кута зору спочатку об'єктивом, а потім окуляром. Спочатку об'єктив створює збільшене зображення предмета перед окуляром, а потім окуляр додатково збільшує це зображення.

Кутове збільшення оптичних мікроскопів зазвичай змінюється в межах від 15 до 1200.

Призначення *телескопа* — зібрати якнайбільше світла від досліджуваного об'єкта й збільшити його видимі кутові розміри.

Основною оптичною частиною телескопа є об'єктив, що збирає світло й створює зображення джерела.

Якщо об'єктив телескопа являє собою лінзу або систему лінз, то телескоп називають *рефрактором*, а якщо ввігнуте дзеркало — *рефлектором*.

Світлова енергія, яку збирає телескоп, залежить від розмірів об'єктива. Що більше площа його поверхні, то слабкіші світні об'єкти можна спостерігати в телескоп. Зображення небесного об'єкта, побудоване об'єктивом, можна або розглядати через лінзу, яку називають окуляром, або фотографувати.

Навіть за кутових збільшень об'єктів у десятки разів кут зору для дуже віддалених зір становить менше 1'. Проте, око розрізняє таку зорю через велику концентрацію світлового потоку на зіниці. Що більше діаметр об'єктива телескопа, то більша енергія потрапляє на зіницю ока. Освітленість зіниці ока, яке спостерігає зорю

в телескоп, у стільки разів більша за його освітленість від прямого проміння зорі, у скільки разів площа об'єктива телескопа більша, ніж площа самої зіниці.

Найбільший у світі телескоп-рефрактор (Йеркська обсерваторія біля Чикаго) має діаметр об'єктива близько 1 м. Подальше збільшення діаметра об'єктива вважають недоцільним через деформацію лінз під дією власної ваги й значного поглинання світла, що помітно впливає на якість зображення. Тому об'єктиви діаметром більше 0,5 м роблять дзеркальними. Наприклад, діаметр об'єктива космічного телескопа-рефлектора Габбла становить 3,4 м.

### ЗАПИТАННЯ ДО УЧНІВ ПІД ЧАС ВИКЛАДАННЯ НОВОГО МАТЕРІАЛУ

1. Що спільного в будові ока й фотоапарата? Чим відрізняються в них способи наведення на різкість?
2. Чи можна сфотографувати предмет, розташований між об'єктивом і його фокусом? Чому?
3. Як треба розташувати предмет і лупу, щоб бачити через лупу збільшене зображення цього предмета? Яким буде це зображення — дійсним або уявним?

### Домашнє завдання

1. П.: § 21 (п. 2, 3), 22 (п. 2, 3, 4).
2. Зб.: р1). № 13.28; 13.31; 13.32.  
р2) № 13.35; 13.36; 13.39; 13.41.  
р3) № 13.51; 13.52; 13.53; 13.54.
3. Підготуватися до лабораторної роботи № 11 «Складання найпростішого оптичного приладу».



## Лабораторна робота № 11.

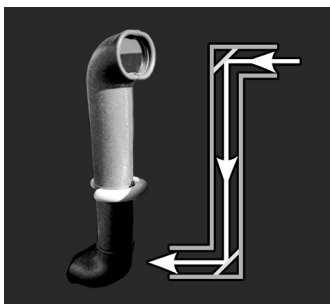
## «Складання найпростішого оптичного приладу»

<b>Мета уроку:</b>	навчити збирати перископ і користуватися ним.
<b>Тип уроку:</b>	урок контролювання й оцінювання знань.
<b>Обладнання:</b>	штатив із двома лапками (обв'язаними поролоном або м'якою тканиною) і два однакових дзеркальця прямокутної форми, закріплені в цих лапках.

РЕКОМЕНДАЦІЇ ЩОДО ПРОВЕДЕННЯ  
ЛАБОРАТОРНОЇ РОБОТИ

Для спостереження за поверхнею моря з підводного човна, що йде на невеликій глибині, або для спостереження за місцевістю з бункера використовують прилад *перископ* (від грецького слова *перископео* — дивлюся навколо, оглядаю).

Перископ являє собою трубу, що складається із трьох секцій; двох горизонтальних і однієї вертикальної (див. рисунок). У місцях з'єднання горизонтальних і вертикальних секцій розташовують дзеркала. Дзеркала взаємно паралельні й становлять кут  $45^\circ$  з горизонталлю. Нехай на верхнє дзеркало падає горизонтальний промінь від предмета. Після відбиття від нього промінь змінює свій напрямок на вертикальний й потрапляє на нижнє дзеркало.



Після відбиття в дзеркалі промінь світла змінює напрямок на  $90^\circ$  й потрапляє в око спостерігача. Спостерігач побачить зображення предмета.

## ХІД РОБОТИ

1. Накресліть в зошиті для лабораторних робіт хід променів у перископі, знайшовши відповідний матеріал у підручнику. Знайдіть, як треба розташувати дзеркала в перископі, щоб вхідний і вихідний промені йшли горизонтально.

2. Повертаючи лапки із дзеркалами, розташуйте дзеркала відповідно схемі перископа, зображеної в зошиті. Дивлячись у нижнє дзеркало, ви повинні побачити в ньому зображення верхнього дзеркала, а в ньому — зображення розташованих перед ним предметів.

3. Стисло поясніть поставлений дослід у зошиті для лабораторних робіт.

## Домашнє завдання

1. П.: § 21, 22.

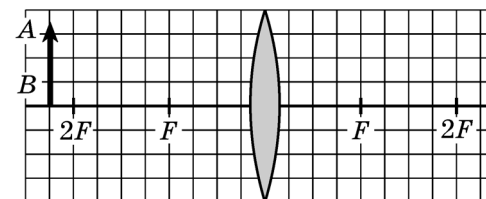
2. Виконайте вдома самостійну роботу № 8 «Лінзи».

## ЗАДАЧІ ІЗ САМОСТІЙНОЇ РОБОТИ № 8

## Лінзи

ПОЧАТКОВИЙ РІВЕНЬ \_\_\_\_\_

- Точка, у якій перетинається паралельний пучок променів після заломлення в лінзі, називають... Оберіть правильне твердження.
  - ...фокусом лінзи.
  - ...оптичним центром лінзи.
  - ...уявним фокусом.
- На рисунку зображено скляну лінзу, розташовану в повітрі. Перед лінзою поставили предмет *AB*. Оберіть правильне твердження.



А. Зображення предмета *AB* у лінзі дійсне.

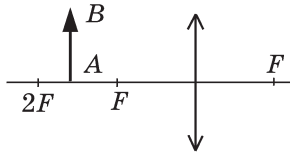
Б. Лінза розсіювальна.

В. Зображення предмета  $AB$  у лінзі збільшене.

СЕРЕДНІЙ РІВЕНЬ \_\_\_\_\_

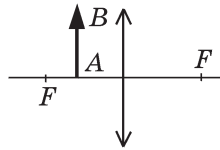
1. а) Яким чином усувають такі вади зору, як короткозорість і далекозорість?

б) Побудуйте зображення предмета  $AB$  у лінзі. Яке це зображення?



2. а) Які лінзи застосовують в окулярах, призначених для короткозорих людей? далекозорих?

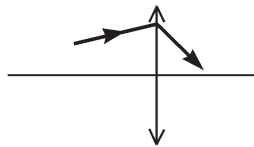
б) Побудуйте зображення предмета  $AB$  у лінзі. Яке це зображення?



ДОСТАТНІЙ РІВЕНЬ \_\_\_\_\_

1. а) Чи можна створити фотографічний апарат без об'єктива?

б) Визначте побудовою положення фокусів лінзи, якщо задано головну оптичну вісь і хід довільного променя.



2. а) Яка вада зору (короткозорість або далекозорість) у людини, що користується окулярами зі збиральними лінзами? Обґрунтуйте свою відповідь.

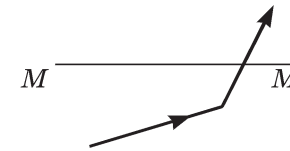
б) На рисунку наведено головну оптичну вісь  $MM$  лінзи, предмет  $AB$  і його зображення  $A_1B_1$ . Визначте графічно положення оптичного центра й фокусів лінзи.



ВИСОКИЙ РІВЕНЬ \_\_\_\_\_

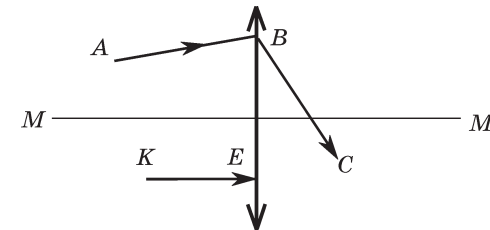
1. а) Чи можна спостерігати уявне зображення предмета, одержуване за допомогою збиральної лінзи?

б) На рисунку показано хід променя щодо головної оптичної осі тонкої лінзи  $MM$ . Визначте положення лінзи та її фокусів.



2. а) У якому випадку кришталик ока сильніше заломлює світлові промені: коли ви читаете книжку або коли переглядаєте футбольний матч на стадіоні?

б) На рисунку показано положення оптичної осі  $MM$  тонкої лінзи й хід променів  $ABC$ . Побудуйте хід довільного променя  $KE$ .



## Дисперсія світла. Кольори

<b>Мета уроку:</b>	дати учням поняття про дисперсію світла й роз'яснити що таке кольори.
<b>Тип уроку:</b>	комбінований урок.
<b>Демонстрації:</b>	1. Відеофрагменти: а) «Явище дисперсії світла»; б) «Додавання спектральних кольорів».
<b>План викладання нового матеріалу:</b>	1. Дисперсія кольорів. 2. Як око розрізняє кольори? 3. Забарвлення предметів. 4. Застосування явища дисперсії.
<b>Перевірка знань:</b>	Вибіркова перевірка виконання самостійної роботи № 8 «Лінзи».

### ВИКЛАДАННЯ НОВОГО МАТЕРІАЛУ

#### 1. Дисперсія кольорів.

В 1666 р. Ісаак Ньютон направив тонкий пучок сонячного світла на скляну призму і спостерігав за призмою розкладання білого світла в кольоровий спектр: сім основних кольорів — червоний, жовтогарячий, жовтий, зелений, блакитний, синій і фіолетовий плавно переходили один у один. Найменший відхил від початкового напрямку падіння зазнають червоні промені, а найбільший — фіолетові.

Ньютон дійшов висновку, що

▶ біле світло є складеним, тобто є сумішшю всіх кольорів веселки.

Другий важливий висновок Ньютона полягав у тому, що в певному середовищі для світла різних кольорів характерно різні показниками заломлювання. Це означає, що показник заломлювання  $n_{\phi}$  для фіолетових променів більший, ніж для червоних  $n_{\psi}$ . Залежність показника заломлювання світла від його кольору Ньютон назвав дисперсією (від латинського слова *dispersio* — розсіювання).

▶ Показник заломлювання світла залежить від його кольору. Це явище називають *дисперсією світла*.

Якщо ж спрямувати на призму вузький пучок світла певних кольорів, то такий пучок не розкладається в спектр, а залишається одноколірним.

#### 2. Як око розрізняє кольори?

Сітківка ока містить світлочутливі елементи — нервові закінчення, які називають «паличками» і «колбочками».

Все різноманіття кольорів, які ми бачимо, зумовлено «сигналами», що посилають у мозок усього *три* типи колбочок.

Наприклад, за такого співвідношення інтенсивності цих сигналів, яке дає сонячне світло, колір буде здаватися білим.

Якщо в мозок ідуть сигнали тільки від «синіх» колбочок, то колір буде здаватися синім, а якщо тільки від «червоних» і «зелених» колбочок — то жовтим.

Властивість ока «розкладати» всі кольори на червоний, зелений і синій використовують для створення кольорових телевізорів і моніторів (дисплеїв) комп'ютерів.

#### 3. Забарвлення предметів.

Кольори тіла пов'язані із властивостями його поверхні відбивати світло. Якщо тіло поглинає все або майже все світло, що падає на нього, то тіло здається чорним. Якщо тіло добре відбиває промені всіх кольорів спектра, то воно буде здаватися білим. Якщо тіло поглинає все світло, що падає на нього, крім червоного, яке воно відбиває, то тіло здається червоним. Зелене тіло поглинає все світло, що падає на нього, крім зеленого, яке відбиває, тощо.

Кольори прозорих тіл, наприклад стекол, визначають тільки ті кольори світла з пропущених склою, що залишаються після поглинання певної частини світла.

#### 4. Застосування явища дисперсії.

Відкриття явища розкладання білого світла на кольори у разі заломлення дозволило пояснити утворення веселки й інших подібних метеорологічних явищ. Заломлення світла у водяних крапельках або крижаних кристаликах, розташованих в атмосфері, супроводжується розкладанням сонячного світла завдяки дисперсії у воді або льоді. Розраховуючи напрямок заломлення променів у випадку сферичних водяних крапель, ми отримуємо картину розподілу кольорових дуг, яка точно відповідає спостережуваним у веселці. Аналогічно, розгляд заломлення світла в кристаликах льоду дозволяє пояснити явища кіл навколо Сонця й Місяця в морозну пору року, утворення так званих помилкових сонць тощо.

Знаючи, що біле світло має складну структуру, можна пояснити надзвичайне різноманіття барв у природі. Покриваючи папір шаром, наприклад, червоної фарби, ми не створюємо при цьому світло нового кольору, але затримуємо на аркуші деяку частину наявного. Відбиватися тепер будуть тільки червоні промені, інші ж шар фарби поглине. Трава й листя дерев здаються нам зеленими тому, що із усіх сонячних променів, що падають на них, вони відбивають лише зелені, поглинаючи інші. Якщо подивитися на траву крізь червоне скло, що пропускає лише червоні промені, то вона буде здаватися майже чорною.

### ЗАПИТАННЯ ДО УЧНІВ ПІД ЧАС ВИКЛАДАННЯ НОВОГО МАТЕРІАЛУ

1. Як можна спостерігати явище дисперсії світла?
2. Чим пояснюють розкладання білого світла на кольорові пучки?
3. На скляну призму спрямовують промінь червоного або зеленого світла. Чи будуть спостерігати розкладання цього світла на якісь кольорові промені?
4. Чому предмети мають різне забарвлення: трава зелена? Папір білий?
5. Чому ввечері кольори тьмяніють?

### ЗАДАЧІ, РОЗВ'ЯЗУВАНІ НА УРОЦІ

1. На зошиті написано червоним олівцем «відмінно» і зеленим — «добре». Є два стекла — зелене й червоне. Через яке скло треба дивитися, щоб побачити слово «відмінно»?
2. Чому під час проходження через трикутну скляну призму широкого пучка білого світла райдужне забарвлення з'являється тільки біля країв пучка?
3. Одним з вад перших телескопів Галілея було райдужне забарвлення країв зображень. Поясніть це явище.
4. М. В. Ломоносов в одному зі своїх записів сформулював таке запитання: «Будь-який колір від змочування водою стає густішим. Чому?» Як відповісти на нього?

**Розв'язання.** Колір поверхні визначає саме спектральний склад променів, відбитих нею. Коли поверхня суха, то до променів, що відповідають кольору поверхні, додається розсіяне біле світло від нерівностей поверхні. Тому кольори поверхні виявляються менш яскравими. Коли поверхня просочена водою, нерівності зтягаються поверхневою плівкою води й розсіяне випроміню-

вання зникає. Тому основний тон забарвлення поверхні ми сприймаємо як темніший.

### Уконспект учня

- Біле світло є складеним, тобто сумішшю всіх кольорів веселки.
- Показник заломлювання світла залежить від його кольору. Це явище називають дисперсією світла.

### Домашнє завдання

1. П.: § 23.
2. Зб.: р1) № 13.2; 13.4; 13.5; 13.6; 13.7.  
р2) № 13.13; 13.14; 13.16; 13.17; 13.18.  
р3) № 13.19; 13.20; 13.21; 13.23; 13.26.
3. Підготуватися до лабораторної роботи № 12 «Утворення кольорової гами світла накладенням променів різних кольорів».

## Лабораторна робота № 12.

### «Утворення кольорової гама світла накладенням променів різних кольорів»

<b>Мета уроку:</b>	створення кольорової гама накладенням променів різних кольорів.
<b>Тип уроку:</b>	урок контролювання й оцінювання знань.
<b>Обладнання:</b>	три ліхтарики зі світлофільтрами (червоним, зеленим і синім) на підставках, за допомогою яких світло ліхтариків можна направити горизонтально, білий екран.

#### РЕКОМЕНДАЦІЇ ЩОДО ПРОВЕДЕННЯ ЛАБОРАТОРНОЇ РОБОТИ

Якщо спрямувати на екран світлові пучки двох простих кольорів, вони накладаються один на один. На екрані утворюються нові кольори. Це явище називають *додаванням спектральних кольорів*.

Додавання червоного кольору до жовтого дає жовтогарячий колір, жовтогарячого кольору до зеленого — жовтий. Додаючи три кольори: червоний, синій й фіолетовий, створюють різні відтінки пурпурних кольорів.

У ряді випадків під час додавання двох спектральних кольорів утворюється білий колір. Так, білий колір утворюється, коли додають синій і жовтий кольори, жовтогарячий й блакитний. Два кольори, що дають після додання білий колір, називають *додашковими*.

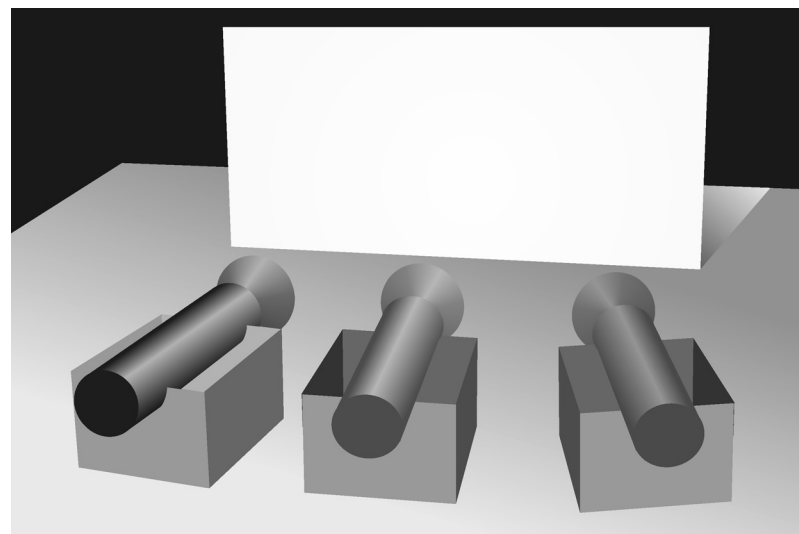
Три спектральні кольори — червоний, зелений і синій — називають *основними* в спектрі. Вони мають такі особливості:

- жоден з них не можна одержати внаслідок додавання інших кольорів спектра;
- додавання цих трьох кольорів дає білий колір;
- залежно від того, у якій пропорції додають ці кольори, можна отримувати різні кольори й відтінки.

На додаванні червоного, зеленого й синього кольорів ґрунтується кольорове кіно, кольорове телебачення, кольорова фотографія.

#### ХІД РОБОТИ

1. Освітїть екран кожним з ліхтариків окремо. Опишіть, якого кольору буде екран у кожному випадку, і коротко поясніть це в зошиті для лабораторних робіт.
2. Освітїть екран попарно кожними двома ліхтариками (три варіанти). Опишіть, якого кольору буде екран у кожному випадку, і стисло поясніть це в зошиті для лабораторних робіт.
3. Спробуйте підібрати відстані від ліхтариків до екрана так, щоб освітлений всіма трьома ліхтариками екран здавався якомога білішим за кольором. Поясніть стисло цей дослід у зошиті для лабораторних робіт.



#### Домашнє завдання

1. П.: § 23.
2. Зб.: p1) № 13.3; 13.32; 13.33.  
p2) № 13.9; 13.43; 13.44.  
p3) № 13.24; 13.48; 13.49; 13.50.

## Сила світла й освітленість

<b>Мета уроку:</b>	дати уявлення про силу світла й освітленість
<b>Тип уроку:</b>	урок вивчення нового матеріалу.
<b>План викладання нового матеріалу:</b>	1. Сила світла. 2. Освітленість. 3. Від чого залежить освітленість? 4. Як правильно вибрати освітлення?
<b>Перевірка знань:</b>	1. Що називають дисперсією? Наведіть приклади дисперсії. 2. Як око розрізняє кольори? 3. Чому предмети мають різне забарвлення?

### ВИКЛАДАННЯ НОВОГО МАТЕРІАЛУ

#### 1. Сила світла.

Безпосереднє сприйняття світла зумовлене дією світлової енергії, поглиненої чутливим елементом ока. Око належить до найчутливіших апаратів, здатних реєструвати присутність світла.

Джерела ж світла можуть значно відрізнятися одне від одного. Найпотужніше для нас джерело світла — Сонце, на яке боляче дивитися неозброєним оком. Але людське око помічає й дуже слабкі джерела світла, наприклад світлячків.

Світіння джерела характеризують фізичною величиною, яку називають *силою світла*.

Сила світла — одна з основних характеристик світлових величин, що характеризує джерело видимого проміння.

Наприклад, для фотографа це та сила, завдяки якій можна отримати знімок, тобто цей термін позначає «кількість світла» у кадрі.

Силу світла позначають зазвичай  $I$ .

► Одиниця сили світла — *кандела* (кд).

Ця одиниця має умовний характер: як одиниця сили світла була прийнята сила світла деякого еталонного джерела. Таким джерелом, що дає силу світла  $I = 1$ , спочатку домовилися вважати полум'я свічки. Наприклад, виражена в канделах сила світла електричної лампи розжарювання приблизно дорівнює її потужності, вираженої

у ватах. Так, лампа потужністю 100 Вт має силу світла приблизно 100 кд.

Однак це еталонне джерело виявилось мало зручним, тому що сила світла, яке воно дає, трохи змінювалася в міру утворення «нагару» і, крім того, залежала від температури й вологості повітря. Для встановлення еталона сили світла була запропонована спеціальна посудина, у якій розплавляють хімічно чисту платину; у платину вставили тугоплавку вузьку трубочку, розпечену до температури платини. Світло виходить внутрішньою порожниною трубочки через її відкритий кінець. Температура затвердіння чистої платини її має строго фіксоване значення. Сила світла, випромінювана за цієї температури в напрямку осі трубочки з зазначеної поверхні, також буде строго визначеною. Ця сила світла дорівнює 1 кд.

Наприклад, числове значення сили світла Сонця — це величезне число з 27 нулями, а сила світла світлячка — від однієї соті до однієї тисячної кандели.

#### 2. Освітленість.

Джерело світла майже завжди освітлює поверхню предмета нерівномірно. Так, лампа, що висить над столом, найкраще освітлює центр стола. Край стола освітлений значно гірше.

Щоб визначити, як освітлена та або інша поверхня, увели фізичну величину *освітленість*. Освітленість позначають  $E$  і вимірюють у *люксах* (лк).

► Один люкс — це освітленість пластинки, розташованої на відстані 1 м від точкового джерела світла силою 1 кд, коли світло від джерела падає на пластинку перпендикулярно.

Наприклад, освітленість під прямими сонячними променями опівдні — 100000 лк, на відкритому місці в похмурий день — 10000 лк, освітленість, необхідна для читання — 50 лк, від повного Місяця — 0,25 лк, від нічного неба в безмісячну ніч — 0,0003 лк. Око людини має надзвичайно високу чутливість: людина може розібрати текст у книжці за освітленості, що становить усього десяти частки люкса.

#### 3. Від чого залежить освітленість?

Дуже важливо знати, як залежить освітленість  $E$  якої-небудь поверхні від її розташування стосовно променів, що падають на неї, від відстані  $R$  до джерела світла й від сили світла  $I$  джерела.

Так, наприклад, у прожекторах вдається зосередити більшу частину світлового потоку, що його посилає електрична дуга, у дуже



малому куті й отримати у відповідному напрямку величезну силу світла. У меншій мірі тієї самої мети досягають за допомогою автомобільних фар. Якщо сконцентрувати за допомогою відбивачів або лінз світловий потік від якого-небудь джерела на невеликій площі, то можна досягти дуже великої освітленості. Так роблять, прагнучи сильно освітити препарат, який розглядають під мікроскопом.

На початку 17-го століття німецький фізик і астроном Йоганн Кеплер установив, що

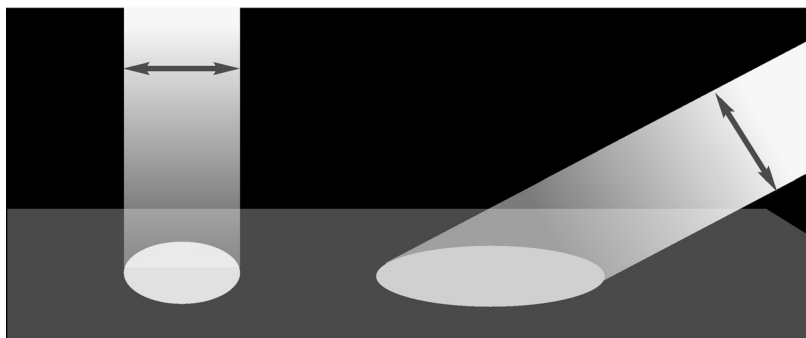
освітленість  $E$  прямо пропорційна силі світла  $I$  джерела світла й обернено пропорційна квадрату відстані  $R$  до джерела:

$$E = \frac{I}{R^2}.$$

Наведений вираз для освітленості справедливий тільки за умови, що джерело світла можна вважати точковим, тобто коли його розміри дуже малі порівняно з відстанню до нього.

Освітленість поверхні залежить не тільки від сили світла джерела й відстані до нього: вона ще залежить від кута падіння світла.

Що більше кут падіння світла на поверхню (див. рисунок), то менша її освітленість. Зрозуміло, що завдяки цьому зменшується й енергія, що потрапляє на одиницю площі поверхні.



З курсу природознавства відомо, що вісь добоного обертання Землі нахилена до площини орбіти обертання Землі навколо Сонця. Тому літнім днем у Північній півкулі сонячний диск перебуває вище над обрієм, ніж взимку. Унаслідок цього освітленість земної поверхні влітку більша, ніж взимку.

Ось чому влітку сонце пече, а взимку сонячні промені, що косо падають на поверхню Землі, так ще й протягом короткого зимового дня, світять, але майже не гріють. Наприклад, у червневий полудень у Києві освітленість приблизно в три рази більша, ніж у грудневий.

#### 4. Як правильно вибрати освітлення?

Вибір правильного освітлення дуже важливий для роботи, навчання й відпочинку.

Для комфортного освітлення істотно не тільки значення освітленості, але й те, які лампи використовують, якого кольору стіни і стеля.

Наприклад, очі дуже втомлюються від прямого світла, тому бажано використовувати абажури. Ідеальним варіантом освітлення приміщення вважають такий, коли прямого світла взагалі немає: світло ламп спрямовано на світлу стелю або стіни. Тоді світло, відбите від великої площі стелі, рівномірно й м'яко освітлює приміщення.

Освітленість книжкової сторінки повинна бути не менше 100 лк. Приблизно таку освітленість дає лампа розжарювання потужністю 60 Вт, розташована на відстані близько 70 см від книжки, коли промені світла перпендикулярні сторінці. Але якщо промінь падає на сторінку під кутом 45°, її освітленість зменшується майже в півтора рази! Тому для освітлення поверхні письмового стола треба використовувати або лампу розжарювання потужністю 75 Вт, або лампи інших типів, що дають таку саму освітленість.

#### ЗАПИТАННЯ ДО УЧНІВ ПІД ЧАС ВИКЛАДАННЯ НОВОГО МАТЕРІАЛУ

1. Наведіть приклади сили світла різних джерел.
2. Що характеризує освітленість? Наведіть приклади різної освітленості.
3. Чому взимку сонце світить, але не гріє?
4. Як правильно вибрати освітлення? Наведіть приклади.
5. Як треба правильно освітлювати поверхню вашого письмового стола?

#### ЗАДАЧІ, РОЗВ'ЯЗУВАНІ НА УРОЦІ

1. Меркурій розташований до Сонця майже в три рази ближче, ніж Земля. Де більша освітленість на Землі чи на Меркурії? У скільки разів?
2. Освітленість Плутона приблизно в 1600 разів менша, ніж освітленість Землі. Приблизно в скільки разів далі розташований Плутон від Сонця, ніж Земля?

### Уконспект учня

- Одиниця сили світла — кандела (кд).
- Один люкс — це освітленість пластинки, розташованої на відстані 1 м від точкового джерела світла силою 1 кд, коли світло від джерела падає на пластинку перпендикулярно.
- Освітленість  $E$  прямо пропорційна силі світла  $I$  джерела світла й обернено пропорційна квадрату відстані  $R$  до джерела:

$$E = \frac{I}{R^2}.$$

### Домашнє завдання

1. П.: § 24.
2. Повторити навчальний матеріал теми «Світлові явища».

### Урок 17/33.

## Узагальнювальний урок теми

### «Світлові явища»

<b>Мета уроку:</b>	узагальнити вивчений матеріал.
<b>Тип уроку:</b>	урок закріплення знань.
<b>План проведення уроку:</b>	1. Узагальнення вивченого матеріалу. 2. Тренувальні тести.

### РЕКОМЕНДАЦІЇ ЩОДО ПРОВЕДЕННЯ УРОКУ

На початку уроку вчителю необхідно узагальнити вивчений матеріал за темою «Світлові явища». Учні повинні розуміти значення світла в пізнанні людиною навколишнього світу. Завдяки органу зору людина бачить навколишній світ, здійснює зв'язок з навколишніми предметами, може працювати й відпочивати. Від того, як освітлені предмети, залежить продуктивність праці. Без достатнього освітлення рослини не можуть нормально розвиватися. Знання закономірностей світлових явищ дозволяє конструювати різні оптичні прилади, які знаходять широке застосування в практичній діяльності людини.

Останню частину уроку варто присвятити підготовці учнів до річного тематичного оцінювання. Необхідно познайомити їх із прикладами задач, які будуть надані на підсумковій контрольній роботі.

Використовуючи рекомендації до уроків № 9/9 і № 7/16, узагальнюючи вивчений матеріал, можна запропонувати учням завдання у формі тестів. При цьому необхідно, щоб працював весь клас, тоді вчитель зможе оцінити міру готовності учнів до підсумкового оцінювання.

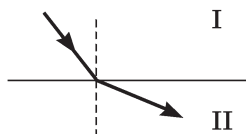
Визначаючи відповіді на завдання тесту, учні обводять букви, що відповідають твердженням, які вони вважають правильними, і закреслюють букви, що відповідають твердженням, які вони вважають неправильними. Наприклад, якщо вважають правильними твердження Б і В, а неправильними — твердження А і Г, записують: А ~~Б~~ В Г.

## ТРЕНУВАЛЬНІ ТЕСТИ

1. Сонячним літнім днем небо було безхмарним. Відзначте, які з наступних тверджень правильні, а які — неправильні.

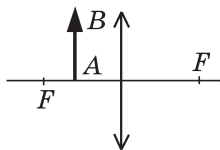
- А. Сонячні промені дзеркально відбиваються від асфальту.
- Б. Що вище сонце над об'єктом, то довше тіні предметів.
- В. Сонце — природне джерело світла.
- Г. Найсильніше нагріваються сонячними променями темні поверхні.

2. На рисунку зображено заломлення променя світла на межі двох середовищ. Відзначте, які з наступних тверджень правильні, а які — неправильні.



- А. Кут падіння менший за кут заломлювання.
- Б. Кут заломлювання більше  $45^\circ$ .
- В. Кут падіння — це кут між променем, що падає, і горизонтальною поверхнею.
- Г. Показник заломлювання другого середовища менший, ніж показник заломлювання першого середовища.

3. На рисунку показано предмет і збиральну лінзу. Відзначте, які з наступних тверджень правильні, а які — неправильні.



- А. Лінза дає дійсне зображення предмета.
  - Б. Лінза дає уявне зображення предмета.
  - В. Лінза дає зменшене зображення предмета.
  - Г. Зображення предмета буде розташовано від лінзи на відстані, більшій за фокусну.
4. Бабуся не може читати книжку без окулярів, якщо відстань від книжки до очей менше 40 см. Відзначте, які з наступних тверджень правильні, а які — неправильні.

- А. Бабуся слабує на короткозорість.
- Б. На сітківці ока утвориться перевернуте зображення тексту.
- В. Бабусі необхідні окуляри зі збиральними лінзами.
- Г. Якщо бабуся переводить погляд із книжки на гілку дерева за вікном, опуклість кришталіка змінюється.

## ТАБЛИЦЯ ВІДПОВІДЕЙ

1	2	3	4
А В В Г	А Б В Г	А Б В Г	А Б В Г

## ПІДГОТОВКА ДО ПІДСУМКОВОГО ОЦІНЮВАННЯ

1. Стиснути надуту повітряну кульку набагато легше, ніж камеру, наповнену водою. Відзначте, які з наступних тверджень правильні, а які — неправильні.
- А. Це можна пояснити тим, що молекули газу легко стиснути.
  - Б. Це можна пояснити більшою відстанню між молекулами газу.
  - В. Це можна пояснити дуже повільним рухом молекул води.
  - Г. Це можна пояснити слабким притяганням між молекулами газу.
2. У каструлі з водою варять картоплю. У каструлю всипають ложку солі. Відзначте, які з наступних тверджень правильні, а які — неправильні.
- А. Що вище температура води в каструлі, то швидше проникає сіль у картоплю.
  - Б. Сіль проникає в картоплю внаслідок дифузії.
  - В. Швидкість дифузії не залежить від температури.
  - Г. Молекули води й солі однакові.
3. Коли лід внесли в тепле приміщення, він нагрівся й розтанув. Відзначте, які з наступних тверджень правильні, а які — неправильні.
- А. Молекули льоду й води відрізняються.

- Б. Розмір молекул речовини змінився.  
 В. Тверде тіло перетворилося в рідину.  
 Г. Збільшилися швидкості руху молекул.
4. Об'єм суцільного чавунного бруска дорівнює  $70 \text{ см}^3$ . Відзначте, які з наступних тверджень правильні, а які — неправильні.
- А. Об'єм  $1 \text{ г}$  чавуну дорівнює  $7 \text{ см}^3$ .  
 Б. Маса бруска менше  $550 \text{ г}$ .  
 В. Маса бруска більше  $450 \text{ г}$ .  
 Г. Брусок такого самого об'єму з алюмінію мав би більшу масу.
5. Піднімальний кран підняв балку вагою  $3 \text{ кН}$  на висоту  $5 \text{ м}$ . Балка при цьому рухалася зі сталою швидкістю. Відзначте, які з наступних тверджень правильні, а які — неправильні.
- А. Піднімальний кран виконав роботу  $600 \text{ Дж}$ .  
 Б. Потенціальна енергія балки збільшилася.  
 В. Кінетична енергія балки зменшилася.  
 Г. Потенціальна енергія балки змінилася на  $15 \text{ кДж}$ .

### ТАБЛИЦЯ ВІДПОВІДЕЙ

1	2	3	4	5
А Б В Г	А Б В Г	А Б В Г	А Б В Г	А Б В Г

1. Підготуватися до річного підсумкового оцінювання.

## ПІДСУМКОВІ УРОКИ

Дата	№ уроку	Тема уроку	Види роботи на уроці, хвилини						Домашнє завдання
			Вивчення теоретичного матеріалу	Демонстрації	Розв'язання задач учителем	Закріплення вивченого матеріалу	Контроль знань	Творча робота з учнями	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	1	Річне підсумкове оцінювання	—	—	—	—	40	5	
	2	Фізика й екологічні проблеми рідного краю	35	—	—	5	—	5	

## Річне підсумкове оцінювання

Мета уроку:	оцінити знання учнями вивченого за рік матеріалу, набуті уміння й навички.
Тип уроку:	урок контролювання й оцінювання знань.

РЕКОМЕНДАЦІЇ  
ЩОДО ПРОВЕДЕННЯ УРОКУ

Тематичне оцінювання знань, умінь і навичок учнів можна виконувати різними способами: 1) письмова контрольна робота; 2) усний фронтальний підсумковий залік; 3) письмовий тематичний залік; 4) тестування. Шаблон у контролі знань недопустимий. Необхідно перевірити не тільки запам'ятовування, але й рівень осмислення навчального матеріалу.

Тестування має деякі переваги перед традиційними способами контролювання навчальних досягнень учнів:

- оцінка учнів не залежить від суб'єктивності осіб-перевірників;
- база тестових завдань є відкритою й доступною для всіх (тести надруковано в збірниках), завдяки чому учні можуть заздалегідь підготуватися до тестування;
- використання елементів тестових завдань безпосередньо на уроках підвищує ефективність навчального процесу, забезпечує оперативний зворотний зв'язок між учителем і учнями;
- результати тестування дають можливість глибше проаналізувати рівень знань учнів, що дозволяє виробити конкретніші рекомендації щодо коригування змісту навчального процесу.

Підсумкове тематичне оцінювання рекомендуємо проводити різними способами. Наприклад, тестування учнів можна виконати на уроці в класі, а контрольну роботу задати додому. Об'єктивність контролю таким чином збільшується. Можна контрольну роботу провести в класі, а тестування задати додому.

У процесі тестування кожен учень самостійно вибирає *тільки* ті 6 завдань із 12, рівень яких, на його думку, відповідає рівню його навчальних досягнень.

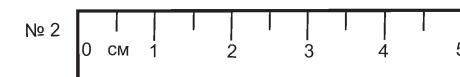
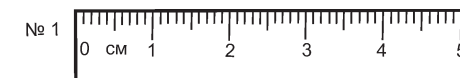
Як приклад наведемо два варіанти тестів.

ПОЧАТКОВИЙ РІВЕНЬ \_\_\_\_\_

- (0,5 б.) На столі стоїть склянка з водою. Оберіть правильне твердження.**
  - Склянка й вода складаються з однакових молекул.
  - Вода — фізичне тіло.
  - З молекул складається тільки вода.
  - Склянка — фізичне тіло.
- (0,5 б.) Яка із зазначених властивостей належить газам? Оберіть правильне твердження.**
  - Зберігають об'єм.
  - Легкостисливі.
  - Мають власну форму.
  - Легко змінюють свою форму, але зберігають об'єм.
- (0,5 б.) У склянку з холодною й гарячою водою кинули по шматочку цукру. Оберіть правильне твердження.**
  - У холодній воді цукор розчиниться швидше.
  - Швидкість протікання дифузії не залежить від температури рідини.
  - У гарячій воді цукор розчиниться швидше.
  - Молекули гарячої води за розмірами більші, ніж молекули холодної води.

СЕРЕДНІЙ РІВЕНЬ \_\_\_\_\_

- (1 б.) На рисунку наведено дві лінійки. Відзначте, які з наступних чотирьох тверджень правильні, а які — неправильні.**



- Ціна поділки шкали першої лінійки 1 мм.
- Ціна поділки шкали другої лінійки 1 см.
- За допомогою першої лінійки можна міряти точніше.
- Обидві лінійки мають однакову ціну поділки шкали.

5. (1 б.) Мама засолила огірки в скляній банці. Відзначте, які з наступних чотирьох тверджень правильні, а які — неправильні.

- А. Засолювання огірків доводить існування проміжків між молекулами.
- Б. У гарячому розсолі огірки засоляться швидше.
- В. Причиною засолювання огірків є випаровування розсолу.
- Г. Причиною засолювання огірків є явище дифузії.

6. (1 б.) Об'єм суцільного мідного бруска дорівнює  $10 \text{ см}^3$ . Відзначте, які з наступних чотирьох тверджень правильні, а які — неправильні.

- А. Маса  $1 \text{ см}^3$  міді більша ніж 8 г.
- Б. Об'єм 1 г міді дорівнює  $8,9 \text{ см}^3$ .
- В. Маса бруска перевищує 75 г.
- Г. Маса бруска менша ніж 100 г.

ДОСТАТНІЙ РІВЕНЬ \_\_\_\_\_

7. (2 б.) Які з перерахованих нижче явищ були підставою для припущення про молекулярну будову речовини? Відзначте, які з наступних чотирьох тверджень правильні, а які — неправильні.

- А. Падіння тел.
- Б. Розчинення речовин.
- В. Зменшення розмірів тіл унаслідок охолодження.
- Г. Випаровування рідин.

8. (2 б.) Коли воду винесли на мороз, вона перетворилася на лід. Відзначте, які з наступних чотирьох тверджень правильні, а які — неправильні.

- А. Змінилися розміри молекул води.
- Б. Збільшилася швидкість руху молекул.
- В. Збільшилася відстань між молекулами.
- Г. Зруйнувалася кристалічна ґратка.

9. (2 б.) Під час змагань спортсмен стріляє зі спортивного лука. Відзначте, які з наступних чотирьох тверджень правильні, а які — неправильні.

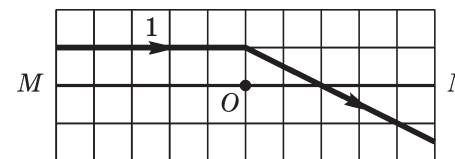
- А. Унаслідок пострілу стріла набуває кінетичну енергію.
- Б. Що вище піднімається стріла, то менше її кінетична енергія.

В. На максимальній висоті стріла має мінімальну потенціальну енергію.

Г. Натягнута тятиву перед пострілом має кінетичну енергію.

ВИСОКИЙ РІВЕНЬ \_\_\_\_\_

10. (3 б.) На рисунку показано головну оптичну вісь  $MN$  лінзи й хід променя 1, що проходить крізь лінзу. Відстань між лініями сітки дорівнює 1 см. Відзначте, які з наступних чотирьох тверджень правильні, а які — неправильні.



- А. Фокусна відстань лінзи 2 см.
- Б. Лінза розсіювальна.
- В. Оптична сила лінзи понад  $2 \frac{1}{\text{м}}$ .
- Г. Будь-який промінь, що проходить через точку  $O$ , не змінює свого напрямку.

11. (3 б.) З  $300 \text{ см}^3$  олова й  $100 \text{ см}^3$  свинцю виробили сплав. Відзначте, які з наступних чотирьох тверджень правильні, а які — неправильні.

- А. Густина сплаву більша за густину свинцю.
- Б. Густина сплаву менша за густину олова.
- В. Об'єм сплаву  $400 \text{ см}^3$ .
- Г. Густина сплаву понад  $8 \text{ г/см}^3$ .

12. (3 б.) Свічка стоїть на головній оптичній осі збиральної лінзи з фокусною відстанню 30 см. Відстань від свічки до лінзи 60 см. Відзначте, які з наступних чотирьох тверджень правильні, а які — неправильні.

- А. Лінза дає дійсне зображення свічки.
- Б. Зображення свічки розташовано на відстані, меншій 60 см від лінзи.
- В. Лінза дає збільшене, уявне зображення свічки.
- Г. Якщо свічку пересунути на відстань, меншу 30 см, зображення буде розташовано по той самий бік лінзи, що й свічка.



### ТАБЛИЦЯ ВІДПОВІДЕЙ

Завдання	1	2	3	4
Відповідь	А Б В Г	А Б В Г	А Б В Г	А Б В Г

Завдання	5	6	7	8
Відповідь	А Б В Г	А Б В Г	А Б В Г	А Б В Г

Завдання	9	10	11	12
Відповідь	А Б В Г	А Б В Г	А Б В Г	А Б В Г

### ВАРИАНТ 2

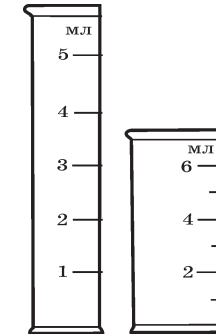
ПОЧАТКОВИЙ РІВЕНЬ \_\_\_\_\_

- (0,5 б.) З даху будинку звисає крижана бурулька. Оберіть правильне твердження.**
  - Дах і бурулька складаються з однакових молекул.
  - Усі молекули рухаються з однаковими швидкостями.
  - Усі молекули льоду однакові.
  - Якщо бурулька почне танути, молекули льоду зміняться.
- (0,5 б.) Яка із зазначених властивостей належить рідинам? Оберіть правильне твердження.**
  - Зберігають свій об'єм.
  - Легкостисливі.
  - Зберігають свою форму.
  - Не мають власної форми й сталого об'єму.
- (0,5 б.) У склянку з гарячим чаєм насипали ложку цукру. Оберіть правильне твердження.**
  - Об'єм води в склянці різко збільшився.
  - Що гарячіше чай, то швидше розчиняється цукор.
  - Швидкість дифузії не залежить від температури.

Г. Молекули цукру під час нагрівання збільшуються.

СЕРЕДНІЙ РІВЕНЬ \_\_\_\_\_

- (1 б.) На рисунку зображено дві мірчі посудини. Відзначте, які з наступних чотирьох тверджень правильні, а які — неправильні.**



- Ціна поділки шкал обох мірчих посудин однакова.
  - Ціна поділки шкали першої посудини 1 мл.
  - Ціна поділки шкали другої посудини 0,5 мл.
  - За допомогою другого мірчого циліндра можна точніше вимірити об'єм.
- (1 б.) Мама в скляній банці законсервувала яблука. Відзначте, які з наступних чотирьох тверджень правильні, а які — неправильні.**
    - Причиною проникнення цукру в яблука є явище випаровування.
    - Розчинення цукру у воді доводить існування проміжків між молекулами.
    - У гарячому маринаді яблука законсервуються повільніше, ніж у холодному.
    - Причиною поширення молекул цукру по всьому об'єму води є явище дифузії.
  - (1 б.) Об'єм цеглини дорівнює 800 см<sup>3</sup>. Відзначте, які з наступних чотирьох тверджень правильні, а які — неправильні.**
    - Маса цеглини перевищує 1 кг.
    - Об'єм 1 г цеглини дорівнює 1,6 см<sup>3</sup>.
    - Маса 1 см<sup>3</sup> цеглини перевищує 1,2 г.
    - Брусок такого самого об'єму з мармуру мав би більшу масу.

ДОСТАТНІЙ РІВЕНЬ \_\_\_\_\_

7. (2 б.) Які з перерахованих нижче явищ були підставою для припущення про молекулярну будову речовини? Відзначте, які з наступних чотирьох тверджень правильні, а які — неправильні.
- А. Плавлення тел.
  - Б. Розширення тіл унаслідок нагрівання.
  - В. Дифузія.
  - Г. Піднімання повітряної кулі.
8. (2 б.) Змішавши 50 мл спирту й 50 мл води, одержали суміш об'ємом менше ніж 100 мл. Відзначте, які з наступних чотирьох тверджень правильні, а які — неправильні.
- А. Зменшення об'єму рідини зумовлено рухом молекул.
  - Б. Зменшення об'єму рідини спричинено відштовхуванням молекул.
  - В. Зменшення об'єму рідини відбулося через випаровування.
  - Г. Зменшення об'єму рідини зумовлено зменшенням молекул.
9. (2 б.) Яблуко вагою 1 Н падає з дерева висотою 2 м. Нехтуючи опором повітря, відзначте, які з наступних чотирьох тверджень правильні, а які — неправильні.
- А. Кінетична енергія яблука під час падіння не змінюється.
  - Б. Потенціальна енергія яблука максимальна наприкінці падіння.
  - В. Під час падіння яблука сила тяжіння виконує роботу 2 Дж.
  - Г. Повна механічна енергія яблука під час падіння не змінюється.

ВИСОКИЙ РІВЕНЬ \_\_\_\_\_

10. (3 б.) На збиральну лінзу вздовж її головної оптичної осі падає паралельний світловий пучок. Оптична сила лінзи дорівнює  $4 \frac{1}{\text{м}}$ . Відзначте, які з наступних чотирьох тверджень правильні, а які — неправильні.
- А. Фокусна відстань лінзи більше 20 см.

- Б. Після заломлення промені перетнуться в 40 см від лінзи.
- В. Будь-який промінь, що проходить крізь оптичний центр лінзи, не змінює свого напрямку.
- Г. Якщо опустити лінзу у воду, оптична сила лінзи не зміниться.

11. (3 б.) З 300 г олова й 10 г свинцю виробили сплав. Можна вважати, що об'єм сплаву дорівнює сумі об'ємів олова й свинцю. Відзначте, які з наступних чотирьох тверджень правильні, а які — неправильні.
- А. Густина сплаву перевищує густина олова.
  - Б. Густина сплаву перевищує густина свинцю.
  - В. Об'єм сплаву більший ніж  $7 \text{ г/см}^3$ .
  - Г. Об'єм сплаву менший ніж  $9 \text{ г/см}^3$ .
12. (3 б.) Лампочка на підставці стоїть на головній оптичній осі збиральної лінзи з фокусною відстанню 20 см. Відстань від лампочки до лінзи 30 см. Відзначте, які з наступних чотирьох тверджень правильні, а які — неправильні.
- А. Зображення лампочки буде на відстані від лінзи, що перевищує 20 см.
  - Б. Лінза дає дійсне зображення лампочки.
  - В. Лінза дає перевернуте зображення лампочки.
  - Г. Якщо лампочку пересунути на відстань, більшу 40 см, зображення лампочки буде уявним.

ТАБЛИЦЯ ВІДПОВІДЕЙ

Завдання	1	2	3	4
Відповідь	А В В Г	А В В Г	А Б В Г	А Б В Г

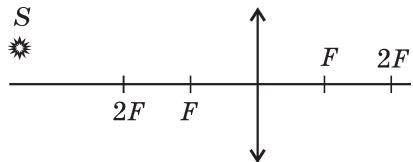
Завдання	5	6	7	8
Відповідь	А Б В Г	А Б В Г	А Б В Г	А В В Г

Завдання	9	10	11	12
Відповідь	А В В Г	А В В Г	А В В Г	А Б В Г

ВАРИАНТ 1

ПОЧАТКОВИЙ РІВЕНЬ \_\_\_\_\_

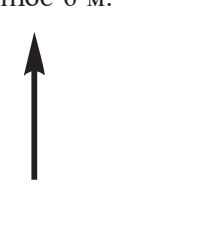
- У якому із зазначених нижче випадків виконують механічну роботу? Оберіть правильне твердження.
  - У кімнаті висить люстра.
  - На столі лежить книжка.
  - Трактор тягне причіп.
  - На нитці висить вантаж.
- З даху будинку звисає крижана бурулька. Оберіть правильне твердження.
  - Дах і бурулька складаються з однакових молекул.
  - З молекул складається тільки бурулька.
  - Усі молекули льоду однакові.
  - Усі молекули рухаються з однаковою швидкістю.
- На рисунку показано світну точку  $S$  і збиральну лінзу. Оберіть правильне твердження.



- Лінза дає дійсне зображення точки.
- Зображення точки розташовано на подвійній фокусній відстані від лінзи.
- Зображення точки розташовано по той самий бік лінзи, що й сама точка.
- Лінза дає уявне зображення точки.

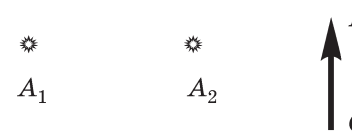
СЕРЕДНІЙ РІВЕНЬ \_\_\_\_\_

- Обчисліть роботу, виконану силою  $0,05$  кН, якщо відстань, яку пройшло тіло у напрямку дії цієї сили, дорівнює  $6$  м.
- Яку масу має сосновий кубик зі стороною  $1$  дм?
- Побудуйте зображення стрілки в плоскому дзеркалі. Визначте графічно область, з якої можна бачити це зображення.



ДОСТАТНІЙ РІВЕНЬ \_\_\_\_\_

- Наведіть відомі вам приклади наукового експерименту, спостереження, проблеми, гіпотези.
- Треба перевезти  $56$  т картоплі, густина якої  $700$  кг/м<sup>3</sup> (у насипу). Скільки буде потрібно для цього автомобілів з об'ємом кузова  $4$  м<sup>3</sup>?
- Накресливши рисунок у зошиті, покажіть на ньому області тіні й півтіні, утворені за непрозорим предметом  $BC$ , який освітлюють два джерела світла  $A_1$  і  $A_2$ .



ВИСОКИЙ РІВЕНЬ \_\_\_\_\_

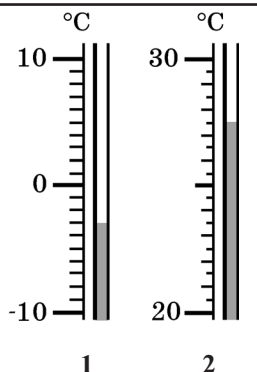
- Чому зі шматків розбитої чашки неможливо без застосування клею виготовити цілу, хоча відомо, що між молекулами скла діють сили притягання?
- У середині чавунного виливка під час відливання утворилися порожнечі. Щоб визначити розмір цих порожнеч, виливок зважили й вимірили його об'єм. Виявилось, що об'єм дорівнює  $4,2$  дм<sup>3</sup>, а маса  $27,3$  кг. Яким буде об'єм порожнеч?
- Знайдіть фокусну відстань і оптичну силу збиральної лінзи, якщо відомо, що зображення предмета, розташованого на відстані  $40$  см від лінзи, буде по інший бік лінзи на такій самій відстані від неї.

## ВАРИАНТ 2

ПОЧАТКОВИЙ РІВЕНЬ \_\_\_\_\_

1. Нарисунку наведено частини шкал двох термометрів. Оберіть правильне твердження.

- А. Показ першого термометра дорівнює  $3\text{ }^{\circ}\text{C}$ .  
 Б. Показ другого термометра перевищує  $27\text{ }^{\circ}\text{C}$ .  
 В. Точність виміру першим термометром вища.  
 Г. Ціна поділки шкали другого термометра дорівнює  $1\text{ }^{\circ}\text{C}$ .



2. Людина рівномірно піднімає вантаж на певну висоту. Оберіть правильне твердження.

- А. Виконана людиною для піднімання вантажу робота дорівнює добутку ваги вантажу на підняту висоту.  
 Б. Що більше маса піднятого вантажу, то менше виконана людиною робота.  
 В. Що менше час піднімання, то меншу потужність розвиває людина.  
 Г. Потенціальна енергія вантажу внаслідок піднімання зменшується.

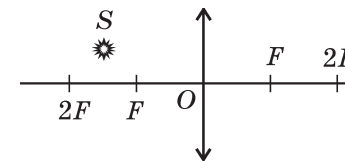
3. Літня людина не може читати книжку без окулярів, якщо відстань від книжки до очей менша  $40\text{ см}$ . Оберіть правильне твердження.

- А. На сітківці ока утвориться перевернене зображення тексту.  
 Б. Людина страждає короткозорістю.  
 В. Людині необхідні окуляри з розсіювальними лінзами.  
 Г. На сітківці ока утвориться пряме зображення тексту.

СЕРЕДНІЙ РІВЕНЬ \_\_\_\_\_

1. Двигун кімнатного вентилятора за  $10\text{ хв}$  виконав роботу  $21\text{ кДж}$ . Чому дорівнює потужність двигуна?  
 2. Маса нафти, залитої в залізничну цистерну,  $20\text{ т}$ . Який об'єм цистерни?

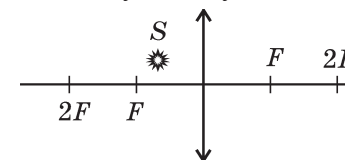
3. Побудуйте зображення точки  $S$  в лінзі.



ДОСТАТНІЙ РІВЕНЬ \_\_\_\_\_

1. Запишіть, якими основними фізичними явищами супроводжується постріл із гармати.  
 2. Людина робить у середньому  $15$  вдихів за хвилину. Під час кожного вдиху в його легені надходить  $600\text{ см}^3$  повітря. Яка маса повітря проходить через легені людини за одну годину?

3. Побудуйте зображення точки  $S$  у збиральній лінзі і визначте вид зображення (дійсне або уявне).



ВИСОКИЙ РІВЕНЬ \_\_\_\_\_

1. Лід розплавляли й перетворили у воду. Цю воду нагріли до кипіння й повністю випарували. Чи змінилися молекули води внаслідок цих перетворень? Поясніть свою відповідь.  
 2. У шматок льоду вмержнула сталева кулька. Об'єм тіла, що утворилося,  $50\text{ см}^3$ , маса  $114\text{ г}$ . Який об'єм має кулька?  
 3. Знайдіть фокусну відстань і оптичну силу збиральної лінзи, якщо зображення предмета, розташованого в  $15\text{ см}$  від лінзи, буде на відстані  $30\text{ см}$  від неї.

### ТАБЛИЦЯ ВІДПОВІДЕЙ

СЕРЕДНІЙ РІВЕНЬ

№	1	2
1	300 Дж	35 Вт
2	400 г	25 м <sup>3</sup>

ДОСТАТНІЙ РІВЕНЬ

№	1	2
2	20	0,7 кг

ВИСОКИЙ РІВЕНЬ

№	1	2
2	$0,3\text{ дм}^3$	$10\text{ см}^3$
3	$20\text{ см}; 5\frac{1}{\text{м}}$	$10\text{ см}; 10\frac{1}{\text{м}}$

## Фізика

### й екологічні проблеми рідного краю

<b>Мета уроку:</b>	підвести підсумки вивчення курсу фізики 7 класу.
<b>Тип уроку:</b>	урок узагальнювання й систематизування знань.
<b>План викладання нового матеріалу:</b>	1. Підсумки навчального року. 2. Фізика й екологія.

#### ВИКЛАДАННЯ НОВОГО МАТЕРІАЛУ

##### 1. Підсумки навчального року.

На останньому уроці цього навчального року, насамперед, необхідно проаналізувати підсумки річного оцінювання. Потім підвести підсумки вивчення фізики протягом усього навчального року, відзначаючи як позитивні, так і негативні моменти.

##### 2. Фізика й екологія.

Для багатьох ці поняття — фізика й екологія — здаються несумісними. Адже фізику, упровадження її відкриттів у промисловість вважають одним з найголовніших джерел забруднення довкілля. І дійсно, атомна промисловість, енергетика, інші галузі, що широко використовують досягнення фізики, дають чимало прикладів негативного впливу на довкілля.

Науково-технічний прогрес, крім безперечних благ, несе із собою й загрозу самому існуванню цивілізації: щораз більша потреба забезпечити надкомфортні умови життя посилює вплив людства на довкілля, породжує глобальні демографічні, сировинні, енергетичні й багато інших проблем.

Теплові електростанції викидають в атмосферу величезну кількість продуктів згоряння палива. І сьогодні це вже стало проблемою планетарного масштабу. Крім того, запаси викопного палива — газу, нафти, вугілля — безмежні, і людство вже сьогодні відчуває їхню нестачу.

Гідроелектростанції не викидають в атмосферу продукти згоряння палива, але вони також завдають шкоди довкіллю: щоб створити необхідну для роботи гідроелектростанції різницю рівнів води, треба будувати на річках високі греблі, через що виникають штучні «моря», тобто величезні затоплені території.

Атомні електростанції значно менше забруднюють довкілля, ніж теплові, а запасів урану, що є «паливом» для них, вистачить на кілька століть. Але й атомні електростанції можуть загрожувати довкіллю. По-перше, аварії на цих станціях особливо небезпечні, бо вони можуть супроводжуватися викидом радіоактивних речовин, які загрожують здоров'ю й життю людей на великій території. На жаль, такі аварії траплялися в другій половині 20-го століття в США й в Україні (Чорнобиль), яка входила тоді до складу СРСР. По-друге, під час роботи атомних електростанцій утворюються небезпечні радіоактивні відходи. Їхнє надійне захоронення є складною науково-технічною проблемою, розв'язання якої потребує великих коштів.

Ось чому фізики всього світу наполегливо шукають інші (так звані «альтернативні») способи вироблення електроенергії.

Важливими для захисту довкілля є вдосконалення електромобілів і заміна ними звичайних автомобілів, бо теплові автомобільні двигуни сильно забруднюють атмосферу міст, особливо великих.

У розвинених країнах, зокрема й в Україні, учені й інженери шукають способи захисту довкілля, причому з кожним роком все активніше.



## ОСОБЛИВОСТІ ВИКЛАДАННЯ ФІЗИКИ УКРАЇНСЬКОЮ МОВОЮ

Викладаючи фізику українською мовою, учитель повинен знати історію української фізичної термінології та характерні особливості української фахової мови загалом та українського науково-навчального стилю зокрема, що відрізняють їх від споріднених мов, зокрема, російської.

### СТИСЛА ІСТОРІЯ УКРАЇНСЬКОЇ ФІЗИЧНОЇ ТЕРМІНОЛОГІЇ [1-4]

Українська фізична термінологія (далі — УФТ) розвивалася «хвиле-подібно» під впливом різних чинників: суспільно-політичних (роз'єднаність української нації державним кордоном, численні заборони українського слова) та культурно-історичних (розвиток науки й освіти), наявності перекладених і написаних українською мовою наукових праць з фізики (монографій, статей, розвідок), галузевих словників та словникових матеріалів, а також підручників.

У розвитку УФТ умовно можна виділити такі основні етапи: 1) 1861–1862 роки — підготовчий етап; 2) 70-ті роки XIX століття — 1905 рік — галицький етап; 3) 1905–1920 роки — етап збирання термінології; 4) 1921–1932 роки — «золоте десятиліття української термінології»; 5) друга половина 30-х років — 80-ті роки XX століття — етап «злиття мов»; 6) з 90-х років XX століття — сучасний етап.

**Підготовчий етап.** На початку 60-х років XIX століття М. Левченко, П. Єфименко, П. Житецький, П. Куліш, М. Костомаров та І. Шарловський на сторінках журналу «Основа»<sup>1</sup> зробили першу спробу схематично окреслити шляхи і способи творення національних терміносистем: 1) використання потенційних термінологічних ресурсів з фонду народного мовлення; 2) заперечення іншомовних термінів; 3) штучне термінотворення в дусі народної мови, використовуючи засоби рідної мови.

<sup>1</sup> «Основа» — перший щомісячний український суспільно-політичний і літературно-мистецький журнал, який виходив у Санкт-Петербурзі з 1861 по 1862 рік. Проіснував 22 місяці. Редакція журналу складалася з В. Білозерського, П. Куліша, М. Костомарова. Наприкінці майже кожного числа вміщено словники.



Цими настановами у своїй роботі послуговувалися перші українські термінологи, які прагнули дати найнеобхіднішу для народної освіти термінологію, започаткувавши тим самим народницький підхід у творенні термінології.

**Галицький етап.** Перші спроби організованої термінологічної праці наукового характеру в Україні можна віднести до 70-х–90-х років XIX століття, і вони пов'язані з Галичиною. Річ у тім, що з 70-х років XIX століття по 1905 рік у Наддніпрянській Україні діяли обмеження і заборони української мови, зафіксовані у Валуєвському циркулярі<sup>1</sup> (1863) та Емському указі<sup>2</sup> (1876). Тоді як конституційний устрій Австро-Угорщини давав можливість певним чином функціювати українській мові. Тому сприятливі умови для українського національного руху склалися саме в Галичині. Термінологічна робота була пов'язана в першу чергу з діяльністю Наукового товариства ім. Т. Шевченка (далі — НТШ), заснованого 1873 року у Львові діячами української культури з Наддніпрянщини. У цей період формування УФТ була закладена міцна основа, на якій надалі розвивалася, збагачувалася і вдосконалювалася українська термінологія.

Величезне значення для розвитку УФТ цього періоду мали праці українських учених Івана Пулюя, Володимира Левицького, Петра Огоновського, Володимира Кучера, Омеляна Савицького, Олександра Смакули, Зенона Храпливого та інших, які публікували розвідки, статті, підручники з фізики українською мовою та термінологічні матеріали до них. У Львові виходив перший український неперіодичний науковий журнал з природознавства — «Збірник математично-природописно-лікарської секції НТШ», на сторінках якого апробували новостворені терміни.

Протягом 1896–1902 років побачив світ перший словник українських фізичних термінів — «Матеріяли до фізичної термінології»<sup>3</sup> у чотирьох частинах Володимира Левицького [5–7]. Цей перекладний (українсько-німецький, а у першій частині ще й французький) словник укладено згідно з провідними тенденціями європейського термінотворення — опорою на власне українську народну лексику та національні словотворчі зразки і використання поширених у міжнародній термінології грецьких і латинських термінів та терміноелементів. Автор широко використовував як терміни загальноживані слова (*дорога, жила, коромисло, нога, тягар, шлях*) та творив нові слова для назв спеціальних фізичних понять (*відбирач, дірчатість, дрібномір, збирач, рівноважник, хитун*). У словнику Володимира Левицького поряд з новотворами термінологічного характеру міститься чимало запозичень із західноєвропейських мов (*аккумулятор, атом, дифузія, електромагнет, статика, фаза, хронометр*).

Історична доля українських фізичних термінів, що містяться в словнику В. Левицького, склалася по-різному. Значну їх частину й досі вживають у сучасній фізичній літературі: *гнучкість, маятник, напруга, прискорення, тиск*. Велику кількість слів замінено поширеними в різних європейських мовах термінами, що виникли на базі грецької та латинської мов: *розмах — амплітуда, порожня — вакуум, сочка — лінза*. Чимало термінів було витіснено похідними з продуктивнішими суфіксами чи прозорішою

<sup>1</sup> Циркуляр міністра внутрішніх справ Російської імперії П. Валуєва про заборону видавати підручники, літературу та книжки релігійного змісту українською мовою.

<sup>2</sup> Указ царя Олександра II про заборону ввезення до Російської імперії будь-яких українських книжок і брошур, друкування оригінальних творів і перекладів, сценічних вистав, читання і друкування текстів до нот українською мовою.

<sup>3</sup> Тут і далі збережено написання першоджерел

твірною основою: *верхня — вершина, затьміне — затемнення, пароване — випаровування, тяготіне — тяжіння*.

**Етап збирання термінології.** Перші ознаки поживлення термінологічної роботи у Наддніпрянській Україні можна спостерігати тільки після 1905 року, коли перестали діяти урядові обмеження щодо української мови. Виникають наукові товариства, при яких починають працювати термінологічні гуртки та комісії. Значення цього періоду розвитку УФТ не стільки у якомусь конкретному втіленні проведеної роботи у словники, скільки у тій величезній підготовчій праці, яку провели всі гуртки, комісії, товариства та окремі ентузіасти, збираючи та виписуючи термінологію. Завдяки їхній подвижницькій праці в наступні десятиліття став можливим випуск такої величезної кількості термінологічних словників.

Потреби викладати природничі навчальні дисципліни, і зокрема фізику, українською мовою зумовили появу після 1917 року перших невеликих термінологічних словників, серед яких були словники [8–10], що містили фізичну термінологію.

Однією з найпомітніших праць цього періоду став фізичний словник Олени Курило [11], який посідає вагоме місце в історії розвитку УФТ і став провідником подальшої термінотворчої роботи українських науковців. Особливістю цього словника є насиченість його синонімічними рядами. Йдучи таким шляхом, О. Курило, як і перший упорядник української фізичної термінології В. Левицький, намагалася зібрати всі терміни, що їх уживали в народній мові, науковій літературі та словниках, і запропонувати їх на розгляд і обговорення фахівців. Тому так часто у словнику подано ряди синонімів з різною кількістю складників — від двох до п'ятнадцяти, наприклад: *вibraция — vibraція, брєніння, трємтіння; двигатель — двигач, рухник, движник, двигало, мотор, двигун; жидкость — плин, плинність, теч, теча, рідина, рідкість; наблюдение — спостереження, слідження, обсервація, помічання; покой — спокій, супокій, спочинок, супочинок; сжатие — стискання, стиск, стиснення; эластичность — гнучкість, еластичність, пружистість, спружистість*. Укладачка «Словника...» розуміла, що саме життя внесе свої корективи, відбере з ряду синонімів найпридатніший для вжитку, а невдалі терміни замінить удалішими.

Орієнтуючись у першу чергу на народну мову, О. Курило також помірковано вводить терміни іншомовного походження, зокрема чимало поширених у інших європейських мовах термінів, особливо утворених на базі грецьких і латинських слів, наприклад: *абєрація, адсорбція, бароскоп, вольтаметер, геліостат, гальваноскоп, деформація, екліптика, електроліт, ізолятор, індукція, катіон, кинематика, лабораторія, магнезія, мікроскоп, обсерваторія, параболія, поляризатор, реторта, синусоїда, сферометер, телеграф, термохемія, фотосфера, хронометер*.

Більшість термінів, запропонованих О. Курило, увійшла в фізичну терміносистему української мови і функціює в ній, наприклад: *абсолютний нуль, вага, валентність, взаємне притягання, вимикач, двигун, додавання сил, заломлення світла, заряджений, змінний рух, кінетична енергія, кутове прискорення, математичний маятник, насичена пара, оптичні прилади, поверхня тіла, поділлка, полюс земний, рівномірно прискорений рух, сірчана кислота, стала величина, стрижень, теплопровідність, тиск, точка дотику, точка кипіння*. Значна частина назв так і залишилася в пасивному запасі фізичної термінології.

Словник фізичних термінів О. Курило активно вплинув на подальше формування української фізичної термінології.

У серпні 1918 року була заснована термінологічна комісія природничої секції київського Наукового товариства, а згодом, наприкінці 1918 – на початку 1919 року, зі створенням Правописно-термінологічної комісії при Українській академії наук (УАН), постало питання про подальше зосередження термінологічної справи в Україні й про створення однієї установи, яка б на наукових засадах систематично опрацьовувала термінологію різних галузей, спрямовувала процес розвитку української наукової мови. Нею став заснований у Києві 1921 року Інститут української наукової мови (ІУНМ), у якому спочатку діяло чотири секції (правова, природничо-математична, технічна і філософська), де працювали переважно нештатні працівники.

**Золоте десятиліття.** З 1923 року в СРСР було проголошено політику українізації, яка зокрема передбачала запровадження української мови в державне та партійне діловодство, розширення її вживання в освіті, пресі, видавничій справі. Ці роки стали найінтенсивнішим періодом становлення УФТ. Це був і період ґрунтовних спроб упорядкування, систематизації, нормалізації української наукової мови і УФТ зокрема, уперше за всю історію становлення української терміносистеми, здійснених на наукових засадах термінотворення, вироблених спільно фахівцями і лінгвістами. УФТ в цей час формувалася не лише на сторінках періодики та навчальних видань з фізики, вагомий внесок у систематизацію та розбудову української наукової фізичної термінології зробили науковці ІУНМ, де з 1925 року працювала спеціальна фізична секція природничого відділу.

Головним завданням науковців було впорядкувати зібраний термінологічний матеріал. Укладачі словників на чільне місце ставили влучні українські терміни, наводили загальноживані міжнародні терміни та новотвори, побудовані за законами української мови, а також подавали нерекондований термінологічний матеріал.

Унаслідок багатолітньої праці фізичної секції ІУНМ 1932 року побачив світ «Словник фізичної термінології (Проект)» за редакцією Володимира Фаворського [12]. Цей тримовний (російсько-українсько-французький) термінологічний словник вирізнявся масштабністю опрацьованого матеріалу та переважанням власне українських термінів. Реалізуючи завдання нормалізації й уніфікації національної термінології, укладачі намагалися подати по одному українському відповіднику до російських термінів, прагнули, щоб кожному спеціальному поняттю відповідав лише один фізичний термін. За відсутності українського відповідника пропонували нові слова чи перекладали іншомовну назву, наприклад: *абсорбциометр* — *вбиромір*, *арретир* — *зупинник*, *бездействие* — *нечин*, *бинокулярный* — *двоочний*, *дензиметрический* — *густиномірний*, *дублет* — *двійчак*, *замедление* — *загайка*, *манометр* — *гнітомір*, *пипетка* — *крапельничка*, *резервуар* — *збірниця*, *рефлектор* — *відбивач*, *рефракція* — *залім*, *телевизия* — *далекобачення*, *телеграф* — *далекопис*, *фиксирование* — *закріп*, *фокус* — *збіросвіт*. До невласливих українській мові активних дієприкметників у словнику подано українські відповідники-прикметники: *вибрирующий* — *вібраційний*, *вращающий* — *поворотний*, *всасывающий* — *всисальний*, *действующий* — *дієвий*, *мерцающий* — *блмний*, *регулирующий* — *регуляційний*, а форми родового відмінка належності запропоновано замінити більш притаманними для української мови конструкціями з присвійним прикметником: *Архімедів закон*, *Ауерівський пальник*, *Вольтівський елемент*, *Герцівське коливання*, *Ньютонівська сила*. Словник за редакцією Володимира Фаворського — це найбільший здобуток української фізичної лексикографії першої половини ХХ століття, адже у ньому закладено основи систематизації, усунуто дублетність.

Упродовж усього історичного розвитку УФТ спостерігаємо суперечності між двома підходами до творення термінів: з одного боку — прагнення наблизити українську термінологію до міжнародної, а з іншого — наполягання на вживанні народної термінології. Представники першого намагались через приведення української термінології у відповідність до міжнародної полегшити ознайомлення зі світовою спеціальною літературою, а їх опоненти дбали про педагогічний та науковий принципи, тобто про засвоєваність природничих наук у школах. Аргументом прихильників другого підходу були приклади національних терміносистем інших слов'янських народів — чехів, поляків, росіян. Унаслідок багаторічної роботи і тривалих дискусій на кінець «золотого десятиліття» викристалізувалася думка, що терміни, в основному, необхідно творити на національному мовному ґрунті, одночасно вводячи необхідні запозичені слова чи корені.

Якби не подальше втручання в розвиток української мови, то на кінець 30-х років Україна б мала уніфіковану фізичну термінологію і подальше її повноцінне функціонування.

**Період «злиття мов».** Але 1933 року змінилася «генеральна лінія»: остаточно згорнуто політику українізації. Переважну більшість напрацьованого, зокрема «Словник фізичної термінології» В. Фаворського [12], було визнано «хуторянським» і «шкідницьким», потрапило до спеціальних сховищ («спецхранів») або було знищено. Було взято курс на «злиття мов» і зокрема на ліквідацію розбіжностей щодо вживання термінології народів СРСР. На виконання цих рішень після трьох сумнозвісних «Резолюцій Комісії НКО ...» тільки протягом другої половини 1933 року було вилучено 15 моделей словотворення, властивих українській мові і активно використовуваних термінологами «золотого десятиліття». П'ятьма репресивними термінологічними бюлетенями 1934–1935 років на кальки з російської було замінено близько 14,5 тис. питомих українських термінів, зокрема було видано спеціальний «Фізичний бюлетень» [13], який був покликаний «замінити націоналістичні вигадки, якими рясніє» словник В. Фаворського. Тільки цим бюлетенем було вилучено і замінено близько чотирьох тисяч українських фізичних термінів.

Після цього на багато десятиліть процес розбудови національної фізичної термінології було загальмовано, фактично майже цілковито припинено, оскільки її вперто намагалися максимально наблизити до російської, не зважаючи на специфічні особливості української мови, не беручи до уваги попередніх етапів розвитку. Цей період позначився величезною кількістю запозичень і кальок (особливо з російської мови), що негативно вплинуло на природний процес творення фізичної терміносистеми.

У 40-х роках і пізніше тихо, але систематично тривала «зачистка» української термінології: продовжували вилучати терміни, які навіть було залишено у репресивних бюлетенях. Наприклад, *стоп* став *сплавом*, *вальцювання* — *прокатуванням*, *філія* — *філіалом* тощо. Також замінили міжнародні назви деяких хімічних елементів на однакові з російськими: *флуор* на *фтор*, *арсен* на *миш'як*.

Але й за таких умов були певні термінологічні напрацювання. Так у період хрущовської відлиги у багатьох знову засвітилася надія, що українська мова повернеться хоч би у сферу науки й освіти. Академія наук УРСР 1957 року створила спеціальну Словникову комісію під головуванням акад. Й. Штокаля, яка підготувала і видала серію з 23-х російсько-українських термінологічних словників з природничих та технічних наук, серед яких був технічний словник [14] і фізичний [15]. Серія словників закріплювала тогочасну прочищену та скальвовану з російської терміно-

логію, не зважаючи на словники «золотого десятиліття», які, мовляв, «тепер застаріли і втратили практичну цінність». Хоча укладачі окремих словників, зокрема [14-15], намагалися повернути деякі вилучені терміни і побутися окремих нав'язаних кальок.

Тому вже в середині 70-х років за оцінками мовознавців у «більшості мов радянських народів 70-80 % науково-технічних, суспільно-політичних, навчально-педагогічних термінів становлять запозичення з російської мови і — за її посередництвом — з інших мов» [16, с. 317].

Але навіть така «фахова мова» наприкінці 80-х років реально не функціювала. Українською видавалися лише декілька науково-популярних журналів. З середини 70-х років видавництва не тільки Києва, Харкова, Донецька, а й Західного регіону практично всю науково-технічну літературу (довідники, монографії, науково-технічні журнали) видавали російською мовою. А наприкінці 70-х років двомовний «Український фізичний журнал» став виходити лише російською. Станом на 1990 рік у 95% вищих навчальних закладів України мовою навчального процесу була російська, хоча в певній кількості середніх шкіл, переважно сільських, фізику, математику, хімію викладали українською мовою.

З 1989 року згідно із «Законом про мови в УРСР» українська мова набула статусу державної, тобто повинна була стати мовою освіти, природознавства, техніки, виробництва. Певні умови для цього були, існувала українська науково-технічна і зокрема фізична термінологія, яку із зазначених вище причин не можна було вважати повною й досконалою, а інколи навіть прийнятною. Це гальмувало переведення навчального процесу на українську мову і зокрема створювання нових українських підручників з фізики та відбулося на їхній якості. Тому дуже дивно сьогодні чути твердження про те, що «*ми протягом шістдесяти!!! років викладали фізику нормально!!! українською мовою, яку сьогодні хтось невідомо навіщо хоче змінити.*»

**Сучасний стан.** З початку 90-х років суттєво поширилось викладання природничих дисциплін, зокрема фізики, українською мовою. Це спричинило величезне зацікавлення термінологічними проблемами і появу значної кількості різних словників, що дозволяє казати про початок відродження української фізичної термінології. Почали повертатися із «спецхранів» словники «золотого десятиліття», що становлять дорогоцінне джерело, з якого можна й треба черпати в разі потреби, але критично, бо не все там досконале. Через це і з огляду на науково-технічний прогрес останніх 60-ти років не можна **всі** вилучені терміни, мовні конструкції та моделі повернути в підручники та навчальні посібники, до наукового обігу. Зокрема це стосується частини термінів зі словників «золотого десятиліття», яка ґрунтувалася часто-густо на вузькодialeктній лексиці і охоплювали кальки та зукраїнізовані давні запозичення переважно з німецької та польської мов. Ці терміни сучасний освітянський і науково-технічний загал не сприймає, і вони сьогодні мають здебільшого тільки історично-пізнавальне значення.

З іншого боку масив термінів, уведених після 1933 року, був зуніфікований з російською термінологією й пересичений живцем взятими з неї словами та кальками. Проте не треба огульно відкидати все термінологічне надбання 60-80-х років, до якого вже звикли: чимало в ньому є влучного й задовільного, або хоч стерпного, але й загалом не можна було беззастережно приймати його, тим паче як завершений стандарт.

Тому перед викладачами і термінологами постало питання, на якій термінології ґрунтуватися. Зважаючи на реалії початку 90-х, найрозумніше було взяти за основу цей останній масив термінів і замінювати ті з них тоді, коли є досконаліший термін, і, звичайно, тоді, коли термін (а бу-

ває й ціла система термінів) не задовольняє певним неодмінним вимогам. Це насамперед специфічні вимоги щодо здатності терміна виконувати свої функції, а саме [17, п. Г.3]:

- **однозначна відповідність терміна поняттю:** у межах певної терміносистеми термін повинен виражати тільки одне поняття й навпаки;
- **відповідність лексичного значення терміна позначеному ним поняттю;**
- **системність,** тобто термін повинен відображати співвідношення між названим поняттям і пов'язаними з ним поняттями;
- **раціональна стислість;**
- **словотворча здатність,** тобто здатність творення похідних;
- **мовна правильність,** тобто відповідність законам української мови.

Якщо не вдається одночасно задовольнити всі вимоги, термін розглядають всебічно, щоб визначити, які вимоги до нього — важливіші.

Саме цим вимогам не відповідало багато термінів, уведених після 1933 року. Тому на часі стало швидке відновлення та очищення української науково-технічної термінології від ідеологічного намулу і скалькованих покручів. Суттєву роль тут відіграв Технічний комітет стандартизації науково-технічної термінології, створений спільним наказом Держстандарту та Міністерства освіти України № 66 від 22.06.1992. Він запропонував **комплекс правопосично-стилістичних рекомендацій** щодо термінологічно-словникової роботи, укладання стандартів, написання підручників і посібників [18], які схвалила Перша Міжнародна конференція «Проблеми української термінології», що відбулась у Львові 22-25 вересня 1992 року. Ці рекомендації стали дороговказом укладачам словників, підручників і навчальних посібників 90-х років.

У першій половині 90-х років Міністерство освіти і науки видало серію навчальних російсько-українських словників, зокрема з фізики [19], математики [20] та деяких інших дисциплін.

Укладений викладачами Львівського національного університету ім. І. Франка словник [19] містить понад 20 тис. слів-термінів (іменників, прикметників, дієприкметників, дієслів) та термінологічних словосполук з усіх розділів класичної та сучасної фізики, а також окремі терміни суміжних наук (математики, хімії, техніки). Він і досі залишається одним з найповніших та найкращих словників фізичних термінів.

У процесі викладання фізики може стати у пригоді математичний словник [20], який містить близько 20 тис. наукових термінів, усталених у науковій і навчальній літературі з математики, інформатики, кібернетики, програмування та обчислювальної техніки. У ньому наведено й специфічні математичні вирази та звороти, які часто вживають у науковій та навчальній літературі. Словник містить і лексику суміжних галузей, яку доводиться вживати математикам і спеціалістам з обчислювальної техніки.

Комітет наукової термінології, Інститут мовознавства ім. О. О. Потебні, Інститут української мови Національної академії наук України (НАНУ) видало 1994—1998 року тритомний «Російсько-український словник наукової термінології». Перший том [21] містить близько 100 тис. термінів суспільних наук, другий том [22] — 100 тис. термінів біології, хімії та медицини, а третій [23] — 120 тис. термінів математики, фізики, техніки, наук про Землю і Космос.

Усі зазначені словники зафіксували стан української термінології на момент їхнього укладання. Але сьогодні їх не можна розглядати як істину в останній інстанції, вони потребують перегляду та суттєвого уточнення.



За останні 10 років українська мова все активніше функціює в освітянському, науковому та виробничому середовищі. Відповідно відбуваються зміни фахової лексики. По-перше, активно витісняються невинновдані запозичення, непригаманні мові слова та конструкції, а замість них відроджуються власно українські, зокрема починають активно вживати примусово вилучені моделі словотворення та терміни. По-друге, спостерігаємо чітку тенденцію до утворення потрібних нових термінів на базі найпродуктивніших українських моделей. По-третє, похідні від запозичених іншомовних основ утворюються за правилами української мови. Тому не дивно, що в такий динамічний час словники, підручники та нормативні документи, укладені всередині 90-х років, суттєво відрізняються від сучасних.

Ці зміни зафіксували такі новітні академічні видання як «Теоретична морфологія української мови» чл-кор. НАНУ, д-ра філол. наук І. Вихованця та д-ра філол. наук К. Городенської [24], великий «Російсько-український словник» за ред. д-ра філол. наук В. Жайворонка [25], у якому відроджено деякі примусово вилучені 1933 року моделі словотворення.

Держспоживстандарт України затвердив два національні стандарти ДСТУ 1.5:2003 [26] і ДСТУ 3966-2000 [17], у яких уперше у вітчизняній практиці закріплено систему правил українського наукового і ділового стилю [27]. Ця система правил ґрунтується на традиціях літературної мови та рекомендаціях відомих мовознавців. Про те, що вона відповідає сучасним тенденціям української мови, свідчать зазначені вище новітні академічні видання [24; 25], які вийшли друком уже після затвердження цих стандартів. Тому ці правила разом із нормами «Українського правопису» [28] повинні стати дороговказом для всіх, хто викладає, пише підручники та навчальні посібники, наукові праці українською мовою.

Тільки дотримуючись єдиних правил, можна уникнути багатозначності й таким чином досягти основної мети: текст буде однозначно зрозумілим як вчителю, так і учням. Маємо позитивні приклади впровадження цих правил у національних стандартах, словниках, навчальній літературі. Хоча слід відверто сказати, що деяким носіям української мови – можливо, через одержану російською мовою фахову освіту та багаторічне панування в освіті російського ділового та наукового стилю – цей природний український стиль викладання здається незвичним. Тому в авторів підручників і навчальних посібників є два шляхи: писати за хибною традицією, калькуючи російський науковий та діловий стиль і керуючись словниками та посібниками, розробленими на засадах репресивних термінологічних бюлетенів, – і тим самим гальмувати розвиток української мови та української освіти, або писати правильно за її законами, поступово переконуючи і переважуючи тих, кому це незвично.

Безумовно, правильним і перспективним є другий шлях. Досвід останніх років доводить, що, коли мову реально використовують, вона виявляє здатність самоочищатися від усього їй непригаманного. Тому, тримаючись сьогодні за нав'язані свого часу кальки та відтворюючи їх у підручниках, ми тим самим не лише зашкоджуємо природному розвитку української мови, а й закладаємо майбутні збитки нашим платникам податків. Бо мова має внутрішні закони, і через певний час притаманні моделі та терміни все одно відродяться, але переробляти потрібно буде величезну кількість розроблених сьогодні підручників, посібників, довідників. Отже, саме сьогодні треба перейти на правильний український стиль та термінологію, хоч як би важко не було долати укорінені звички. Зауважимо, що критерій звично – незвично – вельми умовним. Так 1901 року А. Кримський мусив відстоювати такі новотвори як *внутрішній*,

*зовнішній*, *народний*. Отже, те, що сьогодні одним здається незвичним, завтра іншим здаватиметься закономірним.

Основним чинником, що зумовлює спротив певної категорії освітян та науковців відродженню правильних українських термінів, є відсутність потрібної інформації та переконливої аргументації. Тому, уводячи в підручники, навчальні посібники, науково-технічні тексти та й у науково-популярну літературу правильно побудовані терміни та загальнонавчальні слова, часто-густо незвичні широкому загалу учнів та вчителів, дуже важливо забезпечити наступність і можливість ототожнення їх з «традиційними», раніше уживаними. Цей процес повинен бути поступовим. Після першого вживання автором у тексті підручника чи навчального посібника правильного, але ще незвичного терміна чи загальнонавчаного слова, у дужках чи виносці подають або «традиційні» відповідники, зазначаючи, що їх не рекомендовано використовувати, або стисле пояснення незвичного терміна чи загальнонавчаного слова.

Такий підхід дасть змогу знайти ту «золоту середину», яка б дозволила, з одного боку, відродити традиції української фахової мови, а, з другого боку, зробити це таким чином, щоб «новації» сприймалися освітянами та учнями й не заважали досягненню основної мети – розширенню вживання української мови у сферах освіти, науки, техніки, виробництва.

На нашу думку, вельми актуальними майже через 80 років залишаються слова з доповіді керівника ІУНМ Григорія Холодного, зробленої 5 листопада 1928 року Раді Академії наук: «*Коли безперечною аксіомою стає формула, що добра наукова термінологія є ознака культурної достиглості народу, то для нас не меншу очевидність має формула обернена: розвиткові науки та її засвоєнню в великій мірі повинна сприяти добра наукова мова й наукова термінологія.*» [16, с. 92]

## ОСНОВНІ ПРАВИЛА УКРАЇНСЬКОГО НАУКОВО-НАВЧАЛЬНОГО СТИЛЮ

**Науково-навчальний стиль** — це сукупність мовних засобів та способів висловлювання, обраних для викладання навчальних дисциплін, зокрема фізики. Його **основне призначення** — повідомити про результати фізичних спостережень та дослідів, довести істинність фізичних теорій, обґрунтувати гіпотези, роз'яснити фізичні явища, розкласифікувати і систематизувати знання, викликати зацікавленість учнів до фізичних фактів та явищ.

**Основні ознаки:** ясність (понятійність) і предметність тлумачень; об'єктивність аналізу; логічна послідовність і доказовість викладу; узагальненість понять і явищ; однозначність, точність і лаконічність висловів; переконливість і аргументованість тверджень; наявність висновків.

**Основні мовні засоби:** мова виключно літературна; велика кількість термінів; уживання слів у прямому значенні, слів з абстрактним значенням (часто іншомовних), які треба обов'язково пояснювати; наявність схем, таблиць, графіків, діаграм, математичних, фізичних та хімічних спеціальних символів; чітка композиційна структура тексту; зазвичай відсутність проявів мовної індивідуальності та емоційно-експресивної лексики.

Радимо вчителям неухильно дотримуватися:

- 1) чинного на цей час 5-го видання «Українського правопису» [28], зокрема § 11, 12, 13 про чергування, у яких відбито закон милозвучності української мови;

- 2) положень новітньої академічної граматики сучасної української мови [24], зокрема щодо вживання віддієслівних іменників, прикметників та дієприкметників;
- 3) сучасних синтаксичних норм української наукової мови [29-31], зокрема щодо:
  - а) природного для української мови дієслівного способу позначання процесів замість іменникового, традиційного для російських офіційно-ділового та наукового стилів;
  - б) уживання дієслів замість конструкцій **дієслово + віддієслівний іменник**, що не становлять усталених дієслівно-іменникових зворотів;
  - в) надавання перевагу активним конструкціям над пасивними;
  - г) широкого вживання безособових конструкцій на **-но, -то** в ролі присудка, що є синтаксичною особливістю української мови і відрізняє її від російської;
- 4) вимог національних стандартів ДСТУ 1.5:2003 [26] та ДСТУ 3966-2000 [17];
- 5) правил українського літературного слововживання, викладених у посібниках і довідниках з культури української мови: як у класичних книжках **О. Курило** [32] і **Б. Антоненко-Давидовича** [33], так і в новітніх [34-37], рекомендованих МОН України;
- 6) термінології, зафіксованої в національних термінологічних стандартах, новітніх академічних словниках [21-23; 25; 38-40], термінологічних та загальномовних словниках [19-20; 41-42], рекомендованих МОН України. За наявності розбіжностей у зазначених джерелах необхідно обирати варіант, що відповідає вимогам [17; 26] та методичним рекомендаціям таких провідних установ як Інститут української мови НАНУ та Технічний комітет стандартизації науково-технічної термінології Держспоживстандарту та МОН України.

Нижче, ґрунтуючись на [4; 27; 43], стисло викладено основні правила.

**1** **Переходьмо на природний для української мови дієслівний спосіб позначання процесів замість іменникового, традиційного для російських офіційно-ділового та наукового стилів** (ДСТУ 1.5:2003, п. 5.1.2; ДСТУ 3966-2000, п. Г.9.1.1)

Однією з основних і безперечних прикмет української мови є вживання зворотів з дієсловом у неозначеній формі й різних особових формах, а також дієприслівниками, там, де в російській мові зазвичай уживають віддієслівні іменники на **-ння/ -ття** [31, с. 96-97; 32, с. 57, 68-72; 33, с. 100-102], що можна проілюструвати такими прикладами:

Російська мова	Українська мова
отдать в <b>стирку</b>	віддати <b>прати</b>
отдать в <b>чистку</b>	віддати <b>почистити</b>
требует <b>принятия</b> решительных мер	вимагає <b>вжити</b> рішучих заходів
учиться <b>игре</b> на скрипке	учитися <b>грати</b> на скрипці

Тому, викладаючи фізику, треба скрізь, **де це можливо**, уникати нагородження віддієслівних іменників на **-ння/ -ття**, уживаючи замість них відповідні дієслова, наприклад,

Неправильно	Правильно
<b>Вимірювання</b> тиску здійснюється для <b>порівняння</b> ...	Тиск <b>вимірюють</b> , щоб <b>порівняти</b> ...
Завдання <b>ліквідації</b> будь-яких <b>порушень</b> статутів і настанов та рішучого <b>зміцнення</b> дисципліни вимагають докорінного <b>поліпшення</b> контролю за діяльністю підлеглих, розумного <b>використання</b> дисциплінарних прав, <b>усунення</b> помилок у роботі	Завдання <b>ліквідувати</b> будь-які <b>порушення</b> статутів і настанов та рішуче <b>зміцнити</b> дисципліну вимагає докорінно <b>поліпшити</b> контроль за діяльністю підлеглих, розумно <b>використовувати</b> дисциплінарні права, <b>переборювати</b> помилки в роботі

Останній приклад узят з [33, с. 100]. У наведеній ліворуч фразі, яка є калькою з російської, **шість** віддієслівних іменників (зокрема один іншомовного походження — **ліквідації**). У розташованій праворуч фразі залишився тільки один, конче потрібний, — **порушення**, а замість інших ужито дієслова, що значно поліпшило виклад.

Це правило ґрунтується на положенні [24, с. 116], що зазначені іменники на **-ння/ -ття**, які позначають опредметнену дію, та дієслова, від яких їх утворено, мають тотожне значення.

**2** **Уникаймо мовних конструкцій дієслово + віддієслівний іменник, що не становлять усталених дієслівно-іменникових зворотів** (ДСТУ 1.5:2003, п. 5.1.2; ДСТУ 3966-2000, п. Д.12)

Підручники, навчальні посібники та наукові праці рясніють конструкціями **дієслово + віддієслівний іменник**, що описують дію двома словами: дієсловом, яке вказує тільки те, що щось відбувається, і віддієслівним іменником-додатком, який показує, що саме відбувається. У [4, с. 39-40; 32, с. 210; 41, с. 28] радять замість таких мовних конструкцій, що не становлять усталених дієслівно-іменникових зворотів, уживати природніший для української мови й економніший засіб позначання присудка — дієслово, наприклад:

Мовна конструкція дієслово + віддієслівний іменник	Дієслово, що її замінює
виконувати обчислення	обчислювати
виконувати моделювання	моделювати
здійснювати вимірювання	вимірювати
здійснювати гармонізацію	гармонізувати
здійснювати контроль	контролювати
забезпечувати безпеку	убезпечувати
займатися досліджуванням	досліджувати

Українець каже *знепритомнити* (а не *втратити свідомість*), *попрацювати над* (а не *провести роботу по*), зокрема, *чимало попрацювали, щоб обладнати* (замість *провели значну роботу по обладнанню*) тощо. У народі радше скажуть *він учителює*, ніж *він є (працює) вчителем*. Тому нема ніяких підстав штучно вводити в українську мову конструкції дієслово + віддієслівний іменник, бо крім негативних прикмет — неприродності та нічим не виправданої довжини вислову, вони нічого не дають. Виняток становлять випадки, коли в обіг конечно треба ввести термін або ознаку дії треба подати прикметником: *відбувається реверсивне ковзання, триває державне приймання*.

**3** Надаваймо перевагу активним конструкціям над пасивними (ДСТУ 1.5:2003, п. 5.1.2; ДСТУ 3966-2000, п. Д.12)

Книжному стилю російської мови притаманно широко вживати пасивні конструкції з дієсловами на *-ся*, які необгрунтовано переносять в українську мову, наприклад, *класом виконується лабораторна робота, учителем демонструється дослід*. Цим реченням властиво таке:

Учасник дії	Відмінок	Член речення	Приклад
суб'єкт дії	орудний	додаток	класом, учителем
об'єкт дії	називний	підмет	лабораторна робота, дослід

На штучність і неприродність таких пасивних конструкцій в українських текстах наголошували мовознавці [29, с. 12; 31, с. 97-99; 32, с. 55-56, 87-88; 41, с. 36]. Вони радять будувати речення природно — суб'єкт дії повинен бути підметом, об'єкт дії — додатком, а присудок описує дію підмета, спрямовану на додаток. Отже, у наведених вище прикладах ужито пасивну форму дієслова-присудка на *-ся* саме для того, щоб показати протилежний природному напрямку дії.

Виходячи з норм української мови:

Неправильно	Правильно
Класом <b>виконується</b> лабораторна робота	Клас <b>виконує</b> лабораторну роботу
Учителем <b>демонструється</b> дослід	Учитель <b>демонструє</b> дослід
Роботи <b>виконуються</b> з використанням вивірених засобів вимірювання	Роботи <b>треба виконувати (виконують), використовуючи</b> вивірені засоби вимірювання.

З наведених рекомендацій **не треба робити** хибний висновок, ніби дієслів на *-ся* треба взагалі уникати. Згідно з правилами та нормами наукового стилю української мови зворотні дієслова потрібно вживати за їх прямою призначеністю лише стосовно неперехідної дії, тобто коли є суб'єкт дії, але немає іншого об'єкта, на який спрямовано дію [31, с. 97]. Отже, мета вчителя: *познакомити* учнів з найпростішими вимірюваль-

ними приладами; *навчити* їх визначати ціну поділки вимірювального приладу (перехідна дія). А мета учня: *познакомитися* з найпростішими вимірювальними приладами; *навчитися* визначати ціну поділки вимірювального приладу (неперехідна дія).

Це правило дуже важливе для викладання природничих наук, зокрема фізики, бо пасивні конструкції на *-ся*, заповнивши навчальну літературу, не лише призвели до втрати відчуття активної та пасивної дії (*експеримент виконується, тема вивчається*), а й спричинили плутанину між примусовими та самочинними процесами: замість тіло *холоне* (температура тіла *меншає* чи *нижчає*) маємо тіло *охолоджується* (температура тіла *зменшується/знижується*), метал в багатьох статтях не *старіє*, а *стариться*, поверхня (внаслідок певного впливу) не *рівнішає*, а *вирівнюється* тощо, хоча *охолоджувати/охолодити, зменшувати/зменшити, знижувати/знизити, старити/зістарити* (метал), *вирівнювати/вирівняти* — примусові процеси, а *холонути/охолонати, меншати/поменшати, нижчати/понижчати, старіти/постаріти, рівнішати/порівнішати* — самочинні [44]. Утрата цих нюансів ускладнює розуміння учнями фізичних процесів.

Отже:

Неправильно	Правильно
він <b>змінюється (деформується, нагрівається)</b> кимсь (чимось)	його <b>змінює (деформує, нагріває)</b> хтось, щось ( <i>пасивна дія</i> )
	він <b>змінюється (деформується, нагрівається)</b> десь (за певних умов) ( <i>неперехідна дія</i> )

**4** Правильно вживаймо безособові конструкції на *-но, -то* (ДСТУ 1.5:2003, п. 5.1.10; ДСТУ 3966-2000, п. Д.12)

Широке вживання безособових конструкцій на *-но, -то* в ролі присудка є синтаксичною особливістю української мови [29, с. 13; 31, с. 99-100; 33, с. 102], що відрізняє її від російської, де є такі форми (наприклад, *сказано — сделано*), але вживають їх значно рідше, ніж в українській.

Згідно з ДСТУ 1.5:2003, п. 5.1.10 потрібно використовувати безособову форму викладання тексту, яка не потребує означення виконавця дії, а лише наголошує на події, що відбулася, наприклад, *застосовано метод, зазначено в настанові* тощо. При цьому потрібно пам'ятати таке. По-перше, безособові конструкції на *-но, -то* виражають результативний стан, що є наслідком виконаної дії. Тому зазвичай їх утворюють від дієслів доконаного виду [24, с. 222, 290-291]. По-друге, ці форми керують іменником у знахідному відмінку без прийменника [30, с. 397; 31, с. 100], наприклад, *вироблено* (що?) *новий підхід (нове рішення, нову методичку)*.

Уживаючи безособові конструкції, мовці досить часто допускають помилку, уводячи в речення виконавця дії, позначаючи його іменником чи займенником у орудному відмінку [29, с. 12; 31, с. 99-100; 32, с. 55, 37, с. 175-176; 33, с. 102]. Тому хибною є фраза: *Комісією проаналізовано стан навчального процесу*, бо в цьому реченні є виконавець дії — *комісія*, причому це слово стоїть у орудному відмінку. Правильно писати так: *Комісія проаналізувала стан навчального процесу*.



Отже, згідно з ДСТУ 3966-2000, п. Д.12 безособову форму дієслова на **-но**, **-то** можна вживати лише в реченнях, де прямо не зазначено виконавця дії:

Неправильно	Правильно
його змінено (здеформовано, нагріто) кимсь	його змінив (здеформував, нагрів) хтось
	його змінено (здеформовано, нагріто) десь (за певних умов)

**5** Розмежовуймо засобами української мови дію, подію та наслідок події, уживаючи для них різні віддієслівні іменники, утворені відповідно від дієслів **недоконаного та доконаного виду** (ДСТУ 1.5:2003, п. 5.1.2, 5.1.4; ДСТУ 3966-2000, пп. Г.4.1, Г.9.1, Г.9.2, Г.9.2.1)

З правила № 1 **не треба робити** хибний висновок, ніби віддієслівних іменників треба уникати **скрізь**. Їх зазвичай використовують у заголовках, дефініціях, а також у реченнях, де ці іменники виконують функцію підмета або додатка [33, с. 101]. Тому дуже важливо їх правильно вживати, зважаючи на відмінність української мови від російської.

Річ у тім, що як в українській, так і в російській мові є два види дієслів: **недоконаний** (рос. *несовершенный*) та **доконаний** (рос. *совершенный*), причому категорія виду притаманна всім дієсловом української та російської мови в будь-якій їх формі, а дієслова **недоконаного та доконаного виду**, тотожні за лексичним значенням, утворюють **видову пару**.

**Кардинальна відмінність** полягає у творенні віддієслівних іменників. Розгляньмо спочатку випадок, коли віддієслівні іменники зберігають лексичне значення початкових дієслів [24, с. 28, 48]. Зазвичай від двох російських дієслів, що утворюють видову пару, можна утворити тільки один віддієслівний іменник для позначання процесу, тоді як від їхніх українських відповідників – два віддієслівні іменники, наприклад:

Вид	Російська мова	Українська мова
Недоконаний	изменя́ть → изменение	змінювати → <b>змінювання</b>
Доконаний	измени́ть → изменение	змінити → <b>змінення</b>

Тобто українські віддієслівні іменники зберігають категорію виду [24, с. 116, 148, 287], тоді як відповідні російські її втрачають [45, с. 191]. Цей факт відбивають перекладні словники. Наприклад, у [38, с. 107] парі українських дієслів **знищувати/знищити** відповідає пара російських **уничтожать/уничтожить**, а парі українських віддієслівних іменників **знищення/знищення** лише один **уничтожение**.

На відміну від наведених вище іменників, наслідки процесу треба позначати віддієслівними іменниками, які втратили дієслівну семантику і замість неї набули власне-іменникову семантику предметності [24, с. 116]. Відповідно таким іменникам, наприклад, іменнику **зміна**, уже не притаманна категорія виду.

Тлумачні словники літературної мови фіксують, з одного боку, полісемію, коли одним віддієслівним іменником позначають і процес і наслідок, а, з іншого боку, синонімію, коли певне значення мають декілька спільнокоренових віддієслівних іменників. Чи варто переносити це в термінологію? Безумовно, ні! Бо однією з головних вимог до терміну є однозначна відповідність терміна поняттю. Тому не можна одним терміном позначати як процес, так і його наслідок. Про те, що для термінології краще потрібно розмежовувати процес і наслідок, свідчать навіть російськомовні стандарти колишнього СРСР. Не зважаючи на те, що російській мові таке розмежування взагалі не притаманно, їхні розробники для процесів застандартизували: **маркирование, оценивание, упаковывание**, а результатів – **маркировка, оценка, упаковка**.

Згідно з рекомендаціями [32, с. 77-80] та вимогами ДСТУ 1.5:2003, п. 5.1.4 і ДСТУ 3966-2000, п. Г.4.1 дію<sup>1</sup> (незавершений процес) треба позначати віддієслівними іменниками на **-ння/ -ття**, утвореними від дієслів **недоконаного виду**, подію (завершений процес) – віддієслівними іменниками на **-ння/ -ття**, утвореними від дієслів **доконаного виду**, а об'єкти (наслідок події) – відповідними спільнокореновими іменниками з іншими суфіксами або без них, наприклад:

Дія	Подія	Наслідок
згинання	зігнення	згин
змінювання	змінення	зміна
нарізування	нарізання	нарізь
повертання	повернення	поворот
розтягування	розтягнення	розтяг
устатковування	устаткування	устаткування

Слово **устатковування**, яке дехто вважає новотвором, зафіксовано в академічних словниках, виданих ще за радянських часів. Але сьогодні спостерігаємо тенденцію активного творення віддієслівних іменників на **-вання** зі значенням «результат, наслідок, спосіб дії» [25, с. II]. Зокрема на сайті Верховної Ради України (<http://www.rada.kiev.ua>) можна побачити близько 70 нормативно-правових актів України затверджених з 1999 року, у яких у значенні **«сукупність механізмів, приладів, пристроїв тощо, потрібних для чого-небудь»** ужито термін **устатковування**. Серед цих документів близько 60 % – це нормативно-правові акти Уряду, решта – документи інших центральних органів виконавчої влади.

Від багатьох видових пар у словниках української мови зафіксовано три віддієслівні іменники, що позначають дію, подію та наслідок події. Треба правильно вживати ці віддієслівні іменники, розрізняючи їх значення, наприклад:

<sup>1</sup> Тут і нижче **дією** будемо називати незавершений процес, тобто послідовне змінювання ознак, не обмежене в часі ні початком, ні кінцем, а **подією** – завершений процес, тобто послідовне змінення ознак, обмежене в часі початком, або кінцем. Саме таку термінологію використано в ДСТУ 3966-2000.

Російська мова	Українська мова
Аналоговий сигнал передает информацию за счет непрерывного <b>изменения</b> амплитуды или частоты, в отличие от цифрового сигнала, имеющего только конечное множество возможных значений	Аналоговий сигнал передає інформацію завдяки неперервному <b>змінюванню</b> ( <i>дія</i> ) амплітуди або частоти, на відміну від цифрового сигналу, що має тільки скінченну множину можливих значень
Использованием рационализаторского предложения признается создание или <b>изменение</b> конструкции изделий, технологии производства и применяемой техники или состава материала	Використанням раціоналізаторської пропозиції визнають створення або <b>змінення</b> ( <i>подія</i> ) конструкції виробів, технології виробництва та застосовуваної техніки або складу матеріалу
Фазовый сдвиг — это <b>изменение</b> фазы сигнала	Фазовий зсув — це <b>зміна</b> ( <i>наслідок події</i> ) фази сигналу

Згідно з ДСТУ 3966-2000, п. Г.9.2, Г.9.2.1 у двоіменникових термінологічних сполуках, що позначають назви виконавців дії, засобів і способів виконання дії, а також інших характеристик дії, другим потрібно завжди вживати іменник, утворений від дієслова недоконаного виду, тобто іменник, що позначає загальну назву дії. Не можна в таких випадках вживати іменники, що позначають подію. Але саме ці іменники, що позначають подію, треба вживати в словосполуках з деякими іншими іменниками [4, с.71; 27, с. 102], наприклад:

Дія	Подія
засіб <b>пакув́ання</b>	свідоцтво про <b>впакув́ання</b>
засоби <b>викон́ування</b>	звіт про <b>виконання</b>
метод <b>розв’язування</b>	час (момент) <b>розв’язання</b>
настанови щодо <b>впрова́дження</b>	дата <b>впровадження</b>
порядок <b>видава́ння</b>	рік <b>видання</b>
правила <b>прийма́ння</b>	акт <b>прийняття</b>
процедура <b>затве́рджування</b>	дата <b>затвердження</b>
процедура <b>подава́ння</b>	день <b>подання</b>
спосіб <b>готува́ння</b>	довідка про <b>підготування</b>
технологія <b>склада́ння</b>	момент <b>складення</b>
тривалість <b>створува́ння</b>	момент <b>створення</b>
функція <b>перетво́рювання</b>	після <b>перетворення</b>

Розгляньмо деякі віддієслівні іменники, що їх вживають у курсі фізики 7-го класу.

Від видової пари **розв’язувати / розв’язати** в українській мові є три спільнокореневі іменники [42, с. 1236]:

**розв’язування** — дія за знач. **розв’язувати** — тобто незавершений процес;

**розв’язання**—дія за знач. **розв’язати** — тобто завершений процес;

**розв’язок** — відповідь на поставлену умову (у завданні з математики, фізики, хімії тощо) — тобто наслідок, результат.

Отже, правильно писати: *приклад розв’язання задачі*; але *підходи до розв’язування нових задач, знайдений наближений розв’язок* [46, с. 41] тощо.

Так само треба розрізнати терміни **відбивання, відбиття, відбиток; заломлювання та заломлення**.

Іменники **відбивання** та **заломлювання** означають те саме, що й відповідні дієслова недоконаного виду, тому закони як відбиваються або заломлюються промені правильно називати:

закони **відбивання** та закони **заломлювання**

Аналогічно кут **падіння**, кут **відбивання**, кут **заломлювання**.

Але, коли йдеться про фізичні явища, про те, що вже відбулося, треба вживати іменники, утворені від дієслів доконаного виду. Ми спостерігаємо відбиті та заломлені промені, тобто явище **відбиття** та **заломлення**. Оскільки **повне внутрішнє відбиття** — це явище, то саме цей термін подано в рекомендованому МОН словнику [19, с. 154].

А наслідок (рос. *отражение в зеркале, в воде*) треба позначати словом **відбиток**.

Аналогічно треба розрізнати три українські відповідники російського наукового терміна *излучение*:

- **випромінювання** — процес генерування та виділення хвиль якої-небудь природи або потоків яких-небудь частинок;
- **випромінення** — подія, що полягає у згенеруванні та виділенні хвиль якої-небудь природи або потоків яких-небудь частинок;
- **проміння** — хвилі якої-небудь природи або потоки яких-небудь частинок, що поширюються в просторі.

Щоб забезпечити однозначну відповідність терміна поняттю, термін **випромінювання** не можна вживати ще в другому значенні наслідку (*те, що випромінено*), як це радять деякі словники. Термін **випромінення** буде рідковживаним, оскільки в цьому значенні в астрономії та техніці зазвичай використовують термін **спалах** (рос. *вспышка*), наприклад, **сонячний спалах** (рос. *солнечная вспышка*) [23, с. 99].

Терміни **сонячне випромінювання** та **сонячне випромінення** описують процеси, що відбуваються на Сонці, а в підручнику та задачнику з фізики йдеться про **сонячне проміння**. Щоб учні чітко відрізняли збірне поняття **сонячне проміння** від сукупності окремих **сонячних променів** і правильно вживали ці терміни, у підручнику і задачнику зроблено відповідну виноску.

Дуже важливо правильно вживати спільнокореневі дієслова **вимірювати, виміряти, вимірити** та утворені від них іменники. Зазначимо, що ці дієслова зафіксовано в усіх словниках української мови, зокрема в новітньому академічному словнику [25, с. 340] і вони не мають жодних обмежувальних позначок. Питання полягає в іншому [47]:

**вимірювати** та **виміряти** — дієслова недоконаного виду, які позначають узагальнену назву дії та є синоніми. Їх можна вважати відповідником рос. **измерять**;

**виміряти** та **вимірити** — дієслова доконаного виду, які позначають конкретний завершений процес (подію) та є синоніми. Їх можна вважати відповідником рос. **измерить**.

Оскільки наголос у дієсловах **виміряти** та **вимірити** змінює вид дієслова (недоконаний на доконаний та навпаки), визнано доречним не уживати ці дієслова в навчальній та науковій літературі, де наголос зазвичай не протавляють.

Тому в задачнику Л. А. Кирика, як і в підручнику Л. Е. Генденштейна свідомо вжито дієслово **вимірити** і похідні від нього. Якщо замінити дієслово **вимірити** на **виміряти**, у цьому слові та похідних від нього треба буде протавляти наголос по всьому тексту. Інакше учні можуть сплутати його зі дієсловом **виміряти**, а подібна неоднозначні недопустима в навчальній літературі.

Згідно з [26, п. 5.2.3] треба розрізнити процес **вимірювання** та його наслідок **вимір**. Оскільки одиниці, межі, точність стосуються не процесу, а його результату, правильно писати одиниці **виміру** [48, п. 10.59, 10.60; 49, с. 72], межа **вимірів**, точність **виміру** тощо [50]. Такий підхід відповідає Ухвали Круглого столу «Термінологічні проблеми в метрології» в рамках 9-ї Міжнародної наукової конференції «Проблеми української термінології» *СловоСвіт 2006* [51; 52].

**6** Віддієслівні іменники, що позначають незавершені процеси, уживаймо тільки в однині (ДСТУ 1.5:2003, п. 5.1.3; ДСТУ 3966-2000, пп. Г.9.2.1)

Диференційною граматичною ознакою таких іменників є, як відомо [24, с. 51], неповна парадигма числа. Оскільки вони позначають узагальнену назву дії як багаторазової, так і повторюваної, невизначеної ні за кількістю циклів, ні за обсягом, ні за тривалістю, такі іменники згідно з вимогами ДСТУ 1.5:2003, п. 5.1.3 та ДСТУ 3966-2000, п. Г.9.1.2 **треба вживати тільки в однині**, наприклад,

Неправильно	Правильно
прилади для вимірювань	прилади для вимірювання
засоби нарізувань	засоби нарізування
для багаторазових згинань	для багаторазового згинання

Також не можна вживати в множині терміни **відбивання**, **заломлювання**, **випромінювання**.

Згідно з ДСТУ 3966-2000, п. Г.9.1.2 терміни-іменники для позначання завершеного процесу (події) можна вживати в множині, якщо обсяг подій якимось визначено: серія досліджень теплотривкості, кількість визначень на прямку.

**7** Правильно вживаймо віддієслівні іменники із суфіксом **-к(а)** (ДСТУ 3966-2000, п. Г.9.9)

Згідно з вимогами ДСТУ 3966-2000, п. Г.9.9, що ґрунтуються на рекомендаціях [32, с. 76; 41, с. 8-9], віддієслівні іменники із суфіксом **-к(а)** можна вживати лише на позначення наслідків події, об'єктів, суб'єктів, але їх не можна вживати на позначення дії чи події. Наприклад:

Неправильно	Правильно		
	дія	подія	результат, предмет
оцінка	оцінювання	оцінення	оцінка
викрутка	викручування	викручення	викрутка

Тобто правильно писати:

методика **оцінювання** знань (бо це методика як **оцінювати** знання);  
дата **оцінення** знань (бо це дата, коли знання оцінили або оцінять);  
**оцінка** за самостійну роботу (результат)

**8** Правильно вживаймо іншомовні терміни на **-ція, -зія, -інг, -мент** (ДСТУ 3966-2000, п. Г.9.11)

Слова іншомовного походження збагачують лексику кожної мови, проте запозичати треба лише тоді, коли не має власного слова для якогось поняття [37, с. 125-129; 41, с.18]. Тому в ДСТУ 1.5:2003, п. 5.1.5 і ДСТУ 3966-2000, п. Г.9.11 зазначено, що **«заборонено вживати іншомовні слова та терміни за наявності рівнозначних слів та термінів в українській мові. Якщо в академічних словниках є слово іншомовного походження і рівнозначне українське, перевагу треба надавати українському слову, наприклад: фактор — чинник»**.

Однак, у разі доцільності запозичення, треба підпорядкувати іншомовні слова законам української мови [37, с. 125-126]. Зокрема, згідно з вимогами ДСТУ 3966-2000, п. Г.9.11, запозичаючи назву процесу, треба, насамперед, від іншомовного слова утворити українське дієслово недоконаного виду, а далі всі необхідні похідні слова. Не можна вживати іншомовні іменники для позначання дії, що закінчуються на **-ція, -інг, -мент** тощо, які не дозволяють розрізнити поняття дії (незавершеного процесу) та події (завершеного процесу) і тим руйнуватимуть структуру української мови. Такими іменниками можна позначати інші поняття: наслідки події, об'єкти, суб'єкти тощо, наприклад:

Дія	Подія	Наслідок події, об'єкт, суб'єкт
публікувати, публікування	опублікувати, опублікування	публікація
формувати, формування	сформувати, сформування	формування, формація

Зважаючи на це, для назв фізико-хімічних процесів використовують віддієслівні іменники на **-ння**, утворені від дієслів **недоконаного виду**, а називати явища треба іменниками, які **не конкретизують** динаміку їх протікання.

В українській мові немає потреби калькувати російські конструкції, а треба самою формою іменника чітко розмежовувати явище і процес. Так, у назвах наукових та навчальних дисциплін, підручників і монографій, у класифікації явищ українською треба вживати термін **корозія**, наприклад, навчальна дисципліна — **корозія металів**, назва розділу — **класифікація видів корозії**, бо йдеться саме про явища. Однак російський термін **скорость коррозии** українською треба подавати як **швидкість кородування**, бо тут йдеться саме про процес.

**9** Надаваймо перевагу іменникам для назв учасників процесів (суб'єктів<sup>1</sup> та об'єктів) (ДСТУ 3966-2000, п. Г.9.9)

В українській мові значно рідше порівняно з російською мовою трапляється неповний перехід дієприкметників і прикметників в іменники [24, с. 92]. Так для назв учасників дії російська мова широко вживає прикметники (дієприкметники), що набули функцій іменника, а українська мова утворила спеціальні іменники:

Російська мова	Українська мова
прибывший	прибулець
вычитаемое	від'ємник
пожарный	пожежник
поступающий	вступник
ссылный	засланець
трудящийся	трудівник

За наявності в українській мові похідних іменників немає потреби калькувати російську мову [24, с. 92]. Виходячи з цього, у ДСТУ 3966-2000, п. Г.9.9 **не рекомендовано** вживати прикметники (дієприкметники) в іменниковому значенні та запропоновано замінити деякі з них, наприклад:

Не рекомендовано	Рекомендовано
складову	складник

Підкреслимо, що термін **складник** широко вжито в основоположних стандартах.

<sup>1</sup> Тут і нижче суб'єктами дії будемо називати не тільки істоти, а й машини, механізми тощо, які в науково-технічних текстах виконують функцію підмета.

**10** Розрізняймо дійові властивості та перебування учасником дії (ДСТУ 3966-2000, п. Г.9.3 — Г.9.8)

Щоб правильно вживати терміно-логічні сполуки типу <(діє)прикметник> + <іменник>, треба зважати на таке. Дієприкметники найближче стоять до дієслів і їм притаманна категорія виду [24, с. 127, 145, 287; 30, с. 397].

Виходячи з цього, ознаки стану, спричиненого перебуванням учасником дії, треба позначати саме дієприкметниками. Слід мати на увазі таке:

- ◆ лексико-граматичною особливістю сучасної української мови є майже повна відсутність у ній активних дієприкметників теперішнього часу [24, с. 128; 37, с. 156; 41, с. 13]. Тому замість скалькованих з російської конструкції на кшталт *падаючі на лінзу промені* треба вживати підрядні речення *промені, що падають на лінзу*;
- ◆ в українській мові є два види пасивних дієприкметників із суфіксами **-н(ий)**, **-т(ий)**, утворені від основи інфінітива недоконаного та доконаного виду відповідно [30, с. 397-399], які треба чітко розрізнити та правильно вживати:
  - 1) **дієприкметниками недоконаного виду** треба позначати ознаки стану об'єктів, спричиненого перебуванням у **незавершеному процесі**;
  - 2) **дієприкметниками доконаного виду** треба позначати ознаки стану об'єктів, спричиненого перебуванням у **завершеному процесі**.

Ознаки стану об'єктів, спричиненого	
перебуванням у незавершеному процесі	перебуванням у завершеному процесі
змінюваний тиск	змінений тиск
заломлюваний промінь	заломлений хвороба
коригований напрям	скоригований напрям
деформоване тіло	здеформоване тіло
митий ґрунт	вимитий ґрунт

Зауважимо, що українським пасивним дієприкметникам категорія часу непрапанна [24, с. 147-148, 287; 30, с. 397]

Крім дієприкметників українська мова має велику кількість власне прикметників дієслівного походження, які вказують на сталу, не зумовлену конкретною дією ознаку і тому, більш віддалені від дієслова [24, с. 145-146; 30, с. 397]. Зокрема їм не притаманна дієслівна категорія виду, оскільки ці віддієслівні прикметники позначені вищим порівняно з дієприкметниками входженням до прикметникового класу [24, с. 128]. Тому українська мова, на відміну від російської, дійові властивості (тобто здатність або призначеність бути учасником дії) ніколи не позначає дієприкметниками, а зазвичай використовує для цього віддієслівні прикметники, утворені за допомогою таких основних суфіксів:



Вид властивостей	Суфікси	Приклади
Дійові властивості суб'єктів дії	-льн(ий)	вимірювальний прилад
	-івн(ий)	гальмівний пристрій
	-ч(ий)	виконавчий орган
Дійові властивості об'єктів дії	-н(ий)	змінний тиск
	-овн(ий)	виліковна хвороба
	-енн(ий)	здійснення процедура
	-анн(ий)	здолання перешкода
Дійові властивості учасників неперехідної дії	-к(ий)	летка олія
	-лив(ий)	мінливий відтінок
	-уч(ий)	плавучий док

Виходячи з викладеного вище, не можна дійові властивості суб'єктів дії та учасників неперехідної дії позначати активними дієприкметниками, наприклад:

Неправильно	Правильно
ріжучий інструмент	різальний інструмент
плаваючий док	плавучий док

Аналогічно урок, призначений, щоб узагальнити матеріал, не можна, калькуючи рос. обобщающий, називати *узагальнюючим*. Призначеність узагальнювати українська мова подає прикметником *узагальнювальний* [20, с. 114]. Так само відповідниками рос. термінів *собирающая линза* і *рассеивающая линза* є українські *збиральна лінза* і *розсіювальна лінза*.

Отже, українська мова має ефективні засоби, щоб розрізнити дійові властивості та ознаки учасників дії:

Вид дії	Дійові властивості	Ознаки учасника дії
Перехідна дія (дія суб'єкта на об'єкт)	розсіювальна лінза (рос. <i>рассеивающая линза</i> )	абонент, який викликає (рос. <i>вызывающий абонент</i> )
	виліковна хвороба (рос. <i>излечимая болезнь</i> )	вилікувана хвороба (рос. <i>излеченная болезнь</i> )
		виліковувана хвороба (рос. <i>излечиваемая болезнь</i> )
Неперехідна дія	<b>самозавантажний</b> драйвер (рос. <i>самозагружающийся драйвер</i> )	країна, яка (що) розвивається (рос. <i>развивающаяся страна</i> )

Згідно з вимогами ДСТУ 3966-2000 треба уживати за призначенністю спільнокореневі віддієслівні прикметники та дієприкметники:

Віддієслівні прикметники, що означають призначеність чи здатність суб'єкта виконувати перехідну дію	Дієприкметники, що означають стан об'єкта, спричинений спрямованим на нього		Віддієслівні прикметники, що означають призначеність чи здатність об'єкта піддаватися перехідній дії
	незавершеним процесом	завершеним процесом	
відтворювальний	відтворюваний	відтворений	відтворний
оброблювальний	оброблюваний	оброблений	обробний

## 11 Правильно вживаймо складнопідрядні речення відповідності ([53, с. 329; 54])

У фізичних текстах часто-густо треба щось зіставляти переважно в якісному чи кількісному плані. Російська мова в таких випадках вживає систему сполучників **Чем ... , тем ...**. На думку провідних українських мовознавців, єдиним засобом поєднання підрядної і головної частини є сполучник **що ... то** [53, с. 329], а складнопідрядні речення відповідності з парним сполучником **чим ... тим** більш характерні для синтаксису сучасної російської мови. Щоб повернути цьому типові складнопідрядних речень звичніше національне сполучникове оформлення, граматисти Інституту української мови НАН України рекомендували раніше і продовжують наполягати [54] на переважному вживанні парного підрядного сполучника **що ... то** в конструкціях відповідності, які використовують у навчальних і наукових текстах.

Отже, українською мовою правильно писати:

**Що менше тьрта між кулькою й поверхнею, то далі котиться кулька.**

## 12 Розрізняймо спільнокореневі прикметники ([55, с. 177; 56])

У фізичних текстах дуже важливо розрізнити і правильно вживати спільнокореневі прикметники.

Характерною ознакою української мови є наявність пар прикметників, утворених від назв багатьох матеріалів, наприклад, *металевий* — *металічний*, *кам'яний* — *камінний*, *скляний* — *склистий*, *дерев'яний* — *деревний* тощо. Причому ці прикметники не є синонімами: перші слова в цих парах мають значення чогось, виготовленого з певного матеріалу, другі — характеризують ознаки, пов'язані з цим матеріалом [55, с. 177]. Російська мова для одних матеріалів розрізняє ці поняття, наприклад, *стеклянный* — *стекловидный*, *деревянный* — *древесный*, а для інших послуговується одним прикметником, наприклад, *металлический*, *каменный*.

Під впливом російської мови часто-густо плутають:

**металевий** (зроблений, виготовлений із металу, який містить метал) та **металічний** (властивий, притаманний металу, такий як метал, такий, як у металу). Тому стрижень **металевий**, а блиск **металічний**.

**кам'яний** (який утворився з каменю завдяки природним умовам; пов'язаний із каменем, камінням) та **камінний** (зроблений, побудований із каменя). Тому стіна **камінна**, а сіль **кам'яна**;

**дротовий** (пов'язаний з дротом) та **дротяний** (зроблений із дроту). Тому резистор **дротяний**, а зв'язок **дротовий**.

Особливо важливо для фізичних текстів розрізняти прикметники **рідкий** і **рідинний**. Коли йдеться про стан речовини треба писати **рідинний**, а коли про консистенцію речовини – **рідкий** (тобто не густий) [56]. Такий підхід зреалізовано в національних термінологічних стандартах, де застандартизовано **рідинний** елемент [57, п.63]; **рідинні** опади [58, п. 11.1] тощо.

Отже, фізичні тексти вимагають точності та однозначної відповідності між терміном і поняттям, тому дуже важливо чітко розрізняти і правильно вживати спільнокореневі прикметники.

### 13 Дотримуймося правил українського літературного слововживання, викладених у посібниках і довідниках з культури української мови

Нажаль, у навчальній літературі з фізики можна побачити конструкції, визначені як помилкові в усіх посібниках з культури української мови.

Зупинимося лише на найтиповіших. Під впливом російської мови:

а) плутають спільнокореневі українські дієслова **зумовлювати/зумовити** та **обумовлювати/обумовити**. У значенні *бути причиною чогось, створювати умови для виникнення чогось, викликати щось, спричиняти; будувати умовою існування або формування чогось, визначати його якість, характер, специфіку* треба вживати лише дієслова **зумовлювати/зумовити**. А дієслова **обумовлювати/обумовити** вживають в значенні *обмежувати якоюсь умовою, застереженням; ставити в залежність від певних умов*, тобто як відповідник рос. *оговаривать/оговорить*. Отже, фізичні тіла та сили не можуть нічого **обумовлювати**, вони **зумовлюють** (спричинюють) щось;

б) дієслово **знаходитися** має в українській мові значно вужче значення, ніж російське дієслово *находиться*. Тому його можна вживати тільки у таких двох значеннях [33, с. 119]: 1) *бувати виявленим унаслідок розшуків; відшукуватися* (про кого- або що-небудь загублене, втрачене, зникле); 2) *виявлятися, з'являтися*. У всіх інших значеннях відповідниками рос. *находиться* є інші українські дієслова **перебувати**, **міститися**, **бути** тощо.

### 14 Дотримуймося закону милозвучності української мови [28, § 11-14]

Для того, щоб письмові та усні тексти з фізики добре сприймалися учнями, важливо не тільки вживати правильні українські терміни, загальноживані слова, дотримуватися розглянутих в попередніх розділах морфологічних і синтаксичних правил,

а й певним чином поєднувати звуки, щоб їх було легко вимовляти, і щоб вони були розбірливі для слухачів.

В українській мові є закон милозвучності, згідно з яким в українському мовленні слова плавно переходять від попереднього до наступного (крім місць, де роблять паузу). Милозвучності досягають зокрема тим, що

1) уникають насамперед збігу голосних (розз'яву). Тому ім'я фізика Ньютона за сучасними нормами пишуть **Ісак** з одним **а** [36, с. 316], бо скальковане з російської написання Ісаак, уживане протягом багатьох років, не відповідає духові української мови, яка уникає збігу голосних.

Збіг голосних в українських словах допустимий лише на межі префікса і твірної основи: *виорати, приозерний, переінакшити*;

2) уникають важкого для вимови збігу приголосних;

3) якщо доводиться вибирати між збігом голосних і збігом приголосних, то зазвичай насамперед усуваємо збіг голосних (хай навіть при цьому виникне збіг приголосних): *росте вглиб і вишир* (а не «*росте углиб і ушир*»), *вірю в справедливість* (а не «*вірю у справедливість*»).

4) паузу сприймають як приголосний;

Милозвучність українських текстів досягають природним чергуванням окремих голосних і приголосних, спрощенням у групах приголосних, використанням фонетичних варіантів прийменників, прислівників, повнозначних слів, які за певних обставин чергуються, не змінюючи змісту слів.

Цій вимозі підпорядковані всі українські слова, і далеко не завжди їй відповідають запозичені слова. Цікаво, що в деяких іншомовних словах, українська мова уникає збігу голосних. Так грецькі слова *authentikos* (справжній) та *autogenes* (*у медицині* – той, що самостійно розвинувся) вона запозичила у формі **автентичний** [59, с. 24] та **автогенний** [22, с. 58], тоді як російською – *аутентичный* та *аутогенный*.

Щоб усунути немилозвучний збіг голосних чи приголосних використовують чергування:

- прийменників **у** \ **в** та префіксів **у-** \ **в-**;
- сполучників **і** \ **й**, та початкового ненаголошеного **і** з **й**;
- прийменника **з** \ **із** \ **зі**;
- закінчень давального відмінка однини: **-ові** (**-еві**, **-єві**) та **-у** (**-ю**);
- постфіксів **-ся** і **-сь** у дієсловах;
- часток **б** та **би**, **ж** та **же**;

Зазначені правила *не є чимось новим*, уведеним за останні роки. Їх дотримувались класики української літератури. Їх більш-менш докладно викладено в усіх правописах, довідниках та підручниках української мови від виданих до 1991 року до найсучасніших. На необхідність неухильного дотримання милозвучності української мови неодноразово звертали увагу автори відомих книжок та статей з культури мови. Але, нажаль, їх не надто дотримувалися як раніше, так і в наш час ані в школах, ані в засобах масової інформації, ані в живому мовленні, ані в фахових текстах. Тому декому вони й сьогодні здаються незвичним.

Правила чергування префіксів **у-** та **в-** [28, § 11], як і всі інші норми чинного правопису, є обов'язковими для кожного, хто пише українською мовою, особливо коли це підручник або навчальних посібник, нормативний документ. Зокрема треба чергувати терміни **вміст** та **уміст**, **вказівник** та **вказівник**, **учений** та **вчений**, **утрата** та **втрата**, **утома** та **втома**, дієслова **уважати** та **вважати**, **уходити** та **входити**, **уносити** та **вносити**, **уводити** та **вводити**.

Взірцем дотримання вимог чинного правопису щодо чергування префіксів **у-** та **в-** є, наприклад, текст Указу Президента України від 08.10.2002 № 910/2002:

*«Ураховуючи вагомий внесок працівників сфери стандартизації та метрології у розвиток економіки держави, постановляю: Установити в Україні професійне свято – День працівників стандартизації та метрології, яке відзначати щорічно 10 жовтня».*



Тобто в словах, у яких відбувається чергування початкового **у-/в-**, на початку речення, а також після приголосного, коми, крапки з комою, дво-крапки, тире, дужки треба писати варіант з **у-**, а не з **в-**.

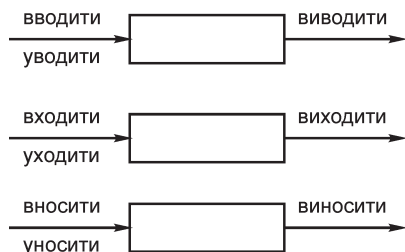
Тому в правильно писати:

*думати, уважати, гадати, але я вважаю, що*

*створювали багато труднощів, вводили в оману, але купці вводили в оману*

*Ураховуючи, що ..., але Не враховано ...*

В українській мові префікси **в-** та **у-** тотожні і позначають дію, рух всередину, а спрямованість дії, руху назовні позначають префіксом **ви-**:



Отже, перелічені пари дієслів **вважати** та **уважати**, **вводити** та **уводити**, **вносити** та **уносити**, **входити** та **уходити**, що відрізняються лише префіксами, тотожні за значеннями. У фахових текстах їх треба уживати виходячи із законів милозвучності української мови, викладених у [28, § 11].

Однак, з того, що префікси **в-** та **у-** чергуються в дієслові, не треба робити висновок, що обов'язково аналогічне явище має місце в похідних від нього іменниках. Так, дієслова **вносити** та **уносити** чергуються, але похідний віддієслівний іменник є тільки у формі **вносок**, тому в наведеному вище тексті Указу абсолютно правильно написано *вагомий внесок*.

Щоб визначити, які слова є тільки з префіксом **в-** або тільки з **у-**, які слова з префіксами **в-** та **у-** тотожні, а які розрізняються значеннями, треба використовувати орфографічні та тлумачні словники української мови.

Сполучник **і** та початковий ненаголошений **і** в ряді випадків чергуються з **й** у тих самих позиціях, що **й** у з **в**. Зокрема чергується початковий ненаголошений **і** з **й** у словах: *імовірний \ ймовірний (імовірність \ ймовірність), іти \ йти, ітися \ йтися (ідеться \ йдеться)*. Тому в математичному твердженні:

*Якщо події А та В незалежні, то умовна ймовірність дорівнює безумовній ймовірності*

термін **ймовірність** перший раз після голосного записано з початковим **й**, а другий раз після приголосного – з початковим **і**.

В українській мові широко вживають прийменники з **\ із \ зі**, що є однаковими за змістом. Той чи інший прийменник із цього ряду збирають залежно від фонетичного оточення — якими звуками (на письмі — літерами) закінчується попереднє слово (перед прийменником) та якими починається наступне (після прийменника). Тому правильно: виріб з алюмінію, **із** заліза, але **зі** скла.

Отже, для всіх текстів, створених українською мовою (підручники та навчальні посібники тексти не є винятком), правила чергування є обов'язковими.

У цьому додатку стисло наведено лише основні правила сучасного українського науково-навчального стилю, необхідні для викладання фізики українською мовою. Детальніше з численними прикладами зазначені правила викладено в посібниках [4; 43], рекомендованих МОН України.

## ВИСНОВКИ

1. Сьогодні в Україні починається новий етап у створенні підручників та навчальних посібників для 12-річної школи. Дуже важливо, щоб вони були сучасні не лише за змістом, а й відповідали нормам і правилам сучасної української наукової мови. Для цього є всі передумови:

а) активно розвивається українська фізична термінологія: повертаються в науковий обіг вилучені та заборонені українські фізичні терміни попередніх періодів, виникають нові терміни на українській мовній основі та природно входять в мову інтернаціональні терміни.

б) розроблено та застандартизовано в ДСТУ 1.5:2003 та ДСТУ 3966-2000 систему правил українського наукового і ділового стилю, яка разом із нормами «Українського правопису» [28] повинна стати дороговказом для всіх, хто викладає, пише підручники та навчальні посібники, наукові праці українською мовою.

2. Зведені в систему правила не нові. Вони ґрунтуються на традиціях української народної мови, працях відомих українських мовознавців і термінологів. Ці правила відповідають сучасним тенденціям української мови, про що свідчать новітні академічні видання [24; 25], які вийшли друком після затвердження стандартів ДСТУ 1.5:2003 та ДСТУ 3966-2000.

3. Щоб перейти на природний для української мови стиль, потрібно подолати психологічну залежність від сусідніх російської та польської мов, які мають відшліфований за багато років діловий та науковий стиль. Ця залежність може бути як пряма: «*так, як у російській (польській) мові*», так і обернена «*щоб було не так, як у російській (польській) мові*». Нормальним же, звичайно має бути інший підхід: «*так, як це є в самій українській мові, відповідає саме її духу*» [60, с. 4].

## ЛІТЕРАТУРА

1. Процик І. Українська фізична термінологія на зламі ХІХ-ХХ століть // Вісник: Проблеми української термінології. — Львів: Вид-во Національного університету “Львівська політехніка”, 2004. — № 503. — С. 107-109.
2. Процик І. Термінологічна концепція О. Курило та її втілення у “Словнику української фізичної термінології” (проект, К., 1918) // Українська термінологія і сучасність (Матеріали ІІ Всеукраїнської наукової конференції). — Київ, 1997. — С. 185-187.
3. Пилецький В. Перший словник української фізичної термінології // Тези доповідей 4-ї Міжнародної наукової конференції “Проблеми української науково-технічної термінології”. — Львів: Вид-во ДУ “Львівська політехніка”, 1996. — С. 175-176.

4. Норми української науково-технічної мови. Тлумачний словник термінів з видавничої, поліграфічної та пакувальної справи / П. М. Таланчук, С. Я. Ярема, Ю. М. Коровайченко та ін. — К. — Львів: Ун-т «Україна», 2006. — 664 с.
5. Левицький В. Материяли до фізичної термінології. Ч. 1 // Записки НТШ. — Львів, 1896. — Т. 11. — С. 1-12.
6. Левицький В. Материяли до фізичної термінології. Ч. 2, 3 // Збірник математично-природописно-лікарської секції НТШ. — Львів, 1898. — Т. 3. — Вип. 2. — С. 1-13.
7. Левицький В. Материяли до фізичної термінології. Ч. 4 // Збірник математично-природописно-лікарської секції НТШ. — Львів, 1902. — Т. 8 — Вип. 2. — С. 1-12.
8. Дубняк К. Короткий російсько-український словник термінів природознавства і географії. — Миргород, 1917. — 31 с.; 2-ге вид. Кобеляки, 1917. — 40 с.
9. Вікул М. Російсько-український словник термінів фізики і хімії. — Гадяч на Полтавщині, 1918 — 41 с.
10. Фізична термінологія (російсько-українська). Уложив педагогічний гурток слухачів Вінницького учительськ. ін-ту. — Вінниця, 1918. — 32 с.
11. Словник української фізичної термінології. (Проект). Уклала О. Курило. — Київ: Вид. Терм. Ком. Від. Природн. Наук Укр. Наук. Т-ва, 1918. — 133 с.
12. Словник фізичної термінології. (Проект) Материяли до української термінології та номенклатури. Том IX / Зредагував В. В. Фаворський. / ВУАН. НДІ мовознавства. Сектор термінології та номенклатури. — Х.: УРЕ, 1932. — 214 с.
13. Фізичний термінологічний бюлетень / УАН. Інститут мовознавства. (Друкується за Постановою Наркомосвіти УСРР). — № 4 — К.: Видавництво Української Академії наук, 1935. — 81 с.
14. Русско-украинский технический словарь / Сост.: Н. М. Матийко, А. М. Матийко, Н. С. Родзевич и др. — К.: Техиздат, 1961. — 648 с.
15. Російсько-український фізичний словник: Близько 16 000 термінів / В. В. Гейченко, О. З. Жмудський, П. П. Кузьменко, Є. Д. Майборода. — Харків: Основа, 1990. — 211 с. (передруковано з видання 1959 року).
16. Українська мова у ХХ сторіччі: історія лінгвоциду: Док. і матеріали / Упоряд.: Л. Масенко та ін. — К.: Вид. дім «Києво-Могилянська акад.», 2005. — 399 с.
17. ДСТУ 3966-2000 Термінологія. Засади і правила розроблення стандартів на терміни та визначення понять.
18. Пропозиції щодо вдосконалення української науково-технічної термінології. Додаток до Ухвали першої Міжнар. наук. конф. «Проблеми української науково-технічної термінології» // Науково-технічне слово. — 1993. — № 1 (2). — С. 12-16.
19. Російсько-український словник фізичних термінів / Уклад.: Ю. В. Караван, Є. С. Клос, О. Б. Лискович та ін.; За ред. О. Б. Лисковича. — К.: Вища шк., 1994. — 311 с.
20. Російсько-український математичний словник / Уклад.: В. Я. Карачун, О. О. Карачун, Г. Г. Гульчук. — К.: Вища шк., 1995. — 362 с.
21. Російсько-український словник наукової термінології: Суспільні науки / Й. Ф. Андерш, С. А. Воробйова, М. В. Кравченко та ін. — К.: Наук. думка, 1994.- 600 с.
22. Російсько-український словник наукової термінології: Біологія, хімія, медицина / С. П. Вассер, І. О. Дудка, В. І. Єрмоленко та ін. — К.: Наук. думка, 1996. — 660 с.
23. Російсько-український словник наукової термінології: Математика. Фізика. Техніка. Науки про Землю та Космос / В. В. Гейченко, В. М. Завірюхіна, О. О. Зеленюк та ін. — К.: Наук. думка, 1998. — 892 с.
24. Вихованець І., Городенська К. Теоретична морфологія української мови: Академ. граматики укр. мови / За ред. І. Вихованця. — К.: Унів. вид-во «Пульсари», 2004. — 400 с.
25. Російсько-український словник: Близько 160 000 слів / Уклад.: І. О. Анніна, Г. Н. Горюшина, І. С. Гнатюк та ін.; За ред. д-ра філол. наук, проф. В. В. Жайворонка. — К.: Абрис, 2003. — 1404 с.
26. ДСТУ 1.5:2003 Національна стандартизація. Правила побудови, викладання, оформлення та вимоги до змісту нормативних документів (ISO/IEC Directives, part 2, 2001, NEQ).
27. Гінзбург М. Система правил українського ділового і наукового стилю // Українська мова, 2006. — № 2. — С. 30-43.
28. Український правопис / НАН України, Ін-т мовознавства ім. О. О. Потебні; Ін-т української мови. — К.: Наук. думка, 2007. — 288 с.
29. Городенська К. Синтаксична специфіка української наукової мови // Українська термінологія і сучасність: Збірник наукових праць. Вип. IV / Відп. ред. Л. О. Симоненко. — К.: КНЕУ, 2001. — С. 11-14.
30. Ющук І. П. Українська мова. — К.: Либідь, 2003. — 640 с.
31. Сербенська О. А., Волошак М. Й. Актуальне інтерв'ю з мовознавцем: 140 запитань і відповідей. — К.: Вид. центр «Просвіта», 2001. — 204 с.
32. Курило О. Уваги до сучасної української літературної мови. — К.: Вид-во Соломії Павличко «Основи», 2004. — 303 с. (передрук видання 1925 р.).
33. Антоненко-Давидович Б. Д. Як ми говоримо. — К.: Вид. дім «KM Academia», 1994. — 254 с.
34. Головащук С. І. Українське літературне слововживання: Словник-довідник. — К.: Вища шк., 1995. — 319 с.
35. Словник-довідник з культури української мови / Д. Гринчишин, А. Капелюшний, О. Сербенська, З. Терлак. 3-те вид., випр. — К.: Знання, 2006. — 367 с.
36. Довідник з культури мови: Посібник / С. Я. Єрмоленко, С. П. Бибик, Н. М. Сологуб та ін.; За ред. С. Я. Єрмоленко. — К.: Вища шк., 2005.- 399 с.
37. Пономарів О. Д. Культура слова: Мовностилістичні поради: Навч. посібник. — К.: Либідь, 1999. — 240 с.
38. Українсько-російський словник наукової термінології / За заг. ред. Л. О. Симоненко. — К.; Ірпінь: ВТФ «Перун», 2004. — 416 с.

39. Тараненко О. О., Брицин В. М. Російсько-український словник (сфера ділового спілкування). / За заг. ред. О. О. Тараненка. – 2-ге вид., випр. і доп. – К.: Основа, 1999. – 400 с.
40. Українсько-російський словник (сфера ділового спілкування) / Уклад.: О. О. Тараненко, В. М. Брицин. – К.: Пожінформтехніка, 2000. – 448 с.
41. Непийвода Н. Ф. Сам собі редактор: Порадник з української мови. – К: Українська книга, 1998. – 240 с.
42. Великий тлумачний словник сучасної української мови (з дод. і допов.) / Уклад. і голов. ред. В. Т. Бусел. – К.; Ірпінь: ВТФ “Перун”, 2005. – 1728 с.
43. Українська ділова і фахова мова: практичний посібник на щодень / Уклад.: М. Д. Гінзбург, І. О. Требульова, С. Д. Левіна, І. М. Корніловська; За ред. д-ра техн. наук, проф., акад. УНГА М. Д. Гінзбурга. – К.: «Фірма «ІНКОС», Центр навчальної літератури, 2007. – 672 с.
44. Карпіловська Є., Кочерга О., Мейнарович Є. Структурні зміни української наукової термінології протягом двадцятого сторіччя // Вісник: Проблеми української термінології. – Львів: Вид-во Національного університету “Львівська політехніка”, 2004. – № 503. – С. 3-8.
45. Розенталь Д. Э., Теленкова М. А. Словарь-справочник лингвистических терминов. – 3-е изд., испр. и доп. – М.: Просвещение, 1985. – 399 с.
46. Митропольський Ю. О. Методи нелінійної механіки. Спеціальний курс. Навчальний посібник. – К.: Наукова думка, 2005. – 528 с.
47. Гінзбург М. Метрологічна термінологія. Пропозиції до проекту гармонізованого національного стандарту “Словник основних термінів метрології” // Метрологія та прилади, 2006. – № 4. – С. 54-58.
48. ДСТУ 3321:2003 Система конструкторської документації. Терміни та визначення основних понять.
49. Російсько-українсько-англійський науково-технічний словник: Близько 10 000 слів / Уклад.: В. Я. Карачун, П. О. Бех, Г. Г. Гульчук та ін. – К.: Техніка, 1997. – 536 с.
50. Гінзбург М. Метрологічна термінологія. Вимірювання: двоіменникові термінологічні словосполучення // Метрологія та прилади, 2006. – № 3. – С. 66-69.
51. Рицар Б., Рожанківський Р., Микульчик Р. СловоСвіт 2006 // Стандартизація, сертифікація, якість, 2007. – № 2. – С. 23-27.
52. Мізюк Г. Круглий стіл „Термінологічні проблеми в метрології“ // Метрологія та прилади, 2006. – № 4. – С. 52–53.
53. Вихованець І. Р. Граматика української мови. Синтаксис: Підручник. – К.: Либідь, 1993. – 368 с.
54. Городенська К. Функціональні зони сполучників в українській науковій мові // Українська термінологія і сучасність: Збірник наукових праць. Вип. VI / Відп. ред. Л. О. Симоненко. – К.: КНЕУ, 2005. – С. 7-13.
55. Кочерга О. Деякі міркування про шляхи і манівці розвитку української наукової термінології // Сучасність. – 1994. – № 7-8. – С. 173-182.
56. Кочерга О. Ще раз про псевдосинонімію в українській науковій мові // Тези доповідей 4-ї Міжнародної наукової конференції “Проблеми української науково-технічної термінології”. – Львів: Вид-во ДУ “Львівська політехніка”, 1996. – С. 13-14.
57. ДСТУ 2310-93 Джерела струму електрохімічні. Терміни та визначення.
58. ДСТУ 3912-99 Синоптична метеорологія. Терміни та визначення основних понять.
59. Російсько-український словник: Близько 160 000 слів / Уклад.: І.О. Анніна, Г. Н. Горюшина, І. С. Гнатюк та ін.; За ред. д-ра філол. наук, проф. В. В. Жайворонка. – К.: Абрис, 2003. – 1404 с.
60. Тараненко О. Лінгвістичні проблеми української термінології на сучасному етапі // Українська термінологія і сучасність (Матеріали II Всеукраїнської наукової конференції). – Київ, 1997. – С. 3-9.

## ЗМІСТ

Передмова . . . . .	3
Орієнтовний розподіл навчального часу . . . . .	6
Календарно тематичне планування . . . . .	7
План виконання навчальної програми . . . . .	9
Типи уроків . . . . .	11

### 1-й семестр

#### 1. ПОЧИНАЙМО ВИВЧАТИ ФІЗИКУ

Урок 1/1. Фізика — наука про природу. Лабораторна робота № 1 . . . . .	17
Урок 2/2. Спостереження й дослід . . . . .	22
Урок 3/3. Лабораторна робота № 2 . . . . .	28
Урок 4/4. Лабораторна робота № 3. Лабораторна робота № 4 . . . . .	32
Урок 5/5. Навколишній світ, у якому ми живемо . . . . .	35
Урок 6/6. Лабораторна робота № 5 . . . . .	39
Урок 7/7. Механічна робота й енергія . . . . .	40
Урок 8/8. Як фізика змінює світ . . . . .	45
Урок 9/9. Узагальнювальний урок теми «Починаймо вивчати фізику» . . . . .	50

#### 2. БУДОВА РЕЧОВИНИ

Урок 1/10. Атоми й молекули . . . . .	58
Урок 2/11. Лабораторна робота № 6 . . . . .	63
Урок 3/12. Агрегатні стани речовини . . . . .	65
Урок 4/13. Густина речовини . . . . .	71
Урок 5/14. Лабораторна робота № 7. Лабораторна робота № 8 . . . . .	74
Урок 6/15. Розв'язання задач . . . . .	77
Урок 7/16. Узагальнювальний урок теми «Будова речовини» . . . . .	79

### 2-й семестр

#### 3. СВІТЛОВІ ЯВИЩА

Урок 1/17. Оптичні явища в природі . . . . .	87
Урок 2/18. Прямолінійність поширення світла . . . . .	91
Урок 3/19. Відбиття світла . . . . .	99
Урок 4/20. Зображення в плоскому дзеркалі . . . . .	103
Урок 5/21. Лабораторна робота № 9 . . . . .	107
Урок 6/22. Заломлення світла . . . . .	109
Урок 7/23. Лінзи . . . . .	116
Урок 8/24. Побудова зображень у лінзі . . . . .	121
Урок 9/25. Розв'язання задач. Формула тонкої лінзи . . . . .	126
Урок 10/26. Лабораторна робота № 10 . . . . .	129
Урок 11/27. Око, вади зору. Окуляри . . . . .	131
Урок 12/28. Оптичні прилади . . . . .	136
Урок 13/29. Лабораторна робота № 11 . . . . .	140
Урок 14/30. Дисперсія світла. Кольори . . . . .	144
Урок 15/31. Лабораторна робота № 12 . . . . .	148
Урок 16/32. Сила світла й освітленість . . . . .	150
Урок 17/33. Узагальнювальний урок теми «Світлові явища» . . . . .	155

#### Підсумкові уроки

Урок 1/34. Річне підсумкове оцінювання . . . . .	160
Урок 2/35. Фізика й екологічні проблеми рідного краю . . . . .	172

#### ДОДАТОК

Особливості викладання фізики українською мовою . . . . .	174
---	-----

*Навчальне видання*

КИРИК Леонід Анатолійович

**ФІЗИКА**

**7 клас**

**Методичні матеріали для вчителя**

Науковий редактор *О. М. Євлахова*  
Літературний редактор *М. Д. Гінзбург*  
Коректор *І. І. Кирик*

Підписано до друку 17.08.2007 р.  
Формат 60×90  $\frac{1}{16}$ . Гарнітура Тип Таймс.  
Папір офсетний. Друк офсетний.  
Умов.-друк. арк. 14. Обл.-вид. арк. 6,15.

Творче об'єднання «Гімназія»  
Україна, 61103, м. Харків, вул. Дерев'янка, 16-а.  
Тел. 8 (057) 758-83-93, 719-17-26, 719-46-80  
Свідоцтво ДК № 644 від 25.10.2001 р.

Віддруковано з готових позитивів  
у друкарні ПП «Модем».  
Тел. 8 (057) 758-15-80, 758-15-90