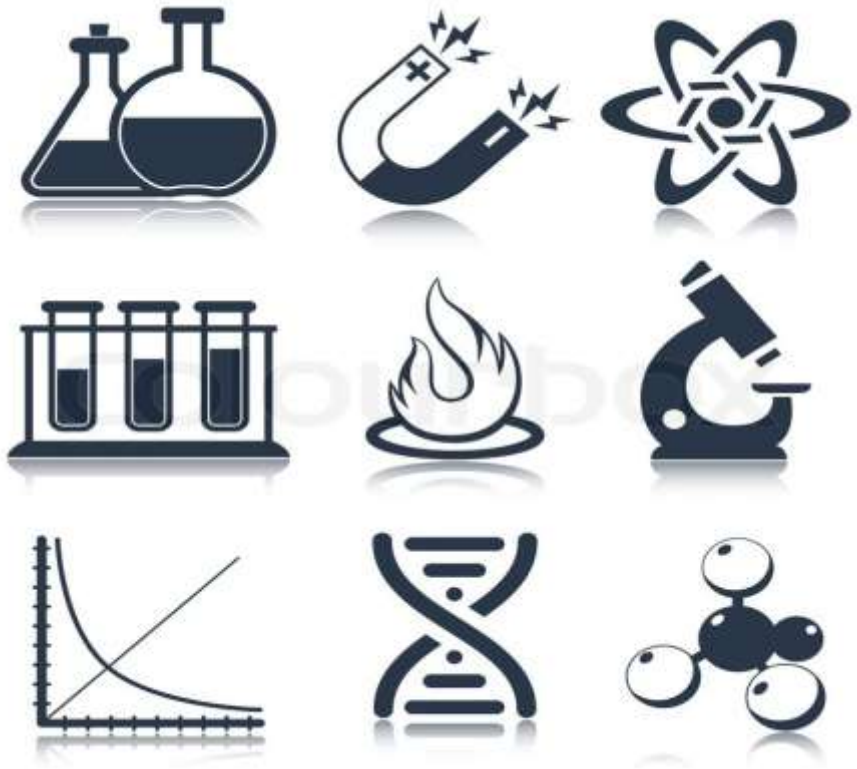
Міністерство освіти і науки України

**НАВЧАЛЬНО-МЕТОДИЧНИЙ ЦЕНТР
ПРОФЕСІЙНО-ТЕХНІЧНОЇ ОСВІТИ У ЛЬВІВСЬКІЙ ОБЛАСТІ**

МЕТОДИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ

ЩОДО ПРОВЕДЕННЯ УРОКІВ ФІЗИКИ ТА ПОЗАУРОЧНИХ ЗАХОДІВ У ЗАКЛАДАХ ПРОФЕСІЙНОЇ (ПРОФЕСІЙНО-ТЕХНІЧНОЇ) ОСВІТИ



ЛЬВІВ 2019

Міністерство освіти і науки України

НАВЧАЛЬНО-МЕТОДИЧНИЙ ЦЕНТР
ПРОФЕСІЙНО-ТЕХНІЧНОЇ ОСВІТИ У ЛЬВІВСЬКІЙ ОБЛАСТІ

МЕТОДИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ

ЩОДО ПРОВЕДЕННЯ УРОКІВ ФІЗИКИ ТА ПОЗАУРОЧНИХ ЗАХОДІВ У ЗАКЛАДАХ ПРОФЕСІЙНОЇ (ПРОФЕСІЙНО-ТЕХНІЧНОЇ) ОСВІТИ

ЛЬВІВ 2019

Методичні рекомендації щодо проведення уроків фізики та позаурочних заходів у закладах професійної (професійно-технічної) освіти. – Львів:Вид.Ставропігійського ВПУ м.Львова – 2019. – 72с.

Методичні рекомендації розглянуто на засіданні обласної методичної секції викладачів фізики та рекомендовано до друку Навчально-методичним центром професійно-технічної освіти у Львівській області (Протокол № 3 від 28 листопада 2018 року)

У методичних рекомендаціях здійснено підбірку матеріалів щодо проведення уроків фізики та позаурочних заходів у закладах професійної (професійно-технічної) освіти.

Рекомендований для викладачів фізики закладів професійної (професійно-технічної) освіти.

З М І С Т

ПЕДАГОГІЧНА МАЙСТЕРНЯ

Табличний метод розрахунку лінійних електричних кіл – *підготував Борис Р.Й., викладач фізики і астрономії Ставропігійського вищого професійного училища м.Львова……* 4

Можливості інтегративного навчання фізики у закладах професійної (професійно-технічної) освіти – *підготувала Самборська М.М., викладач фізики і астрономії Міжрегонального центру ПТО художнього моделювання і дизайну м.Львова викладач фізики……* 17

ДІЛИМОСЯ ДОСВІДОМ

Урок на тему: Пароутворення і конденсація. Насичена і ненасичена пара – *підготувала Пуделко Г.М., викладач фізики і астрономії художнього професійно-технічного училища ім.Й.П.Станька ……* 23

Урок на тему: Дозиметрія. Доза випромінювання. Захист людини від радіоактивності – *підготувала Смолінська У.Є., викладач фізики і астрономії Львівського вищого професійного училища інформаційно- комп'ютерних технологій .....* 34

Урок на тему: Люмінесценція. Тиск світла. Хімічна дія світла. – *підготувала Мазур Л.І.., викладач фізики і астрономії ВПУ №;29 м.Львова……* 51

ЦІКАВА ФІЗИКА

Позаурочний захід «Кмітливі фізики» – *підготувала КушнірГ.І., викладач фізики і астрономії ВПУ №19 м.Дрогобича…..* 66

Борис Роман Йосипович,
викладач фізики і астрономії
Ставропігійського вищого
професійного училища м.Львова

ТАБЛИЧНИЙ МЕТОД РОЗРАХУНКУ ЛІНІЙНИХ ЕЛЕКТРИЧНИХ КІЛ

Виходячи з концепції нової української освіти, а також оцінюючи індивідуальні можливості учнів і бажаючи підвищити відсоток учнів, які зможуть досягнути вищого результату, був розроблений метод табличного розрахунку лінійних електричних кіл. Суть його в тому, що для розв'язання певного завдання створюється "технологічна карточка" у вигляді таблиці і додається інструментарій (формули). Кожна формула прив'язана до певного місця таблиці (рядка або стовпчика) тому учень на кожному кроці заповнення таблиці використовує лише одну формулу, причому запропоновану методом, що виключає можливість неправильного вибору формули для розрахунку.

Цьому методу присущі ознаки технологічного процесу [6]:

- ***Структурованість*** означає наявність певної внутрішньої організації системи і стійких взаємодій, що забезпечують надійність системи.
- ***Логічність***. Формально-описовий аспект технології виражається у логіці і чіткості дій.
- ***Алгоритмічність*** структури технології полягає у поділі на окремі кроки, які реалізуються в певному порядку, за алгоритмом.
- ***Варіативність*** і ***гнучкість*** технології полягає в у зміні послідовності, порядку елементів алгоритму.
- ***Процесуальність***. Технологію розглядають як процес спрямований на досягнення результату.
- ***Інструментальність*** – забезпечення засобів (правил) та інструментів (формул), що супроводжують процес.
- ***Діагностичність*** полягає у можливості отримувати інформацію про перебіг процесу.
- ***Прогнозованість*** результатів є узагальненою якістю будь-якої технології; полягає, зокрема, у гарантії досягнення результату.
- ***Ефективність*** – відношення результату до кількості затрат.
- ***Оптимальність*** – це досягнення максимального результату за умови мінімуму затрат.
- ***Відтворюваність*** – це можливість застосування (відтворення) технології з іншими об'єктами.

Вибір технологічного методу зумовлений тим, що він наближає учнів до атмосфери виробництва.

Пропозиція

Розрахувати електричне коло – це знайти величину всіх параметрів електричного кола (опорів, струмів, що проходять через ці опори, напруг на цих опорах).

Рекомендовані для цього методи вимагають розуміння електричних процесів, вміння побудови логічних ланцюжків, знань математики мінімум на рівні розв'язку рівнянь. На жаль для більшої частини учнів це проблематично. Для тих учнів що мають відповідні знання і можуть провести розрахунок електричного кола по рекомендованій методиці (будь якій з них) – це забирає багато часу.

Пропонується табличний метод розрахунку лінійних електричних кіл. Цей метод вимагає від учня лише знання формул обчислення напруг, струмів і опорів при послідовному і паралельному з'єднанні опорів та закону Ома для ділянки електричного кола. Якщо учень розуміє процеси, які проходять в електричному колі, то це чудово, якщо – ні, то все зводиться до акуратного заповнення таблиць.

Опис методу

Для однорідного з'єднання опорів будуємо таблицю з трьох рядків і N+1 стовпців. Де N – кількість опорів з'єднаних між собою послідовно або паралельно. Таблиці будуть мати вигляд або типу А – для послідовно з'єднаних опорів, або типу Б – для паралельно з'єднаних опорів:

Таблиця А (для послідовно з'єднаних опорів) має вигляд:

	R_1	R_2	…	R_N	Σ	Формули для розрахунку
U						$U_\Sigma = U_1+U_2+\ldots+U_N$
I						$I_\Sigma = I_1 = I_2 =\ldots= I_N$
R						$R_\Sigma = R_1+R_2+\ldots+R_N$
Закон Ома	$U = I*R$	$U = I*R$	$U = I*R$	$U = I*R$	$U = I*R$	

Таблиця Б (для паралельно з'єднаних опорів) буде мати вигляд:

	R_1	R_2	…	R_N	Σ	Формули для розрахунку
U						$U_\Sigma = U_1 = U_2 =\ldots= U_N$
I						$I_\Sigma = I_1 + I_2 +\ldots+ I_N$
R						$1/R_\Sigma = 1/R_1+1/R_2+\ldots+1/R_N$
Закон Ома	$U = I*R$	$U = I*R$	$U = I*R$	$U = I*R$	$U = I*R$	

Як бачимо різниця полягає лише у формулах в останній колонці таблиць.

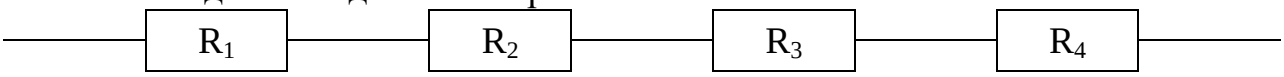
Заповнення таблиці

Алгоритм заповнення таблиці

1. Будуємо таблицю.
2. Заповнюємо клітинки з умови завдання.
3. Знаходимо незаповнену клітинку в стовпці (це повинна бути одна незаповнена клітинка на цілий стовпчик) і по формулі в нижній частині стовпчика обчислюємо шукану (вказану у верхній комірці стовпчика) величину. Впишемо її у комірку.
4. Знаходимо незаповнену клітинку в рядку (це повинна бути одна незаповнена клітинка на цілий рядок) і по формулі в правій частині рядка обчислюємо шукану (вказану у лівій комірці рядка) величину. Впишемо її у комірку.
5. Пункти 3 і 4 в довільному порядку виконуємо для всіх незаповнених комірок таблиці.
6. Завершити заповнення таблиці.

Приклади розрахунку лінійних електричних кіл табличним методом.

1. Послідовне з'єднання опорів.



Дано:

R_1 =1 Ом
R_2 = 2 Ом
R_3 = 3 Ом
R_4 = 4 Ом
$U_{заг}$ = 20 В

Знайти:

Величину електричних напруг і струмів на всіх ділянках електричного кола.

Розв'язок.

Побудуємо таблицю типу А з трьох рядків і п'яти стовпців (чотири опори і загальний опір)

	R_1	R_2	R_3	R_4	Σ	
U						$U_\Sigma = U_1+U_2+ U_3+U_4$
I						$I_\Sigma = I_1 = I_2 = I_3 = I_4$
R						$R_\Sigma = R_1+R_2+R_3+R_4$
	$U = I_*R$	$U = I_*R$	$U = I_*R$	$U = I_*R$	$U = I_*R$	

Вписуємо у відповідні комірки таблиці дані з умови

	R_1	R_2	R_3	R_4	Σ	
U					20	$U_\Sigma = U_1+U_2+ U_3+U_4$
I						$I_\Sigma = I_1 = I_2 = I_3 = I_4$
R	1	2	3	4		$R_\Sigma = R_1+R_2+R_3+R_4$
	$U = I_*R$	$U = I_*R$	$U = I_*R$	$U = I_*R$	$U = I_*R$	

В третьому рядку одна клітинка незаповнена. Заповнимо її згідно формули записаної справа від рядка: $R_\Sigma = R_1+R_2+ R_3+R_4 = 1 + 2 + 3 + 4 =$ 10Ом

	R_1	R_2	R_3	R_4	Σ	
U					20	$U_\Sigma = U_1+U_2+ U_3+U_4$
I						$I_\Sigma = I_1 = I_2 = I_3 = I_4$
R	1	2	3	4	10	$R_\Sigma = R_1+R_2+R_3+R_4$
	$U = I_*R$	$U = I_*R$	$U = I_*R$	$U = I_*R$	$U = I_*R$	

В останньому стовпці одна клітинка незаповнена. Заповнимо її згідно формули записаної внизу стовпця: $U = I_*R$, $I = U/R = 20/10 = 2$ А

	R_1	R_2	R_3	R_4	Σ	
U					20	$U_\Sigma = U_1+U_2+ U_3+U_4$
I					2	$I_\Sigma = I_1 = I_2 = I_3 = I_4$
R	1	2	3	4	10	$R_\Sigma = R_1+R_2+R_3+R_4$
	$U = I_*R$	$U = I_*R$	$U = I_*R$	$U = I_*R$	$U = I_*R$	

Згідно формули справа рядка струму $I_\Sigma = I_1 = I_2 =…= I_N$, всі стуми в колі послідовно з'єднаних опорів однакові, тому заповнюємо весь рядок однаковими значеннями величини струму 2 А.

	R_1	R_2	R_3	R_4	Σ	
U					20	$U_\Sigma = U_1+U_2+ U_3+U_4$
I	2	2	2	2	2	$I_\Sigma = I_1 = I_2 = I_3 = I_4$
R	1	2	3	4	10	$R_\Sigma = R_1+R_2+R_3+R_4$
	$U = I*R$	$U = I*R$	$U = I*R$	$U = I*R$	$U = I*R$	

В стовпцях 1, 2, 3 і 4 по одній незаповненій клітинці, які заповнюються по формулі розміщеній внизу кожного стовпця (закон Ома $U = I*R$). Обчислимо відповідні напруги:

$U_1 = I_1*R_1 = 2*1 = 2$ В

$U_2 = I_2*R_2 = 2*2 = 4$ В

$U_3 = I_3*R_3 = 2*3 = 6$ В

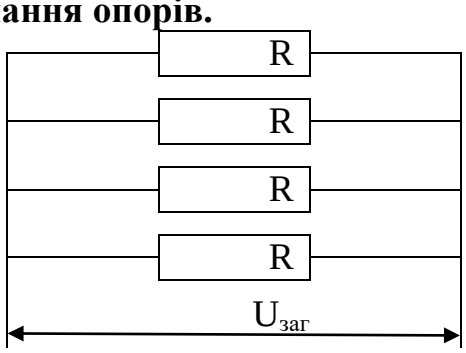
$U_4 = I_4*R_4 = 2*4 = 8$ В, і занесемо у таблицю.

	R_1	R_2	R_3	R_4	Σ	
U	2	4	6	8	20	$U_\Sigma = U_1+U_2+ U_3+U_4$
I	2	2	2	2	2	$I_\Sigma = I_1 = I_2 = I_3 = I_4$
R	1	2	3	4	10	$R_\Sigma = R_1+R_2+R_3+R_4$
	$U = I*R$	$U = I*R$	$U = I*R$	$U = I*R$	$U = I*R$	

Здійснимо перевірку всіх стовпців по формулі закону Ома і всіх рядків по формулах записаних справа в кожному рядку щоб уникнути помилок.

Розрахунок електричного кола завершено.

2. Паралельне з'єднання опорів.



Дано:

R_1 =1 Ом
R_2 = 2 Ом
R_3 = 4 Ом
R_4 = 10 Ом
$U_{заг}$ = 20 В

Знайти:

Величину електричних напруг і струмів на всіх ділянках електричного кола.

Розв'язок.

Побудуємо таблицю типу Б з трьох рядків і п'яти стовпців (чотири опори і загальний опір)

	R_1	R_2	R_3	R_4	Σ	
U						$U_Σ = U_1 = U_2 = U_3 = U_4$
I						$I_Σ = I_1 + I_2 + I_3 + I_4$
R						$1/R_Σ = 1/R_1+1/R_2+1/R_3+1/R_4$
	$U = I_*R$	$U = I_*R$	$U = I_*R$	$U = I_*R$	$U = I_*R$	

Вписуємо у відповідні комірки таблиці дані з умови

	R_1	R_2	R_3	R_4	Σ	
U					20	$U_Σ = U_1 = U_2 = U_3 = U_4$
I						$I_Σ = I_1 + I_2 + I_3 + I_4$
R	1	2	4	10		$1/R_Σ = 1/R_1+1/R_2+1/R_3+1/R_4$
	$U = I_*R$	$U = I_*R$	$U = I_*R$	$U = I_*R$	$U = I_*R$	

Згідно формули справа напруг $U_Σ = U_1 = U_2 = U_3 = U_4$, всі напруги в ланках паралельно з'єднаних опорів однакові, тому заповнюємо весь рядок однаковими значеннями величини напруг - 20 В.

	R_1	R_2	R_3	R_4	Σ	
U	20	20	20	20	20	$U_Σ = U_1 = U_2 = U_3 = U_4$
I						$I_Σ = I_1 + I_2 + I_3 + I_4$

R	1	2	4	10		$1/R_\Sigma = 1/R_1+1/R_2+1/R_3+1/R_4$
	$U = I_*R$	$U = I_*R$	$U = I_*R$	$U = I_*R$	$U = I_*R$	

В стовпцях 1, 2, 3 і 4 по одній незаповненій клітинці, які заповнюються по формулі розміщеній внизу кожного стовпця (закон Ома $U = I_*R$). Обчислимо відповідні величини струмів:

$I_1 = U_1/R_1 = 20/1 = 20$ А

$I_2 = U_2/R_2 = 20/2 = 10$ А

$I_3 = U_3/R_3 = 20/4 = 5$ А

$I_4 = U_4/R_4 = 20/10 = 2$ А, занесемо ці дані в таблицю

	R_1	R_2	R_3	R_4	Σ	
U	20	20	20	20	20	$U_\Sigma = U_1 = U_2 = U_3 = U_4$
I	20	10	5	2		$I_\Sigma = I_1 + I_2 + I_3 + I_4$
R	1	2	4	10		$1/R_\Sigma = 1/R_1+1/R_2+1/R_3+1/R_4$
	$U = I_*R$	$U = I_*R$	$U = I_*R$	$U = I_*R$	$U = I_*R$	

В другому рядку одна клітинка незаповнена. Заповнимо її згідно формули записаної справа від рядка: $I_\Sigma = I_1 + I_2 + I_3 + I_4 = 20 + 10 + 5 + 2 = 37$А. Запишемо у відповідну комірку таблиці.

	R_1	R_2	R_3	R_4	Σ	
U	20	20	20	20	20	$U_\Sigma = U_1 = U_2 = U_3 = U_4$
I	20	10	5	2	37	$I_\Sigma = I_1 + I_2 + I_3 + I_4$
R	1	2	4	10		$1/R_\Sigma = 1/R_1+1/R_2+1/R_3+1/R_4$
	$U = I_*R$	$U = I_*R$	$U = I_*R$	$U = I_*R$	$U = I_*R$	

Залишилась одна незаповнена комірка R_Σ. Значення цього опору можна обчислити або за законом Ома $U = I_*R$, або по формулі обчислення значення загального опору при паралельному з'єднанні $1/R_\Sigma = 1/R_1 + 1/R_2 + 1/R_3 + 1/R_4$. Виберемо закон Ома (обчислення простіші).

$R_\Sigma = U / I = 20/37 = 0.54$ Ом

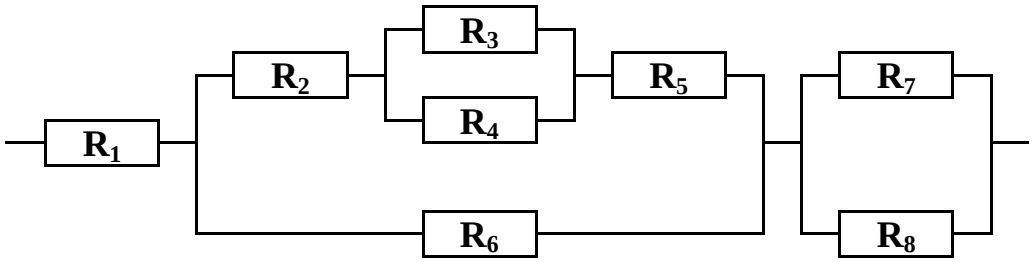
Результат занесемо в таблицю.

	R_1	R_2	R_3	R_4	Σ	
U	20	20	20	20	20	$U_\Sigma = U_1 = U_2 = U_3 = U_4$
I	20	10	5	2	37	$I_\Sigma = I_1 + I_2 + I_3 + I_4$
R	1	2	4	10	0,54	$1/R_\Sigma = 1/R_1+1/R_2+1/R_3+1/R_4$
	$U = I*R$	$U = I*R$	$U = I*R$	$U = I*R$	$U = I*R$	

Здійснимо перевірку всіх стовпців по формулі закону Ома і всіх рядків по формулах записаних справа в кожному рядку щоб уникнути помилок.

Розрахунок електричного кола завершено.

3. Змішане з'єднання опорів.



Дано:

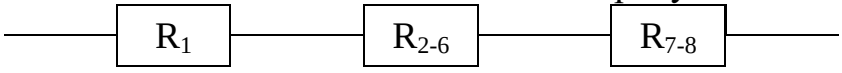
$R_1 = 2$ Ом
$R_2 = 1$ Ом
$R_3 = 2$ Ом
$R_4 = 2$ Ом
$R_5 = 2$ Ом
$R_6 = 4$ Ом
$R_7 = 2$ Ом
$R_8 = 2$ Ом
$I_3 = 1$ А

Знайти:

Величину електричних напруг і струмів на всіх ділянках електричного кола.

Розв'язок.

Намалюємо дане з'єднання опорів у вигляді послідовного



Побудуємо **таблицю типу А** з трьох рядків і чотирьох стовпців (три об'єднаних опори і загальний опір)

	R_1	R_{2-6}	R_{7-8}	Σ	
U					$U_\Sigma = U_1 + U_{2-6} + U_{7-8}$
I					$I_\Sigma = I_1 = I_{2-6} = I_{7-8}$
R					$R_\Sigma = R_1 + R_{2-6} + R_{7-8}$
	$U = I_*R$	$U = I_*R$	$U = I_*R$	$U = I_*R$	

Щоб вписати у відповідні комірки таблиці дані використаємо допоміжні таблиці.

Допоміжні таблиці

Таблиця 1 для опорів 3,4

	R_3	R_4	Σ_{3-4}	
U				$U_{3-4} = U_3 = U_4$
I	1			$I_{3-4} = I_3 + I_4$
R	2	2		$1/R_{3-4} = 1/R_3 + 1/R_4$
	$U = I_*R$	$U = I_*R$	$U = I_*R$	

Заповнюємо її, спочатку перший стовпчик, потім перший рядок, потім другий стовпчик, другий рядок і останню порожню комірку R_{3-4}. (Можна почати з R_{3-4} і рухатися далі).

Отримаємо заповнену таблицю 1

	R_3	R_4	Σ_{3-4}	
U	2	2	2	$U_{3-4} = U_3 = U_4$
I	1	1	2	$I_{3-4} = I_3 + I_4$
R	2	2	1	$1/R_{3-4} = 1/R_3+1/R_4$
	$U = I_*R$	$U = I_*R$	$U = I_*R$	

Таблиця 2 для опорів 2,3 - 4,5

Внесемо дані з умови (R_2 і R_5) в таблицю. Стовпчик R_{3-4} заповнюємо беручи результати з таблиці 1(останній стовпчик).

	R_2	R_{3-4}	R_5	Σ_{2-5}	
U		2			$U_{2-5} = U_2 + U_{3-4} + U_5$
I		2			$I_{2-5} = I_2 = I_{3-4} = I_5$
R	1	1	2		$R_{2-5} = R_2 + R_{3-4} + R_5$
	$U = I*R$	$U = I*R$	$U = I*R$	$U = I*R$	

Заповнюємо її, спочатку другий рядок, потім другий стовпчик, другий рядок і останню порожню комірку R_{2-5}, а потім комірки першого рядка.

Отримаємо заповнену таблицю 2

	R_2	R_{3-4}	R_5	Σ_{2-5}	
U	2	2	4	8	$U_{2-5} = U_2 + U_{3-4} + U_5$
I	2	2	2	2	$I_{2-5} = I_2 = I_{3-4} = I_5$
R	1	1	2	4	$R_{2-5} = R_2 + R_{3-4} + R_5$
	$U = I*R$	$U = I*R$	$U = I*R$	$U = I*R$	

Таблиця 3 для опорів 2 - 5,6

Внесемо дані з умови R_6 в таблицю. Стовпчик R_{2-5} заповнюємо беручи результати з таблиці 2(останній стовпчик).

	R_{2-5}	R_6	Σ_{2-6}	
U	8			$U_{2-6} = U_{2-5} = U_6$
I	2			$I_{2-6} = I_{2-5} + I_6$
R	4	4		$1/R_{2-6} = 1/R_{2-5} + 1/R_6$
	$U = I*R$	$U = I*R$	$U = I*R$	

Заповнюємо її, спочатку перший рядок, потім другий стовпчик, другий рядок і останню порожню комірку R_{2-6}.

Отримаємо заповнену таблицю 3

	R_{2-5}	R_6	Σ_{2-6}	
U	8	8	8	$U_{2-6} = U_{2-5} = U_6$
I	2	2	4	$I_{2-6} = I_{2-5} + I_6$
R	4	4	2	$1/R_{2-6} = 1/R_{2-5} + 1/R_6$
	$U = I_*R$	$U = I_*R$	$U = I_*R$	

Таблиця 4 для опорів 7,8

Внесемо дані з умови R_7 і R_8 в таблицю. З основної таблиці (початок задачі) формула другого рядка $I_{2-6} = I_{7-8}$, тому в комірку I_{7-8} впишемо дані з таблиці 2

	R_7	R_8	Σ_{7-8}	
U				$U_{7-8} = U_7 = U_8$
I			4	$I_{7-8} = I_7 + I_8$
R	2	2		$1/R_{7-8} = 1/R_7+1/R_8$
	$U = I_*R$	$U = I_*R$	$U = I_*R$	

Спочатку знайдемо R_{7-8}, потім вирахуємо U_{7-8}, заповнимо перший рядок і обчислимо I_7, I_8.

	R_7	R_8	Σ_{7-8}	
U	4	4	4	$U_{7-8} = U_7 = U_8$
I	2	2	4	$I_{7-8} = I_7 + I_8$
R	2	2	1	$1/R_{7-8} = 1/R_7+1/R_8$
	$U = I_*R$	$U = I_*R$	$U = I_*R$	

Повернемося до **початкової таблиці**.

Перенесемо результати таблиць 3 і 4 в основну таблицю. R_1 візьмемо з умови.

	R_1	R_{2-6}	R_{7-8}	Σ	
U		8	4		$U_\Sigma = U_1 + U_{2-6} + U_{7-8}$
I		4	4		$I_\Sigma = I_1 = I_{2-6} = I_{7-8}$
R	2	2	1		$R_\Sigma = R_1 + R_{2-6} + R_{7-8}$
	$U = I*R$	$U = I*R$	$U = I*R$	$U = I*R$	

Заповнюємо її, спочатку другий рядок, потім U_1, потім останній стовпчик.

	R_1	R_{2-6}	R_{7-8}	Σ	
U	8	8	4	20	$U_\Sigma = U_1 + U_{2-6} + U_{7-8}$
I	4	4	4	4	$I_\Sigma = I_1 = I_{2-6} = I_{7-8}$
R	2	2	1	5	$R_\Sigma = R_1 + R_{2-6} + R_{7-8}$
	$U = I*R$	$U = I*R$	$U = I*R$	$U = I*R$	

Завдання виконане. Всі шукані величини знайдено.

Відповідь:

	1	2	3	4	5	6	7	8	∑
U	8	2	2	2	4	8	4	4	20
I	4	2	1	1	2	2	2	2	4
R	2	1	2	2	2	4	2	2	5

Переваги використання методу:

- досягнення результату при посередніх знаннях;
- швидкість розрахунку лінійних електричних кіл;
- наочність стадії розрахунку електричного кола і очевидність наступного кроку.

Цей метод пропонувався учням нетехнічних професій (перукарі, кухарі, реставратори книг) і збільшив кількість учнів, що досягли бажаного (кращого) результату, з 5-10% до 70%.

Також, пропонується використання цього методу для практичних розрахунків в області електротехніки. Цей метод вирівнює шанси учнів з різним багажем знань отримати позитивний результат.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Нова українська школа. Концептуальні засади реформування середньої школи. МОН 27.10.2016 року.
2. Кабінет міністрів України. Розпорядження № 988-р від 14 грудня 2016 року «Про схвалення Концепції реалізації державної політики у сфері реформування загальної середньої освіти "Нова українська школа" на період до 2029 року».
3. Гуляєва Л.В. Компетентністний підхід при викладанні фізики в старшій школі. Тиждень науки. 2013 рік.
4. Киях З.М. Сучасний зміст професійної освіти. Педагогічна майстерня. 2016 рік.
5. Задріпрянець І.І. Сучасні технології у викладанні фізики. Київ. «Шкільний світ». 2011 рік.
6. Недбаєвська Л.С., Сущенко С.С. Методика навчання фізики. Загальні питання. Навчальний посібник. Миколаїв. 2013 рік.
7. Коршак Є.В., Ляшенко О.І., Савченко В.Ф. Фізика: підручник для 11 класу (рівень. стандарту) Київ. Генеза, 2011 рік.
8. Заболотний В.Ф., Матохнюк Є.Х. Збірник задач з фізики, 10-11 клас.
9. Карпухіна Е.А., Божинова Ф.Я. Фізика. 10 клас. Збірник задач. Харків. 2013 рік.
10. Ляшенко Я.О., Хоменко О.В. Збірник задач з фізики з прикладами розв'язання У двох частинах. Навчальний посібник. Рекомендовано Міністерством освіти і науки, молоді та спорту України. Суми. Сумський державний університет. 2013 рік.
11. Соколов Є. П. Про складні етапи в розв’язаннях фізичних задач шкільного курсу фізики. Київ. : Педагогічна думка. 2008 рік.
12. Мартинюк Р.В. Технологічні засоби формування самостійності учнів при розв’язуванні фізичних задач. Кам’янець-Подільськ. 2012 рік.

Самборська Марія Михайлівна,
викладач фізики і астрономії
Міжрегонального центру ПТО
художнього моделювання і дизайну
м.Львова

МОЖЛИВОСТІ ІНТЕГРАТИВНОГО НАВЧАННЯ ФІЗИКИ У ЗАКЛАДАХ ПРОФЕСІЙНОЇ (ПРОФЕСІЙНО-ТЕХНІЧНОЇ) ОСВІТИ

Інтеграційні процеси у професійній освіті останніми роками посідають щораз важливіше місце, оскільки вони спрямовані на реалізацію нових освітніх ідеалів – формування цілісної системи знань і вмінь особистості, розвиток їх творчих здібностей та потенційних можливостей.

Знання з фізики можуть конкретизуватися, доповнюватися і розвиватися в загальнотехнічних і спеціальних предметах. Фізичні знання проникають у зміст спеціальних і технічних дисциплін, вони становлять необхідний компонент знань сучасного кваліфікованого робітника.

Теоретичні основи методики інтегрованого навчання фізики базується, на мою думку, на таких закономірностях [8, с.24]:

~ незалежно від типу навчального закладу курс фізики повинен повною мірою виконувати свою загальноосвітню функцію;

~ для різних груп професій і різних типів навчальних закладів потрібні варіативні курси фізики;

~ диференціація змісту, форм і методів вивчення фізики повинна на кожному етапі координуватися з інтеграцією різнопредметних знань, оскільки практично всі неакадемічні професійні знання є поліпредметними;

~ диференціацію змісту навчального матеріалу доцільно проводити інтегративними засобами, зокрема у навчальний матеріал можуть інтегровуватися іншопредметні елементи різної складності залежно від контингенту учнів;

~ мотиваційну зацікавленість учнів доцільно формувати інтегровуванням у зміст курсу фізики відповідного фізико-технічного матеріалу політехнічного і профільного характеру;

~ цілісність наукової картини світу формується інтегровуванням у зміст курсу фізики елементів знань з інших природничих дисциплін;

~ використання інтегративного інструментарію забезпечує своєчасне вилучення другорядної і застарілої інформації і не допускає перевантаження змісту курсу фізики та надмірного зростання його обсягу.

М. Галатюком [1, с.12] визначено дидактичні умови розвитку навчально-пізнавальної компетентності старшокласників у процесі вивчення природничих предметів і досліджено їх генезис. Такими дидактичними умовами є обставини процесу навчання, що виникають завдяки дотримання наступних дидактичних вимог:

– учень повинен систематично включатися у навчально-пізнавальну діяльність, процедура якої частково або повністю моделює творчий процес наукового пізнання за логічною схемою: факти → модель-гіпотеза → наслідки → експеримент;

– навчально-пізнавальна діяльність повинна реалізовувати розвивальну функцію навчання, тобто здійснюватися у „зоні найближчого розвитку" навчально-пізнавальної компетентності учня;

– адекватна детермінація навчально-пізнавальної діяльності з боку педагога, що забезпечує оптимальний рівень самостійності учня;

– забезпечення високого рівня мотивації навчально-пізнавальної діяльності;

– тісний зв'язок і взаємне доповнення урочної та позаурочної навчально-пізнавальної діяльності;

– поступовість і поетапність засвоєння учнями способів і методів навчально-пізнавальної діяльності за логічною схемою: знання про метод → засвоєння схеми орієнтувальної основи діяльності → сформованість уміння (знання в дії) → компетентність досвіду;

– поступове послаблення навчального впливу з боку педагога в управлінні та підвищення саморегуляції і самостійності навчально-пізнавальної діяльності;

– перспективність і наступність навчально-пізнавальної діяльності;

– оптимальне поєднання індивідуальної, групової та колективної навчально-пізнавальної діяльності;

– реалізація міжпредметних зв'язків у процесі навчально-пізнавальної діяльності.

Принцип наступності в освіті пред'являє певні вимоги до знань і вмінь на кожному етапі навчання, а послідовне його здійснення надає освіті прогностичного характеру. Наступність у освітньому процесі певною мірою може бути забезпечена такими ефективними дидактичними засобами, як інтеграція та диференціація знань і вмінь, які встановлюють оптимальне співвідношення між окремими навчальними предметами, усуваючи такі небажані явища, як дублювання та паралелізм у процесі їх вивчення.

Науковці вважають доцільним дотримуватися системного підходу до формування змісту навчання, що дає можливість на кожному рівні вивчення того чи іншого навчального предмету забезпечити єдність та цілісність знань і вмінь, логічну послідовність їх засвоєння на основі як логіки відповідної науки (чи галузі знань), так і вимог сучасної дидактики [4, с.40-41]. Жодне з понять, що вивчається у відповідності з навчальним планом дисципліни, не повинно бути випадковим, дидактично ізольованим, а має органічно включатись у систему вже набутих знань учнів, збагачуючи їх.

З точки зору дидактики найбільш важливим є засвоєння логічної послідовності і наступності формування основних фізичних понять. Перш за все, кожне поняття повинно мати свою власну "еволюцію", тобто розвиватись і доповнюватись протягом усього часу вивчення курсу фізики. Наступний етап – включення цього поняття в систему інших фізичних

понять, встановлення причинно-наслідкових та корелятивних зв'язків між поняттями, зокрема на інтегративній основі [4]. Для кожного фізичного поняття необхідно логічно обгрунтувати його місце у системі фізичних знань, його роль для формування фізичної картини світу.

На основі фундаментальних ідей сучасної фізики необхідно будувати стратегію вивчення курсу фізики на різних ступенях навчання з врахуванням основних положень концепції безперервної освіти, як послідовне засвоєння основних фізичних теорій, які ряд педагогів вважає "одиницями" фізичної освіти. Таким чином, для забезпечення ідей наступності та безперервності навчання і з метою формування єдиної цілісної системи знань і вмінь на базі однієї з природничих дисциплін – курсу фізики – необхідно дослідити три основні етапи її вивчення: засвоєння основних фізичних понять, фактів і законів; ознайомлення з основними фізичними теоріями та методами теоретичного і експериментального пізнання світу засобами фізики; засвоєння основних ідей сучасної фізики.

Інтегративне заняття слід розглядати як специфічну форму навчального заняття з фізики, яке проводиться сумісно викладачами різних предметів для комплексно-системного вивчення міждисциплінарних об'єктів.

Зміст навчання основам фізики на інтегративному занятті повинен забезпечувати:

– максимальні можливості для організації повноцінної діяльності учнів як у галузі фізики, так її інших споріднених і суміжних предметів;

– максимальні можливості для формування, розвитку зацікавленості до вивчення основ фізики на кожному етапі навчання;

– виявлення фізичних, природничо-математичних, фізико-технічних і загальноінтелектуальних здібностей учнів з метою їх обгрунтованої орієнтації на профіль навчання і вибір спеціальності;

– можливості вивчення інших предметів (загальноосвітніх, загальнотехнічних і спеціальних) на сучасному рівні розвитку відповідних наук і методик навчання.

Інтегративним заняттям з фізики притаманний значний освітній, розвиваючий і виховний потенціал, який реалізується за певних дидактичних умов [9, с.261-262], основними з яких є обгрунтоване вичленення міждисциплінарних об'єктів вивчення на інтегративному занятті; раціонально організована сумісна співпраця викладачів різних предметів при підготовці інтегративного заняття з фізики; узгодженість дій викладачів і учнів у процесі проведення заняття; активізація пізнавальної діяльності тих, кого навчаємо на всіх етапах заняття; різноманітність способів і форм навчальної діяльності та забезпечення послідовності між ними; оперативне використання зворотнього зв'язку для ефектнішого і результативного управління освітнім процесом.

Предметом аналізу й обговорення на інтегративних заняттях виступають, багатоаспектні об'єкти, інформація про суть яких міститься в різних навчальних предметах (загальноосвітніх, загальнотехнічних і спеціальних). Традиційно такі об'єкти вивчаються шляхом широкого застосування міжпредметних зв'язків. Але нерідко виникають ситуації, коли

реалізація міжпредметних зв’язків при розгляді окремих об'єктів лише викладачем фізики ускладнена. Це буває тоді, коли взятий з іншого предмету матеріал специфічний, досить складний і викладач фізики об'єктивно не в змозі його кваліфіковано використати для розв’язанні конкретних дидактичних і пізнавальних задач. Указане ускладнення знімається шляхом кооперації викладачів різних предметів для сумісного проведення занять, на якому вивчаються багатокомпонентні об'єкти. Продуктивна діяльність викладачів тут об'єднується єдиною дидактичною метою, яка може бути досягнута лише шляхом сумісної пошуково-творчої співпраці. Але починати освоювати методику розробки, організації і проведення інтегративних занять, побудованій на міжпредметній основі, безсумнівно, повинен викладач фізики, обмежуючись консультаціями з викладачами споріднених і суміжних предметів.

Прикладом є інтегративне заняття при вивченні розділу «Електродинаміка» з теми: «Застосування електричного струму у різних середовищах у техніці і технологіях», де пропонуються завдання різним групам учнів: *"історикам"* – підготувати повідомлення, презентації (або написати реферати) на теми: "М. Фарадей – творець першого у світі генератора змінного струму", "З історії створення трансформатора", "Сучасні проблеми електрифікації України"; *“фізикам-теоретикам"* – підготувати доповідь (реферат) "Проблеми передачі енергії на відстань"; *"фізикам-експериментаторам"* – показати на досліді необхідність підвищення напруги при передачі електричної енергії на великі відстані; "*інженерам*" – підготувати повідомлення про принципи дії і будову різних електростанцій: ТЕЦ, ГЕС, АЕС, вітряні, сонячні, геотермальні, приливні тощо; *"біологам і хімікам"* – розповісти про екологічні проблеми сучасної енергетики і перспективи їх розв'язання; "*економістам*" – дати оцінку переваг і недоліків різних способів виробництва електроенергії та запропонувати найбільш економічно вигідне розв'язання; "*математикам*" – показати розв'язання цікавих задач на розрахунки ліній електропередачі, їх ККД тощо; "*перекладачам*" – підготувати повідомлення про новини науки і техніки за кордоном (тими мовами, що вивчаються в даному навчальному закладі); "*програмістам*" – скласти алгоритм управління системою електропостачання; "*бібліографам*" – скласти анотований список літератури з теми заняття; *"журналістам" і "художникам”* – випустити газету "Сучасні проблеми енергетики”. Щоб учні не стомлювалися на занятті, а їх пізнавальна активність не падала, необхідно передбачити різноманітні способи виконання завдань.

Досвід проведення інтегративних занять показує, що такі заняття стимулюють пошуково-творчі потяги, учні віддають їм перевагу – їм імпонують дійова участь у таких заняттях викладачів різних предметів.

Базуючись на викладеному вище та власному досвіді роботи розроблено низку рекомендацій щодо інтегративного навчання фізики у закладах професійної (професійно-технічної) освіти. Ось деякі фрагменти деяких з них.

Роль електризації в техніці і побуті, боротьба з нею та врахування та використання її - тема, яка налічує дуже багато історичних прикладів. Ще ремісники стародавньої Греції помітили, що при обробці бурштину до нього притягуються легкі предмети. Жерці пояснювали це наявністю в бурштині душі. І велика іскра-блискавка, і маленька іскорка при електризації принесли багато шкоди людству. Наприклад, 6 травня 1937 року німецький дирижабль "Гінденбург", наповнений воднем (довжина 250 м, 4 дизелі по 1100 кінських сил, 100 пасажирів), підлітаючи до Нью-Йорка напередодні грози, вибухнув у повітрі через іскру, яка виникла при електризації. Спостерігалися вибухи на морських суднах при промиванні порожніх баків струменями морської води - так постраждали супертанкери "Марпесса", "Мактра". За статистикою США, ще недавно, іскра ставала причиною до 1000 вибухів, сотень смертей та багатомільйонних витрат щороку. Відомі також численні жертви блискавиць при грозі.

Атмосферна електрика - спільне поле для вивчення як фізики, так і географії. Ознаки, причини, наслідки протікання гроз - це предмет цілої комплексної науки. Доцільно нагадати, що потужні вертикальні потоки повітря електризують його, а вітер при грозі стає додатковим джерелом електризації. Ще складніші явища спостерігаються при снігових бурях (наприклад, в Арктиці спостерігалися іскри довжиною до 50см при електризації мас снігу при сильному вітрі). Сама Земля має від'ємний електричний заряд величиною $5*10^5$Кл, такий же за величиною, але позитивний заряд має земна атмосфера. Ряд явищ в природі пов'язаний з тим, що Земля не є електрично нейтральним тілом.

Електромагнітна природа сил взаємодії між атомами і молекулами при хімічних реакціях і перетвореннях встановлена давно. У зв'язку з цим, ряд відкриттів у електриці пов'язані з хімічними, зроблені на грані цих наук. З іонізацією атмосфери пов'язані і астрономічні фактори. Наприклад, основним джерелом іонізації атмосфери є космічні промені. Можна вияснити з учнями основні риси поведінки електричних зарядів у невагомості, згадати про електричні процеси у небесних тілах.

Традиційне тлумачення слова "електрон" і похідних від нього слів, можна розширити: хоча у стародавніх греків існувало для означення бурштину біля десятка різних слів (електрон, електрос, хризофос та інш.). Гільберт вибрав саме слово електрон, що означало "притягувати", "захоплювати".

Ряд електричних явищ описані в науково-літературних та художніх творах. Зокрема у книзі II, частині IV поеми "Про природу речей" Тіта Лукреція Кара, містяться рядки (у перекладі Миколи Зерова):

Маємо ми зрозуміти, що блискавки іскра небесна
з тонших і значно дрібніших складається первісних тілець,
і через те у такі проходить непомітні отвори,
де ні світильничий, ні з деревини вогонь не проходить . . .

Надзвичайно важливе значення має врахування, використання чи

усунення електризації у виробничих процесах. З такими явищами учні зустрічаються при ознайомленні з різними технологіями, при вивченні загальнотехнічних та спеціальних предметів. Наприклад, у електротехніці з закону Кулона роблять висновок, що чим далі знаходиться електрон від ядра атома, тим легше його відірвати (електротехніку цікавлять в основному зовнішні електрони). При вивченні матеріалознавства для ряду спеціальностей основна увага концентрується на ролі діелектричної проникності матеріалів, окремо вивчаються газоподібні, рідкі та тверді діелектрики.

Інтеграція вважається необхідним дидактичним засобом, за допомогою якого можливо створити в учнів цілісну картину світу. Через інтеграцію здійснюється особистісно зорієнтований підхід до навчання, тому що учень сам у змозі обирати "опорні" знання з різних предметів з максимальною орієнтацією на суб'єктивний досвід, що склався в нього під впливом як попереднього навчання, так і більш широкої взаємодії з навколишньою дійсністю

Інтеграційні процеси в освіті тривають, і вони різноманітні, але мета їх одна – розвинена, креативна особистість, здібна до творчого пошуку.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Галатюк М. Ю. Розвиток навчально-пізнавальної компетентності старшокласників у процесі вивчення природничих предметів. Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата педагогічних наук за спеціальністю 13.00.09 – теорія навчання. – Тернопільський національний педагогічний університет імені Володимира Гнатюка, Міністерство освіти і науки, молоді та спорту України. – Тернопіль, 2012.
2. Галюк Л.А. Интегративный урок //Специалист. -2000. - № 4. -С. 19-20.
3. Кисла І., Дякова Л. інтегрований урок з фізики і хімії //Фізика та астрономія в школі. -2001. - № 1.-С. 2-5.
4. Козловська І., Собко Я., Джулик О., Кміт Я. Дидактичне забезпечення формування фундаментальних фізичних понять у системі безперервної професійної освіти // Науково-методичний вісник. – 1997. – № 1. – С. 40-43.
5. Козловська І.М., Самборська І.М. Міжпредметні зв'язки під час вивчення електростатики у ПТНЗ. – Львів: ОНМЦ ПТО, 2004. – 12 с.
6. Повар С.В. Цикл наукової творчості та відтворення його ланок при вивченні фізики // Теорія та методика навчання математики, фізики, інформатики: 36. наук. праць. Вип. 3. – В 3-х томах. – Кр. Ріг: Вид. відділ НацМетАУ, 2003. – Т.2: Теорія та методика навчання фізики. – С. 262 – 265.
7. Самборська М.М., Козловська І.М. Гуманізація навчального процесу засобами інтеграції знань учнів вищих професійних училищ: Методична розробка. – Львів: Айріні, 2009. – 16с.
8. Собко Я., Козловська І. Інтегративний підхід до вивчення фізики у професійно–технічній школі // Фізика та астрономія в школі. – 1997. – № 4. – С. 23-26.
9. Шатковська Г.І. Методика організації і проведення інтегративних занять Матеріали міжнародної конф. „Сучасні тенденції розвитку прир-мат. освіти" – Херсон: Вид-во Херсонського державного пед. ун-ту, 2002. – С.258-263

Пуделко Ганна Миколаївна,
викладач фізики і астрономії художнього професійно-технічного училища ім.Й.П.Станька

Урок на тему: ПАРОУТВОРЕННЯ І КОНДЕНСАЦІЯ. НАСИЧЕНА І НЕНАСИЧЕНА ПАРА.

Мета уроку:

дидактична: створити умови для засвоєння нового матеріалу;
освітня:формувати знання про випаровування і конденсацію, вміння пояснювати процес кипіння на основі молекулярно-кінетичної теорії будови речовини; навчити порівнювати характерні ознаки випаровування і кипіння, показати їх спільні й відмінні ознаки;ввести поняття насиченої та ненасиченої пари;
розвиваюча:розвивати спостережливість, уміння робити висновки з дослідів, формулювати їх;розвивати мислення, вміння аналізувати;
виховна:виховувати активну позицію в навчанні, сформувати вміння застосовувати отримані знання для практичних цілей.

Тип уроку: урок засвоєння нових знань з використанням комп'ютерних технологій.

Обладнання: комп'ютер, проектор,роздатковий матеріал, опорний конспект, скельця.

Хід уроку.

I. Організаційний момент.

Мотивація

1. Прослухайте уривок із вірша *Лесі Українки «Чом я не можу злинути угору…»,збірка «Ритми».*

Я ж бачила, як хмарка та вродилась:
вона повстала з гучного потоку
туманом білим, парою без барви
і тихо поплила понад водою
глибокими ярами далі вгору,
поволі підвелась, немов насилу,
і вгору подалась.

- Які фізичні явища описані в цьому вірші? *(Випаровування).*

- У вас на столах лежать скельця (телефони). Подихайте на них. Що ви спостерігаєте? Як називається це явище? *(Конденсація).*

Тож якою буде тема уроку? Саме так,: *«Пароутворення і конденсація . Насичена і ненасичена пара»*

Постановка мети уроку

- Де ви могли спостерігати ці явища в природі та побуті?

(учні наводять приклади)

1. Випаровується вода в річці.
2. Сохне випрана білизна.
3. Випаровується вода під час готування страви.
4. Висихає земля після дощу.

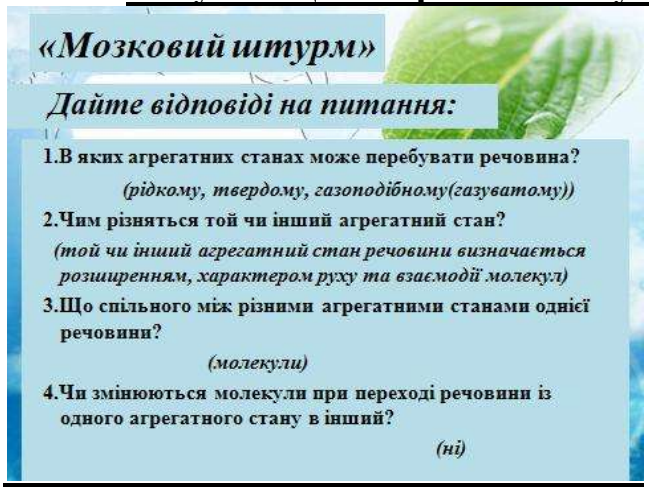
- Ви навели приклади пароутворення рідини, а чи можливе пароутворення твердих тіл? Чи можете ви навести приклади такого пароутворення?

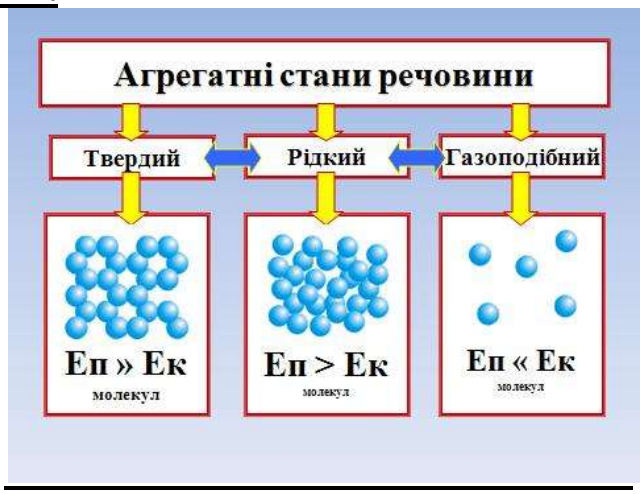
1. Мама поклала тверду таблетку „Антиміль" у шафу, а через деякий час від неї залишився маленький шматочок. Таблетка випарувалася.

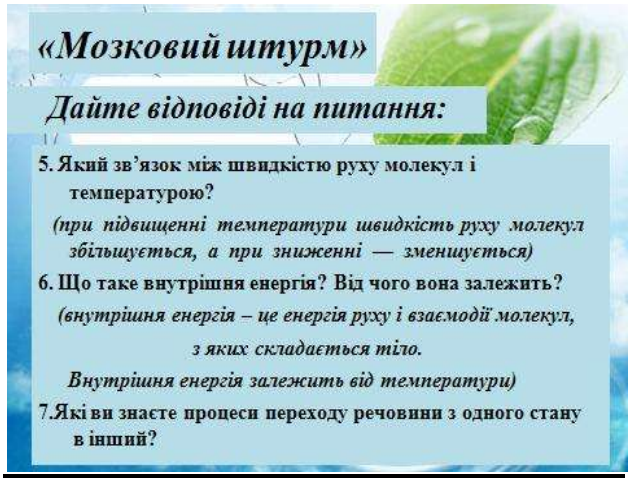
2. Коли випрану білизну виносять узимку надвір, то вона спочатку замерзає. Вода з рідкого стану перейшла в твердий, але через деякий час білизна висихає – лід випаровується.

- Яка ж мета нашого уроку? (Глибше вивчити явище пароутворення і конденсації. Що дізнаємося що таке насичена і ненасичена пара.)

II. <u>Актуалізація опорних знань учнів.</u>







III. Вивчення нового матеріалу

Пароутворенням називають процес переходу речовини з рідкого стану в газоподібний.

Види пароутворення: випаровування, кипіння

1. Випаровування

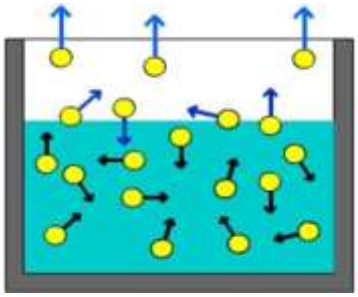
У високогірних льодовиках гірського ланцюга Анд, а також в інших гірських районах тропічної і субтропічної зони, сніг може перетворюватися в дивовижні голки льоду висотою в кілька метрів. Це чергове дивовижне явище природи і погоди носить назву пенітентес (кальгаспори).

Пенітентес має форму високих тонких лез з дуже твердого снігу або льоду, спрямованих в бік сонця.

Вони зазвичай розташовані великими групами, висотою від декількох сантиметрів до 6 метрів. А недавно на льодовику Кхумбу гори Еверест виявлені пенітентес висотою аж до 30 м! Але найбільше таких структур знайдено саме в Андах, на висотах понад 4000 метрів.

Вперше пенітентес були описані Чарльзом Дарвіном в 1839 році.

З'ясуємо: 2. Від чого залежить швидкість випаровування?

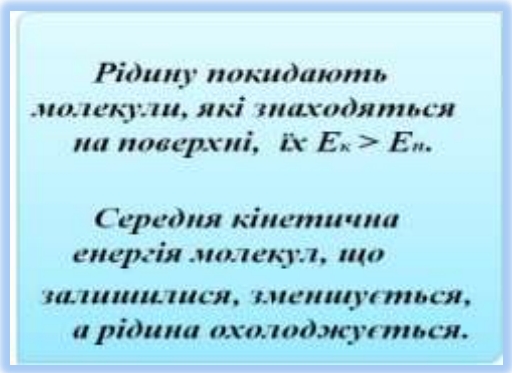


Це молекулярна модель рідини.

- Яким молекулам легше всього покинути рідину?

- Що стається з рідиною під час випаровування?

Випаровування можливе при умові, що будуть молекули які зможуть подолати міжмолекулярні сили притягання і покинути поверхню.



Випаровування можливе при будь-якій температурі.

Рідину можуть покинути молекули, що знаходяться на поверхні, кінетична енергія яких більше потенційної енергії їх взаємодії із сусідніми молекулами.

Ці знання можна застосовувати при наданні першої медичної допомоги при підвищенні температури тіла або при опіках.

2. **Від чого залежить швидкість випаровування?**

Розглянемо кілька дослідів, що пояснюють, від чого залежить швидкість випаровування.

Поставимо на ваги дві склянки. У ліву наллємо окропу, а в праву — стільки ж холодної води. Спочатку ваги перебуватимуть у рівновазі. Але через 5–10 хвилин вона порушиться: склянка з гарячою водою полегшає! Виходить, гаряча вода випаровується швидше за холодну.

Вилетіти з рідини можуть тільки ті частинки, кінетична енергія яких більше, ніж потенціальна енергія притягання до інших частинок.

При підвищенні температури швидкість руху всіх частинок зростає, отже, зростає і їхня кінетична енергія. Виходить, більша кількість частинок може вилетіти з рідини.

У дві мензурки наллємо нарівно води. Воду з лівої переллємо в тарілку. Через кілька днів виявиться, що в ній вода випарувалася повністю, а в мензурці — лише частково. Чому?Випаровуватися можуть тільки ті молекули, які перебувають поблизу поверхні рідини (адже з інших сторін вона оточена стінками посудини). Тому більша площа поверхні води в тарілці сприяє більшій кількості вильотів молекул. Отже, випаровування іде швидше.

Виберемо миску й тарілку однакових діаметрів. У кожну з них наллємо по склянці води й поставимо в спокійне місце. Через кілька днів ми побачимо, що вода з тарілки випарувалася повністю, а з миски — лише частково. Чому ж так відбулося? Адже площі вільних поверхонь води в мисці й води в тарілці однакові...

Гляньте на рисунок: краї миски сильніше піднімаються над поверхнею води, ніж краї тарілки. Тому пара над поверхнею тарілки швидше розсіюється по кімнаті за рахунок дифузії або подувів вітру. Отже, над водою в мисці насиченість (тобто густина) пари помітно більше. Її молекули, рухаючись у всіляких напрямках, будуть часто влітати назад у воду, через що випаровування з миски сповільнюється.

•***Густина пари над поверхнею****, з якої відбувається випаровування,— третя причина, що впливає на його швидкість.Або скажемо,що швидкість випаровування залежить також від руху повітря*

Якщо в однакові склянки налити рівну кількість різних рідин: спирту, води, масла й ртуті, то по завершенні приблизно тижня можна виявити, що спирт випарувався повністю, вода — наполовину, а масло й ртуть практично не зменшили свого об'єму.

Висновки: Швидкість випаровування залежить від:

- температури
- площі поверхні рідини
- швидкості видалення парів з поверхні рідини.
- роду рідин

3. Кипіння

Кипіння - це перехід речовини з рідкого агрегатного стану в газоподібний (пару), який відбувається в цілому об'ємі рідини при постійній температурі.

Температура, при якій рідина кипить називається ТЕМПЕРАТУРОЮ КИПІННЯ.

Як видумаєте, відчогозалежить температура кипіннярідини?

(Від висоти над рівнем світового океану.)

При підйомі в гори атмосферний тиск зменшується, тому температура кипіння води знижується (приблизно на 1 °С на кожних 300 метрів висоти).

На висоті 7 км тиск складає приблизно 0,4 атм, температура кипіння знижується до 70 °С.

4. Конденсація

Випаровування й конденсація завжди відбуваються одночасно, і «підсумковий результат» залежить від того, який із цих процесів триває з більшою швидкістю. Якщо «перемагає» випаровування,

то рідина перетворюється в пару: висихають калюжі, мокрі речі й т. ін. Якщо ж «перемагає» конденсація, то пара перетворюється в рідину: випадає роса, сухі речі відволожуються.Процес конденсації води в природі ми спостерігаємо щодня. Чи то це крапельки роси на листах (водяна пара накопичується в повітрі вдень, а вранці, охолоджуючись, конденсується), чи то це туман (удень відбувається інтенсивне випаровування з поверхні водойм, а ввечері насичене водяними парами повітря внаслідок охолодження конденсується).

Конденсація може відбуватися й тоді, коли пара не стикається з рідиною. Саме конденсацією, наприклад, пояснюється утворення хмар: молекули водяної пари, піднімаючись над поверхнею Землі, у більш холодних шарах атмосфери групуються в дрібні крапельки води, скупчення яких і являють собою хмари.

Узагальнення та порівняльні висновки.

IV. Закріплення знань учнів

Мета: навчити застосовувати отримані знання при вирішенні якісних завдань.

Дайте відповіді на наступні питання:

1. Вийшовши в жаркий день з річки, ви відчуваєте прохолоду. Це відчуття посилюється у вітряну погоду. Поясніть, чому це відбувається?

2. Що охолоне швидше за однакових умов: жирний суп або чай? Поясніть, чому?

3. Нам часто доводиться прати і сушити білизну. У яку погоду це найкраще робити? Що необхідно, щоб білизна швидше висохла?

4. Чому температура води у відкритих водоймах в літню пору майже завжди нижче температури навколишнього повітря?

5. Чому «випадає» роса?

(У повітрі міститься певна кількість вологи. Тепле повітря містить більше вологи, ніж холодне. Коли повітря стискається з холодною поверхнею, частина його конденсується, і волога, що міститься в ньому , залишається на цій поверхні).

6. Чому роса не «випадає» на стежинах та «голій» землі?

(Роса не утвориться на землі, стежинах, оскільки вони довго зберігають сонячне тепло).

7.Чому у фінській сауні можна витримати температуру 100 – 120 ^{0}С, а у російській лазні лише 80 ^{0}С.

У фінській сауні менша вологість повітря і за рахунок випаровування тіло охолоджується)

8. Залишаючись тривалий час у мокрому одязі чи взутті, можна застудитися. Чому?

9.Чому степові пожежі бувають тільки в середині та наприкінці спекотного літа, але не навесні та восени.

(Навесні і восени трава має більше вологості)

10.Чи спостерігаються явища випаровування у живій природі? Яке це має значення для рослин?

(Захисне.За рахунок цього температура знижується, рослина охолоджується.)

11. Як у спеку захищаються від перегріву тварини?

(Потовиділенням)

<u>Практичне застосування випаровування і конденсації :</u>

- Рідини, що швидко випаровуються, знайшли застосування в роботі холодильного обладнання (фреон , аміак)
- В жарких країнах воду прийнято зберігати в глиняних посудинах.
- При поїздці в потязі влітку дуже просто отримати з теплої води достатньо холодну. Для цього пляшку з водою можна загорнути в сиру марлю і виставити у вікно рухомого поїзда. Через 15 - 20 хвилин вода буде достатньо холодною .
- При високій температурі призначають потогінні засоби (вони випаровуються з поверхні шкіри , при цьому температура тіла знижується) .
- При високій температурі ефективні обтирання водою, в яку додано декілька крапель оцту.
- На електростанціях пара, отримана з води, пускає в хід парові турбіни.
- Апарат космічного корабля, що спускається, покривають спеціальною речовиною, яка швидко випаровується, щоб усунути його перегрівання від тертя при проходженні через атмосферу.

Сушка деревини – процес видалення вологи з деревини шляхом випаровування.

Фізична сутність процесу сушіння полягає в тому, що нагріте повітря направляється до сирого матеріалу, при зіткненні з яким воно віддає своє тепло, а саме охолоджується.

Волога в деревині за рахунок сприйняття тепла переходить в газоподібний стан.

<u>Мета сушіння:</u> перетворення деревини з природної сировини в промисловий матеріал з конкретними поліпшеними біологічними і фізико-механічними властивостями.

Завдання процесу:

- додання деревині біологічної стійкості;
- збільшення міцності деревини (суха деревина краще витримує механічне навантаження);
- поліпшення якості деревини.

Чи випаровує суха деревина?

Можна відповісти, що так.Процес втрати вологи продовжується до тих пір, поки рівень вологи в деревині не досягне певної межі, який безпосередньо залежить від температури і вологості навколишнього повітря.

Поділять кілька стадії вологості деревини:

Мокра – вологість 100%

Свіжозрубана – вологість 50 – 100%

Повітряно-суха – вологість 15 – 20%

Кімнатно-суха – вологість 8 – 10%

Абсолютно-суха – вологість 0%

Абсолютно суху деревину можна отримати тільки в лабораторних умовах, висушуючи її в спеціальній сушильній шафі.

Обережно! Випаровування!

При роботі з клеями, лаками, синтетичними смолами, розчинниками, фарбами необхідно пам'ятати про явище випаровування і дотримуватися правил ТБ при роботі з речовинами, які легко випаровуються.

В оздоблювальних цехах деревообробних виробництв питання техніки безпеки й охорони праці мають особливо важливе значення, тому що в процесі застосування лакофарбових матеріалів виділяється значна кількість випарів розчинників, що забруднюють повітря.

Токсична дія випарів розчинників і пороху залежить від концентрації їх у повітрі.

Професійні захворювання працівників оздоблювальних цехів - дерматит і екзема. Токсичні речовини можуть також викликати зниження загального опору організму іншим шкідливим впливам, наприклад інфекції грипу, туберкульозу й ін.

V. Підведення підсумків уроку

Давайте згадаємо нашу роботу на уроці.

- Яка була мета уроку?
- Як ви вважаєте, досягли ми мети?

VI. Домашнє завдання

- Опрацювати матеріал підручника §23, п.2 ст. 218 – 222
- Розв'язати завдання 5 с.224, завдання 15 с.225

Додаток

ЦІКАВО ЗНАТИ

Кальгаспори («каяття снігів», нім. *Büßerschnee*; також *«каяття монахів»*, фірни, що каються) — своєрідні утворення на поверхні снігових і фірнових полів у вигляді похилих голок або пірамід висотою до 6 м у високогір'ї тропіків і субтропіків, віддаля схожі на натовп ченців, що поклоняються.

Назва «каяття» («пенітентес») походить від однойменної назви головних уборів ченців.

Для альпіністів цей тип льодовика є досить складною перешкодою, але невеликі кальгаспори значно полегшують рух по крутих льодових або фірновим схилах, утворюючи сходинки.

Такі «монахи» утворюються в умовах високого стояння сонця, сухості повітря і сильної інсоляції на ділянках, позбавлених моренного покриву або засіяних рідкою галькою, внаслідок нерівномірного танення фірна. Проталини виникають у напрямку падаючих косо сонячних променів (Кіліманджаро, Чимборасо).

Дослідження цього природного явища ведуться декількома групами вчених як у природних, так і в лабораторних умовах, проте остаточний механізм зародження кристалів «каяття монахів» і їх ріст донині не встановлено.

Досліди показують, що значну роль у ньому відіграють процеси абляції, циклічного танення і замерзання води в умовах низьких температур і певних значень сонячної радіації.

Термін «каяття снігів» (нім. *Büßerschnee*) запропонований художником і альпіністом Рудольфом Решрейтером, який уперше під час експедиції в Чимборасоі Котопахі описав і зобразив цей феномен. Похилі зубці нагадували йому ченців, що каються з нахиленою головою і похиленою спиною.

Пенітентес має форму високих тонких лез з дуже твердого снігу або льоду, спрямованих в бік сонця.

Вони зазвичай розташовані великими групами, висотою від декількох сантиметрів до 6 метрів. А недавно на льодовику Кхумбу гори Еверест виявлені пенітентес висотою аж до 30 м!

Але найбільше таких структур знайдено саме в Андах, на висотах понад 4000 метрів.

Вперше пенітентес були описані Чарльзом Дарвіном в 1839 році.

ДО КОНСПЕКТУ УЧНЯ

1. Внутрішня енергія – це енергія руху і взаємодії молекул, з яких складається тіло.

Вну́трішня ене́ргія тіла *(позначається U)* – це сума кінетичної енергії хаотичного руху всіх його мікрочастинок та потенціальної енергії їх взаємодії.

Вну́трішня ене́ргія залежить лише від процесів, які відбуваються всередині тіла й визначається його внутрішнім станом.

2**. Фазовим переходом** наз. перехід речовини з одного стану в інший.

Фазові переходи: пароутворення, конденсація, плавлення, кристалізація, сублімація.

3. **Пароутворенням**називають процес переходу речовини з рідкого стану в газоподібний.

4. Види пароутворення: випаровування і кипіння.

5. **Випаровування -** це перехід речовини з рідкого або твердого агрегатного стану в газоподібний (пару), який відбувається на вільній поверхні рідини.

6. Внутрішня енергія пари більша, ніж рідини.

7. **Сублімація** - це перехід речовини твердого агрегатного стану в газоподібний (пару), який відбувається на вільній поверхні рідини.

8.Швидкість випаровування залежить від:

1. *температури*
2. *площі поверхні рідини*
3. *швидкості видалення парів з поверхні рідини*
4. *роду рідини*

9.**Кипіння** - це перехід речовини з рідкого агрегатного стану вгазоподібний (пару), який відбувається в цілому об'ємі рідини при постійній температурі.

Температурою кипіння наз. температура, при якій рідина кипить за нормального атмосферного тиску.

10. **Динамічна рівновага** – стан коли число молекул, що покидають рідину за одиницю часу, рівне числу молекул, що повертаються у рідину.

Насиченою наз. пара, що знаходиться в стані динамічної рівноваги зі своєю рідиною.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Романов О. Цікава фізика. Запитання та відповіді. – Київ : «Вид. дім «Перше вересня», 2016. – 192 с. – (Б-ка «Шкільного світу»).
2. Соколович Ю.А., Богданова Г. С. Довідник з курсу фізики середньої школи з прикладами розв’язування задач. – Харків: Веста: Видавництво «Ранок», 2002. – 464 с.
3. Усі уроки фізики. 8 клас./ Кирик Л. А.— Х.: Вид. група «Основа», 2008.— 352 с.
4. Фізика.Збірник задач./Ненашев І.Ю. –Х.:Веста: Вид. «Ранок»,2008. – 176с.
5. Сайти: fizika.ru, http://prezentazia.ucoz.ru, http://fizika.net.ua

Уляна Євгеніївна Смолінська,
викладач фізики і астрономії
Львівського вищого
професійного училища інформаційно-
комп'ютерних технологій

Урок на тему: ДОЗИМЕТРІЯ. ДОЗА ВИПРОМІНЮВАННЯ. ЗАХИСТ ЛЮДИНИ ВІД РАДІОАКТИВНОСТІ.

Мета уроку:

1. Навчальна: ознайомлення учнів із поняттям дозиметрії, дози випромінювання; ознайомити їх із біологічною дією радіоактивного випромінювання та способами захисту організму людини від випромінювання; показати практичну значущість набутих знань; усвідомити актуальність проблеми радіоактивного забруднення, дізнатися про практичне застосування радіоактивних властивостей деяких елементів.

2. Розвивальна: розвивати вміння поєднувати знання з біології, медицини, хімії, географії, охорони праці та літератури; розвивати самостійну пізнавальну діяльність учнів, вміння порівнювати, аналізувати факти, робити висновки.

3. Виховна: виховати в учнів прагнення до поглиблення нових знань; формування активної особистості учня; формувати наукові погляди на природу та взаємодію суспільства і природи; виховувати особисту відповідальність за те, що відбувається довкола, чуйність і людяність.

Тип уроку: комбінований урок.

Метод проведення: словесний, практичний, контролю.

Міжпредметні зв'язки: математика, інформатика, професійно-практична підготовка, біологія, географія, література, охорона праці, медицина, хімія.

Засоби навчання: ноутбук, проектор, екран, підручники.

Очікувані результати: Після уроку учні знатимуть:

- ✓ Поняття дозиметрії, поглинутої дози випромінювання, експозиційної дози іонізуючого випромінювання, еквівалентної дози іонізуючого випромінювання
- ✓ Види іонізуючого випромінювання
- ✓ Джерела випромінювань
- ✓ Біологічну дію іонізуючого випромінювання
- ✓ Застосування радіоактивних ізотопів
- ✓ Використання ядерних випромінювань у медицині
- ✓ Захист людини від радіоактивності
- ✓ Аномалії в живих організмах

Хід уроку

1. **Організаційний момент.**
2. **Перевірка домашнього завдання**

Учні зачитують відповідь на запитання домашнього завдання, одночасно учитель збирає зошити кількох учнів (п’яти-шести) вибірково для перевірки домашнього завдання.

1. Чому радіоактивність – це фізична реакція, а не хімічна? (*Тому що ця реакція не на рівні молекул, а на рівні атомів, у яких мимовільно відбувається перетворення ядер, що супроводжуються випусканням різних частинок і виділенням енергії.*)

2. Чому мимовільний розпад ядер дістав назву «радіоактивність»? (*Тому що ці ядерні реакції супроводжуються випромінюванням, а випромінювання ядер і є радіоактивність.*)

3. *Задача.* Період напіврозпаду радіоактивного Купруму – 10 хвилин. Яка частка від початкової кількості залишиться через 1 годину?

Дано:	**Розв'язок:**
T = 10 хв t = 1 год = 60 хв	За законом радіоактивного розпаду: $N = N_0\, 2^{-t/T}$. Звідси $N/N_0 = 2^{-t/T}$ або $N/N_0 = 2^{-60/10} = 2^{-6} = 1/\,2^6 = 1/64 = 1{,}6\%$
N_0 - ?	**Відповідь:** через 1 годину залишиться 1,6% радіоактивного Купруму.

3. Актуалізація опорних знань

Фронтальне опитування

1. **Що називається радіоактивністю**? (*Самочинне перетворення нестійких атомних ядер у ядра інших елементів, яке супроводжується випусканням частинок і/або гамма-квантів.*)

2. **Що таке природна радіоактивність? Чи можна змінити активність радіоактивного розпаду зовнішніми діями: нагріванням, охолодженням, електричним чи магнітним полем, механічними діями і т.д.?** (*Явище самочинного розпаду ядер атомів Урану, Торію і Радію з виникненням нових ядер та виділенням α-, β-, γ-випромінювань називається природною радіоактивністю. Самочинний розпад ядер не можна затримати або прискорити ніякими зовнішніми діями, оскільки енергія зовнішніх факторів недостатня для зміни процесів, що відбуваються всередині ядра.)*

3. **Що називається періодом піврозпаду?** (*Час, за який розпадається половина всієї кількості наявних радіоактивних атомів.*)

4. **Які відходи називаються радіоактивними?** (*Продукти, що утворюються в результаті роботи з радіоактивними речовинами вмістом радіоактивних речовин вищих за норми радіаційної безпеки.*)

5. **Що таке ізотоп?** (*Хімічні елементи, які відрізняються масовими числами, але мають один і той самий заряд атомних ядер і тому займають одне і те саме місце в таблиці Д.Менделєєва.*)

6. **Що називається радіоактивним рядом?** (*Сукупність усіх ізотопів, які виникають внаслідок ряду послідовних радіоактивних перетворень з однієї материнської речовини.*)

7. **Записати формулу, що виражає основний закон радіоактивного розпаду, і пояснити її. Який фізичний зміст закону радіоактивного розпаду?** ($N = N_0 \cdot 2^{-t/T}$, *де N – кількість ядер, що збереглися до моменту часу t,* N_0 *–початкова кількість ядер даного радіоактивного ізотопу, T – період піврозпаду. Закон радіоактивного розпаду виражає середнє число атомів N, які не розпалися за даний інтервал часу t, і встановлює, що швидкість розпаду не змінюється зі зміною часу, оскільки за будь-які однакові інтервали часу розпадається однакова частина атомів, що є в даному зразку радіоактивної речовини. Передбачити, коли відбудеться розпад даного атома, неможливо. Закон радіоактивного розпаду є статистичним. Він виконується в середньому для величезної кількості атомів, і чим менше атомів у даній радіоактивній речовині, тим більше спостерігається відхилень від закону.*)

4. Повідомлення теми, мети й завдань уроку

Учитель повідомляє тему уроку, пропонує учням ознайомитися з планом її вивчення, який записано на дошці. Потім учитель просить учнів самостійно сформулювати мету уроку і, якщо потрібно, вносить корективи у їхні відповіді.

Епіграфом до уроку є такий вислів:

Все, що ми бачимо, видимість тільки одна.
Далеко від поверхні світу до його дна.
Вважай неважливим явне у світі,
Бо таємниця суті речей – невидима.

Омар Хайям

План вивчення теми

1. Дозиметрія іонізуючого випромінювання.
2. Біологічна дія іонізуючого випромінювання.
3. Застосування радіоактивних ізотопів.
4. Використання ядерних випромінювань у медицині.
5. Захист людини від радіоактивності.
6. Аномалії в живих організмах.

5. Мотивація навчальної діяльності

Людина тисячі років боролася за своє існування, вижила в епідеміях, голодоморах, у п'ятнадцяти тисячах воєн, які сама ж і розв'язала. Вижила і завжди вірила в краще життя. Заради цього людина розвивала науку, культуру, медицину, нові соціальні системи.

І ось через свої хибні моральні принципи, духовне зубожіння, деградацію екологічної свідомості і совісті ми знову опинилися на порозі нового, чи не найжахливішого етапу виживання.

Ми проводимо урок, на якому йтиметься про радіацію, її природу та вплив на навколишнє середовище і організм людини, згадаємо аварію на Чорнобильській атомній електростанції.

6. Сприймання й первинне осмислення нового матеріалу

1. Дозиметрія іонізуючого випромінювання

Дозиметрія – це розділ ядерної фізики, який кількісно вивчає дію іонізуючого випромінювання на речовину.

Поглинута доза випромінювання – це енергія іонізуючого випромінювання, поглинута одиницею маси речовини:

$$D=E/m$$

Одиниця поглинутої дози в СІ – грей (Гр):

1 Гр = 1 Дж/кг

Позасистемною одиницею поглинутої дози є рад:

1 Гр = 100 рад

Практично цю дозу визначити важко, тому оцінюють дію поглинутої тілом дози іонізуючою дією випромінювання в повітрі, яке оточує тіло.

Експозиційна доза іонізуючого випромінювання (рентгенівського або γ випромінювання) визначається сумарним зарядом іонів одного знаку, утворених випромінюванням в одиниці маси сухого повітря внаслідок його повної іонізації.

$$D_{екс} = q/m$$

Одиницею вимірювання експозиційної дози є 1 Кл/кг.

За одиницю експозиційної дози в СІ приймають дозу, яка утворює в 1 кг сухого атмосферного повітря кількість іонів одного знаку із загальним зарядом 1 Кл.

Позасистемною одиницею експозиційної дози є рентген (Р):

1 Р = 2,58 10^{-4} Кл/кг

Радіаційний фон – іонізуюче випромінювання земного та космічного походження.

Дія випромінювання на організм залежить не лише від поглинутої енергії, а й від швидкості зростання дози. Для характеристики цього процесу вводиться потужність дози.

Потужність поглинутої дози випромінювання

$$P = D/t$$

Біологічна дія іонізуючого випромінювання залежить від його виду. Для оцінки біологічної дії в дозиметрії порівнюють ефекти дії різних випромінювань з ефектами, зумовленими дією рентгенівських або γ-

променів. Вводиться **еквівалентна доза іонізуючого випромінювання**:

$$D_{екв}=кD$$

де к – коефіцієнт якості, що означає в скільки разів біологічна дія певного виду випромінювання сильніша від дії рентгенівського або у-випромінювання.

Вид випромінювання	**Коефіцієнт якості, к**
α-випромінювання	20
β-випромінювання	1
γ-випромінювання	1
Нейтрони	5-10
Протони	5

Одиницею еквівалентної дози в СІ є зіверт (Зв), а **позасистемною** – бер: 1 Зв = 100 бер

Еквівалентна доза, наприклад, 500…600 бер, отримана за короткий час, є смертельною. Гранично допустимою дозою вважають 5 бер протягом року. Радіоактивний фон природного та штучного походження відповідає еквівалентній дозі – 0,1 бер за рік.

Важливе практичне значення мають способи і методи вимірювання іонізуючого випромінювання.

Для цього використовують дозиметри, які реєструють дозу або потужність випромінювання. Індивідуальний дозиметричний контроль потрібний для оцінки і обмеження дози зовнішнього та внутрішнього опромінення людей, які потрапляють у сферу його дії. Для контролю за зовнішнім опроміненням використовують дозиметри, у яких є конденсаторні камери, спеціальні фотоплівки, термолюмінесцентні елементи. Контроль за внутрішнім опроміненням, тобто за потраплянням радіоактивних речовин в організм або їх вмістом у різних критичних органах здійснюється реєстрацією радіоактивності біологічних систем в організмі – крові, сечі тощо.

2. Біологічна дія іонізуючого випромінювання

Проходячи через речовину, заряджені частинки зіштовхуються з електронами атомів та залишають за собою ланцюжок іонів – відбувається руйнування або ушкодження молекул живої тканини.

Основною ареною для іонізуючої радіації на живі системи є клітина та її органели, складна структурно-функціональна організація яких впливає на кінцевий результат дії не менше, ніж енергія, швидкість та маса іонізуючих частинок.

У результаті дії смертельних доз радіації клітина під мікроскопом виглядає так само, як коли б вона була вбита високою температурою, або сильною отрутою; порушується цілісність і гладкість її оболонки, мембран ядра та інших клітинних органел; ядро ущільнюється, розривається або порушується. За меншої дози радіації клітина залишається живою, проте в її органелах відбуваються істотні зміни і, насамперед, у клітинному ядрі. Ядро зберігає спадкову інформацію власне клітини, цілого організму і навіть

біологічного виду. Передає цю інформацію від клітини до клітини, від організму до організму, забезпечуючи зв'язок поколінь.

Усі види іонізуючого випромінювання виявляють біологічну дію, в основі якої є різні взаємопов'язані реакції, що зумовлюють функціональні та морфологічні зміни в живих клітинах, органах та в організмі загалом. Людина зазнає дії радіації двома шляхами – внутрішнім та зовнішнім.

Внутрішнє опромінення зумовлене потраплянням в організм радіонуклідів та накопиченням їх у певних органах і тканинах. За однакової інтенсивності джерел внутрішнє опромінення більш небезпечне, ніж зовнішнє, тому що із збільшенням тривалості опромінення зменшується відстань між випромінювачем та тканинами. Внутрішні органи не мають захисного покриття (типу шкіри) і є беззахисними перед частинками з високою густиною іонізації. Більш ніж 90% радіонуклідів надходить в організм людини з продуктами харчування та водою і значно менше – з повітрям. Найбільш небезпечними радіонуклідами є стронцій-90 та цезій-137, які дуже активно впливають на біологічні цикли і мають великий період напіврозпаду.

Внутрішнє опромінення залежить від кількості радіонуклідів, що потрапили в організм, ступеня їх розчинності та всмоктування, характеру розподілу в органах і тканинах, а також від швидкості розпаду і виведення з організму. Всмоктування та розподіл радіонуклідів в організмі залежить від їхньої фізико-хімічної природи. Стронцій, ітрій, цирконій накопичуються переважно в кістках, церій і лантан – у печінці, кобальт-60 – у шлунково-кишковому тракті та легенях, цезій-137 – у печінці, селезінці та м'язовій тканині, йод-131 – у щитовидній залозі. Така вибіркова концентрація радіонуклідів у життєво важливих органах призводить до їх тривалого опромінення. Органи, які найбільше опромінюються внаслідок накопичення в них радіонуклідів, називають критичними.

Активність радіонуклідів зменшується внаслідок розпаду ядер і біологічного виведення їх з організму. Час, протягом якого активність радіонуклідів зменшується вдвічі в результаті фізичного розпаду та виведення з організму, називається ефективним періодом напіввиведення. Іонізуюче випромінювання, діючи на ядра та хромосоми клітин, зумовлює зміну генетичної інформації внаслідок впливу на основі спадкової функції організму.

Усі живі організми мають різну радіочутливість. Наприклад, деякі бактерії, віруси здатні переносити великі дози радіації – 100…10 000 Гр. Істотно меншою є стійкість до іонізуючого випромінювання в людини; смертельна доза радіації для людини 6±1 Гр. З'ясовано, що, починаючи з дози в 1 Гр, іонізуюче випромінювання негативно впливає на організм людини; гранично допустима доза зовнішнього опромінення за рік – до 5 Р.

Дію іонізуючого випромінювання на організм можна поділити на три етапи:

- перший етап триває тисячні й мільйонні частки секунди і характеризується фізико-хімічною дією. Поглинання великої енергії випромінювання зумовлює утворення іонізованих, активних у хімічному

відношенні атомів і молекул. Виникають радіаційно-хімічні реакції, внаслідок яких розриваються хімічні зв'язки і утворюються вільні радикали (H+, OH-, HO_2 , H_2O_2). Вільні радикали мають велику хімічну активність і вступають в реакцію з ферментами та тканинними білками, окислюючи та відновлюючи їх; порушуються біохімічні та обмінні процеси в органах і тканинах та накопичуються шкідливі для організму речовини; руйнуються білкові молекули, порушується дія ферментних систем та тканинне дихання;

- другий етап триває від декількох секунд до декількох годин і пов'язаний з дією іонізуючого випромінювання на клітини організму. Внаслідок цього ушкоджуються структурні елементи ядер клітин, у першу чергу ДНК, ушкоджуються хромосоми, які є носіями спадкової інформації, виникають хромосомні аберації, що зумовлюють онкогенні та генетичні зміни;

- третій етап характеризує вплив випромінювання на організм загалом. Наслідки цього впливу можуть виявлятися через кілька хвилин, далі посилюватись і реалізовуватись через багато років.

Найбільш чутливими до радіації є кровотворна система, формені елементи крові, лімфоцити, залози кишок, статеві органи, епітелій шкіри та кришталик ока, а менш чутливі – хрящі, внутрішні органи, м'язи, нервові клітини.

Ушкоджувальна дія радіації залежить від дози опромінення, її потужності, тобто навіть великі дози, діючи тривалий час, спричиняють менше ушкодження, ніж такі ж дози, поглинуті за короткий час.

Велика загроза зовнішнього опромінення зумовлена наявністю у довкіллі високої концентрації йоду-131. Засобом проти акумуляції радіоактивного йоду в органах і тканинах, особливо в щитовидній залозі, є вживання його нерадіоактивних аналогів, наприклад йодиду калію. Їжа має бути різноманітною, повноцінною, містити вітаміни, мікро- і макроелементи (натрій, калій, кальцій, фосфор тощо), які є конкурентними антагоністами певних радіонуклідів. Наприклад, кальцій є іонним конкурентом радіоактивних стронцію і радію. Тому достатня кількість кальцію в організмі зменшує акумулювання стронцію і радію та пришвидшує їх виведення з організму.

Конкурентом цезію-137 є калій. Споживаючи продукти, які містять багато калію (баклажани, горох, картопля, помідори тощо), можна зменшити накопичення радіоактивного цезію в критичних органах.

Вітаміни є антиоксидантами і захищають біологічні речовини від окиснення. Чим менше в клітинах кисню, тим вони менш чутливі до дії радіації. Слід споживати продукти, які багаті на вітаміни А, Е, Р, С, групи В.

Існують також хімічні препарати, які захищають людину від дії радіації. Вони називаються радіопротекторами. Ці речовини зменшують радіочутливість організму, сповільнюють радіохімічні реакції, захищають від ушкодження ферменти, нейтралізують вільні радикали.

Захист від зовнішнього рентгенівського, γ- та нейтронного випромінювання здійснюється завдяки комбінації трьох чинників: часу, відстані, екрану. Між тривалістю дії випромінювання та поглинутою дозою

виявляється лінійна залежність. Інтенсивність дози зменшується пропорційно до квадрату відстані від джерела випромінювання.

Екрани для захисту від рентгенівського та γ-випромінювання добирають, беручи до уваги густину речовини, а також концентрацію в них електронів. Для цього найкраще використовувати свинець. Захист від нейтронів забезпечують речовини, які містять компоненти, що поглинають нейтрони, наприклад бор, кадмій тощо.

Повідомлення: Чому іонізуюче випромінювання шкідливе і небезпечне для життя людини? Відомо, що *α-, β-, γ*-випромінювання мають різну проникну та іонізуючу здатність. Малу проникну здатність має *α*-випромінювання, найбільшу іонізуючу здатність має *β*-випромінювання, тому воно найнебезпечніше для людини, *γ*-випромінювання не викликає іонізації молекул в організмі, але під його дією приходять у збуджений стан атоми та молекули, переходячи в нормальний стан, випромінюють ультрафіолетові промені, які поглинаються тканинами організму. В організмі виникають біохімічні реакції, внаслідок чого розпадаються молекули білка та нуклеїнових кислот і виникає променева хвороба.

3. Застосування радіоактивних ізотопів

В атомних реакторах і на прискорювачах дістають радіоактивні ізотопи, які мають такі самі хімічні властивості, як і стабільні, але випромінюють радіоактивні промені і тому широко використовуються як мічені атоми:

в медицині – для діагностування захворювань, лікування, терапії;

в металургії – для контролю технологічного процесу;

в дефектоскопії;

в археології – для визначення віку знахідок – давніх предметів органічного походження (дерева, деревного вугілля, тканин тощо);

в промисловості – для контролю спрацювання поршневих кілець у двигунах внутрішнього згоряння, дифузії металів, процесів в доменних печах, для дослідження внутрішньої структури металевих виливків, щоб перевірити, чи немає в них дефектів;

в сільському господарстві – для підвищення врожайності опромінюють насіння рослин невеликими дозами (бавовник, капуста, редиска тощо), для боротьби з шкідливими комахами, для консервування харчових продуктів, для виведення цінних сортів пшениці, квасолі та інших культур;

в агротехніці – для з'ясування, яке із фосфорних добрив краще засвоює рослина.

4. Використання ядерних випромінювань у медицині

Атоми радіоактивних ізотопів – це своєрідні генератори випромінювання, яке можна зареєструвати та визначити його локалізацію. На цьому ґрунтується метод мічених атомів, що використовується в біологічних та медичних дослідженнях. Усередину досліджуваного об'єкта вводять радіоактивні ізотопи, а до поверхні тіла щільно прикладають фотоплівку. Ізотопи випромінюють *γ*-частинки, під дією яких фотоплівка чорніє,

особливо на тих ділянках, де вони найбільш сконцентровані. Цей метод дослідження називається авторадіографією. Якщо об'єкт має великі розміри, то використовують сканування: дозиметр повільно пересувають над об'єктом і реєструють місця накопичення радіоактивних ізотопів.

Метод мічених атомів використовують для діагностики захворювань. Наприклад, ізотопи ^{131}J застосовують для діагностики захворювань щитовидної залози. Цим методом досліджують обмін речовин в організмі, а саме: шляхи міграції, накопичення цукрів, інсуліну, глюкози; процеси всмоктування та засвоєння, перетравлювання жирів, білків, вуглеводів. З'ясовано, що до 30% фосфору в скелеті може поновитися за одну добу; обмін азоту відбувається від 3-4 днів до 1-2 тижнів; кальцій у різній кількості накопичується в молодих (90%) та старих кістках.

Радіоактивні ізотопи застосовуються в лікуванні злоякісних пухлин. Основою радіотерапії пухлин є істотна різниця в радіочутливості нормальних і ракових клітин. Коли пухлини розвиваються, їхні клітини діляться. У такому стані вони особливо чутливі до дії радіації. З фізичної точки зору це явище пояснюється тим, що молоді клітини містять багато води, яка активно взаємодіє з випромінюванням. Особливо часто використовують γ-випромінювання, отримане в результаті розпаду радіоактивного кобальту (^{60}Co). Препарат розміщують у спеціальному опромінювачі – кобальтовій «гарматі», чим забезпечується певна спрямованість та дозування випромінювання.

Родонова терапія – це використання мінеральних вод, які містять ^{222}Rn та його продукти, для лікування шкіри (родонові ванни), органів травлення (пиття) та дихання (інгаляції).

В онкології застосовують комбінацію α-частинок з потоками нейтронів. У пухлину вводять елементи, ядра яких під впливом потоків нейтронів спричиняють ядерну реакцію з утворенням α -випомінювання:

$$^{10}B + {}^{1}_{0}n = {}^{7}Li + \alpha$$

або

$$^{6}Li + {}^{1}_{0}n = {}^{3}H + \alpha$$

У результаті α-частинки і ядра віддачі утворюються в тій ділянці органу, яку потрібно піддати дії радіації.

Застосовують також внутрішнє введення радіоактивних препаратів, наприклад ізотопу фосфору (^{32}P), який концентрується в кістковій тканині, що сприяє нормалізації порушеного кровотворення.

Іноді в пухлину механічно вводять активні нукліди. Вони мають високу іонізуючу здатність, тому сприяють руйнуванню клітин пухлини.

Для отримання заряджених частинок з великою енергією використовують прискорювачі – циклотрони, синхротрони.

Слід зазначити, що зміни радіоактивного фону, а також стану магнітосфери та іоносфери Землі негативно впливають на екологію і стан біосфери. Техногенні джерела випромінювань, які широко використовує людство, також негативно впливають на екологічний стан нашої планети. Вивчення цих впливів сприяє збереженню біосфери.

5. Захист людини від радіоактивності

Під час роботи з джерелом радіації (радіоактивні ізотопи, реактори тощо) потрібно вживати заходів для радіаційного захисту всіх людей, які можуть потрапити в зону дії опромінювання.

Найпростіший метод захисту – це віддалення персоналу від джерела випромінювання на досить велику відстань. Навіть коли не враховувати вбирання в повітрі, інтенсивність радіації зменшується обернено пропорційно квадрату відстані від джерела. Тому ампули з радіоактивними препаратами не слід брати руками. Треба користуватися спеціальними щипцями з довгою ручкою. У випадках, коли неможливо бути на досить великій відстані від джерела випромінювання, для захисту від опромінення використовують перешкоди з поглинаючих матеріалів.

α-частинки – повністю поглинаються аркушем паперу завтовшки 0,1 мм.

β-частинки – повністю поглинаються алюмінієвим екраном завтовшки 4-5 мм.

γ-промені – шар свинцю завтовшки 1 см послаблює їх у 2 рази.

Найскладніше захищатися від γ-випромінювання і нейтронів, бо вони мають велику проникаючу здатність. Найкращим поглиначем γ-випромінювання є свинець. Повільні нейтрони добре поглинаються бором і кадмієм. Швидкі нейтрони спочатку сповільнюються за допомогою графіту.

6. Аномалії в живих організмах

Могутність і безсилля людини продемонстрував Чорнобиль. І застеріг: не захоплюйся своєю могутністю людино, не жартуй з нею. Нагромадження в природі шкідливих радіоактивних речовин згубно впливає на біосферу. У зонах, забруднених після аварії на ЧАЕС, уже сьогодні спостерігаються масові аномалії в живих організмах. (*Учні роблять повідомлення.)*

Повідомлення 1. Чорнобильська катастрофа викликала пригнічення імунної системи в людей і тварин, у результаті чого ускладнився перебіг таких хвороб, як грип, запалення легенів, зросла смертність від "звичайних" хвороб.

Повідомлення 2. Спостерігаються аномалії у рослин: гігантизм листків дерев, спотворення деяких рослин до такого стану, що важко визначити їх вид.

Повідомлення 3. Збільшилася частота появи деяких нежиттєздатних мутантів у тварин, поросят без очей, лошат з вісьмома кінцівками тощо.

Повідомлення 4. За даними гематологів, у роки максимуму і мінімуму сонячної активності середній рівень лейкоцитів у крові неоднаковий. При цьому найбільші перепади спостерігаються в північних широтах, де зміни сонячної активності сильніші.

Це зрозуміло, адже магнітне поле Землі відносить основну масу заряджених частинок (під дією сили Лоренца F =q v B) до полюсів.

Зростання сонячної активності призводить до зменшення в крові лейкоцитів і збільшення кількості лімфоцитів. Також різко збільшується кількість випадків серцево-судинних захворювань, у тому числі інфарктів міокарду.

Запитання до групи: Чи всі органи людського організму однаково реагують на опромінювання? (*робота з таблицею)*

Не всі органи однаково реагують на опромінювання. Встановлені гранично допустимі дози для деяких груп критичних органів і тканин.

група	**Органи людського організму**	**Допустима доза**
I	усе тіло, статеві залози і червоний кістковий мозок	**0,5 бер**
II	м'язова тканина, жирова тканина, шлунково-кишковий тракт, селезінка, печінка, нирки	**1,5 бер**
III	шкірні покриви, кісткова тканина, щитовидна залоза	**7,5 бер**
IУ	передпліччя, кисть, стопа	**8,5 бер**

Наша пам'ять майбутніх поколінь знову і знову повертатиметься до трагічних подій квітня 1986 року, коли атомна смерть загрожувала усьому живому .

Колись Павло Тичина, перебуваючи на до ядерній Чорнобильщині, писав про цю землю як щедру на врожаї, гомінку в селянських турботах, там вирувало життя, що не вщухало часом і вночі:

Учень.

Якісь дві пташки обізвалися
Та її жалісно... Осокори
Із грушею перемовлялися
Й незвично так о цій порі
Зачмихав трактор. І бабахкання
На весь Чорнобиль розляглось
Та знову спухло, кахкання
Вітерець обносив...

Це було колись. А нині?

Учень.

... І раптом вибух як сполох.
полум'я смертоносне,
і вмить здригалася планета
на всіх полюсах Землі.
Що вже не вмиються росами,
Як перед смертю, постиш
Батьки і діти малі.

М. Сингаївський

Запитання до групи: Чорнобильська катастрофа стала страшним символом у суспільній свідомості. Як ви гадаєте, чому?

Учень. Бо це – трагедія життя.

Викладач: Як вирок безглуздю звучать рядки Ліни Костенко:

Загадили ліси і землю занедбали.
Поставили АЕС в верхів'ях трьох річок.
То хто ж ви злочинці, канібали?
Ударив чорний дзвін. І досить балачок.
В яких лісах іще ви забарложні?
Що яничари ще занапастять?
І мертві, і ненароджені
Нікого з вас до віку не простять.

Задумаймося про своє майбутнє, поки не пізно.

Чорнобильська трагедія ввійде в історію, в усі хроніки людства як незагойна рана на тілі України. Надто дорого ми заплатили і ще заплатимо за Чорнобиль.

Закріплення нового матеріалу. (Осмислення, узагальнення і систематизація знань)

Дайте відповіді на питання (усно):

1. У яких одиницях вимірюється радіоактивність? *У греях (гр).*
2. У чому полягає суть методу мічених атомів? *Частину речовини, що вивчають, помічають спеціальним приладом. А потім іншим приладом - лічильником - фіксують зміни.*
3. Чому радіоактивні препарати зберігають у товстостінних свинцевих контейнерах? *Свинець поглинає заряджені частинки і допомагає уникнути випромінювання радіоактивних препаратів.*

Розв'яжіть задачу (письмово):

Задача 1. У зоні радіоактивного зараження потужність дози гамма-випромінювання становить 0,2 мГр/год. Як довго може перебувати людина в цій зоні, якщо гранично допустима поглинена доза становить 0,25 Гр?

Дано:
$N = 2 \cdot 10^{-4}$ Гр/год,
$D = 0{,}25$ Гр
t - ?

Розв'язок:

Поглинена доза випромінювання D пов'язана з потужністю дози співвідношенням:

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

Звідки

$$t = \frac{D}{N}$$

Підставляємо

$t = 0{,}25$ Гр / $2 \cdot 10^{-4}$ Гр/год = 1250 год

Відповідь: 1250 год.

Задача 2. Під час археологічних розкопок знайдено шматок деревини, в якій уміст радіоактивних ядер ізотопу вуглецю $^{14}_{6}C$ на 1,5% менший, ніж у свіжозрубаній деревині. Період напіврозпаду ізотопу $^{14}_{6}C$ становить 5570 років. Визначити, скільки років тому було зрубано знайдену деревину.

Дано:

$^{14}_{6}C$

T = 5570 років

$\frac{N}{N_0}$ =1,5%

t - ?

Розв'язок:

За законом радіоактивного розпаду, який описує розпад великої кількості ядер будь-якого радіоактивного ізотопу, кількість ядер N, які не розпалися за час t, дорівнює:

$$N = N_0 2^{-\frac{t}{T}}$$

де N_0 – початкова кількість ядер у момент t=0; T – період напіврозпаду – час, за який початкова кількість атомів радіоактивного елемента зменшується вдвічі.

За час радіоактивних ядер ізотопу Вуглецю зменшилася на 1,5 %, тобто N =0,985 N_0. Тоді

$$0{,}985 N_0 = N_0 2^{-\frac{t}{T}}$$

Скорочуючи на N_0 і логарифмуючи останнє рівняння, маємо:

$$\lg 0{,}985 = -\frac{t}{T}\lg 2$$

$$t = -\frac{\lg 0{,}985}{\lg 2} T \approx 121 \text{ рік}$$

Відповідь: Дерево було зрубано 121 рік тому.

7. Підбиття підсумків уроку

Учитель підбиває підсумок уроку, використовуючи метод обговорення та оцінює діяльність учнів на уроці.

8. Домашнє завдання

1. Вивчити теоретичний матеріал за конспектом.
2. Розв’язати задачу

Потужність еквівалентної дози іонізуючого випромінювання телевізора становить 0,0025 мкЗв/год. Яку еквівалентну дозу випромінювання можна отримати протягом 4 год перегляду телепередач?

Додаток 1

Опорний конспект учня

Дозиметрія – це розділ ядерної фізики, який кількісно вивчає дію іонізуючого випромінювання на речовину.

Поглинута доза випромінювання – це енергія іонізуючого випромінювання, поглинута одиницею маси речовини:

$$D=E/m$$

Одиниця поглинутої дози в СІ – грей (Гр):

1 Гр = 1 Дж/кг

Позасистемною одиницею поглинутої дози є рад:

1 Гр = 100 рад

Експозиційна доза іонізуючого випромінювання (рентгенівського або у-випромінювання) визначається сумарним зарядом іонів одного знаку, утворених випромінюванням в одиниці маси сухого повітря внаслідок його повної іонізації.

$$D_{екс} = q/m$$

Одиницею вимірювання експозиційної дози є 1 Кл/кг.

Позасистемною одиницею експозиційної дози є рентген (Р):

1 Р = 2,58 10^{-4} Кл/кг

Радіаційний фон – іонізуюче випромінювання земного та космічного походження.

Потужність поглинутої дози випромінювання

$$P = D/t$$

Біологічна дія іонізуючого випромінювання залежить від його виду. Для оцінки біологічної дії в дозиметрії порівнюють ефекти дії різних випромінювань з ефектами, зумовленими дією рентгенівських або у-променів. Вводиться **еквівалентна доза іонізуючого випромінювання**:

$$D_{екв}=кD$$

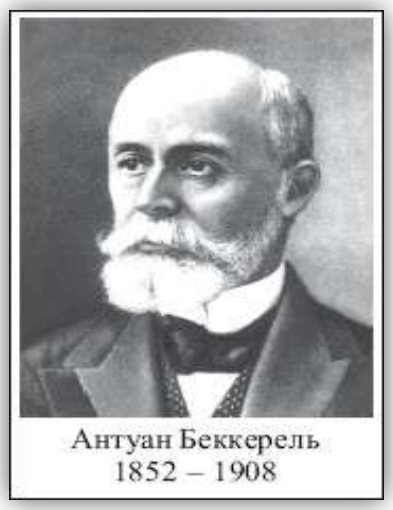
де к – коефіцієнт якості, що означає в скільки разів біологічна дія певного виду випромінювання сильніша від дії рентгенівського або у-випромінювання.

Одиницею еквівалентної дози в СІ є зіверт (Зв), а **позасистемною** – бер: 1 Зв = 100 бер

	Іонізуюче випромінювання	**Джерела випромінювання**	**Захист від радіації**
a.	рентгенівське випромінювання;	космічне випромінювання;	віддалення від джерела випромінювання на значні відстані;
b.	гамма-випромінювання;	продукти ядерних вибухів;	захисний одяг;
c.	альфа-частинки;	установки, які використовують радіоактивні препарати;	перешкоди з поглинаючих матеріалів;
d.	протони;	медичне обладнання;	особливий режим харчування та використання води;
e.	нейтрони.	будівельні матеріали;	медикаментозне лікування.
f.		телебачення;	
g.		мобільні телефони;	
h.		комп’ютери;	
i.		атомні електростанції.	

Додаток 2

Цікавинки з історії винаходів

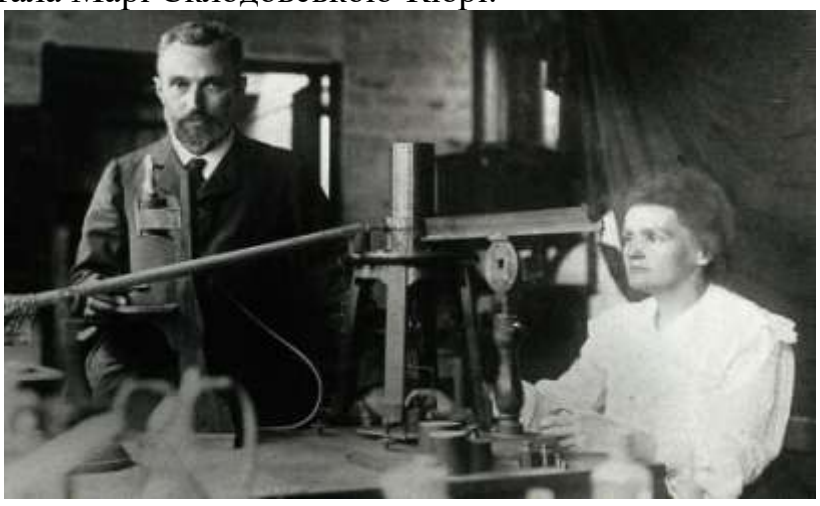

Антуан Беккерель
1852 – 1908

У 1896 році, французьким фізиком Антуаном Анрі Беккерелем, було відкрито явище радіоактивності. Дане явище відразу зацікавило багатьох інших вчених. 121 років тому, 1897 року, Марія Складовська-Кюрі, за порадою чоловіка П'єра Кюрі, зайнялась вивченням явища радіоактивності. Через деякий час цією проблемою зайнявся і П'єр Кюрі.

У 1932 році, Ірен Жоліо-Кюрі – донька Марії та П'єра Кюрі, яка народилась 121 років назад (1897), разом із чоловіком Фредеріком Жоліо опромінюючи нерадіоактивні речовини α-частинками, виявили, що деякі з них після опромінення стають радіоактивними. Це явище отримало назву штучної радіоактивності.

Для всієї цієї сім'ї робота в прямому значенні коштувала життя. Марія Кюрі померла від променевої хвороби. П'єр Кюрі трагічно загинув. Від багаторічної праці з природними радіоактивними елементами і штучними радіоактивними ізотопами померли також її донька Ірен та зять Фредерік.

Перша жінка, яка отримала Нобелівську премію, народилася 151 років назад – 7 листопада 1867 року у Варшаві. Марія росла в сім'ї, де винятково високо цінувалася освіта. Шлях у науку для Марії Склодовської-Кюрі не був безхмарним. Після закінчення гімназії у Варшаві вона не змогла навчатися в університеті – він був закритим для жінок. Тому дівчина шість років працювала гувернанткою, щоб заощадити гроші на навчання. Зовсім молодою жінкою Склодовська поїхала до Парижа, маючи на меті вивчити математику, хімію і фізику. Своє навчання розпочала в Сорбонні у 1891 році і була першою жінкою, що стала викладачем цього знаменитого навчального закладу. Вона погодилася з французьким варіантом написання свого імені (Марі), а невдовзі познайомилася з молодим викладачем фізики Паризького університету П'єром Кюрі. Коли вони одружилися, гарна талановита полька стала Марі Склодовською-Кюрі.



Марія Складовська-Кюрі з П'єром Кюрі

Чоловік і дружина разом розпочинають дослідження радіоактивних матеріалів. Вони помічають, що руда урану має набагато більшу радіоактивність, ніж можна було б очікувати, базуючись тільки на вмісті урану. Марі та П'єр наполегливо шукають джерела додаткової радіоактивності. І виявляють два високорадіоактивні елементи, які згодом одержують назву «радій» і «полоній». За це відкриття у 1903 році їм присуджують Нобелівську премію з фізики разом з іще одним французьким фізиком Антуаном Анрі Беккерелем, який відкрив явище природної радіоактивності.

В той час люди не мали щонайменшого уявлення про біологічну дію радіоактивного випромінювання. І в дощовий четвер 19 квітня 1906 року перевтомлений, ослаблений внаслідок постійного впливу радіації, 47-річний П'єр Кюрі, перетинаючи вулицю Дофіни в Парижі, наштовхується на одного з коней важкої вантажної хури. Кінь стає на диби і П'єр, послизнувшись на мокрій бруківці, опиняється під його копитами. Незважаючи на зусилля візника, заднє ліве колесо шеститонної п'ятиметрової махини розтрощує голову жертви — геніальну голову П'єра Кюрі. Трагічна безглуздість. Коли ім'я потерпілого стало відомо, знадобилися чималі зусилля поліції, щоб захистити від самосуду візника хури Луї Манена. Для Марі Кюрі настали найтрагічніші години її життя. Рядки її короткого щоденника якоюсь мірою передають стан її душі. В них біль, відчай, туга за чоловіком.

Так, Марія Кюрі була Жінкою. Жінкою, що кохала і була коханою. Але ще вона була Великим Фізиком і Дружиною Великого Фізика. І коли вона, призначена професором кафедри, якою колись керував її чоловік, під грім овацій увійшла до аудиторії, то почала свою лекцію тією ж фразою, якою закінчив останню у своєму житті лекцію П'єр Кюрі: «Коли стоїш віч-на-віч з успіхами, досягнутими фізикою за останні десять років, мимоволі дивуєшся тим зрушенням, які сталися у наших поняттях про електрику і про матерію...»

Мадам Кюрі продовжувала роботу над радіоактивними елементами і в 1911 році одержала другу Нобелівську премію (цього разу вже в галузі хімії) за виділення радію і вивчення його хімічних властивостей. Можна не сумніватися, що якби П'єр Кюрі був живий, його б нагородили разом із дружиною.

Ірен Жоліо-Кюрі разом зі своїм чоловіком Фредеріком Жоліо

У 1914 році вона бере активну участь у створенні Інституту радію в Парижі і стає його першим директором. Коли спалахнула перша світова війна, Марія Кюрі збагнула, що просвічування рентгенівськими променями допоможе виявляти кулі у тілі поранених і тим самим полегшить працю військових хірургів. Не будучи лікарем, вона зрозуміла, як важливо не рухатися після поранення до проведення діагностики, і сконструювала спеціальні пересувні фургони для медичних рентгенівських аналізів, а також допомогла 150 медичним сестрам опанувати необхідні прийоми роботи.

4 липня 1934 року, доживши лише до 67 років, Марія Склодовська-Кюрі померла від лейкемії, спричиненої, безумовно, високими рівнями радіації, яка супроводжувала практично всі її дослідження. На її честь Інститут радію в Парижі був перейменований на Інститут Кюрі. Лише один рік не дожила Марія Склодовська-Кюрі до щасливої події: у 1935 році її дочка Ірен Жоліо-Кюрі разом зі своїм чоловіком Фредеріком Жоліо одержали Нобелівську премію з хімії за синтез нових радіоактивних препаратів. Воістину нобелівська династія!

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Смолінська У.Є. Фізика. Навчальний посібник. – Львів:Сполом, 2010 (2018). – 321 с.
2. Ємчик Л.Ф., Кміт Я.М. Медична і біологічна фізика: Підруч. – Львів: Світ, 2003.– 592 с.
3. Пастушенко С. Розвязуємо задачі з фізики: 11 клас. – К.: Вид.дім «Шкіл.світ»: Вид. Л. Галіцина, 2005. – 128 с. – (Б-ка «Шкіл.світу»)
4. Нємченко К.Е., Дудінова О.В. Фізика: Практичний довідник. – Харків: ФОП Співак В.Л., 2009. – 280 с. + 40 с. вкладка.
5. М.М. Білик, Л.В. Варениця, З.Ю. Максимович. Фізика. Робочий зошит. 11 клас. Рівень стандарту. Навчально- методичний посібник.
6. Туманцова О.О. Фізика. 11 клас. Рівень стандарту: Розробки уроків/ О.О. Туманцова. – Х.: Видавництво «Ранок», 2010. – 320 с.
7. Жежнич І.Д., Штогрин Б.В. Фізика. Означення, формули, задачі. Навчальний посібник. – Львів, Афіша, 2001. – 384 с.
8. Терещук Б.М., Лапинський В.В. Фізика. Довідник старшокласника та абітурієнта. – Харків: ТОРСІНГ ПЛЮС, 2005. – 304 с.
9. Пастушенко С. Розв’язуємо задачі з фізики: 11 клас. – К.: Вид. дім «Шкіл. світ»: Вид. Л. Галіцина, 2005. – 128с. – (Б-ка «Шкіл. світу»).
10. Інтернет
11. Науково-популярний природничий журнал для дітей «Колосок», 2006 – 2016 рр.
12. Періодична преса

Мазур Леся Іванівна, *викладач фізики і астрономії ВПУ №29 м.Львова*

Урок на тему: ЛЮМІНЕСЦЕНЦІЯ. ТИСК СВІТЛА. ХІМІЧНА ДІЯ СВІТЛА.

Мета уроку:

навчальна: пояснити фізичну сутність люмінесценції, показати практичну значущість вивченої теми на прикладах використання люмінофорів у повсякденному житті; пояснити фізичну природу тиску світла з точки зору електромагнітної та квантової теорій, встановити міжпредметні зв'язки з курсом астрономії; пояснити фотохімічні реакції та сутність процесу фотосинтезу.

розвиваюча: розвивати самостійну пізнавальну діяльність учнів, логічне і абстрактне мислення, навички практичної роботи, фізичну мову, розвивати інтерес до пояснення фізичних явищ.

виховна: виховувати свідоме ставлення до навчання, цілеспрямованість, працелюбність, виховувати культуру праці, наполегливість у будь-якій роботі, толерантність, дружелюбність, культуру мовлення.

Тип уроку: комбінований.

Методи проведення уроку: мозковий штурм, бесіда, розповідь.

Міжпредметні зв'язки: математика, хімія (реакції), біологія (фотосинтез), астрономія (комети).

Обладнання: дифракційна решітка, джерело світла, лінійка, штатив, мультимедійний комплекс, діапроектор, екран, слайди.

Хід уроку

Фізика – цікава річ.
Вона цікавить навіть тоді,
коли в ній нічого не розумієш.
М. Аров

І. Організаційний момент.

ІІ. Актуалізація опорних знань та вмінь. *(Додаток 1)*

ІІІ. Мотивація навчальної діяльності учнів: оголошення теми і мети уроку.

IV. Вивчення нового матеріалу.

Тим, хто вчить фізику,
тим, хто любить фізику,
тим, хто знає фізику,
тим, хто ще не знає, що він любить фізику,
даний урок присвячується.

Усі без винятку тіла, температура яких не дорівнює абсолютному нулю, є джерелами електромагнітного випромінювання. Воно обумовлене тепловим рухом частинок речовини і тому називається тепловим. Інтенсивність теплового випромінювання дуже швидко зростає з підвищенням температури. Поряд з тепловим випромінюванням у природі існує випромінювання тіл, що не залежить від їх температури. Воно виникає за рахунок будь-якого виду енергії мимоволі.

Люмінесценція – це явище випромінювання світла джерелами за рахунок енергії (крім теплової), яка надходить до них в результаті різних процесів. Інша назва – холодне світло.

Люмінесценція відома ще з глибокої старовини. Однак пройшло багато століть, перш ніж людині вдалось цілком розкрити її природу.

Наукову розробку цього питання починають В.В. Петров, Стоці, Беккерель.

Термін «люмінесценція» і класифікацію типів світіння вперше запропонував німецький фізик Відеманн, однак його визначення було неповним.

Залежно від процесів, при яких виникає холодне свічення, розрізняють кілька видів люмінесценції.

Хемілюмінесценція – це випромінювання світла тілами за рахунок хімічної реакції з виділенням енергії, що відбувається в речовині.

Наприклад, жовтий фосфор, поволі окислюючись у повітрі, інтенсивно випускає холодне світло, а також світіння комах, морських риб і дрібних тварин, деяких сортів грибів, шматків гниючої деревини, багатьох бактерій.

Електролюмінесценція – це випромінювання світла під час пропускання через речовину електричного струму або під дією електричного поля.

Це полярне сяйво, рекламні трубки різного кольору залежно від природи газу.

Фотолюмінесценція – це випромінювання світла речовиною внаслідок дії на неї видимим, ультрафіолетовим, рентгенівським і гамма-випромінюваннями.

Виникає при опроміненні багатьох речовин – сульфіду цинку, платіноціаната барію, гасу, ряду органічних барвників. Це люмінесцентні лампи.

Розрізняють два види фотолюмінесценції: флюоресценція і фосфоресценція.

Флюоресценція – це свічення тіл, що відбувається тільки в процесі їх опромінення.

Фосфоресценція – це свічення тіл, що відбувається як під час опромінення, так і після його припинення.

Тривалість післясвічення при флюоресценції не перевищує 10^{-3} с, а при фосфоресценції післясвічення може продовжуватися годинами, цілодобово і навіть місяцями. Принципової відмінності між цими видами люмінесценції немає. Фосфоресценція відрізняється від флюоресценції тільки тривалістю післясвічення.

Термолюмінесценція – це випромінювання світла речовиною під час її нагрівання.

Наприклад, вольфрамова спіраль лампи розжарювання.

Катодолюмінісценція – це випромінювання світла під час бомбардування тіл електронами або іншими зарядженими частинками.

Прикладом є електронно-променева трубка.

Речовини, здатні випускати світло при їх опроміненні, називаються **люмінофорами.**

Усі спроби пояснити холодне свічення тіл, виходячи з електромагнітної теорії світла, виявилися невдалими. Квантова теорія світла це явище пояснює таким чином.

Припустимо, що молекула або атом люмінофора має п’ять енергетичних рівнів. При поглинанні фотона молекула переходить у збуджений стан. Проте цей стан нестійкий і молекула повертається в стійкіший стан, випромінюючи при цьому надлишок енергії у вигляді світлового кванта. Так виникає холодне свічення тіл.

Процес випромінювання холодного світла може відбуватися прямо: електрони відразу переходять із збудженого стану в нормальний. У цьому випадку молекула люмінофора випромінює такий же квант енергії, який вона поглинула. У деяких люмінофорів процес випромінювання може мати каскадний характер: електрони переходять з найбільш високого енергетичного рівня в нормальний стан через ряд проміжних рівнів. Тоді енергія випромінювання квантів буде меншою за енергію поглиненого кванта, але загальна сума енергій випромінюваних квантів (згідно з законом збереження енергії) може бути або меншою, або, в крайньому випадку, дорівнювати тій енергії, яку поглинає молекула: $\Delta E_{\text{В}} \le \Delta E_{\text{П}}$ або $h\nu_{\text{В}} \le h\nu_{\text{П}}$, звідси:

$\nu_{\text{В}} \le \nu_{\text{П}}$ або $\frac{c}{\lambda_{\text{В}}} = \frac{c}{\lambda_{\text{П}}}$. Отже, $\lambda_{\text{В}} \ge \lambda_{\text{П}}$.

Таким чином,

довжина хвилі світла, що випускається люмінесціюючою речовиною, завжди більша або дорівнює довжині світлової хвилі, падаючої на речовину.

Цей закон був встановлений експериментально англійським фізиком Дж. Стоксом і носить його ім’я – **закон Стокса.**

Джордж Стокс (1819-1903)

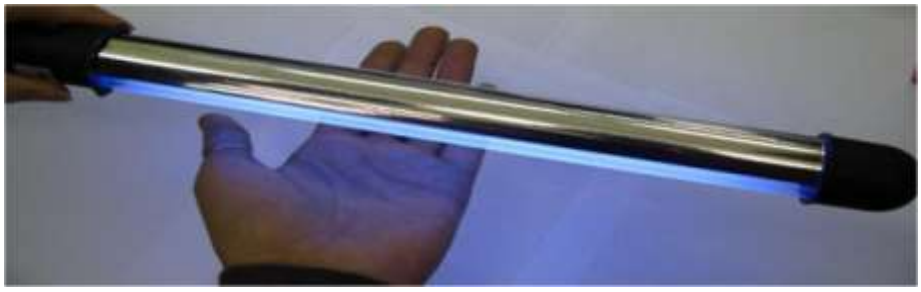
У більшості випадків деяка частина енергії квантів світла, що поглинаються, перетворюється на внутрішню енергію тіл і тому, як правило, атоми і молекули люмінофора випромінюють кванти світла меншої енергії, ніж поглинають.

Явище люмінесценції покладене в основу будови люмінесцентних ламп. Люмінесцентна лампа є скляною трубкою, в яку з обох кінців упаяні вольфрамові електроди у вигляді спіралей. Внутрішня поверхня трубки покрита тонким шаром люмінофора. З трубки ретельно відкачують повітря. Потім її наповнюють під невеликим тиском аргоном і вводять кілька крапельок ртуті.

При включенні лампи в мережу змінного струму вольфрамові електроди розжарюються і з них вилітають електрони. Під дією електричного поля електрони набувають великої швидкості і, стикаючись з нейтральними атомами Аргону, йонізують їх. У аргоні виникає тліючий розряд, при цьому газ нагрівається, ртуть випаровується і пара ртуті випускає ультрафіолетові промені. Ультрафіолетові промені поглинаються атомами люмінофора і він випромінює видиме світло. Експериментально добирають такий склад люмінофора, який випромінює світло, за спектральним складом близьке до денного.

Спектральний склад люмінесцентного випромінювання є характерним для кожної речовини, і тому явище люмінесценції використовується для визначення хімічного складу різних речовин (люмінесцентний аналіз). При вивченні складу речовини методом люмінесцентного аналізу речовину опромінюють ультрафіолетовими променями. Спектр холодного світла, що вивчається при цьому, вивчають за допомогою спеціального люмінесцентного мікроскопа (мікроаналіз) або просто спостерігають неозброєним оком (макроаналіз) залежно від розміру досліджуваного об’єкта. Люмінесцентний аналіз отримав широке застосування в медико-біологічних дослідженнях, у гігієні і судовій медичній експертизі.

Під дією ультрафіолетових променів люмінесціюють різні тканини (нігті, зуби, склера, кришталик і ін.) і багато мікроорганізмів (бактерії прокази, дифтерії, туберкульозна паличка і т.д.). Це дає



змогу проводити за допомогою люмінесцентного аналізу ряд важливих мікробіологічних досліджень, якщо звичайна мікроскопія виявляється менш ефективною. За допомогою люмінесцентного аналізу визначають ступінь придатності багатьох харчових продуктів: овочів, фруктів, яєць, муки, масла, риби, м'яса і ін. Цим же методом визначають ступінь чистоти лікарських препаратів, наявність вітамінів або отрут у харчових продуктах.

Існування тиску світла вперше передбачив у 1604 р. німецький астроном Кеплер при поясненні утворення хвоста комети. В 1865 р. англійський фізик Максвелл за допомогою своєї теорії електромагнітного поля теоретично обчислив тиск світла. $p=4\cdot10^{-8}Па.$

Тиск світла – це тиск, який утворюють світлові електромагнітні хвилі, які падають на поверхню даного тіла.

Фізичний зміст тиску світла. Під впливом електричного поля електромагнітної хвилі електрони в тілах коливаються. Виникає електричний струм, напрямлений вздовж напруженості електричного поля. На електрони, що рухаються впорядковано (електричний струм) діє сила Лоренца з боку магнітного поля. За правилом лівої руки сила Лоренца напрямлена в бік поширення хвилі. Це і є сила світлового тиску.

Лебедєв Петро Миколайович (1866-1912)

В 1900 р. тиск світла визначив на досліді російський фізик Петро Миколайович Лебедєв. Десять років пішло на визначення тиску світла на гази.

У дослідах Лебедєва однакові світлові потоки направлялись на два легенькі металеві диски, підвішені на тонкій нитці. Один диск був дзеркальним і відбивав падаюче на нього світло, другий – чорним, який його поглинав. У разі одночасного освітлення двох дисків відбувалось їх повертання навколо вертикальної осі.

За кутом закручування пружної нитки підвісу можна було виміряти момент сил, які викликали цей поворот. Закручування нитки підвісу відбувалося в напрямі, що відповідав більшій силі тиску світла на дзеркальний диск, який відбивав світло.

При визначенні тиску Лебедєв зустрівся з великими труднощами. Тут і переборення ударів молекул об стінки посудини і неоднакове нагрівання крилець. За долання цих всіх труднощів, завдяки ювелірній роботі, точності П.М. Лебедєва було названо «батьком експерименту».

Дослід Лебедєва можна розглядати як доказ того, що фотони мають імпульс згідно корпускулярної теорії.

Значення дослідів Лебедєва:

- ~ Довели матеріальність світла, нерозривність матерії і руху та матеріальність електромагнітного поля.
- ~ Підтвердження теорії Максвелла про те, що світло за своєю природою є електромагнітна хвиля. (У. Томсон: «Я все життя воював з Максвеллом, не визнаючи його світлового тиску, а ось Лебедєв примусив мене здатися перед його дослідами»).
- ~ Підтвердження закономірностей виникнення хвостів комет (розвинув вчений Ф. Бредіхін).
- ~ Розвиток космогонії – науки, яка вивчає походження і розвиток небесних тіл (фізики, астрономи В. Амбарцумян, О. Шмідт та ін.).
- ~ Визначний фізик С. Вавілов: «З часу відкриття Лебедєва світло з повною підставою стало для фізики однією із форм рухомої матерії і протиставлення світла і матерії назавжди зникло у цьому синтезі».

(Додаток 2)

Причина світлового тиску: імпульс фотонів, коли їх вбирає речовина, за законом збереження імпульсу, передається речовині. Нерухоме тіло починає рухатись. Зміна імпульсу тіла згідно із законами механіки означає, що на тіло діє сила.

Отже, тиск світла можна пояснити як з точки зору корпускулярної теорії, так і з точки зору теорії електромагнітного поля. Цей експеримент підтвердив, що світло має дуалістичний характер, тобто за своїми властивостями є електромагнітною хвилею і потоком частинок.

Але цінність науки полягає не тільки в тому, що вона з'ясовує складну і багатогранну будову навколишнього світу, а й тому, що вона дає нам в руки засоби, за допомогою яких можна удосконалити виробництво, впроваджувати наукові дослідження у народне господарство.

Хоча, тиск світла дуже малий, його дія може бути істотною, ось деякі приклади цього.

- ❖ *Тиск світла застосовують у промисловості для виготовлення і обробки виробів лазером (отвір в алмазі вручну роблять 2 год., а лазером – миттєво).*
- ❖ *В майбутньому будуть створені фотонні ракети для космічних польотів, де реактивна тяга двигуна створюватиметься світловим тиском надпотужного пучка.*
- ❖ *Тиск світла можна побачити, спостерігаючи за кометою. Її хвіст в результаті дії тиску світла завжди направлений від Сонця, тому комета, рухаючись, частину шляху проходить «задом наперед».*
- ❖ *Неврахування світлового тиску американцями привело до того, що супутник «Ехо» (США), замість 20 років, обертався на орбіті лише 1*

рік. Він мав легку кулю діаметром близько 30 м. За один оберт внаслідок тиску Сонця супутник зміщувався з орбіти на 5 км.

- *Всередині зірок при температурі декілька десятків мільйонів Кельвінів тиск електромагнітного випромінювання досягає величезного значення і саме цей тиск перешкоджає необмеженому стисканню зірок. Тиск світла поряд з гравітаційними силами відіграє істотну роль у процесах, що відбуваються всередині зірок.*

Хімічна дія світла як один із проявів взаємодії світла та речовини.

Фотохімічна реакція – це розривання електронних зв'язків у молекулі речовини під час поглинання нею фотона, тобто поділ її на атоми під дією світла.

Наприклад, $Cl_2 + h\nu \to Cl + Cl$ - початкова реакція розкладання молекули хлору на два атоми. Потім ідуть вторинні хімічні реакції, та відбувається ланцюгова хімічна реакція: $Cl + H_2 \to HCl + H$, $H + Cl_2 \to HCl + H$ і т. д.

Виходячи з фотонної структури світла, А.Ейнштейн сформулював два закони фотохімії:

1) кожний поглинений речовиною фотон викликає перетворення однієї молекули;

2) молекула вступає у фотохімічну реакцію під дією фотона лише в тому випадку, коли енергія фотона не менша за певне значення, необхідне для розриву молекулярних зв'язків (енергія активації).

Реакції синтезу – це реакції, у результаті яких під дією світла більш прості молекули перетворюються на більш складні.

Реакції розкладу – це реакції, у результаті яких під дією світла більш складні молекули перетворюються на більш прості.

Приклади хімічної дії світла: фотосинтез, вицвітання фарб, утворення загару, процес фотографування на плівку.

Процес утворення під дією світла органічних речовин із неорганічних на основі Карбону дістав назву **фотосинтезу.**

Вуглекислий газ із повітря потрапляє в зелені листки рослин. Тут під дією світла вуглекислий газ вступає в хімічну реакцію з водою. У результаті складних процесів у рослині утворюються органічні речовини. При цьому виділяється молекулярний

кисень O_2. початковий і кінцевий етапи цього процесу записується в такий спосіб:

$CO_2 + h\nu \to CO_2^*$, $nCO_2^* + nH_2O \to (CH_2O)_n + nO_2$.

Для глюкози, наприклад, n=6. Зірочка при CO_2 означає, що молекула вуглекислого газу, поглинувши фотон, перетворилася на активовану молекулу.

У житті людини велику роль відіграє здатність ока сприймати світло. Поглинання фотона світла в світлочутливій клітині сітківки ока спричиняє розкладання молекули білка – родопсину. Під час розкладання молекули родопсину виникає сигнал, який нервовими волокнами передається в мозок. У темноті родопсин відновлюється, і клітини знову стають здатними до сприймання світла.

Процес одержання фотознімка складається з чотирьох операцій: фотозйомки, проявлення фотоплівки, її закріплення (фіксування) та фотодруку.

Фотографія

- Фотографічний процес – це фотохімічний процес. Зерна галогенідів срібло, що складається з впорядковано розташованих атомів срібла і галогену (напр., хлору), при експозиції на світлу руйнуються під дією декількох фотонів. Падаючий фотон розриває зв'язок між атомами срібла і хлору в молекулі, і в результаті звільнений атом срібла з'єднується з іншими атомами срібла на поверхні зерна. Крихітна плямочка срібла, що утворилася, є носієм інформації про те, що світло експонувало цю частину плівки. Зображення не буде видимим, навіть якщо його розглядати на світлові.

Фотозйомка – одержання дійсного зображення об’єкта у світлочутливому шарі (емульсії) фотоплівки. Фотоемульсія: желатин і дрібні зерна $AgBr$. Квант енергії $h\nu$ відриває електрони від деяких йонів Брому, що захоплюються йонами Аргентуму. У зернах $AgBr$ утворюються нейтральні атоми, кількість яких пропорційна освітленості плівки. Ці атоми створюють приховане зображення об’єкта зйомки.

Проявлення фотоплівки полягає ось у чому: проявник (гідрохінон або метон) відновлює бромисте срібло до вільного металевого срібла.

У процесі закріплення в розчині натрій тіосульфату $Na_2S_2O_3$ відбувається видалення з фотошару всіх світлочутливих зерен солей Аргентуму, що не встигли розкластися. Закріплення завершується промиванням плівки у воді.

Фотодрук – перенесення зображення з фотоплівки на світлочутливий фотопапір. Негативне зображення з фотоплівки проектується на фотопапір, де утворюється приховане позитивне зображення. Потім цей фотопапір із зображенням проявляють, фіксують, промивають, сушать і одержують фотографію об'єкта.

Фотографія дуже точно і на тривалий час здатна зафіксувати події, які з часом відходять у минуле. Велике значення має фотографія для науки. Такі швидкі процеси, як удар блискавки, зіткнення елементарних частинок, можна зафіксувати на фотографії і потім детально вивчити.

Об'єкти, які посилають настільки слабке світло, що їх не можна розрізнити оком, можна зафіксувати на фотопластинці за досить великої витримки, тобто великому періоді освітлення пластинки. Саме тому такі дуже віддалені від нас об'єкти, як галактики, вивчаються за фотографіями.

Сучасна техніка дає змогу фотографувати не лише у видимому світлі, а й у темноті при інфрачервоному освітленні.

Фізика навколо нас

Якщо бажаєш перерахувати ти,
За що нам фізиці подякувати треба,
То озирнись навколо себе, глянь на небо
І до його висот ти думкою злети.
І літакові сили фізика дала,
Щоб він долав небесні далі неозорі.
Ракета мчить, і миготять назустріч зорі…
У цьому фізики є частка немала.
А фотографія? А відео? Кіно?
А мікроскоп, що мікросвіт нам відкриває?
А в телескопі небо, наче оживає.
І все це фізикою в руки нам дано.
Ну, а комп'ютер? Знову фізики прогрес.
Ввійшов трудяга цей і в побут, і в науку,
І за комп'ютер кожен з нас підніме руку,
Без нього жоден ми не мислимо процес.
Ти молодий. Сучасний любиш ти талант –
Поп-співаків, і різні ВІА, ритми танцю…
Качаєш музику на телефон – і вже вранці
Піднявся настрій твій А фізиці – віват!
В ошатній залі йде озвучення концерту.
Колонки тут, підсилювач, магнітофон.
Де б не сидів – ти добре чуєш. І завмер ти:
Співак улюблений взяв в руки мікрофон.
Отож бо фізиці підвладне в світі все,
Технічний розвиток нам фізика несе.

В. Дворецька

V. Закріплення нових знань та вмінь.

1. Які є види люмінесценції?
2. Хто вперше експериментально визначив тиск світла?
3. Навести приклади хімічної дії світла.
4. Задача. *На кожен квадратний сантиметр чорної поверхні щосекунди падає $2{,}8\cdot10^{17}$ квантів випромінювання з довжиною хвилі 400 нм. Який тиск створює це випромінювання?*

Дано:	СІ	Розв'язання
$t = 1\ c$		$p = N\frac{F}{S}$ - тиск
$S = 1\ см^2$	$=1\cdot10^{-4}\ м^2$	
$N = 2.8\cdot10^{17}$		$\frac{h}{\lambda} = F\cdot t$ - імпульс
$\lambda = 400\ нм$	$=4\cdot10^{-7} м$	$F = \frac{h}{\lambda\cdot t}$
p - ?		$p = \frac{N\cdot h}{\lambda\cdot t\cdot S}$

$$p = \frac{2{,}8\cdot10^{17}\cdot6{,}63\cdot10^{-34}\ Дж\cdot с}{4\cdot10^{-7}\ м\cdot1с\cdot1\cdot10^{-4}\ м^2} = 4{,}64\cdot10^{-6}\ Па$$

Відповідь. $p=4{,}64\cdot10^{-6}$ *Па.*

5. Задача. *Тиск сонячного світла на поверхню Землі $p=4{,}5\cdot10^{-6}$ Па. Визначити енергію випромінювання, яке падає щосекунди на 1 $м^2$ поверхні Землі, розміщеної перпендикулярно до променів.*

Дано:	Розв'язання
$p=4{,}5\cdot10^{-6}$ Па	$E = \frac{hc}{\lambda}$
$t=1\ c$	З попередньої задачі $p = \frac{h}{\lambda\cdot t\cdot S}$
$S=1\ м^2$	
E-?	$\lambda = \frac{h}{p\cdot t\cdot S}$; $E = c\cdot p\cdot t\cdot S$
	$E=3\cdot10^8 м/с\cdot4{,}5\cdot10^{-6}Па\cdot1с\cdot1м^2=1350\ Дж$

Відповідь. $E=1350\ Дж$

VI. Підведення підсумків уроку та оцінювання знань учнів.

VII. Домашнє завдання:

В.Сиротюк, В.Баштовий. Фізика 11 клас. Вивчити § 40.

Розв'язати задачу. *На 1 $м^2$ чорної поверхні щосекунди падає $n=2{,}5\cdot10^{15}$ фотонів рентгенівського випромінювання з частотою $\nu=7\cdot10^{19}$ Гц. Який тиск створює це випромінювання на поверхню?*

Додаток 1

1) Група ділиться на дві команди: «Кванти» і «Фотони». Кожній команді задається по 15 питань, якщо команда не знає відповіді, то інша команда може відповідати. Правильна відповідь оцінюється в 1 бал.

Питання команді «Кванти»:

1. Що рухається зі швидкістю 300 тис. км/с. *(світло)*
2. Залежність швидкості світла від частоти коливань або довжини хвилі називається … *(дисперсією)*
3. Кут падіння дорівнює куту відбивання – це закон *(відбивання світла)*
4. Світлові хвилі однакових частот і сталої в часі різниці фаз називаються … *(когерентними)*
5. Двері не відчиняє, а в дім потрапляє. *(сонячний промінь)*
6. Який тип спектра дає світло від лампи розжарювання, що пропущене через холодний газ? *(спектр поглинання)*
7. Чому погано видно через скло у дощ? *(заломлення і розсіювання світла у краплях води)*
8. Явище відхилення від прямолінійного поширення світла називається *(дифракцією)*
9. Промені якого кольору поширюються у вакуумі швидше? *(всі промені у вакуумі мають однакову швидкість)*
10. Ти за нею, а вона від тебе, ти від неї – вона за тобою. Що це? *(тінь)*
11. Під час виготовлення штучних перламутрових ґудзиків на їх поверхню наноситься дрібне штрихування. Чому після такої обробки ґудзики мають райдужне забарвлення? *(штрихи відіграють роль дифракційної гратки – дифракція)*
12. В сонцезахисних покриттях використовується явище *(поляризації)*
13. Якого кольору небо для спостерігача у відкритому космосі? *(чорного)*
14. Явище додавання двох хвиль, внаслідок чого спостерігається підсилення або послаблення результуючих коливань …*(інтерференція)*
15. Які промені заломлюються найбільше? *(фіолетові)*

Питання команді «Фотони»:

1. Явище огинання хвилями країв перешкод. *(дифракція)*
2. Випускання електронів речовинами під дією світла. *(фотоефект)*
3. В якому одязі жаркіше, в темному чи світлому влітку? *(в темному, темний колір притягує світло)*
4. Чому потовчене на порошок скло непрозоре? *(це скло відбиває промені в різних напрямах і лише частково пропускає)*
5. Що в скриню не заховаєш? *(промінь світла)*
6. Який тип спектра дає газовий розряд в рекламній трубці? *(лінійчастий)*
7. Від снігу очі мружимо,
   Весь світ у сизій млі.
   В повітрі біле круживо
   Від неба до землі. *(відбивання світла)*
8. Де швидкість поширення світла більша: у вакуумі чи у воді? *(у вакуумі)*

9. Світлові хвилі однієї частоти називаються … *(монохроматичними)*
10. Як пояснити райдужні смуги в гасі на поверхні води? *(в наслідок явища інтерференції)*
11. Який тип спектра дає розплавлене залізо? *(суцільний)*
12. Хвильове явище, що вивчав Ньютон. *(дисперсія)*
13. Ідучи з відкритими очима навпроти Сонця, ніколи не побачиш … *(власної тіні)*
14. Для просвітлення оптики за допомогою тонких плівок використовується явище … *(інтерференції)*
15. Для розкладання білого світла в спектр використовується явище … *(дисперсії)*

2) Практичне завдання. За допомогою метрової лінійки визначити довжину хвилі світла.

На демонстраційному столі стоїть штатив, до якого прикріплена метрова лінійка, а посередині лінійки – електрична лампочка на 6 – 12 В із вертикально розташованим волоском. Вмикається джерело, лампочка засвічується. Запитання до учнів:

- Яка довжина хвилі видимого світла?
- Від 0,4 до 0,8 мкм.
- А чи можна метровою лінійкою (точність 0,01 м) виміряти довжину хвилі світла, якщо ці розміри менші за мільйонну частину метра?
- Неможливо!
- Ні, можливо. Візьміть на столі дифракційну решітку. Подивіться крізь неї на лампочку.
- Як красиво!
- Що ви бачите?
- Спектр ліворуч і праворуч.
- А який порядок спектра?
- Перший!
- То з чого почнемо?
- Із формули дифракційної решітки: $d\sin\varphi = k\lambda$, бо звідси можна знайти довжину хвилі λ.
- Що для цього потрібно знати?
- Період решітки: d =0,01мм=$10^{-2}\cdot 10^{-3}$м=10^{-5}м, а ще потрібно знати кут, під яким бачимо перший спектр.
- А як це зробити?
- Можна знайти відразу $\sin\varphi = \frac{h}{l}$, де h - відстань від центрального максимуму до першого максимуму (наприклад, до зеленої частини спектра), а l - відстань від дифракційної решітки до першого максимуму.
- Тепер можна розрахувати довжину хвилі зеленого світла. Якщо $\sin\varphi$ =20см:400см=0,05, то $\lambda = \frac{d\sin\varphi}{k}$ =10^{-5}м$\cdot$0,05=0,5$\cdot 10^{-6}$м=0,5мкм.
- То можна лінійкою «виміряти» довжину хвилі світла?
- Можна!

Додаток 2

БІОГРАФІЯ ПЕТРА МИКОЛАЙОВИЧА ЛЕБЕДЄВА

Петро Миколайович Лебедєв народився в Москві в купецькій сім'ї. Середню освіту здобув у московському Комерційному училищі, відомому як Петер-Пауль-Шуле, і вийшов з нього з прекрасним знанням німецької мови і пристрасним бажанням присвятити себе електротехніці та винахідництву. У 1884 році він поступає у Вище технічне училище. До 1887 його інтереси визначаються більш чітко: він хоче стати фізиком, але відсутність гімназичного атестата не дає йому можливості вступити до університету на батьківщині, і Лебедєв їде до Німеччини, вивчає фізику в Страсбурзі та Берліні. Його освітою керують такі видатні вчені, як Август Куншт і Герман Гельмгольц. Особливе значення для вченого мала практика у фізичній лабораторії, де під керівництвом Кундта працювали В. Рентген, Ф. Ріллей і М. Планк. Захистивши в 1891 році дисертацію «Про вимірювання діелектричних сталих пари і про теорію діелектриків Моссотті – Клаузіуса» на ступінь доктора філософії, Лебедєв повертається до Росії і стає асистентом А. Г. Стеклова в Московському університеті. У 1900 р., після успішного захисту докторської дисертації «Експериментальне дослідження пондеромоторної дії хвиль на резонатори» він вже професор цього університету. В університеті виконав основні наукові дослідження, організував велику школу фізиків, до якої входили П.П. Лазарєв, Т.П. Кравець, С.І. Вавилов, А.К. Тімірязєв, Б.В.Ільїн,

В.К. Аркадьєв, А.Б. Млодзеєвський та ін. Проблему світлового тиску П.М. Лебедєв почав досліджувати з початку 90-х років. У 1891 р. вийшла його праця «Про відштовхуючу силу випромінюючих тіл», в якій показано універсальну роль механічної дії випромінювання як для космічних процесів, так і молекулярних взаємодій і, зокрема, вперше кількісно обґрунтовано ідею про вирішальне значення світлового тиску в утворенні кометних хвостів.

У наступній праці «Експериментальне дослідження пондеромоторної дії хвиль на резонатори», яка вийшла у вигляді трьох статей (1894 р., 1896 і 1897рр.), він описав дослідження електромагнітних, гідродинамічних і акустичних резонаторів і встановив загальні для коливань різної фізичної природи закони взаємодії осциляторів при відстанях, менших за довжину хвиль. У дослідах з акустичними резонаторами, розміщеними на відстані, більшій за довжину хвилі, Лебедєв дістав інший результат: при всіх різницях частот діяли тільки відштовхуючі сили, що досягали максимуму при резонансі. Встановивши аналогію відштовхувальних сил із силами світлового тиску, він обчислив силу тиску плоскої електромагнітної хвилі на осцилятор. Ці досліди Лебедєва принесли йому світову славу й навічно вписали його ім'я в історію експериментальної фізики. В 1904 р. Російська Академія наук одноголосно присудила йому свою премію за ці досліди.

Їх дуже високо оцінили і видатні зарубіжні фізики У. Томсон, В. Він, Ф. Пашен, К. Шварцшільд та ін. Міжнародним визнанням заслуг було

обрання Лебедєва почесним членом Лондонського королівського товариства (Англійська Академія наук). Проте Лебедєв не вважав свою роботу завершеною і кульмінаційним моментом його робіт стали дослідження, проведені на початку XX ст., які експериментально підтвердили існування світлового тиску на гази. І цього разу його велике експериментаторське мистецтво допомогло подолати всі труднощі. Понад 10 років він усебічно досліджував цю проблему, побудував понад 20 різних пристроїв, поки не примусив слабкі газові потоки приводити під дією сил світлового тиску в рух легенький поршень, підвішений до коромисла крутильних терезів. Його відхилення й давало змогу виміряти числове значення тиску світла на гази (яке, до речі, майже в сто раз менше за тиск світла на тверді тіла). У 1907 р. П.М. Лебедєв зробив повідомлення на Першому Менделєєвському з'їзді про відкриття ним тиску світла на гази, акцентувавши увагу на значенні цього відкриття для проблем астрофізики. В 1910 р. його праця «Сила тиску світла на гази» була одночасно опублікована в багатьох наукових журналах.

Праці Лебедєва в галузі світлового тиску мали величезне значення як для ствердження електромагнітної теорії Максвелла, так і для термодинаміки випромінювання, оскільки вичерпали проблему експериментального обґрунтування цієї галузі термодинаміки. Досліди повністю підтвердили правильність основного положення діалектичного матеріалізму – про матеріальність світу. Їх важливим науковим результатом було експериментальне доведення наявності механічного імпульсу в світлового променя, завдяки чому було встановлено спільність важливих властивостей двох форм існування матерії: речовини і світла.

П.М. Лебедєв зробив видатні відкриття також в інших галузях, він уперше отримав електромагнітні хвилі довжиною 6 мм, в 1905 – 1907 рр. брав участь у роботі міжнародної комісії по дослідженню Сонця, в 1909 – 1911 рр. досліджував природу земного магнетизму, запропонував нові методи добування високого вакууму та ін. У 1911 р. Лебедєв разом з великою групою прогресивних учених покинув університет на знак протесту проти реакційних дій царського міністра освіти. У ті тяжкі часи, коли він разом із своїми учнями залишився без експериментальної бази, створеної ним в університеті, його запрошували на роботу деякі зарубіжні наукові установи. Зокрема, директор фізико-хімічної лабораторії Нобелівського інституту в Стокгольмі професор С. Арреніус писав П.М. Лебедєву, що для Нобелівського інституту було б великою честю, якби він погодився там працювати. Великий патріот своєї батьківщини, Лебедєв відмовився від усіх запрошень і залишився в Москві.

В дуже важких умовах, на власні кошти, користуючись лише науковою і громадською підтримкою, він разом з учнями почав створювати нову фізичну лабораторію в кількох кімнатах підвального приміщення. Тут він закінчив свою останню працю, присвячену зясуванню природи земного магнетизму, результати якої опублікував у статті «Магнітометричне дослідження тіл» (1911 р.).

Великий задум щодо нових наукових досліджень був перерваний його раптовою смертю, але сформульовані вченим ідеї знайшли свій плідний

розвиток у працях його численних учнів, яких він вчив великій творчості й своїй неперевершеній винахідливості.

Перу Лебедєва належить ряд наукових праць, виданих 1913 року в його «Зібранні творів», а 1949 року у «Вибраних творах».

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. В.Сиротюк, В.Баштовий. Фізика. Підр. для 11 кл. – Х. «Сиция», 2011.
2. Л.А.Кирик. Уроки фізики. 11 клас. – Х. Ранок-НТ, 2004.
3. Інформаційно-методичні рекомендації щодо проведення року фізики. – Л., 2005.
4. С.У.Гончаренко. Фізика. Підр. 11 кл. – К. «Освіта», 2002.
5. Г.М. Гайдучок, В.А.Лободюк, К.П.Рябошапка. Довідник з фізики для учнів. – К. «Рад. школа», 1981.
6. З.Дубас, В.Шаромова. Нетрадиційні уроки фізики. – Т. «Підр. і посібники», 2003.
7. Все для вчителя. Інформаційно-практичний бюлетень. – К. , 2009.
8. https://svitppt.com.ua/fizika/lyuminescenciya.html.
9. https://svitppt.com.ua/himiya/himichna-diya-svitla.html.
10. https://www.youtube.com/watch?v=dbuoujCuXfo.

Кушнір Ганна Іванівна,
викладач фізики і астрономії
ВПУ №19 м.Дрогобича

Позаурочний захід **«КМІТЛИВІ ФІЗИКИ»**
(пізнавально-інтелектуальна фізична гра)

Мета: узагальнення знань, отриманих у процесі вивчення фізики; вдосконалення вмінь орієнтуватися у великому обсязі матеріалу; розвивати пізнавальні інтереси учнів, швидку реакцію, власну ініціативу; ефективно організувати дозвілля учнів.

Завдання:

1. повторити правила, закони, означення із різних розділів фізики;

2. удосконалити вміння учнів застосовувати отримані знання з фізики в нестандартних умовах;

3. розвивати активне й творче мислення, швидкість розумової реакції.

4. довести взаємозв'язок фізики та інших наук природничого циклу.

Обладнання: бланки для підрахунку балів, ноутбук, проектор, мультимедійна презентація.

Місце проведення: кабінет фізики і астрономії.

Час проведення: 45 хвилин.

План підготовки до виховного заходу:

1. Повідомлення теми заходу.
2. Підбір запитань для учнів з різних розділів фізики.
3. Написання сценарію.
4. Підготовка обладнання та кабінету.
5. Проведення виховного заходу.

ПЛАН ПРОВЕДЕННЯ ВИХОВНОГО ЗАХОДУ

І. Організаційний етап:

а) вступне слово викладача;
б) організація учнів на активне сприймання інформації;
в) представлення учасників гри і журі.

ІІ. Мотиваційний етап:

а) слово викладача
б) бесіда.

ІІІ. Реалізаційний етап:

а) перший тур, оголошення результатів;
а) другий тур, оголошення результатів;
в) третій тур, оголошення результатів;

IV. Підсумковий етап:

а) заключне слово викладача;
б) нагородження переможців.

I. Організаційний етап

Сьогодні ми з вами проведемо конкурсно-розважальну програму, яка має назву «Кмітливі фізики», під час якої учасники продемонструють усім присутнім високий рівень знань з фізики, свою уважність, спостережливість, винахідливість.

Представлення учасників гри та журі.

II. Мотиваційний етап

У грі розвиваються творчі здібності особистості...
Без гри нема і не може бути повноцінного розумового розвитку.
Гра – це іскра, яка запалює вогонь допитливості.

В.О.Сухомлинський

Наша сьогоднішня гра відбуватиметься в три раунди і у ній візьмуть участь дві команди.

III. Реалізаційний етап

А тепер розпочинаємо наше інтелектуальне шоу.

I РАУНД

Шановні учасники, вашій увазі пропонується 12 запитань. Кожне запитання має чотири варіанти відповідей, вибрати треба одну правильну. Питання і варіанти відповідей відображатимуться на екрані. Коли команди відповіли, для перевірки використовуємо кнопку «правильна відповідь». Правильна відповідь оцінюється у десять балів.

Почнемо перший раунд!

Основні питання до першого раунду:

1. Прилад для вимірювання атмосферного тиску:

а) ***барометр;***
б) манометр;
в) термометр;
г) аерометр.

2. Що означає слово “атом”?

а) маленький;
б) ***неподільний;***
в) невидимий;
г) рухомий.

3. Учений, який першим спостерігав рентгенівські промені…

а) ***Пулюй;***
б) Резерфорд;
в) Нільс Бор;
г) Рентген.

4. Прилад, за допомогою якого вимірюють роботу електричного струму?

а) вольтметр;
б) ватметр;
в) амперметр;
г) ***лічильник.***

5. Хімічний елемент, якого найбільше на Землі?

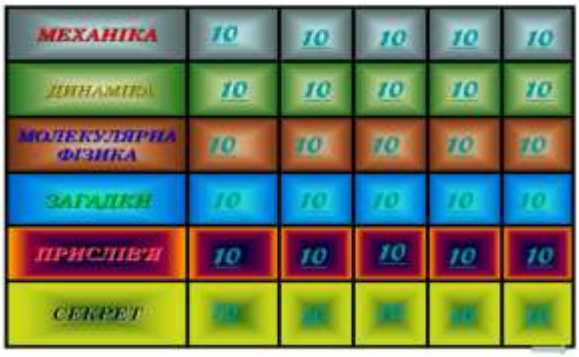
а) кремній;
б) ***кисень;***
в) водень;
г) алюміній.

А тепер шановне журі оголосить кількість балів кожної команди.

ІІ РАУНД

У другому раунді команди обирають категорію питань із певного напрямку. Перед учасниками на екрані написано 6 тем. Перший відповідач отримує право вибрати собі одну тему із шести, другий – з п'яти, що залишилися і т. д. Питання без варіантів відповіді читаються викладачем і відображаються на екрані. Всього в кожній темі по п'ять питань. Правильна відповідь оцінюється десятьма балами. При натисканні на кожну кнопку

відкривається відповідне питання. Таких напрямків є шість: механіка, молекулярна фізика, динаміка, загадки, прислів'я, секрет. Для того, щоб визначити команду, яка першою буде вибирати категорію, потрібно розгадати «Шифрувальник».



Механіка

1. *Який розділ фізики вивчає рух тіл? (**Кінематика**)*
2. *Тіло, розмірами якого за даних умов можна знехтувати. (**Матеріальна точка**)*
3. *Як називають відрізок, що сполучає початкове та кінцеве положення тіла? (**Переміщення**)*
4. *Як називають лінію, вздовж якої рухається тіло? (**Траєкторія**)*
5. *Як називають рух, під час якого швидкість тіла за рівні проміжки часу змінюється однаково? (**Рівноприскорений**)*

Динаміка

1. *Векторна величина, що є причиною зміни швидкості руху тіла? (**Сила**)*
2. *Сила, що діє на тіло внаслідок його притягання до Землі? (**Сила тяжіння**)*
3. *Стан тіла, коли його вага дорівнює нулю? (**Невагомість**)*
4. *Величина, що дорівнює добутку маси тіла на його швидкість? (**Імпульс**)*
5. *Як називається енергія взаємодії тіл? (**Потенціальна**)*

Молекулярна фізика

1. *Найменша частинка речовини, що зберігає її властивості? (**Молекула**)*
2. *Один з найпереконливіших доказів існування молекул і їх хаотичного теплового руху?(**Броунівський рух**)*
3. *Від чого залежать сили притягання і відштовхування між молекулами? (**Від відстані і маси молекул**)*
4. *Як називається маса 1 моль речовини? (**Молярна маса**)*
5. *Явище взаємного проникнення молекул однієї речовини в іншу речовину.*

*(**Дифузія**)*

Загадки

1. *Одиницю часу маю.*
Так я швидкість вивільняю.
Щоб надалі лиш зростала,
*Жодних перешкод не знала. (**Прискорення**)*
2. *Для кожного учня закони фізичні*
Завжди зрозумілі, відомі і звичні.
В науці достойні вони шанування.
*Врахуймо один як Землі притягання. (**Закон тяжіння**)*
3. *Усе життя ходить, а з місця не сходить. (**Годинник**)*
4. *Усім несе і світло, і тепло,*
Щедрішого у світі і немає.
В далеких селах та містах
*Спішить в оселі по дротах. (**Електричий струм**)*
5. *Я відрізок непростий,*
Дещо хитруватий.
Покажу я вам, куди
Треба прямувати.
Ні прискорення ,ні сили
*Без мене не існували б. (**Вектор**)*

Приказки

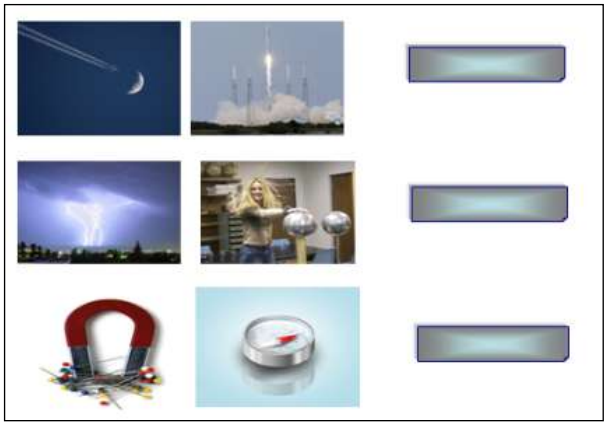
1. *Природа одному мати,*
*другому - (**Мачуха**)*
2. *Не кожна хмара…(**Приносить дощ**)*
3. *Нема снігу – (**Нема сліду**)*
4. *Нема ранку без …(**Вечора**)*
5. *Сталь гартується в огні, а людина – (**у труді**)*

Секрет

1. *Тверде тіло, що може обертатися навколо осі? (**Важіль**)*
2. *Пристрій, що може нагромаджувати електричний заряд? (**Акумулятор**)*
3. *Чим вимірюють силу струму? (**Амперметром**)*
4. *За допомогою якого приладу розглядають маленькі тіла? (**Мікроскоп**)*
5. *Прилад для вимірювання температури (**Термометр**)*

ІІІ РАУНД

У третьому раунді команди повинні написати, які фізичні явища зображені на фотографіях. Кожне правильно написане явище оцінюється десятьма балами. Таких явищ є шіс[illegible] При натисканні клавіші відкриється правильна відповідь.



А тепер шановне журі оголосить кількість балів кожної команди.

IV. Підсумковий етап:

Отже, проведена гра дала можливість усім учасникам, вболівальникам і глядачам пригадати основні поняття, закони, правила з фізики, основні одиниці виміру фізичних величин, загадки, приказки, секретні питання, різні фізичні явища і дала можливість їх узагальнити, а також просто весело провести час.

Команду переможців визначаємо за кількістю отриманих у трьох раундах балів і нагороджуємо грамотою. Дякую за увагу.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Бондаренко О. В. Інтелектуальна гра «Що? Де? Коли?» / О. В. Бондаренко // Позакласний час. – 2014. – № 1. – С. 34-36.
2. Новосельський М. А. Впровадження сучасних технологій на уроках фізики / М. А. Новосельський // Педагогічний вісник. – 2012. – № 3. – С. 32-34.
3. Туманцова О. О. Пізнавальна гра «Ерудит» : [9 кл.] / О. О. Туманцова // Позакласний час. – 2014. – № 4. – С. 51-54.
4. Гуржій А.Н., Зарецька І.Т., Колодяжний Б.Г. Інформатика (підручник), 10-11 кл., Факт, Навчальна книга, 2006.

Методичні рекомендації щодо проведення уроків фізики та позаурочних заходів у закладах професійної (професійно-технічної) освіти

Відповідальний за випуск
Бобко В.М., директор Навчально-методичного центру професійно-технічної освіти у Львівській області

Матеріали підготувала
Руханська І.Р.., методист Навчально-методичного центру професійно-технічної освіти у Львівській області

Комп'ютерний набір та технічне редагування
Руханська І.Р.

***** *Відповідальність за достовірність інформації несуть автори публікацій*

Адреса редакції: Україна, 79005,м.Львів,

пл.Петрушевича, 2, тел.:276-45-63

НАВЧАЛЬНО-МЕТОДИЧНИЙ ЦЕНТР

ПРОФЕСІЙНО-ТЕХНІЧНОЇ ОСВІТИ

У ЛЬВІВСЬКІЙ ОБЛАСТІ

Друкарня
Ставропігійського вищого професійного училища м.Львова,
вул.І.Федорова, 9. Зам.____. Наклад _____