

# ФІЗИКА та АСТРОНОМІЯ В РІДНІЙ ШКОЛІ

НАУКОВО-МЕТОДИЧНИЙ ЖУРНАЛ

№ 4 (145) ЛИПЕНЬ — СЕРПЕНЬ 2019

Виходить шість разів на рік

Передплатний індекс 68839

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
ДЕРЖАВНЕ ІНФОРМАЦІЙНО-ВИРОБНИЧЕ ПІДПРИЄМСТВО  
ВИДАВНИЦТВО «ПЕДАГОГІЧНА ПРЕСА»

Заснований у 1995 р., видається з 1996 р.

До 2012 р. журнал виходив у світ  
під назвою «Фізика та астрономія в школі»,  
до 2014 р. – під назвою «Фізика та астрономія в сучасній школі»  
Свідоцтво про державну реєстрацію друкованого засобу  
масової інформації серія КВ № 20024-8924Р від 25.06.2013 р.  
Схвалено вченою радою НПУ ім. М. П. Драгоманова  
(протокол від 05.06.2019 р. № 14)

ГОЛОВНИЙ РЕДАКТОР

**Володимир СИРОТЮК**, доктор педагогічних наук,  
професор, НПУ ім. М. П. Драгоманова

РЕДАКЦІЙНА КОЛЕГІЯ

**Петро АТАМАНЧУК**, доктор педагогічних наук,  
професор, Кам'янець-Подільський національний  
університет ім. Івана Огієнка;

**Валерій БИКОВ**, директор Інституту інформаційних  
технологій і засобів навчання  
НАПН України, член-кореспондент НАПН України,  
доктор технічних наук, професор;

**Людмила БЛАГОДАРЕНКО**, доктор педагогічних  
наук, професор, НПУ ім. М. П. Драгоманова;

**Богдан БУДНИЙ**, доктор педагогічних наук,  
професор, Тернопільський національний  
педагогічний університет ім. Володимира Гнатюка;

**Микола ГОЛОВКО**, кандидат педагогічних наук,  
доцент, Інститут педагогіки НАПН України;

**Володимир ЗАБОЛОТНИЙ**, доктор педагогічних  
наук, професор, Вінницький державний педагогічний  
університет імені Михайла Коцюбинського;

**Сергій КУЗЬМЕНКОВ**, доктор педагогічних наук,  
професор, Херсонський державний університет;

**Всеволод ЛОЗИЦЬКИЙ**, доктор фізико-  
математичних наук, професор, Астрономічна  
обсерваторія КНУ ім. Тараса Шевченка;

**Володимир ЛУГОВИЙ**, віце-президент НАПН  
України, доктор педагогічних наук, професор;

**Олександр ЛЯШЕНКО**, доктор педагогічних наук,  
професор, НАПН України;

**Михайло МАРТИНЮК**, доктор педагогічних наук,  
професор, Уманський державний педагогічний  
університет ім. Павла Тичини;

**Анатолій ПАВЛЕНКО**, доктор педагогічних наук,  
професор, Запорізький інститут  
післядипломної освіти;

**Микола САДОВИЙ**, доктор педагогічних наук,  
професор, Центральноукраїнський державний  
педагогічний університет;

**Богдан СУСЬ**, доктор педагогічних наук, професор,  
Національний технічний університет України  
«КПІ імені Ігоря Сікорського»;

**Микола ШУТ**, доктор фізико-математичних наук,  
професор, НПУ ім. М. П. Драгоманова

## З М І С Т

### ОФЦІЙНА ІНФОРМАЦІЯ

Методичні рекомендації щодо викладання навчальних  
предметів у закладах загальної середньої освіти  
у 2019/2020 навчальному році \_\_\_\_\_ 2

### МЕТОДИКА, ДОСВІД, ПОШУК

*Сергій ПОДЛАСОВ, Ольга ДОЛЯНІВСЬКА,  
Володимир МОЙСЕЄНКО*  
Визначення моментів інерції тіл  
методом крутильних коливань \_\_\_\_\_ 8  
*Віктор МАЦЮК, Олександр ГРИГОРЧУК*  
Міжпредметні зв'язки фізики як засіб формування  
наукового світогляду учнів \_\_\_\_\_ 13

### ВИВЧАЄМО АСТРОНОМІЮ

*Леонід ЛІПЧЕВСЬКИЙ, Дмитро КРАВЧЕНКО,  
Юрій МИРОШНІЧЕНКО*  
Особливості підготовки учнів  
до олімпіади з астрономії \_\_\_\_\_ 19  
*Борис ГРУДИНІН, Микола КАЛЮЖНИЙ*  
Організація роботи «космічного патруля»:  
від початкової школи до рівня  
науково-дослідного інституту \_\_\_\_\_ 23

### НОВІ ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ НАВЧАННЯ

*Сергій СТЕЦИК*  
Використання мобільних технологій  
для навчання фізики в школі \_\_\_\_\_ 31  
*Роман БАНАК*  
Віртуалізація навчального процесу з фізики \_\_\_\_\_ 37

### ПОЗАКЛАСНА РОБОТА

*Ганна КАСЯНОВА*  
Позакласний захід «Фізика й мистецтво» \_\_\_\_\_ 40

### З ІСТОРІЇ НАУКИ

*Ольга НИЖНИК*  
Фізик, механік і астроном Жан Фуко  
До 200-річчя від дня народження \_\_\_\_\_ 44

### РІЗНЕ

Вчені відмовилися від кілограма:  
що використовують замість нього \_\_\_\_\_ 18

На с. 2 і 3 обкладинки: **ПОЗАКЛАСНА РОБОТА**  
Позакласний захід «Фізика й мистецтво»  
До статті Ганни КАСЯНОВОЇ (с. 41 – 44)

# МІЖПРЕДМЕТНІ ЗВ'ЯЗКИ ФІЗИКИ ЯК ЗАСІБ ФОРМУВАННЯ НАУКОВОГО СВІТОГЛЯДУ УЧНІВ

**Віктор МАЦЮК**, кандидат педагогічних наук, доцент кафедри фізики та методики її навчання Тернопільського національного педагогічного університету ім. Володимира Гнатюка;

**Олександр ГРИГОРЧУК**, асистент кафедри фізики Київського національного університету будівництва і архітектури

Згідно зі статтею 12 Закону України «Про освіту» метою повної загальної середньої освіти є всебічний розвиток, виховання і соціалізація особистості, яка здатна до життя в суспільстві та цивілізованій взаємодії з природою, має прагнення до самовдосконалення і навчання впродовж життя, готова до свідомого життєвого вибору та самореалізації, відповідальності, трудової діяльності та громадянської активності [1]. Реалізація цієї мети досягається, зокрема, і через формування ключових компетентностей, необхідних людині для успішної життєдіяльності в умовах сучасного світу, в т. ч. компетентності в галузі природничих наук, техніки і технологій, математичної та екологічної компетентностей. Під час навчання молода людина повинна набути вмінь критично та системно мислити, логічно обґрунтовувати власну позицію, оцінювати ризики, розв'язувати проблеми. А для цього необхідно сформувати у неї уявлення про сучасну наукову картину світу, невід'ємним складником якої є сучасна фізична картина світу. Формування наукового світогляду учнів, уявлень про сучасну картину світу, уникнення калейдоскопічності мислення можливе лише на міжпредметній основі, оскільки лише такий підхід дає змогу відобразити цілісність природи у змісті навчального матеріалу [4].

Наприклад, універсальність законів збереження, поняття внутрішньої енергії ґрунтовніше осмислюються, якщо їх розглядають стосовно фізичних і хімічних явищ у взаємозв'язку.

У предметах природничо-математичного циклу застосовують такі абстрактні

поняття, як «точка», «лінія», «молекула», «атом» тощо. Наскрізними для них є поняття про модель, стан, процес. Прикладами мислених моделей, що формуються в учнів під час вивчення природничих наук, є ідеальний газ, абсолютно чорне тіло, геометрична точка. Все це формує систему знань про єдність живої і неживої природи.

Особливості внутрішньоклітинних процесів обміну речовин у живих організмах зумовлюють температуру тіла, кров'яний тиск, пульс. Через те звертання до фізико-хімічних процесів під час вивчення біології необхідне для пояснення специфікації явищ живої природи.

Під час вивчення фізики і хімії знання з біології застосовують для розкриття єдності законів і процесів живої і неживої природи.

Внутрішня узгодженість змісту фізики і хімії визначається загальним складом наукових знань (поняття маси, енергії, простору, ентропії, закон збереження енергії, молекулярно-кінетична теорія, будова атома і його невичерпність, періодичність хімічних і фізичних властивостей елементів, квантова механіка та ін.).

Зв'язок сучасного змісту курсів математики і фізики значною мірою зумовлений впливом загальних для даних предметів математичних підходів. Ідеї множин, геометричних перетворень, охоплюючи поняття функції, векторів, похідної та інтеграла, є сучасною основою інтерпретації природи фізичних законів. Поняття про симетрію дає змогу із загальних наукових позицій пояснити будову кристалів, властивості елементарних частинок, побудувати зображення в оптиці.

Використання фізики в курсі математики передбачає застосування фізичних понять під час розв'язування математичних задач, виведення абстрактних математичних понять.

У таких умовах учні реально відчують величезну силу математики, переконаються, що вона й справді є і «царицею», і «служницею» наук.

Міжпредметні зв'язки класифікують в основному за хронологічними і змістовими ознаками.

**Хронологічні міжпредметні зв'язки** поділяють на попередні, супутні та перспективні.

*Попередні міжпредметні зв'язки* – це зв'язки курсу з матеріалом, що його вивчали під час вивчення інших предметів. Наприклад, під час вивчення гідро- і аеростатики в курсі фізики посилаються на знання, здобуті раніше, коли вивчали природознавство і географію (атмосфера, атмосферні явища, повітроплавання, сполучені посудини, шлюзи тощо)

*Супутні міжпредметні зв'язки* – це зв'язки між поняттями, законами, теоріями, що їх водночас вивчають у різних навчальних предметах. Наприклад, поняття про атом і його характеристики майже водночас вивчають у курсах фізики і хімії, а поняття гармонічних коливань – у курсах фізики й математики.

*Перспективні міжпредметні зв'язки* фізики реалізуються, якщо матеріал з курсу фізики є базовим під час вивчення інших предметів. Наприклад, поняття матерії, простору, часу, руху, взаємодії розглядають спочатку в курсі фізики, а потім узагальнюють у курсі суспільствознавства.

**Змістові міжпредметні зв'язки** класифікують на фактичні, понятійні й теоретичні.

*Фактичні зв'язки* – це зв'язки на рівні фактів. Наприклад, факт провідності електронів вивчають у фізиці і хімії, рух планет – у фізиці та астрономії.

*Понятійні зв'язки* – це зв'язки на рівні понять. Наприклад, спільними для фізики і хімії є поняття атома, молекули, маси, моля, електричного заряду тощо, для фізики і математики – поняття вектора, похідної, гармонічного коливання тощо, для фізики і суспільствознавства – поняття матерії, простору, часу, руху тощо.

*Теоретичні зв'язки* – це зв'язки на рівні законів і теорій. Наприклад, молекулярно-кінетичну теорію будови речовини вивчають у фізиці і хімії, класичну механіку і закони руху тіл – у фізиці та астрономії.

Ідея об'єднання у рамках одного уроку (одного предмета) декількох різних підходів та поглядів на одну й ту саму тему, поняття, процес, явище не є принципово новою. Ще Я. Коменський акцентував увагу на необхідності «завжди і всюди брати разом те, що пов'язане одне з одним» [2].

Необхідність інтегрованого підходу до організації навчально-виховного процесу великий дидакт пояснював так: «Всі знання виростають з одного коріння – навколишньої дійсності, мають між собою зв'язки, а тому мають вивчатися у зв'язках» [3].

У таблиці наведено пропозиції щодо використання матеріалу природничих дисциплін на уроках фізики за розділами програми.

Таблиця

Фізика		Зв'язок із предметами природничого циклу	
Назва розділу з фізики	Питання програми	Предмет	Зміст матеріалу
МЕХАНІКА	Вступ	Біологія	Основні форми руху матерії. Зв'язок фізичних форм руху матерії з біологічними
Основні поняття механіки			
Нерівномірний рух	Швидкість і прискорення в прямолінійному й криволінійному русі	Біологія	Швидкість живих організмів (біг, плавання, політ). Приклади руху тварин із прискоренням
Закони Ньютона	1-й закон Ньютона (закон інерції)	Біологія	Інерція в живій природі: рух тварин під час стрибків, «використання» інерції для метання рибкою-бризгуном
	2-й закон Ньютона	Біологія	Прояв закону в живій природі: прискорення тварини пропорційне силі її м'язів і обернено пропорційне масі її тіла
	3-й закон Ньютона	Біологія	Запитання до учнів про дію закону в різних способах переміщення тварин (біг, плавання, політ)

## Продовження таблиці

Сили в природі	Гравітаційні сили. Закон всесвітнього тяжіння	Біологія	Гравітація – чинник зовнішнього середовища, вплив гравітації на розміри тварин і міцність їхніх скелетів
	Сила тертя. Коефіцієнт тертя	Біологія	Тертя на робочих поверхнях органів дихання і хапальних органів. Тертя в суглобах. Запитання до учнів про роль тертя в живій природі
	Сили опору, що виникають під час руху тіла в рідині або газі	Біологія	Обтічні форми тіл мешканців водної і повітряної стихій. Приклади копіювання форм тіла мешканців водного середовища в кораблебудуванні і повітряного середовища – в авіації
Статика	Вага тіла, яке рухається із прискоренням. Перевантаження. Невагомість	Біологія	Приклади впливу перевантажень на живі організми і людину. Максимально допустимі перевантаження для людини. Приклади впливу стану невагомості на живі організми
	Момент сили. Правило моментів	Біологія	Важливі системи опорно-рухового апарату людини. Розв'язування задач
	Рівновага тіл	Біологія	Приклади рівноваги в живій природі
Закон збереження імпульсу. Робота і енергія	Реактивний рух	Біологія	Реактивний спосіб переміщення деяких тварин (кальмари, восьминоги, медузи тощо)
	Робота і потужність	Біологія	Механічна робота живих організмів з переміщення своїх тіл і вантажів. Потужність живих організмів
	Закон збереження енергії у механіці	Біологія	Прояви закону збереження енергії у житті тварин
	Перетворення енергії і використання машин	Біологія	Уявлення про перетворення енергії під час виконання роботи живим організмом
	Рух рідини по трубах	Біологія	Кровообіг – рух крові кровоносними судинами
МОЛЕКУЛЯРНА ФІЗИКА	Піднімальна сила	Біологія	Приклади виникнення піднімальної сили під час руху тварин у середовищі існування
	Температура	Біологія	Вплив температури зовнішнього середовища на живі організми. Способи підтримання сталої температури тіла
	Газові закони. Атмосферний тиск	Біологія	Прояви закону Бойля – Маріотта в механізмі легеневого дихання (вдих і видих). Робота присосок
Теплові явища	Закон збереження енергії у механічних і теплових процесах	Біологія	Справедливість закону збереження енергії для живих організмів $E = \Delta Q + A$ , де $\Delta E$ – енергія, що вивільнилася в організмі внаслідок окиснення речовин; $\Delta Q$ – енергія, що її віддав організм шляхом тепловіддачі; $A$ – механічна робота, виконана організмом
	Теплові двигуни	Біологія	Уявлення про теплокровні організми як про теплові машини. Високий ККД двигунів живої природи (м'язів)
Основи молекулярно-кінетичної теорії газів	Основні положення молекулярно-кінетичної теорії газів	Біологія	Поняття про молекулярну будову тіл живої природи. Маса і розміри молекул, білків, ДНК
	Температура і способи її вимірювання	Хімія	Основні поняття хімії: атом, молекула, кількість речовини, молекулярна маса, стала Авогадро
Взаємне перетворення рідин і газів	Температура – міра середньої кінетичної енергії молекул	Хімія	Температура як міра середньої кінетичної енергії молекул. Закон Авогадро
	Випаровування рідин	Біологія	Нормальна температура тіла людини і деяких тварин. Використання термометрів у медицині і біології
Властивості рідин і твердих тіл	Вологість повітря	Біологія	Роль випаровування у механізмі терморегуляції організму
	Поверхневий натяг	Біологія	Значення вологості повітря для рослин і тварин. Приклади пристосувань живої природи до існування в умовах зниженої вологості
	Властивості поверхні рідини. Капілярні явища	Біологія	Використовування тваринами поверхневої плівки для опори і руху (водомірка). Доцільність копіювання такого способу переміщення в техніці
		Хімія	Капіляри в живій природі (переміщення води і мінеральних солей по стеблах і стволах рослин, рідкої їжі по хоботку в ротівому апараті метеликів, комарів тощо)
		Хімія	Міжмолекулярна взаємодія

## Продовження таблиці

	Агрегатні стани і фазові переходи	Хімія	Види агрегатних станів речовин і причини переходів між різними станами. Типи хімічних зв'язків: ковалентний, йонний, металічний	
	Кристалічні тіла. Механічні властивості твердих тіл	Хімія	Молекулярна і немоллекулярна будова речовини. Атомні, молекулярні, йонні та металічні кристали	
ТЕРМОДИНАМІКА	Термодинамічний метод	Хімія	Введення поняття потенціальної і кінетичної енергії молекул як складника внутрішньої енергії тіла	
	Перший закон термодинаміки	Хімія	Закон збереження енергії. Екзо- й ендотермічні реакції. Ковалентний зв'язок	
ОСНОВИ ЕЛЕКТРОДИНАМІКИ	Електричне поле	Хімія	Взаємодія між різнойменно зарядженими частинками речовини. Електризація тіл. Йонна будова речовини	
	Напруженість електричного поля	Біологія	Здатність деяких риб відчувати електричне поле. Електричне поле як чинник, що прискорює дозрівання овочів. Приклади використання електричного поля в медицині	
	Електричне поле	Потенціал. Різниця потенціалів	Біологія	Біопотенціали спокою: різниця потенціалів між зовнішньою поверхнею клітини та її цитоплазмою. Біопотенціали дії: різниця потенціалів збудженими і незбудженими ділянками тканин. Значення біопотенціалів
		Провідники і діелектрики в електричному полі. Електропровідність	Хімія	Електронна будова атомів металів. Диполь
Постійний електричний струм	Умови, необхідні для виникнення струму	Біологія	Виникнення струму в тканинах організмів від зовнішнього джерела. Біоструми. Реєстрація біострумів як метод дослідження і діагностики захворювань	
		Хімія	Металічний кристал, фізичні та хімічні властивості металів	
	Електронно-променева трубка. Властивості електронних пучків	Біологія	Можливість використання електронно-променевої трубки для реєстрації біопотенціалів. Приклади використання електронних пучків у медицині (лікування захворювань шкіри)	
	Закон Ома	Біологія	Орієнтовні відомості про значення питомого опору різних тканин організму при постійному струмі	
	Електричний струм у електролітах	Хімія	Розчини: електроліти, неелектроліти. Аніон, катіон, йонна реакція, електроліз	
		Біологія	Поняття про аероіони. Вплив від'ємних аероіонів на живі організми. Використання аероіонів у медицині	
Електричний струм у вакуумі	Хімія	Пояснення поняття термоелектронної емісії на молекулярному рівні		
Магнітне поле	Магнітне поле	Біологія	Приклади чутливості живих організмів до магнітних полів, вироблення умовних рефлексів на магнітне поле (у риб), здатність деяких тварин орієнтуватися за земним магнітним полем, вплив магнітного поля на тварин і рослини	
	Магнітні властивості речовини	Біологія	Діамагнетизм, парамагнетизм тканин живої природи і деяких біологічно важливих речовин	
Електромагнітна індукція	Явище електромагнітної індукції	Біологія	Виникнення індукційних струмів у тканинах живих організмів. Використання електромагнітної індукції у медичній практиці	
Виробництво, передача і використання електричної енергії	Передача і використання електричної енергії	Біологія	Дія електричного струму на живі організми. Межі безпечних напруг і струмів для людини. Елементи правил безпеки життєдіяльності	
КОЛИВАННЯ І ХВИЛІ	Звукові хвилі	Біологія	Роль звукових хвиль у акустичному спілкуванні у тварин і людей	
	Ультразвук, його властивості і застосування. Інфразвук. Шуми	Біологія	Приклади ультразвукової локації у живій природі (дельфіни, летючі миші тощо). Біологічна дія ультразвуку. Вплив шумів та інфразвуку на рослини й живі організми	

## Закінчення таблиці

Змінний струм	Характеристики змінного струму	Біологія	Залежність подразнювальної дії змінного струму від частоти, зникнення подразнювальної дії струму за частот, більших від 500 кГц
Електромагнітні коливання і хвилі	Електромагнітні хвилі	Біологія	Біологічна дія електромагнітних хвиль, приклади їх використання в медицині, біології. Організм – випромінювач електромагнітних хвиль: приклади електромагнітної локації та орієнтації
		Хімія	Дифракційні методи визначення структури речовини
ОПТИКА  Геометрична оптика	Плоскі й сферичні дзеркала	Біологія	Приклади «використання» дзеркал живою природою («рефлектори» органів, що світяться, деяких тварин: риб, кальмарів тощо)
	Очі. Окуляри	Біологія	Оптичні властивості органів зору людини і тварин. Явища коротко- та далекозорості очей. Корекція зору за допомогою окулярів. Розв'язування задач
	Мікроскоп	Біологія	Застосування мікроскопів у біології і медицині. Електронні мікроскопи
Випромінювання і спектри	Спектри випускання й поглинання	Біологія	Спектри поглинання деяких біологічно важливих речовин (гемоглобін, хлорофіл)
	Спектральний аналіз і його застосування	Біологія	Спектральний аналіз як метод дослідження в біології
	Інфрачервоне та ультрафіолетове випромінювання	Біологія	Ультрафіолетові та інфрачервоні промені – чинники зовнішнього середовища, їх біологічна дія. Приклади їх застосування у медицині. «Інфрачервоний» локактор гримучих змій. Дія на людину ультрафіолетового та інфрачервоного випромінювання. Способи захисту від них
	Рентгенівське випромінювання та його властивості	Біологія	Застосування рентгенівського випромінювання в медицині. Мутагенна дія рентгенівських променів, можливості їх використання в селекційній роботі
	Шкала електромагнітних хвиль	Біологія	Біологічне й фізіологічне значення електромагнітних хвиль, що належать до різних ділянок шкали
Дії світла. Кванти світла	Сила світла. Освітленість	Біологія	Нормальна освітленість – необхідна умова продуктивності праці й збереження зору. Норми освітленості для різних видів робіт
	Фотосинтез. Хімічна дія світла	Біологія	Енергетична роль світла у фотосинтезі
		Хімія	Основний закон фотохімії Ейнштейна. Фотосинтез вуглеводів
Люмінесценція та її застосування	Біологія	Біоломінесценція – холодне світіння живих організмів. Використання люмінесценції у медицині і біологічних дослідженнях (аналіз)	
КВАНТОВА ФІЗИКА  ФІЗИКА АТОМНОГО ЯДРА	Ядерна модель атома. Квантові постулати Бора	Хімія	Планетарна модель будови атома
Атомне ядро. Ядерна енергія	Елементи квантової механіки. Рівняння Шредінгера	Хімія	Відмінності між моделями атома за Резерфордом і Шредінгером
	Принцип Паулі	Хімія	Принцип побудови Періодичної системи хімічних елементів Д. І. Менделєєва. Квантові числа. Електронна оболонка
	Атомне ядро	Хімія	Заряд ядра і число електронів в атомі. Ізотопи
	Радіоактивність	Хімія	Хімічні реакції, що відбуваються під час альфа- і бета-розпадів
	Закон радіоактивного розпаду	Хімія	Радіоактивні ізотопи
	Ядерні реакції	Хімія	Закони збереження, хімічні реакції, що описують ядерні реакції
	Методи реєстрації заряджених частинок	Біологія	Приклади чутливості людини, тварин (равлики, мурашки) і деяких рослин до радіоактивного випромінювання
	Добування й використання радіоактивних ізотопів	Біологія	Використання мічених атомів у медицині, сільськогосподарській та біологічній науці
	Поняття про дозу випромінювання і біологічний захист	Біологія	Біологічна дія радіоактивного випромінювання. Можливість використання радіації у селекційній роботі, радіостимуляція рослин тощо. Поняття про біологічний захист

Важливе значення у формуванні наукового світогляду має реалізація міжпредметних зв'язків на рівні міжнаукових узагальнень або узагальнень за допомогою загальнонаукових методологічних принципів: принципу відповідності, принципу доповнюваності, принципу причинності й принципу симетрії. Саме це сприяє виробленню в учнів уявлень про єдність матеріального світу і наукового знання про нього, уможливує використання наукової методології для розв'язування різноманітних проблем.

#### ЛІТЕРАТУРА

1. Закон України «Про освіту» : редакція від 19.01.2019, підстава – 2657-VIII, 2661-VIII <https://zakon5.rada.gov.ua/laws/show/2145-19/paran186#n186>

2. Коменский Я. А. Избранные педагогические сочинения : в 2-х т. – М., 1982. – 648 с.

3. Коменский Я. А. Мир чувственных вещей в картинках. – 2-е изд. / под ред. и сост. проф. А. А. Красновского. – М. : Учпедгиз, 1957. – 351 с.

4. Межпредметная интеграция в курсе физики : учеб.-метод. пособие / авт.-сост. Н. Б. Федорова, О. В. Кузнецова, А. С. Поляков; Ряз. гос. ун-т им. С. А. Есенина. – Рязань, 2010. – 108 с.

#### РІЗНЕ

## ВЧЕНІ ВІДМОВИЛИСЯ ВІД КІЛОГРАМА: ЩО ВИКОРИСТОВУЮТЬ ЗАМІСТЬ НЬОГО

*Через 130 років учені встановили новий еталон кілограма без прирівнювання його до фізичного об'єкта*

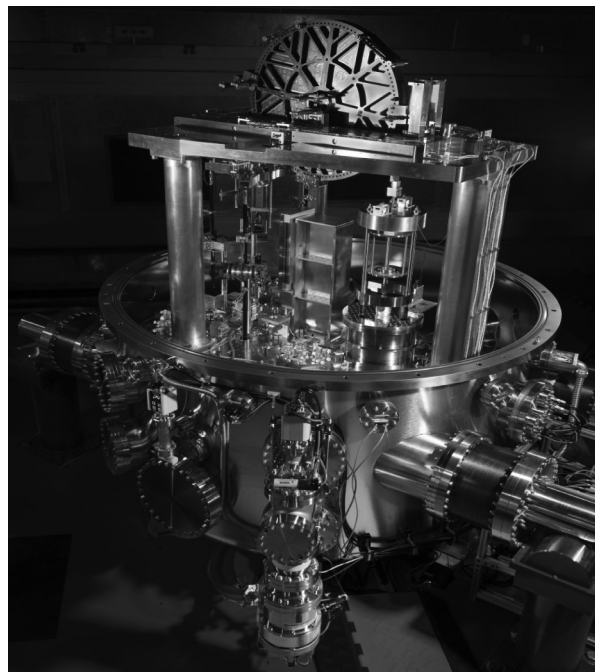
Упродовж 130 років науковці світу використовували циліндр зі сплаву платини та іридію, що слугував фізичним еталонем кілограма.

Із 20 травня 2019 р. він уже не є офіційним еквівалентом кілограма в Палаті мір і ваг (м. Севр, Франція). Замість циліндра винайшли новий спосіб точного вимірювання за допомогою сталої Планка.

Кілограм залишався останньою одиницею вимірювання маси в Міжнародній системі одиниць (СІ), що для визначення використовує фізичний об'єкт.

Однак виявилось, що маса циліндра, що його зроблено з платино-іридієвого сплаву, змінюється з часом: за 100 років близько на 50 мкг, що суперечить стандартам СІ.

Тепер кілограм перевірятимуть за допомогою ваг Кіббла. Це модифікація токових ваг, що встановлює співвідношення між масою та електричною потужністю. У цих вагах еталонем є вантаж, що врівноважує силу відштовхування між постійним магнітом і котушкою під напругою.



Кілограм перевірятимуть в інший спосіб  
Фото: Pixabay