

УДК 37.016
А72

Серія «Усі уроки»
Заснована 2008 року

Антикуз О. В.

А72 Усі уроки фізики. 10 клас. Рівень стандарту. II семестр — X. : Вид. група «Основа», 2018. — 224 с. : іл., схеми, табл. — (Серія «Усі уроки»).

ISBN 978-617-00-3409-0.

Посібник призначений для вчителя фізики, який працює у 10 класі відповідно до нової програми (Фізика. 10 клас. 2017 рік, авторський колектив під керівництвом Локтева В. М.) за рівнем стандарту. У посібнику вчитель зможе знайти всі матеріали, необхідні для підготовки й проведення повноцінних уроків фізики: детальні плани уроків, методичні рекомендації, завдання тестів, самостійних і контрольних робіт, опис демонстраційного і фронтального експериментів, інструкції щодо виконання лабораторних робіт. Під час розробки поурочних планів автор особливу увагу приділив впровадженню компетентнісного підходу. Також в електронному додатку (Цифрові освітні ресурси «Фізика. 10 клас»: <http://book.osnova.com.ua/book/6306>) до цього посібника вміщено всі необхідні ресурси в цифровому форматі, що вчитель може використати під час підготовки й проведення уроків фізики.

УДК 37.016

Навчальне видання
Серія «Усі уроки»

АНТИКУЗ Олена Володимирівна

УСІ УРОКИ ФІЗИКИ

10 клас. Рівень стандарту. II семестр

Відповідальний за видання: *Ю. М. Афанасенко*
Технічний редактор: *Є. С. Островський*
Коректор: *О. М. Журенко*

Підп. до друку 31.07.2018. Формат 60×90/16. Папір газет.
Гарн. шкільна. Ум. друк. арк. 14,0. Зам. № 18-08/13-05.

ТОВ «Видавнична група «Основа»».

Свідоцтво суб'єкта видавничої справи ДК № 6058 від 01.03.2018 р.

Україна, 61001 Харків, вул. Плеханівська, 66.

Тел. (057) 731-96-32. E-mail: office@osnova.com.ua

Телефон для замовлення: 0-800-505-212

(Безкоштовно з мобільних та стаціонарних телефонів України)

Надруковано у друкарні ТОВ «ТРИАДА-ПАК»

м. Харків, пров. Сімферопольський, 6. Тел. +38(057)703-12-21

www.triada-pack.com, email: sale@triada.kharkov.ua

ISO 9001:2015 № UA228351, FAMO TRIADA LLC (065445)

© Антикуз О. В., 2018

© Корягін В. О., макет обкладинки, 2018

© ТОВ «Видавнична група «Основа»», 2018

ISBN 978-617-00-3409-0

Зміст

ОРІЄНТОВНЕ КАЛЕНДАРНО-ТЕМАТИЧНЕ ПЛАНУВАННЯ	5
ОРІЄНТОВНІ ПЛАНИ-КОНСПЕКТИ УРОКІВ	10
II СЕМЕСТР	10
Розділ I. Механічний рух (продовження)	10
4. МЕХАНІЧНІ КОЛИВАННЯ ТА ХВИЛІ	10
Урок № 47 / I.4-1. Застосування законів механіки до коливального руху. Гармонічні коливання. Рівняння гармонічних коливань. Умови виникнення вільних коливань	10
Урок № 48 / I.4-2. Найпростіші коливальні системи — математичний та пружинний маятники. Енергія коливань	17
Урок № 49 / I.4-3. Лабораторна робота № 4 «Дослідження коливань математичного маятника»	22
Урок № 50 / I.4-4. Лабораторна робота № 5 «Дослідження коливань пружинного маятника»	27
Урок № 51 / I.4-5. Вимушені коливання. Резонанс. Дія маятникового годинника як приклад автоколивань	30
Урок № 52 / I.4-6. Поширення механічних коливань у пружному середовищі. Поперечні та поздовжні хвилі. Довжина хвилі. Інтерференція та дифракція хвиль	35
Урок № 53 / I.4-7. Звукові явища. Швидкість звуку. Класифікація звуків, їхні характеристики	39
Урок № 54 / I.4-8. Контрольна робота з теми: «Механічні коливання і хвилі» ..	44
Розділ II. Елементи спеціальної теорії відносності	47
Урок № 55 / II-1. Передумови виникнення спеціальної теорії відносності (СТВ). Дослід Майкельсона–Морлі. Принцип відносності Ейнштейна. Основні положення спеціальної теорії відносності	47
Урок № 56 / II-2. Відносність одночасності подій. Відносність проміжків часу. Релятивістський закон додавання швидкостей	51
Урок № 57 / II-3. Повна та кінетична енергія рухомого тіла. Енергія спокою ..	55
Урок № 58 / II-4. Основні наслідки СТВ та їх експериментальні підтвердження. Самостійна робота	59
Розділ III. Молекулярна фізика та термодинаміка	61
1. ОСНОВИ МКТ. ІДЕАЛЬНИЙ ГАЗ. ГАЗОВІ ЗАКОНИ	61
Урок № 59 / III.1-1. Основні положення молекулярно-кінетичної теорії будови речовини. Броунівський рух. Дифузія	61
Урок № 60 / III.1-2. Маса та розміри молекул, стала Авогадро. Розв'язування задач	66
Урок № 61 / III.1-3. Ідеальний газ як фізична модель. Тиск газів. Основне рівняння МКТ	70
Урок № 62 / III.1-4. Температура. Розв'язування задач	73
Урок № 63 / III.1-5. Рівняння стану ідеального газу. Ізопроцеси	76
Урок № 64 / III.1-6. Рівняння стану ідеального газу. Розв'язування задач ..	80
Урок № 65 / III.1-7. Лабораторна робота № 6 «Дослідження одного з ізопроцесів»	83
Урок № 66 / III.1-8. Вимірювання швидкості руху молекул газу. Дослід Штерна	86
Урок № 67 / III.1-9. Контрольна робота з теми: «Основи МКТ. Ідеальний газ. Газові закони»	88
2. ВЛАСТИВОСТІ ПАРИ, РІДИН ТА ТВЕРДИХ ТІЛ	91
Урок № 68 / III.2-1. Властивості насиченої та ненасиченої пари	91
Урок № 69 / III.2-2. Лабораторна робота № 7 «Вимірювання відносно вологості повітря»	99

Урок № 70 / III.2-3. Розв'язування задач	103
Урок № 71 / III.2-4. Будова рідин. Поверхневий натяг рідин	105
Урок № 72 / III.2-5. Змочування. Капілярні явища	109
Урок № 73 / III.2-6. Вологість. Капілярні явища. Розв'язування задач	113
Урок № 74 / III.2-7. Кристалічні та аморфні тіла. Рідкі кристали	115
Урок № 75 / III.2-8. Види деформацій твердих тіл. Механічні властивості твердих тіл	123
Урок № 76 / III.2-9. Закон Гука. Модуль Юнга. Розв'язування задач	128
Урок № 77 / III.2-10. Контрольна робота з теми: «Властивості пари, рідин та твердих тіл»	131
3. ОСНОВИ ТЕРМОДИНАМІКИ	133
Урок № 79 / III.3-1. Основні поняття термодинаміки. Статистичний і термодинамічний підходи до пояснення теплових явищ. Термодинамічна рівновага. Температура	133
Урок № 80 / III.3-2. Внутрішня енергія. Два способи зміни внутрішньої енергії. Теплоємність	138
Урок № 81 / III.3-3. Робота й кількість теплоти. I закон термодинаміки	141
Урок № 82 / III.3-4. Застосування I закону термодинаміки для газових процесів	144
Урок № 83 / III.3-5. Оборотні та необоротні процеси. II закон термодинаміки	148
Урок № 84 / III.3-6. Теплові двигуни. Цикл теплових двигунів. ККД теплових двигунів. Цикл Карно	151
Урок № 85 / III.3-7. Принцип дії холодильної машини.	156
Урок № 86 / III.3-8. Розв'язування задач	159
Урок № 87 / III.3-9. Контрольна робота з теми: «Основи термодинаміки»	163
Урок № 88 / III.3-10. Теплові двигуни та охорона довкілля	167
Фізпрактикум	171
Урок № 89 / Ф-1. Практична робота № 1 «Визначення діаметра голки шприца з використанням закономірностей рівноприскореного руху»	171
Урок № 90 / Ф-2. Практична робота № 2 «Визначення модуля пружності речовини»	171
Урок № 91 / Ф-3. Практична робота № 3 «Вирощування кристалів»	171
Урок № 92 / Ф-4. Практична робота № 4 «Визначення поверхневого натягу рідини»	171
Урок № 93 / Ф-5. Практична робота № 5 «Визначення параметрів повітря поблизу поверхні Землі»	171
Розділ IV. Електричне поле	172
Урок № 94 / IV-1. Електричне поле. Точковий заряд. Напруженість електричного поля.	172
Урок № 95 / IV-2. Розв'язування задач	178
Урок № 96 / IV-3. Розв'язування задач	181
Урок № 97 / IV-4. Провідники та діелектрики в електричному полі	184
Урок № 98 / IV-5. Робота з переміщення заряду в електростатичному полі	190
Урок № 99 / IV-6. Потенціальний характер електростатичного поля. Потенціал. Різниця потенціалів. Еквіпотенціальні поверхні.	194
Урок № 100 / IV-7. Зв'язок напруженості однорідного електричного поля з різницею потенціалів	201
Урок № 101 / IV-8. Вимірювання елементарного електричного заряду. Дослід Йойфе—Міллікена	203
Урок № 102 / IV-9. Електроємність. Електроємність плоского конденсатора. З'єднання конденсаторів.	206
Урок № 103 / IV-10. Енергія зарядженого конденсатора	212
Урок № 104 / IV-11. Контрольна робота з теми: «Електричне поле»	217
Урок № 105 / IV-12. Застосування властивостей електричного поля для потреб людства	221

ОРІЄНТОВНІ ПЛАНИ-КОНСПЕКТИ УРОКІВ

II СЕМЕСТР

Розділ I. Механічний рух (продовження)

4. МЕХАНІЧНІ КОЛИВАННЯ ТА ХВИЛІ

УРОК № 47 / I.4-1

ЗАСТОСУВАННЯ ЗАКОНІВ МЕХАНІКИ ДО КОЛИВАЛЬНОГО РУХУ. ГАРМОНІЧНІ КОЛИВАННЯ. РІВНЯННЯ ГАРМОНІЧНИХ КОЛИВАНЬ. УМОВИ ВИНИКНЕННЯ ВІЛЬНИХ КОЛИВАНЬ

- Мета:** 1) сформувані в учнів уявлення про природу механічних коливань, поширеність коливального руху в природі та техніці, з'ясувати умови виникнення вільних коливань, ввести характеристики гармонічних коливань — амплітуду, період, частоту; ввести рівняння гармонічних коливань та сформувані в учнів уміння визначати всі характеристики коливального руху, використовуючи рівняння гармонічних коливань та графіки характеристик гармонічних коливань;
- 2) продовжити ознайомлення учнів з навколишнім світом, навчити учнів у відомих явищах природи визначати коливальні рухи, давати їм пояснення з фізичного погляду, продовжити формування вмінь аналізувати навчальну інформацію та робити відповідні висновки, формування вмінь пояснювати спостережувані природні явища (землетруси), використовуючи фізичні закони;

- 3) продовжити формування наукового світогляду через пояснення явищ, що виникають під час коливального руху, продовжити формування здоров'язберігальної компетентності учнів шляхом ознайомлення з негативним впливом звуків різних діапазонів на живі істоти, правилами поведінки під час землетрусів.

Очікувані результати: учні знають і розуміють сутність коливального процесу, умов виникнення вільних коливань, поняття амплітуди, періоду та частоти коливального руху; можуть розв'язувати задачі за допомогою рівняння гармонічних коливань та графіків гармонічних коливань.

Тип уроку: урок вивчення та засвоєння нових знань.

ХІД УРОКУ

I. ОРГАНІЗАЦІЙНИЙ МОМЕНТ *0,5 хв*

II. ОГОЛОШЕННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ КОНТРОЛЬНОЇ РОБОТИ, АНАЛІЗ ВИКОНАННЯ ЗАВДАНЬ *5 хв*

Діяльність учителя	Компетентності	Діяльність учнів
Учитель коментує результати, отримані учнями за контрольну роботу, визначає номери задач, що викликали труднощі під час виконання роботи, оголошує результати тематичного оцінювання	Формування компетентності самоосвіти та саморозвитку- організації прийомів самонавчання, гнучкості застосування отриманих знань	Ті, хто нестандартно розв'язали завдання контрольної роботи, пояснюють алгоритм виконання завдання

III. ОГОЛОШЕННЯ ТЕМИ УРОКУ (ЦОР) *2 хв*

Діяльність учителя	Компетентності	Діяльність учнів
Учитель, використовуючи ІП до уроку (ЦОР), пропонує учням дати відповіді на запитання, які розкривають зміст навчального матеріалу, що буде розглянуто на уроці	Формування компетентності у природничих науках: наукове розуміння природи, розвиток умінь спостерігати, аналізувати і висувати гіпотези для пояснення побаченого; інформаційної компетентності — вміння обробляти інформацію, подану в цифровому форматі, відеоряді тощо, та перетворювати її на текстову	Учні дають відповіді на запитання, розширюють свої знання про механічні коливання, їх роль та поширеність у природі та технологічних процесах

Дидактична гра «Впізнай героя»

Твердження (або питання)

- Те, що буде розглянуто в темі, пов'язує між собою бджолу, металеву лінійку та будь-який музичний інструмент.
- Найдовший час такого руху було визначено астрономами.

3. Вони бувають електромагнітні, механічні, термодинамічні, хімічні, та попри це, їх описують однаковими рівняннями.
4. Для вивчення цього виду руху використовували люстру та удари власного пульсу.
5. Це питання безпосередньо пов'язане з темою, що буде розглянуто на уроці. Чи може композитор бути глухим?

IV. ОГОЛОШЕННЯ ОБОВ'ЯЗКОВИХ ВИДІВ КОНТРОЛЮ, ЯКІ ВІНОСЯТЬСЯ ДЛЯ ОПРАЦЮВАННЯ В ЦІЙ ТЕМІ

Діяльність учителя	Компетентності	Діяльність учнів
Учитель ознайомлює учнів з кількістю годин, відведених на вивчення теми, видами контролю, що чекають учнів під час вивчення цієї теми: 2 лабораторних роботи, контрольна робота	Формування компетентності саморозвитку та самоосвіти: складання плану самоосвітньої діяльності, визначення способів опрацювання нової теми, формування мотивації на вивчення нової теми	Учні ознайомлюються з інформацією, визначають план опрацювання нової теми, уточнюють, які види робіт можна виконати для кращого опанування нової теми

V. ВИВЧЕННЯ НОВОГО МАТЕРІАЛУ (ЦОР)

25 хв + 7 хв робота в групах

Діяльність учителя	Компетентності	Діяльність учнів
Для розкриття питань плану вчитель використовує інтерактивний плакат до уроку та електронний варіант лекції (ЦОР), флеш-анімації, що демонструють звуки різних частот, відеофрагменти	Формування предметної компетентності та світогляду учнів, демонстрація зв'язку природничих наук із гуманітарними, формування культурної складової розвитку учнів	Учні слухають учителя, згадують природні явища, що можна пояснити поширенням механічних коливань у пружному середовищі, пояснюють причини цих явищ на рівні знань, якими володіють, розширюють коло своїх знань про природні явища: землетруси, цунамі тощо. За матеріалом лекції складають опорний конспект
	Формування самоосвітньої компетентності: вміння слухати та запам'ятовувати навчальний матеріал, опанування нових способів вивчення матеріалу, формування вмінь написання конспекту та використання опорних сигналів та умовних позначок для скорочення записів	Учні конспектують навчальний матеріал, беруть участь в обговоренні запропонованої вчителем інформації, задають питання щодо незрозумілої частини навчального матеріалу

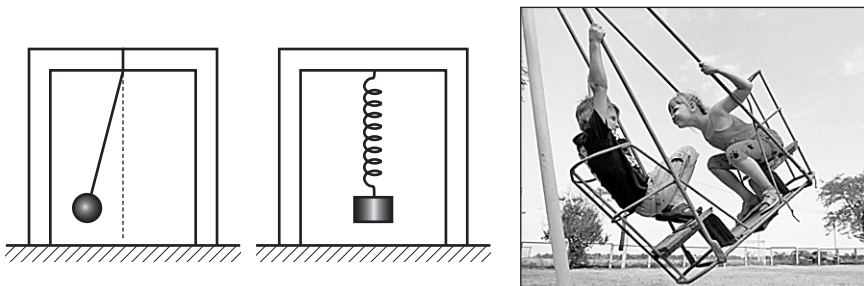
1. Коливальний рух.

Прояви коливального руху в природі та техніці

- ☑ **Коливальним** називають повторюваний рух, у якого кожен цикл точно відтворює будь-який інший цикл.
- ☑ Тривалість одного циклу називають **періодом**.
- ☑ **Механічні коливання** — рух тіла, який повторюється через рівні проміжки часу, під час якого тіло багаторазово проходить положення рівноваги.

В природі, і особливо в техніці, надзвичайно важливими є тіла і пристрої, здатні самі по собі здійснювати коливання. «Самі по собі» — це означає: не змушені чекати для цього дію періодичних зовнішніх сил. Тому такі коливання називають **вільними коливаннями**, на відміну від **вимушених**, що відбуваються під дією періодично змінних зовнішніх сил. Наприклад, в результаті першого поштовху буде коливатися вода у склянці, вантаж, підвішений на пружині, вагон або автомобіль на своїх ресорах, гойдалки, затиснута одним кінцем металева пластинка, натягнута струна, стрілка компаса тощо (див. рисунок).

Усі такі тіла або сукупності тіл, які самі по собі можуть здійснювати коливання, називають коливальними системами.



Приклади коливальних систем

З коливальними системами доводиться мати справу не тільки в різних машинах і механізмах (зокрема, годинникових механізмах). Ми побачимо далі, що коливальними системами є більшість джерел звуку, що поширення звуку в повітрі можливе лише тому, що саме повітря постає свого роду коливальною системою. Крім механічних коливальних систем, існують електромагнітні коливальні системи, у яких можуть вчинятися електричні коливання, що становлять основу всієї радіотехніки.

Властивості коливальних систем:

- має положення стійкої рівноваги;

- обмежена у просторі;
- виникають сили, що повертають систему до положення рівноваги;
- має інертність;
- сили тертя малі.

Коливання в цих коливальних системах є вільними. Вільні коливання згасають упродовж часу.

Фізики вивчають коливання за допомогою маятників: математичного та пружинного.

2. Умови виникнення вільних коливань

Умовами для виникнення вільних коливань є:

- наявність сил, які повертають систему у положення рівноваги;
- відсутність (або малі значення) сил тертя в системі.

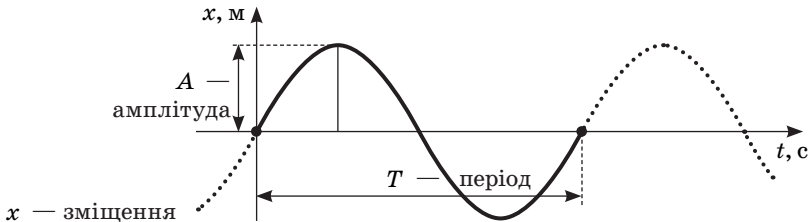
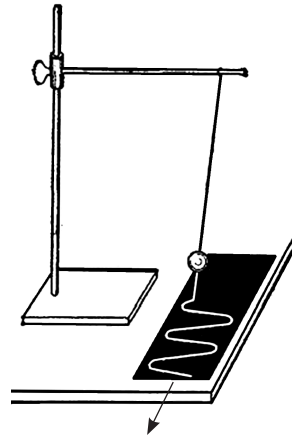
Будь-яка коливальна система повинна мати точку рівноваги, стійку рівновагу. Саме біля цієї точки й відбуваються коливання. Для того щоб вивести систему із положення рівноваги, необхідно цій системі передати запас енергії. При цьому сили тертя повинні бути малими.

3. Характеристики коливального руху.

Рівняння гармонічних коливань

Прикріпимо до маятника волосину (шматочок тонкого дроту або пружну нейлонову нитку) і будемо рухати під цією волосиною заковчену скляну пластинку, як показано на *рисунку (додаток 47-002 відеофрагмент «Вільні коливання»)*.

Якщо рухати пластинку з постійною швидкістю в напрямку, перпендикулярному до площини коливань, то волосина прокреслить на пластинці хвилясту лінію — розгортку коливань у часі, або графік коливального руху (*див. рисунок*).



Будь-які коливання характеризуються **амплітудою** (A ; $[A] = \text{м}$) — найбільшим відхиленням деякої величини від свого нульового

значення, **періодом** ($T = \frac{t}{N}$; $[T] = \text{с}$) або **частотою** ($\nu = \frac{N}{t}$). Останні дві величини пов'язані між собою обернено пропорційною залежністю: $T = \frac{1}{\nu}$. Частота коливань в СІ вимірюється в герцах (Гц).

☑ **1 Гц** — це частота коливань, коли тіло здійснює одне коливання за секунду.

Найпростішими серед коливальних рухів є гармонічні коливання.

☑ Коливання називають **гармонічними**, якщо їхні характеристики (наприклад, зміщення тіла з положення рівноваги) змінюються у часі за законом синуса або косинуса.

$$x = A \sin(\omega t + \varphi_0) \text{ або } x = A \cos(\omega t + \varphi_0),$$

де x — відстань коливальної точки від положення рівноваги, або зміщення; A — амплітуда коливань; $(\omega t + \varphi_0)$ — **фаза коливань**; φ_0 — **початкова фаза**; ω — **циклічна частота** — число коливань за 2π секунд ($\omega = 2\pi\nu = \frac{2\pi}{T}$; $[\omega] = \frac{\text{рад}}{\text{с}} = \text{с}^{-1}$).

Проекцію швидкості точки під час гармонічних коливань визначимо як першу похідну від зміщення за часом, а проекцію прискорення, відповідно, як другу похідну за часом. Нехай зміщення відбувається за законом $x = A \cos(\omega t + \varphi_0)$, тоді:

$$v_x = \frac{dx}{dt} = -\omega A \sin(\omega t + \varphi_0) = \omega A \cos\left(\omega t + \varphi_0 + \frac{\pi}{2}\right);$$

$$a_x = \frac{d^2x}{dt^2} = -\omega^2 A \cos(\omega t + \varphi_0) = \omega^2 A \cos(\omega t + \varphi_0 + \pi) = -\omega^2 x.$$

Важливо! Якщо залежність між проекцією прискорення тіла та його координатою має вигляд $a_x = -\omega^2 x$, то ми маємо справу із гармонічними коливаннями.

4. Розв'язання задач

Задача 1

Нитяний маятник робить 10 коливань за 20 с. Визначте період і частоту маятника.

Задача 2

Коливання задається формулою $x = 0,12 \sin \omega t$. Визначте амплітуду, частоту й період коливання.

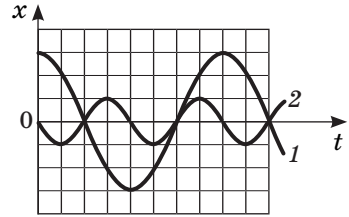
Задача 3

На *рисунку на с. 16* наведено графіки залежності зміщення від часу під час коливань двох маятників.

Порівняйте амплітуди A_1 і A_2 коливань маятників.

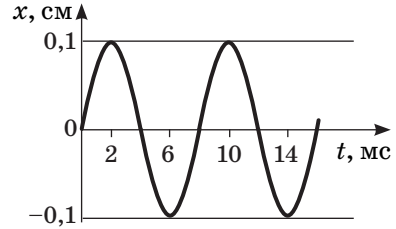
Задача 4

Тягарець маятника здійснює коливання з амплітудою A . Яку відстань пройде тягарець за один період коливань?



Задача 5

На *рисунку* зображено графік залежності координати x тіла, яке здійснює гармонічні коливання, від часу. Визначте частоту цих коливань. Запишіть рівняння цих коливань.



VI. ЗАКРІПЛЕННЯ ЗНАТЬ УЧНІВ 2 хв

Перегляд відеофрагментів «Механічні коливання у природі»

(див. ЦОР)

Діяльність учителя	Компетентності	Діяльність учнів
Учитель демонструє відеофрагмент «Механічні коливання», задає питання для закріплення навчального матеріалу	Формування інформаційної компетентності — формування вмінь інформацію, подану у вигляді відеоряду, перетворювати на текстову, знаходити необхідні відповіді на запитання	Учні переглядають відеофрагмент, працюють з текстовою інформацією, дають відповіді на запитання

Відповіді на запитання

- Що таке період, частота та циклічна частота коливань? Як ці величини пов'язані між собою?
- Яка основна одиниця частоти? Що ви можете сказати про коливання частотою 0,5; 1,0 і 2,0 Гц?
- Які величини, що характеризують коливальний рух, змінюються періодично?
- Які коливання вважають гармонічними?
- Які умови потрібно забезпечити, щоб коливання були гармонічними?

VII. РЕФЛЕКСІЯ

VIII. ДОМАШНЄ ЗАВДАННЯ

Вивчити відповідний параграф підручника, конспект уроку, відповідати на запитання після параграфа, виконати завдання за заданим.

УРОК № 48 / 1.4-2

**НАЙПРОСТІШІ КОЛИВАЛЬНІ СИСТЕМИ —
МАТЕМАТИЧНИЙ ТА ПРУЖИННИЙ МАЯТНИКИ.
ЕНЕРГІЯ КОЛИВАНЬ**

- Мета:** 1) ввести поняття математичного та пружинного маятників як моделей, за допомогою яких вивчають коливання; з'ясувати, які сили в цій коливальній системі повертають маятник до положення рівноваги; поглибити знання учнів про теорію коливального руху, вивести формули періодів коливань математичного та пружинного маятників; розглянути закон збереження енергії під час коливального руху маятників; сформувати вміння за графіками гармонічних коливань маятників записувати рівняння таких коливань та навпаки, використовуючи рівняння гармонічних коливань, будувати графіки залежності координати від часу; навчити «читати» графіки гармонічних коливань — визначати амплітуду, період, частоту коливань;
- 2) продовжити формування математичної компетентності учнів — знаходити необхідні дані, використовуючи графіки гармонічних коливань; вміння аналізу навчальної інформації та сприяти формуванню вміння обробляти здобуту інформацію, сформувати вміння аналізувати формулу залежності періоду коливання маятників від довжини нитки та прискорення вільного падіння, коефіцієнта жорсткості та маси маятника і прогнозувати, як змінюється один із параметрів при зміні інших;
- 3) продовжити формування вмінь оформлювати розв'язування задач належним чином.

Очікувані результати: учні знають і розуміють сутність коливального процесу, умов виникнення вільних коливань, поняття амплітуди, періоду та частоти коливального руху; знають формули періодів математичного та пружинного маятників та застосовують їх для розв'язування задач.

Тип уроку: урок вивчення та засвоєння нових знань.

ХІД УРОКУ

I. ОРГАНІЗАЦІЙНИЙ МОМЕНТ 0,5 хв

II. ПЕРЕВІРКА ДОМАШНЬОГО ЗАВДАННЯ (ЦОР) 5 хв

Фізичний диктант
(див. ЦОР до уроку)

III. АКТУАЛІЗАЦІЯ ОПОРНИХ ЗНАТЬ (ЦОР) 2 хв

Діяльність учителя	Компетентності	Діяльність учнів
Учитель, використовуючи ІП до уроку (ЦОР), пропонує учням дати відповіді на запитання з теорії коливального руху	Формування компетентності у природничих науках: знання теорії коливального руху	Учні дають відповіді на запитання, розширюють свої знання про механічні коливання, їхні характеристики

IV. ВИВЧЕННЯ НОВОГО МАТЕРІАЛУ (ЦОР) 10 хв

Діяльність учителя	Компетентності	Діяльність учнів
Учитель пояснює теоретичний матеріал, виводить формулу Гюйгенса — формулу періоду коливаний математичного маятника	Формування предметної, математичної компетентностей. Формування самоосвітньої компетентності: вміння слухати та запам'ятовувати навчальний матеріал, опанування нових способів вивчення матеріалу, формування вміння написання конспекту та використання опорних сигналів та умовних позначок для скорочення записів	Учні конспектують навчальний матеріал, беруть участь в обговоренні запропонованої вчителем інформації, задають питання щодо незрозумілої частини навчального матеріалу

1. Математичний маятник

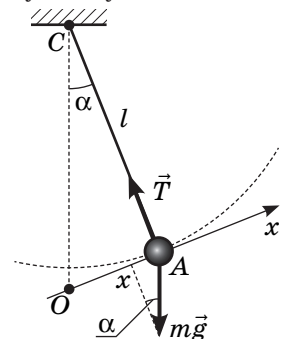
Щоб обчислити період коливаний вантажу, що висить на нитці, необхідно трохи «ідеалізувати» задачу. По-перше, вважатимемо, що розміри вантажу набагато менші за довжину нитки, а нитка — нерозтяжна й невагома.

По-друге, вважатимемо кут відхилення маятника досить малим (не більшим за $10\text{--}15^\circ$).

☑ **Математичним маятником** називають ідеалізовану коливальну систему без тертя, що складається з невагомої та нерозтяжної нитки, на яку підвішено матеріальну точку.

2. Період коливаний математичного маятника

Запишемо рівняння другого закону Ньютона в проекції на вісь Ox (див. рис.): $T_x + mg_x = ma_x$. Оскільки $T_x = 0$, то $mg_x = -mgsin\alpha$, ми дістаємо рівняння: $-mgsin\alpha = ma_x$, або $-gsin\alpha = a_x$. Значення $sin\alpha$ можна розрахувати з трикутника OAC — воно дорівнює відношенню катета OA до гіпотенузи OC . Якщо кути малі, $OC = l$, де l — довжина нитки, а $OA \approx x$,



де x — відхилення кульки від положення рівноваги. Тому $\sin \alpha = \frac{x}{l}$.

Остаточно отримуємо: $a_x = -\frac{g}{l}x$. Позначивши $\omega^2 = \frac{g}{l}$, маємо рівняння для вільних коливань математичного маятника: $a_x = -\omega^2 x$.

Циклічна частота коливань математичного маятника: $\omega = \sqrt{\frac{g}{l}}$.

Скориставшись співвідношенням $T = \frac{2\pi}{\omega}$, визначимо формулу для періоду коливань математичного маятника:

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g}}.$$

3. Період коливань пружинного маятника

Розтягнемо пружину на x . за законом Гука

$$F_{\text{пр}x} = -kx.$$

Запишемо другий закон Ньютона:

$$F_{\text{пр}x} = ma_x, \quad F_{\text{пр}x} = -kx. \quad a_x = -kx,$$

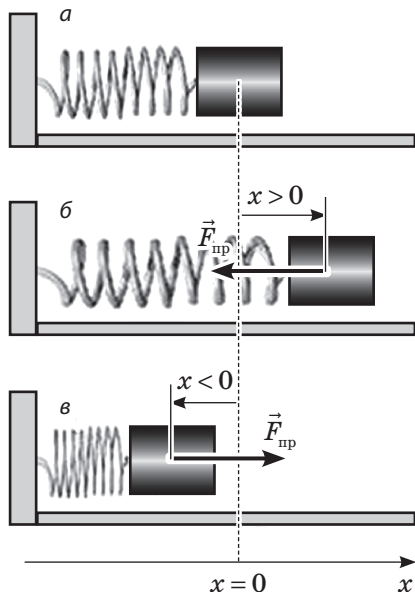
$$-m\omega_0^2 x = -kx \Rightarrow m\omega_0^2 = k,$$

$$\omega_0 = \sqrt{\frac{k}{m}},$$

тоді

$$v = \frac{1}{2\pi}\omega_0 = \frac{1}{2\pi}\sqrt{\frac{k}{m}}$$

$$\text{і } T = \frac{1}{v} = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k}}.$$



4. Перетворення енергії під час коливань пружинного та математичного маятників

Під час коливань відбуваються взаємні періодичні перетворення потенціальної та кінетичної енергій.

Повна енергія системи дорівнює потенціальній енергії за максимального відхилення від положення рівноваги $\frac{kA^2}{2}$, тому що кінетична енергія при цьому дорівнює нулю.

Коли система проходить положення рівноваги, її потенціальна енергія дорівнює нулю, а кінетична — максимальна й дорівнює

$$\frac{mv_{\max}^2}{2}. \text{ Відповідно до закону збереження енергії } \frac{mv_{\max}^2}{2} = \frac{kA^2}{2}.$$

Звідси маємо: $v_{\max} = \sqrt{\frac{k}{m}} A$. Згадаємо, що $\sqrt{\frac{k}{m}} = \omega$, де ω — циклічна частота. Таким чином, $v_{\max} = \omega A_{\max}$.

Для гармонічних коливань справедливим є рівняння $a_x = -\omega^2 x$, звідки отримуємо: $a_{\max} = \omega^2 A$. З урахуванням того, що $\omega A = v_{\max}$, маємо: $a_{\max} = \omega v_{\max}$.

За відсутності втрат механічної енергії (наприклад, за відсутності тертя) амплітуда вільних коливань змінюватися не буде.

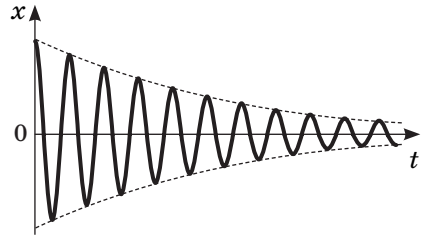
☑ Коливання, амплітуда яких з плином часу не змінюється, називають **незагасаючими**.

Сили тертя, які діють у системі, призводять до того, що механічна енергія системи з плином часу зменшуватиметься. У такому випадку говорять, що коливання затухають.

☑ Коливання, амплітуда яких з плином часу зменшується, називають **загасаючими**.

Графік загасаючих коливань показано на *рисунок*.

Сили тертя (або опору в рідинах чи газах) можуть бути настільки значними, що коливання навіть не виникнуть. Наприклад, якщо підвішений на нитці тягарець занурити у в'язку рідину, то після відхилення від положення рівноваги він плавно повернеться в це положення й зупиниться.



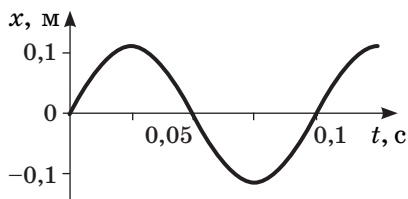
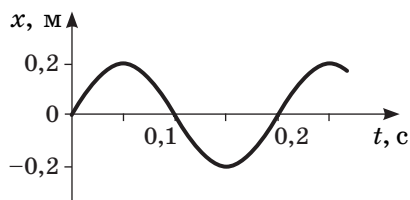
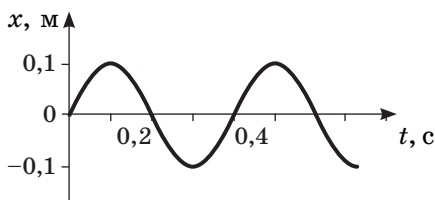
Запитання до учнів під час викладу нового матеріалу

1. За яких умов коливання математичного та пружинного маятників можна вважати гармонічними?
2. Чому кулька на довгій нитці під час коливань не зупиняється в момент проходження положення рівноваги?
3. Як зміниться період коливань математичного маятника, якщо масу вантажу збільшити? зменшити?
4. Як зміниться період коливань математичного маятника, якщо змінити амплітуду коливань маятника?
5. Який маятник називають математичним? Пружинним? Чому коливається математичний маятник? Який напрямок має рівнодійна сил, що діють на маятник?
6. Від яких величин залежить період коливань математичного (пружинного) маятника, а від яких ні?

V. ЗАКРІПЛЕННЯ ЗНАТЬ УЧНІВ

Розв'язування задач

1. Яку початкову фазу мають коливання, якщо секундомір пушено в той момент, коли коливна точка перебувала: у положенні рівноваги; у крайньому правому положенні; у крайньому лівому положенні?
2. За якою формулою слід обчислювати період коливань математичного маятника, підвішеного до стелі ліфта: під час рівномірного руху; під час рівноприскореного піднімання; під час рівносповільненого піднімання; під час рівноприскореного опускання; під час рівносповільненого опускання ліфта?
3. Запишіть рівняння коливань, використовуючи наведені графіки.



4. Космічний корабель під час умикання двигунів рухається з певним прискоренням. Яким чином, скориставшись математичним маятником у кабіні, можна визначити прискорення корабля?
5. Як зміниться період коливання математичного маятника, якщо його довжину подвоїти? потроїти?
6. Сталева кулька, підвішена до пружини, здійснює вертикальні коливання. Як зміниться період коливань, якщо до пружини підвісити мідну кульку того самого радіуса?
7. Яким є співвідношення довжини двох математичних маятників, якщо один із них здійснює 31 коливання, а другий за такий точно проміжок часу — 20 коливань?

V. РЕФЛЕКСІЯ

VI. ДОМАШНЄ ЗАВДАННЯ

Вивчити відповідний параграф підручника, конспект уроку, відповісти на запитання після параграфа, виконати завдання за задачником.

УРОК № 49 / I.4-3

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 4 «ДОСЛІДЖЕННЯ КОЛИВАНЬ МАТЕМАТИЧНОГО МАЯТНИКА»

Мета: 1) закріпити знання учнів про теорію коливального руху, сформувати експериментальні вміння — від планування експерименту до формулювання висновків дослідження коливань математичного маятника та з'ясування залежностей між фізичними величинами, що визначають період коливань математичного маятника;

- 2) продовжити формування предметної компетентності учнів, сприяти удосконаленню експериментальних умінь учнів, уміння аналізувати результати експериментальних даних та робити необхідні висновки;
- 3) продовжити розвиток комунікативної компетентності учнів шляхом організації роботи в малих групах.

Очікувані результати: учні знають послідовність виконання експерименту: від планування, підбору необхідного обладнання, вибору способів фіксації до обробки результатів експерименту.

Тип уроку: урок формування експериментальних умінь.

ХІД УРОКУ

I. ОРГАНІЗАЦІЙНИЙ МОМЕНТ *0,5 хв*

II. ПЕРЕВІРКА ГОТОВНОСТІ ДО ВИКОНАННЯ ЛАБОРАТОРНОЇ РОБОТИ, ІНСТРУКТАЖ З БЖ *2 хв*

Діяльність учителя	Компетентності	Діяльність учнів
Учитель організує перевірку рівня готовності учнів до виконання лабораторної роботи, проводить інструктаж з БЖ	Формування компетентності самоосвіти та саморозвитку — організація прийомів самонавчання, гнучкості застосування отриманих знань	Коментують алгоритм виконання лабораторної роботи, визначають обладнання, необхідне для її виконання, обговорюють, що будуть досліджувати в ході лабораторної роботи, отримують відповіді на незрозумілі питання

Правила техніки безпеки. Розташуйте прилади на робочому столі так, щоб уникнути їх падіння. Будьте обережні, не розгойдайте маятник більше, ніж потрібно; слідкуйте за тим, щоб нікого не вдарити кулькою.

III. ВИКОНАННЯ ЛАБОРАТОРНОЇ РОБОТИ 35 хв

Діяльність учителя	Компетентності	Діяльність учнів
Учитель слідкує за порядком під час виконання лабораторної роботи, за необхідності консультує учнів	Формування компетентності у природничих науках: наукове розуміння природи, розвиток умінь спостерігати, аналізувати і висувати гіпотези для пояснення побаченого; соціальної компетентності — вміння працювати в малих групах, самоосвітньої компетентності — науково організувати навчальну діяльність	Учні виконують лабораторну роботу відповідно до опису її ходу, оформлюють звіт у зошитах

Лабораторна робота № 4**«Дослідження коливань математичного маятника»**

Мета: дослідити залежності періоду та частоти вільних коливань математичного маятника від його довжини, амплітуди коливань і його маси.

Обладнання: штатив з муфтою й лапкою, металева куля з ниткою довжиною 130 см, на якій підвішено гумку або ластик (для зміни та фіксації довжини нитки), вимірювальна стрічка, секундомір або метроном.

Хід роботи**1. Повторіть §**

Питання для самоконтролю:

- 1) Який рух називають коливальним? Які величини характеризують коливальний рух?
- 2) Що таке період? Як експериментальним шляхом можна визначити період коливань?
- 3) Що таке частота коливань? Як експериментальним шляхом визначити частоту коливань?
- 4) Яка існує залежність між періодом та частотою?
- 5) Які коливання називають вільними?
- 6) Що таке маятник?

2. Встановіть штатив на краю стола. Закріпіть гумку, на яку підвішено металеву кульку на нитці, в лапці штативу.

Визначення залежності періоду та частоти коливань математичного маятника від його довжини.

- 2.1. Для проведення першої серії дослідів встановіть довжину маятника — 5 см. (Довжина маятника вимірюється від точки підвісу до середини металевої кульки). Відхиліть кульку від положення

рівноваги на невелику відстань — амплітуда 1–2 см та відпустіть. Виміряйте час t , за який маятник здійснить 30 повних коливань. Результати вимірювань запишіть у таблицю.

- 2.2. Проведіть ще 4 досліди, змінюючи довжину нитки відповідно до значень, указаних у таблиці.

№ досліду	1	2	3	4	5
Фізична величина					
Довжина маятника L , м	0,05	0,20	0,45	0,80	0,125
Кількість повних коливань N	30	30	30	30	30
Час t , с					
Період коливань T , с					
Частота коливань ν , Гц					

- 2.3. Для кожного досліду розрахуйте значення періоду коливань, використовуючи формулу: $T = \frac{t}{N}$.

- 2.4. Розрахуйте частоту коливань: $\nu = \frac{1}{T}$.

- 2.5. Зробіть висновок, як період та частота залежать від довжини нитки маятника.

Дослідження залежності періоду коливань математичного маятника від амплітуди коливань

- 2.6. Для проведення другої серії дослідів виберіть довільну довжину математичного маятника, яка під час проведення дослідів залишається незмінною. Відхиліть маятник від положення рівноваги та виміряйте амплітуду коливань. Відпустивши маятник, визначте час 30 повних коливань.

- 2.7. Повторіть досліди ще 4 рази, змінюючи амплітуду коливань. Усі дані занесіть до таблиці.

№ досліду	1	2	3	4	5
Фізична величина					
Амплітуда коливань L , м					
Кількість повних коливань, N	30	30	30	30	30
Час t , с					
Період коливань T , с					
Частота коливань ν , Гц					

- 2.8. Проведіть аналіз отриманих даних та зробіть висновок про залежність періоду коливань математичного маятника від його амплітуди.

**Дослідження залежності періоду коливань
математичного маятника від його маси**

2.9. Для проведення третьої серії дослідів виберіть довжину маятника, яка залишається незмінною. Алгоритм виконання дослідів, як в п. 2.1. та 2.6.

2.10. Повторіть ще 4 рази цей дослід, змінюючи масу маятника. Усі дані занесіть до таблиці.

№ досліду	1	2	3	4	5
Фізична величина					
Маса маятника m , кг					
Кількість повних коливань N	30	30	30	30	30
Час t , с					
Період коливань T , с					
Частота коливань ν , Гц					

2.10. Проведіть аналіз отриманих даних та зробіть висновок щодо залежності періоду коливань математичного маятника від його маси.

Висновок: _____

Контрольні питання

1. Чи залежить період коливань математичного маятника від проміжків часу, які були виміряні під час проведення дослідів?
2. Який фізичний сенс періоду та частоти коливань?
3. Визначте, скільки коливань здійснить маятник, який був використаний в роботі, за 10 хвилин.

***Додаткове завдання**

З'ясуйте математичну залежність між періодом та довжиною маятника.

Для цього:

1. Для першої серії дослідів визначте співвідношення, наведені в таблиці:

$\frac{T_2}{T_1} =$	$\frac{T_3}{T_1} =$	$\frac{T_4}{T_1} =$	$\frac{T_5}{T_1} =$
$\frac{L_2}{L_1} =$	$\frac{L_3}{L_1} =$	$\frac{L_4}{L_1} =$	$\frac{L_5}{L_1} =$

2. Порівняйте результати всіх чотирьох стовпців та спробуйте визначити загальну закономірність.

3. Зробіть висновок про залежність між періодом та довжиною маятника.

IV. ЗАКРІПЛЕННЯ ЗНАТЬ УЧНІВ 2 хв

Діяльність учителя	Компетентності	Діяльність учнів
Учитель організує обговорення результатів експерименту та висновків, зроблених учнями, виправляє помилки, схвалює правильні результати	Формування самоосвітньої компетентності — гнучкості мислення, застосування знань у нестандартній ситуації, вміння оцінки власної навчальної діяльності	Учні обговорюють результати експерименту, формулюють висновки, вносять корективи (за необхідності) до звітів, оцінюють результати власної навчальної діяльності

V. РЕФЛЕКСІЯ

VI. ДОМАШНЄ ЗАВДАННЯ

Повторити відповідний параграф підручника, конспект уроку, виконати завдання за задачником.