

**Л.С. Яблонь, О.В. Морушко, В.М. Бойчук**

**ФІЗИКА ТА АСТРОНОМІЯ**  
**(І частина. Механіка)**



**2019**

*Рекомендовано до друку Вченою радою ДВНЗ «Прикарпатський національний університет імені Василя Стефаника»*

**Рецензенти:** д. ф.-м. н., проф. Гасюк І.М.,  
к. пед. н., Войтків Г.В.

**Яблонь Л.С., Морушко О.В., Бойчук В.М.** Фізика та астрономія (І частина. Механіка). Навчально-методичний посібник для студентів освітнього рівня молодший спеціаліст. Івано-Франківськ, 2019. 112 с.

У пропонованому навчально-методичному посібнику зібрано основні поняття, твердження, закони, що описують фізичні явища та процеси з курсу Фізика та астрономія (розділ «Механіка») і додаткові матеріали для самостійної роботи (фізичні диктанти, тести, кросворди, QR-коди) для студентів освітнього рівня молодший спеціаліст.

## ВСТУП

На сьогоднішній день від викладача і студента вимагаються нові підходи до викладання і, відповідно, до вивчення фізики. Тому розробка нових методичних підручників, які б враховували значно скорочені обсяги часу на вивчення предмету, є актуальним завданням. Підручники з фізики, як правило, багатотомні, що при самостійній роботі викликає значні труднощі для студентів. Тому виникла потреба мати скорочений варіант матеріалу у вигляді тез, який відповідає програмі викладання в коледжі, а підручники використовувати для більш поглибленого вивчення фізики під час самостійної роботи студентів.

Посібник містить довідкові матеріали конспективного характеру з курсу Фізика та астрономія (розділ «Механіка») і додаткові матеріали для самостійної роботи (фізичні диктанти, тести, кросворди, QR-коди) для студентів освітнього рівня молодший спеціаліст.

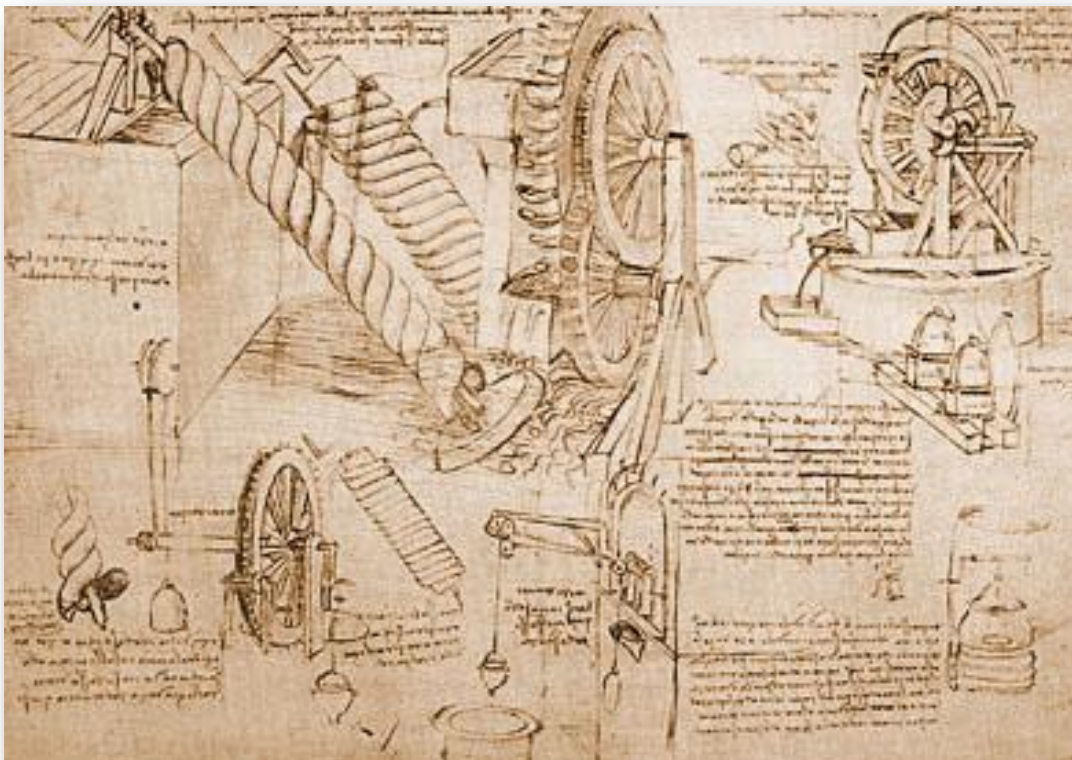
*Автори*

*Фізика – це заняття для веселих  
і дотепних людей*

**Петро Капіца**

*Механіка – рай математичних наук*

**Леонардо да Вінчі**



# ЗМІСТ

1. ВСТУП. ОСНОВНІ МАТЕМАТИЧНІ ТА ФІЗИЧНІ ПОНЯТТЯ У МЕХА- НІЦІ	7
1.1. Векторні і скалярні величини	8
1.2. Механіка і її структура	10
1.3. Моделі в механіці	11
1.4. Механічний рух	11
1.5. Основні характеристики руху матеріальної точки	12
1.5.1. Відносність руху. Системи відліку	12
1.5.2. Кінематичні рівняння руху матеріальної точки	12
1.5.3. Траєкторія, довжина шляху, вектор переміщення	13
<i>Фізичний диктант</i>	14
2. ОСНОВИ КІНЕМАТИКИ	15
2.1. Прямолінійний рівномірний рух	16
2.1.1. Швидкість руху	16
2.1.2. Графіки залежностей кінематичних величин від часу	17
2.1.3. Закон додавання швидкостей	18
<i>Фізичний диктант</i>	19
2.2. Прямолінійний нерівномірний рух	20
2.2.1. Прискорення	20
2.2.2. Швидкість і пройдений шлях тіла під час рівноприскореного прямолінійного руху	20
2.2.3. Графіки залежностей кінематичних величин від часу	20
2.3. Вільне падіння	21
2.3.1. Прискорення вільного падіння	21
2.3.2. Основні формули, що описують рух при вільному падінні тіла	22
2.4. Рух тіла, кинутого під кутом до горизонту	22
<i>Фізичний диктант</i>	23
2.5. Криволінійний рух	24
2.5.1. Рівномірний рух тіла по колу. Лінійна швидкість	24
2.5.2. Основні характеристики рівномірного руху по колу	24
<i>Фізичний диктант</i>	26
<i>Поради щодо розв'язування задач</i>	27
<i>Тести</i>	29
<i>Ребуси, кросворди, QR-коди</i>	44
3. ОСНОВИ ДИНАМІКИ	47
3.1. Динаміка матеріальної точки	48
3.1.1. Інертність і інерція.	48
3.1.2. Інерціальні системи відліку. Перший закон Ньютона.	48
3.1.3. Поняття сили. Рівнодійна всіх сил.	48
3.1.4. Маса. Другий закон Ньютона.	49

3.1.5. Третій закон Ньютона.	50
<i>Фізичний диктант</i>	50
3.2. Сили в механіці.	51
3.2.1. Гравітаційна взаємодія. Сила тяжіння. Закон всесвітнього тяжіння.	51
3.2.2. Вага і невагомість.	52
3.2.3. Космічні швидкості	53
3.2.4. Сили пружності. Деформація тіл. Види та характеристики деформації.	54
3.2.5. Закон Гука.	55
3.2.6. Сили тертя. Коефіцієнт тертя.	56
<i>Фізичний диктант</i>	58
3.3. Рівновага тіл	59
3.3.1. Момент сили	59
3.3.2. Умови та види рівноваги тіл	59
3.4. Імпульс, робота, механічна енергія	60
3.4.1. Імпульс тіла. Закон збереження імпульсу	60
3.4.2. Механічна робота	60
3.4.3. Потужність	61
3.4.4. Кінетична енергія	61
3.4.5. Потенціальна енергія	62
3.4.6. Закон збереження енергії	63
3.4.7. Абсолютно пружний удар	63
<i>Фізичний диктант</i>	64
<i>Поради щодо розв'язування задач</i>	65
<i>Тести</i>	66
<i>Ребуси, кросворди, QR-коди</i>	82
<b>4. МЕХАНІЧНІ КОЛИВАННЯ І ХВИЛІ</b>	<b>85</b>
4.1. Механічні коливання	86
4.1.1. Що таке коливання?	86
4.1.2. Основні характеристики коливань	86
4.1.3. Пружинний маятник	87
4.1.4. Математичний маятник	88
4.1.5. Перетворення енергії під час коливання	89
4.1.6. Перетворення енергії за наявності тертя. Згасаючі коливання	90
4.1.7. Вимушені коливання. Резонанс	90
4.2. Механічні хвилі	90
4.2.1. Основні характеристики хвиль	90
4.2.2. Поперечні і поздовжні хвилі	91
4.2.3. Звукові хвилі	92
4.2.4. Інфразвук та ультразвук	93
<i>Фізичний диктант</i>	95
<i>Поради щодо розв'язування задач</i>	96
<i>Тести</i>	97
<i>Ребуси, кросворди, QR-коди</i>	109

ВСТУП. ОСНОВНІ  
МАТЕМАТИЧНІ  
ТА ФІЗИЧНІ  
ПОНЯТТЯ У  
МЕХАНІЦІ

- 1.1. Векторні і скалярні величини.
- 1.2. Механіка і її структура.
- 1.3. Моделі в механіці.
- 1.4. Механічний рух.
- 1.5. Основні характеристики руху матеріальної точки.
  - 1.5.1. Відносність руху. Системи відліку.
  - 1.5.2. Кінематичні рівняння руху матеріальної точки.
  - 1.5.3. Траєкторія, довжина шляху, вектор переміщення.



## 1.1. Векторні і скалярні величини

Фізичні величини, які характеризують фізичну систему і її стани (наприклад взаємодію і механічний рух тіл) відображаються відповідними математичними об'єктами. Наприклад, щоб задати масу, температуру, об'єм тіла, треба визначити тільки їх числові значення у певних одиницях. Щоб задати силу або швидкість, треба обов'язково знати, крім числового значення, ще і їхній напрям у просторі, від чого залежить перебіг самого явища.

### Скаляр

Фізичні величини, які виражаються тільки числом, називають **скалярними**, або **скалярами**. Математичні дії зі скалярними величинами визначаються відомими вам правилами арифметики.

### Вектор

Фізичні величини, які характеризуються числовим значенням, напрямом і точкою прикладання, називають **векторними**, або **векторами**. Числове значення вектора називають **модулем вектора**. Модуль вектора – величина скалярна і додатна. Векторну фізичну величину зображають стрілкою, довжина якої у вибраному масштабі дорівнює модулю вектора, а напрям збігається з напрямом фізичної величини (рис. 1.1). Якщо модуль вектора дорівнює нулю, то вектор зображується точкою.

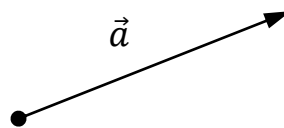


Рис. 1.1. Вектор

### Дії над векторами

**Додавання  
векторів  
Правило  
трикутника**

Для додавання двох векторів  $\vec{a}$  і  $\vec{b}$ , їх переносять паралельно самим собі так, щоб початок одного з них збігався з кінцем іншого. Тоді вектор суми задається третьою стороною трикутника, що утворився, причому його початок збігається з початком

**Правило  
паралелограма**

**Множення  
вектора на число**

**Проекція вектора  
на площині**

першого вектора. Таке додавання називається **правилом трикутника** (рис. 1.2).

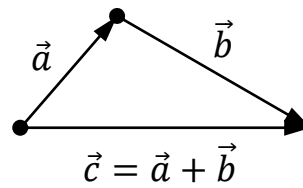


Рис. 1.2. Додавання векторів за правилом трикутника

Для додавання двох векторів  $\vec{a}$  і  $\vec{b}$  за **правилом паралелограма**, обидва ці вектора переносяться паралельно самим собі так, щоб їх початки збігалися. Тоді вектор суми задається діагоналлю побудованого на них паралелограма, яка виходить з їх спільного початку ( $\vec{c} = \vec{a} + \vec{b}$ ) (рис. 1.3).

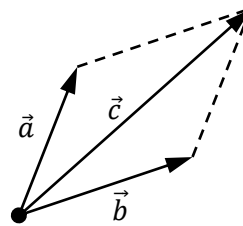


Рис. 1.3. Додавання векторів за правилом паралелограма

Добутком вектора  $\vec{a}$  на число  $n$  називають вектор, довжина якого дорівнює  $|n\vec{a}|$ , а напрям співпадає з напрямом вектора  $\vec{a}$ , якщо  $n > 0$ , або протилежний йому, якщо  $n < 0$  (рис. 1.4).

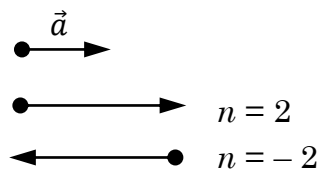
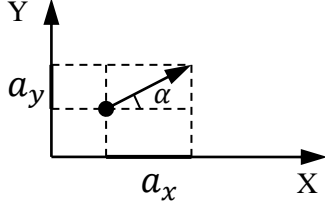


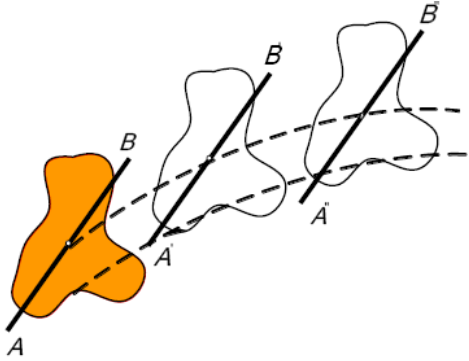
Рис. 1.4. Множення вектора на число

Будь-який вектор  $\vec{a}$  на площині  $OXY$  має дві проекції:  $a_x, a_y$  (рис. 1.5):

$$a_x = a \cos \alpha ,$$

<p style="text-align: center;"><b>Скалярний добуток векторів</b></p>	<p style="text-align: center;"><math>a_y = b \sin \alpha.</math></p>  <p style="text-align: center;">Рис. 1.5. Проекція вектора на площині</p> <p>Математична операція над двома векторами, результатом якої є скаляр, що обчислюється за формулою:</p> $\vec{a} \cdot \vec{b} = ab \cos \alpha,$ <p>де <math>\alpha</math> – кут між векторами <math>\vec{a}</math> і <math>\vec{b}</math>.</p>
<p><b>1.2. Механіка і її структура</b></p>	
<p><b>Механіка</b></p> <p><b>Сучасна механіка:</b>  <b>ньютонівська чи класична механіка,</b></p> <p><b>релятивістська механіка,</b></p> <p><b>квантова механіка</b></p>	<p>розділ фізики, в якому вивчаються закономірності механічного руху та взаємодії тіл.</p> <p>в якій розглядаються рухи макроскопічних тіл, що рухаються з швидкостями, у багато разів меншими від швидкості світла у вакуумі.</p> <p>яка вивчає закони руху тіл з швидкостями, порівняними із швидкістю світла у вакуумі. Вона ґрунтується на теорії відносності, створеній А.Ейнштейном у 1905-1914 рр.</p> <p>вивчає закони руху атомів і елементарних частинок.</p>
<p><b>Розділи механіки</b></p> <p><b>Кінематика</b></p> <p><b>Динаміка</b></p>	<p>– частина механіки, яка вивчає рух тіл без вияснення причин, що обумовили цей рух.</p> <p>вивчає закони руху тіл і причини, які викликають або змінюють цей рух.</p>

<b>Статика</b>	Вивчає закони рівноваги системи тіл.
<b>1.3. Моделі в механіці</b>	
Механіка для опису руху тіл залежно від умов конкретних задач використовує різні спрощені <b>фізичні моделі</b> :	
<b>Матеріальна точка</b>	– тіло, геометричними розмірами якого за умов даної задачі можна знехтувати і вважати, що вся маса тіла зосереджена в геометричній точці. Вивчення руху матеріальної точки важливе не тільки тому, що воно дає можливість описати рух реального тіла, але і тому, що дозволяє побудувати точну теорію руху будь-якого реального тіла як сукупності матеріальних точок.
<b>Абсолютно тверде тіло</b>	– тіло, деформацією якого в умовах даної задачі можна знехтувати і відстань між будь-якими двома точками цього тіла залишається сталою.
<b>Абсолютно пружне тіло</b>	– тіло, деформація якого підкоряється закону Гука, а після припинення зовнішньої дії таке тіло повністю відновлює свої початкові розміри і форму.
<b>Фізичний простір</b>	<b>Трьохвимірний</b> (положення тіла повністю визначається трьома координатами); <b>ізотропний</b> (властивості за всіма виділеними напрямками однакові і не змінюються); <b>однорідний</b> (властивості простору у всіх його точках однакові).
<b>Час</b>	<b>Одновимірний</b> (на осі часу можна помістити стрілку, яка вказуватиме напрям); <b>однорідний</b> (властивості часу в усіх точках напрямку часу однакові); <b>однаково протікаючий</b> .
<b>1.4. Механічний рух</b>	
<b>Механічний рух</b>	– це зміна положення тіла в просторі з

<p><b>Поступальний рух</b></p>	<p>часом.</p> <p>Будь-який рух твердого тіла можна представити як <b>комбінацію поступального і обертального рухів</b>.</p> <p>– це рух, при якому будь-яка пряма, що жорстко пов'язана з тілом, залишається паралельною своєму початковому положенню (рис. 1.6).</p>  <p><b>Обертальний рух</b></p> <p>– це рух, при якому всі точки тіла рухаються по колах, центри яких лежать на одній і тій прямій, яка називається <b>віссю обертання</b>.</p>
<p><b>1.5. Основні характеристики руху матеріальної точки</b></p>	
<p><b>1.5.1. Відносність руху. Системи відліку</b></p>	
<p>Поняття руху має строго визначений зміст тільки тоді, якщо вказано тіло (або система тіл), відносно якого відбувається рух розглядуваного тіла. У цьому суть фундаментальної властивості природи, зміст якої полягає в тому, що <b>будь-який рух відносний</b>. Відносність руху означає, що в різних системах відліку рух буде описуватися по-різному.</p>	
<p><b>Система відліку</b></p>	<p>– координатна система з годинником для відліку часу, пов'язана з реальним тілом.</p>
<p><b>Тіло відліку</b></p>	<p>– це довільно вибране реальне тіло, відносно якого визначається положення інших тіл.</p>
<p><b>1.5.2. Кінематичні рівняння руху матеріальної точки</b></p>	
<p><b>Декартова</b></p>	<p>– це три взаємно перпендикулярні осі X, Y, Z,</p>

<p><b>система координат</b></p> <p><b>Кінематичні рівняння руху точки</b></p> <p><b>Число ступенів вільності <math>i</math></b></p>	<p>тіло відліку <math>O</math> та годинник для відліку часу.</p> <p>Положення матеріальної точки <math>M</math> відносно цієї системи відліку можна задати <b>координатами</b> <math>x, y, z</math>.</p> <p>При русі точки її координати змінюються і є функціями від часу. Такі рівняння називають <b>кінематичними рівняннями руху точки</b>, заданими у <b>координатній формі</b>:</p> $\begin{cases} x = x(t), \\ y = y(t), \\ z = z(t). \end{cases}$ <p>– кількість незалежних координат, які повністю визначають положення тіл (матеріальних точок) у просторі.</p> <p>Отже, матеріальна точка має три ступені вільності поступального руху (<math>i = 3</math>). Якщо матеріальна точка рухається вздовж прямої, то вона має тільки одну ступінь вільності (<math>i = 1</math>). Якщо матеріальна точка здійснює рух на площині, то вона володіє двома ступенями вільності (<math>i = 2</math>).</p> <p>Абсолютно тверде тіло має шість ступенів вільності (<math>i = 6</math>): три поступального і три обертального рухів.</p>
<p><b>1.5.3. Траєкторія, довжина шляху, вектор переміщення</b></p>	
<p><b>Траєкторія</b></p> <p><b>Довжина шляху</b></p> <p><b>Переміщення <math>\vec{S}</math></b></p>	<p>– лінія в просторі, яку описує матеріальна точка під час свого руху.</p> <p>– довжина дуги, що відраховується вздовж траєкторії від деякої точки, яка взята за початок відліку.</p> <p>– це векторна величина, яка вказує в якому напрямі і на яку відстань перемістилась</p>

матеріальна точка.

**Одиниця вимірювання переміщення  
– метр (м).**



## ФІЗИЧНИЙ ДИКТАНТ

1. Знайти суму двох векторів за правилом трикутника ...
2. Знайти суму двох векторів за правилом паралелограма ...
3. Як знайти проекції вектора на осі  $OX$  і  $OY$ ?
4. Механіка – це ...
5. Кінематика – це ...
6. Динаміка – це ...
7. Матеріальна точка – це ...
8. Механічний рух – це ...
9. Система відліку – це ...
10. Записати кінематичні рівняння руху точки
11. Траєкторія – це ...
12. Переміщення – це ...

## ОСНОВИ КІНЕМАТИКИ

- 2.1. Прямолінійний рівномірний рух.
  - 2.1.1. Швидкість руху.
  - 2.1.2. Графіки залежностей кінематичних величин від часу.
  - 2.1.3. Закон додавання швидкостей.
- 2.2. Прямолінійний нерівномірний рух.
  - 2.2.1. Прискорення
  - 2.2.2. Швидкість і пройдений шлях тіла під час рівноприскореного прямолінійного руху.
  - 2.2.3. Графіки залежностей кінематичних величин від часу.
- 2.3. Вільне падіння.
  - 2.3.1. Прискорення вільного падіння.
  - 2.3.2. Основні формули, що описують рух при вільному падінні тіла.
- 2.4. Рух тіла, кинутого під кутом до горизонту.
- 2.5. Криволінійний рух.
  - 2.5.1. Рівномірний рух тіла по колу. Миттєва швидкість.
  - 2.5.2. Основні характеристики рівномірного руху по колу



<b>2.1. Прямолінійний рівномірний рух</b>	
<p><b>Прямолінійний рівномірний рух</b></p> <p><b>Кінематичні характеристики прямолінійного рівномірного руху:</b></p>	<p>– рух, за якого матеріальна точка, рухаючись по прямій, за будь-які рівні проміжки часу здійснює однакові переміщення.</p> <p>Переміщення, швидкість, координата, шлях</p>
<b>2.1.1. Швидкість руху</b>	
<p><b>Швидкість</b></p> <p><b>Рівняння переміщення</b></p> <p><b>Кінематичний закон рівномірного прямолінійного руху</b></p>	<p>– векторна фізична величина, що дорівнює відношенню вектора переміщення до проміжку часу, протягом якого це переміщення відбулося:</p> $\vec{v} = \frac{\vec{s}}{t}$ <p><b>Напрямок вектора швидкості в прямолінійному русі збігається з напрямком вектора переміщення .</b></p> <p><b>Величина швидкості у рівномірному прямолінійному русі за будь-які однакові проміжки часу тіло виконує однакові переміщення, тому швидкість такого руху є величиною сталою.</b></p> <p>Одиниця вимірювання швидкості у СІ: м/с</p> $\vec{s} = \vec{v} \cdot t$ $\begin{cases} x = x_0 + s_x = x_0 + v_x t \\ y = y_0 + s_y = y_0 + v_y t \\ z = z_0 + s_z = z_0 + v_z t \end{cases}$

## 2.1.2. Графіки залежностей кінематичних величин від часу

**Графіком швидкості рівномірного прямолінійного руху**

– є пряма лінія, паралельна до осі часу  $t$ .

Нехай два тіла рухаються рівномірно вздовж осі  $Ox$ , одне – у додатному напрямі осі, друге – у від'ємному напрямі тієї ж осі. На рис. 2.1 для цих тіл зображено графіки залежностей проекцій швидкостей від часу.

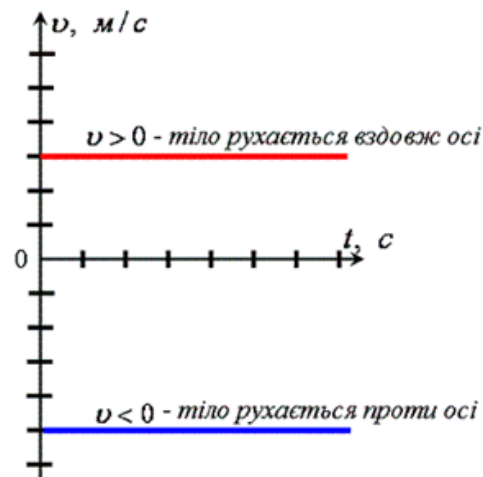


Рис. 2.1. Графіки швидкості рівномірного прямолінійного руху двох тіл

**Графічне визначення шляху при рівномірному прямолінійному русі**

За допомогою графіка швидкості можна визначити шлях, пройдений тілом за будь-який проміжок часу. Як видно з рис. 2.2, шлях чисельно дорівнює площі прямокутника, одна сторона якого дорівнює швидкості, а друга – заданому проміжку часу.

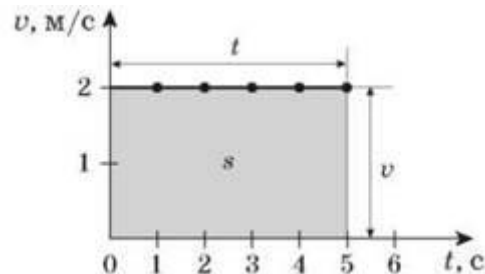


Рис. 2.2. Графічне визначення шляху

**Графіком координати**

– є пряма лінія.

Якщо тіло рухається вздовж обраної

**рівномірного  
прямолінійного  
руху (графіком  
руху)**

осі, то графік руху є зростаючим, якщо ж проти обраної осі – то спадним. Чим більший кут між графіком руху та віссю часу, тим більша швидкість тіла.

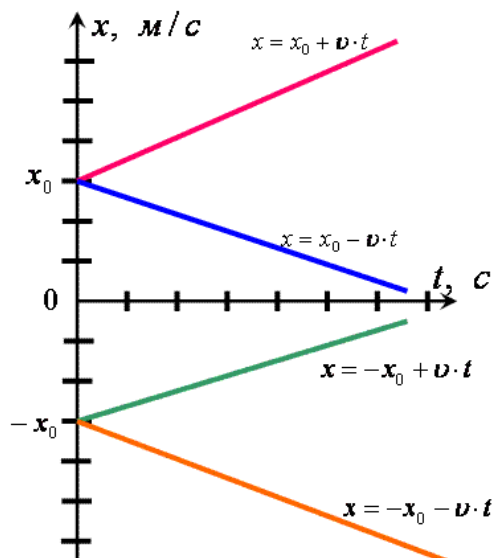


Рис. 2.3. Графік координат рівномірного прямолінійного руху

### 2.1.3. Закон додавання швидкостей

**Відносність руху**  
означає,

що координати тіла, швидкість, вид траєкторії залежать від того, відносно якої системи відліку розглядається рух.

**Закон додавання швидкостей**

Швидкість руху тіла відносно нерухомої системи відліку (рис. 2.4) дорівнює векторній сумі швидкості цього тіла відносно рухомої системи відліку  $\vec{v}_2$  і швидкості самої рухомої системи відліку відносно нерухомої системи  $\vec{v}_1$ :

$$\vec{v} = \vec{v}_1 + \vec{v}_2$$

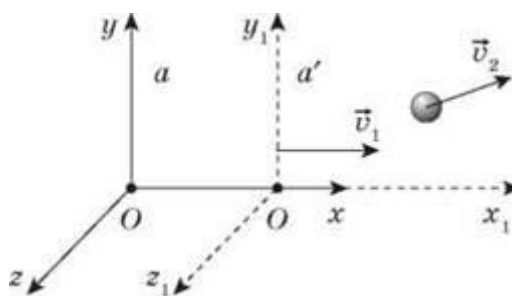


Рис. 2.4. Рух тіла відносно різних систем відліку



## ФІЗИЧНИЙ ДИКТАНТ

1. Прямолінійний рівномірний рух – це ...
2. Швидкість – це ...
3. Формула швидкості для рівномірного руху ...
4. Напрямок швидкості при рівномірному прямолінійному русі співпадає з ...
5. Величина швидкості при рівномірному прямолінійному русі залишається ...
6. Одиниця вимірювання швидкості ...
7. Записати рівняння рівномірного прямолінійного руху.
8. Графіком швидкості рівномірного прямолінійного руху є ...
9. Якщо швидкість додатна, то графік швидкості розміщується ...
10. Охарактеризувати графік рівномірного руху ...
11. Сформулювати закон додавання швидкостей ...
12. Записати формулу закону додавання швидкостей ...

<b>2.2. Прямолінійний нерівномірний рух</b>	
<b>2.2.1. Прискорення</b>	
<b>Нерівномірний рух</b>	– рух, при якому модуль швидкості з часом змінюється.
<b>Прискорення</b>	– це векторна фізична величина, що дорівнює відношенню зміни швидкості до часу, протягом якого ця зміна відбулася: $\vec{a} = \frac{\vec{v} - \vec{v}_0}{\Delta t} = \frac{\Delta \vec{v}}{\Delta t}.$ <p>Якщо модуль швидкості з часом зростає, то такий рух називається <b>прискореним</b>, якщо зменшується, то – <b>сповільненим</b>.</p> <p>Проекція вектора прискорення матиме знак «+», якщо напрям вектора прискорення збігається з напрямом вектора початкової швидкості, і знак «-» у випадку протилежного напрямку цих векторів.</p>
<b>Одиниця вимірювання прискорення у СІ</b>	м/с <sup>2</sup> .
<b>2.2.2. Швидкість і пройдений шлях тіла під час рівноприскореного прямолінійного руху</b>	
<b>Миттєва швидкість</b>	$\vec{v} = \vec{v}_0 + \vec{a}t$
<b>Переміщення</b>	$\vec{s} = \vec{v}_0 t + \frac{\vec{a}t^2}{2}$ $s = \frac{v^2 - v_0^2}{2a}$
<b>Координата</b>	$x = x_0 + v_{0x}t + \frac{a_x t^2}{2}$
<b>2.2.3. Графіки залежностей кінематичних величин від часу</b>	
<b>Графіком прискорення</b>	– є <b>пряма лінія</b> , паралельна до осі часу $t$ .

**прямолінійного  
рівноприскореного  
руху**

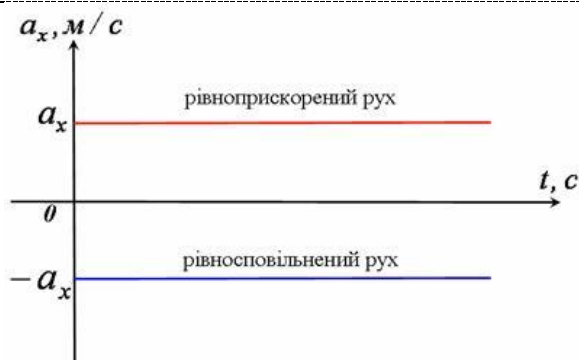


Рис. 2.5. Графік прискорення нерівномірного прямолінійного руху

**Графіком швидкості  
прямолінійного  
рівноприскореного  
руху**

– є пряма лінія.

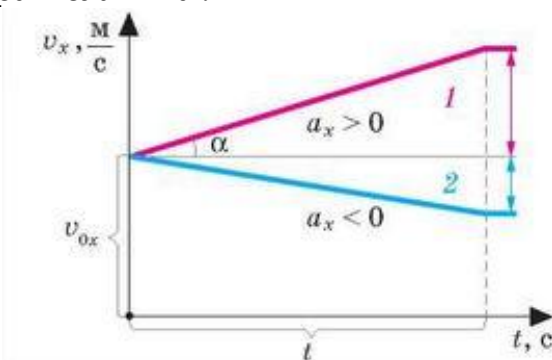


Рис. 2.6. Графік швидкості нерівномірного прямолінійного руху

**Графіком координати  
прямолінійного  
рівноприскореного  
руху (графіком руху)**

– є парабола, яка перетинає вісь  $Ox$  у точці  $x_0$ .

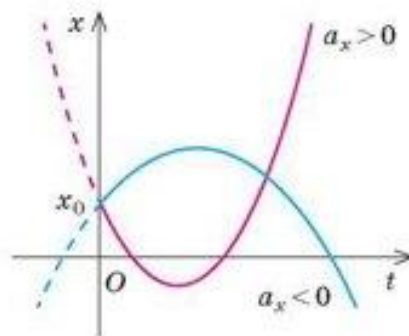


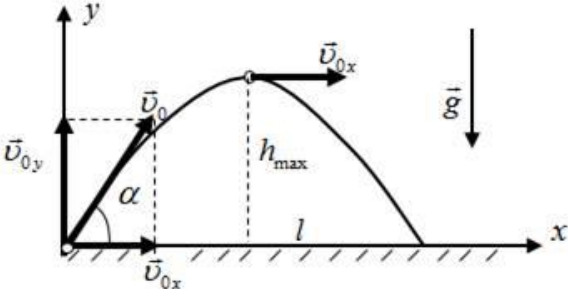
Рис. 2.7. Графік нерівномірного прямолінійного руху

## 2.3. Вільне падіння

### 2.3.1. Прискорення вільного падіння

**Вільне падіння**

– це рух, який виконувало б тіло під дією лише сили тяжіння без урахування опору

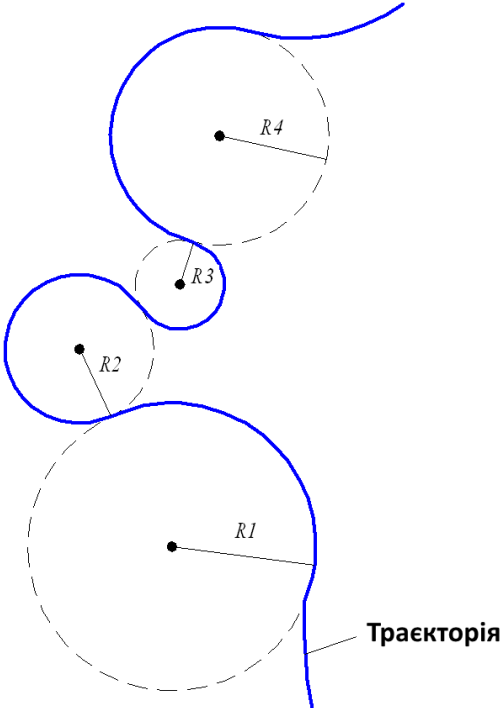
<p><b>Прискорення вільного падіння</b></p>	<p>повітря, тобто це рух тіла у безповітряному просторі (вакуумі).          Рух тіл при вільному падінні <b>є рівноприскореним</b>.</p> <p><math>g = 9,8 \text{ м/с}^2</math>.</p>
<p><b>2.3.2. Основні формули, що описують рух при вільному падінні тіла</b></p>	
<p><b>Основні формули, що описують рух при вільному падінні тіла</b></p>	$v = v_0 \pm gt,$ $h = v_0 t \pm \frac{gt^2}{2},$ <p><b>Час падіння:</b> <math>t = \sqrt{\frac{2h}{g}}</math>, при <math>v_0 = 0</math>.</p> <p><b>Швидкість під час падіння:</b> <math>v = \sqrt{2gh}</math>.</p> <p><b>Час підйому:</b> <math>t = \frac{v_0}{g}</math>.</p> <p><b>Висота підйому:</b> <math>h = \frac{v_0^2}{2g}</math>.</p>
<p><b>2.4. Рух тіла, кинутого під кутом до горизонту</b></p>	
<p><b>Максимальна висота підйому тіла</b></p>	<p>Рух тіла, кинутого під кутом до горизонту (рис. 2.8) <b>складається з двох незалежних рухів:</b> рівномірного в горизонтальному напрямі (рух за інерцією) і нерівномірного у вертикальному напрямі (вільне падіння).</p>  <p>Рис. 2.8. Графік руху тіла, кинутого під кутом до горизонту</p> $h = \frac{v_0^2 \sin^2 \alpha}{2g}$

Час польоту тіла	$t = \frac{2v_0 \sin \alpha}{g}$
Дальність польоту тіла	$l = \frac{2v_0 \sin \alpha \cos \alpha}{g}$



## ФІЗИЧНИЙ ДИКТАНТ

1. Нерівномірний рух – це ...
2. Прискорення – це ...
3. Формула для визначення прискорення ... Одиниця вимірювання прискорення ...
4. Формула для визначення миттєвої швидкості при нерівномірному русі ...
5. Формули для визначення переміщення при нерівномірному русі ...
6. Охарактеризувати графіки прискорення, швидкості та координати для нерівномірного руху ...
7. Вільне падіння – це ...
8. Прискорення вільного падіння позначається ... і дорівнює ...
9. Основні формули, що описують рух при вільному падінні тіла ...
10. Охарактеризувати рух тіла, кинутого під кутом до горизонту ...
11. Максимальна висота підйому тіла при такому русі дорівнює ...
12. Дальність польоту тіла дорівнює ... Час польоту тіла дорівнює ...

<b>2.5. Криволінійний рух</b>	
<b>2.5.1. Рівномірний рух тіла по колу. Миттєва швидкість</b>	
<b>Будь-який криволінійний рух</b>	<p>можна уявити як послідовність рухів на дугах кіл різних радіусів.</p> 
<b>Рівномірний рух по колу</b>	– це рух тіла зі сталою за модулем швидкістю.
<b>Миттєва або лінійна швидкість <math>v</math></b>	<p>– це фізична величина, що характеризує криволінійний рух і дорівнює відношенню шляху <math>\Delta l</math>, пройденого тілом криволінійною траекторією за малий проміжок часу <math>\Delta t</math>, до величини цього проміжку:</p> $v = \frac{\Delta l}{\Delta t}.$ <p>Миттєва (лінійна) швидкість <b>спрямована</b> вздовж дотичної до кола.</p>
<b>2.5.2. Основні характеристики рівномірного руху по колу</b>	
<b>Період обертання <math>T</math></b>	<p>– час, протягом якого тіло здійснює один повний оберт навколо осі обертання:</p> $T = \frac{t}{N},$ <p>де <math>N</math> – кількість обертів за деякий час <math>t</math>.</p> $T = \frac{2\pi R}{v},$

<p><b>Частота обертання</b> <math>\nu</math></p>	<p>де <math>2\pi R</math> – довжина кола.  <b>Одиниця вимірювання</b> періоду обертання – <b>секунда (с)</b>.  – це кількість повних обертів, які тіло здійснює за одиницю часу:  <math display="block">\nu = \frac{N}{t}.</math> <b>Одиниця вимірювання</b> частоти обертання – <b>Герц (Гц)</b>.</p>
<p><b>Взаємозв'язок періоду і частоти</b></p>	$\nu = \frac{1}{T}.$
<p><b>Формула лінійної швидкості</b></p>	$v = \frac{2\pi R}{T} = 2\pi R \nu$
<p><b>Кутова швидкість</b></p>	<p>– це фізична величина, що дорівнює відношенню кута повороту <math>\Delta\varphi</math> радіуса, проведеного до тіла від центру кола, по якому рухається тіло, до проміжку часу, упродовж якого цей поворот здійснювався:  <math display="block">\omega = \frac{\Delta\varphi}{\Delta t}.</math> <b>Одиниця вимірювання</b> кутової швидкості – <b>радіан за секунду (рад/с)</b>.</p>
<p><b>Взаємозв'язок кутової швидкості з періодом і частотою</b></p>	$\omega = \frac{2\pi}{T} = 2\pi \nu.$
<p><b>Взаємозв'язок лінійної швидкості з кутовою та частотою</b></p>	$v = \omega R = 2\pi \nu R.$

<p><b>Нормальне (доцентрове) прискорення</b></p>	<p>Модуль прискорення у випадку рівномірного руху по колу обчислюється за формулою:</p> $a_n = \frac{v^2}{R}.$ <p>Нормальне прискорення <b>спрямоване</b> вздовж радіуса кола до його центру.</p>
<p><b>Взаємозв'язок нормального прискорення з іншими фізичними величинами</b></p>	$a_n = v\omega = \omega^2 R.$



## ФІЗИЧНИЙ ДИКТАНТ

1. Рівномірний рух по колу – це ...
2. Миттєва або лінійна швидкість при криволінійному русі – це ...
3. Період обертання – це ... Формули для визначення періоду ... Одиниця вимірювання періоду ...
4. Частота обертання – це ... Формула для визначення частоти ... Одиниця вимірювання частоти ...
5. Формула зв'язку періоду і частоти ...
6. Формули зв'язку лінійної швидкості з періодом і частотою ...
7. Кутова швидкість – це ... Формула для визначення кутової швидкості ... Одиниця вимірювання кутової швидкості ...
8. Формули зв'язку кутової швидкості з періодом і частотою ...

9. Формула зв'язку лінійної і кутової швидкості ...
10. Нормальне прискорення можна визначити за формулою ...
11. Нормальне прискорення спрямоване ...
12. Формули зв'язку нормального прискорення з лінійною, кутовою швидкостями та частотою ...



## ПОРАДИ ЩОДО РОЗВ'ЯЗУВАННЯ ЗАДАЧ

### *Загальні*

1. Уважно прочитайте умову задачі, зрозумійте її зміст. Це дуже важливо! Не поспішайте, не починайте розв'язувати задачу доки правильно не зрозумієте її умову. Зазвичай кожне слово в умові задачі має певне смислове фізичне навантаження.
2. Спробуйте вже на початку роботи окреслити подумки хід розв'язування задачі. Подумайте, чи наявні всі необхідні для цього дані в умові задачі, чи не потрібно скористатись додатковим матеріалом (напр. таблицями, які зазвичай наведено наприкінці кожного збірника задач).
3. Коротко запишіть умову задачі.
4. Усі дані при розв'язуванні задачі слід наводити в одній системі одиниць, бажано в системі СІ.
5. Там, де це можливо, зобразіть схему або рисунок до задачі.
6. Розв'яжуйте задачу в загальному, аналітичному вигляді. Відповідь задачі можна вважати отриманою, якщо вона має вигляд залежності шуканої величини від відомих величин, заданих в умові задачі та даних з таблиць.

### *З кінематики:*

Розв'язування задач з кінематики матеріальної точки ґрунтується на застосуванні закону руху до тієї чи іншої конкретної умови:

$$x = x(t), y = y(t), z = z(t), s = s(t).$$

За допомогою цих залежностей і заданих додаткових умов завжди можна представити задачу з кінематики у вигляді декількох простих рівнянь. Щоб правильно їх скласти, можна дотримуватись наступного порядку дій:

- прочитавши умову задачі, слід виконати схематичний малюнок, на якому потрібно відмітити систему відліку і траєкторію руху точки;
- вказати задані і невідомі відрізки переміщення, швидкості і часу руху тіл;
- за допомогою відповідних формул, встановити зв'язок між величинами, зображеними на малюнку, і записати у вигляді рівнянь всі додаткові умови задачі.



## ТЕСТИ

1. Вкажіть назву напрямленого відрізка, що з'єднує початкове положення матеріальної точки з її кінцевим положенням:

А	Б	В	Г
траєкторія	шлях	переміщення	швидкість

2. Вкажіть символ, яким позначають переміщення тіла:

А	Б	В	Г
$v$	$S$	$t$	$x$

3. Вкажіть назву уявної лінії, вздовж якої рухається тіло:

А	Б	В	Г
траєкторія	шлях	переміщення	матеріальна точка

4. Позначте формулу, за якою можна визначити швидкість тіла при рівномірному русі:

А	Б	В	Г
$v = S / t$	$v = v_0 + S / t$	$v = v_0 + x / t$	$v = x / t$

5. Вкажіть, за допомогою якої формули записується закон додавання швидкостей:

А	Б	В	Г
$v = v_2 + v_1$	$v = v_2 - v_1$	$v = v_1 / v_2$	$v = v_2 v_1$

6. Вкажіть, яка фізична величина залишається сталою при прямолінійному рівномірному русі:

А	Б	В	Г
$v$	$S$	$t$	$x$

7. Позначте формулу, за якою можна визначити прискорення тіла при рівноприскореному русі:

А	Б	В	Г
$a = S / t$	$a = (v_t - v_0) / t$	$a = v_0 + x / t$	$a = (v_t + v_0) \cdot t$

8. Позначте формулу, за якою можна визначити швидкість тіла при рівноприскореному русі:

А	Б	В	Г
$v_t = (a - v_0) / t$	$v_t = v_0 + at$	$v_t = v_0 + S + at$	$v_t = v_0 t + at^2 / 2$

9. Фізична величина, що характеризує зміну швидкості тіла у просторі із часом, називається:

А	Б	В	Г
переміщенням	шляхом	прискоренням	траєкторією

10. Вкажіть, яка фізична величина залишається сталою при прямолінійному рівноприскореному русі:

А	Б	В	Г
$v$	$S$	$a$	$x$

11. Вкажіть, який рух є поступальним:

А	Б	В
рух бумеранга	рух скейтера, який їде прямо	рух людини, яка біжить

12. Вкажіть фізичну величину, яка є довжиною траєкторії:

А	Б	В	Г
траєкторія	шлях	переміщення	швидкість

13. Петро дуже любить плавати в басейні. Зазвичай, він пропливає тричі туди і назад уздовж басейну. Чому дорівнює переміщення та шлях Петра, якщо довжина басейну 50 м?

А	Б	В	Г
300 і 300	0 і 50	0 і 300	300 і 0

14. Два велосипедисти вирішили дізнатися, хто з них швидший. Для цього вони вибрали трасу завдовжки 100 м. На жаль, під час старту у другого велосипедиста злетів ланцюг і поки він його лагодив, перший велосипедист встиг проїхати 24 м зі швидкістю 5 м/с. Запишіть рівняння руху першого велосипедиста.

А	Б	В	Г
$x = 24 + 5 t$	$x = 5 t$	$x = 100 + 5 t$	$x = 5 + 24 t$

15. У якому випадку можна вважати тіло матеріальною точкою?

А	Б	В

дві шестерні обертаються у механізмі годинника.	автомобіль їде з Києва до Харкова	тренер спостерігає за рухом ковзаняра
---	-----------------------------------	---------------------------------------

16. Укажіть координату тіла через 1 с після початку руху, якщо його рух описується рівнянням  $x = 200 + 60t + 40t^2$ :

<b>А</b>	<b>Б</b>	<b>В</b>	<b>Г</b>
200 м	300 м	60 м	240 м

17. Вкажіть назву фізичної величини, яка вказує на час, протягом якого тіло робить один повний оберт по колу:

<b>А</b>	<b>Б</b>	<b>В</b>	<b>Г</b>
частота	кутова швидкість	кутове переміщення	період

18. Порівняйте числове значення прискорення тіла, кинутого вертикального вгору під час його руху вгору і вниз, з прискоренням вільного падіння:

<b>А</b>	<b>Б</b>	<b>В</b>	<b>Г</b>
$a_{\text{вгору}} < g,$ $a_{\text{вниз}} > g$	$a_{\text{вгору}} < g,$ $a_{\text{вниз}} = g$	$a_{\text{вгору}} = g,$ $a_{\text{вниз}} < g$	$a_{\text{вгору}} = g,$ $a_{\text{вниз}} = g$

19. Позначте формулу, за якою можна визначити кутову швидкість тіла, що рівномірно обертається:

<b>А</b>	<b>Б</b>	<b>В</b>	<b>Г</b>
$\omega = \varphi / t$	$\omega = v / r$	$\omega = 2\pi n$	за всіма вказаними

20. Вкажіть назву фізичної величини, яка чисельно дорівнює кількості обертів, що робить тіло за одиницю часу:

<b>А</b>	<b>Б</b>	<b>В</b>	<b>Г</b>
частота	період	кутова швидкість	доцентрове прискорення

21. Позначте формулу, за якою не можна визначити лінійну швидкість тіла, що рівномірно обертається:

<b>А</b>	<b>Б</b>	<b>В</b>	<b>Г</b>
$v = 2\pi r / T$	$v = \omega r$	$v = 2\pi n r$	$v = 2\pi n$

22. Камінь кинули вертикально вгору. Вкажіть, на якій частині траєкторії камінь рухатиметься із прискоренням вільного падіння (опором повітря знехтувати):

А	Б	В	Г
піднімаючись угору	у верхній точці	опускаючись униз	на всій траєкторії

23. Велосипедист їде прямою доріжкою завдовжки 200 м. Знайдіть модуль переміщення велосипедиста, якщо він проїхав доріжкою в один бік, розвернувся і проїхав ще половину доріжки назад:

А	Б	В	Г
0 м	50 м	100 м	300 м

24. Автомобіль рухається прямолінійно, зміна його шляху описується рівнянням:  $s = 2t + t^2$ . Виберіть правильну відповідь:

А	Б	В	Г
прискорення тіла $0,5 \text{ м/с}^2$	тіло не мало початкової швидкості	тіло не рухалося	прискорення тіла $2 \text{ м/с}^2$

25. М'яч падає вниз із деякої висоти. Опором повітря нехтуємо. Що ви можете сказати про даний рух?

А	Б	В	Г
м'яч рухається рівномірно	шлях, пройдений м'ячем, прямо пропорційний часу його руху	м'яч рухається з постійним прискоренням	прискорення м'яча залежить від часу падіння

26. У міжнародній системі одиниць фізичних величин одиницею прискорення є...

А	Б	В	Г
$\text{м/с}^2$	$\text{см/с}^2$	$\text{м/с}$	$\text{км/год}$

27. При русі тіла по колу миттєва швидкість напрямлена...

А	Б	В	Г
до центру кола	по дотичній до кола	від центра кола	залежить від напрямку руху тіла

28. В якому з наведених випадків тіло можна вважати матеріальною точкою?

А	Б	В
тренер спостерігає рух фігуриста, який	диспетчер розраховує час	токаря спостерігає обертання деталі,

виконує довільну програму	польоту літака рейсом з Києва до Сімферополя	закріпленої на верстаті
---------------------------	--	-------------------------

29. У міжнародній системі одиниць фізичних величин одиницею кутової швидкості є:

<b>А</b>	<b>Б</b>	<b>В</b>	<b>Г</b>
м/с	рад/с	рад/м	м/рад

30. Вантаж, який лежить на палубі корабля, що рухається, знаходиться у спокої відносно:

<b>А</b>	<b>Б</b>	<b>В</b>	<b>Г</b>
моря	зустрічного корабля	капітана	Землі

31. Під час вільного падіння тіло рухається...

<b>А</b>	<b>Б</b>	<b>В</b>	<b>Г</b>
рівномірно	з наростанням прискорення	рівноприскорено	зі спадаючим прискоренням

32. Координата тіла при рівномірному прямолінійному русі вздовж осі  $Ox$  визначається:

<b>А</b>	<b>Б</b>	<b>В</b>	<b>Г</b>
$x = x_0 + S_x / t$	$x = x_0 + S_x t$	$x = x_0 + v_x t$	$x = x_0 + v_x / t$

33. У міжнародній системі одиниць фізичних величин одиницею швидкості є...

<b>А</b>	<b>Б</b>	<b>В</b>	<b>Г</b>
км/с	м/с	см/м	км/год

34. При русі тіла по колу доцентрове прискорення напрямлене...

<b>А</b>	<b>Б</b>	<b>В</b>	<b>Г</b>
до центру кола	по дотичній до кола	від центра кола	залежить від напрямку руху тіла

35. При вільному падінні прискорення тіла ...

<b>А</b>	<b>Б</b>	<b>В</b>	<b>Г</b>
залежить від форми тіла	однакове для всіх тіл	більше для тіла більшої маси	більше для тіла меншої маси

36. Лінійну швидкість тіла при рівномірному русі по колу можна визначити за формулою:

А	Б	В	Г
$v = 2\pi \nu$	$v = 2\pi R \nu$	$v = 2\pi R / \nu$	$v = 2\pi \nu / R$

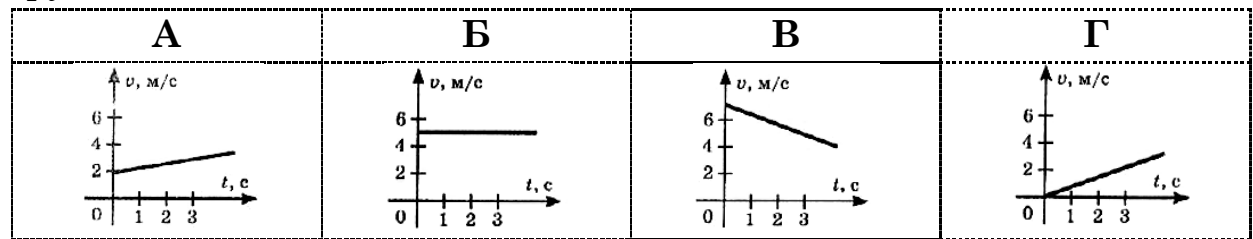
37. У міжнародній системі одиниць фізичних величин одиницею прискорення вільного падіння є:

А	Б	В	Г
м/с <sup>2</sup>	см/с <sup>2</sup>	м/с	км/год

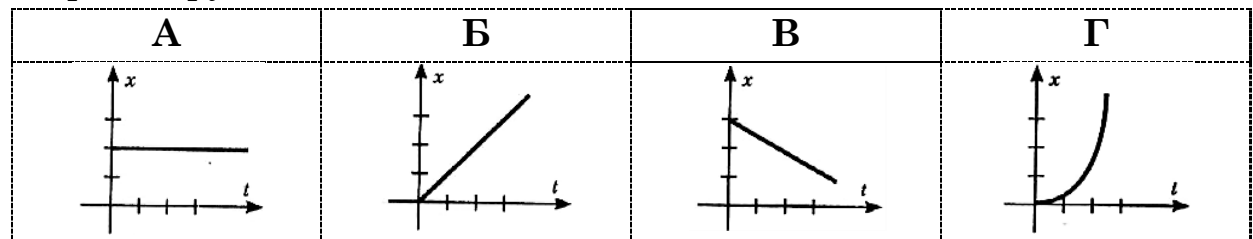
38. При обертальному русі тіла кутова швидкість тіла тим менша, чим...

А	Б	В	Г
більша частота обертання	менша частота обертання	менший період обертання	менший радіус кола

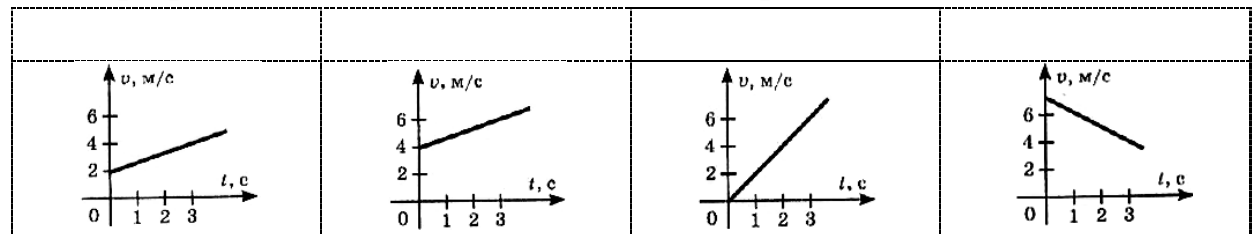
39. Укажіть, який із графіків описує прямолінійний рівномірний рух:



40. Вкажіть, який із графіків описує прямолінійний рівноприскорений рух:



41. Розташуйте у послідовності зменшення початкової швидкості тіл, графіки швидкостей яких подані на рисунку:



42. Швидкість поїзда зменшилась від 54 км/год до 32,4 км/год на шляху 720 м. Установіть відповідність між фізичною величиною та її числовим значенням у СІ.

<b>А</b> Модуль прискорення поїзда	<b>1</b> 10
<b>Б</b> Час гальмування	<b>2</b> 30
<b>В</b> Швидкість поїзда у момент, коли він проїхав 625 м	<b>3</b> 60
<b>Г</b> Швидкість поїзда через 30 с після початку гальмування	<b>4</b> 12
	<b>5</b> 0,1

43. Установіть відповідність між фізичною величиною та її одиницями вимірювання:

<b>А</b> швидкість	<b>1</b> с
<b>Б</b> координата	<b>2</b> м/с
<b>В</b> час	<b>3</b> м
<b>Г</b> переміщення	<b>4</b> м

44. Установіть відповідність між фізичною величиною та її одиницями вимірювання:

<b>А</b> швидкість	<b>1</b> с
<b>Б</b> прискорення	<b>2</b> м/с
<b>В</b> час	<b>3</b> м
<b>Г</b> переміщення	<b>4</b> м/с <sup>2</sup>

45. Установіть відповідність між назвою фізичної величини та її позначенням:

<b>А</b> швидкість	<b>1</b> $S$
<b>Б</b> прискорення	<b>2</b> $g$
<b>В</b> переміщення	<b>3</b> $a$
<b>Г</b> прискорення вільного падіння	<b>4</b> $v$

46. Установіть відповідність між назвою фізичної величини та її позначенням:

<b>А</b> прискорення вільного падіння	<b>1</b> $S$
<b>Б</b> період обертання	<b>2</b> $g$
<b>В</b> переміщення	<b>3</b> $a$
<b>Г</b> кутова швидкість	<b>4</b> $T$
	<b>5</b> $\omega$

47. Тіло рухається рівномірно і прямолінійно зі швидкістю 3 м/с. Вкажіть, який шлях пройде це тіло за 2 хв.

<b>А</b>	<b>Б</b>	<b>В</b>	<b>Г</b>
6 м	60 м	36 м	360 м

48. Укажіть, з якою швидкістю рухається тіло, якщо його рух описується рівнянням  $x = 50 + 30 t$ :

А	Б	В	Г
50 м/с	30 м/с	80 м/с	20 м/с

49. Укажіть початкову координату тіла, якщо його рух описується рівнянням  $x = -200 + 30 t$ :

А	Б	В	Г
500 м	-200 м	30 м	-30 м

50. Укажіть прискорення, з яким рухається тіло, якщо його рух описується рівнянням  $x = 100 + 60 t + 3t^2$ :

А	Б	В	Г
100 м/с <sup>2</sup>	60 м/с <sup>2</sup>	6 м/с <sup>2</sup>	3 м/с <sup>2</sup>

51. Укажіть координату тіла через 1 с після початку руху, якщо його рух описується рівнянням  $x = 200 + 60 t + 40t^2$ :

А	Б	В	Г
200 м	300 м	60 м	240 м

52. Вкажіть, з яким прискоренням рухався автомобіль, якщо за 2 с його швидкість зросла від 36 км/год до 72 км/год:

А	Б	В	Г
2 м/с <sup>2</sup>	5 м/с <sup>2</sup>	10 м/с <sup>2</sup>	20 м/с <sup>2</sup>

53. Першу половину шляху мотоцикліст рухався зі швидкістю 50 км/год., а другу половину – зі швидкістю 30 км/год. Якою була середня швидкість руху мотоцикліста?

А	Б	В	Г
37,5 км/год	50 км/год	30 км/год	40 км/год

54. Один велосипедист їхав 15 с зі швидкістю 5 м/с, а другий проїхав ту ж саму відстань за 12 с. Яка швидкість другого велосипедиста?

А	Б	В	Г
3 м/с	5 м/с	12 м/с	6,25 м/с

55. Автомобіль проїхав 100 км за 1 год., а потім ще 300 км за 4 год. Яка середня швидкість автомобіля на всьому шляху?

А	Б	В	Г
100 км/год	80 км/год	300 км/год	40 км/год

56. Скільки часу потрібно швидкому поїзду довжиною 150 м, щоб проїхати міст довжиною 850 м, якщо швидкість поїзда становить 72 км/год?

А	Б	В	Г
10 с	50 с	72 с	20 с

57. Обчисліть швидкість людини, яка за 2 год пройшла 16 км:

А	Б	В	Г
16 м/с	2,2 м/с	8 м/с	32 м/с

58. Людина проїхала першу половину шляху на автомобілі зі швидкістю 80 км/год, а другу – на велосипеді зі швидкістю 20 км/год. Яка середня швидкість руху на всьому шляху ?

А	Б	В	Г
50 км/год	80 км/год	20 км/год	32 км/год

59. Озером перпендикулярно один до одного пливуть два човни зі швидкостями 3 м/с та 4 м/с відносно берега. Яка швидкість першого човна відносно другого?

А	Б	В	Г
5 м/с	0 м/с	3 м/с	1 м/с

60. Визначте, яке з наведених нижче значень швидкості руху є найменшим: 25 м/с, 360 м/хв, 54 км/год, 1 км/хв:

А	Б	В	Г
25 м/с	360 м/хв	54 км/год	1 км/хв

61. Людина йшла 25 хв зі швидкістю 5,4 км/год. Який шлях вона пройшла?

А	Б	В	Г
2,25 км	2,50 км	5 км	5,25 км

62. Відстань між двома кілометровими стовпами потяг проїхав за 10 с. Виразіть швидкість потяга в кілометрах за годину:

А	Б	В	Г
36 км/год	10 км/год	60 км/год	360 км/год

63. Хлопчик пробіг 100 метрів за 15 с. Потім зупинився перепочити на 10 с, потім ще 15 с біг зі швидкістю 5 м/с. Яка його середня швидкість?

А	Б	В	Г
4,5 м/с	4,375 м/с	4,2 м/с	4 м/с

64. Запишіть назву найшвидшої тварини з переліку, якщо відомо, що швидкості їх руху такі: акула – 500 м/хв; ластівка 17,5 м/с; гепард – 112 км/год:

А	Б	В	Г
акула	ластівка	гепард	швидкості всіх тварин однакові

65. Яку відстань пролітає літак за 1 хв, якщо він летить зі швидкістю 840 км/год?

А	Б	В	Г
84 км	1 км	60 км	14 км

66. Вкажіть модуль переміщення, яке здійснить тіло, рухаючись по колу радіусом 10 м, за половину періоду:

А	Б	В	Г
62,8 м	31,4 м	20 м	10 м

67. Мотоцикліст при гальмуванні рухається з прискоренням 0,5 м/с<sup>2</sup> і зупиняється через 20 с після початку гальмування. Якою була початкова швидкість руху мотоцикліста?

А	Б	В	Г
0,5 м/с	20 м/с	50 м/с	10 м/с

68. Відстань між містами 360 км. Автомобіль проїхав перші 120 км за 2 год, а решту шляху – за 3 год. Визначте середню швидкість автомобіля:

А	Б	В	Г
60 км/год	120 км/год	72 км/год	84 км/год

69. Укажіть прискорення, з яким рухається тіло, якщо його рух описується рівнянням  $x = 100 + 60t + 3t^2$ :

А	Б	В	Г
100 м/с <sup>2</sup>	60 м/с <sup>2</sup>	6 м/с <sup>2</sup>	3 м/с <sup>2</sup>

70. Вкажіть, який шлях пройде колесо радіусом 0,5 м, зробивши 10 повних обертів по горизонтальній поверхні без ковзання:

А	Б	В	Г
62,8 м	31,4 м	6,28 м	3,14 м

71. Розташуйте у послідовності зростання лінійної швидкості тіл, що обертаються по колу однакового радіусу із вказаними періодами:

А	Б	В	Г
20,5 с	1/3 с	2 с	1/60 хв

72. Розташуйте у послідовності зменшення доцентрового прискорення тіл, що рівномірно рухаються по колах вказаних радіусів. Лінійна швидкість руху тіл однакова:

А	Б	В	Г
220 мм	24 см	2,5 дм	0,23 м

73. Вкажіть швидкість тіла у момент його зіткнення із землею, якщо воно почало вільно падати з висоти 5 м:

А	Б	В	Г
5 м/с	10 м/с	25 м/с	50 м/с

74. Потяг вирушає від станції метро. За який час він досягне швидкості 72 км/год, якщо розганяється з прискоренням 1 м/с<sup>2</sup>?

А	Б	В	Г
2 с	5 с	10 с	20 с

75. На повороті при швидкості 20 м/с автомобіль рухається із доцентровим прискоренням 5 м/с<sup>2</sup>. Визначте радіус повороту:

А	Б	В	Г
50 м	20 м	100 м	80 м

76. Тіло вільно падає на поверхню землі з висоти 245 м. Протягом якого часу воно падатиме?

А	Б	В	Г
25 с	15 с	10 с	7 с

77. Равлик рухається зі швидкістю 0,5 мм/с. За який час він подолає відстань 1,5 м?

А	Б	В	Г
7,5 хв	15 хв	50 хв	1 год 25 хв

78. Між швидкостями 5 м/с і 18 км/год є співвідношення:

А	Б	В	Г
5 м/с > 18 км/год;	5 м/с < 18 км/год;	5 м/с ≠ 18 км/год;	5 м/с = 18 км/год

79. Протягом 12 с автомобіль рухався рівномірно зі швидкістю 54 км/год. Який шлях проїхав автомобіль?

А	Б	В	Г
648 м;	180 м;	2333 м;	522 м

80. Вкажіть, швидкість тіла у момент його зіткнення із землею, якщо воно почало вільно падати з висоти 5 м:

А	Б	В	Г
5 м/с	10 м/с	25 м/с	50 м/с

81. Позначте, як зросте гальмівний шлях потяга при збільшенні його швидкості у 3 рази:

А	Б	В	Г
збільшиться у 3 рази	зменшиться у 3 рази	збільшиться у 9 разів	зменшиться у 9 разів

82. Потяг, що рухався зі швидкістю 72 км/год., почав гальмувати і до зупинки пройшов шлях 200 м. Визначте прискорення потяга під час гальмування:

А	Б	В	Г
0,8 м/с <sup>2</sup>	0,6 м/с <sup>2</sup>	1,2 м/с <sup>2</sup>	1 м/с <sup>2</sup>

83. Автомобіль, що рухався прямолінійно, протягом 10 с збільшив швидкість руху від 25 до 43 км/год. З яким прискоренням він рухався?

А	Б	В	Г
0,25 м/с <sup>2</sup>	0,50 м/с <sup>2</sup>	1,8 м/с <sup>2</sup>	2,5 м/с <sup>2</sup>

84. Поїзд рушає з місця з прискоренням 0,1 м/с<sup>2</sup>. Через 1,5 хв він набере швидкості руху:

А	Б	В	Г
0,15 м/с	0,3 м/с	1,5 м/с	9 м/с

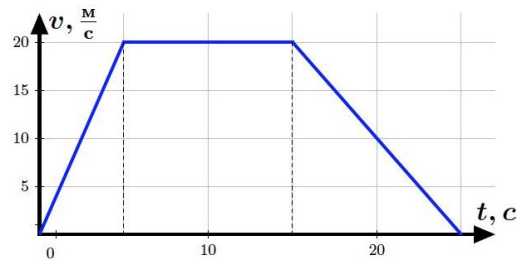
85. Протягом третьої секунди вільного падіння без початкової швидкості ( $g = 10 \text{ м/с}^2$ ) тіло долає відстань:

А	Б	В	Г
15 м	25 м	35 м	45 м

86. Автомобіль пройшов ділянку дороги за 30 с, рухаючись із постійним прискоренням. Швидкість його руху за цей час змінилася від 12 до 18 м/с. Довжина пройденої ділянки дороги дорівнює:

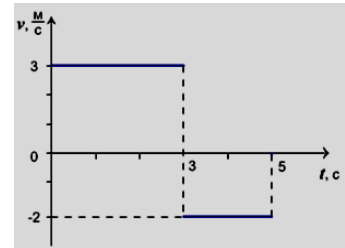
А	Б	В	Г
180 м	240 м	360 м	450 м

87. На рисунку представлено графік залежності модуля швидкості мотоцикла від часу. Визначте за графіком шлях, який пройшов мотоцикліст, в інтервалі часу від 5 до 15 с:



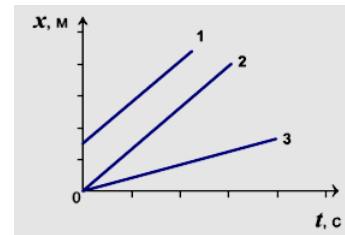
А	Б	В	Г
150 м	200 м	225 м	250 м

88. На рисунку наведено графік залежності проекції швидкості деякого тіла від часу. Визначте проекцію переміщення цього тіла за 5 с після початку руху:



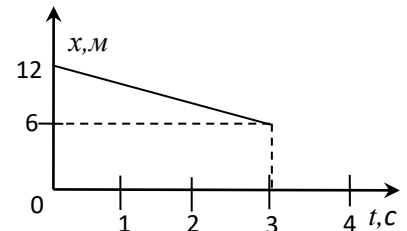
А	Б	В	Г
- 1 м	5 м	9 м	13 м

89. На рисунку представлено графік залежності координати від часу для трьох тіл. Як відносяться швидкості тіл, якщо графіки 1 і 2 паралельні?



А	Б	В	Г
$u_1 > u_2 > u_3$	$u_1 < u_2 < u_3$	$u_1 = u_2 < u_3$	$u_1 = u_2 > u_3$

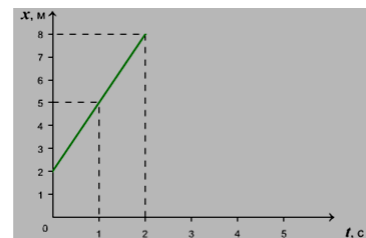
90. Використовуючи інформацію, наведену на рисунку, визначте проекцію швидкості тіла:



А	Б	В	Г
2 м/с	3 м/с	4 м/с	5 м/с

91. За графіком  $x(t)$  напишіть рівняння руху:

А	Б	В	Г
$x = 12+6t$	$x = 12-2t$	$x = 12-4t^2$	$x = 12-4t$



92. Човен перепливає річку завширшки 240 м у напрямі, перпендикулярному до течії. Швидкість течії становить 2 м/с. Течія знесла човен на 180 м. Установіть відповідність між фізичною величиною та її числовим значенням у СІ.

А Швидкість руху човна відносно води	1	90
Б Швидкість руху човна відносно берега	2	2,67
В Час переправи	3	300
Г Переміщення човна відносно берега	4	120
	5	3,33

93. Установіть відповідність між рівняннями руху тіл та значеннями їхніх проекцій прискорень:

А $x = 5 - 6t + 0,4t^2$	1	12 м/с <sup>2</sup>
Б $x = -12 + 0,8t + t^2$	2	-5 м/с <sup>2</sup>
В $x = 2t - 2,5t^2$	3	-6 м/с <sup>2</sup>
Г $x = 20 - 5t - 3t^2$	4	0,8 м/с <sup>2</sup>
	5	2 м/с <sup>2</sup>

94. Рух двох тіл у СІ описується рівняннями  $x_1 = 600 - 2t$ ;  $x_2 = 300 + t$  ( $t \geq 0$ ). Установіть відповідність між фізичною величиною та її числовим значенням у СІ.

А Час зустрічі	1	100
Б Координати тіл при зустрічі	2	300
В Відстань між тілами через 50 с	3	400
Г Момент часу, коли відстань між тілами дорівнюватиме 600 м	4	200
	5	150

95. Установіть відповідність між рівними швидкостями тіла.

А 72 км/год.	1	2 м/с
Б 600 м/хв.	2	1 м/с
В 200 см/с	3	20 м/с
Г 0,3 км/хв.	4	5 м/с
	5	10 м/с

96. Велосипедист рухається рівномірно по коловій трасі, затрачаючи на кожне коло 12 хв. Установіть відповідність між проміжком часу від початку руху та відповідним відношенням модуля переміщення до шляху.

А 2 хв.	1	$2/\pi$
Б 3 хв.	2	$2\sqrt{2}/\pi$
В 6 хв.	3	$3/\pi$
Г 12 хв.	4	0

	<b>5</b>	$\sqrt{2} / \pi$
--	----------	------------------

97. Літак, рухаючись рівноприскорено, через 20 с після старту набув швидкості 180 км/год. Установіть відповідність між фізичною величиною та її числовим значенням у СІ.

<b>А</b> Прискорення літака	<b>1</b>	10
<b>Б</b> Шлях літака за 20 с руху	<b>2</b>	2,5
<b>В</b> Швидкість літака через 10 с руху	<b>3</b>	25
<b>Г</b> Час, за який літак подолає 125 м	<b>4</b>	1000
	<b>5</b>	500

98. Тіло падає без початкової швидкості впродовж 5 с. Установіть відповідність між фізичною величиною та її числовим значенням у СІ.

<b>А</b> Висота, з якої падало тіло	<b>1</b>	50
<b>Б</b> Швидкість, якої набуло тіло, пройшовши 5 м	<b>2</b>	100
<b>В</b> Швидкість у момент удару об землю	<b>3</b>	125
<b>Г</b> Шлях за останню секунду падіння	<b>4</b>	45
	<b>5</b>	10

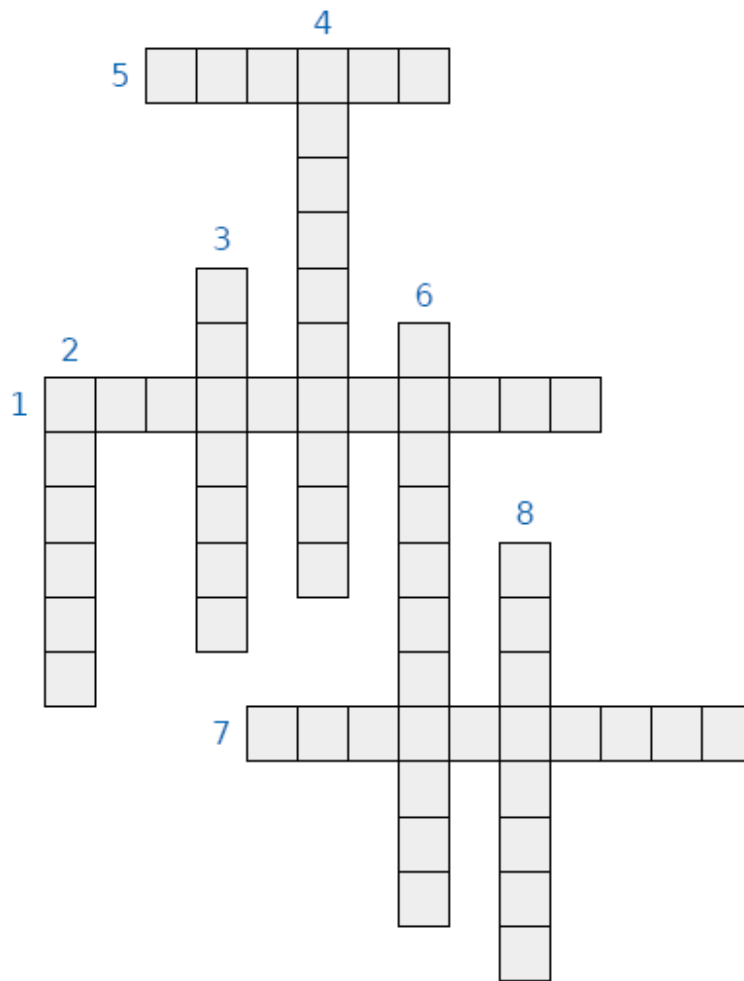
99. М'яч, який кинули горизонтально зі швидкістю 15 м/с, упав на землю через 2 с. Установіть відповідність між фізичною величиною та її числовим значенням у СІ.

<b>А</b> Висота падіння	<b>1</b>	30
<b>Б</b> Дальність кидання	<b>2</b>	20
<b>В</b> Кінцева швидкість	<b>3</b>	25
<b>Г</b> Напрямок кінцевої швидкості ( $\text{tg } \alpha$ )	<b>4</b>	5/3
	<b>5</b>	4/3

100. Маховик, радіус якого дорівнює 0,5 м, робить за 2 хв. 240 обертів. Установіть відповідність між фізичною величиною та її числовим значенням у СІ.

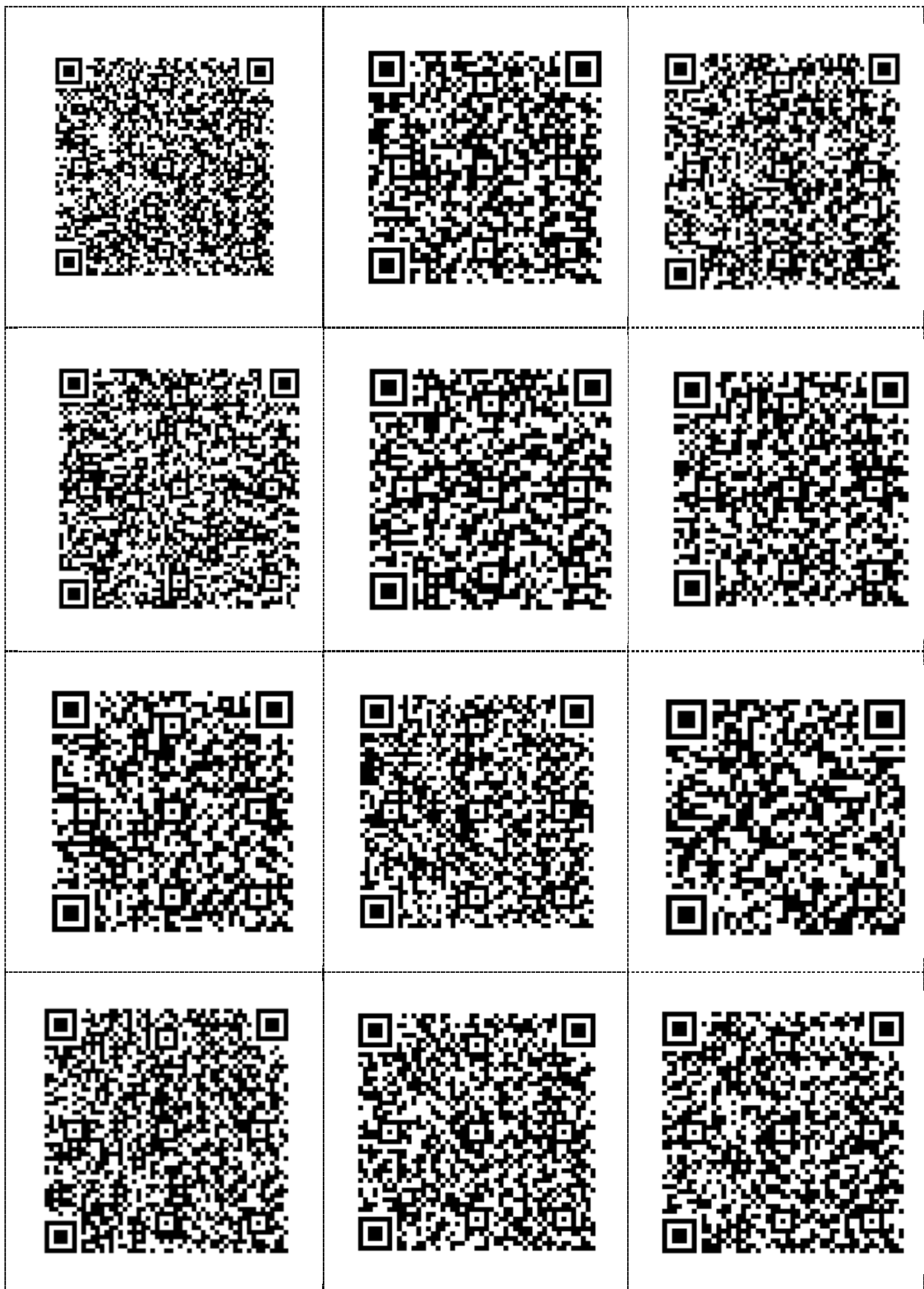
<b>А</b> Період	<b>1</b>	$8 \pi^2$
<b>Б</b> Лінійна швидкість	<b>2</b>	39,4
<b>В</b> Доцентрове прискорення	<b>3</b>	$2 \pi$
<b>Г</b> Кутова швидкість	<b>4</b>	$4 \pi$
	<b>5</b>	0,5





1. Лінія в просторі, яку описує матеріальна точка під час свого руху
2. Векторна величина, яка вказує в якому напрямі і на яку відстань перемістилась матеріальна точка
3. Векторна фізична величина, що дорівнює відношенню зміни швидкості до часу, протягом якого ця зміна відбулася
4. Час, протягом якого тіло здійснює один повний оберт навколо осі обертання
5. Кількість повних обертів, які тіло здійснює за одиницю часу
6. Частина механіки, яка вивчає рух тіл без в'яснення причин, що обумовили цей рух
7. Розділ фізики, в якому вивчаються закономірності механічного руху та взаємодії тіл
8. Характеризується числовим значенням, напрямом і точкою прикладання

*Дайте відповіді на нижче наведені завдання:*



## ОСНОВИ ДИНАМІКИ

- 3.1. Динаміка матеріальної точки.
  - 3.1.1. Інертність і інерція.
  - 3.1.2. Інерціальні системи відліку. Перший закон Ньютона.
  - 3.1.3. Поняття сили. Рівнодійна всіх сил.
  - 3.1.4. Маса. Другий закон Ньютона.
  - 3.1.5. Третій закон Ньютона.
- 3.2. Сили в механіці.
  - 3.2.1. Гравітаційна взаємодія. Сила тяжіння. Закон всесвітнього тяжіння.
  - 3.2.2. Вага і невагомість.
  - 3.2.3. Космічні швидкості
  - 3.2.4. Сили пружності. Деформація тіл. Види та характеристики деформації.
  - 3.2.5. Закон Гука.
  - 3.2.6. Сила тертя. Коефіцієнт тертя.
- 3.3. Рівновага тіл.
  - 3.3.1. Момент сили.
  - 3.3.2. Умови та види рівноваги тіл.
- 3.4. Імпульс, робота, механічна енергія.
  - 3.4.1. Імпульс тіла. Закон збереження імпульсу.
  - 3.4.2. Механічна робота
  - 3.4.3. Потужність.
  - 3.4.4. Кінетична енергія.
  - 3.4.5. Потенціальна енергія.
  - 3.4.6. Закон збереження енергії.
  - 3.4.7. Абсолютно пружний і абсолютно непружний удари.



<b>3.1. Динаміка матеріальної точки</b>	
<b>3.1.1. Інерція. Інертність</b>	
<b>Інерція</b>	– явище збереження швидкості руху тіла за відсутності зовнішніх впливів чи при їх компенсації.
<b>Інертність</b>	– властивість тіла зберігати стан спокою або рівномірного прямолінійного руху за відсутності дії на нього інших тіл.
<b>3.1.2. Інерціальні системи відліку. Перший закон Ньютона</b>	
<b>Інерціальні системи відліку</b>	– це системи відліку, відносно яких тіла зберігають стан спокою або рівномірного прямолінійного руху, якщо на них не діють інші тіла, або дія інших тіл компенсується.
<b>Перший закон Ньютона</b>	<p><b>Існують такі системи відліку, відносно яких тіла зберігають стан спокою або рівномірного прямолінійного руху, якщо на них не діють інші тіла, або дія інших тіл скомпенсована.</b></p> <p>Перший закон Ньютона називають <b>законом інерції</b>, оскільки він формулює умову, при якій тіло зберігає свою швидкість, або стан спокою.</p>
<b>3.1.3. Поняття сили. Рівнодійна всіх сил</b>	
<b>Сила</b> $\vec{F}$	<p>– це векторна величина, яка є мірою механічної дії на тіло інших тіл чи полів, в результаті чого тіло отримує прискорення чи змінює форму і розміри.</p> <p>Механічна взаємодія може здійснюватися як між безпосередньо контактуючими тілами (наприклад, при ударі, терті і т. д.), так і між віддаленими тілами.</p> <p><b>Сила <math>\vec{F}</math> повністю задана, якщо вказані її модуль <math>F</math>, напрям у просторі та</b></p>

точка прикладання.

Одночасна дія на матеріальну точку декількох сил еквівалентна дії однієї сили, яка називається **рівнодійною**, або **результируючою силою** і дорівнює їх геометричній сумі.

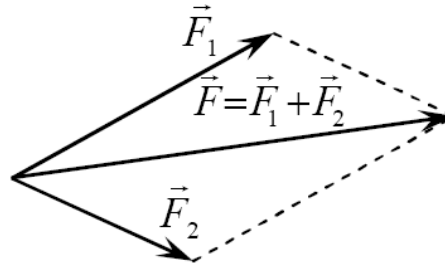


Рис. 3.1. Зображення рівнодійної сили

**Одиниця вимірювання сили – ньютон (Н).**

### 3.1.4. Маса. Другий закон Ньютона.

**Маса**

**$m$**

– кількісна міра інертності тіла.

При однаковій дії зі сторони навколишніх тіл одне тіло може швидко змінювати свою швидкість, а інше у тих же умовах – значно повільніше. У цьому випадку друге тіло володіє більшою інертністю і має більшу масу.

**Одиниця вимірювання маси – кілограм (кг).**

**Другий закон Ньютона**

– **основний закон динаміки поступального руху** – відповідає на питання, як здійснюється механічна дія матеріальної точки під дією прикладених до неї сил.

**Прискорення тіла прямо пропорційне прикладеній до нього силі і обернено пропорційне його масі. Тіло прискорюється в напрямку, який співпадає з напрямком прикладеної сили:**

$$\vec{a} = \frac{\vec{F}}{m}$$

### 3.1.5. Третій закон Ньютона.

#### Третій закон Ньютона

Будь-яка дія матеріальних точок одна на одну має характер взаємодії; сили, з якими діють одна на одну матеріальні точки завжди рівні за модулем, протилежно напрямлені і діють вздовж прямої, що з'єднує ці точки:

$$\vec{F}_{12} = -\vec{F}_{21}$$

Ці сили прикладені до різних матеріальних точок (тіл), завжди діють парами і є силами однієї природи.



## ФІЗИЧНИЙ ДИКТАНТ

1. Інерція – це ...
2. Інертність – це ...
3. Інерціальна система відліку – це ...
4. Сформулювати перший закон Ньютона ...
5. Перший закон Ньютона ще називається ...
6. Сила – це ... Одиниця вимірювання сили ...
7. Рівнодійна всіх сил – це ...
8. Маса – це ... Одиниця вимірювання маси ...
9. Сформулювати другий закон Ньютона ... Записати формулу...
10. Сформулювати третій закон Ньютона ... Записати формулу...

<b>3.2. Сили в механіці</b>	
<b>3.2.1. Гравітаційна взаємодія. Сила тяжіння. Закон всесвітнього тяжіння.</b>	
<b>Гравітація</b>	<p>– це універсальна взаємодія між будь-якими видами матерії.</p> <p>Класичну нерелятивістську теорію гравітації створив Ньютон. Він відкрив закон всесвітнього тяжіння. Гравітаційна взаємодія здійснюється через гравітаційне поле.</p>
<b>Сила тяжіння</b>	<p>У системі відліку, пов'язаній з Землею, згідно другого закону Ньютона, на будь-яке тіло масою <math>m</math> діє сила:</p> $\vec{F}_{\text{тяж}} = m\vec{g}.$ <p>Це <b>сила тяжіння</b> – сила, з якою тіло притягається до Землі. Під дією сили притягання до Землі всі тіла падають з однаковим прискоренням <math>g = 9,81 \text{ м/с}^2</math>, яке називається <b>прискоренням вільного падіння</b>.</p>
<b>Закон всесвітнього тяжіння</b>	<p>Між будь-якими двома тілами діє сила взаємного притягання, прямо пропорційна добутку їхніх мас і обернено пропорційна квадрату відстані між ними:</p> $F = G \frac{m_1 m_2}{r^2},$ <p>де <math>G = 6,67 \cdot 10^{-11} \text{ Н} \cdot \text{м}^2 \cdot \text{кг}^{-2}</math> – <b>гравітаційна стала</b>, яка характеризує інтенсивність гравітаційної взаємодії.</p>
<b>Фізичний зміст гравітаційної сталої</b>	<p>можна визначити з самого закону: це <b>величина, яка чисельно дорівнює силі притягання між двома тілами масами</b></p>

<p><b>Інертна маса</b></p>	<p><b>по одному кілограму, розташованих на відстані один метр одне від одного.</b></p> <p>Масу тіла можна визначити шляхом вимірювання прискорення тіла під дією відомої сили, скориставшись другим законом Ньютона:</p> $m_{\text{ін}} = \frac{F}{a}.$ <p>Маса, яка визначається таким чином, характеризує інерційні властивості тіла, тобто його здатність набувати прискорення під дією сил. Цю масу називають <b>інертною масою</b> і позначають <math>m_{\text{ін}}</math>.</p>
<p><b>Гравітаційна маса</b></p>	<p>Масу тіла можна також визначити, вимірюючи його силу тяжіння до іншого тіла, наприклад до Землі:</p> $m_{\text{гр}} = \frac{FR_3^2}{GM_3}.$ <p>Визначена в такий спосіб маса називається <b>гравітаційною масою</b> і позначається <math>m_{\text{гр}}</math>. Вона характеризує здатність тіл створювати поле тяжіння, а також виражає ступінь взаємодії на тіла з боку інших гравітаційних полів.</p>
<p><b>3.2.2. Вага і невагомість</b></p>	
<p><b>Вага тіла</b> <math>\vec{P}</math></p>	<p>– це сила, з якою тіло внаслідок притягання до Землі, діє на опору або натягує підвіс. Сила тяжіння діє завжди, а вага проявляється тільки тоді, коли на тіло крім сили тяжіння діють інші сили. <b>Сила тяжіння дорівнює вазі тіла</b> тільки в тому випадку, коли прискорення тіла відносно Землі дорівнює нулю:</p> $\vec{P} = m\vec{g}.$

<p><b>Невагомість</b></p>	<p>У загальному випадку вага тіла, що рухається з прискоренням <math>\vec{a}</math> відносно Землі, дорівнює:</p> $\vec{P} = m(\vec{g} \pm \vec{a}).$ <p>Якщо тіло вільно рухається в полі сили тяжіння, то <math>\vec{a} = \vec{g}</math> і вага дорівнює нулю, тобто тіло буде невагомим.</p> <p>– це стан тіла, при якому воно рухається тільки під дією сили тяжіння.</p>
<p><b>3.2.3. Космічні швидкості</b></p>	
<p><b>Перша космічна швидкість</b></p>	<p>– мінімальна швидкість, яку треба надати тілу, щоб воно могло рухатись навколо Землі по коловій орбіті, тобто перетворитись у штучний супутник Землі. При цьому сила тяжіння відіграє роль доцентрової сили, тобто:</p> $\frac{mv_1^2}{r} = G \frac{mM}{R^2} = mg,$ <p>де <math>R</math> – радіус Землі.</p> <p>Звідки</p> $v_1 = \sqrt{G \frac{M}{R}} = \sqrt{gR} = 7,9 \text{ км/с.}$
<p><b>Друга космічна швидкість</b></p>	<p>– найменша швидкість, яку треба надати тілу, щоб воно могло подолати притягання Землі і перетворитися в супутник Сонця. У цьому випадку кінетична енергія тіла повинна дорівнювати роботі, яка виконується проти сил тяжіння:</p> $\frac{mv_2^2}{2} = \int_R^\infty G \frac{mM}{r^2} dr = G \frac{mM}{R},$ <p>звідки</p> $v_2 = \sqrt{2gR} = 11,2 \text{ км/с.}$

<p><b>Третя космічна швидкість</b></p>	<p>– швидкість, яку необхідно надати тілу на Землі, щоб воно покинуло межі Сонячної системи, подолавши притягання Сонця:</p> $v_3 = \sqrt{2G \frac{M_c}{R_3}} \approx 42 \text{ км/с.}$
<p><b>3.2.4. Сили пружності. Деформація тіл. Види та характеристики деформації</b></p>	
<p><b>Сили пружності</b></p>	<p>виникають у результаті взаємодії тіл, що супроводжується їх деформацією.</p>
<p><b>Деформація</b></p>	<p>– це зміна форми і розмірів твердих тіл під дією зовнішніх сил. Розрізняють два види деформацій: <b>пружну</b> і <b>пластичну</b>.</p>
<p><b>Пружна деформація</b></p>	<p>– деформація, при якій тіло, після припинення дії зовнішніх сил, повністю відновлює свої розміри і форму.</p> <p>Деформація має пружний характер за умови, що зовнішня сила не перевищує певного значення – <b>межі пружності</b>. Коли межа пружності перевищена, деформація стає пластичною.</p>
<p><b>Пластична деформація</b></p>	<p>– деформація, яка повністю або частково зберігається в тілі після припинення дії зовнішніх сил.</p> <p>Деформації можуть бути зведені до деформацій розтягу (чи стиску) і зсуву. Під час деформації розтягу (стиску) тіло зазнає зміни довжини.</p>
<p><b>Абсолютна деформація розтягу</b> <math>\Delta l</math></p>	<p>– це величина, яка дорівнює різниці кінцевої і початкової деформацій:</p> $\Delta l = l - l_0.$ <p>Але величина абсолютної деформації не</p>

<p style="text-align: center;"><b>Відносна деформація</b> <math>\varepsilon</math></p> <p style="text-align: center;"><b>Механічна напруга</b> <math>\vec{\sigma}</math></p>	<p>вказує, яку частку становить зміна довжини від початкової. Тому мірою деформації є <b>відносна деформація</b>.</p> <p>– величина, яка дорівнює відношенню абсолютної деформації до початкових розмірів тіла:</p> $\varepsilon = \frac{\Delta l}{l_0}.$ <p>Деформація викликає у тілі пружні сили, які характеризуються механічною напругою. – це фізична величина, яка чисельно дорівнює силі пружності, що припадає на одиницю площі перерізу тіла:</p> $\vec{\sigma} = \frac{d\vec{F}_{\text{пр}}}{dS}.$
<b>3.2.5. Закон Гука. Модуль Юнга</b>	
<p style="text-align: center;"><b>Закон Гука</b></p>	<p>Гук експериментально встановив, що при пружній деформації видовження <math>x</math> тіла (пружини) прямо пропорційне зовнішній силі:</p> $x = \frac{1}{k} F_z,$ <p>де <math>k</math> – жорсткість пружини. Чим більшою є жорсткість пружини, тим менше вона розтягується під дією даної сили. Жорсткість пружини залежить від матеріалу, розмірів витка і довжини пружини.</p> $F_{\text{пр}} = -kx.$ <p>Відзначимо, що закон Гука виконується тільки для пружних деформацій (рис. 3.5).</p>

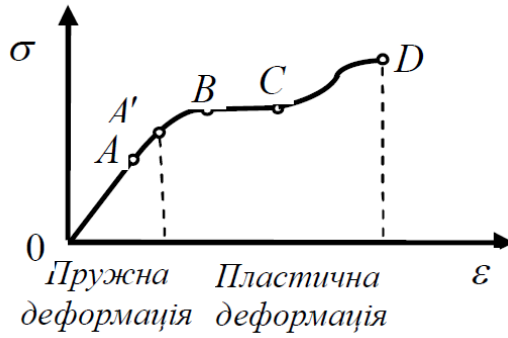


Рис. 3.5. Залежність механічної напруги від відносної деформації:  
 А – межа пропорційності,  
 А' – межа пружності,  
 В – межа текучості,  
 D – межа міцності.

Встановлено, що для незначних пружних деформацій механічна напруга пропорційна відносній деформації:

$$\sigma = k\varepsilon,$$

де  $k$  – коефіцієнт пропорційності, який називають **модулем пружності**; він чисельно дорівнює механічній нарузі, яка виникає при відносній деформації, рівній одиниці. Дана формула виражає **закон Гука**. Її можна поширити на будь-які види пружних деформацій.

**Модуль Юнга**

Для випадку одностороннього розтягу (стиску):

$$\sigma = E\varepsilon = E \frac{\Delta l}{l_0},$$

де  $E$  – **модуль Юнга**, який залежить від речовини тіла і його фізичного стану.

**3.2.6. Сила тертя. Коефіцієнт тертя**

Будь-який механічний рух тіла супроводжується втратами механічної енергії. Це зумовлено наявністю **сил тертя**. Сили тертя

перешкоджають руху. Вони є гальмівними силами (силами опору). Тертя виникає між двома поверхнями твердих тіл або між їх частинками. У першому випадку тертя називають **зовнішнім**, в другому – **внутрішнім або в'язким**.

### Зовнішнє тертя

Зовнішнє тертя поділяють на **тертя спокою (статичне)** і **тертя ковзання**.

### Сила тертя спокою

зумовлена дією опори, на якій лежить тіло і дорівнює зовнішній силі (рис. 3.6).

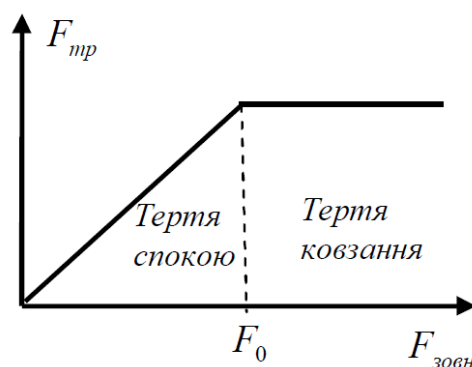


Рис. 3.6. Залежність сили тертя від зовнішньої сили

Коли модуль зовнішньої сили перевищить деяке значення  $F_0$ , тіло почне ковзати по поверхні. Величина  $F_0$  – максимальне значення сили тертя спокою. Максимальна сила тертя спокою спрямована по дотичній до поверхонь і прямо пропорційна нормальній складовій рівнодійної сил, які діють на поверхню дотичних тіл. Відзначимо, що ця сила дорівнює силі тертя ковзання.

### Сила тертя ковзання

перешкоджає відносному руху тіл і спрямована вздовж поверхні їх контакту.

## Внутрішнє тертя

Дослідним шляхом встановлено, що сила тертя ковзання дорівнює:

$$F_{\text{тр}} = \mu N,$$

де  $\mu$  – коефіцієнт тертя ковзання, який залежить від природи і стану поверхонь, що дотикаються;  $N$  – сила нормального тиску.

виникає при відносному переміщенні частин суцільного тіла (наприклад, рідини або газу).



## ФІЗИЧНИЙ ДИКТАНТ

1. Сила земного тяжіння – це ...
2. Прискорення вільного падіння дорівнює ...
3. Сформулювати закон всесвітнього тяжіння ...
4. Гравітаційна стала дорівнює ...
5. Фізичний зміст гравітаційної сталої ...
6. Вага – це ... Одиниця вимірювання ваги ...
7. Якщо тіло рухається з прискоренням, то вага дорівнює ...
8. Сили пружності виникають у результаті ...
9. Деформація – це ...
10. Механічна напруга – це ...
11. Сформулювати і записати закон Гука ...
12. Сили тертя виникають ... Записати формулу сили тертя ...

### 3.3. Рівновага тіл

#### 3.3.1. Момент сили

**Момент сили**  
відносно нерухомої  
точки  $O$   
(рис. 3.1)  
 $\vec{M}$

– це векторна величина, модуль якої дорівнює:

$$M = rF\sin\alpha = Fl,$$

де  $l = r\sin\alpha$  – **плече сили** – найкоротша відстань від осі обертання до напрямку дії сили.

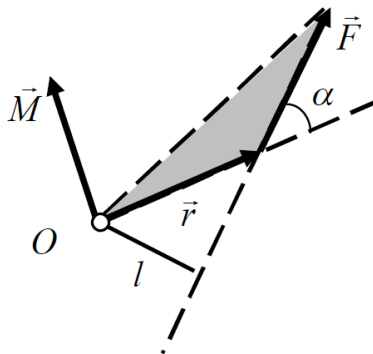


Рис. 3.1. Напрямок моменту сили відносно нерухомої точки

Вважають момент додатним, якщо складова сили змушує обертатись тіло за годинниковою стрілкою, а від'ємним – при обертанні тіла проти годинникової стрілки.

**Одиниця вимірювання моменту сили – ньютон на метр (Н·м).**

#### 3.3.2. Умови та види рівноваги тіл

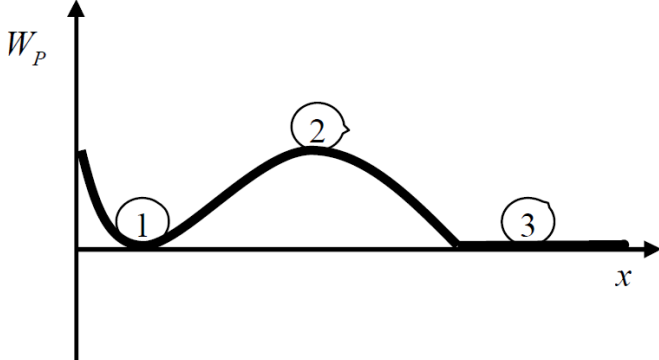
**Умови рівноваги**  
**твердого тіла**

1. Сума всіх сил, що діють на тіло, дорівнює нулю:

$$\sum \vec{F} = 0.$$

2. Сума всіх моментів сил, що діють на тіло, дорівнює нулю:

$$\sum \vec{M} = 0.$$

<p><b>Види рівноваги твердих тіл</b> (рис. 3.2)</p>	<p><b>1. Стійка рівновага</b> спостерігається, коли тіло, виведене зі стану рівноваги, самочинно повертається у вихідне положення.</p> <p><b>2. Нестійка рівновага:</b> тіло, виведене зі стану рівноваги, продовжує відхилятися від цього положення.</p> <p><b>3 Індиферентна (байдужа) рівновага:</b> тіло, виведене зі стану рівноваги, залишається у новому положенні.</p>  <p style="text-align: center;">Рис. 3.2. Види рівноваги: 1 – стійка, 2 – нестійка, 3 – індиферентна</p>
<p><b>3.4. Імпульс, робота, механічна енергія</b></p>	
<p><b>3.4.1. Імпульс тіла. Закон збереження імпульсу</b></p>	
<p><b>Імпульс, або кількість руху матеріальної точки</b> <math>\vec{p}</math></p> <p><b>Закон збереження імпульсу</b></p>	<p>– векторна величина, яка дорівнює добутку маси матеріальної точки на її швидкість і має напрям швидкості</p> $\vec{p} = m\vec{v}.$ <p><b>Імпульс замкнутої системи з часом не змінюється (зберігається):</b></p> $\vec{p} = \text{const}.$
<p><b>3.4.2. Механічна робота</b></p>	
<p><b>Енергія</b> <math>E</math></p>	<p>– це універсальна міра різних форм руху і взаємодії.</p> <p>З різними формами руху матерії пов'язують різні форми енергії: механічну, теплову, електромагнітну і т.д. Зміна механічного руху тіла викликається</p>

<p><b>Робота</b> <math>A</math></p>	<p>силами, що діють на нього з боку інших тіл.</p> <p><b>Одиниця вимірювання енергії – джоуль (Дж).</b></p> <p>– це кількісна характеристика процесу обміну енергією між взаємодіючими тілами.</p> <p>Під час прямолінійного руху тіла під дією сталої сили <math>\vec{F}</math>, яка складає деякий кут <math>\alpha</math> з напрямом переміщення <math>\vec{s}</math> (рис. 3.3), робота цієї сили дорівнює:</p> $A = F_s s = F s \cos \alpha,$ <p>де <math>F_s = F \cos \alpha</math> – проекція вектора сили на напрям руху тіла.</p> <p><b>Одиниця вимірювання роботи – джоуль (Дж).</b></p>
<p><b>3.4.3. Потужність</b></p>	
<p><b>Потужність</b> <math>N</math></p>	<p>– фізична величина, яка характеризує швидкість виконання роботи і дорівнює скалярному добутку вектора сили на вектор швидкості, з якою рухається точка прикладання цієї сили:</p> $N = \frac{dA}{dt}$ <p><b>Одиниця вимірювання потужності – ват (Вт).</b></p>
<p><b>3.4.4. Кінетична енергія</b></p>	
<p><b>Кінетична енергія</b> <math>E_k</math></p>	<p>– це енергія механічного руху цієї системи.</p> <p>Сила, діючи на тіло, що перебуває в стані спокою, і викликаючи його рух, здійснює роботу, а енергія рухомого тіла <math>E_k</math> зростає на величину затраченої роботи:</p> $E_k = A = F s,$ <p>де <math>s</math> – модуль переміщення.</p>

	<p>Оскільки</p> $F = ma$ $s = \frac{v^2}{2a},$ <p>то отримаємо:</p> $E_k = \frac{mv^2}{2}$ <p>Значення кінетичної енергії залежить від обрання системи відліку. Оскільки кінетична енергія тіла залежить від його швидкості, а швидкість тіла в різних системах відліку є різною. Якщо система відліку явно не вказується, зазвичай мають на увазі систему відліку, пов'язану із Землею.</p>
<b>3.4.5. Потенціальна енергія</b>	
<p><b>Потенціальна енергія</b> <math>E_p</math></p> <p><b>Потенціальна енергія тіла, піднятого над землею</b></p> <p><b>Потенціальна енергія пружини</b></p>	<p>– це механічна енергія системи тіл, яка визначається їх взаємним розміщенням і характером сил взаємодії між ними.</p> <p>Потенціальна енергія системи, так як і кінетична, є функцією стану системи. Вона залежить від того, яке положення системи умовно взято за початок відліку.</p> <p>Піднімаючи тіло масою <math>m</math> на певну висоту <math>h</math> над вихідним рівнем, ми виконуємо роботу проти сил тяжіння, завдяки чому тіло набуває <b>гравітаційної потенціальної енергії</b>:</p> $E_p = mgh.$ <p>залежить від природи матеріалу, із якого виготовлена пружина, і ні в якому разі не залежить від її інертної маси, як це спостерігається у випадку гравітаційної</p>

	<p>потенціальної енергії:</p> $E_p = \frac{kx^2}{2}.$
<b>3.4.6. Закон збереження енергії</b>	
<b>Повна механічна енергія системи</b>	<p>– енергія механічного руху і взаємодії дорівнює сумі кінетичної і потенціальної енергій:</p> $E = E_k + E_p.$
<b>Закон збереження енергії</b>	<p><b>У замкнутій системі тіл повна механічна енергія зберігається:</b></p> $E = E_k + E_p = \text{const.}$ <p>Таким чином, енергія ніколи не зникає і не з'являється знову, вона тільки переходить з одного виду в інший.</p>
<b>3.4.7. Абсолютно пружний і абсолютно непружний удари</b>	
<b>Абсолютно пружний удар</b>	<p>– це зіткнення, за якого зберігається механічна енергія системи тіл.</p> <p>Під час абсолютно пружного удару, крім закону збереження енергії, виконується закон збереження імпульсу.</p> <p>Простим прикладом абсолютно пружного удару може бути центральний удар двох більярдних куль, одна з яких до зіткнення перебувала в стані спокою.</p> <p>Після абсолютно пружного удару в тілах, що взаємодіють, не залишається жодних деформацій, і сумарна кінетична енергія, яку мали тіла до удару, дорівнює кінетичній енергії тіл після удару.</p>
<b>Абсолютно непружний удар</b>	<p>– це зіткнення, за якого тіла з'єднуються одне з одним і рухаються далі як одне тіло.</p> <p>За абсолютно непружного удару механічна енергія не зберігається. Вона</p>

частково або повністю переходить у внутрішню енергію тіл. Закон же збереження імпульсу в цьому випадку виконується.

Прикладом абсолютно непружного удару може бути зіткнення метеорита із Землею; удар під час падіння грудки глини на землю; зіткнення кулі та ящика з піском тощо.



## ФІЗИЧНИЙ ДИКТАНТ

1. Момент сили – це ... Записати формулу для визначення моменту сили ...
2. Імпульс – це ... Записати формулу для визначення імпульсу ... Одиниця вимірювання імпульсу ...
3. Сформулювати закон збереження імпульсу ...
4. Механічна робота – це ... Записати формулу для визначення механічної роботи ... Одиниця вимірювання механічної роботи ...
5. Потужність – це ... Записати формулу для визначення потужності ... Одиниця вимірювання потужності ...
6. Механічна енергія – це ... Одиниця вимірювання механічної енергії ...
7. Кінетична енергія – це ... Записати формулу кінетичної енергії ...
8. Потенціальна енергія – це ...
9. Записати формулу потенціальної енергії піднятого тіла ...
10. Записати формулу потенціальної енергії пружно деформованого тіла ...
11. Сформулювати закон збереження механічної енергії ...
12. Абсолютно пружний удар – це ...



## ПОРАДИ ЩОДО РОЗВ'ЯЗУВАННЯ ЗАДАЧ

1. Важливо пам'ятати, що другий закон Ньютона справедливий тільки в інерціальних системах відліку.
2. Для розв'язування задач з динаміки складають рівняння руху матеріальної точки, яке виражає другий закон Ньютона. При цьому рекомендується наступний порядок дій:
  - зробити малюнок, на якому зобразити всі сили, що діють на дане тіло;
  - записати другий закон Ньютона у векторній формі та проєкціях на осі координат;
3. Якщо в задачі розглядається рух системи зв'язаних між собою тіл, то рівняння руху записують для кожного тіла окремо.
4. Якщо тіла зв'язані ниткою, масою якої можна знехтувати, силу натягу нитки вважають однаковою по всій її довжині.
5. Рівняння, яке виражає закон збереження імпульсу, є векторним. Тому при розв'язуванні задач, треба керуватись правилом суми векторів та, вибравши осі  $Ox$  і  $Oy$ , записати закон збереження імпульсу в скалярній формі.
6. Закон збереження механічної енергії можна використовувати для системи взаємодіючих тіл при одночасному виконанні наступних умов:
  - система повинна бути замкнутою;
  - всередині системи повинні бути відсутні сили тертя і сили непружних деформацій.Інакше механічна енергія системи буде розсіюватись, перетворюючись у внутрішню енергію.



## ТЕСТИ

1. Який вид взаємодії обумовлює існування сили тяжіння?

<b>А</b>	<b>Б</b>	<b>В</b>
електромагнітна	гравітаційна	ядерна

2. Інертність – це властивість тіла зберігати ...

<b>А</b>	<b>Б</b>	<b>В</b>	<b>Г</b>
форму	масу	прискорення	стан руху або спокою

3. На тіло одночасно діють дві сили: у лівий бік  $F_1$ , у правий бік  $F_2$ , причому  $F_1 > F_2$ . У який бік буде напрямлена рівнодійна цих сил?

<b>А</b>	<b>Б</b>	<b>В</b>	<b>Г</b>
у правий	у лівий	вгору	вниз

4. Визначте масу футбольного м'яча, якщо після удару він набув прискорення  $600 \text{ м/с}^2$ , а сила удару дорівнювала  $420 \text{ Н}$ .

<b>А</b>	<b>Б</b>	<b>В</b>	<b>Г</b>
7 кг	0,7 кг	70 кг	700 кг

5. За якою формулою визначають імпульс тіла?

<b>А</b>	<b>Б</b>	<b>В</b>
$p = m/v$	$p = m \cdot v$	$p = v/m$

6. Сила, що надає тілу таке ж прискорення, як і декілька сил, що разом діють на тіло, називається

<b>А</b>	<b>Б</b>	<b>В</b>	<b>Г</b>
рівнодійною силою	зрівноважувальною силою	компенсуючою силою	компенсаційною силою

7. Якою буде сила гравітаційної взаємодії між двома навантаженими баржами, маси яких  $2000 \text{ т}$  та  $5000 \text{ т}$ . Відстань між баржами  $50 \text{ м}$ .

А	Б	В	Г
$2,7 \cdot 10^{-5} \text{ Н}$	2,7 Н	0,27 Н	27 Н

8. Які сили треба прикласти до кінців дротини, жорсткість якої 100 кН/м, щоб розтягнути її на 1 мм?

А	Б	В	Г
100 Н	10 Н	1000 Н	1 Н

9. Знайти імпульс поїзда масою 50 т, який рухається з швидкістю 72 км/год.

А	Б	В	Г
$10^6 \text{ кг} \cdot \text{м/с}$	$750 \text{ кг} \cdot \text{м/с}$	$570 \text{ кг} \cdot \text{м/с}$	$10^3 \text{ кг} \cdot \text{м/с}$

10. Вага тіла, що перебуває в невагомості, ...

А	Б	В	Г
дорівнює силі тяжіння	більша за силу тяжіння	менша за силу тяжіння	дорівнює нулю

11. Закон всесвітнього тяжіння записується так:

А	Б	В	Г
$F = \frac{m_1 \cdot m_2}{G \cdot r^2}$	$F = \frac{G \cdot r^2}{m_1 \cdot m_2}$	$F = G \frac{m_1 \cdot m_2}{r^2}$	$F = G \frac{m_1 \cdot m_2}{r}$

12. На скільки видовжиться пружина під дією сили 10 Н, якщо коефіцієнт її жорсткості дорівнює 500 Н/м?

А	Б	В	Г
0,02 м	50 м	10 м	0,5 м

13. Заміна декількох сил однією силою, що спричиняє таку ж дію, називається...

А	Б	В	Г
заміною сил	додаванням сил	відніманням сил	компенсацією сил

14. Гравітаційна стала  $G$  виражається в таких одиницях:

А	Б	В	Г
$\frac{\text{Н} \cdot \text{м}}{\text{кг}^2}$	$\frac{\text{Н} \cdot \text{м}^2}{\text{кг}}$	$\frac{\text{Н} \cdot \text{м}^2}{\text{кг}^2}$	$\frac{\text{м}^2}{\text{Н} \cdot \text{кг}^2}$

15. Пливу масою 0,8 кг підняли на висоту 150 см. Визначити набуту тілом потенціальну енергію.

А	Б	В	Г
12 кДж	1,2 кДж	12 Дж	120 Дж

16. Знайти потенціальну енергію тіла масою 100 г, кинутого вертикально вгору зі швидкістю 10 м/с, у найвищій точці підйому.

А	Б	В	Г
10 Дж	100 Дж	5 Дж	50 Дж

17. Запряжка собак, тягнучи сани по снігу, може розвивати максимальну силу 0,5 кН. Сани якої маси може везти ця запряжка, рухаючись рівномірно, якщо коефіцієнт тертя дорівнює 0,1?

А	Б	В	Г
500 кг	50 кг	5 кг	0,5 кг

18. Маса тіла є мірою його ...

А	Б	В
енергії	деформації	інертності

19. Під час піднімання над поверхнею Землі потенціальна енергія тіла...

А	Б	В	Г
зменшується	не змінюється	зростає	змінюється залежно від траєкторії руху

20. Визначити кінетичну енергію тіла масою 100 г, кинутого зі швидкістю 10 м/с.

А	Б	В	Г
20 Дж	1 Дж	5 Дж	0

21. З якою швидкістю летітиме хокейна шайба масою 160 г, щоб її імпульс дорівнював імпульсові кулі масою 8 г, яка летить із швидкістю 600 м/с?

А	Б	В	Г
10 м/с	20 м/с	30 м/с	40 м/с

22. Під дією певної сили тіло масою 450 кг рухається з прискоренням 0,8 м/с<sup>2</sup>. Визначте масу тіла, яке під дією тієї самої сили рухається з прискоренням 0,25 м/с<sup>2</sup>.

А	Б	В	Г
1440 кг	1450 кг	1460 кг	1470 кг

23. У міжнародній системі одиниць фізичних величин одиницею імпульсу тіла є ...

А	Б	В	Г

м/с	кг·м/с	кг·с	кг·с/м
-----	--------	------	--------

24. Яким видом взаємодії обумовлене існування сили пружності?

<b>А</b>	<b>Б</b>	<b>В</b>
електромагнітна	гравітаційна	ядерна

25. Потенціальна енергія пружно деформованого тіла залежить від...

<b>А</b>	<b>Б</b>	<b>В</b>
маси тіла та величини його деформації	маси тіла та висоти його над Землею	жорсткості тіла та величини його деформації

26. Автомобіль масою 1,5 т рухається зі швидкістю 72 км/год. Визначити його кінетичну енергію.

<b>А</b>	<b>Б</b>	<b>В</b>	<b>Г</b>
300 кДж	300 Дж	600 кДж	600 Дж

27. На якій відстані один від одного знаходяться два автомобілі масами по 5 т кожен, якщо сила гравітаційної взаємодії між ними становить 185 мкН?

<b>А</b>	<b>Б</b>	<b>В</b>	<b>Г</b>
30 м	90 м	3 м	9 м

28. Під час змагання коней ваговозних порід один кінь перевіз вантаж масою 23 т. Визначити коефіцієнт тертя, якщо сила тяги коня становить 2,3 кН

<b>А</b>	<b>Б</b>	<b>В</b>	<b>Г</b>
0,1	0,2	0,3	0,4

29. Дві кульки, маси яких відповідно 6 кг і 2 кг, рухаються назустріч зі швидкостями 20 см/с і 1 м/с. Визначити швидкість кульок після непружного удару.

<b>А</b>	<b>Б</b>	<b>В</b>	<b>Г</b>
0,4 м/с	0,3 м/с	0,2 м/с	0,1 м/с

30. За якою формулою визначають імпульс сили?

<b>А</b>	<b>Б</b>	<b>В</b>	<b>Г</b>
$I = m \cdot F$	$I = F \cdot t$	$I = m \cdot v$	$I = m \cdot t$

31. Стиснута пружина ...

<b>А</b>	<b>Б</b>	<b>В</b>	<b>Г</b>
має кінетичну	має	не має жодної	має одночасно

енергію	потенціальну енергію	енергії	потенціальну і кінетичну енергії
---------	----------------------	---------	----------------------------------

32. Прилад для вимірювання сили називається...

<b>А</b>	<b>Б</b>	<b>В</b>	<b>Г</b>
манометр	динамометр	тахометр	спідометр

33. Вага тіла, що перебуває в невагомості, ...

<b>А</b>	<b>Б</b>	<b>В</b>	<b>Г</b>
дорівнює силі тяжіння	більша за силу тяжіння	менша за силу тяжіння	дорівнює нулю

34. На якій висоті потенціальна енергія вантажу, маса якого 2 т, дорівнює 8 кДж? Вважати  $g = 10 \text{ м/с}^2$ .

<b>А</b>	<b>Б</b>	<b>В</b>	<b>Г</b>
80 м	160 м	0,4 м	40 м

35. Яка середня кінетична енергія спортсмена, маса якого дорівнює 70 кг, під час бігу, якщо стометрівку він пробігає за 10 с?

<b>А</b>	<b>Б</b>	<b>В</b>	<b>Г</b>
35 Дж	3500 Дж	700 кДж	35 кДж

36. На скільки видовжиться пружина під дією сили 10 Н, якщо коефіцієнт її жорсткості дорівнює 500 Н/м?

<b>А</b>	<b>Б</b>	<b>В</b>	<b>Г</b>
0,02 м	50 м	10 м	0,5 м

37. З якою силою притягаються до станції масою 179 т транспортний космічний корабель масою 9 т у разі, якщо корабель перебуває на відстані 50 м від станції.

<b>А</b>	<b>Б</b>	<b>В</b>	<b>Г</b>
1 Н	0,5 Н	0,43 мкН	0,2 Н

38. До пружини підвісили вантаж, внаслідок чого пружина видовжилася на 6 см. Жорсткість пружини 500 Н/м. Яка енергія деформованої пружини?

<b>А</b>	<b>Б</b>	<b>В</b>	<b>Г</b>
10 Дж	0,9 Дж	50 Дж	60 Дж

39. Позначте формулу, що є математичним записом другого закону Ньютона:

<b>А</b>	<b>Б</b>	<b>В</b>	<b>Г</b>
----------	----------	----------	----------

$\vec{F} = m\vec{a}$	$F = Gm_1m_2/r^2$	$\vec{F}_{12} = -\vec{F}_{21}$	$P = m(g + a)$
----------------------	-------------------	--------------------------------	----------------

40. Позначте прізвище вченого, який сформулював принцип відносності:

<b>А</b>	<b>Б</b>	<b>В</b>	<b>Г</b>
Архімед	Гук	Галілей	Ньютон

41. Укажіть одиниці вимірювання імпульсу в системі СІ:

<b>А</b>	<b>Б</b>	<b>В</b>	<b>Г</b>
Н/м <sup>2</sup>	кг·м/с	Н/с	Н·кг

42. Повна механічна енергія – це сума:

<b>А</b>	<b>Б</b>	<b>В</b>	<b>Г</b>
потенціальної і внутрішньої енергії	кінетичної і потенціальної енергії	кінетичної і внутрішньої енергії	кінетичної, потенціальної і внутрішньої енергії

43. Дві сили 2 Н і 3 Н прикладені до однієї точки тіла. Кут між напрямками дії сил 90°. Укажіть, чому дорівнює модуль рівнодійної цих сил:

<b>А</b>	<b>Б</b>	<b>В</b>	<b>Г</b>
5 Н	3 Н	2 Н	$\sqrt{13}$ Н

44. Укажіть, чому дорівнює сила тяжіння, що діє на тіло масою 400 г:

<b>А</b>	<b>Б</b>	<b>В</b>	<b>Г</b>
4000 Н	400 Н	40 Н	4 Н

45. Відро з водою загальною масою 15 кг рівномірно піднімають із криниці. Вкажіть силу натягу тросу біля відра:

<b>А</b>	<b>Б</b>	<b>В</b>	<b>Г</b>
1,5 Н	15 Н	150 Н	300 Н

46. Позначте фізичну величину, яку обчислюють за формулою  $mgh$ :

<b>А</b>	<b>Б</b>	<b>В</b>	<b>Г</b>
механічна робота	потужність	потенціальна енергія	кінетична енергія

47. Імпульс тіла змінюється, якщо змінюється ...

<b>А</b>	<b>Б</b>	<b>В</b>	<b>Г</b>
----------	----------	----------	----------

час руху тіла	швидкість тіла	координата тіла	положення тіла
---------------	----------------	-----------------	----------------

48. Інерція – це властивість тіла зберігати ...

<b>А</b>	<b>Б</b>	<b>В</b>	<b>Г</b>
форму	швидкість	прискорення	стан руху або спокою

49. Укажіть, у якій системі відліку діє перший закон Ньютона:

<b>А</b>	<b>Б</b>	<b>В</b>	<b>Г</b>
інерціальній	неінерціальній	у будь-якій, пов'язаній з тілом	у будь-якій, не пов'язаній з тілом

50. Футбольний м'яч, маса якого 0,7 кг, від удару, що тривав 0,02 с, набув швидкості 12 м/с. Визначте силу удару.

<b>А</b>	<b>Б</b>	<b>В</b>	<b>Г</b>
340 Н	420 Н	170 Н	200 Н

51. Позначте масу тіла, що рухається із швидкістю 3 м/с і має імпульс 12 кг·м/с:

<b>А</b>	<b>Б</b>	<b>В</b>	<b>Г</b>
4 кг	3 кг	15 кг	36 кг

52. Якщо векторна сума всіх сил, що діють на тіло, дорівнює нулю, то в інерціальній системі відліку...

<b>А</b>	<b>Б</b>	<b>В</b>	<b>Г</b>
напрямок руху тіла змінюється	швидкість руху тіла не змінюється	швидкість руху тіла зростає	швидкість руху тіла зменшується

53. Яка фізична величина характеризує інертність тіл?

<b>А</b>	<b>Б</b>	<b>В</b>	<b>Г</b>
об'єм	густина	маса	сила

54. При якому русі літака пов'язану з ним систему відліку можна вважати інерціальною?

<b>А</b>	<b>Б</b>	<b>В</b>	<b>Г</b>
літак розганяється на злітній смузі	літак рівномірно летить у горизонтально	літак виконує «мертву петлю»	літак гальмує після приземлення

	му напрямку		
--	-------------	--	--

55. Якщо модуль прикладеної до тіла сили змінюється, то тіло ...

А	Б	В	Г
рухається з постійним прискоренням	рухається з постійною швидкістю	перебуває в спокої	рухається зі змінним прискоренням

56. Чому дорівнює модуль рівнодійної двох сил, про які йдеться в третьому законі Ньютона?

А	Б	В	Г
0	$F_1 + F_2$	$F_1 - F_2$	рівнодійної не існує

57. М'яч ударяє в шибку. На яке з тіл діє більша сила?

А	Б	В	Г
на скло	на м'яч	на ці тіла діють рівні сили	відповідь залежить від співвідношення мас м'яча і шибки

58. Маса легкового автомобіля  $m_1 = 2$  т, а вантажного –  $m_2 = 8$  т. Порівняйте прискорення автомобілів, якщо сила тяги вантажного автомобіля двічі більша за силу тяги легкового.

А	Б	В	Г
$a_1/a_2 = 1/2$	$a_1/a_2 = 8$	$a_1/a_2 = 4$	$a_1/a_2 = 2$

59. Тіло, маса якого 4 кг, рухається вздовж осі  $Ox$  так, що його координата в СІ змінюється за законом  $x = -5 + 3t - 0,1t^2$ . Визначте проекцію на вісь  $Ox$  сили, що діє на тіло.

А	Б	В	Г
-0,8 Н	0,8 Н	-0,4 Н	0,4 Н

60. Тіло, маса якого 200 г, рухається вздовж осі  $Ox$  так, що проекція його швидкості змінюється в СІ за законом  $v_x = -2 + 5t$ . Визначте проекцію на вісь  $Ox$  сили, що діє на тіло.

А	Б	В	Г
-0,4 Н	0,4 Н	-1 Н	1 Н

61. На тіло, маса якого дорівнює 2 кг, і яке рухається прямолінійно, починає діяти гальмівна сила 10 Н. Через який час

після цього тіло зупиниться, якщо його початкова швидкість – 10 м/с?

А	Б	В	Г
5 с	4 с	1 с	2 с

62. Від якої фізичної величини не залежить прискорення вільного падіння?

А	Б	В	Г
від маси планети	від маси тіла	від радіуса планети	від висоти над поверхнею планети

63. Визначте силу гравітаційної взаємодії двох більярдних куль у момент їхнього зіткнення. Маса кожної кулі дорівнює 200 г, а діаметр – 6 см.

А	Б	В	Г
74 нН	7,4 нН	0,74 нН	0,074 нН

64. На якій відстані від поверхні Землі сила тяжіння в 100 разів менша, ніж на поверхні?

А	Б	В	Г
10 R	9 R	100 R	5 R

65. Сила 1 Н розтягує пружину на 1 см. Яку силу потрібно прикласти, щоб розтягнути на 1 см дві такі самі пружини, з'єднані послідовно?

А	Б	В	Г
4 Н	2 Н	1 Н	0,5 Н

66. Сила 1 Н розтягує пружину на 1 см. Яку силу потрібно прикласти, щоб розтягнути на 1 см дві такі самі пружини, з'єднані паралельно?

А	Б	В	Г
4 Н	2 Н	1 Н	0,5 Н

67. Муха лізе по стелі кімнати. До якого тіла прикладена вага мухи?

А	Б	В	Г
до мухи	до стелі	до Землі	до повітря в кімнаті

68. У якій з описаних ситуацій вага людини в ліфті найменша?

А	Б	В	Г
---	---	---	---

ліфт рушає вгору	ліфт рівномірно рухається вгору	ліфт рівномірно рухається вниз	ліфт гальмує на верхньому поверсі
------------------	---------------------------------	--------------------------------	-----------------------------------

69. М'яч кинули вертикально вгору на поверхні Землі. Коли він перебуває у стані невагомості?

<b>А</b>	<b>Б</b>	<b>В</b>	<b>Г</b>
лише рухаючись угору	лише рухаючись униз	лише у верхній точці траєкторії	під час всього польоту

70. Вага води у пляшці, що стоїть на солі, дорівнює 20 Н. Який об'єм рідини в пляшці? Густина води – 1000 кг/м<sup>3</sup>.

<b>А</b>	<b>Б</b>	<b>В</b>	<b>Г</b>
1 л	1,5 л	2 л	0,25 л

71. Водій автомобіля, що рухається зі швидкістю 30 м/с, проїжджаючи верхню точку опуклого мосту, на мить опиняється у стані невагомості. Визначте радіус кривизни мосту.

<b>А</b>	<b>Б</b>	<b>В</b>	<b>Г</b>
60 м	70 м	80 м	90 м

72. На столі лежить дерев'яний брусок, маса якого дорівнює 500 г. Коефіцієнт тертя між бруском і столом становить 0,3. Яка сила тертя буде діяти на брусок, якщо до нього прикласти горизонтальну силу 1 Н?

<b>А</b>	<b>Б</b>	<b>В</b>	<b>Г</b>
0 Н	1 Н	1,5 Н	2 Н

73. Максимальне прискорення, з яким може рухатися автомобіль горизонтальною дорогою, дорівнює 2 м/с<sup>2</sup>. Визначте коефіцієнт тертя між шинами та дорогою.

<b>А</b>	<b>Б</b>	<b>В</b>	<b>Г</b>
0,1	0,2	0,3	0,4

74. Брусок, маса якого дорівнює 200 г, рівномірно тягнуть по поверхні столу за допомогою горизонтальної пружини, жорсткість якої становить 40 Н/м. Коефіцієнт тертя між бруском і столом дорівнює 0,3. Визначте видовження пружини.

<b>А</b>	<b>Б</b>	<b>В</b>	<b>Г</b>
----------	----------	----------	----------

3 см	2 см	1,5 см	1 см
------	------	--------	------

75. Брусок зісковзує з гладкої похилої площини з кутом нахилу  $30^\circ$ . Визначте прискорення бруска.

<b>А</b>	<b>Б</b>	<b>В</b>	<b>Г</b>
$g$	$g/2$	$g\sqrt{3}/2$	$g\sqrt{2}/2$

76. Як рухається частинка, якщо в будь-який момент часу вектор зміни імпульсу перпендикулярний до вектора імпульсу?

<b>А</b>	<b>Б</b>	<b>В</b>	<b>Г</b>
рівномірно прямолінійно	рівноприскорено прямолінійно	рівномірно по колу	по параболі

77. Закони зміни з часом координати та проекції імпульсу тіла в СІ мають вигляд:  $x = -5 + 2t - t^2$ ;  $p = 1 - t$ . Визначте масу тіла.

<b>А</b>	<b>Б</b>	<b>В</b>	<b>Г</b>
100 г	200 г	250 г	500 г

78. Снаряд, випущений вертикально вгору, розірвався у верхній точці траєкторії на три осколки однакової маси. Перший осколок почав рухатись горизонтально зі швидкістю 300 м/с, другий – вертикально вниз зі швидкістю 400 м/с. Визначте швидкість третього осколка.

<b>А</b>	<b>Б</b>	<b>В</b>	<b>Г</b>
500 м/с	400 м/с	300 м/с	100 м/с

79. Більярдна куля, маса якої дорівнює 100 г, налітає на борт зі швидкістю 1 м/с, напрямленою під кутом  $30^\circ$  до борту. Визначте середню силу тиску кулі на борт під час абсолютно пружного удару, який тривав 0,02 с.

<b>А</b>	<b>Б</b>	<b>В</b>	<b>Г</b>
2,5 Н	5 Н	25 Н	50 Н

80. На тіло, маса якого дорівнює 3 кг, і яке рухається з початковою швидкістю  $v_{0x} = -2$  м/с, діє сила  $F_x = 6$  Н. Рівняння залежності  $p = p_x(t)$  має вигляд ...

<b>А</b>	<b>Б</b>	<b>В</b>	<b>Г</b>
$p_x = 6 - 6t$	$p_x = 6 + 6t$	$p_x = -6 + 6t$	$p_x = -6 - 6t$

81. Механічна робота завжди виконується, коли ...

<b>А</b>	<b>Б</b>	<b>В</b>	<b>Г</b>
на тіло діє сила	тіло рухається	кут між	напрям сили

		напрямок сили і переміщенням не дорівнює $90^\circ$	перпендикулярний до напрямку переміщення
--	--	---	--

82. Камінь, маса якого дорівнює 2 кг, вільно падає з висоти 0,8 м. Визначте потужність сили тяжіння в момент удару каменя об землю.

<b>А</b>	<b>Б</b>	<b>В</b>	<b>Г</b>
80 Вт	70 Вт	60 Вт	50 Вт

83. Динамометр, пружина якого розтягнута на 2,5 см, показує силу 1 Н. Визначте потенціальну енергію деформованої пружини.

<b>А</b>	<b>Б</b>	<b>В</b>	<b>Г</b>
1,25 мДж	12,5 мДж	125 мДж	1,25 Дж

84. Камінь, пущений по поверхні льоду зі швидкістю 2 м/с, пройшов до повної зупинки 20 м. Визначте коефіцієнт тертя каменя об лід.

<b>А</b>	<b>Б</b>	<b>В</b>	<b>Г</b>
0,04	0,03	0,02	0,01

85. З якою швидкістю кинули баскетбольний м'яч, якщо він пролетів через кільце, закріплене на висоті 3 м, зі швидкістю 2 м/с? М'яч кинули з висоти 2 м. Опором повітря знехтуйте.

<b>А</b>	<b>Б</b>	<b>В</b>	<b>Г</b>
$\sqrt{6}$ м/с	$3\sqrt{6}$ м/с	$2\sqrt{6}$ м/с	$2\sqrt{2}$ м/с

86. Установіть відповідність між фізичною величиною та одиницею її вимірювання в СІ.

<b>А</b> Вага	<b>1</b> Н · м
<b>Б</b> Видовження	<b>2</b> м
<b>В</b> Жорсткість	<b>3</b> Н
<b>Г</b> Маса	<b>4</b> кг
	<b>5</b> Н/м

87. Сила притягання двох кулястих тіл, маси яких  $m_1$  і  $m_2$  на відстані  $r$  дорівнює  $F$ . Якою стане сила гравітаційної взаємодії тіла, якщо:

<b>А</b> маса першого тіла зменшиться удвічі	<b>1</b> $2F$
<b>Б</b> маса кожного тіла збільшиться удвічі	<b>2</b> $F/4$
<b>В</b> відстань між тілами зросте удвічі	<b>3</b> $F/2$
<b>Г</b> маса кожного тіла і відстань між ними зростуть	<b>4</b> $4F$

удвічі	
	<b>5</b> $F$

88. На поверхні планети, маса якої дорівнює  $M$ , а радіус –  $R$ , прискорення вільного падіння становить  $g$ . Яким воно стане, якщо:

<b>А</b> за незмінної маси радіус планети зростає втричі	<b>1</b> $9g$
<b>Б</b> за незмінного радіуса маса планети зростає втричі	<b>2</b> $g$
<b>В</b> маса і радіус планети зростуть утричі	<b>3</b> $3g$
<b>Г</b> за тих самих розмірів густина планети збільшиться у 9 разів	<b>4</b> $g/3$
	<b>5</b> $g/9$

89. Супутник, що рухався по коловій орбіті поблизу поверхні Землі, перейшов на іншу колову орбіту, віддалену на  $h = R$  від поверхні. Установіть відповідність між фізичною величиною та змінами, яких вона зазнала.

<b>А</b> Лінійна швидкість супутника	<b>1</b> зменшиться в 4 рази
<b>Б</b> Період обертання супутника	<b>2</b> зростає в $2\sqrt{2}$ рази
<b>В</b> Сила притягання супутника до Землі	<b>3</b> зменшиться в $\sqrt{2}$ рази
<b>Г</b> Кутова швидкість супутника	<b>4</b> зростає удвічі
	<b>5</b> зменшиться в $2\sqrt{2}$ рази

90. Жорсткість дротини дорівнює  $k$ . Установіть відповідність між змінами, що відбуваються з дротиною, та жорсткістю тіла після змін.

<b>А</b> Дротину вкоротили навпіл	<b>1</b> $4k$
<b>Б</b> Дротину склали удвоє	<b>2</b> $2k$
<b>В</b> До дротини послідовно приєднали таку саму дротину	<b>3</b> $k/2$
<b>Г</b> Дротину протягли через волочильний станок, збільшивши довжину удвічі	<b>4</b> $k/4$

	5 $k$
--	-------

91. Установіть відповідність між характером руху та модулем ваги тіла, якщо його маса дорівнює  $m$ .

А Тіло вільно падає	1 $mg$
Б Тіло рухається вниз з напрямленим угору прискоренням $a = g$	2 0
В Тіло рухається з прискоренням $a = g$ по горизонталі	3 $\sqrt{2}mg$
Г Тіло ковзає без тертя похилою площиною з кутом нахилу $60^\circ$	4 $2mg$
	5 $mg/2$

92. Тролейбус, маса якого 12 т, за 5 с від початку руху по горизонтальній дорозі проходить відстань 10 м. Коефіцієнт опору дорівнює 0,02. Установіть відповідність між фізичною величиною та її числовим значенням у СІ.

А Сила тяги	1 0,8
Б Сила опору	2 12000
В Прискорення	3 2400
Г Кінцева швидкість	4 4
	5 1,2

93. На горизонтальній ділянці дороги, довжина якої 250 м, швидкість автомобіля зросла від 10 м/с до 15 м/с. Маса автомобіля дорівнює 4 т, а сила тяги двигуна – 9 кН. Установіть відповідність між фізичною величиною та її числовим значенням у СІ.

А Коефіцієнт опору	1 20
Б Прискорення	2 0,2
В Час розгону	3 10000
Г Сила опору	4 8000
	5 0,25

94. Рух матеріальної точки, маса якої становить 2 кг, у СІ описують рівнянням  $x = 2 + 4t - 0,5t^2$ . Установіть відповідність між фізичною величиною та її числовим значенням у СІ.

А Імпульс точки через 2 с	1 5
Б Сила, що діє на точку	2 -2
В Імпульс сили через 5 с	3 -10

Г Прискорення точки	4 4
	5 -1

95. Тіло, маса якого дорівнює 2 кг, під дією деякої сили рухалось уздовж осі  $Ox$  так, що його координата із часом змінювалась в СІ за законом  $x = -2 + 4t + 0,5t^2$ . Установіть відповідність між фізичною величиною та її числовим значенням у СІ.

А Сила, що діє на тіло	1 4
Б Робота сили за перші 2 с руху	2 12
В Потужність у момент часу 2 с	3 20
Г Середня потужність за перші 2 с руху	4 2
	5 10

96. Камінь кинули вертикально вгору зі швидкістю 20 м/с. Установіть відповідність між фізичною величиною та її числовим значенням у СІ. Опором повітря знехтуйте. Нульовий рівень для відліку висоти міститься в точці кидання.

А Висота, на якій потенціальна енергія максимальна	1 25 м
Б Висота, на якій $E_k = E_n$	2 15 м
В Висота, на якій $E_k = 3E_n$	3 5 м
Г Висота, на якій $3E_k = E_n$	4 10 м
	5 20 м

97. У скільки разів зміниться швидкість кулі, що вилетіла з пружинного пістолета в горизонтальному напрямку, якщо ...

А збільшити стиск пружини удвічі	1 $v_2/v_1 = 2$
Б замінити пружину іншою, жорсткість якої удвічі більша	2 $v_2/v_1 = \sqrt{2}/2$
В збільшити масу снаряда удвічі	3 $v_2/v_1 = \sqrt{2}$
Г збільшити і жорсткість пружини, і масу снаряда удвічі	4 $v_2/v_1 = 1$
	5 $v_2/v_1 = 1/2$

98. Яблуко, маса якого дорівнює 200 г, вільно падає з висоти 6 м. Установіть відповідність між фізичною величиною та її числовим значенням у СІ. Нульовий рівень для відліку висоти міститься на поверхні Землі.

А Кінетична енергія через 1 с від початку	1 3
---	-----

падіння	
<b>Б</b> Потенціальна енергія через 1 с від початку падіння	<b>2</b> 12
<b>В</b> Повна механічна енергія	<b>3</b> 10
<b>Г</b> Висота, на якій $E_k = E_n$	<b>4</b> 6
	<b>5</b> 2

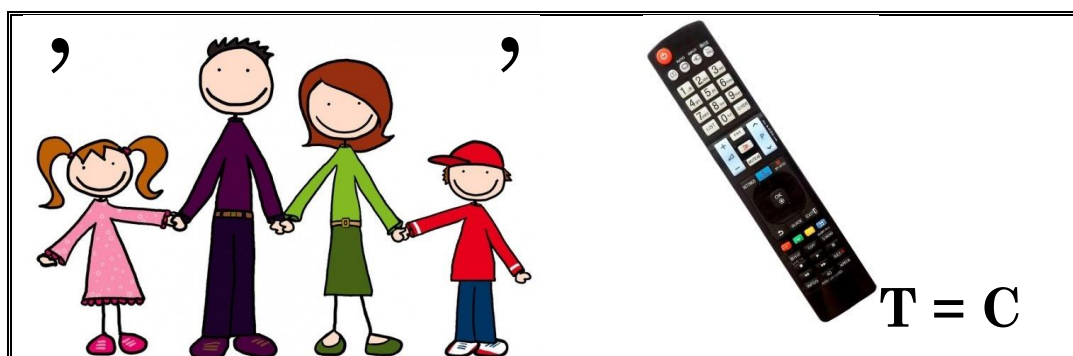
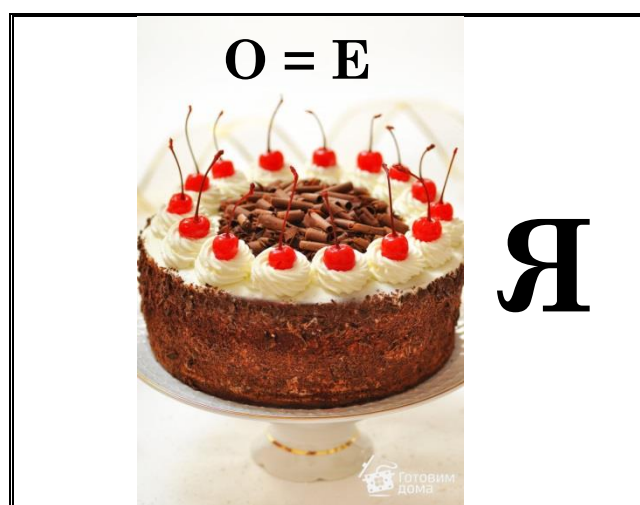
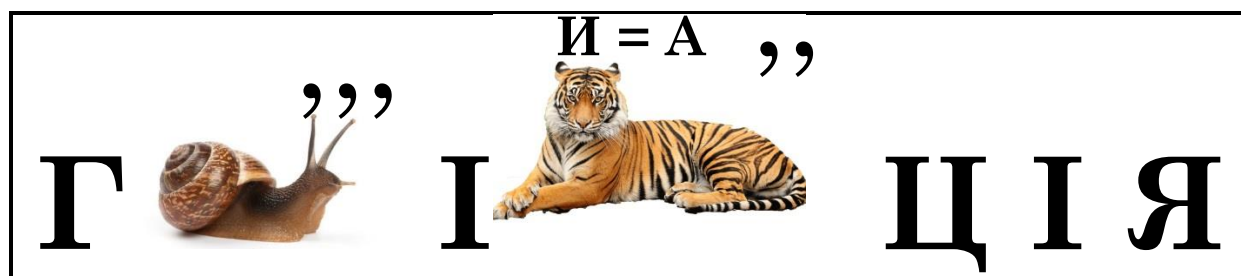
99. Для кожної з описаних ситуацій укажіть вираз для обчислення виконаної штангістом роботи з підняття на висоту  $h$  вантажу, маса якого становить  $m$ .

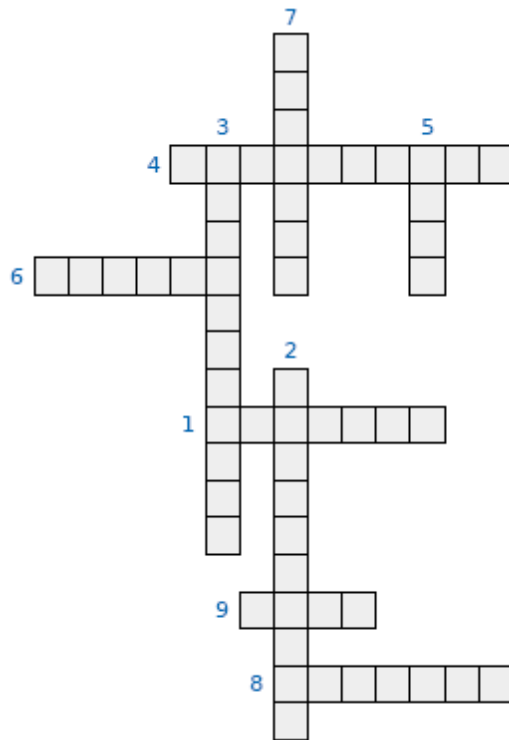
<b>А</b> Рівномірно піднімає вантаж	<b>1</b> $m(a-g)h$
<b>Б</b> Утримує вантаж на висоті $h$	<b>2</b> $mgh$
<b>В</b> Піднімає вантаж із прискоренням $a$ , напрямленим угору	<b>3</b> $mah$
<b>Г</b> Опускає вантаж із прискоренням $a$ ( $a < g$ ), напрямленим униз	<b>4</b> $m(a+g)h$
	<b>5</b> 0

100. Установіть відповідність між фізичною величиною та її одиницею вимірювання.

<b>А</b> Робота	<b>1</b> $(\text{кг} \cdot \text{м})/\text{с}$
<b>Б</b> Потужність	<b>2</b> $(\text{кг} \cdot \text{м}^2)/\text{с}^3$
<b>В</b> Сила	<b>3</b> $(\text{кг} \cdot \text{м})/\text{с}^2$
<b>Г</b> Імпульс тіла	<b>4</b> $(\text{кг} \cdot \text{м})/\text{с}^3$
	<b>5</b> $(\text{кг} \cdot \text{м}^2)/\text{с}^2$

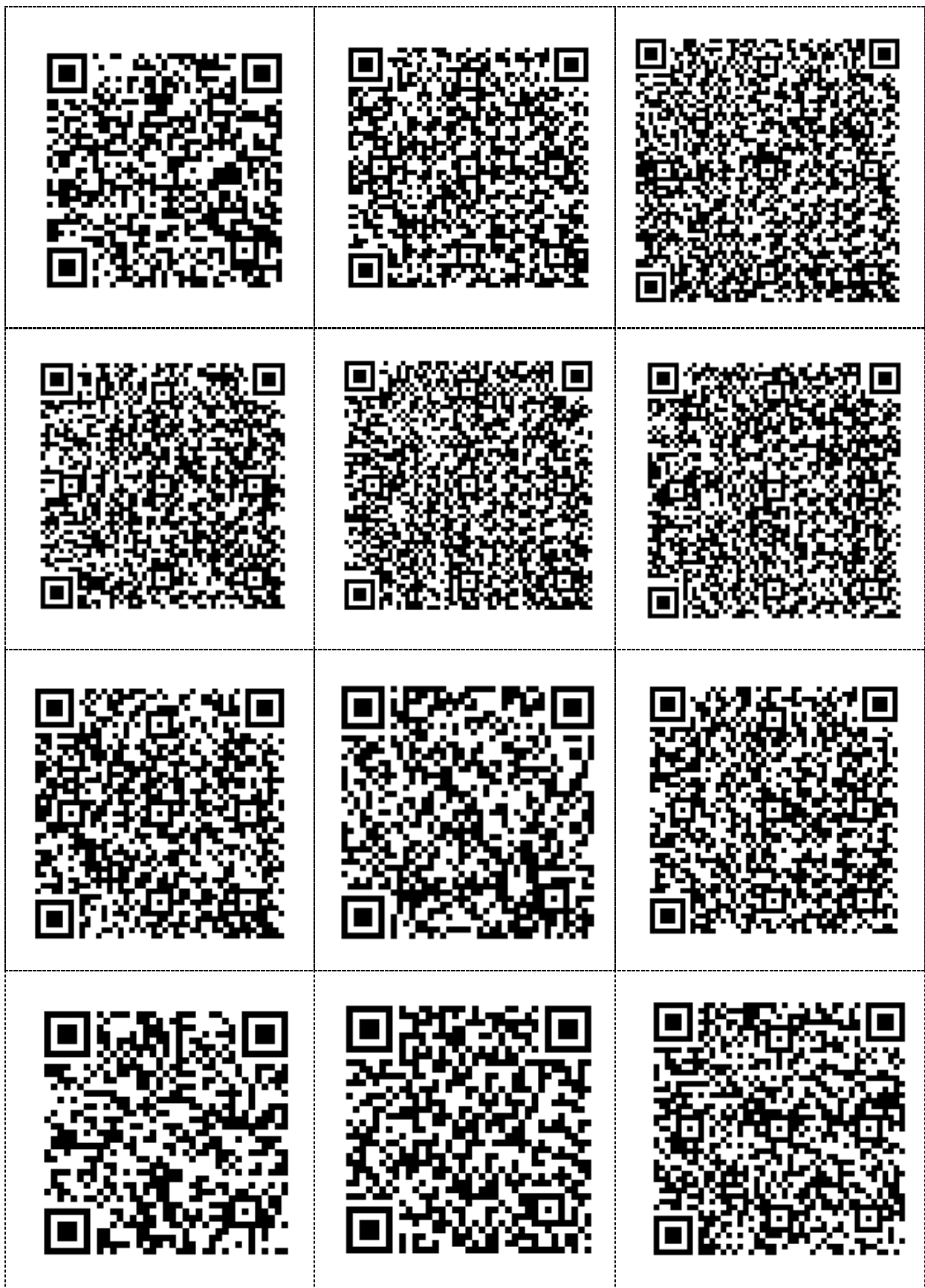
РЕБУСИ, КРОСВОРДИ, QR-КОДИ





1. Явище збереження швидкості руху тіла за відсутності зовнішніх впливів чи при їх компенсації
2. Властивість тіла зберігати стан спокою або рівномірного прямолінійного руху за відсутності дії на нього інших тіл
3. Векторна величина, яка є мірою механічної дії на тіло інших тіл чи полів
4. Стан тіла, при якому воно рухається тільки під дією сили тяжіння
5. Сила, з якою тіло внаслідок притягання до Землі, діє на опору або натягує підвіс
6. Зміна форми і розмірів твердих тіл під дією зовнішніх сил
7. Векторна величина, яка дорівнює добутку маси матеріальної точки на її швидкість і має напрям швидкості
8. Кількісна характеристика процесу обміну енергією між взаємодіючими тілами
9. Універсальна міра різних форм руху і взаємодії

*Дайте відповіді на нижче наведені завдання:*



## МЕХАНІЧНІ КОЛИВАННЯ І ХВИЛІ

### 4.1. Механічні коливання.

4.1.1. Що таке коливання?

4.1.2. Основні характеристики коливань.

4.1.3. Пружинний маятник.

4.1.4. Математичний маятник.

4.1.5. Перетворення енергії під час коливання.

4.1.6. Перетворення енергії за наявності тертя. Згасаючі коливання.

4.1.7. Вимушені коливання. Резонанс.

### 4.2. Механічні хвилі.

4.2.1. Основні характеристики хвиль.

4.2.2. Поперечні і поздовжні хвилі.

4.2.3. Звукові хвилі.

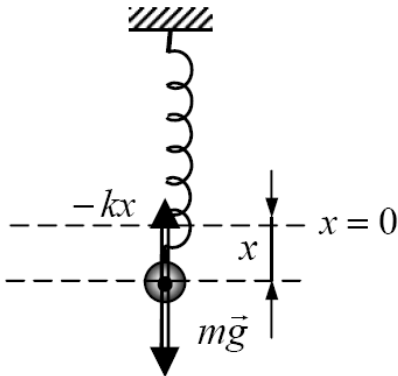
4.2.4. Інфразвук та ультразвук.



<b>4.1. Механічні коливання</b>	
<b>4.1.1. Що таке коливання</b>	
<b>Коливання</b>	– рухи чи процеси, які точно або приблизно повторюються через однакові інтервали часу.
<b>Механічні коливання</b>	– це рухи тіл, за яких через рівні інтервали часу координати рухомого тіла, його швидкість і прискорення набувають вихідних значень.
<b>Вільні коливання</b>	– це коливання, які відбуваються у механічній системі під дією внутрішніх сил системи після короткочасної дії якоїсь зовнішньої сили.
<b>Вимушені коливання</b>	– це коливання, які виникають під дією зовнішньої сили і змінюються з часом за величиною і напрямком.
<b>Гармонічні коливання</b>	– це коливання, при яких фізичні величини, що характеризують коливальну систему, змінюються з часом за законом синуса або косинуса.
<b>4.1.2. Основні характеристики коливань</b>	
<b>Рівняння гармонічних коливань</b>	Характер гармонічного коливання зручно розкривати за кінематичною моделлю, яка являє собою матеріальну точку, що рівномірно рухається по колу з кутовою швидкістю $\omega$ . Залежність координати $x$ матеріальної точки від часу $t$ виразиться: $x = A \cos(\omega t + \varphi_0),$ де
<b>Зміщення, <math>x</math></b>	– відстань коливальної точки від положення рівноваги;
<b>Амплітуда коливань, <math>A</math></b>	– максимальне зміщення коливальної точки від положення рівноваги;

<p><b>Циклічна (колова) частота, <math>\omega</math></b></p>	<p>– кількість коливань, які здійснюються за <math>2\pi</math> секунд:</p> $\omega = 2\pi\nu$
<p><b>Фаза коливань, <math>\varphi = \omega t + \varphi_0</math></b></p>	<p>– величина, яка визначає зміщення тіла в момент часу <math>t</math>;</p>
<p><b>Початкова фаза, <math>\varphi_0</math></b></p>	<p>– величина, яка визначає зміщення тіла в момент початку відліку часу <math>t = 0</math>.</p>
<p><b>Період, <math>T</math></b></p>	<p>– час, протягом якого здійснюється одне повне коливання:</p> $T = \frac{2\pi}{\omega}$
<p><b>Частота, <math>\nu</math></b></p>	<p>– кількість коливань за одиницю часу:</p> $\nu = \frac{1}{T} = \frac{\omega}{2\pi}$
<p><b>Одиниця вимірювання періоду – секунда (с).</b></p> <p><b>Одиниця вимірювання частоти: герц (Гц).</b></p>	

### 4.1.3. Пружинний маятник

<p><b>Пружинний маятник</b></p>	<p>– це підвішений на пружині вантаж масою <math>m</math> (рис. 4.1), який здійснює гармонічні коливання під дією пружної сили:</p> $F = -kx,$ <p>де <math>k</math> – жорсткість пружини.</p>  <p style="text-align: center;">Рис. 4.1. Пружинний маятник</p>
---------------------------------	---

<p><b>Рівняння руху пружинного маятника</b></p>	$ma_x = -kx,$ <p>або</p> $a_x = -\frac{k}{m}x.$ <p>Якщо позначити <math>\omega^2 = \frac{k}{m}</math>, то рівняння руху буде мати вигляд:</p> $a_x = -\omega^2 x.$
<p><b>Циклічна частота і період пружинного маятника</b></p>	$\omega = \sqrt{\frac{k}{m}}, \quad T = 2\pi \sqrt{\frac{m}{k}}.$

#### 4.1.4. Математичний маятник

<p><b>Математичний маятник</b></p>	<p>– матеріальна точка, підвішена на невагомій нитці, що коливається у вертикальній площині під дією сили тяжіння.</p> <p>Найпростішим наближенням математичного маятника є кулька масою <math>m</math>, підвішена на невагомій нитці довжиною <math>l</math> (рис. 4.2).</p> <div data-bbox="842 1234 1193 1624" data-label="Image"> </div> <p>Рис. 4.2. Математичний маятник</p> <p>Коли система перебуває у стані спокою, то сила тяжіння зрівноважується силою натягу нитки. Якщо кульку відхилити на деякий кут <math>\varphi</math>, то рівнодія сил натягу і земного тяжіння намагається повернути</p>
------------------------------------	---

<p><b>Рівняння руху математичного маятника</b></p> <p><b>Циклічна частота і період математичного маятника</b></p>	<p>кульку у положення рівноваги. Рівнодійна цих сил дорівнює</p> $F = mgsin\varphi.$ <p>Для малих кутів можна записати, що</p> $sin\varphi = \frac{x}{l} \approx \varphi.$ <p>Тоді рівнодійна сил дорівнюватиме</p> $F = \frac{mg}{l}x.$ <p>Рівняння руху математичного маятника матиме такий вигляд:</p> $ma_x = -\frac{mg}{l}x,$ <p>або</p> $a_x + \frac{g}{l}x = 0.$ $\omega = \sqrt{\frac{g}{l}}, \quad T = 2\pi \sqrt{\frac{l}{g}}.$ <p>Отже, період коливань математичного маятника не залежить від амплітуди коливань і маси маятника, а визначається його довжиною і прискоренням вільного падіння.</p>
<p><b>4.1.5. Перетворення енергії під час коливання</b></p>	
<p><b>Перетворення енергії за відсутності тертя</b></p>	<p>Якщо вивести систему з положення стійкої рівноваги, то її потенціальна енергія збільшується. У разі повернення в положення стійкої рівноваги потенціальна енергія зменшується, зате кінетична – збільшується. У положенні рівноваги кінетична енергія системи максимальна. Повна енергія системи дорівнює потенціальній енергії за максимального відхилення від положення рівноваги, тому що кінетична енергія при цьому дорівнює нулю.</p>

	<p>Таким чином, під час коливань відбуваються взаємні періодичні перетворення потенціальної й кінетичної енергій.</p>
<p><b>4.1.6. Перетворення енергії за наявності тертя. Згасаючі коливання</b></p>	
<p><b>Згасаючі коливання</b></p>	<p>У будь-якій реальній коливальній системі є тертя, хоча в багатьох випадках його роль незначна. Якщо сили тертя порівнянні з силами пружності й ваги, що діють у системі, то механічна енергія системи буде помітно зменшуватися з часом. У такому випадку говорять, що коливання згасають.</p> <p>– коливання, енергія яких зменшується з часом.</p>
<p><b>4.1.7. Вимушені коливання. Резонанс.</b></p>	
<p><b>Вимушені коливання</b></p>	<p>– коливання, які виникають у коливальній системі під час дії на неї зовнішньої сили, що періодично змінюється і називається <b>змушуючою</b> силою</p> $F_{зм} = F_0 \cos \omega t.$ <p>Амплітуда вимушених коливань не зменшується з часом, навіть якщо в системі наявне тертя, тому що втрати механічної енергії, обумовлені тертям, перекривають за рахунок роботи зовнішніх сил.</p>
<p><b>Резонанс</b></p>	<p>– явище різкого зростання амплітуди вимушених коливань при наближенні частоти змушуючої сили до частоти рівної чи близької власній частоті коливальної системи.</p>
<p><b>4.2. Механічні хвилі</b></p>	
<p><b>4.2.1. Основні характеристики хвиль.</b></p>	
	<p>Коливання, що відбуваються у будь-</p>

<p style="text-align: center;"><b>Хвиля або хвильовий процес</b></p> <p style="text-align: center;"><b>Фазова швидкість</b></p> <p style="text-align: center;"><b>Довжина хвилі</b></p>	<p>якій точці середовища, не залишаються локалізованими в місцях їх збудження. Вони поширюються в середовищі із скінченною швидкістю. Їх поширення, зумовлене взаємодією між частинками середовища. Якщо взаємозв'язок між частинками середовища здійснюється силами пружності, які виникають внаслідок деформації середовища при передаванні коливань від однієї частинки до іншої, то такі хвилі називаються <b>пружними</b>. До них належать звукові, сейсмічні та інші хвилі.</p> <p>– процес поширення коливань у просторі.</p> <p><b>Основною властивістю всіх хвиль є перенесення енергії без перенесення речовини.</b></p> <p>– це швидкість передавання коливального руху від частинки до частинки середовища.</p> <p>– відстань між двома найближчими частинками, фази коливань яких відрізняються на <math>2\pi</math>.</p> <p>Інакше, це відстань, на яку поширюється хвиля за час, що дорівнює одному періоду:</p> $\lambda = vT.$
<b>4.2.2. Поперечні і поздовжні хвилі</b>	
	<p>Напрямок поширення хвилі називають <b>променем</b>. Залежно від напрямку коливання частинок середовища відносно напрямку поширення хвиль їх поділяють на</p>



<p><b>Музичні звуки</b></p> <p><b>Тембр звуку</b></p> <p><b>Гучність звуку</b></p> <p><b>Больовий поріг</b></p>	<p>збільшується). У воді швидкість звуку становить приблизно 1500 м/с, а в сталі — 5000-6000 м/с.</p> <p>– звуки, які видає камертон або інші гармонічно коливні тіла.</p> <p>Різні шуми відрізняються від музичних звуків тим, що їм не відповідає певна частота коливань.</p> <p>визначає його забарвлення. Він визначається наявністю й інтенсивністю обертонів – частот, кратних основній.</p> <p>визначається переважно амплітудою звукової хвилі. Однак гучність, що сприймає вухо, залежить ще й від частоти звукової хвилі, тому що вухо більш чутливе до одних частот і менш чутливе — до інших.</p> <p><b>Одиницею вимірювання гучності є децибел (дБ).</b></p> <p>– гучність, що дорівнює 120 дБ.</p>
<p><b>4.2.4. Інфразвук та ультразвук</b></p>	
<p><b>Інфразвук</b></p>	<p>– це звукові хвилі, що мають частоту, нижчу за звуковий діапазон.</p> <p>За верхню границю частотного діапазону інфразвуку зазвичай приймають 16–25 Гц. Нижня ж границя інфразвукового діапазону умовно позначена як 0,001 Гц.</p> <p>Природними джерелами інфразвуку є землетруси, бурі й урагани, цунамі. До основних техногенних джерел інфразвуку належить й потужне обладнання — верстати, котельні, транспорт, підводні й</p>

<p><b>Ультразвук</b></p>	<p>підземні вибухи. Крім того, інфразвук випромінюють вітряні електростанції й у деяких випадках вентиляційні шахти.</p> <p>Інфразвукові коливання небезпечні для організму, тому що вони спричиняють резонанс внутрішніх органів. Людина не чує цих коливань, але сприймає їх як неприємні відчуття. Інфразвукові коливання відчувають деякі тварини.</p> <p>Сьогодні інфразвук використовують й у медицині, зокрема для лікування раку (видалення пухлин), у мікрохірургії ока (лікування захворювань роговиці) та в багатьох інших галузях.</p> <p>– звукові хвилі, що мають частоту, вищу за звуковий діапазон.</p> <p>Зазвичай ультразвуковим діапазоном вважається смуга частот від 20000 до мільярда Гц.</p> <p>У природі ультразвук трапляється як компонент багатьох природних шумів (у шумі вітру, водоспаду, дощу, гальки, яку перекочує морська хвиля, у звуках, що супроводжують грозові розряди, і т. ін.), у тому числі і серед звуків тваринного світу. Деякі тварини користуються ультразвуковими хвилями для виявлення перешкод, орієнтування в просторі.</p> <p>Ультразвук широко використовують для спостереження за станом внутрішніх органів людини.</p>
--------------------------	--



## ФІЗИЧНИЙ ДИКТАНТ

1. Механічні коливання – це ...
2. Вимушені коливання – це ...
3. Вільні коливання – це ...
4. Гармонічні коливання – це ... Написати рівняння гармонічних коливань ...
5. Зміщення – це ...
6. Амплітуда коливань – це ...
7. Циклічна частота – це ...
8. Фаза коливань – це ...
9. Період коливань – це ... Формула періоду коливань ...  
Одиниця вимірювання періоду ...
10. Частота коливань – це ... Формула частоти коливань ...  
Одиниця вимірювання частоти ...
11. Пружинний маятник – це ...
12. Рівняння пружинного маятника ...
13. Період пружинного маятника ...
14. Математичний маятник – це ...
15. Рівняння математичного маятника ...
16. Період математичного маятника ...
17. Згасаючі коливання – це ...
18. Вимушені коливання – це ...
19. Резонанс – це ...
20. Хвиля – це ...
21. Довжина хвилі – це ... Довжина хвилі позначається ...  
Формула довжини хвилі ... Одиниця вимірювання довжини хвилі ...
22. Поперечні хвилі – це ... Поширюються у ...
23. Поздовжні хвилі – це ... Поширюються у ...
24. Звукові хвилі – це ... Ультразвук – це ... Інфразвук – це ...



## ПОРАДИ ЩОДО РОЗВ'ЯЗУВАННЯ ЗАДАЧ

1. Всі коливання поділяється на три типи коливань: вільні (або власні), згасаючі та вимушені. Тому, розв'язуючи задачу, необхідно спочатку зорієнтуватись, який із типів коливань розглядається.
2. Звернемо увагу на те, що, на відміну від власних коливань, згасаючі коливання – негармонічні. Казати про їх період можна лише умовно.
3. При розгляді гармонічних коливань як функції, що їх описують, можна використовувати або  $\sin$ , або  $\cos$ . Конкретний вибір функції зазвичай визначається початковими умовами (початковою фазою).



## ТЕСТИ

1. Який період вільних коливань пружинного маятника, якщо маса вантажу 800 г, а жорсткість пружини 20 Н/м?

А	Б	В	Г
1,256 с	12,56 с	2,512 с	25,12 с

2. Період коливань математичного маятника можна обчислити за формулою:

А	Б	В	Г
$T = 2\pi\sqrt{\frac{m}{g}}$	$T = 2\pi\sqrt{\frac{g}{l}}$	$T = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g}}$	$T = 2\pi\sqrt{\frac{l}{m}}$

3. Амплітудою коливань тіла називається ....

А	Б	В	Г
відхилення тіла від положення рівноваги	кількість коливань, здійснених тілом за одиницю часу	найбільше відхилення коливного тіла від положення рівноваги	час, протягом якого тіло знову повертається у положення рівноваги

4. Вимушеними є коливання ...

А	Б	В	Г
гілка дерева після того, як з неї злетів птах	струни музичного інструмента, до якого доторкнулись медіатором	стрілки компаса, який тільки що поклали на стіл	мембрани мікрофону, яким користується артист

5. Поздовжніми хвилями є ...

А	Б	В	Г
хвилі на поверхні води	хвилі, що поширюються у натягнутому шнурі	ті хвилі, що виникають у крилах літака під час польоту	звукові хвилі, що поширюються у повітрі

6. Довжина звукової хвилі становить 20 см. Визначити частоту коливань у хвилі. Швидкість звуку у повітрі вважати 340 м/с.

А	Б	В	Г
1,7 Гц	1700 Гц	170 Гц	17 Гц

7. Встановіть відповідність між назвою фізичної величини та її позначенням:

- |                     |             |
|---------------------|-------------|
| а) частота          | 1) $t$      |
| б) час              | 2) $k$      |
| в) циклічна частота | 3) $v$      |
| г) жорсткість       | 4) $\omega$ |

8. Від чого залежить гучність звуку?

А	Б	В	Г
від частоти коливань	від амплітуди коливань	від частоти та амплітуди коливань	не залежить ні від частоти, ні від амплітуди коливань

9. У повітрі поширюється звукова хвиля. Виберіть правильне твердження.

А	Б	В	Г
При поширенні хвилі відбувається перенесення речовини	Хвиля являє собою стискання та розрідження повітря	Хвиля є поперечна	Чим вища частота звукової хвилі, тим менша швидкість цієї хвилі

10. Яка частота коливань, які описуються рівнянням  $x = 0,3 \sin 60\pi t$ , де  $x$  – зміщення в метрах,  $t$  – час у секундах?

А	Б	В	Г
3 Гц	30 Гц	0,3 Гц	60 Гц

11. Якщо коефіцієнт жорсткості пружини зменшити у 9 разів, а масу тягарця збільшити у 9 разів, то період коливань його...

А	Б	В	Г
не зміниться	зросте у 9 разів	зменшиться у 9 разів	зросте у 3 рази

12. Під час коливань математичного маятника максимальне значення його кінетичної чи потенціальної енергії дорівнює 25 Дж. Як змінюється з часом повна енергія маятника?

А	Б	В	Г
не змінюється і дорівнює 25 Дж	від 0 до 25 Дж	від 0 до 50 Дж	від 0 до 100 Дж

13. Якщо відхилення математичного маятника від положення рівноваги невеликі, то період коливань ...

А	Б	В	Г
залежить від його маси	зменшується, коли збільшується його довжина	залежить від амплітуди коливань	залежить від прискорення вільного падіння

14. При переході хвилі з одного середовища в інше її частота ...

А	Б	В	Г
залишається незмінною	збільшується, якщо збільшується швидкість поширення	зменшується, якщо збільшується швидкість поширення	змінюється залежно від густини середовища

15. Механічне коливання є вимушеним, якщо воно ...

А	Б	В	Г
з часом затухає	відбувається під дією зовнішньої сили, яка періодично змінюється	відбувається лише під дією внутрішніх сил коливальної системи	відбувається за рахунок раз наданої тілу енергії

16. Який період вільних коливань математичного маятника довжиною 40 см?

А	Б	В	Г
1,256 с	12,56 с	2,256 с	22,56 с

17. Поперечними хвилями є ...

А	Б	В	Г
хвилі, що поширюються у натягнутому шнурі	звукові хвилі, що поширюються у повітрі	звукові хвилі, що поширюються у воді	ультразвукові коливання повітря

18. Визначити масу вантажу, який на пружині, що має жорсткість 250 Н/м, робить 20 коливань за 16 с.

А	Б	В	Г
4,4 кг	0,44 кг	0,04 кг	2,2 кг

19. Який період коливань, які описуються рівнянням  $x = 0,2 \sin 4\pi t$ , де  $x$  – зміщення в метрах,  $t$  – час у секундах.

А	Б	В	Г
0,2 с	0,5 с	1,2 с	1,5 с

20. Встановіть відповідність між назвою фізичної величини та одиницею її вимірювання:

А циклічна частота	1 м
Б жорсткість	2 В
В напруга	3 Н/м
Г довжина хвилі	4 с <sup>-1</sup>

21. Період коливань пружинного маятника можна обчислити за формулою:

А	Б	В	Г
$T = 2\pi \sqrt{\frac{m}{k}}$	$T = 2\pi \sqrt{\frac{k}{m}}$	$T = 2\pi \sqrt{\frac{m}{g}}$	$T = 2\pi \sqrt{\frac{g}{m}}$

22. У повітрі поширюється звукова хвиля. Виберіть правильне твердження.

А	Б	В	Г
При поширенні хвилі	Хвиля являє собою стискання та	Хвиля є поперечна	Чим вища частота звукової хвилі,

відбувається перенесення речовини	розрідження повітря		тим менша швидкість цієї хвилі
-----------------------------------	---------------------	--	--------------------------------

23. Якщо довжину маятника збільшити в 4 рази, то частота коливань...

<b>А</b>	<b>Б</b>	<b>В</b>	<b>Г</b>
зросте в 4 рази	зросте в 2 рази	зменшиться в 2 рази	зменшиться в 4 рази

24. Повна енергія маятника в положенні рівноваги становить 20 Дж. Якою стане повна енергія його в правому крайньому положенні?

<b>А</b>	<b>Б</b>	<b>В</b>	<b>Г</b>
10 Дж	20 Дж	30 Дж	40 Дж

25. Маятник має довжину 9,8 м. Який період коливань цього маятника, якщо його можна вважати математичним?

<b>А</b>	<b>Б</b>	<b>В</b>	<b>Г</b>
3,14 с	31,4 с	6,28 с	62,8 с

26. Які перетворення енергії відбуваються під час руху маятника з положення рівноваги до крайнього положення?

<b>А</b>	<b>Б</b>	<b>В</b>	<b>Г</b>
кінетична енергія перетворюється в потенціальну	потенціальна енергія перетворюється в кінетичну	кінетична енергія перетворюється у внутрішню	перетворень енергії не відбувається

27. Як зміниться вигляд резонансної кривої, якщо в коливальній системі зменшити силу тертя?

<b>А</b>	<b>Б</b>	<b>В</b>	<b>Г</b>
максимум кривої зміститься в бік більшої частоти	крива матиме гостріший і вищий максимум	крива матиме пологіший максимум	не зміниться вигляд кривої

28. Механічні коливання відбуваються з частотою 2 Гц, 100 Гц, 1000 Гц, 100000 Гц. Які з них відчуває людина?

<b>А</b>	<b>Б</b>	<b>В</b>	<b>Г</b>
----------	----------	----------	----------

100, 1000 Гц	2, 100, 1000 Гц	100, 1000,	2, 100, 1000 100000 Гц
--------------	-----------------	------------	---------------------------

29. Як зміниться період коливань пружинного маятника, якщо масу його вантажу збільшити в 2 рази?

<b>А</b>	<b>Б</b>	<b>В</b>	<b>Г</b>
зменшиться	збільшиться	не зміниться	зменшиться в 1,7 раз

30. Процес поширення механічних хвиль ...

<b>А</b>	<b>Б</b>	<b>В</b>	<b>Г</b>
завжди супроводжується перенесенням речовини у напрямі поширення хвилі	не супроводжується перенесенням речовини у напрямі поширення хвилі	не супроводжується перенесенням енергії	характеризується стабільністю амплітуди коливань усіх частинок, що беруть участь у хвильовому процесі

31. Яка частота коливань, які описуються рівнянням  $x = 0,1 \sin 120\pi t$ , де  $x$  – зміщення в метрах,  $t$  – час у секундах.

<b>А</b>	<b>Б</b>	<b>В</b>	<b>Г</b>
50 Гц	60 Гц	100 Гц	120 Гц

32. Встановіть відповідність між назвою фізичної величини та її позначенням:

<b>А</b> число коливань	<b>1</b> $T$
<b>Б</b> швидкість звуку	<b>2</b> $\omega$
<b>В</b> циклічна частота	<b>3</b> $\nu$
<b>Г</b> період	<b>4</b> $N$

33. Потенціальна енергія маятника в крайньому положенні дорівнює 25 Дж. Якою стане його повна енергія в положенні рівноваги?

<b>А</b>	<b>Б</b>	<b>В</b>	<b>Г</b>
50 Дж	25 Дж	12,5 Дж	100 Дж

34. Яке значення отримав учень для прискорення вільного падіння під час виконання лабораторної роботи, якщо математичний маятник завдовжки 80 см зробив за 1 хв 30 коливань?

А	Б	В	Г
7,9	9,7	8,9	10,7

35. Якщо довжину математичного маятника збільшити в 9 раз, то частота коливань...

А	Б	В	Г
зросте в 9 разів	зросте в 3 рази	зменшиться в 9 разів	зменшиться в 3 рази

36. Повна енергія маятника в положенні рівноваги становить 20 Дж. Якою стане повна енергія його в правому крайньому положенні?

А	Б	В	Г
10 Дж	20 Дж	40 Дж	100 Дж

37. У рівнянні гармонічного коливання  $x = A \sin\left(\frac{2\pi}{T}t + \varphi_0\right)$  зміщення тіла від початкового положення позначено літерою ...

А	Б	В	Г
$\varphi_0$	$T$	$A$	$x$

38. Визначте довжину хвилі людського голосу, у якого висота тону відповідає частоті коливань 80 Гц. Швидкість звуку в повітрі вважати 340 м/с.

А	Б	В	Г
4,2 м	3,4 м	0,34 м	0,42 м

39. Під час вільних коливань маятника ...

А	Б	В	Г
весь час змінюється частота коливань	відбуваються періодичні взаємні перетворення його кінетичної і потенціальної енергії	амплітуда коливань залишається незмінною	період коливань поступово збільшується

40. Довжиною хвилі називається ...

А	Б	В	Г
відстань між двома	відстань між двома	відстань між двома будь-	віддаль між двома точками,

найближчими точками середовища, які коливаються в однакових фазах	найближчими точками середовища, які коливаються у протилежних фазах	якими точками, що одночасно досягають максимального зміщення від положення рівноваги	що однаково коливаються
---	---	--	-------------------------

41. Циклічною частотою коливань називається ...

А	Б	В	Г
кількість коливань, здійснених за одиницю часу	мінімальний інтервал часу, за який відбувається повторення руху (положення) тіла	найбільше відхилення тіла від положення рівноваги	кількість коливань здійснених тілом за $2\pi$ секунд

42. У яких середовищах може поширюватися поздовжня хвиля?

А	Б	В	Г
тільки у твердих тілах	тільки в рідинах і газах	у твердих тілах, рідинах і газах	тільки у вакуумі

43. Який період вільних коливань пружинного маятника, якщо жорсткість пружини  $980 \text{ Н/м}$ , а маса тіла, прикріпленого до пружини, дорівнює  $98 \text{ г}$ ?

А	Б	В	Г
$3,14 \cdot 10^{-2} \text{ с}$	$6,28 \cdot 10^{-2} \text{ с}$	$3,14 \cdot 10^2 \text{ с}$	$6,28 \cdot 10^2 \text{ с}$

44. Встановіть відповідність між назвою фізичної величини та одиницею її вимірювання:

а) циклічна частота	1) м
б) жорсткість	2) В
в) ЕРС	3) Н/м
г) довжина хвилі	4) $\text{с}^{-1}$

45. Від чого залежить гучність звуку?

А	Б	В	Г
від частоти коливань;	від частоти та амплітуди коливань	від амплітуди коливань	не залежить ні від частоти, ні від амплітуди коливань

46. Який період коливань, які описуються рівнянням  $x = 0,15 \sin \pi t$ , де  $x$  – зміщення в метрах,  $t$  – час у секундах?

А	Б	В	Г
4 с	2 с	0,5 с	0,25 с

47. Якщо коефіцієнт жорсткості пружини зменшити у 4 рази, а масу тягарця збільшити у 4 рази, то період коливань його ...

А	Б	В	Г
збільшиться у 2 рази	збільшиться у 4 рази	не зміниться	збільшиться у 16 раз

48. Кінетична енергія маятника в момент проходження положення рівноваги становить 30 Дж. Чому дорівнює повна енергія його в крайньому положенні?

А	Б	В	Г
30 Дж	60 Дж	0 Дж	90 Дж

49. Як зміниться частота коливань математичного маятника при збільшенні амплітуди коливань у  $k$  разів?

А	Б	В	Г
зменшиться у $\sqrt{k}$ разів	зменшиться у $k$ разів	збільшиться у $k$ разів	не зміниться

50. Як зміниться період коливань математичного маятника при збільшенні маси тягарця удвічі?

А	Б	В	Г
не зміниться	зменшиться у $\sqrt{2}$ разів	збільшиться у $\sqrt{2}$ разів	зменшиться у 2 рази

51. Як зміниться період коливань тягарця на пружині під час руху маятника з прискоренням  $g$ , напрямленим угору?

А	Б	В	Г
зменшиться у 2 рази	зменшиться у $\sqrt{2}$ разів	збільшиться у $\sqrt{2}$ разів	не зміниться

52. Тягарець, підвішений до пружини, у стані спокою розтягує її на 2,5 см. Визначте період коливань пружинного маятника.

А	Б	В	Г
$\pi/10$ с	$\pi/10$ с	$\pi/10$ с	$\pi/10$ с

53. Відстань між гребенями хвиль у воді дорівнює 0,5 м. Час між двома послідовними ударами хвиль об берег дорівнює 2 с. Визначте швидкість поширення хвиль

А	Б	В	Г
1,5 м/с	0,5 м/с	1 м/с	0,25 м/с

54. За рівнянням коливального руху в СІ  $x = 0,1\sin(\pi t - \pi/6)$  установіть відповідність між фізичною величиною та її числовим значенням у СІ.

А Частота коливань	1 0,05
Б Фаза при $t = 1$ с	2 0,5
В Шлях матеріальної точки за період	3 $5\pi/6$
Г Зміщення через $1/3$ с	4 0,4
	5 $7\pi/6$

55. Як зміниться частота коливань пружинного маятника, якщо:

А збільшити масу тягарця удвічі	1 зменшиться у 2 рази
Б замінити пружину удвічі коротшою з того самого матеріалу, такого ж діаметру	2 не зміниться
В замінити пружину іншою з того самого матеріалу, такої ж довжини, але з дроту удвічі більшого діаметру	3 зменшиться у $\sqrt{2}$ разів
Г 0,3 км/хв.	4 збільшиться у 2 рази
	5 збільшиться у $\sqrt{2}$ разів

56. Кульку, маса якої 200 г, підвісили до нитки завдовжки 1 м. Нитку відхилили так, що кулька піднялася на 5 см над найнижчим положенням. Установіть відповідність між фізичною величиною та її числовим значенням у СІ.

А Циклічна частота коливань	1 0,2
Б Повна механічна енергія	2 $\sqrt{10}$

<b>В</b> Максимальна швидкість	<b>3</b> 0,1
<b>Г</b> Швидкість кульки в момент, коли вона перебуває на висоті 2 см	<b>4</b> $\sqrt{0,6}$
	<b>5</b> 1

57. Амплітуда коливань математичного маятника завдовжки 1 м дорівнює 5 см. Установіть відповідність між фізичною величиною та її числовим значенням у СІ.

<b>А</b> Період коливань	<b>1</b> $2\pi/\sqrt{10}$
<b>Б</b> Максимальне прискорення	<b>2</b> $2\pi\sqrt{10}$
<b>В</b> Максимальна швидкість	<b>3</b> $0,05\sqrt{10}$
<b>Г</b> Прискорення маятника у положенні рівноваги	<b>4</b> 0,5
	<b>5</b> 0

58. Тягарець, маса якого 400 г, коливається на пружині, щ має жорсткість 250 Н/м. Амплітуда коливань дорівнює 15 см. Установіть відповідність між фізичною величиною та її числовим значенням у СІ.

<b>А</b> Циклічна частота коливань	<b>1</b> 3,53
<b>Б</b> Повна механічна енергія	<b>2</b> 3,75
<b>В</b> Максимальна швидкість	<b>3</b> 25
<b>Г</b> Швидкість тягарця в момент, коли зміщення дорівнює 5 см	<b>4</b> 2,8
	<b>5</b> 2,5

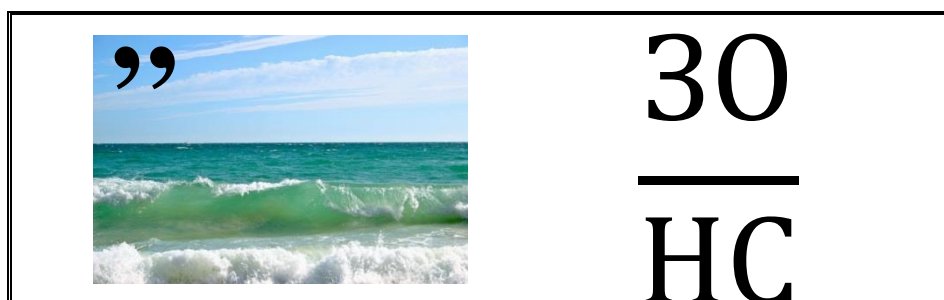
59. На поверхні води зі швидкістю 1,2 м/с поширюється хвиля, частота якої 2 Гц. Установіть відповідність між різницею фаз та відстанню між точками на промені, уздовж якого поширюється хвиля.

<b>А</b> $4\pi$	<b>1</b> 0,3 м
<b>Б</b> $\pi$	<b>2</b> 0,075 м
<b>В</b> $\pi/2$	<b>3</b> 0,15 м
<b>Г</b> $\pi/4$	<b>4</b> 0,6 м
	<b>5</b> 1,2 м

60. Гармонічні коливання відбуваються за законом  $x = 0,4\sin(4\pi t + \pi/3)$ , де всі величини виражено в СІ. Установіть відповідність між фізичними величинами, що характеризують коливання, та їх значенням в одиницях СІ.

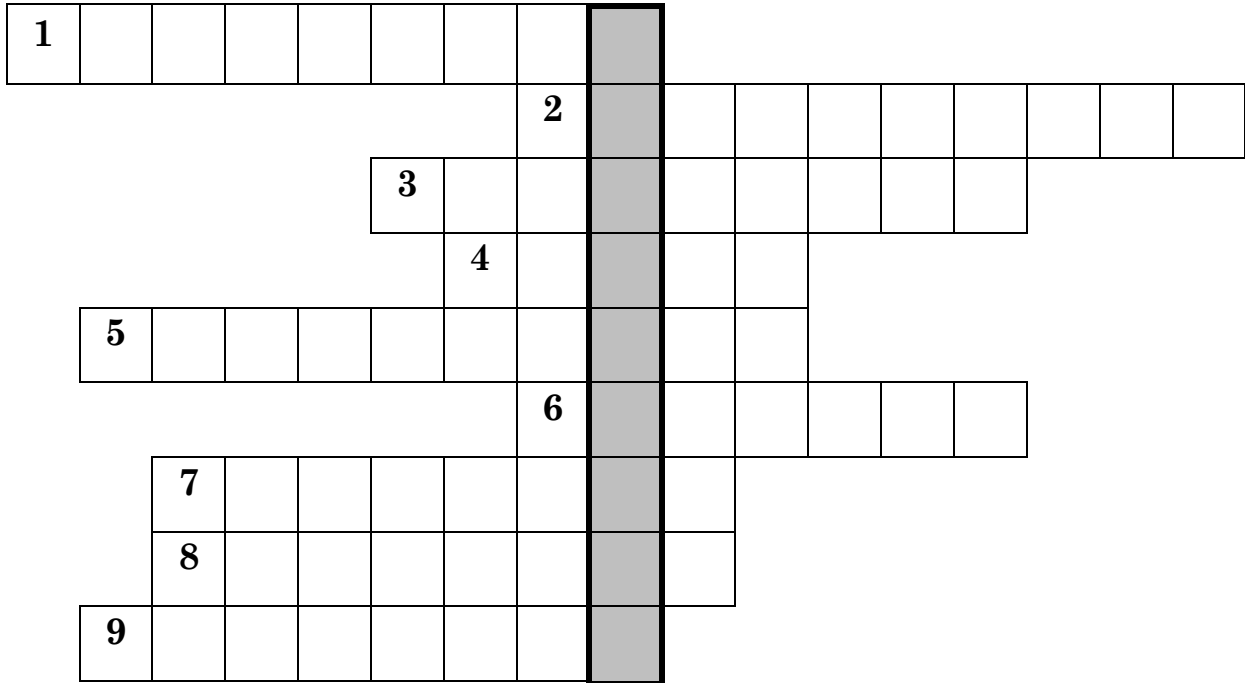
<b>А</b> Амплітуда	<b>1</b> 0,5
<b>Б</b> Початкова фаза	<b>2</b> $\pi/3$
<b>В</b> Період	<b>3</b> 2
<b>Г</b> Циклічна частота	<b>4</b> 0,4
	<b>5</b> $4\pi$

РЕБУСИ, КРОСВОРДИ, QR-КОДИ



### **Завдання:**

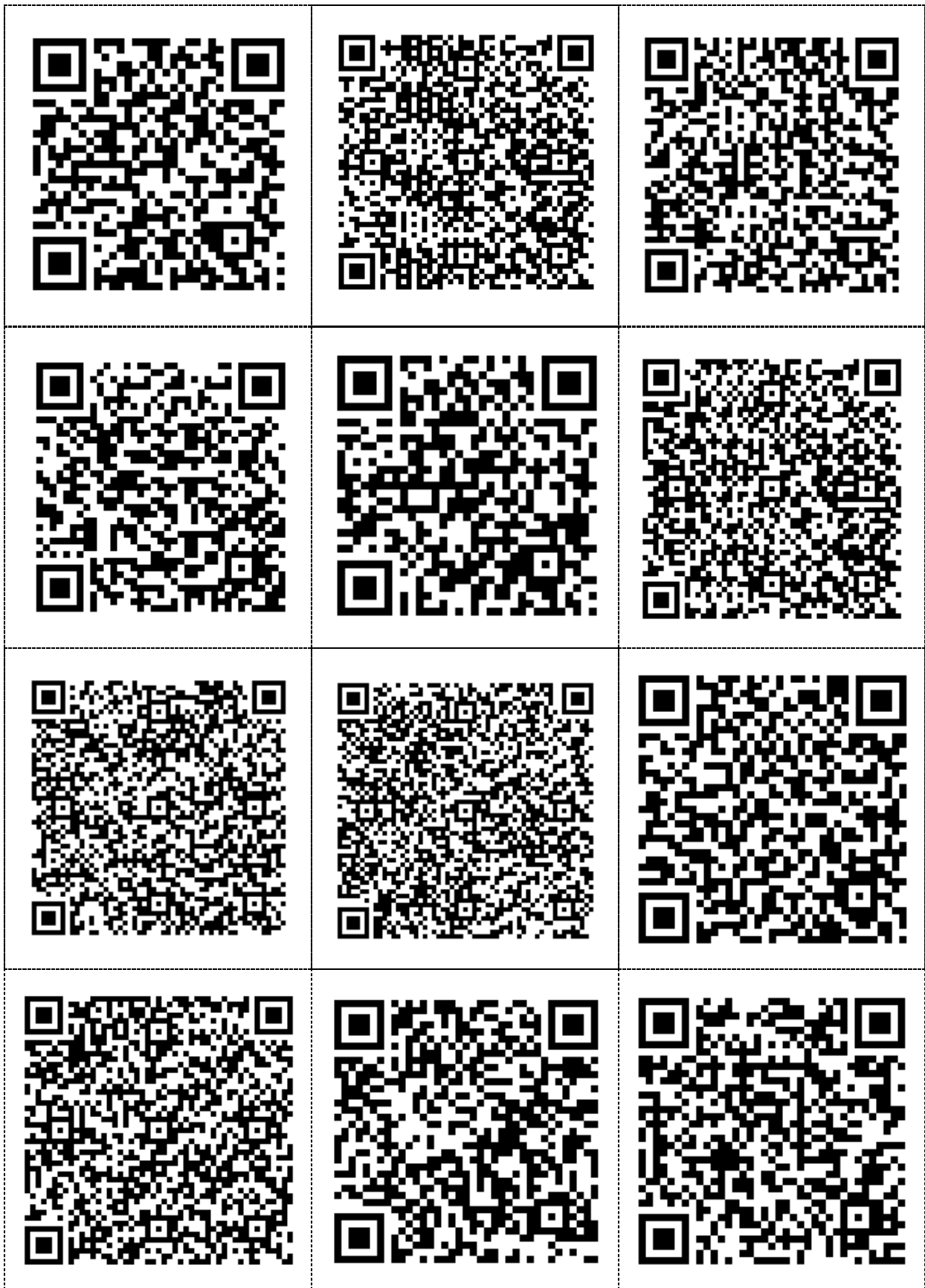
сформулювати означення слова у виділених по вертикалі клітинках



### ***Питання***

1. Звукові хвилі, що мають частоту, нижчу за звуковий діапазон.
2. Характеристика пружини, що зазнає пружної деформації під дією навантаження, і пов'язує між собою силу пружності та абсолютне видовження.
3. Максимальне зміщення коливальної точки від положення рівноваги.
4. Процес поширення коливань у просторі.
5. Звукові хвилі, що мають частоту, вищу за звуковий діапазон.
6. Кількість коливань за одиницю часу.
7. Коливання, які виникають у коливальній системі під час дії на неї зовнішньої сили, що періодично змінюється.
8. Явище різкого зростання амплітуди вимушених коливань при наближенні частоти змушуючої сили до частоти рівної чи близької власній частоті коливальної системи.
9. Відстань коливальної точки від положення рівноваги.

*Дайте відповіді на нижче наведені завдання:*



Любов Степанівна Яблонь  
Ольга Василівна Морушко  
Володимира Михайлівна Бойчук

**Фізика та астрономія  
(І частина. Механіка)**

*для студентів  
освітнього рівня молодший спеціаліст*

Підписано до друку 20.02.2020 р. Формат 60x84/16.  
Папір офсетний, друк цифровий.  
Умовн. др. арк. 7.  
Тираж 100 пр. Зам. № 21 від 20.02.2020 р.

Віддруковано:  
Приватний підприємець Голіней О.М.,  
76008, м. Івано-Франківськ, вул. Галицька, 128, тел.: (0342)580432