

Інна Колєчкіна, Тетяна Рижкова

ФІЗИКА МЕХАНІКА

**Навчально-методичний посібник
для доуніверситетської підготовки іноземних слухачів**

Полтава – 2022

УДК 531/534(07)

К 60

Рецензенти:

Коваленко О., завідувач підготовчого відділення (курси) для підготовки громадян України до вступу у ЗВО Полтавського державного медичного університету.

Копішинська О., канд. фіз.-мат. наук, доцент, професор кафедри інформаційних систем та технологій Полтавського державного аграрного університету.

Сасенко О., фіз.-мат. наук, доцент, завідувач кафедри загальної фізики і математики Полтавського національного педагогічного університету імені В.Г. Короленка.

Рекомендовано до друку Вченою радою Полтавського державного медичного університету (протокол №10 від 15 червня 2022 р.)

І. Колєчкіна, Т. Рижкова

К 60

Фізика. Механіка: навчально-методичний посібник для доуніверситетської підготовки іноземних слухачів. Полтава Полтавський державний медичний університет, 2022. 140 с.

Посібник є першою частиною комплексу навчальних матеріалів з фізики й адресований іноземним громадянам, які проходять доуніверситетську підготовку за медико-біологічним профілем.

Пропонований посібник може бути використаний як для аудиторної роботи у супроводі викладача, так і для самостійної позааудиторної роботи.

УДК УДК 531/534(07)

©Полтавський державний медичний університет, 2022

©Колєчкіна І., Рижкова Т., 2022

ЗМІСТ

РОЗДІЛ I	Основи кінематики	
Заняття 1	Фізика. Фізичні тіла. Фізичні явища.....	5
Заняття 2	Фізичні величини. Вимірювання фізичних величин.....	10
Заняття 3	Скалярні та векторні фізичні величини.....	14
Заняття 4	Механічний рух. Тіло відліку. Система відліку.....	18
Заняття 5	Матеріальна точка. Траєкторія. Шлях. Переміщення.....	23
Заняття 6	Рівномірний прямолінійний рух.....	27
Заняття 7	Нерівномірний прямолінійний рух.....	33
Заняття 8	Рівнозмінний прямолінійний рух.....	38
Заняття 9	Вільне падіння.....	43
Заняття 10	Обертальний рух.....	47
Заняття 11	Повторення. Розв'язування задач.....	51
Заняття 12	Контрольна робота №1	56
РОЗДІЛ II	Динаміка I	
Заняття 1	Сила. Інерція. Перший закон Ньютона.....	57
Заняття 2	Інертність. Маса. Другий закон Ньютона.....	59
Заняття 3	Третій закон Ньютона. Імпульс. Закон збереження імпульсу. Реактивний рух.....	61
Заняття 4	Закон всесвітнього тяжіння (закон гравітації).....	66
Заняття 5	Сила тяжіння. Вага тіла.....	68
Заняття 6	Деформація. Види деформації. Сила пружності. Закон Гука.....	72
Заняття 7	Лабораторна робота. Визначення коефіцієнта пружності..	75
Заняття 8	Сила тертя.....	75
Заняття 9	Динаміка криволінійного руху. Рух штучних супутників Землі.....	79
Заняття 10	Повторення. Розв'язування задач.....	82
Заняття 11	Контрольна робота №2.....	88
РОЗДІЛ III	Динаміка II	
Заняття 1	Механічна робота. Механічна потужність.....	89
Заняття 2	Механічна енергія. Закон збереження механічної енергії.....	95
Заняття 3	Коливальний рух. Механічні коливання.....	99
Заняття 4	Лабораторна робота №2.....	104
Заняття 5	Хвилі. Механічні хвилі. Звук.....	104
Заняття 6	Елементи статички. Момент сили. Центр тяжіння. Види рівноваги.....	108

Заняття 7	Тиск. Атмосферний тиск.....	111
Заняття 8	Гідростатичний тиск. Закон Паскаля для рідин і газів.....	115
Заняття 9	Сполучені посудини. Гідравлічний прес.....	116
Заняття 10	Закон Архімеда. Сила Архімеда.....	119
Заняття 11	Умови плавання тіл. Гідродинаміка. Рівняння Бернуллі.....	122
Заняття 12	Повторення. Розв'язування задач.....	124
Заняття 13	Контрольна робота №3.....	124

ПЕРЕДМОВА

Навчально-методичний посібник "Фізика. Механіка" призначено для студентів-іноземців, що проходять доуніверситетську підготовку за медичним профілем і укладено відповідно до програми з фізики для підготовчих факультетів.

Кожне заняття містить полімовний термінологічний словник, основні визначення понять, формулювання законів, необхідний лексичний мінімум, основні граматичні конструкції. Окрім цього, в кінці кожної теми є матеріал для узагальнення, закріплення та повторення.

Теоретичний матеріал містить таблиці й ілюстрації, що дозволяє забезпечити принцип наочності й оптимізувати процес навчання.

Особливу увагу приділено алгоритму розв'язання типових задач. Запропоновано подібні завдання для самостійної роботи, що забезпечить формування вмінь застосовувати теоретичні знання під час розв'язування задач.

Завдання для лабораторних і контрольних робіт, передбачених навчальним планом і програмою дисципліни, виокремлено у відповідні збірники.

РОЗДІЛ I

ОСНОВИ КІНЕМАТИКИ

Заняття 1. Фізика. Фізичні тіла. Фізичні явища

Завдання 1. Слухайте, повторюйте та читайте слова та словосполучення.

Українська	Англійська	Французька	Арабська	Перська
предмет, -и (об'єкт, -и)	thing an object	le sujet un objet	الموضوع كائن	موضوع يك شى
існувати	exist	exister	يوجد	وجود دارد
Сонце	the sun	le soleil	الشمس	خورشيد
Місяць	moon	la lune	القمر	ماه
Земля	earth	terre	أرض	زمین
молекула, -и	molecule	molécule	جزيء	مولکول
атом, -и	atom	atome	ذرة	اتم
електрон, -и	electron	électron	الإلكترون	الکترون
простір, -и	space	espace	الفضاء	فضا
фізичне тіло	physical body	corps physique	الجسم المادي	بن فیزیکی
фізичне явище	physical phenomenon	phenomene physique	ظاهرة فيزيائية	پدیده فیزیکی
макрооб'єкт, -и	macro object	macro objet	كائن ماكرو	شیء كلان
мікрооб'єкт, -и	micro object	micro objet	وجوه الصغیر	میکرو شیء
фізична властивість	physical property	propriété physique	الملكية المادية	دارایی فیزیکی
кипіти/закипіти	boil	faire bouillir	ليغلي	جوشیدن
кипіння	boiling	bouilonnement	غليان	جوشیدن
форма, -и	form	forme	النموذج	فرم
розмір, -и	size	mesurer	الحجم	اندازه
колір/кольори	colour	couleur	اللون	رنگ
агрегатний стан	state of aggregation	état d'agregation	حالة التجميع	حالت تجمع
змінювати/змінити	to change	changer	لتغيير	برای تغییر
зміна, -и	change	changer	تغيير	تغيير دهيد
відбуватися	take place	se produire	ليحدث	رخ می دهد
механічне явище	mechanical phenomenon	phénomène mécanique	ظاهرة ميكانيكية	پدیده مکانیکی
теплове явище	thermal phenomenon	phénomène thermique	ظاهرة حرارية	پدیده حرارتی
оптичне явище	optical phenomenon	phénomène optique	ظاهرة بصرية	پدیده نوری
електричне явище	electrical phenomenon	phénomène électrique	ظاهرة كهربائية	پدیده الکتریکی
реально (об'єктивно)	really (objectively)	vraiment (objectivement)	موضوعيا حقا	حقیقی (موضوعي)
йти	go	aller	اذهب	برو
бігти	run	fuyez	اهرب	فرار کن
летіти	fly	voler	يطير	پرواز
сяяти	sparkle	scintillait	التألق	درخشش
замерзати	freeze	geler	تجميد	یخ زدگی
танути	melt	fondre	إنصهار	ذوب شدن
матерія, -ії	matter	la matière	مسألة	ماده
речовина, -и	substance	substance	مادة	مواد
поле, -я	field	champ	حقل	میدان
вид, -и	view	la vue	الرأي	دیدگاه
рух, -и	motion	mouvement	الحركة	جنبش
механічний рух	mechanical motion	mouvement mecanique	الحركة الميكانيكية	حرکت مکانیکی
гравітаційний, -а, -е, -і	gravitational	attractif	الجاذبية	گرانشی
магнітний, -а, -е, -і	magnetic	magnétique	مغناطيسي	مغناطیسی
простий, -а, -е, -і	simple	simple	بسيط	ساده
складатися (з чого?)	consist	additionner	أضف ما يصل	اضافه کردن
кожний, -а, -е, -і	every	chacun	كل	هر کدام

ЗВЕРНІТЬ УВАГУ!

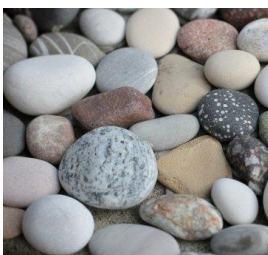
1. **Що (н.в.) це що(н.в.)** Сонце, Місяць, Земля – це макрооб’єкти.
2. **Що (н.в.) має що(з.в.)** Фізичні тіла мають фізичні властивості.
3. **Що (н.в.) існує(відбувається) де (м.в.)** Фізичні тіла існують у просторі.
4. **Що (н.в.) існує незалежно від чого (р.в.)**
Усі об’єкти природи існують незалежно від людини.
5. **Що (н.в.) називається чим (о.в.)**
Усе, що реально існує у природі, називається матерією.
6. **Що (н.в.) складається з чого (р.в.)**
Усі речовини складаються з мікрооб’єктів.

Завдання 2. Слухайте і читайте текст.

Текст

1) Земля, Сонце, Місяць, дерево, людина, молекула, атом – це предмети (об’єкти) природи. **Природа** – це усі предмети разом, які існують.

Об’єкти природи, які мають великі розміри – це **макрооб’єкти**. (Сонце, Місяць, Земля – це макрооб’єкти.) Об’єкти природи, які мають малі розміри – це **мікрооб’єкти**. (Молекула, атом, електрон – це мікрооб’єкти).

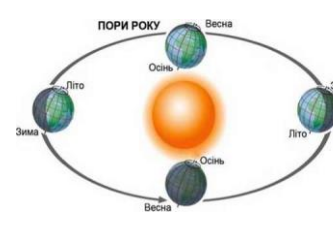


Всі об’єкти природи існують незалежно від людини (об’єктивно). Кожний предмет у природі – це **фізичне тіло**. Людина, дерево, автобус, Земля, Сонце – це фізичні тіла.

Фізичні тіла існують у просторі. Вони мають **фізичні властивості**: розмір, форму, колір, агрегатний стан.

Будь-яка зміна у природі – це **явище природи** або **фізичне явище**.

Людина йде, автобус їде, Земля рухається, літак летить, вода кипить, Сонце світить – це явища природи або фізичні явища.



Фізичні явища відбуваються у просторі та часі.

Розрізняють механічні, теплові оптичні, електричні, електромагнітні явища тощо.

Механічні явища (людина біжить, човен пливе, поїзд їде).



Теплові явища



(лід тане, вода замерзає)

Оптичні явища



(Сонце світить, зірки сяють)

Звукові явища



Магнітні явища



Електричні явища



Фізика – це наука, яка вивчає природу. **Фізика вивчає властивості фізичних тіл та фізичні явища.**

2) Усе, що реально (об'єктивно, незалежно від людини) існує у природі, називається **матерією**.

Існує два види матерії: **речовина** та **поле**.

Вода, залізо, повітря – це речовини. Усі речовини складаються з мікрооб'єктів (молекул і атомів).

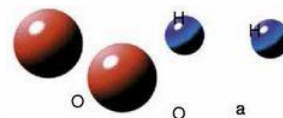
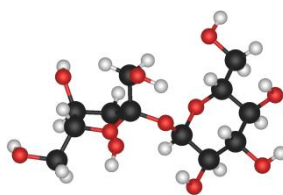
Поле – це інший вид матерії (γ-промені, світло).

У фізиці вивчають гравітаційне, електричне, магнітне, електромагнітне та інші поля.

Тіла складаються з речовин однієї багатьох



Речовини складаються з частинок молекул атомів



Будь-яка зміна матерії – це **рух**. Розрізняють фізичну, біологічну, хімічну та інші форми руху матерії.

Фізичні форми руху матерії – це механічний рух, тепловий рух, електромагнітні процеси, атомні процеси тощо.

Найпростіша форма руху матерії – це **механічний рух**.

ЗАПАМ'ЯТАЙТЕ!

1. Кожний предмет природи – це фізичне тіло.
2. Будь-яка зміна природи – це явище природи або фізичне явище.
3. Фізика вивчає властивості фізичних тіл і фізичні явища.



Завдання 3. Виконайте вправи.

Вправа 1. Закінчіть речення. Напишіть їх у зошит.

1. Природа – це усі предмети разом,
2. Фізика – це наука, яка
3. Сонце має великі розміри, тому Сонце – це
4. Електрон має, тому електрон – це мікрооб'єкт.
5. Сонце світить, вода кипить – це явища.

6. Усе, що реально (об'єктивно, незалежно від людини) існує у природі, називається
7. – це види матерії.
8. Механічний рух – це руху матерії.

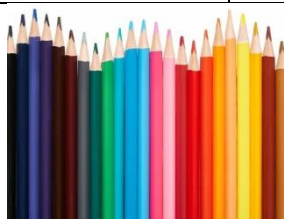
Вправа 2. Відповідайте на запитання. Відповіді запишіть у зошит.

1. Що таке фізичне тіло? Наведіть приклади.
2. Що називається фізичним явищем? Наведіть приклади.
3. Які фізичні властивості мають тіла?
4. Що вивчає фізика?
5. Що називається матерією?
6. Що таке рух? Які форми руху ви знаєте?

Вправа 3. Заповніть таблицю.

Макрооб'єкт	Мікрооб'єкт

Електрон, Сонце, молекула, людина,
Місяць, автомобіль, атом, Земля, олівець.



олівець



вугілля



чашка



деревина

Вправа 4. Заповніть таблицю. Працюйте зі словником.

Фізичне тіло	Речовина



вода



алюміній



виделка



цвях



залізо



каблучка



золото



ложка

Вправа 5. Заповніть таблицю. Працюйте зі словником

Фізичне тіло	Речовина	Фізичне явище

Автомобіль, кисень, дощ, стіл, вода, лід, землетрус, сіль, дерево, деревина, залізо, ручка, кипіння води, вітер.

Заняття 2. Фізичні величини. Вимірювання фізичних величин

Завдання 1. Слухайте, повторюйте і читайте слова та словосполучення.

фізична величина	physical quantity	quantité physique	الكمية المادية	مقدار فيزيكي
характеризувати/ охарактеризувати	to characterize	caractériser	لتمييز	برای مشخص کردن
характеристика	characteristic	caractérisation	ميزة	مشخصه
вимірювати/виміряти	to measure	mesurer	قياس	اندازه گیری
вимірювання	measurement	mesure	قياس	اندازه گیری
обчислювати/обчислити	to calculate	calculer	حساب	محاسبه
пристрій, пристрої	device	appareil	أداة	دستگاه
довжина, -и	length	longueur	الطول	طول
маса, -и	mass	vrac	الوزن	جرم
температура, -и	temperature	température	درجة الحرارة	درجه حرارت
площа, -і	area	zone	منطقة	مربع
об'єм, -и	volume	volume	كمية	حجم
густина, -и	density	densité	كثافة	چگالی
швидкість, -і	velocity	la vitesse	السرعة	سرعت
лінійка, -и	ruler	régle	حاکم	حاکم
терези	libra	échelles	موازين	مقیاس ها
термометр, -и	thermometer	thermomètre	ميزان الحرارة	دماسنج
латинський алфавіт	latin alphabet	alphabet latin	الأبجدية اللاتينية	الفباى لاتین
грецький алфавіт	greek alphabet	alphabet grec	الأبجدية اليونانية	الفباى يونانى
символ, -и	symbol	symbole	الرمز	نماد
основний, -а, -е, -і	basic	basique	الرئيسي	اصلی
похідний, -а, -е, -і	derivative	dérivé	مشتق	مشتق شده
додатковий, -а, -е, -і	complementary	supplémentaire	إضافي	اضافی
сила струму	current	ampérage	القوة الحالية	قدرت فعلی
сила світла	luminous intensity	intensité lumineuse	قوة الضوء	قدرت نور
кількість речовини	amount of substance	quantité de substance	كمية من المادة	مقدار ماده
плоский кут	plane angle	angle plat	زاوية مسطحة	زاویه مسطح
тілесний кут	solid angle	angle solide	زاوية صلبة	زاویه جامد
радіан, -и	radian	radian	زاوية نصف قطرية	радиан
стерадіан, -и	steradian	stéradian	ستيراديان	استاديان

ЗВЕРНІТЬ УВАГУ

1. Що (н.в.) – це що (н.в.)

Рух тіл, звук, світло, тепловий рух – це фізичні явища.

2. Що (з.в.) характеризують за допомогою чого (р.в.)

Фізичні явища та фізичні властивості тіл характеризують за допомогою фізичних величин.

3. **Що (з.в.)** позначають **чим (о.в.)**

Кожну фізичну величину позначають **буквою** латинського або грецького алфавіту.

4. **Що (н.в.)** має **що (з.в.)**

Кожна фізична величина має **свою одиницю** вимірювання.

5. Для **чого (р.в.)** потрібно **що (н.в.)**

Для **вимірювання** температури потрібен **термометр**.

6. **Що (з.в.)** називають **чим (о.в.)**

Ці **букви** називають **символами** фізичних величин.

Завдання 2. Слухайте і читайте текст.

Текст

Рух тіл, звук, світло, тепловий рух – це фізичні явища.

Фізичні тіла мають фізичні властивості: колір, розміри, агрегатний стан та інші. Фізичні явища та властивості фізичних тіл характеризують за допомогою фізичних величин. **Фізична величина – це характеристика фізичного тіла або явища, яку можна виміряти або обчислити.**



Годинник



Ваги



Мензурка



Термометр



Лінійка

Довжина, площа, об'єм, час, температура, маса, густина, швидкість – це фізичні величини.

Для вимірювання фізичних величин потрібні пристрої. Наприклад: для вимірювання довжини потрібна лінійка, для вимірювання часу потрібен годинник, для вимірювання температури потрібен термометр, для вимірювання маси потрібні терези (ваги).

Кожну фізичну величину позначають буквою латинського або грецького алфавіту. Ці букви називають символами фізичних величин.

Символ фізичної величини – це буква латинського або грецького алфавіту, яка позначає фізичну величину.

l – довжина	S – площа	V – об'єм	R – радіус
T – температура	t – час	m – маса	ρ – густина
$\vec{v}$ – швидкість	$\vec{a}$ – прискорення	$\vec{F}$ – сила	p – тиск

Кожна фізична величина має свою одиницю вимірювання.

Наприклад: метр – це одиниця вимірювання довжини;

кілограм – це одиниця вимірювання маси;

секунда – це одиниця вимірювання часу.

Одиниці вимірювання, які можна виміряти, називають основними. У міжнародній (інтернаціональній) системі одиниць вимірювання СІ (SI) існує сім основних фізичних, дві додаткові та багато похідних одиниць вимірювання.



Основні одиниці вимірювання у системі СІ

Фізична величина	Символ	Одиниця вимірювання	Позначення	
			українське	міжнародне
Довжина	l	Метр	м	m
Маса	m	Кілограм	кг	kg
Час	t	Секунда	с	s
Сила струму	I	Ампер	А	A
Термодинамічна температура	T	Кельвін	К	K
Кількість речовини	ν	Моль	моль	mole
Сила світла	J	Кандела	кд	cd

Додаткові одиниці вимірювання

Плоский кут	φ	радіан	рад	rad
Тілесний кут	Ω	стерадіан	ср	sr

Одиниці вимірювання, які можна обчислити за формулою, називають похідними. Похідних одиниць вимірювання багато.



Наприклад: одиниця вимірювання швидкості – м/с (метр в секунду).

Її обчислюють за формулою: $\vec{v} = \frac{S}{t}$,

де **S** – це шлях (одиниця вимірювання – метр),

t – це час (одиниця вимірювання – секунда).

Метр та секунда – це **основні** одиниці вимірювання;

м/с – це **похідна** одиниця вимірювання.

Розмірність фізичної величини записують у квадратних дужках [].

ЗАПАМ'ЯТАЙТЕ!

Усі задачі фізики розв'язують в інтернаціональній системі одиниць вимірювання (Система інтернаціональна **СІ (SI)**).



Завдання 3. Виконайте вправи.

Вправа 1. Читайте.

Похідні одиниці вимірювання:

Одиниця вимірювання площі – метр квадратний (м^2), $[S] = \text{м}^2$.

Одиниця вимірювання об'єму – метр кубічний (м^3), $[V] = \text{м}^3$.

Одиниця вимірювання швидкості – метр за секунду (м/с), $[v] = \text{м/с}$.

Одиниця вимірювання прискорення – метр за секунду в квадраті (м/с²), $[a] = \text{м/с}^2$.

Одиниця вимірювання густини – кілограм на метр кубічний (кг/м³), $[\rho] = \text{кг/м}^3$.

Вправа 2. Відповідайте на запитання. Відповіді запишіть у зошит.

1. Що називається фізичною величиною? Наприклад:
2. Що таке символ фізичної величини? Наприклад:
3. Що має кожна фізична величина?
4. Які одиниці вимірювання фізичних величин називають основними?
5. Скільки основних одиниць вимірювання у системі СІ? Які?
6. Які одиниці вимірювання фізичних величин називають похідними?

Наприклад:

Вправа 3. Напишіть інформацію українською мовою:

$$[l] = \text{м}, \quad [m] = \text{кг}, \quad [t] = \text{с}, \quad [F] = \text{Н}.$$

Вправа 4. Заповніть таблицю. Працюйте зі словником.

Фізична величина	Фізичний прилад	Одиниця вимірювання

Довжина, кілограм, термометр, Кельвін, секунда, лінійка, сила, терези, Ньютон, метр за секунду, площа, метр.

Вправа 5. Напишіть інформацію мовою фізики. (використовуйте символи).

Температура десять градусів морозу, маса дванадцять кілограмів, температура три градуси тепла, час двадцять секунд, довжина два сантиметри, швидкість дев'яносто кілометрів за годину, об'єм дев'ятнадцять кубічних метрів, сила один Ньютон, площа шістнадцять міліметрів квадратних.

Вправа 6. Виразіть довжину в одиницях СІ: 1 нм, 0,2 см; 1,3 мм.

Вправа 7. Виразіть площу в одиницях СІ: 1 мм²; 1 км²; 0,6 см².

Вправа 8. Виразіть об'єм в одиницях СІ: 1 мм³; 3 км³; 0,8 л.

Вправа 9. Виразіть час в одиницях СІ: 1 година; 1 хвилина; 1 доба; 1 рік.

Вправа 10. Виразіть в одиницях СІ: 0,5 км/год; 54 см/хв; 1200 хв⁻¹; 36 г/л; 0,018 г/см³; 0,2 доби; 9 см²; 27000 мм³.

Заняття 3. Скалярні та векторні фізичні величини

Завдання 1. Слухайте, повторюйте та читайте слова та словосполучення.

характеристика, -и	characteristic	caractéristique	میزة	مشخصه
характеризувати/ охарактеризувати (що)	characterize	caractériser	وصف	مشخص کردن
скаляр, -и	scalar	scalaire	مدرج	اسکالر
скалярний, -а, -е, -і	scalar	scalaire	مدرج	اسکالر
вектор, -и	vector	vecteur	سهم التوجيه	بردار
векторний, -а, -е, -і	vector	vecteur	سهم التوجيه	بردار
однорідний, -а, -е, -і	homogeneous	homogène	منتظم	همگن
напрямок, -и	direction	direction	اتجاه	جهت
напрявлений відрізок	directional segment	segment dirigé	الجزء الموجه	بخش مستقر شده
модуль, -і	modulus	module	وحدة	ماژول
стрілка, -и	arrow	flèche	سهم	فلش
зображувати/зобразити (що? як? чим?)	draw	dépeindre	لتصور	برای نشان دادن

розглядати/ розглянути (що?)	consider	à considérer	للنظر	در نظر گرفتن
координатна площина	coordinate plane	plan de coordonnées	تنسيق الطائرة	هماهنگی هواپیما
проекція, -ії	projection	projection	إسقاط	طرح ریزی
використовувати/ використати (що?)	use	utiliser	للاستخدام	استفاده کنید
простір, простори	space	espace	الفضاء	فضا
додатний, -а, -е, -і	positive	positif	إيجابي	مثبت
від'ємний, -а, -е, -і	negative	négatif	سلبی	منفی

ЗВЕРНІТЬ УВАГУ

1. Для чого (р.в.) використовують що (з.в.)

Для характеристики фізичних тіл та явищ використовують **скалярні** та **векторні** величини.

2. Що (з.в.) позначають як/чим (о.в.)

Векторні величини позначають **буквою** зі стрілкою.

3. Що (з.в.) зображують як/чим (о.в.)

Вектор зображують **відрізком** зі стрілкою.

4. Що (н.в.) залежить від чого (р.в.)

Знак проекції залежить від **напрямку** вектора.

5. Що (н.в.) характеризується чим (о.в.) де (м.в.)

Величина характеризується **числом** і **напрямком** у просторі.

Завдання 2. Слухайте і читайте текст.

Текст

Скалярні величини характеризуються лише **числом**. Це довжина, площа, температура, маса та інші.

Наприклад: $m = 2$ кг «маса дорівнює двом кілограмам», $S = 3$ м² «площа дорівнює трьом квадратним метрам».

Сума (різниця) декількох однорідних скалярних величин – це також скалярна величина.

Наприклад: $V_1 = 2$ м³; $V_2 = 5$ м³. $V = V_1 + V_2 = 2$ м³ + 5 м³ = 7 м³.

Векторна величина (вектор) – це **фізична величина**, яка характеризується **числом** і **напрямком** у просторі. Вектор – це напрямлений відрізок (відрізок, який має напрямок). Довжина напрямленого відрізка

(довжина вектора) – це **модуль вектора**. Позначають векторні величини буквою зі стрілкою.

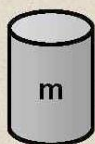
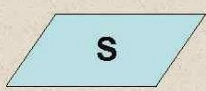
Наприклад: $\vec{v}$ – вектор швидкості,

$\vec{F}$ – вектор сили.

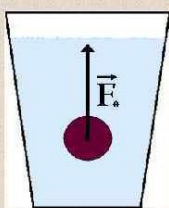
v – швидкість (модуль вектора швидкості);

F – сила (модуль вектора сили).

Скалярні величини:



Векторні величини:



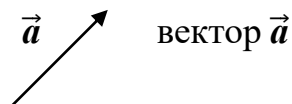
Скалярні величини:

об'єм, площа, маса.

Векторні величини:

швидкість, сила.

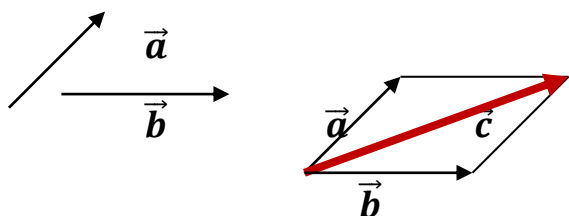
Вектор зображують відрізком зі стрілкою.



Правила додавання векторних величин

Суму двох векторних величин можна знайти за правилом паралелограма або за правилом трикутника

- **за правилом паралелограма:**

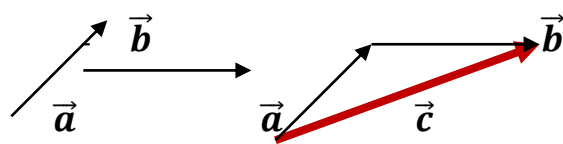


$$\vec{c} = \vec{a} + \vec{b}$$

$$c = \sqrt{a^2 + b^2 + 2|\vec{a}||\vec{b}|\cos\gamma}$$

γ – кут між векторами $\vec{a}$ та $\vec{b}$

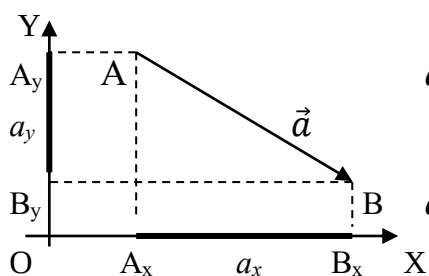
- **за правилом трикутника:**



$$\vec{c} = \vec{a} + \vec{b}$$

$$c = \sqrt{a^2 + b^2 + 2|\vec{a}||\vec{b}|\cos\gamma}$$

Розглянемо на координатній площині вектор $\overrightarrow{AB}$:



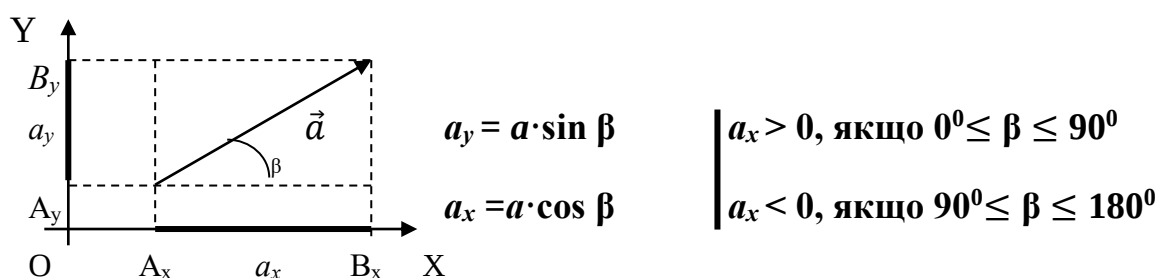
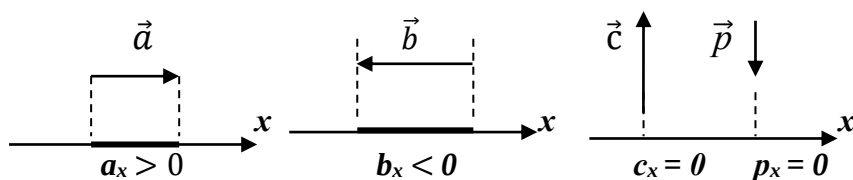
a_y – проєкція вектора $\vec{a}$ на вісь OY; $a_y = B_y - A_y$

a_x – проєкція вектора $\vec{a}$ на вісь OX; $a_x = B_x - A_x$

Проекція вектора – це скалярна величина. Її знак залежить від напрямку вектора.

Якщо різниця $B_x - A_x$ ($B_y - A_y$) додатна, то проекція також додатна.

Якщо різниця $B_x - A_x$ ($B_y - A_y$) від'ємна, то проекція також від'ємна.

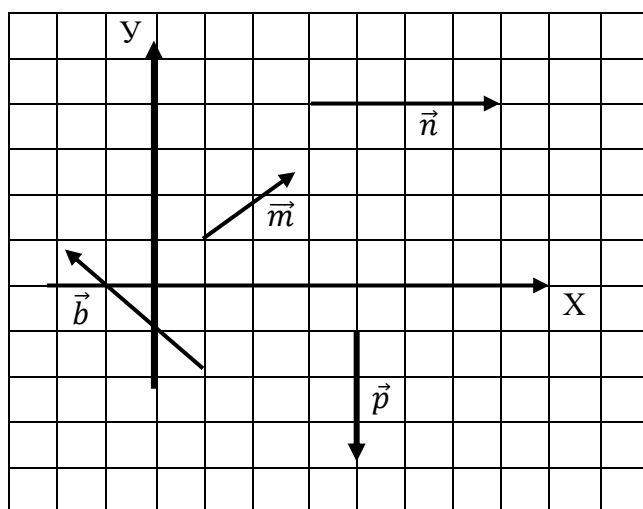


Завдання 3. Виконайте вправи.

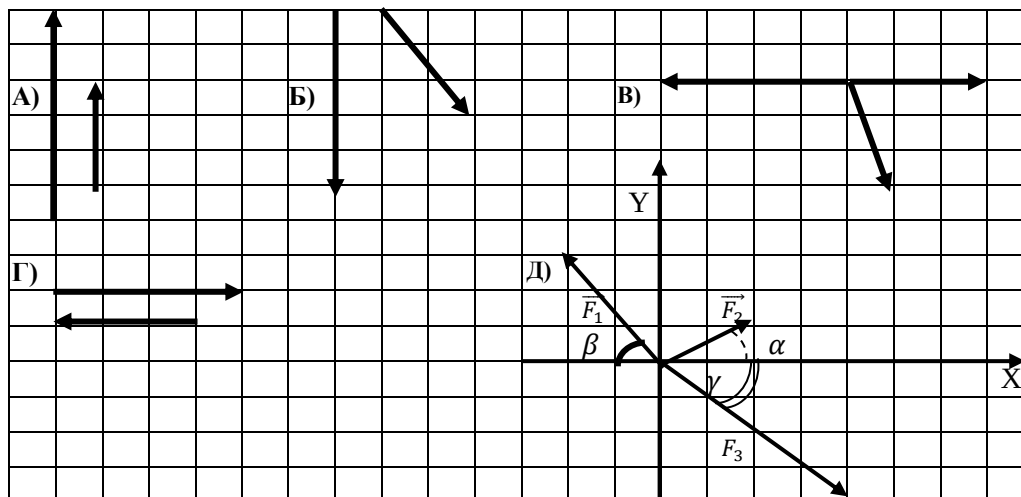
Вправа 1. Відповідайте на запитання. Відповіді запишіть у зошит.

1. Яка фізична величина називається скалярною? Наприклад: ...
2. Яка фізична величина називається векторною? Наприклад: ...
3. Що таке модуль вектора?

Вправа 2. Визначте проекції векторів на вісі координат.



Вправа 3. Знайдіть суму векторів.



$$\alpha = 30^\circ$$

$$\beta = 60^\circ$$

$$\gamma = 45^\circ$$

$$F_1 = 2\text{H}$$

$$F_2 = 1\text{H}$$

$$F_3 = 3\text{H}$$

Вправа 4. Заповніть таблицю. Працюйте зі словником.

Скалярні величини	Векторні величини

Маса, швидкість, густина,
прискорення, температура,
сила, тиск, час, площа.

Вправа 5. Зобразіть вектори, проєкції яких задовольняють умови.

- $b_x < 0, c_x < 0, h_x = 0;$
- $a_x < 0, a_y > 0; d_x < 0, d_y < 0;$
- $f_x < 0, f_y = 0;$
- $p_x = 0, p_y > 0.$

Заняття 4. Механічний рух. Тіло відліку. Система відліку

Завдання 1. Слухайте, повторюйте і читайте слова та словосполучення.

перебувати (де)	be, locate	être	ليكون	باید باشد
існувати(де)	Exist	exister	يوجد	وجود دارد
простір, простори	space	espace	الفضاء	فضا
визначати/ визначити (що?)	define	définir	حدد	تعريف کردن
відносно (чого?)	regarding	en ce qui concerne	حول	در مورد
відстань, -і	distance	la distance	المسافة	فاصله
положення	position	position	موقف	موقعیت
тіло відліку	reference body	corps de référence	هيئة مرجعية	مرجع بدن
механічний рух	mechanical movement	mouvement mécanique	الحركة الميكانيكية	حرکت مکانیکی
спокій/стан спокою	resting state	état de repos	يستريح الدولة	حالت استراحت
одночасно	at the same time	en même temps	في نفس الوقت	در همان زمان
система відліку	reference system	Système de comptage	نظام العد	سیستم شمارش
система координат	coordinate system	système de coordonnées	نظام الإحداثيات	سیستم مختصات
одновимірний -а, -е, -і	one-dimensional	unidimensionnel	أحادي البعد	یک بعدی
двовимірний, -а, -е, -і	two-dimensional	bidimensionnel	ثنائي الأبعاد	دو بعدی
тривимірний, -а, -е, -і	three-dimensional	tridimensionnel	ثلاثي الأبعاد	سه بعدی

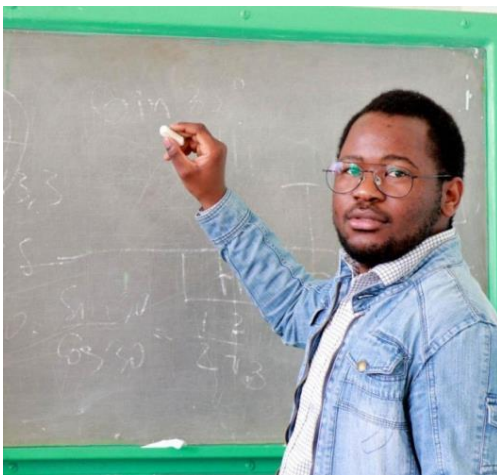
ЗВЕРНІТЬ УВАГУ!

1. **Що (н.в.) це що (н.в.)** **Дошка – це тіло відліку.**
2. **Що (н.в.) має що (з.в.)** **Фізичні тіла мають форму та розміри.**
3. **Що (н.в.) існує де (м.в.)** **Фізичні тіла існують у просторі.**
4. **Що (н.в.) можна визначити відносно чого (р.в.)**
 Положення тіла у просторі можна визначити відносно іншого тіла.
5. **Що (н.в.) визначено відносно чого (р.в.)**
 Положення студента визначено відносно дошки.
6. **Що (з.в.) визначають за допомогою чого (р.в.)**
 Положення тіла визначають за допомогою однієї координати.
7. **Що (н.в.) може бути чим (о.в.)**
 Будь-яке фізичне тіло може бути тілом відліку.
8. **Що (н.в.) перебуває у чому (м.в.)**
 Тіло перебуває у стані спокою (у спокої).
9. **Що (н.в.) рухається/перебуває у спокої відносно чого (р.в.)**
 Людина рухається відносно будинку, але перебуває у спокої відносно автобуса.

Завдання 2. Слухайте і читайте текст.

Текст

Фізичні тіла мають форму, розміри та перебувають серед інших тіл. Ми говоримо, що фізичні тіла існують у просторі. Положення тіла у просторі можна визначити тільки відносно іншого тіла (інших тіл) – тіла відліку.



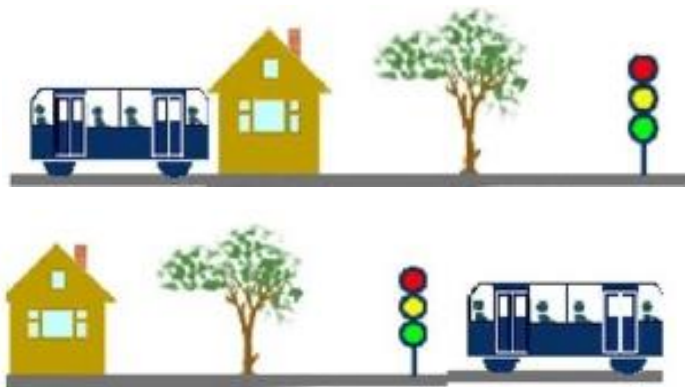
Наприклад: студент стоїть на відстані двох метрів від дошки. Положення студента визначено відносно дошки. Дошка – це тіло відліку.

Тіло відліку – це тіло, відносно якого визначають положення іншого тіла.

Механічний рух – це зміна з часом положення фізичного тіла у просторі.

Механічний рух також розглядають відносно тіла відліку.

Наприклад: Людина рухається відносно дерева. Дерево – тіло відліку.



Автобус рухається відносно будинку. Будинок – тіло відліку.
Земля рухається (обертається) навколо Сонця / відносно Сонця.
Сонце – тіло відліку.

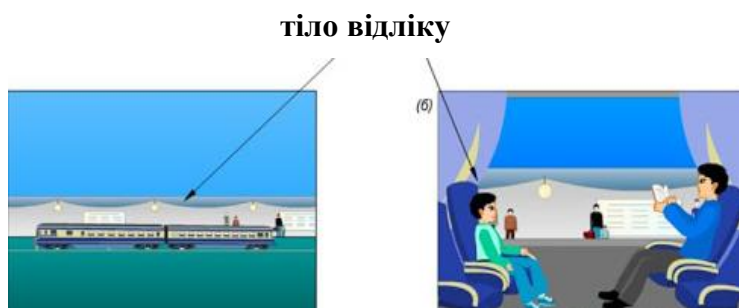
Будь-яке фізичне тіло може бути тілом відліку.

Якщо тіло рухається, то його положення змінюється відносно тіла відліку.

Якщо тіло не рухається, то ми говоримо, що тіло перебуває у стані спокою.

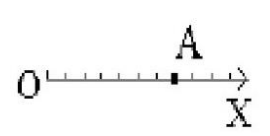
Механічний рух та спокій відносні, тому що одночасно (у той же час) тіло може перебувати і в русі, і в спокої.

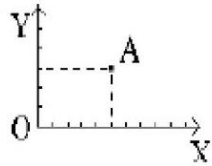
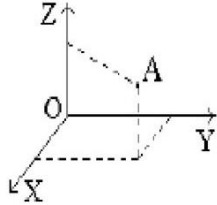
Наприклад: в автобусі сидить людина, автобус рухається відносно будинку.



Ми говоримо, що людина рухається відносно будинку, але перебуває у спокої відносно автобуса.

Для визначення положення тіла у просторі **необхідно вибрати систему координат.**

А) Положення тіла на прямій визначають за допомогою однієї координати (Одна вісь координат OX – <u>одновимірна</u> система координат)	Положення точки на прямій 
--	--

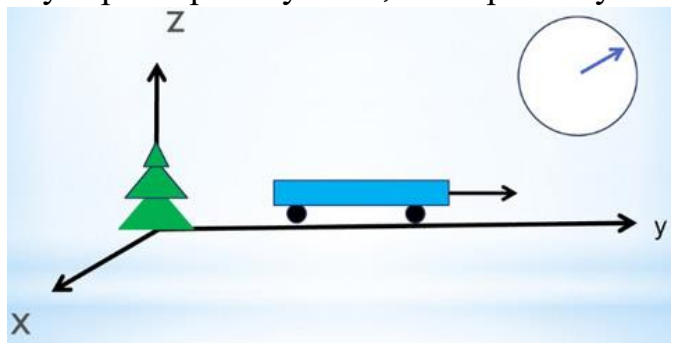
Б) Положення тіла на площині визначають за допомогою двох координат (Дві осі OX і OY – <u>двовимірна</u> система координат).	Положення точки на площині 
В) Положення тіла у просторі визначають за допомогою трьох координат (Три вісі координат OX, OY, OZ – <u>тривимірна</u> система координат).	Положення точки у просторі 

Під час руху положення тіла з часом змінюється. Отже, **необхідно вибрати пристрій для відліку часу – годинник.**

Щоб визначити положення тіла у просторі й у часі, використовують систему відліку.

Система відліку – це система координат, тіло відліку та годинник.

Основна задача механіки – визначити положення тіла у будь-який момент часу.



Завдання 3. Виконайте вправи.

Вправа 1. Відповідайте на запитання.

Відповіді запишіть у зошит.



1. Що таке тіло відліку?
2. Що таке механічний рух?
3. Чому механічний рух і спокій відносні?
4. Що таке система відліку?
5. Яка основна задача механіки?

Вправа 2. Назвіть тіло відліку.

- А) Гуртожиток розташований на відстані трьох кілометрів від університету.
- Б) Викладач стоїть ліворуч від дверей.

В) Автобус рухається відносно будівлі.

Г) Місяць рухається навколо Землі.

Вправа 3. Студенту Ахмеду четверо друзів написали смс і призначили зустріч:

Мохаммед: Зустрінемося о 15⁰⁰ за 100 м від кафе «Дружба»;

Омар: зустрінемося о 15⁰⁰ за 100 м від кафе «Дружба» у напрямку до найближчої зупинки автобуса № 20;

Лаура: зустрінемося о 15⁰⁰;

Хассан: зустрінемося за 100 м від кафе «Дружба» у напрямку до найближчої зупинки автобуса № 20.

З ким із друзів зустріч відбудеться? Відповідь поясніть.



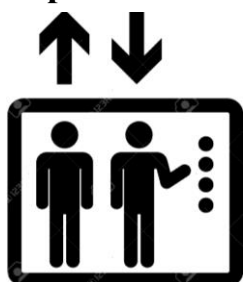
призначити зустріч	fix a date	fixer une date	تحدد موعد	تاريخ را اصلاح كنيد
зустрінутися	to meet	rencontrer	اللقاء	ملاقات
найближча зупинка	nearest stop	arrêt le plus proche	أقرب محطة	نزدیکترین توقف

Вправа 4. Визначте, відносно якого тіла розглядають рух:

А) сонце вранці сходить на сході, а ввечері сідає на заході;

Б) аркуш паперу нерухомо лежить на поверхні води.

Вправа 5. Відповідайте на запитання. Відповіді запишіть у зошит.



1. Яку систему координат потрібно обрати для визначення положення ліфта?

2. Яку систему координат потрібно обрати для визначення положення птаха у небі?



3. Яку систему координат потрібно обрати для визначення положення шахової фігури на шаховій дошці?



Заняття 5. Матеріальна точка. Траєкторія. Шлях. Переміщення

Завдання 1. Слухайте, повторюйте та читайте слова та словосполучення.

механічний рух	mechanical movement	mouvement mécanique	الحركة الميكانيكية	حرکت مکانیکی
матеріальна точка	material point	point matériel	المادية نقطة	ماده نقطه
простір, -и	space	espace	الفضاء	فضا
розмір, -и	size	mesurer	الحجم	اندازه
довжина	length	la longueur	الطول	طول
ширина	width	largeur	عرض	عرض
висота	height	la hauteur	الارتفاع	ارتفاع
радіус, -и	radius	rayon	القطر نصف	شعاع
діаметр, -и	diameter	diamètre	قطر	قطر
враховувати/врахувати (що?)	take account of	prendre en compte	الاعتبار بعين تأخذ	باشيد داشته توجه
розглядати/розглянути (що?)	to consider	à considérer	للنظر	گرفتن نظر در
відстань, -і	distance	la distance	المسافة	فاصله
відносно (чого?)	regarding	en ce qui concerne	حول	مورد در
описувати/описати (що?)	describe	décrire	لوصف	توصيف برای
траєкторія, -ії	trajectory	trajectoire	مسار	مسير
пряма лінія	straight line	ligne droite	مستقيم خط	مستقيم خط
прямолінійний, -а, -е, -і	rectilinear	rectiligne	مباشرة	راست خط
крива лінія	curve line	ligne courbe	منحنى خط	منحنى خط
криволінійний, -а, -е, -і	curvilinear	curviligne	الأضلاع منحنى	منحنى
позначення	designation	désignation	تعيين	نامگذاری
шлях, -и	way	le chemin	الطريق	راه
переміщення	moving	en mouvement	الإزاحة	حرکت حال در
сполучати/сполучити (що?)	connect	connecter	ربط	اتصال
швидкість	speed	vitesse	سرعة	سرعت
миттєва швидкість	instant speed	vitesse instantanée	سرعة فورية	سرعت آنی
змінювати/змінити (що)	change	changer	تعديل	تغيير
зміна, -и	change	changer	تغيير	تغيير
цей момент часу	given point in time	moment donné	نقطة معينة في الوقت المناسب	زمان مشخص شده

ЗВЕРНІТЬ УВАГУ

1. **Що (н.в.)** має **що (з.в.)** Кожне фізичне тіло має **розміри** та **форму**.

2. **Що (з.в.)** враховують/не враховують **де (м.в.)** =

= **де (м.в.)** враховують/не враховують **що (з.в.)**

У механіці часто не враховують **розміри** та **форму** тіла.

3. **Що (з.в.)** розглядають як **що (з.в.)**

Тіло розглядають як матеріальну **точку**.

4. **Що (н.в.)** називається **чим (о.в.)**

Рух тіла прямою лінією називається **прямолінійним рухом**.

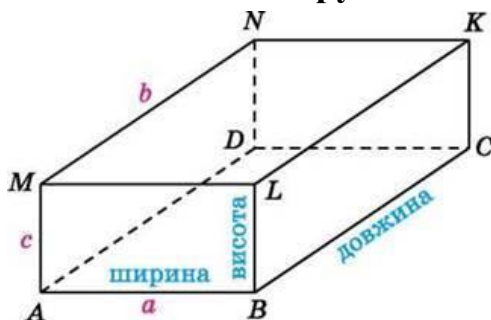
5. **Що (н.в.)** сполучає **що (з.в.)**

Вектор сполучає початкову та кінцеву **точки** траєкторії.

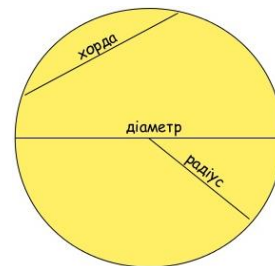
Завдання 2. Слухайте і читайте текст.

Текст

Механічний рух – це зміна положення фізичного тіла у просторі з часом.



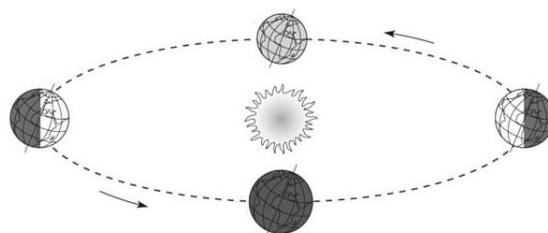
Кожне фізичне тіло має розміри та форму. Довжина, ширина, висота, радіус, діаметр – це фізичні величини, які характеризують розміри тіла.



У механіці часто не враховують розміри та форму тіла, а розглядають тіло як геометричну точку. У фізиці говорять «матеріальну точку».

Матеріальна точка – це фізичне тіло, розміри і форму якого не враховують у задачі.

(!!!) Рух Землі навколо Сонця можна розглядати як рух матеріальної точки, тому що розміри Землі дуже малі в порівнянні з відстанню від Землі до Сонця ($d_{\text{Землі}} \ll l$)



Землю не можна розглядати як матеріальну точку, якщо ми аналізуємо рух людини (автобуса, літака) відносно Землі або хочемо обчислити відстань між містами.



Під час руху будь-яка матеріальна точка описує лінію.

Лінія руху матеріальної точки (за якою рухається матеріальна точка) називається **траєкторією**.

Види траєкторій



Рух тіла (матеріальної точки) прямою лінією (вздовж прямої лінії)

називається прямолінійним рухом.



Якщо траєкторія – пряма лінія, то рух
прямолінійний / називається прямолінійним
(рух ескалятора, ліфта)

Рух тіла (матеріальної точки) кривою лінією (вздовж кривої лінії)



називається криволінійним рухом.

Якщо траєкторія – крива лінія, то рух криволінійний /
називається криволінійним
(політ птаха, рух броунівської частинки).

Під час руху матеріальна точка проходить відстань – **шлях**.

Шлях – це довжина траєкторії. Позначення – S . $[S] = \text{м}$.



**Переміщення – це вектор, який сполучає
початкову й кінцеву точки траєкторії.**

Позначення – $\Delta \vec{r}$ ($\Delta \vec{s}$)

$\Delta \vec{r}$ – вектор переміщення $[\Delta r] = \text{м}$.

**Швидкість – це векторна фізична величина, яка показує, як швидко
змінюється положення матеріальної точки у просторі (на яку відстань
перемістилася матеріальна точка у просторі за одиницю часу).**

Позначення $\vec{v}$. $[v] = \text{м/с}$.

**Миттєва швидкість – це швидкість у певний момент часу у цій точці
траєкторії.**

Часто використовують позасистемні одиниці вимірювання швидкості:
 м/хв ; км/год .

Наприклад: виразити в одиницях СІ:

А) швидкість руху автобуса 90 км/год ; $(90 \text{ км} / \text{хв} = \frac{90000}{3600} = 25 \text{ м} / \text{с})$;

Б) швидкість руху равлика $1,5 \text{ мм/с}$; $(1,5 \text{ мм/с} = 1,5 \cdot 10^{-3} \text{ м/с})$;

В) швидкість руху Місяця навколо Землі 60 км/хв ; $(60 \text{ км} / \text{хв} = \frac{60000}{60} = 1000 \text{ м} / \text{с})$.



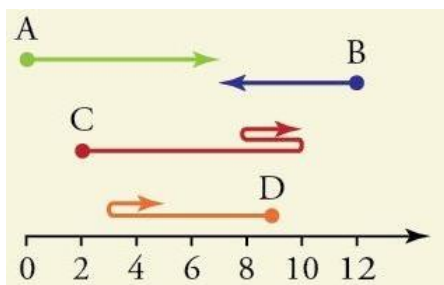
Завдання 3. Виконайте вправи.

Вправа 1. Відповідайте на запитання. Відповіді запишіть у зошит.

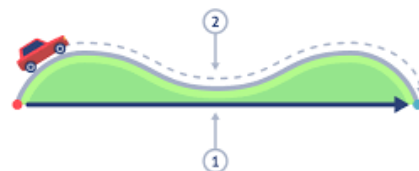
1. Що таке матеріальна точка?
2. Поясніть, коли планету Земля можна вважати матеріальною точкою?
3. Що таке траєкторія?
4. Який рух називають прямолінійним?
5. Який рух називають криволінійним?
6. Що таке шлях? Яке позначення та одиниці вимірювання?
7. Що таке переміщення? Яке позначення та одиниці вимірювання?
8. За яких умов шлях і переміщення рівні?
9. За яких умов шлях і переміщення різні (не рівні)?
10. Чи може переміщення дорівнювати нулю? Відповідь поясніть.

Вправа 2.

Визначте переміщення:

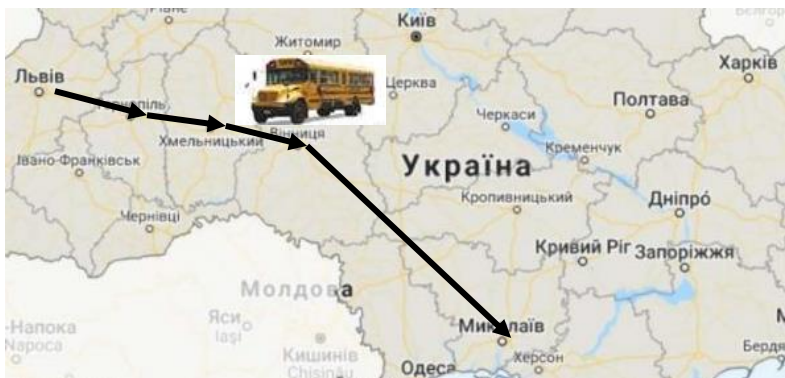


Вправа 3.



Як називаються лінії 1 і 2?

Відповідь поясніть.



Вправа 4. У якій задачі (А-Б)

автобус можна вважати матеріальною точкою?

Чому?

А) Автобус довжиною 10 м під'їхав до зупинки;

Б) Автобус довжиною 10 м

долає відстань 800 км від Львова до Миколаєва.

Вправа 5. М'яч впав з висоти 2 м, відскочив від землі та піднявся на висоту 1,2 м. Визначте шлях та модуль переміщення м'яча.

падати/впасти (звідки, куди)	fall down	tomber	سقط	افتادن
відскакувати/відскочити (від чого)	bounce off	rebondir	ایقاف المكفأ	گراف گویی کردن
підніматися/піднятися (куди)	rise up	se lever	نهض	بلند شدن

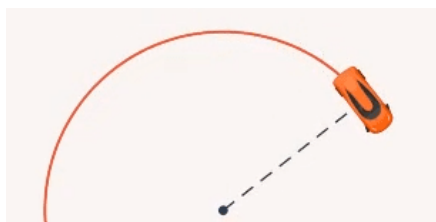


Вправа 6. Хлопчик кинув м'яч на землю та зловив його.

Переміщення м'яча:

- а) більше за шлях; в) дорівнює шляху;
б) дорівнює нулю; г) дорівнює половині шляху.

кидати/кинути	throw	lancer	رمي	پرت کردن
зловити(впіймати)	to catch	attraper	اللقبض	گرفتن



Вправа 7. Автомобіль рухається по колу радіусом 10 см. Визначте шлях і модуль переміщення автомобіля, якщо він проїхав $\frac{1}{4}$ кола.

Вправа №8. Тіло, яке рухається паралельно осі ОХ, за 3 хвилини перемістилося з точки з координатою $x_1 = -20$ м в точку з координатою $x_2 = 110$ м. Визначте переміщення тіла.

Заняття 6. Рівномірний прямолінійний рух

Завдання 1. Слухайте, повторюйте та читайте слова та словосполучення.

прямолінійний рух	rectilinear movement	mouvement rectiligne	حركة مستقيمة	حرکت راست
рівномірний рух	uniform movement	mouvement uniforme	حركة موحدة	حرکت یکنواخت
швидкість, -і	speed	vitesse	سرعة	سرعت
постійна (стала) швидкість	constant speed	vitesse constante	سرعة ثابتة	سرعت ثابت
час, -и	time	temps	زمن	زمان
шлях, -и	way	le chemin	الطريق	راه
переміщення	moving	en mouvement	الإزاحة	در حال حرکت
координата, -и	coordinate	coordonner	تنسيق	هماهنگی
вектор, -и	vector	vecteur	سهم التوجيه	وكتور
проекція, -ії	projection	projection	إسقاط	طرح ریزی
визначати/визначити	to determine	pour déterminer	لتحديد	برای تعیین
співпадати/співпасти	coincide	faire correspondre	تطابق	مطابقت
напрямок, напрямки	direction	direction	اتجاه	جهت
протилежно	opposite	à l'opposé	المعاكس	گزینه
модуль, -і	module	le module	الوحدة	ماژول
рівняння	the equation	l'équation	المعادلة	معادله
графік, -и	graph	graphique	رسم بياني	نمودار
залежати (від чого)	depend	dépendre	تعتمد على	بستگی دارد

залежність, -і	dependence	la dépendance	اعتماد	اعتیاد
перебувати (де)	to be located	être localisé	يتم تحديد موقع	قرار گرفتن
відстань, -і	distance	distance	بعد	مسافت
умова задачі	the task	condition de la tâche	شرط المهمة	شرایط کار
розв'язувати/розв'язати	solve	décider	لاتخاذ قرار	برای تصمیم گیری
обчислювати/ обчислити	calculate	calculer	حساب	محاسبه
момент зустрічі	moment of meeting	moment de la réunion	لحظة الاجتماع	لحظه ملاقات

ЗВЕРНІТЬ УВАГУ!

1. Що (н.в.) співпадає з чим (о.в.)

Напрямок вектора швидкості $\vec{v}$ співпадає з **напрямком** переміщення.

2. Що (н.в.) визначається як/за чим (о.в.)

Модуль швидкості визначається за **формулою**.

3. Що (н.в.) протилежно чому (д.в.)

Напрямок вектора швидкості протилежний додатному **напрямку** осі ОХ.

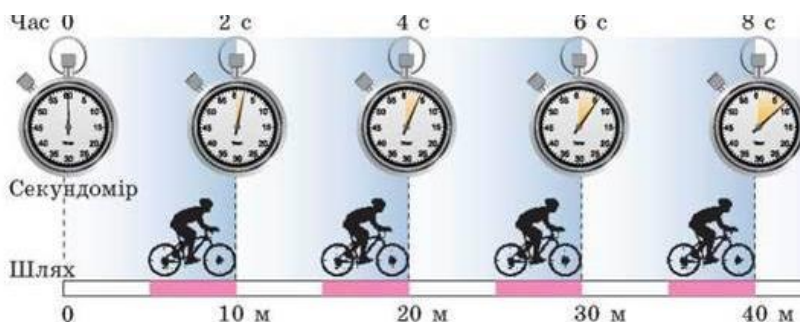
Завдання 2. Слухайте і читайте текст.

Текст

Рівномірний рух – це такий рух, коли тіло за будь-які рівні проміжки часу долає рівні шляхи.

$$\Delta t_1 = \Delta t_2 = \Delta t_3$$

$$S_1 = S_2 = S_3$$



Прямолінійний рівномірний рух

- це рух тіла прямою лінією з постійною (сталю) швидкістю ($\vec{v} = const$).

Пишемо

Читаємо

$$\vec{v} = const$$

швидкість стала/швидкість не змінюється

Швидкість ($\vec{v}$)

рівномірного прямолінійного руху показує, який шлях проходить тіло за одиницю часу.

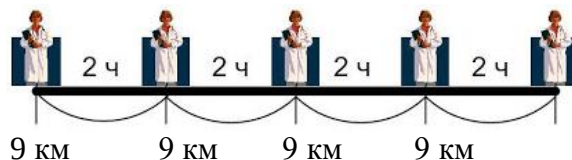
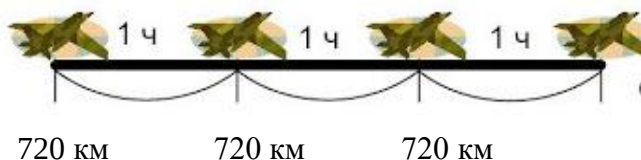
Коли тіло рухається вздовж прямої лінії (прямолінійно), то шлях і модуль переміщення рівні, отже $|\Delta \vec{r}| = S$.

Напрямок вектора швидкості $\vec{v}$ співпадає з напрямком переміщення тіла, а модуль швидкості визначається за формулою:

$$v = \frac{S}{t}, \text{ де } S - \text{ шлях, } t - \text{ час.}$$

Одиниця вимірювання швидкості СІ – метр за секунду. $[v] = \text{м/с}$.

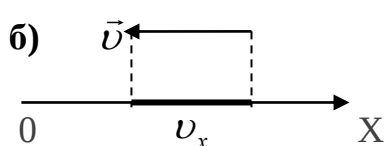
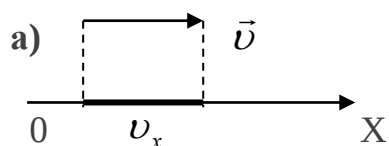
Пишемо	Читаємо	Розуміємо
$v = 10 \text{ м/с}$	Швидкість дорівнює десяти метрам за секунду.	За кожну секунду тіло проходить 10 метрів.
$v = 20 \text{ км/год}$	Швидкість дорівнює двадцяти кілометрам за годину	За кожну годину тіло долає 20 кілометрів.



$$\text{Швидкість тіла } \frac{720000 \text{ м}}{3600 \text{ с}} = 20 \text{ м/с.}$$

$$\text{Швидкість тіла } \frac{9000 \text{ м}}{7200 \text{ с}} = 1,25 \text{ м/с.}$$

$v (\text{м/с}) = \frac{v (\text{км/год}) \cdot 1000}{3600}$	$v (\text{км/год}) = \frac{v (\text{м/с}) \cdot 3600}{1000}$
--	--

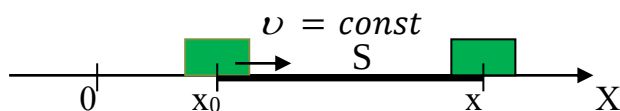


$\vec{v}$ – вектор швидкості;

v_x – проєкція вектора швидкості на ось ОХ.

а) $v_x > 0$ – напрямок вектора швидкості співпадає з додатним напрямком осі ОХ;

б) $v_x < 0$ – напрямок вектора швидкості протилежний додатному напрямку осі ОХ.



x_0 – початкова координата;

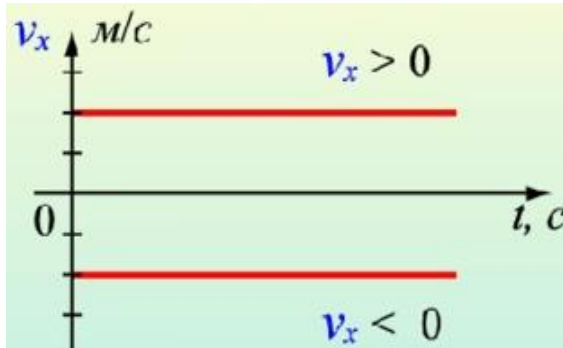
x – кінцева координата;

$S = x - x_0$ – шлях;

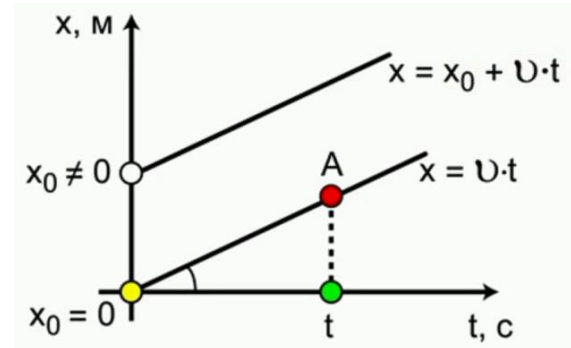
$$x = x_0 + S = x_0 + v_x t.$$

Рівняння швидкості $v = \frac{S}{t}$	Рівняння шляху $S = v t$	Рівняння координати $x = x_0 + v_x t$
---	-----------------------------	--

Графіки рівномірного прямолінійного руху



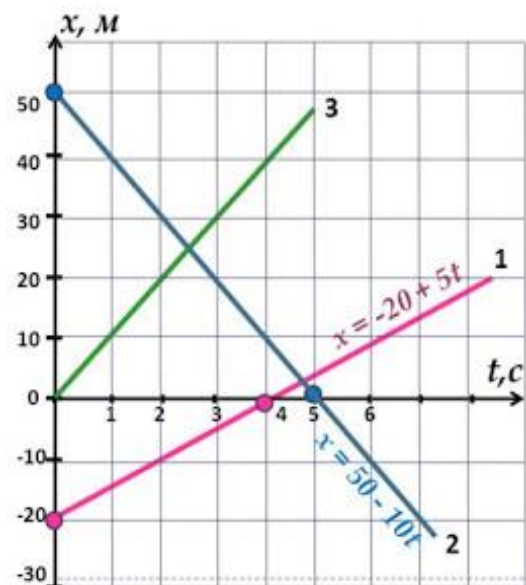
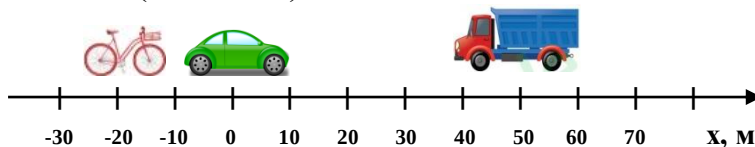
Графік залежності швидкості v_x від часу t



Графік залежності координати x від часу t

Подивіться на малюнок і графіки:

- **тіло 1** (велосипед) починає рух із точки з координатою -20 м і рухається у напрямку осі ОХ із швидкістю 5 м/с. $x = -20 + 5t$;
- **тіло 2** (вантажівка) рухається із точки з координатою 50м протилежно осі ОХ із швидкістю 10 м/с. $x = 50 - 10t$;
- **тіло 3** (легковик) —?



- 1) охарактеризуйте рух тіла 3;
- 2) складіть рівняння руху тіла 3.

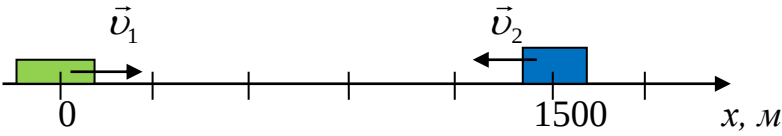
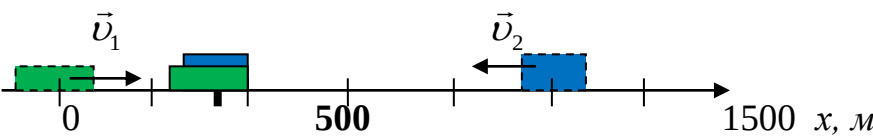
Приклади розв'язування задач

Задача 1. Потяг рухається рівномірно зі швидкістю 90 км/год. За який час він подолає відстань 1000 м?

Запишемо умову задачі у короткій формі:

Дано:	Виразимо швидкість у м/с (одиниці СІ):
$v = 90 \text{ км/год}$	$v = 90 \text{ км/год} = \frac{90000}{3600} = 25 \text{ м/с}.$
$S = 1000 \text{ м}$	Рівняння шляху рівномірного руху $S = vt$. Знайдемо час $t = \frac{S}{v}$.
$t - ?$	$t = \frac{1000}{25} = 40 \text{ с}$
	Відповідь: Потяг подолає відстань 1000 м за 40 с.

Задача 2. Два автомобіля, які перебувають на відстані 1500 м, рухаються назустріч один одному з постійними швидкостями 25 м/с та 50 м/с. Визначити час та місце зустрічі автомобілів.

Дано:	Розв'язання
$v_1 = 25 \text{ м/с}$	 Напишемо рівняння координати для рівномірного прямолінійного руху для кожного автомобіля: $x = x_0 + v_x t$ $x_{01} = 0, \quad v_{x1} = 25 \frac{\text{м}}{\text{с}} \Rightarrow x_1 = 25 t (\text{м});$ $x_{01} = 1500 \text{ м}, \quad v_{x2} = -v_2 = -\frac{50 \text{ м}}{\text{с}} \Rightarrow x_2 = 1500 - 50 t (\text{м}).$ На момент зустрічі координати автомобілів однакові ($x_1 = x_2$), тому розв'яжемо рівняння та обчислимо час зустрічі: $25 t = 1500 - 50 t,$ $25 t + 50 t = 1500,$ $75 t = 1500,$ $t = 20 \text{ с.} \quad \text{Автомобілі зустрінуться через 20 с.}$ Обчислимо координату першого автомобіля на момент зустрічі: $x_1 = 25 t = 25 \cdot 20 = 500 (\text{м})$ 
$v_2 = 50 \text{ м/с}$	
$x_0 = 1500 \text{ м}$	
$t_{\text{зустр}} - ?$	

$x_{\text{зустр}} - ?$

Відповідь: Автомобілі зустрінуться через 20 с у точці, розташованій на відстані 500 м від початкового положення першого автомобіля.

Завдання 3. Виконайте вправи.

Вправа 1. Відповідайте на запитання. Відповідь запишіть у зошит.

1. Який рух називається прямолінійним рівномірним?
2. Які фізичні величини характеризують прямолінійний рівномірний рух? Як вони позначаються? Які одиниці вимірювання?
3. Що називається швидкістю рівномірного прямолінійного руху?
4. За яких умов проекція вектора швидкості додатна/від'ємна?
5. Напишіть рівняння швидкості, шляху, координати для прямолінійного рівномірного руху.

Вправа 2. Розв'яжіть задачі.

Задача 1. Потяг, який рухається прямолінійно рівномірно, за 10 хвилин пройшов 5 км. Визначте швидкість руху потягу. Що дано в умові – шлях чи переміщення?



Задача 2. Вздовж осі ОХ рухаються два тіла, рівняння координат яких мають вигляд: $x_1 = -4 + t$ та $x_2 = 10 - 2t$. Де і коли вони зустрінуться? (Знайдіть час та координату місця зустрічі).

Задача 3. Рівняння руху тіл мають вигляд:

А) $x_1 = 10 - 2t$; Б) $x_2 = 5t$; В) $x_3 = 8 - 2,5t$; Г) $x_4 = -8 + 4t$.

Визначте:

- а) проєкцію швидкості;
- б) початкову координату;
- в) координату тіла через 2 с від початку руху;
- г) шлях, який пройде тіло за 2 с;
- д) напрямок руху.

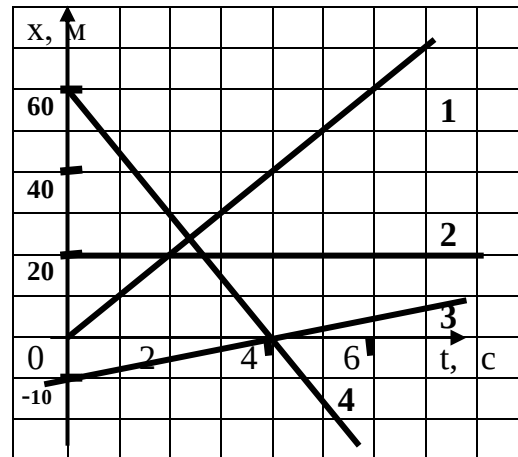
Задача 4. Тіло рухається протилежно додатному напрямку осі ОХ зі сталою швидкістю 18 км/год. Початкова координата тіла 30 м. Напишіть рівняння координати тіла. Визначте координату тіла через 10 с після початку руху. (Де буде перебувати тіло через 10 с після початку руху?)

Задача 5. З якою швидкістю йде людина, якщо вона робить 3 кроки за 2 с, а довжина її кроку 66 см?

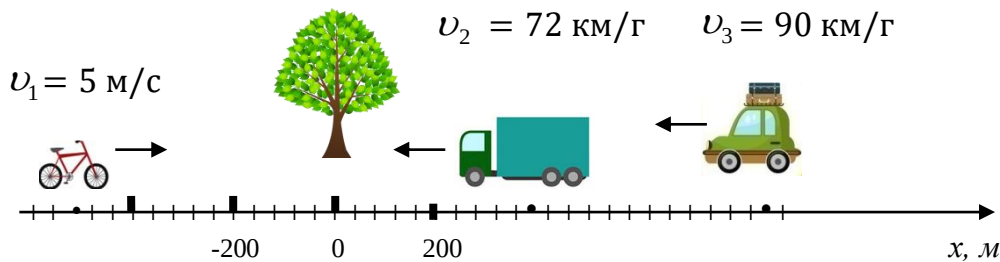
крок, -и	step	pas	خطوة	قدم
----------	------	-----	------	-----



Задача 6. За малюнком напишіть рівняння залежності $x(t)$ для тіл 1-4:



Задача 7. За малюнком напишіть рівняння руху велосипеда, вантажівки і легковика:



Визначте час та місце зустрічі:

- вантажівки (2) та велосипеда (1);
- легковика (3) та велосипеда (1);
- легковика (3) та вантажівки (2).

велосипед, -и	bike	le vélo	الدراجة	دوچرخه
легковик, -и	a car	voiture de tourisme	سيارة ركاب	ماشین مسافری
вантажівка, -и	freight car	camion	شاحنة	کامیون

Заняття 7. Нерівномірний прямолінійний рух

Завдання 1. Слухайте, повторюйте і читайте слова та словосполучення.

прямолінійний рух	rectilinear movement	mouvement rectiligne	حركة مستقيمة	حرکت راست
нерівномірний рух	uneven movement	mouvement inégal	حركة غير متكافئة	حرکت یکنواخت
швидкість, швидкості	speed	vitesse	سرعة	سرعت
змінна швидкість	variable speed	vitesse variable	سرعة متغيرة	سرعت متغیر
середня швидкість	average speed	vitesse moyenne	متوسط السرعة	سرعت متوسط

миттєва швидкість	instant speed	vitesse instantanée	سرعة فورية	سرعت آنی
проміжок часу	time interval	temps qui passe	الفاصل الزمني	گذشت زمان
неоднакове переміщення	uneven movement	mouvement inégal	حركة غير متكافئة	حرکت ناهموار
відношення	ratio	rapport	نسبة	نگرش
відстань, -і	distance	distance	بعد	مسافت
половина шляху	half way	à mi-chemin	نصف الطريق	نیمه راه
половина часу	half time	mi-temps	نصف الوقت	نیمه وقت
виконувати/виконати (що?)	commit	commettre	جعل	مرتکب شدن
ділянка шляху	stretch of track	tronçon de piste	امتداد المسار	کشی مسیر
визначати/визначити (що?)	to determine	pour déterminer	لتحديد	برای تعیین
змінюватися/змінитися	change	changer	تعديل	تغییر
певний момент часу	given point in time	moment donné	نقطة معينة في الوقت المناسب	زمان مشخص شده
розв'язувати/розв'язати (що?)	solve	décider	لاتخاذ قرار	برای تصمیم گیری

ЗВЕРНІТЬ УВАГУ!

1. Що (н.в.) характеризується чим (о.в.)

Нерівномірний рух точки на ділянці шляху характеризується середньою швидкістю.

2. Відношення чого (р.в.) до чого (р.в.)

Відношення шляху на цій ділянці до часу руху цієї ділянкою.

3. Що (н.в.) має що (з.в.) коли (з.в.) та де(м.в.)

Миттєва швидкість має різні значення у різні моменти часу в **різних** точках траєкторії.

Завдання 2. Слухайте і читайте текст.

Текст

Рівномірний рух	Нерівномірний рух
Тіло за будь-які рівні проміжки часу проходить рівні (однакові) шляхи	тіло за будь-які рівні проміжки часу проходить різні (неоднакові) шляхи
$t_1 = t_2 = t_3 = \dots$ $S_1 = S_2 = S_3 = \dots$	$t_1 = t_2 = t_3 = \dots$ $S_1 \neq S_2 \neq S_3 \neq \dots$

Прямолінійний нерівномірний рух – це рух прямою лінією, під час якого тіло за будь-які **рівні проміжки часу** долає **різні** (неоднакові) **шляхи**.

Прямолінійний нерівномірний рух – це рух прямою лінією, під час якого швидкість тіла змінюється, $v \neq const$.

Пишемо

$v \neq const$

Читаємо

швидкість змінюється/швидкість змінна

Нерівномірний рух точки на ділянці шляху характеризується середньою швидкістю.

Середня швидкість $v_{сер}$ на певній ділянці шляху – це відношення шляху на цій ділянці до часу руху цією ділянкою.	$v_{сер} = \frac{\text{весь шлях}}{\text{весь час}} = \text{середня швидкість}$ $v_{сер} = \frac{S_1 + S_2 + \dots}{t_1 + t_2 + \dots}$
--	---

Нерівномірний рух характеризується миттєвою швидкістю.

Миттєва швидкість – це швидкість у певний момент часу у певній точці траєкторії. Миттєва швидкість має різні значення у різні моменти часу в різних точках траєкторії.



Спідометр

1) $t_1 = t_2$ / $S_1 \neq S_2$	$t_1 = t_2$ – «половина часу»
	$v_{сер} = \frac{v_1 + v_2}{2}$
2) $t_1 \neq t_2$ / $S_1 = S_2$	$S_1 = S_2$ – «половина шляху»
	$v_{сер} = \frac{2 \cdot v_1 \cdot v_2}{v_1 + v_2}$

Приклади розв'язування задач



Задача 1. Першу половину часу велосипедист їхав зі швидкістю 30 км/год, а другу половину часу – зі швидкістю 20 км/год.

Визначте середню швидкість велосипедиста.

велосипедист, -и	cyclist	cycliste	دراج	دوچرخه سوار
------------------	---------	----------	------	-------------

Дано:	Розв'язання:
$t_1 = t_2$	Якщо $t_1 = t_2$, то середню швидкість обчислимо
$v_1 = 30$ км/год	за формулою: $v_{сер} = \frac{\vec{v}_1 + v_2}{2}$
$v_2 = 20$ км/год	$v_{сер} = \frac{30 + 20}{2} = \frac{50}{2} = 25$ км / год
$v_{сер} - ?$	Виразимо швидкість у м/с (одиниці СІ):
	$v_{сер} = 25$ км / год $= \frac{25000}{3600} \approx 6,94$ м / с
	Відповідь: середня швидкість велосипедиста 6,94 м/с.

Задача 2. Першу половину шляху автомобіль рухався із швидкістю 20 м/с, а другу половину шляху – зі швидкістю 108 км/год. Визначте середню швидкість автомобіля.

Дано:	Розв'язання:
$S_1 = S_2$	Виразимо швидкість у м/с (одиниці СІ):
$v_1 = 20$ м/с	$v_2 = \frac{108 \text{ км}}{\text{год}} = \frac{108000}{3600} = 30$ м/с
$v_2 = 108$ км/год	За умовою $S_1 = S_2$, отже, середню швидкість обчислимо
$v_{сер} - ?$	за формулою: $v_{сер} = \frac{2 v_1 v_2}{v_1 + v_2}$
	$v_{сер} = \frac{2 \cdot 20 \cdot 30}{20 + 30} = \frac{1200}{50} = 24$ м/с

Відповідь: середня швидкість автомобіля 24 м/с.

Задача 3. Чверть часу, витраченого на весь шлях, автомобіль їхав зі швидкістю 74 км/год, а час, який залишився – зі швидкістю 66 км/год. Знайдіть середню швидкість автомобіля протягом усього шляху. Виразіть відповідь у км/год.

$$\text{середня швидкість} = \frac{\text{увесь шлях}}{\text{увесь час}}$$

	Час	Швидкість	Відстань
Перша частина шляху	1	74	74
Друга частина шляху	3	66	198
УСЬОГО	4	?	272

$$\text{середня швидкість} = \frac{\text{весь шлях}}{\text{весь час}} = \frac{272}{4} = 68 \text{ км/год}$$

Відповідь: середня швидкість автомобіля 68 км/год.



Завдання 3. Виконайте вправи.

Вправа 1. Відповідайте на запитання. Відповіді напишіть у зошит.

1. Який рух називають нерівномірним?
2. Який рух називають прямолінійним нерівномірним?
3. Яка фізична величина характеризує прямолінійний нерівномірний рух?
Як вона позначається? Як вона обчислюється?
4. Яка швидкість називається миттєвою?

Вправа 2. Розв'яжіть задачі.

Задача 1. З гуртожитку до університету студент йде зі швидкістю 6 км/год та повертається тим самим шляхом зі швидкістю 3 км/год. Визначте середню швидкість студента.

повертатися/повернутися	come back	reviens	ارجع	برگرد
-------------------------	-----------	---------	------	-------

Задача 2. Першу ділянку шляху лижник пройшов за 2 хвилини, а другу ділянку, довжиною 30 м, – за 0,5 хвилини. Визначте середню швидкість лижника.



лижник, -и	skier	skieur	المتزحلق	اسکی باز
------------	-------	--------	----------	----------

Задача 3. Третю частину від усього шляху тіло рухалося зі швидкістю 54 км/год, а потім за 3 хвилини 1200 м пройшло. Визначте час руху та середню швидкість руху.

Задача 4. Мотоцикліст за перші 600 секунд проїхав 5 км шляху, а за наступні 8 хвилин проїхав 9,6 км. Визначте середню швидкість мотоцикліста.



мотоцикліст	motorcyclist	motocycliste	دراجة نارية	موتورسوار
наступний, -а, -е, -і	next	ensuite	التالي	بعد

Задача 5. Відстань між містами 360 км. Автомобіль проїхав перші 120 км за 2 год, а потім шлях, який залишився – зі швидкістю 80 км/год. Визначте середню швидкість руху автомобіля.

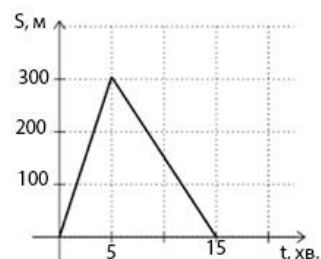
шлях, що залишився	the rest of the way	le reste du chemin	بقية الطريق	بقیه راه
--------------------	---------------------	--------------------	-------------	----------

Задача 6. Туристи перший кілометр шляху пройшли за 10 хв, другий – за 11 хв, а третій – за 12 хв 20 с. Обчисліть середню швидкість туристів.



турист, -и	tourist	un touriste	سائح	یک توریست
туризм	tourism	le tourisme	سياحة	جهانگردی

Задача 7. За графіком залежності шляху від часу визначте швидкість тіла на кожній ділянці шляху й середню швидкість на всьому шляху. Виразіть швидкість у км/год й у м/с.



Заняття №8. Рівнозмінний прямолінійний рух

Завдання 1. Слухайте, повторюйте та читайте слова та словосполучення.

рівнозмінний рух	uniform motion	mouvement uniforme	موحدة حركة	یکنواخت حرکت
прискорення	acceleration	accélération	تسارع	شتاب
рівноприскорений рух	uniformly accelerated movement	mouvement uniformément accéléré	موحدة حركة مع تسار	شتاب یکنواخت حرکت
рівносповільнений рух	equislow motion	mouvement d'équilibre	متساوية حركة	کند اندازه همان به حرکت
проміжок часу	time interval	laps de temps	الزمني الفاصل	زمان گذشت
швидкість, -і	rapidity	vitesse	سرعة	سرعت
напрямок, -и	direction	direction	اتجاه	جهت
збільшуватися/ збільшитися	increase	augmenter	زيادة	افزایش
зменшуватися/ зменшитися	decrease	diminuer	انخفاض	کاهش
залежність, -і	dependence	dépendance à	على الاعتماد	به وابستگی
проєкція вектора швидкості	projection of the velocity vector	projection du vecteur vitesse	السرعة ناقل إسقاط	سرعت بردار طرح
проєкція вектора прискорення	acceleration vector projection	projection de vecteur d'accélération	التسارع ناقلات إسقاط	شتاب بردار طرح
зміна, -и	change	changer	تغيير	تغيير
називатися/ назватися (чим?)	name as	nom comme	باسم اسم	عنوان به نام

ЗВЕРНІТЬ УВАГУ!

1. **Що (н.в.) змінюється як**

Швидкість змінюється на однакову величину.

2. **Що (з.в.) характеризує що (н.в.)**

Зміну швидкості характеризує прискорення.

3. **Що (н.в.) співпадає з чим (о.в.)**

Напрямок вектора швидкості співпадає з напрямком вектора прискорення.

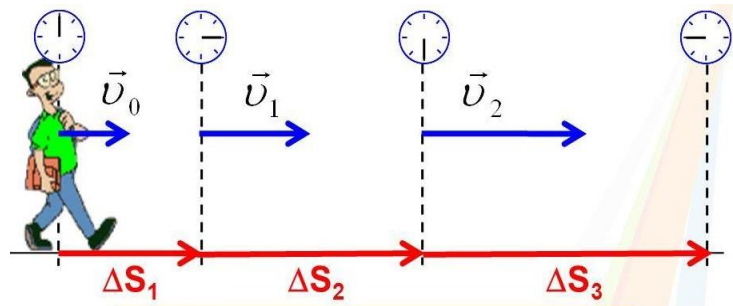
4. **Що (н.в.) протилежно чому (д.в.)**

Напрямок вектора прискорення протилежний напрямку вектора швидкості.

Завдання 2. Слухайте та читайте текст №8.

Текст №8

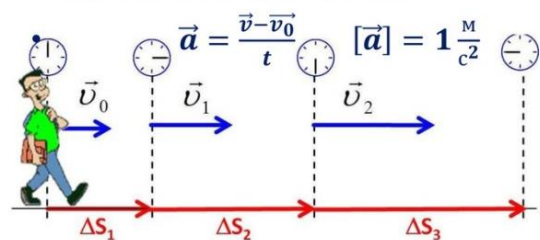
Рівнозмінний рух — це такий рух, коли швидкість тіла за будь-які рівні проміжки часу змінюється на однакову величину.



Зміну швидкості характеризує прискорення.

Прискорення ($\vec{a}$) — це векторна фізична величина, яка характеризує зміни швидкості. Одиниця вимірювання прискорення в СІ — м/с^2 — метр за секунду в квадраті. $[\vec{a}] = \text{м/с}^2$.

- Величина, що показує на скільки змінюється швидкість тіла за одиницю часу, називається прискоренням



$$\vec{a} = \frac{\vec{v} - \vec{v}_0}{t - t_0} = \frac{\Delta \vec{v}}{\Delta t},$$

де $\vec{v}_0$ — початкова швидкість (швидкість у початковий момент часу t_0);

$\vec{v}$ — кінцева швидкість (швидкість у момент часу t).

Якщо $t_0 = 0$, то $\vec{a} = \frac{\vec{v} - \vec{v}_0}{t}$.

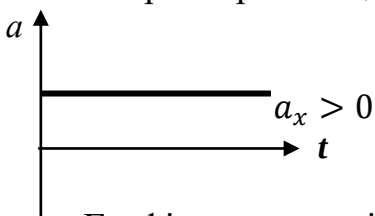
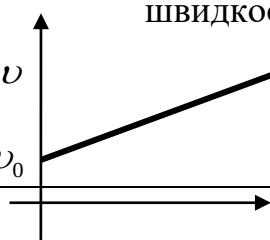
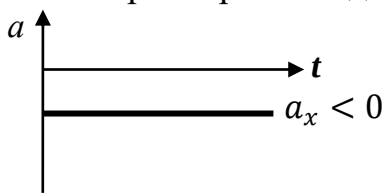
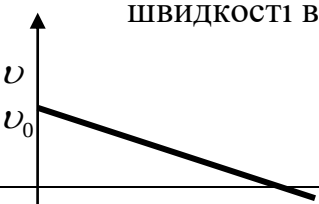
Рівнозмінний рух – це рух з постійним прискоренням.

Якщо під час руху швидкість тіла рівномірно збільшується

$v_0 < v_1 < v_2 < \dots v_n$, то рух називається **рівноприскореним**.

Якщо під час руху швидкість тіла рівномірно зменшується

$v_0 > v_1 > v_2 > \dots v_n$, то рух називається **рівносповільненим**.

Рівноприскорений рух	Рівносповільнений рух
- швидкість тіла рівномірно збільшується ($v_0 < v_1 < v_2 < \dots v_n$); - напрямок вектора прискорення співпадає з напрямком вектора швидкості $a_x = a$. - Рівняння швидкості: $v = v_0 + at$; - Рівняння шляху: $S = v_0 t + \frac{at^2}{2}$ $S = \frac{v^2 - v_0^2}{2a}$ - Рівняння координати: $x = x_0 + v_{0x} t + \frac{at^2}{2}$	- швидкість тіла рівномірно зменшується ($v_0 > v_1 > v_2 > \dots v_n$); - напрямок вектора прискорення є протилежним до напрямку вектора швидкості $a_x = -a$. - Рівняння швидкості: $v = v_0 - at$; - Рівняння шляху: $S = v_0 t - \frac{at^2}{2}$ $S = \frac{v^2 - v_0^2}{2a}$ - Рівняння координати: $x = x_0 + v_{0x} t - \frac{at^2}{2}$
Графік залежності проекції прискорення від часу  Графік залежності вектора швидкості від часу 	Графік залежності проекції прискорення від часу  Графік залежності вектора швидкості від часу 

t	$\xrightarrow{\quad\quad\quad} t$
$v = v_0 + at$ – швидкість збільшується	$v = v_0 - at$ – швидкість зменшується

Приклади розв'язування задач

Задача 1. Рівняння руху тіла $x = 15t + 0,4t^2$. Знайдіть прискорення тіла. Визначте його початкову швидкість й швидкість тіла через 10 с.

Дано:	Розв'язання:
$x = 15t + 0,4t^2$	Рівняння руху тіла у загальному вигляді:
$t = 10$ с	$x = x_0 + v_{0x}t + \frac{at^2}{2}$
$a - ? \quad v - ? \quad v_0 - ?$	Рівняння руху тіла для цієї задачі:
	$x = 15t + 0,4t^2$
	$x_0 = 0; \quad v_0 = 15 \text{ м/с}; \quad \frac{a}{2} = 0,4 \Rightarrow a = 0,8 \text{ м/с}^2$

Швидкість тіла через 10 с обчислимо за формулою: $v = v_0 + at$;

$$v = 15 + 0,8 \cdot 10 = 23 \text{ м/с.}$$

Відповідь: прискорення тіла $a = 0,8 \text{ м/с}^2$, початкова швидкість $v_0 = 15 \text{ м/с}$;

через 10 с швидкість тіла $v = 23 \text{ м/с}$.

Задача 2. Потяг, який рухається зі швидкістю 90 км/год, зупиняється перед семафором. Визначте час гальмування потягу, якщо прискорення стало і дорівнює 5 м/с^2 .



зупинятися/зупинитися	stop	arrêter	للتوقف	کردن متوقف
гальмувати/загальмувати	to brake	ralentir	تبطئ	کردن کند
гальмування	braking	freinage	فرملة	ترمز
семафор, -и	semaphore	sémaphore	جهاز الملوحة	سمفور

Дано:	Розв'язання:
$v_0 = 90 \text{ км/год}$	Потяг зупиняється, тобто його кінцева швидкість дорівнює нулю, а напрямок вектора прискорення протилежний напрямку вектора швидкості. Рух рівносповільнений.
$a = 5 \text{ м/с}^2$	
$v = 0$	
$t - ?$	Виразимо початкову швидкість у м/с (одиниці СИ):
	$v = 90 \text{ км/ч} = \frac{90000}{3600} = 25 \text{ м/с.}$

Рівняння швидкості для рівносповільненого руху $v = v_0 - at$.

Виразимо час: $t = \frac{v_0 - v}{\alpha}$, $t = \frac{v_0}{\alpha}$, $t = \frac{25}{5} = 5 \text{ с}$

Відповідь: час гальмування потягу 5 с.

Завдання 3. Виконайте вправи.



Вправа 1. Відповідайте на запитання. Відповіді напишіть у зошит.

1. Який рух називається рівнозмінним?
2. Що таке прискорення? Як воно позначається? Які одиниці

вимірювання?

3. Який рух називається рівноприскореним?
4. Який рух називається рівносповільненим?
5. За якими формулами обчислюють швидкість, шлях і координату рівноприскореного/рівносповільненого руху?

Вправа 2. Розв'яжіть задачі.



Задача 1. Тіло піднімають угору. Перші 2 с воно рухається з постійним прискоренням $0,5 \text{ м/с}^2$, наступні 11 с тіло рухається рівномірно, а останні 2 с – із постійним прискоренням $-0,5 \text{ м/с}^2$. На яку висоту підняли тіло? Початкова швидкість тіла дорівнює нулю.

висота/висоти	height	hauteur	ارتفاع	قد
останній, - я, - є, - і	last	le dernier	الأخير	آخرين
підіймати/підняти	lift up	élever	رفع	بالا بردن

Задача 2. Велосипедист, рухаючись прямолінійно з постійним прискоренням $0,2 \text{ м/с}^2$, досягає швидкості 5 м/с за 25 с . Визначте початкову швидкість велосипедиста.

Задача 3. За 30 с автобус, рухаючись прямолінійно з постійним прискоренням, змінив швидкість від 54 км/год до 5 м/с . Визначте прискорення автобуса. Який це рух – рівноприскорений чи рівносповільнений?

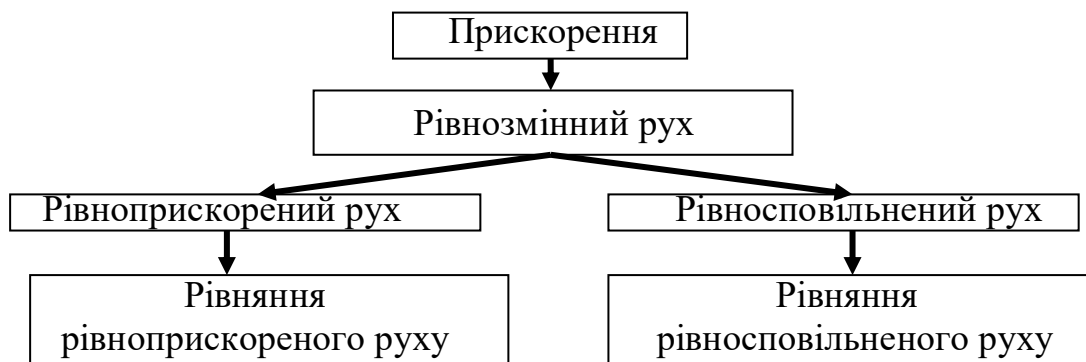
Задача 4. З яким прискоренням рухається автомобіль, якщо за перші 10 с він досягає швидкості 72 км/год ?

Задача 5. Тіло рухається вздовж осі ОХ за рівнянням: $x = 3 + 5t - 1,5 t^2$

(x – відстань у метрах, t – час у секундах). З яким прискоренням рухається тіло?
Який шлях воно пройде за перші 3 с?

Задача 6. Під час рівноприскореного руху зі стану спокою тіло за четверту секунду проходить 0,2 м. Який шлях воно пройде за сьому секунду?

Вправа 3. Складіть розповідь про рівнозмінний рух за схемою.



Заняття 9. Вільне падіння

Завдання 1. Слухайте, повторюйте та читайте слова та словосполучення.

падати/впасти	to fall	tomber	السقوط	افتادن
падіння	a fall	la chute	السقوط	سقوط
вільне падіння	free fall	chute libre	الحر السقوط	آزاد سقوط
вакуум, безповітряний простір	vacuum	le vide	الفراغ	خلاء
прискорення вільного падіння	acceleration of gravity	accélération de la gravité	الجاذبية تسارع	گرائش شتاب
експериментально	experimentally	expérimentalement	التجربة قبل	تجربی
доводити/довести (що?)	to prove	prouver	لإثبات	اثبات برای
незалежно (від чого)	independently	indépendamment	مستقل	هر چه
однаковий, -а, -е, -і	same	de même genre	الشيء نفس	همان
середнє значення	intermediate	intermédiaire	متوسط	واسطه
екватор, -и	equator	équateur	الاستواء خط	استوا
поліс, -и	pole	le pôle	القطب	قطب
вертикально донизу	vertically down	verticalement vers le bas	عمودی صورت به پایین	عمودی صورت به پایین
кидати/кинути	throw up	lancer	رمي	کردن پرت
вертикально вгору	vertically up	verticalement	يصل عموديا	عمودی صورت به بالا
застосовувати/застосувати	apply	postuler	تطبيق	کنيد اعمال

ЗВЕРНІТЬ УВАГУ!

1. **Що (н.в.) називається чим (о.в.)**

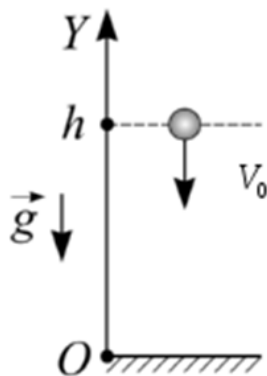
Падіння тіл у вакуумі зі стану спокою називається **вільним падінням**.

2. **Що (н.в.) напрямлено як/куди**

Вектор прискорення вільного падіння завжди напрямлений **вертикально донизу**.

Завдання 2. Слухайте та читайте текст.

Текст



Падіння тіл у безповітряному просторі (вакуумі) зі стану спокою називається **вільним падінням**. Усі тіла, незалежно від їхньої маси, падають у вакуумі з однаковим прискоренням, яке називається **прискоренням вільного падіння** і позначається символом **g**. Вектор прискорення вільного падіння $\vec{g}$ завжди напрямлений вертикально донизу.

Прискорення вільного падіння у певному місці Землі для усіх тіл однакове, а його середнє значення дорівнює **9,8 м/с²**.



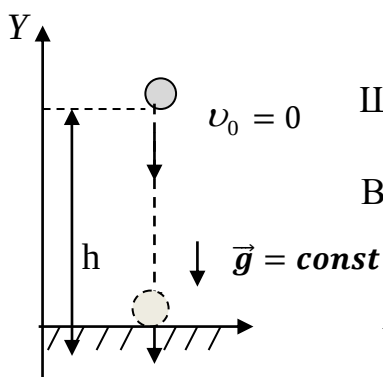
g, м/с²

9,83216 на полюсі

9,80616 на широті 45°

9,78030 на екваторі

Рівняння вільного падіння



Швидкість падіння $v = gt$; $v = \sqrt{2gh}$

Висота падіння $h = \frac{gt^2}{2}$; $h = \frac{v^2}{2g}$

Час падіння $t = \sqrt{\frac{2h}{g}}$

v_0 – початкова швидкість ($v_0 = 0$);

h – висота падіння;

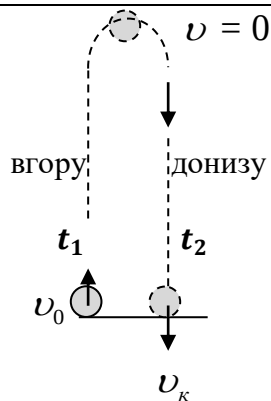
v_k – кінцева швидкість;

t – час падіння.

Рух тіла, кинутого вертикально вгору

Рух тіла вгору – підйом .	Рух тіла донизу – падіння .
Під час підйому швидкість тіла	Під час падіння швидкість тіла

зменшується. Рух тіла вгору – рівносповільнений.	збільшується. Рух тіла донизу – рівноприскорений.
---	--



Рівняння руху

Швидкість підйому: $v = v_0 - gt$

Висота підйому: $h = v_0 t - \frac{gt^2}{2}$

$t_1 = t_2$ - час підйому t_1 дорівнює часу падіння t_2 .

$v_0 = v_k$ - початкова швидкість v_0 дорівнює кінцевій швидкості v_k .

Приклади розв'язування задач

Задача 1. Тіло вільно падає з висоти 500м. Визначте час його падіння та швидкість у момент падіння.

Дано:

$$h = 500 \text{ м}$$

$$g = 9,8 \text{ м/с}^2$$

$$v_k - ? \quad t - ?$$

Розв'язання

(У задачах можна використовувати значення $g = 10 \text{ м/с}^2$)

Застосуємо формули часу та швидкості падіння:

$$t = \sqrt{\frac{2h}{g}} \quad \text{й} \quad v = gt \quad t = \sqrt{\frac{2 \cdot 500}{10}} = \sqrt{\frac{1000}{10}} = \sqrt{100} = 10 \text{ с};$$

$$v = 10 \cdot 10 = 100 \text{ м/с}$$

Відповідь: з висоти 500 м тіло падає 10 с та в момент падіння досягає швидкості 100 м/с.

Задача 2. Стрілу випустили з луку вертикально вгору зі швидкістю 10 м/с. Визначте час та максимальну висоту підйому стріли (прискорення вільного падіння вважати рівним 10 м/с^2).



лук та стріли	bow and arrows	arc et flèche	والسهم القوس	پیکان و کمان
максимальний, -a, -e, -i	maximum	maximum	أقصى	حداکثر

Дано:

$$v_0 = 10 \text{ м/с}$$

$$g = 10 \text{ м/с}$$

$$t - ? \quad h - ?$$

Розв'язання:

Під час руху тіла (стріли) вгору швидкість зменшується і на максимальній висоті дорівнюватиме нулю ($v = 0$).

З формули швидкості підйому $v = v_0 - gt$ визначимо час t :

$$0 = 10 - 10 t, \quad t = 1 \text{ (с)}$$

Висоту підйому обчислимо за формулою:

$$h = v_0 t - \frac{gt^2}{2}, \quad h = 10 \cdot 1 - \frac{10 \cdot 1^2}{2} = 5 \text{ (м)}$$

Відповідь: стріла, яку випустили з луку з початковою швидкістю 10 м/с, досягне максимальної висоти 5 м через 1 с.

Завдання. Виконайте вправи.



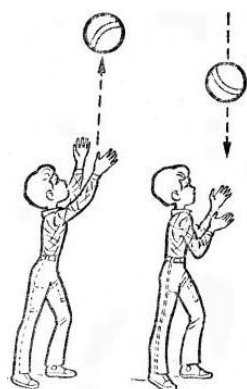
Вправа 1. Відповідайте на запитання. Відповіді запишіть у зошит.

1. Що називається вільним падінням?
2. Яким видом руху є вільне падіння? Чому?
3. Чому дорівнює прискорення вільного падіння? Який напрямок має вектор прискорення вільного падіння?
4. За якими формулами можна обчислити швидкість, час та висоту падіння?
5. Яким видом руху є рух тіла, кинутого вертикально вгору? Чому?
6. За якими формулами можна обчислити швидкість і висоту підйому тіла, кинутого вертикально вгору?

Вправа 2. Розв'яжіть задачі (прискорення вільного падіння вважайте рівним 10 м/с²).

Задача 1. Тіло падає 5 с без початкової швидкості. Визначте висоту падіння та кінцеву швидкість тіла.

Задача 2. Тіло вільно падає з висоти 180 м. Визначте час його падіння.



Задача 3. М'яч кинули вертикально вгору зі швидкістю 20 м/с. На яку висоту підніметься м'яч? Коли (через який час) м'яч впаде на землю?

Задача 4. На якій висоті швидкість тіла, кинутого вертикально вгору, зменшиться втричі (у 3 рази)?

Задача 5. Тіло кинули вертикально вгору. У скільки разів потрібно збільшити початкову швидкість, щоб максимальна висота підйому збільшилася втричі?

Задача 6. Тіло вільно падає з висоти 500 м. Який шлях пройде тіло за останню секунду? За який час тіло пройде останні 100 м шляху?

Заняття 10. Обертальний рух

Завдання 1. Слухайте, повторюйте та читайте слова та словосполучення.

коло, -а	circle	circonférence	دائرة	دور
криволінійний рух	curvilinear motion	mouvement curviligne	منحنية حركة	خمیده حرکت
лінійна швидкість	linear speed	vitesse linéaire	الخطية السرعة	خطی سرعت
повний оберт	full turn	tour complet	الكامل بدوره	کامل نوبت
період, -и	period	la période	الفترة	دوره
частота обертання	circulation frequency	fréquence de circulation	الدموية الدورة تردد	گردش فرکانس
дотична, -і	tangent	tangente	المماس	مماس
кут повороту	angle of rotation	angle de rotation	الدوران زاوية	چرخش زاویه
радіан, -и	radian	radian	قطرية نصف زاوية	رادیان
радіус-вектор	radius vector	vecteur de rayon	قطرها نصف ناقلات	شعاع وکتور
здійснювати/здійснити	make	faire	ارتكب	کردن درست
кутове переміщення	angular movement	mouvement angulaire	الزاوي حركة	ای زاویه حرکت
кутова швидкість	angular velocity	vitesse angulaire	الزاوية السرعة	ای زاویه سرعت
доцентрове (нормальне) прискорення	centripetal acceleration	accélération centripète	الجاذبية تسارع	مرکز از گریز شتاب
аналізувати/проаналізувати	to analyze	analyser	لتحليل	تحليل و تجزيه
відбуватися/відбутися	take place	arriver	يحدث أن	افتد می اتفاق
виникати/виникнути	to arise	se poser	تنشأ أن	برخاستن
вздовж (чого?)	along	le long	طول على	همراه
співвідношення	ratio	le rapport	النسبة	نسبت
напрямок, -ки,	direction	direction	اتجاه	جهت
характеризувати/охарактеризувати	to characterize	caractériser	لتوصيف	برای توصيف

ЗВЕРНІТЬ УВАГУ!

1. **Що (н.в.)** напрямлено **як/куди**

Вектор прискорення напрямлений **вздовж радіуса до центра кола**.

2. **Що (н.в.)** виникає внаслідок **чого (р.в.)**

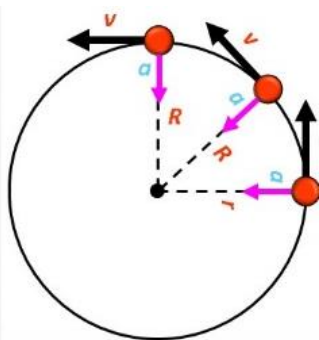
Нормальне **прискорення** виникає внаслідок **зміни напрямку швидкості**.

3. **Що (н.в.)** здійснює **що (з.в.)**

Радіус-вектор точки за будь-які рівні проміжки часу здійснює **рівні кутові переміщення**.

Завдання 2. Слухайте та читайте текст.

Текст

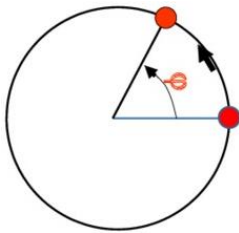


Рівномірний рух по колу – це рух з постійною швидкістю криволінійною траєкторією (колом).

Рівномірний рух по колу – це періодичний рух, адже (тому що) він повторюється через однакові проміжки часу.

Характеристики обертального руху

Період T – час одного повного оберту точки. $[T] = \text{с}$. Одиниця вимірювання періоду – секунда.	$T = \frac{t}{N}$ t – час руху N – число обертів за час t
Частота ν (ню) – число повних обертів точки за одиницю часу. $[\nu] = \frac{1}{\text{с}} = \text{с}^{-1}$. Одиниця вимірювання – секунда у мінус першому степені.	$\nu = \frac{1}{T}$ $\nu = \frac{N}{t}$
Лінійна швидкість v – швидкість руху точки по колу. Під час рівномірного руху по колу модуль лінійної швидкості не змінюється. $v = \text{const}$. Вектор лінійної швидкості в кожній точці кола напрямлений по дотичній до кола у цій точці.	$v = \frac{l}{T} \quad (l = 2\pi R)$ $v = \frac{2\pi R}{T}$ $v = 2\pi R \nu$ T – період ν – частота R – радіус кола

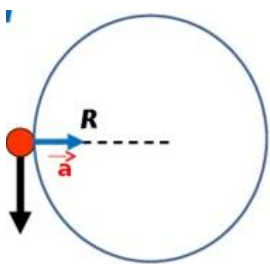


Під час обертального руху радіус-вектор точки за будь-які рівні проміжки часу здійснює рівні кутові переміщення.

Кутова швидкість (циклічна частота) ω – число обертів за одиницю часу. $[\omega] = \text{рад/с}$. Одиниця вимірювання в СІ – радіан за секунду.	$\omega = \frac{2\pi}{T}$ $\omega = 2\pi \nu$
---	---

Проаналізуємо формули $\omega = \frac{2\pi}{T}$, $v = \frac{2\pi R}{T}$ і запишемо співвідношення між лінійною та кутовою швидкостями: $v = \omega R$.

Обертальний рух характеризує **доцентрове (нормальне) прискорення**



$a_{\text{доц}}(a_n)$, яке виникає внаслідок зміни напрямку швидкості.

Вектор доцентрового (нормального) прискорення напрямлений вздовж радіуса до центра кола.

$a_n = \frac{v^2}{R}$, $a_n = \omega^2 R$ – формули нормального прискорення.

ЗАПАМ'ЯТАЙТЕ!

Період обертання	$T = \frac{t}{N}$
Частота обертання	$\nu = \frac{1}{T}; \quad \nu = \frac{N}{t}$
Лінійна швидкість	$v = \frac{2\pi R}{T}; \quad v = 2\pi R \nu$
Кутова швидкість	$\omega = \frac{2\pi}{T}; \quad \omega = 2\pi \nu$
Співвідношення між лінійною та кутовою швидкостями	$v = \omega R$
Доцентрове (нормальне) прискорення	$a_n = \frac{v^2}{R}; \quad a_n = \omega^2 R$

Приклади обертального руху:



Приклади розв'язування задач

Задача 1. Період обертання точки 4 с. Визначте частоту обертання та кутову швидкість. Поясніть відповідь.

Дано:

$$T = 4 \text{ с}$$

$\omega - ? \quad \nu - ?$

Розв'язання:

$T = 4 \text{ с}$ – один повний оберт точка здійснює за 4с.

Обчислимо частоту ν : $\nu = \frac{1}{T}; \quad \nu = \frac{1}{4} = 0,25 \text{ (с}^{-1}\text{)},$

Кутову швидкість ω знайдемо за формулою $\omega = \frac{2\pi}{T}$:

$$\omega = \frac{2\pi}{4} = \frac{\pi}{2} \text{ рад/с.}$$

Відповідь: за 1 с точка здійснює $\frac{1}{4}$ частину повного оберту;

за 1 с точка здійснює поворот по колу на $\frac{\pi}{2}$ радіан (тобто на 90°).

Задача 2. Циліндр діаметром 20 см здійснює 300 обертів за 3 хвилини. Визначити період обертання, кутову та лінійну швидкості обертання.

Дано:	Розв'язання:
$d = 20 \text{ см}$	Виразимо одиниці вимірювання у СІ:
$N = 300$	$d = 20 \text{ см} = 0,2 \text{ м}; \quad t = 3 \text{ хв} = 180 \text{ с}; \quad R = 10 \text{ см} = 0,1 \text{ м}.$
$t = 3 \text{ хв}$	Циліндр обертається рівномірно. За формулою $T = \frac{t}{N}$
$T - ? \quad v - ? \quad \omega - ?$	обчислимо період обертання: $T = \frac{180}{300} = \mathbf{0,6 \text{ с}}.$
	Визначимо кутову швидкість ω за формулою $\omega = \frac{2\pi}{T}$:

$$\omega = \frac{2 \cdot 3,14}{0,6} = \mathbf{10,5 \text{ рад/с}}.$$

Застосуємо формулу $v = \omega R$, щоб знайти лінійну швидкість v :

$$v = 10,5 \cdot 0,1 = \mathbf{1,05 \text{ м/с}}$$

Відповідь: лінійна швидкість обертання циліндра 1,05 м/с, кутова швидкість – 10,5 рад/с, період обертання циліндра 0,6 с.



Завдання 3. Виконайте вправи.

Вправа 1. Відповідайте на запитання. Напишіть відповіді у зошит.

1. Що називається рівномірним рухом по колу?
2. Які фізичні величини характеризують рівномірний рух по колу (назва, позначення, формули, одиниці вимірювання)?
3. Який напрямок має вектор лінійної швидкості?
4. Який напрямок має вектор нормального прискорення?

Вправа 2. Розв'яжіть задачі.

Задача 1. Період рівномірного руху точки по колу радіусом 1 м дорівнює 2 с. Знайдіть лінійну та кутову швидкості, частоту обертання та нормальне прискорення.

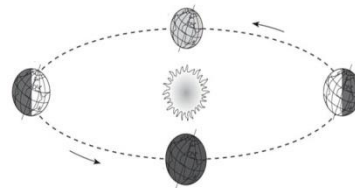


Задача 2. Колесо діаметром 20 см здійснює 300 обертів за 3 хвилини. Визначте період обертання, частоту, лінійну та кутову швидкості та його нормальне прискорення.

колесо, -а	wheel	la roue	العجلة	جرخ
------------	-------	---------	--------	-----

Задача 3. Радіус колеса велосипеда 0,4 м. Скільки обертів за 1 хвилину здійснює колесо, якщо швидкість руху велосипедиста 15,7 м/с?

Задача 4. Знайдіть лінійну та кутову швидкості обертання Землі навколо Сонця, якщо вважати, що орбіта Землі – коло радіусом $1,5 \cdot 10^8$ км.



орбіта	orbit	orbite	المدار	مدار
навколо (чого)	around	aux alentours	حول	اطراف

Задача 5. Точка рухається рівномірно по колу радіусом 0,2 м із швидкістю 5 м/с. Визначте кутову швидкість та доцентрове прискорення точки. Який шлях пройде точка за 30 с?



Задача 6. Хвилинна стрілка годинника втричі (у три рази) більша за секундну стрілку. Знайдіть співвідношення між лінійною та кутовою швидкостями кінців цих стрілок.

хвилинна стрілка	minute hand	aiguille des minutes	دقيقة يد	دقيقة دست
секундна стрілка	second hand	seconde main	الثانية اليد	دوم دست

Заняття №11. Повторення. Розв'язування задач

Завдання 1. Відповідайте на запитання. Відповіді запишіть у зошит.



1. Що азивається механічним рухом?
2. Які види механічного руху ви знаєте?
3. Охарактеризуйте розподіл механічного руху за швидкістю та за траєкторією.
4. Які фізичні величини характеризують рівномірний прямолінійний рух?
Напишіть рівняння руху.
5. Яка фізична величина характеризує нерівномірний рух? Як її знайти?
6. Яка фізична величина характеризує прямолінійний рівнозмінний рух?
Напишіть рівняння руху.
7. Поясніть фізичні поняття «рівноприскорений рух» і «рівносповільнений рух».

8. Які фізичні величини характеризують вільне падіння? Напишіть рівняння руху.
9. Охарактеризуйте рух тіла, кинутого вертикально вгору. Напишіть формули для визначення фізичних величин.
10. Які фізичні величини характеризують рівномірний криволінійний рух? Дайте визначення. За якими формулами визначаються фізичні величини. Які одиниці вимірювання?

Завдання 2. Оберіть правильні відповіді на запитання:

1. Залежність координати від часу при рівносповільненому русі виражається формулою:

а) $x = x_0 + v_x t$

в) $x = x_0 + v_{0x} t - \frac{at^2}{2}$

б) $x = x_0 + v_{0x} t + \frac{at^2}{2}$

г) $h = v_0 t - \frac{gt^2}{2}$

2. Рівняння швидкості руху тілі $v = 2 + 3t$. Яке з рівнянь описує залежність шляху від часу для даного тіла:

а) $S = 2t + 3t^2$;

в) $S = 1,5t^2$;

б) $S = 2t + 1,5t^2$;

г) $S = 1,5t + 2t^2$.

3. Прискорення при рівноприскореному русі виражається формулою:

а) $\vec{a} = \frac{\vec{v} - \vec{v}_0}{t}$;

в) $\vec{a} = \omega^2 R$;

б) $a_n = \frac{v^2}{R}$;

г) $\vec{a} = \frac{\vec{v}_0}{t}$.

4. Лінійна швидкість виражається формулою:

а) $v = \frac{2\pi R}{T}$;

в) $\omega = 2\pi v$;

б) $Vv = v_0 - gt$;

г) $v = \sqrt{2gh}$.

5. Тіло кинули вертикально вгору з початковою швидкістю 20 м/с. Чому дорівнює модуль швидкості тіла через 0,5 с після початку руху?

а) 10 м/с

б) 17,5 м/с

в) 20 м/с

г) 15 м/с.

6. Точка рухається з постійною за модулем швидкістю v колом радіуса R . Як зміниться доцентрове прискорення точки, якщо її лінійну швидкість збільшити в два рази, а радіус кола зменшити в два рази?

- а) зменшиться в два рази; в) збільшиться у вісім разів;
 б) збільшиться в 2 рази; г) не зміниться.

7. Під час збільшення висоти тіла над землею прискорення вільного падіння:

- а) зменшиться; в) не зміниться;
 б) збільшиться; г) залежить від маси тіла.

8. Як зміниться лінійна швидкість тіла під час рівномірного руху колом, якщо його кутову швидкість обертання збільшити в 2 рази?

- а) збільшиться у 4 рази; в) зменшиться в 2 рази;
 б) не зміниться; г) збільшиться в 2 рази.

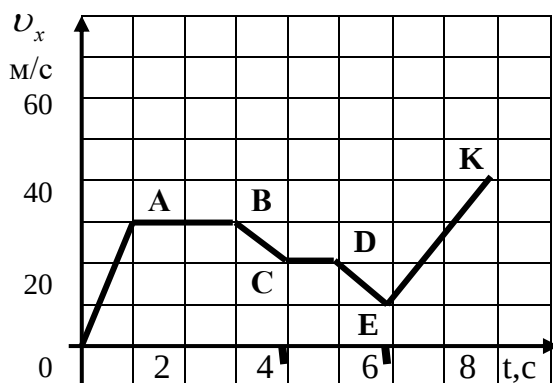
Завдання 3. Виконайте тестові завдання.

Тест 1.

1. Одиниця вимірювання довжини у СІ:

- а) км б) мм в) м/с г) м д) м³ е) см.

2. Які з ділянок графіку залежності проєкції швидкості від часу $v_x(t)$ відповідають рівноприскореному руху?



- а) OA і CD; г) BC і DE;
 б) AB і CD; д) OA і EK;
 в) DE і EK; е) CD і DE.

3. Матеріальна точка рухається колом радіусом 5 м. Якими будуть шлях S та модуль переміщення Δr , якщо точка здійснить один повний оберт?

- а) $S = 0$ $\Delta r = 0$ в) $S = 31,4$ м $\Delta r = 5$ м
 б) $S = 0$ $\Delta r = 5$ м г) $S = 31,4$ м $\Delta r = 0$.

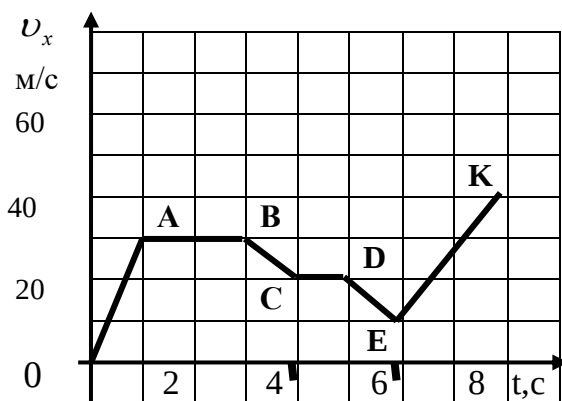
4. Прискорення характеризує швидкість зміни:

- а) координати; в) часу;
 б) швидкості; г) маси.

5. Матеріальна точка рухається рівномірно прямолінійно, якщо
- швидкість не змінюється за модулем і напрямком;
 - траєкторія руху – пряма лінія;
 - прискорення постійне;
 - швидкість зменшується.
6. Велосипедист за 10 хвилин проїхав 3 км. З якою швидкістю рухався велосипедист?
- 30 м/с;
 - 3 м/с;
 - 5 м/с;
 - 50 м/с.
7. Яка частота обертання диску, якщо за 6с диск здійснює 10 повних обертів?
- 0,6 с⁻¹;
 - ~1,7 с⁻¹;
 - 16 с⁻¹;
 - 60 с⁻¹.
8. З балкону на висоті 25 м над землею кинули вгору м'яч зі швидкістю 20м/с. На яку максимальну висоту над землею підніметься м'яч? Через який час м'яч підніметься на максимальну висоту? Через який час від початку руху м'яч впаде на землю?
- $h_{\max} = 90$ м, $t_h = 2$ с, $t = 4$ с;
 - $h_{\max} = 45$ м, $t_h = 3$ с, $t = 4$ с.
 - $h_{\max} = 45$ м, $t_h = 2$ с, $t = 3$ с;

Тест 2.

- Одиниця вимірювання маси у СІ:
 - т;
 - г;
 - кг;
 - см;
 - мг;
 - л.
- Матеріальна точка рухається колом радіусом 5м. Якими будуть шлях S та модуль переміщення Δr , якщо точка здійснює один повний оберт?
 - $S = 31,4$ м $\Delta r = 5$;
 - $S = 31,4$ м $\Delta r = 0$;
 - $S = 0$ $\Delta r = 5$ м;
 - $S = 0$ $\Delta r = 0$.
- Які з ділянок графіку залежності проєкції швидкості від часу $v_x(t)$ відповідають рівносповільненому руху?



а) OA і CD

б) AB і CD

в) DE і EK

г) BC і DE

д) OA і EK

е) CD і DE.

4. Переміщення – це

- а) довжина траєкторії;
- б) відстань між початковою та кінцевою точками траєкторії;
- в) вектор, який з'єднує початкову та кінцеву точки траєкторії;
- г) відстань, яку проходить тіло вздовж траєкторії.

5. Який рух є прямолінійним рівномірним?

- а) рух автобуса перед зупинкою;
- в) рух ескалатора метро;
- б) рух хвилинної стрілки;
- г) рух Землі навколо Сонця.

6. З яким прискоренням рухається тіло, якщо за 2 с швидкість його руху змінилася від 3 м/с до 6 м/с?

- а) 1,5 м/с²;
- б) 3 м/с²
- в) 4,5 м/с²;
- г) 6 м/с².

7. З якою кутовою швидкістю тіло рухається колом радіусом 5 м, якщо за 2 с воно долає відстань 4 м?

- а) 0,4 с⁻¹;
- б) 2 с⁻¹;
- в) 2,5 с⁻¹;
- г) 10 с⁻¹.

8. Тіло рухається колом радіусом 4 м. Його траєкторія – половина кола. Четверту частину траєкторії воно рухалось із швидкістю 2 м/с, а шлях, який залишився – зі швидкістю 8 м/с. Визначте середню швидкість руху.

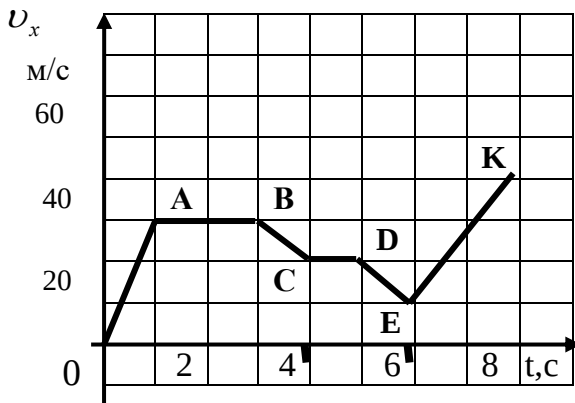
- а) $\frac{16}{5}$ м/с;
- б) $\frac{32}{7}$ м/с;
- в) 4,57 м/с;
- г) 6,4 м/с.

Тест 3.

1. Одиниця вимірювання об'єму у СІ:

- а) л;
- в) м²;
- д) мл;
- б) м³;
- г) мг;
- е) кг.

2. Які з ділянок графіку залежності проєкції швидкості $v_x(t)$ відповідають рівномірному руху?



- а) OA і CD
 б) AB і CD
 в) DE і EK

- г) BC і DE
 д) OA і EK
 е) CD і DE.

3. Матеріальна точка рухається колом радіусом 5 м. Якими будуть шлях S та модуль переміщення Δr , якщо точка здійснює один повний оберт?

- а) $S = 0$ $\Delta r = 0$; в) $S = 31,4$ м $\Delta r = 0$;
 б) $S = 0$ $\Delta r = 5$ м; г) $S = 31,4$ м $\Delta r = 5$ м.
4. Матеріальною точкою називається
- а) будь-яке нерухоме тіло;
 б) мікрооб'єкт;
 в) тіло, розміри та форму якого можна не враховувати;
 г) тіло, яке має маленькі розміри.

5. Шлях дорівнює модулю переміщення, якщо тіло:

- а) рухається нерівномірно;
 б) не рухається;
 в) рухається криволінійно
 г) рухається прямолінійно в одному напрямку.
6. Який шлях пройде потяг за 2,5 хвилини, якщо його швидкість 20 м/с?
- а) 18 км; б) 3 км; в) 28,8 км; г) 48 км.
7. Під час вільного падіння в момент удару тіло мало швидкість 40 м/с. Визначте час падіння ($g = 10$ м/с²).
- а) 10 с; б) 0,4 с; в) 4 с; г) $\frac{1}{4}$ с.
8. Довжина хвилинної стрілки годинника в два рази більша за довжину секундної стрілки. Визначте співвідношення між лінійними швидкостями секундної та хвилинної стрілок.
- а) $\frac{v_c}{v_{хв}} = 60$; б) $\frac{v_c}{v_{хв}} = 90$; в) $\frac{v_c}{v_{хв}} = 30$.

Заняття 12. Контрольна робота №1

РОЗДІЛ II

Динаміка I

Заняття 1. Сила. Інерція. Перший закон Ньютона

Завдання 1. Слухайте, повторюйте та читайте слова та словосполучення.

динаміка	dynamics	la dynamique	دينامية	پویایی شناسی
взаємодія, і	interaction	l'interaction	التفاعل	اثر متقابل
причина, -и	cause	la raison	السبب	علت
сила, -и	force	force	القوة	قدرت
характеризувати /охарактеризувати (що?)	to characterize	caractériser	لتمييز	مشخص کردن
механічна дія	mechanical action	action mécanique	الميكانيكي العمل	عمل مکانیکی
точка прикладання	application point	point d'application	التطبيق نقطة	نقطه کاربرد
інерція, її	inertia	inertie	العطالة	اینرسی
інерціальний, -а, -е, -і	inertial	inertiel	الذاتي بالقصور	اینرسی
компенсуватися	to compensate	pour compenser	للتعويض	جبران کردن
система відліку	reference system	système de référence	المرجعي النظام	چارچوب مرجع
зберігати/зберегти (що?)	conserve	conserver	احتفظ	نگاه داشتن
існувати	exist	exister	يوجد	وجود داشته باشد
підпорядковуватися	to obey the law	obéir à la loi	لطاعة القانون	اطاعت از قانون
деформація, -ії	deformation	déformation	تشوه	شکل تغییر

Завдання 2. Слухайте і читайте текст.

Текст

Динаміка – це частина механіки. Динаміка вивчає рух тіл і причини, які викликають цей рух.

Основна задача динаміки – вивчити можливі взаємодії тіл, з'ясувати закони, яким підпорядковується рух і взаємодія тіл, і, на основі цих законів, уміти визначити положення тіла у будь-який момент часу (знайти положення тіла в даний момент).

Інерція – це властивість тіл зберігати стан спокою або рівномірного прямолінійного руху, коли на нього не діють інші тіла або дія інших тіл компенсується.

В основі динаміки лежать закони Ньютона.

I закон Ньютона (закон інерції):

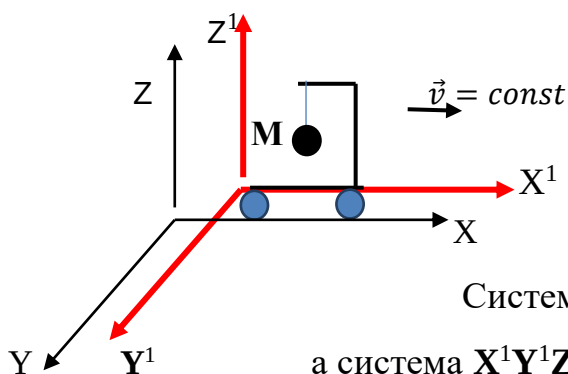
- Існують системи відліку, відносно яких тіло зберігає стан спокою або прямолінійного рівномірного руху, якщо на нього не діють інші тіла або якщо їхні дії скомпенсовані.

I закон Ньютона не тільки формулює умову руху тіла за інерцією, але й доводить існування систем відліку, відносно яких спостерігається цей рух.

Такі системи відліку називаються **інерціальними системами відліку**.

Інерціальна система відліку – це система відліку, яка перебуває у стані спокою або рухається прямолінійно рівномірно.

У цій системі виконується I закон Ньютона (закон інерції).



На рисунку системи XYZ і $X^1Y^1Z^1$ є інерціальними системами відліку.

Система XYZ перебуває у стані спокою,

а система $X^1Y^1Z^1$ рухається з постійною швидкістю $\vec{v}$.

Стан тіла M відносно будь-якої з цих систем відліку пояснюється законом інерції.



Вправа 1. Відповідайте на запитання. Відповіді запишіть у зошит.

1. Що вивчає динаміка?
2. Що таке інерція?
3. Як формулюється перший закон Ньютона?
4. Що таке інерціальна система відліку?

Текст 2

Дію тіл або частинок одне на одне називають **взаємодією**. Усі процеси та явища в природі відбуваються в результаті взаємодій.

Причиною руху будь-якого тіла є сила.

Сила ($\vec{F}$) – це фізична величина, яка характеризує взаємодію тіл.

Сила – це векторна величина. Вона характеризується числом, напрямком і точкою прикладання. Сила надає тілу прискорення або деформує його.

Одиниця вимірювання сили в СІ – **ньютон (Н)**. 1Н дорівнює силі, яка, діючи на тіло масою 1 кг, надає йому прискорення 1 м/с².

Якщо на тіло діють декілька сил одночасно, то результат їхньої дії можна замінити дією однієї сили – **рівнодійної сили**. Позначення: $\vec{F}_R$.

Рівнодійну декількох сил, прикладених до даного тіла, визначають за правилами додавання векторів.

1) Сили $\vec{F}_1$ і $\vec{F}_2$ діють в одному напрямку. (Вектори сил паралельні).

$$\xrightarrow{\vec{F}_1} \quad \xrightarrow{\vec{F}_2} \quad \vec{F}_R = \vec{F}_1 + \vec{F}_2$$

2) Сили $\vec{F}_1$ і $\vec{F}_2$ діють у протилежному напрямку. (Вектори сил паралельні).

$$\xleftarrow{\vec{F}_1} \quad \xrightarrow{\vec{F}_2} \quad \vec{F}_R = \vec{F}_1 - \vec{F}_2$$

3) Сили $\vec{F}_1$ і $\vec{F}_2$ діють під кутом 90° . (Вектори сил перпендикулярні).

$$\begin{array}{c} \uparrow \\ \vec{F}_1 \end{array} \quad \xrightarrow{\vec{F}_2} \quad \vec{F}_R = \sqrt{F_1^2 + F_2^2}$$



Вправа 2. Відповідайте на запитання. Відповіді напишіть у зошит.

1. Що таке сила? Як вона позначається? Які одиниці вимірювання?
2. Чим характеризується сила?
3. Які результати дії сили?

Заняття 2. Інертність. Маса. Другий закон Ньютона

Завдання 1. Слухайте, повторюйте та читайте слова та словосполучення.

взаємодія	interaction	l'interaction	التفاعل	تعامل
деформуватися	deform	déformer	تشوه	شكل تغيير
інертність	inertness	l'inertie	همود	تحركى بى
по-різному	differently	de différentes manières	مختلفة بطرق	مختلف هاى روش به
прямо пропорційно (чому)	in direct ratio	en proportion directe	مباشرة نسبة في	مستقيم نسبت به
обернено пропорційно (чому)	inversely	inversement	عكسيا	برعكس

Завдання 2. Слухайте і читайте текст.

Текст

Під час взаємодії тіла змінюють свою швидкість або деформуються.

Властивість тіл по-різному змінювати швидкість під час взаємодії називається **інертністю**.

Якщо на два різних тіла діяти з однаковою силою, то для зміни швидкості руху більш інертного тіла потрібно більше часу, ніж для такої самої зміни швидкості руху тіла, яке має меншу інертність. Це означає, що в результаті дії даної сили більш інертне тіло набуває меншого прискорення, ніж менш інертне.

Скалярна величина, яка характеризує інертність тіла – це маса тіла.

Маса тіла (m) – це скалярна величина, яка є мірою інертності тіла.

Одиниця маси у системі СІ – **кілограм (кг)**, $[m] = \text{кг}$.

Інші одиниці маси : **грам (1 кг = 10³ г, 1 г = 10⁻³ кг), тона (1 т = 10³ кг).**

Внаслідок дії на тіло деякої сили воно набуває прискорення, значення якого залежить від маси цього тіла.

Другий закон Ньютона

Прискорення, якого набуває тіло внаслідок дії сили, прямо пропорційне цій силі та обернено пропорційне масі тіла.

Напрямок вектора сили та напрямку вектора прискорення співпадають.

$$\vec{a} = \frac{\vec{F}}{m} \text{ – другий закон Ньютона.}$$

Одиниця вимірювання сили – **1Н (Ньютон)**: $[F] = \frac{\text{кг} \cdot \text{м}}{\text{с}^2} = \text{Н}$.

За другим законом Ньютона можна визначити положення тіла у будь-який момент часу – розв'язати основну задачу механіки.

Основне рівняння руху: $\vec{F} = m\vec{a}$

Вправа 1. Відповідайте на запитання. Відповіді напишіть у зошит.



1. Від чого залежить прискорення тіла?
2. Що таке інертність?
3. Дайте визначення маси тіла. Яка одиниця маси у системі СІ?
4. Як формулюється другий закон Ньютона? Напишіть формулу.

Вправа 2. Розв'яжіть задачі.

1. На тіло масою 5 кг діють дві сили: 9 Н і 12 Н. Визначте прискорення цього тіла, якщо:
 - а) сили діють в одному напрямку;
 - б) сили діють у протилежних напрямках;

в) сили діють під кутом 90° .

2. Велосипедист, маса якого разом з велосипедом дорівнює 80кг, під час гальмування рухається з прискоренням $0,5\text{м/с}^2$. Яка сила гальмування?

3. Під дією сталої сили $1,2 \cdot 10^{-2}\text{Н}$ матеріальна точка пройшла шлях 30м за перші 10 секунд. Визначте масу точки.

Заняття 3. Третій закон Ньютона.

Імпульс. Закон збереження імпульсу. Реактивний рух

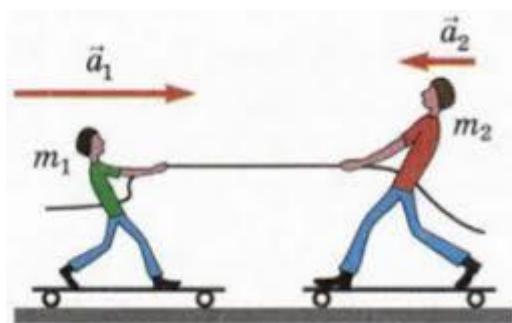
Завдання 1. Слухайте, повторюйте та читайте слова та словосполучення.

зовнішні сили	external forces	forces extérieures	قوى خارجية	نیروهای خارجی
внутрішні сили	internal forces	forces internes	القوى الداخلية	نیروهای داخلی
імпульс, -и	pulse	élan	الزخم	حرکت
ізолюваний, -а, -е, -і	isolated	isolé	معزولة	جدا شده
використовувати (що)	use	utiliser	للاستخدام	استفاده کنید
реактивний рух	jet propulsion	propulsion par jet	الدفع النفاث	پیشرانہ جت
продукт згоряння	combustion product	produit de combustion	منتج الاحتراق	محصول احتراق
ракета, -и	rocket	fusée	صاروخ	موشک
паливо, -а	fuel	carburant	وقود	سوخت
викидати/викинути	throw away	jeter	ارمي بعيدا	دور انداخت
виникати/виникнути	to arise	se lever	لتنشأ	آمد وجود به

Завдання 2. Слухайте і читайте текст.

Текст

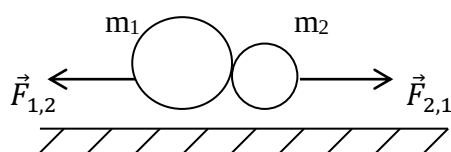
ТРЕТІЙ ЗАКОН НЬЮТОНА



Під час будь-якої взаємодії двох тіл співвідношення між їхніми масами (m_1 і m_2) та прискореннями (a_1 та a_2) виражається формулою:

$$\frac{a_1}{a_2} = \frac{m_2}{m_1}, \text{ звідки } a_1 \cdot m_1 = a_2 \cdot m_2.$$

У векторній формі: $\vec{a}_1 m_1 = -\vec{a}_2 m_2$. (Під час взаємодії двох тіл вектори прискорень цих тіл завжди напрямлені протилежно).



За другим законом Ньютона

на перше тіло діє сила $\vec{F}_1 = m_1 \vec{a}_1$,

на друге тіло діє сила $\vec{F}_2 = m_2 \vec{a}_2$.

Отримаємо рівність: $\vec{F}_1 = -\vec{F}_2$ – це **третій закон Ньютона**.

Взаємодію тіл описує третій закон Ньютона:

сили, з якими тіла діють одне на одне, напрямлені вздовж однієї прямої, рівні за модулем і протилежні за напрямком: $\vec{F}_{1,2} = -\vec{F}_{2,1}$.



Вправа 1. Відповідайте на запитання. Відповіді напишіть у зошит.

1. Сформулюйте третій закон Ньютона.
2. Яким є математичний запис третього закону Ньютона?

Вправа 2. Розв'яжіть задачі.

1. Два тіла однакової маси рухаються з прискореннями $0,08 \text{ м/с}^2$ і $0,64 \text{ м/с}^2$. Чому дорівнює сила, яка діє на друге тіло, якщо на перше діє сила 12 Н ?
2. На два тіла діють однакові сили. Перше тіло масою 50 г рухається з прискоренням 1 м/с^2 , а друге тіло рухається з прискоренням 1 см/с^2 . Чому дорівнює маса другого тіла?

ІМПУЛЬС. ЗАКОН ЗБЕРЕЖЕННЯ ІМПУЛЬСУ

Другий закон Ньютона можна записати у вигляді:

$$\vec{F} = m\vec{a} = m \frac{\Delta \vec{v}}{\Delta t} \quad \text{або} \quad \vec{F}\Delta t = m\Delta \vec{v}$$

Вираз $\vec{F}\Delta t$ називається імпульсом сили. **Імпульс сили** – це добуток сили на час. Ця величина одночасно визначає і силу, і тривалість дії, необхідної для того, щоб змінити швидкість руху тіла масою m від $\vec{v}_0$ до $\vec{v}$.

Одиниця імпульсу сили в СІ – ньютон-секунда ($\text{Н} \cdot \text{с}$).

Імпульс тіла $\vec{p}$ – це добуток маси тіла на його швидкість. Імпульс тіла – векторна величина:

$$\vec{p} = m\vec{v} \quad [p] = \frac{\text{кг} \cdot \text{м}}{\text{с}}.$$

Другий закон Ньютона в імпульсному вигляді: **зміна імпульсу тіла дорівнює імпульсу сили, яка діє на це тіло:** $p - \vec{p}_0 = \vec{F}t$.

Декілька тіл (два, три,...), які взаємодіють між собою, утворюють механічну систему. **Механічна система** називається **ізолюваною (замкненою)**, якщо вона не взаємодіє з зовнішніми тілами, або якщо можна не

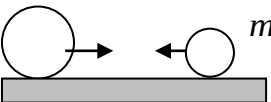
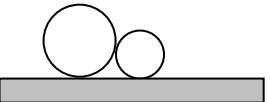
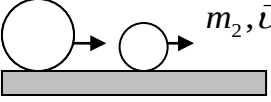
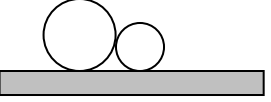
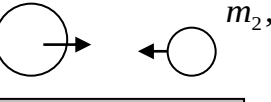
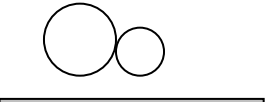
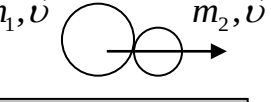
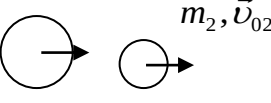
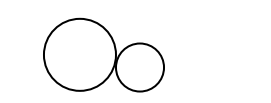
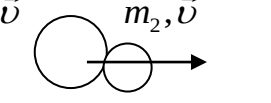
враховувати дію зовнішніх сил. Сили взаємодії між тілами системи називаються внутрішніми силами.

Розглянемо, як змінюються імпульси двох тіл під час взаємодії в ізольованій системі. За третім законом Ньютона сили, які діють на тіла під час взаємодії, рівні за модулем і протилежні за напрямком.

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

$$\vec{F}_{12}t = m_1\vec{v}_1 - m_1\vec{v}_{01}, \quad -\vec{F}_{21}t = m_2\vec{v}_2 - m_2\vec{v}_{02}.$$

Отримаємо $m_1\vec{v}_{01} + m_2\vec{v}_{02} = m_1\vec{v}_1 + m_2\vec{v}_2$ або $\vec{p}_{01} + \vec{p}_{02} = \vec{p}_1 + \vec{p}_2$.

ПРУЖНИЙ УДАР			
$m_1, \vec{v}_{01}$ 	$m_2, \vec{v}_{02}$		$m_1, \vec{v}_1$ 
До взаємодії		Взаємодія	Після взаємодії
$m_1v_{01} - m_2v_{02} = -m_1v_1 + m_2v_2$			
$m_1, \vec{v}_{01}$ 	$m_2, \vec{v}_{02}$		$m_1, \vec{v}_1$ 
До взаємодії		Взаємодія	Після взаємодії
$m_1v_{01} + m_2v_{02} = -m_1v_1 + m_2v_2$			
НЕПРУЖНИЙ УДАР			
$m_1, \vec{v}_{01}$ 	$m_2, \vec{v}_{02}$		$m_1, \vec{v}$ 
До взаємодії		Взаємодія	Після взаємодії
$m_1v_{01} - m_2v_{02} = (m_1 + m_2)v$			
$m_1, \vec{v}_{01}$ 	$m_2, \vec{v}_{02}$		$m_1, \vec{v}$ 
До взаємодії		Взаємодія	Після взаємодії
$m_1v_{01} + m_2v_{02} = (m_1 + m_2)v$			

Закон збереження імпульсу: в ізольованій системі векторна сума імпульсів тіл до взаємодії дорівнює векторній сумі імпульсів тіл після взаємодії. (Векторна сума імпульсів тіл замкненої системи є сталою величиною):

$$\sum_{i=1}^n m_i \vec{v}_i = \text{const} \quad \text{або} \quad \sum_{i=1}^n \vec{p}_i = \text{const}$$

Закон збереження імпульсу виконується тільки в замкненій системі.

Приклади розв'язування задач

Задача 1. Тіло масою 5кг летіло зі швидкістю 100м/с і поділилося на дві частини. Одна частина масою 2кг після поділу продовжила рухатися зі швидкістю 300м/с за напрямком руху. Визначити швидкість і напрямок руху другої частини тіла.

Дано:

Розв'язання

$$m = 5 \text{ кг}$$

$$v = 100 \text{ м/с}$$

$$m_1 = 2 \text{ кг}$$

$$v_1 = 300 \text{ м/с}$$

$$v_2 = ?$$

Тіло, яке рухається, розглядаємо як замкнену систему.

$$m \rightarrow \vec{v}$$

Імпульс системи $p = mv$. (Оберемо додатний

напрямок вісі ОХ, який співпадає з

$$\xrightarrow{\text{Х}} \text{напрямок руху тіла}).$$

Після поділу тіла на дві частини імпульс

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

системи дорівнює сумі імпульсів його частин

$$mv = m_1 v_1 + m_2 v_2,$$

$$v_2 = \frac{mv - m_1 v_1}{m_2}$$

$$v_2 = \frac{5 \cdot 100 - 2 \cdot 300}{(5 - 2)} = -33,3 \text{ м/с}.$$

Відповідь: швидкість руху другої частини -33,3м/с. Знак « - » показує, що після поділу друга частина стала рухатися протилежно напрямку руху тіла.



$$\vec{v}_0$$

$$\vec{v}_2$$

РЕАКТИВНИЙ РУХ

В основі реактивного руху лежить закон збереження імпульсу: якщо від тіла відокремлюється його частина, то саме тіло починає рухатися протилежно напрямку руху відокремленої частини.

Під час згоряння палива газів, які нагріваються до високої температури, викидаються з сопла ракети зі швидкістю $\vec{v}_e$. Ракета та викинуті її двигуном газів взаємодіють між собою.

Реактивним називають рух тіла (наприклад, ракети), що виникає внаслідок відкидання тілом частини власної маси (викидання палива).

РАКЕТА

$$M_p v_p = m_e v_e$$

$$v_p = \frac{m_e}{M_p} v_e$$

M_p – маса ракети;

v_p – швидкість руху ракети

m_e – маса викинутих газів;

v_e – швидкість витікання газу.

Завдання 3. Виконайте вправи.



Вправа 1. Відповідайте на запитання. Відповіді напишіть у зошит.

1. Що таке механічна система? Яку систему називають ізольованою?
2. Що таке імпульс тіла? (Позначення, формула, одиниці вимірювання).
3. Як формулюється закон збереження імпульсу? Напишіть формулу.
4. Який рух називається реактивним?

Вправа 2. Розв'яжіть задачі.

1. Вагон масою 20 т рухається зі швидкістю 0,3 м/с та наздоганяє вагон масою 30 т, який рухається зі швидкістю 0,2 м/с. Визначте швидкість вагонів після їхнього зчеплення.

вагон, -и	railway carriage	wagon	النقل بالسكك الحديدية	واگن
наздоганяти	catch up	ratrapper	الحق	عقب افتادن
зчеплення	coupling of railway cars	attelage de wagons de chemin de fer	اقتران عربات السكك الحديدية	اتصال اتومبیل های راه آهن



2. Залізнична платформа масою 500 кг рухається горизонтально зі швидкістю 4 м/с.

Назустріч рухається інша залізнична платформа масою 300 кг зі швидкістю 8 м/с. Після зустрічі ці платформи рухаються разом. Визначте з якою швидкістю та у якому напрямку вони рухатимуться?

залізнична платформа	railway platform	plate-forme ferroviaire	منصة السكك الحديدية	سكو راه آهن
назустріч (чому?)	towards	envers	تجاه	به سمت

3. Яку швидкість отримає ракета масою 600 г, якщо газу масою 15 г вилітають з неї зі швидкістю 800 м/с?
4. Тіло масою 0,2 кг падає з висоти 1 м з прискоренням 8 м/с². Знайдіть зміну імпульсу тіла.

Заняття 4. Закон всесвітнього тяжіння (закон гравітації)

Завдання 1. Слухайте, повторюйте та читайте слова та словосполучення.

виникати/виникнути	to arise	se lever	لتنشاً	آمد وجود به
сила тертя	friction force	force de friction	قوة الاحتكاك	ینیرو اصطکاک
сила пружності	elastic force	force élastique	قوة مرنة	نیروی الاستیک
гравітаційна сила	gravitational force	force gravitationnelle	قوة الجاذبية	ی گرانشینروی
притягуватися	attract	attirer	جذب	جذب
притягання (тяжіння)	attraction	attraction	جاذبية	جاذبه
закон всесвітнього тяжіння	law of gravity	loi de gravité	قانون الجاذبية	قانون گرانش

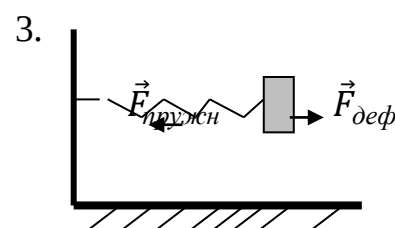
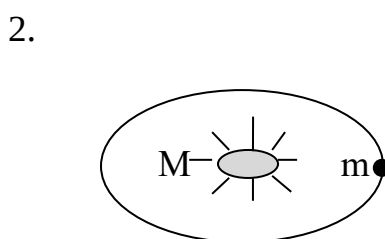
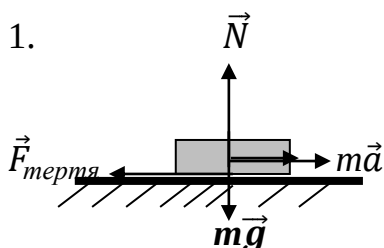
Завдання 2. Слухайте і читайте текст.

Текст

Механіка вивчає взаємодію тіл, внаслідок якої виникає прискорення тіл або вони деформуються.

Усі сили взаємодії можна поділити на групи:

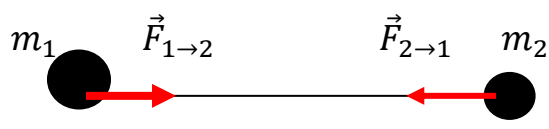
1. **Сили тертя** – це сили, які виникають при відносному русі одного тіла поверхнею іншого тіла.
2. **Гравітаційні сили** – це сили, які характеризують взаємодію тіл на відстані.
3. **Сили пружності** – це сили, які характеризують взаємодію тіл під час їх контакту, внаслідок чого тіла змінюють форму та розміри (деформуються).



Усі тіла в природі взаємно притягуються (явище гравітації). За допомогою експериментів Ньютон сформулював **закон всесвітнього тяжіння (закон гравітації)**:

Між двома тілами діють сили взаємного притягання, які прямо пропорційні добутку мас цих тіл і обернено пропорційні квадрату відстані між ними:

$$F = G \frac{m_1 m_2}{r^2}.$$



$$|\vec{F}_{1 \rightarrow 2}| = |\vec{F}_{2 \rightarrow 1}| = G \frac{m_1 m_2}{r^2} \quad \text{або} \quad F = G \frac{m_1 m_2}{r^2},$$

де F - сила притягання або сила гравітації,

m_1, m_2 – маси тіл, що взаємодіють,

r – відстань між центрами тіл,

G – гравітаційна стала, $G = 6,67 \cdot 10^{-11} \frac{\text{Н} \cdot \text{м}^2}{\text{кг}^2}$.

Якщо $m_1 = m_2 = 1 \text{ кг}$, $r = 1 \text{ м}$, то $|\vec{F}_{1 \rightarrow 2}| = |\vec{F}_{2 \rightarrow 1}| = 6,67 \cdot 10^{-11} \text{ Н}$.

Закон всесвітнього тяжіння виконується для матеріальних точок і для тіл, які мають форму кулі.

Завдання №3. Виконайте вправи.

Вправа 1. Відповідайте на запитання. Відповіді запишіть у зошит.

1. Які сили називаються гравітаційними?
2. Сформулюйте закон всесвітнього тяжіння. Напишіть формулу. Поясніть усі фізичні величини.

Вправа 2. Розв'яжіть задачу.

1. Як зміниться сила притягання між двома кулями, якщо одну з них замінити іншою, маса якої збільшиться у два рази (зменшиться у два рази)?
2. У скільки разів сила притягання Землею супутника більша на поверхні Землі, ніж на висоті, що дорівнює сумі трьох земних радіусів?

Заняття 5. Сила тяжіння. Вага тіла

Завдання 1. Слухайте, повторюйте та читайте слова та словосполучення.

сила тяжіння	the force of gravity	gravité	الجاذبية	جاذبه
притягування/притягання	attraction	attraction	جاذبية	جاذبه
відстань, -і	distance	distance	المسافة	مسافت
залежати (від чого)	depend	dépendre	على تعتمد	دارد بستگی
Вага, -и	weight	poids	الوزن	وزن
Опора, -и	support	accessoire	سند	غرفه

Завдання 2. Слухайте і читайте текст.

Текст

Сила тяжіння – це сила, з якою тіло притягується до Землі.

Якщо тіло масою **m** перебуває на висоті **h** над Землею, то сила тяжіння

дорівнює:

$$F_{\text{тяж}} = G \frac{Mm}{(R_3 + h)^2},$$

де **M** – маса Землі; **m** – маса тіла; **R₃** – радіус Землі, **h** – висота над Землею;

G - гравітаційна стала, $G = 6,67 \cdot 10^{-11} \frac{\text{Н} \cdot \text{м}^2}{\text{кг}^2},$

(R₃ + h) – відстань між центрами Землі та тіла.

Якщо на тіло діє тільки сила тяжіння $\vec{F}_{\text{тяж}}$, то воно падає з прискоренням вільного падіння $\vec{g}$.

За другим законом Ньютона:

$$\underbrace{F_{\text{тяж}} = mg \Rightarrow g = \frac{F_{\text{тяж}}}{m}}_{g = G \frac{M}{(R_3 + h)^2}} \quad F_{\text{тяж}} = G \frac{Mm}{(R + h)^2}$$

Назва небесного тіла	$g, \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$	Якщо тіло перебуває на поверхні Землі ($h \ll R_3$), то $g = G \frac{M}{R_3^2}.$ Прискорення вільного падіння g залежить від • маси планети (M); • радіуса планети (R) • висоти над поверхнею планети (h); • географічної широти (на полюсах – 9,83 м/с², на екваторі – 9,79 м/с²).
Місяць	1,62	
Сонце	273,10	
Меркурій	3,72	
Земля	9,81	
Уран	8,86	
Венера	8,88	
Сатурн	10,44	

Приклади розв'язування задач

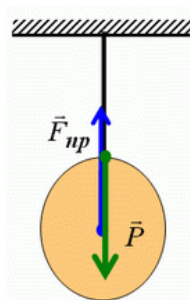
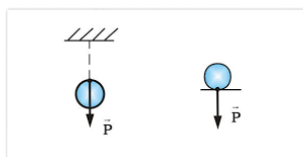
Задача 1. Визначте силу тяжіння, яка діє:

- а) на людину масою $m_{\text{л}} = 100 \text{ кг}$;
- б) на автомобіль масою $m_{\text{а}} = 1,5 \text{ т}$;
- в) на монету масою $m_{\text{м}} = 5 \text{ г}$.

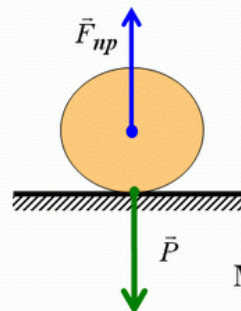
Дано:	Розв'язання:
$m_{\text{л}} = 100 \text{ кг}$	$F_{\text{тяж}} = mg$
$m_{\text{а}} = 1500 \text{ кг}$	$F_{\text{л}} = 100 \cdot 10 = 1000 \text{ Н} = 1 \text{ кН};$
$m_{\text{м}} = 0,005 \text{ кг}$	$F_{\text{а}} = 1500 \cdot 10 = 15000 \text{ Н} = 15 \text{ мН};$
$F - ?$	$F_{\text{м}} = 0,005 \cdot 10 = 0,05 \text{ Н} = 50 \text{ мН}.$

ВАГА

Сила, з якою усі тіла діють на горизонтальну опору або вертикальний підвіс внаслідок притягання Землі, називається **вагою** тіла і позначається літерою P .



Мал. 1

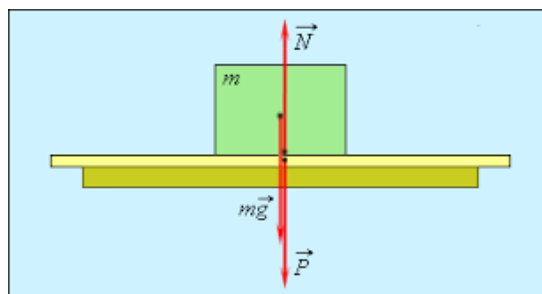


Мал. 2

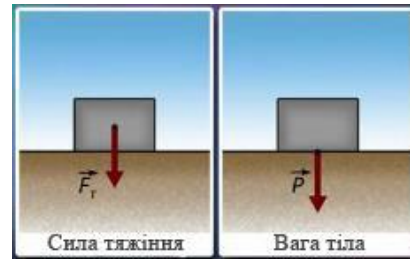
Вага – сила, отже, вимірюється у ньютонах. $[P] = \text{Н}$

Увага!

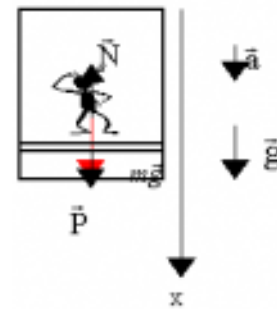
За третім законом Ньютона з боку опори (або підвіса) діє сила реакції опори $\vec{N}$ (або сила натягу нитки). Отже, вага – це сила пружності, яка виникає в опорі або підвісі! Вектор сили ваги тіла прикладений до опори або підвісу. Таким чином, якщо немає опори чи підвіса, то немає і ваги.



$P = mg$ - вага тіла, що перебуває у стані спокою або під час прямолінійного рівномірного руху.

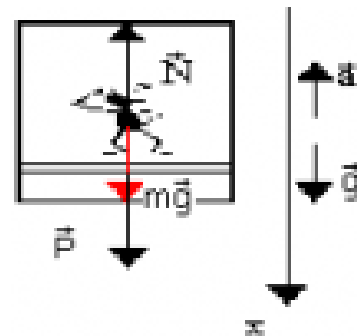


$P = m(g - a)$ – вага тіла за умови, коли вектор прискорення співпадає за напрямком з вектором прискорення вільного падіння. У цьому випадку ваги за модулем менша від сили тяжіння.



При $a = g$, $P = 0$ – стан невагомості. Якщо тіло вільно падає, то воно не має ваги.

$P = m(g + a)$ – вага тіла за умови, коли вектор прискорення протилежний за напрямком вектору прискорення вільного падіння. У цьому випадку вага за модулем більша від сили тяжіння. Тіло відчуває перевантаження.



Пілоти та космонавти відчувають перевантаження у 5-7 разів.

$$n = \frac{P}{mg} = \frac{m(g + a)}{mg} = 1 + \frac{a}{g},$$

n – коефіцієнт перевантаження

Приклади розв'язування задач

Задача 2. Маса футбольного м'яча 400 г. Обчисліть вагу м'яча і силу тяжіння, яка діє на нього.

Дано:	Розв'язання:
$m = 400 \text{ г}$	$P = F_{\text{тяж}} = mg$
$g = 10 \text{ м/с}^2$	$P = F_{\text{тяж}} = 0,4 \cdot 10 = 4 \text{ Н}$
$P - ? \quad F_{\text{тяж}} - ?$	Відповідь: 4 Н

Задача 3. Яку вагу має вода об'ємом 3 дм³?

Дано:	Розв'язання:
$V = 3 \text{ дм}^3 = 0,003 \text{ м}^3$	Вагу води можна обчислити за формулою $P = mg$
$\rho = 1000 \text{ кг/м}^3$	Масу води розрахуємо, знаючи густину води
$g = 9,8 \text{ м/с}^2$	$m = \rho \cdot V,$
$P - ?$	$m = 1000 \cdot 0,003 = 3 \text{ кг.}$
	$P = 3 \cdot 9,8 = 29,4 \text{ Н.}$
	Відповідь: вага води 29,4 Н.

Вправа 1. Відповідайте на запитання. Відповіді запишіть у зошит.

1. Що таке сила тяжіння? (Позначення, формула, одиниці вимірювання)
2. Що таке вага тіла? (Позначення, формула, одиниці вимірювання)
3. Поясніть терміни «невагомість» і «перевантаження».

Вправа 2. Розв'яжіть задачі.

Задача 1. У ліфті перебуває тіло масою 100 кг. Визначте вагу тіла у ліфті.

- 1) якщо ліфт рухається донизу з прискоренням $a = 0,3 \text{ м/с}^2$
- 2) якщо ліфт рухається донизу рівномірно;
- 3) якщо ліфт рухається догори з прискоренням $a = 0,3 \text{ м/с}^2$;
- 4) якщо ліфт вільно падає.

Задача 2. Який об'єм води міститься у посудині, якщо на нього діє сила тяжіння 500 Н? Густина води $\rho = 1000 \text{ кг/м}^3$.

Задача 3. Тіло масою 10кг перенесли з поверхні Землі на Місяць. Прискорення вільного падіння на Місяці $1,75 \text{ м/с}^2$. Як при цьому зміниться вага тіла?

Задача 4. Як зміниться прискорення вільного падіння зі збільшенням висоти над поверхнею Землі? Заповніть таблицю. ($R_3 = 6400 \text{ км}$)

$h \text{ (м)}$	0	$\frac{1}{4} R_3$	$\frac{1}{2} R_3$	R_3	$\frac{3}{2} R_3$	$2R_3$
$g \text{ (м/с}^2\text{)}$	9,8					

Задача 5. Тіло підняли на висоту, що дорівнює радіусу Землі. Як змінилася його сила тяжіння? (1. Зменшилася чи збільшилася? 2. У скільки разів?)

Задача 6. Визначте масу тіла, якщо на Марсі на це тіло діє сила тяжіння 7,52 Н. Обчисліть силу тяжіння, яка буде діяти на це тіло на поверхні Землі ($g_{\text{Марс}} = 3,76 \text{ м/с}^2$).

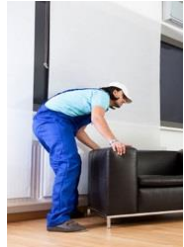
Заняття 6. Деформація. Види деформації. Сила пружності. Закон Гука

Завдання 1. Слухайте, повторюйте та читайте слова та словосполучення.

деформація, -ії	deformation	déformation	تشوه	شكل تغيير
зовнішня сила	external force	force extérieure	خارجية قوة	خارجی نیروی
пружна деформація	elastic deformation	déformation élastique	مرن تشوه	الاستیک شکل تغيير
непружна деформація	inelastic deformation	déformation inélastique	مرن غير تشوه	غير استاتیک شکل تغيير
зникати/зникнути	disappear	disparaître	تختفي	شدن شونده محو می ناپدید
припиняти/припинити	stop	arrêter	توقف	شود متوقف
відновлювати/ відновити	restore	restaurer	لاستعادة	بازگرداندن برای
розтягування	stretching	étirement	تمتد	کشش
стискання	compression	compression	ضغط	ضغط
абсолютна деформація	absolute deformation	déformation absolue	مطلق تشوه	مطلق شکل تغيير
відносна деформація	relative strain	déformation relative	نسبية سلاله	نسبی فشار
сила пружності	elastic force	force élastique	مرنة قوة	الاستیک نیروی
виникати/виникнути	to arise	se lever	لتنشأ	آمد وجود به
зміщення	displacement	déplacement	الإزاحة	جایی جابه
частинка, -и	particle	particule	الجسيمات	ذره
частина, -и	part	partie de	من جزء	از بخشی
прямо пропорційний, -а, е, -і	directly proportional	directement proportionnelle	مباشر بشكل يتناسب	متناسب مستقیم طور به
жорсткість	stiffness	dureté	صلابة	سختی

Завдання 2. Слухайте і читайте текст.

Текст

Деформація. Види деформації				
розтягнення	стиснення	вигин	кручення	зсув
				
Настроюємо гітару – розтягуємо струни	Сідаємо в автомобіль – пружини підвіски стискаються	Стаємо на дошку – дошка вигинається	Затягуємо шуруп – відбувається кручення викрутки	Пересуваємо меблі – відбувається деформація зсуву

Деформація – зміна форми або об'єму тіла під дією зовнішніх сил. Деформація може бути пружною або непружною (пластичною).

Деформації, які повністю зникають після припинення дії на тіло зовнішніх сил, називають **пружними**.

Деформації, які зберігаються після припинення дії на тіло зовнішніх сил, називають **пластичними**.

Деформацію розтягування і стискання можна охарактеризувати **абсолютним видовженням $\Delta \ell$** :
 $\Delta \ell = \ell - \ell_0$, $\ell > \ell_0$ – розтягування,
 $\ell < \ell_0$ – стискання.

$$\Delta \ell = \ell - \ell_0,$$

ℓ_0 – початкова довжина,
 ℓ – кінцева довжина.

Відношення абсолютного видовження деформації $\Delta \ell$ до початкової довжини ℓ_0 називають **відносною деформацією**:

$$\varepsilon = \frac{\Delta \ell}{\ell_0}$$

$$\varepsilon = \frac{\Delta \ell}{\ell_0},$$

$\Delta \ell$ – абсолютне видовження деформації,
 ℓ_0 – початкова довжина.

Сила пружності

Сила пружності – це сила, яка виникає під час пружних деформацій і напрямлена протилежно напрямку зміщення частинок або частин тіла в процесі деформації.

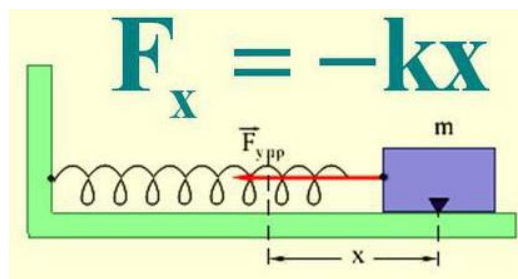
Закон Гука:

Сила пружності прямо пропорційна абсолютному видовженню тіла:

$$F_{\text{пр.}} = -k\Delta \ell \text{ або } F_{\text{пр.}} = -kx,$$

k – коефіцієнт пружності (жорсткості).

Формула закону Гука



$x = \Delta \ell$ - видовження тіла,

k – коефіцієнт жорсткості,

$[k] = \text{Н/м}$.

Приклади розв'язування задач

Задача 1. Яка жорсткість пружини, якщо вантаж масою 10 кг розтягує пружину на 0,1 м?

Дано:

$$m = 10 \text{ кг}$$

$$\ell = 0,1 \text{ м}$$

k - ?

Розв'язання:

$$mg = k\Delta \ell, \quad F_{\text{тяж}} = F_{\text{пр.}},$$

$$k = \frac{mg}{\Delta \ell}, \quad k = \frac{10 \cdot 10}{0,1} = 1000 \frac{\text{Н}}{\text{м}}.$$

Відповідь: 1000 Н/м.

Задача 2. Один кінець дроту жорстко закріплений. З якою силою необхідно тягти за другий кінець, щоб розтягнути дріт на 5 мм? Жорсткість дроту відома і дорівнює $2 \cdot 10^6$ Н/м.

Дано:	Розв'язання:
$\Delta \ell = 5$ мм	Запишемо закон Гука: $F_{\text{пр.}} = -kx$
$k = 2 \cdot 10^6$ Н/м	За III законом Ньютона: $F_{\text{тяж}} = -F_{\text{пр.}}$
$F - ?$	$F_{\text{пр.}} = kx$
	$F = 0,005 \cdot 2 \cdot 10^6 = 10000$ Н
	Відповідь: 10 кН.

Задача 3. Тіло масою 2 кг тягнуть гладкою горизонтальною поверхнею за допомогою пружини, яка під час руху розтягнулася на 2 см. Жорсткість пружини 200 Н/м. Визначити прискорення, з яким рухається тіло.

Дано:	Розв'язання:
$m = 2$ кг	Сила, яка прикладена до тіла і змушує його рухатися - це сила пружності.
$\Delta \ell = 2$ см	За другим законом Ньютона та за законом Гука:
$k = 200$ Н/м	$F_{\text{тяж}} = F_{\text{пр.}}; \quad F_{\text{тяж}} = mg; \quad F = kx,$
$a - ?$	$kx = ma,$
	$a = \frac{kx}{m} = \frac{200 \cdot 0,02}{2} = 2 \text{ м/с}^2.$
	Відповідь: $a = 2 \text{ м/с}^2.$

Вправа 1. Відповідайте на запитання. Відповіді напишіть у зошит.

1. Що таке деформація?
2. Яка деформація називається пружною?
3. Яка деформація називається пластичною?
4. Які види деформації ви знаєте?
5. Що таке сила пружності?
6. Сформулюйте закон Гука. Поясніть усі фізичні величини.

Вправа 2. Розв'яжіть задачі.

Задача 1. Знайдіть, на скільки сантиметрів подовжиться пружина під дією сили 2,89 Н. Коефіцієнт жорсткості пружини дорівнює 17 Н/м.

Задача 2. До пружини підвісили вантаж масою 500 г. Визначити величину сили пружності, яка виникає у пружині ($g = 10 \text{ м/с}^2$).

Задача 3. Вантаж масою 3 кг розтягує пружину на 5 см. Якою повинна бути маса вантажу, який розтягує пружину на 8 см.

Задача 4. До пружини, коефіцієнт пружності якої 10^4 Н/м , підвісили вантаж масою 50 кг. Знайдіть величину деформації пружини.

Заняття 7. Лабораторна робота. Визначення коефіцієнта пружності

Заняття 8. Сила тертя

Завдання 1. Слухайте, повторюйте та читайте слова та словосполучення.

поверхня, -і	surface	la surface	السطح	سطح
перешкоджати (чому)	discourage	décourager	تثبيط	کردن دلسرد
переміщення	moving	en mouvement	تتحرك	حرکت حال در
розрізняти/розрізнити	discern	discerner	تميز	تشخيص
тертя спокою	friction of rest	friction statique	الراحة احتكاك	اصطكاك آماز
тертя ковзання	sliding friction	friction de glissement	منزلق احتكاك	اصطكاك كشويي
тертя кочення	rolling friction	friction de roulement	المتداول الاحتكاك	اصطكاك نورد
сила тертя	friction force	force de friction	الاحتكاك قوة	اصطكاك نيروي
торкання, контакт	contact	contact	المس	مخاطب
відсутність, -і	lack of	manque de	نقص	غايب
уздовж (чого)	along	le long	طول على	در امتداد
прямо пропорційний	directly proportional	directement proportionnelle	يتناسب طرديا	به طور مستقيم متناسب
коефіцієнт, -и	coefficient	coefficient	معامل	ضريب
матеріал (речовина), -и	material	le matériel	المادة	ماده
сила реакції опори	support reaction force	soutenir la force de réaction	دعم قوة رد الفعل	پشتيباني از نيروي واكنش

Завдання 2. Слухайте і читайте текст.

Текст

Під час руху одного тіла поверхнею іншого тіла виникає сила тертя. Сила тертя перешкоджає переміщенню одного тіла відносно іншого.

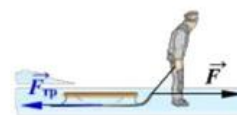
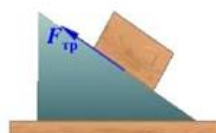
Розрізняють три види тертя:

- тертя спокою;
- тертя ковзання;
- тертя кочення.

Види тертя

1. Сила тертя спокою.

2. Сила тертя ковзання

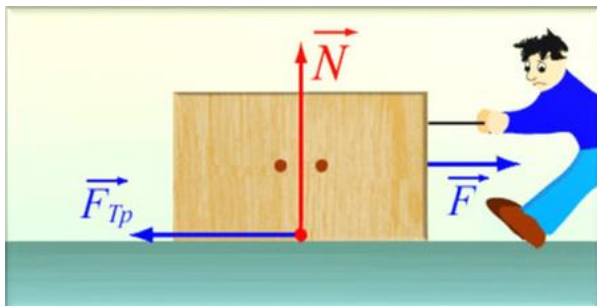


3. Сила тертя кочення.



Тертя спокою

Сила тертя спокою – це сила, яка виникає на межі контакту тіл і перешкоджає виникненню руху одного тіла поверхнею іншого.



Сила тертя спокою дорівнює за модулем і протилежна за напрямком зовнішній силі, яка діє вздовж поверхні зіткнення тіл й намагається зрушити тіло з місця.

$$\vec{F}_{\text{тертя}} = -\vec{F}$$

$$|\vec{F}_{\text{тертя}}| = |\vec{F}|$$

Тертя ковзання

Сила тертя ковзання – це сила, яка виникає під час відносного руху (ковзання) одного тіла поверхнею іншого тіла.

Сила тертя ковзання завжди напрямлена вздовж поверхні дотику тіл у бік, протилежний напрямку відносної швидкості руху.



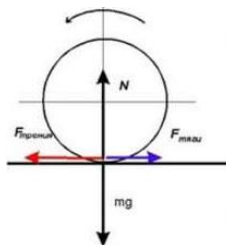
Сила тертя ковзання дорівнює максимальному значенню сили тертя спокою: $F_{\text{тертя ковз.}} = F_{\text{тертя спок.тах.}}$

Тертя кочення

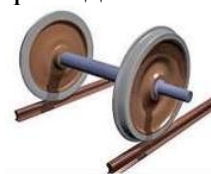
Коли одне тіло котиться поверхнею іншого тіла, то виникає сила тертя кочення.

Досліди показують, що за однакових умов сила тертя ковзання в десятки разів більша за силу тертя кочення

$$F_{\text{тертя коч.}} < F_{\text{тертя ковз.}} < F_{\text{тертя спокою}}$$



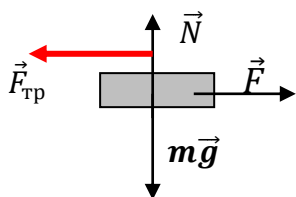
Звичайне тертя кочення тим менше, чим *твердіші* поверхні дотичних тіл



Тертя кочення буде *менше* тертя ковзання



Експериментально встановлено, що сила тертя ковзання залежить від властивостей дотичних поверхонь і пропорційна силі реакції опори:



$F_{\text{терт}} = \mu N$, де μ – коефіцієнт тертя (безрозмірний).

Коефіцієнт тертя залежить від матеріалу поверхонь тіл.

Коефіцієнт тертя не залежить від площі поверхні дотичних тіл.

На горизонтальній поверхні сила тертя дорівнює $F_{\text{тр}} = \mu mg$	Рівняння руху тіла горизонтальною поверхнею з урахуванням сили тертя $ma = F - \mu mg$
На похилій поверхні сила тертя дорівнює $F_{\text{терт}} = \mu mg \cdot \cos \alpha$	Рівняння руху тіла похилою поверхнею з урахуванням сили тертя $ma = (mg \sin \alpha - \mu mg \cos \alpha)$

Приклади розв'язування задач

Задача 1. Тіло масою m рухається рівномірно прямолінійно під дією сили F . Чому дорівнює коефіцієнт тертя?

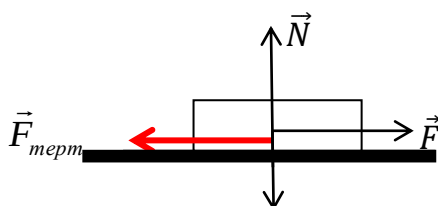
Дано:

m

F

$\vec{v} = \text{const}$

μ - ?



Розв'язання: якщо тіло рухається рівномірно прямолінійно і сила тяги чисельно дорівнює силі тертя $\vec{v} = \text{const}$, то $F_R = 0$, отже, $N = mg$, $F = F_{\text{тертя}}$.

Якщо вектор сили тяги $\vec{F}$ напрямлений паралельно горизонтальній поверхні, то сила реакції опори N за модулем дорівнює силі тяжіння: $N = mg$.

Сила тертя дорівнює: $F_{\text{терт}} = \mu N$. Замінімо у рівності:

$$F_{\text{терт}} = \mu N = mg. \text{ Отримаємо } \mu mg = F, \text{ звідси } \mu = \frac{F}{mg}.$$

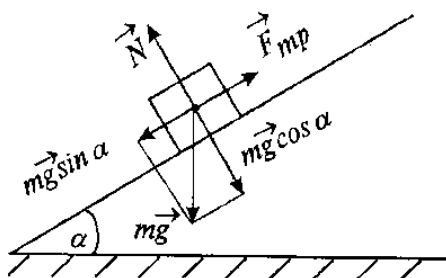
Задача 2. Тіло починає рівномірно рухатися (ковзати) похилою поверхнею з кутом нахилу поверхні α . Визначити коефіцієнт тертя.

Дано:

α

$\vec{v} = \text{const}$

$\mu - ?$



На тіло, яке перебуває на похилій поверхні, діють сили $m\vec{g}$, $\vec{N}$ і $\vec{F}_{\text{тертя}}$.

Тіло починає рухатися (ковзати) під дією цих сил похилою площиною з кутом нахилу α .

Умова рівномірного ковзання тіла з похилої поверхні в проекціях на координатні вісі OX та OY: OX: $m g \sin \alpha - F_{\text{тертя}} = 0$;

$$\text{OY: } N - F_{\text{тертя}} = 0;$$

$$F_{\text{тертя}} = \mu N \quad \begin{cases} m g \sin \alpha - \mu N = 0, \\ N - m g \cos \alpha = 0, \end{cases} \quad \text{звідки} \quad m g \sin \alpha - \mu m g \cos \alpha = 0, \quad \mu = \frac{\sin \alpha}{\cos \alpha}, \\ \mu = \tan \alpha.$$

Вправа 1. Відповідайте на запитання. Відповіді напишіть у зошит.

1. Які види тертя ви знаєте?
2. За якою формулою визначають силу тертя ковзання? (на горизонтальній поверхні?/на похилій поверхні?) Поясніть усі фізичні величини.

Вправа 2. Розв'яжіть задачу.

Задача 1. Автомобіль масою 2 т рухається рівномірно горизонтальним шосе. Знайти силу тяги автомобіля, якщо коефіцієнт тертя дорівнює 0,02.

Задача 2. Через який час після початку гальмування зупиниться автобус, який рухається із швидкістю 12 м/с, якщо коефіцієнт тертя під час гальмування 0,2?

Заняття 9. Динаміка криволінійного руху. Рух штучних супутників Землі

Завдання 1. Слухайте, повторюйте та читайте слова та словосполучення.

рівнодійна сила	resultant force	force résultante	الناتجة القوة	نتیجه نیروی
дотична, -і	tangent	tangente	المماس	مماس
обертатися (навколо чого)	to rotate	tourner	تدور	چرخش
доцентрова сила	centripetal force	force centripete	الجاذبية قوة	مرکز از گریز نیروی
доцентрове прискорення	centripetal acceleration	acceleration centripete	مركزي تسارع	مرکز از گریز شتاب
штучний супутник	artificial satellite	satellite artificiel	الصناعية الأقمار	مصنوعی ماهواره
орбіта, -и	orbit	orbite	المدار	مدار
гравітаційна сила	gravitational force	force gravitationnelle	الجاذبية قوة	گراشی نیروی
перша космічна швидкість	the first cosmic velocity	premiere vitesse cosmique	الأولى الفضاء سرعة	فضا سرعت اولین

Завдання 2. Слухайте і читайте текст.

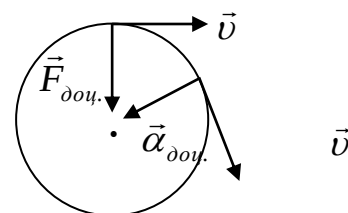
Текст

Динаміка криволінійного руху

Рівномірний рух по колу – це вид криволінійного руху.

Вектор швидкості $\vec{v}$ напрямлений дотичною до кола, а рівнодійна усіх прикладених до тіла сил напрямлена до центра кола.

Це доцентрова сила $\vec{F}_{доц}$. Сила надає тілу доцентрового (нормального) прискорення $\vec{\alpha}_{доц}$.



$$\vec{\alpha}_{доц} = \frac{v^2}{R} = \omega^2 R$$

$$\vec{F}_{доц} = \frac{mv^2}{R} = m\omega^2 R$$

Вектордоцентрового прискорення $\vec{\alpha}_{доц}$ напрямлений до центра кола.

Приклади розв'язування задач

Задача 1. Автомобіль масою 6 т рухається опуклим мостом, який має радіус кривизни 60 м зі швидкістю 36 км/год. З якою силою тисне автомобіль на середину моста?

Дано:

$$m = 6 \text{ т}$$

$$R = 60 \text{ м}$$

$$v = 36 \text{ км/год}$$

F - ?

Розв'язання:

$$\text{За II законом Ньютона } \vec{F}_{тяж} + \vec{N} = m \cdot \vec{a}_{доц}$$

$$\text{За III законом Ньютона } F = -N,$$

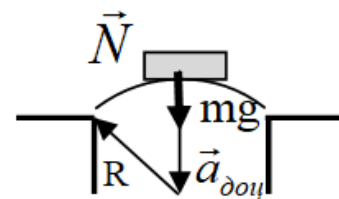
$$F = -N = mg - ma_{доц} = m(g - a_{доц})$$

$$\alpha_{доц} = \frac{v^2}{R} \Rightarrow F = m \left(g - \frac{v^2}{R} \right)$$

$$36 \text{ км/год} = 10 \text{ м/с}, \quad 6 \text{ т} = 6000 \text{ кг},$$

$$F = 6 \cdot 10^3 \left(9,8 - \frac{10^2}{60} \right) = 48,8 \text{ кН}.$$

Відповідь: 48,8 кН

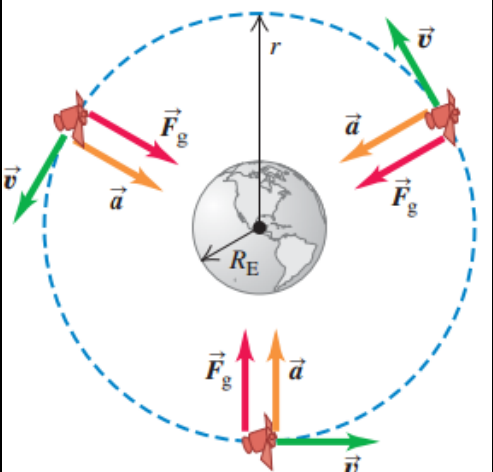


Вправа 1. Розв'яжіть задачі.

Задача 2. Автомобіль масою 2 т рухається опуклим мостом, який має радіус кривизни $R = 40$ м зі швидкістю 54 км/год. З якою силою автомобіль тисне на середину мосту?

Задача 3. Автомобіль рухається мостом, радіус кривизни якого 50 м, зі швидкістю 21,6 км/год. Сила, з якою автомобіль тисне на середину моста, дорівнює $4,54 \cdot 10^4$ Н. Визначте масу автомобіля.

Рух штучних супутників Землі

Штучним супутником Землі називають тіло, яке може обертатися навколо Землі під дією сили тяжіння. Рух супутника коловою орбітою навколо Землі відбувається під дією гравітаційної сили $\vec{F}_{C-3}$ Сила надає супутнику доцентрового прискорення $\vec{\alpha}_{доц}$	$F_{c-3} = G \frac{mM_3}{(R_3 + h)^2}$ G – гравітаційна стала, $G = 6,67 \cdot 10^{-11} \text{ Н} \cdot \text{м}^2/\text{кг}^2$; M_3 – маса Землі, $M_3 = 6 \cdot 10^{24} \text{ кг}$; m – маса супутника, R – радіус Землі, $R = 6,4 \cdot 10^6 \text{ м}$; h – висота супутника над Землею. $\alpha_{доц} = \frac{v^2}{R_3 + h}$ $\vec{v}$ – лінійна швидкість руху супутника	
---	---	---

Швидкість руху супутника на висоті h	$G \frac{mM_3}{(R_3 + h)^2} = \frac{mv^2}{R_3 + h} \rightarrow v = \sqrt{\frac{GM_3}{R_3 + h}}$
Поблизу поверхні Землі ($h \ll R_3$, $h \rightarrow 0$, $g = \frac{GM_3}{R_3^2}$) визначають першу космічну швидкість (рух коловою орбітою).	$v = \sqrt{\frac{GM_3}{R_3}}$ $v = \sqrt{gR_3}$ ($g = 9,8 \text{ м/с}^2$, $R_3 = 6,4 \cdot 10^6 \text{ м}$) $v = \sqrt{9,8 \cdot 6,4 \cdot 10^6} = 7,9 \cdot 10^3 \text{ м/с}.$

Швидкість супутника не залежить від його маси, а визначається тільки його висотою над Землею.

Приклад розв'язування задач

Задача 4. Чому дорівнює швидкість супутника, який рухається коловою орбітою на висоті $h = R_3$ над поверхнею Землі? (Прискорення вільного падіння поблизу Землі дорівнює g).

Дано:	Розв'язання:
R_3	Відповідно закону гравітації і рівняння руху колом:
$h = R_3$	$G \frac{mM_3}{(R_3+h)^2} = \frac{m v^2}{R_3+h}; \quad v = \sqrt{\frac{GM_3}{R_3+h}}; \quad h=R_3 \rightarrow v = \sqrt{\frac{GM_3}{2R_3}};$
g	
$v - ?$	Поблизу поверхні Землі $g = \frac{GM_3}{R_3^2},$ отже $v = \sqrt{\frac{GM_3}{2R_3}} = \sqrt{\frac{GM_3 R}{2R^2}} = \sqrt{\frac{gR}{2}};$ Відповідь: $v = \sqrt{\frac{gR}{2}}.$

Вправа 1. Відповідайте на запитання. Відповіді запишіть у зошит.

1. Що називають доцентровою силою?
2. Що називають штучним супутником Землі?
3. За яких умов тіло може стати штучним супутником Землі?
4. Що таке перша космічна швидкість?
5. Від чого залежить перша космічна швидкість?

Вправа 2. Розв'яжіть задачу.

Задача 1. Перший штучний супутник Землі (1957 р.) рухався навколо Землі по орбіті на середній висоті над Землею $h = 588$ км. Вважаючи орбіту колом, визначте швидкість супутника на орбіті.

Задача 2. Знайдіть швидкість руху супутника на коловій орбіті на висоті 1600 км над поверхнею Землі. ($R_3 = 6,4 \cdot 10^6$ м, $g = 9,8$ м/с²).

Заняття 10. Повторення. Розв'язування задач

Завдання 1. Відповідайте на запитання.



1. Що таке сила? Як вона позначається? Яка одиниця вимірювання сили?
2. Що таке інертність?
3. Що таке маса? Як вона позначається? Які одиниці вимірювання маси ви знаєте?
4. Сформулюйте другий закон Ньютона. Напишіть основне рівняння руху. Поясніть символи й одиниці вимірювання фізичних величин.
5. Сформулюйте третій закон Ньютона.
6. Що таке імпульс тіла? Яким символом він позначається?
7. Сформулюйте закон всесвітнього тяжіння. Запишіть формулу, поясніть всі фізичні величини, в яких одиницях вони вимірюються?
8. Що таке вага тіла? Яким символом позначають вагу у фізиці? Яка одиниця вимірювання ваги?
9. Що таке деформація?
10. Що називається силою пружності? За яким законом її визначаємо? Запишіть закон, поясніть усі фізичні величини й одиниці їх вимірювання.
11. Що таке сила тертя? Які види тертя ви знаєте? Запишіть закон, за яким визначають силу тертя, поясніть усі фізичні величини й одиниці їх вимірювання.

Завдання 2. Оберіть правильні відповіді на запитання.

1. Залежність координати від часу в рівносповільненому русі виражається:

а) $x = x_0 + v_x t + \frac{at^2}{2}$;

в) $x = x_0 + v_x t - \frac{at^2}{2}$;

б) $x = v_{ox} t$;

г) $h = h_0 + v_{oy} t + \frac{gt^2}{2}$.

2. Залежність проекції швидкості руху від часу для тіла, що рухається прямолінійно, задано рівнянням $v_x = 4 - 2t$. Чому дорівнює проекція початкової швидкості?

- а) $4\frac{M}{c}$; в) $-1\frac{M}{c}$;
 б) $-2\frac{M}{c}$; г) $-4\frac{M}{c}$.
3. Прискорення під час рівноприскореного руху виражається формулою:
- а) $a = \frac{v^2}{R}$; в) $a = \frac{\vec{v} - \vec{v}_0}{t}$;
 б) $a = \frac{\Delta \vec{v}}{t}$; г) $a = \omega^2 R$.
4. Залежність координати від часу для тіла, що рухається прямолінійно, задана рівнянням $x = 2 + t - t^2$. Яке прискорення цього тіла?
- а) $a_x = -2t$; в) $a_x = 2$;
 б) $a = -2$; г) $a_x = -1$.
5. За якою формулою визначається швидкість тіла під час обертального руху?
- а) $v_x = v_{ox} + a_x t$; в) $v = \omega R$;
 б) $a = \omega^2 R$; г) $v = \frac{2\pi R}{T}$.
6. Визначте час вільного падіння з висоти 80 м.
- а) 4 с; в) 8 с;
 б) ≈ 2 с; г) 10 с.
7. Довжина секундної стрілки 3 см. Обчисліть лінійну швидкість кінця секундної стрілки.
- а) $0,314\frac{M}{c}$; б) $0,031\frac{M}{c}$; в) $3,14\frac{M}{c}$; г) $6,28\frac{M}{c}$.
8. Вкажіть напрям прискорення під час рівномірного руху тіла колом.
- а) від центра кола; в) до центра кола;
 б) за хордою; г) за дотичною кола у напрямку руху.

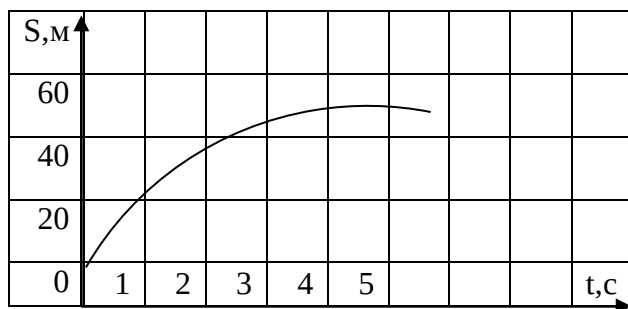
Завдання 3. Виконайте тестові завдання.

Тест 1

1. Одиниця вимірювання швидкості в СІ.

- а) м; б) $\frac{M}{c}$; в) $\frac{M}{c^2}$; г) км.

2. Залежність переміщення тіла задана графіком. Якою буде залежність проєкції v_x швидкості руху цього тіла від часу?



- а) $v_x = 15 - 4t$;
 б) $v_x = -30 + 15t$;
 в) $v_x = 30 - 4t$;
 г) $v_x = 30 - 7,5t$.

3. Виберіть, що входить до системи відліку:

- а) тіло відліку і спосіб вимірювання часу;
- б) система координат;
- в) тіло відліку і зв'язана з ним система координат;
- г) тіло відліку, зв'язана з ним система координат і засіб вимірювання часу.

4. Визначте переміщення, яке здійснить автомобіль, рухаючись зі стану спокою з прискоренням $0,5 \frac{м}{с^2}$, за 20 с?

- a) 25 м; в) 75 м;
б) 50 м; г) 100 м.

5. Вкажіть одиницю вимірювання прискорення в СІ.

- а) $1 \frac{M}{c}$; б) $0,5 \frac{M}{c^2}$;
в) $M \cdot c$; г) $M \cdot c^2$.

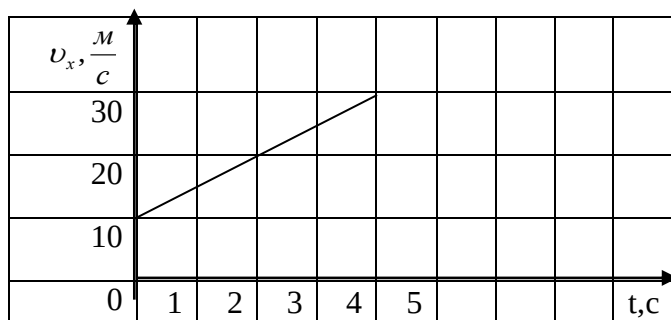
6. Колесо за 1 хв робить 180 обертів. Визначте його кутову швидкість обертання.

- а) $6\pi \frac{pad}{c}$; в) $4\pi \frac{pad}{c}$;
б) $5\pi \frac{pad}{c}$; г) $3\pi \frac{pad}{c}$.

7. Автомобіль, що рухається коловою трасою зменшив швидкість руху в 3 рази. Як змінилися кутова швидкість і доцентрове прискорення автомобіля?
- кутова швидкість і доцентрове прискорення зменшилися в 9 разів;
 - кутова швидкість – зменшилася в 9 разів; доцентрове прискорення – зменшилося в 3 рази;
 - кутова швидкість зменшилася в 3 рази; доцентрове прискорення – зменшилося в 9 разів;
 - кутова швидкість та доцентрове прискорення зменшилися в 9 разів.
8. Рух тіла описано рівнянням $x = -8 + 5t - 4t^2$ (СІ). Визначте проєкцію швидкості руху тіла на вісь ОХ через 2 с після початку руху.
- 3;
 - 2;
 - 11;
 - 5.

Тест 2

1. Виберіть одиницю вимірювання прискорення в СІ.
- $1 \frac{м}{с}$;
 - $1 м \cdot с^2$;
 - $м \cdot с$;
 - $1 \frac{м}{с^2}$.
2. Період обертання свердла 0,01с. Визначте частоту обертання свердла.
- $10 с^{-1}$;
 - $100 с^{-1}$;
 - $0,5 с^{-1}$;
 - $50 с^{-1}$.
3. За графіком визначте переміщення тіла за 5 с.

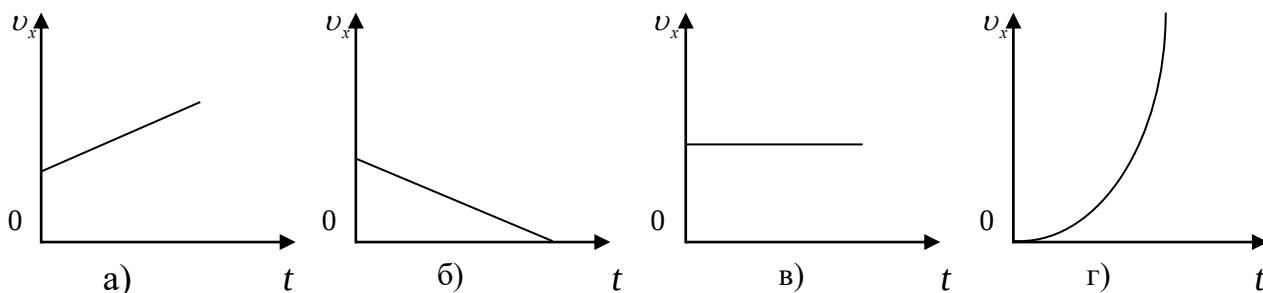


- 87,5 м;
- 25 м;
- 125 м;
- 100,0 м.

- а) $x_0 = -8 \text{ м};$
- б) $v_x = -10 \frac{\text{м}}{\text{с}};$
- в) $v_x = 4 \frac{\text{м}}{\text{с}};$
- г) $a_x = 5 \frac{\text{м}}{\text{с}^2};$
- д) $a_x = 10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}.$

Тест 3

1. Виберіть графік швидкості, що описує рівномірний рух.



2. Вкажіть, яке з тіл, що рухається, можна вважати матеріальною точкою.

- а) Земля обертається навколо власної осі;
- б) двері вагона зачиняються;
- в) контейнер перевозять залізницею з одного міста до іншого.

3. Рівняння руху матеріальної точки має вид: $x = 24 - 3t$. Визначте момент часу, в який матеріальна точка перебуває на початку координат.

- а) 24 с;
- б) 8 с;
- в) 4 с;
- г) 6 с.

4. Вкажіть, який рух по колу називається рівномірним.

- а) зі сталим за модулем прискоренням;
- б) зі сталою за модулем швидкістю;
- в) зі сталим за напрямом прискоренням;
- г) зі сталою за напрямом швидкістю.

5. Автомобільне колесо діаметром 60 см виконує 144 оберти за 12 с. Визначте швидкість руху автомобіля.

- а) $81,4 \frac{\text{км}}{\text{год}}$;
- б) $74,5 \frac{\text{км}}{\text{год}}$;
- в) $63,4 \frac{\text{км}}{\text{год}}$;
- г) $55,7 \frac{\text{км}}{\text{год}}$.

6. Під час гальмування автомобіль пройшов відстань 100 м до зупинки. З яким прискоренням рухався автомобіль, якщо його початкова швидкість

$$72 \frac{\text{км}}{\text{год}}?$$

а) $-0,05 \frac{M}{c^2}$;

в) $-2 \frac{M}{c^2}$;

б) $1 \frac{M}{c^2}$;

г) $4 \frac{M}{c^2}$.

7. З якою кутовою швидкістю рухається тіло по колу радіусом 5 м, якщо за 2 с воно долає відстань 4 м?

а) $0,4 \text{ с}^{-1}$;

в) $2,5 \text{ с}^{-1}$;

б) 2 с^{-1} ;

г) 10 с^{-1} .

8. Довжина хвилинної стрілки годинника в два рази більша за довжину секундної стрілки. Визначте співвідношення між лінійними швидкостями секундної та хвилинної стрілок.

а) $\frac{v_c}{v_{хв}} = 60$;

б) $\frac{v_c}{v_{хв}} = 90$;

в) $\frac{v_c}{v_{хв}} = 30$.

Заняття 11. Контрольна робота №2

РОЗДІЛ ІІІ. ДИНАМІКА ІІ

Заняття 1. Механічна робота. Механічна потужність

Завдання 1. Слухайте, повторюйте та читайте слова та словосполучення.

українська	англійська	французька	арабська	фарсі
механічна робота	mechanical work	travail mecanique	العمل الميكانيكي	مکانکار یکی
відрізок шляху	part of a line segment	segment	المسار امتداد	کشش مسیر
скалярний добуток	scalar product	scalaire	منتج عددي	محصول اسکالر
здійснювати/здійснити (що?)	to do, to make to do work	accomplir, effectuer	تنفيذ	اعدام
середнє значення	average value	valeur moyenne	متوسط القيمة	مقدار متوسط
механічна потужність	mechanical power	puissance mecanique	القوة الميكانيكية	قدرت مکانیکی
механізм, -и	mechanism	mechanism	الآلية	یسمکان
повна потужність	total power	puissance total	السلطة الكاملة	قدرت کامل
корисна потужність	useful power	utile	صافي القدرة	خالص قدرت
джоуль (дж)	joule	joule	جول	ژول
ват (вт)	watt	watt	واط	ват
коефіцієнт корисної дії = ККД	efficiency	rendement	معامل الأداء	ضریب عملکرد
підйомний кран	crane	grue	رافعة	جرثقیل

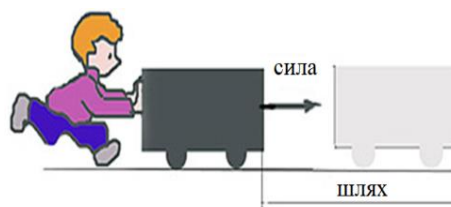
Завдання 2. Слухайте і читайте текст.

Текст

Слово "робота" ми чуємо дуже часто: і коли говоримо про дію будь-яких машин чи механізмів, і коли описуємо якісь події нашого життя. Слово "робота" застосовують тоді, коли тіла змінюють своє положення.

У фізиці використовують поняття "механічна робота". Вона виконується тоді, коли тіло переміщується під дією певної сили. Так, під дією сили тяжіння куля падає на поверхню (сила тяжіння виконує роботу з переміщення кулі). Але ніхто не скаже, що сила тяжіння, що діє на камінь, виконує роботу (камінь не змінює свого стану).

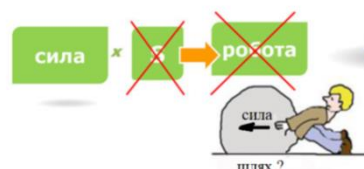
Робота виконується (здійснюється) лише тоді, коли на тіло діє сила, і тіло при цьому здійснює переміщення.



1. Коли на тіло діє сила, але воно не рухається.



Робота не виконується, якщо сила діє, а тіло не переміщується.



Механічна робота (A) – це фізична величина, яка характеризує дію сили на відрізку шляху.

Механічна робота (A) – це скалярна величина, що дорівнює добутку сили на переміщення тіла та косинус кута між ними.

$$A = F \cdot S \cdot \cos\alpha,$$

де **F** – значення сили, що діє на тіло;

S – шлях, який пройшло тіло у напрямку цієї сили;

α – кут між напрямками вектора даної сили та переміщення.

Одиниці вимірювання роботи

Якщо сила, що діє на тіло, дорівнює 1 Н і тіло переміщується на 1 м, то при цьому виконується робота 1 Дж (джоуль) : $1 \text{ Дж} = 1 \text{ Н} \cdot 1 \text{ м}$.

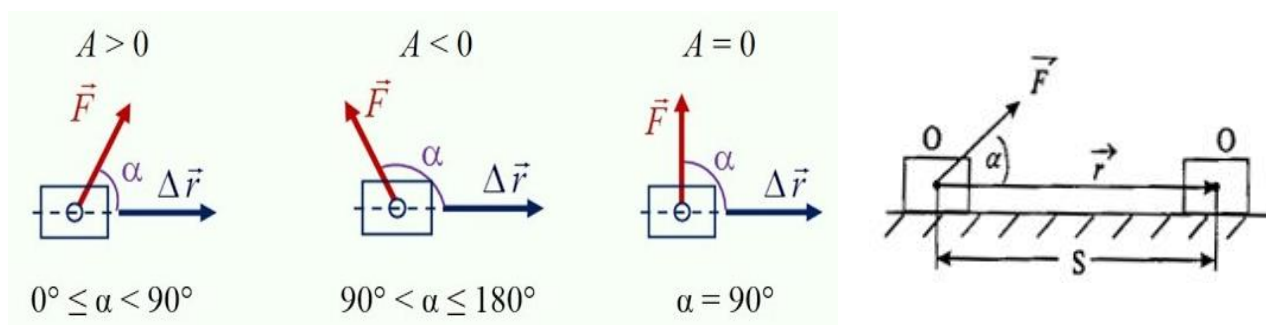
кілоджоуль (кДж) $1 \text{ кДж} = 1000 \text{ Дж} = 10^3 \text{ Дж}$;

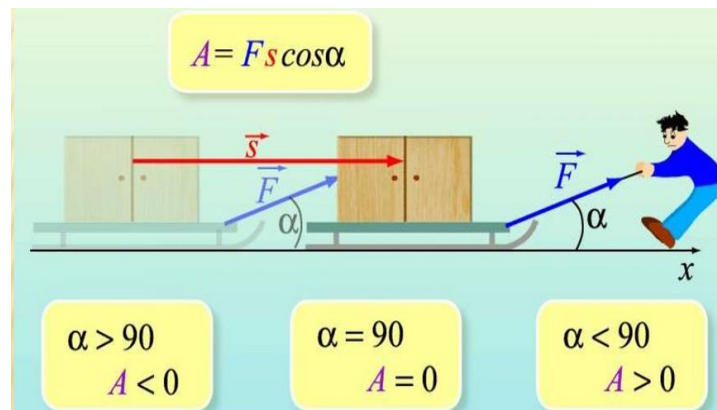
мегаджоуль (МДж): $1 \text{ МДж} = 1000000 \text{ Дж} = 10^6 \text{ Дж}$.

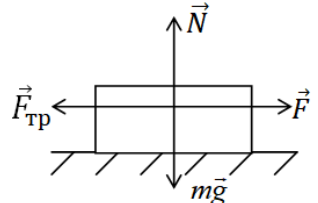
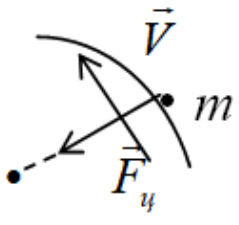
$$[A] = \text{Н} \cdot \text{м} = \text{Дж}$$

1 Дж дорівнює механічній роботі, яку здійснює сила 1 Н, переміщуючи тіло на 1 м у напрямі дії цієї сили.

Робота – це фізична величина, яка може бути додатньою, від'ємною або дорівнювати нулю.





Робота сили тяжіння $A = mgh$ де <i>m</i> – маса тіла; <i>g</i> – прискорення вільного падіння; <i>h</i> – шлях (висота підйому тіла)	Робота сили пружності $A = \frac{kx^2}{2}$ де <i>k</i> – коефіцієнт пружності (жорсткості) пружини; <i>x</i> – величина деформації
Робота сили тертя  Робота сили тертя ковзання завжди від'ємна ($A < 0$), тому що вектор сили тертя спрямований протилежно вектору переміщення ($\angle \alpha = 180^\circ, \cos 180^\circ = -1$)	Робота доцентрової (нормальної) сили  Робота доцентрової (нормальної) сили дорівнює нулю ($A = 0$), тому що вектор нормальної сили спрямований перпендикулярно вектору переміщення ($\angle \alpha = 90^\circ, \cos 90^\circ = 0$) $(\angle \alpha = 90^\circ, \cos 90^\circ = 0)$

Завдання 1. Яку роботу виконує сила тяжіння під час падіння каменю масою 0,5 кг з висоти 12 м?

Дано:	Розв'язання:
$m = 0,5 \text{ кг}$	$A = FS = mgh$
$h = 12 \text{ м}$	$A = 0,5 \cdot 12 \cdot 10 = 60 \text{ Дж}$
$g = 10 \text{ м/с}^2$	
$A - ?$	Відповідь: $A = 60 \text{ Дж}$.

ПОТУЖНІСТЬ. ККД

Потужність (N) – фізична величина, яка характеризує швидкість виконання роботи, що дорівнює відношенню роботи до проміжку часу, за який вона виконується:

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

де A – механічна робота, t – час.

Одиниця вимірювання потужності – **ват (Вт)**: $[N] = \text{Дж/с} = \text{Вт}$.

Один ват – це така потужність, коли за 1 секунду відбувається (виконується) робота в 1 Джоуль.

$$1 \text{ Вт} = \frac{1 \text{ Дж}}{1 \text{ с}} = \frac{\text{кГ} \cdot \text{м}}{\text{с}^3}$$

кіловат (кВт): $1 \text{ кВт} = 1000 \text{ Вт} = 10^3 \text{ Вт}$;

мегаватт (МВт): $1 \text{ МВт} = 1\,000\,000 \text{ Вт} = 10^6 \text{ Вт}$.

Від потужності залежить швидкість руху.

Потужність при рівномірному русі дорівнює скалярному добутку сили на середню швидкість руху.

$$N = \frac{A}{t} = \frac{F \cdot S}{t} = F \cdot v_{\text{сер}}$$

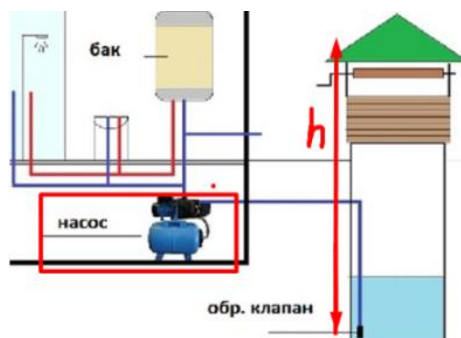
Потужність – це характеристика машин і механізмів.

Коефіцієнт корисної дії (ККД) – це величина, що дорівнює відношенню корисної роботи (потужності) до повної роботи (потужності), яку виконує двигун.

$$\eta = \frac{A_{\text{корисна}}}{A_{\text{повн}}} = \frac{N_{\text{корисна}}}{N_{\text{повн}}} \cdot 100\%$$

ККД (η (ета)) вимірюється у відсотках (%).

ККД завжди менше одиниці $\eta < 1$; $\eta < 100\%$.



Задача 2. На яку висоту насос, корисна потужність якого $2 \cdot 10^3$ кВт, може підняти 400 м^3 води за 1 хвилину?

Дано:

$$t = 1 \text{ хв} = 60 \text{ с}$$

$$V = 400 \text{ м}^3$$

$$N_{\text{корисна}} = 2 \cdot 10^3 \text{ кВт}$$

$$= 2 \cdot 10^6 \text{ Вт}$$

$$\rho = 1000 \text{ кг/м}^3$$

$$h_{\text{води}} - ?$$

Розв'язання:

$$N_{\text{корисна}} = \frac{A}{t} \quad \text{де } A = mgh, \quad m = V\rho.$$

$$h = \frac{N_{\text{корисна}} \cdot t}{V\rho g}, \quad h = \frac{2 \cdot 10^6 \cdot 60}{400 \cdot 1000 \cdot 10} = 30 \text{ м.}$$

Відповідь: $h = 30 \text{ м.}$

Вправа 1. Відповідайте на запитання. Відповіді напишіть у зошит

1. Що називається механічною роботою? (Формула, символи, одиниці виміру).
2. Як визначити роботу сили тяжіння?
3. Як визначити роботу сили пружності?
4. Охарактеризуйте роботу сили тертя і роботу доцентрової сили.
5. Що називається механічною потужністю? (Формула, символи, одиниці виміру).
6. Що таке ККД? (Позначення, формула, вимірювання).

Вправа 2. Розв'яжіть задачі.

Задача 1. Під час розтягування недеформованої пружини на 10 см виконано роботу $0,4 \text{ Дж}$. Знайдіть коефіцієнт жорсткості пружини.

Задача 2. Визначте роботу, виконану краном при рівномірному підніманні тіла масою 3 т на висоту 7 м .

Задача 3. При рівномірному підйомі з шахти вугілля масою 10,5 т виконано роботу 6200 кДж. Яка глибина шахти?

Задача 4. Яку потужність розвиває підйомний кран, якщо роботу 9 МДж він виконує за 5 хвилин?

Задача 5. Потужність підйомного крана 10 кВт. Ним можна поступово підняти вантаж масою 2 т за 0,5 хв. Яку роботу виконає в цьому випадку кран? На яку висоту він перемістить вантаж?

Задача 6. Екскаватор піднімає 180 т землі на висоту 6 м за годину. Потужність двигуна 4 кВт. Визначте ККД екскаватора.

Заняття 2. Механічна енергія. Закон збереження механічної енергії

Завдання 1. Слухайте, повторюйте та читайте слова та словосполучення.

українська	англійська	французька	арабська	фарсі
механічна енергія	mechanical energy	énergie mécanique	طاقة ميكانيكية	انرژی مکانیکی
здатність	the ability	la capacité	القدرة	توانایی
кількісна характеристика	quantitative characteristic	caractéristique quantitative	السمة الكمية	کمبویژگی
стан тіла	body condition	état corporel	حالة الجسم	وضعیت بدن
положення в просторі	position in space	position dans l'espace	موقع في الفضاء	موقعیت در فضا
кінетична енергія	kinetic energy	énergie cinétique	الحركية الطاقة	جنبشی انرژی
потенціальна енергія	potential energy	énergie potentielle	الطاقة الكامنة	بالقوة انرژی
внаслідок (чого)	due to	en raison de	بسبب	به دلیل
повернення	return	retour	العودة	بازگشت
ізолювана система	isolated system	système isolé	معزول نظام	سیستم جدا شده

Завдання 2. Слухайте і читайте текст.

Текст

Механічна енергія – це здатність тіла виконувати роботу.

Механічна енергія – це кількісна характеристика стану тіла, що визначається швидкістю його руху та положенням у просторі.

$[E] = \text{Дж}$, читаємо: "енергія вимірюється в джоулях".

$1 \text{ кДж (кілоджоуль)} = 10^3 \text{ Дж}$.

Існує два види механічної енергії: кінетична і потенціальна.

Кінетична енергія E_k – це енергія, яку тіло отримує внаслідок свого руху.

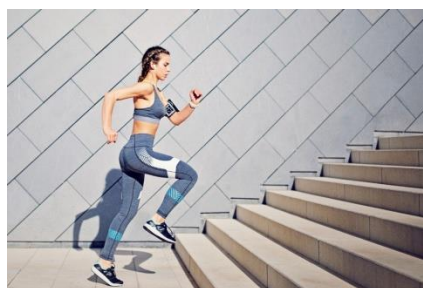


$$E_k = \frac{mv^2}{2}$$

m – маса тіла

v – швидкість руху

Приклади тіл, що мають кінетичну енергію.



Потенціальна енергія E_p – це енергія взаємодії

**Потенціальна енергія
піднятого тіла**

$$E_p = mgh,$$

m – маса тіла;

g – прискорення вільного
падіння;

h – висота.

**Потенціальна енергія пружно деформованої
пружины (шнура)**

$$E_p = \frac{kx^2}{2},$$

k – коефіцієнт

жорсткості пружини;

x – величина

пружної деформації.



Приклади потенціальної енергії

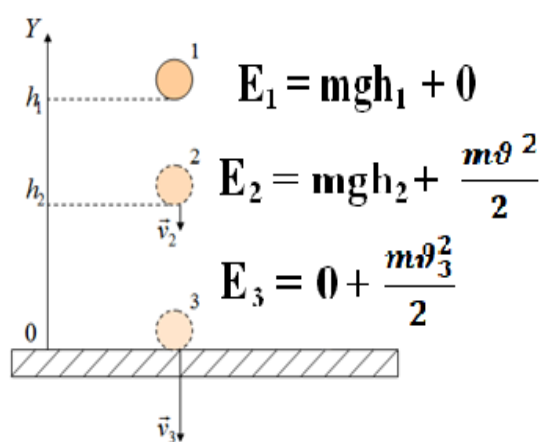


Закон збереження механічної енергії

Повна механічна енергія замкнутої (ізолюваної) системи – величина стала:

$$E = E_n + E_k = \text{const.}$$

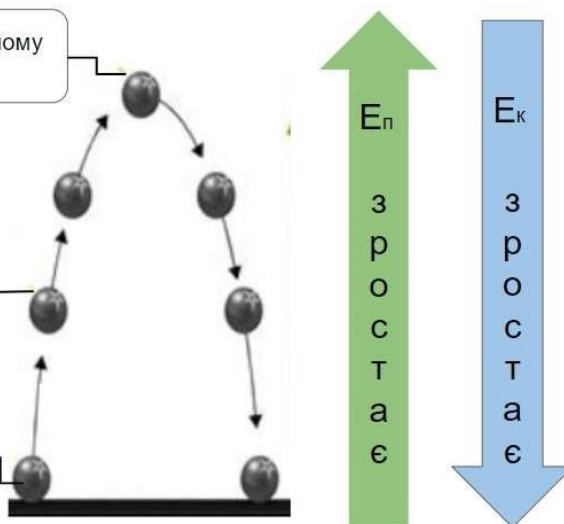
В ізолюваній системі можуть відбуватися зміни кінетичної та потенціальної енергій, але їхня сума дорівнює повній енергії, яка не змінюється (залишається постійною)



3) точка максимального підйому
 $E_p = \max$ $E_k = 0$

2) середня точка
 $E_p = \text{середнє}$
 $E_k = \text{середнє}$

1) точка початку руху
 $E_p = 0$ $E_k = \max$



Тіло, кинуте вертикально вгору, в початковий момент часу має максимальну кінетичну енергію. Його потенціальна енергія дорівнює нулю.

Під час руху вгору (підйому) швидкість тіла зменшується, а висота збільшується. Отже, кінетична енергія зменшується, а потенціальна енергія зростає

У верхній точці на максимальній висоті швидкість тіла дорівнює нулю. Отже, тіло має максимальну потенціальну енергію, а кінетична енергія дорівнює нулю.

Під час падіння зі зменшенням висоти та збільшенням швидкості відбувається перетворення енергії – кінетична енергія збільшується (зростає), а потенціальна енергія зменшується (спадає).

Повна енергія будь-який момент часу залишається сталою величиною.

Вправа 1. Відповідайте на запитання. Відповіді напишіть у зошит.

1. Поясніть поняття "механічна енергія". Які види механічної енергії ви знаєте?
2. Що таке кінетична енергія? Напишіть формулу для обчислення. Поясніть усі фізичні величини.
3. Що таке потенціальна енергія? Напишіть формули для обчислення. Поясніть усі фізичні величини.
4. Закінчіть речення.
 - Енергія, яку тіло має внаслідок свого руху – це
 - Потенціальною енергією називається
5. Сформулюйте закон збереження енергії.

Вправа 2. Розв'яжіть задачі.

Задача 1. Якою стане потенціальна енергія пружини, якщо її з недеформованого стану стиснути на 5 см? Коефіцієнт жорсткості пружини дорівнює 40 Н/м.

Задача 2. Вертоліт масою 1 т перебуває на висоті 50 м. На якій висоті його потенціальна енергія зросте на 245 кДж?

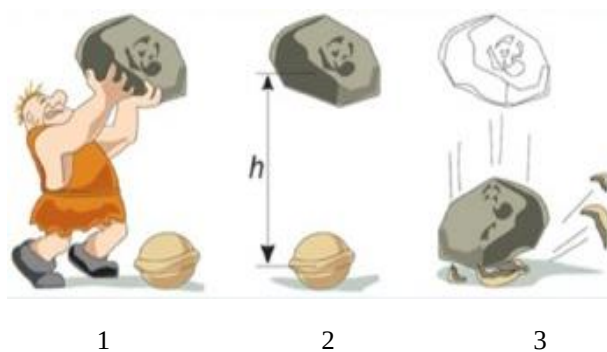
Задача 3. Визначте кінетичну енергію автомобіля масою 1 т, що рухається зі швидкістю 108 км/год.

Задача 4. Визначте кінетичну енергію снаряда масою 10 кг, що рухається зі швидкістю 800 м/с.

Задача 5. У скільки разів зміниться кінетична енергія тіла, якщо його швидкість збільшити у 4 рази?

Задача 6. У скільки разів зменшиться швидкість тіла, якщо його кінетична енергія зменшиться у 9 разів?

Задача 7. Запишіть закон збереження енергії для кожного випадку.



Це цікаво! Енергія, необхідна для життєдіяльності організму, потрапляє з їжею у вигляді високомолекулярних поживних речовин. В організмі ці речовини окислюються до простих і енергія, що вивільнилася при цьому, перетворюється на інші види енергії, головним чином на теплоту, необхідну для підтримки температури тіла, а також роботу, яка відбувається під час руху.



Заняття 3. Коливальний рух. Механічні коливання

Завдання 1. Слухайте, повторюйте та читайте слова та словосполучення.

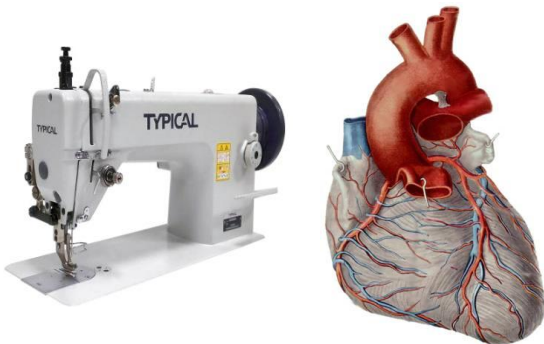
українська	англійська	французька	арабська	фарсі
механічні коливання	oscillation, vibration	vibration, oscillation	الميكانيكية الاهتزازات	ارتعاشات مکانیکی
вільні коливання	free oscillation	oscillation libre	الاهتزازات الحرة	ارتعاشات رایگان
внутрішні сили	internal force	force interieur	القوى الداخلية	های داخلی نیرو
положення рівноваги	position equilibrium	equilibre position, disposition	وضع التوازن	تعالدموقع یت
коливальна система	oscillatory system	systeme oscillation	نظام تذبذب	نوسانی سیستم
математичний маятник	pendulum	pendule a	بندول ریاضی	آونگ ریاضی
пружинний маятник	spring pendulum	pendule a ressort	الربيع بندول	آونگ بهاری
амплітуда, -и	amplitude	amplitude	السعة	دامنه
циклічна частота	cycle frequency	frequence	تردد دوري	فرکانس حلقوی
період, -и	period	periode	فترة	دوره
частота, -и	frequency	frequence	تكرار	فرکانس
вимушені коливання	forsed (compel) oscillation	oscillation force	القسرية الاهتزازات	لرزش یها یاجبار

Завдання 2. Слухайте і читайте текст.

Текст

Механічні коливання – це рухи, які точно або наближено повторюються через однакові інтервали часу.

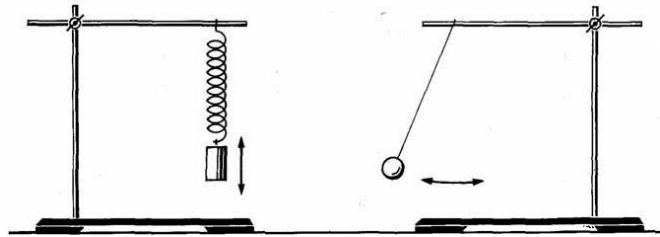
Вимушені коливання – це коливання, які виникають у системі під дією зовнішніх сил.



- рух голки у швейній машині;
- скорочення серцевого м'яза;
- рух поршнів у двигуні внутрішнього згоряння;
- припливи та відпливи.



Вільні коливання (власні коливання) – це коливання, які робить система під дією внутрішніх сил.



- рух маятників;



- рух гойдалки;



- листя, що падає

Фізичні величини, що характеризують механічні коливання

1. Амплітуда коливань A – максимальне відхилення системи від положення рівноваги. $[A] = \text{м}$.

2. Період коливань T – час повного коливання. $[T] = \text{с}$.

3. Частота коливань ν (ню) – кількість коливань за 1 секунду.

$[\nu] = \text{с}^{-1} = 1/\text{с} = \text{Гц (герц)}$. $1 \text{ Гц} = 1 \text{ коливання за секунду}$.

$$T = \frac{t}{N}; \quad \nu = \frac{1}{T}; \quad \nu = \frac{N}{t}, \quad \text{де } t - \text{час, } N - \text{число коливань.}$$

4. Циклічна частота ω – кількість коливань за $2\pi \text{ с}$.

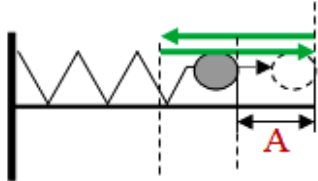
$$\omega = \frac{2\pi}{T}, \quad \omega = 2\pi\nu.$$

Приклади розв'язання задач

Задача 1. Частота коливань тіла дорівнює 20 Гц. Визначити період коливань тіла. За який час тіло виконує 200 коливань?

Дано	Розв'язання:
$\nu = 20 \text{ Гц}$	$\nu = 20 \text{ Гц}$ – тіло виконує 20 коливань за 1 с;
$N = 200$	$\nu = \frac{1}{T} \Rightarrow T = \frac{1}{\nu}.$
$T - ? \quad t - ?$	$T = \frac{1}{20} \text{ с} = 0,05 \text{ с}$ – тіло виконує одне коливання за 0,05 с;
	$T = \frac{t}{N} \Rightarrow t = T \cdot N;$
	$t = 0,05 \cdot 200 = 10 \text{ с}$ – тіло виконає 200 коливань за 10 секунд.
	Відповідь: період коливань тіла 0,05 с;
	тіло виконає 200 коливань за 10 секунд.

Задача 2. Амплітуда коливань тіла на пружині дорівнює 5 см. Який шлях пройде тіло за чверть (одну четверту) періоду коливань? за половину періоду? за період? за два періоди?

Дано:	Розв'язання:	
$A = 5 \text{ см}$	$A = 5 \text{ см}$ – максимальне відхилення від положення рівноваги. Тому шлях тіла за $\frac{1}{4}$	
$t = 1/4T (1/2T; T; 2T)$	періоду коливань: $S_{\frac{1}{4}T} = 5 \text{ см}.$	
$S - ?$	$S_{\frac{1}{2}T} = 2 \cdot 5 = 10 \text{ см}; \quad S_{2T} = 40 \text{ см}; \quad S_T = 20 \text{ см}.$	

Відповідь: Тіло пройде шлях, що дорівнює 5 см за чверть періоду, 10 см – за половину періоду, 20 см – за період, 40 см – за два періоди.

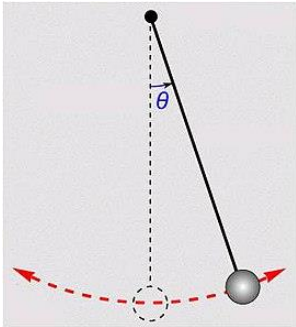
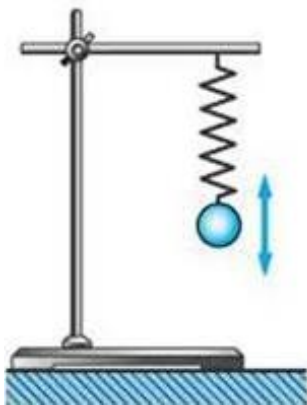
Вправа 1. Відповідайте на запитання. Відповіді запишіть у зошит.

1. Що таке механічні коливання?
2. Які коливання називаються вільними? (Приклади)
3. Які коливання називаються вимушеними? (Приклади)
4. Які фізичні величини характеризують механічні коливання? (Назви, формули, одиниці вимірювання).

Вправа 2. Розв'яжіть задачі.

Задача 1. Період коливань тіла на пружині дорівнює 2 с. Поясніть це означає? Визначте частоту та циклічну частоту коливань. Скільки коливань виконає тіло за 10 с?

Задача 2. Визначте період і частоту коливань матеріальної точки, яка здійснює 300 коливань за 1 хвилину.

Математичний маятник (тіло, підвішене на невагомій нерозтяжній нитці)  $T = 2\pi \sqrt{\frac{l}{g}}$ де T - період коливань математичного маятника; l – довжина нитки g – прискорення вільного падіння	Пружинний маятник (тіло, закріплене на пружині)  $T = 2\pi \sqrt{\frac{m}{k}}$ де T – період коливань пружинного маятника; m – маса вантажу (тіла) k – коефіцієнт жорсткості пружини
--	---

Приклади розв'язання задач

Задача 3. Два математичні маятники, довжини яких відрізняються на 22 см, коливаються. За деякий проміжок часу один із маятників виконав 30 коливань, а інший 36 коливань? Визначте довжини маятників.

Дано:

$$l_1 - l_2 = 22 \text{ см}$$

$$N_1 = 30$$

$$N_2 = 36$$

$$t_1 = t_2 = t$$

$$l_1 - ? \quad l_2 - ?$$

Розв'язання:

Прискорення вільного падіння цих маятників однакові.

Очевидно, що чим довша нитка маятника, тим менше коливань він виконає.

Формули періодів коливань для кожного математичного маятника:

$$T_1 = 2\pi \sqrt{\frac{l_1}{g}} \quad \text{та} \quad T_2 = 2\pi \sqrt{\frac{l_2}{g}}, \quad \text{тоді} \quad \frac{T_1}{T_2} = \frac{2\pi \sqrt{\frac{l_1}{g}}}{2\pi \sqrt{\frac{l_2}{g}}} = \sqrt{\frac{l_1}{l_2}}.$$

$$T_1 = \frac{t}{N_1} \Rightarrow t = T_1 \cdot N_1 \quad \text{та} \quad T_2 = \frac{t}{N_2} \Rightarrow t = T_2 \cdot N_2$$

$$T_1 \cdot N_1 = T_2 \cdot N_2 \Rightarrow \frac{T_1}{T_2} = \frac{N_2}{N_1} \Rightarrow \frac{T_1}{T_2} = \frac{36}{30} = \frac{6}{5}$$

$$\frac{T_1}{T_2} = \sqrt{\frac{l_1}{l_2}} = \frac{6}{5} \Rightarrow \frac{l_1}{l_2} = \left(\frac{6}{5}\right)^2;$$

$$l_1 = 1,44l_2; \quad l_1 - l_2 = 0,22,1; \quad 44l_2 - l_2 = 0,22;$$

$$l_2 = 0,5 \text{ м}, \quad l_1 = 1,44 \cdot 0,5 = 0,72 \text{ м}.$$

Відповідь: довжина першого маятника 0,5 м; довжина другого маятника 0,72 м.

Вправа 3. Відповідайте на запитання.

1. Що називається математичним маятником? Зробіть малюнок.
2. Що називається пружинним маятником? Зробіть малюнок.
3. Напишіть формули коливань періодів математичного і пружинного маятників. Поясніть усі фізичні величини та їхні одиниці виміру.

Вправа 4. Розв'яжіть задачі. Відповіді запишіть у зошит.

Задача 1. Знайдіть довжину маятника, який виконав 100 коливань за 5 хвилин 14 секунд у точці Землі, де $g = 9,8 \text{ м/с}^2$.

Задача 2. Визначте масу тіла, закріпленого на пружині жорсткістю 40 Н/м, якщо після відхилення тіла від положення рівноваги воно виконало 8 коливань за 12 с.

Задача 3. Два тіла підвішені на двох однакових пружинах. Як відрізняються періоди коливань цих маятників, якщо маса одного тіла в 4 рази більша за масу іншого тіла?

Заняття 4. Лабораторна робота №2

Визначення прискорення вільного падіння за допомогою математичного маятника

Заняття 5. Хвилі. Механічні хвилі. Звук

Завдання 1. Слухайте, повторюйте та читайте слова та словосполучення.

українська	англійська	французька	арабська	фарсі
механічні хвилі	mechanical waves	ondes mécaniques	موجات ميكانيكية	مكانيكى امواج
поширюватись/ поширитися	to spread	se propager	لينشر	کردن پخش
хвильовий рух	wave	vague	موجة	موج
пружне середовище	elastic medium	milieu élastique	مرن وسط	الاستيك محيط
перешкоджати (чому?)	discourage	décourager	تنهيط	کردن دلسرد
поперечні хвилі	shear waves	ondes de cisaillement	موجات القص	امواج برشى
поздовжні хвилі	longitudinal waves	vagues longitudinales	موجات طولية	امواج طولی
звук, - и	sound	du son	صوت	صدا
сприймаються (чим?)	to perceive	percevoir	لإدراك	درک برای
відчуття (до чого?)	sensitively	avec sensibilité	بحساسية	حساس
інфразвук, - и	infrasound	infrason	فوق بالموجات الصوتية	سونوگرافی
ультразвук, - и	ultrasound	ultrason	فوق الموجات الصوتية	سونوگرافی
вакуум	vacuum	vide	كهرباء مكنسة	خلاء
висота звука	pitch, diapason	pas, diapason	التناغم	صدا گام
гучність	volume	le volume	الصوت	جلد
тембр, - и	timbre	timbre	الصوت طابع	تایمر
рідина	liquid medium	milieu liquide	وسط سائل	محيط مایع
тверде середовище	solid medium	milieu solide	وسط صلب	محيط جامد
газоподібне середовище	gaseous medium	milieu gazeux	وسط غازي	محيط گازى

Завдання 2. Слухайте і читайте текст.

Текст

ХВИЛІ

Механічні коливання поширені у природі та техніці. Якщо коливання, що виникли в одному місці, поширилися на сусідні ділянки простору, то говорять про хвильовий рух – хвилі. **Процес поширення механічних коливань у пружному середовищі називається хвилею.**

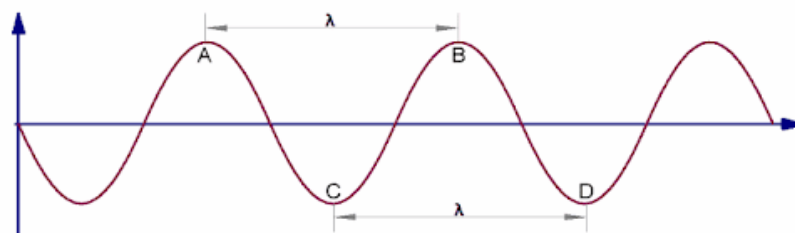
Пружне середовище – це середовище, в якому між частинками існують сили взаємодії, що перешкоджають деформації цього середовища. Тому коливання однієї частини буде передаватися сусіднім частинкам, тобто відбуватиметься коливальний рух.

Поперечні хвилі Коливання частинок середовища відбуваються у напрямку, перпендикулярному поширенню хвилі.  Поширюються лише у твердому середовищі.	Поздовжні хвилі Коливання частинок відбуваються вздовж напрямку поширення хвиль  Поширюються у твердих, рідких і газоподібних середовищах
--	--

Довжина хвилі λ – відстань, на яку поширюється хвиля за один період. $[\lambda]=\text{м}$

$\lambda = vT$, де v - швидкість хвилі; T – період коливань.

$\lambda = \frac{v}{\nu}$, де v - швидкість хвилі; ν – частота коливань



ЗВУК

Процес поширення поздовжніх хвиль у пружному середовищі називається **звуковими коливаннями**.

Звук – це частина звукових коливань, частота якої лежить в інтервалі від 16 Гц до 20000 Гц (сприймається вухом людини). Людське вухо найбільш чутливе до частот 1000 – 3000 Гц.

Звукові хвилі поширюються в твердих, рідких і газоподібних середовищах.

У вакуумі звук не поширюється.

Швидкість звуку в пружному середовищі залежить від пружних властивостей середовища.

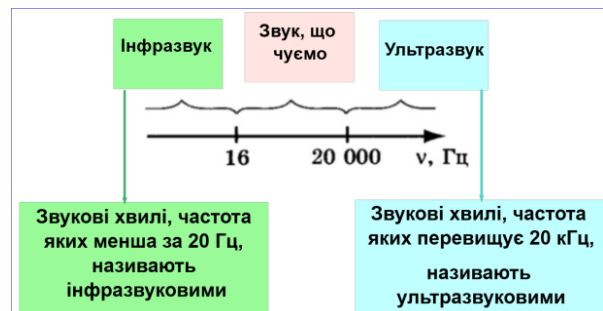
Швидкість звуку (за температури 0°C)

У повітрі 332 м/с	У воді 1500 м/с	У сталі 5500 м/с
-------------------	-----------------	------------------

- У повітрі з підвищенням температури швидкість звуку зростає. За температури 150°C швидкість звуку в повітрі 340 м/с.
- У рідинах із підвищенням температури швидкість звуку зменшується. Вода є винятком. Під час нагрівання води на 1 К (кельвін) швидкість звуку у воді зростає на 2,5 м/с.

Інфразвук – коливання із частотою менше за 16 Гц.

Ультразвук – коливання із частотою більше за 20000 Гц.



Характеристики звукових коливань

Джерела звуку створюють хвилі кількох частот. Частота хвилі з більшою енергією називається **основною частотою**.

Діапазон частот звуків, якічують люди різного віку			
Діти	20 років	35 років	50 років
16 – 22000 Гц	16 – 20000 Гц	25 – 15000 Гц	30 – 12000 Гц

Діапазон частот, які сприймають	
Людина	20 – 20 000 Гц
Птахи	20 – 20 000 Гц
Собака	12 – 70 000 Гц
Кішка	45 – 65 000 Гц
Кажан	1 000 – 180 000 Гц
Метелик	1 000 – 180 000 Гц
Дельфін	60 – 200 000 Гц

Висота звуку визначається частотою. Чим більша частота, тим вищий звук. Зазвичай звук голосу жінки вищий, ніж звук голосу чоловіка.

Хвилі інших частот визначають **тембр звуку**.

Гучність або сила звуку визначається кількістю енергії, що переноситься звуковою хвилею.

Приклади роз'язання задач

Задача 1. В океані довжина хвилі сягає 270 м, її період коливань – 13,5 с. Визначте швидкість поширення такої хвилі.

Дано:	Розв'язання:
$\lambda = 270 \text{ м}$	$\lambda = \vartheta T \Rightarrow \vartheta = \frac{\lambda}{T},$
$T = 13,5 \text{ с}$	$\vartheta = \frac{270}{13,5} = 20 \text{ м/с.}$
$\vartheta - ?$	Відповідь: швидкість поширення хвилі 20 м/с.

Вправа 1. Відповідайте на запитання. Відповіді запишіть у зошит.

1. Що таке хвильовий рух (хвиля)?
2. Охарактеризуйте види хвиль (назва, властивість, середовище розповсюдження).
3. Що називається довжиною хвилі? (Позначення, формула, одиниця вимірювання).

Вправа 2. Розв'яжіть задачі.

Задача 1. Чому дорівнює довжина хвилі на воді, якщо швидкість поширення хвиль 1,2 м/с, та тіло, що плаває на воді, виконує 30 коливань за 1,5 хвилини?

Задача 2. Морські хвилі завдовжки 2 м б'ються об берег із частотою 0,2 Гц. Визначте швидкість поширення хвилі.

Задача 3. Голосові зв'язки співака, який співає тенором (високим чоловічим голосом), коливаються із частотою від 130 Гц до 520 Гц. Визначте максимальну та мінімальну довжини випромінюваної звукової хвилі у повітрі. Швидкість звуку у повітрі 330 м/с.



Це цікаво! Звукові хвилі, потрапляючи в слуховий апарат людини і тварин, спричиняють коливання барабанної перетинки. Вухо перетворює коливальні рухи звукової хвилі у певні відчуття, які сприймаються нашою свідомістю.



Заняття 6. Елементи статики. Момент сили.

Центр тяжіння. Види рівноваги

Завдання 1. Слухайте, повторюйте та читайте слова та словосполучення.

українська	англійська	французька	арабська	фарсі
статика	statics	statique	الاستاتيكا	يكاستات
рівновага, -и	equilibrium	équilibre	التوازن	تعادل
стійка рівновага	steady balance	équilibre stable	توازن ثابت	تعادل ثابت
нестійка рівновага	unstable equilibrium	équilibre instable	توازن غير مستقر	ارل ناپایدار
байдужа рівновага	indifferent balance	équilibre indifférent	رصید غير مبال	تعادل بی تفاوت
момент сили	moment of power	moment de puissance	لحظة القوة	لحظه قدرت
найкоротша відстань	shortest distance	distance la plus courte	أقصر مسافة	کوتاهترین فاصله
вісь обертання	axis of rotation	axe de rotation	محور الدوران	محور چرخش
поступальний рух	translational motion	mouvement de translation	حركة متعدية	حرکت ترجمه
обертальний рух	rotational motion	mouvement de rotation	حركة دورانية	حرکت چرخشی
причина, -и	causereason,	raison	سبب	...سبب
важіль, -і	lever arm	levier	رافعة	اهرم

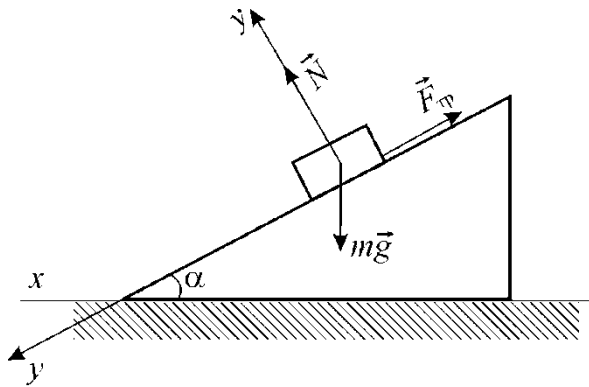
Завдання 2. Слухайте і читайте текст.

Текст

Статикою називається розділ механіки, який вивчає умови рівноваги тіл.

Рівновагою називають такий стан тіла (або системи тіл), у якому воно не рухається у визначеній системі відліку.

Умови рівноваги тіла, яке не має осі обертання



Рівнодійна всіх сил, прикладених до тіла, повинна дорівнювати нулю.

$$\vec{F}_{\text{тер}} + m\vec{g} + \vec{N} = 0.$$

Тіло перебуває у стані спокою, коли дія всіх сил компенсована.

(Умова рівноваги може порушитись, якщо збільшити кут нахилу)

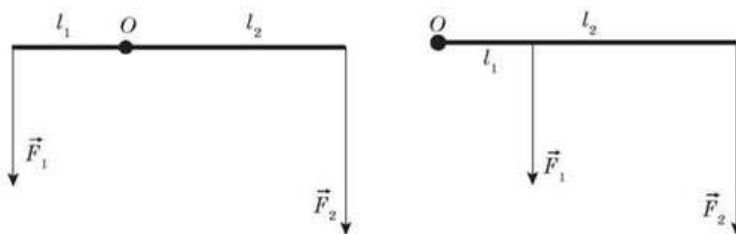
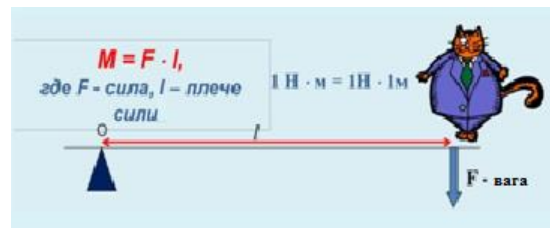
Умова рівноваги тіла, яке не має осі обертання векторна сума всіх сил, прикладених до тіла, дорівнює нулю

$$\vec{F}_1 + \vec{F}_2 + \vec{F}_3 + \dots + \vec{F}_n = 0 \quad \sum_{i=1}^n \vec{F}_i = 0$$

Умови рівноваги тіла, що має вісь обертання

Якщо тіло не може рухатися поступально, а може тільки обертатися відносно нерухомої осі, причиною зміни швидкості обертального руху є наявність моменту сил (M).

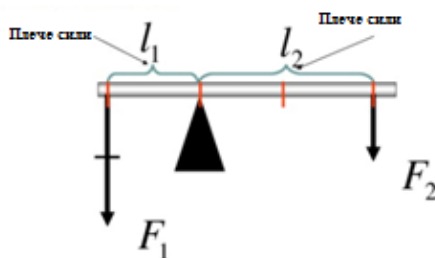
Момент сили – це фізична величина, яка дорівнює добутку модуля сили на її плече
Плече сили – це найкоротша відстань від лінії дії сили до точки опори



Умови рівноваги:

$$F_1 l_1 = F_2 l_2$$

$$M_1 = M_2$$



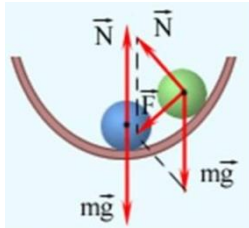
Важіль – це тіло, яке може обертатися навколо нерухомої осі.

Момент сили вважається **додатнім**, якщо сила повертає тіло за годинниковою стрілкою та **від'ємним**, якщо вона повертає тіло проти годинникової стрілки.

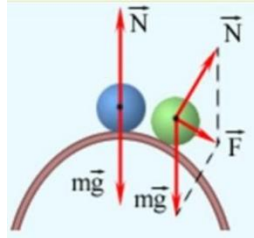
Умова рівноваги тіла, яке має вісь обертання
алгебраїчна сума моментів сил повинна дорівнювати нулю

$$\sum_{i=1}^n M_i = 0$$

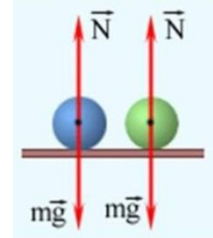
Розрізняють три види рівноваги:



Стійка рівновага:
 при виведенні з положення рівноваги виникає сила, яка повертає систему до рівноваги.



Нестійка рівновага:
 при виведенні зі стану рівноваги виникають сили, які віддаляють систему від рівноваги, і система не може повернутися.



Байдужа рівновага:
 при виведенні зі стану рівноваги в системі не виникає жодних сил.

Стійкість тіла – це здатність тіла зберігати рівновагу.

Приклади розв'язування задач

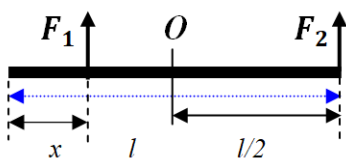
Задача 1. Дві людини несуть вантаж вагою 980 Н. Одна людина підтримує вантаж на відстані 2 м від кінця, а друга людина підтримує протилежний кінець тіла. Довжина вантажу 8 м. Визначити сили навантаження на кожну людину.

Дано:

$$P = 980 \text{ Н}$$

$$x = 2 \text{ м}$$

$$L = 8 \text{ м}$$



Розв'язання: Точка О – середина тіла – вісь обертання.

Запишемо рівність моментів щодо цієї осі:

$$F_1 \cdot \left(\frac{l}{2} - x\right) = F_2 \cdot l/2.$$

Сума сил повинна дорівнювати вазі тіла P : $F_1 + F_2 = P$,

$$F_2 = P - F_1; \quad F_2 = 980 - F_1; \quad F_1 \cdot \left(\frac{l}{2} - x\right) = (P - F_1) \cdot l/2;$$

$$F_1 \cdot \frac{l}{2} - F_1 \cdot x = P \cdot \frac{l}{2} - F_1 \cdot \frac{l}{2}; \quad F_1 l - F_1 \cdot x = P \cdot \frac{l}{2} \quad F_1 = \frac{Pl}{2(l-x)};$$

$$F_1 = \frac{980 \cdot 8}{2(8-2)} = 653,3 \text{ Н}, \quad F_2 = 980 \text{ Н} - 653,3 = 326,7 \text{ Н}.$$

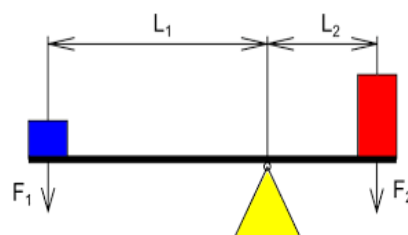
Відповідь: 653,3 Н, 326,7 Н.

Вправа 1. Відповідайте на запитання. Відповідь запишіть у зошит.

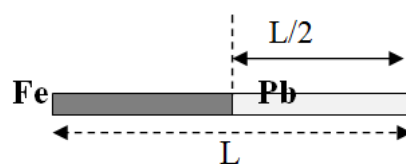
1. Що вивчає статика?
2. Що називається рівновагою?
3. Що називається моментом сили?
4. Що таке плече сили?
5. Сформулюйте умови рівноваги тіла.
6. Які види рівноваги вивчає статика?

Вправа 2. Розв'яжіть задачі.

Задача 1. На тіло діють дві паралельні сили 0,01 Н та 0,02 Н, спрямовані в одну сторону. Сили перебувають на відстані 0,45 м одна від одної. Знайдіть модуль та точку прикладання рівнодіючої сили. Де розташована опора?



Задача 2. Циліндр довжиною 0,4 м складається наполовину $l/2$ із свинцю (Pb) і наполовину із заліза (Fe). Визначте положення центра ваги циліндра. Густина металів:



$$\rho_{Fe} = 7,8 \cdot 10^3 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}, \quad \rho_{Pb} = 11,4 \cdot 10^3 \text{ кг/м}^3.$$

Задача 3. До кінців стрижня масою 10кг та довжиною 40 см підвішені вантажі масами 40 кг і 10 кг. Де потрібно поставити опору, щоб система була у рівновазі?

Заняття 7. Тиск. Атмосферний тиск

Завдання 1. Слухайте, повторюйте та читайте слова та словосполучення.

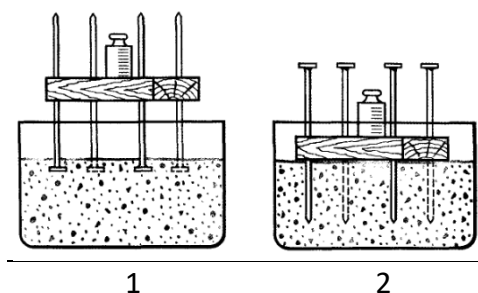
українська	англійська	французька	арабська	фарсі
тиск, -а	pressure	pression	الضغط	فشار
зовнішні сили	external forces	forces externes	قوى خارجية	نیروهای خارجی
посудина, -и	container	récipient	حاوية	کشتی
дно посудини	vessel bottom	fond du navire	أسفل الوعاء	پایین رگ
тиснути/натиснути (на що?)	press	presse	صحافة	فشار دادن
висота стовпа рідини	liquid column height	hauteur de la colonne de liquide	ارتفاع العمود السائل	ارتفاع ستون مایع

Завдання 2. Слухайте і читайте текст.

Текст

Розглянемо дослід

Візьмемо невелику дошку, в кути якої вбито чотири цвяхи, і помістимо її вістрями вгору на пісок. Зверху на неї покладемо гирю. Ми побачимо, що верхівки цвяхів лише трохи вдаляться в пісок. Якщо ж ми перевернемо дошку і знову поставимо її (разом із гирею) на пісок, то тепер цвяхи увійдуть значно глибше. В обох випадках вага дошки була однією і тією ж, проте ефект виявився різним. Чому?



Площа поверхні, на яку спиралися цвяхи, в одному випадку була більшою, а в іншому меншою. Ми бачимо, що результат впливу залежить не лише від сили, з якою тіло тисне на поверхню, а й від площі цієї поверхні.

Саме тому людина, яка може ковзати снігом на лижах (б), одразу ж провалюється в нього, як тільки їх зніме (а).

Силу, що прикладається перпендикулярно поверхні, називають **силою тиску** на цю поверхню.

Тиск – це скалярна фізична величина, яка дорівнює відношенню сили тиску, прикладеної перпендикулярно поверхні, до площі цієї поверхні: $p = \frac{F}{S}$,

де p – тиск, F – сила тиску, S – площа.

Щоб визначити тиск, необхідно силу тиску поділити на площу поверхні, на яку діє тиск.

За однакової сили тиск більший, коли площа опори менша, і, навпаки, чим більша площа опори, тим тиск менший.

Якщо силою тиску є вага тіла ($p = mg$), що лежить на поверхні, то тиск можна знайти за формулою $p = \frac{mg}{S}$.

Сила тиску вимірюється у ньютонках. Тиск вимірюється в паскалях $[p] = \text{Па} = \frac{\text{Н}}{\text{м}^2}$. **Паскаль** - це тиск, який чинить сила тиску в 1 Н, прикладена до поверхні площею 1 м²:

1 гПа (гектопаскаль) = 100 Па, 1 кПа (кілопаскаль) = 1000 Па.



Вправа 1. Відповідайте на запитання. Відповіді запишіть у зошит.

1. Що називають тиском?
2. Які одиниці тиску ви знаєте?
3. Як можна визначити силу тиску?

Атмосферний тиск

Газова оболонка, що оточує Землю, називається **атмосферою** (від грецьких слів «атмос» – пара та «сфера» – куля). Суміш газів, що утворюють атмосферу Землі, називають повітрям. До складу повітря входять азот (78%), кисень (21%) та деякі інші гази.

Дослідження показали, що атмосфера нашої планети поширюється на тисячу і більше кілометрів у висоту.

Зі зменшенням висоти щільність повітря зростає. Близько 80% всієї маси повітряної оболонки Землі перебуває у межах 15 км над Землею. Встановлено, що за температури 0°C маса кожного 1 м³ повітря (на рівні моря) становить 1,29 кг.

Найбільший тиск ваги повітря відчуває поверхня Землі та всі тіла, що перебувають на ній.

Тиск атмосфери Землі на всі предмети, що перебувають на ній, називається **атмосферним тиском**.

Нормальний атмосферний тиск $1 \text{ атм} = 760 \text{ мм рт. ст.} = 1,013 \cdot 10^5 \text{ Па}$.

Прилад, яким вимірюють атмосферний тиск, називається **барометром**.

Вправа 2. Відповідайте на запитання. Відповіді запишіть у зошит.

1. Що таке атмосфера Землі? З яких газів вона складається?
2. Що називається атмосферним тиском?
3. Чому дорівнює нормальний атмосферний тиск?



Тиск у природі та техніці

Ми знаємо, що чим більша площа опори, тим менший тиск цієї сили, і навпаки, зі зменшенням площі опори (при сталій силі) тиск зростає. Тому, залежно від того, хочуть отримати малий чи великий тиск, площу опори збільшують чи зменшують.

Наприклад, для того щоб ґрунт міг витримати тиск будівлі, що будується, збільшують площу нижньої частини фундаменту.

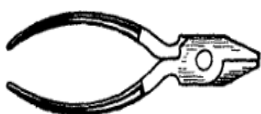
Шини вантажних автомобілів та шасі літаків виготовляють значно ширше, ніж легкових. Особливо широкими роблять шини у автомобілів, призначених для пересування у пустелях.

Важкі машини, такі як трактор, танк або болотохід, маючи велику опорну площу гусениць, можуть проїхати складною (наприклад, болотистою) місцевістю. При малій площі поверхні можна невеликою силою створити дуже великий тиск.

Наприклад, вдавлюючи кнопку в дошку, ми діємо на неї з силою близько 50 Н. Так як площа вістря кнопки становить приблизно 1 мм² (тобто 0,000001 м²), то тиск, що виробляється нею, виявляється рівним:

$$p = \frac{50H}{0,000001m^2} = 50\,000\,000\,Па = 50\,000\,кПа$$

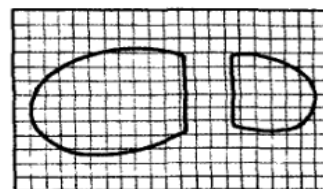
Цей тиск у тисячу разів більший за тиск, який чинить трактор на ґрунт. Леза ріжучих і вістря колючих інструментів (ножів, різців, ножиць, пилок, голок та ін.) гостро відточують. Їхні гострі краї мають маленьку площу, тому навіть при невеликій силі впливу створюється великий тиск на предмет. Отже, працювати гостро заточеним інструментом легше, ніж затупленим.



Ріжучі та колючі предмети зустрічаються в живій природі. Це ікла, пазурі, дзьоби, шипи тощо.

Експериментальне завдання

Знаючи свою масу і площу опори черевика, знайдіть тиск, який ви чините, стоячи на поверхні. Площу опори черевика визначте в такий спосіб. Поставте ногу на аркуш паперу в клітку і обведіть олівцем контур частини підошви, на яку спирається нога.



Порахуйте число повних квадратиків, що потрапили всередину контуру, і додайте до нього половину числа неповних квадратиків, через які пройшла

лінія контуру. Отримане число помножте на площу одного квадрата (площа квадрата на аркуші, взятому із зошита в клітинку, дорівнює $0,25 \text{ см}^2$) і знайдіть площу підшви.

Заняття 8. Гідростатичний тиск. Закон Паскаля для рідин і газів

Завдання 1. Слухайте, повторюйте та читайте слова та словосполучення.

українська	англійська	французька	арабська	фарсі
тиск, -а	pressure	pression	الضغط	فشار
зовнішні сили	external forces	forces externes	قوى خارجية	نیروهای خارجی
посудина, -и	container	récipient	حاوية	کشتی
дно посудини	vessel bottom	fond du navire	أسفل الوعاء	پایین رگ
тиснути / натиснути (на що?)	press	presse	صحافة	فشار دادن
висота стовпа рідини	liquid column height	hauteur de la colonne de liquide	ارتفاع العمود السائل	ارتفاع ستون مای

Завдання 2. Слухайте і читайте текст.

Текст

Закон Паскаля

Рідини та гази передають тиск у всіх напрямках однаково.

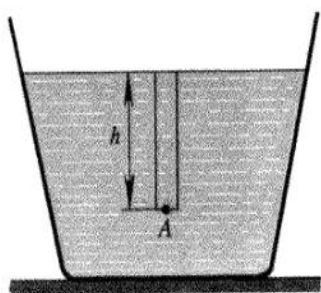
Цей закон було відкрито у 1653 році французьким ученим Б. Паскалем.



Гідростатичний тиск

Рідини і гази передають тиск у всіх напрямках однаково, а той тиск, що існує всередині них, дорівнює вазі власних частинок.

Тиск, що створює рідина, яка знаходиться в стані спокою, називається **гідростатичним**.



Тиск рідини на глибині h : $p_2 = \rho gh$.

Це формула **гідростатичного тиску**.

Якщо рідина знаходиться під зовнішнім тиском p_0 (наприклад, атмосферним), то тиск рідини на глибині h дорівнює: $p = p_0 + \rho gh$

Гідростатичний тиск на будь-якій глибині всередині рідини не залежить від форми посудини, в якій знаходиться рідина, і дорівнює добутку густини рідини, прискорення вільного падіння та висоти стовпа рідини.

$$\text{Тиск на стінки посудини: } p = \frac{\rho gh}{2}.$$

Вправа 1. Відповідайте на запитання. Відповіді запишіть у зошит.

1. Який тиск називають гідростатичним?
2. Від яких величин залежить гідростатичний тиск?

Вправа 2. Розв'яжіть задачу.

Задача 1. На якій глибині тиск води в морі дорівнює 412 кПа?

Задача 2. Оса встромляє своє жало з силою 0,00001 Н. Який тиск чинить жало на шкіру, якщо площа його вістря дорівнює 0,00000000003 см?

Задача 3. Тиск якої з рідин – води, гасу чи спирту висотою 20 см є найбільшим?

Заняття 9. Сполучені посудини. Гідравлічний прес

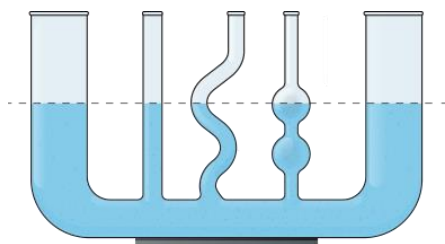
Завдання 1. Слухайте, повторюйте та читайте слова та словосполучення.

українська	англійська	французька	арабська	фарсі
сполучені посудини	communicating vessels	navires interconnectés	السفن المترابطة	پیوسته بهم های کشتی
декілька	some	un peu	ما حد إلى	حدی تا
з'єднати/ з'єднувати (що? як?)	to connect	se connecter	للاتصال	اتصال برای
перетікати/перетекти (звідки? куди?)	flow over	déborder	يتدفق	از بیش جریان
встановлюватися/ встановитися	settle down	s'installer	يستقر	حل و فصل کنيد
рівень/рівні	level	niveau	المستوى	سطح
однорідна рідина	homogeneous fluid	fluide homogène	متجانس سائل	همگن مایع
обернено пропорційний	inversely proportional	inversement proportionnel	عكسيا يتناسب	متناسب بر عکس
гідравлічний прес	Hydraulic Press	presse hydraulique	هيدروليكي مكبس	پرس هيدروليک
механізм, -и	mechanism	le mécanisme	الآلية	مکانيسم
всередині (чого?)	inside	à l'intérieur	بالداخل	درون
переміститися, переміщуватися	move around	se déplacer	التحرك	دور به حرکت
поршень/поршні	forcer	forcer	فاصل	اجبار
поперечний переріз	cross-section	coupe transversale	العرضي المقطع	مقطع
виграш, -и	win	gagner	فوز	شدن برنده
домкрат, -и	jack	cric	جاک	جک
опускаться/опуститися	descend	descendre	النزول	برو پایین

Завдання 2. Слухайте і читайте текст.

Текст

Сполучені посудини – це дві або декілька посудин, які з'єднані між собою у нижній їх частині.



Якщо налити рідину в одну із посудин, то рідина перетікатиме в інші сполучені посудини і встановлюється у всіх посудинах на одному рівні (висоті).

В однорідній рідині, яка перебуває у стані спокою, у всіх її точках, на однаковій висоті має існувати однаковий тиск.

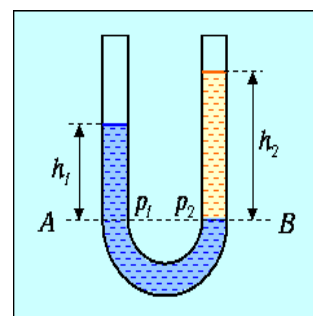
Якщо налити в сполучені посудини різні рідини, то рівень (висоти) у кожній посудині буде неоднаковий.

Висоту стовпів рідини позначимо h_1 та h_2 , а густини рідин ρ_1 і ρ_2 .

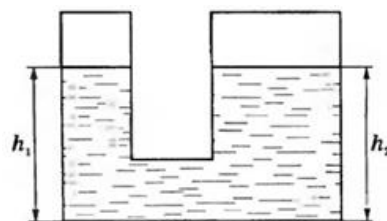
Нижче рівня АВ у посудині міститься одна рідина, тому тиску p_A і p_B у точках А та В однакові:

$$p_A = \rho_1 g h_1 \quad p_B = \rho_2 g h_2$$

$$p_A = p_B \rightarrow \rho_1 g h_1 = \rho_2 g h_2 \rightarrow \frac{h_1}{h_2} = \frac{\rho_2}{\rho_1}$$



Закон сполучених судин: у сполучених посудинах висоти стовпів рідин над рівнем розділу обернено пропорційні густинам цих рідин.

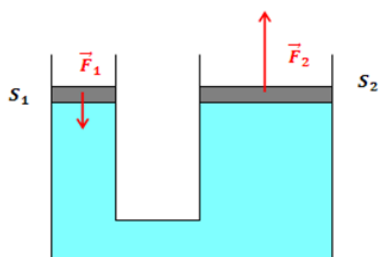


З цього закону випливає, що якщо $\rho_1 = \rho_2$, то $h_1 = h_2$.

Гідравлічний прес

Гідравлічний прес – це механізм, робота якого ґрунтується на законі Паскаля.

Два сполучені циліндричні посудини наповнюються рідиною. Усередині циліндричних посудин переміщуються поршні.



S_1 – площа поперечного перерізу малого поршня;

S_2 – площа поперечного перерізу великого поршня.

F_1 – зовнішня сила, що діє на малий поршень.

Визначимо силу F_2 , що діє на великий поршень

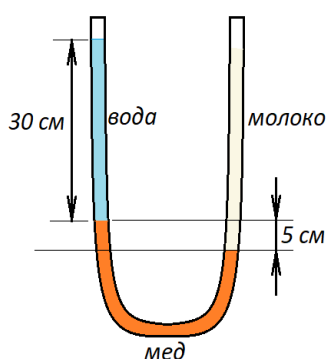
Тиск p_1 малого поршня (тиск, який створюється силою F_1 на малий поршень)

$$p_1 = \frac{F_1}{S_1}.$$

За законом Паскаля рідина передає цей тиск у всіх напрямках без зміни, тому на поршень S_2 теж діятиме тиск p_1 , тоді

$$F_2 = p_1 \cdot S_2 = \frac{F_1}{S_1} S_2 \quad \text{або} \quad \frac{F_1}{F_2} = \frac{S_1}{S_2}$$

Отже, гідравлічний прес дає виграш у силі в стільки разів, у скільки разів площа великого поршня більша за площу малого поршня.



Приклади розв'язання задач

Задача 1. В U-подібну трубку налили мед. Потім у ліве коліно долили воду, а у праве – молоко. Відомо, що висота стовпа води – 30 см, рівень меду у лівому коліні на 5 см вищий, ніж у правому. Яка висота стовпа молока?

Розв'язання:

Проведемо горизонтальну пряму так, щоб нижче був тільки мед. Тоді вище цієї лінії у лівому коліні трубки – 5 см меду та вода висотою 30 см. У правому коліні вище лінії – молоко. Нам не відомо, яка висота молока.

Прирівняємо тиски в правому та лівому колінах над горизонтальною лінією:

$$\rho_{\text{мд}} g h_{\text{мд}} + \rho_{\text{в}} g h_{\text{в}} = \rho_{\text{мл}} g h_{\text{мл}} \quad h_{\text{мл}} = \frac{\rho_{\text{мд}} h_{\text{мд}} + \rho_{\text{в}} h_{\text{в}}}{\rho_{\text{мл}}};$$

$$h_{\text{мл}} = \frac{1350 \cdot 0,05 + 1000 \cdot 0,3}{1030} = 0,36 \text{ м.}$$

Відповідь: висота стовпа молока 0,36 м.

Вправа 1. Відповідайте на запитання. Відповіді запишіть у зошит.

1. Які посудини називають сполученими?
2. Яка залежність (прямо пропорційна чи обернено пропорційна) між густинами рідин і висотами?

3. Сформулюйте закон сполучених посудин.

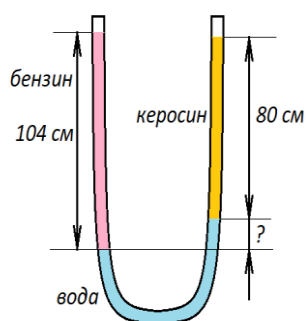
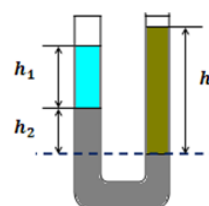
4. Що таке гідравлічний прес?

Вправа 2. Розв'яжіть задачі.

Задача 1. До малого поршня гідравлічного преса прикладена сила 196 Н, під дією якої за один хід він опускається на 25 см. Внаслідок цього великий поршень піднімається на 5 см. Яка сила тиску передається на великий поршень?

Задача 2. Площа великого поршня гідравлічного домкрата 20 см², а малого 0,5 см². Вантаж якої максимальної маси можна підняти цим домкратом, якщо тиснути на малий поршень із силою 200 Н?

Завдання 3. У сполучених судинах міститься ртуть, вода і гас. Якою є висота стовпа гасу h_3 , якщо висота стовпа води $h_1 = 20$ см, а рівень ртуті у правій частині нижчий, ніж у лівій на 0,5 см?



Завдання 4. В U-подібну трубку спочатку налили воду. Потім у ліве коліно налили бензин, а у праве – гас. Відомо, що висота стовпа гасу – 80 см, бензину – 104 см. На скільки висота води у лівому коліні відрізняється від її висоти у правому?

Густина гасу, нафти – 800 кг/м³, густина бензину – 710 кг/м³, густина води – 1000 кг/м³.

Заняття 10. Закон Архімеда. Сила Архімеда

Завдання 1. Слухайте, повторюйте та читайте слова та словосполучення.

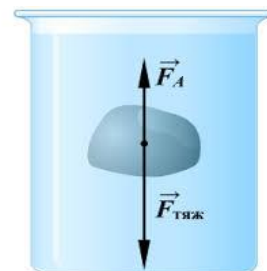
українська	англійська	французька	арабська	фарсі
зануритися/зануритись	plonder, submerger	plonder, submerger	بغرق	غوطه
виштовхувальна сила	upthrus force	forcede pousse	الطفو	شناوری
виштовхувати/виштовхнути	to push out	pousser, mettre dehors	دفع للخارج	بیرون کشیدن
витіснити/витіснути	to displace	d'eplacer	طرد	مجبور کردن
витіснена рідина	displaced liquid	liquide deplaci	سائل نازح	مایع آواره شده
плавати	to float	flotter	للسباحة	شنا کردن
плавання	flotation	flottement	سباحة	شنا کردن

Завдання 2. Слухайте і читайте текст.

Текст

Закон Архімеда

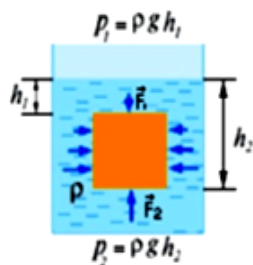
На тіло, занурене в рідину або газ, діє виштовхувальна сила, яка спрямована вертикально вгору і дорівнює вазі витісненої рідини або газу.



Сила Архімеда

$$F_{\text{виштовхувальна}} = F_2 - F_1$$

Причина
виникнення
виштовхувальної
сили в різниці
сил на різних
глибинах



Сила Архімеда виникає тому, що гідростатичний тиск на верхню та нижню поверхні тіла (тиск на різних глибинах) не є однаковим.

$$F_A = \rho_p g V_T,$$

де ρ – густина рідини;

V_T – об'єм зануреного тіла (частини тіла).

Сила Архімеда завжди спрямована вертикально вгору (протилежно силі тяжіння), тому вага тіла в рідині або газі завжди менша за вагу тіла у вакуумі:

$$P_p = P_v - F_A,$$

де P_p - вага тіла в рідині;

P_v - вага тіла у вакуумі;

F_A - сила Архімеда.

Приклади розв'язання задач

Задача 1. У якій рідині на тіло діє виштовхувальна менша сила, що виштовхує, – у воді чи в олії?

$$\rho_{\text{олії}} < \rho_{\text{води}}, \text{ тому } F_{\text{олії}} < F_{\text{води}}$$

Відповідь: Густина олії (920 кг/м^3) менша за густину води (1000 кг/м^3), тому сила в олії менша.

Задача 2. Визначте виштовхувальну силу, що діє на камінь об'ємом $1,5 \text{ м}^3$ у воді.

Дано:	Розв'язання:
$V = 1,5 \text{ м}^3$	Виштовхувальну силу (силу Архімеда) обчислюємо за
$\rho_{\text{води}} = 10^3 \text{ кг/м}^3$	формулою: $F_A = \rho_{\text{води}} g V_T$
$g = 10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$	$F_A = 1000 \cdot 10 \cdot 1,5 = 15000 \text{ Н}$
$F_A - ?$	Відповідь: виштовхувальна сила, що діє на камінь об'ємом $1,5 \text{ м}^3$ у воді, дорівнює 15 кН .

Задача 3. Визначте густину однорідного тіла, якщо відомо, що його вага у вакуумі 3 Н , а в гасі 2 Н . Густина гасу $0,8 \cdot 10^3 \text{ кг/м}^3$.

Дано:	Розв'язання:
$P_T = 2 \text{ Н}$	Вага тіла у вакуумі $P_v = mg \Rightarrow m_T = \frac{P_v}{g} \quad (1^*)$
$P_B = 3 \text{ Н}$	У формулу густини підставимо вираз (1^*) :
$\rho_T = 0,8 \cdot 10^3 \text{ кг/м}^3$	$3 \rho_T = \frac{m_m}{V_m} \Rightarrow \rho_T = \frac{P_v}{g V_m} \quad (2^*)$
$\rho_T - ?$	На тіло, занурене в гас, діє виштовхувальна сила (сила Архімеда):

$$F_A = P_v - P_2$$

$$F_A = \rho_2 \cdot g \cdot V_m \Rightarrow \rho_2 g V_T = P_v - P_2 \quad (3^*)$$

$$\text{З формули (3*) визначимо об'єм тіла: } V_T = \frac{P_v - P_2}{g \rho_2}$$

З формули (2^*) визначимо густину тіла ρ_m , використовуючи формули (1^*) та (3^*) :

$$\rho_T = \frac{P_v \rho_2}{P_v - P_2} \Rightarrow \rho_T = \frac{3 \cdot 0,8 \cdot 10^3}{3 - 2} = 2,4 \cdot 10^3 \text{ кг/м}^3$$

Відповідь: густина тіла $2,4 \cdot 10^3 \text{ кг/м}^3$.

Вправа 1. Відповідайте на запитання. Відповіді запишіть у зошит.

1. Сформулюйте закон Архімеда.
2. Куди спрямований вектор сили Архімеда?
3. Яка формула для визначення сили Архімеда?

Вправа 2. Розв'яжіть задачі.

Задача 1. Тіло у повітрі важить $2,41 \text{ Н}$, у гасі – $2,17 \text{ Н}$. Визначте густину тіла.

Задача 2. Залізне тіло у гасі важить 24 Н . Визначте вагу залізного тіла у повітрі.

$$\rho_{\text{гасу}} = 0,8 \cdot 10^3 \text{ кг/м}^3.$$

Заняття 11. Умови плавання тіл. Гідродинаміка. Рівняння Бернуллі

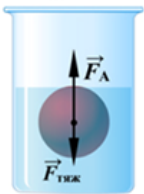
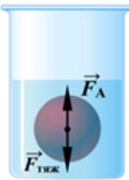
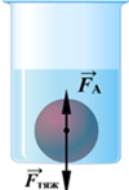
Завдання 1. Слухайте, повторюйте та читайте слова та словосполучення.

українська	англійська	французька	арабська	фарсі
зануритися/зануритись	plonder, submerger	plonder, submerger	يغرق	غوطه
виштовхувальна сила	upthrus force	forcede pousse	الطفو	شناوری
виштовхувати/виштовхнути	to push out	pousser, mettre dehors	دفع للخارج	بيرون کشیدن
витіснити/витіснути	to displace	d'eplacer	طرد	مجبور کردن
витіснена рідина	displaced liquid	liquide deplaci	سائل نازح	مايع اواره شده
плавати	to float	flotter	للسباحة	شنا کردن
плавання	flotation	flottement	سباحة	شنا کردن
шар	couche	layer	طبقة	لايه
поперечний переріз	cross-section	section transversale	مقطع عرضي	بخش عرضی
статичний тиск	static pressure	pression statique	الضغط الساكن	فشار استاتیک
динамічний тиск	dynamics pressure	pression dynamique	ضغط ديناميكي	فشار ديناميکی
рух (рідини)	flow, stream, current	courant, le courant passe	تدفق السائل	جريان سيال
трубка	tube	tube	أنبوب	یک لوله
труба	pipe	tuyau	بوق	شیپور

Завдання 2. Слухайте і читайте текст.

Текст

ПЛАВАННЯ ТІЛ

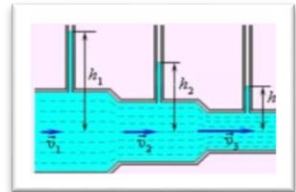
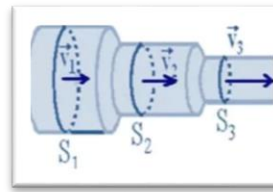
Тіло спливає $F_A > F_{\text{тяж}}$ 	Якщо сила тяжіння $F_{\text{тяж}}$ менше архімедової сили F_A, тіло буде підніматися з рідини – спливати. Густина тіла, менша за густину рідини. $\rho_{\text{т}} < \rho_{\text{р}}, \quad F_{\text{тяж}} < F_A$
Тіло плаває $F_A = F_{\text{тяж}}$ 	Якщо сила тяжіння $F_{\text{тяж}}$ дорівнює архімедовій силі F_A, тіло перебуватиме у рівновазі, рідині – плавати. Густина тіла, дорівнює густині рідини. $\rho_{\text{т}} = \rho_{\text{р}}, \quad F_{\text{тяж}} = F_A$
Тіло тоне $F_A < F_{\text{тяж}}$ 	Якщо сила тяжіння $F_{\text{тяж}}$ більша за архімедову силу F_A, то тіло буде опускатися на дно рідини – тонути. Густина тіла більша за густину рідини. $\rho_{\text{т}} > \rho_{\text{р}}, \quad F_{\text{тяж}} > F_A$

ГІДРОДИНАМІКА

Гідродинаміка вивчає закони руху рідини та їхні взаємодії із твердими тілами.

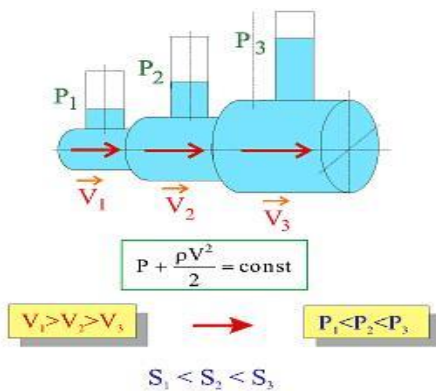
Рівняння гідродинаміки описує взаємозалежність швидкості потоку рідини і тиску: **тиск більший там, де швидкість руху рідини менша, і навпаки: тиск менший там, де швидкість руху рідини більша – це закон Бернуллі.**

Закон Бернуллі



Чим менший
переріз тим більша
швидкість

Чим більша
швидкість тим
менший тиск



$$p + \frac{\rho v^2}{2} = \text{const.}$$

Швидкість потоку в трубі обернено пропорційна площі поперечного перерізу:

$$\frac{v_1}{v_2} = \frac{S_2}{S_1}.$$

Задача 1. Швидкість течії води у широкій трубі 1,5 м/с при гідростатичному тиску 25 кПа. Знайти гідростатичний тиск води у вузькій трубі, діаметр якої у 2 рази менший, ніж діаметр широкої труби.

Дано:

$$v_1 = 1,5 \text{ м/с}$$

$$P_1 = 25 \text{ кПа} = 25 \cdot 10^3 \text{ Па}$$

$$\frac{d_1}{d_2} = 2$$

$$\rho = 10^3 \text{ кг/м}^3$$

$P_2 = ?$

Розв'язання:

У стаціонарному потоці рідини швидкість потоку обернено пропорційна площі поперечного перерізу

труби: $\frac{v_1}{v_2} = \frac{S_2}{S_1}$, де $S = \frac{\pi d^2}{4}$ - площа поперечного перерізу

$$\text{труби, } \frac{v_1}{v_2} = \frac{d_2^2}{d_1^2}; \quad v_2 = \frac{v_1 \cdot d_1^2}{d_2^2} = v_1 \cdot 2^2 = 1,5 \cdot 4 = 6 \text{ м/с.}$$

Запишемо рівняння Бернуллі для задачі:

$$p_1 + \frac{\rho \cdot v_1^2}{2} = p_2 + \frac{\rho \cdot v_2^2}{2} \Rightarrow p_2 = p_1 + \frac{\rho \cdot v_1^2}{2} - \frac{\rho \cdot v_2^2}{2}$$

$$p_2 = p_1 + \frac{\rho}{2}(v_1^2 - v_2^2);$$

$$p_2 = 25 \cdot 10^3 + 500(1,5^2 - 6^2) = 25 \cdot 10^3 + (2,25 - 36) = 25000 - 16875 = 8125 \text{ Па} = 8,125 \text{ кПа.}$$

Відповідь: гідростатичний тиск у вузькій трубі дорівнює 8,125 кПа.

Вправа 1. Відповідайте на запитання. Відповіді запишіть у зошит.

1. Коли тіло, занурене в рідину чи газ, перебуває в рівновазі?
2. Сформулюйте закон Бернуллі.
3. Вкажіть зв'язок між статичним тиском рідини та швидкістю руху рідини.

Вправа 2. Розв'яжіть задачі.

Задача 1. Дерево плаває у воді. Занурена частина тіла становить $\frac{3}{4}$ всього об'єму. Визначте густину дерева.

Задача 2. Залізне тіло плаває у ртуті. Яка частина об'єму тіла занурена у ртуть?

Задача 3. У горизонтальній трубці радіусом $r_1 = 0,5\text{ м}$ тече вода зі швидкістю $v_1 = 0,2\text{ м/с}$ при тиску $p_1 = 2 \cdot 10^5\text{ Па}$. Чому дорівнює тиск у вузькій частині трубки радіусом $r_2 = 0,2\text{ м}$?

Заняття 12. Повторення. Розв'язування задач

Завдання 1. Відповідайте на запитання.



1. Що називається механічною роботою? За якою формулою обчислюється механічна робота? Назвіть усі символи й одиниці вимірювання фізичних величин.
2. Що називається механічною потужністю? За якою формулою обчислюють механічну потужність? Назвіть усі символи й одиниці вимірювання фізичних величин.
3. Що таке ККД? Назвіть формулу для обчислення й одиниці вимірювання.
4. Які види механічної енергії ви знаєте?
5. Що таке кінетична енергія? За якими формулами її обчислюють? Назвіть усі символи й одиниці вимірювання фізичних величин.

6. Що таке потенціальна енергія? За якими формулами її обчислюють?
Назвіть усі символи й одиниці вимірювання фізичних величин.
7. Сформулюйте закон збереження механічної енергії.
8. Що таке механічні коливання? Які фізичні величини характеризують механічні коливання? Напишіть і поясніть формули для обчислення періоду коливань математичного і пружинного маятників.
9. Що таке хвильовий рух? Які види хвиль ви знаєте? За якою формулою обчислюють довжину хвилі? Назвіть усі символи й одиниці вимірювання фізичних величин.
- 10.Що називається рівновагою? Які види рівноваги вивчає статика?
- 11.Що таке момент сили? Що таке плече сили?
12. Що таке тиск? Які одиниці вимірювання тиску ви знаєте? За якою формулою визначають тиск тіла на поверхню?
13. Який тиск називають атмосферним? Який атмосферний тиск вважають нормальним?
- 14.Який тиск називають гідростатичним? За якою формулою обчислюють тиск на стінки посудини?
- 15.Які посудини називають сполученими? Сформулюйте закон сполучених посудин.
16. Сформулюйте закон Архімеда. За якою формулою обчислюють силу Архімеда? Назвіть усі символи й одиниці вимірювання фізичних величин.
17. Сформулюйте закон Бернуллі.

Тест 1

1. Виберіть формулу, за якою визначається механічна робота.

- а) $A = F \cdot \cos\alpha$; в) $A = \frac{FS}{\cos\alpha}$;
б) $A = F \cdot \sin\alpha$; г) $A = F \cdot s \cdot \cos\alpha$.

2. Визначте потужність екскаватора, який за 1 годину виконує роботу 20 МДж.

- а) 20 мВт; в) 5,6 кВт;
б) 5,6 мВт; г) 20 кВт.

3. Виберіть, за якою формулою визначається потенціальна енергія пружно деформованого тіла.

- а) $E = mg$; в) $E = \frac{kx^2}{2}$;
б) $E = mgh$; г) $E = \frac{mg}{h}$.

4. Визначте кінетичну енергію кулі масою 9 г, що вилетіла з пістолета зі швидкістю $320 \frac{м}{с}$.

- а) 9216 Дж; в) 92,16 Дж;
б) 921,6 Дж; г) 460,8 Дж.

5. Двигун насоса потужністю 32 кВт піднімає $12 м^3$ нафти з глибини 28 м за 10хв. Визначте ККД насоса (густина нафти $800 \frac{кг}{м^3}$).

- а) 13,7%; в) 14%;
б) 16,7%; г) 23%.

6. Визначте силу прикладену до правого плеча важеля ($g = 10 \frac{м}{с^2}$).

- а) 250 Н; в) 150 Н;
б) 90 Н; г) 200 Н.

7. Моментом сили називається:
- а) час, протягом якого на тіло діє сила;
 - б) відношення сили до плеча дії цієї сили;
 - в) відстань від осі обертання до лінії дії сили;
 - г) добуток сили на плече дії цієї сили.
8. Вкажіть назву максимального зміщення тіла від положення рівноваги.
- а) період коливань;
 - б) амплітуда коливань;
 - в) фаза;
 - г) циклічна частота.
9. Довжина математичного маятника 0,4м. Визначте період його власних коливань ($g = 10 \frac{м}{с^2}$).
- а) 0,67 с;
 - б) 1,26 с;
 - в) 6,28 с;
 - г) 12,56 с.
10. Визначте, як зміниться період коливань пружинного маятника, якщо жорсткість пружини збільшиться в 9 разів.
- а) збільшиться в 3 рази;
 - б) зменшиться в 9 разів;
 - в) зменшиться в 3 рази;
 - г) зменшиться в 9 разів.
11. У повітрі тіло важить 74 Н, а у воді – 72 Н.
- а) 75 Н;
 - б) 71 Н;
 - в) 146 Н;
 - г) 4 Н.
12. Визначте прискорення, при якому розірветься трос під час піднімання вантажу масою 400 кг, якщо трос максимально витримує силу натягу 55 кН.
- а) $1,2 \frac{м}{с^2}$;
 - б) $2,2 \frac{м}{с^2}$;
 - в) $3,2 \frac{м}{с^2}$;
 - г) $4,2 \frac{м}{с^2}$.
13. Виберіть основну одиницю вимірювання тиску в СІ:
- а) $\frac{Н}{см^2}$;
 - б) мм.рт.ст;
 - в) Па;
 - г) $\frac{Н}{кг}$.
14. Визначте площу, на яку чинить тиск 0,9 кПа сила 90 Н.
- а) 1 см²;
 - б) 10 см²;
 - в) 100 см²;
 - г) 1000 см².

Тест 2

- Визначте, у якому випадку механічна робота не дорівнює нулю.
 - якщо сила дорівнює 0;
 - якщо переміщення дорівнює 0;
 - якщо кут між напрямками сили й переміщення дорівнює 0;
 - якщо кут між напрямками сили й переміщення дорівнює 90° .
- Кран піднімає бетонну плиту масою 500 кг на висоту 16 м за 1 хв. Визначте потужність крана.
 - 1307 Вт;
 - 130,7 Вт;
 - 13,07 Вт;
 - 1333 Вт.
- Насос потужністю 49 кВт піднімає 100 м^3 бензину на висоту 15 м за 5 хв. Визначте ККД насоса (густина бензину 710 кг/м^3).
 - 28%;
 - 43%;
 - 72%;
 - 67%.
- Визначте, як зміниться кінетична енергія тіла, якщо його швидкість руху зменшиться в 4 рази.
 - зменшиться в 16 разів;
 - збільшиться в 16 разів;
 - збільшиться в 4 рази;
 - зменшиться в 4 рази.
- Обчисліть енергію тіла масою 70кг, що знаходиться на висоті 3,5м над землею ($g = 10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$).
 - 24,50 Дж;
 - 245 Дж;
 - 200 Дж;
 - 20 Дж.
- Частота хвилі 5 Гц, а швидкість її поширення $12 \frac{\text{м}}{\text{с}}$. Визначте довжину хвилі.
 - 60 м;
 - 24 м;
 - 2,4 м;
 - 0,42 м.
- Вкажіть приклад автоколивальної системи.
 - кулька на нитці;
 - підвішене на пружині тіло;

г) маятниковый часовой механизм.

В) 15 Н; 24 см;

г) 20 Н; 24 см.

B) 25 cm;

Г) 30см.

В) 64 H;

г) 6,27 Н.

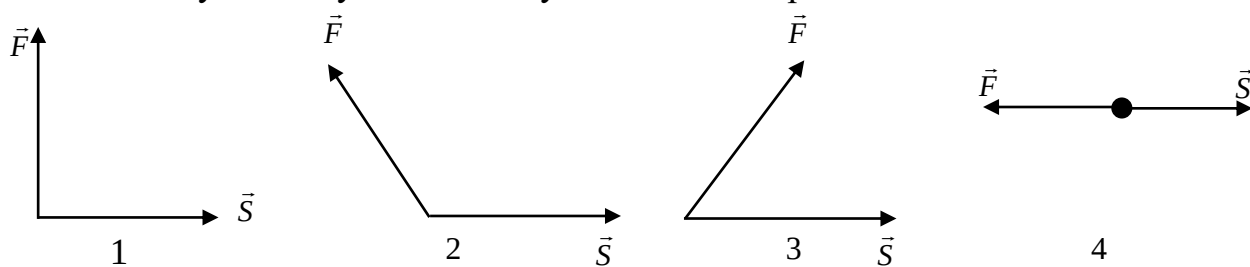
В) 10 м;

Г) 20 м.

$$\text{B) } \frac{\rho v^2}{2} + p + \rho gh = \text{const} ;$$
$$\Gamma) \quad \frac{v_2}{v_1} = \frac{S_2}{S_1}.$$

Тест 3

1. В якому випадку сила виконується додатня робота?



- а) 1; б) 2; в) 3; г) 4.

2. Тіло масою 200 г знаходиться на висоті 40 м від поверхні. Обчисліть потенціальну енергію тіла ($g = 10 \text{ м/с}^2$).

- а) 5 Дж; б) 80 Дж; в) 8 кДж; г) 80 кДж.

3. Закон збереження та перетворення механічної енергії виконується для ...

- а) тіл, що складають замкнену систему і взаємодіють тільки із силами тяжіння та пружності;
 б) тіл, що складають замкнену систему і взаємодіють з будь-якими силами;
 в) будь-яких сил;
 г) тіл, що складають замкнену систему і взаємодіють тільки з силами тертя.

4. До пружини жорсткістю $1 \frac{\text{кН}}{\text{м}}$ підвісили тіло масою 10 кг. Визначте потенціальну енергію пружно деформованої пружини.

- а) 10 Дж; б) 15 Дж; в) 7 Дж; г) 5 Дж.

5. Яка довжина математичного маятника, якщо період коливань 1 с ($g = 10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$)?

- а) 0,25 м; б) 0,5 м; в) 1 м; г) 1,6 м.

6. Звук поширюється з-під води у повітря. Як змінюється його частота та довжина хвилі?

- а) частота зростає, довжина хвилі зменшується;
 б) частота зменшується, довжина хвилі зростає;

- в) частота не змінюється, довжина хвилі зменшується;
 г) частота зменшується, довжина хвилі не змінюється.
7. Встановіть відповідність між формулами та фізичними величинами, які можна обчислити за цими формулами:
1. $\lambda = vT$; 2. $\nu = \frac{N}{t}$; 3. $\omega = \frac{2\pi}{T}$; 4. $v_{\max} = \omega A$.
- а) швидкість поширення хвилі;
 б) амплітуда швидкості коливань;
 в) частота коливань;
 г) довжина хвилі;
 д) циклічна частота.
8. На ліве плече важеля діє сила 120 Н, а на праве – 80 Н. Визначте довжину правого плеча, якщо ліве дорівнює 90 см.
- а) 60 см; б) 90 см; в) 135 см; г) 180 см.
9. Навантажений пліт об'ємом 5 м³ наполовину занурений у воду. Визначте масу вантажу, що перебуває на плоті, якщо густина води $1000 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$, густина матеріалу, з якого виготовлений пліт, $400 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$.
- а) 500 кг; б) 1500 кг; в) 3000 кг; г) 5000 кг.
10. Довжина секундної стрілки годинника 4 см. Обчисліть лінійну та кутову швидкості кінця секундної стрілки.
- а) $4,8 \cdot 10^{-3} \frac{\text{м}}{\text{с}}$, б) $4,19 \cdot 10^{-3} \frac{\text{м}}{\text{с}}$, в) $5 \cdot 10^{-2} \frac{\text{м}}{\text{с}}$, г) $50 \cdot 10^{-2} \frac{\text{м}}{\text{с}}$,
 $0,2 \frac{\text{рад}}{\text{с}}$; $1,05 \cdot 10^{-1} \frac{\text{рад}}{\text{с}}$; $0,3 \frac{\text{рад}}{\text{с}}$; $0,03 \frac{\text{рад}}{\text{с}}$.
11. У горизонтальній трубі з площею поперечного перерізу 20 см² швидкість течії води дорівнює $2 \frac{\text{м}}{\text{с}}$. Визначте швидкість води у звуженній частині труби, площа перерізу якої 15 см².

- а) $1,5 \frac{м}{с}$; в) $2,7 \frac{м}{с}$;
б) $2 \frac{м}{с}$; г) $3 \frac{м}{с}$.

12.Кран піднімає бетонну плиту масою 500 кг на висоту 16 м за 1 хв.

Визначте потужність, яку розвиває кран.

- а) 1307 Вт; в) 13,07 кВт;
б) 130,7 Вт; г) 1307 кВт.

13.Вільними називаються коливання, які відбуваються під дією ...

- а) внутрішніх сил; в) сил тертя;
б) сил пружності; г) сил всесвітнього тяжіння.

14.Визначте циклічну частоту малих коливань математичного маятника довжиною 2,5 м.

- а) 2 рад/с; в) 6 рад/с;
б) 8 рад/с; г) 4 рад/с.

15.Вкажіть фізичну величину, яка визначає висоту звуку.

- а) частота коливань;
б) фаза коливань;
в) амплітуда коливань;
г) початкова фаза коливань.

Заняття 13. Контрольна робота №3

Розділ І. Механіка. Основи кінематики

1.	Рівномірний прямолінійний рух	$v = \frac{S}{t}$ $x = x_0 + v_x t$	v – швидкість S – шлях t – час v_x – проекція швидкості на вісь ОХ x – координата x_0 – початкова координата	$[v] = \text{м/с}$ $[S] = \text{м}$ $[t] = \text{с}$ $[x] = \text{м}$
2.	Нерівномірний прямолінійний рух	$v_{\text{сеп}} = \frac{S_1 + S_2}{t_1 + t_2}$ Якщо $t_1 = t_2$, то $v_{\text{сеп}} = \frac{v_1 + v_2}{2}$ Якщо $S_1 = S_2$, то $v_{\text{сеп}} = \frac{2v_1 v_2}{v_1 + v_2}$	$v_{\text{сеп}}$ – середня швидкість S – шлях t – час	$[v] = \text{м/с}$ $[S] = \text{м}$ $[t] = \text{с}$
3.	Рівнозмінний рух	$a = \frac{v - v_0}{t}$ $v = v_0 + at; \quad S = v_0 t + \frac{at^2}{2}$ $x = x_0 + v_x t + \frac{at^2}{2}$	a – прискорення v – кінцева швидкість v_0 – початкова швидкість S – шлях x – координата x_0 – початкова координата	$[a] = \text{м/с}^2$ $[v] = \text{м/с}$ $[S] = \text{м}$ $[x] = \text{м}$
4.	Вільне падіння	$v = gt$ $h = \frac{gt^2}{2}$ $t = \sqrt{\frac{2h}{g}}$	v – швидкість падіння t – час падіння g – прискорення вільного падіння $g = 9,8 \text{ м/с}^2$ h – висота падіння	$[v] = \text{м/с}$ $[t] = \text{с}$ $[g] = \text{м/с}^2$ $[h] = \text{м}$
5.	Рух тіла, кинутого вертикально вгору	$v = v_0 - gt$ $h = v_0 t - \frac{gt^2}{2}$ $t \uparrow = t \downarrow$ (час підйому = часу падіння) $v_0 = v_k$ (початкова v_0 швидкість = кінцевій швидкості v_k .	v – швидкість підйому v_0 – початкова швидкість t – час g – прискорення вільного падіння h – висота підйому	$[v] = \text{м/с}$ $[t] = \text{с}$ $g = 9,8 \text{ м/с}^2$ $[g] = \text{м/с}^2$ $[h] = \text{м}$
6.	Рівномірний рух по колу	$T = \frac{t}{N}$ $v = \frac{1}{T} \quad v = \frac{N}{t}$ $\left. \begin{aligned} v &= \frac{2\pi R}{T} \\ \omega &= \frac{2\pi}{T} \end{aligned} \right\} \quad v = \omega R$ $a_{\text{доц}} = \frac{v^2}{R} = \omega^2 R$	t – час обертання N – число обертів T – період $\nu_{\text{ню}}$ – частота v – лінійна швидкість R – радіус кола ω – кутова швидкість $a_{\text{доц}}$ – доцентрове (нормальне) прискорення	$[t] = \text{с}$ $[T] = \text{с}$ $[\nu] = \text{с}^{-1} = \Gamma_{\text{ц}}$ $[v] = \text{м/с}$ $[R] = \text{м}$ $[\omega] = \text{рад/с}$ $[a_{\text{доц}}] = \text{м/с}^2$

Розділ II. Механіка. Динаміка I

1.	Закони Ньютона	II закон Ньютона: $a = \frac{F}{m}$ $m = \rho V$ III закон Ньютона: $\vec{F}_{12} = -\vec{F}_{21}$ $\frac{m_1}{m_2} = \frac{a_2}{a_1}$	a – прискорення m – маса F – сила $\rho(\rho_0)$ – густина V – об'єм	$[a] = \text{м/с}^2$ $[m] = \text{кг}$ $[F] = \text{Н (Ньютон)}$ $[\rho] = \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$ $[V] = \text{м}^3$
2.	Імпульс	$p = m v$ - імпульс тіла Закон збереження імпульсу $\vec{p}_{01} + \vec{p}_{02} = \vec{p}_1 + \vec{p}_2$ Абсолютно пружний удар $m_1 v_{01} + m_2 v_{02} = -m_1 v_1 + m_2 v_2$ Абсолютно непружний удар $m_1 v_{01} + m_2 v_{02} = (m_1 + m_2) v$	p – імпульс тіла m – маса v – швидкість	$[p] = \frac{\text{кг} \cdot \text{м}}{\text{с}}$ $[m] = \text{кг}$ $[v] = \text{м/с}$
3.	Закон всесвітнього тяжіння (закон гравітації)	$F = G \frac{m_1 m_2}{r^2}$	F – сила m – маса r – відстань між тілами	$[F] = \text{Н (Ньютон)}$ $[m] = \text{кг}$ $[r] = \text{м}$
4.	Сила тяжіння	$F_{\text{тяж}} = mg$	F – сила m – маса g – прискорення вільного падіння	$[F] = \text{Н (Ньютон)}$ $[m] = \text{кг}$ $g = 9,8 \text{ м/с}^2$ $[g] = \text{м/с}^2$
5.	Вага тіла	$P = mg$ $\vec{a} \uparrow P = m(g + a)$ $\vec{a} \downarrow P = m(g - a)$ $a = g, P = 0 \text{ (невагомість)}$	P – вага тіла g – прискорення вільного падіння m – маса a – прискорення	$[P] = \text{Н}$ $[g] = \text{м/с}^2$ $[m] = \text{кг}$ $[a] = \text{м/с}^2$
6.	Сила пружності	Закон Гука $F_{\text{упр}} = -kx$	F – сила x – зміщення (величина деформації) k – коефіцієнт пружності	$[F] = \text{Н (Ньютон)}$ $[x] = \text{м}$ $[k] = \text{Н/м}$
7.	Сила тертя	$F_{\text{тертя}} = \mu N = \mu mg$	F – сила m – маса N – сила реакції опори $\mu(\mu_0)$ – коефіцієнт тертя	$[F] = \text{Н (Ньютон)}$ $[m] = \text{кг}$ $[N] = \text{Н}$
8.	Доцентрова (нормальна) сила	$F_{\text{доц}} = \frac{m v^2}{R}$ $\alpha_{\text{доц}} = \frac{v^2}{R_3 + h}$ $v = \sqrt{\frac{GM_3}{R_3 + h}}$	m – маса R – радіус R_3 – радіус Землі $R_3 = 6400 \text{ км}$ M_3 – маса Землі v – лінійна швидкість h – висота над Землею	$[m] = \text{кг}$ $[R] = \text{м}$ $[v] = \text{м/с}$ $[h] = \text{м}$

Розділ III. Механіка. Динаміка II

1. Механічна робота	$A = F \cdot S \cdot \cos\alpha$ $A = mgh - \text{робота сили тяжіння}$ $A = \frac{kx^2}{2} - \text{робота сили пружності}$	A – робота F – сила S – шлях m – маса g – прискорення вільного падіння h – висота k – коефіцієнт пружності (жорсткості) x – деформація	[A] = Дж [F] = Н [S] = м [m] = кг [g] = м/с² [h] = м [k] = Н/м [x] = м
2. Механічна потужність	$N = \frac{A}{t}$ $N = F \cdot v$ $\eta = \frac{A_{\text{корисна}}}{A_{\text{повн}}} = \frac{N_{\text{корисна}}}{N_{\text{повн}}}$	N – потужність A – робота t – час F – сила v_{сер} – середня швидкість η_(ета) – коефіцієнт корисної дії (ККД)	[N] = Вт [A] = Дж [t] = с [F] = Н [v_{сер}] = м/с [η] = %
3. Механічна енергія	Кінетична енергія $E_k = \frac{mv^2}{2}$ Потенціальна енергія $E_{\text{п}} = mgh$ $E_{\text{п}} = \frac{kx^2}{2}$ Закон збереження механічної енергії $E = E_{\text{п}} + E_k = \text{const}$	E_к – кінетична енергія m – маса v – швидкість E_п – потенціальна енергія m – маса g – прискорення вільного падіння h – висота k – коефіцієнт пружності (жорсткості) x – деформація	[E_к] = Дж [m] = кг [v] = м/с [m] = кг [g] = м/с² [h] = м [k] = Н/м [x] = м
4. Механічні коливання	$T = \frac{t}{N} \quad T = \frac{1}{\nu}$ $T = 2\pi \sqrt{\frac{l}{g}} - \text{період коливань математичного маятника}$ $T = 2\pi \sqrt{\frac{m}{k}} - \text{період коливань пружинного маятника}$	T – період коливань t – час N – кількість коливань l – довжина математичного маятника m – маса вантажу k – коефіцієнт пружності (жорсткості пружини) ν – частота коливань	[T] = с [t] = с [l] = м [m] = кг [k] = Н/м [ν] = с⁻¹ = Гц
5. Механічні хвилі	$\lambda = vT$ $\lambda = \frac{v}{\nu}$	λ – довжина хвилі v – швидкість хвилі T – період коливань ν – частота коливань	[λ] = м [v] = м/с [T] = с [ν] = Гц

6. Елементи статики	$M = F \cdot d$ Умови рівноваги: $\sum_{i=1}^n M_i = 0$ $F_1 l_1 = F_2 l_2$	M – момент сили F – сила $d(l)$ – плече сили	$[M] = \text{Н} \cdot \text{м}$ $[F] = \text{Н}$ $[d] = \text{м}$
7. Тиск. Гідростатичний тиск	$p = \frac{F}{S}$ тиск на глибині h: $p = p_0 + \rho g h$ $p = \rho g h$ тиск на стінки посудини: $p = \frac{\rho g h}{2}$	p – тиск F – сила S – площа ρ – густина рідини g – прискорення вільного падіння h – висота (глибина) рідини	$[p] = \text{Па}$ $[F] = \text{Н}$ $[S] = \text{м}^2$ $[\rho] = \text{кг/м}^3$ $[g] = \text{м/с}^2$ $[h] = \text{м}$
8. Сполучені посудини. Гідравлічний прес	$\frac{h_1}{h_2} = \frac{\rho_2}{\rho_1}$ $\frac{F_1}{F_2} = \frac{S_1}{S_2}$	h_1, h_2 – висоти стовпчиків рідин ρ_1, ρ_2 – густини рідин F_1, F_2 – сили S_1, S_2 – площі поперечних перерізів	$[h] = \text{м}$ $[\rho] = \text{кг/м}^3$ $[F] = \text{Н}$ $[S] = \text{м}^2$
9. Закон Архімеда. Рівняння Бернуллі	$F_A = \rho_p g V_T$ $p + \frac{\rho \cdot v^2}{2} = \text{const}$	F_A – сила Архімеда ρ – густина рідини p – тиск v – швидкість V_T – об'єм зануреної частини тіла	$[F] = \text{Н}$ $[\rho] = \text{кг/м}^3$ $[p] = \text{Па}$ $[v] = \text{м/с}$ $[V_T] = \text{м}^3$

КЛЮЧІ ДЛЯ САМОПЕРЕВІРКИ

Розділ І

Завдання 2.

1-в, 2-б, 3-а, 4-б, 5-г, 6-в, 7-в, 8-г.

Тест 1

1-г, 2-д, 3-в, 4-б, 5-б, 6-в, 7-б, 8-б.

Тест 2

1-в, 2-в, 3-г, 4-в, 5-в, 6-а, 7-а, 8-а.

Тест 3

1-б, 2-б, 3-в, 4-в, 5-г, 6-б, 7-в, 8-в.

Розділ ІІ

Завдання 2.

1-в, 2-а, 3-б,в; 4-б, 5-г, 6-а, 7-а, 8-в.

Тест 1

1-б, 2-г, 3-г, 4-г, 5-в, 6-а, 7-в, 8-б.

Тест 2

1-г, 2-г, 3-г, 4-б, 5-б, 6-в, 7-б, 8 – 1-а,2-в,3-д,4-б.

Тест 3

1-в, 2-в, 3-в, 4-б, 5-а, 6-в, 7-а, 8-в.

Розділ ІІІ

Тест 1

1-г, 2-в, 3-в, 4-г, 5-в, 6-а, 7-г, 8-б, 9-б, 10-в, 11-г, 12-г, 13-в, 14-г.

Тест 2

1-в, 2-а, 3-≈24%, 4-а, 5-а, 6-в, 7-г, 8-в, 9-в, 10-в, 11-г, 12-б, 13-в, 14-б, 15-г.

Тест 3

1-в, 2-б, 3-а, 4-г, 5-а, 6-в, 7-1г,2в,3д,4б; 8-а, 9-а, 10-б, 11-в, 12-а, 13-а, 14-а, 15-а.

Префікси до одиниць

Найменування	Позначення	Множник	Найменування	Позначення	Множник
пета	П	10^{15}	деци	д	10^{-1}
тера	Т	10^{12}	санти	с	10^{-2}
гіга	Г	10^9	мілі	м	10^{-3}
мега	М	10^6	мікро	мк	10^{-6}
кіло	к	10^3	нано	н	10^{-9}
гекто	г	10^2	піко	п	10^{-12}
дека	да	10^1	фемто	ф	10^{-15}

Основні одиниці вимірювання у системі СІ

Фізична величина	Символ	Одиниця вимірювання	Позначення	
			українське	міжнародне
Довжина	<i>l</i>	метр	м	m
Маса	m	кілограм	кг	kg
Час	t	секунда	с	s
Сила струму	I	ампер	А	A
Термодинамічна температура	T	кельвін	К	K
Кількість речовин	<i>v</i>	моль	моль	mole
Сила світла	J	кандела	кд	cd
Додаткові одиниці вимірювання				
Плоский кут	φ	радіан	рад	rad
Тілесний кут	Ω	стерадіан	ср	sr

Використані джерела інформації

1. Альохіна С. В., Онкович Г.В., Шутенко Я.-С.М. Українська мова для іноземних студентів: початково-предметні курси (Математика. Креслення. Хімія. Фізика. Біологія) / Київ: АртЕк, 1998. 152 с.
2. Богиня Л.В. Сходинки. Початково-предметні курси з природничих дисциплін: Навчальний посібник з української мови як іноземної / Полтава: ТОВ НВП «Укрпромторгсервіс», 2020. 120 с.
3. Кармазин В.В. Физика: учебное пособие для иностранных учащихся подготовительного отделения / Харьков: УкрГАЗТ, 2002. 193 с.
4. Корочкина Л.Н. Физика: учебное пособие для студентов-иностранцев подготовительных факультетов / Київ: Изд-во Европ. ун-та, 2006. 217 с.
5. Явор В.А. Физика: учебное пособие для студентов-иностранцев подготовительного отделения. Часть 1. Механика. Кинематика / Полтава: УМСА, 2006. 60 с.
6. Фотографії й малюнки з інтернету.

Навчальне видання

Інна Колєчкіна, Тетяна Рижкова

ФІЗИКА

МЕХАНІКА

**Навчально-методичний посібник для слухачів
підготовчих факультетів (відділень, центрів)
для іноземних громадян
закладів вищої освіти МОЗ України**

Друкується в авторській редакції
Коректура авторська