

Основи кінематики

Б.8.3.1 Механічний рух

1. Механічним рухом називають зміну положення тіла в просторі відносно інших тіл з часом.
2. Тіло, відносно якого визначається положення даного тіла, називається тілом відліку.
3. Механічний рух відносний. Це означає, що одне й те саме тіло водночас відносно одних тіл рухається, а відносно інших тіл – знаходиться в стані спокою.
4. Траєкторія – це лінія, яку описує тіло під час механічного руху.
Якщо траєкторією руху є пряма лінія, то такий рух називають прямолінійним.
Якщо траєкторією руху є крива лінія, то такий рух називають криволінійним.
5. Форма траєкторії руху залежить від вибору тіла відліку.

Б.8.3.2 Шлях

1. Довжину відрізка траєкторії, описаного тілом за певний проміжок часу, називають шляхом.
2. Шлях як фізична величина не має напрямку, але має завжди додатне певне числове значення. Позначається шлях буквою S .
3. У Міжнародній системі одиниць шлях вимірюється в метрах (м).
Використовують також кратні і частинні одиниці:

$$1\text{ км} = 1000\text{ м} = 10^3\text{ м}; \quad 1\text{ дм} = 0,1\text{ м} = 10^{-1}\text{ м};$$

$$1\text{ см} = 0,01\text{ м} = 10^{-2}\text{ м}; \quad 1\text{ мм} = 0,001\text{ м} = 10^{-3}\text{ м}.$$
4. Знаючи початкове положення тіла, вигляд траєкторії і шлях, можна визначити положення тіла в довільний момент часу.

Б.8.3.3 Рівномірний рух

1. Рух, під час якого тіло за будь-які рівні проміжки часу проходить однакові шляхи, називається рівномірним рухом.
2. Під час рівномірного руху значення швидкості руху тіла є величиною сталою.
3. Шлях, пройдений тілом під час рівномірного руху, пропорційний часу: $S = v \cdot t$.

Б.8.3.4 Швидкість рівномірного руху

1. Рівномірні рухи відрізняються одні від одних тим, що за один і той самий час тіла проходять різні шляхи, іншими словами, рівномірні рухи відрізняються одні від одних швидкостями.
2. Швидкість рівномірного руху – фізична величина, що чисельно дорівнює відношенню шляху, який проходить тіло, до часу, за який цей шлях пройдений.
3. Швидкість позначається буквою v :

$$v = \frac{S}{t}.$$

4. У Міжнародній системі одиниць швидкість вимірюється в метрах за секунду $\frac{м}{с}$.
5. Швидкість руху є відносною величиною. Її значення залежить від вибору тіла, відносно якого визначається швидкість.
6. Швидкість як фізична величина характеризується напрямом і на малюнках її зображують стрілками, що показують напрям руху тіла.
7. Швидкість рівномірного руху не залежить від ділянки траєкторії, на якій вона визначається.

Б.10.1.1 Механічний рух

1. Механічним рухом називають зміну положення тіла в просторі відносно інших тіл з часом.
2. Механічні рухи поділяються на прямолінійні і криволінійні, рівномірні і нерівномірні.
3. Механічний рух відносний. Відносний і спокій. Це означає, що одне й те саме тіло водночас відносно одних тіл рухається, відносно інших – знаходиться в спокої.
4. Знання механічного руху означає вміння розрахувати, в якому місці перебуватиме тіло в даний момент часу.

Б.10.1.2 Матеріальна точка. Поступальний рух тіла

1. Під матеріальною точкою розуміють тіло, розмірами і формою якого можна в даній задачі знехтувати.
2. Тіло можна розглядати як матеріальну точку в задачах, в яких відстані, що проходить тіло, набагато більші за розміри тіла.
3. Під час поступального руху тіла достатньо розглянути рух деякої однієї точки цього тіла.
4. Рух тіла, під час якого всі його точки рухаються однаково, називають поступальним.

Під час поступального руху будь-яка пряма, мислено проведена в тілі, залишається паралельною сама собі.

Б.10.1.3 Система відліку

1. Для вивчення руху деякого об'єкта насамперед слід вибрати тіло, відносно якого цей рух розглядається. Таке тіло називають тілом відліку.

Далі потрібно вибрати початок відліку – точку, відносно якої судитимемо про положення рухомого тіла, і зв'язати з цією точкою систему координат.

2. Тіло відліку, пов'язану з ним систему координат і вибраний спосіб вимірювання часу прийнято називати системою відліку.

3. Для характеристики руху тіла у вибраній системі відліку слід знати, як змінюються координати рухомого тіла з часом

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

Ці математичні записи, що визначають залежність координат від часу, називаються рівняннями руху.

Б.10.1.4 Переміщення

1. Переміщенням $\vec{S}$ називають вектор, проведений з початкового положення рухомої точки в її положення в даний момент.

2. Переміщення, як і будь-яка векторна величина, характеризується двома рівноправними параметрами: напрямом і числовим значенням (модулем) S . Вектор зображається на малюнку у вигляді стрілки, яка показує його напрям у просторі, при цьому довжина стрілки пропорційна числовому значенню вектора.

3. Для знаходження положення тіла в будь-який момент часу треба знайти його положення в певний початковий момент часу і вектор переміщення.

4. Проекція переміщення на координатну вісь показує в якому напрямі і наскільки змістилося тіло вздовж даної вісі.

Проекція переміщення на вісь X позначається так: S_x .

5. Проекція переміщення на координатну вісь дорівнює зміні відповідної координати. Так, проекція переміщення на вісь X дорівнює зміні координати тіла: $S_x = x - x_0$.

6. Проекція вектора на координатну вісь вважається додатною і дорівнює модулю вектора, якщо напрям вектора збігається з напрямом осі: $S_x = S$.

Проекція вектора на координатну вісь від'ємна і дорівнює його модулю взятому зі знаком мінус $S_x = -S$, якщо напрями вектора і координатної вісі протилежні.

7. Модуль вектора переміщення дорівнює шляху під час прямолінійного руху в одному напрямі.

Б.10.1.5 Прямолінійний рівномірний рух

1. Рівномірним прямолінійним рухом називають такий рух, під час якого тіло за будь-які рівні інтервали часу здійснює однакові переміщення.

2. Під час рівномірного прямолінійного руху його швидкість не змінюється.

Швидкість руху – векторна величина. Напрямок вектора швидкості збігається з напрямом вектора переміщення.

$$\vec{v} = \frac{\vec{S}}{t}.$$

3. Рівняння прямолінійного рівномірного руху:

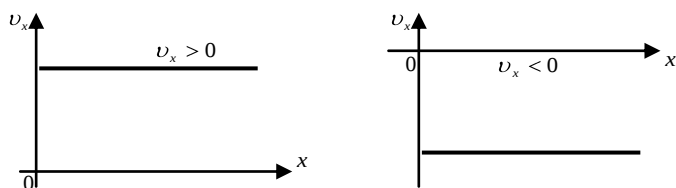
$$x = x_0 + v_x \cdot t$$

Якщо тіло рухається в напрямі осі X , то $x = x_0 + v \cdot t$. Якщо тіло рухається в протилежному напрямі, то $x = x_0 - v \cdot t$.

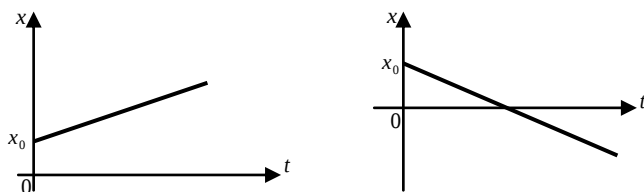
4. Графік швидкості для рівномірного руху є прямою, паралельною вісі часу.

За цим графіком можна визначити пройдений шлях або зміну координати тіла

за певний час. Він дорівнює площі прямокутника обмеженого графіком швидкості, осями координат і відповідною ординатою.



5. Графік рівномірного прямолінійного руху (залежність координати від часу) являє собою пряму, нахилену до висі часу під кутом, який залежить від швидкості руху



Б.10.1.6 Додавання переміщень і швидкостей

1. Переміщення $\vec{S}$ відносно нерухомої системи відліку пов'язане з переміщенням $\vec{S}_1$ тіла відносно рухомої системи і переміщенням $\vec{S}_2$ цієї системи відносно нерухомої формулою:

$$\vec{S} = \vec{S}_1 + \vec{S}_2.$$

2. Швидкість тіла $\vec{v}$ відносно нерухомої системи відліку дорівнює геометричній сумі швидкості тіла відносно рухомої системи $\vec{v}_1$ і швидкості рухомої системи відносно нерухомої $\vec{v}_2$:

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

Б.10.1.7 Середня швидкість

1. Середня швидкість показує довжину шляху, який тіло в середньому проходить за одиницю часу

$$v = \frac{S}{t}.$$

2. Середня швидкість характеризує рух на конкретній ділянці траєкторії. Її значення на різних ділянках траєкторії відрізняються одні від одних.

3. Значення середньої швидкості, навіть коли відома траєкторія руху тіла, не дає можливості розв'язати основну задачу механіки – визначити положення тіла в будь-який момент часу.

Б.10.1.8 Миттєва швидкість

1. Швидкість, яку має тіло в даний момент часу (в даній точці траєкторії), називають миттєвою швидкістю.

2. Миттєва швидкість чисельно дорівнює границі, до якої прагне середня

швидкість при безмежному зменшенні інтервалу часу, за який вона визначається.

3. Миттєва швидкість – векторна величина. Напрявлений вектор миттєвої швидкості так само, як вектор переміщення за дуже малий (нескінченно малий) інтервал часу.

Б.10.1.9 Прискорення руху тіла

1. В одних змінних рухах швидкість може змінюватись дуже швидко, в інших – повільно. Іншими словами, змінні рухи можуть відбуватися з різними прискореннями.

2. Прискоренням називають величину, яка дорівнює відношенню зміни швидкості до інтервалу часу, за який ця зміна сталася.

3. Прискорення позначається буквою a .

Якщо в початковий момент часу $t_0 = 0$ швидкість дорівнювала $\vec{v}_0$, а через деякий проміжок часу t вона виявилася рівною $\vec{v}$, то прискорення визначається формулою:

$$\vec{a} = \frac{\vec{v} - \vec{v}_0}{t}.$$

$$\frac{m}{c^2}.$$

4. В СІ прискорення вимірюється в $\frac{m}{c^2}$.

5. Якщо прискорення однакове в усіх точках шляху і в будь-який момент часу, то рух буде рівнозмінним.

6. Прискорення – векторна величина. Напрямок вектора прискорення збігається з напрямком вектора зміни швидкості.

7. Якщо вектора початкової швидкості і прискорення збігаються, то модуль вектора швидкості зростає. Якщо вектора початкової швидкості і прискорення протилежні, то модуль вектора швидкості зменшується до нуля, а потім зростає.

Б.10.1.10 Швидкість у прямолінійному рівнозмінному русі

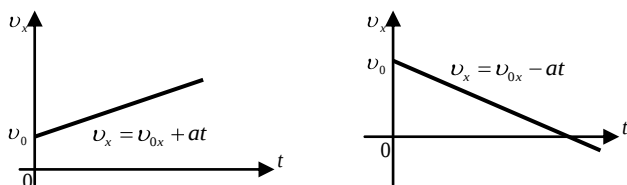
1. Якщо відома початкова швидкість $\vec{v}_0$ і прискорення $\vec{a}$, то у випадку рівнозмінного руху швидкість руху тіла в будь-який момент часу визначається формулою:

$$\vec{v} = \vec{v}_0 + \vec{a} \cdot t.$$

2. Якщо тіло приймає участь у прямолінійному рівнозмінному русі, вздовж вісі X , то рівняння швидкості рівнозмінного прямолінійного руху в проєкціях на вісь X записується так:

$$\vec{v}_x = \vec{v}_{0x} + \vec{a}_x \cdot t.$$

3. Залежність швидкості від часу у прямолінійному рівнозмінному русі графічно зображається прямою лінією



Чим більше прискорення, тим крутіше йде графік швидкості.

Б.10.1.11 Рівняння прямолінійного рівнозмінного руху

1. Рівняння прямолінійного рівнозмінного руху, яке визначає координату тіла в будь-який момент часу:

$$x = x_0 + v_{0x} \cdot t + \frac{a_x \cdot t^2}{2}$$

2. Проекцію вектора переміщення під час прямолінійного рівнозмінного руху обчислюють за формулами:

$$S_x = v_{0x} \cdot t + \frac{a_x \cdot t^2}{2}; S_x = \frac{v_x^2 - v_{0x}^2}{2 \cdot a_x}.$$

Б.10.1.12 Вільне падіння тіл

1. Рух тіла лише під впливом притягання до Землі називають вільним падінням.
2. Прискорення, якого надає всім тілам земна куля, називають прискоренням вільного падіння. Його модуль позначають буквою g . Вектор прискорення напрямлений по вертикалі вниз.
3. Прискорення вільного падіння дещо змінюється залежно від географічної широти місця на поверхні Землі. Однак, у даному місці воно є однаковим для всіх тіл.
4. Вільне падіння тіл є видом рівнозмінного руху. Тому формули, що описують обидва рухи однакові, враховуючи, що під час вільного падіння $\vec{a} = \vec{g}$. Поблизу поверхні Землі модуль прискорення вільного падіння можна вважати рівним $9,8 \frac{м}{с^2}$, чи навіть $10 \frac{м}{с^2}$.

Б.10.1.13 Швидкість і прискорення у криволінійному русі

1. Під час криволінійного руху напрям вектора швидкості змінюється від точки до точки. Тому, коли говорять про швидкість криволінійного руху, то мають на увазі миттєву швидкість.
2. Вектор швидкості тіла напрямлений по дотичній до його траєкторії.
3. Якщо числове значення швидкості не змінюється, то знаючи числове значення швидкості, можна знайти –положення рухомого тіла в будь-який момент часу на заданій траєкторії, якщо відоме його початкове положення. Відстань, пройдену від початкового положення, можна обчислити за формулою:

$$l = v \cdot t.$$

4. Криволінійний рух завжди прискорений. Вектор прискорення напрямлений під кутом до вектора швидкості.

Б.10.1.14 Рівномірний рух по колу

1. Рух по колу вважають рівномірним якщо модуль вектора швидкості, яку називають лінійною, не змінюється.

2. Рух тіла по колу характеризується не тільки лінійною, а й кутовою швидкістю ω .

Кутовою швидкістю обертання тіла називають фізичну величину, яка чисельно дорівнює відношенню кута повороту радіуса $\Delta\varphi$, проведеного з центра кола до точки тіла, до часу Δt , за який цей поворот відбувся:

$$\omega = \frac{\Delta\varphi}{\Delta t}.$$

В СІ кутова швидкість вимірюється в радіан за секунду ($\frac{\text{рад}}{\text{с}}$).

3. Часто швидкість руху тіла по колу характеризують ще й кількістю повних обертів тіла навколо осі обертання за одиницю часу, n

$$\omega = 2 \cdot \pi \cdot n \frac{\text{рад}}{\text{с}}.$$

4. Періодом T називають час одного повного оберту.

Величину ν , обернену до періоду, називають частотою обертання:

$$\nu = \frac{1}{T}.$$

Частоту обертання в фізиці вимірюють в $\frac{1}{\text{с}}$.

5. Між величинами, що характеризують рівномірний рух тіла по колу, існують зв'язки:

$$\omega = 2 \cdot \pi \cdot \nu = \frac{2 \cdot \pi}{T}; \quad \nu = \frac{2\pi \cdot R}{T} = 2 \cdot \pi \cdot R \cdot \nu; \quad \nu = \omega \cdot R.$$

Б.10.1.15 Доцентрове прискорення

1. У рівномірному русі по колу вектор швидкості змінюється. Отже, можна говорити про швидкість його зміни, тобто про прискорення.

2. Під час рівномірного руху тіла по колу вектор прискорення в будь-якій точці кола напрямлений перпендикулярно до вектора швидкості до центра кола. Тому його називають доцентровим прискоренням.

3. Модуль доцентрового прискорення пов'язаний з величинами ν , ω , T і n співвідношеннями:

$$a = \frac{\nu^2}{R} = \omega^2 \cdot R = \frac{4 \cdot \pi^2 \cdot R}{T^2} = 4 \cdot \pi^2 \cdot n^2 \cdot R.$$

Основи динаміки

Б.8.3.5 Інерція

1. Явище збереження швидкості руху тіла за відсутності зовнішніх впливів на нього з боку інших тіл називається інерцією.
2. Про тіло, яке продовжує рухатися після того, як зовнішній вплив на нього припинився, кажуть, що воно рухається за інерцією.

Б.8.3.6 Маса тіла

1. Тіла мають властивість – інертність, від якої залежить зміна швидкостей тіл під час взаємодії з іншими тілами.
2. З двох взаємодіючих тіл те з них більш інертне, яке за час взаємодії менше змінює свою швидкість.
3. Маса – фізична величина, яка характеризує інертність тіл. Чим більша інертність тіла, тим більша його маса.
4. В Міжнародній системі одиниць маса вимірюється в кілограмах. Кілограм – основна одиниця в Міжнародній системі одиниць.
5. На практиці застосовують кратні і частинні одиниці:

$$1\text{г} = 0,001\text{кг} = 10^{-3}\text{кг};$$

$$1\text{мг} = 0,000001\text{кг} = 10^{-6}\text{кг};$$

$$1\text{т} = 1000\text{кг} = 10^3\text{кг};$$

$$1\text{ц} = 100\text{кг} = 10^2\text{кг}.$$

6. Загальна маса декількох тіл дорівнює сумі мас цих тіл.
7. Приладом для вимірювання маси є важільні терези.

Б.8.3.7 Густина речовини

1. Різні речовини відрізняються одні від одних тим, що займаючи однакові об'єми, мають різну масу. Іншими словами, речовини відрізняються їх густиною.
2. Густина речовини – це фізична величина, яка чисельно дорівнює відношенню маси тіла, виготовленого з даної речовини, до його об'єму. Якщо густину позначити буквою ρ , то

$$\rho = \frac{m}{V}.$$

3. У Міжнародній системі одиниць густина речовини вимірюється в $\frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$.
4. Густина речовини не залежить від маси тіла, що виготовлено з неї.

Б.9.2.1 Перший закон Ньютона

1. Існують такі системи відліку, відносно яких ізольовані тіла, чи тіла, дія на які інших тіл компенсується, рухаються прямолінійно і рівномірно або перебувають у стані

спокою.

В цьому полягає перший закон Ньютона, який часто називають законом інерції.

2. Явище збереження швидкості руху тіла за відсутності зовнішніх впливів на нього з боку інших тіл називається інерцією.

Про тіло, яке продовжує рухатись після того, як зовнішній вплив на нього припинився, кажуть, що воно рухається за інерцією.

3. Системи відліку, в яких ізольоване тіло, тобто тіло, на яке не діють інші тіла, зберігає швидкість свого руху, називаються інерціальними.

4. Виявити, що обрану систему відліку можна вважати інерціальною, можна тільки експериментально.

Якщо нам відома з дослідів одна інерціальна система відліку, то інерціальними є інші системи відліку, які рухаються відносно неї прямолінійно і рівномірно.

Б.10.2.2 Маса тіл

1. Для даної пари взаємодіючих тіл відношення числових значень отриманих ними прискорень завжди однакове. Це відношення не залежить ні від характеру взаємодії, ні від початкових умов, а залежить від властивості самих взаємодіючих тіл, яка має назву інертність.

2. Інертність – притаманна всім тілам властивість, яка виявляється під час їх взаємодії і полягає в тому, що для зміни швидкості тіла потрібен час.

3. З двох взаємодіючих тіл те з них більш інертне, яке за час взаємодії менше змінює свою швидкість.

4. Маса – міра інертності тіл. Більш інертне тіло має і більш інертну масу.

$$\frac{a_1}{a_2} = \frac{m_2}{m_1}.$$

5. В СІ одиниця маси є основною.

За одиницю маси прийнята маса еталона – циліндра, виготовленого зі сплаву платини й іридію певних розмірів. Маса цього циліндра є одиницею маси – кілограмом.

6. Для вимірювання маси m деякого тіла слід його привести до взаємодії з еталоном і виміряти прискорення обох тіл. Тоді масу m визначають із співвідношення:

$$\frac{m}{m_e} = \frac{a_e}{a}; \quad m = \frac{a_e}{a} \cdot m_e.$$

Б.8.3.8 Сила

1. Коли на тіло діє інше тіло, наслідком чого стає зміна швидкості даного тіла або його частин, то у фізиці говорять, що “на тіло діє сила”.

2. Сила – фізична величина, яка характеризує механічну дію одного тіла на інше тіло, наслідком чого стає зміна швидкості тіла або його частин.

3. В Міжнародній системі одиниць сила вимірюється в ньютонах (Н).

1Н – це сила, яка у тіла масою 1кг викликає зміну швидкості на $1\frac{м}{с}$ за 1с.

4. Сила характеризується її значенням, напрямом, точкою прикладання.

5. Якщо на тіло діють дві сили, які мають однакові значення, але напрямлені протилежно, то тіло продовжує знаходитися у стані спокою або рухається рівномірно і прямолінійно.

Б.8.3.11 Додавання сил

1. Сила, що діє так само, як декілька окремих сил, називається рівнодійною.

2. Значення рівнодійної двох сил, які діють вздовж однієї прямої в одному напрямі, дорівнює сумі значень цих сил. Ця рівнодійна сила напрямлена так само, що і сили, які додаються.

3. Значення рівнодійної двох сил, які діють вздовж однієї прямої в протилежних напрямках, дорівнює різниці значень цих сил. Ця рівнодійна сила напрямлена в бік більшої сили.

Б.10.2.3 Сила

1. Наявність прискорення у даного тіла залежить від впливу на нього іншого тіла, тобто дії на нього сили.

2. Величину, що чисельно дорівнює добутку маси даного тіла і його прискорення, називають силою, що діє на дане тіло:

$$\vec{F} = m \cdot \vec{a}.$$

3. Сила – векторна величина. Вектор сили і вектор прискорення, якого ця сила надає тілу, мають однакові напрями.

4. За одиницю сили в СІ беруть силу, яка надає тілу масою 1кг прискорення $1\frac{м}{с^2}$.

Ця одиниця називається ньютон (Н):

$$1Н = 1\frac{кг \cdot м}{с^2}.$$

5. Приладом для вимірювання сили є динамометр.

6. Якщо на тіло одночасно діють декілька сил, то під $\vec{F}$ розуміють рівнодійну всіх прикладених сил. Прискорення, якого тілу надають разом всі сили, дорівнює прискоренню, яке б дістало тіло, коли б на нього діяла рівнодійна (векторна сума) всіх прикладених сил.

Б.10.2.4 Другий закон Ньютона

1. Прискорення тіла, обумовлене дією на нього сили, пропорційне до прикладеної сили і обернено пропорційне до маси тіла

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

В цьому полягає другий закон Ньютона.

Цей закон формулюється й інакше: сила, що діє на тіло, дорівнює добутку його маси і прискорення: $\vec{F} = m \cdot \vec{a}$.

Отже дана формула водночас є означенням сили і виражає другий закон Ньютона.

2. Якщо відомі сила, що діє на тіло, маса цього тіла, то можна знайти його прискорення. Знаючи початкові координату і швидкість тіла, його прискорення, можна дізнатися про положення рухомого тіла в будь-який момент часу. Тому рівняння, яке виражає другий закон Ньютона, називають рівнянням руху.

Б.10.2.5 Третій закон Ньютона

1. Третій закон Ньютона: два тіла взаємодіють між собою з силами, рівними за числовим значенням і протилежними за напрямом.

2. Кожна з сил, що виникають під час взаємодії двох тіл, надає тілу, до якого вона прикладена, прискорення. Хоч обидві сили й однакові за числовим значенням, проте надають не обов'язково однакових прискорень, оскільки прискорення ще залежить і від маси тіла.

3. Дві сили, які згідно з третім законом Ньютона виникають одночасно під час взаємодії тіл, завжди мають одну природу.

4. Рівні за модулем і протилежно напрямлені сили дії і протидії прикладені до різних тіл і тому не можуть зрівноважити одна одну.

Б.10.2.6 Принцип відносності в механіці

Принцип відносності Галілея читається так: у всіх інерціальних системах відліку одні й ті самі механічні явища відбуваються однаково, і жодними механічними дослідами, проведеними всередині даної інерціальної системи відліку, неможливо встановити, перебуває система відліку в спокої, чи рухається рівномірно й прямолінійно.

Б.10.2.7 Закон всесвітнього тяжіння

1. Закон всесвітнього тяжіння формулюється так: будь-які два матеріальних тіла притягують одне одного з силою, прямо пропорційною до їх мас і обернено пропорційною до квадрата відстані між ними:

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

2. G – гравітаційна стала, яка чисельно дорівнює силі, з якою притягуються два тіла масою 1 кг кожне на відстані 1 м.

3. У записаному вигляді закон всесвітнього тяжіння застосовується для тіл в таких випадках: 1) коли тіла можна розглядати як матеріальні точки; 2) коли тіла мають форму куль; 3) коли одне тіло являє собою кулю великого радіусу, а інше можна вважати матеріальною точкою.

Б.8.3.8 Сила тяжіння

1. Усі тіла, що знаходяться на поверхні Землі або поблизу неї, притягуються до Землі.
2. Сила, з якою тіло притягується до Землі, називається силою тяжіння.
3. Сила тяжіння прикладена до тіла і напрямлена вертикально вниз.
4. Числове значення сили тяжіння обчислюється за формулою:

$$F_m = m \cdot g, \text{ де } g = 9,8 \frac{H}{\text{кг}}.$$

Б.10.2.8 Сила тяжіння

1. Силу, з якою тіло притягується до Землі, називають силою тяжіння.
2. Сила тяжіння прикладена до тіла і напрямлена вертикально вниз.
3. Сила тяжіння є одним із проявів сили всесвітнього тяжіння. Тому цю силу можна обчислити за законом всесвітнього тяжіння:

$$F = G \cdot \frac{M}{R^2} \cdot m = m \cdot g,$$

де $g = G \cdot \frac{M}{R^2}$ – прискорення вільного падіння, M – маса Землі, R – радіус Землі, m – маса тіла, що знаходиться на поверхні Землі.

Б.8.3.9 Сила пружності

1. Зміна форми і розмірів тіла називається деформацією.
2. Розрізняють пружну і пластичну деформації.
3. Сила пружності – це сила, яка виникає під час деформації тіла і прагне відновити початкові розміри деформованого тіла.
4. Причиною існування сили пружності є притягання і відштовхування частинок, з яких складається деформоване тіло.
5. Сила пружності діє на всі частини деформованого тіла і на тіла, які або викликають деформацію тіла, або перешкоджають її зникненню.
6. Сила пружності напрямлена протилежно зміщенню частинок, з яких складається деформоване тіло.
7. Модуль сили пружності визначається за законом Гука:

$$F = k \cdot \Delta l,$$

де k – жорсткість тіла, яка вимірюється в $\frac{H}{m}$, Δl – величина, яка показує наскільки змінилася довжина деформованого тіла і називається видовженням тіла.

8. Зв'язок між силою пружності та видовженням деформованого тіла покладені в основу дії динамометра – приладу для вимірювання сил.

Б.10.2.9 Сила пружності

1. Зміна форми і розмірів тіла називається деформацією.
2. Розрізняють пружну і пластичну деформацію.
3. Причиною деформації тіла є рух одних його частин відносно інших, а наслідком

деформації є сила пружності.

4. Причиною існування сили пружності є притягання і відштовхування частинок, з яких складається деформоване тіло.

5. Сила пружності діє на всі частинки деформованого тіла і на тіла, які або викликають деформацію, або перешкоджають її зникненню.

6. Сила пружності напрямлена протилежно зміщенню частинок деформованого тіла.

7. Для пружних деформацій розтягу виконується закон Гука: сила пружності прямо пропорційна видовженню тіла

$$F_{\text{пр}} = -k \cdot x.$$

Закон Гука добре виконується лише для малих деформацій.

8. k – жорсткість пружного тіла, яка залежить від форми і розмірів тіла і від матеріалу, з якого воно виготовлено.

В СІ жорсткість вимірюється в ньютонках на метр ($\frac{H}{m}$).

Б.8.3.10 Вага тіла

1. Сила, з якою тіло, внаслідок притягання до Землі, діє на горизонтальну опору або вертикальний підвіс, називається вагою тіла.

2. Вага тіла прикладена до опори або підвісу і напрямлена вертикально вниз.

3. Якщо опора або підвіс і тіло, що на них знаходиться, перебувають у стані спокою або рівномірного прямолінійного руху, то вага тіла чисельно дорівнює силі тяжіння, яка діє на це тіло:

$$P = m \cdot g.$$

4. Якщо тіло рухається вздовж вертикалі із змінною швидкістю, то вага тіла не дорівнює силі тяжіння.

5. Якщо на тіло діє тільки сила тяжіння, то вага тіла дорівнює нулю. Тіло знаходиться у стані невагомості.

Б.10.2.10 Вага тіла

1. Сила, з якою тіло, внаслідок притягання до Землі, діє на горизонтальну опору або вертикальний підвіс, називається вагою тіла.

2. Вага тіла прикладена до опори або підвісу і напрямлена вертикально вниз.

3. Якщо опора або підвіс і тіло, що на них знаходиться, перебувають у стані спокою або прямолінійного рівномірного руху, то вага тіла дорівнює силі тяжіння, яка діє на це тіло:

$$P = mg.$$

4. Під час прискореного руху тіла і опори вага тіла відрізнятиметься від сили тяжіння і дорівнює:

$$P = m \cdot (g \pm a).$$

Якщо прискорення $\vec{a}$ напрямлено вгору, то вага тіла збільшується. Якщо прискорення $\vec{a}$ напрямлене вниз, то вага тіла зменшується.

5. Якщо на тіло діє тільки сила тяжіння, тобто тіло разом з опорою вільно падає, то $a = g$ і $P = 0$. Зникнення ваги тіла під час руху опори з прискоренням вільного падіння називають невагомістю.

6. Умови невагомісті приводять до зникнення деформації тіл під дією сили тяжіння. Так само як тіло припиняє тиснути на опору в умовах невагомісті, так і частини одного й того самого тіла припиняють чинити тиск одна на одну.

7. Під час прискореного руху тіла і опори з прискоренням, напрямленим вертикально вгору, вага тіла виявляється більшою за діючу на нього силу тяжіння. Збільшення ваги тіла зумовлене прискореним рухом опори чи підвісу, називають перевантаженням.

Б.8.3.12 Сила тертя

1. Сила, що виникає під час взаємодії поверхонь тіл в напрямку паралельному цим поверхням, називається силою тертя.

2. Причиною існування тертя є шорсткості поверхонь тіл і притягання молекул.

3. Сила тертя прикладена до поверхонь тіл, а напрямлена протилежно напрямку, в якому рухається дане тіло відносно іншого тіла, з яким воно стикається.

4. Сила тертя обчислюється за формулою:

$$F_{тер} = \mu \cdot N,$$

де μ – коефіцієнт тертя, N – сила, з якою притискається поверхня одного тіла до поверхні іншого тіла.

Б.10.2.11 Сила тертя спокою

1. Сила, що виникає між поверхнями тіл, які дотикаються одна до одної і перебувають у спокої, спрямована вздовж поверхні дотику тіл, називається силою тертя спокою.

2. Сила тертя спокою виникає коли на тіло діє інша сила, що паралельна поверхні дотику цього тіла з іншим тілом.

3. Особливості сили тертя спокою:

А) сила тертя спокою може мати значення від нуля до деякого максимального значення;

Б) максимальна сила тертя спокою пропорційна до сили нормального тиску N , тобто до сили, перпендикулярної до поверхні дотику тіл, яка притискає терткові поверхні одну до одної:

$$F_{т.м} = \mu \cdot N,$$

де μ – коефіцієнт пропорційності, який називають коефіцієнтом тертя спокою;

в) для однієї і тієї самої сили нормального тиску N максимальна сила тертя спокою (а, отже, і коефіцієнт μ) залежить від фізичної природи тіл, що дотикаються, та обробки їх поверхонь;

г) для однієї і тієї самої сили нормального тиску N максимальна сила тертя спокою (а також і μ) не залежить від площі стикання.

4. Коефіцієнт тертя характеризує обидві терткові поверхні та залежить не тільки від матеріалу цих поверхонь, а й від якості їх обробки. Коефіцієнт тертя визначається експериментально.

5. Сила тертя спокою є рушійною і гальмівною силою для всіх наземних колісних видів транспорту.

6. Причиною існування сили тертя є шорсткість поверхонь тіл, притягання молекул.

Б.10.2.12 Сила тертя ковзання

1. Сила тертя, що виникає під час руху тіла по поверхні іншого тіла, називається силою тертя ковзання.

2. Сили тертя ковзання діють вздовж поверхні контакту двох тіл. Сила тертя ковзання, яка діє на одне із взаємодіючих тіл, має напрям, протилежний швидкості цього тіла відносно іншого тіла, і завжди приводить до зменшення модуля відносної швидкості тіл.

3. Модуль сили тертя ковзання залежить від матеріалу тіл, стану поверхонь, від сили нормального тиску на поверхню зіткнення:

$$F_{т.к} = \mu_1 \cdot N.$$

4. Коефіцієнт тертя ковзання μ залежить від матеріалу і стану поверхонь тіл, а також від відносної швидкості руху. Для не дуже великих відносних швидкостей руху можна вважати, що коефіцієнт тертя ковзання μ дорівнює коефіцієнту тертя спокою μ_1 . Отже,

$$F_{т.к} = F_{т.м} = \mu \cdot N.$$

Елементи Статики

Б.8.5.3 Важіль

1. Жорсткий стержень, який має вісь обертання, називається важелем.

2. Характеристики важеля:

Точка прикладання сили – це точка, в якій на важіль діє інше тіло.

Вісь обертання – лінія, перпендикулярна до повздовжньої осі важеля. Важіль може обертатися навколо цієї осі.

Лінія дії сили – лінія, яка показує напрям сили.

Плече сили – найкоротша відстань від осі обертання до лінії дії сили.

3. Важіль перебуває в рівновазі, якщо плечі сил обернено пропорційні значенням сил, що діють на тіло

$$F_1 \cdot l_1 = F_2 \cdot l_2 .$$

4. Добуток сили на її плече називають моментом сили.

Момент сили вимірюється в ньютон-метрах (Н·м).

Б.8.5.4 Блоки

1. Блок – це колесо, яке може обертатись на осі.

2. Поділяють блоки на нерухомі та рухомі.

Нерухомий блок не змінює положення осі обертання в просторі.

Рухомим називають блок, у якого вісь може переміщуватись.

3. Нерухомий блок не дає виграшу в силі. Він лише змінює напрям сили.

4. Рухомий блок не змінює напрямку сили. Він дає виграш у силі в два рази.

Б.10.2.13 Рівновага тіл за відсутністю обертання

1. Під рівновагою в механіці розуміють збереження тілом стану спокою в даній системі відліку або стану рівномірного і прямолінійного руху.

2. Щоб тіло, яке може рухатись поступально (без обертання), перебувало в рівновазі, необхідно щоб геометрична сума прикладених до тіла сил дорівнювала нулю:

$$\vec{F}_1 + \vec{F}_2 + \dots + \vec{F}_n = 0 .$$

3. Якщо дорівнює нулю геометрична сума сил, то нулю дорівнюватиме і сума проекцій усіх сил на будь-який напрям. Тому умову рівноваги тіла, яке може рухатись поступально, можна сформулювати і так: щоб тіло, яке не може обертатись, перебувало в рівновазі, необхідно щоб сума проекцій прикладених сил на будь-яку

координатну вісь дорівнювала нулю:

$$\begin{cases} \vec{F}_{1x} + \vec{F}_{2x} + \dots + \vec{F}_{nx} = 0 \\ \vec{F}_{1y} + \vec{F}_{2y} + \dots + \vec{F}_{ny} = 0 \\ \vec{F}_{1z} + \vec{F}_{2z} + \dots + \vec{F}_{nz} = 0 \end{cases}$$

4. Стан рівноваги – це не обов’язково стан спокою. Коли рівнодійна прикладених до тіла сил дорівнює нулю, то тіло може рухатись рівномірно і прямолінійно. Під час такого руху тіло перебуває в стані рівноваги.

Б.10.2.14 Умова рівноваги тіла, яке має вісь обертання

1. Дія сили на тіло, яке має вісь обертання, залежить не лише від значення самої сили, а й від відстані лінії дії цієї сили до вісі обертання.

Найкоротшу відстань від осі обертання до напрямку прикладеної сили називають плечем сили.

2. Добуток модуля сили на плече називають моментом сили відносно осі обертання:

$$M = F \cdot d .$$

В СІ момент сили вимірюється в ньютон-метрах (Нм).

3. Моментом сил приписують певні знаки: якщо сила обертає тіло навколо осі за годинниковою стрілкою, момент сили додатний, а якщо проти годинникової стрілки, то від’ємний.

4. Тіло з нерухомою віссю обертання перебуває в рівновазі, якщо алгебраїчна сума моментів прикладених до нього сил відносно цієї осі дорівнює нулю.

Б.10.2.15 Види рівноваги

1. Існують три види рівноваги тіл: стійка, нестійка і байдужа.

Рівновага буде стійкою, якщо при малому відхиленні від положення рівноваги діючі на тіло сили повертають його до початкового положення.

Якщо рівновага тіла може бути необоротно порушена дією незначних впливів, її називають нестійкою.

Якщо під час будь-якої зміни положення кульки воно залишається таким же рівноважним, то таку рівновагу називають байдужою.

2. Для забезпечення стійкої рівноваги тіла, що має вісь обертання, цю вісь слід розміщати вище за центр тяжіння тіла.

Тіло підвішене на вісі, яка проходить через його центр тяжіння, перебуватиме в байдужій рівновазі.

3. Стійкість споруд і тіл залежить від розмірів площі опори і розміщення центра тяжіння тіла. Чим більша площа опори і чим нижче міститься центр тяжіння, тим споруда стійкіша

Закони збереження

Закон збереження імпульсу в механіці

Б.10.3.1 Імпульс тіла

1. Імпульсом тіла називається фізична величина, яка дорівнює добутку маси тіла на його швидкість.

Імпульс тіла позначається буквою P .

$$\vec{P} = m \cdot \vec{v}.$$

2. Імпульс тіла – векторна величина. Напрямок вектора імпульсу збігається з напрямком вектора швидкості.

3. Одиницею імпульсу в СІ є кілограм-метр за секунду ($\frac{\text{кг} \cdot \text{м}}{\text{с}}$).

4. Зміна імпульсу тіла пов'язана з інтервалом часу, необхідним для зміни швидкості тіла, або, інакше кажучи, зміна імпульсу тіла – це характеристика дії сили в часі.

5. Добуток сили на час її дії називають імпульсом сили:

$$\Delta \vec{P} = \vec{F} \cdot \Delta t.$$

Одна й та сама сила, діючи певний час, однаково змінює імпульс будь-якого тіла, тобто імпульс сили визначається тільки часом дії сили і не залежить від того, до якого тіла вона прикладена.

Б.10.3.2 Закон збереження імпульсу

1. Групу тіл, які не взаємодіють з іншими тілами, що не входять до складу цієї групи, називають замкнутою (або ізолюваною) системою тіл.

2. Векторна сума імпульсів тіл, які утворюють замкнуту (ізолювану) систему, залишається сталою під час будь-яких взаємодій тіл цієї системи між собою:

$$m_1 \cdot \vec{v}_1 + m_2 \cdot \vec{v}_2 + \dots + m_n \cdot \vec{v}_n = m_1 \cdot \vec{u}_1 + m_2 \cdot \vec{u}_2 + \dots + m_n \cdot \vec{u}_n,$$

де $\vec{v}_1, \vec{v}_2 \dots \vec{v}_n$ – швидкості тіл у початковий момент часу, а $\vec{u}_1, \vec{u}_2 \dots \vec{u}_n$ – швидкості тіл у кінцевий момент.

Дане твердження відображає закон збереження імпульсу.

3. Якщо початковий і кінцевий стани системи відділені малим інтервалом часу, то систему можна вважати замкнутою і застосовувати до неї закон збереження імпульсу.

4. Коли у деякому напрямі дана система не зазнає впливів з боку інших тіл, то

проекція повного імпульсу системи на цей напрям залишатиметься незмінною, зберігатиметься.

Б.10.3.3 Реактивний рух

1. Під реактивним рухом розуміють рух тіл, який виникає під час відокремлення від тіла частини його маси з певною швидкістю відносно тіла.

2. Пояснюється реактивний рух законом збереження імпульсу: тіло набуває імпульсу в результаті того, що маса тіла постійно змінюється.

3. Головна особливість реактивного руху полягає в тому, що тіло може як прискорюватися, так і гальмуватися без будь-якої взаємодії з іншими (зовнішніми) тілами.

4. Закон збереження імпульсу дозволяє знайти модуль швидкості ракети за умови незначної зміни маси M ракети в результаті роботи її двигунів:

$$M \cdot v_0 - m_z \cdot v_z = 0; \quad v_0 = \frac{m_z}{M} \cdot v_z,$$

де m_z – маса газу, в який перетворюється в ракеті паливе, а v_z – швидкість його витікання.

Закон збереження енергії в механіці

Б.10.3.4 Механічний стан системи тіл

1. Вивчаючи механічний рух (або спокій) того чи іншого тіла, розглядають систему тіл, яка перебуває в певному механічному стані.

2. Стан тіла буде однозначно визначений, якщо задано значення незалежних величин, які характеризують його поведінку в явищі, що розглядається. Величини, за допомогою яких можна повністю охарактеризувати стан системи, називають її параметрами.

3. Для визначення стану механічного руху системи тіл достатньо знати їх взаємне розміщення в певний момент часу (тобто просторові координати тіл) та їх швидкості.

4. Якщо тіло рухається під дією сили, то це означає, що якимсь тілом чи системою тіл, під час взаємодії з даним тілом, змінює стан його руху.

Процес переходу системи тіл з одного стану в інший характеризується фізичною величиною – механічною роботою.

Б.8.5.1 Механічна робота

1. Механічна робота виконується завжди, коли на тіло діє сила, переміщуючи тіло.

2. Механічна робота є фізичною величиною, і її можна розрахувати.

Якщо на тіло діє постійна сила і під її дією тіло проходить шлях S , в напрямі

дії сили, то робота A обчислюється за формулою:

$$A = F \cdot S.$$

3. В СІ робота вимірюється в джоулях (Дж):

$$1 \text{ Дж} = 1 \text{ Н} \cdot \text{м}.$$

Для зручності записів і розрахунків використовують такі кратні одиниці роботи, як кілоджоуль (кДж) і мегаджоуль (МДж):

$$1 \text{ кДж} = 1000 \text{ Дж} = 10^3 \text{ Дж}$$

$$1 \text{ МДж} = 1000000 \text{ Дж} = 10^6 \text{ Дж}.$$

Б.8.5.4. “Золоте” правило механіки

1. Використовуючи прості механізми можна довільно змінювати силу.
2. Жоден з простих механізмів не дає виграшу в роботі. У скільки разів виграємо в силі, у стільки разів програємо у відстані.

В цьому полягає “золоте” правило механіки.

3. Виконана механізмом корисна робота на практиці завжди трохи менша, ніж робота, виконана для приведення його в дію.

4. Число, що показує, яку частину від усієї виконаної роботи A_B , становить корисна робота A_K , називається коефіцієнтом корисної дії механізму (ККД):

$$ККД = \frac{A_K}{A_B} \cdot 100\%.$$

Б.10.3.5 Механічна робота

1. Коли під дією сили тіло переміщується, то сила виконує роботу.
2. Якщо сила стала, то механічна робота вимірюється добутком сили, переміщення, пройденого точкою прикладання сили, і косинуса кута між напрямками сили і переміщення:

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

Сила виконує додатну роботу, якщо тіло переміщується в напрямі дії сили. Якщо ж переміщення протилежне до напрямку дії сили, то кажуть, що робота виконується проти цієї сили і роботу вважають від’ємною.

3. Робота сили тяжіння не залежить від траєкторії руху тіла і завжди дорівнює добутку модуля сили тяжіння і різниці висот у початковому і кінцевому положеннях. Під час переміщення тіла замкнутою траєкторією робота сили тяжіння дорівнює нулю.

$$A = m \cdot g \cdot (h_1 - h_2).$$

4. Якщо робота виконується силою прямо пропорційною переміщенню, то вона дорівнює:

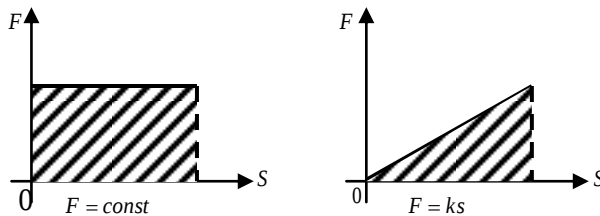
$$A = \frac{1}{2} \cdot F \cdot S.$$

5. Якщо під час розтягу пружини закон Гука справджується, то сила пружності має зростати із зростанням деформації за лінійним законом. В цьому випадку робота дорівнює:

$$A = \frac{1}{2} \cdot k \cdot (\Delta S)^2,$$

де k – жорсткість пружини, ΔS – видовження пружини.

6. На графіку залежності сили від переміщення точки її прикладання робота чисельно дорівнює площі, обмеженій графіком залежності сили, віссю відліку переміщення і ординатою, що відповідає обраному значенню переміщення.



7. В СІ робота вимірюється в джоулях (Дж).

$$1 \text{ Дж} = 1 \text{ Н} \cdot \text{м}.$$

Б.8.5.5 Потенціальна енергія

1. Енергія – це фізична величина, що показує яка робота може бути виконана під час переміщення тіла.

2. Енергія вимірюється в тих самих одиницях, що і робота, тобто у джоулях (Дж).

3. Якщо тіло нерухоме, але під час його переміщення може бути виконана робота, то енергію такого тіла називають потенціальною.

4. Потенціальна енергія тіла, піднятого над поверхнею Землі, пропорційна масі тіла і висоті його над поверхнею Землі:

$$E_{\text{п}} = g \cdot m \cdot h.$$

5. Потенціальна енергія – відносна величина. Одне й те саме тіло підняте над Землею матиме різні значення потенціальної енергії. Це залежить від того, відносно якої поверхні визначають енергію.

Б.8.5.6 Кінетична енергія

1. Енергія, яку має рухоме тіло, називається кінетичною.

2. Кінетична енергія залежить від маси і швидкості тіла.

3. Кінетична енергія є відносною величиною, тому що швидкість залежить від вибору тіла відліку.

Б.8.5.7 Збереження і перетворення механічної енергії.

1. Потенціальна і кінетична енергія тіла можуть взаємно перетворюватися.

2. Сума кінетичної і потенціальної енергій ізольованого тіла в будь-який момент часу залишається сталою.

Механічна енергія ні з чого не виникає і не зникає безслідно. Вона лише перетворюється з одного виду в інший.

3. Мірою перетворення одного виду енергії в інший є робота.

Б.8.5.8 Потужність

1. Перетворення енергії, внаслідок якого виконується робота, відбувається протягом певного часу. Але робота може виконуватись з різною швидкістю.

2. Фізична величина, яка описує процес перетворення енергії, показує швидкість виконання роботи і дорівнює відношенню роботи до часу, за який вона виконана, називається потужністю.

Позначається потужність буквою N .

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

3. В СІ потужність вимірюється в ватах (Вт).

Використовуються такі частинні та кратні одиниці потужності, як міліват (мВт), мікроват (мкВт), кіловат (кВт), мегават (МВт):

$$1\text{ мкВт} = 0,000001\text{ Вт} = 10^{-6}\text{ Вт}$$

$$1\text{ мВт} = 0,001\text{ Вт} = 10^{-3}\text{ Вт}$$

$$1\text{ кВт} = 1000\text{ Вт} = 10^3\text{ Вт}$$

$$1\text{ МВт} = 1000000\text{ Вт} = 10^6\text{ Вт}.$$

4. Швидкість виконання роботи пов'язана зі швидкістю руху:

$$N = F \cdot v.$$

Б.10.3.6 Потужність

1. Для порівняння двигунів за їх здатністю виконувати більшу чи меншу роботу за одиницю часу вводять фізичну величину, яку називають потужністю.

2. Потужністю двигуна називають швидкість виконання ним роботи:

$$P = \frac{A}{t}.$$

3. Якщо двигун розвиває силу F і під дією цієї сили тіло рухається рівномірно, то потужність двигуна дорівнює:

$$P = F \cdot v \cdot \cos \alpha.$$

4. Якщо кут між векторами сили і швидкості більший за 90° , то виконувана робота і потужність від'ємні: двигун "споживає потужність".

5. Потужність двигуна під час змінного руху обчислюється за вказаною формулою. Якщо під швидкістю v розуміють миттєву швидкість, то знайдена

потужність має назву миттєвої потужності. Якщо під v розуміють середню швидкість, то мова йде про середню потужність.

6. В СІ потужність вимірюється в ватах (Вт):

$$1\text{Вт} = 1 \frac{\text{Дж}}{\text{с}}.$$

Б.10.3.7 Енергія

1. Прийнято кожен стан системи тіл характеризувати фізичною величиною, яку називають енергією.

Енергія – це загальна, єдина міра різних видів руху матерії.

2. Механічна енергія характеризує механічний стан тіла, і тому визначається тими величинами, від яких залежить стан тіла в даний момент, наприклад положенням і швидкістю.

3. Енергія системи визначає ту роботу, яку вона може виконати над зовнішніми тілами. Отже, вимірювати енергію слід у тих самих одиницях, в яких вимірюють роботу, тобто в джоулях в СІ.

4. Робота – характеристика процесу перетворення енергії, який відбувається в часі. Робота вимірюється зміною енергії. Способом визначення роботи може бути порівняння енергії тіла (системи тіл) на початку і в кінці процесу.

Б.10.3.8 Потенціальна енергія

1. Енергія, яка залежить від розміщення тіл, що взаємодіють між собою, називається потенціальною енергією.

2. Для визначення значення потенціальної енергії треба вибрати такий стан тіла, в якому її значення дорівнює нулю. Такий стан тіла має назву нульового рівня відліку потенціальної енергії.

Значення потенціальної енергії залежить від вибору нульового її рівня відліку. Зміни ж потенціальної енергії будуть однаковими, який би початковий рівень для відліку енергії ми не взяли.

3. Потенціальна енергія піднятого тіла дорівнює добутку його маси, прискорення вільного падіння і висоти від нульового рівня відліку потенціальної енергії:

$$E_{\text{п}} = m \cdot g \cdot h.$$

Ця формула використовується для випадку, коли в системі тіло-Земля обидва тіла взаємодіють зі сталою силою.

4. Потенціальна енергія пружно деформованого тіла дорівнює:

$$E_{\text{п}} = \frac{1}{2} \cdot k \cdot (\Delta l)^2,$$

де k – коефіцієнт пружності, Δl – значення деформації.

Б.10.3.9 Кінетична енергія

1. Енергія, яку має система тіл під час руху її частин, називається кінетичною енергією.

2. Кінетична енергія тіла однозначно визначається його швидкістю й обчислюється за формулою:

$$E = \frac{m \cdot v^2}{2}.$$

Але кінетична енергія, так само як і потенціальна, величина відносна і її значення залежать від вибору системи відліку, відносно якої визначається швидкість тіла.

3. Зміна кінетичної енергії тіла не залежить від вибору системи відліку і дорівнює сумарній роботі сил, які діють на тіло:

$$A = \frac{1}{2} \cdot m \cdot (v_2^2 - v_1^2).$$

Це твердження називають теоремою про кінетичну енергію, яка є справедливою незалежно від того які саме сили діють на тіло.

Б.10.3.10 Закон збереження повної механічної енергії

1. Сума кінетичної і потенціальної енергій тіл, які утворюють замкнуту систему і взаємодіють між собою силами тяжіння та силами пружності, залишається сталою.

В цьому полягає закон збереження механічної енергії.

2. Якщо в системі діють сили тертя, то робота цих сил завжди від'ємна, зменшує кінетичну енергію тіл, однак вона не веде до якої б то не було зміни потенціальної енергії. В результаті повна механічна енергія системи зменшується.

3. Для замкнутої системи, в якій між тілами діють сили тертя, зміна енергії дорівнює роботі сил тертя:

$$\Delta(E_K - E_{II}) = A_{\text{тер}}.$$

4. Зменшення механічної енергії не означає, що ця енергія зникає безслідно. Вона перетворюється в інші форми енергії, зокрема у внутрішню.

У замкнутій системі зберігається сума всіх видів енергії системи.

5. У найзагальнішому випадку закон збереження і перетворення енергії можна сформулювати так: енергія ніколи не зникає і не виникає знову з нічого, вона може лише перетворюватися з одного виду в інший або переходити від одного тіла чи системи тіл до іншого тіла чи до системи тіл.

Б.10.3.11 Коефіцієнт корисної дії

1. Пристрої, призначені для перетворення енергії, називають енергетичними машинами.

2. У всіх реальних енергетичних машинах, крім перетворень енергії, для яких

застосовуються ці машини, відбувається перетворення енергії, які називають втратами енергії.

3. Коефіцієнтом корисної дії η машини називають відношення корисно використаної енергії E_k , до енергії E_n , яка підводиться до даної машини:

$$\eta = \frac{E_k}{E_n}.$$

4. ККД ніколи не може бути більшим за одиницю.