


Розділ 1. Фізичні основи класичної механіки

Заняття 4.

Тема 1.2. Динаміка матеріальної точки

1. Закони Ньютона.
2. Імпульс тіла, імпульс сили.
3. Закон збереження імпульсу.
4. Енергія – повна, кінетична і потенціальна.
5. Закон збереження механічної енергії.



В результаті вивчення теми студент буде:

ЗНАТИ:

- Формулювати закони Ньютона. Закони збереження, описувати види сил в механіці.

ВМІТИ:

- Розрізняти різні прояви сил, визначати імпульс, енергію, розв'язувати задачі

Питання 1. Закони Ньютона.

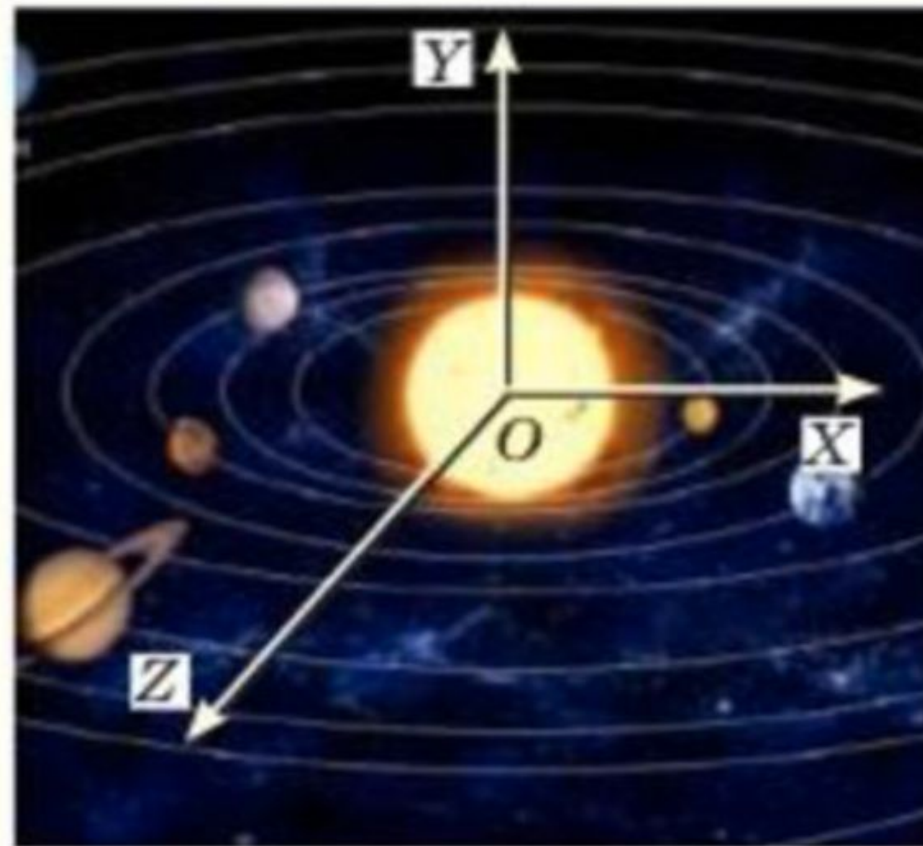
Перший закон Ньютона:

існують такі системи відліку, відносно яких тіла зберігають свою швидкість незмінною, якщо на них не діють інші тіла, або дії інших тіл скомпенсовані.

- Системи відліку, в яких виконується I закон Ньютона називають **інерціальними**, а усі інші – **неінерціальними** (системи, де зміна швидкості може відбуватися за рахунок прискорення руху самої системи).
- Явище збереження швидкості тіла за відсутності зовнішнього впливу називається **інерцією**.

Геліоцентрична система відліку

Початок координат геліоцентричної СВ розташований у центрі Сонця, а осі напрямлені на далекі зорі.



Другий закон Ньютона

сила, що діє на тіло, дорівнює добутку маси тіла на прискорення, якого надає ця сила:

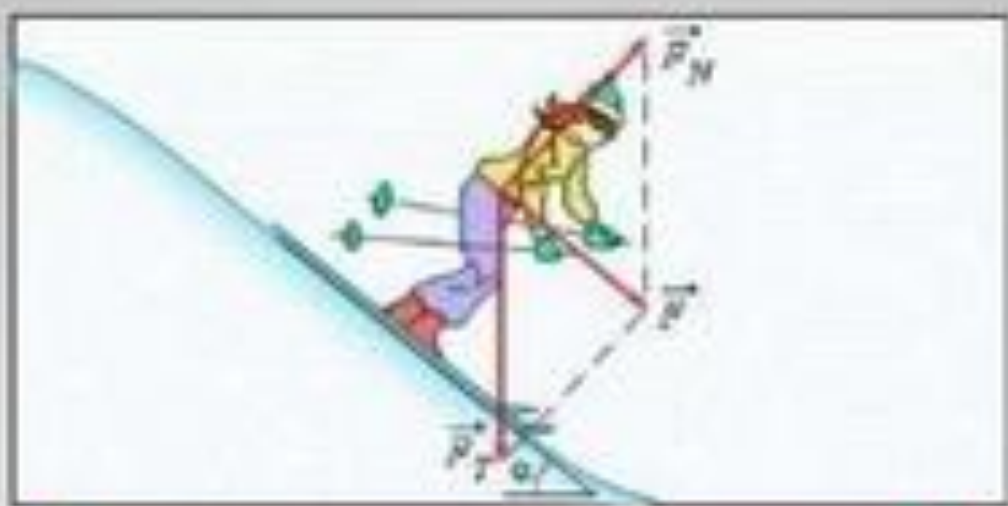
$$F=ma$$

Якщо на тіло діє не одна сила, а багато, то тоді $R = ma$,

де R – рівнодійна сил.

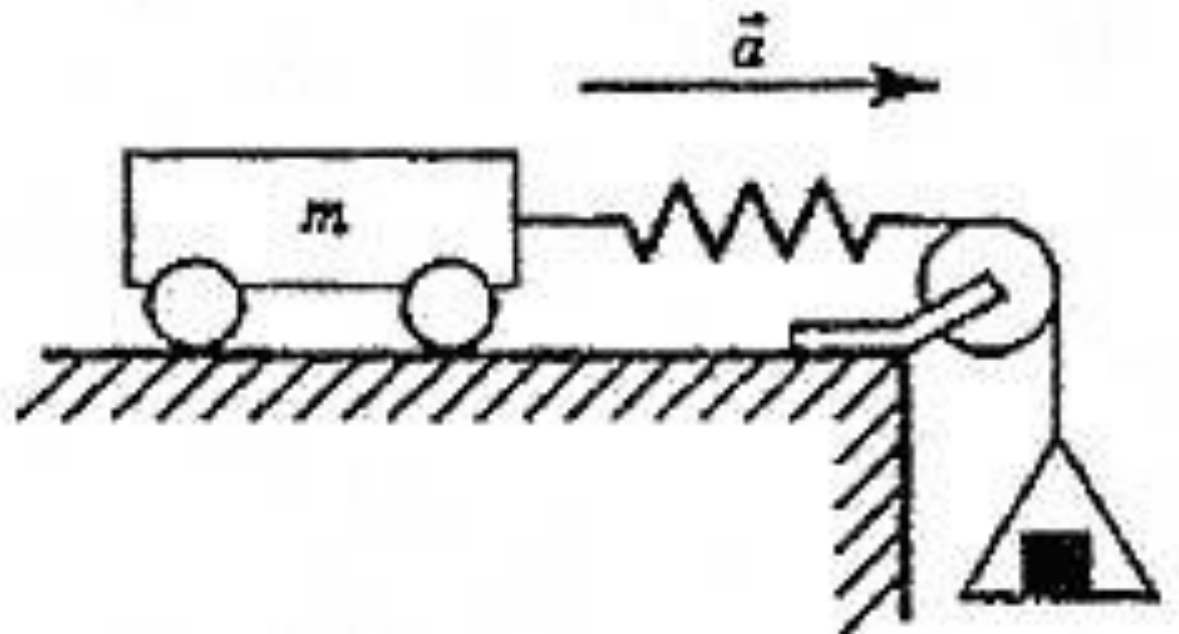
□ **Розмірності сили:**

$$[F] = [ma] = (\text{кг} \cdot \text{м}) / \text{с}^2 = \text{Н (НЬЮТОН)}$$



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

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



Третій закон Ньютона

Тіла взаємодіють одне з одним з силами, однаковими за модулем і протилежними за напрямком.

Сили, з якими взаємодіють два тіла:

- а) мають ту саму фізичну природу, оскільки зумовлені тією самою взаємодією;
- б) однакові за модулем і спрямовані вздовж однієї прямої протилежно одна одній;
- в) прикладені до різних тіл і тому не можуть компенсувати одна одну;
- г) прискорення взаємодіючих тіл мають протилежні напрямки.

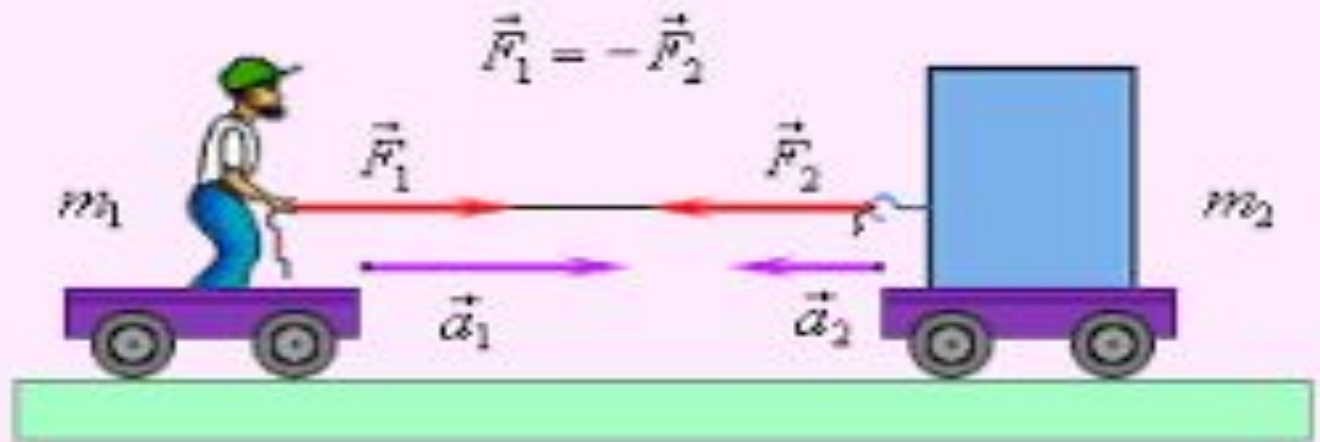
Третій закон динаміки Ньютона

$$\frac{\vec{a}_1}{\vec{a}_2} = \frac{m_2}{m_1} \rightarrow$$

$$m_1 a_1 = m_2 a_2$$

$$\vec{F}_1 = -\vec{F}_2$$

Третій закон Ньютона



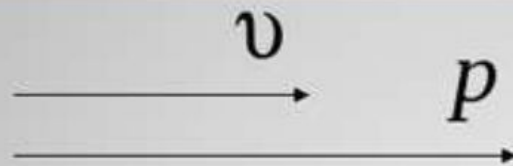
Питання 2. Імпульс тіла, імпульс сили

Імпульс тіла - це фізична величина, що дорівнює добутку маси тіла на його швидкість.



$$\vec{p} = m \cdot \vec{v}$$

p [1 кг·м/с]



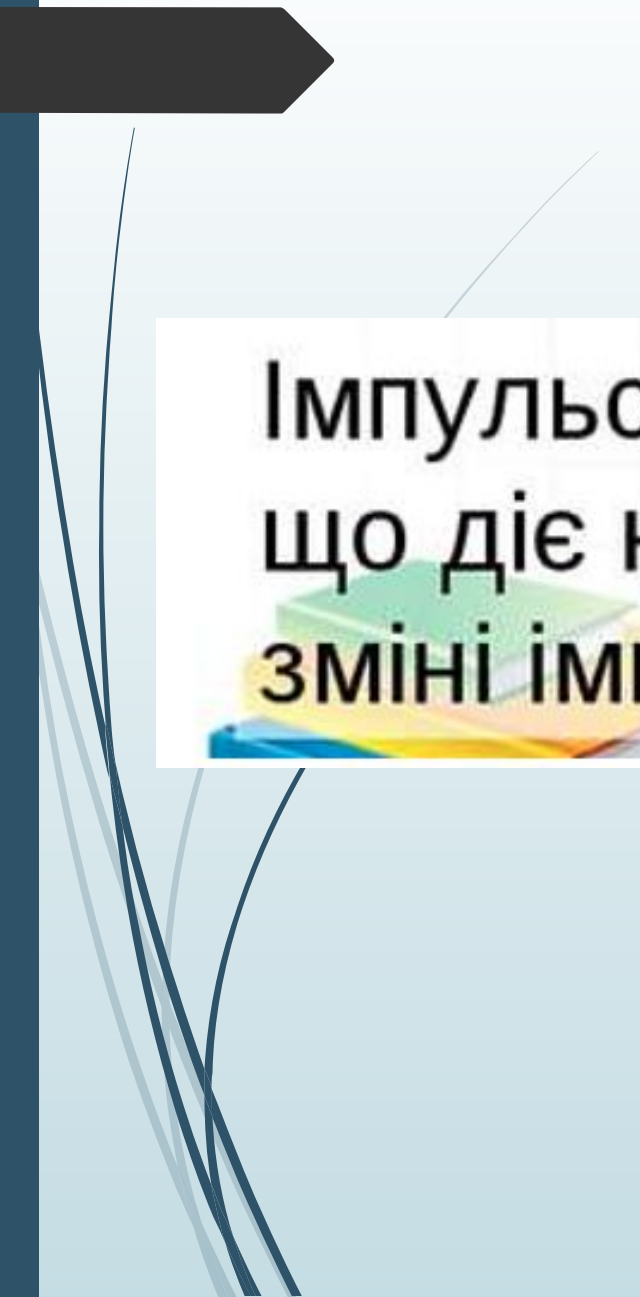
Вектор імпульсу тіла співнаправлений з вектором швидкості тіла.

Імпульс сили - це добуток сили на час її дії


$$\vec{F} \cdot t \quad \vec{F}$$

$F \cdot t$ [1 Н·с]

Імпульс сили дорівнює зміні імпульсу тіла.



Імпульс сили напрямлений так, як і сила, що діє на тіло. Імпульс сили дорівнює зміні імпульсу тіла: $Ft = m v - m v_0$



Питання 3. Закон збереження імпульсу

$$m_1 \vec{v}_{01} + m_2 \vec{v}_{02} = m_1 \vec{v}_1 + m_2 \vec{v}_2$$

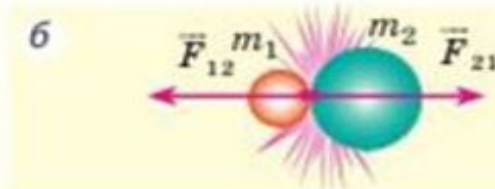
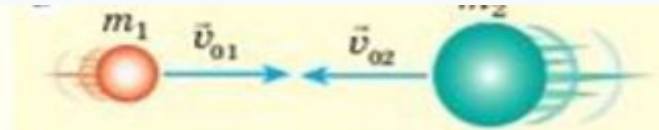
Або

$$\vec{p}_{01} + \vec{p}_{02} = \vec{p}_1 + \vec{p}_2$$

Закон збереження імпульсу:

У замкненій системі тіл векторна сума імпульсів тіл до взаємодії дорівнює векторній сумі імпульсів тіл після взаємодії.

$$m_1 \vec{v}_{01} + m_2 \vec{v}_{02} + \dots + m_n \vec{v}_{0n} = m_1 \vec{v}_1 + m_2 \vec{v}_2 + \dots + m_n \vec{v}_n$$



ЗАМКНЕНА СИСТЕМА ТІЛ

це сукупність тіл, що взаємодіють між собою,
але не взаємодіють з іншими тілами



Питання 4. Енергія – повна, кінетична і потенціальна

- Кінетична енергія є енергією руху тіла або його частин. Кінетичною енергією називають величину, яка дорівнює половині добутку маси тіла на квадрат його швидкості.
 - Позначають кінетичну енергію **E_k**

$$E_k = \frac{mv^2}{2} \quad \leftarrow \text{формула кінетичної енергії}$$

$$1 \text{ Дж} = 1 \frac{\text{кг} \cdot \text{м}^2}{\text{с}^2} = 1 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

Теорема про кінетичну енергію

- Робота рівнодійної сил, прикладених до тіла, дорівнює зміні кінетичної енергії тіла.

$$A = E_{K1} - E_{K2} = \Delta E_K$$

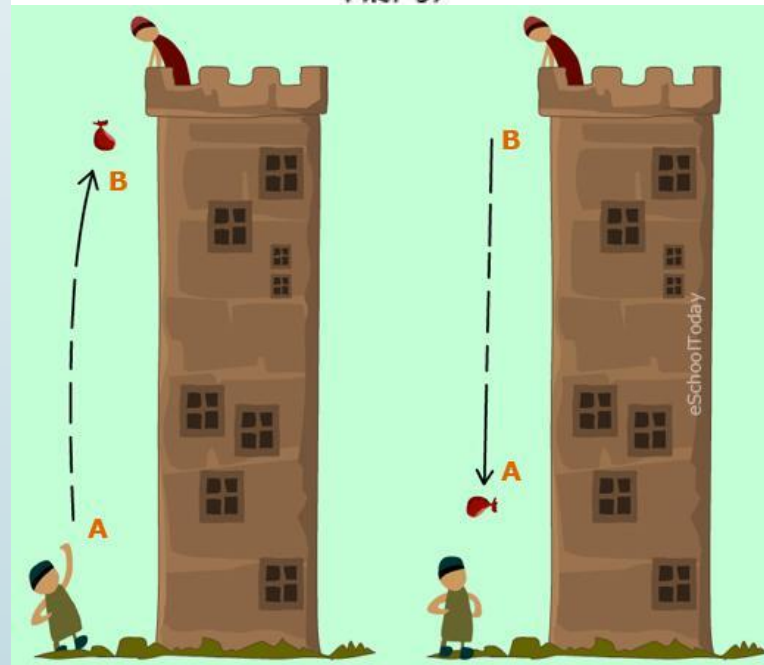
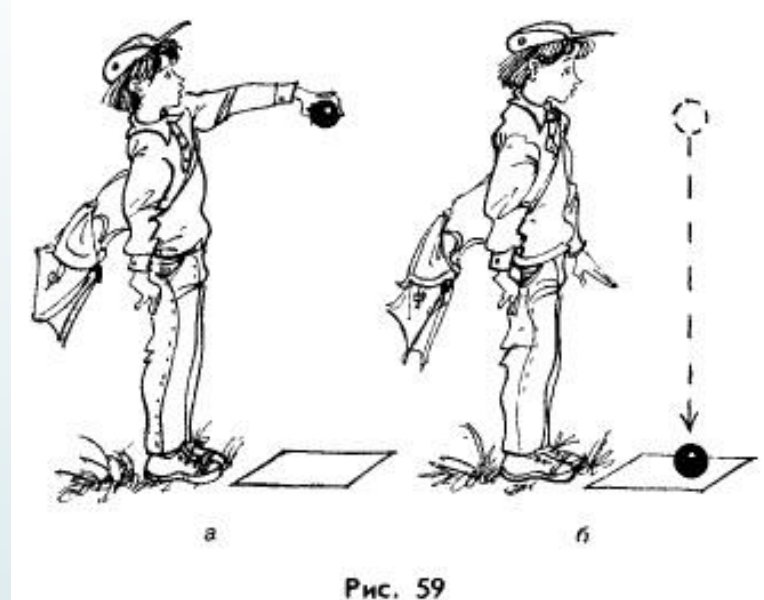
$$A = \Delta W_k = \frac{mV_2^2}{2} - \frac{mV_1^2}{2}$$

Теорема справедлива незалежно від того, які саме сили діють на тіло: сили пружності, сили тертя чи сили всесвітнього тяжіння, зокрема сили тяжіння.

Теорема справедлива також у тих випадках, коли сила змінна і коли напрям сили і переміщення не співпадають.

Потенціальна енергія

- Коли робота сили не залежить від форми траєкторії, а визначається початковим і кінцевим положенням тіла, користуються поняттям потенціальної енергії.
- Потенціальна енергія є енергією взаємодії і залежить від взаємного розміщення тіл або їх частин.



- Позначають потенціальну енергію - **E_n**

$$E_n = mgh$$

Одиниця вимірювання :

$$[E_n] = 1\text{Н} \cdot \text{м} = 1\text{Дж}$$

Зв'язок між потенціальною енергією і роботою

- Робота сили тяжіння дорівнює різниці значень потенціальної енергії тіла у початковій і кінцевій точках

$$A = mgh(h_1 - h_2) = mgh_1 - mgh_2 = E_{n1} - E_{n2}$$

Зміна потенціальної енергії дорівнює різниці значень потенціальної енергії у кінцевій і початковій точках

$$\Delta E_n = E_{n2} - E_{n1}$$

Робота сили тяжіння дорівнює зміні потенціальної енергії тіла з протилежним знаком

$$A = - \Delta E_n$$

Потенціальна енергія пружно деформованого тіла

- Якщо пружину подовжити на $\Delta l = x$ і відпустити, то при переході до недеформованого стану пружина виконає роботу:

$$A = \frac{kx^2}{2} - 0 = \frac{kx^2}{2}$$

де k – жорсткість пружини.

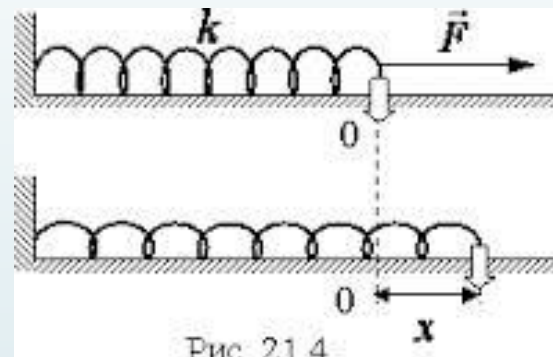
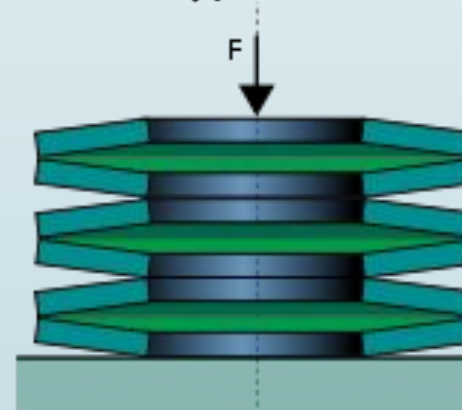
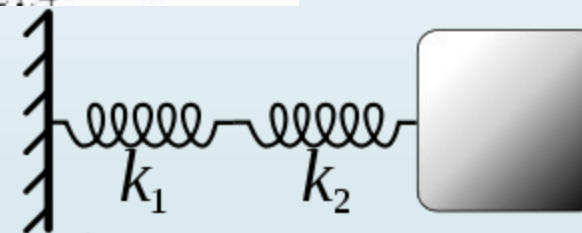


Рис. 21.4



Потенціальна енергія пружно деформованого тіла

- Потенціальна енергія пружно деформованого тіла дорівнює половині добутку жорсткості тіла на квадрат подовження (стиску)

Потенціальна енергія пружно деформованого тіла дорівнює роботі сили пружності при переході тіла у недеформований стан.

$$E_{pot} = \frac{k \cdot x^2}{2}$$

Повна механічна енергія

- Повна механічна енергія замкненої системи тіл, що взаємодіють силами тяжіння і пружності, залишається незмінною.

$$E = \text{const}$$

Будь-яке тіло може мати одночасно і кінетичну, і потенціальну енергію.

Повна механічна енергія тіла дорівнює сумі його кінетичної та потенціальної енергій.

$$E = E_k + E_n$$

Питання 5. Закон збереження механічної енергії

- Сума потенціальної і кінетичної енергії тіл, які утворюють замкнену систему і взаємодіють між собою силами тяжіння і силами пружності, залишається сталою.

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

Зростанні кінетичної енергії потенціальна енергія зменшиться, а при зменшенні кінетичної енергії потенціальна енергія зросте, але їхня сума залишиться незмінною.

Отже, енергія перетворюється з одного виду в інший, але не зникає.

ДОМАШНЄ ЗАВДАННЯ:

1. Фізика. В.Ф. Дмитрієва, К., Техніка, 2008 р. - § 11, 14, 15, 17, 23.

2. Розв'язати задачі:

1. Нерухома шайба масою 150 г після удару ключкою, що тривав 0,02 с, ковзає по льоду зі швидкістю 30 м/с. Визначити середню силу удару.

2. Літак масою 30 т торкається посадкової смуги, маючи швидкість 144 км/год. Яка сила опору рухові, якщо літак до зупинки пробігає смугою 800 м?

3. Опуклий міст має форму дуги кола радіусом 100 м. Автомобіль масою 1 т рухається мостом зі швидкістю 54 км/год. Яка вага автомобіля в момент проходження вищої точки моста?

САМОСТІЙНЕ ОПРАЦЮВАННЯ:

Фізика. В.Ф. Дмитрієва, К., Техніка, 2008 р. - § 18, 20, 22, 25, 26-31

Підручник в Інтернеті:

<https://studfile.net/preview/5124311/>



ДЯКУЮ ЗА УВАГУ!