

ПЛАН-КОНСПЕКТ ПРОВЕДЕННЯ

ЛЕКЦІЙНОГО ЗАНЯТТЯ №3

МОДУЛЬ 1.

ТЕМА 1.2. ДИНАМІКА.

Заняття 4. Робота. потужність. енергія.

Навчальна дисципліна: Фізика

Категорія здобувачів вищої освіти: курсанти та студенти.

Навчальна мета: оволодіти знаннями про енергетичні характеристики механічного руху.

Виховна мета: сприяти підвищенню рівня знань про основні форми руху матерії, формуванню наукового світогляду.

Розвивальна мета: розвивати інтелектуальні здібності, пам'ять, увагу, уяву, мислення, спостережливість, активність, творчість, самостійність здобувачів вищої освіти, прищеплювати їм раціональні способи пізнавальної діяльності з зазначеної теми.

Кількість аудиторних годин: 2 години.

Навчальне обладнання, ТЗН: відеопроєктор, комп'ютерна техніка та відповідне програмне забезпечення.

Наочні засоби: наочність викладення матеріалу забезпечується використанням схем, таблиць та мультимедійним супроводженням окремих питань теми.

Міжпредметні та міждисциплінарні зв'язки: Дисципліна "Фізика" зв'язана з дисципліною "Вища математика" та в ряді інших є основою для вивчення дисциплін загальної підготовки: «Хімія», «Технічна механіка», «Матеріалознавство та технологія матеріалів», «Технічна механіка рідини та газу», а також дисциплін циклу професійної підготовки: «Термодинаміка та теплопередача», «Електротехніка та пожежна профілактика в електроустановках», «Пожежна та виробнича автоматика», «Будівлі й споруди та їх поведінка в умовах пожежі», які викладаються як правило пізніше. Знання з дисципліни «Фізика» та одержані навички й уміння дозволяти створити якісну базу для вивчення теоретичних і практичних питань вказаних дисциплін.

План лекції (навчальні питання):

1.2.5. Робота та потужність.

1.2.6. Кінетична енергія.

1.2.7. Потенціальні та не потенціальні сили. Потенціальна енергія.

1.2.8. Закон збереження енергії.

Список рекомендованих джерел:

Основні джерела

1. Кучерук І.М. та ін. Загальний курс фізики. Т. 1. – Київ: Техніка, 1999.
2. Савельєв И. В. Курс общей физики. Т. 1-4. М. : КноРус, 2009.
3. Горбачук І.Т. Загальна фізика (збірник задач). Київ: Вища школа, 1993.
4. Волькенштейн В. С. Сборник задач по общему курсу физики. М.: Профессия, 2010.
5. Фізика. Розділи: Механіка. Молекулярна фізика і термодинаміка. Електростатика. Постійний електричний струм: довідник / Укладачі: В. Г. Борисенко, Ю.Ф. Деркач, В.І. Кривцова, К.Р. Умеренкова. – Х.: НУЦЗУ, 2018. – 94 с.
6. Фізика. Розділи: Магнітне поле. Електромагнетизм. Коливання, хвилі і хвильові явища. Елементи квантової механіки. Фізика атома і атомного ядра. Елементи фізики твердого тіла: довідник./ Укладачі: В. Г. Борисенко, Ю.Ф. Деркач, В.І. Кривцова, К.Р. Умеренкова. – Х.: НУЦЗУ, 2018. – 122 с.

Додаткові джерела

7. Яворский Б.М., Детлаф А.А., Лебедев А.К. Справочник по физике. М. : Мир и образование., 2006.

ТЕКСТ ЛЕКЦІЇ

1.2.5. Робота і енергія

Елементарною роботою сили \vec{F} називається скалярний добуток вектора сили й вектора елементарного переміщення $d\vec{r}$ матеріальної точки:

$$\delta A = \vec{F} \cdot d\vec{r} = F \cdot dr \cdot \cos \alpha, \quad (1.2.5.1)$$

де α – кут між векторами \vec{F} й $d\vec{r}$. Робота може бути додатною або від'ємною в залежності від кута α .

Робота, яка виконується силою \vec{F} на довільній ділянці траєкторії, дорівнює алгебраїчній сумі робіт на всіх елементарних ділянках, тобто виражається інтегралом

$$A_{12} = \int_1^2 \vec{F} \cdot d\vec{r}, \quad (1.2.5.2)$$

де індекси 1 і 2 позначають початкову і кінцеву точки траєкторії.

З формули (1.2.5.2) легко визначається робота постійної сили на прямолінійній ділянці траєкторії довжиною S

$$A = F \cdot S \cdot \cos \alpha. \quad (1.2.5.3)$$

Потужність чисельно дорівнює роботі, що виконується за одиницю часу. Вона дорівнює похідній від роботи за часом

$$P = \frac{\delta A}{dt}. \quad (1.2.5.4)$$

Потужність залежить від сили \vec{F} , яка виконує роботу. Згідно (1.2.5.3) і (1.2.5.4) одержуємо

$$P = \vec{F} \cdot \vec{v} = F \cdot v \cdot \cos \alpha, \quad (1.2.5.5)$$

де \vec{v} – швидкість матеріальної точки, α – кут між векторами \vec{F} й \vec{v} .

1.2.6. Кінетична енергія

Кінетична енергія матеріальної точки – це енергія, яку має матеріальна точка внаслідок свого руху. В класичній механіці вона дорівнює

$$W_k = \frac{mv^2}{2}, \quad (1.2.6.1)$$

де m – маса матеріальної точки, v – її швидкість.

Теорема про кінетичну енергію: зміна кінетичної енергії матеріальної точки на ділянці траєкторії дорівнює роботі *всіх* сил, які діють на цю точку на даній ділянці:

$$\frac{mv_2^2}{2} - \frac{mv_1^2}{2} = A_{12}. \quad (1.2.6.2)$$

1.2.7. Потенціальні та непотенціальні сили. Потенціальна енергія.

Взаємодія між віддаленими частинками реалізується через силові поля, які породжуються цими частинками. *Силовим полем* називається область простору, у кожній точці якої на поміщене туди тіло діє певна однозначна сила. Прикладом силових полів є електростатичне та гравітаційне поля.

Розрізняють потенціальні і непотенціальні силові поля. *Потенціальним* називається силове поле, у якому робота сили поля не залежить від форми траєкторії, а визначається лише положенням початкової й кінцевої точок траєкторії. Сили, які утворюють таке поле, називаються *потенціальними* (або *консервативними*). Важливою властивістю потенціального поля є те, що *робота потенціальних сил по будь-якій замкненій траєкторії дорівнює нулю*. Потенціальними є електростатичне, гравітаційне поле, поле сил пружності, поле ядерних сил і т.п.

Непотенціальним називається силове поле, у якому робота сили залежить від форми траєкторії. Непотенціальними, є наприклад, магнітне поле, вихрове електричне поле. Сили, які утворюють такі поля, називаються *непотенціальними* (або *неконсервативними*). До непотенціальних відносяться також сили, які взагалі не утворюють силових полів, наприклад, сили тертя. У просторі, де діють не потенціальні сили, можна знайти хоча б одну замкнену траєкторію, по якій робота цих сил не буде дорівнювати нулю.

Енергія – це фізична величина, яка характеризує здатність тіла або системи тіл виконати роботу. Різні типи руху матерії характеризують різними видами енергії. В механіці розглядається два види енергії – кінетична і потенційна.

Потенціальна енергія. Цей вид енергії існує в потенціальних силових полях. *Потенціальною енергією тіла в даній точці поля називається робота*

потенціальних сил, яка виконується при переміщенні тіла з даної точки в ту точку простору, де потенціальна енергія умовно прийнята рівною нулю. Вибір точки \vec{r}_0 з нульовою потенціальною енергією може бути довільним і визначається лише міркуваннями зручності. Як правило, цю точку вибирають на нескінченності. Наведеному визначенню відповідає формула

$$W_n(\vec{r}) = A_{\vec{r}\vec{r}_0} = \int_{\vec{r}}^{\vec{r}_0} \vec{F} \cdot d\vec{r}. \quad (1.2.7.1)$$

Робота, яка виконується силами потенціального поля при переміщенні тіла між двома довільними точками простору, дорівнює збільшенню потенціальної енергії з негативним знаком:

$$A_{12} = -(W_{i2} - W_{i1}). \quad (1.2.7.2)$$

Конкретний вид залежності енергії від координат $W_n(\vec{r})$ визначається фізичною природою силового поля. Зокрема, потенційна енергія гравітаційної взаємодії двох матеріальних точок, маси яких m_1 і m_2 , дорівнює

$$W_n(r) = -G \cdot \frac{m_1 \cdot m_2}{r}, \quad (1.2.7.3)$$

де r – відстань між матеріальними точками.

Потенціальна енергія сил пружної деформації (наприклад, деформованої пружини) рівна

$$W_n(x) = \frac{kx^2}{2}, \quad (1.2.7.4)$$

де x – величина абсолютної деформації, k – коефіцієнт пружності.

1.2.8. Закон збереження енергії.

Повною механічною енергією матеріальної точки називається сума її кінетичної і потенційної енергії:

$$W = \frac{mV^2}{2} + W_n. \quad (1.2.8.1)$$

Повна механічна енергія системи матеріальних точок дорівнює сумі кінетичних і потенційних енергій усіх точок системи (враховуючи потенціальну енергію їх взаємодії між собою).

Закон збереження повної механічної енергії системи: якщо в системі діють лише потенціальні сили, то повна механічна енергія системи матеріальних точок не змінюється. Для однієї матеріальної точки закон збереження повної механічної енергії має вигляд

$$\frac{mv_2^2}{2} + W_{n2} = \frac{mv_1^2}{2} + W_{n1}. \quad (1.2.8.2)$$

У випадку наявності в системі і непотенціальних сил, наприклад сил тертя, повна механічна енергія системи зменшується. Процес втрати механічної енергії має необоротний характер і називається *дисипацією* енергії, а сили, які приводять до цього, – *дисипативними*. При дисипації енергії відбувається перетворення механічної енергії системи в інші види, наприклад, у теплову енергію.

Теорема про повну механічну енергію: якщо в системі діють непотенціальні сили, то зміна повної механічної енергії системи дорівнює роботі непотенціальних сил:

$$W_2 - W_1 = A_{12}^{\text{непот}}. \quad (1.2.8.3)$$