

**МІНІСТЕРСТВО ВНУТРІШНІХ СПРАВ УКРАЇНИ
ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ВНУТРІШНІХ СПРАВ**

Кафедра інформаційних технологій факультету №4

ТЕКСТ ЛЕКЦІЇ

навчальної дисципліни Фізика обов'язкової компоненти
освітньої програми першого рівня вищої освіти

125 Кібербезпека (безпека інформаційних та комунікаційних систем)

за темою – (Робота та енергія)

Харків 2018

ЗАТВЕРДЖЕНО

Науково-методичною радою
Харківського національного
університету внутрішніх справ
Протокол від _____ № _____

СХВАЛЕНО

Вченою радою факультету № 4
Протокол від _____ № _____

ПОГОДЖЕНО

Секцією Науково-методичної ради
ХНУВС з технічних дисциплін
Протокол від _____ № _____

Розглянуто на засіданні кафедри інформаційних технологій
протокол від _____ № _____

Розробники:

1. доцент кафедри, кандидат технічних наук Світличний В.А.

Рецензенти:

1. доцент кафедри кібербезпеки факультету №4 ХНУВС, к.т.н., доцент Носов В.В.,
2. професор кафедри проектування та експлуатації електронних апаратів ХНУРЕ, к.т.н., доцент Хорошайло Ю.Є.

План лекції

1. Вступ. Робота, енергія, потужність.
2. Силове поле, повна механічна енергія. Консервативні та дисипативні системи. Закон збереження механічної енергії. Прикладні аспекти закону збереження імпульсу та енергії. Теорія зіткнень
3. Висновки.

Основна література

1. Трофимова Т.И. Курс физики – М.: "Высшая школа", 1999.
2. Сивухин Д.В. Общий курс физики. Том 1. Механика – М.: Высшая школа, 1979, 520 с.
3. Бланк А.Я. Физика. – Харьков, "Каравелла", 1996.
4. Лопатинський Є.І., Зачек І.Р., Ільчук Г.А., Романишин Б.М. Фізика. Підручник. – Львів: Афіша, 2005. 394 с.

Додаткова література

1. Зисман Г.А., Тодес О.М. Курс общей физики \в 3-х томах\ - Киев, "Дніпро", 1994.
2. Савельев И.В. Курс физики \в 3-х томах\ - М: Наука, 1989.
3. Айзензон А.Е. Курс физики – Москва, "Высшая школа", 1996.
4. Детлаф А.А., Яворський В.М. Курс общей физики \ в 3-х томах\ – М.: Высшая школа, 1983.
5. Богацька І.Г., Головка Д.Б., Маляренко А.А., Ментковський Ю. Л., Загальні основи фізики \ у двох книгах\ – К: Либідь, 1998.

Текст лекції

1. Вступ. Робота, енергія, потужність.

Енергія - скалярна міра різних форм руху і взаємодій. Основними її видами є **механічна, внутрішня, електрична і ядерна**.

Зміна механічної енергії проявляється в механічній роботі. Саме робота є мірою зміни механічної енергії під дією сили. Вона залежить від її величини, напрямку та часу дії на відрізок шляху переміщення тіла.

Робота - це скалярна фізична величина, яка описує зміну механічної енергії системи. Її елементарна величина δA визначається як скалярний добуток вектора сили \vec{F} і спричиненого нею вектора елементарного переміщення $d\vec{s}$, на якому ця сила незмінна $F = \text{const}$:

$$\delta A = (\vec{F} d\vec{s}) = F ds \cos \alpha = F_s ds, \quad (3.1)$$

де α - кут між напрямками векторами \vec{F} і $d\vec{s}$, - проекція вектора сили на напрям вектора переміщення. Ця робота є додатною, якщо $\left(\alpha < \frac{\pi}{2}\right)$ і від'ємною, коли $\left(\alpha > \frac{\pi}{2}\right)$ чи дорівнює нулеві $\left(\alpha = \frac{\pi}{2}\right)$.

Геометрична інтерпретація роботи. Вона зображена на рис.3.1. Тут сила на проміжку переміщення $s_1 \rightarrow s_2$ не залишається сталою, а змінюється. Тому для обчислення роботи на усьому проміжку переміщення необхідно його розбити на елементарні ds . Тоді елементарна робота δA буде дорівнювати площі елементарної криволінійної трапеції $ABCD$:

$$\delta A = S_{ABCD}. \quad (3.2)$$

Замінімо криволінійну трапецію на прямокутник, сторони якого дорівнюють F і ds . Тоді його площа буде дорівнювати $F \cdot ds$.

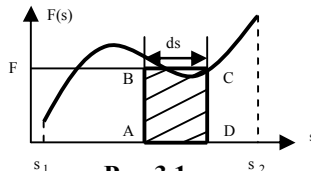


Рис.3.1

Вся робота, виконана змінною силою під час переміщення тіла на всьому шляху, дорівнює криволінійному інтегралу

$$A = \int_1^2 \delta A = \int_1^2 F_x dx. \quad (3.3)$$

Механічна потужність. Для характеристики механічної дії різних механізмів важливим параметром є не лише кількість виконаної ними роботи, але й час, протягом якого ця робота ними виконується. В кінцевому підсумку цим визначається продуктивність усякого механізму.

Величина механічної роботи, яка виконується тілом над зовнішніми силами чи навпаки протягом одиниці часу, називається потужністю P:

$$P = \frac{\delta A}{dt} = \left(\vec{F} \frac{d\vec{x}}{dt} \right) = (\vec{F} \vec{g}). \quad (3.4)$$

В СІ потужність вимірюється в **ватах** (Bm)*: $1 Bm = \frac{Дж}{с}$.

Механічна енергія поділяється на **потенціальну** W_{Π} і **кінетичну** W_k . Потенціальною енергією тіло володіє, якщо воно знаходиться в силовому полі. До потенціальної енергії належить також енергія тіла в деформованому стані. Енергія руху тіла відноситься до кінетичної.

2. Силове поле, повна механічна енергія. Консервативні та дисипативні системи. Закон збереження механічної енергії. Прикладні аспекти закону збереження імпульсу та енергії.

Обчислимо роботу, яку необхідно виконати, щоб в гравітаційному полі перемістити тіло на малу відстань $d\vec{r}$ вздовж силовій лінії (рис.3.2).

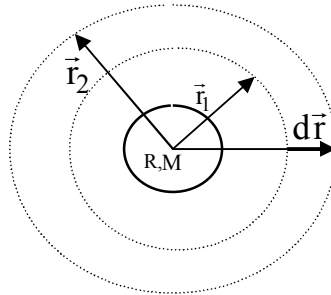


Рис.3.2.

Гравітаційна сила залежить від відстані від досліджуваного тіла масою m до центра іншого масою M , що створює це поле. Нехай воно має кулясту форму радіусом R . На елементарному проміжку переміщення $d\vec{r}$ гравітаційна сила виконає елементарну роботу

$$\delta A = GmM \frac{1}{r^2} dr, \quad (3.5)$$

в результаті якої зміниться положення дослідного тіла. Гравітаційна сила має притягальний характер, тому під її дією дослідне тіло наблизитиметься до тіла масою M і кінцева координата буде

*) В літературі зустрічається старовинна одиницю вимірювання потужності – “**кінська сила**” (к.с.): $1 \text{ к.с.} = 75 \frac{\text{кГМ}}{\text{с}}$. Середня потужність коня – близько 0.5 к.с. Середня потужність людини під час тривалої фізичної роботи становить близько 0.05 – 0.1 к.с.

меншою від початкової. Тому при переміщенні між двома точками простору з координатами \vec{r}_1 та \vec{r}_2 виконана робота буде дорівнювати

$$A = GmM \int_{r_1}^{r_2} \frac{1}{r^2} dr = -GmM \left(\frac{1}{r_2} - \frac{1}{r_1} \right). \quad (3.6)$$

Одержаний вираз для роботи є функцією виду

$$\frac{1}{r} \cdot A = -\frac{GmM}{r}. \quad (3.7)$$

Отже, робота, що виконується стаціонарним силовим гравітаційним полем під час переміщення тіла в ньому, виражає принципово нову фізичну якість – зміну енергії тіла чи окремих його частин. Вона характеризує ступінь взаємодії між ними і залежить від взаємного їх розташування, тому називається **потенціальною енергією**.

Потенціальна енергія тіла в силовому полі. Під дією гравітаційної сили дослідне тіло доцільно характеризувати потенціальною функцією відстані як

$$W_p = -m\varphi(r). \quad (3.8)$$

Бачимо, що потенціальна енергія, яку тіло одиничної маси має в розглядуваній точці простору гравітаційних сил – це **потенціал гравітаційного поля**.

Кінетична енергія - як міра поступального руху

$$W_k = \frac{1}{2} m g^2 \quad (3.9.)$$

Вираз (3.9) половина добутку маси тіла на квадрат його швидкості – називають **кінетичною енергією** руху цього тіла. Як і потенціальна, кінетична енергія також є скалярна величина, тому завдяки їй рухоме тіло здатне виконати роботу. Наприклад, відома у будівництві баба копра, піднята на висоту під час вільного падіння набуває кінетичної енергії, внаслідок чого здатна виконати роботу, наприклад, забити в ґрунт палю. Оскільки кінетична енергія прямо пов'язана із рухом тіла, то їй характерна **відносність**. Суть цього полягає в тому, що величина кінетичної енергії залежить від швидкості руху самого тіла, а швидкість тіл, в свою чергу, може змінюватись при переході від однієї системи відліку до іншої. Тому може змінюватись при переході від одної системи відліку до іншої і кінетична енергія тіла.

Обчислимо кінетичну енергію поступального руху тіла. Для цього необхідно скористатись **теоремою про кінетичну енергію**, яка формулюється так:

Приріст кінетичної енергії матеріальної системи на скінченній ділянці шляху дорівнює сумі робіт усіх зовнішніх і внутрішніх сил, прикладених до точок системи, на цій ділянці шляху. Згідно із цією теоремою

$$\delta A = dW_k \quad (3.10)$$

і вона справедлива для обчислення роботи як зовнішніми, так і внутрішніми силами. Тому під дією прикладеного до тіла сили $\vec{F} = \frac{d\vec{p}}{dt}$ виконується робота $\delta A = (\vec{p} d\vec{g})$, що призводить до зміни його кінетичної енергії на величину dW_k , звідки після інтегрування одержуємо, що

$$A = \int m g dg = \frac{m g^2}{2} = W_k. \quad (3.11)$$

Прийнявши до уваги, що $p = m g$, тоді можна виразити кінетичну енергію тіла через його імпульс

$$W_k = \frac{p^2}{2m}. \quad (3.12)$$

Кінетична енергія є **функцією стану**, оскільки неістотно, як тіло набуло швидкості.

3. Висновки У даній лекції розглянуті питання пов'язані з механічною потужністю, роботою енергією. Засвоєння цих фізичних явищ і законів, методів фізичного дослідження, є базою при подальшому вивченні спеціалізованих дисциплін. Формування правильного розуміння границь застосовності різних фізичних понять, законів, теорій дозволить оцінювати ступінь вірогідності результатів, отриманих за допомогою експериментальних методів дослідження. Навчання побудові математичних моделей фізичних явищ, а також їхнього аналізу на основі аналітичних рішень і чисельного експерименту дозволить курсантам набути стійких навичок роботи
