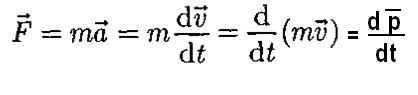
**Лекція 4. ДИНАМІКА ПОСТУПАЛЬНОГО РУХУ**

**Закон збереження імпульсу.**

**Закони Ньютона важко застосовувати на практиці: складно записати формули для сил і складно вирішувати системи рівнянь. Потрібно щось робити !!! Хочеш спростити математику - треба ускладнювати фізику. Просто так нічого не зробиш. Ускладнюємо фізику, але завдання вирішувати буде простіше.**

Основа усіх міркувань - закони Ньютона і головна формула - узагальнений 2-й закон:

****

Застосуємо його до опису руху механічної системи, що складається з *п* тіл, маса і швидкість яких відповідно дорівнюють *т1, т2,...,mn  ; v1, v2,,..., vn.*

***Сили*** взаємодії між матеріальними точками механічної системи називаються ***внутрішніми***.

***Сили,*** з якими на матеріальні точки системи діють зовнішні тіла, називаються ***зовнішніми***.

Нехай ***F'****1,* ***F'***2, *...,****F****'n* – рівнодіючі всіх внутрішніх сил, що діють на кожне з цих тіл, а ***F****1,* ***F****2,* ..., ***F****n* - рівнодіючі зовнішніх сил.

Запишемо другий закон Ньютона для кожного з *п* тіл механічної системи:



Складаючи праві та ліві частки цих рівнянь, отримаємо

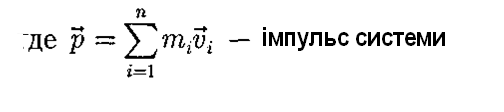


Так як геометрична сума внутрішніх сил механічної системи за третім законом Ньютона дорівнює нулю, то:



Чи





Таким чином, похідна по часу від імпульсу механічної системи дорівнює геометричній сумі зовнішніх сил, що діють на систему.

Механічна система тіл, на яку не діють зовнішні сили, називається замкнутою. Тоді:



У разі відсутності зовнішніх сил (розглядаємо замкнуту систему), останній вираз і **є законом збереження імпульсу: імпульс замкнутої системи зберігається, т. е. не змінюється з часом.**

Закон збереження імпульсу справедливий не тільки в класичній фізиці, хоча він і отриманий як наслідок законів Ньютона. Цей закон носить універсальний характер, тобто закон збереження імпульсу - фундаментальний закон природи. Закон збереження імпульсу є наслідком певної якості симетрії простору - його однорідності.

Закон збережень імпульсу просто застосовувати, тому що не потрібні сили. Це побачите, якщо будете вирішувати завдання. Але одна математична складність залишається - закон векторний.

**РОБОТА ТА ЕНЕРГІЯ.**

1. **Робота, потужність.**

Щоб кількісно характеризувати процес обміну параметрами руху між взаємодіючими тілами, в механіці вводиться поняття ***роботи сили.***

Якщо тіло рухається прямолінійно і на нього діє постійна сила ***F***, яка становить певний кут а з напрямком переміщення, то робота цієї сили дорівнює добутку проекції сили Fs на напрям переміщення (*Fs = F cos а*), помноженої на переміщення точки прикладання сили:

*A = FsS = FScos* a (1)

Сила може змінюватися як за модулем, так і за напрямком, тому в загальному випадку формулою (1) користуватися не можна. Якщо, проте, розглянути елементарне переміщення ***dr***, то силу ***F*** можна вважати постійної, а рух точки її застосування - прямолінійним.

***Елементарної роботою*** сили ***F*** на переміщенні ***dr*** називається скалярна величина:

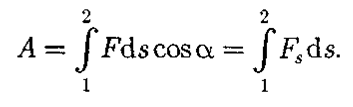
*dА = (****F****d****r****) = Fcosa ds = Fsds,*



рис.1

де *а* - кут між векторами ***F*** і ***dr***; *ds = | dr |* - елементарний шлях; Fs - проекція вектора ***F*** на вектор ***dr*** (рис.1).

Робота сили на ділянці траєкторії від точки 1 до точки 2 дорівнює алгебраїчній сумі елементарних робіт на окремих нескінченно малих ділянках шляху. Ця сума приводиться до інтегралу



Для обчислення цього інтеграла треба знати залежність сили Fs від шляху s вздовж траєкторії 1 - 2.

З формули (1) випливає, що робота сили позитивна, в тому випадку, коли складова ***Fs***збігається за напрямком з вектором швидкості руху ***V***; (Див. Рис. 1). Якщо а> 900, то робота сили негативна. При а = 900 (сила спрямована перпендикулярно переміщенню) робота сили дорівнює нулю. Одиниця роботи - ***Джоуль (Дж):*** 1 Дж - робота, що здійснюються силою 1 Н на шляху 1 м (1 Дж = 1 Н • м).

Щоб охарактеризувати швидкість здійснення роботи, вводять поняття ***потужності:***

 (3)

За час *dt* сила ***F*** здійснює роботу (***Fdr)***, і потужність, що розвивається цієї силою, в даний момент часу є похідна за часом:



Тод то дорівнює скалярному добутку вектора сили на вектор швидкості, з якою рухається точка ; N - величина скалярна.

Одиниця потужності - Ват (Вт): 1 Вт - потужність, при якій за час 1 с відбувається робота 1 Дж (1 Вт == 1 Дж / с).

Якщо в системі діють декілька сил то загальна робота і потужність цих сил дорівнює сумам відповідних робот та потужностей, що виконуються кожною силою:



**Кінетична енергія. Теорема про кінетичну енергію.**

Сила F, діючи на покоїться тіло і викликаючи його рух, здійснює роботу dA. Порахуємо в найпростішому випадку цю роботу (рух прямолінійний - не потрібні вектора, сила постійна - рух рівноприскорений):



Це і є теорема про кінетичної енергії.

За формулою можна зробити 3 найважливіших висновка:

1. Робота може бути порахована як різниця значень однієї і тієї ж функції:

, взятої в початковому і кінцевому стані системи. Ця функція називається кінетична енергія.

2. Робота сил не залежить від проміжних станів системи, а задається тільки її початковим і кінцевим станом.

3. Робота сил на замкнутому ділянці шляху дорівнює нулю. Покладіть у отриманій формулі (V1 = V2) і отримаєте, що А = 0.

Таким чином, тіло масою *m ,* що рухається зі швидкістю *v*, має кінетичну енергію:



Кінетична енергія механічної системи - енергія механічного руху цієї системи.

З останньої формули видно, що кінетична енергія залежить тільки від маси і швидкості тіла.

Кінетична енергія механічної системи дорівнює сумі кінетичних енергій тіл, що входять в систему:



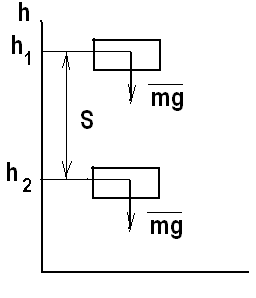
де *Vi*  - швидкість i-й матеріальної точки масою *тi.*

Таким чином, можна в інтегральної формі записати, що **виконана системою робота дорівнює зміні кінетичної енергії системи:**



**Це і є теорема о кінетичній енергії.**

**Робота сили тяжіння**

******

Розглянемо рух тіла під дією сили тяжіння, тіло переміщається з точки 1 в точку 2.



За формулою можна зробити 3 найважливіших висновки:

1. Робота може бути порахована як різниця значень однієї і тієї ж функції  , взятої в початковому і кінцевому стані системи. Ця функція називається потенційна енергія.

2. Робота сил не залежить від проміжних станів системи, а опредляет тільки її початковим і кінцевим станом.

3. Робота сил на замкнутому ділянці шляху дорівнює нулю. Покладіть (*h1=h2)*  і отримаєте, що *А* = 0.

***Теж саме, що і раніше ????***

***Треба перевірити буде така ж властивість справедливою і для сил пружності та тертя.***

**Сила пружності. Деформації і механічне напруження. Закон Гука.**

******

***Зміна форми твердого тіла під дією зовнішніх сил - деформації.***

***Види деформації (за способом докладання зусиль): розтягнення, стиснення, кручення і т.д.***

**Деформація називається пружною,** якщо після припинення дії зовнішніх сил тіло приймає початкові розміри і форму.

Кількісний опис деформації: абсолютна -  ,

Відносна -  .

Механічне напруга: 

Одиниця виміру: 

Гук експериментально встановив, що механічне напруження в твердому тілі прямо пропорційно відносної деформації: . Це і є закон Гука.

Наводимо математичний порядок: 

Де *E* - коефіцієнт пропорційності, який називається модулем Юнга. Довідкова величина для кожного матеріалу.

**Фізичний сенс модуля Юнга:**

Отже модуль Юнга це механічне напруження, яке забезпечує відносну деформацію, що дорівнює - 1.

Якщо вирішити,



то отримаєте: 

***Отже модель Юнга це таке механічне напруження, яке забезпечує зміну розміру тіла в два рази.***

Дуже велика величина, але описує експеримент.

Найважливіший закон теорії упру гості - знати .

Детально теоретичний матеріал по темі механічна робота та енергія може буті знайдено в рекомендованій літературі (Трофімова).

Основним положенням динаміки присвячено відповідні розділи завдання в пропонованому методичному посібнику.