

Змістовий модуль № 1. Фізичні основи механіки

Тема 1.1. «Елементи кінематики»

Лекція №1

План лекції

1. Предмет фізики. Фізичні закони, величини, їх вимір
2. Моделі в механіці. Система відліку. Траєкторія, довжина шляху, вектор переміщення.
3. Швидкість.

1. Предмет фізики. Фізичні закони, величини, їх вимір

Фізика – наука про найпростіші і разом з тим найзагальніші форми руху матерії та їхні взаємні перетворення.

Фізика тісно пов'язана з природними науками і з технікою, до того зв'язок із технікою має двосторонній характер: фізика виросла з потреб техніки, і техніка, в свою чергу, визначає напрямки фізичних досліджень; з іншого боку, від розвитку фізики залежить технічний рівень виробництва, фізика є базою для створення нових галузей техніки.

В результаті узагальнення експериментальних фактів встановлюються фізичні закони – стійкі повторювані об'єктивні закономірності, що існують у природі. Найважливіші закони встановлюють зв'язок між фізичними величинами, для чого необхідно ці величини вимірювати.

В наш час обов'язковою до застосування є Система Інтернаціональна (СІ), яка ґрунтується на семи основних одиницях та двох додаткових (мал. 1.1).

2. Моделі в механіці. Система відліку. Траєкторія, довжина шляху, вектор переміщення.

Механіка – частина фізики, яка вивчає закономірності механічного руху й причини, що спричиняють або змінюють цей рух. Механічний рух – це зміна із часом взаємного розташування тіл або їх частин.

Механіка ділиться на три розділи:

- 1) кінематику;
- 2) динаміку;
- 3) статику.

Кінематика вивчає рух тіл, не розглядаючи причини, що обумовлюють рух.

Динаміка вивчає закони руху тіл і причини, що спричиняють або змінюють цей рух.

Статика вивчає закони рівноваги системи тіл.

Механіка для опису руху тіл залежно від умов конкретних задач використовує різні фізичні моделі. Найпростішою моделлю є матеріальна точка – тіло, що має масу, розмірами якого в даній задачі можна знехтувати.



Мал. 1.1. Система одиниць СІ

Будь-який рух твердого тіла можна представити як комбінацію поступального й обертового рухів. Поступальний рух – це рух, при якому будь-яка пряма, жорстко пов'язана з тілом, що рухається, залишається паралельною своєму первісному положенню. Обертовий рух – це рух, при якому усі точки тіла рухаються по окружностям, центри яких лежать на одній і тій же прямій, називаній віссю обертання.

Рух тіла відбувається у просторі і в часі.

Положення точки визначається по відношенню до якогось іншого, довільно обраного тіла, називаного тілом відліку. З ним пов'язана система відліку – сукупність системи координат і годинника, пов'язаних із тілом відліку.

У декартовій системі координат положення точки A в цей момент часу характеризується трьома координатами x , y і z або радіус-вектором \vec{r} , проведеним з початку системи координат у дану точку (мал.1.2).

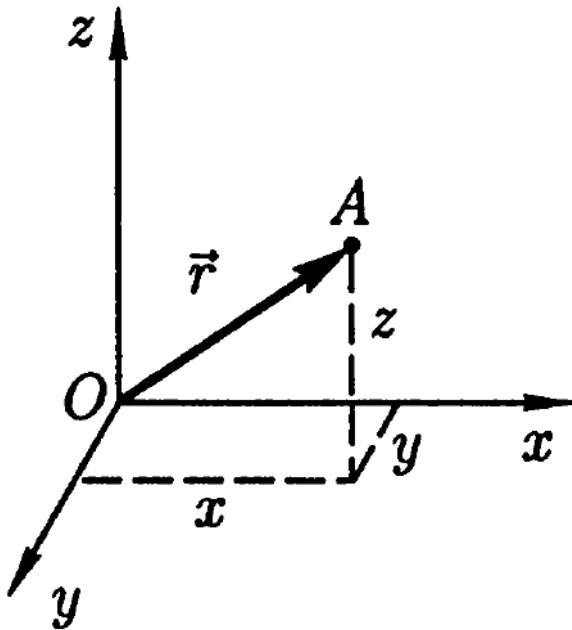
При русі матеріальної точки її координати із часом змінюються. У загальному випадку її рух визначається скалярними рівняннями

$$x = x(t), y = y(t), z = z(t), \quad (1.1)$$

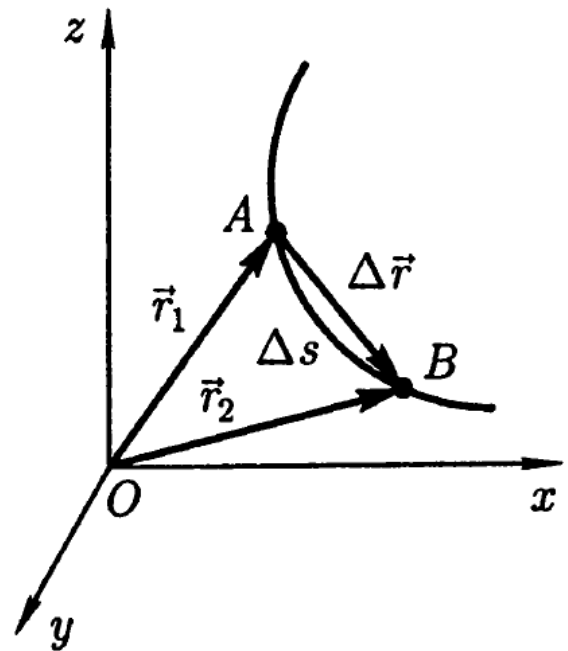
або векторним рівнянням

$$\vec{r} = \vec{r}(t) \quad (1.2)$$

Рівняння (1.1) і (1.2) називаються кінематичними рівняннями руху матеріальної точки.



Мал. 1.2



Мал. 1.3

Траєкторія руху матеріальної крапки – лінія, описувана цієї точкою в просторі. Залежно від форми траєкторії рух може бути прямолінійним або криволінійним.

Розглянемо рух матеріальної крапки уздовж довільної траєкторії (мал.1.3).

Довжина ділянки траєкторії AB , пройденого матеріальною точкою, називається довжиною шляху Δs і є скалярною функцією часу: $\Delta s = \Delta s(t)$.

Вектор $\Delta \vec{r} = \vec{r}_2 - \vec{r}_1$, проведений з початкового положення точки, що рухається, у положення її в цей момент часу, називається переміщенням.

3. Швидкість

Для характеристики руху матеріальної точки вводиться векторна величина – швидкість, яка визначає як власне швидкість руху, так і його напрямок у цей момент часу.

Нехай матеріальна точка рухається по якій-небудь криволінійній траєкторії так, що в момент часу t їй відповідає радіус-вектор \vec{r}_1 (мал. 1.3). Протягом невеликого проміжку часу Δt крапка пройде шлях Δs і одержить елементарне (нескінченно мале) збільшення $\Delta \vec{r}$.

Фізична величина, що дорівнює відношенню вектора переміщення $\Delta \vec{r}$ до проміжку часу, за який це переміщення відбулось, називається середньою швидкістю матеріальної точки за проміжок часу Δt :

$$\langle \vec{v} \rangle = \frac{\Delta \vec{r}}{\Delta t}.$$

Тільки на прямолінійній ділянці в одному напрямку

$$\langle v \rangle = \frac{\Delta s}{\Delta t}.$$

При необмеженім зменшенні Δt середня швидкість прагне до граничного значення миттєвої швидкості \vec{v} :

$$\vec{v} = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta \vec{r}}{\Delta t} = \frac{d\vec{r}}{dt} \quad (1.3)$$

Швидкість \vec{v} , таким чином, є векторна величина, рівна першій похідній радіус-вектору точки, що рухається, за часом.

У міру зменшення Δt шлях Δs усе більше буде наближатися до $|\Delta \vec{r}|$, тому модуль швидкості

$$v = |\vec{v}| = \left| \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta \vec{r}}{\Delta t} \right| = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{|\Delta \vec{r}|}{\Delta t} = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta s}{\Delta t} = \frac{ds}{dt} \quad (1.4)$$

Таким чином, модуль миттєвої швидкості дорівнює першій похідній шляху за часом:

$$v = \frac{ds}{dt} \quad (1.5)$$

При нерівномірному русі модуль миттєвої швидкості із часом змінюється. У цьому випадку користуються скалярною величиною $\langle v \rangle$ - середньою швидкістю нерівномірного руху:

$$\langle v \rangle = \frac{\Delta s}{\Delta t}. \quad (1.6)$$

Питання для самоконтролю

1. Що вивчає наука фізика? Що таке «фізичний закон», «фізична величина»?
2. Назвіть основні одиниці виміру системи СІ.
3. Що вивчає механіка та на які розділи поділяється?
4. Що називається матеріальною точкою? Чому в механіці вводять таку модель?

5. Що таке система відліку і для чого вона потрібна?
6. Що таке вектор переміщення? Чи завжди модуль вектору переміщення дорівнює відрізку шляху, подоланого точкою?
7. Який рух називається поступальним? обертовим?
8. Що визначає швидкість? Дати визначення векторів середньої швидкості, миттєвої швидкості. Які їхні напрямки?

Список літератури

1. Трофимова Т.И. Физика: учебник для студ. учреждений высш. проф. образования / Т.И.Трофимова. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Издательский центр «Академия», 2013. – 352 с. (Вступ, §§1-4).
2. Фирсов А.В. Физика для профессий и специальностей технического и естественно-научного профилей: учебник для образоват. учреждений нач. и сред. проф. образования / А.В.Фирсов; под ред. Т.И.Трофимовой. – 5-е изд., перераб. и доп. – М.: Издательский центр «Академия», 2013. – 352 с. (§§1-9).
3. Трофимова Т.И. Курс физики. Учеб. пособие для вузов / Т.И.Трофимова. – Изд. 9-е, перераб. и доп. – М.: Издательский центр «Академия», 2004. – 560 с. (Вступ, §§1-2).