

Информация

- Проф. дфзн Иван М. Узунов
 - Кабинет: 10409, блок 10
- Учебни пособия
 - В. Михайлова, Основи на физиката, СИЕЛА, 2003, София
 - И. Минков, В. Михайлова, Физика, част 1 и част 2, София 2013
 - М. Максимов, Основи на физиката, част 1 и част 2 , БУЛВЕСТ 2000, София, 2000
 - И. Минков, В. Михайлова и Й. Йорданов, Ръководство за самоподготовка по физика, част 1 и част 2, ТУ - София

Физични величини, физични закони и физични модели

- **Физични величини** – свойство, присъщо на физично явление, тяло, система, процес, което можем да опишем качествено и да оценим количествено
- **Физични закони** – определят връзките между физичните величини характеризиращи даденото физично явление или процес
 - Изразяват се чрез **уравнения**: алгебрични, диференциални и др.
- **Физични модели** – опростено описание на дадено физично явление, запазващо най-важните черти на явлението и пренебрегвайки второстепенните такива

Физични величини и измерителни единици

- **Физична величина** – свойство, присъщо на физично явление, тяло, система, процес, което можем да опишем качествено и да оценим количествено
 - **Независими (основни) физични величини**
 - Дължина
 - Маса
 - Време
 - Електричен ток
 - Термодинамична температура
 - Количество вещество
 - Интензитет на светлина
 - **Производни физични величини** – изразяват се чрез основните
- **Големината на физичната величина** се изразява чрез **числена стойност** и съответна **измерителна (мерна) единица**
 - Всяка **физична величина** има съответната **измерителна (мерна) единица!**

Основни измерителни (мерни) единици в СИ

Величини	Измерителни единици	
	Име	Означения
Дължина	метър	m
Време	секунда	s
Маса	килограм	kg
Термодинамична температура	келвин	K
Електрически ток	ампер	A
Интензитет на светлината	кандела	cd
Количество вещество	мол	mol

Приставки на единиците в СИ

– кратни (извънсистемни) мерни единици

множител	приставка	обозначение	множител	приставка	обозначение
10^{-21}	зепто	Z	10^{21}	зета	z
10^{-18}	ато	a	10^{18}	екса	E
10^{-15}	фемто	f	10^{15}	пета	P
10^{-12}	пико	p	10^{12}	тера	T
10^{-9}	нано	n	10^9	гига	G
10^{-6}	микро	μ	10^6	мега	M
10^{-3}	мили	m	10^3	кило	k
10^{-2}	санتي	c	10^2	хекто	h
10^{-1}	деци	d	10^1	дека	da

Анализ на размерността (мерните единици) и физичните закони

- Две основни правила за мерните единици на физичните величини:
 - *Могат да се събират и изваждат само физични величини, които имат еднакви мерни единици!*
 - *Във всяко уравнение мерната единица на лявата му страна на трябва да е равна на мерната единица на дясната му страна!*

- Пример

$$x = x_0 + v_0 t + a t^2 / 2$$

$$x_0, v_0, a = \text{const}$$

$$x \rightarrow m$$

$$x_0 \rightarrow m$$

$$\left. \begin{array}{l} v_0 \rightarrow \frac{m}{s} \\ t \rightarrow s \end{array} \right\} \Rightarrow v_0 t \rightarrow \frac{m}{s} s = m$$

$$\left. \begin{array}{l} a \rightarrow \frac{m}{s^2} \\ t^2 \rightarrow s^2 \end{array} \right\} \Rightarrow a t^2 \rightarrow \frac{m}{s^2} s^2 = m$$

Класическа механика

- **Механика** – наука изучаваща най-простата и най-обща форма на движение на материята – **механичното движение**
- **Механично движение** – механичното преместване на едно тяло спрямо друго
- Основни раздели на **механиката**: **кинематика**, **динамика** и **стати́ка**
- Независими физични величини в **механиката**: **дължина**, **време** и **маса**
- Примерни задачи в **механиката**
 - Траектория на хвърлена топка
 - Траектория на планетите
 - Въртене на пумпал
- Граници на приложимост на **класическата механика**
 - бързо движещи се тела – **специална теория на относителността**
 - движение на микрочастици – **квантова механика**

Модел на материална точка

- **Материална точка** - най-простият модел на реално тяло, който се използва при изучаване на механичното му движение
- **Материалната точка** е тяло, чийто форма, размери и вътрешна структура са несъществени, за изследваното явление
 - Единствената характеристика на **материалната точка** е **масата**
 - Едно тяло може да се разглежда като **материална точка** когато:
 - размерите му са много по-малки от разстоянията които изминава при движението си и
 - неговото движение е постъпателно (не се отчита въртенето).

Отправна система

- *Отправно тяло* - тялото спрямо което се определя положението и движението на другите тела
- *Отправна система* - съвкупност от:
 - *отправно тяло*
 - *неподвижно свързана с него дясна правоъгълна координатна система*
 - *часовник*

Уравнения на движение на материална точка при праволинейно движение (преговор)

- Закон за движението
(закон за преместването)



$$x(t)$$

- Закон за скоростта



$$v(t) = \frac{dx(t)}{dt}$$

- Закон за ускорението

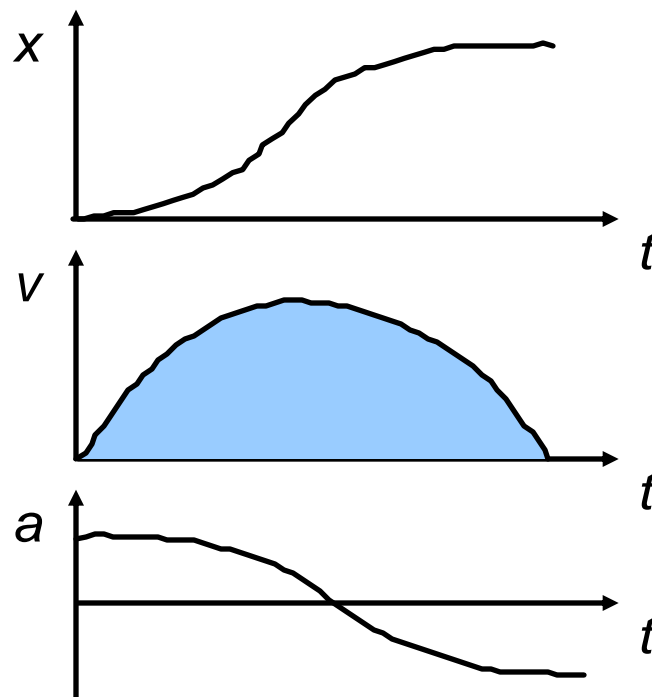


$$a(t) = \frac{dv(t)}{dt}$$

Определяне на скорост и ускорение от закона за движение (преговор)

- Ако координатата x е известна функция на времето, то можем да намерим скоростта v и ускорението a като функции на времето!
 - **Метод за намиране – диференциране!**

$$\begin{aligned} x(t) \\ v(t) &= \frac{dx(t)}{dt} \\ a(t) &= \frac{dv(t)}{dt} \end{aligned}$$



Определяне на ускорението при равнопроменливо движение от закона за движението

- Използваме закона за движението:

$$x(t) = x_0 + v_0 t + \frac{1}{2} a t^2$$

- **Диференцираме** закона за движението по времето, за да получим скоростта:

$$v(t) = \frac{dx(t)}{dt} = \frac{d}{dt} x_0 + \frac{d}{dt} (v_0 t) + \frac{d}{dt} \left(\frac{1}{2} a t^2 \right) = v_0 + a t$$

- **Диференцираме** скоростта по времето, за да получим ускорението:

$$a = \frac{dv(t)}{dt} = \frac{d}{dt} (v_0 + a t) = \frac{d}{dt} v_0 + \frac{d}{dt} (a t) = a$$

Равнопроменливо праволинейно движение (преговор)

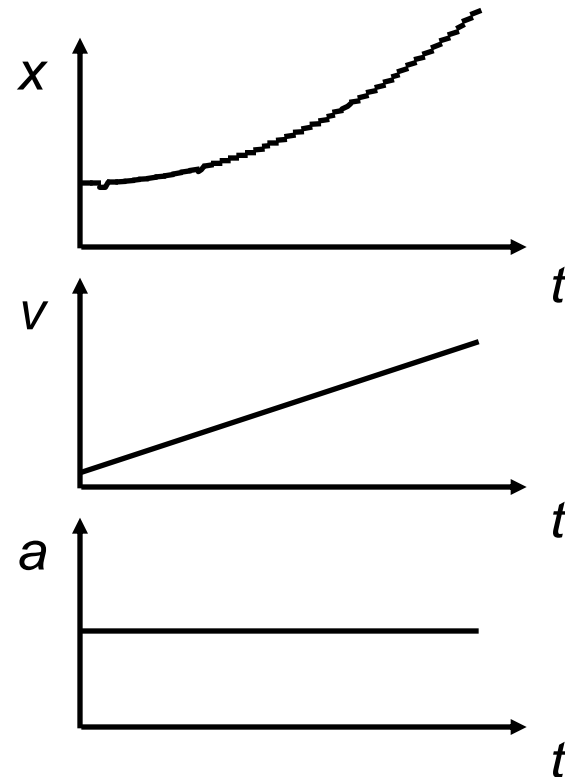
Положительно ускорение
– **равноускорительно**
движение

$$x(t) = x_0 + v_0 t + \frac{1}{2} a t^2$$

$$v(t) = v_0 + at$$

$$a = \text{const}$$

$$x - x_0 = \frac{1}{2a} (v^2 - v_0^2)$$



Скаларни и векторни физични величини

- *Скаларни величини* – характеризират се с големината си
 - Пример: път
- *Векторните величини* се използват за описание на движението на материална точка в пространството!
- *Векторни величини* – характеризират се с големина и посока
 - Примери: радиус-вектор, преместване, скорост и ускорение

Вектори

Вектор \vec{a} – насочена отсечка, на която единия край се приема за начало

- Големина
- Правата на която лежи – директриса
- Посока

$$a = |\vec{a}|$$

- Равни **вектори**:
 - Равни големина
 - Колинеарни – успоредни директриси
 - Еднакви посоки
- Линејни операции с **вектори**
 - Умножаване на вектор с число
 - Събиране и изваждане на вектори

О. Каменов, Висша математика, част 1, глава 2, Векторна алгебра, параграф Вектори. Линејни операции с вектори., СИЕЛА, 2001.

Вектори

- Компоненти (проекции) на вектора

Векторни (геометрични)

компоненти

$$\vec{a} = \vec{a}_X + \vec{a}_Y + \vec{a}_Z =$$

$$= a_X \vec{i} + a_Y \vec{j} + a_Z \vec{k}$$

$$a_X = |\vec{a}_X|, a_Y = |\vec{a}_Y|, a_Z = |\vec{a}_Z|$$

Скалярни
(алгебрични)

компоненти

- Друго обозначение на вектор

$$\vec{a} = (a_X, a_Y, a_Z)$$

- Събиране на вектори и чрез компонентите им

Положение и движение на МТ в пространството

- *Радиус-вектор*

$$\begin{aligned}\vec{r}(t) &= \vec{r}_x(t) + \vec{r}_y(t) + \vec{r}_z(t) = \\ &= x(t)\vec{i} + y(t)\vec{j} + z(t)\vec{k}\end{aligned}$$

- *Преместване*

$$\Delta \vec{r} = \vec{r}(t + \Delta t) - \vec{r}(t)$$

- *Траектория* на движението на МТ - пространствената крива описвана от края на *радиус-вектора* с изменение на времето
- *Път* - изминатото разстояние по *траекторията*

$$\Delta s$$

Векторна функция на скаларен аргумент

- *Радиус-векторът* като функция на времето е *вектор - функция* на скаларен аргумент

$$\vec{r}(t) = x(t)\vec{i} + y(t)\vec{j} + z(t)\vec{k}$$

- Големина на *радиус - вектора*:

$$|\vec{r}(t)| = r(t) = \sqrt{x(t)^2 + y(t)^2 + z(t)^2}$$

- *Радиус-векторът като функция на времето* задава *закона за движение на МТ в пространството*

Обозначение – нататък ще пропускаме за краткост временната зависимост на величините!

Л. Бояджиев, О. Каменов, Висша математика, част 3, глава 3, Основи на диференциалната геометрия

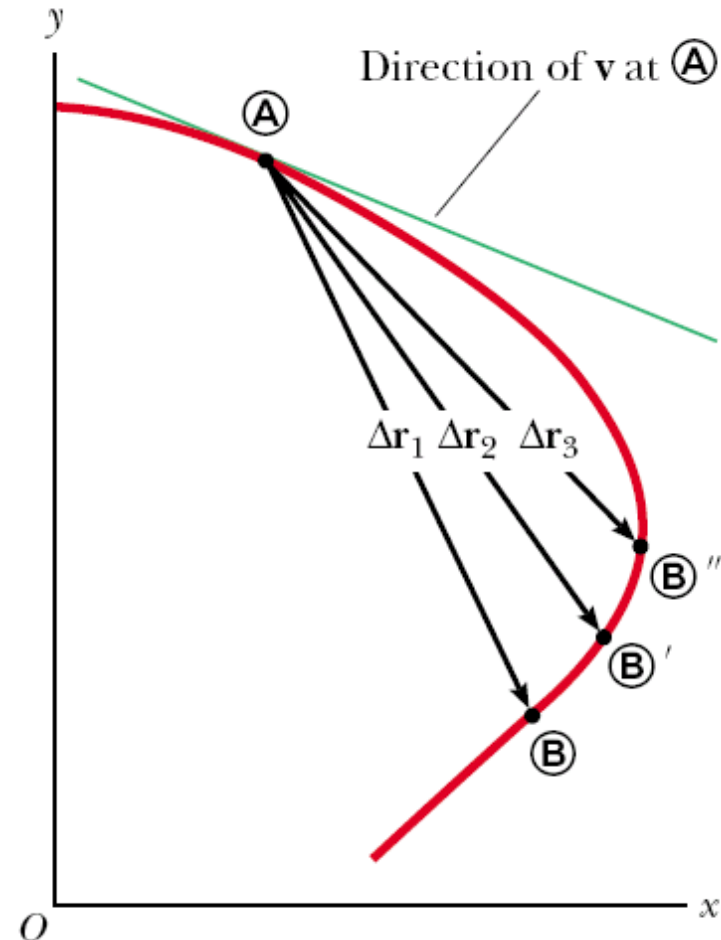
Движение на материална точка в пространството

- Моментната скорост

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

е векторна величина,
насочена по допирателната
към траекторията по посока
на движение

- Моментната скорост -
задава *закона за скоростта*
при движението на МТ в
пространството



Движение на материална точка в пространството

- Компоненти на *моментната скорост*

$$\begin{aligned}\vec{v} &= \frac{d\vec{r}}{dt} = \vec{v}_X + \vec{v}_Y + \vec{v}_Z = \\ &= v_X \vec{i} + v_Y \vec{j} + v_Z \vec{k} = \\ &= \frac{dx}{dt} \vec{i} + \frac{dy}{dt} \vec{j} + \frac{dz}{dt} \vec{k}\end{aligned}$$

- Големина на *моментната скорост*

$$v = \sqrt{v_X^2 + v_Y^2 + v_Z^2}$$

Движение на материална точка в пространството

- Големината на *елементарното преместване* $|d\vec{r}| = dr$ е равна на изминатия за същото време път ds

$$|d\vec{r}| = dr = ds$$

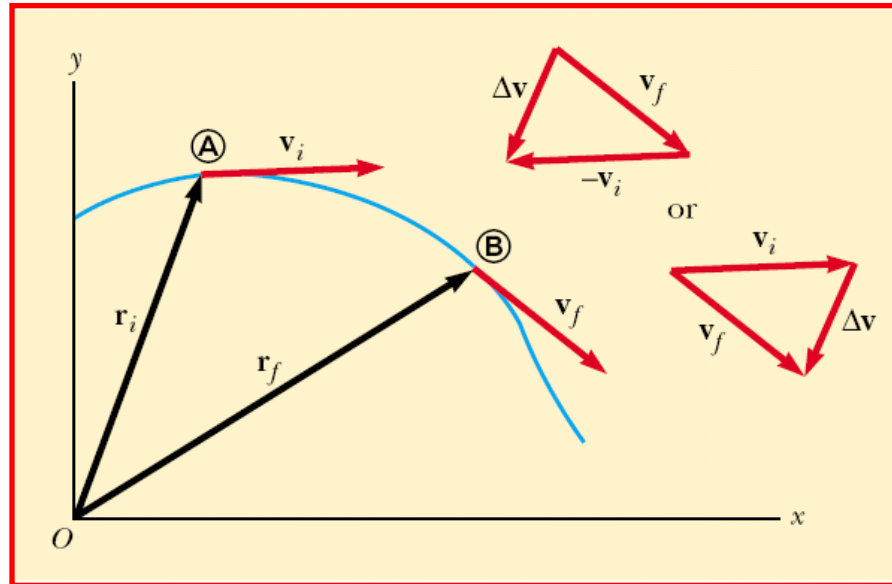
- Следователно големината на *моментната скорост* е равна на първата производна на *пътя* по времето

$$|\vec{v}| = \left| \frac{d\vec{r}}{dt} \right| = \frac{dr}{dt} = \frac{ds}{dt}$$

Движение на материална точка в пространството

- Средно ускорение

$$\vec{a}_{av} = \frac{\Delta \vec{v}}{\Delta t}$$



- Моментно ускорение

$$\vec{a} = \frac{d\vec{v}}{dt} = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta \vec{v}}{\Delta t}$$

- Моментното ускорение е първата производна на моментната скорост по времето
- Моментното ускорение - задава закона за ускорението при движението на МТ в пространството

Движение на материална точка в пространството

- Компоненти на *моментното ускорение*

$$\begin{aligned}\vec{a} &= \frac{d\vec{v}}{dt} = \vec{a}_X + \vec{a}_Y + \vec{a}_Z = \\ &= a_X \vec{i} + a_Y \vec{j} + a_Z \vec{k} = \\ &= \frac{dv_X}{dt} \vec{i} + \frac{dv_Y}{dt} \vec{j} + \frac{dv_Z}{dt} \vec{k} = \\ &= \frac{d^2 x}{dt^2} \vec{i} + \frac{d^2 y}{dt^2} \vec{j} + \frac{d^2 z}{dt^2} \vec{k}\end{aligned}$$

- Големина на *моментното ускорение*

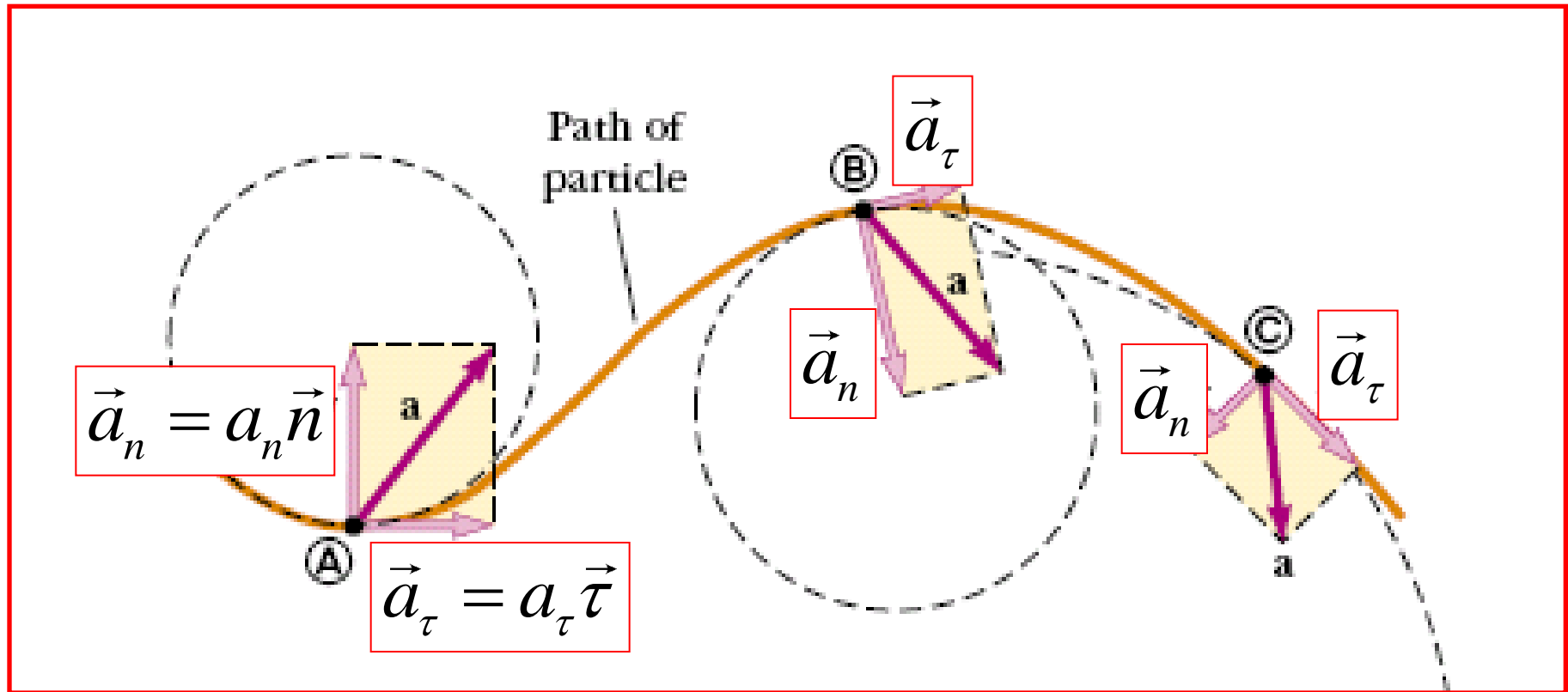
$$a = \sqrt{a_X^2 + a_Y^2 + a_Z^2}$$

Движение на материална точка в равнината

- Разложение на ускорението на *тангенциално* и *нормално*

$$\vec{a} = \vec{a}_\tau + \vec{a}_n = a_\tau \vec{\tau} + a_n \vec{n}$$

$$|\vec{n}| = |\vec{\tau}| = 1$$



Движение на материална точка в равнината

- Разложение на ускорението на тангенциално и нормално

$$\vec{a} = \vec{a}_\tau + \vec{a}_n = a_\tau \vec{\tau} + a_n \vec{n}$$

- **Тангенциално ускорение** – определя изменението на **големината на скоростта**

$$\vec{a}_\tau = \frac{dv}{dt} \vec{\tau}; \quad |\vec{a}_\tau| = a_\tau = \frac{dv}{dt}$$

- **Нормално ускорение** – определя изменението на **посоката на скоростта**

$$\vec{a}_n = \frac{v^2}{R} \vec{n}; \quad |\vec{a}_n| = a_n = \frac{v^2}{R}$$

R – радиус на кривината в точката или радиус на окръжността