

Насрединов  
Фарит Сабирович

[physics.spbstu.ru](https://physics.spbstu.ru)

[https://physics.spbstu.ru/kurs\\_obshey\\_fiziki\\_professora\\_nasredinova/](https://physics.spbstu.ru/kurs_obshey_fiziki_professora_nasredinova/)

<https://lms.spbstu.ru/course/view.php?id=13192>

# ΦΙΣΙΚΑ

«ο природе» ← φύσις = природа

# Учебники

- Иродов И. Е. Механика. Основные законы. М.: БИНОМ. Лаборатория знаний. 2005
- Иродов И. Е. Физика макросистем. Основные законы. М.: БИНОМ. Лаборатория знаний. 2004
- Иродов И. Е. Электромагнетизм. Основные законы. М.: БИНОМ. Лаборатория знаний. 2006
- Иродов И. Е. Волновые процессы. Основные законы. М.: БИНОМ. Лаборатория знаний. 2007
- Иродов И. Е. Квантовая физика. Основные законы. М.: БИНОМ. Лаборатория знаний. 2004
- Иродов И.Е. Задачи по общей физике. М.: БИНОМ. Лаборатория знаний. 2007

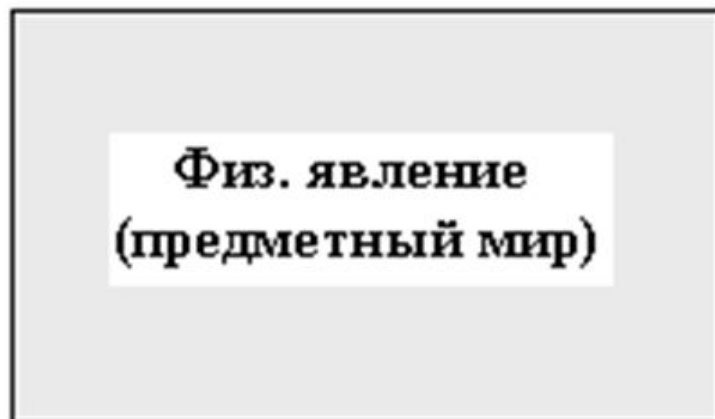
# Как должен бы выглядеть конспект



# Фундаментальная наука

Задача фундаментальной физики - построение моделей физических явлений.

ФЯ происходит в природе с телами, а физик строит в уме или на бумаге модель этого явления. ФМ должна возможно точно описывать, что в природе происходит с физическими телами и может предсказывать то, что еще не было обнаружено на опыте.



# Физическая картина мира



# Физическая картина мира

	<b>Массы, кг</b>	<b>Размеры, м</b>
<b>Вселенная</b> (Метагалактика)	$\approx 10^{54}$ + темная материя?	$\approx 10^{26}$
<b>Галактики</b>	$10^{36} - 10^{42}$	$10^{17} - 10^{19}$
<b>Макроскопические тела</b>	$10^{-20} - 10^2 - 10^{24}$ $- 10^{30} - 10^{32}$	$10^{-8} - 10^{12}$
<b>Молекулы</b>	$10^{-27} - 10^{-20}$	$10^{-10} - 10^{-8}$
<b>Атомы</b>	$10^{-27} - 10^{-25}$	$10^{-10} - 10^{-9}$
<b>Ядра</b>	$10^{-27} - 10^{-25}$	$10^{-15} - 10^{-14}$
<b>Фундаментальные частицы</b>	$10^{-30} - ?10^{-25}$ (БХ)	???



# Фундаментальные частицы

масса→	$\approx 2.3 \text{ МэВ}/c^2$	$\approx 1.275 \text{ ГэВ}/c^2$	$\approx 173.07 \text{ ГэВ}/c^2$	0	$\approx 126 \text{ ГэВ}/c^2$
заряд→	2/3	2/3	2/3	0	0
спин→	1/2	1/2	1/2	1	0
	<b>u</b> верхний	<b>c</b> очарованный	<b>t</b> истинный	<b>g</b> глюон	<b>H</b> бозон Хиггса
<b>КВАРКИ</b>	$\approx 4.8 \text{ МэВ}/c^2$	$\approx 95 \text{ МэВ}/c^2$	$\approx 4.18 \text{ ГэВ}/c^2$	0	
	-1/3	-1/3	-1/3	0	
	1/2	1/2	1/2	1	
	<b>d</b> нижний	<b>s</b> странный	<b>b</b> прелестный	<b>γ</b> фотон	
	$0.511 \text{ MeV}/c^2$	$105.7 \text{ МэВ}/c^2$	$1.777 \text{ ГэВ}/c^2$	$91.2 \text{ ГэВ}/c^2$	
	-1	-1	-1	0	
	1/2	1/2	1/2	1	
	<b>e</b> электрон	<b>μ</b> мюон	<b>τ</b> тау	<b>Z</b> Z бозон	
<b>ЛЕПТОНЫ</b>	$< 2.2 \text{ эВ}/c^2$	$< 0.17 \text{ МэВ}/c^2$	$< 15.5 \text{ МэВ}/c^2$	$80.4 \text{ ГэВ}/c^2$	
	0	0	0	$\pm 1$	
	1/2	1/2	1/2	1	
	<b>ν<sub>e</sub></b> электронное нейтрино	<b>ν<sub>μ</sub></b> мюонное нейтрино	<b>ν<sub>τ</sub></b> тау нейтрино	<b>W</b> W бозон	
				<b>КАЛИБРОВОЧНЫЕ БОЗОНЫ</b>	



## 4 типа взаимодействий

Гравитационное	все	планетные системы, галактики, метагалактика
Электромагнитное	заряженные и с магнитными моментами	атомы, молекулы, макроскопические тела (до звезд)
Сильное	адроны	ядра, энергия звезд
Слабое	все кроме фотона	$\beta$ -распады, превращения частиц

# Классическая механика

*Механика* (μηχανική - о машинах) – раздел физики, изучающий движение тел, т.е. их относительное перемещение в пространстве с течением времени.

Что такое – тело? Пространство? время?

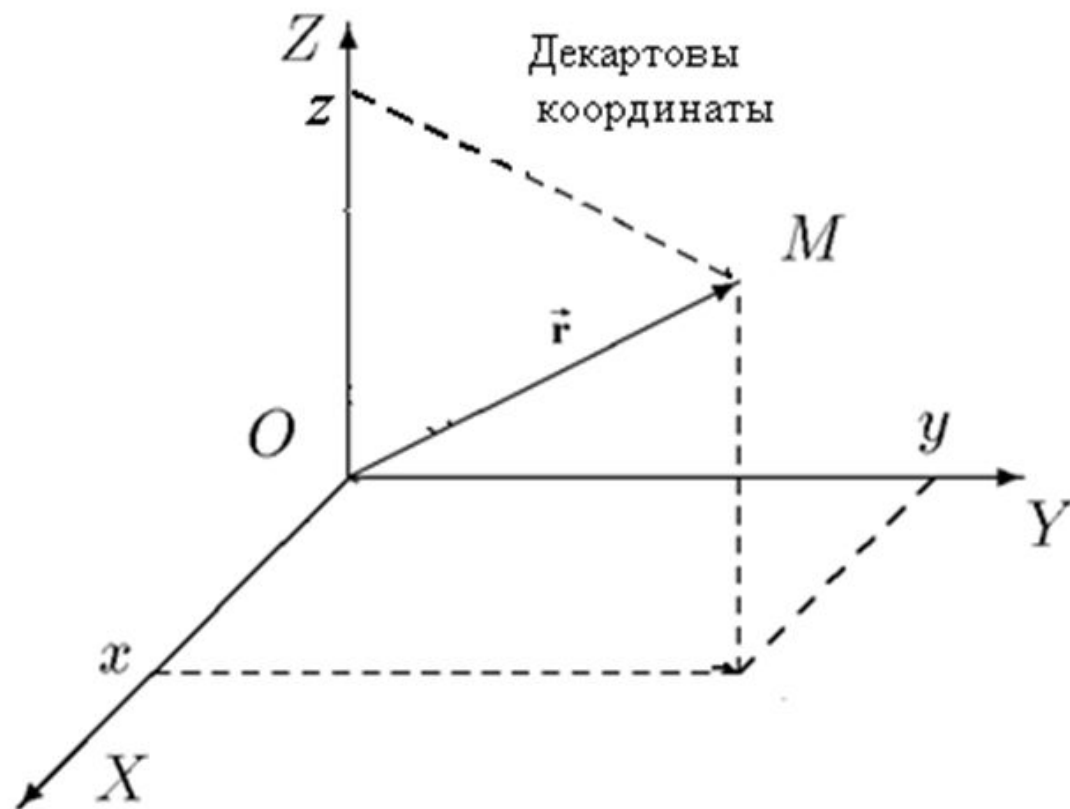
Если тела не очень большие и не очень маленькие, движутся не очень быстро и не очень большое число тел, то это наз. *классической (ньютоновской) механикой*.





# Пространство по Ньютону

Ньютон: пространство -местилище всех тел (большой ящик). Тогда движение тел друг отн. друга  $\rightarrow$  движение отн. его стенок.



Способ описания положения тел в пространстве придумал Рене Декарт. Он мысленно «нарисовал» оси на стенках ящика. Каждой точке соответствовали 3 отрезка  $x$  (абсцисса),  $y$  (ордината) и  $z$  (аппликата) на осях. Направления 3 взаимно  $\perp$  осей выбирают произвольно

из соображений удобства.

# Радиус-вектор. Метр.

В 19 веке, придумали (Гаусс, Гамильтон, Гиббс и Хевисайд), как выразить это с помощью *радиус-вектора* точки:

$$\mathbf{r} = x \mathbf{i} + y \mathbf{j} + z \mathbf{k}$$

$\mathbf{r}$  - радиус-вектор (в печатном тексте выделяются жирным шрифтом, а при письме – стрелкой  $\vec{r}$ , (употребление черты вместо стрелки нежелательно, чтобы не путать со знаком усреднения),  $x$ ,  $y$  и  $z$  – проекции вектора,  $\mathbf{i}$ ,  $\mathbf{j}$  и  $\mathbf{k}$  – орты осей.

Чтобы  $x$ ,  $y$  и  $z$  стали числами, нужно выбрать единицу измерения длины и отложить шкалы на осях.

В системе СИ: единица длины - метр, привязан к размеру земного шара и равен  $10^{-7}$  длины четверти Парижского меридиана. Способов хранения метра было придумано много – Pt стержень, Pt-Ir стержень, длина волны излучения Kr, расстояние, проходимое светом за определенное время.

# Обозначения

***r*** – жирный шрифт в печатном тексте (только!)

$$\mathbf{r} = x \mathbf{i} + y \mathbf{j} + z \mathbf{k}$$

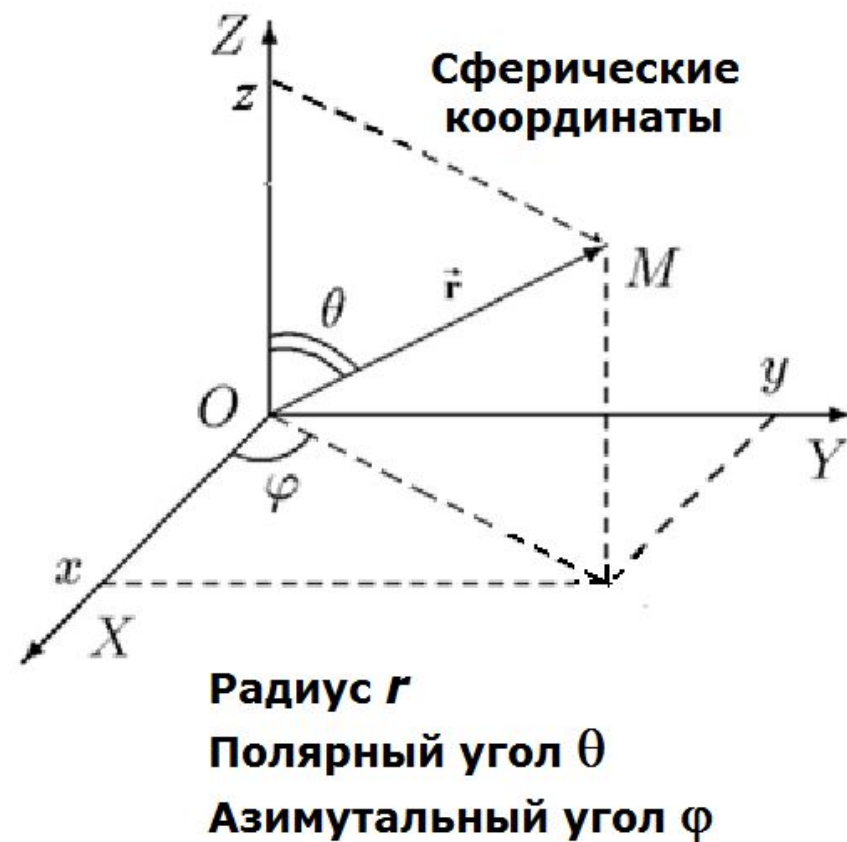
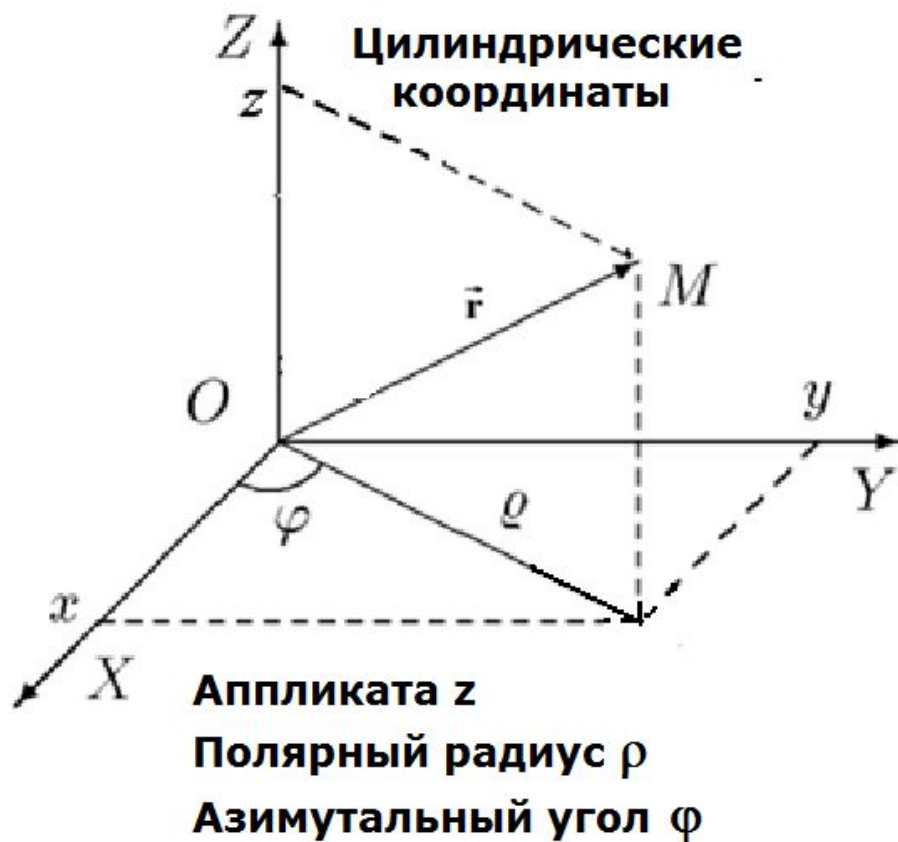
$\vec{r}$  – стрелка над символом в рукописном (в тетради или на доске)

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

$\bar{r}$  - черта над символом **НЕЖЕЛАТЕЛЬНА**, черта используется для обозначения среднего значения

$\vec{i}, \vec{j}, \vec{k}$  (иногда  $\vec{e}_x, \vec{e}_y, \vec{e}_z$ ) – орты осей

# Цилиндрические и сферические координаты





# Цилиндрические, сферические и декартовы координаты

Цилиндрические:

$$z = z$$

$$x = \rho \cos \varphi$$

$$y = \rho \sin \varphi$$

Сферические:

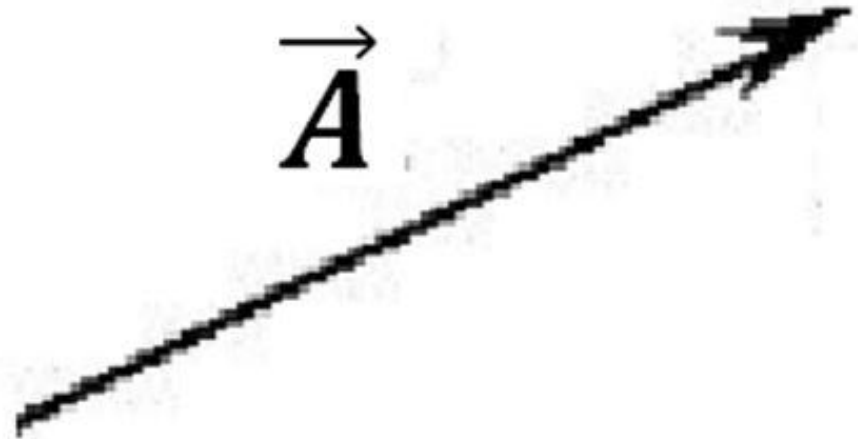
$$z = r \cos \theta$$

$$x = r \sin \theta \cos \varphi$$

$$y = r \sin \theta \sin \varphi$$

# Векторы и операции над ними.

Векторными величинами, или векторами, наз. величины, имеющие численное значение (модуль,  $|\mathbf{A}| = A$ , положительное число, в прямых скобках жирный шрифт, вне скобок обычный) и направление. Изображаются в виде направленного отрезка (подробнее в ст. Векторы в математике из Википедии).



# Модуль. Равенство векторов.

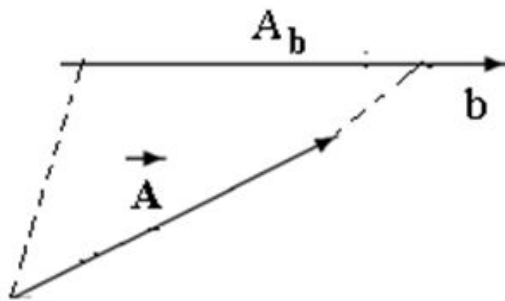
Модуль вектора:

$$|\vec{A}| = |A| = A$$

в рукописном      в печатном      где угодно

1. Векторы считаются равными, если у них одинаковые модули и направление. Поэтому векторы можно переносить параллельно самим себе.

# Проекции вектора



2.  $\forall$  вектор можно спроецировать на  $\forall$  направление (в т.ч. на  $\forall$  ось или  $\forall$  вектор), опустив на него  $\perp$  из концов вектора. Величина  $A_b = A \cos \beta$ , где  $\beta$  – угол между направлениями **A** и **b** наз.

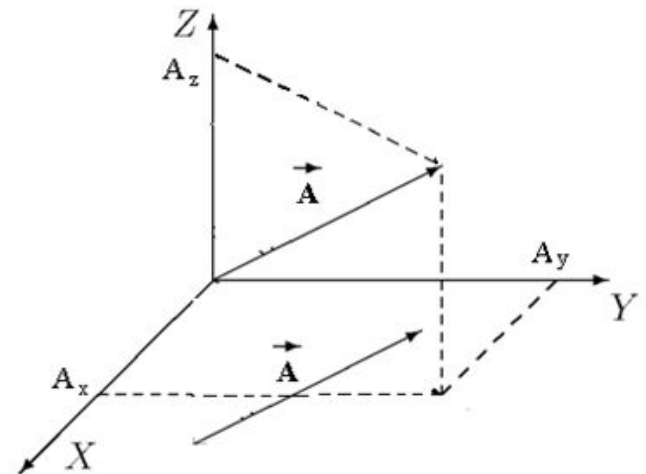
проекцией вектора **A** на направление **b**. Проекция м. б. «+» или «-» в зав-ти от знака  $\cos \beta$ .  $\forall$  вектор (трехмерный) задается его 3 проекциями на координатные оси:

$$\mathbf{A} = A_x \mathbf{i} + A_y \mathbf{j} + A_z \mathbf{k}$$

На рис. показан параллельный перенос начала вектора **A** в начало координат при его проецировании на оси.

Если векторы равны, то равны и их проекции и обратно.

$$\mathbf{A} = \mathbf{B} \Leftrightarrow A_x = B_x, A_y = B_y, A_z = B_z$$



# Модуль. Сложение и вычитание.

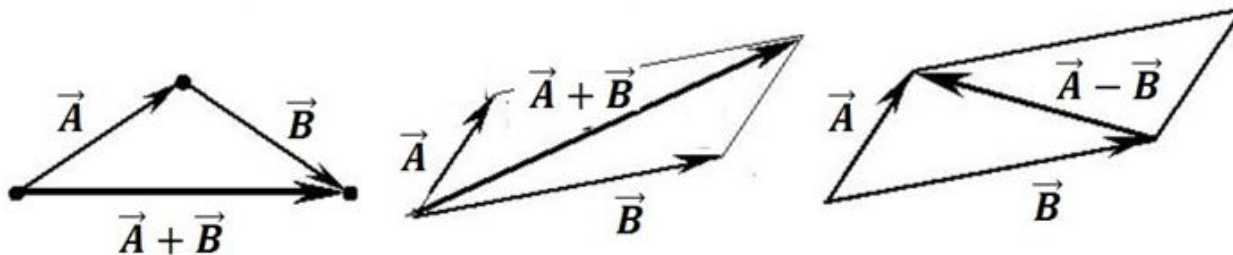
3. Модуль вектора выражается через проекции

$$|\vec{A}| = |A| = A = \sqrt{A_x^2 + A_y^2 + A_z^2}$$

4. Сложение и вычитание векторов

$$\mathbf{A} \pm \mathbf{B} = (A_x \pm B_x) \mathbf{i} + (A_y \pm B_y) \mathbf{j} + (A_z \pm B_z) \mathbf{k}$$

$\mathbf{A} + \mathbf{B} = \mathbf{B} + \mathbf{A}$ ;  $\mathbf{A} - \mathbf{B} = -(\mathbf{B} - \mathbf{A})$  – знак «-» перед вектором → изменение направления на противоположное.



Сложение

Вычитание

Графически сложение и вычитание векторов подчиняется правилам парал-ма или треугольника.

Складывать (и вычитать) можно только однородные векторы, т.е. скорость со скоростью, силу с силой, напряженность поля с напряженностью, но не силу со скоростью.



# Умножение на скаляр

## 5. Умножение вектора на скаляр.

$$\mathbf{B} = c \mathbf{A}; \quad B_x = cA_x, \quad B_y = cA_y, \quad B_z = cA_z$$

Результат - вектор, модуль кот. равен произведению модулей сомножителей, а направление совпадает с направлением  $\mathbf{A}$  при положительном  $c$  и противоположно при отрицательном.

Вектор можно умножать на любой скаляр.

