

Физика

Лекция № 1

Шкварина Елена Геннадьевна

План

- ▶ Механика: Кинематика.
- ▶ 1. Механическое движение. Относительность механического движения. Материальная точка. Система отсчета. Траектория. Вектор перемещения и его проекции. Путь.
- ▶ 2. Прямолинейное равномерное и равнопеременное движение. Зависимость скорости, координат и пути от времени.
- ▶ 3. Скорость. Сложение скоростей.

Кинематика

- ▶ **Механическое движение** – изменение положения тела или частей тела в пространстве **относительно других тел** с течением времени.
- ▶ Механика, основанная на законах Ньютона, называется **классической механикой**. Она хорошо описывает движение больших тел, если их скорость мала по сравнению со скоростью света в вакууме.

Кинематика

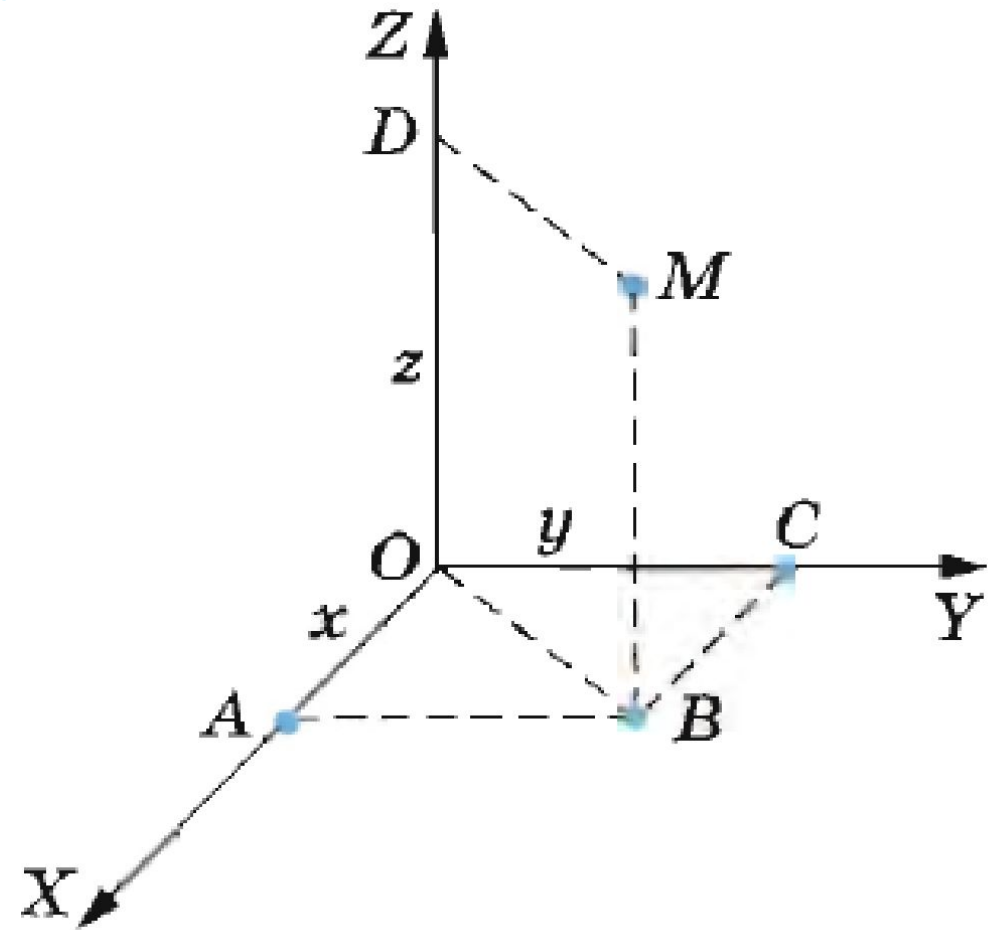
- ▶ **Механика** делится на кинематику и динамику.
- ▶ В кинематике изучают движения тел, не рассматривая причин, определяющих эти движения. Динамика эти причины исследует, формируя законы движения. Статика рассматривает условия равновесия тел и, по сути, законы статики являются частным случаем законов динамики.
- ▶ **Кинематика** – раздел механики, изучающий способы описания движения и связь между величинами, характеризующими это движение.

Кинематика

- ▶ **Материальная точка** – тело, размерами которого в данной задаче можно пренебречь.
- ▶ Чтобы решить задачу о движении тела, нужно уметь определять (задавать) положение тела в пространстве.
- ▶ **Тело отсчёта** – тело, относительно которого задается положение определенного тела в пространстве.
- ▶ Если тело отсчета выбрано, то относительно него положение точки можно задать двумя способами - с помощью **координат** или **радиус-вектора**

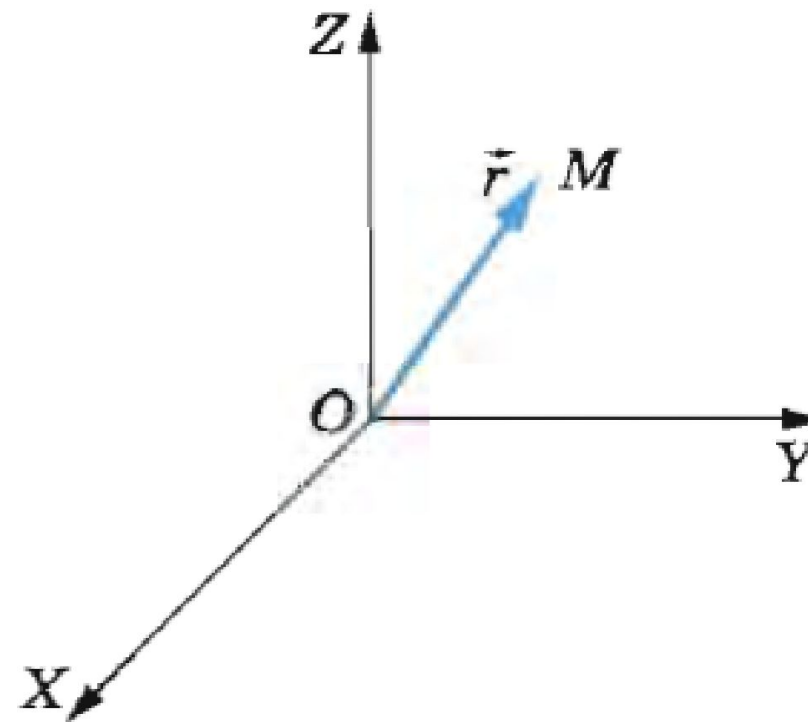
Задание положения точки с помощью координат

- ▶ Система координат - три взаимно перпендикулярные оси Ox , Oy , Oz (координатные оси) и точка пересечения осей - начало координат



Задание положения точки с помощью радиус-вектора

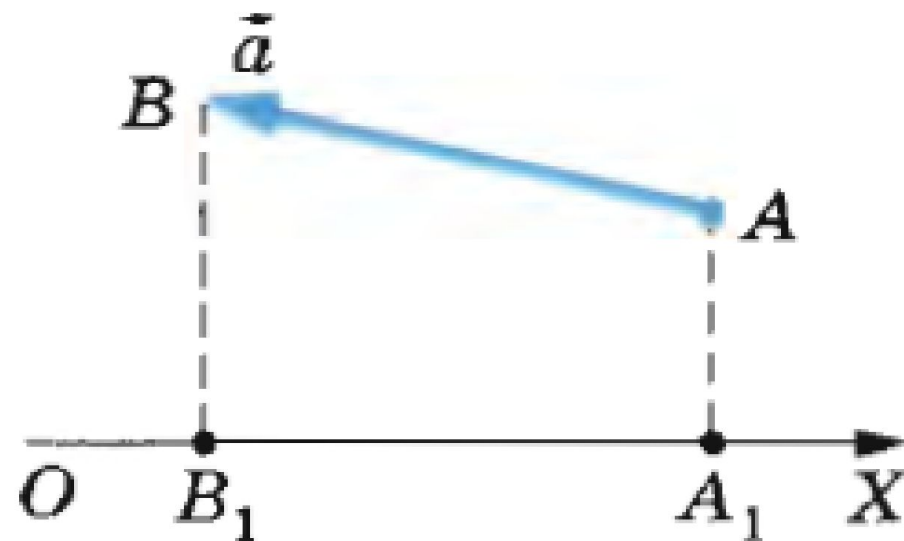
- ▶ **Радиус-вектор**- это направленный отрезок, проведенный из начала координат в данную точку.
- ▶ Положение точки считается определенным с помощью радиус-вектора, если известны его модуль и направление.



Кинематика

- ▶ Проекция вектора на ось – длина отрезка A_1B_1 между проекциями начала и конца вектора на эту ось, взятая со знаком «+» или «-».
- ▶ Проекция положительна, если от проекции начала вектора к проекции конца надо идти в положительном направлении оси проекции.
- ▶ Длина вектора определяется его проекциями:

$$|\vec{a}| = \sqrt{a_x^2 + a_y^2}$$



Кинематика

- ▶ Если тело можно считать материальной точкой, то для описания его движения нужно уметь рассчитать положение в любой момент времени относительно выбранного тела отсчета.

Кинематика

- ▶ Координатный способ – т.к. материальная точка движется, то ее координаты изменяются с течением времени:

$$x = x(t)$$

$$y = y(t)$$

$z = z(t)$ - это кинематические уравнения движения точки, записанные в координатной форме.

- ▶ Векторный способ – при движении материальной точки радиус-вектор, определяющий ее положение, изменяется (поворачивается и меняет длину), т.е. зависит от времени: $\mathbf{r} = \mathbf{r}(t)$ – это закон движения материальной точки, записанный в векторной форме.
- ▶ Задание зависимостей трех координат от времени эквивалентно заданию радиус-вектора от времени.

Кинематика

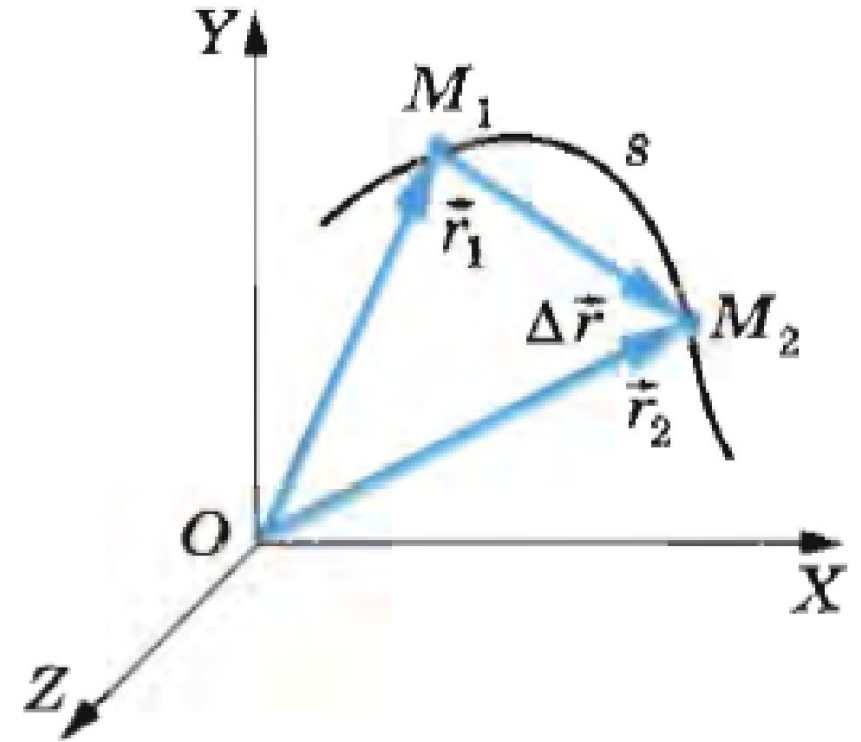
- ▶ Линия по которой движется точка в пространстве называется **траекторией**.
- ▶ Если траекторией является прямая линия — движение называют **прямолинейным**.
- ▶ Если траекторией является кривая линия — движение называют **криволинейным**.

Кинематика

- ▶ **Система отсчета** – тело отсчета, система координат, связанная с ним и часы.
- ▶ **Вектор перемещения (перемещение)** – направленный отрезок, проведенный из начального положения тела в его конечное положение.

Кинематика

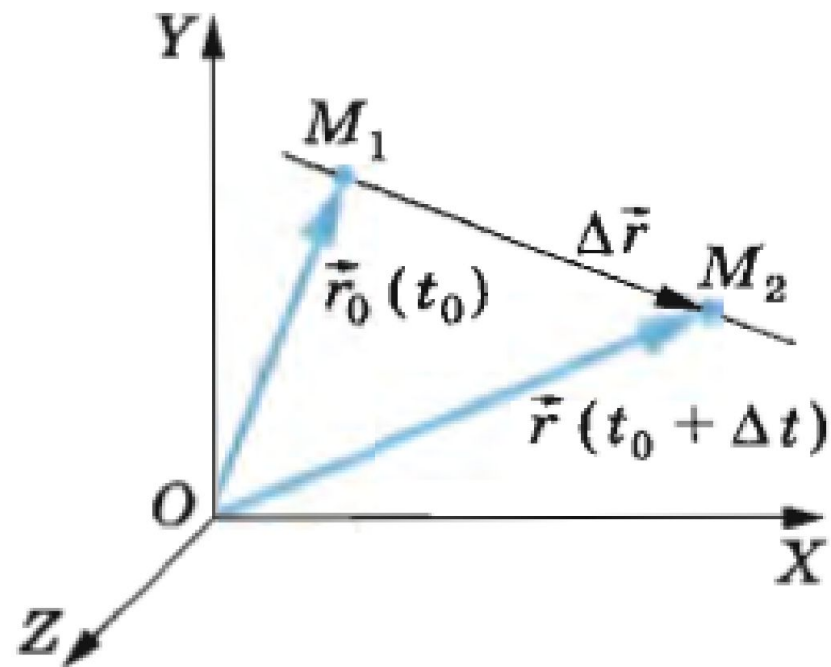
- ▶ Путь l , пройденный материально точкой за время t - длина отрезка траектории между начальным и конечным положениями.



$$\Delta \vec{r} = \vec{r}_2 - \vec{r}_1.$$

Кинематика

- ▶ **Равномерное прямолинейное движение** – движение, при котором м.т. за любые равные промежутки времени совершает одинаковые перемещения.
- ▶ **Скоростью равномерного прямолинейного движения тела** называется величина, равная отношению его перемещения к промежутку времени, в течение которого это перемещение произошло.



$$\vec{v} = \frac{\Delta \vec{r}}{\Delta t}$$

Кинематика

$$\vec{v} = \frac{\vec{r} - \vec{r}_0}{t - t_0} \quad t_0 = 0$$

$$\vec{r} - \vec{r}_0 = \vec{v}t$$

$$\vec{r} = \vec{r}_0 + \vec{v}t$$

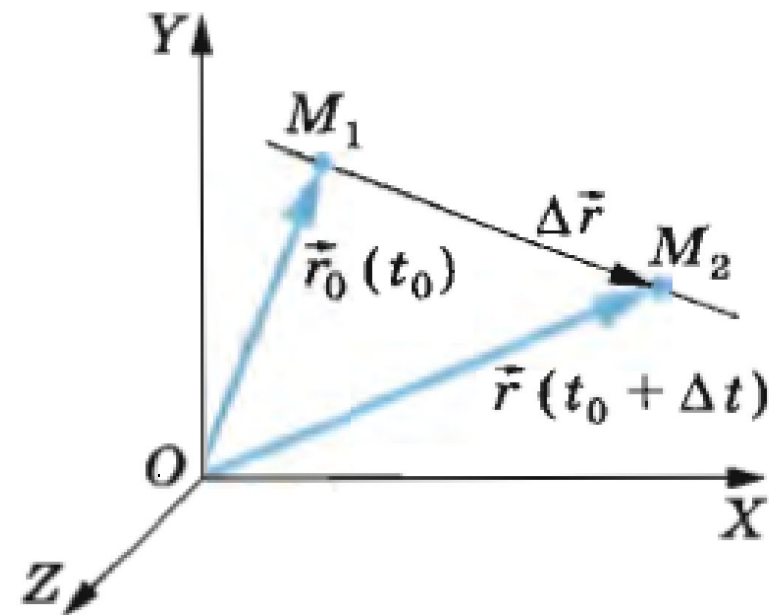
$$\vec{r} = \vec{r}_0 + \vec{v}t.$$

Это уравнение равномерного прямолинейного движения м.т., записанное в векторной форме.

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

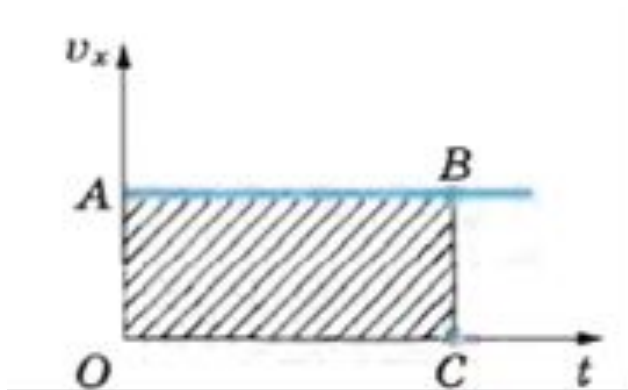
$$x = x_0 + v_x t.$$

Это уравнение равномерного прямолинейного движения м.т., записанное в координатной форме.



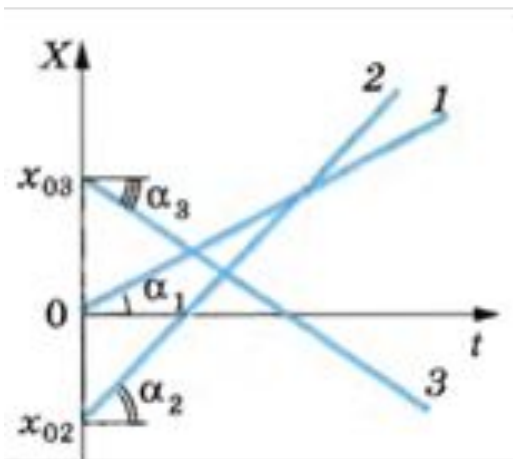
Путь l , пройденный м.т. вдоль оси OX равен модулю изменения ее координат $l = |x_2 - x_1|$

Графическое представление равномерного прямолинейного движения



Площадь прямоугольника равна пути

$$\Delta x = v_x t.$$



X_0 – различные

Т.к. скорость численно равна $v_x = \Delta x/t = \operatorname{tg} \alpha$

Угол наклона, соответствующий прямой 2 больше, чем 1- значит за один и тот же промежуток времени точка с v_{x2} проходит большее расстояние, чем точка с v_{x1} .

В случае 3 движение идет в сторону, противоположно оси OX .

Неравномерное движение

- ▶ **Неравномерное** движение может быть как прямолинейным, так и криволинейным. Чтобы описать неравномерное движение точки, надо знать ее положение и скорость в каждый момент времени. Скорость точки в данный момент времени называется **мгновенной скоростью**.

Неравномерное движение

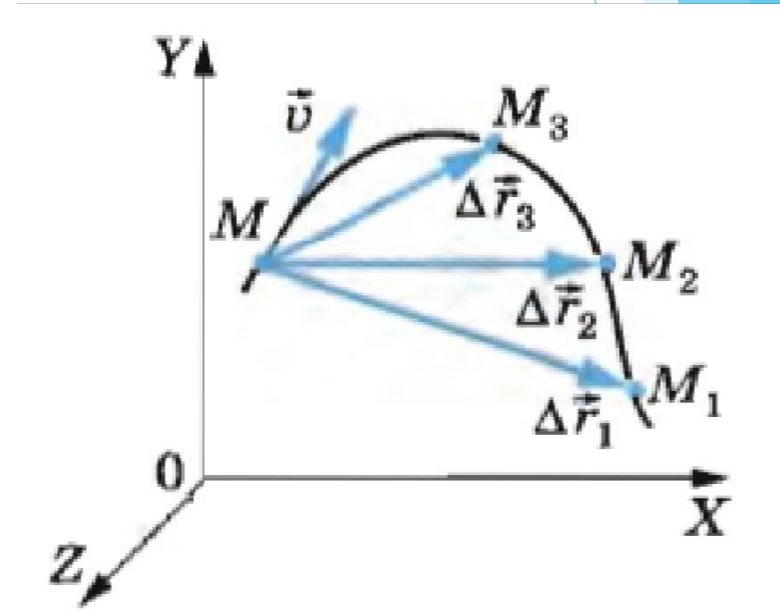
Если точка перемещается из положения M в M_1 , двигаясь неравномерно и криволинейно, то она совершит перемещение

$\Delta \vec{r}_1$ за Δt . Если по аналогии с предыдущим взять отношение $\vec{v}_{\text{ср1}} = \frac{\Delta \vec{r}_1}{\Delta t_1}$, то это будет **средняя скорость перемещения** точки за время Δt .

При уменьшении Δt это отношение будет стремиться к конкретному вектору, который направлен как и перемещение за это малое Δt .

Мгновенная скорость точки – величина, равная пределу отношения перемещения к промежутку времени, в течение которого это перемещение произошло, при стремлении промежутка Δt к нулю.

(Мгновенная скорость направлена по касательной к траектории.)



Неравномерное движение

Средняя путевая скорость – отношение пути к промежутку времени, за которое этот путь пройден.

$$V_{\text{ср}} = l/t$$

Т.к. путь больше модуля перемещения, то средняя путевая скорость обычно больше модуля средней скорости перемещения.

Кинематика

Пусть река течет относительно берега со скоростью v .

По реке плывет моторная лодка со скоростью v_1 относительно реки, как же определить скорость лодки относительно берега v_2 ?

Введем K_1 -СО, связанную с мячом на воде,

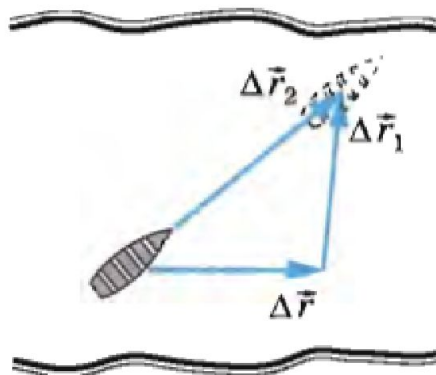
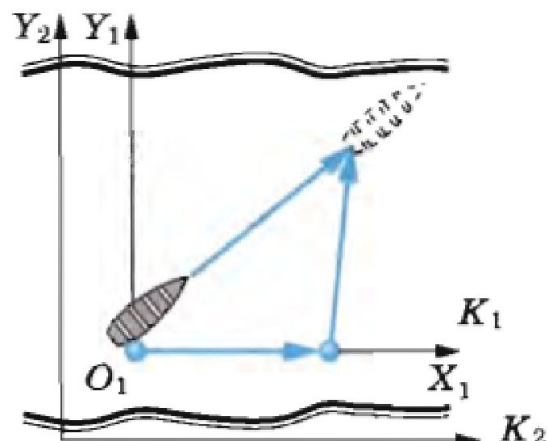
K - СО, связанная с лодкой на воде,

K_2 – СО, связанная с с берегом.

v – скорость мяча относительно берега (т.е. скорость СО K_1 отн. K_2)

v_1 – скорость лодки относительно мяча (т.е. скорость СО K отн. K_1)

v_2 – скорость лодки относительно берега (т.е. скорость СО K отн. K_2).



$$\Delta \vec{r}_2 = \Delta \vec{r}_1 + \Delta \vec{r}.$$
$$\frac{\Delta \vec{r}_2}{\Delta t} = \frac{\Delta \vec{r}_1}{\Delta t} + \frac{\Delta \vec{r}}{\Delta t}.$$

$$\boxed{\vec{v}_2 = \vec{v}_1 + \vec{v}.$$

Кинематика

- ▶ **Закон сложения скоростей:** если тело движется относительно некоторой системы отсчета K_1 со скоростью v_1 и сама система отсчета K_1 движется относительно другой системы отсчета K_2 со скоростью v , то скорость тела относительно второй системы отсчета равна геометрической сумме скоростей v_1 и v .
- ▶ При неравномерном движении складываются мгновенные скорости.

▶ **Основная литература**

- ▶ Физика: Механика. 10 кл.: Учебник для углубленного изучения физики /Под ред. Г. Я.Мякишева. - М.: Дрофа, 2001.
- ▶ *Мякишев Г.Я., Синяков А.З.* Физика: Молекулярная физика. Термодинамика. 10 кл.: Учебник для углубленного изучения физики. - М.: Дрофа, 2001.
- ▶ *Мякишев Г.Я., Синяков А.З., Слободсков Б.А.* Физика: Электродинамика. 10 - 11 кл.: Учебник для углубленного изучения физики. - М.: Дрофа, 2001.
- ▶ *Мякишев Г.Я., Синяков А.З.* Физика: Колебания и волны. 11 кл.: Учебник для углубленного изучения физики. - М.: Дрофа, 2001.
- ▶ *Мякишев Г.Я., Синяков А.З.* Физика: Оптика. Квантовая физика. 11 кл.: Учебник для углубленного изучения физики. - М.: Дрофа, 2001.
- ▶ *Буховцев Б.Б., Кривченков В.Д., Мякишев Г.Я., Сараева И.М.* Задачи по элементарной физике. - М.: Физматлит, 2000 и предшествующие издания.
- ▶ *Бендриков Г.А., Буховцев Б.Б., Керженцев В.Г., Мякишев Г.Я.* Физика. Для поступающих в вузы: Учебн. пособие. Для подготов. отделений вузов. - М.: Физматлит, 2000 и предшествующие издания.

▶ **Дополнительная литература**

- ▶ Элементарный учебник физики /под ред. Г.С.Ландсберга. В 3-х кн. - М.: Физматлит, 2000 и предшествующие издания.
- ▶ *Яворский Б.М., Селезнев Ю.Д.* Физика. Справочное пособие. Для поступающих в вузы. - М.: Физматлит, 2000 и предшествующие издания.
- ▶ Физика. Учебники для 10 и 11 классов школ и классов с углубленным изучением физики /под ред. А.А.Пинского. - М.: Просвещение, 2000 и предшествующие издания.
- ▶ *Бутиков Е.И., Кондратьев А.С.* Физика. В 3-х кн. М.: Физматлит, 2001.
- ▶ *Павленко Ю.Г.* Физика 10-11. Учебное пособие для школьников, абитуриентов и студентов. Издание третье. - М.: Физматлит, 2006.
- ▶ Сборник задач по физике /под ред. С.М.Козела - М.: Просвещение, 2000 и предшествующие издания.
- ▶ *Гольдфарб Н.И.* Физика. Задачник. 9 - 11 кл.: Пособие для общеобразоват. учеб. заведений. - М.: Дрофа, 2000 и предшествующие издания.
- ▶ Задачи по физике /под ред. О.Я.Савченко - М.: Наука, 1988.
- ▶ Задачи вступительных экзаменов и олимпиад по физике в МГУ - 1992-2002. М.: Физический факультет МГУ, 1992 и последующие издания.