

Для школьников и абитуриентов

**С. М. Жаврид
Л. А. Аксенович
И. Н. Медведь**

ФИЗИКА

**Теория
Вопросы
Задачи
Тесты**



С.М. Жаврид
Л.А. Аксенович
И.Н. Медведь

ФИЗИКА

**Теория
Вопросы
Задачи
Тесты**

Для школьников и абитуриентов



Минск
"Вышэйшая школа"
2006

УДК 53(075.3)
ББК 22.3я721
Ж13

Все права на данное издание защищены. Воспроизведение всей книги или любой ее части не может быть осуществлено без разрешения издательства.

Жаврид, С. М.

Ж13 Физика. Теория. Вопросы. Задачи. Тесты: для школьников и абитуриентов / С. М. Жаврид, Л. А. Аксенович, И. Н. Медведь. – Минск : Выш. шк., 2006. – 462 с. : ил.
ISBN 985-06-1201-0.

Содержатся краткие теоретические сведения по курсу физики, методические рекомендации, примеры решения задач, задачи для самостоятельного решения, тесты для самоконтроля. Соответствует программе вступительных экзаменов по физике в вузы Республики Беларусь.

Для школьников старших классов и абитуриентов. Детальное представление всего материала в виде 84 тем делает книгу полезной для преподавателей факультетов довузовской подготовки, учителей школ с различным уровнем изучения физики, а также для проведения факультативных занятий.

УДК 53(075.3)

ББК 22.3я721

ISBN 985-06-1201-0

© Жаврид С.М., Аксенович Л.А., Медведь И.Н.,
2006

© Издательство «Вышэйшая школа», 2006

ПРЕДИСЛОВИЕ

Пособие предназначено для организации самостоятельной подготовки абитуриентов к централизованному тестированию по физике и вступительным экзаменам в вузы и содержит материал, систематизированный в соответствии с «Программой вступительных экзаменов по физике в вузы Республики Беларусь». Данная книга является результатом совместного поиска преподавателями различных вузов оптимального содержания, способствующего систематизации знаний абитуриентов, окончивших школы с различным уровнем изучения физики (базового, профильного, углубленного). Основой книги является учебное пособие «Физика. Практические занятия» этих же авторов (Минск, 1999), усовершенствованное и переработанное с учетом современных требований централизованного тестирования и вступительных экзаменов с целью оказания максимальной помощи абитуриентам.

Весь учебный материал представлен в виде двенадцати глав с традиционным делением элементарного курса физики. В начале каждой главы в краткой доступной форме излагается теоретический материал. Это позволит абитуриентам быстро повторить теорию, вспомнить основные формулы и определения, преодолеть разрыв между уровнем знаний фактического материала и умением применять их на практике. Затем даются методические рекомендации, характерные для решения задач данной тематики. В конце каждой главы предложено два варианта контрольных тестов, содержащих по 10 заданий 3, 4 и 5-го уровней интегральной 10-балльной шкалы оценки учебных достижений учащихся согласно классификации Министерства образования Республики Беларусь [1]. Тестовые задания составлены таким образом, чтобы по возможности охватить основные типы задач, а также методы и приемы, используемые при их решении.

При кажущейся многочисленности пособий по решению задач абитуриенты испытывают затруднения в распределении учебного материала в процессе самостоятельной подготовки. В связи с этим особое внимание уделено детальному,

можно сказать поурочному, рассмотрению всех вопросов школьного курса физики, который представлен в виде 84 тем. В каждой из тем перечислены вопросы программы и основные физические понятия, которые обязательно надо знать для решения задач данной темы, сформулированы вопросы и несложные задачи с целью достижения глубокого понимания основных законов физики. Содержание этих вопросов соответствует заданиям педагогических тестов 1–2-го уровней (уровней узнавания). Затем приведены примеры решения задач, в которых предложена наиболее типичная методика (алгоритм) решения задач рассматриваемой темы. В конце темы представлены задачи различной степени сложности (3, 4 и 5-го уровней) для самостоятельного решения. Содержание некоторых задач не ограничивается вопросами данной темы, а предполагает применение знаний из других разделов. Задачи снабжены ответами, а более сложные – указаниями и решениями.

Структура книги определяется явно выраженной направленностью на подготовку к тестированию. Такое распределение материала позволяет надеяться, что книга будет полезна не только учащимся и абитуриентам, но и преподавателям факультетов довузовской подготовки, учителям школ и лицеев с различными уровнями изучения физики. Пособие может быть использовано для проведения групповых и индивидуальных занятий, факультативных занятий по подготовке учащихся к централизованному тестированию и организации их самостоятельной работы.

Материал пособия распределен между авторами следующим образом: темы 1 – 16, 72 – 79 написала С.М. Жаврид, 17 – 41, 67 – 71 – Л.А. Аксенович, 42 – 66 и 80 – 84 – И.Н. Медведь.

Авторы выражают глубокую благодарность своим коллегам и читателям, советы и замечания которых учтены при подготовке пособия.

Все отзывы и пожелания, которые будут приняты авторами с благодарностью, просим направлять по адресу: 220048, Минск, проспект Победителей, 11, издательство «Вышэйшая школа».

Авторы

Глава 1

КИНЕМАТИКА

Кинематика – раздел механики, изучающий способы описания механического движения без рассмотрения причин, вызывающих это движение. Основной задачей кинематики является определение положения тела в пространстве в произвольный момент времени.

Механическое движение – изменение положения тела в пространстве относительно других тел либо изменение взаимного расположения частей одного тела с течением времени.

Система отсчета – тело отсчета, относительно которого рассматривается движение, жестко связанная с ним система координат и способ отсчета времени.

Единица времени в Международной системе единиц (СИ) – *секунда* (1 с).

Материальная точка – тело, размерами которого в данных условиях движения можно пренебречь. Это возможно, если размеры движущегося тела пренебрежимо малы по сравнению с пройденным расстоянием либо при поступательном движении.

Траектория – непрерывная линия, описываемая материальной точкой при движении относительно выбранной системы отсчета. По форме траектории механическое движение может быть *прямолинейным* или *криволинейным*. Если все точки движущегося тела описывают одинаковые траектории, то такое движение называется *поступательным*.

Путь s – скалярная физическая величина, равная расстоянию, пройденному материальной точкой и измеренному вдоль траектории. Путь – всегда положительная неуменьшающаяся величина.

Перемещение $\Delta \vec{r}$ – векторная физическая величина, численно равная длине направленного отрезка прямой, соединяющего начальное положение материальной точки с ее последующим положением. Путь и модуль перемещения измеряются в единицах длины.

Единица длины в СИ – *метр* (1 м).

Средняя скорость (средняя скорость перемещения) $\langle \vec{v} \rangle$ – векторная физическая величина, численно равная отношению перемещения материальной точки к интервалу времени, за который это перемещение произошло:

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

Средняя скорость перемещения сонаправлена с перемещением: $\bar{v} \uparrow \uparrow \Delta \vec{r}$.

Мгновенная скорость (скорость материальной точки в данный момент времени) $\vec{v}_{\text{мгн}}$ – векторная физическая величина, численно равная пределу, к которому стремится отношение $\Delta \vec{r} / \Delta t$ при бесконечном убывании промежутка времени Δt :

$$\vec{v}_{\text{мгн}} = \lim(\Delta \vec{r} / \Delta t).$$

При криволинейном движении мгновенная скорость направлена по касательной к траектории в точке, соответствующей данному моменту времени.

Средняя путевая скорость $\langle v \rangle$ – скалярная физическая величина, равная отношению пути s , пройденного материальной точкой за интервал времени Δt , к величине этого интервала:

$$\langle v \rangle = s / \Delta t.$$

Единица скорости в СИ – метр в секунду (1 м/с).

Закон сложения скоростей в классической механике: скорость \vec{v} материальной точки относительно неподвижной системы отсчета равна геометрической сумме скорости \vec{v}' материальной точки относительно подвижной системы отсчета и скорости \vec{u} подвижной системы отсчета относительно неподвижной:

$$\vec{v} = \vec{v}' + \vec{u}.$$

Среднее ускорение $\langle \vec{a} \rangle$ – векторная физическая величина, равная отношению вектора изменения скорости $\Delta \vec{v}$ материальной точки к интервалу времени Δt , за который это изменение произошло:

$$\langle \vec{a} \rangle = \Delta \vec{v} / \Delta t.$$

Ускорение сонаправлено с вектором изменения скорости: $\vec{a} \uparrow \uparrow \Delta \vec{v}$.

Единица ускорения в СИ – метр на секунду в квадрате (1 м/с²).

При криволинейном движении ускорение \vec{a} направлено под углом к скорости и может быть разложено на тангенциальную \vec{a}_τ (тангенциальное ускорение) и нормальную \vec{a}_n (нормальное,

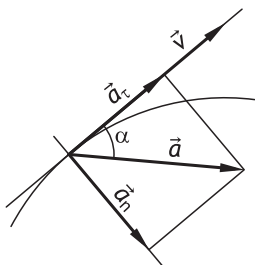


Рис. 1

или *центростремительное, ускорение*) составляющие (рис. 1), т.е.

$$\vec{a} = \vec{a}_\tau + \vec{a}_n.$$

Модуль вектора ускорения $a = \sqrt{a_\tau^2 + a_n^2}$.

Тангенциальное ускорение характеризует изменение модуля скорости со временем; его модуль

$$a_\tau = \Delta v / \Delta t.$$

Нормальное ускорение характеризует изменение скорости по направлению; его модуль

$$a_n = v^2 / R,$$

где v – модуль скорости тела в данной точке траектории; R – радиус кривизны траектории в этой же точке.

Равномерное прямолинейное движение – это прямолинейное движение, при котором за любые равные интервалы времени материальная точка совершает равные перемещения (проходит одинаковые пути), т.е. движение с постоянной по модулю и направлению скоростью: $\vec{v} = \text{const}$. Это движение описывается в координатной форме следующими уравнениями:

$$\begin{cases} x(t) = x_0 + v_x t; \\ v_x(t) = \text{const}; \\ a_x = 0, \end{cases}$$

где x_0, x – координаты материальной точки в начальный момент времени $t_0 = 0$ и в произвольный момент t соответственно; v_x, a_x – проекции скорости и ускорения на ось x . Проекция перемещения на ось x

$$\Delta r_x(t) = x - x_0 = \Delta x(t) = v_x t.$$

Пройденный точкой за интервал времени Δt путь

$$s(t) = v \Delta t.$$

Равноускоренное прямолинейное движение – это прямолинейное движение материальной точки с постоянным по модулю и направлению ускорением. В координатной форме оно описывается следующими уравнениями:

$$\begin{cases} x(t) = x_0 + v_{0x}t + \frac{a_x t^2}{2}; \\ v_x(t) = v_{0x} + a_x t; \\ a_x(t) = \text{const}, \end{cases}$$

где x_0 , x – координаты материальной точки соответственно в начальный момент времени $t_0 = 0$ и в произвольный момент t ; v_{0x} , v_x , a_x – проекции на ось x соответственно начальной скорости, скорости в произвольный момент времени и ускорения.

Путь, пройденный точкой при равноускоренном прямолинейном движении в одну сторону, и модуль скорости для произвольного момента времени можно рассчитать по следующим формулам:

$$s(t) = v_0 t \pm \frac{at^2}{2};$$

$$v(t) = v_0 \pm at,$$

где знаки «+» и «-» соответствуют ускоренному и замедленному движениям. Совместное решение этих уравнений дает соотношение

$$|v^2 - v_0^2| = 2|a|s.$$

Свободное падение – движение тела с постоянным по модулю и направлению ускорением \vec{g} , называемым *ускорением свободного падения*. Форма траектории свободно падающего тела зависит от модуля и направления начальной скорости. Кинематические уравнения и формулы этого движения с учетом вектора \vec{v}_0 рассмотрены в темах 6 и 7.

Движение по окружности с постоянной по модулю скоростью характеризуется изменением линейной скорости движущейся точки только по направлению. Важной физической величиной при этом движении является *угол φ поворота радиуса*, проведенного из центра окружности к движущейся по ней материальной точке.

Единица плоского угла в СИ – *радиан* (1 рад): 1 рад – величина центрального угла, опирающегося на дугу, длина которой равна радиусу окружности.

Из определения единицы 1 рад следует, что

$$\varphi = l/R,$$

где l – длина дуги окружности, на которую опирается угол φ поворота радиуса (или путь, пройденный материальной точкой по окружности); R – радиус этой окружности.

Модуль *линейной скорости* v – это отношение длины дуги окружности, пройденной материальной точкой за интервал времени Δt , к величине этого интервала:

$$v = l/\Delta t.$$

Изменение линейной скорости материальной точки по направлению при движении по окружности определяется *центростремительным (нормальным) ускорением* $\vec{a}_ц$ ($\vec{a}_н$), направленным вдоль радиуса к центру окружности, модуль которого

$$a_ц = v^2/R,$$

где v – линейная скорость точки; R – радиус окружности.

Модуль *угловой скорости* ω – это отношение угла φ поворота радиуса к интервалу времени Δt , в течение которого совершен этот поворот:

$$\omega = \varphi/\Delta t.$$

Единица угловой скорости в СИ – *радиан в секунду* (1 рад/с).

Период обращения T – это интервал времени, за который материальная точка совершает полное обращение по окружности:

$$T = \Delta t/N,$$

где N – число полных оборотов за интервал времени Δt .

Единица периода в СИ – *секунда* (1 с).

Частота обращения ν – число полных обращений материальной точки по окружности за единицу времени:

$$\nu = N/\Delta t = 1/T.$$

Единица частоты в СИ – *секунда в минус первой степени* (1 с^{-1}), или *герц* (1 Гц).

Совместное решение уравнений, рассмотренных выше, позволяет получить следующие соотношения:

$$v = 2\pi R/T = 2\pi R\nu = \omega R;$$

$$\omega = 2\pi/T = 2\pi\nu;$$

$$a_ц = v^2/R = \omega^2 R = 4\pi^2 R\nu^2 = 4\pi^2 R/T^2.$$

Движение материальной точки по окружности с постоянной по модулю скоростью – это движение с постоянной угловой скоростью. Оно описывается уравнениями:

$$\begin{cases} \varphi = \varphi_0 + \omega t; \\ \omega = \text{const}, \end{cases}$$

где φ_0 , φ – угол поворота радиуса в начальный и произвольный моменты времени.

При равноускоренном движении по окружности изменение модулей линейной и угловой скоростей определяется тангенциальным (линейным) a_τ и угловым β ускорениями соответственно.

Модуль **углового ускорения** равен отношению изменения угловой скорости $\Delta\omega$ за интервал времени Δt к величине этого интервала:

$$\langle \beta \rangle = \Delta\omega / \Delta t.$$

Единица углового ускорения в СИ – *радиан на секунду в квадрате* (1 рад/с^2).

Связь модулей тангенциального и углового ускорений определяется соотношением $a_\tau = \beta R$.

Равноускоренное движение материальной точки по окружности (движение точки с постоянным угловым ускорением β) описывается уравнениями:

$$\begin{cases} \varphi = \varphi_0 + \omega_0 t \pm \frac{\beta t^2}{2}; \\ \omega = \omega_0 \pm \beta t; \\ \beta = \text{const}, \end{cases}$$

где ω_0 – начальная угловая скорость; ω – угловая скорость в произвольный момент времени.

З а м е ч а н и е. Все соотношения, рассмотренные для описания движения материальной точки по окружности, применимы и для описания вращательного движения твердого тела относительно неподвижной оси вращения.

MP Несмотря на большое разнообразие задач по *кинematике*, можно предложить следующий порядок их решения:

□ выбрать систему отсчета (телo отсчета, связанную с ним систему координат и начало отсчета времени) на основании тщательного анализа условия задачи. Рациональный выбор системы отсчета, как правило, значительно упрощает решение задачи. При выборе положительных направлений координатных осей необходимо руководствоваться направлением движения (вектора скорости) или направлением вектора ускорения;

□ сделать схематический рисунок, который лучше всего представить в виде траектории движущейся точки в выбранной системе отсчета с изображением векторов перемещения, скорости и ускорения;

□ изобразить графические зависимости кинематических величин от времени; в случае графического решения задачи такие графики полезны и при анализе условия задачи и проверке ее решения;

□ составить в координатной форме систему уравнений, описывающих движение материальной точки на основании кинематических законов движения, приведя в соответствие знаки проекций скорости и ускорения с направлением координатных осей. При необходимости дополнить систему уравнений соотношениями, составленными на основе данных задачи и конкретной ситуации, описанной в ней;

□ решить полученную систему уравнений относительно искомых величин в общем виде, убедиться в соответствии единиц измерения, проделать числовые расчеты.

Тема 1. ДЕЙСТВИЯ НАД СКАЛЯРНЫМИ И ВЕКТОРНЫМИ ВЕЛИЧИНАМИ



Векторные и скалярные величины. Сложение и вычитание векторных величин. Разложение вектора на составляющие. Проецирование вектора на оси координат. Радиус-вектор точки и его проекции на оси координат.



1. В чем заключаются сходство и различие между скалярными и векторными величинами?

2. Чем отличается проекция вектора на какое-либо направление от составляющей вектора по этому же направлению?

3. Как с помощью проекций вектора на оси координат можно найти модуль этого вектора? Может ли проекция вектора равняться его модулю? Приведите примеры.

4. Как, не меняя модуль вектора, уменьшить его проекцию на координатную ось в два раза? увеличить в два раза? Поясните с помощью рисунка.

5. Получите сумму и разность двух равных по модулю векторов, направленных вдоль одной прямой навстречу друг другу.

6. Что можно сказать о взаимном расположении векторов \vec{a} , \vec{b} и значениях их модулей, если известно, что вектор суммы $\vec{a} + \vec{b}$ и вектор разности $\vec{a} - \vec{b}$ взаимно перпендикулярны?

7. Два вектора лежат на одной прямой и направлены: а) в одну сторону; б) в разные стороны. Найдите их скалярное и векторное произведения.

8. Два вектора перпендикулярны друг к другу. Что собой представляют скалярное и векторное произведения в этом случае?

9. Равны ли векторные произведения $[\vec{a}, \vec{b}]$ и $[\vec{b}, \vec{a}]$?

10. Приведите примеры скалярных и векторных физических величин.

□□ 1. Вектор \vec{c} является суммой векторов \vec{a} и \vec{b} , которые составляют между собой угол $\alpha = 60^\circ$. Модули a и b равны 3 и 4 соответственно. Чему равен модуль вектора \vec{c} ?

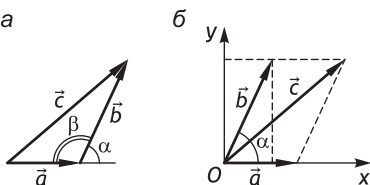


Рис. 2

Решение. Вариант 1. Сложим векторы \vec{a} и \vec{b} по методу треугольника (рис. 2, а). Очевидно, что угол треугольника, противолежащий вектору \vec{c} , равен 120° . На основании теоремы косинусов запишем:

$$c = \sqrt{a^2 + b^2 - 2ab \cos 120^\circ} = \sqrt{a^2 + b^2 + 2ab \sin 30^\circ}; c \approx 6,1.$$

Вариант 2 (метод проекций). Выберем систему координат xy , в плоскости которой лежат оба вектора \vec{a} и \vec{b} , причем вектор \vec{a} направлен по оси x (рис. 2, б). Так как по условию задачи $\vec{c} = \vec{a} + \vec{b}$, то в проекциях на оси x и y имеем: $c_x = a_x + b_x$ и $c_y = a_y + b_y$, где $a_x = a$; $b_x = b \cos 60^\circ$; $a_y = 0$; $b_y = b \sin 60^\circ$. Следовательно, модуль

$$c = \sqrt{c_x^2 + c_y^2} = \sqrt{(a + b \cos 60^\circ)^2 + (b \sin 60^\circ)^2}; c \approx 6,1.$$

О т в е т: $c \approx 6,1$.



1.1. Даны два вектора (рис. 3).

Построить их сумму и разность.

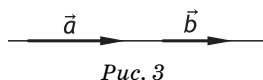


Рис. 3

Чему равны модули $|\vec{a} + \vec{b}|$,

$|\vec{a} - \vec{b}|$, $|\vec{b} - \vec{a}|$, если $|\vec{a}| = 6$; $|\vec{b}| = 4$?

1.2. Как должны быть расположены два вектора \vec{a} , чтобы модуль их суммы был равен: а) 0; б) $2a$; в) a ?

1.3. Вектор \vec{a} , модуль которого равен 4, составляет угол 120° с вектором \vec{b} . Определить угол между вектором \vec{a} и вектором $\vec{c} = \vec{a} - \vec{b}$, если модуль $c = 9$. Чему равен модуль вектора \vec{b} ?

1.4. Угол между двумя векторами \vec{a} и \vec{b} равен 60° . Модули векторов $a = 3$, $b = 2$. Определить модуль вектора $\vec{c} = \vec{a} + \vec{b}$ и угол между векторами \vec{a} и \vec{c} .

1.5. Даны три взаимно перпендикулярных вектора \vec{a} , \vec{b} , \vec{c} , модули которых равны 3, 6 и 2 соответственно. Найти модуль вектора $\vec{d} = \vec{a} + \vec{b} + \vec{c}$.

1.6. Вектор \vec{a} лежит в плоскости xy (рис. 4). Найти проекции этого вектора на оси x и y и его модуль.

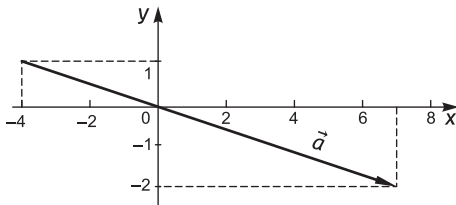


Рис. 4

1.7. Положение точки M задано в плоскости xy координатами $x = 5$; $y = 5$. Определить модуль радиуса-вектора \vec{r} этой точки и угол между ним и осью x .

1.8. Радиус-вектор точки M составляет угол 30° с осью x . Его модуль равен 6. Определить координаты x и y точки M .

1.9. Два вектора заданы координатами x и y (рис. 5). Определить модуль вектора их суммы и угол наклона его к оси x .

1.10*. Найти методом проекций модуль вектора \vec{a} , равного сумме трех векторов: $\vec{a} = \vec{a}_1 + \vec{a}_2 + \vec{a}_3$, которые лежат в плоскости xy . Их модули: $a_1 = 3,5$; $a_2 = 2,5$; $a_3 = 1,5$.

Векторы составляют с осью x углы $\alpha_1 = 30^\circ$, $\alpha_2 = 120^\circ$, $\alpha_3 = 240^\circ$ соответственно.

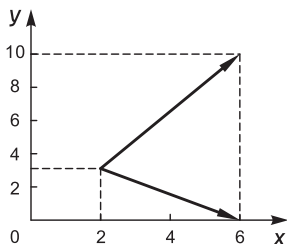


Рис. 5

Тема 2. РАВНОМЕРНОЕ ПРЯМОЛИНЕЙНОЕ ДВИЖЕНИЕ



Механическое движение. Система отсчета. Прямоугольная система координат. Материальная точка. Траектория.

Поступательное и вращательное движения. Перемещение. Путь. Скорость. Средняя скорость. Мгновенная скорость. Закон равномерного прямолинейного движения. Графики зависимости кинематических величин от времени.



1. Что отличает механическое движение от других форм движения?

2. На примере движения автомобиля рассмотрите поступательное и вращательное движения отдельных частей машины.

3. Что понимают под системой отсчета? системой координат? относительностью движения?

4. Укажите, в каких случаях рассматриваемое тело можно принять за материальную точку: а) ракету при установке ее на старте; б) ракету при расчете траектории ее полета; в) Землю при расчете скорости ее суточного вращения вокруг своей оси; г) Землю при расчете скорости ее движения по орбите вокруг Солнца.

5. Материальная точка движется равномерно и прямолинейно в плоскости xy , причем траектория составляет с осью x угол α . Запишите зависимости $x(t)$ и $y(t)$ движущейся точки. Чему равно перемещение точки для произвольного момента времени t ?

6. Как по графику зависимости проекции скорости от времени $v_x(t)$ найти: а) пройденный путь s ; б) модуль перемещения Δr ?

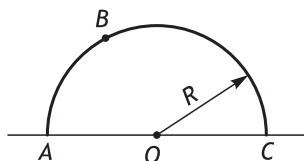


Рис. 6

7. Материальная точка при движении описала половину дуги окружности радиусом R (рис. 6). Определите пройденный точкой путь и модуль перемещения. Укажите направление средней скорости точки на этом перемещении и направление мгновенной скорости в точках A , B и C .

8. Тело переместилось из точки с координатами $x_1 = 0$, $y_1 = 2$ (м) в точку с координатами $x_2 = 4$ (м), $y_2 = -1$ (м). Сделайте рисунок, изобразите вектор перемещения, найдите его модуль и проекции на оси координат.

9. Движения материальных точек заданы следующими уравнениями: $x_1 = 3t$ (м), $x_2 = -7 + 3t$ (м), $x_3 = 7 - 3t$ (м). Опишите эти движения. Чем они различаются и что в них общее? Постройте графики зависимости координат, пути и проекций v_x скоростей точек от времени.

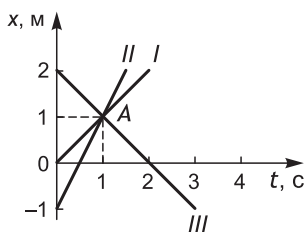


Рис. 7

10. На рис. 7 представлены зависимости координат трех материальных точек ($I - III$) от времени. Чему равны модули скоростей этих точек? На что указывает различный наклон графиков по отношению к оси времени? Постройте графики зависимости пути s и проекций Δr_x перемещений этих точек от времени.

ПР 1. Две материальные точки движутся вдоль координатных осей x и y согласно уравнениям $x = x_0 + 1,8t$ (м) и $y = y_0 - 3,2t$ (м). Чему равно расстояние между точками в начале движения, если через $t_1 = 2,5$ с они одновременно проходят начало координат? Найти проекции перемещений на соответствующие оси для каждой точки за $t_2 = 4$ с движения. Изобразить сложившуюся ситуацию.

Решение. Расстояние между материальными точками

в начале движения определяется как $l_0 = \sqrt{x_0^2 + y_0^2}$. Найдем начальные координаты x_0 и y_0 . Согласно условию задачи $x_1 = x_0 + 1,8t_1 = 0$ и $y_1 = y_0 - 3,2t_1 = 0$, следовательно, $x_0 = -4,5$ (м), $y_0 = 8,0$ (м). Подставив эти значения в выражение для l_0 , получим: $l_0 = 9,2$ м.

Согласно определению $\Delta r_x = x_2 - x_0$ и $\Delta r_y = y_2 - y_0$, где $x_2 = x_0 + 1,8t_2$; $y_2 = y_0 - 3,2t_2$. Следовательно, $\Delta r_x = 1,8t_2$, $\Delta r_y = -3,2t_2$. Подставив числовое значение t_2 , получим: $\Delta r_x = 7,2$ м, $\Delta r_y = -12,8$ м.

Для наглядности рассмотренная ситуация изображена на рис. 8, где $x_2 = 2,7$ (м), $y_2 = -4,8$ (м), \vec{v}_1 и $\Delta \vec{r}_1$ — соответственно вектор скорости и вектор перемещения материальной точки, движущейся вдоль оси x ; \vec{v}_2 и $\Delta \vec{r}_2$ — вектор скорости и вектор перемещения материальной точки, движущейся вдоль оси y .

О т в е т : $l_0 = 9,2$ м; $\Delta r_x = 7,2$ м; $\Delta r_y = -12,8$ м.

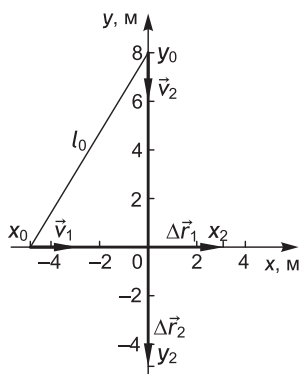


Рис. 8

2. Материальная точка прошла

первую половину пути со скоростью \vec{v}_1 . Повернув под прямым углом к первоначальному направлению, вторую половину пути она прошла со скоростью \vec{v}_2 . Чему равны средняя путевая скорость точки и модуль ее средней скорости перемещения?

Решение. Согласно определению средняя путевая скорость $\langle v \rangle = s/t$, где s — весь пройденный путь; t — время движения. По условию задачи $t = t_1 + t_2$, где $t_1 = s_1/v_1 = s/(2v_1)$ и $t_2 = s/(2v_2)$. Следовательно,

$$\langle v \rangle = \frac{s}{s/(2v_1) + s/(2v_2)}.$$

ОГЛАВЛЕНИЕ

Предисловие	3
Принятые обозначения	5
Как работать с книгой	5
Основные физические постоянные	8
Основные математические формулы	8
Глава 1. Кинематика	14
Тема 1. Действия над скалярными и векторными величинами	20
Тема 2. Равномерное прямолинейное движение	23
Тема 3. Относительность движения. Сложение скоростей	28
Тема 4. Равноускоренное прямолинейное движение	31
Тема 5. Графики зависимости кинематических величин от времени	35
Тема 6. Свободное падение тел. Прямолинейное движение	41
Тема 7. Свободное падение тел. Криволинейное движение	44
Тема 8. Движение по окружности с постоянной по модулю скоростью. Вращательное движение твердого тела	48
Контрольные тесты 1	52
Глава 2. Основы динамики	56
Тема 9. Законы Ньютона. Сложение сил	60
Тема 10. Закон всемирного тяготения	63
Тема 11. Силы упругости	67
Тема 12. Силы трения.....	71
Тема 13. Динамика прямолинейного движения материальной точки под действием нескольких сил.....	74
Тема 14. Динамика движения по окружности	79
Тема 15. Движение в поле силы тяжести	83
Тема 16. Движение планет и искусственных спутников	86
Контрольные тесты 2	90
Глава 3. Законы сохранения в механике	94
Тема 17. Импульс тела. Изменение импульса тела	99
Тема 18. Закон сохранения импульса	103

Тема 19. Механическая работа. Мощность.....	107
Тема 20. Работа силы тяжести, силы упругости, силы трения....	110
Тема 21. Кинетическая и потенциальная энергия	113
Тема 22. Закон сохранения энергии в механике	115
Тема 23. Закон сохранения и превращения энергии.....	118
Тема 24. Применение законов сохранения к абсолютно упругим и абсолютно неупругим соударениям.....	121
Контрольные тесты 3	124
Глава 4. Элементы статики. Жидкости и газы.....	127
Тема 25. Сложение сил. Условие равновесия материальной точки	132
Тема 26. Момент силы. Условия равновесия твердого тела....	136
Тема 27. Давление. Закон Паскаля.....	141
Тема 28. Архимедова сила для жидкостей и газов.....	145
Тема 29. Движение жидкости по трубам	149
Контрольные тесты 4	151
Глава 5. Основы молекулярно-кинетической теории.	
Идеальный газ	155
Тема 30. Основные положения МКТ.....	158
Тема 31. Идеальный газ. Основное уравнение МКТ идеального газа.....	160
Тема 32. Изопроцессы идеального газа	164
Тема 33. Графики изопроцессов идеального газа	166
Тема 34. Уравнение состояния идеального газа.....	169
Контрольные тесты 5	173
Глава 6. Тепловые явления	177
Тема 35. Внутренняя энергия. Тепловое расширение тел.....	183
Тема 36. Работа в термодинамике	187
Тема 37. Первый закон термодинамики. Применение его к изопроцессам идеального газа.....	190
Тема 38. Уравнение теплового баланса	193
Тема 39. Адиабатный процесс. Тепловые двигатели	198
Тема 40. Свойства паров. Влажность	202
Тема 41. Поверхностное натяжение жидкостей. Капиллярные явления. Механические свойства твердых тел.....	205
Контрольные тесты 6	209
Глава 7. Электростатика	213
Тема 42. Закон Кулона	219
Тема 43. Закон сохранения заряда. Взаимодействие зарядов ...	221

Тема 44. Напряженность электростатического поля	225
Тема 45. Поле точечного заряда. Принцип суперпозиции. Движение заряда в поле	228
Тема 46. Работа сил электростатического поля	232
Тема 47. Связь между напряженностью и разностью потенциалов	235
Тема 48. Проводники в электростатическом поле	239
Тема 49. Поляризация диэлектриков	242
Тема 50. Электрическая емкость	245
Тема 51. Энергия электрического поля	248
Контрольные тесты 7	251
Глава 8. Законы постоянного тока	255
Тема 52. Сила и плотность тока. Закон Ома для участка цепи....	259
Тема 53. Соединение проводников	261
Тема 54. Включение в цепь измерительных приборов	264
Тема 55. Закон Ома для замкнутой цепи	268
Тема 56. Соединение источников тока	271
Тема 57. Работа и мощность тока	274
Тема 58. Коэффициент полезного действия источника	277
Тема 59. Ток в электролитах	279
Тема 60. Ток в газах, вакууме и полупроводниках.....	281
Контрольные тесты 8	284
Глава 9. Магнитное поле. Электромагнитная индукция	287
Тема 61. Сила Ампера	291
Тема 62. Суперпозиция магнитных полей	294
Тема 63. Движение частиц в магнитном и электрическом полях	298
Тема 64. Электромагнитная индукция	301
Тема 65. ЭДС индукции в движущихся проводниках.....	305
Тема 66. Явление самоиндукции. Энергия магнитного поля....	310
Контрольные тесты 9	312
Глава 10. Колебания и волны	316
Тема 67. Гармонические колебания	326
Тема 68. Математический и пружинный маятники	330
Тема 69. Колебательный контур	337
Тема 70. Переменный ток	341
Тема 71. Трансформатор	346
Тема 72. Звуковые волны	348
Тема 73. Электромагнитные волны	352
Контрольные тесты 10	355

Глава 11. Оптика. Элементы теории относительности	358
Тема 74. Законы отражения и преломления света	367
Тема 75. Явление полного отражения.....	370
Тема 76. Тонкие линзы.....	373
Тема 77. Оптические системы	377
Тема 78. Волновые свойства света	380
Тема 79. Элементы теории относительности	383
Контрольные тесты 11	385
Глава 12. Квантовая физика.....	389
Тема 80. Законы фотоэффекта	394
Тема 81. Давление света	397
Тема 82. Атом и атомное ядро	399
Тема 83. Строение атомного ядра.....	401
Тема 84. Элементарные частицы. Элементы дозиметрии	404
Контрольные тесты 12	406
Ответы к задачам.....	410
Ответы к контрольным тестам.....	452
Приложения.....	453
Литература	458

Учебное издание

Жаврид Светлана Михайловна
Аксенович Лилия Антоновна
Медведь Ирина Николаевна

ФИЗИКА

Теория
Вопросы
Задачи
Тесты

Для школьников и абитуриентов

Редактор *Е.В. Малышева*
Художественный редактор *В.А. Ярошевич*
Технический редактор *Л.И. Счисленок*
Корректор *Т.В. Кульнис*
Компьютерная верстка *Н.В. Шабуни*

Подписано в печать 05.07.2006. Формат 84×108/32. Бумага газетная.
Гарнитура “Школьная”. Офсетная печать. Усл. печ. л. 24,36. Уч.-изд. л. 24,32.
Тираж 3500 экз. Заказ 1787.

Республиканское унитарное предприятие «Издательство “Вышэйшая школа”». ЛИ № 02330/0131768 от 06.03.2006. 220048, Минск, проспект
Победителей, 11.

Республиканское унитарное предприятие «Издательство “Белорусский Дом
печати”». 220013, Минск, проспект Независимости, 79.