

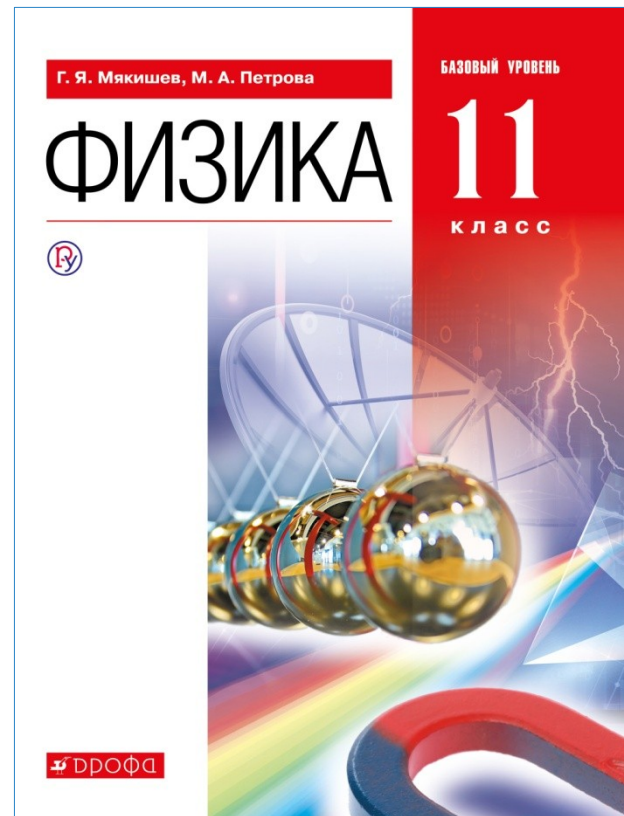


# УЧЕБНИК ФИЗИКИ КАК ЭФФЕКТИВНЫЙ ИНСТРУМЕНТ ОРГАНИЗАЦИИ ОСВОЕНИЯ ПРЕДМЕТНОГО СОДЕРЖАНИЯ

к.п.н. Петрова М.А., автор УМК

к.т.н. Опаловский В.А., методист корпорации  
«Российский учебник»

# Физика 10-11 класс. Мякишев Г.Я., Петрова М.А. Учебник базового уровня (2 и 3 часа в неделю)



Номера в новом федеральном перечне  
учебников (от 28.12.2018):

**1.3.5.1.8.1**

**1.3.5.1.8.2**

# ВЫДЕЛЕННЫЕ ПАРАГРАФЫ – ДЛЯ 3 ЧАСОВ В НЕДЕЛЮ

	ЭТО ЛЮБОПЫТНО...	78
§ 16	Сила всемирного тяготения. Закон всемирного тяготения	79
§ 17	Сила тяжести. Движение искусственных спутников Земли	84
§ 18	Сила упругости. Закон Гука	89
§ 19	Вес тела. Невесомость. Перегрузки	93
§ 20	Сила трения	97
§ 21	Сила сопротивления при движении тел в жидкостях и газах	104
	ЭТО ЛЮБОПЫТНО...	107
§ 22	Динамика вращательного движения тела по окружности	108
	ЗАДАНИЯ ДЛЯ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЙ ПРОЕКТНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ	111
ГЛАВА 4. ЗАКОНЫ СОХРАНЕНИЯ В МЕХАНИКЕ		
§ 23	Импульс материальной точки. Другая формулировка второго закона Ньютона	112
§ 24	Закон сохранения импульса. Реактивное движение	116
	ЭТО ЛЮБОПЫТНО...	122
§ 25	Реактивные двигатели. Успехи в освоении космического пространства	123
§ 26	Центр масс. Теорема о движении центра масс	127
§ 27	Работа силы. Мощность. КПД механизма	132
§ 28	Механическая энергия. Кинетическая энергия	138
§ 29	Потенциальная энергия	143
§ 30	Закон сохранения механической энергии	148
§ 31	Абсолютно упругое и абсолютно неупругое соударения тел	153
	ЗАДАНИЯ ДЛЯ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЙ ПРОЕКТНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ	158

Ак

## 10 класс – 59 (68) параграфов

### МЕХАНИКА

- Кинематика
- Динамика
- Законы сохранения в механике
- Статика

### МОЛЕКУЛЯРНАЯ ФИЗИКА И ТЕРМОДИНАМИКА

- Основы МКТ
- Основы термодинамики
- Изменение агрегатных состояний вещества

### ЭЛЕКТРОДИНАМИКА

- Электростатика

## 11 класс – 67 (80) параграфов

### ЭЛЕКТРОДИНАМИКА

- Постоянный электрический ток
- Электрический ток в средах
- Магнитное поле
- Электромагнитная индукция

### КОЛЕБАНИЯ И ВОЛНЫ

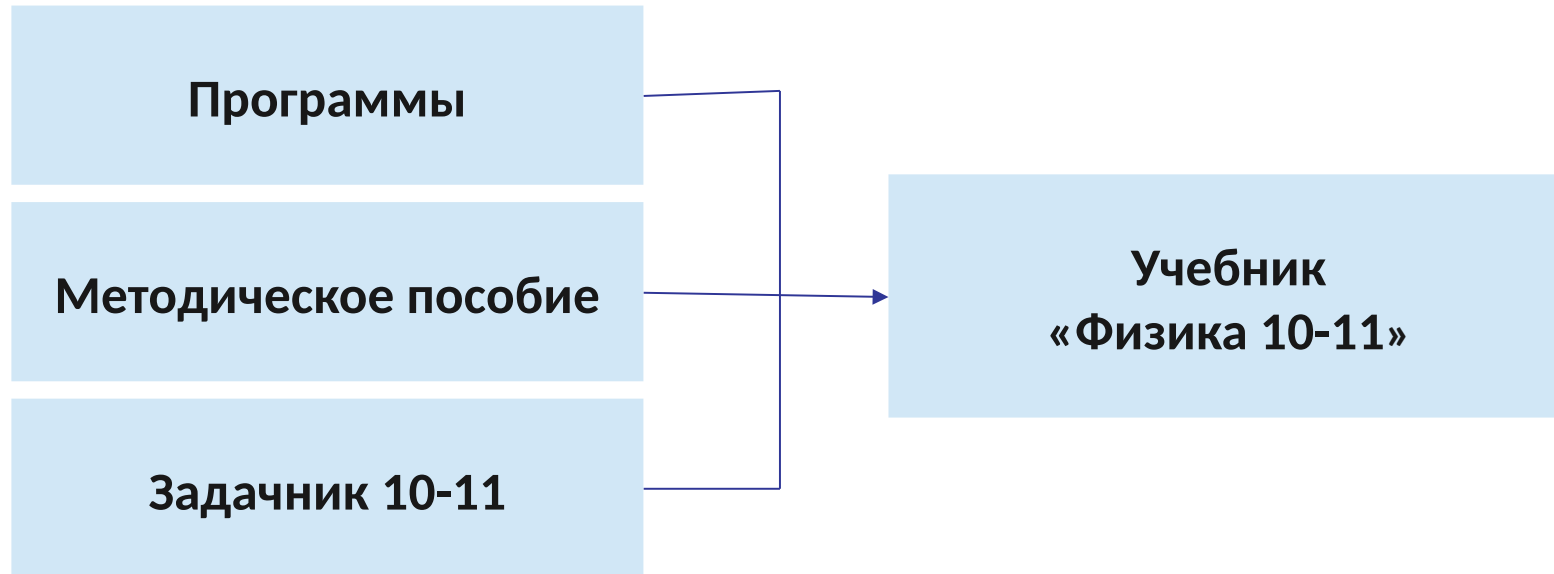
- Механические колебания и волны
- Электромагнитные колебания и волны
- Законы геометрической оптики
- Волновая оптика
- Элементы теории относительности

### КВАНТОВАЯ ФИЗИКА. АСТРОФИЗИКА

- Квантовая физика. Строение атома.
- Физика атомного ядра. Элементарные частицы.
- Элементы астрофизики



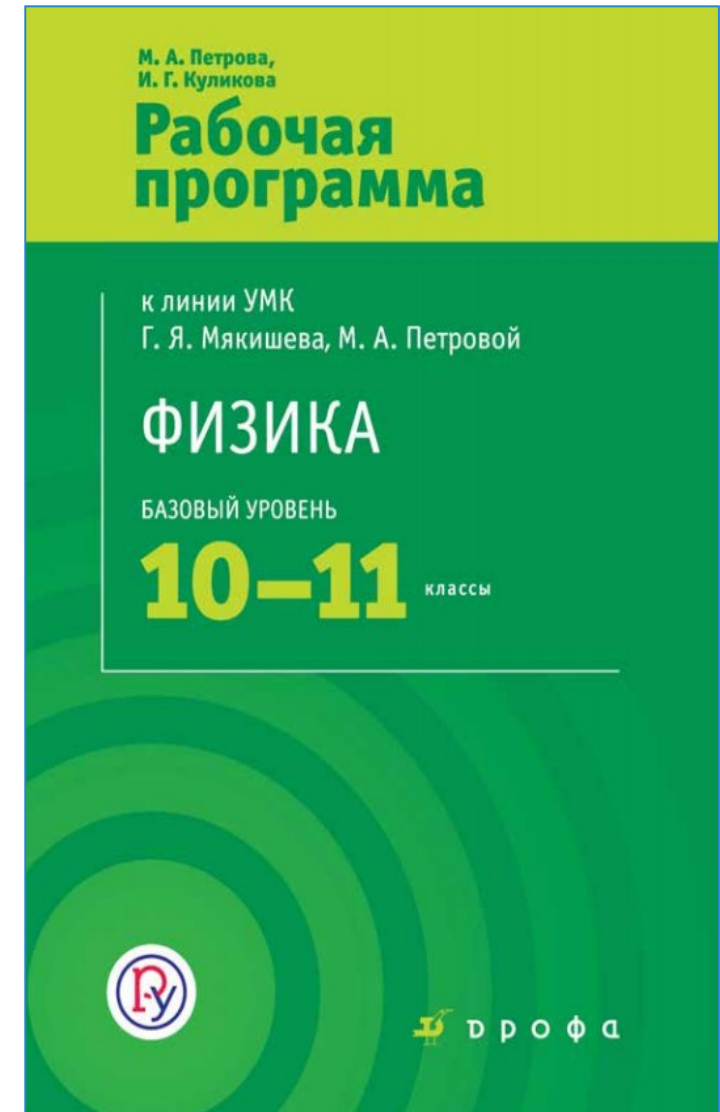
# УДОБНЫЙ УМК ДЛЯ УЧИТЕЛЯ



# УДОБНЫЙ УМК ДЛЯ УЧИТЕЛЯ

Рабочая программа:

<https://rosuchebnik.ru/upload/iblock/062/062211d4c884e9e9185d50534fb35107.pdf>



# УДОБНЫЙ УМК ДЛЯ УЧИТЕЛЯ

Методическое пособие (10 класс):

<https://rosuchebnik.ru/upload/iblock/881/88145aa31cd82c0e54333ae97c1371e9.pdf>



# МЕТОДИЧЕСКИЕ ПРИНЦИПЫ ПОСТРОЕНИЯ УЧЕБНИКА





# ФИЗИКА В УЧЕБНИКЕ ДОЛЖНА БЫТЬ ИЗЛОЖЕНА ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНО И ЛОГИЧНО



§ 1

ФИЗИКА И ОБЪЕКТЫ ЕЁ ИЗУЧЕНИЯ.  
МЕТОДЫ НАУЧНОГО ИССЛЕДОВАНИЯ В ФИЗИКЕ

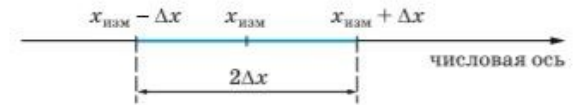


Рис. 1.1

Абсолютная погрешность выражается в единицах измеряемой величины и определяет границы числового интервала, в котором с большой вероятностью находится истинное значение величины  $x$ .

Для истинного значения величины справедливо соотношение:

$$x_{\text{изм}} - \Delta x \leq x \leq x_{\text{изм}} + \Delta x.$$

Числовой интервал  $2\Delta x$ , в котором с вероятностью, близкой к единице, находится истинное значение величины  $x$ , называют *доверительным интервалом* (рис. 1.1).

Относительная погрешность  $\varepsilon$  измерения — безразмерная величина, равная отношению абсолютной погрешности к измеренному значению величины.

$$\varepsilon = \frac{\Delta x}{x_{\text{изм}}}.$$

Часто относительную погрешность измерения выражают в процентах:

$$\varepsilon = \frac{\Delta x}{x_{\text{изм}}} \cdot 100\%.$$

# ФИЗИКА В ШКОЛЕ – ЭТО СОВРЕМЕННО И ИНТЕРЕСНО, ВНЕ ЗАВИСИМОСТИ СДАЕМ ЛИ ЕГЭ

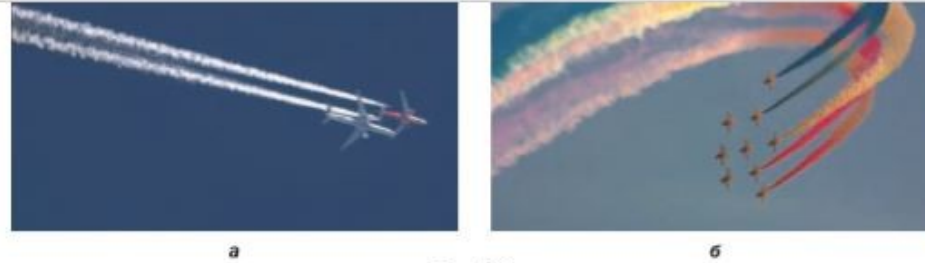


Рис. 2.3

Так, любые две точки (например,  $A$  и  $B$ ) кабинки колеса обозрения (рис. 2.4,  $a$ ) движутся так, что проходящая через них прямая  $AB$  всегда остаётся параллельной самой себе (рис. 2.4,  $b$ ). Тем самым, кабинка движется поступательно.

Движение тела называют вращательным, если все его точки движутся по окружностям, центры которых лежат на одной прямой. Эту прямую называют осью вращения тела.

Вращательное движение совершают, например, колёса, валы двигателей и генераторов, пропеллеры самолётов.

Остановимся ещё на одном способе описания движения, называемом *аналитическим*. В каждый момент времени  $t$  координата  $x$  тела имеет определённое значение. С течением времени происходит изменение координаты. На математическом языке это означает, что координата  $x$  является функцией времени:

$$x = f(t), \text{ или } x = x(t).$$

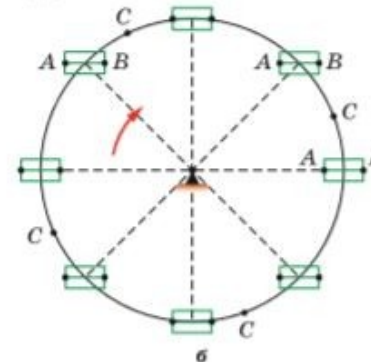


Рис. 2.4



## Это любопытно...

### Из истории развития физики и техники

После того как вы изучили три закона Ньютона, дадим их формулировки из книги «Математические начала натуральной философии». При этом приведём эти законы в переводе с латыни, который сделал академик А. Н. Крылов.



И. НЬЮТОН

**Закон 1.** Всякое тело продолжает удерживаться в своём состоянии покоя или равномерного и прямолинейного движения, пока и поскольку оно не принуждается приложенными силами изменить это состояние.

**Закон 2.** Изменение количества движения пропорционально приложенной движущей силе и происходит по направлению той прямой, по которой сила действует.

**Закон 3.** Действию всегда есть равное и противоположное противодействие, иначе взаимодействия двух тел друг на друга и между собой равны и направлены в противоположные стороны.

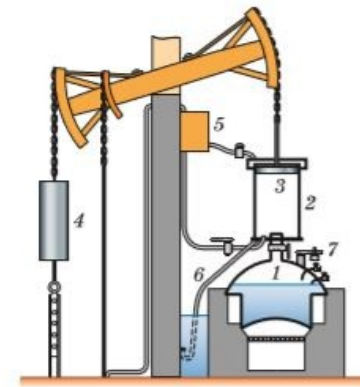


Рис. 7.26

квивания в цилиндр холодной воды из резервуара 5 пар конденсируется, и поршень опускается. Охлаждающая вода и сконденсированный пар выпускаются из цилиндра по трубе 6, а излишний пар из котла — через предохранительный клапан 7. Машина Ньюкомена использовалась в Европе более 50 лет.

Первая в России двухцилиндровая вакуумная паровая машина была спроектирована механиком Иваном Ивановичем Ползуновым (1728—1766) под Барнаулом. В ней было использовано автоматическое регулирование впуска и выпуска пара. Машина имела два цилиндра с поршнями, соединёнными цепями с балансирами. Последние приводили в действие мехи, которые накачивали воздух в плавильные печи. После этого Ползунов сконструировал мощный тепловой двигатель на 15 плавильных печей. Это была уже настоящая теплосиловая станция.



# В ШКОЛЬНОЙ ФИЗИКЕ НЕТ НЕНУЖНЫХ ТЕМ, ЕСТЬ ДЕФИЦИТ ВРЕМЕНИ ДЛЯ ИХ ИЗЛОЖЕНИЯ

На желтом фоне параграфы – для учащихся, интересующихся физикой

## § 21 СИЛА СОПРОТИВЛЕНИЯ ПРИ ДВИЖЕНИИ ТЕЛ В ЖИДКОСТЯХ И ГАЗАХ

**СИЛА СОПРОТИВЛЕНИЯ.** При движении твёрдого тела в жидкости или при движении одного слоя жидкости (газа) относительно другой возникает сила, тормозящая движение, — *сила вязкого трения* или *сила сопротивления*. Она направлена параллельно поверхности

## § 22 ДИНАМИКА ВРАЩАТЕЛЬНОГО ДВИЖЕНИЯ ТЕЛА ПО ОКРУЖНОСТИ

**ДВИЖЕНИЕ ТЕЛА ПО ОКРУЖНОСТИ.** Рассмотрим тело (материальную точку), движущееся по окружности радиусом  $R$  с постоянной скоростью  $\vec{v}$ . При таком движении модуль скорости остаётся постоянным, но направление скорости изменяется с течением времени. Скорость тела в любой момент можно считать мгновенной скоростью, и она направлена по касательной к окружности (рис. 3.61). В § 11 было доказано, что при подобном движении тело имеет нормальное (центростремительное) ускорение, которое направлено перпендикулярно мгновенной скорости тела по радиусу окружности.

Модуль нормального ускорения  $a$  тела можно рассчитать

$$a = \frac{v^2}{R}.$$

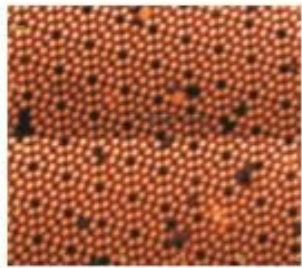
## § 25 РЕАКТИВНЫЕ ДВИГАТЕЛИ. УСПЕХИ В ОСВОЕНИИ КОСМИЧЕСКОГО ПРОСТРАНСТВА

**РЕАКТИВНЫЕ ДВИГАТЕЛИ.** Реактивные двигатели получили широкое применение в связи с освоением космического пространства. Их применяют также для метеорологических и военных ракет различного радиуса действия. В космическом пространстве использовать какие-либо другие двигатели, кроме реактивных, невозможно: нет опоры, отталкиваясь от которой космический корабль мог бы получить ускорение. Использование же реактивных двигателей для самолётов и ракет, не выходящих за пределы атмосферы, связано с тем, что именно такие двигатели способны обеспечить максимальную скорость полёта.

Реактивные двигатели можно разделить на два класса: *ракетные* и *воздушно-реактивные*. В ракетных двигателях топливо и необходимый окислитель находятся непосредственно внутри двигателя



# ФИЗИКА В ШКОЛЕ – ЭТО СОВРЕМЕННАЯ И ДИНАМИЧНО РАЗВИВАЮЩАЯСЯ ОБЛАСТЬ НАУКИ



а



б

Рис. 6.1

Отметим, что современные приборы позволяют рассматривать отдельные атомы на поверхностях тел и измерять их размеры. Самый совершенный из них, называемый сканирующим туннельным микроскопом, был создан в середине 1980-х гг. сотрудниками компьютерной фирмы ИВМ Г. Биннигом и Г. Рорером. Они были удостоены за это изобретение Нобелевской премии по физике (1986).

## Это любопытно...

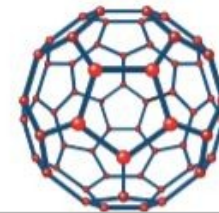
### На переднем крае науки и техники

В 1985 г. была открыта ранее неизвестная модификация углерода — фуллерен  $C_{60}$ . Молекула фуллерена представляет собой замкнутую сферу, составленную из правильных пятиугольников (пентагонов) и шестиугольников (гексагонов) с атомами углерода в вершинах (рис. 6.48).

Это молекулярное соединение по форме напоминает футбольный мяч. В отличие от графита и алмаза, структура которых представляет собой периодическую решётку атомов, минимальным элементом структуры молекулы фуллерена является не атом, а молекула. В 1985 г. Роберт Кёрл (р. 1933), Харольд Крото (1939—2016), Ричард Смолли (1943—2005) исследовали спектры паров графита, полученных при лазерном облучении твёрдого образца. В экспериментах твёрдая графитовая мишень подвергалась воздействию мощного лазерного излучения. В результате происходило образование плазмы, имеющей температуру 5000—10 000 °С, в которой и синтезировались молекулы  $C_{60}$ . Они идентифицировались методом масс-спектропии, т. е. с помощью прибора, позволяющего сортировать атомы и молекулы по их массам. За открытие фуллеренов Р. Кёрл, Х. Крото и Р. Смолли были удостоены Нобелевской премии по химии 1996 г.

Свое название фуллерены получили по фамилии архитектора Ричарда Бакминстера Фуллера (1895—1983), сконструировавшего купол павильона США на выставке в Монреале в 1967 г. в виде сочленённых пяти- и шестиугольников (рис. 6.49).

В настоящее время ведутся исследования по использованию фуллеренов для создания фотоприёмников и оптоэлектронных устройств, алмазных и ал-



# УЧЕБНИК - И ДЛЯ ТЕХ, КТО ПЛАНИРУЕТ СДАВАТЬ ЕГЭ

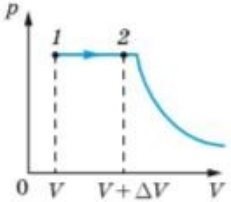
## Примеры решения задач.

Все примеры важных типов задач, которые можно и нужно дублировать на уроках при изучении тем.

**ПРИМЕР РЕШЕНИЯ ЗАДАЧИ**

В закрытом сосуде объёмом  $0,1 \text{ м}^3$  при температуре  $147 \text{ °C}$  содержится  $0,5 \text{ кг}$  воды. На какую величину следует изменить объём сосуда, чтобы в нём содержались только насыщенные пары воды? Давление насыщенных паров воды при данной температуре равно  $4,7 \cdot 10^5 \text{ Па}$ .

<b>Дано:</b> $t = 147 \text{ °C}$ $V = 0,1 \text{ м}^3$ $m = 0,5 \text{ кг}$ $\rho_{\text{н}} = 4,7 \cdot 10^5 \text{ Па}$ $M = 18 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$	<b>СИ:</b> $T = 420 \text{ К}$	<b>Решение:</b> График рассматриваемого процесса показан на рисунке рис. 8.15.
--	-----------------------------------	---

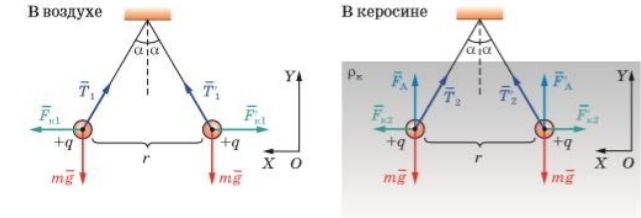


**Рис. 8.15**

Один из способов создать в сосуде насыщенный пар — это увеличить объём сосуда (переход  $1 \rightarrow 2$  на рис. 8.15). В точке 2 объём сосуда будет равен  $V + \Delta V$ . Используя уравнение Менделеева — Клапейрона, запишем:

$$\rho_{\text{н}}(V + \Delta V) - \frac{m}{M}RT \Rightarrow \Delta V = \frac{mRT}{M\rho_{\text{н}}} - V.$$

295



**Рис. 9.11**

**В воздухе:**  
 $m\vec{g} + \vec{T}_1 + \vec{F}_{k1} = 0.$

**В керосине:**  
 $m\vec{g} + \vec{T}_2 + \vec{F}_A + \vec{F}_{k2} = 0.$

Спроецируем полученные уравнения на оси  $OX$  и  $OY$ .

$OY: T_1 \cos \alpha - mg = 0, \quad (1)$        $OY: T_2 \cos \alpha + F_A - mg = 0, \quad (3)$   
 $OX: T_1 \sin \alpha - F_{k1} = 0, \quad (2)$        $OX: T_2 \sin \alpha - F_{k2} = 0. \quad (4)$

Разделим почленно уравнения (2) и (1):

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{F_{k1}}{mg},$$

уравнения (4) и (3):

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{F_{k2}}{mg - F_A}.$$

Угол расхождения нитей по условию задачи должен быть одним и тем же, поэтому

$$\frac{F_{k1}}{mg} = \frac{F_{k2}}{mg - F_A}, \quad (5)$$

где  $F_{k1} = \frac{\rho_k V g}{r^2} = \frac{\rho_k g r^2}{r^2}$ ;  $F_{k2} = \frac{\rho_k g r^2}{r^2}$ .

Подставим в формулу (5) выражения для модулей сил  $mg = \rho V g$ ,  $F_A = \rho_k V g$ :

$$\frac{\rho_k g r^2}{r^2} (\rho V g - \rho_k V g) = \rho V g \frac{\rho_k g r^2}{r^2}, \quad \rho V g - \rho_k V g = \rho V g \frac{1}{\epsilon},$$

$$\rho \left(1 - \frac{1}{\epsilon}\right) = \rho_k \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \rho = \frac{\rho_k \epsilon}{\epsilon - 1}.$$

# УЧЕБНИК – И ДЛЯ ТЕХ, КТО ПЛАНИРУЕТ СДАВАТЬ ЕГЭ

Учебный материал иллюстрирует жизненно необходимые вопросы и объясняет физические явления вокруг

Можно прикоснуться к телу предметом, имеющим заряд, и тело так же зарядится. Опыт показывает, что наэлектризованные тела притягивают или отталкивают друг друга. Так, например, эбонитовая палочка, наэлектризованная трением о мех, отталкивается от другой такой же наэлектризованной палочки (рис. 9.3, *а*) или притягивается к наэлектризованной при трении о шёлк стеклянной палочке (рис. 9.3, *б*).

В результате электризации кусок меха приобретает положительный заряд, а кусок шёлка — отрицательный.



Рис. 9.2



Рис. 9.3

Проводники в этом случае называют *обкладками (пластинами) конденсатора*. Конденсаторы используют для накопления электрических зарядов. На рисунке 9.58 приведены различные типы конденсаторов: *а* — плоский конденсатор; *б* — конденсатор переменной ёмкости; *в* — керамический конденсатор; *г* — электролитический конденсатор.

Простейший плоский конденсатор состоит из двух одинаковых параллельных пластин, находящихся на малом расстоянии друг от друга (рис. 9.59). Если заряды пластин одинаковы по модулю и противоположны по знаку, то почти всё электрическое поле сосредоточено внутри конденсатора. Линии напряжённости начинаются на положительно заряженной обкладке конденсатора и оканчиваются на отрицательно заря-

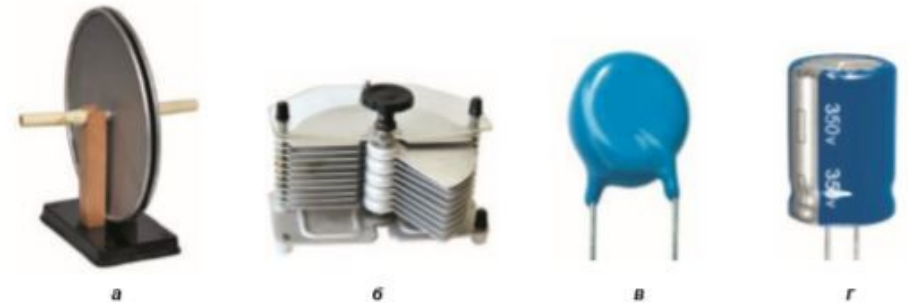


Рис. 9.58

354



корпорация  
**российский**  
учебник



# МЕТОДИЧЕСКИЙ АППАРАТ УЧЕБНИКА



# ДВУХУРОВНЕВОЕ ИЗЛОЖЕНИЕ ТЕМЫ. ИЗЛОЖЕНИЕ ТЕМ СООТВЕТСТВУЕТ СОВРЕМЕННОМУ КОДИФИКАТОРУ СОДЕРЖАНИЯ ЕГЭ ПО ФИЗИКЕ

§ 59

## ЭЛЕКТРИЧЕСКОЕ ПОЛЕ. НАПРЯЖЁННОСТЬ ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ПОЛЯ

**ТЕОРИЯ БЛИЗКОДЕЙСТВИЯ И ДАЛЬНОДЕЙСТВИЯ.** В физике XVIII в. существовали две теории, описывающие действие одного тела на другое. Предположение о том, что взаимодействие между удалёнными друг от друга телами всегда осуществляется с помощью промежуточных звеньев (или среды), передающих взаимодействие от точки к точке, составляет сущность *теории близкодействия*. Многие учёные, сторонники этой теории, для объяснения происхождения гравитационных и электромагнитных сил придумывали невидимые истечения, окружавшие планеты и магни-

Параграф на зеленом фоне для базового изучения

§ 61

## НАПРЯЖЁННОСТЬ ПОЛЯ РАЗЛИЧНОЙ КОНФИГУРАЦИИ ЗАРЯДОВ

**НАПРЯЖЁННОСТЬ ПОЛЯ РАВНОМЕРНО ЗАРЯЖЕННОЙ СФЕРЫ.** Когда заряд распределён по какой-либо поверхности, то для расчёта напряжённости электрического поля вводят физическую величину — *поверхностную плотность заряда*. Её обозначают буквой  $\sigma$ .

Поверхностной плотностью заряда называют отношение заряда  $\Delta q$  к площади поверхности  $\Delta S$ , по которой он распределён.

$$\sigma = \frac{\Delta q}{\Delta S}.$$

Единица поверхностной плотности заряда в СИ — 1 Кл/м<sup>2</sup>.

В случае равномерного распределения заряда  $q$  по поверхности площадью  $S$  поверхностная плотность заряда постоянна и равна

$$\sigma = \frac{q}{S}. \quad (1)$$

Докажем, что *напряжённость электростатического поля в любой точке внутри заряженной сферы всегда равна нулю*. Для этого выберем произвольную точку  $A$  внутри сферы (рис. 9.26) и построим два симметричных конуса с одинаковыми малыми углами при вершине.

На поверхности сферы конусы отсекают малые

Параграф на желтом фоне для учащихся интересующихся физикой

# ДВУХУРОВНЕВЫЕ ВОПРОСЫ ПОСЛЕ ПАРАГРАФА



**1.** Опишите схему работы теплового двигателя. **2.** Какую физическую величину называют КПД теплового двигателя? **3.** Что представляет собой цикл Карно? Какие процессы происходят в цикле Карно? **4.** Как можно определить КПД идеальной тепловой машины, работающей по циклу Карно? **5.** Как можно повысить КПД теплового двигателя? **6.** Какие процессы происходят в идеальной холодильной машине, работающей по циклу Карно?



**1.** Что является рабочим телом, нагревателем и холодильником: а) в ракетном двигателе; б) в дизельном двигателе?

**2.** Древнегреческий учёный и изобретатель Герон Александрийский в трактате «Пневматика» описал различные пневматические устройства. Одним из них является эолипил — полый шар, укрепленный на оси (рис. 7.23). Шар снабжен двумя выступающими диаметрально противоположными изогнутыми трубками; под ним установлен со-

271



Вопросы для закрепления темы параграфа



Вопросы для обсуждения, качественные



Рис. 7.23

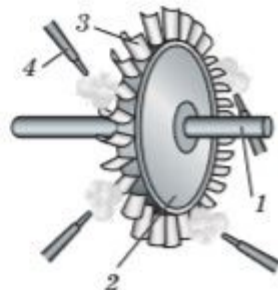


Рис. 7.24

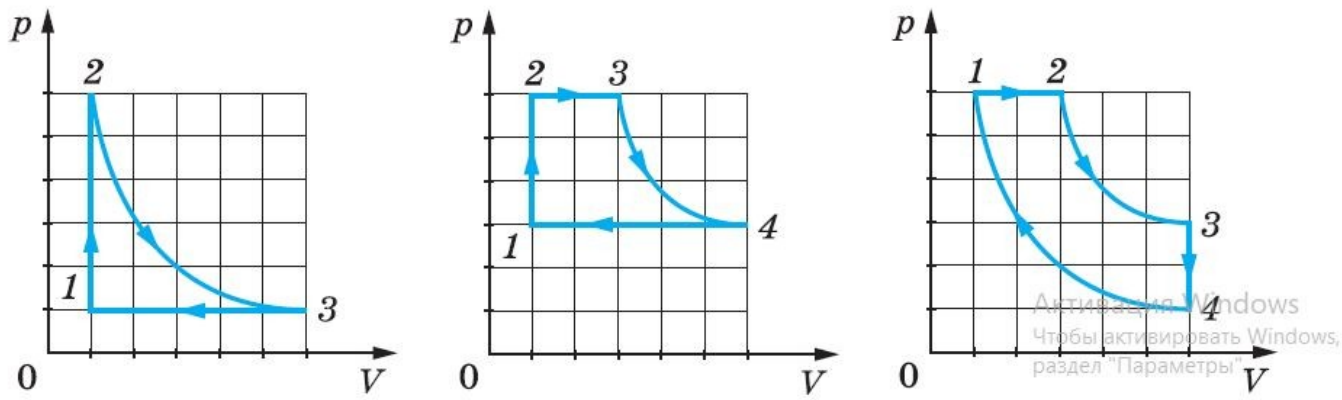
# ЗАДАЧИ ДЛЯ БАЗОВОГО И УГЛУБЛЕННОГО УРОВНЕЙ

Синий номер – задача базового уровня.

Красный – задача углубленного уровня, для учащихся интересующихся физикой

Почти все задачи: авторские задачи Заболотского А.А. и Комиссарова В.Ф.

- 6.** На рисунке 6.18, *a–в* приведены графики изменения состояния термодинамической системы (идеального газа) в координатах  $p$ – $V$ . Постройте графики этого процесса в координатах  $p$ – $T$  и  $V$ – $T$ .
- 7.** Два одинаковых стеклянных шара соединены трубкой. При температуре  $0\text{ }^{\circ}\text{C}$  капля ртути находится посередине трубки. Объем воздуха с каждой стороны капли равен  $200\text{ см}^3$ . На какое расстояние сместится капля, если один шар нагреть до  $2\text{ }^{\circ}\text{C}$ , а другой охладить до  $-2\text{ }^{\circ}\text{C}$ ? Площадь поперечного сечения трубки составляет  $20\text{ мм}^2$ .



# ДВУХУРОВНЕВЫЕ ПРИМЕРЫ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ



## ПРИМЕР РЕШЕНИЯ ЗАДАЧИ

\* В вертикальном цилиндре под тяжёлым поршнем находится кислород массой 2 кг. Для повышения температуры кислорода на 5 К ему было сообщено количество теплоты, равное  $9,16 \cdot 10^3$  Дж. Определите изменение внутренней энергии газа.

Дано:

$f = 5$   
 $m = 2$  кг  
 $\Delta T = 5$  К  
 $Q = 9,16 \cdot 10^3$  Дж  
 $R = 8,31$  Дж/моль · К  
 $M = 0,032$  кг/моль

$\Delta U = ?$

Решение:

Построим график процесса в координатах  $p$ — $V$  (рис. 7.17).

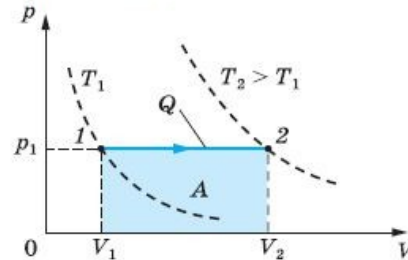


Рис. 7.17

С красной звездочкой – углубленного уровня



## ПРИМЕР РЕШЕНИЯ ЗАДАЧИ

КПД тепловой машины равен 40%. Каким станет КПД этой машины, если количество теплоты, получаемое машиной за цикл, увеличить на 20%, а количество теплоты, отдаваемое холодильнику, уменьшить на 10%?

Дано:

$\eta_1 = 40\%$   
 $Q_{н2} = 1,2 Q_{н1}$   
 $Q_{х2} = 0,9 Q_{х1}$

$\eta_2 = ?$

Решение:

Обозначим через  $Q_{н1}$ ,  $Q_{н2}$  количества теплоты, полученные тепловым двигателем в первом и во втором случае, а через  $Q_{х1}$ ,  $Q_{х2}$  — количества теплоты, отданные холодильнику. Тогда

$$\eta_1 = \frac{Q_{1н} - Q_{1х}}{Q_{1н}} = 1 - \frac{Q_{х1}}{Q_{н1}}, \quad (1)$$

$$\eta_2 = \frac{Q_{2н} - Q_{2х}}{Q_{2н}} = 1 - \frac{Q_{х2}}{Q_{н2}}. \quad (2)$$

Без звездочки – базового уровня



# ДВУХУРОВНЕВАЯ МЕТОДИКА ДЛЯ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЙ И ПРОЕКТНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ПОСЛЕ КАЖДОЙ ГЛАВЫ

## ЗАДАНИЯ ДЛЯ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЙ И ПРОЕКТНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

1. Игрушка «пьющий утёнок» (рис. 7.27) состоит из двух полых стеклянных шариков, соединённых трубкой. Верхний шарик покрыт гигроскопической ватой. Нижний шарик частично заполнен летучей жидкостью. К трубке этот шарик припаян так, что конец трубки находится ниже уровня жидкости. Если голову утёнка наклонить в сосуд с водой и отпустить, то утёнок начнёт совершать колебания. Объясните, за счёт какой энергии и каким именно образом действует игрушка. Постройте диаграмму работы пара в стеклянном резервуаре игрушки. Покажите на диаграмме полезную работу, которую совершает утёнок.
2. Определите КПД электрических чайников, которые используются вами и вашими друзьями в быту. Составьте таблицу результатов и сделайте вывод.
3. Кипятильник Франклина представляет собой две стеклянные колбы, соединённые трубкой. Сосуд герметичен и частично заполнен спиртом. Если укрепить кипятильник на горизонтальной оси над кюветой с подогретой водой, то будет наблюдаться интересное явление. Какое именно и как оно объясняется?



Рис. 7.27

Задания для экспериментальной деятельности выделены

## Примерные темы рефератов и проектов

1. Из истории изобретения тепловых двигателей.
2. Холодильные машины: виды, устройство, принцип действия, применение.
3. Экологические проблемы использования тепловых машин: анализ и способы решения.
4. Что изобрели Джеймс Уатт и Иван Иванович Ползунов?
5. Двигатель Стирлинга — тепловой двигатель с самым высоким КПД.

Примерные темы рефератов и проектов – выделены отдельно

# ТЕОРИЯ ПОГРЕШНОСТЕЙ В ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТАХ

## ЛАБОРАТОРНЫЕ РАБОТЫ



**ВЫЧИСЛЕНИЕ ПОГРЕШНОСТЕЙ В ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТАХ ПО ФИЗИКЕ.** Самым простым является вычисление погрешности прямого измерения. При оценке точности прямого измерения необходимо учитывать *случайную погрешность* и *погрешность средств измерения*.

Выполнив  $n$  измерений величины  $x$  при неизменных условиях опыта, получим её значения  $x_1, x_2, x_3$  и т. д. Разброс значений физической величины является неизбежным и вызван тем, что любой человек допускает неточности при повторных измерениях. Наилучшим приближением к истинному значению величины  $x$  является среднее арифметическое измеренных значений:

$$x_{\text{ср}} = \frac{x_1 + x_2 + \dots + x_i + \dots + x_n}{n}$$

Ак  
Что

Погрешность прямых измерений,  
погрешность косвенных измерений

Правила округления при  
физических измерениях

Правила построения графиков при  
проведении лабораторных работ

# 10 ФРОНТАЛЬНЫХ ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ НА ПРОСТЕЙШЕМ ОБОРУДОВАНИИ

## № 2

### ИССЛЕДОВАНИЕ ДВИЖЕНИЯ ТЕЛА, БРОШЕННОГО ГОРИЗОНТАЛЬНО

**Цель работы** Освоить способ определения начальной скорости тела, брошенного горизонтально, по высоте броска и дальности полёта.

**Оборудование** Штатив с муфтой и лапкой, жёлоб дугообразный, шарик стальной, металлический цилиндр (калориметрическое тело), листы белой и копировальной бумаги, рулетка, скотч.

#### Необходимые сведения

Экспериментальная установка для проведения работы показана на рисунке 6. Объектом исследования является движение шарика, который скатывается с дугообразного жёлоба, закреплённого на некоторой высоте над столом.

$$v_0 = s\sqrt{\frac{g}{2H}}, \quad (1)$$

$s$  — расстояние по горизонтали, которое пролетит шарик;  $H$  — высота, на которой произошёл отрыв шарика от жёлоба.

#### Подготовка к работе

1. Выведите формулу (1).
2. Укажите, какие величины подлежат прямым измерениям при выполнении опыта. С помощью каких приборов их можно измерить?



Рис. 6



# ОТВЕТЫ К ЗАДАЧАМ ПАРАГРАФА

## ОТВЕТЫ К УПРАЖНЕНИЯМ

- § 5.** 1. 2 см; влево. 2. 45 км/ч. 3. 40 км. 5. а) 100 м; б)  $-5$  м/с; в) 25 м; г) 75 м.
- § 6.** 1. а) 5 м/с;  $-3$  м/с;  $-2$  м/с; 5 м/с; б) 0; в) 50 м; г) 3,33 м/с; д) 0; е) 0,67 м/с; ж) 5 м/с. 2. 72 км/ч. 3. 75 км/ч. 4. 36 км/ч. 5. 6 км/ч.
- § 7.** 1. 1 км. 2. 1 м/с<sup>2</sup>; а) 50 м; б) 9,5 м. 3. 2 м/с; 8 м/с. 4. 302,2 м/с<sup>2</sup>; 36,4 с. 5. 22,5 м; 2,25 м/с.
- § 8.** 3. 0; 0; 2,5 м. 5. 33,5 м/с.
- § 9.** 1. 1,2 м. 2. 1,5 с. 3. а) 8,7 м/с; 5 м/с; б) 1,25 м; в) 1 с; г) 8,7 м. 4. 5 м.
- § 10.** 1. 104,4 км/ч; 32,4 км/ч. 2. 40 с. 3. 600 м/с. 4. а) 234 км/ч; б) 126 км/ч; в) 52,2 км/ч. 5. 1 м/с; 0,25 м/с.
- § 11.** 1. а) 7,85 см; 7,07 см; б) 15,7 см; 10 см; в) 31,4 см; 0; г) 78,5 см; 10 см. 2. 1 мин; 1 ч; 12 ч; 0,017 об/с; 0,00028 об/с; 0,000023 об/с. 3. а) 7 м; 10,99 м; б) 4,95 м; 5,495 м; в) 3,5 м; 3,66 м. 4. 35,1 м/с<sup>2</sup>; 56,4 об/мин. 5. 2512 м/с.
- § 13.** 1. 2 Н; сонаправлена с осью X. 2. 5 Н; направлена противоположно оси X. 3. 100 Н; вертикально вниз.





корпорация  
**российский  
учебник**



# МЕТОДИЧЕСКОЕ ПОСОБИЕ ДЛЯ УЧИТЕЛЯ

Авторы: Петрова М.А. и Кудрявцев В.В.

# В МЕТОДИЧЕСКОМ ПОСОБИИ РЕКОМЕНДОВАНО ПРОЦЕСС ОБУЧЕНИЯ ФИЗИКЕ ОРГАНИЗОВАТЬ НА ОСНОВЕ ТЕХНОЛОГИИ «ПЕРЕВЕРНУТОГО ОБУЧЕНИЯ» (ИЛИ «ПЕРЕВЕРНУТОГО КЛАССА»)

В пособии приведены методические разработки из расчета 2 и 3 ч в неделю

## ВВЕДЕНИЕ

Данное методическое пособие адресовано учителям физики, работающим по учебнику «Физика. 10 класс» авторов Г. Я. Мякишева, М. А. Петровой и др. В пособии дано примерное поурочное планирование учебного материала, содержащее таблицу распределения учебного времени (на 2 и 3 часа в неде-

## Глава 2. КИНЕМАТИКА

### Методические особенности изложения

Центральное место при изучении главы занимают следующие дидактические единицы: система отсчета, различные способы описания механического движения, относительность механического движения. Особое внимание следует уделить формулировке основной задачи кинематики и ее решению для конкретных задач. С учащимися важно обсудить проблему описания движения тела в целом и обоснованность выбора его модели (точки) в рамках решаемой задачи.

Знакомство с элементами кинематики закладывает основу последующего изучения курса физики старшей школы. Это связано с тем, что при рассмотрении вопросов динамики, молекулярной физики и термодинамики, электростатики, необходимо в той или иной форме отвечать на вопросы:

- 1) Где находится изучаемый объект?
- 2) Какое движение совершает данный объект?

1. Выбрать и указать состав системы взаимодействующих тел.
  2. Сделать два рисунка, на которых следует изобразить силы, действующие на систему тел до и после взаимодействия.
  3. Записать выражения для импульсов системы тел до и после взаимодействия.
  4. Проанализировать наличие внутренних и внешних сил, действующих на систему тел, возможность применения закона сохранения импульса.
  5. Записать закон сохранения импульса в векторной форме и в проекциях на соответствующую координатную ось.
  6. Решить полученную систему уравнений.
- Рассмотрим пример решения задачи, используя данный алгоритм.

### Задача

Лягушка массой  $m_1$  сидит на конце доски массой  $m_2$  и длиной  $L$  (рис. 6). Доска плавает на поверхности пруда. Лягушка прыгает под углом  $\alpha$  к горизонту в направлении противоположного конца доски. Какой должна быть начальная скорость  $v$  лягушки, чтобы она приземлилась на конец доски? Силой сопротивления воздуха пренебречь.

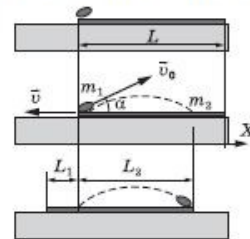


Рис. 6

2. Система тел:  $m_1, m_2$ ;  
 $\vec{P}_{\text{нач}} = 0$ ;  $\vec{P}_{\text{кон}} = m_1 \vec{v}_0 + m_2 \vec{u}$ ;
  3.  $\sum F_x = 0 \Rightarrow P_{\text{н.х}} = P_{\text{к.х}}$
  4. (x):  $0 = m_1 v_0 \cos \alpha - m_2 u$
  5.  $u = \frac{m_1 v_0 \cos \alpha}{m_2}$
- $$L = L_1 + L_2$$
- $$L = u t_n + (v_0 \cos \alpha) t_n,$$
- $t_n$  — время полета
- $$L = u \frac{2v_0 \sin \alpha}{g} + v_0 \cos \alpha \frac{2v_0 \sin \alpha}{g}$$

Ответ:  $v_0 = \sqrt{\frac{gL}{\left(\frac{m_1}{m_2} + 1\right) \sin^2 \alpha}}$

78

В начале каждой главы важные моменты по подготовке к ЕГЭ по физике и примеры решения ключевых задач



## Необходимые комментарии по отдельным темам, не вошедшие в учебник

Тангенциальное ускорение характеризует быстроту изменения модуля скорости. Нормальное ускорение  $\vec{a}_n$  перпендикулярно скорости и характеризует быстроту изменения направления скорости.

Полное ускорение  $\vec{a}$  тела равно сумме тангенциального и нормального ускорений:

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

На рисунке 2, а изображён случай ускоренного движения, а на рисунке 2, б — замедленного движения тела.

The diagram consists of two parts, labeled 'а' and 'б'. Part 'а' shows a curved path starting at point A. A velocity vector  $\vec{v}$  is shown as a horizontal arrow pointing to the right. A normal acceleration vector  $\vec{a}_n$  is shown as a vertical arrow pointing downwards from point A. A tangential acceleration vector  $\vec{a}_\tau$  is shown as a horizontal arrow pointing to the right from point A. The resultant total acceleration vector  $\vec{a}$  is shown as a diagonal arrow pointing down and to the right from point A. Part 'б' shows a curved path starting at point B. A velocity vector  $\vec{v}$  is shown as a horizontal arrow pointing to the right. A normal acceleration vector  $\vec{a}_n$  is shown as a vertical arrow pointing downwards from point B. A tangential acceleration vector  $\vec{a}_\tau$  is shown as a horizontal arrow pointing to the left from point B. The resultant total acceleration vector  $\vec{a}$  is shown as a diagonal arrow pointing down and to the left from point B.

Рис. 2

## Урок 13/11 Кинематика вращательного движения (§ 11)

### Цели урока

**Предметные:** формировать представления о кинематических параметрах вращательного движения, нормальном (центростремительном) ускорении при движении тела по окружности, об угловой скорости, периоде и частоте обращения, о связи между линейной и угловой скоростями; записывать кинематическое уравнение равномерного движения по окружности.

**Личностные:** формировать умение планировать свои действия в соответствии с учебным заданием.

**Метапредметные:** развивать навыки работы с информацией, представленной в знаково-символьной форме.

**Межпредметные:** показывать на примерах взаимосвязь между физикой и математикой (функциональные зависимости).

### Организация образовательного пространства

### Учебные пособия

• Физика: базовый уровень: 10 класс: учебник / Г. Я. Мякишев, М. А. Петрова и др. — М.: Дрофа, 2019. — 400 с.

• Шахмаев Н. М., Павлов Н. И. Физический эксперимент в средней школе. В 2-х частях. Часть 1.

Механика, молекулярная физика, электродинамика. — М.: Мнемозина, 2010. — 223 [1] с.

### Демонстрационное оборудование

Лаборатория L-micro: набор лабораторный «Механика».

### Методические комментарии

С помощью инструментов лаборатории L-micro рекомендуется провести следующие демонстрационные эксперименты: «Равномерное вращение точки по окружности», «Угловая скорость», «Период и частота вращения», «Линейная скорость. Связь между линейной и угловой скоростью». Учащиеся активно участвуют в обсуждении результатов демонстрационных экспериментов. В ходе дискуссии учащиеся отвечают на следующие вопросы.

1. Приведите примеры равномерного движения материальных точек по окружности.

2. От какого параметра зависит линейная скорость диска при вращательном движении?

Учащихся, интересующихся физикой и обладающих хорошей математической подготовкой, можно познакомить кинематическим уравнением при равнопеременном вращении (этот материал был приведен в начале данной главы). С учащимися необходимо разобрать пример решения задачи, задачи № 1 и 2.

### Домашнее задание

§ 11, вопросы после параграфа, задачи

№ 3, 4.

Предметные

Личностные

Метапредметные и  
межпредметные цели

Организация  
образовательного  
пространства

Методические  
комментарии

Домашнее задание

# ЗАДАНИЯ ДЛЯ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЙ И ПРОЕКТНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

## Задания для экспериментальной и проектной деятельности

1. Предложите несколько способов электризации тел в домашних условиях и апробируйте их. Результаты исследования представьте в виде фотоотчета.

2. Если воздушный шарик потереть куском шерсти, то он наэлектризуется, и будет притягивать мелкие сухие кусочки бумаги, пенопласта и других материалов. Как изменится сила притяжения к шарiku, если объем его несколько уменьшить, частично спустив из него воздух?

3. Как, располагая только весами и двумя металлическими пластинами известной площади, измерить разность потенциалов на зажимах источника постоянного напряжения?

Дополнительные творческие задания, не представленные в учебнике

Примерные темы рефератов и проектов, не представленных в учебнике

## Задания для экспериментальной и проектной деятельности

1. Выполните исследование на тему «Идеальная холодильная машина. Устройство, принцип действия, КПД».

2. Выполните исследование на тему «Кондиционер, тепловой насос. Устройство, принцип действия, КПД».

159

КПД». Какой максимальный отопительный коэффициент достижим на сегодняшний день?

3. Сконструлируйте самописец для автоматической записи диаграммы работы газа в цилиндре теплового двигателя.

## Примерные темы рефератов и проектов

1. Опыты Дж. Джоуля и их значение в истории физики.

2. Из истории установления первого закона термодинамики.

3. Тепловые машины: виды, устройство, физические основы работы, значения КПД, применение.

4. Иван Иванович Ползунов — уральский самородок



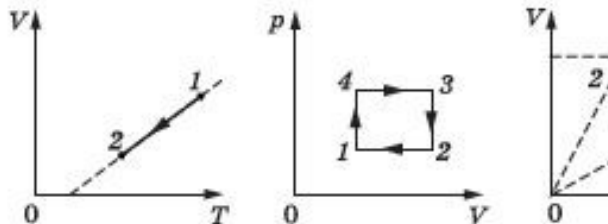
# В ПОСОБИИ СОДЕРЖАТСЯ ПРИМЕРНЫЕ ВАРИАНТЫ КОНТРОЛЬНЫХ РАБОТ С ОТВЕТАМИ К ЗАДАНИЯМ

## Урок 65/15 Контрольная работа по теме «Основы молекулярно-кинетической теории»

Из предложенных ниже вариантов рекомендуется разработать структуру контрольной работы в зависимости от уровня подготовки учащихся. Каждое задание части I оценивается в 1 балл, части II — 2 балла, части III — 3 балла.

### Часть I

1. Как изменится давление данного количества идеального газа при переходе из состояния 1 в состояние 2 (рис.)? 1) Не изменится; 2) увеличится; 3) уменьшится; 4) в зависимости от газа давления может уменьшиться, а может увеличиться.



2. Единица измерения в СИ физической величины выраженной выражением  $pV/RT$ : 1)  $\text{м}^3$ ; 2) Па; 4) моль.  
3. Единица измерения в СИ физической величины выраженной выражением  $Mp/RT$ : 1)  $\text{м}^3$ ; 2) Па; 4) моль.

Чаще всего предложено из заданий различного уровня составить контрольную работу для класса самостоятельно

### Ответы

#### Часть I

Задача	1	2	3	4	5	6
Ответ	2	4	3	3	2	2

#### Часть 2

1. 600 К. 2. 1, 44. 3. 0,5 мЗ. 4.  $1,2 \cdot 10^{-23}$  Дж.  
5.  $8 \cdot 10^5$  Па. 6. 38 кПа. 7. 377 К. 8. 20 м.  
9. 12 кПа. 10. 0,73 см.

#### Часть 3

3.  $m_{\text{тр}} = 600$  кг. 4.  $x = l \frac{2 - \sqrt{2}}{2}$ ;  $x \approx 23$  см.



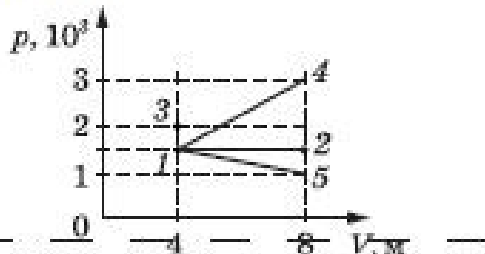
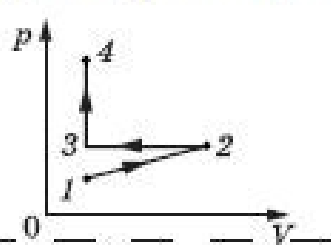
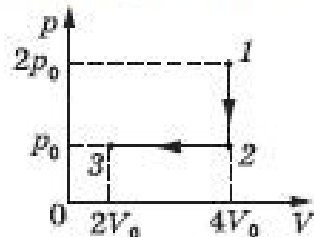
# ТЕСТЫ К ТЕХНОЛОГИИ ПЕРЕВЕРНУТОГО УРОКА

В начале урока рекомендуется провести опрос в виде теста с выбором ответа (примерно 15 мин). Ниже приведены примерные задания опроса.

1. Идеальный газ переводят из состояния 1 в состояние 3 так, как показано на графике (рис.). Работа внешних сил равна: 1)  $0,5\rho_0V_0$ ; 2)  $\rho_0V_0$ ; 3)  $2\rho_0V_0$ ; 4)  $4\rho_0V_0$ .

2. Идеальный газ участвует в процессах 1—2, 2—3 и 3—4 (рис.). В каком процессе модуль работы, совершаемой газом наибольший? 1) 1—2; 2) 2—3; 3) 3—4; 4) о работе газа в каждом процессе ничего сказать нельзя.

3. В результате некоторого процесса газ совершил работу, равную 6 кДж. На рис. исходное состояние



165

## Методические комментарии

В параграфе приводится большое количество теоретической информации, которую желательно прочесть учащимся до урока. С учащимися проанализируйте вопросы № 4 и 5 после параграфа. Обратите внимание на дополнительный материал, обсудите смысл изотермы реального газа и зависимость давления насыщенного пара от температуры.

Рассмотрите вопросы для обсуждения № 1 и 2 и проведите тест с выбором ответа. Ниже приведены примерные варианты задач теста. В конце урока обязательно проверьте с учащимися правильность их решения.

1. При повышении температуры скорость испарения жидкости возрастает. Это обусловлено: А. Увеличением числа молекул, обладающих энергией, необходимой для их выхода из жидкости. Б. Уменьшением давления насыщенного пара. Какое утверждение правильно? 1) Только А; 2) только Б; 3) и А, и Б; 4) ни А, ни Б.

2. Кипение жидкости происходит при температуре: 1)  $100\text{ }^\circ\text{C}$ ; 2) при которой жидкость переходит в пар; 3) при которой гидростатическое давление жидкости на дно сосуда равно внешнему давлению на свободную поверхность



корпорация

российский  
учебник



# Задачник по физике для 10-11 классов

Авторы: Заболотский А.А., Комиссаров В.Ф.,  
Петрова М.А.

А. А. Заболотский,  
В. Ф. Комиссаров, М. А. Петрова

# ФИЗИКА

**СБОРНИК ЗАДАЧ**



10

дрофа

# ПРОДУМАННЫЙ ЗАДАЧНИК ДЛЯ РАЗЛИЧНЫХ УРОВНЕЙ ИЗУЧЕНИЯ ФИЗИКИ

---

1. Оригинальные авторские задачи – к задачнику нет решебника
2. Задачи – от простого к более сложному
3. Задачи на метапредметные умения измерять и пользоваться простейшими измерительными приборами
4. Практикоориентированные задачи
5. Задачи на редкие темы
6. Задачи с использованием оборудования



# ТАБЛИЦЫ СПРАВОЧНЫХ ВЕЛИЧИН В ПРИЛОЖЕНИИ

## 3. Плотности некоторых веществ.

Вещество	$\rho$ , кг/м <sup>3</sup>	Вещество	$\rho$ , кг/м <sup>3</sup>
Твердые вещества (при 293 К)			
Алмаз	$3,5 \cdot 10^3$	Нихром	$8,3 \cdot 10^3$
Алюминий	$2,7 \cdot 10^3$	Олово	$7,3 \cdot 10^3$
Вольфрам	$1,93 \cdot 10^4$	Парафин	$9 \cdot 10^2$
Германий	$5,32 \cdot 10^3$	Платина	$2,15 \cdot 10^4$
Графит	$2,1 \cdot 10^3$	Поваренная соль	$2,1 \cdot 10^3$
Железо, сталь	$7,8 \cdot 10^3$	Полоний	$9,28 \cdot 10^3$
Золото	$1,93 \cdot 10^4$	Пробка	$2,4 \cdot 10^2$
Иридий	$2,24 \cdot 10^4$	Свинец	$1,14 \cdot 10^4$
Кирпич	$1,8 \cdot 10^3$	Серебро	$1,05 \cdot 10^4$
Константан	$8,9 \cdot 10^3$	Стекло	$2,5 \cdot 10^3$
Латунь	$8,5 \cdot 10^3$	Уголь каменный	$1,4 \cdot 10^3$
Лед (0 °С)	$0,9 \cdot 10^3$	Уран	$1,87 \cdot 10^4$
Манганин	$8,5 \cdot 10^3$	Фарфор	$2,3 \cdot 10^3$
Медь	$8,9 \cdot 10^3$	Цинк	$7,1 \cdot 10^3$
Медный купорос	$2,2 \cdot 10^3$	Цинк сернистый	$4,04 \cdot 10^3$
Нашатырь	$1,5 \cdot 10^3$	Чугун	$7,4 \cdot 10^3$
Никелин	$8,6 \cdot 10^3$	Эбонит	$1,2 \cdot 10^3$
Никель	$8,9 \cdot 10^3$		
Жидкости (при 293 К)			
Анилин	$1,02 \cdot 10^3$	Масло минеральное	$9,2 \cdot 10^2$
Бензин	$7,0 \cdot 10^2$	Масло оливковое	$9,2 \cdot 10^2$
Бензол	$9 \cdot 10^2$	Нефть	$8 - 9 \cdot 10^2$
Вода при 277 К	$1,0 \cdot 10^3$	Нитробензол	$1,20 \cdot 10^3$
Вода при 373 К	$0,958 \cdot 10^3$	Ртуть при 273 К	$1,36 \cdot 10^4$
Вода морская	$1,03 \cdot 10^3$	Скипидар	$8,7 \cdot 10^2$
Глицерин	$1,20 \cdot 10^3$	Спирт этиловый	$7,9 \cdot 10^2$
Керосин	$8,0 \cdot 10^2$	Эфир серный	$7,1 \cdot 10^2$
Газы (при нормальных условиях: $p_0 = 1,013 \cdot 10^5$ Па, $T_0 = 273$ К)			
Азот	1,25	Криптон	3,74
Аммиак	0,77	Ксенон	5,85
Аргон	1,78	Метан	0,72
Ацетилен	1,17	Неон	0,9
Воздух	1,29	Светильный газ	0,73
Водород	0,09	Углекислый газ	1,98
Гелий	0,18	Хлор	3,21
Кислород	1,43		

## 6. Тепловые свойства веществ.

Твердые тела (при нормальном атмосферном давлении)

Вещество	Удельная теплоемкость, кДж/(кг·К)	Температура плавления, °С	Удельная теплота плавления, кДж/кг
Алюминий	0,92	660	380
Латунь	0,39	900	330
Лед	2,1	0	330
Медь	0,40	1083	175
Никель	0,46	1455	300
Олово	0,28	232	59
Свинец	0,13	327	25
Серебро	0,23	960	88
Сталь	0,46	1400	82
Железо	0,46	1520	270

Жидкости (при нормальном атмосферном давлении)

Вещество	Удельная теплоемкость, кДж/(кг·К)	Температура кипения, °С	Удельная теплота парообразования, МДж/кг
Вода	4,19	100	2,26
Глицерин	2,42	290	
Ртуть	0,14	357	0,284
Спирт	2,42	78	0,853

Газы (при нормальном атмосферном давлении)

Вещество	Удельная теплоемкость, кДж/(кг·К)	Температура конденсации, °С
Азот	1,05	-196
Водород	14,3	-253
Воздух	1,01	
Гелий	5,29	-269
Кислород	0,913	-183



# ВЫВЕРЕННЫЕ ЧИСЛЕННЫЕ ОТВЕТЫ К КАЖДОЙ ЗАДАЧЕ

## Напряжённость электрического поля.

- 11.53. а)  $36 \cdot 10^4$  Н/Кл; б)  $3,6 \cdot 10^5$  Н/Кл; в)  $10$  нКл.
- 11.54.  $1 \cdot 5,8 \cdot 10^4$ .
- 11.55.  $5,9 \cdot 10^5$  Кл.
- 11.56. а) увеличится в 9 раз; б) уменьшится в 4 раза.
- 11.57. а) 0; б)  $\frac{kq}{R^2}$ ; в)  $\frac{kq}{4R^2}$ .
- 11.58. а) не изменится; б) равна 0.
- 11.59. не изменится.
- 11.60. а)  $Ea^2$ ; б) 0; в) 0.
- 11.61. 1.
- 11.64. а) 1 мКл; б) 0; в)  $2 \cdot 10^3$  нКл.
- 11.65. а) станет равен 0; б) увеличится в 8 раз.
- 11.66. а) 0; б)  $8 \cdot 10^2$  В/м.
- 11.67. 16 В/м.
- 11.68. 2 см.
- 11.69. а) между зарядами на расстоянии  $a/3$  от меньшего; б) на расстоянии  $a$  от меньшего и  $2a$  от большего.
- 11.70. а) 70 кВ/м; б) 50 кВ/м; в) 10 кВ/м; г) 50 кВ/м; д) 61 кВ/м.
- 11.71.  $15 \cdot 10^4$  В/м.
- 11.72. 34,4 кВ/м.
- 11.73. а) 1 мКл; б) -0,5 мКл.
- 11.74. а) 0; б) 5,6 кВ/м; в) 7,8 кВ/м.
- 11.75. а) 576 кВ/м; б) 432 кВ/м.
- 11.76. а)  $1,7 \cdot 10^5$  В/м; б)  $0,8 \cdot 10^5$  В/м.
- 11.77. 120 В/м.
- 11.78. -5,2 мКл.
- 11.79. 537 В/м.
- 11.80.  $1,8 \cdot 10^6$  В/м.
- 11.81.  $45^\circ$ .
- 11.82. 10 нКл.
- 11.83. 20 нКл.
- 11.84. 2 см/с<sup>2</sup>.
- 11.85.  $8 \cdot 10^{-4}$  м/с<sup>2</sup>.
- 11.86. а) увеличится; б) не изменится.
- 11.87. б)  $2 \cdot 10^{-2}$  с.
- 11.88. а) 0,9 с; б) 0,09 с.
- 11.88. а) 0,9 с; б) 0,09 с.
- 11.89. 2,6 см.
- 11.90.  $1,8 \cdot 10^7$  м/с.
- 11.91.  $5,6 \cdot 10^{-18}$  Дж.
- 11.92. а)  $6,3 \cdot 10^6$  м/с; б)  $4,1 \cdot 10^6$  м/с.
- 11.93. 9 мН.

## Работа электрического поля. Потенциал. Разность потенциалов.

- 11.95. 0.
- 11.98. а) уменьшается; б) увеличивается.
- 11.404. а) 40,9 кВ/м; б) 8,2 кВ.
- 11.105. в 2 раза.
- 11.106. 40 В.



корпорация  
**российский**  
учебник



# ЭЛЕКТРОННАЯ ФОРМА УЧЕБНИКА

# ЭЛЕКТРОННАЯ ФОРМА УЧЕБНИКА (ЭФУ)

- Полностью соответствует печатной форме
- Содержит дополнительные электронные образовательные ресурсы, электронные задания
- Все ЭФУ корпорации «Российский учебник» размещены на платформе LECTA:

[lecta.rosuchebnik.ru](http://lecta.rosuchebnik.ru)

- Коды для бесплатного получения пяти ЭФУ на один месяц:

**5books**

**UMK2019**



1. Какие величины называют: а) векторными; б) скалярными? Приведите примеры. 2. Что называют вектором перемещения? 3. Что представляют собой проекции радиуса-вектора  $\vec{r}$  (см. рис. 2.6)? Как можно определить его модуль? 4. Как можно найти проекции вектора перемещения?

## § 5

### РАВНОМЕРНОЕ ПРЯМОЛИНЕЙНОЕ ДВИЖЕНИЕ

**РАВНОМЕРНОЕ ПРЯМОЛИНЕЙНОЕ ДВИЖЕНИЕ. СКОРОСТЬ.** Если нам известно, что автомобиль в данный момент времени находится в определённом месте на шоссе, то мы ещё ничего не знаем о том, как он движется. Важной физической величиной, характеризующей движение тела, является его *скорость*. Со скоростью вы знакомы из повседневной жизни. Скорость показывает, как быстро движется тело, т. е. как быстро с течением времени меняется его положение в пространстве по отношению к другим телам.

Самое простое движение — это равномерное движение тела по прямой. Для этого движения проще всего определить, что такое скорость.

Движение тела называют равномерным прямолинейным, если его траектория представляет собой прямую линию и тело за любые равные промежутки времени проходит равные расстояния.

При этом тело движется всё время в одном и том же направлении. Будем считать, что тело (автомобиль на шоссе) движется прямолинейно. Пусть в момент времени  $t_1$  тело имело координату  $x_1$ , а в момент времени  $t_2$  его координата стала равной  $x_2$  (рис. 2.9). За интервал времени  $t_2 - t_1$  изменение координаты тела\* равно  $x_2 - x_1$ . Для интерва-

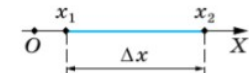


Рис. 2.9

\* Изменением любой величины, в том числе координаты, называют разность между значениями величины в конце и начале процесса изменения.

19

# Автор УМК: Петрова Мария Арсеньевна

---

## УЧЕБНИК ФИЗИКИ КАК ЭФФЕКТИВНЫЙ ИНСТРУМЕНТ ОРГАНИЗАЦИИ ОСВОЕНИЯ ПРЕДМЕТНОГО СОДЕРЖАНИЯ

к.п.н. Петрова Мария Арсеньевна, автор УМК





# Автор УМК: Петрова Мария Арсеньевна

26 лет работы учителем физики в Лицее 1502 при МЭИ, эксперт ЕГЭ



Кандидат педагогических наук, эксперт в области цифровых лабораторий



Статья 47, часть 3, пункт 4 (права педагогических работников):

4) право на выбор учебников, учебных пособий, материалов и иных средств обучения и воспитания в соответствии с образовательной программой и в порядке, установленном законодательством об образовании;

# Опаловский Владимир Александрович

Методист по физике и астрономии корпорации «Российский учебник»



- ✓ Учитель высшей квалификационной категории
- ✓ Педагогический стаж 15 лет
- ✓ Кандидат технических наук

[Opalovskiy.VA@rosuchebnik.ru](mailto:Opalovskiy.VA@rosuchebnik.ru)

[rosuchebnik.ru](http://rosuchebnik.ru), [rosuchebnik.ru](http://rosuchebnik.ru)

Москва, Пресненская наб., д. 6, строение 2  
+7 (495) 795 05 35, 795 05 45, [info@rosuchebnik.ru](mailto:info@rosuchebnik.ru)

## Нужна методическая поддержка?

Методический центр  
8-800-2000-550 (звонок бесплатный)  
[metod@rosuchebnik.ru](mailto:metod@rosuchebnik.ru)

## Хотите купить?



Официальный интернет-магазин  
учебной литературы [book24.ru](http://book24.ru)



LECTA

Цифровая среда школы  
[lecta.rosuchebnik.ru](http://lecta.rosuchebnik.ru)



Отдел продаж  
[sales@rosuchebnik.ru](mailto:sales@rosuchebnik.ru)

## Хотите продолжить общение?



[youtube.com/user/drofapublishing](https://youtube.com/user/drofapublishing)



[fb.com/rosuchebnik](https://fb.com/rosuchebnik)



[vk.com/ros.uchebnik](https://vk.com/ros.uchebnik)



[ok.ru/rosuchebnik](https://ok.ru/rosuchebnik)