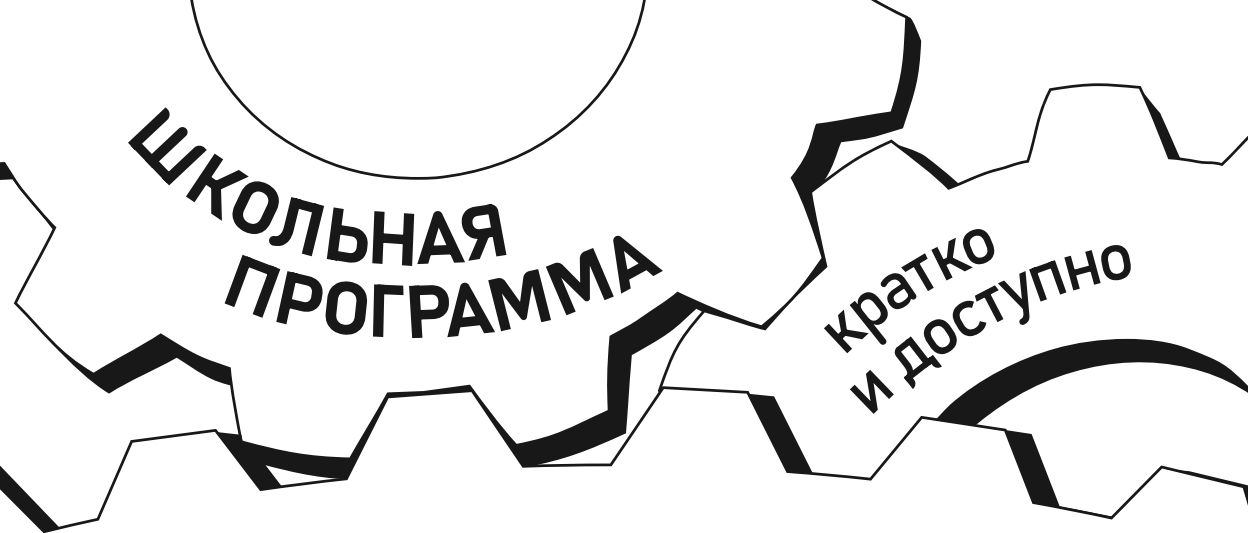


A large, stylized gear graphic at the top of the page. The gear is white with a thick black outline. Inside the gear, the text "ШКОЛЬНАЯ ПРОГРАММА" is written in a bold, black, sans-serif font, following the curve of the gear's teeth.

**ШКОЛЬНАЯ
ПРОГРАММА**

**кратко
и доступно**

О. П. Бальва

ФИЗИКА

A large, stylized gear graphic at the bottom of the page, similar to the one at the top. It is white with a thick black outline. Inside the gear, the text "7-11 КЛАССЫ" is written in a bold, black, sans-serif font, following the curve of the gear's teeth.

**7-11
КЛАССЫ**



**Москва
2022**

УДК 373.5:53
ББК 22.3я721
Б21

Бальва, Ольга Павловна.
Б21 **Физика : 7—11 классы / О. П. Бальва. — Москва : Эксмо, 2022. — 176 с. — (Школьная программа: кратко и доступно).**

ISBN 978-5-04-198209-6

Издание содержит основные теоретические сведения по школьному курсу физики. Приводятся определения важнейших физических величин и понятий, формулировки законов, необходимые формулы и другие полезные материалы. Вся теория представлена в схемах и таблицах и проиллюстрирована большим количеством рисунков, облегчающих понимание изложенной информации. Для оперативного контроля даны тренировочные задания с ответами.

Книга окажет помощь учащимся старших классов в подготовке к урокам и экзаменам, будет полезна учителям, репетиторам, а также всем, кто интересуется физикой.

УДК 373.5:53
ББК 22.3я721

ISBN 978-5-04-198209-6

© Бальва О.П., 2022
© Оформление. ООО «Издательство «Эксмо», 2022

СОДЕРЖАНИЕ

1. МЕХАНИКА	8
1.1. КИНЕМАТИКА	8
1.1.1. Механическое движение. Относительность механического движения. Система отсчёта	8
1.1.2. Материальная точка	9
1.1.3. Скорость материальной точки. Сложение скоростей	10
1.1.4. Ускорение материальной точки	11
1.1.5. Равномерное прямолинейное движение	11
1.1.6. Равноускоренное прямолинейное движение	13
1.1.7. Свободное падение. Ускорение свободного падения	14
1.1.8. Равномерное движение точки по окружности	16
1.1.9. Твёрдое тело. Поступательное и вращательное движение твёрдого тела	17
Примеры заданий ЕГЭ по теме 1.1	18
1.2. ДИНАМИКА	20
1.2.1. Инерциальные системы отсчёта. Первый закон Ньютона. Принцип относительности Галилея	20
1.2.2. Масса вещества. Плотность вещества	21
1.2.3. Сила. Принцип суперпозиции сил	21
1.2.4. Второй закон Ньютона	23
1.2.5. Третий закон Ньютона для материальных точек	23
1.2.6. Закон всемирного тяготения. Сила тяжести. Зависимость силы от высоты h над поверхностью планеты радиусом R_0	23
1.2.7. Движение небесных тел и их искусственных спутников. Первая космическая скорость	25
1.2.8. Сила упругости. Закон Гука	25
1.2.9. Сила трения	27
1.2.10. Давление	27
Примеры заданий ЕГЭ по теме 1.2	28
1.3. СТАТИКА	30
1.3.1. Момент силы относительно оси вращения	30
1.3.2. Условия равновесия твёрдого тела в ИСО	30
1.3.3. Закон Паскаля	31
1.3.4. Давление в жидкости, покоящейся в ИСО	31
1.3.5. Закон Архимеда. Условия плавания тел	32
Примеры заданий ЕГЭ по теме 1.3	34
1.4. ЗАКОНЫ СОХРАНЕНИЯ В МЕХАНИКЕ	36
1.4.1. Импульс материальной точки	36
1.4.2. Импульс системы тел	36
1.4.3. Закон изменения и сохранения импульса	36
1.4.4. Работа силы	36

1.4.5. Мощность силы	38
1.4.6. Кинетическая энергия. Закон изменения кинетической энергии	39
1.4.7. Потенциальная энергия.....	39
1.4.8. Закон изменения и сохранения механической энергии.....	40
Примеры заданий ЕГЭ по теме 1.4	41
1.5. МЕХАНИЧЕСКИЕ КОЛЕБАНИЯ И ВОЛНЫ	43
1.5.1. Гармонические колебания	43
1.5.2. Период и частота колебаний.....	44
1.5.3. Вынужденные колебания. Резонанс. Резонансная кривая.....	45
1.5.4. Механические волны	45
1.5.5. Звук. Скорость звука	46
Примеры заданий ЕГЭ по теме 1.5	47
2. МОЛЕКУЛЯРНАЯ ФИЗИКА. ТЕРМОДИНАМИКА	50
2.1. МОЛЕКУЛЯРНАЯ ФИЗИКА	50
2.1.1. Модели строения газов, жидкостей и твёрдых тел	51
2.1.2. Тепловое движение атомов и молекул вещества.....	52
2.1.3. Взаимодействие частиц вещества.....	52
2.1.4. Диффузия. Броуновское движение.....	53
2.1.5. Модель идеального газа в МКТ.....	54
2.1.6. Основное уравнение МКТ.....	54
2.1.7. Абсолютная температура	54
2.1.8. Температура как мера кинетической энергии.....	55
2.1.9. Уравнение $p = nkT$	55
2.1.10. Уравнение состояния идеального газа.....	56
2.1.11. Закон Дальтона для давления смеси разреженных газов	56
2.1.12. Изопроцессы в газах.....	57
2.1.13. Насыщенные и ненасыщенные пары.....	58
2.1.14. Влажность воздуха. Относительная влажность	59
2.1.15. Изменение агрегатных состояний вещества. Кипение жидкости	59
2.1.16. Изменение агрегатных состояний вещества: плавление и кристаллизация.....	59
2.1.17. Преобразование энергии в фазовых переходах	60
Примеры заданий ЕГЭ по теме 2.1	63
2.2. ТЕРМОДИНАМИКА	65
2.2.1. Тепловое равновесие и температура.....	65
2.2.2. Внутренняя энергия.....	67
2.2.3. Теплопередача как способ изменения внутренней энергии без совершения работы. Конвекция, теплопроводность, излучение.....	67
2.2.4. Количество теплоты. Удельная теплоёмкость вещества.....	68
2.2.5. Удельная теплота парообразования. Удельная теплота плавления. Удельная теплота сгорания топлива	68

2.2.6. Работа в термодинамике	69
2.2.7. Первый закон термодинамики. Адиабата	69
2.2.8. Второй закон термодинамики, необратимость	69
2.2.9. Принципы действия тепловых машин. КПД	70
2.2.10. Максимальное значение КПД. Цикл Карно	71
2.2.11. Уравнение теплового баланса	74
Примеры заданий ЕГЭ по теме 2.2	75

3. ЭЛЕКТРОДИНАМИКА.....77

3.1. ЭЛЕКТРИЧЕСКОЕ ПОЛЕ.....77

3.1.1. Электрический заряд. Закон сохранения электрического заряда.....	77
3.1.2. Закон Кулона.....	79
3.1.3. Электрическое поле и заряды.....	79
3.1.4. Напряжённость электрического поля. Поле точечного заряда, однородное поле. Картины линий этих полей	80
3.1.5. Потенциальность электростатического поля	82
3.1.6. Принцип суперпозиции электрических полей	83
3.1.7. Проводники в электростатическом поле.....	83
3.1.8. Диэлектрики в электростатическом поле	84
3.1.9. Электроёмкость. Конденсатор	86
3.1.10. Соединение конденсаторов	87
3.1.11. Энергия заряженного конденсатора.....	88
Примеры заданий ЕГЭ по теме 3.1	88

3.2. ЗАКОНЫ ПОСТОЯННОГО ТОКА91

3.2.1. Сила тока. Постоянный ток.....	91
3.2.2. Условия существования электрического тока. Напряжение и ЭДС	91
3.2.3. Закон Ома для участка цепи.....	92
3.2.4. Электрическое сопротивление	92
3.2.5. Источники постоянного тока.....	92
3.2.6. Закон Ома для полной (замкнутой) цепи	93
3.2.7. Параллельное и последовательное соединение проводников.....	93
3.2.8. Работа электрического поля. Закон Джоуля — Ленца	94
3.2.9. Мощность электрического тока	94
3.2.10. Носители электрических зарядов в различных средах.....	95
Примеры заданий ЕГЭ по теме 3.2	99

3.3. МАГНИТНОЕ ПОЛЕ 101

3.3.1. Механическое взаимодействие магнитов.....	101
3.3.2. Опыт Эрстеда. Магнитное поле	102
3.3.3. Сила Ампера, её направление и величина	104
3.3.4. Сила Лоренца	106
Примеры заданий ЕГЭ по теме 3.3	107

3.4. ЭЛЕКТРОМАГНИТНАЯ ИНДУКЦИЯ	109
3.4.1. Поток вектора магнитной индукции	109
3.4.2. Явление электромагнитной индукции	109
3.4.3. Закон электромагнитной индукции Фарадея	109
3.4.4. ЭДС индукции в движущихся проводниках	110
3.4.5. Правило Ленца	110
3.4.6. Индуктивность. Самоиндукция. ЭДС самоиндукции	111
3.4.7. Энергия магнитного поля катушки с током	111
Примеры заданий ЕГЭ по теме 3.4	111
3.5. ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫЕ КОЛЕБАНИЯ И ВОЛНЫ	114
3.5.1. Колебательный контур. Свободные электромагнитные колебания	114
3.5.2. Закон сохранения энергии в колебательном контуре	116
3.5.3. Вынужденные электромагнитные колебания. Резонанс	116
3.5.4. Переменный ток. Производство, передача и потребление электрической энергии	117
3.5.5. Электромагнитные волны	120
3.5.6. Шкала электромагнитных волн. Применение электромагнитных волн	121
Примеры заданий ЕГЭ по теме 3.5	123
3.6. ОПТИКА	126
3.6.1. Прямолинейное распространение света в однородной среде. Луч света	126
3.6.2. Законы отражения света	127
3.6.3. Построение изображений в плоском зеркале	128
3.6.4. Закон преломления света	128
3.6.5. Полное внутреннее отражение	129
3.6.6. Собирающие и рассеивающие линзы	130
3.6.7. Формула тонкой линзы	132
3.6.8. Построение изображений в линзах	133
3.6.9. Фотоаппарат как оптический прибор. Глаз как оптическая система	135
3.6.10. Интерференция света	135
3.6.11. Дифракция света	137
3.6.12. Дисперсия света	138
Примеры заданий ЕГЭ по теме 3.6	138
4. ОСНОВЫ СПЕЦИАЛЬНОЙ ТЕОРИИ ОТНОСИТЕЛЬНОСТИ	141
4.1. ПОСТУЛАТЫ СТО И ЕЁ СЛЕДСТВИЯ	141
4.2. ЭНЕРГИЯ И ИМПУЛЬС СВОБОДНОЙ ЧАСТИЦЫ	142
4.3. СВЯЗЬ МАССЫ И ЭНЕРГИИ СВОБОДНОЙ ЧАСТИЦЫ	142
Примеры заданий ЕГЭ по темам 4.1–4.3	143

5. КВАНТОВАЯ ФИЗИКА	145
5.1. КОРПУСКУЛЯРНО-ВОЛНОВОЙ ДУАЛИЗМ	145
5.1.1. Гипотеза М. Планка о квантах	145
5.1.2. Фотоны. Энергия фотона. Импульс фотона	145
5.1.3. Фотоэффект. Опыты А. Г. Столетова. Законы фотоэффекта	145
5.1.4. Уравнение Эйнштейна для фотоэффекта	146
5.1.5. Волновые свойства частиц. Волны де Бройля	147
5.1.6. Давление света	147
<i>Примеры заданий ЕГЭ по теме 5.1</i>	148
5.2. ФИЗИКА АТОМА	150
5.2.1. Планетарная модель атома	150
5.2.2. Постулаты Бора. Излучение и поглощение фотонов при переходе атома с одного уровня энергии на другой	150
5.2.3. Оптические спектры	151
5.2.4. Лазер	153
<i>Примеры заданий ЕГЭ по теме 5.2</i>	154
5.3. ФИЗИКА АТОМНОГО ЯДРА	156
5.3.1. Нуклонная модель ядра Гейзенберга — Иваненко	156
5.3.2. Энергия связи нуклонов в ядре. Ядерные силы	157
5.3.3. Дефект массы ядра	157
5.3.4. Радиоактивность	158
5.3.5. Закон радиоактивного распада	158
5.3.6. Ядерные реакции. Деление и синтез ядер	160
<i>Примеры заданий ЕГЭ по теме 5.3</i>	161
ОТВЕТЫ К ПРИМЕРАМ ЗАДАНИЙ ЕГЭ	163
СПРАВОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ	169
Таблица 1. Основные единицы Международной системы (СИ)	169
Таблица 2. Дополнительные единицы СИ	169
Таблица 3. Производные единицы СИ	170
Таблица 4. Внесистемные единицы, допускаемые к применению в специальных областях	173
Таблица 5. Основные физические постоянные	174



1. МЕХАНИКА

Механика — наука о механическом движении материальных тел и происходящих при этом взаимодействиях между ними.

Классическая механика изучает движение со скоростями, малыми по сравнению со скоростью света.

Релятивистская механика изучает движение тел при больших скоростях, сравнимых со скоростью света.

Статика — это учение о равновесии тел под действием сил (греч. слово *statos* означает «стоящий»).

Кинематика — это учение о геометрических свойствах движения тел.

Динамика — это учение о движении тел под действием сил.

1.1. КИНЕМАТИКА

Кинематика — раздел механики, в котором изучается движение тел без рассмотрения причин движения.

1.1.1. Механическое движение. Относительность механического движения. Система отсчёта

Механическое движение — изменение положения тела с течением времени.

Виды механического движения

Поступательное движение

Вращательное движение

Колебательное движение

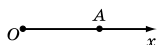
Система отсчёта и относительность движения

Для описания механического движения с помощью математических формул вводится понятие **системы отсчёта**.

Система отсчёта — совокупность **системы координат** для определения положения тела в пространстве и **часов** для определения времени.

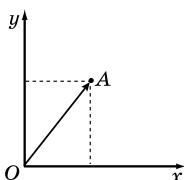
Декартовы системы координат

Одномерная система координат



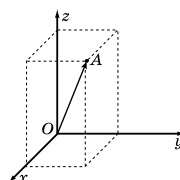
Точка O — начало отсчёта. Ось Ox — ось абсцисс. На осях отмечается отрезок единичной длины

Двумерная система координат



Ось Oy — ось ординат

Трёхмерная система координат

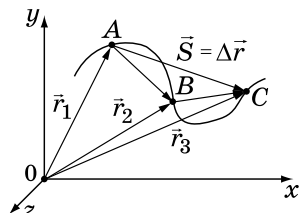


Ось Oz — ось аппликат

Окончание таблицы

Система отсчёта, связанная с неподвижным наблюдателем, называется лабораторной системой отсчёта .		
Система отсчёта может быть связана с движущимся наблюдателем.	Движение в различных системах отсчёта выглядит неодинаково. Поэтому говорят, что движение относительно .	Пример. Пассажир, сидящий в летящем самолёте, неподвижен относительно самолёта, но он движется относительно поверхности Земли.
Часы в разных системах отсчёта идут одинаково. Поэтому говорят, что время абсолютно . На самом деле это не так. Время у движущихся относительно друг друга наблюдателей течёт по-разному. Это становится заметным при больших скоростях движения.		
Систему отсчёта можно выбрать произвольно. При кинематических исследованиях все системы отсчёта равноправны. В задачах динамики также можно использовать любые произвольно движущиеся системы отсчёта, но удобнее всего <i>инерциальные системы отсчёта</i> , так как в них характеристики движения имеют более простой вид.		

1.1.2. Материальная точка

Материальная точка — тело, размерами и формой которого в условиях данной задачи можно пренебречь.	Землю <i>можно</i> считать материальной точкой, если необходимо вычислить период обращения Земли вокруг Солнца. Землю <i>нельзя</i> считать материальной точкой, если необходимо вычислить расстояние от Москвы до Владивостока.
Путь l — длина траектории, т. е. линии, которую описывает материальная точка в пространстве.	Кривая ABC — траектория.  $\vec{S} = \Delta \vec{r} = \vec{r}_3 - \vec{r}_1 = \overline{AC}$ — перемещение. Оно равно сумме перемещений: $\vec{S} = \overline{AB} + \overline{BC}$
Траектория — линия, которую описывает в пространстве материальная точка.	
Перемещение $\vec{S}$ — вектор, соединяющий начальное и конечное положения материальной точки в пространстве.	
Поступательное движение — движение, при котором скорости всех точек тела одинаковы по величине и направлению. В этом случае движение тела можно рассматривать как движение одной точки. Поступательное движение — это один из видов механического движения.	

1.1.3. Скорость материальной точки. Сложение скоростей

Скоростью $\vec{v}$ точки называется предел отношения перемещения $\Delta\vec{r}$ к промежутку времени Δt , в течение которого это перемещение произошло, при стремлении Δt к нулю (т. е. производной $\Delta\vec{r}$ по t):

$$\vec{v} = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta\vec{r}}{\Delta t} = \vec{r}'_t.$$

Составляющие вектора скорости по осям X , Y , Z определяются аналогично:

$$\vec{v}_x = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta x}{\Delta t} = x'; \quad v_y = y'; \quad v_z = z'.$$

Определённое таким образом понятие скорости называют также **мгновенной скоростью**.

Средняя скорость точки вводится для характеристики неравномерного движения (т.е. движения с переменной скоростью) и определяется двояко.

1. Средняя скорость точки $v_{\text{ср}}$ равна отношению всего пройденного телом пути Δs ко всему времени движения Δt :

$$v_{\text{ср}} = \frac{\Delta l}{\Delta t}.$$

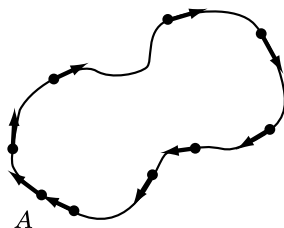
При таком определении средняя скорость — скаляр, т. к. пройденный путь (расстояние) и время — величины скалярные. Такой способ определения даёт представление о *средней скорости движения на участке траектории (средней путевой скорости)*.

2. Средняя скорость точки равна отношению перемещения точки к промежутку времени, в течение которого это перемещение произошло:

$$v_{\text{ср}} = \frac{\Delta\vec{r}}{\Delta t}.$$

Средняя скорость перемещения — величина *векторная*.

Для неравномерного криволинейного движения такое определение средней скорости не всегда позволяет определить даже приблизительно реальные скорости на пути движения точки. Например, если точка двигалась по замкнутой траектории в течение некоторого времени, то перемещение её равно нулю (но скорость явно отличалась от нуля). В этом случае лучше пользоваться первым определением средней скорости.



В любом случае следует различать эти два определения средней скорости и знать, о какой из них идёт речь.

Закон сложения скоростей устанавливает связь между значениями скорости материальной точки относительно различных систем отсчёта, движущихся друг относительно друга. В нерелятивистской (классической) физике, когда рассматриваемые скорости малы по сравнению со скоростью света, справедлив закон сложения скоростей Галилея, который выражается формулой:

$$\vec{v}_2 = \vec{v}_1 + \vec{v},$$

где $\vec{v}_2$ и $\vec{v}_1$ — скорости тела (точки) относительно двух инерциальных систем отсчёта — неподвижной системы отсчёта K_2 и системы отсчёта K_1 , движущейся со скоростью $\vec{v}$ относительно K_2 .