

**ЭФФЕКТИВНАЯ  
ПОДГОТОВКА  
К ЕГЭ**

**ЕГЭ**

**2018**

**Н. К. Ханнанов, Г. Г. Никифоров, В. А. Орлов**

**ФИЗИКА**

---

**СБОРНИК ЗАДАНИЙ**

  
**МОСКВА  
2017**



УДК 373:53  
ББК 22.3я721  
Х19

Об авторах:

*Н.К. Ханнанов* — кандидат химических наук,  
методист ГБОУ ЦРТДиЮ «Технорама на Юго-Востоке», г. Москва

*Г.Г. Никифоров* — кандидат педагогических наук,  
ведущий научный сотрудник ИСМО РАО

*В.А. Орлов* — кандидат педагогических наук, профессор

**Ханнанов, Наиль Кутдусович.**

Х19 ЕГЭ 2018. Физика : сборник заданий / Н.К. Ханнанов, Г.Г. Никифоров, В.А. Орлов. — Москва : Эксмо, 2017. — 288 с. — (ЕГЭ. Сборник заданий).

ISBN 978-5-699-96446-8

Книга адресована учащимся старших классов для подготовки к ЕГЭ по физике.

Издание содержит:

- более 600 заданий по всем темам ЕГЭ;
- информацию о содержании ЕГЭ по физике;
- ответы ко всем заданиям.

Пособие будет полезно учителям физики, так как дает возможность эффективно организовать подготовку учащихся к ЕГЭ.

УДК 373:53  
ББК 22.3я721

ISBN 978-5-699-96446-8

© Авторский коллектив, 2017  
© Оформление. ООО «Издательство «Эксмо», 2017

## Содержание

<i>Введение</i> .....	7
-----------------------	---

### Раздел I МЕХАНИКА

<b>Тема 1. Кинематика</b> .....	11
Основные понятия кинематики. Равномерное прямолинейное движение .....	11
Равноускоренное движение .....	14
Равномерное движение по окружности .....	20
<b>Тема 2. Законы Ньютона</b> .....	23
Равнодействующая нескольких сил. Закон всемирного тяготения. Закон Гука. Закон сухого трения .....	23
Первый закон Ньютона .....	28
Второй закон Ньютона .....	30
Третий закон Ньютона .....	32
<b>Тема 3. Законы сохранения</b> .....	34
Импульс тела и его изменение. Импульс системы тел и его сохранение .....	34
Работа и мощность силы .....	36
Кинетическая энергия и теорема об изменении кинетической энергии .....	37
Потенциальная энергия .....	38
Закон сохранения и изменения механической энергии .....	39
<b>Тема 4. Статика и гидростатика</b> .....	42
Момент силы и условие равновесия твердого тела .....	42
Простые механизмы и их КПД .....	46
Давление твердых тел и жидкостей .....	48
Архимедова сила .....	50

<b>Тема 5. Механические колебания и волны</b> .....	51
Амплитуда, период, частота колебаний. Гармонические колебания .....	51
Нитяной и пружинный маятники. Свободные и вынужденные колебания .....	54
Механические волны и их характеристики. Звук .....	57

## Раздел II

### МОЛЕКУЛЯРНАЯ ФИЗИКА. ТЕРМОДИНАМИКА

<b>Тема 6. Молекулярное строение твердых тел, жидкостей и газов. Количество вещества</b> .....	62
<b>Тема 7. Идеальный газ. Изопроцессы</b> .....	66
Основное уравнение молекулярно-кинетической теории идеального газа .....	66
Уравнение состояния идеального газа. Связь абсолютной температуры со средней кинетической энергией молекул .....	68
Изопроцессы .....	71
<b>Тема 8. Термодинамика</b> .....	72
Тепловое равновесие. Количество теплоты. Удельная теплоемкость вещества .....	72
Внутренняя энергия. Работа в термодинамике. Первый закон термодинамики .....	76
Второй закон термодинамики. Тепловые машины .....	81
<b>Тема 9. Изменение агрегатных состояний вещества</b> .....	86
Плавление и кристаллизация .....	86
Испарение, кипение и конденсация. Насыщенный пар .....	90
Влажность воздуха .....	93

## Раздел III

### ЭЛЕКТРОДИНАМИКА

<b>Тема 10. Законы электростатики. Электрическое поле и его напряженность</b> .....	98
Электризация. Проводники и диэлектрики. Закон сохранения заряда .....	98
Электрическое поле различных источников и его напряженность. Принцип суперпозиции. Поляризация .....	102

<b>Тема 11. Энергетическое описание электрического поля.</b>	
<b>Плоский конденсатор</b> .....	108
Потенциальность электростатического поля.	
Разность потенциалов. Потенциал .....	108
Плоский конденсатор .....	112
<b>Тема 12. Законы постоянного тока</b> .....	116
Сила тока. Напряжение. Закон Ома для участка цепи.	
Сопротивление .....	116
Закон Ома для полной цепи. ЭДС и внутреннее сопротивление источника тока .....	119
Параллельное и последовательное соединение проводников .....	123
Закон Джоуля — Ленца .....	124
<b>Тема 13. Закономерности протекания тока в различных     средах</b> .....	126
Носители тока в разных средах .....	126
Технические устройства, использующие протекание тока в разных средах .....	129
<b>Тема 14. Магнитное поле и его характеристики.</b>	
<b>Силы Ампера и Лоренца</b> .....	133
Вектор индукции магнитного поля .....	133
Сила Ампера .....	135
Сила Лоренца .....	137
<b>Тема 15. Явление электромагнитной индукции</b> .....	139
Наблюдение явления ЭМИ .....	139
Магнитный поток и его изменение .....	141
Закон электромагнитной индукции .....	142
Направление индукционного тока. Правило Ленца .....	143
Генератор переменного тока. Действующее значение напряжения и силы тока .....	147
<b>Тема 16. Колебательный контур. Излучение     электромагнитных волн радиодиапазона</b> .....	150
Явление самоиндукции .....	150
Свободные электромагнитные колебания в колебательном контуре .....	152
Вихревое электрическое поле. Электромагнитная волна ..	155
<b>Тема 17. Геометрическая оптика</b> .....	159
Прямолинейное распространение и отражение света .....	159
Преломление света на плоских границах .....	162
Линза. Система линз .....	166

<b>Тема 18. Волновая оптика</b> .....	171
Свет — один из видов электромагнитной волны. Дисперсия света .....	171
Интерференция. Дифракция. Поляризация света .....	174
<b>Тема 19. Основы специальной теории относительности</b> ..	182

#### Раздел IV КВАНТОВАЯ ФИЗИКА

<b>Тема 20. Фотонная теория света</b> .....	185
Закономерности фотоэффекта и уравнение Эйнштейна для фотоэффекта .....	185
Фотоны и их свойства .....	189
Корпускулярно-волновой дуализм .....	191
<b>Тема 21. Боровская модель атома</b> .....	193
Планетарная модель строения атома .....	193
Энергетические уровни атома по Бору. Излучение и поглощение света атомом .....	194
<b>Тема 22. Физика атомного ядра</b> .....	199
Радиоактивность. Методы регистрации ионизирующих излучений .....	199
Протонно-нейтронная модель ядра. Ядерные реакции .....	201
Закон радиоактивного распада .....	204
Энергетика ядерных реакций. Реакции с участием элементарных частиц .....	207

#### Раздел V МЕТОДЫ НАУЧНОГО ПОЗНАНИЯ

<b>Тема 23. Методы научного познания</b> .....	211
Измерение физических величин. Погрешности измерений .....	211
Построение графиков по экспериментальным данным, толкование эксперимента .....	217
<i>Ответы и решения</i> .....	223
<i>Приложение</i> .....	277

## Введение

В настоящее время существует два вида пособий для подготовки к единому государственному экзамену по физике: набор вариантов в формате ЕГЭ и тематические подборки заданий в формате ЕГЭ. Данное пособие является пособием второго типа и годится как в качестве сборника заданий в ходе традиционного изучения физики в школе, так и при повторении и закреплении материала перед экзаменом. Оно содержит задания на закрепление как основных понятий и законов физики, так и умения применять их при решении задач различного уровня сложности.

В контрольные измерительные материалы (КИМ) ЕГЭ по физике постоянно вносятся определенные изменения. Начиная с ЕГЭ 2017 года решено не использовать в КИМ задания с выбором ответа.

Настоящий сборник, выдержавший уже более 10 переизданий, кардинально переработан в связи с этим и полностью соответствует формату заданий, встречающихся в КИМ 2018 года. В нем содержатся задания разного типа:

- на получение числового ответа;
- на анализ графиков;
- на сопоставление двух множеств;
- на выбор двух верных утверждений из пяти;
- качественные задания, требующие развернутого ответа;
- сложные задачи, требующие развернутого ответа.

Для ознакомления с форматом КИМ 2018 года можно скачать демонстрационные версии вариантов ЕГЭ 2017 и 2018 го-

дов с сайта Федерального института педагогических измерений ([www.fipi.ru](http://www.fipi.ru)). Вариант КИМ можно разделить по заданиям, различающимся по уровню сложности. Более сложные 6 заданий помещены в часть 2 в конец варианта.

Следует обратить внимание на форму заданий с кратким ответом, в которых следует *получить числовое значение физической величины*. Если числовое значение, вносимое в бланк ответов, является не целым числом, а выражено в виде десятичной дроби, то следует запятую внести в отдельную ячейку бланка. Все справочные величины следует брать из справочных таблиц перед вариантом, если такая величина не приведена в задании. Такая справочная таблица приведена в приложении. При решении заданий сборника следует использовать справочные величины из нее. Иногда в заданиях этого типа будет стоять напоминание об округлении числа до целых, до десятых, до сотых и т. д., а также требование выразить ответ в тех единицах, которые указаны в задании после места для внесения ответа.

Ряд заданий требует *ответа в виде краткого слова*, выбранного среди имеющихся в тексте заданий (вверх-вниз и т. д.).

Некоторые задания требуют получения и *внесения в ответ одновременно двух чисел*. В этом случае они вносятся в бланк без пробела между ними, причем запятая десятичной дроби вносится в отдельную ячейку, как и отдельные цифры числа.

В *заданиях на соответствие* может быть представлен процесс или явление, в ходе которого изменяются какие-либо его характеристики (параметры), которые могут увеличиваться, уменьшаться или не изменяться в ходе процесса. В результате решения следует выбрать характер изменения той или иной характеристики процесса. В других заданиях этого типа требуется установить соответствие между величиной (рисунком, формулой и т. д.), обозначенной в условии буквой А или Б, и величиной (рисунком, формулой и т. д.), обозначенной в условии числами 1, 2, 3, 4. В этом случае в КИМ нужно заполнить таблицу, а в бланк ответов занести число, образованное цифрами второй строки таблицы.

Задания с *выбором 2 верных утверждений из 5* требуют внесения в ответ номеров двух верных утверждений. Порядок сле-



дования номеров в бланке для ответов в этом случае не важен, т. е. правильными будут считаться и ответ 25, и ответ 52.

Задания, требующие развернутого ответа, это:

- или качественный вопрос, который, возможно, не требует аналитического решения, но предполагает рассуждения со ссылкой на законы физики;
- или сложная задача, обычно требующая использования знаний из разных разделов физики или нескольких тем одного раздела.

Эти задания на ЕГЭ проверяются экспертами, и здесь не так важна форма выражения числового ответа, важнее понимание физической сути задачи и правильный ход ее решения.

В разделе «Ответы и решения» приведены правильные ответы заданий с кратким ответом.

Кроме того, в разделе «Ответы и решения» мы приводим примеры оформления заданий, требующих развернутого ответа, или рекомендации по их решению и числовой ответ. Предлагаемый вариант оформления решения может оказаться лишь одним из возможных вариантов. Чаще всего в нем требуется сделать поясняющий чертеж (рисунок), сослаться на физические законы (правила, постулаты и т. д.), которые используются, записать систему уравнений, приводящую к правильному алгебраическому ответу, и числовой ответ с указанием единиц измерения.

Общим правилом решения таких задач является описание новых буквенных обозначений, вводимых для решения (например,  $s$  — путь, пройденный телом), или внесение этих буквенных обозначений на поясняющий чертеж. Если ученик использует буквенные обозначения физических величин, приведенные и описанные в утвержденном *Кодификаторе элементов содержания по физике для составления контрольных измерительных материалов (КИМ) единого государственного экзамена* ([www.fipi.ru](http://www.fipi.ru)), то можно не описывать эти величины в тексте решения.

В случае наличия слишком сложных алгебраических преобразований для получения числового ответа иногда допускается решение системы уравнений (или уравнения) в числовом виде. Однако в этом случае следует записать систему уравнений в буквенных обозначениях, а затем переписать ее с использованием числовых значений величин из условия задачи.

Все задания сборника, охватывающие курс физики, разбиты на 23 темы.

Мы старались следовать принципу последовательного введения понятий в рамках традиционной последовательности их в курсе физики. Например, если в данной задаче необходимо применить и второй закон Ньютона (тема 2), и знание силы Лоренца (тема 14), то такая задача появится только в теме 14.

В построение данного сборника мы заложили еще один принцип: обучение анализу информации, относящейся к одному явлению, но представленной в разном виде. Почти каждый элемент знаний, содержащийся в кодификаторе, представлен в виде заданий, требующих провести анализ чисто текстовой информации, проанализировать график или схему установки, извлечь числовые данные о процессе из чертежа, фотографии, рисунка, проанализировать функциональную зависимость, формулу, отражающую физические законы или понятия, оперировать размерными величинами, найти закономерности в числовых таблицах и т. д.

Таким образом, спектр заданий сборника, с одной стороны, охватывает все общеучебные навыки, которые вы осваиваете и на других предметах (литературе, истории, алгебре, геометрии, черчении). С другой стороны, он показывает, каким образом в ЕГЭ может быть задан вопрос о том или ином понятии или законе.

Обратите внимание на задания, сгруппированные в теме 23 «Методы познания в физике». Эта тема стала выделяться в отдельную тему курса физики недавно. До этого навыки, относящиеся к этой теме, закреплялись подспудно, на протяжении всего курса, поскольку физическим содержанием она связана со всеми остальными темами. Однако такого рода задания сейчас присутствуют в каждом варианте ЕГЭ по физике.

Еще раз повторим, подготовка к ЕГЭ не требует какого-то особого способа изучения физики: надо просто ее учить! Такая подготовка требует только приобретения некоторых навыков, связанных с пониманием формы вопросов, определяемой технологией проведения единого государственного экзамена. Надеемся, что наш сборник поможет вам в этом. Удачи!

*Авторы*

# Раздел I. МЕХАНИКА

## Тема 1. КИНЕМАТИКА

### Основные понятия кинематики. Равномерное прямолинейное движение

#### Задания, требующие получения числового ответа

- 1.1. Исследуется сезонное перемещение слона по саванне вместе со стадом и его перемещение в посудной лавке. Поставьте в соответствие модель тела, которая может быть использована в каждом из случаев.

А) слон в саванне	1) материальная точка
Б) слон в посудной лавке	2) твердое тело
	3) точечный заряд
	4) твердый стержень
	5) нерастяжимая нить

А	Б

Ответ:

- 1.2. Человек совершает пробежки вокруг озера с примерно одинаковой скоростью. В первый день он обогает озеро один раз, а во второй день — два раза. Как изменятся при этом следующие величины: пройденный путь, перемещение за время пробежки?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

1) увеличится      2) уменьшится      3) не изменится

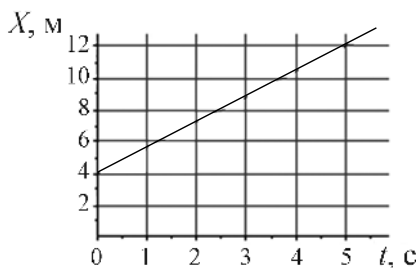
Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Пройденный путь	Перемещение за время пробежки

1.3. Точка движется по окружности радиусом 2 м, и ее перемещение равно по модулю диаметру. Чему равен при этом путь, пройденный телом? Ответ округлить до сотых.

Ответ: \_\_\_\_\_ м.

1.4. На рисунке показан график движения тела. Определите значение его координаты и модуля скорости его движения в момент времени 5 с.



Ответ запишите в виде двух чисел, записанных подряд, используя запятую в десятичных дробях и не разделяя записываемые числа пробелом.

Ответ: \_\_\_\_\_.

1.5. Тело, двигаясь прямолинейно и равномерно в плоскости, перемещается из точки  $A$  с координатами (0 м; 2 м) в точку  $B$  с координатами (4 м;  $-1$  м) за время, равное 10 с. Чему равен модуль скорости тела?

Ответ: \_\_\_\_\_ м/с.

- 1.6. Координаты материальной точки, движущейся в плоскости, зависят от времени по закону

$$x(t) = 4t + 8; \quad y(t) = 3t + 5,$$

где все величины выражены в СИ. Установите соответствие между уравнениями, определяющими траекторию точки на плоскости и зависимость пройденного пути от времени.

А) уравнение траектории	1) $y = 0,75x + 0,625$
Б) уравнение зависимости пути от времени	2) $s = 12t + 40$
	3) $y = 0,75x - 1$
	4) $s = 5t$

А	Б

Ответ:

- 1.7. Два автомобиля движутся по прямой дороге в одном направлении: один — со скоростью 40 км/ч, а второй — со скоростью 50 км/ч. Чему равна скорость второго автомобиля в системе отсчета, связанной с первым?

Ответ: \_\_\_\_\_ км/ч.

- 1.8. Эскалатор метро поднимается со скоростью 2 м/с. Человек, находящийся на нем, движется вниз по эскалатору со скоростью 3 м/с относительно эскалатора. Чему равна в системе отсчета, связанной с Землей, проекция скорости человека на ось, направленную вдоль линии движения эскалатора вверх?

Ответ: \_\_\_\_\_ м/с.

### Задания, требующие развернутого ответа

- 1.9. Лодка должна попасть на противоположный берег по кратчайшему пути в системе отсчета, связанной с берегом. Модуль скорости течения реки  $u = 3$  км/ч, а модуль скорости лодки относительно воды  $v = 10$  км/ч. Чему равен модуль скорости лодки относительно берега при такой переправе?

- 1.10. Молодой человек вбежал на эскалатор против его движения и в середине пролета длиной 60 м уронил перчатку. Пробежав еще 5 секунд, он заметил пропажу и, резко повернув, побежал вниз с той же скоростью относительно эскалатора. У самого нижнего края эскалатора ему удалось схватить перчатку с пола и сойти с эскалатора. С какой скоростью движется эскалатор?

### Равноускоренное движение

#### Задания, требующие получения числового ответа

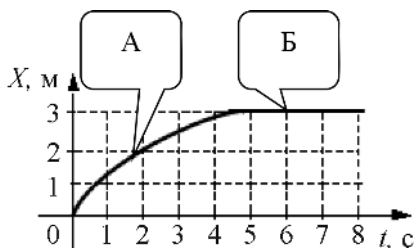
- 1.11. Автомобиль движется по шоссе с постоянной скоростью 36 км/ч и за 2 с останавливается. Чему равна проекция ускорения на ось, направленную по вектору начальной скорости автомобиля?

Ответ: \_\_\_\_\_ м/с<sup>2</sup>.

- 1.12. Ускорение лыжника на одном из спусков трассы равно 2,4 м/с<sup>2</sup>. На этом спуске его скорость увеличивается на 36 м/с. Чему равно время, затраченное лыжником на спуск?

Ответ: \_\_\_\_\_ с.

- 1.13. На рисунке изображен график изменения координаты тела с течением времени. Поставьте в соответствие промежутки времени движения А и Б и характер изменения скорости на них.



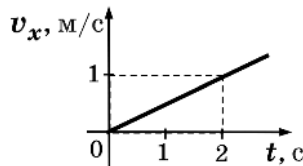
- А) от 0 до 5 с  
 Б) от 5 до 8 с

- 1) скорость была постоянна и не равнялась 0  
 2) скорость нарастала по модулю  
 3) скорость уменьшалась по модулю  
 4) скорость равнялась нулю

А	Б

Ответ:

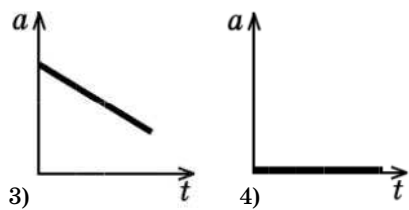
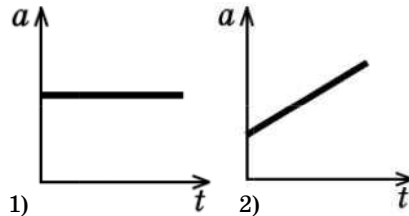
- 1.14. Тело движется по оси  $Ox$ . Проекция его скорости  $v_x(t)$  меняется по закону, приведенному на графике. Чему равен путь, пройденный телом за 1 с?



Ответ: \_\_\_\_\_ м.

- 1.15. Поставьте в соответствие характер движения материальной точки и графики зависимости ускорения от времени для разных типов движения.

- А) равномерное движение  
 Б) равноускоренное движение



А	Б

Ответ: