Н.С. Пурышева, Е.Э. Ратбиль

ФИЗИКА

НОВЫЙ ПОЛНЫЙ

СПРАВОЧНИК

ДЛЯ ПОДГОТОВКИ

К ЕГЭ

3-е издание, переработанное и дополненное

Москва
Издательство АСТ
2019

УДК 373:53
ББК 22.3я721
П88

Пурышева, Наталия Сергеевна.

П88 Физика : новый полный справочник для подготовки к ЕГЭ / Н.С. Пурышева, Е.Э. Ратбиль. — 3-е изд., перераб. и доп. —Москва : Издательство АСТ, 2019. — 320 с.

ISBN 978-5-17-115888-0
Новый полный справочник для подготовки к ЕГЭ

ISBN 978-5-17-115889-7
Самый популярный справочник для подготовки к ЕГЭ

Новый справочник содержит весь теоретический материал по курсу физики, необходимый для сдачи единого государственного экзамена. Он включает в себя все элементы содержания, проверяемые контрольными измерительными материалами, и помогает обощить и систематизировать знания и умения школьного курса физики.

Теоретический материал изложен в краткой и доступной форме. Каждая тема сопровождается примерами тестовых заданий. Практические задания соответствуют формату ЕГЭ. В конце книги приведены ответы к тестам.

Пособие адресовано школьникам, абитуриентам и учителям.

УДК 373:53
ББК 22.3я721

ISBN 978-5-17-115888-0
Новый полный справочник для подготовки к ЕГЭ

ISBN 978-5-17-115889-7
Самый популярный справочник для подготовки к ЕГЭ

© Пурышева Н.С., Ратбиль Е.Э., 2019
© ООО «Издательство АСТ», 2019

СОДЕРЖАНИЕ

Предисловие 8

МЕХАНИКА

Кинематика 10
Механическое движение. Система отсчёта.
Материальная точка. Траектория. Путь. 10
Перемещение 15
Скорость и ускорение материальной точки 16
Равномерное прямолинейное движение 19
Равноускоренное прямолинейное движение. 22
Примеры заданий 1 25
Свободное падение. Ускорение свободного падения.
Движение тела, брошенного под углом к горизонту 28
Движение материальной точки по окружности 32
Примеры заданий 2 34

Динамика 37
Первый закон Ньютона. Инерциальные системы отсчёта 37
Масса тела. Плотность вещества 39
Сила. Второй закон Ньютона 43
Третий закон Ньютона для материальных точек 46
Примеры заданий 3 47
Закон всемирного тяготения. Сила тяжести. 50
Сила упругости. Закон Гука 52
Сила трения. Сухое трение 56
Примеры заданий 4 58

Статика 61
Условие равновесия твёрдого тела в ИСО. 61
Закон Паскаля 62
Давление в жидкости, покоящейся относительно ИСО. 63
Закон Архимеда. Условия плавания тел. 65
Примеры заданий 5 66

Законы сохранения 69
Закон сохранения импульса. 69
Работа силы на малом перемещении 71
Примеры заданий 6 74

Закон сохранения механической энергии 77
Примеры заданий 7 81

Механические колебания и волны 83
Гармонические колебания. Амплигуда и фаза колебаний.
Кинематическое описание 83
Механические волны 88
Примеры заданий 8 92

МОЛЕКУЛЯРНАЯ ФИЗИКА. ТЕРМОДИНАМИКА

Основы молекулярио-кинетической теории
строения вещества 95
Атомы и молекулы, их характеристики 95
Движение молекул 99
Взаимодействие молекул и атомов. 104
Примеры заданий 9. 108

Давление идеального газа 110
Температура газа и средняя кинетическая энергия
молекул 112
Примеры заданий 10 116

Уравнение состояния идеального газа. 118
Примеры заданий 11 121

Изопроцессы в разреженном газе с постоянным числом
частиц N (с постоянным количеством вещества υ) 123
Примеры заданий 12 128

Насыщенные и неиасыщенные пары. 130
Влажность воздуха 133
Примеры заданий 13 136

Термодинамика 139
Внутренняя энергия макроскопической системы. 139
Примеры заданий 14 148

Изменение агрегатных состояний вещества:
испарение и конденсация, кипение 150
Примеры заданий 15 154

Изменение агрегатных состояний вещества:
плавление и кристаллизация 156
Примеры заданий 16 159

Работа в термодинамике 162
Первый закон термодинамики 164
Примеры заданий 17 167

Второй закон термодинамики 170
Принципы работы тепловых двигателей 172
Примеры заданий 18 177

ЭЛЕКТРОДИНАМИКА

Электростатика 179
Явление электризации. Электрический заряд
и его свойства 179
Закон Кулона 180
Электростатическое поле 180
Конденсаторы 185
Примеры заданий 19 186

Законы постоянного тока 190
Постоянный электрический ток 190
Законы постоянного тока 192
Токи в различных средах 194
Примеры заданий 20 197
Примеры заданий 21 200

Магнитное поле 203
Магнитное взаимодействие 203
Примеры заданий 22 205

Связь электрических и магнитных явлений 209
Примеры заданий 23 211

Электромагнитные колебания и волны 215
Свободные электромагнитные колебания 215
Примеры заданий 24 223

ОПТИКА

Геометрическая оптика 229
Линзы 234
Глаз. Недостатки зрения 240
Оптические приборы 242
Примеры заданий 25 245

Волновая оптика 248
Интерференция света 248
Опыт Юнга. Кольца Ньютона 249
Применение интерференции света 252
Примеры заданий 26 255

ОСНОВЫ СПЕЦИАЛЬНОЙ ТЕОРИИ ОТНОСИТЕЛЬНОСТИ

Основы специальной теории относительности (СТО) 258
Примеры заданий 27 260

КВАНТОВАЯ ФИЗИКА

Гипотеза Планка 261
Законы внешнего фотоэффекта 262
Корпускулярно-волновой дуализм 263
Примеры заданий 28 265

ФИЗИКА АТОМА

Планетарная модель атома 268
Постулаты Н. Бора 269
Спектральный анализ 272
Лазер 272
Примеры заданий 29 274

Физика атомного ядра 276
Протонно-нейтронная модель ядра 276
Изотопы. Энергия связи ядер. Ядерные силы 277
Радиоактивность. Закон радиоактивного распада 278
Ядерные реакции 280
Примеры заданий 30 282

ЭЛЕМЕНТЫ АСТРОНОМИИ

Небесная механика 285
Эллипс. Свойства эллипса 285
Законы движения планет 285
Ускорение свободного падения 286
Космические скорости 287

Строение солнечной системы 288
Характеристики планет Солнечной системы 288
Современные представления о Солнечной системе 289
Малые тела солнечной системы 290

Звёзды 293
Характеристики звёзд 293
Диаграмма «спектр-светимость» (диаграмма
Герцшпрунга – Рессела) 294
Массы звёзд 295
Внутреннее строение звёзд 296
Эволюция звёзд 299

Наша галактика – Млечный Путь 300

Галактики 302
Классификация галактик 302
Квазары 305
Красное смещение 305

Космологическая модель Вселенной 306

Модели возможной эволюции Вселенной 308
Примеры заданий 31 311

Приложения 314

Ответы 317

ПРЕДИСЛОВИЕ

Новый справочник содержит весь теоретический материал по курсу физики 10—11 классов и предназначен для подготовки учащихся к единому государственному экзамену (ЕГЭ).

Содержание основных разделов справочника — «Механика», «Молекулярная физика. Термодинамика», «Электродинамика», «Оптика», «Основы специальной теории относительности», «Квантовая физика» соответствует кодификатору элементов содержания и требований к уровню подготовки выпускников общеобразовательных организаций для проведения единого государственного кзамена по физике, на основе которого составлены контрольно-измерительные материалы ЕГЭ.

Теоретическая часть справочника содержит весь необходимый материал для подготовки к ЕГЭ: понятия физических явлений, формулировки законов и формулы, математически описывающие физические закономерности явлений. Чёткость и краткость изложения, а также наглядность учебного материала позволят эффективно подготовиться к единому государственному экзамену.

Практическая часть справочника включает примеры контрольно-измерительных материалов, которые по форме и по содержанию соответствуют реальным формулировкам заданий, предлагаемым на едином государственном экзамене по физике.

Практические задания приводятся в конце каждой темы. Они включают задания базового и повышенного уровней.

Задания базового уровня — это задания с выбором ответа. К каждому заданию с выбором ответа приводятся 4 варианта ответа, из которых верен только один. Такой вид заданий проверяет усвоение элементов знаний всех содержательных блоков курса физики, а также умение применять эти знания к решению простых задач. Помимо этого, поскольку условие задач представляется в виде текста, таблицы или графика, одновременно контролируются умения работать с информацией физического содержания, предъявленной в разных формах.

Задания повышенного уровня — это задания либо на установление соответствия между элементами знаний, содер-

жащимися в двух множествах, либо на выбор двух правильных утверждений из пяти приведённых в перечне (множественный выбор). Во втором случае условие задачи представляется в виде текста, таблицы или графика. На эти задания представляется краткий ответ в виде набора цифр.

Задания повышенного уровня сложности направлены на проверку усвоения тех же элементов содержания, что и задания с выбором ответа, а также более сложных элементов содержания курса физики старшей школы. При выполнении заданий этого уровня сложности требуется осуществить большее число учебных действий (операций), чем при выполнении заданий базового уровня. Так, при выполнении одной группы заданий необходимо проанализировать различные группы элементов физических знаний, приведённых в двух множествах и установить между ними соответствие, например:

— величины и их единицы;

— величины и формулы, которые связывают их с другими величинами;

— явление или закон и его применение в приборах или технических устройствах;

— величины, характеризующие конкретное физическое явление и характер их изменения и т.п.

Выполнение заданий другой группы требует анализа данных, приведённых в таблицах разных физических величин, или анализа графиков зависимостей физических величин и определения правильных утверждений, представляющих собой комбинацию сведений из разных таблиц или графиков.

В конце книги приведены справочные материалы, которые необходимы для решения задач.

Правильность своих ответов учащийся может проверить, воспользовавшись таблицей ответов в конце справочника.

Пособие поможет учащимся выпускных классов и абитуриентам самостоятельно повторить и систематизировать материал школьного курса физики, познакомиться с формой тестовых заданий ЕГЭ и самостоятельно выполнить типовые тренировочные задания.

В связи с возможными изменениями в формате и количестве заданий рекомендуем в процессе подготовки к экзамену обращаться к материалам сайта официального разработчика экзаменационных заданий — Федерального института педагогических измерений: www.fipi.ru.

МЕХАНИКА

КИНЕМАТИКА

Механическое движение. Система отсчёта. Материальная точка. Траектория. Путь. Перемещение

1. Механическим движением называют изменение положения тела в пространстве относительно других тел с течением времени.

Существуют различные виды механического движения. Если все точки тела движутся одинаково и любая прямая, проведённая в теле, при его движении остаётся параллельной самой себе, то такое движение называется **поступательным** (рис. 1).

Точки вращающегося ротора генератора описывают окружности относительно оси этого ротора. Ротор как целое и его точки совершают **вращательное** движение (рис.2)

Если тело, например груз, прикреплённый к пружине, отклоняется от положения равновесия то в одну, то в другую сторону (то вниз, то вверх), то его движение является **колебательным** (рис. 3).

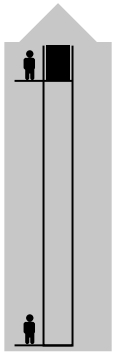

Рис. 1
Поступательное движение

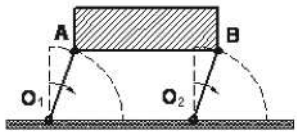

Рис. 2

Рис. 3.
Колеблющийся груз на пружине

Рис. 4. Пассажир, сидящий в автобусе, движется относительно деревьев, но покоится относительно автобуса

2. Относительность механического движения. Система отсчёта. Слова «относительно других тел» в определении понятия механического движения означают, что данное тело может покоиться относительно одних тел и двигаться относительно других тел. Поэтому, говоря о том, что тело покоится или движется, необходимо указывать объект, относительно которого рассматривается состояние этого тела. Так, пассажир, сидящий в автомобиле (рис.4), движущемся относительно дороги, тоже движется относительно неё и относительно встречного автомобиля, но покоится относительно автомобиля, в котором он находится, и автомобиля, движущегося в том же направлении и с той же скоростью. Плот, плывущий по течению реки, неподвижен относительно воды и движется относительно берега. Таким образом, говоря о механическом движении тела, необходимо указывать тело, относительно которого данное тело движется или покоится. Такое тело называют *телом отсчёта*. В приведённом примере с движущимся автомобилем в качестве тела отсчёта может быть выбран какой-либо дом, или дерево, или столб на обочине дороги.

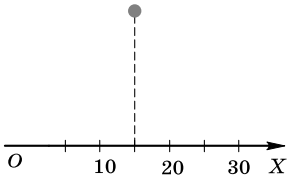

Рис. 5

Для определения положения тела в пространстве вводят **систему координат**, которую связывают с телом отсчёта. При рассмотрении движения тела вдоль прямой линии используют одномерную систему координат, т.е. с телом отсчёта связывают одну координатную ось, например ось OX (рис.5).

Если тело движется по криволинейной траектории, то система координат будет уже двумерной, поскольку положение тела характеризуют две координаты X и Y (рис. 6). Таким движением является, например, движение волейбольного или футбольного мяча, стрелы, выпущенной из лука, предмета, выпавшего из окна движущегося автомобиля.

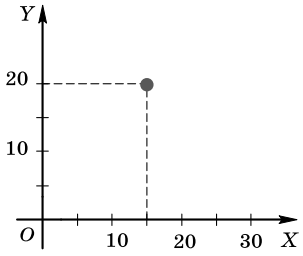

Рис. 6

Если рассматривается движение тела в пространстве, например движение летящего самолёта, то система координат, связанная с телом отсчёта, будет состоять из трёх взаимно перпендикулярных координатных осей (OX, OY и OZ) (рис. 7).

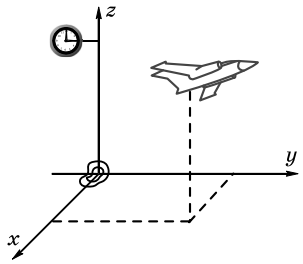

Рис. 7
Трёхмерная система координат

Поскольку при движении тела его положение в пространстве, т.е. его координаты, изменяются с течением времени, то необходим прибор (часы), который позволяет измерять время и определять, какому моменту времени соответствует та или иная координата.

Для определения положения тела в пространстве и изменения этого положения с течением времени необходимы **тело отсчёта, связанная с ним система координат и способ измерения времени,** т.е. часы, которые все вместе представляют собой **систему отсчёта.**

3. Основная задача механики. Изучить движение тела — это значит определить, как изменяется его положение, т.е. координата с течением времени. Если известно, как изменяется координата со временем, можно определить положение (координату) тела в любой момент времени.

Основная задача механики состоит в определении положения (координаты) тела в любой момент времени.

Чтобы указать, как изменяется положение тела с течением времени, нужно установить связь между величи-

нами, характеризующими это движение, т.е. найти математическое описание движения или, иными словами, записать уравнение движения тела.

4. Материальная точка. Любое движущееся тело имеет определённые размеры, и его различные части занимают разные положения в пространстве. Возникает вопрос, как в таком случае определить положение тела в пространстве. В целом ряде случаев нет необходимости указывать положение каждой точки тела и для каждой точки записывать уравнение движения. Это относится, например, к поступательному движению тела, поскольку в этом случае все точки тела движутся одинаково.

Движение каждой точки тела не нужно описывать и при решении таких задач, когда размерами тела можно пренебречь. Например, если нас интересует, с какой скоростью теплоход движется от одного города до другого, то рассматривать движение каждой точки теплохода нет необходимости. Если же необходимо определить действующую на него выталкивающую силу, то пренебречь размерами теплохода уже нельзя. Если мы хотим вычислить время движения космического корабля от Земли до космической станции, то корабль можно считать единым целым и представить в виде некоторой точки. Если же рассчитывается режим стыковки корабля со станцией, то, представив корабль в виде точки, решить эту задачу невозможно.

Поэтому для решения ряда задач, связанных с движением тел, вводят понятие **материальной точки.**

Материальной точкой называют тело, размерами которого можно пренебречь в условиях данной задачи.

В приведённых выше примерах материальной точкой можно считать теплоход при расчёте скорости его движения, космический корабль при определении времени его движения.

Материальная точка — это модель реальных объектов, реальных тел. Считая тело материальной точкой, мы отвлекаемся от несущественных для решения конкретной задачи признаков, в частности, от размеров тела.

5. Траектория движения материальной точки. При перемещении тело последовательно проходит точки про-

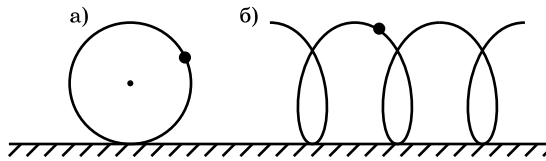

Рис. 8

странства, соединив которые можно получить линию. **Эта линия, вдоль которой движется тело, называется траекторией.** Траектория может быть *видимой* или *невидимой*. Видимую траекторию описывают автомобиль при движении по шоссе, лыжник, скользя по лыжне, грифель карандаша, которым пишут на листе бумаги. Траектория летящей птицы невидима, невидимой является траектория беспорядочно бегающей собаки.

Траектория движения тела относительна: её форма зависит от выбора системы отсчёта. Так, траекторией точек обода колеса мотоцикла, движущегося по прямой дороге, относительно оси колеса является окружность, а относительно Земли — винтовая линия (рис. 8 а, б).

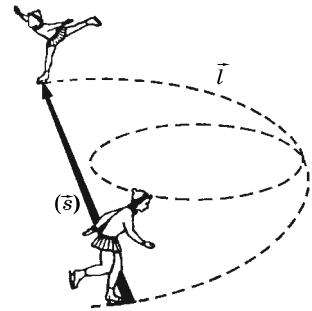

Рис. 9. Траектория и путь

Зная траекторию точки, её начальное положение и пройденный ею путь за время t, можно найти положение точки в момент времени t. (рис. 9). **Физическая величина, равная расстоянию, пройденному телом вдоль траектории, называется путём.**

Путь обозначают буквой l (иногда s), основная единица пути l м: $[l]$ = 1м. Кратная единица пути — километр (1 км = 1000 м); дольные единицы — дециметр (1 дм = 0,1 м), сантиметр (1 см = 0,01 м) и миллиметр (1мм = 0,001 м).

Путь — величина относительная, значение пути зависит от выбора системы отсчёта. Так, путь пассажира l, переходящего с кормы движущегося теплохода на его нос, равен длине теплохода l_1 в системе отсчёта, связанной с теплоходом. В системе отсчёта, связанной с Землёй, он ра-

вен сумме длины теплохода l_1 и пути l_2, который проплыл теплоход относительно Земли: $l = l_1 + l_2$.

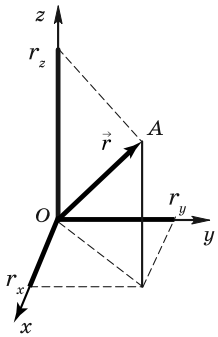

Рис. 10

6. Перемещение. Если траектория материальной точки неизвестна, то её положение в пространстве определяется радиус-вектором. *Радиус-вектор* — вектор, соединяющий начало координат и положение материальной точки в пространстве (рис. 10). Радиус-вектор $\vec{r}(t)$ точки А—ОА. С другой стороны, положение материальной точки в пространстве характеризуется координатами $x(t)$, $y(t)$, $z(t)$, т.е.
$\vec{r}(t) = (x(t), y(t), z(t))$

Если материальная точка находилась в положении 1, её радиус-вектор $\vec{r}_1(t_1)$, положение 2 характеризуется радиус-вектором $\vec{r}_2(t_2)$. **Разность радиус-векторов $\vec{r}_2$ и $\vec{r}_1$ называют перемещением точки** $\vec{r}$: $\vec{r} = \vec{r}_2 - \vec{r}_1$.

Проекции перемещения на координатные оси: $x(t)$, $y(t)$, z(t).

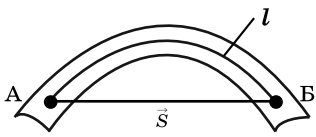

Рис. 11

Часто **перемещение** определяют как **вектор, соединяющий начальное положение тела с его конечным положением** (рис.11). Перемещение — векторная физическая величина, имеет направление и числовое значение, обозначается $\vec{s}$. Единица перемещения [s] = 1 м.

Зная начальное положение тела, его перемещение (направление и модуль) за некоторый промежуток времени, можно определить положение тела в конце этого промежутка времени.

Перемещение в общем случае не совпадает с траекторией, а модуль перемещения с пройденным путём. Это совпадение имеет место лишь при движении тела по прямолинейной траектории в одну сторону. Например, если мяч бросили с поверхности Земли вертикально вверх, и он достиг высоты 4 м, а затем упал на землю, то его путь равен 8 м, а модуль перемещения равен нулю.