

УДК 53(03)
ББК 22.3я2
Д27

Макет подготовлен при содействии ООО «Аудиономикс»

Дейген, Дарья Михайловна.

Д27 Физика / Д. М. Дейген, И. А. Попова. — Москва : Эксмо, 2020. — 256 с. — (Эффективная подготовка к ЕГЭ).

ISBN 978-5-04-101214-4

Издание предназначено для подготовки к ЕГЭ по физике и содержит задания, сгруппированные по видам проверяемых умений и способов действий. Приводится информация о каждом типе задания, разбор примеров, а также задания для самостоятельного выполнения с подробными пояснениями к ответам.

Пособие поможет учащимся научиться выполнять различные типы экзаменационных заданий вне зависимости от их содержания, а также будет полезно учителям и репетиторам при подготовке учащихся к экзамену.

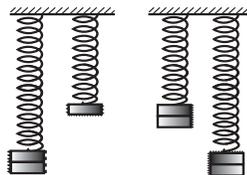
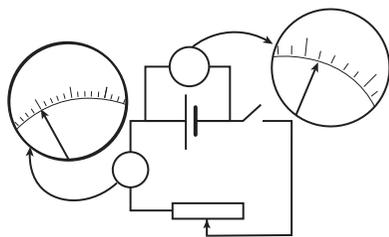
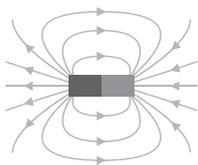
УДК 53(03)
ББК 22.3я2

ISBN 978-5-04-101214-4

© Дейген Д.М., Попова И.А., 2020
© ООО «Аудиономикс», 2020
© Оформление. ООО «Издательство «Эксмо», 2020

Содержание

Введение	4
Решение задач с кратким ответом (задания 1, 2, 3, 4, 8, 9, 10, 13, 14, 15, 19, 20).....	6
Выбор позиций из списка (задания 5, 11, 16).....	39
Определение характера изменения физических величин (задания 6, 12, 17, 21)	60
Установление соответствия (задания 7, 12, 18, 21).....	79
Измерение с учётом абсолютной погрешности (задание 22)	112
Интерпретация результатов опыта (задание 23).....	121
Выбор позиций из списка. Элементы астрофизики (задание 24)	130
Расчётная задача (задания 25, 26, 28, 29, 30, 31, 32).....	143
Качественная задача (задание 27)	227
Приложение	240
Элементы астрофизики	240
Справочные данные.....	253



Введение

Цель данной книги — помочь школьнику научиться выполнять разные типы экзаменационных заданий по физике вне зависимости от их содержания. Чаще всего в учебных пособиях рассказывается, что учить и что делать, но не уделяется должного внимания аспекту, как учить и как делать. Усвоив общий алгоритм выполнения того или иного типа заданий, школьник сможет легко сориентироваться, как их выполнять, найдёт способ решения задания вне зависимости от особенностей его содержания.

В книге предлагаются задания, сгруппированные по видам проверяемых на ЕГЭ умений и способов действий, и понятные алгоритмы их выполнения. Пособие поможет сформировать стойкие навыки, необходимые для выполнения экзаменационной работы, избежать ошибок и сделать самостоятельную подготовку наиболее простой и эффективной.

Каждый раздел содержит описание заданий, алгоритм выполнения, информацию о том, сколько времени потребуется на выполнение ⌚, какой уровень сложности 📊, максимальный балл оценивания ★, а также включает подробный разбор заданий-примеров с пояснениями, тренировочные задания, решения и ответы к ним.

Книга содержит задания по основным разделам курса физики: «Механика», «Молекулярная физика», «Электродинамика», «Специальная теория относительности», «Квантовая физика», «Элементы астрофизики». В приложении приведены основные положения астрофизики и справочные данные, которые могут понадобиться при выполнении экзаменационной работы.

Вариант контрольных измерительных материалов (КИМ) экзаменационной работы содержит 32 задания и состоит из двух частей, различающихся по форме и уровню сложности. Часть 1 содержит 26 заданий: на решение текстовых, графических задач, со множественным выбором, на установление соответствия, на определение характера изменения физических величин, на анализ информации, представленной в табличной или графической форме. Часть 2 содержит 6 заданий повышенного и высокого уровней сложности, требующих глубокого

понимания физических процессов, способности анализировать физические явления.

Ответ на задания части 1 даётся записью в виде слова (нескольких слов), целого числа или конечной десятичной дроби, последовательности чисел, которые нужно записать без пробелов и разделительных символов (не надо ставить «,», «;», «/», «—») по приведённым ниже образцам в поле ответа, а затем перенести в бланк ответов № 1. Каждую цифру, знак «минус» и запятую в бланке ответов следует размещать в отдельной клетке. Единицы измерений (в том числе проценты и градусы) писать не нужно.

КИМ

БЛАНК

Ответ: -3,6 м/с².

1	-	3	,	6															
---	---	---	---	---	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

КИМ

БЛАНК

Ответ:

А	Б
3	1

18	3	1																	
----	---	---	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

КИМ

БЛАНК

Ответ: равна нулю.

13	р	а	в	н	а	н	у	л	ю										
----	---	---	---	---	---	---	---	---	---	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

КИМ

БЛАНК

Ответ: (0,14 ± 0,01) А.

22	0	,	1	4	0	,	0	1											
----	---	---	---	---	---	---	---	---	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

При выполнении заданий части 2 решение даётся в развёрнутой форме. В бланке ответов № 2 необходимо указать номер задания и записать полное решение с ответом, составленное в соответствии с требованиями. При этом должны быть записаны положения теории и физические законы, необходимые для решения выбранным способом.

При выполнении заданий можно пользоваться черновиком, который выдаётся комиссией и представляет собой лист формата А4 со штампом учреждения образования. После окончания экзамена черновик сдаётся, но записи в черновике, а также в тексте КИМ не учитываются при оценивании работы, поэтому обязательно надо перенести ответы в бланки.

Желаем успехов на ЕГЭ!

Решение задач с кратким ответом



Задания 1, 2, 3, 4, 8, 9,
10, 13, 14, 15, 19, 20

Выполнение заданий такого типа проверяет знание законов, закономерностей и формул различных разделов физики, умение применять их при решении текстовых или графических задач. В условии задач могут использоваться как только текстовые формулировки, так и добавленные графики зависимости физических величин, чертежи на клетчатой решётке. Ответом к заданию может служить слово, целое число или десятичная дробь либо два целых числа, записанных согласно указанию в условии.

ЗАДАНИЯ 1, 2, 3, 4, 8, 9, 10, 14, 15, 20

Задания состоят из текстовой или графической задачи. Ответом является целое или дробное положительное (отрицательное) число. Если в результате получилась обыкновенная дробь, её следует перевести в десятичную. Единицы измерения физических величин писать в бланк № 1 не нужно.

№ задания	Проверяемые элементы
1	Равномерное прямолинейное движение, равноускоренное прямолинейное движение, движение по окружности
2	Законы Ньютона, закон всемирного тяготения, закон Гука, сила трения

>>>

>>>

3	Закон сохранения импульса, кинетическая и потенциальная энергия, работа и мощность силы, закон сохранения механической энергии
4	Условие равновесия твёрдого тела, закон Паскаля, сила Архимеда, математический и пружинный маятники, механические волны, звук
8	Связь между давлением и средней кинетической энергией, абсолютная температура, связь температуры со средней кинетической энергией, уравнение Менделеева — Клапейрона, изопроецессы
9	Работа в термодинамике, первый закон термодинамики, КПД тепловой машины
10	Относительная влажность воздуха, количество теплоты
14	Закон сохранения электрического заряда, закон Кулона, конденсатор, сила тока, закон Ома для участка цепи, последовательное и параллельное соединение проводников, работа и мощность тока, закон Джоуля — Ленца
15	Поток вектора магнитной индукции, закон электромагнитной индукции Фарадея, индуктивность, энергия магнитного поля катушки с током, колебательный контур, законы отражения и преломления света, ход лучей в линзе
20	Фотоны, линейчатые спектры, закон радиоактивного распада



3—5 минут



базовый



1 балл

Пример задания с текстовой формулировкой

Зависимость координаты x тела в метрах от времени t в секундах имеет вид:

$$x = 1 + 2t + 3t^2.$$

Чему равна проекция скорости тела на ось Ox в момент времени $t = 3$ с при таком движении? Ответ дайте в метрах в секунду.

Выполнение



- 1) Внимательно прочитайте условие задачи. Обратите внимание на единицы измерений физических величин, данных в условии.

В этой задаче ответ надо дать в метрах в секунду. В исходном уравнении координаты приведены в метрах, время — в секундах.

- 2) Запишите на черновике имеющиеся данные из условия и проанализируйте описанный физический процесс. Вспомните законы (закономерности), описывающие указанные процессы.

$$x = 1 + 2t + 3t^2,$$

$$\frac{t = 3 \text{ с}}{v = ? \text{ (м/с)}}$$

Как видно из условия, зависимость координаты от времени является квадратичной функцией, что соответствует уравнению равноускоренного движения. Приведём общий вид данного уравнения:

$$x = x_0 + v_{0x}t + \frac{a_x t^2}{2}.$$

Запишем общий вид уравнения зависимости проекции скорости от времени для равноускоренного движения:

$$v_x = v_{0x} + a_x t.$$

- 3) Проанализируйте, как изменяются представленные величины в соответствии с законами, рассчитайте искомую величину.

Сравним уравнение из условия и общее уравнение. Вывод:

$$x_0 = 1 \text{ м}, \quad v_{0x} = 2 \text{ м/с}, \quad a_x = 6 \text{ м/с}^2.$$

В задаче необходимо найти скорость в момент времени $t = 3 \text{ с}$.

Подставим найденные ранее значения проекции начальной скорости и ускорения: $v_x = 2 + 6t$.

- 4) Выполните на черновике необходимые вычисления.

В полученную зависимость проекции скорости подставим данное по условию время $t = 3$ с:

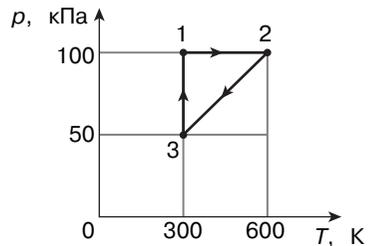
$$v_x = 2 + 6 \cdot 3 = 20 \text{ м/с.}$$

- 5) Запишите полученное число в поле ответа КИМ и бланке ответов № 1.

Ответ: 20 м/с.

Пример задания с графиком

С двумя молями одноатомного идеального газа совершают циклический процесс 1—2—3—1 (см. рисунок). Чему равна работа, совершаемая газом на участке 1—2 в этом циклическом процессе?



Выполнение

- 1) Внимательно прочитайте условие задачи. Обратите внимание на график, на размерность величин, зависимость которых представлена на графике, начните анализировать приведённую зависимость.

На данном графике представлена зависимость давления от температуры для одноатомного идеального газа. Давление указано в кПа, температура — в К. График представляет собой циклический процесс, состоящий из изобары (1—2), изохоры (2—3) и изотермы (3—1).

- 2) Определите закон (закономерность), которому подчиняется процесс, описанный в задании. Определите по графику параметры, необходимые для решения.

Работа газа по графику зависимости $p(V)$ может быть вычислена как площадь под графиком, но важно отметить, что в нашем случае приведена зависимость $p(T)$, поэтому воспользоваться данным свойством не получится. По условию просят найти работу, совершаемую газом на участке 1—2. Данный участок представляет собой изобару со следующими параметрами: $p = 100$ кПа, $T_1 = 300$ К, $T_2 = 600$ К, $\nu = 2$ моль.

Работа газа в изобарном процессе вычисляется по формуле
 $A = p \cdot \Delta V = p \cdot (V_2 - V_1)$.

Согласно уравнению Менделеева — Клапейрона, $p \cdot V = \nu \cdot R \cdot T$.

Преобразуем выражение для работы: $A = p \cdot (V_2 - V_1) = pV_2 - pV_1 =$
 $= \nu RT_2 - \nu RT_1 = \nu R(T_2 - T_1)$.

- 3) Выполните на черновике необходимые вычисления или построения.

Значение газовой постоянной: $R = 8,31 \text{ Дж}/(\text{моль} \cdot \text{К})$.

Подставим в полученную формулу данные задачи:
 $A = 2 \cdot 8,31 \cdot (600 - 300) = 4986 \text{ Дж}$.

- 4) Запишите полученное число в поле ответа КИМ и без размерности в бланк ответов № 1.

Ответ: 4986 Дж.

Пример задания с таблицей

Относительная влажность воздуха в помещении при температуре 20 °С равна 70 %. Пользуясь таблицей давления насыщенных паров воды, определите давление водяных паров в помещении. Ответ укажите в мм рт. ст.

$t, \text{ }^\circ\text{C}$	16	17	18	19	20	21	22
$p, \text{ мм рт. ст.}$	13,6	14,5	15,5	16,5	17,5	18,7	19,8

Выполнение

- 1) Внимательно прочитайте условие задачи. Проанализируйте представленную таблицу. Обратите внимание на единицы измерений физических величин, данных в условии.

В этой задаче приведена таблица, показывающая зависимость давления насыщенных паров от температуры. Необходимо найти давление паров в мм рт. ст., зная относительную влажность и температуру.

- 2) Запишите на черновике имеющиеся данные из условия и проанализируйте описанный физический процесс. Вспомните законы (закономерности), описывающие указанные процессы.

$$t = 20^\circ\text{C}, \quad \varphi = 70\%.$$

Относительная влажность определяется по формуле

$$\varphi = \frac{p_n}{p_{n.p}} \cdot 100\%,$$

где p_n — давление пара в воздухе при данной температуре, $p_{n.p}$ — давление насыщенного пара при той же температуре.

Для определения давления пара, зная влажность, необходимо знать и давление насыщенного пара при данной температуре:

$$p_n = \varphi \cdot \frac{p_{n.p}}{100\%}.$$

- 3) Выпишите необходимые данные из таблицы.

По условию температура воздуха составляет 20°C . Согласно таблице, данной температуре соответствует давление насыщенного пара 17,5 мм рт. ст.

- 4) Выполните на черновике необходимые вычисления.

$$p_n = \frac{70 \cdot 17,5}{100} = 12,25 \text{ мм рт. ст.}$$

- 5) Запишите полученное число в поле ответа КИМ и бланк ответов № 1.

Ответ: 12,25 мм рт. ст.

Обратите внимание

При решении подобных задач следует помнить физический смысл величин в формуле влажности: давление насыщенных паров при данной температуре — табличное значение.

Пример задания с изменением величины в несколько раз

В первом опыте конденсатор идеального контура зарядили до напряжения U . Во втором индуктивность контура уменьшили в 4 раза, а ёмкость конденсатора уменьшили в 2 раза, но зарядили до напряжения $2U$. Во сколько раз увеличилась частота свободных электромагнитных колебаний в контуре? Ответ округлите до десятых.

Выполнение



- 1) Внимательно прочитайте условие задачи. Обратите внимание на данные в условии соотношения между величинами и на вопрос задачи.

По условию известно, что индуктивность контура уменьшили в 4 раза, то есть $\frac{L_1}{L_2} = 4$. Ёмкость конденсатора уменьшили в 2 раза, значит, $\frac{C_1}{C_2} = 2$.

Напряжение на первом конденсаторе согласно условию — U , на втором — $2U$, таким образом, $\frac{U_2}{U_1} = 2$. Вопрос задачи заключается в нахождении отношения частот $\frac{\nu_2}{\nu_1}$.

Обратите внимание

Всегда следует внимательно читать формулировку вопроса: спрашивается отношение величины в первой ситуации к величине во второй ситуации или наоборот.

- 2) Определите закон (закономерность), которому подчиняется процесс, описанный в задании, вспомните соответствующую формулу. При необходимости выведите формулу для нахождения искомой величины через заданные параметры.

Для вычисления частоты колебаний воспользуемся формулой Томсона и формулой связи частоты и периода колебаний:

$$T = 2\pi\sqrt{LC}, \quad \nu = \frac{1}{T} \Leftrightarrow \nu = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$$

- 3) Запишите искомое соотношение в общем виде, подставьте в него заданные по условию соотношения между параметрами, упростите полученное выражение.

$$v_1 = \frac{1}{2\pi\sqrt{L_1 C_1}}, \quad v_2 = \frac{1}{2\pi\sqrt{L_2 C_2}}.$$

$$\frac{v_2}{v_1} = \frac{1}{2\pi\sqrt{L_2 C_2}} : \frac{1}{2\pi\sqrt{L_1 C_1}} = \frac{1}{2\pi\sqrt{L_2 C_2}} \cdot \frac{2\pi\sqrt{L_1 C_1}}{1} = \frac{\sqrt{L_1 C_1}}{\sqrt{L_2 C_2}} = \sqrt{\frac{L_1 C_1}{L_2 C_2}} =$$

$$= \sqrt{\frac{4L_2 \cdot 2C_2}{L_2 C_2}} = \sqrt{8}.$$

- 4) Выполните на черновике необходимые вычисления и при необходимости округлите ответ согласно условию задачи.

По условию задачи ответ округляем до десятых:

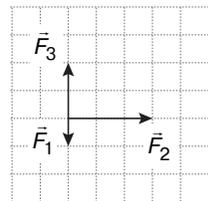
$$\sqrt{8} \approx 2,8284 \approx 2,8.$$

- 5) Запишите полученное число в поле ответа КИМ и бланк ответов № 1.

Ответ: в 2,8 раза.

Пример задания на работу с чертежом на клетчатой решётке

На тело, находящееся на горизонтальной плоскости, действуют три горизонтальные силы (см. рисунок). Каков модуль равнодействующей этих сил, если $F_1 = 1 \text{ Н}$? Ответ дайте в ньютонах и округлите до десятых.



Выполнение

- 1) Внимательно прочитайте условие задачи. Обратите внимание на чертёж, на значение длины одной клетки, на размерность физических величин.

На данном чертеже мы видим три вектора силы, приложенные к одной точке. Явно значение длины одной клетки в условии не дано, но сказано, что модуль \vec{F}_1 равен 1 Н.

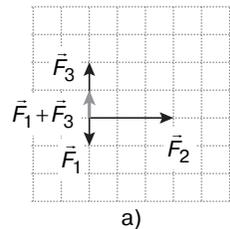
При решении задач на клетчатой решётке, в отличие от других задач, необходимо использовать длины, изображённые на чертеже. Таким образом, мы можем сделать вывод, что одна клетка соответствует силе в 1 Н.

- 2) Определите закон (закономерность), которому подчиняется процесс, описанный в задании, вспомните соответствующую связь между элементами, изображёнными на чертеже.

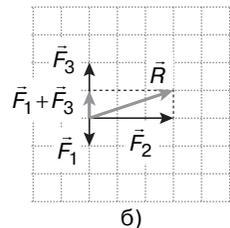
Согласно принципу суперпозиции, равнодействующая всех сил равна векторной сумме сил: $\vec{F} = \vec{F}_1 + \vec{F}_2 + \vec{F}_3$.

- 3) Выполните необходимые построения и вычисления на черновике и при необходимости округлите ответ согласно условию задачи.

Силы \vec{F}_1 и \vec{F}_3 направлены вдоль одной прямой, но в противоположные стороны (см. рисунок а), поэтому модуль вычисляется следующим образом: $|\vec{F}_1 + \vec{F}_3| = |F_3 - F_1| = |2 - 1| = 1$, а направлена сумма этих двух векторов будет вдоль вектора \vec{F}_3 (серая стрелка).



Перейдём к сложению суммы векторов \vec{F}_1 и \vec{F}_3 с вектором \vec{F}_2 , направленным перпендикулярно. Векторы, выходящие из одной точки, складываются по правилу параллелограмма. Диагональ в данном случае будет являться гипотенузой прямоугольного треугольника, катеты которого равны $|\vec{F}_1 + \vec{F}_3|$ и $|\vec{F}_2|$, значит, равнодействующая может быть вычислена по теореме Пифагора:



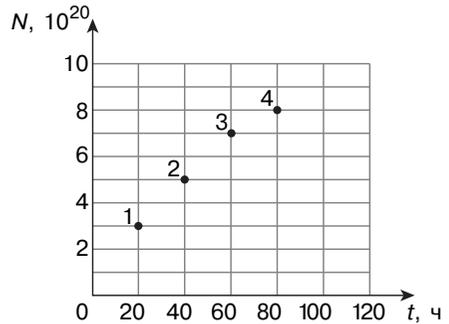
$$|\vec{R}| = \sqrt{(|F_1 + F_3|)^2 + (|F_2|)^2} = \sqrt{(1 \text{ Н})^2 + (3 \text{ Н})^2} = \sqrt{10} \text{ Н} \approx 3,2 \text{ Н}.$$

- 4) Запишите полученное число в поле ответа КИМ и бланк ответов № 1.

Ответ: 3,2 Н.

Пример задания на поиск точки на графике

Из ядер платины ${}^{197}_{78}\text{Pt}$ при β -распаде с периодом полураспада 20 часов образуются стабильные ядра золота. В момент начала наблюдения в образце содержится $8 \cdot 10^{20}$ ядер платины. Через какую из точек, кроме начала координат, пройдёт график зависимости числа ядер золота от времени (см. рисунок)?



Выполнение



- 1) Внимательно прочитайте условие задачи, проанализируйте приведённый график, обратите внимание на физические величины, отложенные по осям координат, на вопрос задачи.

В этой задаче на графике представлена зависимость числа ядер золота от времени. Важно отметить, что по оси y отложено именно количество получившихся ядер золота в данный момент времени. Необходимо определить, через какую из отмеченных точек пройдёт график, заданный начальными условиями задачи.

- 2) Определите закон (закономерность), которому подчиняется процесс, описанный в задании, вспомните соответствующую формулу.

В задаче рассматривается процесс радиоактивного распада, подчиняющийся следующему закону: $N_p(t) = N_0 \cdot 2^{-\frac{t}{T}}$, где N_p — число нераспавшихся ядер в момент времени t , N_0 — начальное количество ядер, T — период полураспада.

В задаче требуется найти количество полученных ядер золота, которые могут быть вычислены по формуле $N = N_0 - N(t) =$

$$= N_0 - N_0 \cdot 2^{-\frac{t}{T}} = N_0 \cdot \left(1 - 2^{-\frac{t}{T}} \right).$$