

Содержание

От авторов	6
Повышенный уровень сложности	7
§ 1. Механика (расчётная задача)	11
1.1. Кинематика	11
1.1.1. Задания с решениями	11
1.1.2. Задания для самостоятельной работы	11
1.2. Динамика	12
1.2.1. Задания с решениями	12
1.2.2. Задания для самостоятельной работы	13
1.3. Статика и гидростатика	16
1.3.1. Задания с решениями	16
1.3.2. Задания для самостоятельной работы	16
1.4. Законы сохранения в механике	18
1.4.1. Задания с решениями	18
1.4.2. Задания для самостоятельной работы	19
§ 2. Молекулярная физика (расчётная задача)	21
2.1. Молекулярно-кинетическая теория идеального газа	21
2.1.1. Задания с решениями	21
2.1.2. Задания для самостоятельной работы	22
2.2. Элементы термодинамики	24
2.2.1. Задания с решениями	24
2.2.2. Задания для самостоятельной работы	24
2.3. Количество теплоты. Изменения агрегатного состояния вещества	26
2.3.1. Задания с решениями	26
2.3.2. Задания для самостоятельной работы	27
§ 3. Электродинамика (расчётная задача)	29
3.1. Электростатика. Постоянный электрический ток	29
3.1.1. Задания с решениями	29

3.1.2. Задания для самостоятельной работы	30
3.2. Магнитное поле. Электромагнитная индукция	33
3.2.1. Задания с решениями	33
3.2.2. Задания для самостоятельной работы	34
§ 4. Оптика (расчётная задача)	37
4.1. Геометрическая оптика	37
4.1.1. Задания с решениями	37
4.1.2. Задания для самостоятельной работы	38
4.2. Волновая оптика	39
4.2.1. Задания с решениями	39
4.2.2. Задания для самостоятельной работы	40
§ 5. Квантовая физика (расчётная задача)	41
5.1. Физика атома и атомного ядра	41
5.1.1. Задания с решениями	41
5.1.2. Задания для самостоятельной работы	42
§ 6. Механика — квантовая физика (качественная задача)	45
6.1. Задания с решениями	51
6.2. Задания для самостоятельной работы	54
Высокий уровень сложности	61
§ 7. Механика (расчётная задача)	85
7.1. Динамика	85
7.1.1. Задания с решениями	85
7.1.2. Задания для самостоятельной работы	87
7.2. Статика	89
7.2.1. Задания с решениями	89
7.2.2. Задания для самостоятельной работы	92
7.3. Законы сохранения в механике	95
7.3.1. Задания с решениями	95
7.3.2. Задания для самостоятельной работы	98
§ 8. Молекулярная физика (расчётная задача)	104
8.1. Молекулярно-кинетическая теория идеального газа	104
8.1.1. Задания с решениями	104
8.1.2. Задания для самостоятельной работы	106
8.2. Элементы термодинамики	109
8.2.1. Задания с решениями	109
8.2.2. Задания для самостоятельной работы	114
8.3. Количество теплоты. Изменения агрегатного состояния вещества	121

8.3.1. Задания с решениями	121
8.3.2. Задания для самостоятельной работы	122
§ 9. Электродинамика (расчётная задача)	123
9.1. Электростатика	123
9.1.1. Задания с решениями	123
9.1.2. Задания для самостоятельной работы	126
9.2. Постоянный ток	131
9.2.1. Задания с решениями	131
9.2.2. Задания для самостоятельной работы	137
9.3. Магнитостатика	140
9.3.1. Задания с решениями	140
9.3.2. Задания для самостоятельной работы	142
9.4. Электромагнитные колебания	146
9.4.1. Задания с решениями	146
9.4.2. Задания для самостоятельной работы	147
§ 10. Оптика (расчётная задача)	148
10.1 Геометрическая оптика	148
10.1.1 Задания с решениями	148
10.1.2 Задания для самостоятельной работы	151
10.2 Волновая оптика	153
10.2.1 Задания с решениями	153
10.2.2 Задания для самостоятельной работы	153
§ 11. Квантовая физика (расчётная задача)	154
11.1 Физика атома	154
11.1.1 Задания с решениями	154
11.1.2 Задания для самостоятельной работы	155
11.2 Ядерная физика	158
11.2.1 Задания с решениями	158
11.2.2 Задания для самостоятельной работы	159
Решение некоторых заданий	160
Ответы	292
Использованная литература	301

Повышенный уровень сложности

Критерии оценивания выполнения расчётного задания повышенного уровня сложности

Критерии	Баллы
<p>Приведено полное решение, включающее следующие элементы:</p> <p>1) записаны положения теории и физические законы, закономерности, применение которых необходимо для решения задачи выбранным способом;</p> <p>2) описаны все вновь вводимые в решение буквенные обозначения физических величин (за исключением обозначений констант, указанных в варианте КИМ, обозначений, используемых в условии задачи, и стандартных обозначений величин, используемых при написании физических законов);</p> <p>3) представлены необходимые математические преобразования и расчёты (подстановка числовых данных в конечную формулу), приводящие к правильному числовому ответу (допускается решение «по частям» с промежуточными вычислениями);</p> <p>4) представлен правильный ответ с указанием единиц измерения искомой величины</p>	2
<p>Правильно записаны все необходимые положения теории, физические законы, закономерности и проведены преобразования, направленные на решение задачи, но имеется один или несколько из следующих недостатков: записи, соответствующие пункту 2, представлены не в полном объёме или отсутствуют.</p> <p>И (ИЛИ)</p> <p>В решении имеются лишние записи, не входящие в решение, которые не отделены от решения и не зачёркнуты.</p> <p>И (ИЛИ)</p> <p>В необходимых математических преобразованиях или вычислениях допущены ошибки, и (или) в математических преобразованиях/вычислениях пропущены логически важные шаги.</p> <p>И (ИЛИ)</p> <p>Отсутствует пункт 4 или в нём допущена ошибка</p>	1

Все случаи решения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления оценок в 1 или 2 балла	0
Максимальный балл	2

Пример задания повышенного уровня сложности.

Брусок массой $m = 2$ кг движется поступательно по горизонтальной плоскости под действием постоянной силы, направленной под углом $\alpha = 30^\circ$ к горизонту (см. рис. 1). Коэффициент трения между бруском и плоскостью $\mu = 0,2$. Модуль действующей на брусок силы трения $F_{\text{тр.}} = 2,8$ Н. Чему равен модуль силы F ?*

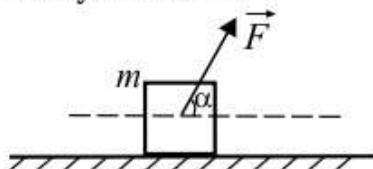


Рис. 1

Авторское решение (один из возможных вариантов)

Расставим силы, действующие на тело (см. рис. 2).

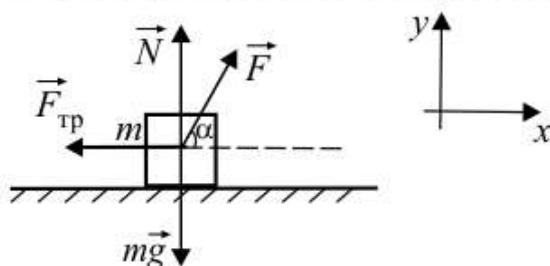


Рис. 2

Запишем второй закон Ньютона:

$$m\vec{a} = \vec{N} + m\vec{g} + \vec{F}_{\text{тр.}} + \vec{F}.$$

В проекции на ось Oy

$$N + F \sin \alpha - mg = 0.$$

Отсюда сила реакции опоры

$$N = mg - F \sin \alpha.$$

Сила трения скольжения

$$F_{\text{тр.}} = \mu N = \mu \cdot (mg - F \sin \alpha).$$

Выразим силу

$$F = \frac{\mu mg - F_{\text{тр.}}}{\mu \sin \alpha},$$

* Условие задачи, реальные решения учеников и комментарии эксперта взяты из «Методических материалов для председателей и членов предметных комиссий субъектов Российской Федерации по проверке выполнения заданий с развёрнутым ответом экзаменационных работ ЕГЭ 2022 года», М.: ФИПИ, 2022. — с. 37. Доступ: www.fipi.ru.

$$F = \frac{0,2 \cdot 2 \cdot 10 - 2,8}{0,2 \cdot 0,5} = 12 \text{ (Н)}.$$

Ответ: 12 Н.

Рассмотрим примеры реальных решений этой задачи.

Реальное решение № 1 (2 балла).

Дано:

$$\begin{aligned} m &= 2 \text{ кг} \\ \alpha &= 30^\circ \\ \mu &= 0,2 \\ F_{\text{тр}} &= 2,8 \text{ Н} \end{aligned}$$

$F = ?$

Решение:

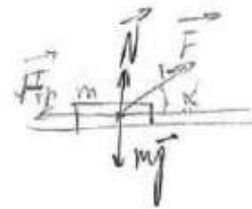
$$N = \frac{F_{\text{тр}}}{\mu} = \frac{2,8}{0,2} = 14 \text{ Н}$$

$$N + F \sin \alpha - mg = 0$$

~~Решение~~

$$F \sin \alpha = mg - N$$

$$F = \frac{mg - N}{\sin \alpha} = \frac{2 \cdot 10 - 14}{0,5} = \frac{6}{0,5} = 12 \text{ Н}$$



Ответ: 12 Н

Рис. 3

Далее приведём расшифровку реальной работы.

Дано: $m = 2 \text{ кг}$, $\alpha = 30^\circ$, $\mu = 0,2$,

$F_{\text{тр}} = 2,8 \text{ Н}$.

Найти $F = ?$

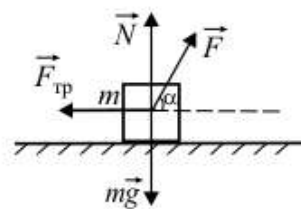
$$N = \frac{F_{\text{тр}}}{\mu} = \frac{2,8}{0,2} = 1,4 \text{ Н},$$

$$N + F \sin \alpha - mg = 0,$$

$$F \sin \alpha = mg - N,$$

$$F = \frac{mg - N}{\sin \alpha} = \frac{2 \cdot 10 - 14}{0,5} = \frac{6}{0,5} = 12 \text{ Н}.$$

Ответ: 2,5 кг.



Комментарий: Приведено полное решение: записаны две необходимые формулы, проведены преобразования, представлены вычисления и верный ответ. Работа оценивается в 2 балла.

Дальше мы будем приводить сразу расшифровки реальных работ.

Реальное решение № 2 (1 балл).

Дано: $m = 2$ кг, $\alpha = 30^\circ$, $\mu = 0,2$,

$F_{\text{тр.}} = 2,8$ Н.

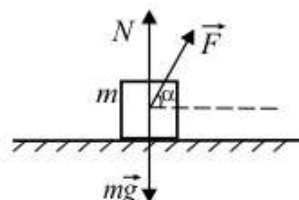
Найти F – ?

$$N + F \sin \alpha - mg = 0,$$

$$F_{\text{тр.}} = 2,8 \text{ Н} = \mu N,$$

$$F = \frac{mg - N}{\sin \alpha} = \frac{mg - F_{\text{тр.}}/\mu}{\sin \alpha} = \frac{2 \cdot 10 - 2,8/0,2}{\sin(30^\circ)} = 12 \text{ Н.}$$

Ответ: 12 Н.



Комментарий: Приведено правильное решение и получен верный ответ, но на рисунке не указана сила трения. Неверный рисунок (поскольку требование к его представлению в тексте задачи отсутствует) отнесён к лишним записям. Работа оценивается в 1 балл.

Реальное решение № 3 (0 баллов).

Далее приведём расшифровку реальной работы.

Дано: $m = 2$, $\alpha = 30^\circ$, $\mu = 0,2$, $F_{\text{тр.}} = 2,8$ Н.

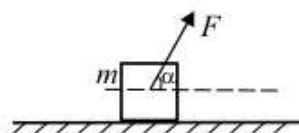
Найти F

$$N + F \sin \alpha - mg = 0,$$

$$F = \mu N,$$

$$F = \mu(mg - F \sin \alpha) = 0,2 \cdot (20 - 6) = 0,2 \cdot 14 = 2,8.$$

Ответ: 2,8.



Комментарий: Приведена только одна верная формула, выражение для силы трения записано неверно (отсутствует обозначение силы трения). Работа оценивается в 0 баллов.

§ 1. Механика (расчётная задача)

1.1. Кинематика

1.1.1. Задания с решениями

1. Одно тело свободно падает с высоты 5 м; одновременно с ним второе тело падает с высоты 10 м. Оба тела упали на землю одновременно. Найдите, чему равна начальная скорость второго тела.
2. При подъёме груза со скоростью 0,5 м/с угловая скорость барабана радиусом 1 м равна...
3. Катер переплывает реку по кратчайшему пути, имея скорость 3 м/с относительно воды. Какова скорость катера относительно берега, если скорость течения реки равна 2 м/с?
4. Тело прошло половину пути со скоростью 6 м/с, а другую половину пути со скоростью 4 м/с. Найдите среднюю скорость тела на этом пути.
5. Автомобиль, движущийся со скоростью 60 км/ч, останавливается перед светофором за 2 с. Тормозной путь автомобиля равен...

1.1.2. Задания для самостоятельной работы

6. Из некоторой высоко расположенной точки одновременно бросают два тела с одинаковой скоростью 25 м/с: одно — вертикально вверх, другое — вертикально вниз. На каком расстоянии друг от друга будут эти тела через 2 с?
7. Два тела движутся навстречу друг другу прямолинейно. Расстояние между ними в начальный момент времени было 30 м. Первое движется равномерно со скоростью 2 м/с. Второе — равноускоренно без начальной скорости с ускорением 1 м/с^2 . Через сколько времени после начала движения телá встретятся?
8. Свободно падающее тело затрачивает на движение 3 с. С какой высоты упало тело?
9. Камень свободно падает без начальной скорости. За какое время он пролетит пятый метр своего пути? Ответ выразите в секундах и округлите до сотых.
10. С какой высоты падало тело, если за последнюю секунду оно преодолело расстояние в 35 м?
11. Домохозяйка развешивала бельё на балконе 8-го этажа и уронила прищепку. Определите скорость прищепки, когда она пролетала 5-й этаж дома. Считать высоту этажа равной 2,5 м.

Высокий уровень сложности

Последними номерами в ЕГЭ стоят расчётные задачи высокого уровня сложности. В текстах заданий нет указаний на требования к полноте решения, эту функцию выполняет общая инструкция.

При ручной проверке этих задач по критериям оценивания ФИПИ максимальное количество баллов выставляются в случае, если приведено полное решение, включающее следующие элементы:

1) записаны положения теории и физические законы, закономерности, применение которых необходимо для решения задачи выбранным способом (в данном случае перечисляются законы и формулы)*;

2) описаны все вновь вводимые в решение буквенные обозначения физических величин (за исключением обозначений констант, указанных в варианте КИМ, обозначений величин, используемых в условии задачи, и стандартных обозначений величин, используемых при написании физических законов)*;

3) проведены необходимые математические преобразования и расчёты, приводящие к правильному числовому ответу (допускается решение «по частям» с промежуточными вычислениями);

4) представлен правильный ответ с указанием единиц измерения искомой величины.

Очень важно обратить внимание на эти примечания

1. Решение учащегося может иметь логику, отличную от авторской логики решения (альтернативное решение). В этом случае эксперт оценивает возможность решения конкретной задачи тем способом, который выбрал учащийся. Если ход решения учащегося допустим, то эксперт оценивает полноту и правильность этого решения на основании того списка основных законов, формул или утверждений, которые соответствуют выбранному способу решения.

* В качестве исходных принимаются формулы, указанные в кодификаторе элементов содержания и требований к уровню подготовки выпускников общеобразовательных учреждений для проведения единого государственного экзамена по физике.

* Стандартными считаются обозначения физических величин, принятые в кодификаторе элементов содержания и требований к уровню подготовки выпускников общеобразовательных учреждений для проведения единого государственного экзамена по физике.

2. В качестве исходных формул принимаются только те, которые указаны в кодификаторе. При этом форма записи формулы значения не имеет (например: $Q = cm\Delta T$, $c = \frac{q}{m\Delta T}$ и т. п.). Если же учащийся использовал в качестве исходной формулы ту, которая не указана в кодификаторе, то работа оценивается исходя из отсутствия одной из необходимых для решения формул. (Например, учащийся может в качестве исходной использовать формулу для внутренней энергии одноатомного идеального газа $U = \frac{3}{2}pV$, поскольку она есть в кодификаторе, а формулу для количества теплоты $Q = \frac{5}{2}pV$, полученного газом в изобарном процессе, в качестве исходной использовать нельзя (отсутствует в кодификаторе). В этом случае считается, что в решении отсутствует одна из исходных формул.)

Достаточно часто учащиеся теряют один балл из-за невыполнения этих требований при правильном решении.

Критерии оценивания выполнения расчётного задания высокого уровня сложности

Критерии	Баллы
Приведено полное решение, включающее следующие элементы: 1) записаны положения теории и физические законы, закономерности, применение которых необходимо для решения задачи выбранным способом; 2) описаны все вновь вводимые в решение буквенные обозначения физических величин (за исключением обозначений констант, указанных в варианте КИМ, обозначений величин, используемых в условии задачи, и стандартных обозначений величин, используемых при написании физических законов); 3) представлены необходимые математические преобразования и расчёты (подстановка числовых данных в конечную формулу), приводящие к правильному числовому ответу (допускается решение «по частям» с промежуточными вычислениями); 4) представлен правильный ответ с указанием единиц измерения искомой величины	3

Критерии	Баллы
<p>Правильно записаны все необходимые положения теории, физические законы, закономерности и проведены необходимые преобразования, но имеется один или несколько из следующих недостатков.</p> <p>Записи, соответствующие пункту 2, представлены не в полном объёме или отсутствуют.</p> <p>И (ИЛИ)</p> <p>В решении имеются лишние записи, не входящие в решение (возможно, неверные), которые не отделены от решения (не зачёркнуты, не заключены в скобки, рамку и т. п.).</p> <p>И (ИЛИ)</p> <p>В необходимых математических преобразованиях или вычислениях допущены ошибки, и (или) в математических преобразованиях/вычислениях пропущены логически важные шаги.</p> <p>И (ИЛИ)</p> <p>Отсутствует пункт 4, или в нём допущена ошибка (в том числе в записи единиц измерения величины)</p>	2
<p>Представлены записи, соответствующие одному из следующих случаев.</p> <p>Представлены только положения и формулы, выражающие физические законы, применение которых необходимо для решения задачи, без каких-либо преобразований с их использованием, направленных на решение задачи.</p> <p>ИЛИ</p> <p>В решении отсутствует ОДНА из исходных формул, необходимая для решения данной задачи (или утверждение, лежащее в основе решения), но присутствуют логически верные преобразования с имеющимися формулами, направленные на решение задачи.</p> <p>ИЛИ</p> <p>В ОДНОЙ из исходных формул, необходимых для решения данной задачи (или в утверждении, лежащем в основе решения), допущена ошибка, но присутствуют логически верные преобразования с имеющимися формулами, направленные на решение задачи</p>	1
<p>Все случаи решения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления оценок в 1, 2, 3 балла</p>	0
<p><i>Максимальный балл</i></p>	3

Рассмотрим задачу высокого уровня сложности.

Задача 1. В схеме, показанной на рисунке 49, ключ K долгое время находился в положении 1. В момент $t_0 = 0$ ключ перевели в положение 2. К моменту $t > 0$ на резисторе R выделилось количество теплоты $Q = 25$ мкДж. Сила тока в цепи в этот момент $I = 0,1$ мА. Чему равно сопротивление резистора R ? ЭДС батареи $\mathcal{E} = 15$ В, её внутреннее сопротивление $r = 30$ Ом, ёмкость конденсатора $C = 0,4$ мкФ. Потерями на электромагнитное излучение пренебречь*.

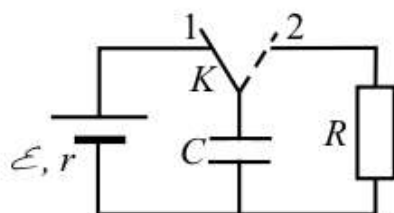


Рис. 49

Авторское решение (один из возможных вариантов)

Поскольку в момент размыкания ключа конденсатор полностью заряжен, то напряжение на обкладках конденсатора равно ЭДС батареи. Энергия полностью заряженного конденсатора в этот момент

$$W_0 = \frac{C\mathcal{E}^2}{2}.$$

После замыкания ключа в момент $t > 0$ энергия конденсатора

$$W = \frac{CU^2}{2} = \frac{C(IR)^2}{2}.$$

Из закона сохранения энергии получаем

$$W_0 = W + Q,$$

где Q — выделившееся на резисторе количество теплоты.

Отсюда

$$\frac{C\mathcal{E}^2}{2} = \frac{C(IR)^2}{2} + Q.$$

Окончательно

$$R = \frac{1}{I} \sqrt{\mathcal{E}^2 - \frac{2Q}{C}} = 100 \text{ (кОм)}.$$

Ответ: $R = 100$ кОм.

* Условие задачи, реальные решения учеников и комментарии эксперта взяты из «Методических рекомендаций по оцениванию выполнения заданий с развёрнутым ответом», М.: ФИПИ, 2018. — с. 42.

Реальное решение № 1 (3 балла)

Дано: $Q = 25$ мкДж, $I = 0,1$ мА, $\mathcal{E} = 15$ В, $r = 30$ Ом,
 $C = 0,4$ мкФ.
 $R - ?$

Решение:

1) Когда ключ в положении 1, ток через конденсатор C не проходит, на нём накапливался заряд, найдём его:

$$W_k = \frac{CU^2}{2},$$

где $U = Ee$; $W_k = \frac{CE^2}{2} = \frac{0,4 \cdot 10^{-6} \cdot 229}{2} = 4,9 \cdot 10^{-5}$ Дж.

2) После переведения ключа в положение 2, энергия на конденсаторе пойдёт на резистор R , часть энергии выделится на нагревание. Найдём ту, что осталась:

$$W = W_k - Q = 4,9 \cdot 10^{-5} - 25 \cdot 10^{-6} = 2 \cdot 10^{-5} \text{ Дж.}$$

3) Найдя энергию на резисторе, сможем найти его сопротивление.

$$W = \frac{CU^2}{2}, \text{ где } U = \sqrt{\frac{2W}{C}} \text{ и по закону Ома для участка цепи}$$

$$I = \frac{U}{R}, \text{ где } R = \frac{U}{I}. U = \sqrt{\frac{2 \cdot 10^{-5} \cdot 2}{0,4 \cdot 10^{-6}}} = \sqrt{100} = 10 \text{ В, тогда}$$

$$R = \frac{10 \text{ В}}{0,1 \cdot 10^{-3} \text{ А}} = 1 \cdot 10^5 \text{ Ом.}$$

Ответ: $R_{\text{резистора}} = 10^5$ Ом.

Комментарий: Полностью верное решение задачи, проведённое «по частям», с промежуточными вычислениями.

Решение некоторых заданий

1. Для первого тела, падающего с высоты h_1 , координата тела меняется по закону $\frac{gt^2}{2}$. Для второго тела, падающего с высоты h_2 , координата тела меняется по закону $v_0t + \frac{gt^2}{2}$. Оба тела упали за одно и то же время T , следовательно,

$$\begin{cases} h_1 = \frac{gT^2}{2}, \\ h_2 = v_0T + \frac{gT^2}{2}. \end{cases}$$

Решив эту систему уравнений относительно v_0 , получим:

$$v_0 = \frac{h_2 - h_1}{\sqrt{\frac{2h_1}{g}}} = \frac{10 - 5}{\sqrt{\frac{2 \cdot 5}{10}}} = 5 \text{ (м/с)}.$$

Ответ: 5 м/с.

2. Запишем связь линейной и угловой скорости:

$$v = \omega R.$$

Отсюда выразим угловую скорость барабана:

$$\omega = \frac{v}{R} = \frac{0,5}{1} = 0,5 \text{ (с}^{-1}\text{)}.$$

Ответ: 0,5 с⁻¹.

3. Сделаем рисунок 168.

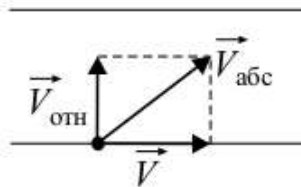


Рис. 168

По закону сложения скоростей $\vec{V}_{\text{отн}} = \vec{V}_k + \vec{V}$, тогда

$$v_k = \sqrt{v_{\text{отн}}^2 - v^2}.$$

Считаем

$$v_{\text{абс}} = \sqrt{9 - 4} = \sqrt{5} = 2,24 \text{ (м/с)}.$$

Ответ: 2,24 м/с.

4. По определению средняя скорость равна $v_{\text{ср}} = \frac{S}{t}$, с другой стороны, полное время движения t можно представить как сумму времён двух

Ответы

1. 5 м/с. 2. $0,5 \text{ с}^{-1}$. 3. 2,24 м/с. 4. 4,8 м/с. 5. 17 м. 6. 100 м. 7. 6 с.
8. 45 м. 9. 0,11 с. 10. 80 м. 11. 12,2 м/с. 12. 42 км/ч. 13. 34,3 км/ч.
14. 169 кДж. 15. 4,8 Н. 16. 11,25 кН. 17. 0,15 Н. 18. 10 м/с^2 . 19. 4 м/с.
20. 45 м. 21. 240 Н. 22. 2,8 Н. 23. На 1400 Н. 24. $5,6 \text{ м/с}^2$. 25. 4,5 Дж.
26. 2 м/с. 27. 0,8 Н. 28. 1 : 3. 29. 1,5 Н. 30. 0,3 Н. 31. 0,8 кг. 32. 10 м/с.
33. 0,2. 34. 5 м/с^2 . 35. 0,31 Н. 36. $9,6 \text{ м/с}^2$. 37. 15 м/с^2 . 38. 8 Н.
39. 39,90 кН. 40. 80 км/ч. 41. В 17 раз. 42. 115 Н. 43. 800 кг/м^3 .
44. 700 кг. 45. 75 Н. 46. 45° . 47. 850 кг/м^3 . 48. 10 см. 49. $0,5 \text{ м}^3$.
50. 803 кг. 51. 1,43 кг. 52. 760 кг. 53. 500 Н. 54. 670 кг. 55. 1 Н.
56. 200 Н. 57. 542,2 Н. 58. 300 Н и 200 Н. 59. 0,4 м/с. 60. 1,5 м.
61. 6 м/с. 62. 3,2 м/с. 63. 11,2 м/с. 64. 13 мм. 65. В 1,5 раза. 66. 250 Н.
67. 240 м/с. 68. 30 Дж. 69. В 1,44 раза. 70. 0,6 м. 71. 0,2 кг. 72. 3,1 Дж.
73. 60 с. 74. 2,1 Дж. 75. 600 кВт. 76. $-1,2 \text{ Дж}$. 77. 2 с. 78. 750 Вт. 79. 2.
80. 45 Дж. 81. 15 Дж. 82. 96 %. 83. 2,2 м. 84. 27,2 Дж. 85. $78,6^\circ\text{C}$.
86. 175 кПа. 87. 10 000 К. 88. В 4 раза. 89. 29 г/моль. 90. 97,6 кг.
91. $0,18 \text{ кг/м}^3$. 92. $3,9 \cdot 10^{18}$. 93. $84,6^\circ\text{C}$. 94. В 4 раза. 95. 300 Дж.
96. 194°C . 97. 96 кПа. 98. $0,9 \text{ кг/м}^3$. 99. 8,4 %. 100. 88 г/м^3 .
101. 100 Н. 102. 2 моль. 103. На 626°C . 104. 1400 К. 105. 677°C .
106. 111°C . 107. В 1,57 раза. 108. 2,53 кг. 109. $33,8^\circ\text{C}$. 110. $2 \cdot 10^{27}$.
111. На 8,2 кг. 112. 2,5 кДж. 113. 159 кДж. 114. $\frac{\alpha}{2}(V_2^2 - V_1^2)$.
115. 100 Вт. 116. $A = 320 \text{ Дж}$, $\Delta U = 480 \text{ Дж}$. 117. Увеличился
в 1,18 раза. 118. 16 кДж. 119. 4155 Дж. 120. 3. 121. 3324 Дж.
122. 8,31 кДж. 123. 6648 Дж. 124. 2,5 кДж. 125. В 4 раза. 126. 40 %.
127. 400 кДж. 128. 1,12 кДж. 129. 810 Дж. 130. 37,5 %. 131. 0,5.
132. $A = \frac{n-1}{n} \nu RT$. 133. 386 К. 134. 7,5 К. 135. 100 г. 136. 29°C .
137. $900 \text{ Дж/(кг} \cdot ^\circ\text{C)}$. 138. $970 \text{ Дж/(кг} \cdot ^\circ\text{C)}$. 139. $840 \text{ Дж/(кг} \cdot \text{К)}$.
140. 180 К. 141. 10°C . 142. $1267 \text{ Дж/(кг} \cdot \text{град)}$. 143. $18,2^\circ\text{C}$.
144. 785°C . 145. 1300 кДж. 146. 60 мин. 147. $7,1^\circ\text{C}$. 148. $51,1^\circ\text{C}$.
149. На 105 г. 150. $420 \text{ Дж/(кг} \cdot \text{град)}$. 151. 350 м. 152. 1758 м/с.
153. 1,7 м. 154. 1,16 кг. 155. 1 В. 156. 21,6 кВ/м. 157. 1,35 мН.
158. 3 кДж. 159. 54 кг. 160. 0,6 А. 161. 9 Ом. 162. 125 Кл.
163. 0,5 мм. 164. 4,5 Вт. 165. 10^{-4} Дж . 166. 1,2 мкФ, 1,8 мкФ.