



# Городское методическое объединение учителей физики

## Подготовка к ОГЭ по физике Тема: «Особенности решения задач по физике 21 типа ОГЭ»

Губина Светлана Петровна  
учитель физики  
МБОУ СОШ №22 имени  
Г.Ф.Пономарева

## Подготовка к ОГЭ.

### Задание № 21 расчётные задачи высокого уровня сложности

- **Цель:** научить решать правильно задачи, используя законы и формулы, развить умения рационально мыслить, самостоятельно организовывать свою деятельность

**Задачи:** Формирование "базы знаний", позволяющей беспрепятственно оперировать физическим материалом, сформировать устойчивые навыки определения типа задачи и способа решения независимо от формулировки задания.

# Спецификация задания № 21:



Целевые требования (умения)	Уровень сложности	Максимальный балл	Примерное время для выполнения задания	Коды проверяемых элементов содержания
Решать расчётные задачи, используя законы и формулы, связывающие физические величины	Высокий	3	20	1-3

В Линии 21 – задания с развернутым ответом, расчетная задача высокого уровня сложности, максимальный балл – 3 базируется на содержании разделов **Механические явления, Тепловые явления, «Электромагнитные явления»**

**Что нужно знать** Механические явления и процессы, физические величины и закономерности их характеризующие

**Что нужно уметь** Решать расчетную задачу: на основе анализа условия записывать краткое условие («Дано»); находить необходимые справочные данные; делать рисунок, если это необходимо для понимания физической ситуации; записывать законы и формулы, необходимые для решения задачи; проводить математические преобразования и расчеты.



# Справочный материал

Механические явления - явления, связанные с движением и взаимодействием тел.

Формула	Название величин, входящих в формулу	Единицы измерения
$A = Fs$	$A$ – работа	Дж
	$F$ – сила	Н
	$s$ – пройденный путь	м
$N = \frac{A}{t}$	$N$ – мощность	Вт
	$A$ – работа	Дж
	$t$ – время выполнения работы	с
$\frac{F_1}{F_2} = \frac{l_2}{l_1}$	$F_1, F_2$ – силы, действующие на рычаг	Н
	$l_1, l_2$ – плечи этих сил	м
$\eta = \frac{A_{\text{п}}}{A_{\text{з}}} \cdot 100\%$	$\eta$ – коэффициент полезного действия	%
	$A_{\text{п}}$ – полезная работа	Дж
	$A_{\text{з}}$ – затраченная работа	Дж
$E_{\text{к}} = \frac{mv^2}{2}$	$E_{\text{к}}$ – кинетическая энергия	Дж
	$m$ – масса тела	кг
	$v$ – скорость тела	м/с
$E_{\text{п}} = gmh$	$E_{\text{п}}$ – потенциальная энергия	Дж
	$g$ – ускорение свобод. падения	Н/кг
	$m$ – масса тела	кг
	$h$ – высота столба жидкости	м

# Справочный материал

**Тепловые явления - явления, связанные с изменением температуры тела или состояния вещества.**

## Десятичные приставки

Наименование	Обозначение	Множитель	Наименование	Обозначение	Множитель
гига	Г	$10^9$	сантиметры	с	$10^{-2}$
мега	М	$10^6$	миллиметры	м	$10^{-3}$
кило	к	$10^3$	микрометры	мк	$10^{-6}$
гекто	г	$10^2$	нанометры	н	$10^{-9}$
деци	д	$10^{-1}$	пикометры	п	$10^{-12}$

Формула	Название величин, входящих в формулу	Единицы измерения
$Q = cm(t_2 - t_1)$	$Q$ - количество теплоты	Дж
	$c$ - удельная теплоемкость	Дж/(кг · °С)
	$m$ - масса тела	кг
	$t_2$ - конечная температура тела	°С
	$t_1$ - начальная температура тела	°С
$Q = \pm \lambda m$	$Q$ - количество теплоты	Дж
	$\lambda$ - удельная теплота плавления	Дж/кг
	$m$ - масса тела	кг
$Q = \pm Lm$	$Q$ - количество теплоты	Дж
	$L$ - удельная теплота парообразования	Дж/кг
	$m$ - масса тела	кг
$Q = qm$	$Q$ - количество теплоты	Дж
	$q$ - удельная теплота сгорания топлива	Дж/кг
	$m$ - масса тела	кг
$\varphi = \frac{\rho}{\rho_0} \cdot 100\%$	$\varphi$ - относительная влажность воздуха	%
	$\rho$ - плотность водяного пара	Па
	$\rho_0$ - плотность насыщенного пара при той же температуре	Па
$\eta = \frac{A_n}{Q_n} \cdot 100\%$	КПД - КПД теплового двигателя	%
	$A_n$ - полезная работа, совершенная двигателем	Дж
	$Q_n$ - количество теплоты, полученное от нагревателя	Дж



## Удельная

Яндекс Репетитор

теплоёмкость воды	$4200 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot ^\circ\text{C}}$	теплота парообразования воды	$2,3 \cdot 10^6 \frac{\text{Дж}}{\text{кг}}$
теплоёмкость спирта	$2400 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot ^\circ\text{C}}$	теплота парообразования спирта	$9,0 \cdot 10^5 \frac{\text{Дж}}{\text{кг}}$
теплоёмкость льда	$2100 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot ^\circ\text{C}}$	теплота плавления свинца	$2,5 \cdot 10^4 \frac{\text{Дж}}{\text{кг}}$
теплоёмкость алюминия	$920 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot ^\circ\text{C}}$	теплота плавления стали	$7,8 \cdot 10^4 \frac{\text{Дж}}{\text{кг}}$
теплоёмкость стали	$500 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot ^\circ\text{C}}$	теплота плавления олова	$5,9 \cdot 10^4 \frac{\text{Дж}}{\text{кг}}$
теплоёмкость цинка	$400 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot ^\circ\text{C}}$	теплота плавления льда	$3,3 \cdot 10^5 \frac{\text{Дж}}{\text{кг}}$
теплоёмкость меди	$400 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot ^\circ\text{C}}$	теплота сгорания спирта	$2,9 \cdot 10^7 \frac{\text{Дж}}{\text{кг}}$
теплоёмкость олова	$230 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot ^\circ\text{C}}$	теплота сгорания керосина	$4,6 \cdot 10^7 \frac{\text{Дж}}{\text{кг}}$
теплоёмкость свинца	$130 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot ^\circ\text{C}}$	теплота сгорания бензина	$4,6 \cdot 10^7 \frac{\text{Дж}}{\text{кг}}$
теплоёмкость бронзы	$420 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot ^\circ\text{C}}$		



Критерии оценивания выполнения задачи	Баллы
<p>Представлено полное правильное решение, включающее следующие элементы:</p> <p>1) верно записано краткое условие задачи;</p> <p>2) записаны уравнения и формулы, <u>применение которых необходимо и достаточно</u> для решения задачи выбранным способом (в данном решении: <i>формула количества теплоты, выделяемого при протекании электрического тока (можно через мощность), формула количества теплоты, необходимого для нагрева тела, формула связи КПД и потерь, формула КПД</i>)</p>	3
<p>Правильно записаны необходимые формулы, проведены вычисления и получен ответ (верный или неверный), но допущена ошибка в записи краткого условия или переводе единиц в СИ</p> <p style="text-align: center;"><b>ИЛИ</b></p> <p>Представлено правильное решение только в общем виде, без каких-либо числовых расчётов</p> <p style="text-align: center;"><b>ИЛИ</b></p> <p>Записаны уравнения и формулы, <u>применение которых необходимо и достаточно</u> для решения задачи выбранным способом, но в математических преобразованиях или вычислениях допущена ошибка</p>	2
<p>Записано и использовано не менее половины исходных формул, необходимых для решения задачи</p> <p style="text-align: center;"><b>ИЛИ</b></p> <p>Записаны все исходные формулы, но в <b>одной</b> из них допущена ошибка</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

# Тепловые явления

Свинцовую деталь, имеющую температуру  $27^\circ\text{C}$ , начинают нагревать на плитке постоянной мощности. Через 12 минут от начала нагревания свинец нагрелся до температуры плавления. Сколько ещё времени потребуется для того, чтобы свинцовая деталь полностью расплавилась?

Источники: Камзеева 2024

Показать ответ и решение

Температура плавления свинца  $t_2 = 327^\circ\text{C}$ . Начальная температура  $t_1 = 27^\circ\text{C}$ . Следовательно, свинцу сообщили количество теплоты, равное

$$Q_1 = cm(t_2 - t_1)$$

где  $c = 130 \text{ Дж}/(\text{кг} \cdot ^\circ\text{C})$  - удельная теплоемкость свинца;  $m$  - масса свинца. Чтобы свинец расплавился ему необходимо сообщить количество теплоты:

$$Q_2 = \lambda m$$

где  $\lambda = 25000 \text{ Дж}/\text{кг}$  - удельная теплота плавления свинца. Получается, что сначала электрическая плитка выделила тепло:

$$Q_1 = P \cdot \tau_1$$

где  $\tau_1 = 720 \text{ с}$  - время нагревания свинца;  $P$  - мощность плитки. А, затем, плитка выделила тепло

$$Q_2 = P \cdot \tau_2$$

где  $\tau_2$  - время плавления свинца. Так как  $P = \frac{Q_1}{\tau_1} = \frac{Q_2}{\tau_2}$ , имеем:

$$\tau_2 = \frac{Q_2}{Q_1} \cdot \tau_1 = \frac{\lambda \cdot \tau_1}{c(t_2 - t_1)}$$

$$\tau_2 = \frac{25 \cdot 10^3 \cdot 720}{130 \cdot (327 - 27)} \approx 460 \text{ с}$$



В калориметре, содержащий 200 г воды при температуре 85 °С, опустили алюминиевую чайную ложку массой 14 г, имевшую температуру 20 °С. Определите, на сколько градусов охладится вода в калориметре после установления теплового равновесия. Потерями теплоты и теплоёмкостью калориметра можно пренебречь.

Источники: Банк ФИПИ

Показать ответ и решение

Изменение температуры воды при охлаждении равно:

$$\Delta t = t_1 - t_{\text{общ}}$$

По уравнению теплового баланса, количество теплоты, отданное водой равно количеству теплоты, полученному ложкой.

$$Q_1 = Q_2$$

$$Q_1 = c_1 \cdot m_1 \cdot \Delta t$$

Здесь  $Q_1$  - количество теплоты, отданное водой,  $m_1$  - масса воды,  $c_1 = 4200 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot ^\circ\text{C}}$  - удельная теплоемкость воды

$$Q_2 = c_2 \cdot m_2 \cdot (t_{\text{общ}} - t_2)$$

Здесь  $Q_2$  - количество теплоты, полученное ложкой,  $m_2$  - масса ложки,  $c_2 = 920 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot ^\circ\text{C}}$  - удельная теплоемкость алюминия,  $t_{\text{общ}} - t_2$  - изменение температуры ложки

$$t_{\text{общ}} = \frac{(c_1 \cdot m_1 \cdot t_1 + c_2 \cdot m_2 \cdot t_2)}{c_1 \cdot m_1 + c_2 \cdot m_2}$$

Откуда:

$$\Delta t = t_1 - \frac{(c_1 \cdot m_1 \cdot t_1 + c_2 \cdot m_2 \cdot t_2)}{c_1 \cdot m_1 + c_2 \cdot m_2}$$

$$\Delta t = 85 - \frac{4200 \cdot 0,2 \cdot 85 + 920 \cdot 0,014 \cdot 20}{4200 \cdot 0,2 + 920 \cdot 0,014} \approx 1^\circ\text{C}$$

Кусок льда при температуре  $-20^{\circ}\text{C}$  внесли в тёплое помещение, температура воздуха в котором составляет  $25^{\circ}\text{C}$ . Сколько времени лёд будет плавиться, если известно, что процесс нагревания льда до температуры плавления длился 5 мин.? Мощность передачи тепла считать неизменной.

Источники: Банк ФИПИ

Показать ответ и решение

Распишем количество теплоты, которое нужно сообщить льду, чтобы он нагрелся, а после - расплавился

$Q_1$  - тепло, которое получило тело на нагревание.

$Q_2$  - тепло, которое передало тело при плавлении.

$$Q_1 = cm\Delta t$$

$$Q_2 = m\lambda$$

где  $c$  - удельная теплоёмкость льда,  $m$  - масса льда,  $\Delta t$  - изменение температуры льда при нагреве,  $\lambda$  - удельная теплота плавления.

Количество теплоты также можно выразить через энергию теплообмена:

$$Q_1 = P \cdot \tau_1$$

$$Q_2 = P \cdot \tau_2,$$

где  $P$  - энергия, получаемая льдом в результате теплообмена за 1 с.

Выразим из каждого уравнения энергию и приравняем:

$$\frac{cm\Delta t}{\tau_1} = \frac{m\lambda}{\tau_2}$$

Выразим нужное нам время:

$$\tau_2 = \frac{\lambda \cdot \tau_1}{c \cdot \Delta t} = \frac{330000 \cdot 300}{2100 \cdot 20} \approx 2360 \text{ с}$$

## Тепловые + механические явления

Стальная пуля пробивает деревянную стену. Скорость пули до удара о стену равна 400 м/с, а после прохождения стены – 300 м/с. На сколько изменится температура пули, если считать, что выделившееся при прохождении пулей стены количество теплоты целиком пошло на нагревание пули?

Источники: Банк ФИПИ

Показать ответ и решение

При пробивании доски, на пулю действует сила сопротивления движению, эта сила совершает работу и уменьшает кинетическую энергию пули. Работа силы сопротивления будет численно равна количеству теплоты, которое выделяется и нагревает пулю. Запишем это:

$$\frac{mv_1^2}{2} = Q + \frac{mv_2^2}{2}$$

Здесь  $v_2$  - искомая скорость пули при вылете из доски,  $Q = cm\Delta t$  - количество теплоты, которое пошло на нагрев,  $c = 500 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot ^\circ\text{C}}$  - удельная теплоемкость стали. Получим:

$$\frac{mv_1^2}{2} - Q = \frac{mv_2^2}{2}$$

$$\frac{mv_1^2}{2} - \frac{mv_2^2}{2} = cm\Delta t$$

$$\frac{v_1^2}{2} - \frac{v_2^2}{2} = c\Delta t$$

$$\frac{v_1^2 - v_2^2}{2} = c\Delta t$$

Отсюда изменение температуры равно:

$$\Delta t = \frac{v_1^2 - v_2^2}{2c}$$

$$\Delta t = \frac{400^2 - 300^2}{2 \cdot 500} = 70^\circ\text{C}$$



Свинцовая пуля, подлетев к преграде со скоростью  $v_1 = 200$  м/с, пробивает её и вылетает со скоростью  $v_2 = 100$  м/с. На сколько градусов нагрелась пуля, если на её нагревание пошло 65% выделившегося количества теплоты? Удельную теплоемкость свинца принять равной  $c = 130 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot ^\circ\text{C}}$ .

Источники: Банк ФИГ

Показать ответ и решение

При пробивании доски, на пулю действует сила сопротивления движению, эта сила совершает работу и уменьшает кинетическую энергию пули. Работа силы сопротивления будет численно равна количеству теплоты, которое выделяется и нагревает пулю. Запишем это:

$$\frac{mv_1^2}{2} = Q + \frac{mv_2^2}{2}$$

Здесь  $Q$  - выделяющееся количество теплоты Оно равно:

$$Q = \frac{m(v_1^2 - v_2^2)}{2}$$

По условию задачи, 65% от этого количества теплоты идет на нагрев пули Получим:

$$0,65Q = cm\Delta t$$

$$\frac{0,65m(v_1^2 - v_2^2)}{2} = cm\Delta t$$

$$\frac{0,65(v_1^2 - v_2^2)}{2} = c\Delta t$$

$c = 130 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot ^\circ\text{C}}$  - удельная теплоемкость свинца. Изменение температуры равно:

$$\Delta t = \frac{0,65(v_1^2 - v_2^2)}{2c}$$

$$\Delta t = \frac{0,65(200^2 - 100^2)}{2 \cdot 130} = 75^\circ\text{C}$$

Автомобиль равномерно движется по горизонтальной дороге. Определите массу автомобиля, если для прохождения 142 км пути при средней силе сопротивления движению, равной 0,03 веса автомобиля, автомобиль израсходовал 15 л бензина. КПД двигателя равен 20%.

Источники: Камзе

Показать ответ и решение

КПД двигателя:

$$\eta = \frac{A}{Q} \cdot 100\%,$$

где  $A$  – работа,  $Q$  – количество теплоты, полученное при сжигании бензина.

Работа равна:

$$A = Fl = 0,03Mgl,$$

где  $F$  – сила тяжести,  $l$  – расстояние,  $M$  – масса автомобиля Количество теплоты равно:

$$Q = qm,$$

где  $q$  – удельная теплота сгорания,  $m$  – масса бензина.

Масса бензина равна:

$$m = \rho V,$$

где  $\rho$  – плотность бензина,  $V$  – объём бензина Тогда

$$\eta = \frac{0,03Mgl}{q\rho V}$$

Отсюда

$$M = \frac{\eta q \rho V}{0,03gl} = \frac{0,2 \cdot 46 \cdot 10^6 \text{ Дж/кг} \cdot 710 \text{ кг/м}^3 \cdot 0,015 \text{ м}^3}{0,03 \cdot 10 \text{ Н/кг} \cdot 142000 \text{ м}} = 2300 \text{ кг}$$

# Справочный материал

Электромагнитные явления - явления, связанные с движением и взаимодействием зарядов.

Удельное электрическое сопротивление,  $\frac{\text{Ом} \cdot \text{мм}^2}{\text{м}}$  (при 20 °С)

серебро	0,016	никелин	0,4
медь	0,017	нихром (сплав)	1,1
алюминий	0,028	фехраль	1,2
железо	0,10		

Формула	Название величин, входящих в формулу	Единицы измерения
$I = \frac{q}{t}$	$I$ - сила тока	А
	$q$ - электрический заряд	Кл
	$t$ - время	с
$U = \frac{A}{q}$	$U$ - напряжение	В
	$A$ - работа тока	Дж
	$q$ - электрический заряд	Кл
$R = \rho \frac{l}{S}$	$R$ - сопротивление	Ом
	$\rho$ - удельное сопротивление	Ом · м
	$l$ - длина проводника	м
	$S$ - площадь поперечного сечения проводника	м <sup>2</sup>
$I = \frac{U}{R}$	$I$ - сила тока	А
	$U$ - напряжение	В
	$R$ - сопротивление	Ом
$A = IUt$	$A$ - работа тока	Дж
	$I$ - сила тока	А
	$U$ - напряжение	В
	$t$ - время	с
$P = \frac{A}{t}$	$P$ - мощность тока	Вт
	$A$ - работа тока	Дж
	$t$ - время	с
$Q = I^2Rt$	$Q$ - количество теплоты	Дж
	$I$ - сила тока	А
	$R$ - сопротивление	Ом
	$t$ - время	с
$D = \frac{1}{F}$	$D$ - оптическая сила линзы	дптр
	$F$ - фокусное расстояние линзы	м



В алюминиевый калориметр массой 50 г налито 100 г воды и опущена спираль сопротивлением 2 Ом, подключенная к источнику напряжением 4,5 В. На сколько градусов нагреется калориметр с водой за 10 мин, если потери энергии в окружающую среду составляют 20%? Сопротивление спирали в процессе нагревания считать постоянным.

Показать ответ и решение

КПД источника равно:

$$\eta = \frac{Q}{A} \cdot 100\%,$$

где  $Q$  – количество теплоты, полученное калориметром с водой,  $A$  – работа нагревателя.

Количество теплоты, полученное калориметром с водой равно:

$$Q = c_1 m_1 \Delta t + c_2 m_2 \Delta t = (c_1 m_1 + c_2 m_2) \Delta t,$$

где  $c_1$  – удельная теплоёмкость алюминия,  $m_1$  – масса калориметра,  $c_2$  – удельная теплоёмкость воды,  $m_2$  – масса воды,  $\Delta t$  – изменение температуры.

Мощность нагревателя определяется как

$$P = \frac{U^2}{R},$$

Тогда работа по закону Джоуля-Ленца

$$A = Pt = \frac{U^2}{R} \tau,$$

где  $\tau = 600$  с – время работ нагревателя.

КПД же равно  $100\% - 20\% = 80\%$ . Тогда

$$\eta = \frac{(c_1 m_1 + c_2 m_2) \Delta t}{\frac{U^2}{R} \tau} 100\%.$$

Отсюда

$$\Delta t = \frac{\eta U^2 \tau}{100\% (c_1 m_1 + c_2 m_2) R} = \frac{80\% \cdot 4,5^2 \text{ В}^2 \cdot 600 \text{ с}}{100\% (920 \text{ Дж}/(\text{кг} \cdot ^\circ\text{C}) \cdot 0,05 \text{ кг} + 4200 \text{ Дж}/(\text{кг} \cdot ^\circ\text{C}) \cdot 0,1 \text{ кг}) \cdot 2 \text{ Ом}} \approx 10,4^\circ\text{C}$$

В алюминиевый калориметр массой 50 г налито 120 г воды и опущена спираль сопротивлением 2 Ом, подключённая к источнику напряжением 5 В. На сколько градусов нагреется калориметр с водой за 11 мин, если потери энергии в окружающую среду составляют 20%?

Источники: Банк Физ

Показать ответ и решение

КПД источника равно:

$$\eta = \frac{Q}{A} \cdot 100\%,$$

где  $Q$  – количество теплоты, полученное калориметром с водой,  $A$  – работа нагревателя.

Количество теплоты, полученное калориметром с водой равно:

$$Q = c_1 m_1 \Delta t + c_2 m_2 \Delta t = (c_1 m_1 + c_2 m_2) \Delta t,$$

где  $c_1$  – удельная теплоёмкость алюминия,  $m_1$  – масса калориметра,  $c_2$  – удельная теплоёмкость воды,  $m_2$  – масса воды,  $\Delta t$  – изменение температуры.

Мощность нагревателя определяется как

$$P = \frac{U^2}{R},$$

Тогда работа по закону Джоуля-Ленца

$$A = Pt = \frac{U^2}{R} \tau,$$

где  $\tau = 660$  с – время работы нагревателя.

КПД же равно  $100\% - 20\% = 80\%$ . Тогда

$$\eta = \frac{(c_1 m_1 + c_2 m_2) \Delta t}{\frac{U^2}{R} \tau}$$

Отсюда

$$\Delta t = \frac{\eta U^2 \tau}{(c_1 m_1 + c_2 m_2) R}$$

$$\Delta t = \frac{0,8 \cdot 5^2 \cdot 660}{(920 \cdot 0,05 + 4200 \cdot 0,120) \cdot 2} = 12 \text{ C}^\circ$$

**Спасибо за внимание!**

