

ОБ ЭТОМ УЧЕБНОМ ПОСОБИИ

НАЗНАЧЕНИЕ

Настоящее пособие:

- поможет школьнику *научиться решать задачи*,
- предоставит учителю обширный материал для обучения решению задач в классе, для самостоятельных и домашних работ, а также для подготовки учеников к олимпиадам по физике (школьным и районным).

СТРУКТУРА

- В каждом разделе физики курса 8-го класса отобраны *ключевые задачи*, к которым обычно приведены *подробные решения*.
- К каждой ключевой задаче подобраны или составлены «*похожие*» задачи, к которым даны *советы*, а также задачи только с ответами.
- Задачи дифференцированы на три уровня сложности.

ОБОЗНАЧЕНИЯ

Слева от номера задачи:

- ключиком обозначены ключевые задачи, к которым приведены подробные решения,
- пальцем, показывающим вниз, обозначены задачи, к которым приведены советы внизу страницы.

Желаем младшим читателям научиться, а старшим — научить решать задачи по физике!

ТЕПЛОВЫЕ ЯВЛЕНИЯ

ПОЛЕЗНЫЕ СВЕДЕНИЯ

- Уравнение теплового баланса: при теплообмене между двумя телами количество теплоты, полученное менее нагретым телом, равно количеству теплоты, отданному более нагретым телом.
- Количество теплоты, которое передают телу при нагревании, выражается формулой $Q = cm(t_{\text{к}} - t_{\text{н}})$, где m — масса тела, c — удельная теплоёмкость вещества, из которого состоит тело, $t_{\text{н}}$ — начальная температура тела, $t_{\text{к}}$ — конечная температура. Если тело охлаждается, оно отдаёт количество теплоты $Q = cm(t_{\text{н}} - t_{\text{к}})$.
- Количество теплоты, которое надо сообщить кристаллическому телу при температуре плавления для превращения его в жидкость, выражается формулой $Q = \lambda m$, где m — масса тела, λ — удельная теплота плавления вещества, из которого состоит данное тело.
- Количество теплоты, которое при постоянной температуре надо сообщить жидкости для превращения её в пар, выражается формулой $Q = Lm$, где m — масса жидкости, L — удельная теплота парообразования данной жидкости.
- Количество теплоты, выделившееся при полном сгорании топлива, выражается формулой $Q = qm$, где m — масса топлива, q — удельная теплота сгорания данного топлива.
- Коэффициент полезного действия (КПД) нагревателя $\eta = \frac{Q_{\text{пол}}}{Q} \cdot 100\%$, где $Q_{\text{пол}}$ — количество теплоты, переданное нагреваемому телу, Q — количество теплоты, выделившееся при сгорании топлива.
- Коэффициент полезного действия (КПД) теплового двигателя $\eta = \frac{A}{Q_1} \cdot 100\%$, где A — работа, совершённая двигателем, Q_1 — количество теплоты, выделившееся при сгорании топлива.

КОЛИЧЕСТВО ТЕПЛОТЫ. УДЕЛЬНАЯ ТЕПЛОЕМКОСТЬ. УРАВНЕНИЕ ТЕПЛООВОГО БАЛАНСА

ПЕРВЫЙ УРОВЕНЬ

- 1.1. Какое количество теплоты надо сообщить 2 л воды, взятой при температуре 20 °С, чтобы нагреть воду до 30 °С?

Решение. Полученное водой количество теплоты $Q = cm\Delta t$, где c — удельная теплоёмкость воды, Δt — изменение температуры воды. Массу воды находим из соотношения $m = \rho V$, где ρ — плотность, V — объём. Получаем $m = 2$ кг. Подставляя данные из условия и справочных данных, получаем:

$$Q = 4200 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot ^\circ\text{C}} \cdot 2 \text{ кг} \cdot 10^\circ\text{C} = 84 \text{ кДж}.$$

-  1.2. Какой объём воды, взятой при температуре 0 °С, можно нагреть до 100 °С, сообщив воде количество теплоты, равное 210 кДж?

-  1.3. Металлический цилиндр массой 100 г, взятый при 20 °С, нагрели до 60 °С, сообщив ему количество теплоты, равной 920 Дж.

а) Чему равна удельная теплоёмкость металла, из которого изготовлен цилиндр?

б) Какой это может быть металл?

Решение. Полученное цилиндром количество теплоты $Q = cm\Delta t$, где c — удельная теплоёмкость металла, из которого изготовлен цилиндр, Δt — изменение температуры цилиндра. Отсюда $c = \frac{Q}{m\Delta t}$. Подставляя данные из

$$\text{условия, получаем: } c = \frac{920 \text{ Дж}}{0,1 \text{ кг} \cdot 40^\circ\text{C}} = 230 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot ^\circ\text{C}}.$$

Согласно справочным данным, такова теплоёмкость у олова.

-
- 1.2. Воспользуйтесь выражением для количества теплоты $Q = cm\Delta t$.

1.4. Какой была начальная температура медного бруска массой 200 г, если после сообщения ему количества теплоты, равного 3,9 кДж, его температура стала равной 80 °С?

1.5. Для нагревания бруска массой 500 г, взятого при температуре 30 °С, до 50 °С ему сообщили количество теплоты, равное 5,4 кДж. Из какого вещества мог быть изготовлен брусок?

1.6. В калориметр, содержащий 100 мл воды при температуре 20 °С, долили 50 г воды при температуре 80 °С. Какой стала температура воды в калориметре?

Решение. Согласно уравнению теплового баланса, количество теплоты, полученное при установлении теплового равновесия холодной водой, равно количеству теплоты, отданному тёплой водой. Отсюда $cm_x(t_k - t_x) = cm_r(t_r - t_k)$, где c — удельная теплоёмкость воды, m_x и m_r — массы холодной и горячей воды, t_x и t_r — их температуры, а t_k — конечная температура, которая установится при тепловом равновесии. Написанное равенство в данном случае — уравнение с неизвестным t_k . Раскрывая скобки, после несложных преобразований получа-

ем $t_k = \frac{m_x t_x + m_r t_r}{m_x + m_r}$. Подставляя данные из условия и

справочных данных и найдя массы холодной и горячей

воды, получаем: $t_k = \frac{0,1 \text{ кг} \cdot 20^\circ\text{С} + 0,05 \text{ кг} \cdot 80^\circ\text{С}}{0,1 \text{ кг} + 0,05 \text{ кг}} = 40^\circ\text{С}$.

1.7. Какой объём кипятка надо долить в сосуд, содержащий 2 л воды при температуре 10 °С, чтобы температура воды в сосуде стала равной 20 °С?

1.4. Воспользуйтесь выражением для количества теплоты $Q = cm\Delta t$.

1.7. Воспользуйтесь уравнением теплового баланса, в котором неизвестной величиной является масса кипятка.

ВТОРОЙ УРОВЕНЬ

-  **1.8.** Алюминиевый шар падает с высоты 90 м. На сколько градусов он нагреется при ударе? Примите, что переданное шару количество теплоты равно половине его начальной потенциальной энергии и можно пренебречь сопротивлением воздуха.

Решение. Обозначим массу шара m (она сократится, потому что как потенциальная энергия шара, так и количество теплоты пропорциональны массе шара). Начальная

потенциальная энергия шара $E_p = mgh$, где $g = 10 \frac{\text{Н}}{\text{кг}}$,

h — начальная высота шара. Полученное шаром количество теплоты $Q = cm\Delta t$, где c — удельная теплоёмкость алюминия, Δt — изменение температуры шара. По условию $Q = 0,5 \cdot E_p$. Отсюда $cm\Delta t = 0,5 \cdot mgh$, отку-

да $\Delta t = \frac{0,5 \cdot gh}{c}$. Подставляя данные из условия и спра-

вочных данных, получаем: $\Delta t = \frac{0,5 \cdot 10 \frac{\text{Н}}{\text{кг}} \cdot 90 \text{ м}}{900 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot ^\circ\text{C}}} = 0,5 ^\circ\text{C}$.

- 1.9.** С какой высоты должен упасть свинцовый шар, чтобы при ударе нагреться на $10 ^\circ\text{C}$? Примите, что переданное шару количество теплоты равно половине его начальной потенциальной энергии и можно пренебречь сопротивлением воздуха.

-  **1.10.** Какой стала конечная температура алюминиевого куба с длиной ребра 10 см, взятого при температуре $10 ^\circ\text{C}$, после того, как ему сообщили количество теплоты, равное 73 кДж?

- 1.11.** Чему равен объём медного бруска, взятого при $20 ^\circ\text{C}$, если после сообщения ему количества теплоты, равного 52 кДж, его температура стала равной $70 ^\circ\text{C}$?

1.10. Найдите массу куба и воспользуйтесь формулой $Q = cm\Delta t$.



1.12. На рис. 1.1 показан график зависимости температуры 200 г жидкости от переданного ей количества теплоты.

- а) Чему равна удельная теплоёмкость жидкости?
б) Какая это может быть жидкость?

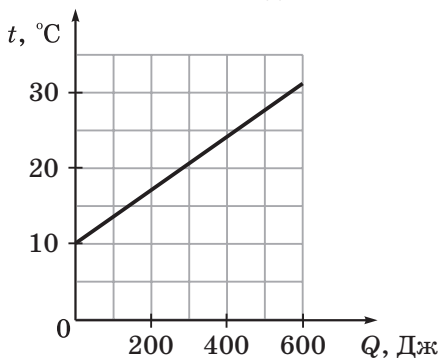


Рис. 1.1

1.13. На рис. 1.2 показан график зависимости температуры медного бруска от переданного ему количества теплоты. Чему равна масса бруска?

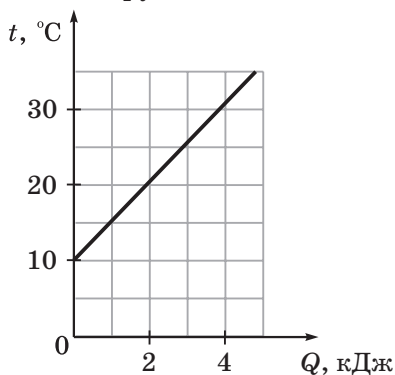


Рис. 1.2

1.12. Чтобы найти удельную теплоёмкость жидкости, найдите по графику, например, какое количество теплоты надо передать заданной массе жидкости для повышения её температуры на 10°C , и воспользуйтесь формулой $Q = cm\Delta t$. Найдя удельную теплоёмкость жидкости, определите с помощью справочных данных, какая это может быть жидкость.

 **1.14.** В алюминиевой кастрюле массой 200 г находится 300 мл воды при температуре 20 °С. Какое количество теплоты надо передать кастрюле с водой, чтобы нагреть воду до температуры кипения?

1.15. Когда медному сосуду, содержащему 1,4 л воды при температуре 10 °С, сообщили количество теплоты, равное 120 кДж, температура сосуда с водой стала равной 30 °С. Чему равна масса сосуда?

 **1.16.** Для приготовления 50 л воды при температуре 36 °С смешивают холодную воду при температуре 10 °С и горячую при температуре 60 °С. Какие объёмы холодной и горячей воды надо взять?

Решение. Обозначим m_x массу холодной воды, а m — массу полученной смеси. Тогда масса горячей воды равна $m - m_x$. Обозначим t_x и t_r температуры холодной и горячей воды, а t_k — конечную температуру смеси. Тогда уравнение теплового баланса имеет вид $cm_x(t_k - t_x) = c(m - m_x)(t_r - t_k)$. Написанное равенство в данном случае — уравнение с неизвестным m_x . Подставляя данные из условия и решая уравнение, получаем $m_x = 24$ кг, откуда $m_r = 26$ кг.

 **1.17.** В каком соотношении надо смешать объёмы холодной и горячей воды, чтобы получить воду при температуре 30 °С, если температура холодной воды 5 °С, а горячей воды 70 °С?

 **1.18.** В калориметр, содержащий 100 мл воды при температуре 20 °С, кладут вынутый из кипятка медный цилиндр массой 120 г. Какая температура установится в калориметре?

1.14. Искомое количество теплоты равно сумме количеств теплоты, требуемых для нагревания воды и кастрюли. Для нахождения этих количеств теплоты воспользуйтесь формулой $Q = cm\Delta t$.

1.17. Воспользуйтесь уравнением теплового баланса $cm_x(t_k - t_x) = cm_r(t_r - t_k)$. Для нахождения отношения $\frac{m_x}{m_r}$ разделите обе части уравнения на m_r и сократите на c .

1.18. Воспользуйтесь уравнением теплового баланса.

1.19. В калориметр, содержащий 100 мл воды при температуре 20°C , кладут вынутый из кипятка металлический цилиндр массой 150 г. В калориметре установилась температура $39,5^\circ\text{C}$.

- а) Чему равна удельная теплоёмкость металла, из которого изготовлен цилиндр?
 б) Какой это может быть металл?

ТРЕТИЙ УРОВЕНЬ



1.20. Когда в калориметр с водой при температуре 20°C кладут вынутый из кипятка металлический цилиндр, в калориметре устанавливается температура 30°C . Какая температура установится в калориметре, если положить в него второй такой же цилиндр, вынутый из кипятка?

Решение. Обозначим $m_{\text{в}}$ и $m_{\text{ц}}$ массы воды и цилиндра, $c_{\text{в}}$ и $c_{\text{ц}}$ — удельные теплоёмкости воды и цилиндра, $t_{\text{в}}$ — начальную температуру воды, t_1 — температуру воды в калориметре после того, как в калориметр положили один цилиндр, а t_2 — температуру воды в калориметре после того, как в него положили два цилиндра. Тогда уравнения теплового баланса для этих случаев имеют вид $c_{\text{в}}m_{\text{в}}(t_1 - t_{\text{в}}) = c_{\text{ц}}m_{\text{ц}}(100^\circ\text{C} - t_1)$, $c_{\text{в}}m_{\text{в}}(t_2 - t_{\text{в}}) = 2c_{\text{ц}}m_{\text{ц}}(100^\circ\text{C} - t_2)$. Разделив второе уравнение на первое (левую часть на левую, а правую — на правую), получим $\frac{t_2 - t_{\text{в}}}{t_1 - t_{\text{в}}} = \frac{2(100^\circ\text{C} - t_2)}{100^\circ\text{C} - t_1}$. Решая это уравнение относительно t_2 , получаем $t_2 = 37,8^\circ\text{C}$.



1.21. Когда в калориметр с водой при температуре 20°C кладут вынутый из кипятка металлический цилиндр, в калориметре устанавливается температура 30° . Сколько таких цилиндров надо положить в калориметр, чтобы температура его содержимого стала равной 60°C ?

1.21. Запишите уравнения теплового баланса для случаев, когда в калориметр кладут один шарик и n шариков. Разделите второе уравнение на первое, чтобы получить уравнение для нахождения n .

ОТВЕТЫ

1. ТЕПЛОВЫЕ ЯВЛЕНИЯ

Количество теплоты. Удельная теплоемкость. Уравнение теплового баланса

- 1.1. 84 кДж. 1.2. 0,5 л. 1.3. а) $230 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot ^\circ\text{C}}$. б) Например, олово. 1.4. 30°C . 1.5. Например, из чугуна. 1.6. 40°C . 1.7. 0,25 л. 1.8. $0,5^\circ\text{C}$. 1.9. 260 м. 1.10. 40°C . 1.11. $0,3 \text{ дм}^3$. 1.12. а) $140 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot ^\circ\text{C}}$. б) Например, ртуть. 1.13. 0,5 кг. 1.14. 115 кДж. 1.15. 0,3 кг. 1.16. 24 л холодной воды и 26 л горячей воды. 1.17. $\frac{V_x}{V_r} = 1,6$. 1.18. 28°C . 1.19. а) $900 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot ^\circ\text{C}}$. б) Например, алюминий. 1.20. $37,8^\circ\text{C}$. 1.21. 7. 1.22. 41°C . 1.23. Например, из алюминия. 1.24. 227 мл. 1.25. а) $31,2^\circ\text{C}$. б) 78,2 кДж.

Плавление и кристаллизация

- 1.26. 125 кДж. 1.27. 0,8 кг. 1.28. а) $60 \cdot 10^3 \frac{\text{Дж}}{\text{кг}}$. б) Например, из олова. 1.29. 165 мл. 1.30. 66°C . 1.31. 210 г. 1.32. 309 кДж. 1.33. 30°C . 1.34. 0,8 кг. 1.35. а) Да. б) Нет. в) 333 г. 1.36. 130 мл. 1.37. 34°C . 1.38. 39°C . 1.39. 52 г. 1.40. а) Нагреванию в твёрдом состоянии и плавлению. б) $900 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot ^\circ\text{C}}$. в) 660°C . г) $390 \cdot 10^3 \frac{\text{Дж}}{\text{кг}}$. д) Например, алюминий. 1.41. 53 %. 1.42. 366 м/с. 1.43. 75 г. 1.44. 200 г.

Испарение и конденсация. Кипение

- 1.45. 4,6 МДж. 1.46. 7 л. 1.47. 460 кДж; 11,5 м. 1.48. 20 г. 1.49. 5,44 МДж. 1.50. 10,4 л. 1.51. 544 кДж. 1.52. 223 г. 1.53. 473 г. 1.54. 400 г. 1.55. 0,82 л. 1.56. 68 мин. 1.57. 37°C . 1.58. а) Нагреванию жидкости и кипению. б) $2500 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot ^\circ\text{C}}$. в) 78°C . г) $840 \cdot 10^3 \frac{\text{Дж}}{\text{кг}}$. д) Например, спирт. 1.59. 1,2 кг. 1.60. 3 кг. 1.61. 148 мл. 1.62. 1 л. 1.63. 438 г.

СОДЕРЖАНИЕ

Об этом учебном пособии	3
Тепловые явления	4
Количество теплоты. Удельная теплоемкость.	
Уравнение теплового баланса	5
Плавление и кристаллизация.....	12
Испарение и конденсация. Кипение.....	17
Сгорание топлива.	
Удельная теплота сгорания	22
Тепловые двигатели.	
КПД теплового двигателя	24
Электрические явления.....	27
Закон Кулона.	
Закон сохранения электрического заряда.....	30
Сила тока и напряжение.	
Закон Ома для участка цепи.....	33
Расчёт простых электрических цепей	39
Работа и мощность электрического тока.	
Закон Джоуля—Ленца	49
Электрический ток в электролитах.....	55
Магнитные взаимодействия. Сила Ампера.	
Сила Лоренца	57
Электромагнитная индукция.	
Производство и передача электроэнергии	62
Ответы	65
Справочные данные.....	68