

Урок 11.

Обобщение по теме «Тепловые явления»

П. А. Макаров



Государственное общеобразовательное учреждение
Республики Коми
«Физико-математический лицей-интернат»

11 октября 2021

Определение 1

Температура — физическая величина, характеризующая степень нагретости тела. Измеряется с помощью термометра и выражается в градусах Цельсия ($^{\circ}\text{C}$).

Температура тела зависит от скорости движения молекул.

Определение 2

Тепловыми называются физические явления, связанные с нагреванием или охлаждением тел, т. е. с изменением их температуры.

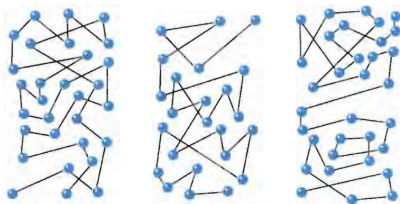


Рис. 1 : Траектории движения частиц краски, растворённых в воде

Определение 3

Тепловым движением называют беспорядочное движение частиц, из которых состоят тела.



Рис. 2 : Падение свинцового шара на свинцовую плиту

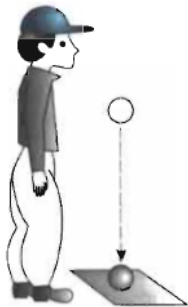


Рис. 2 : Падение свинцового шара на свинцовую плиту

Определение 4

Внутренняя энергия тела — это сумма кинетических энергий всех молекул, из которых состоит тело, и потенциальная энергия их взаимодействия.

Внутренняя энергия зависит от температуры тела, агрегатного состояния вещества и других факторов, но не зависит ни от механического движения тела, ни от положения данного тела относительно других тел.

Способы изменения внутренней энергии тела

Совершение работы над телом

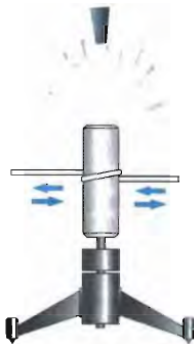


Рис. 3 : Опыт с тонкостенной латунной трубкой и эфиром

Способы изменения внутренней энергии тела

Изменение внутренней энергии при теплопередаче



Рис. 4 : Изменение внутренней энергии при нагреве чайника



Рис. 5 : Опыт по теплопроводности

Определение 5

Явление передачи внутренней энергии от одной части тела к другой или от одного тела к другому при их непосредственном контакте называется теплопроводностью.

Теплопроводность

Теплопроводности различных тел



Рис. 6 : Теплопроводности различных тел



Рис. 7 : Примеры естественной конвекции

Определение 6

Конвекция — это процесс переноса энергии молекулами газа или жидкости.

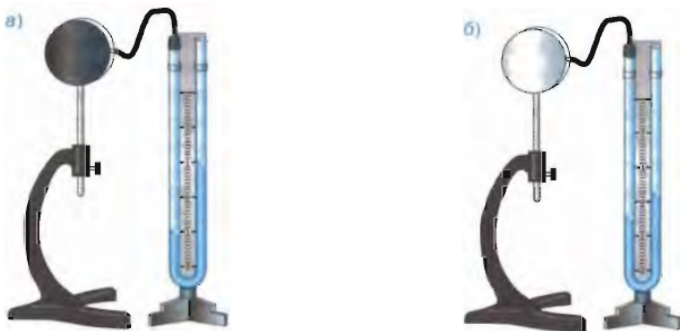


Рис. 8 : Опыт демонстрирующий теплопередачу за счет излучения

Определение 7

Количество теплоты Q — это энергия, которую получает или теряет тело при теплопередаче.

Различные опыты показывают, что количество теплоты Q , которое необходимо для нагревания тела (или выделяемое при остывании), зависит от массы m этого тела, от изменения температуры $\Delta t = t_2 - t_1$ и рода вещества.

Системные	Несистемные
Джоуль, 1 Дж	Калория, 1 кал
Связь единиц: 1 кал = 4.19 Дж	

Таблица 1 : Единицы измерения количества теплоты

Определение 8

Удельная теплоёмкость — это физическая величина c , численно равная количеству теплоты, которое необходимо передать телу массой 1 кг для того, чтобы его температура изменилась на 1°C .

Удельная теплоёмкость некоторых веществ, $\frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot ^\circ\text{C}}$

Золото	130	Железо	460	Масло подсолнечное	1700
Ртуть	140	Сталь	500	Лед	2100
Свинец	140	Чугун	540	Керосин	2100
Олово	230	Графит	750	Эфир	2350
Серебро	250	Стекло лабораторное	840	Дерево (дуб)	2400
Медь	400	Кирпич	880	Спирт	2500
Цинк	400	Алюминий	920	Вода	4200
Латунь	400				

$$Q = cm\Delta t = cm(t_2 - t_1). \quad (1)$$

- 1 $t_2 > t_1$ — нагрев тела, $Q > 0$;
- 2 $t_2 < t_1$ — остывание тела, $Q < 0$.

Определение 9

Удельная теплота сгорания q — это физическая величина, показывающая, какое количество теплоты выделяется при полном сгорании топлива массой 1 кг.

Единицей удельной теплоты сгорания является $[q] = 1 \text{ Дж/кг}$.

$$Q = qm. \quad (2)$$

Удельная теплота сгорания некоторых видов топлива, $\frac{\text{Дж}}{\text{кг}}$

Порох	$0,38 \cdot 10^7$	Древесный уголь	$3,4 \cdot 10^7$
Дрова сухие	$1,0 \cdot 10^7$	Природный газ	$4,4 \cdot 10^7$
Торф	$1,4 \cdot 10^7$	Нефть	$4,4 \cdot 10^7$
Каменный уголь	$2,7 \cdot 10^7$	Бензин	$4,6 \cdot 10^7$
Спирт	$2,7 \cdot 10^7$	Керосин	$4,6 \cdot 10^7$
Антрацит	$3,0 \cdot 10^7$	Водород	$12 \cdot 10^7$

Закон сохранения механической энергии

Полная механическая энергия E , т. е. сумма кинетической E_k и потенциальной E_n энергии тела, остаётся постоянной, если действуют только силы упругости и тяготения и отсутствуют силы трения.

Закон сохранения и превращения энергии

Во всех явлениях, происходящих в природе, энергия не возникает и не исчезает. Она только превращается из одного вида в другой, при этом её значение сохраняется.

Примеры задач

Условие задачи №1



На сколько градусов Δt изменится температура воды в стеклянной пробирке при полном сгорании спирта в спиртовке ёмкостью $V = 100$ мл? Масса воды в пробирке $m_{\text{в}} = 30$ г, масса самой пробирки $m_{\text{п}} = 13$ г.

Примеры задач

Решение задачи №1

Дано:

$$V = 100 \text{ мл}$$

$$m_{\text{в}} = 30 \text{ г}$$

$$m_{\text{п}} = 13 \text{ г}$$

Решение

Найти:

$$\Delta t = ?$$

Примеры задач

Решение задачи №1

Дано:

$$V = 100 \text{ мл}$$

$$m_{\text{в}} = 30 \text{ г}$$

$$m_{\text{п}} = 13 \text{ г}$$

$$c_{\text{в}} = 4200 \text{ Дж}/(\text{кг} \cdot ^\circ \text{C})$$

$$c_{\text{п}} = 840 \text{ Дж}/(\text{кг} \cdot ^\circ \text{C})$$

$$q_{\text{сп}} = 2.7 \cdot 10^7 \text{ Дж}/\text{кг}$$

$$\rho_{\text{сп}} = 789 \text{ кг}/\text{м}^3$$

Найти:

$$\Delta t = ?$$

Решение

Примеры задач

Решение задачи №1

Дано:

$$V = 100 \text{ мл}$$

$$m_{\text{в}} = 30 \text{ г}$$

$$m_{\text{п}} = 13 \text{ г}$$

$$c_{\text{в}} = 4200 \text{ Дж}/(\text{кг} \cdot ^\circ \text{C})$$

$$c_{\text{п}} = 840 \text{ Дж}/(\text{кг} \cdot ^\circ \text{C})$$

$$q_{\text{сп}} = 2.7 \cdot 10^7 \text{ Дж/кг}$$

$$\rho_{\text{сп}} = 789 \text{ кг/м}^3$$

Найти:

$$\Delta t = ?$$

Решение

Количество теплоты, необходимое

для нагрева воды: $Q_{\text{в}} = c_{\text{в}} m_{\text{в}} \Delta t$,

для нагрева пробирки: $Q_{\text{п}} = c_{\text{п}} m_{\text{п}} \Delta t$.

Примеры задач

Решение задачи №1

Дано:

$$V = 100 \text{ мл}$$

$$m_{\text{в}} = 30 \text{ г}$$

$$m_{\text{п}} = 13 \text{ г}$$

$$c_{\text{в}} = 4200 \text{ Дж}/(\text{кг} \cdot ^{\circ}\text{C})$$

$$c_{\text{п}} = 840 \text{ Дж}/(\text{кг} \cdot ^{\circ}\text{C})$$

$$q_{\text{сп}} = 2.7 \cdot 10^7 \text{ Дж/кг}$$

$$\rho_{\text{сп}} = 789 \text{ кг/м}^3$$

Найти:

$$\Delta t = ?$$

Решение

Количество теплоты, необходимое

для нагрева воды: $Q_{\text{в}} = c_{\text{в}} m_{\text{в}} \Delta t$,

для нагрева пробирки: $Q_{\text{п}} = c_{\text{п}} m_{\text{п}} \Delta t$.

Теплота, выделяемая спиртом при

полном сгорании: $Q = q_{\text{сп}} m_{\text{сп}}$.

Масса спирта: $m_{\text{сп}} = \rho_{\text{сп}} V$.

Примеры задач

Решение задачи №1

Дано:

$$V = 100 \text{ мл}$$

$$m_B = 30 \text{ г}$$

$$m_n = 13 \text{ г}$$

$$c_B = 4200 \text{ Дж}/(\text{кг} \cdot ^\circ \text{C})$$

$$c_n = 840 \text{ Дж}/(\text{кг} \cdot ^\circ \text{C})$$

$$q_{\text{сп}} = 2.7 \cdot 10^7 \text{ Дж/кг}$$

$$\rho_{\text{сп}} = 789 \text{ кг/м}^3$$

Найти:

$$\Delta t = ?$$

Решение

Количество теплоты, необходимое

для нагрева воды: $Q_B = c_B m_B \Delta t$,

для нагрева пробирки: $Q_n = c_n m_n \Delta t$.

Теплота, выделяемая спиртом при

полном сгорании: $Q = q_{\text{сп}} m_{\text{сп}}$.

Масса спирта: $m_{\text{сп}} = \rho_{\text{сп}} V$.

Уравнение теплового баланса:

$$Q = Q_B + Q_n.$$

$$q_{\text{сп}} \rho_{\text{сп}} V = c_B m_B \Delta t + c_n m_n \Delta t.$$

Примеры задач

Решение задачи №1

Дано:

$$V = 100 \text{ мл}$$

$$m_B = 30 \text{ г}$$

$$m_n = 13 \text{ г}$$

$$c_B = 4200 \text{ Дж}/(\text{кг} \cdot ^\circ\text{C})$$

$$c_n = 840 \text{ Дж}/(\text{кг} \cdot ^\circ\text{C})$$

$$q_{\text{сп}} = 2.7 \cdot 10^7 \text{ Дж}/\text{кг}$$

$$\rho_{\text{сп}} = 789 \text{ кг}/\text{м}^3$$

Найти:

$$\Delta t = ?$$

Решение

Количество теплоты, необходимое

для нагрева воды: $Q_B = c_B m_B \Delta t$,

для нагрева пробирки: $Q_n = c_n m_n \Delta t$.

Теплота, выделяемая спиртом при

полном сгорании: $Q = q_{\text{сп}} m_{\text{сп}}$.

Масса спирта: $m_{\text{сп}} = \rho_{\text{сп}} V$.

Уравнение теплового баланса:

$$Q = Q_B + Q_n.$$

$$q_{\text{сп}} \rho_{\text{сп}} V = c_B m_B \Delta t + c_n m_n \Delta t.$$

$$\Delta t = \frac{q_{\text{сп}} \rho_{\text{сп}} V}{c_B m_B + c_n m_n}.$$

$$\Delta t = \frac{2.7 \cdot 10^7 \cdot 789 \cdot 100 \cdot 10^{-6}}{4200 \cdot 30 \cdot 10^{-3} + 840 \cdot 13 \cdot 10^{-3}} = 15558.7^\circ\text{C}.$$

Примеры задач

Решение задачи №1

Дано:

$$V = 100 \text{ мл}$$

$$m_{\text{в}} = 30 \text{ г}$$

$$m_{\text{п}} = 13 \text{ г}$$

$$c_{\text{в}} = 4200 \text{ Дж}/(\text{кг} \cdot ^\circ \text{С})$$

$$c_{\text{п}} = 840 \text{ Дж}/(\text{кг} \cdot ^\circ \text{С})$$

$$q_{\text{сп}} = 2.7 \cdot 10^7 \text{ Дж}/\text{кг}$$

$$\rho_{\text{сп}} = 789 \text{ кг}/\text{м}^3$$

Найти:

$$\Delta t = ?$$

Решение

Количество теплоты, необходимое

для нагрева воды: $Q_{\text{в}} = c_{\text{в}} m_{\text{в}} \Delta t$,

для нагрева пробирки: $Q_{\text{п}} = c_{\text{п}} m_{\text{п}} \Delta t$.

Теплота, выделяемая спиртом при

полном сгорании: $Q = q_{\text{сп}} m_{\text{сп}}$.

Масса спирта: $m_{\text{сп}} = \rho_{\text{сп}} V$.

Уравнение теплового баланса:

$$Q/k = Q_{\text{в}} + Q_{\text{п}}.$$

$$q_{\text{сп}} \rho_{\text{сп}} V = k(c_{\text{в}} m_{\text{в}} + c_{\text{п}} m_{\text{п}}) \Delta t.$$

Примеры задач

Решение задачи №1

Дано:

$$V = 100 \text{ мл}$$

$$m_B = 30 \text{ г}$$

$$m_n = 13 \text{ г}$$

$$c_B = 4200 \text{ Дж}/(\text{кг} \cdot ^\circ\text{C})$$

$$c_n = 840 \text{ Дж}/(\text{кг} \cdot ^\circ\text{C})$$

$$q_{\text{сп}} = 2.7 \cdot 10^7 \text{ Дж}/\text{кг}$$

$$\rho_{\text{сп}} = 789 \text{ кг}/\text{м}^3$$

Найти:

$$\Delta t = ?$$

Решение

Количество теплоты, необходимое

для нагрева воды: $Q_B = c_B m_B \Delta t$,

для нагрева пробирки: $Q_n = c_n m_n \Delta t$.

Теплота, выделяемая спиртом при

полном сгорании: $Q = q_{\text{сп}} m_{\text{сп}}$.

Масса спирта: $m_{\text{сп}} = \rho_{\text{сп}} V$.

Уравнение теплового баланса:

$$Q/k = Q_B + Q_n.$$

$$q_{\text{сп}} \rho_{\text{сп}} V = k(c_B m_B + c_n m_n) \Delta t.$$

$$k = \frac{q_{\text{сп}} \rho_{\text{сп}} V}{(c_B m_B + c_n m_n) \Delta t}.$$

$$k = \frac{2.7 \cdot 10^7 \cdot 789 \cdot 100 \cdot 10^{-6}}{(4200 \cdot 30 \cdot 10^{-3} + 840 \cdot 13 \cdot 10^{-3}) \cdot 100} \approx 156.$$

Примеры задач

Решение задачи №1

Дано:

$$V = 100 \text{ мл}$$

$$m_{\text{в}} = 30 \text{ г}$$

$$m_{\text{п}} = 13 \text{ г}$$

$$c_{\text{в}} = 4200 \text{ Дж}/(\text{кг} \cdot ^{\circ}\text{C})$$

$$c_{\text{п}} = 840 \text{ Дж}/(\text{кг} \cdot ^{\circ}\text{C})$$

$$q_{\text{сп}} = 2.7 \cdot 10^7 \text{ Дж}/\text{кг}$$

$$\rho_{\text{сп}} = 789 \text{ кг}/\text{м}^3$$

Найти:

$$\Delta t = ?$$

Решение

Количество теплоты, необходимое

для нагрева воды: $Q_{\text{в}} = c_{\text{в}} m_{\text{в}} \Delta t$,

для нагрева пробирки: $Q_{\text{п}} = c_{\text{п}} m_{\text{п}} \Delta t$.

Теплота, выделяемая спиртом при

полном сгорании: $Q = q_{\text{сп}} m_{\text{сп}}$.

Масса спирта: $m_{\text{сп}} = \rho_{\text{сп}} V$.

Уравнение теплового баланса:

$$Q/k = Q_{\text{в}} + Q_{\text{п}}.$$

$$q_{\text{сп}} \rho_{\text{сп}} V = k(c_{\text{в}} m_{\text{в}} + c_{\text{п}} m_{\text{п}}) \Delta t.$$

Ответ: воду, взятую при нормальном давлении и любой начальной температуре можно довести до кипения при эффективности передачи тепла пламени пробирке не ниже $1/k = 1/156 \approx 0.64\%$.

- 1 Перышкин А. В. Физика. 8 класс, § 1–11.

Спасибо за внимание!

По всем вопросам пишите по адресу: mkrvpa@gmail.com