

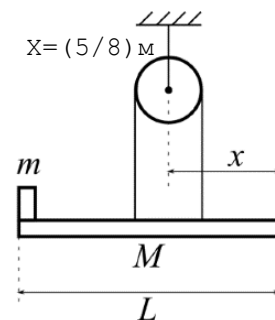
Занятие 1. Молекулы

I. Вопросы:

1. Первый фонтан наполняет бассейн за 2 часа 30 минут, а второй – за 3 часа 45 минут. За какой время наполнят бассейн оба фонтана, работая вместе? 1 ч 30 м
2. Двадцать пять яиц без рубля стоят пять рублей без пяти яиц. Сколько стоит десяток яиц? 2 руб
3. Покажите, что 1 г/см^3 равен 1000 кг/м^3 .
4. Какие преобразования энергии происходят при подъеме человеком груза на некоторую высоту?
5. Большая мельница малой водой не вертится (дигорская пословица). Так ли это?
6. Для покупки порции мороженого Пете не хватило 7 копеек, а Маше – 1 копейки. Тогда они сложили все свои деньги, но все равно не смогли купить даже одну порцию. Сколько стоит одна порция мороженого? $8 > M \geq 7$, т.е. 7

II. Задачи:

1. Машина едет четверть общего пути со скоростью $v = 25 \text{ км/ч}$, четверть от общего времени со скоростью $v = 30 \text{ км/ч}$ и остальной участок дороги со скоростью $v = 10 \text{ км/ч}$. Найти среднюю скорость в км/ч с точностью до десятых. Выразить третий путь и третье время. Ответ 17,6
2. Колена сообщающихся сосудов представляют собой три одинаковые вертикально расположенные трубки площадью сечения 1 см^2 каждая. Трубки частично заполнены водой. В одну из трубок заливают масло объёмом 100 см^3 , при этом масло не перелилось в другие трубки. Насколько повысится уровень воды в остальных трубках? 30 см
3. Система из небольшого груза массы $m = 2 \text{ кг}$, однородной балки длиной $L = 1 \text{ м}$ и массой $M = 6 \text{ кг}$, блока и невесомой, нерастяжимой нити находится в равновесии (см. рисунок). Найдите расстояние x по горизонтали от вертикальной линии, проходящей через ось блока, до правого края балки.



III. Сегодня начнём знакомиться с молекулярной физикой.

Прежде всего, ответим на вопрос: «Что изучает молекулярная физика»? Какие физические явления изучает молекулярная физика? Явления, обусловленные движением молекул?! Примеры: нагревание, кипение, испарение, плавление. Эти явления называются тепловыми, поскольку обусловлены изменением температуры тел. В Древней Греции человек объяснял тепловые явления переходом «огня». Физические объекты, с которыми происходят тепловые явления: газ, жидкость, твёрдое тело.

Молекулярная физика изучает тепловые явления, а также свойства и поведение вещества на основе представлений о его молекулярном строении.

1. **Макроскопическое тело** – тело, состоящее из большого числа частиц.
2. **Атом** – мельчайшая часть химического элемента, носитель его свойств. При взаимодействии элементов их атомы объединяются, образуя основную единицу нового вещества - молекулу. Возможные комбинации атомов (сколько?): H_2O , O_2 , H_2 , HCl , H_2SO_4 . Вещество построено из атомов и молекул. Примеры: гелий, железо, вода, серная кислота.
3. **Молекула** – мельчайшая частица вещества, сохраняющая его химические

свойства и состоящая из атомов, объединённых химическими связями.

4. **Относительная молекулярная масса (μ_B)** – отношение массы молекулы данного вещества к 1/12 массы атома углерода.

$$\mu_B = \frac{m_0}{\frac{1}{12} m_{0C}}$$

Примеры: $\mu_O = 16$; $\mu_C = 12$; $\mu_H = 1$; $\mu_{O_2} = 32$; $\mu_{H_2O} = 18$; $\mu_{CO_2} = ?$

Сколько атомов содержится в 12 г углерода? $N_A = 0,012 \text{ кг/моль}$ – число Авогадро. 1 моль любого вещества содержит число частиц, равное числу Авогадро:

$$N_A = 6,02 \cdot 10^{23} \text{ 1/моль.}$$

Чему равна масса одного моля углерода, атомарного водорода, молекулярного кислорода, воды?

5. **Молярная масса (M_B)** – масса одного моля данного вещества.

Примеры: $M_{CO_2} = 0,044 \text{ кг/моль}$, $M_{CH_4} = ?$

6. **Количество вещества (ν)** – свойство макроскопического тела, измеряемое отношением массы вещества к его молярной массе:

$$\nu = \frac{m}{M_B}$$

Как узнать число частиц в теле? $N = \nu \cdot N_A$

Как измерить массу атома или молекулы данного вещества? $m_0 = \frac{M_B}{N_A}$

Зная количество вещества ($\nu = \frac{m}{M_B}$), можно определить число частиц в теле

($N = \nu \cdot N_A$), а также определить массу одной частицы.

IV. Задачи (ближ):

1. Сколько частиц содержат 5 молей данного вещества?
2. Какова масса 50 молей углекислого газа?
3. Какова масса молекулы кислорода?
4. Определить число молекул в 200 г воды?
5. Микроскопическая капля тумана имеет радиус 0,3 мкм. Из сколько миллиардов молекул воды состоит эта капля?

V. Олимпиада.

1. Дрон летел по маршруту база – пункт А – пункт Б – база. При движении от базы до пункта А дрон летел с постоянной скоростью, превышающей среднюю. При движении от пункта А до пункта Б дрон двигался с постоянной скоростью, равной средней. При возвращении на базу из пункта Б, у дрона сели аккумуляторы, и его скорость стала в 3 раза меньше средней. При этом от базы до пункта А дрон пролетел за время в 3 раза меньшее, чем время его движения от пункта Б на базу. Во сколько раз скорость дрона при движении от базы до пункта А превышает скорость дрона при движении от пункта Б до базы? 3
2. Школьник поставил на одну чашу равноплечих весов сосуд, доверху наполненный жидкостью, и уравновесил весы, поставив на другую чашу гирю. Затем он аккуратно положил в сосуд небольшой камень, который утонул. Вылившуюся при этом жидкость школьник собрал в легкий стаканчик и поставил стаканчик на чашу с гирей. Весы снова оказались в равновесии. Какова плотность камня, если плотность жидкости равна 0,9 кг/литр? Массой стаканчика пренебречь. 1800 кг/м^3 $m_r = \rho_{ж} V$. $m_k + \rho_{ж}(V - V_k) = m_r + \rho_{ж} V_k$

Занятие 2. Тепловое расширение

I. Вопросы (блиц):

1. Чему равна молярная масса азотной кислоты HNO_3 ? 63
2. Шесть косцов выпили бочонок кваса за 8 часов. Сколько косцов за 3 часа выпьют такой же бочонок кваса? 16
3. Сравнить число молекул N_1 в одном моле двухатомного газа – молекулярного кислорода O_2 и число молекул N_2 в одном моле трехатомного газа - озона O_3 .
4. Имеется 10 г одноатомного газа гелия – He. Сколько моль содержит это количество? 2,5
5. При сгорании углерода 12 г углерода соединились с 32 г кислорода. Изменилось ли при этом количество вещества? Да! Стал 1 моль.
6. Имеется два сосуда. В одном находятся 1 г молекулярного водорода H_2 , в другом – 8 г молекулярного кислорода O_2 . В каком сосуде находится большее количество вещества? В сосуде с водородом
7. Сколько кислорода использовано в реакции соединения водорода с кислородом, если использовано 3 г водорода? 24 г

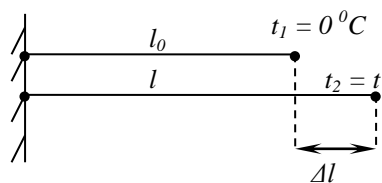
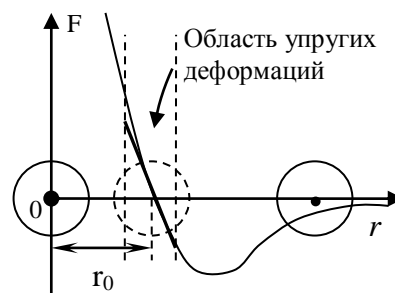
II. Задачи (блиц):

1. Сколько молекул содержится в 1 кг воды. Каковы масса и объём одной молекулы воды?
2. Какова масса куска золота, содержащего 10^{25} атомов?
3. Оцените размер молекулы NaCl , если плотность кристалла поваренной соли составляет $2,17 \text{ г/см}^3$. Справка: $6 \cdot 10^{23}$ молекул натрия имеют массу 23 г, а такое же количество молекул хлора имеют массу 35 г. $\approx 0,4 \text{ нм}$

III. Основные положения молекулярной физики:

- Всё вещество состоит из частиц, молекул или атомов.
- Молекулы находятся в непрерывном хаотическом движении.
- Молекулы взаимодействуют друг с другом.

График равнодействующей сил притяжения и сил отталкивания в зависимости от расстояния между центрами молекул. Когда расстояние между центрами молекул порядка диаметра молекулы $r_0 = d_0$, силы притяжения и силы отталкивания уравниваются друг друга. При сближении молекул силы отталкивания возрастают быстрее, чем силы притяжения, поэтому при нагревании среднее расстояние между центрами соседних молекул должно возрастать!?



Демонстрация расширения стальной проволоки при пропускании по ней электрического тока. Это явление надо учитывать. При нагревании наружная электропроводка должна провисать. Величина расширения большинства материалов близка к прямой

пропорциональной зависимости от увеличения температуры. $\Delta l = \alpha \cdot \ell_0 \cdot t$. Δl – абсолютное удлинение тела. Отсюда $\ell = \ell_0(1 + \alpha t)$, где α – коэффициент линейного расширения твердого тела. Как биметаллическая пластина реагирует на

изменение температуры? И-за теплового расширения Эйфелева башня «вырастает» к лету на 15 см. Объемное расширение тел. $V = V_0(1 + \beta t)$, где β – коэффициент объемного расширения тела. $\beta = 3\alpha$. При измерении температуры тела ртутным термометром расширяется и ртуть, и стекло. Почему же ртуть поднимается вверх по тонкой трубке?

Учет и использование теплового расширения в технике: паропроводы, зазоры между рельсами, расширение мостов, железобетон, биметаллические пластины. Наименьшим коэффициентом линейного расширения обладают: кварцевое стекло $\alpha = 3 \cdot 10^{-7} \text{ 1/}^\circ\text{C}$; инвар (36% никеля, 0,4% марганца, 0,4% углерода, остальное?).

IV. Задачи (блиц):

1. При 0°C отмерено 500 м алюминиевой проволоки. Какой будет длина проволоки при повышении температуры до 30°C ? $\alpha = 0.0000239 \text{ 1/град}$. 500,4 м.
2. Стальная труба при $t_1 = 20^\circ\text{C}$ имеет длину $l_1 = 10,7$ м. Насколько удлинится труба при пропускании по ней пара с температурой $t_2 = 420^\circ\text{C}$? 48 мм
3. Стальной обруч диаметром 1 м при 15°C должен быть надет на колесо диаметром 1,005 м. До какой температуры должен быть нагрет обруч? 460°C
4. Железнодорожные рельсы имеют длину 25 м и изготовлены из стали. Как изменяется их длина, если годовые изменения температуры колеблются от 30°C до -30°C ? $\alpha_{\text{ст}} = 11,3 \cdot 10^{-6} \text{ град}^{-1}$ 17 мм
5. Керосин содержится в стальной цистерне цилиндрической формы, высота которой 6,0 м. При температуре 0°C нефть не доходила до верхнего края цистерны на 20 см. При какой температуре керосин перельется через край цистерны? Температурный коэффициент объёмного расширения керосина $10^{-3} \text{ град}^{-1}$. 36°C

V. Олимпиада

1. Шар плавает в жидкости, погрузившись в нее на 95%. На сколько следует повысить температуру системы, чтобы шар погрузился в жидкость полностью? Считать, что нагрев идет медленно и температуры жидкости и шара все время равны. Коэффициент линейного расширения материала шара $10^{-4} \text{ град}^{-1}$, коэффициент объемного расширения жидкости $10^{-3} \text{ град}^{-1}$. 70°C . Тело плавает, поэтому вес тела равен весу вытесненной жидкости и плотности их должны сравняться, поэтому $m/V_{\text{ж}} = m/V_{\text{ш}}$.
2. Какую длину $l_{0\text{C}}$ и $l_{0\text{M}}$ при температуре 0°C должны иметь стальной и медный стержни, чтобы при любой температуре разность их длин составляла $\Delta l = 10$ см? Коэффициент линейного расширения стали $\alpha_{\text{с}} = 1,2 \cdot 10^{-5} \text{ град}^{-1}$, меди $\alpha_{\text{м}} = 1,7 \cdot 10^{-5} \text{ град}^{-1}$. В том числе и при нулевой температуре.
3. Диаметр стеклянной пробки, застрявшей в горлышке флакона, $d_0 = 2,5$ см. Чтобы вынуть пробку, горлышко нагрели до температуры $t_1 = 150^\circ\text{C}$. Сама пробка успела при этом нагреться до температуры $t_2 = 50^\circ\text{C}$. Какой зазор l между горлышком и пробкой образовался при этом? Температурный коэффициент линейного расширения стекла $\alpha_1 = 8 \cdot 10^{-6} \text{ K}^{-1}$. 0,01 мм

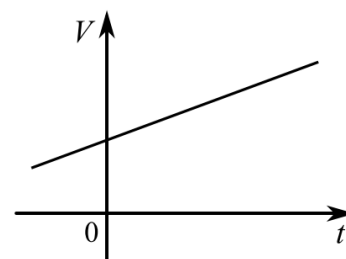
Вопросы (блиц):

1. Почему тонкий стакан, в который налили горячей воды, остается целым?
2. Как поступить, если металлическая завинчивающаяся пробка от стеклянной или пластмассовой бутылки не откручивается?

3. Стальной шарик плавает в ртути. Увеличится или уменьшится глубина его погружения, если повысить температуру?
4. Почему штукатурка на зданиях осыпается, если между кирпичной стеной и штукатуркой попадает дождевая вода?
5. Металлический шарик, проходящий сквозь металлическое кольцо, застревает в нем, если шарик нагреть. Что произойдет, если нагреть не шарик, а кольцо?
6. Как отразилось бы на показаниях термометра равенство коэффициентов объёмного расширения стекла и ртути?
7. Почему в железобетоне при нагревании и охлаждении бетон не отделяется от железа?

Олимпиада

1. На шкале ртутного термометра расстояние между отметками $t_1 = 35^\circ\text{C}$ и $t_2 = 42^\circ\text{C}$ равно $L = 5$ см. В термометре находится $m = 2$ г ртути. Экспериментально установлено, что с ростом температуры объем ртути увеличивается по линейному закону. График зависимости объема V ртути от температуры t , измеренной в градусах Цельсия, представлен на рисунке к задаче. При температуре $t_{100} = 100^\circ\text{C}$ объем ртути в $\beta = 1,018$ раза больше объема ртути при $t_0 = 0^\circ\text{C}$. Плотность ртути при температуре $t_0 = 0^\circ\text{C}$ считайте равной $\rho = 13,6$ г/см³. Тепловое расширение стекла пренебрежимо мало.



- 1) Следуя представленным опытными данным, запишите формулу зависимости объема $V(t)$ ртути от температуры t , измеренной в градусах Цельсия. Формула должна содержать величины: m , ρ , β , t_0 , t_{100} , t .
- 2) Найдите приращение ΔV объема ртути при увеличении температуры от $t_1 = 35^\circ\text{C}$ до $t_2 = 42^\circ\text{C}$. $0,185$ мм³.
- 3) Найдите площадь S поперечного сечения капилляра термометра. $3,7 \cdot 10^{-3}$ мм².

Занятие 3. Внутренняя энергия

I. Вопросы (блиц):

1. Если только что сваренное яйцо опустить в холодную воду, то потом оно легко чистится. Почему?
2. Сумма двух чисел равна 180, а частное от деления большего на меньшее число равно 5. Найдите эти числа. 150 и 30
3. На дне сосуда с водой лежит металлический шар. Как будет изменяться вес груза при нагревании воды? увел.
4. Что общего и в чем различие между молями разных веществ?
5. Как измерить температуру тела термометром, если температура окружающей среды $+45^\circ\text{C}$?
6. Во сколько раз в 3 г водорода больше молекул, чем в 9 г воды? 3
7. Если холодный ртутный термометр поместить в емкость с горячей водой, то уровень ртути сначала немного понизится, а затем будет повышаться. Почему?
8. Почему ареометр плавает в холодной воде и тонет в горячей?

II. Задачи (блиц):

1. Имеется $8 \cdot 10^{25}$ молекул кислорода. Определите массу газа. Определите также плотность газа, если его объем $0,8 \text{ м}^3$. $4,2 \text{ кг}$, $5,3 \text{ кг/м}^3$
2. В железнодорожную цистерну погрузили нефть объемом 50 м^3 при температуре $+40^\circ\text{C}$. Какой объем нефти выгрузили, если на станции назначения температура воздуха была -40°C ? $\beta = 900 \cdot 10^{-6} \text{ 1/град}$. $46,4 \text{ м}^3$
3. Идет дождь. Капли дождя движутся вертикально вниз с постоянной скоростью 10 м/с (из-за сопротивления воздуха). В одном кубометре воздуха находятся в среднем 200 капель, а масса одной капли равна 150 мг . На улице стоит цилиндрическая бочка с вертикальными стенками. С какой скоростью поднимается уровень воды в бочке в результате дождя? $0,3 \text{ мм/с}$

III. Потенциальная ($E_{\text{П}} = mgh$) и кинетическая ($E_{\text{К}} = \frac{mv^2}{2}$) энергии, их взаимопревращение. Демонстрация падения свинцового шара на стальную плиту. Работа силы тяжести. Работа всегда показывает, какая энергия перешла от одного тела к другому или из одного вида в другой. Куда девалась кинетическая энергия?! Исчезла?! Нет! В какую новую форму энергии перешла механическая энергия свинцового шарика?

Внутренняя энергия (U) – сумма кинетической энергии частиц, составляющих тело, плюс их потенциальная энергия:

$$U = (E_{K_1} + E_{K_2} + \dots + E_{K_N}) + (E_{\text{П}_1} + E_{\text{П}_2} + \dots + E_{\text{П}_N})$$

Какими способами можно изменить внутреннюю энергию тела?

Способ 1:

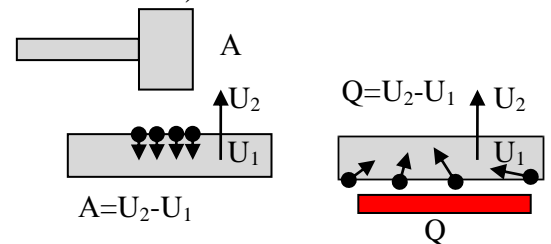
- Совершение работы над телом: $A = U_2 - U_1$.
- Совершение работы самим телом.

Внутренняя энергия тела увеличивается при совершении работы над телом, и уменьшается – при совершении работы самим телом.

Способ 2:

Процесс изменения внутренней энергии без совершения работы над телом или самим телом называется теплопередачей (теплообменом).

Нагревание чайника с водой на электроплитке. Говорят, что телу передается некоторое количество теплоты: $Q = U_2 - U_1$. При теплопередаче телу сразу передается неупорядоченное (хаотическое) движение.



IV. Задачи:

1. Какая масса углекислого газа растворена в бутылке с лимонадом объемом $0,5 \text{ л}$, если на одну молекулу газа приходится $5,56 \cdot 10^5$ молекул воды? $2,2 \text{ мг}$
2. В чайник со свистком налили 810 г воды и поставили на электрическую плитку мощностью 900 Вт . Через 7 мин раздался свисток. Каков КПД плитки. Начальная температура воды 20°C . 72%
3. Патрон травматического пистолета «Оса» содержит резиновую пулю массой $8,4 \text{ г}$. Определите КПД выстрела, если пуля при выстреле приобрела скорость 140 м/с . Масса порохового заряда патрона $0,18 \text{ г}$, удельная теплота сгорания пороха $3,8 \text{ МДж/кг}$. 12%

V. Олимпиада:

1. В воде с температурой 0°C плавает ледяной куб массой $1,5\text{ кг}$, в котором есть полость объемом 12 см^3 . В полость очень медленно наливают ртуть с температурой t . Точно в тот момент, когда полость заполняется ртутью, ледяной кубик уходит на дно. Найти температуру ртути, наливаемой в полость. 1) объем куба. 2) баланс. 3) равенство плотностей куба и воды. 16°C
2. За время $t_1 = 90\text{ с}$ температура воды в электрочайнике несколько повысилась. Каков КПД чайника, если время его охлаждения вместе со всей водой до первоначальной температуры $t_2 = 8,5\text{ мин}$, а количество теплоты, пошедших на нагревание чайника и воды относятся между собой, как $1:4$? 68%
Рассказать о мощности тепловых потерь

Вопросы (блиц):

1. Чем отличаются разные способы изменения внутренней энергии?
2. Зависит ли внутренняя энергия тела от его движения и положения относительно других тел?
3. Закрытую пробирку погрузили в горячую воду. Изменилась ли кинетическая и потенциальная энергия молекул воздуха в пробирке? Если изменилась, то как?
3. Известно, что на высотах порядка 1000 км средние квадратичные скорости молекул газов, входящих в состав атмосферного воздуха, соответствуют температуре примерно 2000°C . Почему же не плавают оболочки искусственных спутников Земли, летающих на такой высоте?
4. Может ли тело обладать механической энергией, но не иметь внутренней энергии?
5. Ветер из щели особенно холоден (японская пословица). Почему?
6. Почему после шторма вода в море часто бывает теплее, а бывает и холоднее?

Занятие 4. Способы теплопередачи

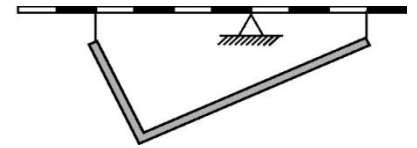
I. Вопросы (блиц):

1. Чем обусловлена теплота кружки горячего чая?
2. Слава взял у товарища книгу на три дня. В первый день он прочитал половину книги, во второй – треть оставшихся страниц, а количество страниц, прочитанных в третий день, было равно половине числа страниц, прочитанных в первые два дня. Успел ли Слава прочитать книгу? Успеет.
3. Если теплота есть не что иное, как движение молекул, то чем отличается горячий, но покоящийся футбольный мяч от холодного, но быстро движущегося?
4. Объем сосуда с газом увеличили вдвое, выпустив половину газа при неизменной температуре. Как изменились в результате этого давление газа в сосуде, его плотность и внутренняя энергия?
5. Почему из проколотой шины выходит с шипением холодный воздух?
6. Почему при вбивании гвоздя его шляпка нагревается слабо, а когда гвоздь уже вбит, то нескольких ударов достаточно, чтобы сильно нагреть шляпку?

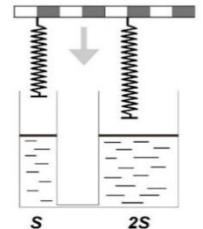
II. Задачи (блиц):

1. Определить массу капли воды, при составлении всех молекул которой вплотную друг к другу получилась бы нить, опоясывающая весь земной шар. Диаметр молекулы воды $0,17\text{ нм}$.

2. Изогнутая деталь, подвешенная на вертикальных нитях к массивному неоднородному рычагу, находится в равновесии, как показано на рисунке. Сила натяжения одной нити равна 5 Н, а второй – 2 Н. Рычаг находится в горизонтальном положении и действует на небольшую опору с силой 10 Н. Чему равна масса детали? На каком расстоянии от опоры находится центр тяжести рычага, если длина рычага 30 см? 700 г, 7,7 см.

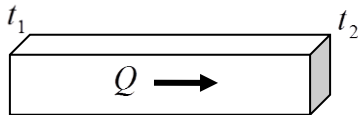


3. Две пружины жёсткостью k (длинная) и $2k$ (короткая) отличаются по длине на ℓ . Их прикрепляют к однородной массивной балке длиной 8ℓ . Затем конструкцию устанавливают на лёгкие тонкие поршни сообщающихся сосудов, заполненных жидкостью плотностью ρ , сечения которых S и $2S$. При этом балка принимает горизонтальное положение. Определите массу балки M . $M=1,6k\ell/g$. Уровень жидкости будет выше на h в левом сосуде. Новая длина пружины 1 + h , больше, равно новой 2



III. Теплообмен. Установление теплового равновесия при теплообмене. Как передается тепло? Теплота может передаваться из одного места в другое тремя различными способами: с помощью **теплопроводности, конвекции, излучения.**

Когда металлическая ложка помещается в горячий суп, то ее свободный конец вскоре нагревается. Почему? Перенос энергии от более нагретых участков тела к менее нагретым участкам в результате теплового движения и взаимодействия частиц, называется **теплопроводностью.** Почему различные вещества имеют разную теплопроводность? Формула теплопроводности: $Q = \alpha \cdot (t_1 - t_2) \tau$, где α – коэффициент теплопроводности.



$$Q = \frac{(t_1 - t_2)}{\ell} S \cdot \tau$$

Жидкости и газы могут быстро передать тепло благодаря конвекции. **Конвекция** – перенесение энергии самими струями газа или жидкости. Движущийся воздух называют **конвекционным потоком**, а его повторяющийся путь – **конвекционной ячейкой.** Каким образом передается энергия от Солнца к Земле через почти пустое пространство? **Источники излучения** – любые нагретые тела: почва, Солнце и звезды, свеча, лед.



Количество энергии, излучаемой в единицу времени нагретым телом, зависит от температуры тела, от цвета поверхности тела, от площади поверхности тела.

Приемники излучения. Количество поглощенной телом в единицу времени энергии зависит от ее цвета (демонстрация с теплоприемником) и от площади поверхности тела.

Если тело поглощает излучение, то его внутренняя энергия увеличивается.

Нагретое тело излучает больше энергии. При равенстве $\frac{E_{\text{пог}}}{t} = \frac{E_{\text{изл}}}{t}$ внутренняя энергия (температура) тела остается неизменной.

IV. Задачи (блиц):

1. Известно, что если температура на улице равна -20°C , то в комнате температура

равна 20°C , а если температура на улице равна -40°C , то в комнате устанавливается температура $+10^{\circ}\text{C}$. Найдите температуру батареи, отапливающей комнату. 60°C

2. При температуре на улице -15°C температура в комнате $+25^{\circ}\text{C}$. Какой станет температура t в комнате при температуре на улице -30°C , если температура отопительной батареи осталась прежней, равной $+45^{\circ}\text{C}$? Почему температура в комнате меньше температуры батареи? 20°C
3. Какое количество теплоты за сутки теряет человек путем теплопроводности через кожу, если считать коэффициент теплопроводности кожи равным $0,25 \text{ Вт}/(\text{м}\cdot^{\circ}\text{C})$? Поверхность тела $1,8 \text{ м}^2$, толщина кожи 2 мм , разность температур на наружной и внутренней поверхностях $0,1^{\circ}\text{C}$. 1944 кДж

V. Олимпиада

1. При температуре на улице $t_2 = -5^{\circ}\text{C}$ комнатный термометр показывает $t_1 = 25^{\circ}\text{C}$. Какая температура t'_1 будет в доме, если наступит похолодание до $t'_2 = -30^{\circ}\text{C}$? Все прочие условия, включая температуру батарей отопления $t_3 = 70^{\circ}\text{C}$, считайте одинаковыми в обоих случаях. 10°C
2. Для поддержания в доме постоянной температуры 20°C в печку всё время подкладывают дрова. При похолодании температура воздуха на улице понижается на 15°C , и для поддержания в доме прежней температуры приходится подкладывать дрова в $1,5$ раза чаще. Определите температуру воздуха на улице при похолодании. Какая температура установилась бы в доме, если бы дрова подкладывали с прежней частотой? -25°C , 5°C

Вопросы (блиц):

1. Почему нагретые детали в воде охлаждаются быстрее, чем на воздухе?
2. Чем меньше температура нагретого тела, тем медленнее идет его охлаждение. Почему?
3. На асфальтированных улицах пляжных курортов часто нарисованы белые полосы. Зачем?
4. Почему космонавты, которые выходят в открытый космос, надевают блестящие скафандры?
5. Крылья самолетов, поверхности воздушных метеозондов красят серебристой краской.

Занятие 5. Количество теплоты.

I. Вопросы (блиц):

1. Почему в холодную погоду собаки спят, свернувшись клубком, а птицы сидят нахохлившись?
2. В классе провели контрольную работу по физике. Средняя оценка мальчиков $3,8$, девочек – $3,5$, класса – $3 \cdot (8/13)$. Сколько писали контрольную работу, если учеников в классе больше 20 , но меньше 30 ? 26
3. Земля непрерывно излучает энергию в космическое пространство. Почему же Земля не замерзает?
4. Есть четыре причины, почему происходит потеря тепла человеком. Назовите их.
5. Если курица стоит на одной ноге, то это к стуже. Можете ли вы объяснить эту

народную примету?

- Почему в северных широтах живут белые медведи, а в южных – бурые медведи? Почему негры черные, а скандинавы светлые?
- Почему в сухой парилке даже при 110°C опасно задерживаться более чем на 10 мин?

II. Задачи (блиц):

- При температуре на улице -20°C работающая батарея поддерживает в комнате температуру 16°C . Когда кроме батареи включили электроплитку мощностью 1 кВт, в комнате установилась температура 22°C . Определите тепловую мощность батареи. 6 кВт
- Отопление кухни организовано с помощью системы электрического тёплого пола. Сначала он работал в базовом режиме, и на кухне установилась температура $t_1 = 18^{\circ}\text{C}$. Затем его мощность увеличили в 4 раза, и температура на кухне возросла до $t_2 = 21^{\circ}\text{C}$. Какая температура t_x установится на кухне, если базовую мощность увеличить в 9 раз? Определите температуру t_0 воздуха на улице. 26°C , 17°C

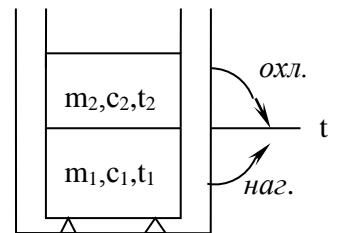
III. Изменение внутренней энергии тела при теплообмене.

Количество теплоты (Q) – свойство тела передавать (приобретать) хаотическое движение при теплообмене, приводящее к изменению его внутренней энергии, измеряемое при нагревании ...?

$$Q = m \cdot c \cdot \Delta t = m \cdot c \cdot (t_2 - t_1)$$

Теплоемкость тела (C) – количество теплоты, необходимое для нагревания тела на 1°C : $Q = C\Delta t = C(t_2 - t_1)$

$$Q = mc(t_1 - t_2)$$



Какое количество теплоты получает тело при нагревании до некоторой температуры, такое и отдает при охлаждении до прежней температуры.

Устройство калориметра. Разность температур указывает на направление теплообмена! Измерение количества теплоты.

Формула домохозяйки.

$$t = \frac{m_1 c_1 t_1 + m_2 c_2 t_2}{m_1 c_1 + m_2 c_2}$$

IV. Задачи (блиц):

- Теплоемкость стального шарика объемом 100 см^3 равна $360 \text{ Дж}/^{\circ}\text{C}$. Имеет ли этот шарик полость? не имеет. Можно просто посчитать теплоемкость $c=460 \text{ Дж}/(\text{кг}\cdot^{\circ}\text{C})$
- Две модели самолета сделаны из латуни и имеют одинаковую форму, но вторая имеет вдвое больше размеры. Перед покраской их поместили в печь для обезжиривания, а затем вынули и поставили остывать. Первая модель остыла на 2°C за 30 с. За какое время настолько же остынет большая модель, если внешние условия не изменятся? 60 с. Почему дети быстрее замерзают на холоде?
- Меняет ли заметно температуру кофе добавление в него холодного молока? Предположите, что в чашку кофе (около 200 г при 95°C) добавляется 10 г молока при 5°C и что удельная теплоемкость молока и удельная теплоемкость кофе примерно равны. Понизится меньше, чем на 5°C .
- В батарею отопления вода поступает по трубе при температуре $t_1 = 50^{\circ}\text{C}$, а

выходит при температуре $t_2 = 48^{\circ}\text{C}$. Сечение трубы $S = 4\text{ см}^2$, скорость воды $v = 0,25\text{ м/с}$. Какое количество теплоты получит помещение от этой батареи за 1 ч? 3024 кДж.

5. Два тела имеют температуры t . Если первое нагреть до температуры $5t$ и привести в тепловой контакт со вторым, установится температура $4t$. Какая установится температура, если до температуры $5t$ нагреть второе тело и привести его в контакт с первым телом с температурой t ? $t_x = 2t$

Олимпиада:

1. Есть два стакана с водой разной температуры. В первом стакане находится некоторое количество холодной воды, а во втором – вдвое большее количество горячей воды. Когда из первого стакана перелили некоторую массу воды во второй стакан, температура воды в нем понизилась на величину ΔT . После этого из второго стакана вернули такую же массу воды в первый стакан, и количество воды в стаканах стало равно первоначальному количеству. Насколько повысилась температура воды в первом стакане? $\Delta T_x = 2\Delta T$ (чер. внут)
2. В трёх сосудах находится вода массой m , $2m$ и $4m$ при температуре $t = 20^{\circ}\text{C}$, $3t$ и $2t$ соответственно. Порцию воды из первого сосуда переливают во второй. Затем такую же по массе порцию из второго сосуда переливают в третий. И в завершение, такую же порцию из третьего сосуда переливают в первый. В результате в первом сосуде устанавливается равновесная температура $t_1 = 28^{\circ}\text{C}$, а во втором – $t_2 = 54^{\circ}\text{C}$. Определите новую температуру t_3 в третьем сосуде. Тепловыми потерями и теплоёмкостью сосудов можно пренебречь. 41°C (внут)
3. Мама привела малыша на берег реки. Солнце нагрело камни до 40°C , но вода в реке была холодной (18°C). Чтобы искупать малыша, мать набрала в ведёрко 5 л воды и стала греть её, опуская в ведёрко камни. Чтобы вода не выплёскивалась, она клала в ведро только один камень, ждала, пока температуры выровняются, вынимала камень и клала следующий. Какой будет температура воды, когда из неё достанут четвёртый камень? До какой температуры нагрелась бы вода, если все 4 камня можно было бы положить в ведёрко одновременно? Оба ответа дайте в градусах Цельсия. Масса каждого камня равна 2,8 кг, удельная теплоёмкость — $900\text{ Дж}/(\text{кг}\cdot\text{К})$. Ответы: [10] 26°C . [11] 25°C

Вопросы (блиц):

1. Объясни японскую поговорку: «Быстро нагревается, быстро остывает».
2. Почему дети замерзают в холодной воде быстрее взрослых?
3. Если годовой сток рек станет меньше, то и зима будет холоднее. Почему?
4. Почему домохозяйки знают, сколько времени надо варить яйцо?
5. Есть 2 кг воды с температурой 20°C и 3 кг воды с температурой 60°C . Определите температуру смеси.
6. Почему хорошие кастрюли имеют толстый слой алюминия или меди в дне?
7. Почему в центре материка в июле низкое давление, а в январе – высокое?
8. Почему тонкий кристаллик льда тает быстрее, чем толстый кристалл той же массы?

Разное

1. Какой энергией обладала шаровая молния, если она нагрела на 600°C участок железной трубы длиной 5 см? Наружный радиус трубы 15 мм, внутренний радиус 12 мм. $c = 460 \text{ Дж}/(\text{кг}\cdot^{\circ}\text{C})$. $\rho = 7,8 \text{ г}/\text{см}^3$. 27,4 кДж
2. В теплоизолированном сосуде сначала смешивают три порции воды 100 г, 200 г и 300 г с начальными температурами 20°C , 70°C и 50°C соответственно. После установления теплового равновесия в сосуд добавляют две новые порции воды: массой 400 г при 20°C и массой 300 г при температуре 70°C . Определите конечную температуру в сосуде. Вода из сосуда не выливается, теплоемкостью сосуда можно пренебречь. Тепловыми потерями пренебрегите. $51,7^{\circ}\text{C}$

Олимпиада:

1. В перерыве между дежурствами дядя Степа решил приготовить себе чай с молоком. Для этого он налил в чашку уже остывшее до комнатной температуры молоко объемом 140 мл. После чего добавил к нему 500 мл чая из кипящего чайника. Определите теплоемкость чашки, если ее установившаяся температура вместе с готовым напитком стала 80 градусов, а в кабинете поддерживается температура в 21 градус. Теплоемкость чая считать равной теплоемкости молока и принять за $4200 \text{ Дж}/(\text{кг}\cdot^{\circ}\text{C})$. Потерями тепла пренебречь.
2. Ученик 8 класса открыл над раковиной оба крана. Известно, что из крана с горячей водой выливалось 0,5 л воды за каждую секунду, а из крана с холодной водой – 1,5 л воды за каждую секунду. С помощью электронного термометра он определил, что температура горячей воды равнялась $50,0^{\circ}\text{C}$, а температура холодной воды $18,0^{\circ}\text{C}$. Через некоторое время он заметил, что уровень воды в раковине перестал изменяться.
 - 1) С какой скоростью вытекает вода из раковины через сливное отверстие сечением 8 см^2 при неизменном уровне воды в раковине? 2,5 м/с
 - 2) Предскажите результат измерения температуры воды в раковине. 26°C .
3. Кот Леопольд, отдыхая на северном полюсе, решил искупаться в специальной ванне с подогревом. Он налил в ванну 10 кг воды, и включил подогрев на максимальной мощности. Доведя температуру воды до 50° , он выключил нагреватель, и, выждав 5 секунд, замерил температуру воды. Оказалось, что она упала на 1° . Понимая, что через некоторое время он будет купаться в совсем холодной воде, он решил оставить подогрев, но лишь на мощности $P = 1400 \text{ Вт}$. До какой наименьшей температуры остынет вода в ванне, если температура воздуха в комнате Леопольда поддерживается равной 20° ? Теплообменом между водой и котом Леопольдом пренебрегите. Считайте, что потери теплоты происходят со свободной поверхности воды в ванне и пропорциональны разности температур воды и окружающего воздуха. 25°C
4. В бане имеются емкости для воды разного объема. В ушат налили воду, нагретую до температуры кипения $t_{\text{кип}} = 100^{\circ}\text{C}$, а в лохань – воду при комнатной температуре $t_{\text{ком}} = 20^{\circ}\text{C}$. Вылив всю эту воду в большой бак, получили воду с температурой $t = 70^{\circ}\text{C}$. Какая температура воды в баке получится, если вместо этого в ушат налить воду комнатной температуры, а в лохань – кипяток и потом всю воду из них перелить в бак? Теплоемкость сосудов считать малой, тепловыми потерями пренебречь.

Занятие 6. Сгорание топлива.

I. Вопросы (блиц):

1. Почему на морозе язык не прилипает к металлическим монетам?
2. Частное в 2 раза меньше делимого и в 6 раз больше делителя. Найдите частное.
3. В полведра воды комнатной температуры (20°C) влили четверть ведра кипящей воды. Какая стала температура в ведре?
4. В чём причина различия между морским и континентальным климатом?
5. Что эффективнее использовать в качестве грелки: 1 кг парафина при 60°C или 1 кг воды при той же температуре? Теплопроводность парафина в 2 раза меньше, чем у воды, а теплоемкость – меньше примерно на 25%.
6. Почему в медицинских термометрах используют ртуть, а, например, не спирт?
7. При распиливании бревна пила нагревается сильнее, чем дерево. Почему?
8. Что требует больше времени: нагревание воды на примусе от 10 до 20°C или от 90 до 100°C ?
9. Двое в столовой взяли на третье чай. Первый сразу растворил в стакане сахар, второй сначала съел первое и второе, а потом положил в стакан сахар и растворил его. Кто будет пить более горячий чай?



II. Задачи (блиц):

1. Некоторое тело, нагретое до температуры 90°C , поместили в сосуд с водой, температура которой 20°C . Тепловое равновесие наступило при 60°C . До какой температуры остынет тело, если его еще раз опустить в точно такой же сосуд с водой температуры 20°C ? Потерями тепла пренебречь. $42,8^{\circ}\text{C}$
2. Сосуд объемом 1,5 л полностью заполнен водой, имеющей температуру 0°C . Затем в этот сосуд опускают тело массой 0,5 кг с удельной теплоемкостью $4000 \text{ Дж}/(\text{кг}^{\circ}\text{C})$ и температурой 99°C . Плотность тела меньше плотности воды. Найдите температуру, до которой нагреется вода. 32°C
3. В кастрюле находится 5 кг воды. На её нагревание от температуры 40°C до температуры 41°C требуется 10 с. Найдите время, которое понадобится для того, чтобы нагреть эту воду от температуры 90°C до температуры 91°C . Мощность плиты 2500 Вт . Считайте, что тепловые потери пропорциональны разности температур воды и окружающей среды. Температура окружающей среды равна 20°C . Теплоемкостью кастрюли можно пренебречь. Удельная теплоемкость воды $4200 \text{ Дж}/(\text{кг}\cdot^{\circ}\text{C})$. 19 с

III. Горение - первая химическая реакция, с которой познакомился первобытный человек.

$2\text{C} + \text{O}_2 \rightarrow 2\text{CO} + Q$ – при недостатке кислорода.

$\text{C} + \text{O}_2 \rightarrow \text{CO}_2 + Q$ – при достатке кислорода.

$\text{CH}_4 + 2\text{O}_2 \rightarrow 2\text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2 + Q$ (взрыв метана).

$2\text{H}_2 + \text{O}_2 \rightarrow 2\text{H}_2\text{O} + Q$ (гремучий газ).

Все виды топлива массой 1 кг выделяют разное количество теплоты. **Удельная теплота сгорания (q)** – величина, показывающая, какое количество теплоты выделяется при полном сгорании топлива массой 1 кг.

$$Q = mq$$

Величина, показывающая, какую часть составляет полезно используемая теплота

от всей выделившейся при сгорании топлива в процентах, называется коэффициентом полезного действия нагревательной установки.

$$\eta = \frac{Q_{\text{пол}}}{Q_{\text{зат}}} 100\%$$

IV. Задачи (блиц):

1. В чайник со свистком налили 810 г воды и поставили на электрическую плитку мощностью 900 Вт. Через 7 мин раздался свисток. Каков КПД плитки. Начальная температура воды 20°C. 72%
2. С помощью маленького нагревателя мощностью 250 Вт воду в ведре удалось довести до максимальной температуры 40°C. Каков объем воды в ведре, если после отключения нагревателя температура понизилась на 1°C за 2 минуты. Теплоемкостью нагревателя и ведра пренебречь. 7,1 л
3. Калорийность гамбургера массой 100 г порядка 500 ккал. Оцените в процентах увеличение калорийности гамбургера, если мы будем употреблять его в пищу горячим. 1%
4. Если ваш организм нуждается в 2000 ккал ежедневно и мог бы получать их из бензина, то, сколько бы его понадобилось каждый день? Сколько бы это стоило? Если бы вы могли использовать электрическую энергию, то, сколько понадобилось бы киловатт-часов? 183 г, 2,33 кВт·ч. 7 руб.

Олимпиада:

1. Емеля едет на печи по заснеженному полю. Скорость печи постоянна по модулю и по направлению и равна $v = 1,5$ м/с. Масса печи равна $M = 4$ т. Коэффициент трения нижней поверхности печи о снег равен $\mu = 0,05$. Емеля топит печь древесным углём с удельной теплотой сгорания $q = 36,3$ МДж/кг. Вычислите, с какой равномерной скоростью m/t Емеля должен подбрасывать уголь в печь, чтобы поддерживать равномерное движение печи. Считать, что только 20% энергии от сгорания топлива расходуется на работу против силы трения. Печь может двигаться, только пока Емеля ее топит дровами. Пренебречь сопротивлением воздуха и изменением массы печи из-за сгорания топлива, которое Емеля везет с собой. 1,5 кг/ч
2. Энергонезависимая система отопления коттеджа состоит из домика с батареями отопления, подъемного аккумулятора тепловой энергии в виде бочки с водой, и солнечного коллектора для подогрева воды в теплое время года. Площадь поверхности дома 100 м². Тепловые потери через поверхности домика составляют 0,015 кВт/м² (в среднем за отопительный сезон). Длительность отопительного сезона 6 месяцев (октябрь-март включительно). Длительность сезона накопления тепловой энергии 6 месяцев. Температура воды в конце отопительного сезона составляет 40°C. Максимальная температура воды в начале отопительного сезона 100°C. Удельная теплоемкость воды 4200 Дж/кг·°C. Определить объём накопителя тепловой энергии (воды). 93,6 м³
3. Теплоизолированный калориметр заполнен до краев жидкостью с температурой $t_0 = 10$ °C, плотностью ρ_1 и удельной теплоёмкостью c . В калориметр поместили брусок, плотность которого $3\rho_1$, а удельная теплоемкость $c/3$. После установления теплового равновесия без потерь тепла во внешнюю среду, температура в калориметре стала равна $t_1 = 30$ °C. Какой станет температура в

калориметре t_2 , если в него опустить ещё один такой же брусок? Бруски в жидкость погружаются полностью. Теплоемкостью калориметра пренебречь.

Вопросы (блиц):

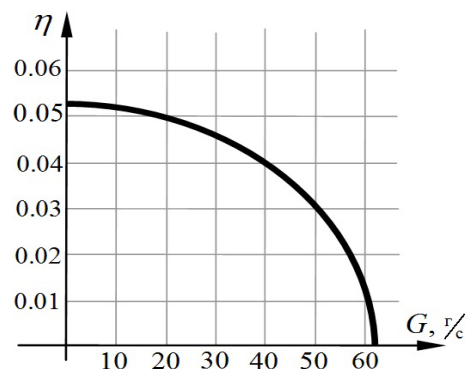
1. Можно ли обычным ртутным термометром измерить температуру одной капли горячей воды?
2. Почему при помощи одной спички древесную лучину зажечь можно, а крупное полено нельзя?
3. Почему порох невыгодно использовать как топливо, а бензином нельзя заменить порох в артиллерийских орудиях?
4. Теплотворная способность сосновых дров больше, чем березовых. Почему же говорят, что березовые дрова жарче горят?

Разное

1. В ванну налита вода температуры 20°C . В нее начинают наливать горячую воды из-под крана при температуре 80°C . Сливное отверстие в ванне открыто и работает так, что уровень воды в ванне с течением времени не меняется. Вначале напор воды в кране составлял 1 л/мин, затем напор стали медленно менять так, чтобы температура вытекающей из сливного отверстия воды равномерно росла с течением времени. Определите напор в кране в тот момент, когда температура вытекающей из сливного отверстия воды равна 60°C . Вода в ванне быстро перемешивается, так что температура воды в ванне и температура вытекающей из сливного отверстия воды одинаковы.

Олимпиада:

1. В чайник налили водопроводную воду и включили нагреватель. Через 9 мин вода закипела. Нагреватель выключили и сразу долили в чайник водопроводную воду. Установилось тепловое равновесие, температура воды в чайнике уменьшилась на 12°C . Включили нагреватель. Через 1,5 мин после включения вода снова закипела. Найдите температуру водопроводной воды. 16°C
2. Компания друзей-физиков пошла в поход. Во время привала было решено приготовить чай. Одному физика стало интересно, как КПД системы костер-чай, зависит от количества подкладываемых в секунду дров. После серии аккуратных измерений он получил такой график (см. рисунок). За какое наименьшее время можно на таком костре подогреть до 100°C пять литров (20°C) чая? Удельная теплота сгорания дров $q = 10^7$ Дж/кг, удельную теплоемкость чая примите равной $c_{\text{ч}} = 4200$ Дж/кг · град. Считайте, что дрова подкладываются с некоторой выбранной постоянной скоростью.



Занятие 7. Закон сохранения энергии.

I. Вопросы (блиц):

1. Почему дуть на горящую свечу, мы ее гасим, а, дуть на горящий уголь – заставляем его гореть ярче?
2. Корова вчетверо дороже собаки, а лошадь вчетверо дороже коровы. Собака, 2 коровы и лошадь стоят 200 тысяч рублей. Сколько стоит корова? 32000
3. Откуда в биотопливе берется энергия?
4. Почему при помощи одной спички древесную лучину зажечь можно, а крупное полено нельзя?
5. Почему при увеличении солености увеличивается теплопроводность воды, а теплоемкость уменьшается?
6. Не должна ли потенциальная энергия угля, сожженного на пятом этаже, дать дополнительную теплоту?
7. Как вы думаете, чем ограничена скорость бега?
8. Почему при обилии кислорода в атмосфере все вокруг не возгорается самопроизвольно?

II. Задачи:

1. Термометр подержали над огнём. После того, как горелку выключили, показания термометра упали от 100°C до 99°C за две секунды. За сколько времени показания термометра уменьшатся от 60°C до 59°C , если температура в лаборатории 20°C ? 4 с
2. В калориметр налили ложку горячей воды, после чего его температура возросла на 5°C . После того, как добавили вторую ложку той же горячей воды, температура калориметра возросла на 3°C . На сколько градусов увеличится температура калориметра, если в него добавить третью ложку той же горячей воды? Теплообменом с окружающей средой пренебречь. 1°C (2°C)
3. Какова мощность электрического котла, если температура подающей трубы 40°C , температура обратной трубы 80°C , расход воды 2 л/с? 336 кВт

III. Энергия бывает механическая (кинетическая и потенциальная), внутренняя (тепловая, химическая, ядерная), электрическая, магнитная, солнечная. Примеры передачи энергии от одного тела к другому и превращения энергии из одного вида в другой. Только мобильные телефоны во всем мире ежегодно растрачивают 10^9 кВт·ч энергии! **Механическую энергию легко превратить во внутреннюю энергию.** Почему? Демонстрация обратного процесса, то есть превращение внутренней энергии в механическую энергию (демонстрация с пробиркой и с цилиндром для взрыва горючей смеси).

Сохраняется ли энергия при переходе ее от одного тела к другому или при превращении из одного вида в другой?

$$Q + A = \Delta U$$

Закон сохранения энергии: Энергия не исчезает и не создается. Она только может переходить от одного тела к другому или превращаться из одного вида в другой, при этом полная энергия Вселенной остается неизменной.

Вечный двигатель - это воображаемое устройство, вырабатывающее полезную работу большую, чем количество сообщенной этому устройству энергии. Почему такое устройство невозможно?

IV. Задачи (блиц):

1. Чтобы выправить плоскую стальную деталь массой 50 г, рабочий стучит по ней молотком массой 500 г. Скорость молотка непосредственно перед ударом 2 м/с, скорость отскока 1 м/с. На сколько градусов нагреется деталь после 100 быстро следующих один за другим ударов, если ей передается 20% энергии, передаваемой молотом при каждом ударе? $0,6^{\circ}\text{C}$.
2. На обнаруженной в Космосе планете ускорение свободного падения в 5 раз больше, чем на Земле. Космонавты, высадившиеся на этой планете, построили для нужд научной станции гидроэлектростанцию, для чего возвели плотину высотой 100 м. Оцените, какую мощность может развивать такая плотина, если оказалось, что в водохранилище до плотины и у подножия плотины температура воды отличается на 1°C , а ежесекундно через плотину проходит 2 тонны воды. 1,6 МВт
3. При трении двух одинаковых тел массой 150 г каждое температура их через одну минуту повысилась на 10°C . Какова средняя мощность, развиваемая при трении? Удельная теплоемкость каждого тела $460 \text{ Дж}/(\text{кг}\cdot^{\circ}\text{C})$. Тепловые потери не учитывать. 23 Вт
4. Стекланный шарик объемом $0,2 \text{ см}^3$ равномерно падает в воде. Какое количество теплоты выделится при перемещении шарика на 6 м? Плотность стекла $2,4 \text{ г}/\text{см}^3$. 16,8 мДж
5. Сколько тепла выделилось из висящего над городом облака, если средняя толщина слоя выпавшего дождя по городу 1 мм, а высота облака 1 км?
6. Уровень воды в водохранилище гидроэлектростанции находится на 200 м выше турбины гидрогенератора. Мощность одного гидрогенератора на этой ГЭС составляет 600 МВт, его КПД 95%; диаметр водовода, направляющего поток воды на генератор, равен 7,5 м, расход воды на один генератор $360 \text{ м}^3/\text{с}$. Ускорение свободного падения принять равным $10 \text{ м}/\text{с}^2$. Определите, на сколько повышается температура воды сразу за плотиной ГЭС. $0,05^{\circ}\text{C}$

Олимпиада:

1. Температура окружающей подводную лодку воды равна 4°C . Ядерный реактор лодки мощностью 0,4 ГВт при непрерывной работе имеет КПД 40%. Оцените минимальный расход охлаждающей двигатель заборной воды. На выходе из системы охлаждающая вода не должна иметь температуру выше 40°C . 1600 кг/с
2. В трубу постоянного сечения каждую секунду закачивают постоянный объем воды с температурой на входе $t_0 = 10^{\circ}\text{C}$. На одном из участков воду подогревают до $t_1 = 50^{\circ}\text{C}$. Где-то до участка, где подогревается жидкость, в трубе появилась течь. Температура на выходе стала равной $t_2 = 55^{\circ}\text{C}$. Найдите отношение расхода воды в течи к полному расходу воды. Теплообменом с окружающей средой пренебречь. 1/9
3. В калориметр с водой вливают ложку горячей воды, при этом температура в воды в калориметре возросла на 5°C . После этого в него влили опять ложку горячей воды и температура воды поднялась еще на 3°C . На сколько градусов возрастет температура воды в калориметре, если в него влить еще 48 ложек горячей воды. Теплообменом с окружающей средой и массой калориметра пренебречь $18,9^{\circ}\text{C}$.

Вопросы:

1. За счет, какой энергии совершается работа по перемещению ртути в термометре при измерении температуры тела?
2. Почему пушечный ствол от холостого выстрела нагревается сильнее, чем от выстрела со снарядом?
3. Что будет, если долго толочь воду в ступе?
4. Какие превращения энергии происходят при выстреле из орудия? при стрельбе из лука? при колебаниях маятника?
5. Почему спичка после сгорания деформируется и уменьшается в размерах?
6. Почему передняя ось телеги больше стирается и чаще загорается, чем задняя?
7. Мороженое тает быстрее, если его размешивать ложечкой. Почему?

Разное

1. Для поддержания в доме постоянной температуры 20°C в печку всё время подкладывают дрова. При похолодании температура воздуха на улице понижается на 15°C , и для поддержания в доме прежней температуры приходится подкладывать дрова в 1,5 раза чаще. Определите температуру воздуха на улице при похолодании. Какая температура установилась бы в доме, если бы дрова подкладывали с прежней частотой?

Олимпиада:

1. Школьник Вася хочет измерить удельную теплоемкость неизвестной жидкости. Известно, что эта жидкость образует с водой однородную смесь, но не взаимодействует с ней никак, кроме теплообмена. Плотность жидкости равна плотности воды. У Васи есть только два одинаковых термоса и один термометр. Вася частично заполнил один из термосов неизвестной жидкостью при температуре $t_1 = 20^{\circ}\text{C}$. Вторым термосом Вася полностью заполнил водой при температуре $t_2 = 80^{\circ}\text{C}$. Затем он перелил часть воды из второго термоса в первый так, что первый термос был заполнен полностью, и в нем установилась температура $t_3 = 55^{\circ}\text{C}$. Затем Вася перелил часть смеси из первого термоса во второй, заполнив второй термос полностью, и в нем установилась температура $t_4 = 70^{\circ}\text{C}$. Определить по этим данным удельную теплоемкость неизвестной жидкости. Потерями тепла пренебречь.

Занятие 8. Плавление.

I. Вопросы (блиц):

1. При заморозках в пчелиных ульях слышится «гудение» пчел. Почему?
2. Ученик должен был разделить число на 2 и к результату прибавить 3, а он по ошибке умножил число на 2 и от полученного произведения отнял 3. Ответ все равно получился правильный. Какой? В некотором процессе идеальному газу сообщено 700 Дж теплоты, а внешние силы совершили над газом работу 500 Дж. Насколько изменилась внутренняя энергия газа в этом процессе? 1200 Дж
3. Опишите превращения энергии при упражнениях на велотренажере.
4. Какой минимальной высоты должен быть водопад, чтобы падающая вода нагревалась на 1°C ?
5. Красное пятно на лице от пощечины - результат превращения кинетической энергии движущейся руки в свет. Так ли это?

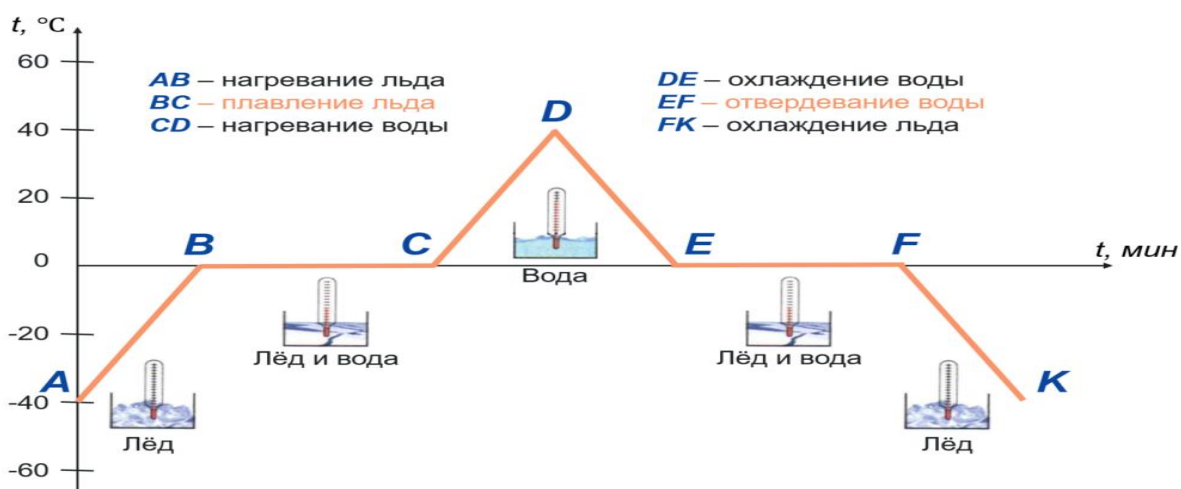
6. Звёзды образуются путём сжатия под действием собственной гравитации. Почему при этом возрастает температура звезды?
7. На что потребуется больше энергии: чтобы вскипятить стакан воды или чтобы поднять ведро воды на пятый этаж? Что вы можете добавить к этому списку?

II. Задачи (блиц):

1. Железный шар, падая свободно, достигает скорости 41 м/с и, ударившись о землю, подпрыгнул на высоту 1,2 м. На сколько при этом изменилась температура шара, если 40% кинетической энергии шара пошло на увеличение внутренней энергии земли в месте удара. 1°C
2. В калориметр вливают 1 ложку теплой воды. При этом его температура возрастает на 2°C . После того, как в калориметр влили ещё одну ложку тёплой воды, температура возросла ещё на 1°C а сколько градусов увеличится температура в калориметре, если в него влить ещё 26 ложек воды? Теплообмен с окружающей средой не учитывайте. $2,6^{\circ}\text{C}$
3. В сосуд с горячей водой опустили работающий нагреватель мощностью $P = 50$ Вт. В результате температура воды повысилась на $\Delta T = 1^{\circ}\text{C}$ за время $t_1 = 100$ с. Если бы воду не нагревали, то ее температура понизилась бы на ту же величину ΔT за время $t_2 = 200$ с. Какова масса воды? Теплоемкостью сосуда пренебречь. 0,79 кг

III. Плавление – переход вещества из твердого состояния в жидкое состояние.

Температура плавления ($t_{пл}$) – температура, при которой кристаллическое вещество плавится.

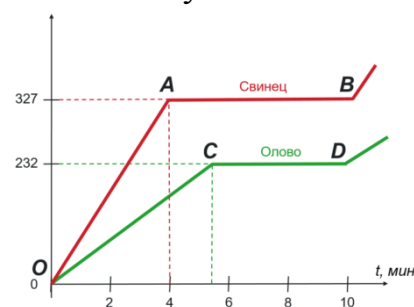


**Кр
ист**

аллизация – переход вещества из жидкого состояния в твердое состояние. При нагревании твердого тела подводимая энергия идет на увеличение кинетической энергии его частиц, (температура увеличивается) и на увеличение потенциальной энергии (объем изменяется), а при плавлении – только на увеличение потенциальной энергии.

Удельная теплота плавления и кристаллизации (λ) – количество теплоты, необходимое для полного расплавления 1 кг данного вещества при температуре плавления.

$$Q_{пл} = m\lambda.$$



IV. Задачи (блиц):

1. В калориметр помещают одинаковые массы воды при температуре 10°C и льда при температуре -10°C . Какая максимальная доля льда может при этом расплавиться? 6%
2. В калориметре находится 2 кг воды при температуре 5°C . Туда опускают кусок льда массой 5 кг при температуре -40°C . Какая температура установится в состоянии теплового равновесия? Сколько льда будет в калориметре? 0°C , 6,1 кг
3. Зимой, при температуре окружающего воздуха $t_0 = -10^{\circ}\text{C}$, каждый квадратный метр озера отдаёт в воздух 200 кДж тепла в час. Оцените через какое время после начала образования льда, на поверхность водоёма сможет выйти рыбак, если безопасная толщина льда составляет 10 см? Температура воды $t_{\text{в}} = 0^{\circ}\text{C}$. Удельная теплота плавления льда 330 кДж/кг, его удельная теплоёмкость 2100 Дж/кг $\cdot^{\circ}\text{C}$, плотность льда 900 кг/м 3 . Скорость теплоотдачи считать постоянной. Ответ: $\approx 153,2$ часа.

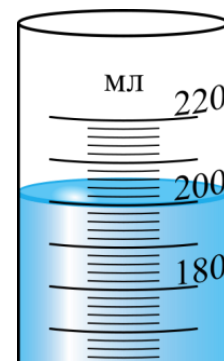
Олимпиада:

1. Две одинаковые высокие теплоизолированные трубки заполнены до высоты $h = 25$ см. Первая – льдом, вторая – водой при температуре $t = 10^{\circ}\text{C}$. Воду выливают на лед и сразу же отмечают ее уровень. После завершения теплообмена оказалось, что уровень повысился на $\Delta h = 0,5$ см. Какова была начальная температура льда? -119°C
2. Плоская льдинка плавает в сосуде с водой, имеющей температуру $t_0 = 0^{\circ}\text{C}$. Минимальная масса груза, который необходимо положить на льдинку, чтобы она полностью погрузилась в воду, равна $m_1 = 100$ г. Если эту льдинку охладить до температуры t_1 и снова положить в тот же сосуд с водой, по-прежнему имеющей температуру t_0 , то после установления теплового равновесия для полного погружения льдинки в воду на неё необходимо будет положить груз минимальной массы $m_2 = 110$ г. Определите температуру t_1 ? $-16,2^{\circ}\text{C}$
3. В сосуде с водой, имеющей температуру 0°C , плавает кусок льда массой $m_{\text{л}} = 100$ г, в который вмерзла дробинка массой $m_{\text{д}} = 5$ г. Какое минимальное количество теплоты Q нужно сообщить воде, чтобы кусок льда с дробинкой начал тонуть? Плотность воды $\rho_{\text{в}} = 1$ г/см 3 , плотность льда $\rho_{\text{л}} = 0,9$ г/см 3 , плотность свинца 11,3 г/см 3 , удельная теплота плавления льда $\lambda = 340$ Дж/г. Как изменится ответ, если пренебречь объемом дробинки? 18,7 кДж
4. На поверхности воды, температура которой 0°C , плавает медный шарик, покрытый толстым слоем льда. Масса шарика с учетом ледяной корки 30 г. Этот шарик перемещают в сосуд с водой, объем которой равен 200 мл, а температура 5°C . Через некоторое время шарик уходит под воду и «зависает» в воде, не опускаясь на дно. Чему равна масса шарика, когда он не покрыт льдом? $M + m = 30$. $(M - \Delta M + m) / ((M - \Delta M) / \rho_{\text{л}} + m / \rho_{\text{м}}) = 1$. 1,7 г

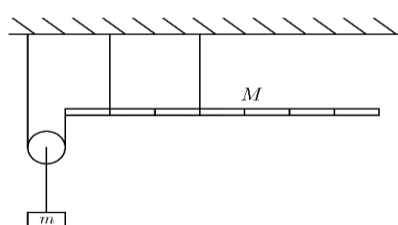
Вопросы (блиц):

1. При какой температуре плавится асфальт?
2. Почему перед началом хоккейного матча судья всегда достает шайбу из холодильника?
3. Почему с наступлением зимы мелкие и небольшие пруды покрываются льдом раньше, чем глубокие и большие водоемы?

4. Объясни осетинскую поговорку: «Золото в огне не плавится».
5. В чем заключаются физические принципы выветривания и разрушения твердых горных пород?
6. Может ли песок быть жидким?
7. Почему трещат и разрушаются кристаллики соли на раскаленной плите?
8. В один из стаканов вливают 50 г воды при 0°C , а в другой бросают 50 г льда при той же температуре. В каком из стаканов температура будет выше?
9. Один сапфир и два топаза
 Ценней, чем изумруд, в три раза.
 А семь сапфиров и топаз
 Его ценнее в восемь раз.
 Определить прошу я вас
 Сапфир ценнее или топаз?

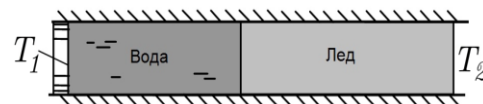


Олимпиада:

1. Вода массой 200 г при температуре 7°C находится в измерительном цилиндре. В цилиндр поместили льдинку массой 10 г, взятую при температуре её плавления. Какая температура установится в цилиндре через продолжительное время? Теплообменом с окружающей средой можно пренебречь. Затем в цилиндр поместили вторую льдинку, также имеющую массу 10 г и взятую при температуре её плавления. Какая температура установится в цилиндре через продолжительное время. Каким будет уровень воды в измерительном цилиндре через продолжительное время после помещения туда второй льдинки?
2. На двух нитях висит однородный стержень массы M . К его левому краю прикреплена нить, перекинутая через подвижный блок, который удерживает груз (рис. 2). При какой массе m этого груза система будет находиться в равновесии. Массой блока и нитей можно пренебречь. Отметки на стержне делят его на семь равных частей.
 
3. В переохлажденной воде объемом 0,5 литра на дне лежит монета массой 10 грамм. Как только жидкость слегка встряхнули, монетка оказалась единственным очагом кристаллизации, и на ней стал намораживаться лед. Определите начальную температуру воды, если при достижении нуля градусов монетка начала всплывать? Лед не примерзает к сосуду, плотность льда 900 кг/м^3 , плотность воды 1000 кг/м^3 , плотность материала монеты 9000 кг/м^3 , удельная теплоемкость воды $4200 \text{ Дж/(кг}\cdot\text{К)}$, удельная теплоемкость монетки $430 \text{ Дж/(кг}\cdot\text{К)}$, удельная теплота плавления льда $3,3 \cdot 10^5 \text{ Дж/кг}$. $-12,55^{\circ}\text{C}$
4. Приемлемая толщина снежного покрова, по которой может проехать спецтранспорт не может превышать 0,15 м. Если толщина покрова больше, то необходимо предварительно расчистить колею шириной 2,5 м. Существует два возможных способа расчистки пути: плавление снега с помощью теплогенератора, работающего на жидком топливе, и механическая уборка снега путем отбрасывания его в стороны с начальной скоростью не менее 15 м/с. Плотность снега 200 кг/м^3 , а его удельная теплота плавления $\lambda = 3,4 \cdot 10^5$

Дж/кг. Во сколько раз отличается минимальная мощность, расходуемая на расчистку пути от снега для движения спецтранспорта при двух описанных способах? Определите минимальные затраты мощности для передвижения спецтранспорта, оснащённого наиболее эффективной, из предложенных, системой уборки снега, со скоростью 10 м/с по дороге с высотой снежного покрова 0,8 м. Механический способ уборки снега эффективнее в 3000 раз

5. В калориметре находилось $M_0 = 300$ г воды. В него насыпали $m = 60$ г мокрого снега, состоящего на 60% из кристалликов льда и 40% жидкой воды, После установления равновесия температура содержимого калориметра оказалась равна $t_1 = 36,0^\circ\text{C}$. Какова была начальная температура воды в калориметре? $52,8^\circ\text{C}$. Сколько еще таких же порций нужно добавить, чтобы последняя добавленная порция растаяла не полностью? 5
6. В сосуд, наполненный до краев водой с температурой $t_0 = 44^\circ\text{C}$, аккуратно опускают кубик льда. После завершения теплообмена в сосуде устанавливается температура $t_1 = 33^\circ\text{C}$. До какой величины t_2 изменится температура воды в сосуде, если в него отпустить не один, а сразу два таких кубика? При плавлении кубики не касаются дна сосуда. 22°C
7. В калориметр с $m_0 = 200$ г воды при температуре $t_0 = 60^\circ\text{C}$ поместили три кубика льда массой $m = 10$ г каждый, имеющие температуры $t_1 = -10^\circ\text{C}$, $t_2 = -20^\circ\text{C}$ и $t_3 = -30^\circ\text{C}$. Какая температура установится в калориметре? $40,3^\circ\text{C}$.
8. В калориметре находится некоторая масса льда. После того как в калориметр на $\tau_1 = 1$ мин опустили нагреватель, в нем оказался лед, имеющий температуру на 2°C больше, чем вначале. Какое максимальное время τ_2 может потребоваться для дальнейшего нагревания содержимого калориметра нагревателем еще на 2°C ? Тепловыми потерями пренебречь. 83 мин
9. Горизонтальная длинная теплоизолированная труба заполнена льдом. На левом конце поддерживается температура $t_1 = 3^\circ\text{C}$, на правом - $t_2 = -3^\circ\text{C}$. Теплопроводность льда составляет $2,3$ Вт/(м·град), воды - $0,56$ Вт/(м·град). Какая часть льда (от общего объема трубы) находится в расплавленном состоянии? Ответ дайте в процентах, округлив до целых. 20%
10. В стакане находится горячий чай, в котором растворено 10 г сахара. Масса содержимого стакана M , температура 100°C . Чай охлаждают по следующей методике. В него опускают кусочек льда массой $M/9$ при 0°C . После наступления теплового равновесия напиток перемешивают, так что сахар равномерно распределяется по его объему, а затем избыток напитка сливают, так что его масса опять становится M . Удельную теплоемкость сладкого чая можно считать равной удельной теплоемкости воды, удельная теплота плавления льда 336 кДж/кг, теплообменом с окружающей средой пренебречь. Найдите минимальное количество кусочков льда, необходимых для понижения температуры напитка таким способом ниже 30°C . Определите массу сахара в чае после его охлаждения.
11. В теплоизолированный сосуд налит некоторый объем воды при температуре



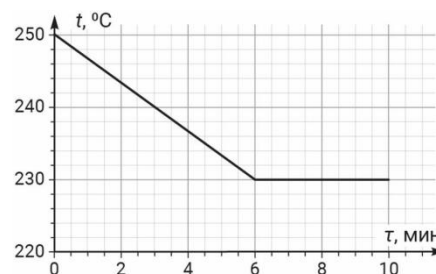
20°C. В воду погрузили закрытую пробирку с шариком льда при температуре 0°C. Как только лед растаял пробирку вынули, а воду быстро перемешали. При этом оказалось, что температура воды понизилась на 1°C. Затем талую воду из пробирки добавили в сосуд. Какая температура воды установится в сосуде, если взять еще 5 таких же шариков и друг за другом бросить их прямо в сосуд? Теплоемкостью сосуда и пробирки пренебречь.

12. «Правильный» снеговик устроен так, что центры его соприкасающихся шаров располагаются на одной линии, и все шары имеют общую касательную. Александр решил провести «убийство» такого снеговика, состоящего из трёх шаров, «без следов». Для этого он взял большой шар снеговика, растопил и нагрел его до 100 С° в кастрюле. После этого он опустил в кастрюлю среднюю часть снеговика, заметив, что после наступления теплового баланса температура уменьшилась до 60 С°. Какой станет температура, если к имеющимся «уликаам» добавить верхнюю часть снеговика? Начальная температура снеговика 0 С°, удельная теплота плавления снега $\lambda=330$ кДж/кг, удельная теплоемкость воды $c=4200$ Дж/(кг·С°)



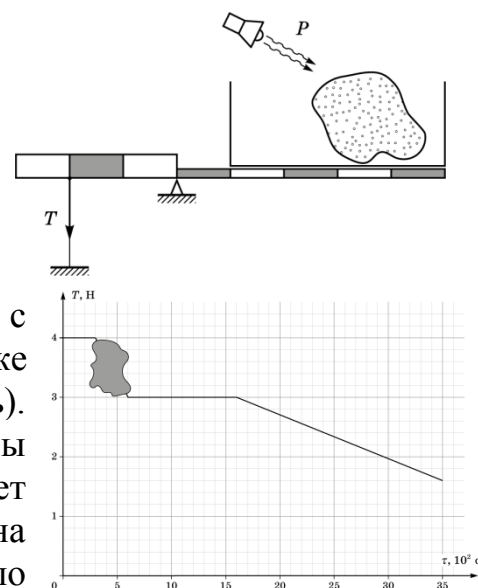
13. В калориметре находится лёд при температуре -10°C . В него добавляют 50 г воды, имеющей температуру 30°C . После установления теплового равновесия температура содержимого калориметра оказалась равной -2°C . Определите первоначальную массу льда в калориметре. Теплообменом с окружающей средой и теплоёмкостью калориметра пренебречь.

14. В поисках смысла жизни теоретик Баг проник в лабораторию своих коллег. Он обнаружил там установку, измеряющую температуру некой жидкости, и начал следить за экспериментом. Через 10 минут, когда уже вовсю шёл процесс кристаллизации, Бага спугнули внезапно вернувшиеся хозяева лаборатории, и он вылез в окно, прихватив с собой только полученный график зависимости температуры загадочной субстанции от времени.



- 1) Определите температуру плавления загадочной субстанции. Ответ выразите в градусах Цельсия, округлите до целых.
- 2) Теоретически, мощность отвода тепловой энергии этой установки составляет $N = 22$ Вт. Какое количество теплоты потеряла субстанция от начала наблюдения до начала кристаллизации? Ответ выразите в джоулях, округлите до целых.
- 3) Позже Баг узнал, что в руки коллегам попало вещество с удельной теплоёмкостью $c = 220$ Дж/(кг·С°). Определите массу загадочного вещества. Ответ выразите в килограммах, округлите до десятых.
- 4) Также Баг узнал, что удельная теплота плавления вещества $\lambda = 60$ кДж/кг. Сколько времени продолжалась кристаллизация после побега Бага? Ответ выразите в минутах, округлите до целых.

15. На неоднородном рычаге, установленном на опору, стоит вертикальный сосуд прямоугольного сечения. Слева рычаг привязан тонкой невесомой нитью к жесткому основанию. Отметки на рычаге делят его на 8 равных по длине частей. Боковая грань сосуда параллельна плоскости рисунка. При этом нить не натянута, рычаг горизонтален. В сосуд кладут кусок льда, после чего нагревают его содержимое с постоянной мощностью (тепловыми потерями, а также теплоёмкостью сосуда можно пренебречь). Одновременно с этим строят график зависимости силы натяжения нити от времени (начало графика совпадает с моментом начала нагрева). График приведён на рисунке. Один из участков графика утерян по неосторожности экспериментатора (на него пролилась тушь). Определите, что произошло в конце утерянного участка графика (момент перелома). А также найдите:



- 1) массу m куска льда; $m = 0,2$ кг
- 2) мощность P , с которой нагревали содержимое сосуда; $P = 115$ Вт
- 3) начальную температуру t_0 льда. $t_0 = -81^\circ\text{C}$

Занятие 9. Испарение и конденсация.

I. Вопросы (блиц):

1. Когда при ходьбе снег прилипает к подошве? А когда скрипит? Почему?
2. Алмаз разделили на две части. Цена получившихся бриллиантов пропорциональна квадрату (кубу) их массы. В каком случае общая цена бриллиантов будет минимальной? $m = M/2$ Показать производную?
3. Участникам школьной викторины было предложено 30 вопросов. За правильный ответ давали 13 очков, а за неправильный списывали 10. Один из участников ответил на все вопросы и набрал 160 очков. Сколько правильных ответов он дал? 20
4. Кусок льда массой 2 кг при температуре -20°C нагрели, сообщив ему 10^6 Дж теплоты. Определите температуру вещества после нагревания. 28°C
5. Почему перед началом хоккейного матча судья всегда достает шайбу из холодильника?
6. При температуре 0°C вода может быть либо жидкостью, либо твердым телом – льдом. Почему?
7. Когда начинаются морозы, влажная почва, в том числе и в горах, промерзает вглубь меньше, чем сухая. Почему?

II. Задачи (блиц):

2. В калориметр с водой массой 1 кг опустили мокрый снег. Масса снега 250 г, начальная температура воды 20°C . После плавления снега температура воды в калориметре стала равной 5°C . Сколько воды содержалось в снегу? 77
3. Сколько времени потребуется, чтобы разморозить мамонта $M = 8$ т, если на размораживание индейки $m = 5$ кг в естественных условиях требуется 2 дня? 25

4. В теплоизолированном сосуде под легким поршнем находится смесь воды со льдом при температуре 0°C . Площадь поршня $S = 100 \text{ см}^2$. Вблизи дна цилиндра находится нагревательный элемент мощностью $P = 3 \text{ кВт}$. В какую сторону и с какой скоростью будет перемещаться поршень при плавлении льда? $0,1 \text{ мм/с}$
5. В калориметр, содержащий $1,7 \text{ кг}$ воды при 100°C , бросают один за другим три кубика из сильно замороженного льда одинаковой массы (следующий кубик бросают после того, как установится равновесие, нарушенное предыдущим кубиком). Первый кубик растаял полностью, от второго осталась едва заметная льдинка, третий совсем не таял. Какой будет масса льда в калориметре после установления теплового равновесия? Теплоемкостью калориметра и теплообменом с окружающими телами пренебречь. 107 г

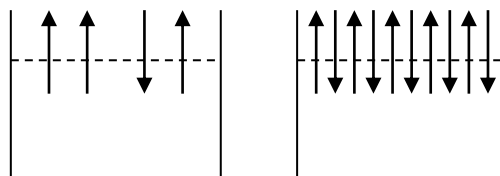
III. Два способа парообразования: испарение и кипение.

Парообразование с поверхности жидкости называется испарением.

Для того чтобы испарение жидкости происходило при постоянной температуре, к ней необходимо подводить тепло.

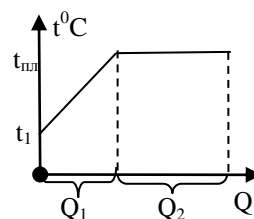
Скорость испарения жидкости зависит:

- От рода жидкости.
- От температуры жидкости.
- От площади свободной поверхности жидкости.
- От скорости ветра над поверхностью жидкости.
- От плотности пара данной жидкости над ее поверхностью.



Пар, находящийся в равновесии со своей жидкостью, называют **насыщенным паром**. Давление насыщенного пара. Как зависит давление насыщенного пара от температуры? Теплый воздух удерживает больше влаги, чем холодный! При температуре 100°C давление насыщенного водяного пара $760 \text{ мм.рт.ст.} \approx 101 \text{ кПа}$, а его плотность 598 г/м^3 .

Кипение – парообразование по всему объему жидкости. При кипячении из воды выходит весь газ. Температура, при которой жидкость кипит, называется температурой кипения ($t_{\text{кп}}$). Изменение атмосферного давления на 20 мм.рт.ст. соответствует изменению температуры кипения на $0,7^{\circ}\text{C}$.



Удельная теплота парообразования и конденсации (r) – количество теплоты, необходимое для превращения 1 кг жидкости в пар при температуре кипения.

Количество теплоты, необходимое для испарения данной массы жидкости при температуре кипения:

$$Q_{\text{пар}} = mr.$$

IV. Задачи (блиц):

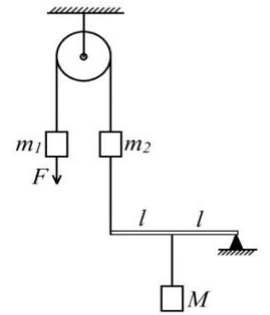
1. Находившаяся в стакане вода массой 200 г полностью испарилась за 20 сут. Сколько в среднем молекул воды вылетало с ее поверхности за 1 с ? $3,8 \cdot 10^{18}$
2. В теплоизолированном сосуде лежит кусок льда при температуре 0°C . В сосуд небольшими порциями начинают впускать пар при температуре 100°C до тех пор, пока в нем не окажется 100 г воды при 100°C . Какое количество теплоты пар передаст содержимому сосуда? 57 кДж
3. В калориметр, содержащий $m_1 = 2 \text{ кг}$ воды при температуре $t_1 = 5^{\circ}\text{C}$, положили кусок льда, масса которого $m_2 = 5 \text{ кг}$ и температура $t_2 = -40^{\circ}\text{C}$, и впустили $m_3 = 0,5 \text{ кг}$ водяного пара при температуре $t_3 = 100^{\circ}\text{C}$. Определите температуру калориметра после завершения процессов теплообмена. 0°C

Олимпиада:

1. После прошедшего града на натянутой горизонтальной прочной сетке с шириной ячейки 4 мм остались градины разного размера. Градины диаметром 5 мм провалились через ячейки через 10 мин. Через какое время провалятся через ячейки градины диаметром 2,5 см? Считайте, что выпавший град имеет температуру 0°C , все градины имеют шарообразную форму, нити, из которых изготовлена сетка, очень тонкие и очень плохо проводят тепло. 3,5 ч.

Радиус градины будет убывать с постоянной скоростью: $\rho S \Delta R = \alpha S \Delta t / \lambda$.

2. С какой вертикально направленной силой F следует удерживать груз массой m_1 для того, чтобы изображённая на рисунке конструкция из блока, невесомых нитей, лёгкого стержня и грузов находилась в равновесии? Массы грузов $m_1 = 1$ кг, $m_2 = 2$ кг, $M = 3$ кг. Трение в оси блока нет. 25 Н

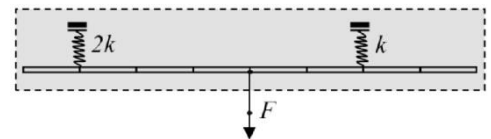


3. В воде с температурой 0°C плавает ледяной куб массой 1,5 кг, в котором есть полость объемом 12 см^3 . В полость очень медленно наливают ртуть с температурой t . Точно в тот момент, когда полость заполняется ртутью, ледяной кубик уходит на дно. Найти температуру ртути, наливаемой в полость. Когда лед с ртутью тонет, плотность куска равна плотности воды. 14 г. $13,5^{\circ}\text{C}$

Олимпиада:

1. В калориметре смешали $m_1 = 60$ г льда при температуре $t_1 = -15^{\circ}\text{C}$ и $m_2 = 30$ г водяного пара при температуре $t_2 = +100^{\circ}\text{C}$. Чему равна масса воды в системе после установления теплового равновесия? Примечание. Теплообменом с окружающей средой и теплоёмкостью калориметра пренебрегите. Удельная теплоёмкость воды $c_v = 4200 \text{ Дж}/(\text{кг}\cdot\text{K})$. Удельная теплоёмкость льда $c_l = 2100 \text{ Дж}/(\text{кг}\cdot\text{K})$. Удельная теплота плавления льда $\lambda = 330 \text{ кДж}/\text{кг}$. Удельная теплота парообразования воды $\gamma = 2300 \text{ кДж}/\text{кг}$. Ответ: 80 граммов.

2. Внутри черного ящика на двух легких пружинах жесткостью 2 и подвешена легкая палочка. Пружины работают как на растяжение, так и на сжатие. Чему равна эффективная жесткость черного ящика, если внешнюю силу прикладывают к нерастяжимой нити, выходящей наружу. Нить привязана к палочке в точке, указанной на рисунке. Чему равна максимальная и минимальная эффективная жесткость данного черного ящика, если точку крепления нити можно смещать вдоль палочки? Считайте, что деформации пружин настолько малы, что пружины остаются вертикальными.



3. Инженер проводит серию экспериментов, в которых сосуд с водой при комнатной температуре, равной 25°C , нагревается в течение фиксированного времени (одного и того же в разных экспериментах) с постоянной мощностью. При мощности нагрева 12 кВт по итогам эксперимента в сосуде совсем не осталось воды. Во втором эксперименте мощность нагрева была снижена на некоторую величину, и в результате в сосуде осталось 20% от начального количества воды. В третьем эксперименте инженер ещё раз понизил мощность на такую же величину, и в сосуде осталось уже 50% воды. При какой

мощности нагрева в сосуде останется вся изначально находившаяся в нем вода при температуре кипения? Удельная теплоемкость воды 4,2 кДж/(кг·С), удельная теплота парообразования воды 2,3 МДж/кг, нагревом самого сосуда и потерями тепла в окружающую среду можно пренебречь. Считайте также, что испарением воды при температуре ниже температуры кипения можно пренебрегать. Температура кипения воды в условиях эксперимента 100°С, количество воды в сосуде в начале каждого эксперимента одинаково. 1,3 кВт.

Вопросы (блиц):

1. Почему лед, полученный из кипяченой воды прозрачен, а из не кипяченой воды – нет?
2. При какой температуре происходит испарение?
3. Почему лампочка накаливания со временем темнеет?
4. Гуманитарий Вася собрал 100 кг грибов. Оказалось, что их влажность 99%. Вася решил высушить грибы. В результате влажность грибов снизилась до 98 %. Помогите Васе найти массу грибов после подсушивания. Какова будет масса грибов после сушки?
5. Почему говорят, что если белый след тянется за самолетом через все небо, то следует ждать ухудшения погоды?
6. Как и почему изменится время закипания воды в открытой кастрюле на плитке при следующих действиях?
 - Воду из широкой кастрюли перелить в узкую кастрюлю.
 - Кастрюлю закрыть крышкой.
 - Воду в кастрюле посолить.
 - Долить в кастрюлю горячей воды из чайника.
 - Воду в кастрюле помешивать ложкой.

Занятие 10. Влажность.

I. Вопросы (блиц):

1. Лунная пыль оказалась настолько сухой, насколько это вообще возможно. Почему?
2. Для покупки 4 карандашей мне не хватает 3 рублей. А если я куплю 3 карандаша, то у меня останется 6 рублей. Сколько у меня денег? 33 руб
3. Каким образом морские корабли оставляют следы в облаках?
4. Учащенное дыхание — очень эффективный способ избавления от лишнего тепла, если ваши размеры невелики. Как это понимать?
5. Почему на морозе с ветром нос быстрее замерзает, чем на морозе без ветра?
6. Какими способами можно охладить воду в бутылке, и какой, из них самый быстрый? Самый экономичный?
7. Почему подпрыгивает крышка чайника во время кипения?
8. В старину людей удивляло, что почти одним и тем же движением губ можно и согреть руки и остудить чай. Как объясните это вы?
9. В условиях невесомости телам космонавтов становится очень сложно избавиться от лишнего тепла. Почему?

II. Задачи (блиц):

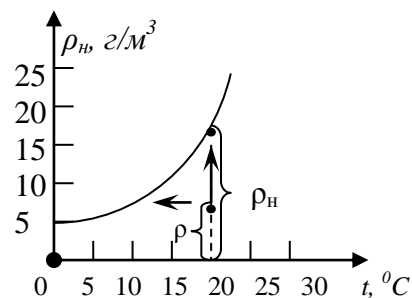
1. Приготовление пищи в кастрюле-скороварке ведется при температуре 108°C и повышенном давлении. Какая часть воды испарится после разгерметизации скороварки. Атмосферное давление нормальное, теплообменом при установлении теплового равновесия пренебречь. 1,5 %
2. С какой минимальной скоростью влетает железное метеорное тело в атмосферу Земли, если при этом оно испаряется? Испарение метеорного тела происходит достаточно быстро. Его начальная температура -269° ; температура плавления 1535°C ; температура кипения 3050°C ; удельная теплота испарения 6300 кДж/кг ; удельная теплоемкость $640 \text{ Дж/(кг}\cdot^{\circ}\text{C)}$; удельная теплота плавления 270 кДж/кг . 4 км/с
3. В оставленном над костром котелке кипит вода. Масса воды в котелке убывает со скоростью 1,6 г/мин. Пошел сильный дождь, при этом масса воды в другом таком же котелке, стоящем в стороне от костра, начала увеличиваться со скоростью 1 г/мин. С какой скоростью начала увеличиваться или уменьшаться масса воды в котелке над костром? Температура дождевых капель равна температуре воздуха 20°C . 1,45 г/мин

III. Абсолютная влажность воздуха (ρ) – плотность водяного пара в атмосфере.

В зависимости от температуры, времени суток и метеоусловий пар может быть насыщен, близок к насыщению или далек от него.

График плотности насыщенного водяного пара от температуры нарисовать на доске.

Относительная влажность воздуха (r): $r = \frac{\rho}{\rho_n} 100\%$.



Как можно увеличить относительную влажность воздуха?

1. **Испарение.** Существует предельная масса воды, которую при данной температуре можно испарить в помещении!
2. **Уменьшение объём сосуда, содержащего влажный воздух, при неизменной температуре:**

$$\rho = \frac{m}{V}.$$

3. **Понижение температуры воздуха** (на примерах): $t_1 = 20^{\circ}\text{C}$; $p_1 = 10 \text{ г/м}^3$; $p_1 = 17,54 \text{ г/м}^3$; $r_1 = 57\%$; $t_2 = 15^{\circ}\text{C}$; $p_n = 12,8 \text{ г/м}^3$; $r_2 = 78\%$.

Точка росы (t_p) – температура, при которой водяной пар в воздухе становится насыщенным. Какие параметры пара в воздухе можно рассчитать, зная точку росы (на примерах)? Почему утром трава становится мокрой?

IV. Задачи (блиц):

1. Температура воздуха 23°C , относительная влажность воздуха 45%. Найти упругость водяного пара и точку росы. $9,3 \text{ г/см}^3$. 10°C
2. Найти относительную влажность воздуха в комнате при 18°C , если точка росы 10°C . 58%
3. Относительная влажность воздуха в комнате при температуре 16°C составляет 65%. Как изменится она при понижении температуры до 12°C ? 84%
4. Температура воздуха 20°C , относительная влажность 60%. При какой температуре выпадет роса? 12°C

5. При какой максимальной влажности воздуха в комнате бутылка молока, взятая из холодильника, не будет запотевать? Температура в холодильнике 5°C , а в комнате 25°C . 37%
6. Капля дождя имеет диаметр 2 мм и падает со скоростью около 5 м/с. На какое расстояние за сутки «упадёт» облако, если оно состоит из капелек размера 0,01 мм? 5 см

Дополнительная информация. Почему при высокой температуре мы чувствуем себя плохо? Индекс дискомфорта = $0,81 \cdot t + 0,01 \cdot r \cdot (0,99 \cdot t - 14,3) + 46,3$. Здесь t – температура в градусах Цельсия, r – относительная влажность в процентах. Индекс дискомфорта принимает значения от 70 до 90. Если он выше 75 – довольно тепло, выше 80 – так тепло, что вызывает потоотделение, выше 85 – невыносимо жарко. Какие ещё дополнительные факторы учитывали бы вы при подсчете индекса дискомфорта?

Олимпиада:

1. Насыщенный водяной пар при температуре 100°C занимает объем 20 л. Путем изотермического сжатия объем пара уменьшают до 10 л. Чему равна работа внешних сил (работа равна количеству выделившегося тепла)? 13,8 кДж
2. На улице при 17°C относительная влажность воздуха составляет 60%. При умеренной физической нагрузке через легкие человека проходит 15 л воздуха за 1 мин. Выдыхаемый воздух имеет температуру 34°C и относительную влажность 100%. Какую массу воды теряет тело человека за 20 минут за счет дыхания? 8,7 г
3. Туман состоит из огромного количества мельчайших капелек воды, неподвижно висящих в воздухе. Масса капелек в 1 л воздуха составляет 1 г. Маленькая капля воды начинает падать на землю с высоты 5 м, "впитывая" встречные капельки. Считая, что капля сохраняет форму шара, найдите ее диаметр перед падением на землю. 2,6 мм

Капли при чихании распространяются в виде облака на 7–8 метров от источника и в зависимости от влажности воздуха их взвесь может находиться в воздухе от нескольких секунд до нескольких минут.

Вопросы (блиц):

1. Почему роса обильно выпадает после жаркого сухого дня, особенно в конце лета?
2. Почему зимой на улице при дыхании заметно выделение пара, а летом нет? При дыхании носом пар не заметен и зимой. Почему?
3. Почему запотевают очки, когда человек с мороза входит в комнату?
4. Алмаз имеет очень маленькую теплоемкость по сравнению со стеклом. Поэтому, если подышать на него, то он почти не запотевает. Почему? Как еще можно отличить бриллиант от стекла?
5. Назовите условия возникновения тумана.
6. Почему, когда при температуре 0°C ешь мороженое, пар изо рта начинает идти сильнее?

Разное

1. Воздух в комнате объемом 50 м^3 имеет температуру 27°C и относительную влажность 30%. Сколько времени должен работать увлажнитель воздуха, распыляющий 2 кг воды в час, чтобы относительная влажность в комнате повысилась до 70%?

Олимпиада:

1. Лестница длиной 4 м приставлена к гладкой стене под углом 60° к горизонту. Коэффициент трения между лестницей и полом 0,2. На какое расстояние вдоль лестницы может подняться человек, прежде чем она начнет скользить? Массой лестницы можно пренебречь. $\approx 1,4$ м

ЛИТЕРАТУРА:

1. Основы методики преподавания физики в средней школе / В.Г. Разумовский и др.; Ред. А.В. Перышкин. – М.: Просвещение, 1984.
2. А.П. Рымкевич, П.А. Рымкевич. Сборник задач по физике для 8 – 10 классов средней школы. – М.: Просвещение, 1978
3. В.А. Касьянов. Физика. 10, 11 кл. – М.: Дрофа, 2002.
4. М.Е. Тульчинский. Качественные задачи по физике в средней школе. - М.: Просвещение, 1972.
5. В.А. Буров, Б.С. Зворыкин, А.П. Кузьмин и др. Демонстрационный эксперимент по физике в старших классах средней школы. - М.: Просвещение, 1972.
6. Д. Джанколи. Физика. - М.: Мир, 1989.
7. А.А. Найдин. Использование обобщающих таблиц при формировании понятий. Физика в школе, 3 (1989).
8. О.Я. Савченко. Задачи по физике. Новосибирский государственный университет, 1999.
9. Н.В. Любимов, С.М. Новиков. Знакомимся с электрическими цепями. – М.: Наука, 1972.
10. Дж. Орир. Физика: Пер. с англ.-М.: Мир, 1981.
11. В.И. Лукашик. Сборник вопросов и задач по физике. – М.: Просвещение, 1981.
12. А.М. Прохоров и др. Физический энциклопедический словарь – М.: Советская энциклопедия, 1983.
13. Е.И. Бутиков, А.С. Кондратьев. Физика: Учебное пособие: В 3 кн.– М; ФИЗМАТЛИТ, 2004.
14. Мякишев Г.Я., Синяков А.З., Слободсков Б.А. Физика: Электродинамика: Учебник для 10-11 классов с углубленным изучением физики. – М.: Дрофа, 2010 г.
15. А.А. Найдин. Система задач из одной задачи?! //ИД "Первое сентября", газета "Физика", № 8, 2011 г.
16. А.А. Найдин. Как научить школьников открывать и применять законы? ж. «Физика в школе», №7, 2012 г.
17. Исаков А. Я. Физика. Решение задач ЕГЭ, часть 1 - 9. Петропавловск-Камчатский: КамчатГТУ, 2012.
18. Славов А.В., Щеглова О.А., Абражевич Э.Б., Чудов В.Л., ФИЗИКА, ЗАДАЧИ, КАЧЕСТВЕННЫЕ ВОПРОСЫ, ТЕСТЫ. «Издательский дом МЭИ», 2016
19. Физика. 10—11 кл.: Сборник задач и заданий с ответами и решениями. Пособие для учащихся общеобразоват. учреждений / С.М. Козел, В. А. Коровин, В. А. Орлов. — М.: Мнемозина, 2001. — 254 с.: ил.
20. Личный сайт Найдина Анатолия Анатольевича. <https://naidin.ru>