

**«ТЕПЛОВОЕ**  
**РАСШИРЕНИЕ**  
**ТВЕРДЫХ ТЕЛ И**  
**ЖИДКОСТЕЙ и**  
**ГАЗОВ»**

# Вид урока: комбинированный.

## Цель урока:

- 1) **дидактическая:** объяснить физическую природу теплового расширения тел, научить производить расчеты линейных и объемных изменений твердых и жидких тел при изменении их температуры
- 2) **воспитательная:** воспитывать интерес к изучаемому материалу, совершенствовать умения учащихся применять полученные теоретические знания к решению практических задач, объяснению явлений в природе.
- 3) **развивающая:** развивать у учащихся мышление, показать значение теплового расширения в природе и технике, уметь объяснять механизм теплового расширения тел на основе МКТ.

*I) Организационный момент,  
постановка цели урока*

*II) Фронтальный опрос по  
пройденному материалу*

- а) Сформулируйте основные положения теории МКТ.
- б) Строение жидких тел с точки зрения МКТ.
- в) Строение твердых тел с точки зрения МКТ.



### *III) Изучение нового материала.*

#### Вопросы:

Для открывания флакона с туго сидящей в ней пробкой горлышко следует нагреть, зачем?

- Что происходит с телом при охлаждении и нагревании?
- Почему тела расширяются?
- Приведите примеры изменения размеров тела при изменении температуры

# Тепловое расширение –

увеличение линейных размеров тела и его объема, происходящие при повышении температуры.



Вопрос:

Одинаково ли расширяются  
тела при одинаковом  
нагревании?

- Расширение твердых веществ при нагревании происходит одинаково по всем направлениям. Однако, на практике приходится учитывать расширение только в одном направлении.
- Поэтому, рассмотрим **ЛИНЕЙНОЕ РАСШИРЕНИЕ** - изменение одного определенного размера твердого тела при изменениях температуры.

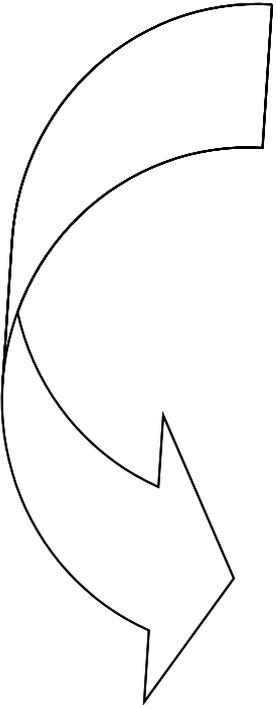


# Линейное расширение - ?

Стержень:            При  $t = 0 \longrightarrow l_0$   
                          При  $t \quad \quad \longrightarrow l_t$

$$\Delta l = \alpha l_0 t, \quad \alpha = f \text{ (рода вещества и внешних условий)}$$

↙  
коэффициент линейного расширения

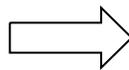

$$\alpha = \frac{\Delta l}{l_0 t}$$



$\alpha$

показывает на какую часть  
изменяется длина тела при  
изменении  $t$  на 1 С

$$l_t - l_0 = \alpha l_0 t$$



$$l_t = l_0(1 + \alpha t)$$

$$L_2 = l_1(1 + \alpha(t_2 - t_1))$$

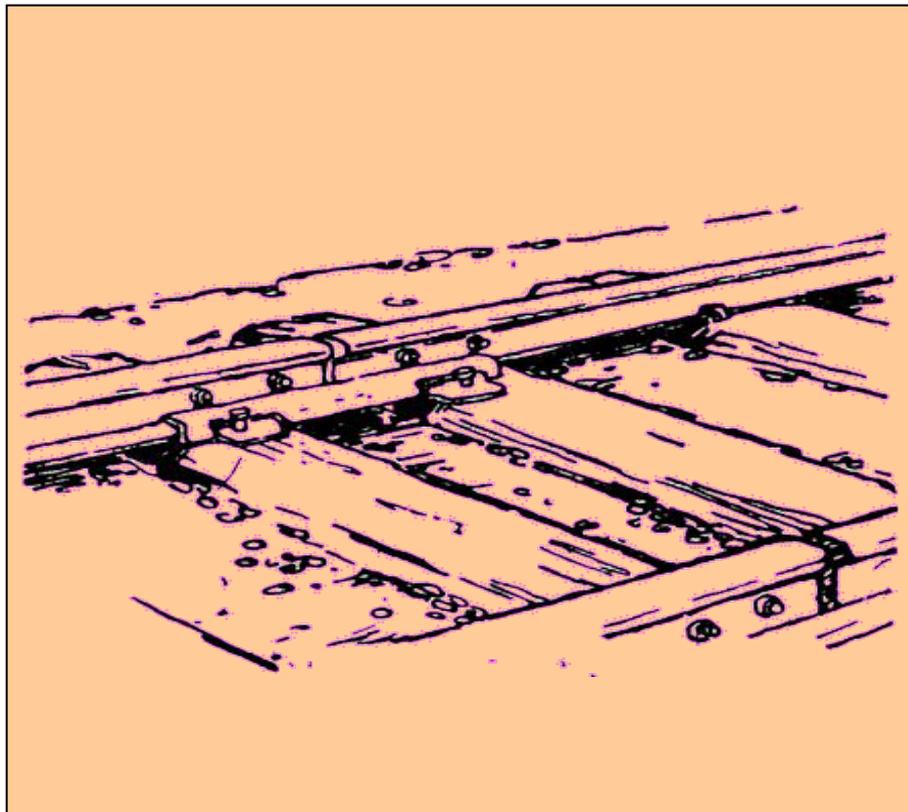
# ПРОВОДА

Допустим, что алюминиевый провод линии электропередачи при температуре  $0^{\circ}\text{C}$  имеет длину  $50\text{ м}$ . При нагревании провода на  $60^{\circ}\text{C}$  его длина увеличилась на  $6,9\text{ см}$ . Вычислить увеличение длины провода при нагревании на  $1^{\circ}\text{C}$ .



# РЕЛЬСЫ

Зимой при соединении железнодорожных стальных рельсов оставляют промежутки в стыках, чтобы дать свободно расширяться в жаркое время года. Какой запас требуется оставлять для этого расширения? Длина рельса 12,5 м.

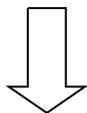


# Объемное расширение - ?

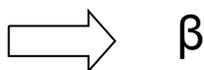
При  $t = 0$   $\longrightarrow$   $v_0$

При  $t$   $\longrightarrow$   $v_t$

$$\Delta v = \beta v_0 t$$



$$\beta = \frac{\Delta v}{v_0 t}$$



$\beta$

$\longrightarrow$  показывает на какую долю  
изменяется объем ( $V$ ) при  
нагревании на 1 С

$\beta = f$  (рода вещества и  
внешних условий)

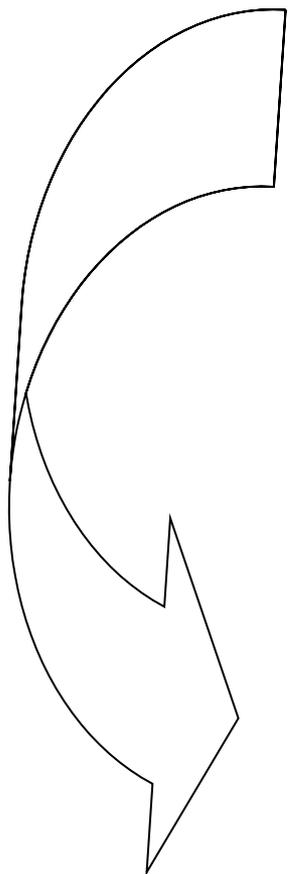
коэффициент объемного расширения

$$v_t - v_0 = \beta v_0 t$$



$$v_t = v_0(1 + \beta t)$$

$$V_2 = V_1(1 + \beta(t_2 - t_1))$$

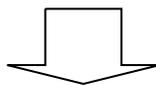


# Связь между $\beta$ и $\alpha$

Куб с длиной ребра  $l$  :

$$V_0 = l^3$$

$$V_t = V_0(1 + \beta t) = l^3(1 + \alpha t)^3$$



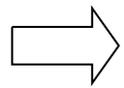
$$\beta = 3\alpha$$



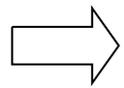
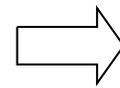
**Зависимость**  
**плотности тела**  
**от изменения**  
**температуры**

$m = \text{const}$

← для всех формул

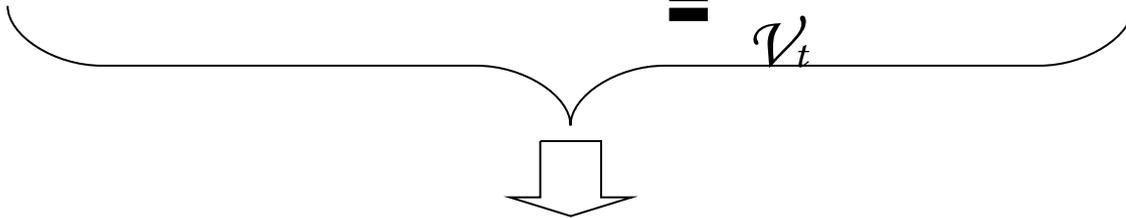


$\rho$  - изменяется!



При  $t = 0$   $\longrightarrow$   $\rho_0 = \frac{m}{v_0}$

При  $t$   $\longrightarrow$   $\rho_t = \frac{m}{v_t}$



$$\rho_t = \frac{m}{v_t} = \frac{m}{v_0(1 + \beta t)} = \frac{m}{v_0} \frac{1}{1 + \beta t} = \frac{\rho_0}{1 + \beta t}$$

$$\rho_t = \frac{\rho_0}{1 + \beta t}$$

# БАНКА С КРЫШКОЙ

Если крышку хорошо закрытой банки нагреть, то ее легче можно будет открутить.

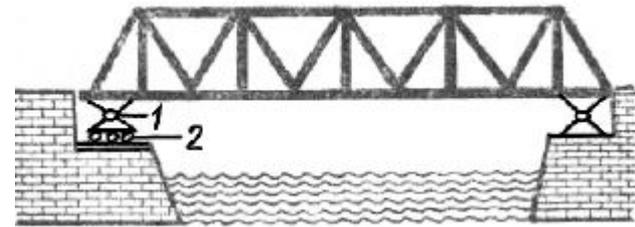


## ПРИМЕР С БОЛТОМ

Если Пытаться открутить ржавый болт то это будет очень сложно. Благодаря тепловому расширению можно нагреть болт и спокойно выкрутить.



# Строение мостов



- Вредное влияние теплового расширения приходится учитывать и при постройке мостов, плотин, металлургических печей и других сооружений. Строя мостовую ферму на береговом устое, закрепляют наглухо только один её конец, а другой устанавливают с помощью шарнира 1 на подвижной опоре, которая помещается на стальных катках 2. Вследствие этого при тепловом расширении ферма свободно передвигается на катках, не расшатывая и не повреждая береговые устои. Сооружая большие мосты и плотины, также стремятся ослабить разрушительное действие теплового расширения. Для этого в них устраивают «термические швы» – узкие прослойки из пластичного материала, например, асфальта, допускающие расширение постройки при её нагревании.

# Особенности теплового расширения воды

Вода расширяется при нагревании только свыше  $4\text{ }^{\circ}\text{C}$ .

При нагревании от  $0\text{ }^{\circ}\text{C}$  до  $4\text{ }^{\circ}\text{C}$  объем воды, наоборот, уменьшается.

Таким образом, наибольшую плотность вода имеет при  $4\text{ }^{\circ}\text{C}$ .

Эти данные относятся к пресной (химически чистой) воде. У морской воды наибольшая плотность наблюдается примерно при  $3\text{ }^{\circ}\text{C}$ .

# Закрепление изученного материала

- 
- Как зависят линейные размеры и объемы тел от температуры?
- Как изменяется плотность тела при изменении температуры.
- Почему при быстром нагревании стеклянной колбы, до краев заполненной жидкостью, ее уровень сначала несколько понизится, а затем повышается, и жидкость начинает переливаться через край?

# Сильнее всех расширяются

- Из твердых тел **сильнее всех расширяется** воск, превышая в этом отношении многие жидкости. Коэффициент теплового расширения воска в зависимости от сорта в 25 – 120 раз больше чем у железа. Из жидкостей сильнее других расширяется эфир. Однако есть жидкость, расширяющаяся в 9 раз сильнее эфира – жидкая углекислота ( $\text{CO}_2$ ) при +20 градусах Цельсия. Ее коэффициент расширения в 4 раза больше, чем у газов.

# Наименьший коэффициент теплового расширения

- **Наименьшим коэффициентом теплового расширения из твердых тел обладает кварцевое стекло – в 40 раз меньше, чем железо. Кварцевую колбу раскаленную до 1000 градусов можно смело опускать в ледяную воду, не опасаясь за целостность сосуда: колба не лопается. Малым коэффициентом расширения, хотя и большим, чем у кварцевого стекла, отличается также алмаз.**

- 
- Из металлов, меньше всего расширяется сорт стали, носящий название инвар, коэффициент его теплового расширения в 80 раз меньше, чем у обычной стали.

# Аномалии теплового расширения

- Существуют твердые тела, которые при охлаждении ниже некоторой температуры расширяются – это алмаз, закись меди и смарагд. Алмаз начинает расширяться при достаточном холоде, именно при  $-42$  градусах Цельсия; закись меди и смарагд обнаруживают ту же особенность при умеренном морозе около  $-4$  градусов.

# Вопросы(домашнее задание).

- 1) Что происходит с телами при охлаждении и нагревании?
- 2) Почему тело расширяется?
- 3) Что изменяется в процессе расширения?
- 4) Дайте определение: а) тепловое расширение – это  
б) объемное расширение – это  
в) линейное расширение – это
- 5) Одинаково ли расширяются разные тела при нагревании на одно и тоже число градусов (К)
- 6) Как изменяется плотность тела при изменении температуры?

- 7) Как зависят линейные размеры и объемы тел от температуры?
- 8) Каков физический смысл температурного коэффициента линейного расширения?
- 9) Каковы особенности теплового расширения воды?
- 10) Объясните, почему стеклянный сосуд может расколоться, если одну из его частей нагреть или охладить быстрее, чем другую часть?
- 11) Объясните, почему при быстром нагревании стеклянной колбы, до краев заполненной жидкостью, ее уровень сначала несколько понизится, а затем повышается, и жидкость начинается переливаться через край?
- 12) Какая температура воды зимой на дне замерзшего озера?

13) Увеличится или уменьшится выталкивающая сила действующая на алюминиевую чашку, погруженную в воду, если температура воды увеличится с  $t_1 = 1\text{C}$  до  $t_2 = 4\text{C}$ ?

14) Каков физический смысл коэффициента объемного расширения?

15) Какова связь между коэффициентами линейного и объемного расширения?

П. 9.1-9.3, ответы на вопросы.