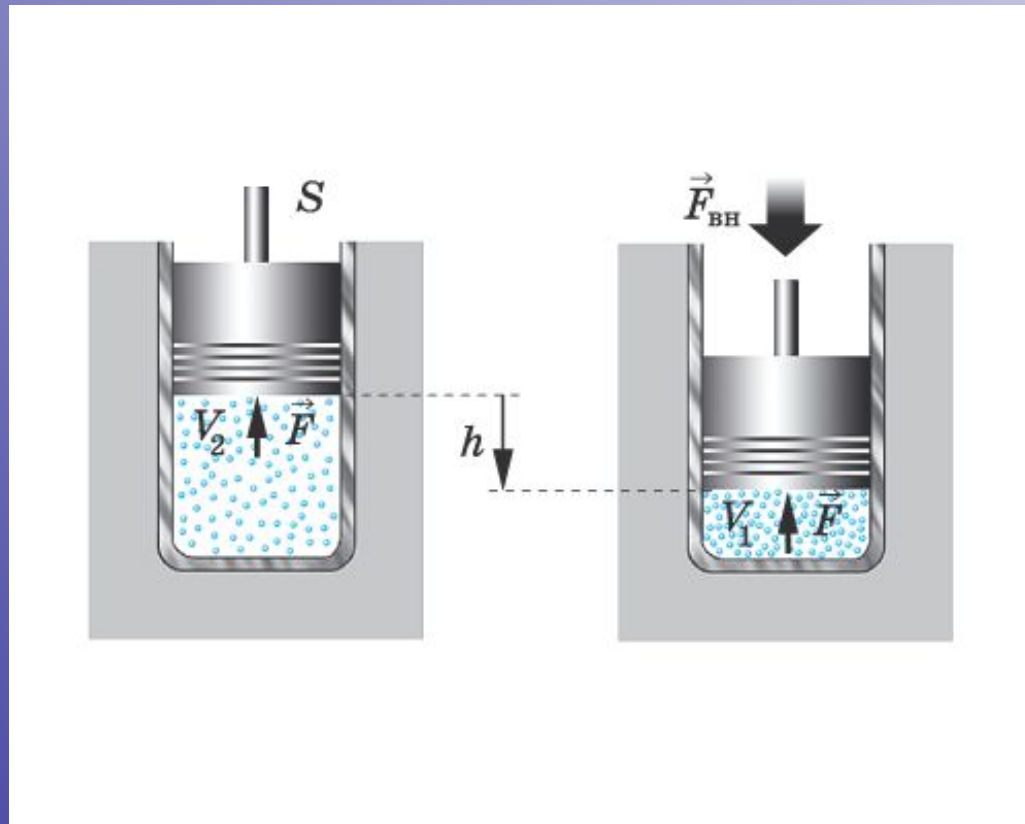


# Внутренняя энергия



# Термодинамика-

теория тепловых процессов,  
в которой не учитывается  
молекулярное строение тел.

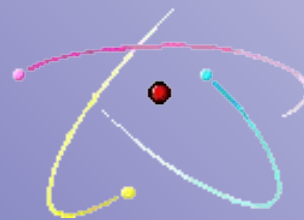
- В середине 19 века было доказано, что наряду с механической энергией макроскопические тела обладают ещё и энергией, заключенной внутри самих тел. Эта энергия называется внутренней энергией.

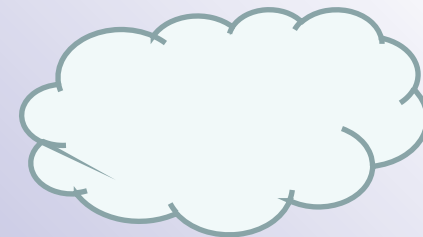
- *Что такое внутренняя энергия?*

# Внутренняя энергия

макроскопического тела

равна сумме кинетических энергий беспорядочного движения всех молекул (или атомов) тела и потенциальных энергий взаимодействия всех молекул друг с другом ( но не с молекулами других тел)





**Потенциальная  
энергия**



**Кинетическая  
энергия**



**?**

**Внутренняя  
энергия**



# Внутренняя энергия -

Кинетическая энергия поступательного и вращательно-го движения молекул	Потенциальная энергия взаимодействия молекул	Потенциальная и кинетическая энергия колебательного движения молекул	Энергия внутреннего действия (химическая)	Энергия взаимодействия электронных оболочек и ядер атомов	Внутренняя энергия взаимодействия нуклонов	Энергия электромагнитных излучений
--	--	--	---	---	--	------------------------------------

# Способы изменения внутренней энергии тел

Работа			Теплопередача			Химические реакции	
Трение	Сжатие Растяжение	Дробление	Конвекция	Теплопередача	Излучение	Эндотермические	Экзотермические



# Виды теплопередачи.

Примеры теплопередачи в природе и технике.



**ТЕПЛОПРОВОДНОСТЬ**



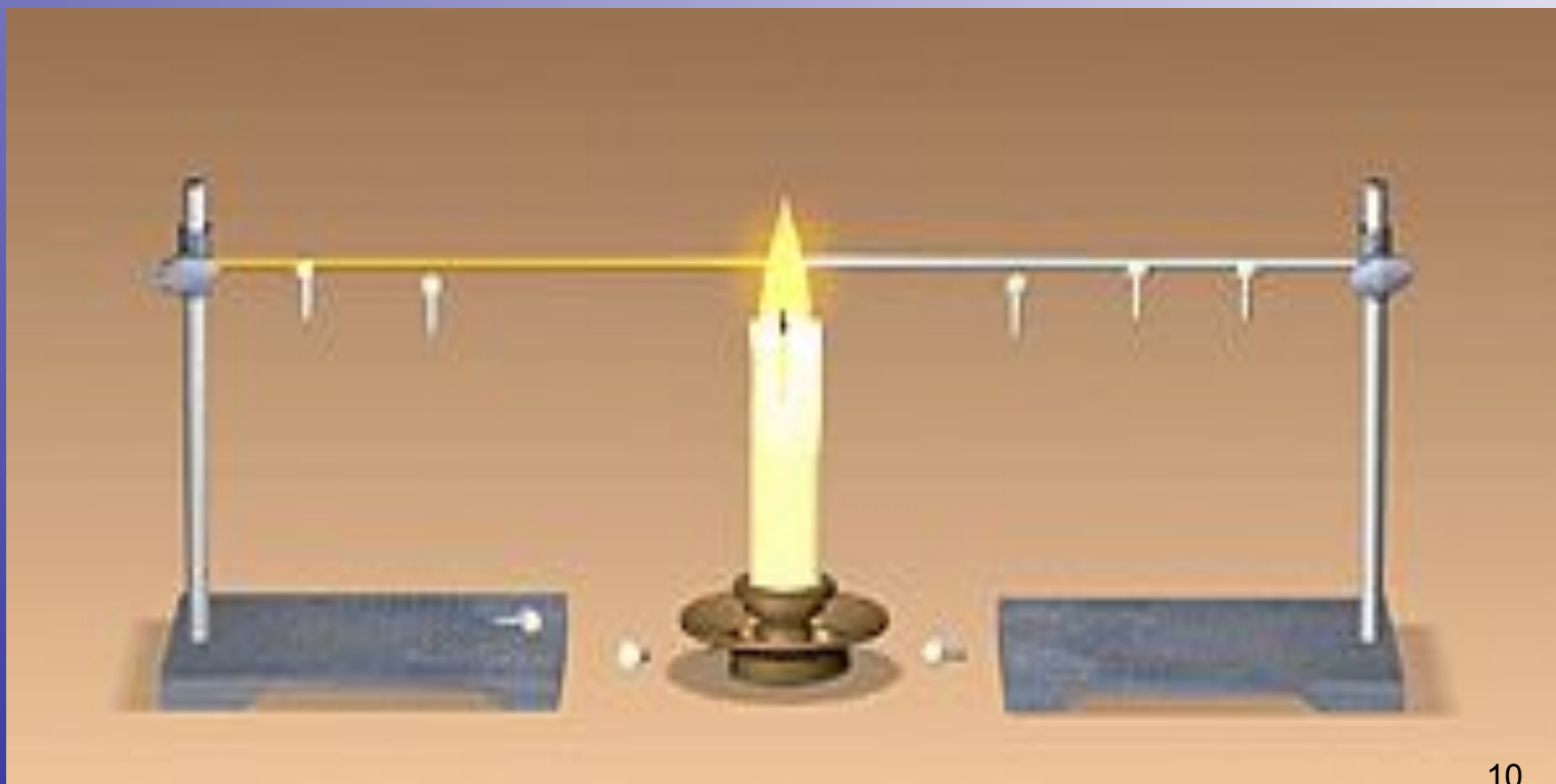
**КОНВЕКЦИЯ**



**ИЗЛУЧЕНИЕ,  
или  
ЛУЧИСТЫЙ  
ТЕПЛОБМЕН**

ТЕПЛОПРОВОДНОСТЬ

*Проведем опыт*



## ТЕПЛОПРОВОДНОСТЬ

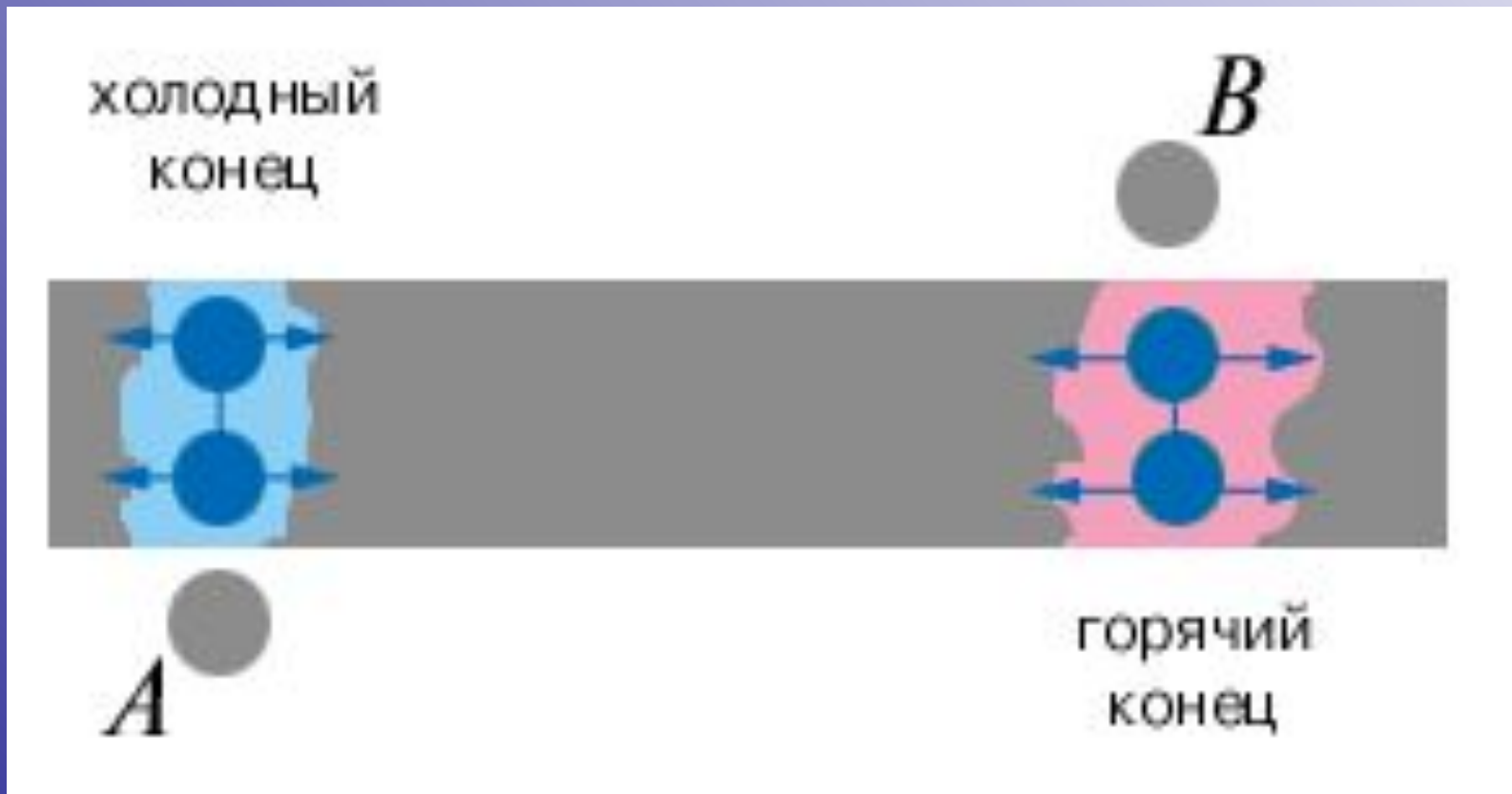
*Теплопроводность – явление передачи внутренней энергии от одного тела к другому или от одной его части к другой. В этом случае тела и все части, участвующие в процессе, находятся в непосредственном контакте.*

**Само вещество не перемещается вдоль тела- переносится лишь энергия.**

# Механизм теплопроводности

Амплитуда колебаний атомов в узлах кристаллической решетки в точке А меньше, чем в точке В.

Вследствие взаимодействия атомов друг с другом амплитуда колебаний атомов, находящихся рядом с точкой В, возрастает.



# Теплопроводность различных веществ

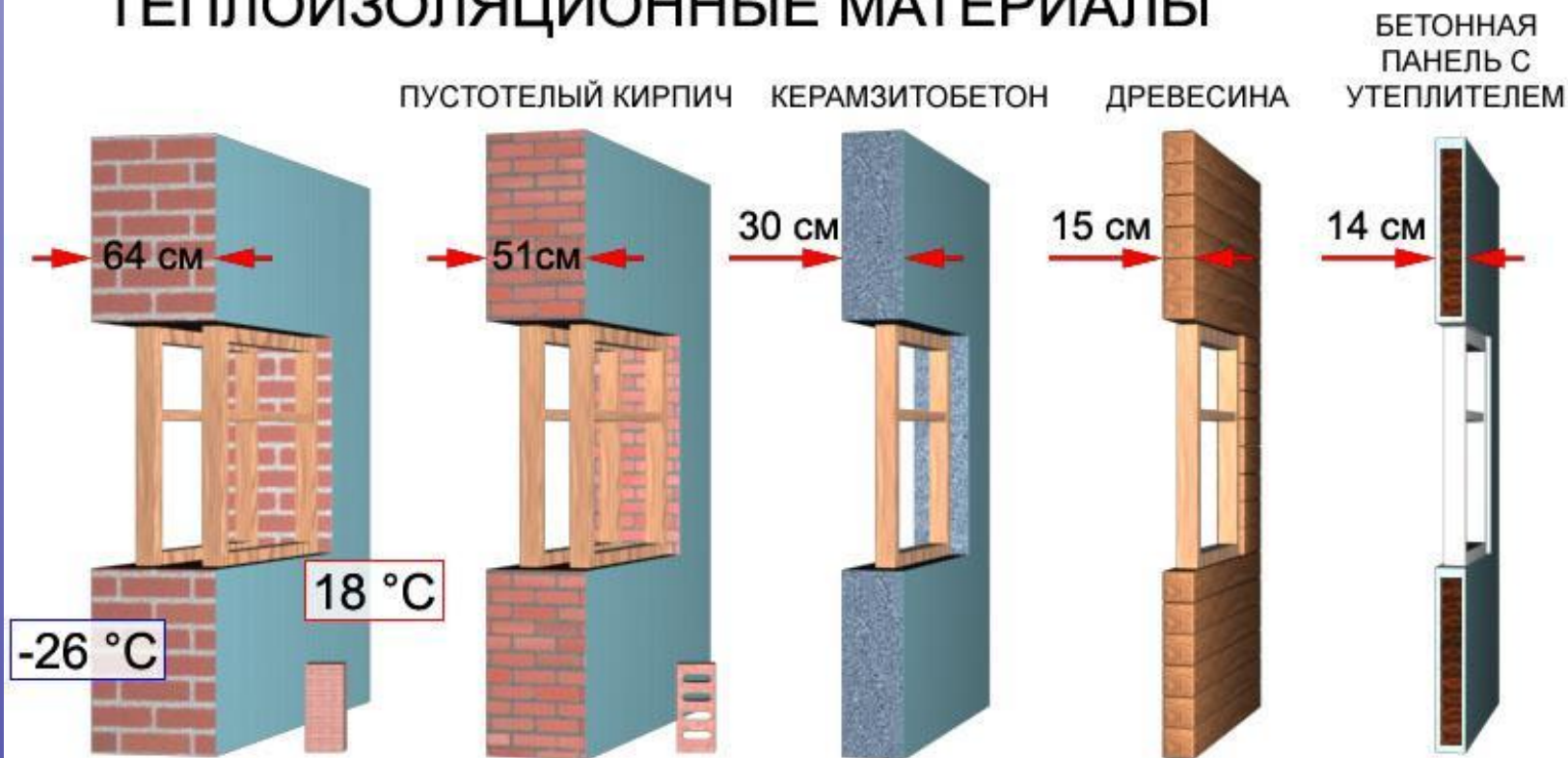
**Металлы**  
обладают хорошей  
теплопроводностью

Меньшей - обладают **жидкости**

**Газы** плохо проводят тепло



# ТЕПЛОИЗОЛЯЦИОННЫЕ МАТЕРИАЛЫ



ШКАЛА ТОЛЩИНЫ МАТЕРИАЛОВ ПРИ ОДИНАКОВОЙ ТЕПЛОПРОВОДНОСТИ





# ТЕПЛОПРОВОДНОСТЬ В ПРИРОДЕ



Снег предохраняет  
озимые посевы от  
вымерзания.



Мех животных из-за **плохой теплопроводности** предохраняет их от переохлаждения зимой и перегрева летом.



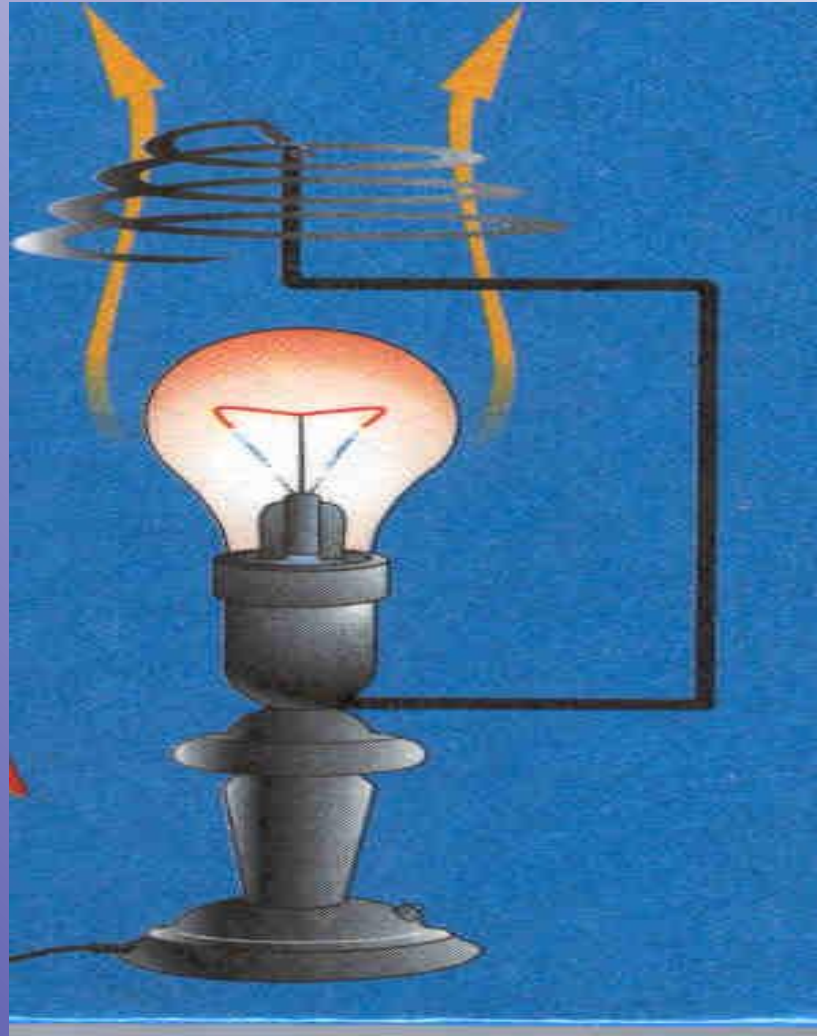
# ТЕПЛОПРОВОДНОСТЬ И ТЕХНИКЕ

Для того, чтобы предотвратить ожоги тела от прикосновения к нагревающимся до высокой температуры приборам – защищают последние оболочкой из материалов с **низкой теплопроводностью**.

Для ускорения процесса нагрева или охлаждения соответствующие детали устройств делают из материалов с **высокой теплопроводностью**.

# КОНВЕКЦИЯ

*Проведем опыт*



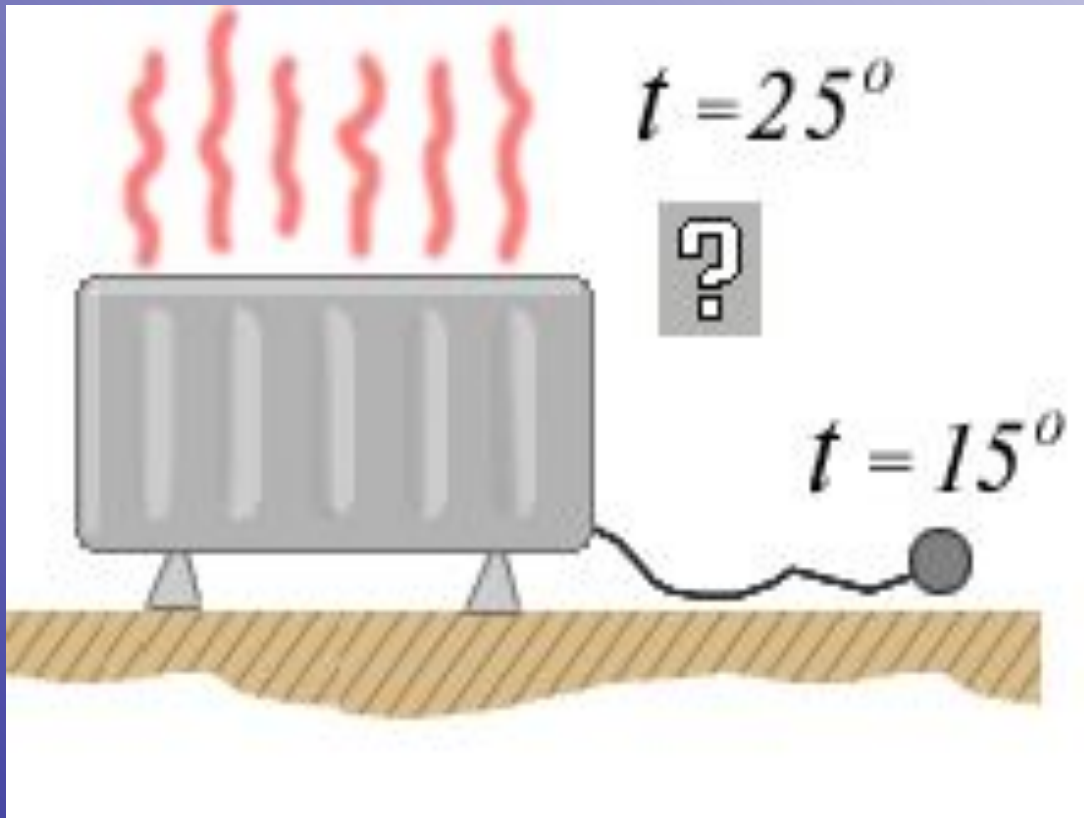
## КОНВЕКЦИЯ

*Конвекция* (от лат. конвекцио – перенесение) – перенос энергии самими струями газа или жидкости.

Этот вид теплопередачи не является чисто тепловым процессом, так как перемешивание слоев газа или жидкости всегда связано с какими-то внешними, нетепловыми причинами.

**Конвекция в твердых телах и вакууме происходить не может**

## Механизм конвекции в газах

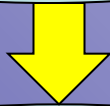


Теплый воздух имеет меньшую плотность и со стороны холодного воздуха на него действует сила Архимеда, направленная вертикально вверх.

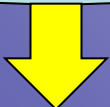


# Тяга

Давление в печи  
меньше давления  
наружного воздуха



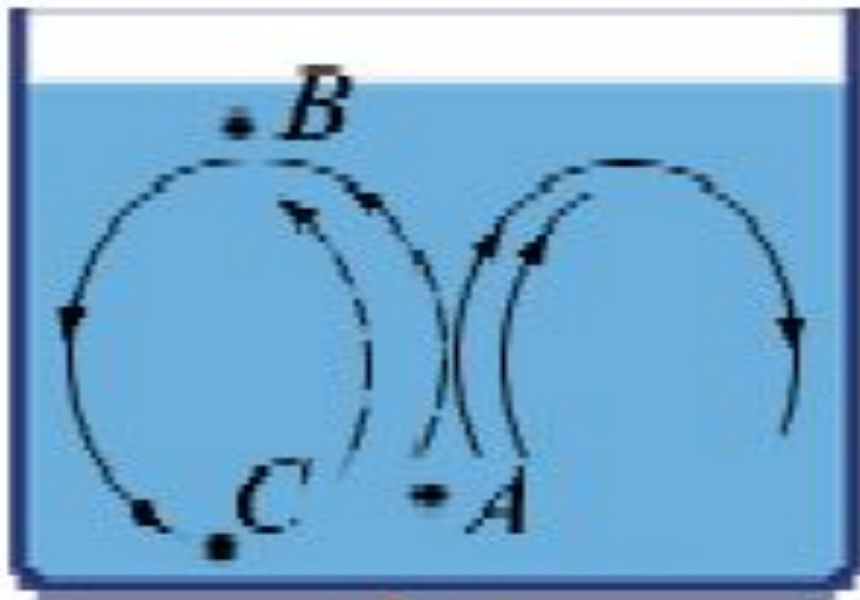
Холодный воздух  
устремляется в топку,  
тёплый поднимается  
вверх по трубе



Чем выше труба,  
тем больше тяга



# Механизм конвекции в жидкостях



**А** – жидкость нагревается и вследствие уменьшения ее плотности, движется вверх.

**В** – нагретая жидкость поднимается вверх.

**С** – на место поднявшейся жидкости приходит холодная, процесс повторяется.



# КОНВЕКЦИЯ В ПРИРОДЕ



В результате **конвекции** в атмосфере образуются ветры у моря - это дневные и ночные бризы.

# Дневной бриз



Дневной бриз

Холодный воздух по низу с моря перемещается к берегу

# Ночной бриз



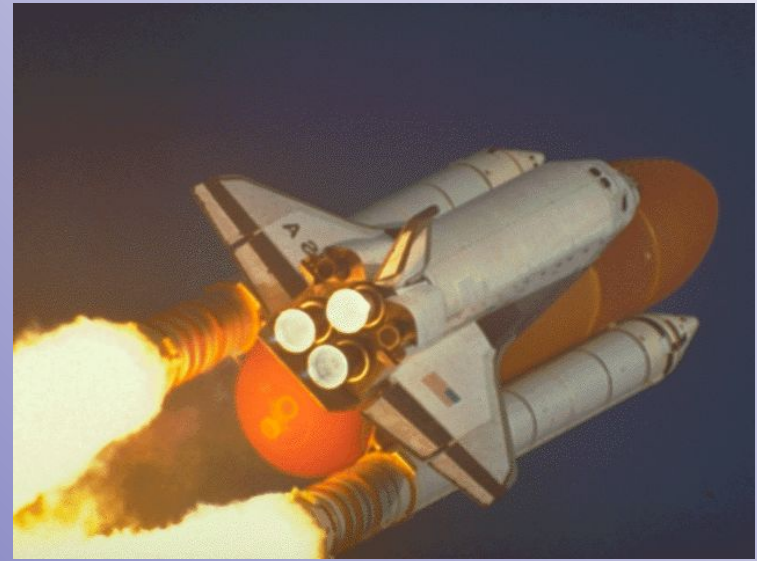
Ночной бриз

Холодный воздух по низу с берега перемещается к морю



# КОНВЕКЦИЯ В ТЕХНИКЕ

охлаждаются корпуса  
космических кораблей

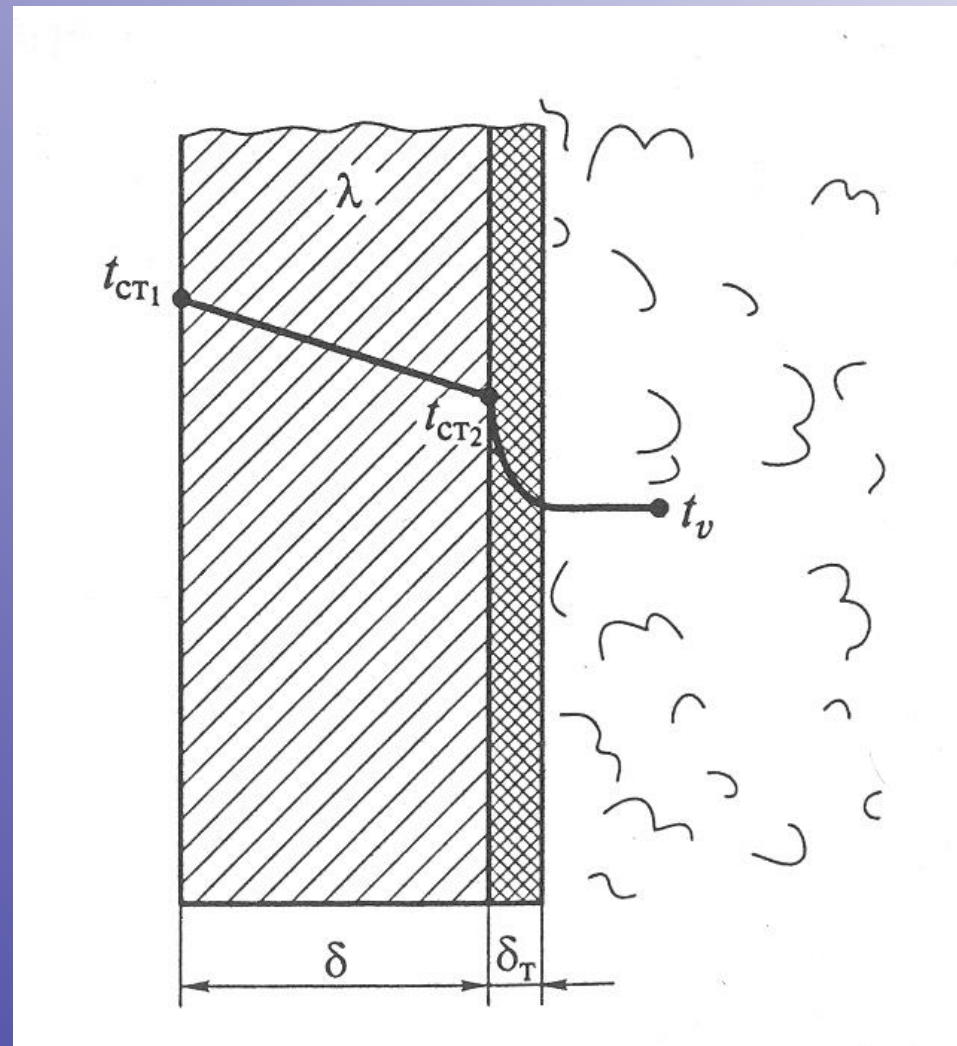


обеспечивается водяное  
охлаждение двигателей  
внутреннего сгорания.

# Конвективный теплообмен

- Теплообмен между потоками жидкости или газа (пара) и поверхностью твердого тела называется **конвективным теплообменом** или **теплоотдачей**.
- Конвективный теплообмен обусловлен совместным действием конвективного и молекулярного переноса теплоты (теплопроводностью).
- Конвективный перенос теплоты – перенос, осуществляемый макроскопическими элементами среды при их перемещении.

# Схема изменения температуры среды при конвективном теплообмене



# Конвективный перенос

Конвективный перенос описывается системой уравнений:

- Уравнение Фурье – Кирхгофа;
- Уравнение движения;
- Основной закон теплоотдачи.



# Основной закон теплоотдачи

- Закон Ньютона - Рихмана

$$dQ = \alpha \cdot (t_{\text{ст.}} - t_0) \cdot dF \cdot dt,$$

где  $\alpha$  - коэффициент теплоотдачи,  $\frac{Вт}{м^2 \cdot К}$ ;

$t_{\text{ст.}}$  - температура поверхности, °С;

$t_0$  - температура окружающей среды, °С;

$dF$  - площадь поверхности теплообмена, м<sup>2</sup>

$dt$  - время, с.

# Коэффициент теплоотдачи

- Коэффициент теплоотдачи  $\alpha$  равен количеству тепла, переданного в единицу времени от стенки площадью  $1 \text{ м}^2$  к жидкости (или от жидкости к стенке) при разности температур стенки и жидкости (вдали от стенки) равной  $1^\circ$ .
- Коэффициент теплоотдачи не является физической константой, зависит от большого количества факторов.

- В общем случае  $\alpha$  является функцией формы и размеров тела, режима движения жидкости, температуры, физических характеристик жидкости.

- $$\alpha = f(c_p, \mu, \omega, \beta, \Phi, L, \rho)$$

- Величина коэффициента теплоотдачи зависит от всех факторов, влияющих на сам процесс теплообмена: скорость движения жидкости, физические свойства теплоносителя, характеристики температурного поля и гидродинамические характеристики потока, геометрическая форма  $\Phi$  и размеры  $L$  поверхности теплообмена.
- Для расчета коэффициента теплоотдачи применяют обобщенные (критериальные) уравнения, получаемые с использованием теории подобия.

# Уравнение Фурье-Кирхгофа (дифференциальные уравнения теплоотдачи)

- Уравнение выводится на основе закона сохранения энергии, считая, что тело однородно и изотропно (одинаковость физических свойств). Физические параметры  $\rho, \lambda, c$  – постоянны.
- Учитывается перемещение объемов вещества в пространстве

$$\frac{\partial t}{\partial \tau} + \frac{\partial t}{\partial x} \omega_x + \frac{\partial t}{\partial y} \omega_y + \frac{\partial t}{\partial z} \omega_z = a \left( \frac{\partial^2 t}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 t}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 t}{\partial z^2} \right)$$

- Уравнение дополняют:

$$-\lambda \frac{\partial t}{\partial n} dF d\tau = \alpha \Delta t dF d\tau$$

$$-\lambda \frac{\partial t}{\partial n} = \alpha \Delta t$$

# Теория подобия

- На основании отдельных опытов и расчетов позволяет получить обобщенную зависимость для описания конкретного случая;
- Уточнить параметры, которые следует измерять;
- Распространить полученные результаты на отдельные процессы.

# Получение критериев подобия

- Полное математическое описание процесса;
- Разделить все члены уравнения на одно слагаемое или на левую или на правую части уравнения;
- Убрать символы дифференцирования, интегрирования, направления, суммирования.



# Критерий Нуссельта

- определяемый критерий **Nu** называется критерием теплоотдачи. Этот критерий характеризует интенсивность теплоотдачи на границе контакта и получен из дифференциального уравнения теплоотдачи применительно к двум заранее подобным явлениям:

$$-\lambda \frac{\partial t}{\partial n} = \alpha \Delta t$$

$$Nu = \frac{\alpha l}{\lambda}$$

**ИЗЛУЧЕНИЕ  
или  
ЛУЧИСТЫЙ  
ТЕПЛОБМЕН**

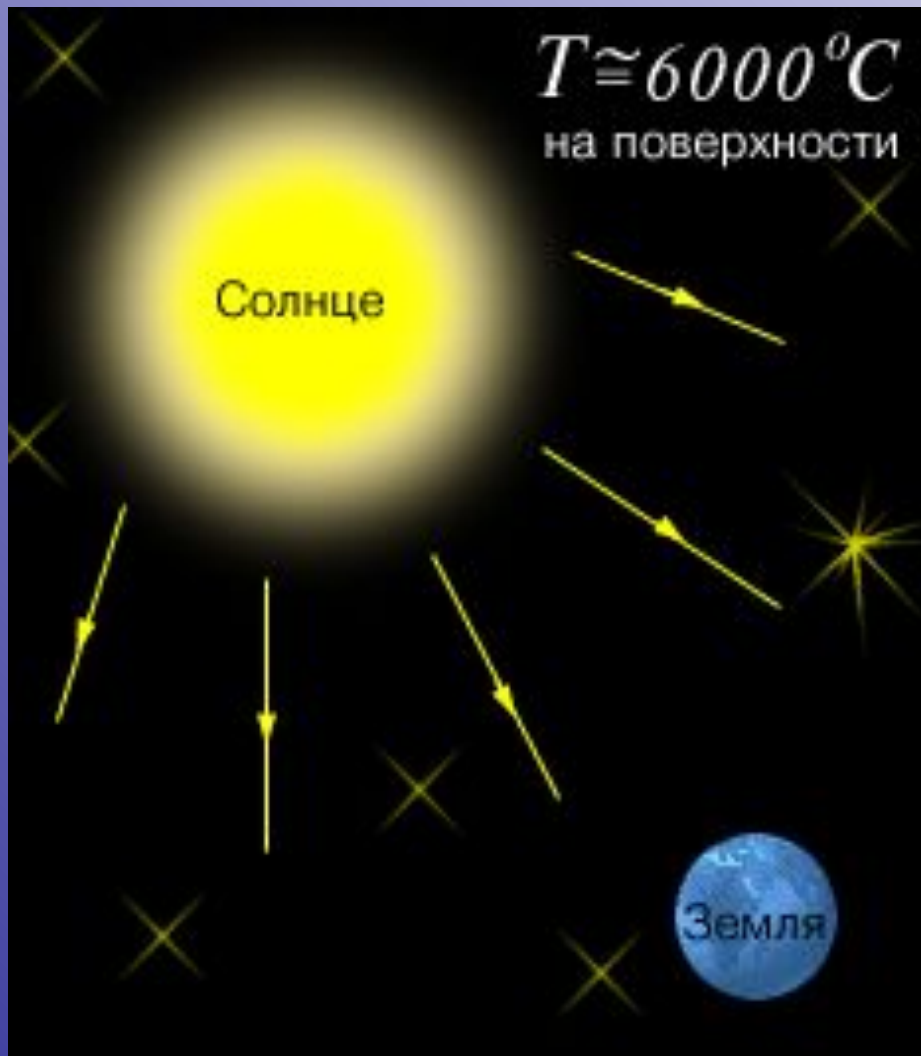
***ПРОВЕДЕМ  
ОПЫТ***

**ИЗЛУЧЕНИЕ  
или  
ЛУЧИСТЫЙ  
ТЕПЛОБМЕН**

**Это теплопередача, при которой энергия переносится различными лучами.**



# Механизм излучения



Температура Солнца очень высока, поэтому оно излучает много энергии

Нагретые тела излучают электромагнитные волны, с физической природой которых мы познакомимся позднее.

Излучение может распространяться и в вакууме

**ИЗЛУЧЕНИЕ  
или  
ЛУЧИСТЫЙ  
ТЕПЛОБМЕН**

**Темные тела лучше поглощают излучение и быстрее нагреваются, чем светлые.**

**Темные тела быстрее охлаждаются**



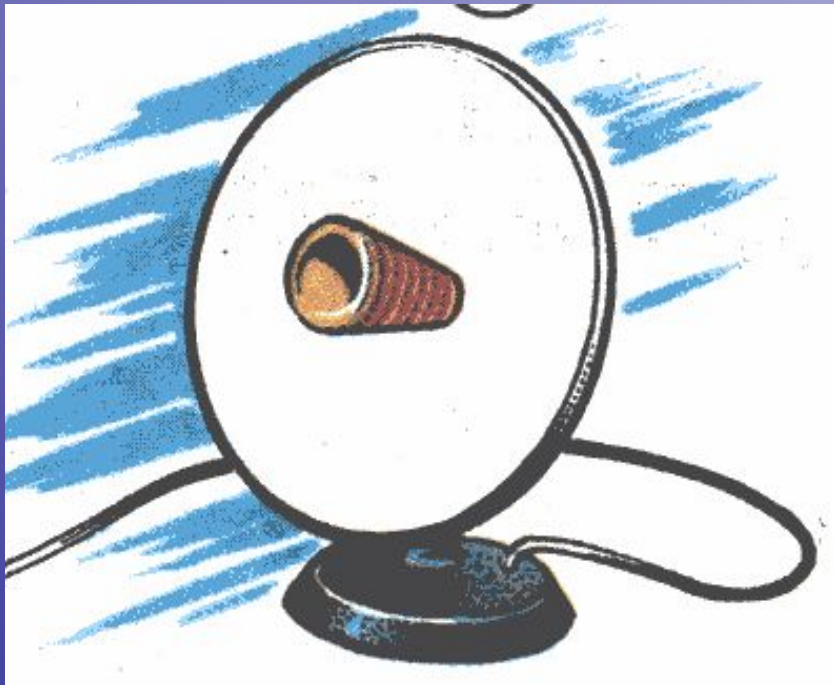


# ИЗЛУЧЕНИЕ В ПРИРОДЕ



Около 50% энергии излучаемой Солнцем является лучистой энергией, эта энергия - источник жизни на Земле.

# ИЗЛУЧЕНИЕ В ТЕХНИКЕ



**сушка и нагрев материалов**

**приборы ночного видения  
(бинокли, оптические  
прицелы)**

**создание систем  
самонаведения на цель  
бомб, снарядов и ракет**

# Примеры теплообмена в быту

# ХОЛОДИЛЬНИК



*имеет герметичный корпус с хорошей теплоизоляцией, которая обеспечивается плохой теплопроводностью материалов прослойки стенок и их внутренней пластмассовой поверхности.*

# ТЕРМОС



*За счет плохой **теплопроводности** прослойки стенок и отражающей **тепловое излучение** внутренней поверхности материала он может сохранять как низкую, так и высокую температуру жидкости в течение длительного времени.*



# УТЮГ

*Его подошва быстро прогревается, потому что обладает высокой теплопроводностью.*



# КУХОННЫЕ ПРИХВАТКИ



*Шерстяные прихватки надёжнее тканевых так как они толще. Их теплопроводность – высокая. В них можно брать более горячие предметы. В тканевых прихватках можно брать менее горячие предметы, Так как они имеют меньшую теплопроводность.*

# ЧАЙНИК



*Благодаря хорошей теплопроводности дна и благодаря конвекции вода в нём быстро прогревается.*

# МИКРОВОЛНОВАЯ ПЕЧЬ

*Используется **излучение** электромагнитных волн **сверх высокой частоты (СВЧ)**, нагревающих еду. **Функция гриль** использует нагрев еды посредством **конвекции**.*





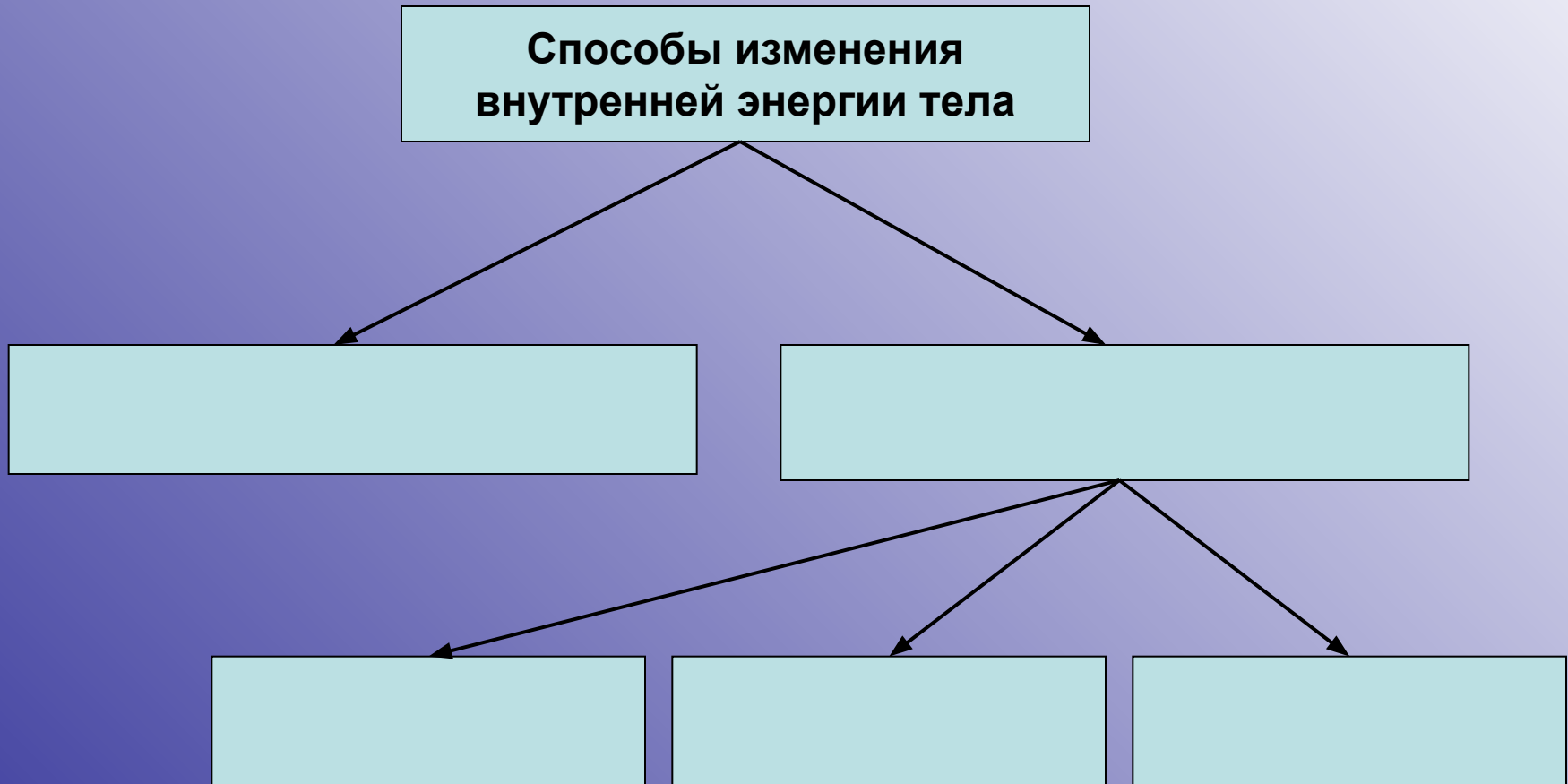
*Тепло от камина или костра передается находящемуся рядом с ним человеку в основном путём **излучения**, так как **теплопроводность** воздуха мала, а **конвекционные потоки** направлены вверх.*





**ВОПРОСЫ И  
ЗАДАНИЯ  
ПО ИЗУЧЕННОМУ  
СЕГОДНЯ  
МАТЕРИАЛУ**

# Заполните схему



ОТВЕТЬТЕ НА  
СЛЕДУЮЩИЕ  
ВОПРОСЫ:

**Почему вы обжигаете губы, когда пьёте чай одинаковой температуры из металлической кружки, и не обжигаете, когда пьёте чай из фарфоровой кружки?**



**Почему ручки чайников, кастрюль делают из пластмассы или дерева?**





**Почему нагретая сковорода охлаждается в воде быстрее, чем на воздухе?**



**Почему в безветрие  
пламя свечи  
устанавливается  
вертикально?**



**Где и почему именно там размещают батареи в помещениях?**

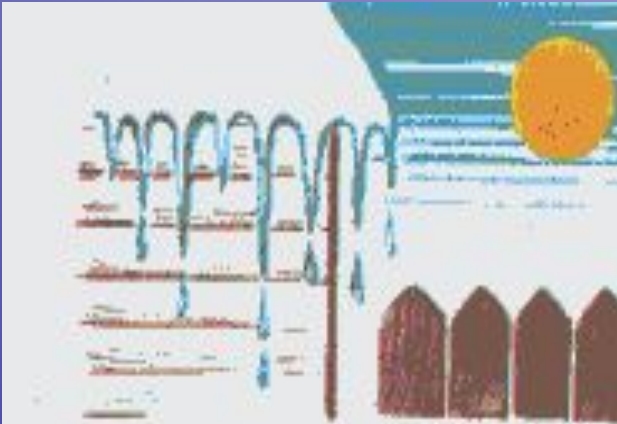




# Зачем самолёты красят «серебряной» краской?



**Почему грязный снег в солнечную погоду тает быстрее, чем чистый?**





**Какой из изображенных чайников быстрее остынет?**



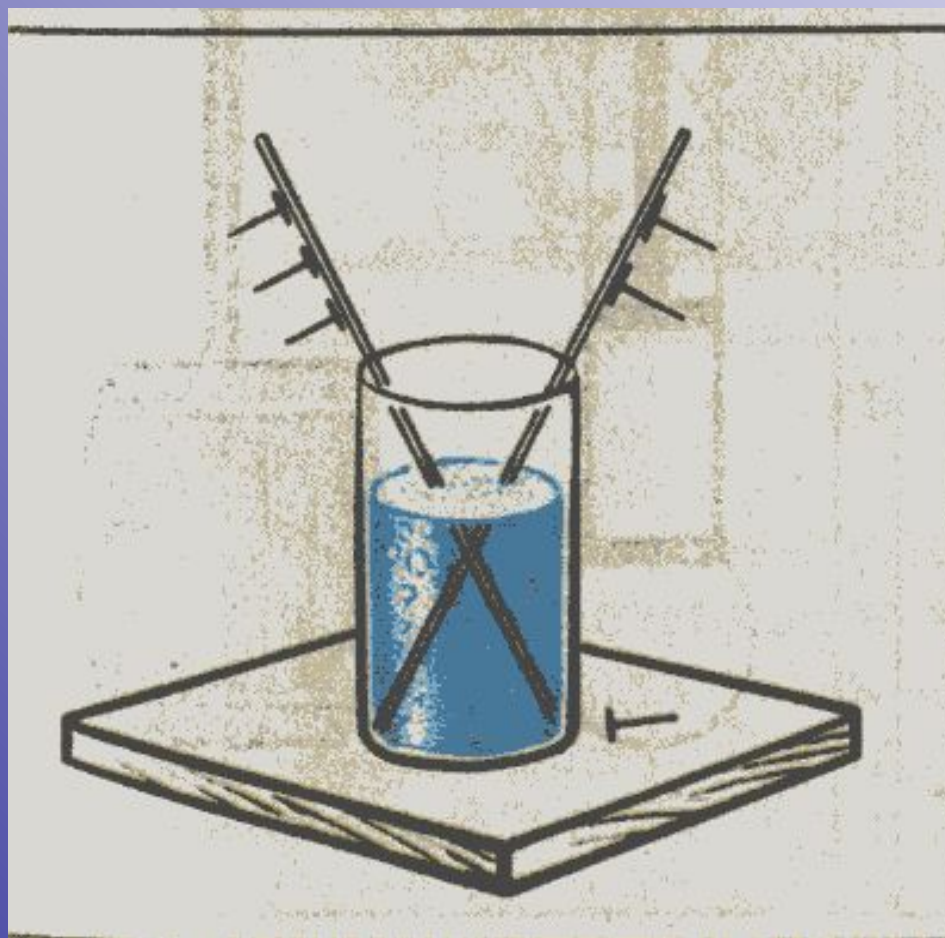
Посмотрите на рисунок.  
Почему одному мальчику жарко, а другому нет?



**Почему зимой тяга в печных трубах больше, чем летом?**



Придумайте опыт по рисунку и объясните наблюдаемое явление



**Повторим  
ещё раз !!!**





излучение



конвекция



теплопроводность



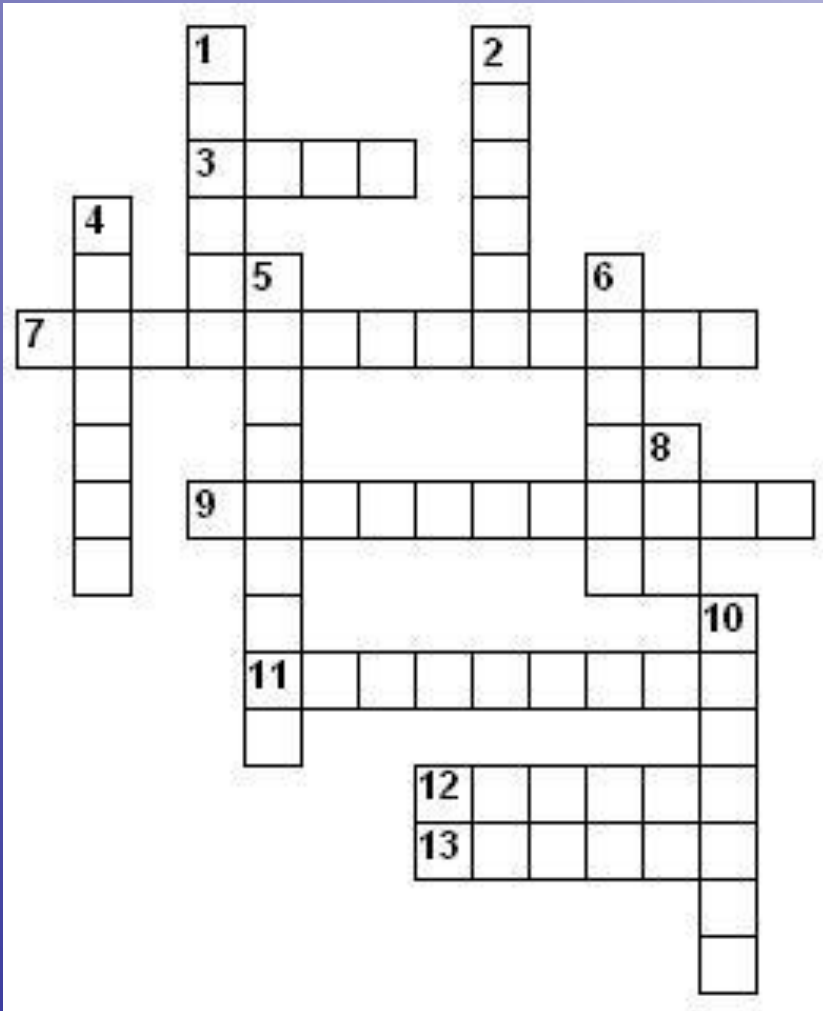


***ЗАПИШИТЕ В ДНЕВНИК  
ДОМАШНЕЕ ЗАДАНИЕ***

**§§ 4-6. Упр. 2, 3.**

**Кроссворд**

# Кроссворд



## **По горизонтали:**

- 3. Естественный приток воздуха в трубе
- 7. Процесс изменения внутренней энергии тела
- 9. Характеризует тепловое состояние тел
- 11. Вид теплообмена
- 12. Единица измерения энергии
- 13. Бытовой прибор с низкой теплопередачей

## **По вертикали:**

- 1. Материал с высокой теплопроводностью
- 2. Естественный источник излучения
- 4. Она бывает механической и внутренней
- 5. Вид теплопередачи
- 6. Способ изменения внутренней энергии тела
- 8. Материал с низкой теплопроводностью
- 10. Шкала измерения температуры