**Физика 1 курс.**

**Преподаватель С.А. Радобенко.**

**Тема 2 «Молекулярная физика. Термодинамика».**

**Добрый день! Уважаемые студенты, предлагаю вашему вниманию теоретический материал по теме 2.5 «Свойства твердых тел»,**

**которая рассчитана на 4 урока.**

**Урок 1.**

**Тема урока:** «Упругие и механические свойства твердых тел»

**Цель урока:** познакомиться с современными научными взглядами на строение и свойства твердого состояния вещества и процессы переходов различных агрегатных состояний твердого тела.

**План урока:**

1. Повторить теоретический материал по темам «Строение вещества» и «Агрегатные состояния вещества» из курса физики.
2. Изучить историю развития взглядов на строение и свойства твердого состояния вещества.
3. Научиться изображать графики процессов агрегатных превращений(переходов) твердого состояния вещества.

**План действий:**

1. Изучить теорию и составить конспект.
2. Выполнить задание.

**Теоретический материал.**

**Твёрдое тело** — одно из четырёх основных [агрегатных состояний вещества](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%90%D0%B3%D1%80%D0%B5%D0%B3%D0%B0%D1%82%D0%BD%D0%BE%D0%B5_%D1%81%D0%BE%D1%81%D1%82%D0%BE%D1%8F%D0%BD%D0%B8%D0%B5_%D0%B2%D0%B5%D1%89%D0%B5%D1%81%D1%82%D0%B2%D0%B0), отличающееся от других агрегатных состояний ([жидкости](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%96%D0%B8%D0%B4%D0%BA%D0%BE%D1%81%D1%82%D1%8C), [газов](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%93%D0%B0%D0%B7), [плазмы](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9F%D0%BB%D0%B0%D0%B7%D0%BC%D0%B0)) стабильностью формы и характером [теплового движения](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A2%D0%B5%D0%BF%D0%BB%D0%BE%D0%B2%D0%BE%D0%B5_%D0%B4%D0%B2%D0%B8%D0%B6%D0%B5%D0%BD%D0%B8%D0%B5) [атомов](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%90%D1%82%D0%BE%D0%BC), совершающих малые [колебания](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9A%D0%BE%D0%BB%D0%B5%D0%B1%D0%B0%D0%BD%D0%B8%D1%8F) около положений равновесия.

Различают [кристаллические](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9A%D1%80%D0%B8%D1%81%D1%82%D0%B0%D0%BB%D0%BB%D1%8B) и [аморфные](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%90%D0%BC%D0%BE%D1%80%D1%84%D0%BD%D1%8B%D0%B5_%D1%82%D0%B5%D0%BB%D0%B0) твёрдые тела. Раздел [физики](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A4%D0%B8%D0%B7%D0%B8%D0%BA%D0%B0), изучающий состав и внутреннюю структуру твёрдых тел, называется [физикой твёрдого тела](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A4%D0%B8%D0%B7%D0%B8%D0%BA%D0%B0_%D1%82%D0%B2%D1%91%D1%80%D0%B4%D0%BE%D0%B3%D0%BE_%D1%82%D0%B5%D0%BB%D0%B0).

[Материаловедение](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9C%D0%B0%D1%82%D0%B5%D1%80%D0%B8%D0%B0%D0%BB%D0%BE%D0%B2%D0%B5%D0%B4%D0%B5%D0%BD%D0%B8%D0%B5) рассматривает вопросы, связанные со свойствами твёрдых тел, такими как [твёрдость](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A2%D0%B2%D1%91%D1%80%D0%B4%D0%BE%D1%81%D1%82%D1%8C), [предел прочности](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9F%D1%80%D0%B5%D0%B4%D0%B5%D0%BB_%D0%BF%D1%80%D0%BE%D1%87%D0%BD%D0%BE%D1%81%D1%82%D0%B8), сопротивление материала нагрузкам.

Технические приспособления, созданные человеком, используют различные свойства твёрдого тела. Чаще всего твёрдое тело применяется как конструкционный материал и в основе этого употребления лежат непосредственно ощутимые механические свойства: [твёрдость](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A2%D0%B2%D1%91%D1%80%D0%B4%D0%BE%D1%81%D1%82%D1%8C), [пластичность](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9F%D0%BB%D0%B0%D1%81%D1%82%D0%B8%D1%87%D0%BD%D0%BE%D1%81%D1%82%D1%8C_(%D1%84%D0%B8%D0%B7%D0%B8%D0%BA%D0%B0)), [упругость](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A3%D0%BF%D1%80%D1%83%D0%B3%D0%BE%D1%81%D1%82%D1%8C), [хрупкость](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A5%D1%80%D1%83%D0%BF%D0%BA%D0%BE%D1%81%D1%82%D1%8C), вязкость.

Твёрдые тела могут быть в [кристаллическом](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9A%D1%80%D0%B8%D1%81%D1%82%D0%B0%D0%BB%D0%BB%D1%8B) и [аморфном](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%90%D0%BC%D0%BE%D1%80%D1%84%D0%BD%D1%8B%D0%B5_%D1%82%D0%B5%D0%BB%D0%B0) состоянии. Кристаллы характеризуются пространственной периодичностью в расположении атомов, которая носит название [кристаллической решётки](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9A%D1%80%D0%B8%D1%81%D1%82%D0%B0%D0%BB%D0%BB%D0%B8%D1%87%D0%B5%D1%81%D0%BA%D0%B0%D1%8F_%D1%80%D0%B5%D1%88%D1%91%D1%82%D0%BA%D0%B0). Естественная форма кристаллов — правильные [многогранники](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9C%D0%BD%D0%BE%D0%B3%D0%BE%D0%B3%D1%80%D0%B0%D0%BD%D0%BD%D0%B8%D0%BA). В аморфных телах атомы колеблются вокруг хаотически расположенных точек, при котором молекулы расположены согласованно на расстоянии, сравнимом с их размерами. Частным случаем аморфного состояния является [стеклообразное состояние](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A1%D1%82%D0%B5%D0%BA%D0%BB%D0%BE%D0%BE%D0%B1%D1%80%D0%B0%D0%B7%D0%BD%D0%BE%D0%B5_%D1%81%D0%BE%D1%81%D1%82%D0%BE%D1%8F%D0%BD%D0%B8%D0%B5).

Устойчивым состоянием (с минимумом [потенциальной энергии](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9F%D0%BE%D1%82%D0%B5%D0%BD%D1%86%D0%B8%D0%B0%D0%BB%D1%8C%D0%BD%D0%B0%D1%8F_%D1%8D%D0%BD%D0%B5%D1%80%D0%B3%D0%B8%D1%8F)) твёрдого тела является кристаллическое. Аморфное тело находится в [нестабильном состоянии](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9C%D0%B5%D1%82%D0%B0%D1%81%D1%82%D0%B0%D0%B1%D0%B8%D0%BB%D1%8C%D0%BD%D0%BE%D0%B5_%D1%81%D0%BE%D1%81%D1%82%D0%BE%D1%8F%D0%BD%D0%B8%D0%B5) и с течением времени должно перейти в кристаллическое состояние, однако время кристаллизации часто очень велико. Аморфное тело можно рассматривать как жидкость с очень большой [вязкостью](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%92%D1%8F%D0%B7%D0%BA%D0%BE%D1%81%D1%82%D1%8C). [Атомы](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%90%D1%82%D0%BE%D0%BC) и [молекулы](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9C%D0%BE%D0%BB%D0%B5%D0%BA%D1%83%D0%BB%D0%B0), составляющие твёрдое тело, плотно упакованы вместе. При применении достаточной силы любое из свойств твердого тела может быть нарушено, вызывая его [деформацию](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%94%D0%B5%D1%84%D0%BE%D1%80%D0%BC%D0%B0%D1%86%D0%B8%D1%8F).

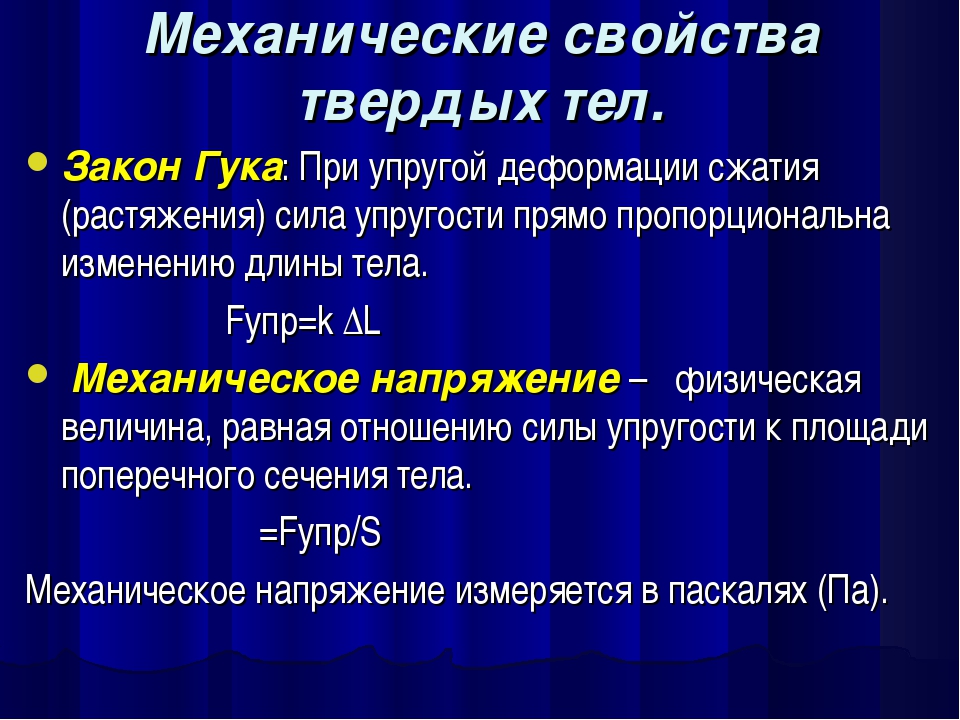
**Классификация твёрдых тел**

Свойства твёрдых тел, в основном, определяются характером движения внешних электронов его атомов. Выделяют пять классов твёрдых тел в зависимости от типа связи между атомами:

* [Ионная связь](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%98%D0%BE%D0%BD%D0%BD%D0%B0%D1%8F_%D1%81%D0%B2%D1%8F%D0%B7%D1%8C) (например, [NaCl](https://ru.wikipedia.org/wiki/NaCl" \o "NaCl)-поваренная соль-кристалл).
* [Ковалентная связь](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9A%D0%BE%D0%B2%D0%B0%D0%BB%D0%B5%D0%BD%D1%82%D0%BD%D0%B0%D1%8F_%D1%81%D0%B2%D1%8F%D0%B7%D1%8C) (например, С-алмаз-кристалл).
* [Металлическая связь](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9C%D0%B5%D1%82%D0%B0%D0%BB%D0%BB%D0%B8%D1%87%D0%B5%D1%81%D0%BA%D0%B0%D1%8F_%D1%81%D0%B2%D1%8F%D0%B7%D1%8C) (например, медь, алюминий).
* [Молекулярная связь](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9C%D0%BE%D0%BB%D0%B5%D0%BA%D1%83%D0%BB%D1%8F%D1%80%D0%BD%D0%B0%D1%8F_%D1%81%D0%B2%D1%8F%D0%B7%D1%8C) (например, парафин, нафталин-аморфные тела).
* [Водородная связь](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%92%D0%BE%D0%B4%D0%BE%D1%80%D0%BE%D0%B4%D0%BD%D0%B0%D1%8F_%D1%81%D0%B2%D1%8F%D0%B7%D1%8C) (например, Н2О-лед-кристалл).

**Историческая справка**. Несмотря на то, что твёрдые тела (металлы и минералы) исследовались давно, всестороннее изучение и систематизация информации об их свойствах началось с XVII века. Начиная с этого времени был открыт ряд [законов](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%AD%D0%BC%D0%BF%D0%B8%D1%80%D0%B8%D1%87%D0%B5%D1%81%D0%BA%D0%B8%D0%B9_%D0%B7%D0%B0%D0%BA%D0%BE%D0%BD), которые описывали влияние на твёрдое тело механических сил, изменения температуры, света, электромагнитных полей и т. д. Например [закон Гука](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%97%D0%B0%D0%BA%D0%BE%D0%BD_%D0%93%D1%83%D0%BA%D0%B0) (1678).

А в первой половине XIX века были сформулированы основные положения теории упругости, для которой характерно представление о твёрдом теле как о [сплошной среде](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A1%D0%BF%D0%BB%D0%BE%D1%88%D0%BD%D0%B0%D1%8F_%D1%81%D1%80%D0%B5%D0%B4%D0%B0). Целостное представление о кристаллической структуре твёрдых тел, как совокупности атомов, упорядоченное размещение которых в пространстве обеспечивается силами взаимодействия было сформировано [Огюстом Браве](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%91%D1%80%D0%B0%D0%B2%D0%B5,_%D0%9E%D0%B3%D1%8E%D1%81%D1%82) в 1848 году.



[**Фазовые переходы**](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A4%D0%B0%D0%B7%D0%BE%D0%B2%D1%8B%D0%B9_%D0%BF%D0%B5%D1%80%D0%B5%D1%85%D0%BE%D0%B4)

При повышении температуры твёрдые тела переходят в жидкое или газообразное состояние. Переход твёрдого тела в жидкость называется [плавлением](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9F%D0%BB%D0%B0%D0%B2%D0%BB%D0%B5%D0%BD%D0%B8%D0%B5), а переход в газообразное состояние, минуя жидкое, — [сублимацией](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A1%D1%83%D0%B1%D0%BB%D0%B8%D0%BC%D0%B0%D1%86%D0%B8%D1%8F_(%D1%84%D0%B8%D0%B7%D0%B8%D0%BA%D0%B0)). Переход к твёрдому телу (при понижении температуры) — [кристаллизация](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9A%D1%80%D0%B8%D1%81%D1%82%D0%B0%D0%BB%D0%BB%D0%B8%D0%B7%D0%B0%D1%86%D0%B8%D1%8F), к аморфной фазе — [стеклование](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A1%D1%82%D0%B5%D0%BA%D0%BB%D0%BE%D0%B2%D0%B0%D0%BD%D0%B8%D0%B5).

При [атмосферном давлении](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%90%D1%82%D0%BC%D0%BE%D1%81%D1%84%D0%B5%D1%80%D0%BD%D0%BE%D0%B5_%D0%B4%D0%B0%D0%B2%D0%BB%D0%B5%D0%BD%D0%B8%D0%B5) и температуре Т > 0 К все вещества в природе затвердевают. Исключение составляет [гелий](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%93%D0%B5%D0%BB%D0%B8%D0%B9), для кристаллизации которого необходимо давление 24 атм.

**Физические свойства**

Под физическими свойствами твёрдых тел понимается их специфическое поведение при воздействии определённых сил. Существует три основных способа воздействия на твёрдые тела: [механический](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9C%D0%B5%D1%85%D0%B0%D0%BD%D0%B8%D0%BA%D0%B0), [термический](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A2%D0%B5%D1%80%D0%BC%D0%BE%D0%B4%D0%B8%D0%BD%D0%B0%D0%BC%D0%B8%D0%BA%D0%B0) и [электромагнитный](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%AD%D0%BB%D0%B5%D0%BA%D1%82%D1%80%D0%BE%D0%B4%D0%B8%D0%BD%D0%B0%D0%BC%D0%B8%D0%BA%D0%B0). Соответственно выделяют три основные группы физических свойств.

**1.Механические свойства** связывают механические напряжения и деформации тела. Их можно разделить на упругие, прочностные и технологические.

**2.Термические свойства** возникают под воздействием тепловых полей.

**3.Электромагнитные свойства**-радиационные, проявляющиеся при воздействии на твёрдое тело потоков микрочастиц или электромагнитных волн значительной жёсткости (рентгеновских лучей, гамма-лучей).

В покое твёрдые тела сохраняют форму, но деформируются под воздействием внешних сил. В зависимости от величины приложенной силы [деформация](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%94%D0%B5%D1%84%D0%BE%D1%80%D0%BC%D0%B0%D1%86%D0%B8%D1%8F) может быть упругой, пластической или разрушительной. При упругой деформации тело возвращает себе первоначальную форму после снятия приложенных сил. Отзыв твёрдого тела на прилагаемое усилие описывается [модулями упругости](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9C%D0%BE%D0%B4%D1%83%D0%BB%D1%8C_%D1%83%D0%BF%D1%80%D1%83%D0%B3%D0%BE%D1%81%D1%82%D0%B8). Отличительной особенностью твёрдого тела по сравнению с жидкостями и газами является то, что оно сопротивляется не только растяжению и сжатию, а также [сдвигу](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A1%D0%B4%D0%B2%D0%B8%D0%B3_(%D0%BC%D0%B5%D1%85%D0%B0%D0%BD%D0%B8%D0%BA%D0%B0)), [изгибу](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%98%D0%B7%D0%B3%D0%B8%D0%B1_(%D0%BC%D0%B5%D1%85%D0%B0%D0%BD%D0%B8%D0%BA%D0%B0)) и [кручению](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9A%D1%80%D1%83%D1%87%D0%B5%D0%BD%D0%B8%D0%B5_(%D0%B4%D0%B5%D1%84%D0%BE%D1%80%D0%BC%D0%B0%D1%86%D0%B8%D1%8F)).

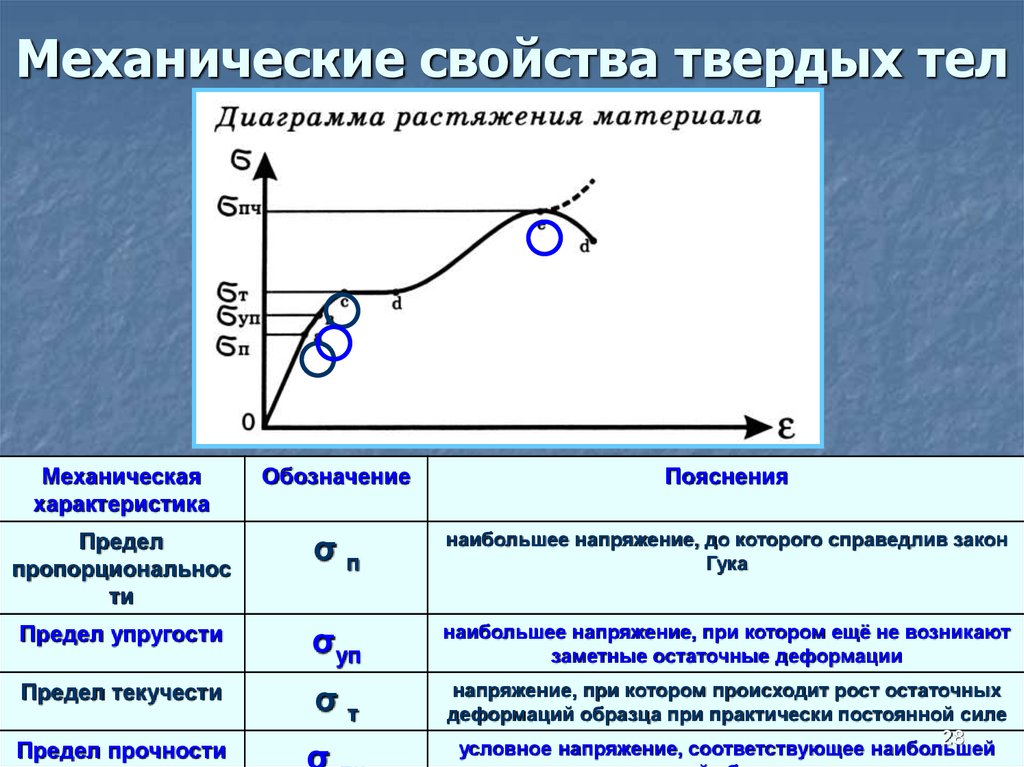
При [пластической деформации](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9F%D0%BB%D0%B0%D1%81%D1%82%D0%B8%D1%87%D0%B5%D1%81%D0%BA%D0%B0%D1%8F_%D0%B4%D0%B5%D1%84%D0%BE%D1%80%D0%BC%D0%B0%D1%86%D0%B8%D1%8F) начальная форма не сохраняется. Характер деформации зависит также от времени, в течение которого действует внешняя сила. Твёрдое тело может [деформироваться упруго](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A3%D0%BF%D1%80%D1%83%D0%B3%D0%B0%D1%8F_%D0%B4%D0%B5%D1%84%D0%BE%D1%80%D0%BC%D0%B0%D1%86%D0%B8%D1%8F) при мгновенном действии, но пластически, если внешние силы действуют длительное время. Такое поведение называется [ползучестью](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9F%D0%BE%D0%BB%D0%B7%D1%83%D1%87%D0%B5%D1%81%D1%82%D1%8C_%D0%BC%D0%B0%D1%82%D0%B5%D1%80%D0%B8%D0%B0%D0%BB%D0%BE%D0%B2). Одной из характеристик деформации является [твёрдость](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A2%D0%B2%D1%91%D1%80%D0%B4%D0%BE%D1%81%D1%82%D1%8C) тела — способность сопротивляться проникновению в него других тел.

Каждое твёрдое тело имеет присущий ему [порог деформации](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9F%D1%80%D0%B5%D0%B4%D0%B5%D0%BB_%D1%83%D0%BF%D1%80%D1%83%D0%B3%D0%BE%D1%81%D1%82%D0%B8), после которого наступает разрушение. Зависимость между напряжениями и деформациями является линейной. Свойство твёрдого тела сопротивляться разрушению характеризуется [прочностью](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9F%D1%80%D0%BE%D1%87%D0%BD%D0%BE%D1%81%D1%82%D1%8C). При разрушении в твёрдом теле появляются и распространяются [трещины](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A2%D1%80%D0%B5%D1%89%D0%B8%D0%BD%D0%B0), которые приводят к его разлому.

К механическим свойствам твёрдого тела принадлежит также его способность проводить [звук](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%97%D0%B2%D1%83%D0%BA). Скорость звука в твёрдых телах выше, чем в жидкостях и газах, в частности в воде и в воздухе, поскольку межатомное взаимодействие гораздо сильнее. Скорость звука в кристаллических твёрдых телах характеризуется [анизотропией](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%90%D0%BD%D0%B8%D0%B7%D0%BE%D1%82%D1%80%D0%BE%D0%BF%D0%B8%D1%8F), то есть зависимостью от направления распространения.

В [теории упругости](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A2%D0%B5%D0%BE%D1%80%D0%B8%D1%8F_%D0%BF%D0%BB%D0%B0%D1%81%D1%82%D0%B8%D1%87%D0%BD%D0%BE%D1%81%D1%82%D0%B8) и её прикладном применении **сопромате** (сопротивление материалов-материаловедение) рассматриваются модели, которые учитывают отдельные свойства твёрдого тела. Твёрдые тела, встречающиеся в природе, характеризуются огромным количеством разнообразных свойств, которое постоянно растёт. В зависимости от поставленных перед определённой наукой задач важны лишь отдельные свойства твёрдого тела, другие — несущественны. Например, при исследовании [прочности](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9F%D1%80%D0%BE%D1%87%D0%BD%D0%BE%D1%81%D1%82%D1%8C) стали её магнитные свойства существенного значения не имеют.

В [теории пластичности](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A2%D0%B5%D0%BE%D1%80%D0%B8%D1%8F_%D0%BF%D0%BB%D0%B0%D1%81%D1%82%D0%B8%D1%87%D0%BD%D0%BE%D1%81%D1%82%D0%B8) модели твёрдого тела основаны на идеализации свойств деформационного упрочнения или свойств текучести твёрдых тел в [напряжённо-деформированном состоянии](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9D%D0%B0%D0%BF%D1%80%D1%8F%D0%B6%D1%91%D0%BD%D0%BD%D0%BE-%D0%B4%D0%B5%D1%84%D0%BE%D1%80%D0%BC%D0%B8%D1%80%D0%BE%D0%B2%D0%B0%D0%BD%D0%BD%D0%BE%D0%B5_%D1%81%D0%BE%D1%81%D1%82%D0%BE%D1%8F%D0%BD%D0%B8%D0%B5).



**ЗАДАНИЕ.**

**1.Составить таблицу свойств твердых тел.**

**2.Изобразить схему кристаллической решетки.**

**ДОМАШНЕЕ ЗАДАНИЕ.**

**1.Написать план-конспект урока.**

**2.Привести примеры использования механических и упругих свойств твердых тел.**

**Литература:** А.В. Фирсов Физика для СПО М. Академия 2014

[**https://obuchalka.org/20180622101330/istoriya-dlya-professii-i-specialnostei-tehnicheskogo-estestvenno-nauchnogo-socialno-ekonomicheskogo-profilei-chast-1-artemov-v-v-lubchenkov-u-n-2012.html**](https://obuchalka.org/20180622101330/istoriya-dlya-professii-i-specialnostei-tehnicheskogo-estestvenno-nauchnogo-socialno-ekonomicheskogo-profilei-chast-1-artemov-v-v-lubchenkov-u-n-2012.html)

**Готовую работу отправляйте на электронную почту** [**radobenko.sveta@yandex.ru**](mailto:radobenko.sveta@yandex.ru) **Спасибо.**

**Физика 1 курс.**

**Преподаватель С.А. Радобенко.**

**Тема 2 «Молекулярная физика. Термодинамика.»**

**Добрый день! Уважаемые студенты, предлагаю вашему вниманию теоретический материал по теме 2.5 «Свойства твердых тел»,**

**которая рассчитана на 4 урока.**

**Урок 2.**

**Тема урока:** «Тепловое расширение твердых тел и жидкостей»

**Цель урока:** познакомиться с современными научными взглядами на строение жидкого и твердого состояния вещества и процессы их теплового расширения.

**План урока:**

**1.** Повторить теоретический материал по темам «Теплоемкость», «Характеристика жидкого состояния вещества» и «Упругие и механические свойства твердых тел» из курса физики.

2. Изучить явления, которые происходят при нагревании жидкостей и твердых тел.

3. Научиться строить графики и вычислять коэффициенты теплового расширения.

**План действий:**

**1.**Изучить теорию и составить конспект.

2.Выполнить задание.

**Теоретический материал.**

Подавляющее большинство веществ при нагревании расширяется. Это легко объяснимо с позиции [механической теории теплоты](https://elementy.ru/trefil/heat_atomic_theory), поскольку при нагревании молекулы или атомы вещества начинают двигаться быстрее. В твердых телах атомы начинают с большей амплитудой колебаться вокруг своего среднего положения в кристаллической решетке, и им требуется больше свободного пространства. В результате тело расширяется.

Для инженеров тепловое расширение — жизненно важное явление. Проектируя стальной мост через реку в городе с континентальным климатом, нельзя не учитывать возможного перепада температур в пределах от —40°C до +40°C в течение года. Такие перепады вызовут изменение общей длины моста вплоть до нескольких метров, и, чтобы мост не вздыбливался летом и не испытывал мощных нагрузок на разрыв зимой, проектировщики составляют мост из отдельных секций, соединяя их специальными *термическими буферными сочленениями*, которые представляют собой входящие в зацепление, но не соединенные жестко ряды зубьев, которые плотно смыкаются в жару и достаточно широко расходятся в стужу. На длинном мосту может насчитываться довольно много таких буферов.

**Тепловое расширение**- это изменение [размеров](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A0%D0%B0%D0%B7%D0%BC%D0%B5%D1%80) и формы тела при изменении его [температуры](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A2%D0%B5%D0%BC%D0%BF%D0%B5%D1%80%D0%B0%D1%82%D1%83%D1%80%D0%B0). Количественно тепловое расширение жидкостей и газов при постоянном давлении характеризуется [изобарным](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%98%D0%B7%D0%BE%D0%B1%D0%B0%D1%80%D0%BD%D1%8B%D0%B9_%D0%BF%D1%80%D0%BE%D1%86%D0%B5%D1%81%D1%81) [коэффициентом расширения](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9A%D0%BE%D1%8D%D1%84%D1%84%D0%B8%D1%86%D0%B8%D0%B5%D0%BD%D1%82_%D1%82%D0%B5%D0%BF%D0%BB%D0%BE%D0%B2%D0%BE%D0%B3%D0%BE_%D1%80%D0%B0%D1%81%D1%88%D0%B8%D1%80%D0%B5%D0%BD%D0%B8%D1%8F) (объёмным коэффициентом теплового расширения). Для характеристики теплового расширения твёрдых тел дополнительно вводят коэффициент линейного теплового расширения.

Тепловое расширение тел учитывается при конструировании всех установок, приборов и машин, работающих в переменных температурных условиях.



**Основной закон теплового расширения** {\displaystyle L}{\displaystyle \Delta T}

Тело с линейным размером **L** в соответствующем измерении при увеличении его температуры на **Δ Т** расширяется на величину **Δ L**, равную:

**ΔL = αLΔT,** где **α** - коэффициент линейного **теплового** **расширения**.



Аналогичные формулы имеются для расчета **изменения площади и объема твердого тела.**{\displaystyle \Delta L}

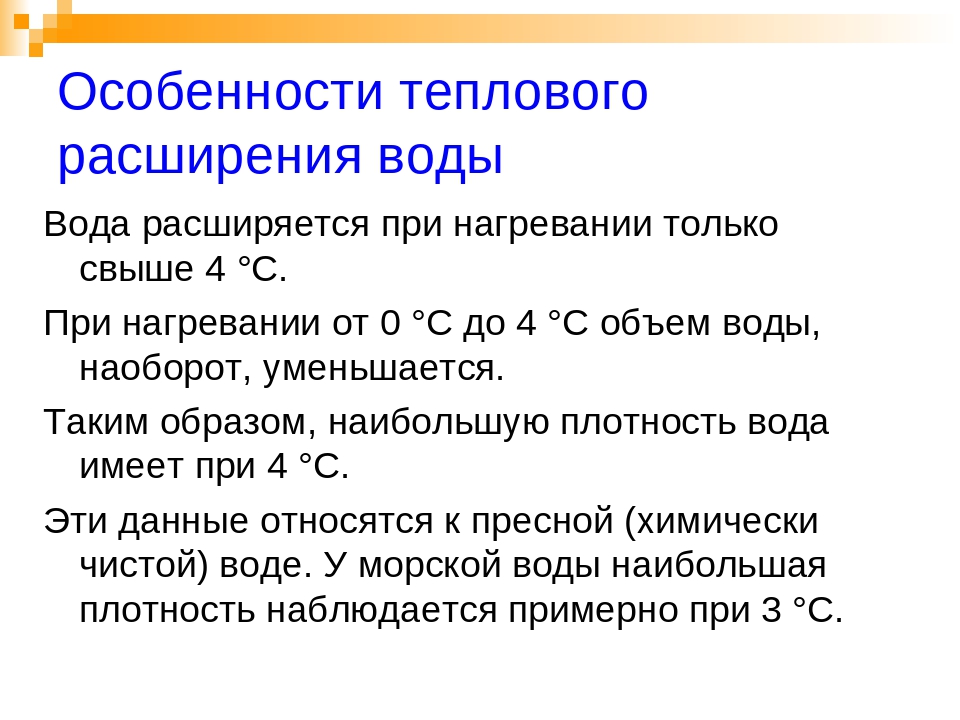
{\displaystyle \Delta L=\alpha L\Delta T}

**В твердом теле** основным механизмом расширения является увеличение амплитуды колебаний кристаллической решетки.



Однако не все материалы, особенно это касается кристаллических твердых тел, расширяются равномерно по всем направлениям. И далеко не все материалы расширяются одинаково при разных температурах. Самый яркий пример последнего рода — вода. При охлаждении вода сначала сжимается, как и большинство веществ. Однако, начиная с +4°C и до точки замерзания 0°C вода начинает расширяться при охлаждении и сжиматься при нагревании (с точки зрения приведенной выше формулы можно сказать, что в интервале температур от 0°C до +4°C коэффициент теплового расширения воды *α* принимает отрицательное значение). Именно благодаря этому редкому эффекту земные моря и океаны не промерзают до дна даже в самые сильные морозы: вода холоднее +4°C становится менее плотной, чем более теплая, и всплывает к поверхности, вытесняя ко дну воду с температурой выше +4°C.

То, что лед имеет удельную плотность ниже плотности воды, — еще одно (хотя и не связанное с предыдущим) аномальное свойство воды, которому мы обязаны существованием жизни на нашей планете. Если бы не этот эффект, лед шел бы ко дну рек, озер и океанов, и они, опять же, вымерзли бы до дна, убив всё живое. **В жидкости** основным механизмом расширения является уменьшение числа ближайших соседей, которое характеризует ближний порядок (кристалл обладает как дальним, так и ближним порядком, жидкость — только ближним, газ — никаким; следовательно, кристалл сохраняет и объем, и форму, жидкость — только объем, а газ не имеет ни фиксированного объёма, ни формы). Поэтому простая дырочная модель жидкости, исходящая из наличия в жидкости ближнего топологического порядка, характеризующегося числом ближайших соседей, хорошо описывает тепловое расширение. Жидкости расширяются с повышением температуры по причине увеличения скорости теплового движения свободных молекул.

 **Задание.** Составить сравнительную таблицу особенностей теплового расширения твердых тел и жидкостей. **Домашнее задание.** 1.Написать план-конспект урока. 2.Привести примеры использования коэффициентов теплового расширения твердых тел и жидкостей. **Литература:** А.В. Фирсов Физика для СПО М. Академия 2014

[**https://obuchalka.org/20180622101330/istoriya-dlya-professii-i-specialnostei-tehnicheskogo-estestvenno-nauchnogo-socialno-ekonomicheskogo-profilei-chast-1-artemov-v-v-lubchenkov-u-n-2012.html**](https://obuchalka.org/20180622101330/istoriya-dlya-professii-i-specialnostei-tehnicheskogo-estestvenno-nauchnogo-socialno-ekonomicheskogo-profilei-chast-1-artemov-v-v-lubchenkov-u-n-2012.html)

**Готовую работу отправляйте на электронную почту** [**radobenko.sveta@yandex.ru**](mailto:radobenko.sveta@yandex.ru) **Спасибо.**

**Физика 1 курс.**

**Преподаватель С.А. Радобенко.**

**Тема 2 «Молекулярная физика. Термодинамика.»**

**Добрый день! Уважаемые студенты, предлагаю вашему вниманию теоретический материал по теме 2.5 «Свойства твердых тел»,**

**которая рассчитана на 4 урока.**

**Урок 3.**

**Тема урока:** «Изучение теплового расширения твердых тел. Изучение особенностей теплового расширения воды»

**Цель урока:** познакомиться с современными научными взглядами на строение жидкого и твердого состояния вещества и процессы их теплового расширения.

**План урока:**

**1.** Повторить теоретический материал по теме «Тепловое расширение твердых тел и жидкостей» из курса физики.

2. Изучить явления, которые происходят при нагревании жидкостей и твердых тел.

3. Провести простейшие опыты для изучения теплового расширения твердых тел и особенностей теплового расширения воды»

**План действий:**

**1.**Изучить теорию и составить конспект.

2.Выполнить задание.

**Теоретический материал (см. урок2).**

Лабораторная работа №10. **Изучение теплового расширения твердых тел**

**Цель**: определить коэффициент линейного расширения для стали.

**Оборудование**: таблица для определения коэффициента линейного расширения твёрдых тел, термометр, стальной стержень(гвоздь), пинцет, вода, линейка.

Целью данной работы является определение коэффициента линейного расширения металлов с помощью измерения длины стержня при различных температурах.

Для проведения опыта в нагретую до 100 ºС воду помещается исследуемый стержень. **Ход работы**.

1.Измерить длину стального стерженя при комнатной температуре.

2. Определить начальную и конечную температуру стержня.

3.Определить удлинение стержня в момент кипения воды.

4. Вычислить коэффициент линейного расширения стали.

4. Полученный результат сравнить с табличным результатом.

5. Вычислить погрешность.

6. Сделать вывод.

7. Ответить на контрольные вопросы.

-Объясните причину теплового расширения тел.

-Каков физический смысл коэффициента линейного расширения?

-Почему между рельсами железной дороги оставляют промежутки в стыках, а для трамвайных рельсов этого не делают?

Лабораторная работа №11. **Изучение особенностей теплового расширения воды**

**Цель**: определить коэффициент объемного расширения для воды.

**Оборудование**: таблица для определения коэффициента объемного расширения воды при различных температурах, термометр, емкость с водой.

Целью данной работы является определение коэффициента объемного расширения воды при различных температурах.

Для проведения опыта берется вода с различной температурой.

**Ход работы**.

1.Измерить объем воды при комнатной температуре.

2. Определить температуру воды в холодильнике.

3.Определить изменение объема воды при изменении температуры.

4. Вычислить коэффициент объемного расширения воды.

4. Полученный результат сравнить с табличным результатом.

5. Вычислить погрешность.

6. Сделать вывод.

7. Ответить на контрольные вопросы.

-Объясните причину особенностей теплового расширения воды.

-Каков физический смысл коэффициента объемного расширения воды?

-Что произошло, если бы вода не обладала такими особенностями?

**Литература:** А.В. Фирсов Физика для СПО М. Академия 2014

[**https://obuchalka.org/20180622101330/istoriya-dlya-professii-i-specialnostei-tehnicheskogo-estestvenno-nauchnogo-socialno-ekonomicheskogo-profilei-chast-1-artemov-v-v-lubchenkov-u-n-2012.html**](https://obuchalka.org/20180622101330/istoriya-dlya-professii-i-specialnostei-tehnicheskogo-estestvenno-nauchnogo-socialno-ekonomicheskogo-profilei-chast-1-artemov-v-v-lubchenkov-u-n-2012.html)

**Готовую работу отправляйте на электронную почту** [**radobenko.sveta@yandex.ru**](mailto:radobenko.sveta@yandex.ru) **Спасибо.**