

## **Конспект проведения заседания научного общества «Интеллект будущего» Фазовые переходы вещества в интервале низких температур.**

Девиз научного общества «Интеллект будущего»: «Чтобы быть умным завтра, нужно учиться уже сегодня».

Добрый день уважаемые гости, участники научного общества. Как мы знаем, лёд, вода и водяной пар — примеры трёх агрегатных состояний вещества: твёрдого, жидкого и газообразного. В каком именно агрегатном состоянии находится данное вещество — зависит от его температуры и других внешних условий. При изменении внешних условий (например, если внутренняя энергия тела увеличивается или уменьшается в результате нагревания или охлаждения) может происходить — изменения агрегатных состояний вещества тела. На сегодняшнем заседании мы займемся изучением вопроса, Как происходит изменение агрегатных состояний вещества при изменении температуры?

Тема заседания: «Фазовые переходы вещества в интервале низких температур». Заседание научного общества «Интеллект будущего» объявляю открытым. И слово предоставляется нашему научному руководителю, учителю физики Михееву Артему Анатольевичу.

На прошлом заседании «Научного общества» по теме «**Наука ФИЗИКА**» с приглашением *Митрошенкова Николая Васильевича* — младшего научного сотрудника Брянской физической лаборатории на базе Брянского Государственного университета им. Академика И.Г.Петровского. Мы узнали о деятельности лаборатории.

**- Каким родом исследовательской деятельности занимаются сотрудники лаборатории?**

(Исследуют изменение теплоемкости, коэффициент теплового расширения и изменение других параметров редкоземельных элементов бора в области температур от 20 К)

**- Какие свойства веществ изучают?**

(Фазовые переходы первого и второго рода при низких температурах)

**- С каким оборудованием работают сотрудники лаборатории?**

(В лаборатории присутствует такое оборудование: криогенная установка, высокотемпературная вольфрамовая печь, рентгеновский спектрометр и др.)

**- Какие вещества применяются для изменения температуры исследуемых образцов?**

(В основном это соединения бора, такие как бор-лантан, бор-металл-2, гексоборид-лантан и др.).

**- Как осуществляется понижение температуры до  $-198^{\circ}\text{C}$  и ниже?**

(Для этого используется жидкий гелий и азот).

Для получения полного температурного интервала исследуемого образца в области низких температур применяется жидкий гелий и жидкий азот.

На сегодняшнем заседании мы рассматривает «фазовые переходы веществ в интервале низких температур».

Перейдем к теме нашего заседания. И в начале ответим на вопрос, что же такое фазовый переход? Чем фазовый переход отличается от изменения агрегатного состояния?

**Фа́зовый перехо́д** в термодинамике — переход вещества из одной термодинамической фазы в другую при изменении внешних условий. При фазовом переходе происходит изменение интенсивных параметров (температуры, давления и т. п.), фазовый переход происходит, когда система пересекает линию, разделяющую две фазы. Поскольку разные термодинамические фазы описываются различными уравнениями состояния, всегда можно найти величину, которая скачкообразно меняется при фазовом переходе.

Поскольку разделение на термодинамические фазы — более мелкая классификация состояний, чем разделение по агрегатным состояниям вещества, то далеко не каждый фазовый переход сопровождается сменой агрегатного состояния. Однако любая смена агрегатного состояния есть фазовый переход.

При **фазовом переходе первого рода** скачкообразно изменяются самые главные, первичные экстенсивные параметры: удельный объём, количество запасённой внутренней энергии, концентрация компонентов и т. п. Подчеркнём: имеется в виду скачкообразное изменение этих величин при изменении температуры, давления.

При **фазовом переходе второго рода** плотность и внутренняя энергия не меняются, так что невооружённым глазом такой фазовый переход может быть незаметен. Скачок же испытывают их производные по температуре и давлению: теплоёмкость, коэффициент теплового расширения, различные восприимчивости и т. д.

- переход парамагнетик-ферромагнетик или парамагнетик-антиферромагнетик (параметр порядка — намагниченность)
- переход металлов и сплавов в состояние сверхпроводимости (параметр порядка — плотность сверхпроводящего конденсата).

Перейдем к опытам. У нас в емкость налит жидкий азот температура кипения, которого  $-195\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Что же такое жидкий азот нам расскажет учащаяся класса 9 класса Муртазалиева Камилла.

**(Доклад ученицы) Жидкий азот** (ЖА, англ. Liquid nitrogen, LIN, LN2) — жидкость прозрачного цвета. Является одним из четырёх агрегатных состояний азота. Жидкий азот обладает удельной плотностью  $0,808\text{ г/см}^3$  и имеет точку кипения  $77,4\text{ К}$  ( $-195,75\text{ }^{\circ}\text{C}$ ). Не взрывоопасен и не ядовит. Впервые получен Раулем Пикте.

Литр жидкого азота, испаряясь и нагреваясь до  $20\text{ }^{\circ}\text{C}$ , образует примерно 700 литров газа. По этой причине жидкий азот хранят в специальных сосудах **Дьюара** с вакуумной изоляцией открытого типа или криогенных ёмкостях под давлением.

У жидкого азота немало сфер применения.

В технике и на производстве:

- используется для криогенной резки;
- при глубокой заморозке различных материалов, в том числе органических;
- для охлаждения различного оборудования и техники;
- в оверклокинге, для охлаждения компонентов компьютера при экстремальном разгоне;

В строительстве:

- Для замораживания водонасыщенных грунтов при строительстве подземных сооружений.

В медицине:

- для хранения клеток, органов и тканей при помощи криоконсервации;
- для криодеструкции (разрушения пораженных участков тканей и органов), например, для удаления бородавок;
- для косметической процедуры «криованна» (воздействие холодом на кожу).

В пожаротушении:

Испаряясь, азот охлаждает очаг возгорания и вытесняет кислород, необходимый для горения, поэтому пожар прекращается. Так как азот, в отличие от воды, пены или порошка, просто испаряется и выветривается, азотное пожаротушение, наряду с углекислотным, — наиболее эффективный с точки зрения сохранности ценностей способ тушения пожаров.

## **1 опыт с шариком.**

Возьмем надутый шар и опустим его в жидкий азот, что происходит, попробуем объяснить явление?

(Шар сожмется в несколько десятков раз, в нутрии его появится жидкость вследствие наличия капелек водяного пара. Объем уменьшается вследствие уменьшения межмолекулярного расстояния между атомами воздуха в десятки раз. Когда мы достанем шарик, то он начнет раздуваться, так как температура увеличивается. Мы слышим характерный треск, который обусловлен неравномерным линейным расширением материала при нагревании).

Наблюдался ли в опыте фазовый переход или изменения агрегатного состояния? (Наблюдается и изменение агрегатного состояния (водяной пар стал жидкостью, и газ испытал фазовый переход 1 рода (наблюдаем конденсацию водяного пара)).

## **2 опыт с резиновым шариком.**

У меня в руках резиновый шланг, который мы помещаем в жидкий азот. Через несколько секунд мы достаем его и видим, что его свойства изменились. Он утратил первоначальные свойства. Берем молоток и разбиваем его.

Ответим на вопрос о наличии фазового перехода и изменения агрегатного состояния? (Присутствует фазовый переход 1 рода, изменяется коэффициент линейного расширения, изменились и агрегатное состояние вещества).

### **3 опыт с цветком.**

Берем гвоздику и опускаем ее в жидкий азот на некоторое время. После установления теплового равновесия достаем ее из азота. Ударяем о стол и затем крошим на мелкие части.

Попробуем объяснить опыт? (В лепестках цветка находятся капельки воды, которые при понижении температуры замерзают. То есть изменяется агрегатное состояние и происходит фазовый переход первого рода).

### **4 опыт сверхпроводимость.**

Для выполнения следующего опыта нам потребуется сосуд с жидким гелием, сверхпроводящая керамика и неодимовый магнит. Опускаем керамику в кипящий азот, ждем установления теплового равновесия. Затем опускаем магнит на поверхность магнит. Наблюдается процесс левитации в следствии вытеснения магнитного поля из области сверхпроводящей фазы.

### **Объяснение**

Одним из свойств сверхпроводников является выталкивание магнитного поля из области сверхпроводящей фазы. Отталкиваясь от неподвижного сверхпроводника, магнит «всплывает» сам и продолжает «парить» до тех пор, пока внешние условия не выведут сверхпроводник из сверхпроводящей фазы. В результате этого эффекта магнит, приближающийся к сверхпроводнику, «видит» магнит одинаковой полярности и точно такого же размера, — что и вызывает левитацию.

**Заключение.** В заключении подведем итоги заседания.

Какие вопросы были рассмотрены на заседании научного общества? (Изменение агрегатных состояний и фазовых переходов в области низких температур).

Чем отличается изменение агрегатного состояния от фазового перехода?  
(Изменение агрегатного состояния сопровождается фазовым переходом, но фазовый переход не всегда сопровождается изменением агрегатного состояния).

В чем суть явления сверхпроводимости? (Свойство материалов обладать нулевым электрическим сопротивлением при достижении определенной температуры).