

Работа 5

ИЗМЕНЕНИЕ АГРЕГАТНОГО СОСТОЯНИЯ ВЕЩЕСТВА

Цель работы: Сравнить изменение агрегатного состояния аморфных и кристаллических тел. Определить температуру и удельную теплоту плавления.

Введение

Твердые тела сохраняют свою форму и объем. Преимущественно твердые тела находятся в кристаллическом состоянии, при котором атомы или молекулы занимают определенные, упорядоченные положения относительно друг друга. В *монокристаллах* существует так называемый *дальний порядок*, то есть в пределах кристалла по любому направлению расстояние между атомами одинаковое, но для каждого направления свое, отличное от других направлений. Отсюда вытекает, что свойства кристаллов (оптические, электрические, механические, тепловые) по каждому направлению будут разные. Зависимость физических свойств кристаллов от направления называется *анизотропией*, а сами кристаллы – *анизотропными*. Тела, свойства которых одинаковы по всем направлениям, называют *изотропными*.

Существуют *поликристаллы*, которые состоят из большого количества монокристаллов. В объеме поликристалла дальний порядок не соблюдается и, следовательно, анизотропия не наблюдается.

Наряду с кристаллическими твердыми телами существуют *аморфные тела*, у которых в отличие от кристаллов нет строгого порядка в расположении атомов. Только их ближние атомы-соседи располагаются в относительном порядке. Но строгой повторяемости во всех направлениях одного и того же элемента структуры в аморфных телах нет. В расположении атомов, как и у жидкостей, наблюдается лишь так называемый *ближний порядок*. Беспорядок в расположении атомов аморфных тел приводит к тому, что средние расстояния между атомами по разным направлениям оказываются одинаковыми. Поэтому аморфные тела *изотропны*. Аморфные тела делятся на чисто аморфные (сургуч, воск, смола и др.), которые никогда ни при каких условиях не переходят в кристаллическое состояние и стеклообразные, которые могут при определенных условиях перейти в кристаллическое состояние.

Чистые вещества в кристаллическом состоянии плавятся при определенной температуре, у аморфных тел нет определенной температуры перехода в жидкое состояние. В этом можно убедиться, построив графики зависимости (изменения)

температуры веществ от времени при нагревании или охлаждении, если равномерно подводить (или отводить) тепло от пробы вещества, взятого для эксперимента.

Методика выполнения работы

В установке (рис. 5.1) пробирка с исследуемым веществом и погруженным в него термодатчиком укреплена в кронштейне, который может перемещаться вдоль стойки штатива. Исследуемое вещество плавится при нагревании воды на электроплитке.

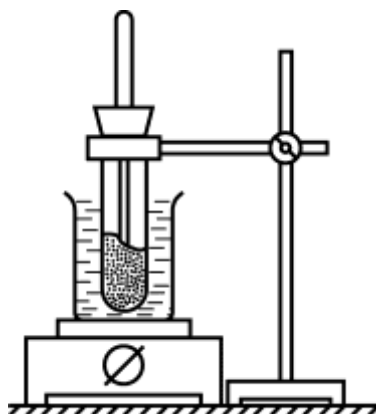


Рис.5.1

В данной работе температура вещества определяется с помощью терморезистора и градуировочного графика, время отсчета фиксируется секундомером.

Приборы и принадлежности	Технические характеристики
Исследуемые вещества (нафталин, парафин)	
Терморезисторы	
Комнатный термометр	
Барометр	
Сосуд для подогрева воды	
Электроплитка	
Секундомер или таймер	

Порядок выполнения работы

Не касайтесь электроплитки мокрыми руками!!!.

Задание 1. Наблюдение фазовых превращений при остывании расплавленного нафталина.

1. Наполните нагреваемый сосуд водой на 2 – 3 см ниже верхнего края.
2. Передвиньте и закрепите кронштейн, опустив пробирку с нафталином в сосуд с водой так, чтобы уровень воды был выше уровня нафталина в пробирке. Пробирка не должна касаться стенок сосуда.

3. Включите электроплитку в сеть, нагрейте и расплавьте нафталин.

4. Расплавленный нафталин нагрейте до температуры кипения воды и выключите электроплитку. Поднимите штатив с расплавленным нафталином и отодвиньте его от электроплитки. При дальнейших измерениях не изменяйте их расположение.

5. Проведите замеры температуры θ остывающего нафталина через 30 с (по секундомеру), записывая время t с начала остывания и показания и показания термодатчика в табл. 5.1. Для таблицы целесообразно выделить целую страницу. При нехватке места перейти на левую страницу. Общее время около 20 ÷ 30 мин.

Таблица 5.1

Вещество№1			Вещество№1		
Время t , сек	Показания термо-датчика	Температура θ , °C	Время t , сек	Показания термо-датчика	Температура θ , °C
0			0		
30			30		
60			60		
90			90		
...			...		
1500			1500		

6. Измерение температуры остывающего нафталина проведите до 50–55°С. Примечание. По окончании измерений термодатчик из затвердевшего нафталина не вынимать – он легко может разбиваться.

7. Подготовьте условия для выполнения задания 2, для чего пододвиньте к электроплитке второй штатив, опустите в сосуд с горячей водой пробирку с парафином, передвинув по стойке штатива кронштейн и закрепив его. Включите электроплитку на малую мощность.

8. По результатам измерений табл. 5.1 постройте на листе миллиметровой бумаги график $\theta(t)$ (см. рис. 5.2), из которого определите температуру кристаллизации (плавления) нафталина $\theta_{пл}$, ее абсолютную погрешность $\Delta\theta_{пл}$ и запишите $\theta_{пл} \pm \Delta\theta_{пл}$. Измерьте по барометру атмосферное давление P_A и также запишите его.

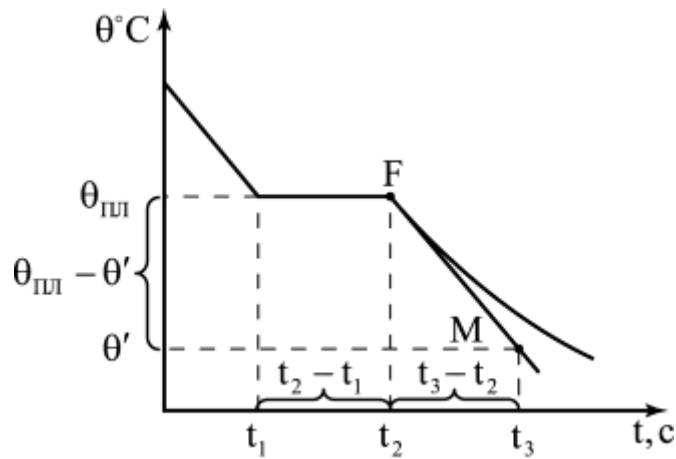


Рис.5.2

9. Из графика $\theta(t)$ определите моменты начала t_1 и окончания t_2 процесса кристаллизации нафталина, погрешности Δt_1 , Δt_2 . Значения t_1 , t_2 , а также длительность процесса кристаллизации $t_2 - t_1$ запишите в табл. 5.2.

Таблица 5.2

$\theta_{III}, ^\circ C$	t_2, c	t_1, c	$t_2 - t_1, c$	$\theta_{III} - \theta', ^\circ C$	$c, кДж/(кг \cdot K)$	$\lambda, Дж/кг$
					1,3	

10. Метод, которым удельная теплота плавления нафталина определяется по графику $\theta(t)$, основан на допущении, что скорости отвода тепла как в процессе кристаллизации нафталина, так и в продолжении его остывания сразу после кристаллизации одинаковы. Для определения λ в точке F графика $\theta(t)$ проведите касательную к наклонному участку графика (рис. 5.2), отвечающую постоянной скорости понижения температуры при остывании кристаллизовавшегося нафталина.

На касательной отметьте точку M , которая по температуре θ' лежит ниже точки F на $10 \div 20^\circ C$. Отметьте время t_3 и занесите его в таблицу 5.2.

11. Из равенства скоростей остывания

$$\frac{m\lambda}{t_2 - t_1} = \frac{cm(\theta_{III} - \theta')}{t_3 - t_2}$$

получаем

$$\lambda = c(\theta_{III} - \theta')(t_2 - t_1)/(t_3 - t_2),$$

где $c = 1,3 кДж/кг \cdot K$ – удельная теплоемкость твердого парафина.

Рассчитайте λ по указанной формуле, занесите в таблицу 5.2 и сравните с табличным значением.

Задание 2. Исследование зависимости температуры расплавленного парафина от времени его остывания.

1. Нагрев парафин в пробирке до температуры кипения воды, выполните операции и измерения по пп. 3 – 6 задания 1. Данные измерений записывайте в табл. 5.1.

2. Постройте на листе миллиметровой бумаги график зависимости $\theta(t)$ – температуры парафина от времени его остывания.

Из сравнения выявленной зависимости с аналогичной для нафталина сделайте выводы и запишите их в журнал.

Контрольные вопросы

1. Как изменяется агрегатное состояние воды при атмосферном давлении в интервале температур от -10°C до $+110^{\circ}\text{C}$?

2. В чем различие в поведении нафталина и парафина при нагревании от комнатной температуры до 100°C ?

3. Каким методом можно определить удельную теплоту плавления кристалла?

4. Приведите примеры аморфных и кристаллических материалов.

5. Почему алмаз и графит, одинаковые по составу, обладают различными свойствами?

6. Дать определение анизотропии. Какие вещества этим свойством обладают?

7. Возможен ли переход твердого тела из аморфного в кристаллическое состояние и наоборот? Если да, то объясните?

8. Аморфный стекловидный сахарный леденец засахаривается. Почему?

9. Известен факт, что аморфное стекло под влиянием ударных нагрузок мутнеет. Объясните этот факт.

Литература

1. Савельев И.В. Курс общей физики. В 5-ти т. Т. 3. Молекулярная физика и термодинамика. М.: Наука, 1998.

2. Сивухин Д.В. Общий курс физики. В 5-ти т. Т. 2. Термодинамика и молекулярная физика. М.: Наука, 1990.

3. Мякишев Г.Я., Синяков А.З. Молекулярная физика и термодинамика. М.: Дрофа, 2002.