

ПОРЯДОК ПРОВЕДЕНИЯ ОПЫТА

- Наблюдение шестифтористой серы как в жидком, так и в газообразном состояниях.
- Построение изотерм на p - V диаграмме и на pV - p диаграмме.
- Наблюдение отличия поведения реальных газов и газов в идеальном состоянии.
- Определение точки фазового перехода.
- Построение кривых давления для насыщенного пара.

ЦЕЛЬ ОПЫТА

Количественный анализ реального газа и определение его точки фазового перехода.

КРАТКОЕ ОПИСАНИЕ

Шестифтористая сера (SF_6) служит в качестве реального газа и исследуется в измерительной емкости с минимальным «мертвым» объемом. Шестифтористая сера особенно подходит для данного опыта, поскольку ее критическая температура ($T_c = 319\text{ K}$) и ее критическое давление ($p_c = 37,6$ бара) относительно низкие. К тому же она не токсична и совершенно безопасна при использовании в учебном процессе и на практических занятиях.

НЕОБХОДИМОЕ ОБОРУДОВАНИЕ

Кол-во	Наименование	№ по каталогу
1	Устройство для определения точки фазового перехода	U104001
1	Погружной/циркуляционный термостат (230 В, 50/60 Гц)	U144002-230 или
	Погружной/циркуляционный термостат (115 В, 50/60 Гц)	U144002-115
1	Цифровой быстродействующий карманный термометр	U11853
1	Никель-хром-никелевый погружной датчик типа К с диапазоном измерения от -65°C до 550°C	U11854
2	Силиконовая трубка диаметром 6 мм	U10146

Дополнительно требуются:
Шестифтористая сера (SF_6)

ПРИМЕЧАНИЕ

В соответствии с надлежащими методиками работы в лаборатории рекомендуется осуществлять подачу газов по жестким металлическим трубопроводам, особенно если регулярно используется устройство для определения точки фазового перехода. Для подключения к соответствующему газовому баллону используйте винтовое соединительное устройство для труб размером 1/8 дюйма (SW 11), которое входит в комплект поставки.

3

ОБЩИЕ ПРИНЦИПЫ

Точка фазового перехода реального газа характеризуется критической температурой T_c , критическим давлением p_c и критической плотностью ρ_c . Ниже критической температуры вещество находится в газообразном состоянии при больших объемах и в жидком состоянии при маленьких объемах. При промежуточных объемах оно может существовать как смесь жидкости и газа, в которой изменение объема в изотермических условиях вызывает изменение агрегатного состояния: газообразная фракция увеличивается с увеличением объема, а давление смеси остается постоянным. Поскольку жидкость и пары имеют разные плотности, они разделяются в поле тяготения. По мере повышения температуры плотность жидкости уменьшается, а плотность газа возрастает, пока эти две плотности не станут равными одному и тому же значению критической плотности. Выше критической температуры газ невозможно перевести в жидкое состояние. Однако в изотермических условиях газ не подчиняется закону Бойля-Мариотта, пока его температура не поднялась значительно выше критической температуры.

Шестифтористая сера (SF_6) особенно подходит для исследования свойства реальных газов, поскольку ее критическая температура ($T_c = 319\text{ K}$) и ее критическое давление ($p_c = 37,6$ бара) относительно низкие. К тому же она не токсична и совершенно безопасна при использовании в учебном процессе и на практических занятиях.

Устройство для изучения точки фазового перехода состоит из прозрачной измерительной емкости, которая имеет очень толстые стенки и способна выдерживать высокие давления. Внутренний объем емкости можно изменять, крутя штурвал, что позволяет осуществлять тонкую регулировку и снимать показания с точностью до 1/1000 максимального объема. Давление создается гидравлической системой, в которой используется касторовое масло фармакологического качества. Гидравлическая система отделена от емкости коническим резиновым уплотнением, которое втягивается при изменении объема. Такая конструкция гарантирует, что разницей давлений между измерительной емкостью и масляной частью на практике можно пренебречь. Поэтому вместо непосредственного измерения давления газа манометр измеряет давление масла, что позволяет избежать наличия «мертвого» объема в газовой части системы. Измерительная емкость заключена в прозрачную водяную камеру. В ходе проведения опыта термостатическая водяная ванна поддерживает строго контролируруемую и регулируемую постоянную температуру, которая измеряется цифровым термометром.

В ходе наблюдений перехода из газообразного в жидкое состояние и обратного процесса, тот факт, что «мертвый» объем очень мал, позволяет наблюдать образование первой капли жидкости или исчезновение последнего пузырька газа.

ОЦЕНОЧНЫЙ РАСЧЕТ

Зависимость давления от объема измеряется поточечно при постоянной температуре, и результаты наносятся на график в виде p - V диаграммы (диаграммы Клапейрона) и pV - p диаграммы (диаграммы Амега). Отклонение от поведения идеального газа сразу же становится явным и очевидным.

По этим диаграммам можно легко определить параметры точки фазового перехода и можно получить четкое экспериментальное подтверждение поведения реального газа.

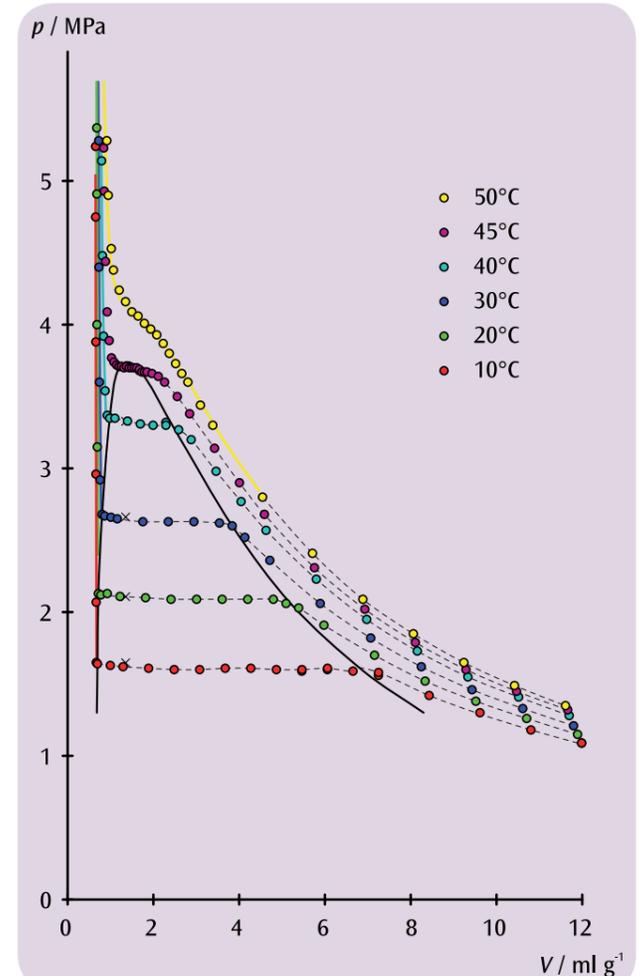


Рис. 1: p - V диаграмма шестифтористой серы