

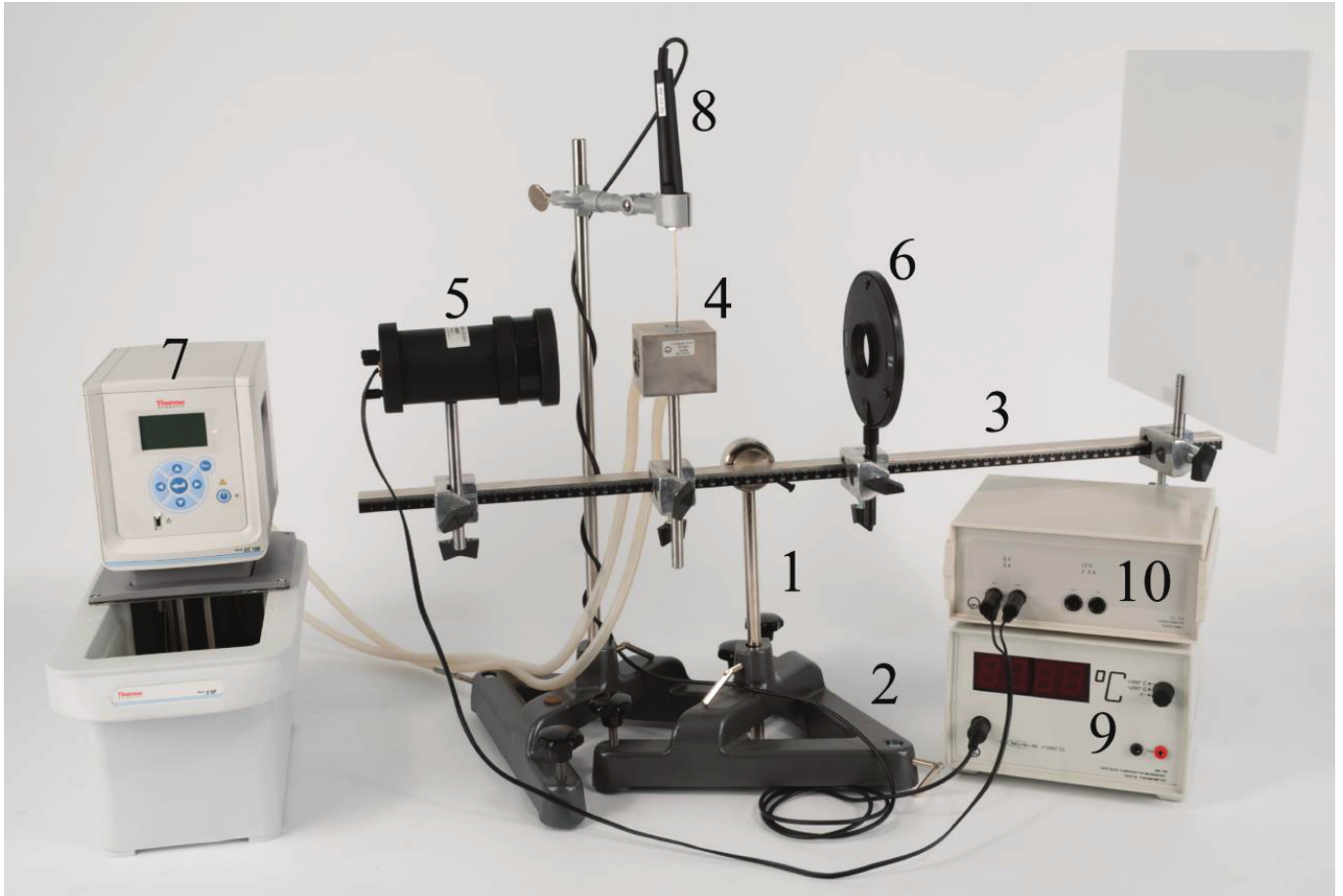
ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №17

НАБЛЮДЕНИЕ ФАЗОВОГО ПЕРЕХОДА ЖИДКОСТЬ–ГАЗ В КРИТИЧЕСКОЙ ТОЧКЕ

Поляков Даниил, Б23-ФЗ

Цель работы: исследование различных стадий фазового перехода жидкость-газ вещества SF_6 в критической точке.

Оборудование:



- 1) Вертикальная стойка;
- 2) Устойчивая подставка;
- 3) Оптическая скамья;
- 4) Барокамера, содержащая гексафторид серы SF_6 ;
- 5) Осветитель;
- 6) Собирающая линза;
- 7) Циркуляционный термостат;
- 8) Термопара NiCr-Ni, подключенная к цифровому термометру;
- 9) Цифровой термометр (0.1 °C);
- 10) Преобразователь напряжения.

Порядок измерений

1. Укажем целевую температуру термостата $47\text{ }^{\circ}\text{C}$ и будем наблюдать за процессом нагревания вещества в барокамере по его проекции на экран. Этот процесс будем записывать на видеокамеру. Во время критического перехода снимем показания цифрового термометра.
2. После прохождения критической точки и завершения критического перехода настроим термостат на охлаждение, указав целевую температуру $40\text{ }^{\circ}\text{C}$. Процесс критической опалесценции продолжим записывать на камеру. Снимем температуру критического перехода с термометра.
3. По завершении критического перехода снова начнём нагревать вещество. Совершим ещё один цикл нагревания и охлаждения вещества и запишем его на видеокамеру.

Анализ результатов

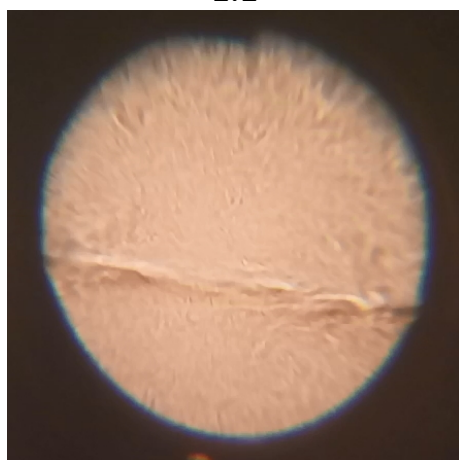
Первое нагревание вещества



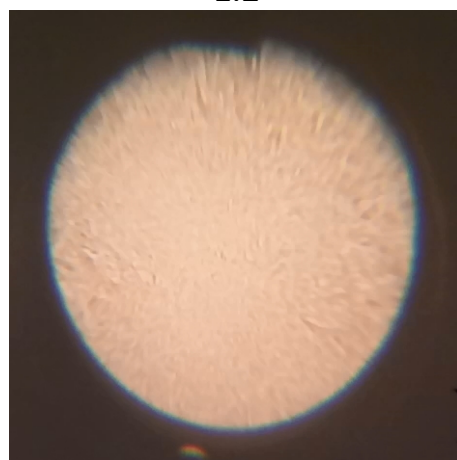
1.1



1.2



1.3



1.4

Рисунок 1. *Первое нагревание вещества*

До достижения критической температуры на экране отчётливо видна граница раздела двух фаз (мениск) (1.1). В процессе нагревания движение потока жидкости и газа в барокамере становится более хаотичным, изображение слегка темнеет (1.2), т.е. вещество мутнеет. При достижении критической температуры граница раздела фаз начинает искажаться и постепенно «растворяться» (1.3). В конце процесса вещество в барокамере переходит в состояние *сверхкритического флюида* – переход вещества через критическую точку завершён (1.4). Весь процесс, с первого до последнего изображения, занял около 40 секунд. Температура вещества, зафиксированная в момент времени, соответствующий 3-ему изображению, равна 45.4 ± 0.1 °C.

Первое охлаждение вещества

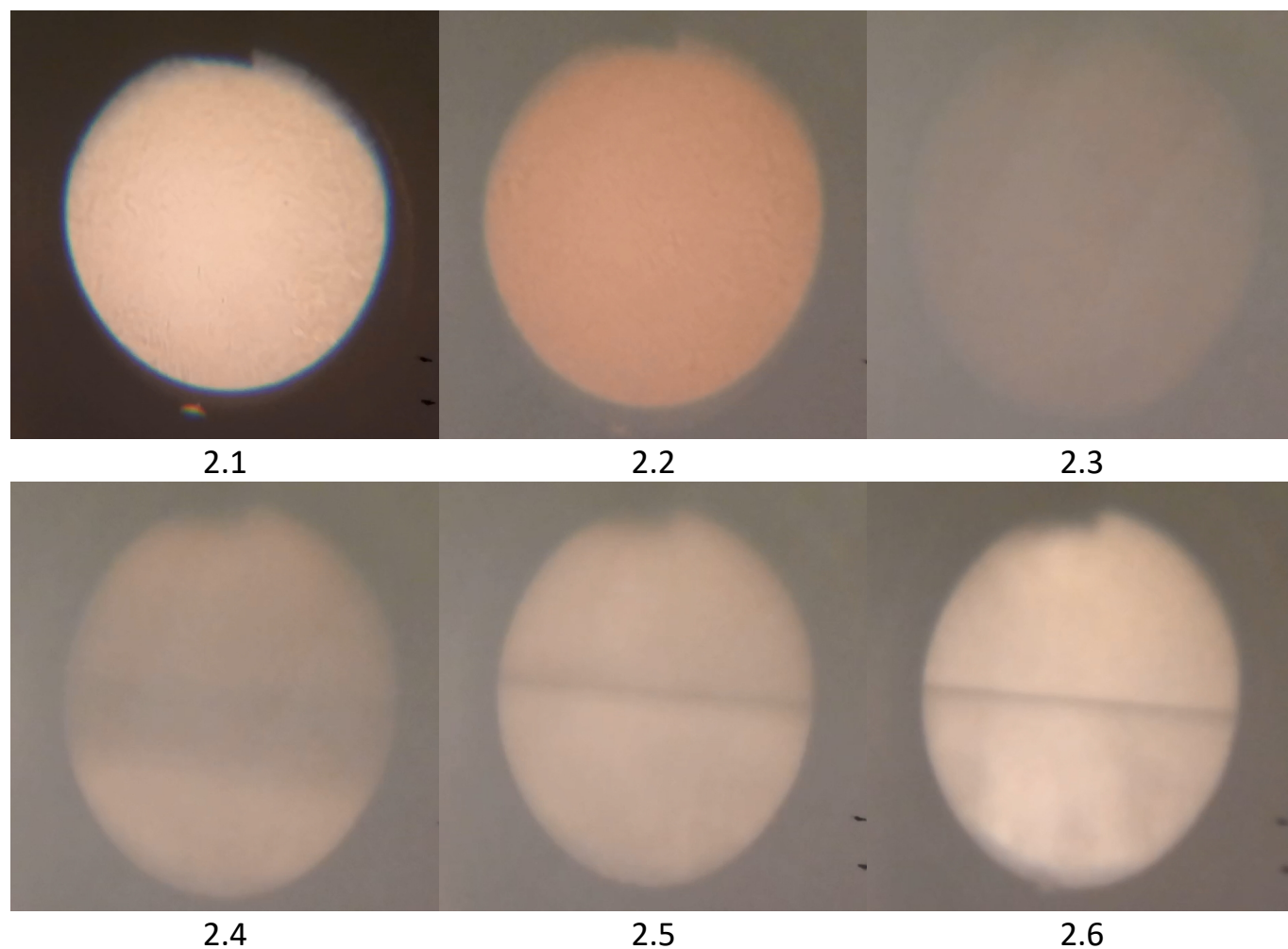


Рисунок 2. Первое охлаждение вещества

Процесс конденсации вещества в результате его охлаждения визуально отличается от процесса его испарения. В начальный момент времени (2.1) вещество хорошо пропускает свет лампы, и на экране наблюдается светлое пятно с видимыми флуктуациями. Постепенно изображение на экране темнеет (2.2), до тех пор, пока не станет почти невидимым (2.3). Вещество помутнело и вследствие этого не пропускает свет через себя. Затем по краям изображения возникают просветы, появляется граница раздела двух фаз (2.4), которая постепенно сужается. Затем изображение становится более чётким и светлеет со временем (2.5)(2.6). Весь процесс, с первого до последнего изображения, длился примерно 30 секунд. Температура, зафиксированная в момент 3-его изображения, равна 45.2 ± 0.1 °C.

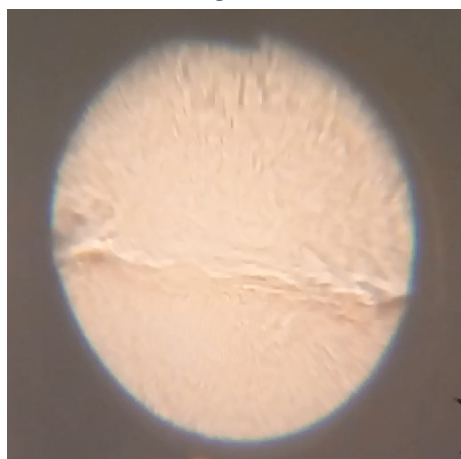
Второе нагревание вещества



3.1



3.2



3.3



3.4

Рисунок 3. Второе нагревание вещества

Процесс аналогичен наблюдавшемуся при первом нагревании вещества. Температура вещества, зафиксированная в момент времени, соответствующий 3-ему изображению, равна 45.4 ± 0.1 °C (такая же, как при первом процессе).

Второе охлаждение вещества

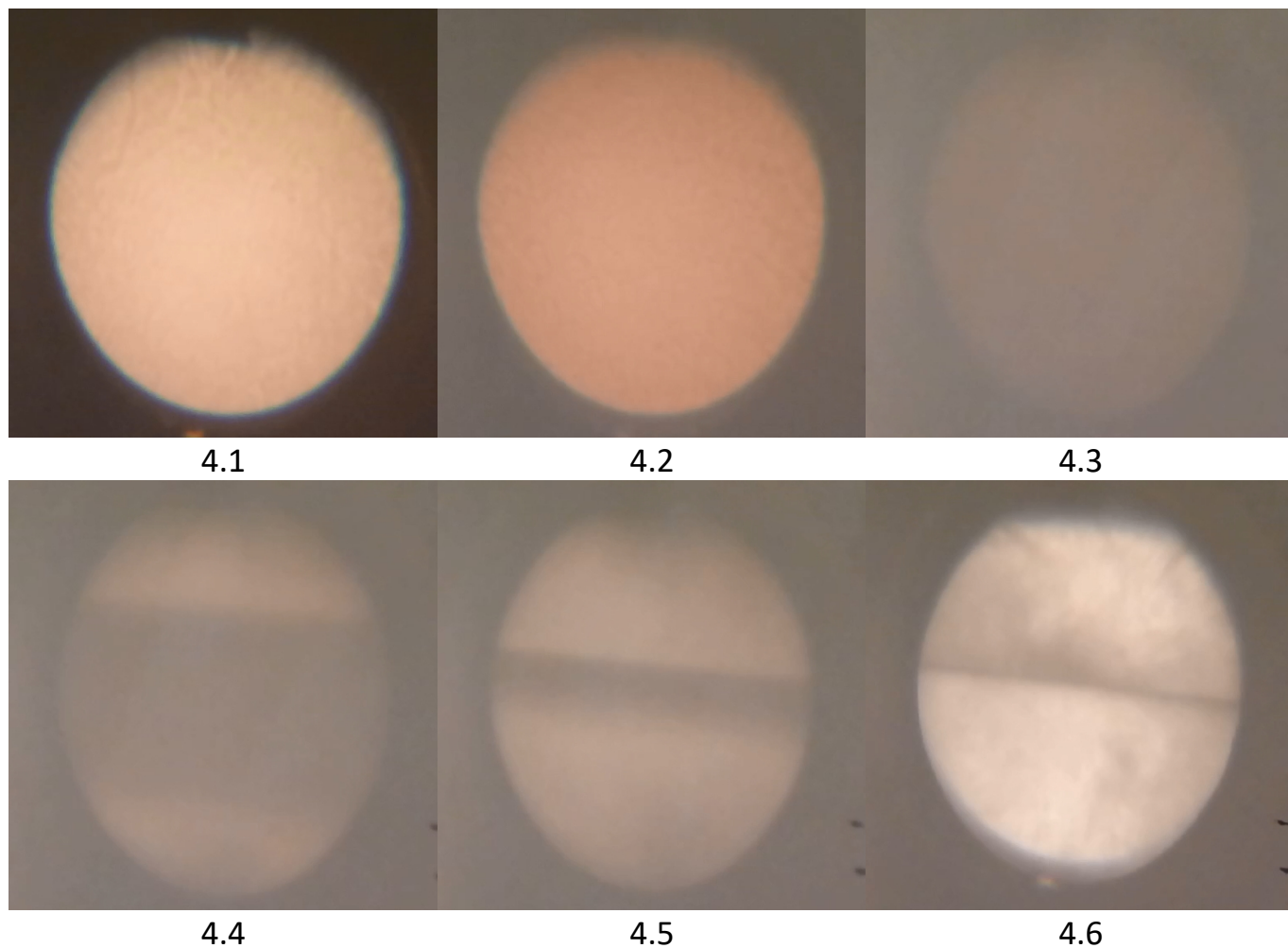


Рисунок 4. Второе охлаждение вещества

Процесс аналогичен наблюдавшемуся при первом охлаждении вещества. Температура вещества, зафиксированная в момент времени, соответствующий 3-ему изображению, равна 45.1 ± 0.1 °C.

Выводы

Получили значения критической температуры:

- 45.4 ± 0.1 °C при нагревании в обоих опытах (рис. **1** и **3**);
- 45.2 ± 0.1 °C (рис. **2**) и 45.1 ± 0.1 °C (рис. **4**) при охлаждении.

Расхождение экспериментальных результатов с теоретическим значением (45.5 °C) связано с отсутствием термодинамического равновесия в системе во время измерения температуры и низкой точностью измерения термометра.

Переход вещества гексафторида серы SF_6 через точку критической опалесценции сопровождается его помутнением и плавным «растворением» мениска, после чего бывшие отличными фазы приобретают равную по значению плотность и вещество переходит в состояние сверхкритического флюида.