

253. ИЗМЕРЕНИЕ ЗАВИСИМОСТИ ЛИНЕЙНОГО РАСШИРЕНИЯ ТВЕРДЫХ ТЕЛ ОТ ТЕМПЕРАТУРЫ

Введение

Длина S твердого тела линейно зависит от его температуры:

$$S = S_0(1 + \alpha \cdot \theta) \quad (1)$$

где S_0 - длина при комнатной температуре, θ - температура при 0°C , α - коэффициент линейного расширения тела. Коэффициент линейного расширения зависит от материала твердого тела. В данной работе циркуляционный термостат используется для нагрева воды, которая протекает сквозь различные образцы трубок. Измеритель с градуировкой шкалой 0,01 используется для измерения изменения длины $\Delta S = S - S_0$ в зависимости от температуры θ .

Для данной температуры разность между комнатной температурой θ_1 и температурой θ_2 , изменение длины ΔS пропорционально общей длине S_1 при комнатной температуре

$$\Delta S \sim S_1 \quad (2)$$

В частности мы можем сказать:

$$\alpha = \frac{\Delta S}{S_1} \cdot \frac{1}{(\theta_2 - \theta_1)} \quad (3)$$

Цель работы

Измерить коэффициент линейного теплового расширения латунной, стальной и стеклянной трубок.

Решаемые задачи

- ✓ пронаблюдать линейное расширение твердых тел.
- ✓ измерить коэффициенты линейного расширения стекла, стали и латунных трубок.

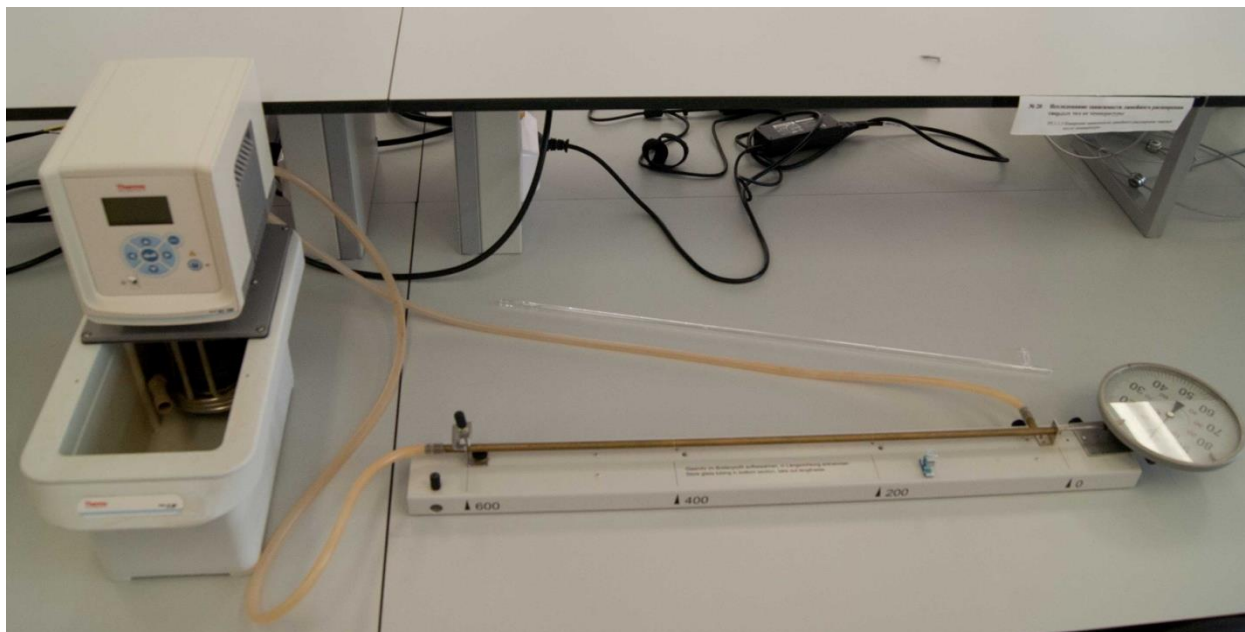
Техника безопасности

- ✓ Внимание: в работе используется стекло.
- ✓ Будьте предельно внимательны при работе с горячей водой.


Экспериментальная установка

Приборы и принадлежности

- ✓ Аппарат для демонстрации теплового расширения
- ✓ Держатель для стрелочного индикатора
- ✓ Измеритель
- ✓ Термостат
- ✓ Силиконовые трубки, диам. $7 \times 1,5$ мм, 1 м.



Порядок выполнения работы

1. Определите комнатную температуру и запишите ее.
2. Установите латунную трубку.
3. Вращая шкалу индикатора за кожух, установите его в нулевое положение.
4. Включите термостат. Установите на дисплее термостата температуру 30 градусов. Для этого, используя клавишу «вверх» выделите вторую строчку. Нажмите «Enter» для редактирования. Перемещайте курсор клавишами «вправо» и «влево» и изменяйте цифры с помощью клавиш «вверх» и «вниз». Установите нужное значение температуры. Зафиксируйте установленное значение клавишей «Enter». Далее выделите третью строчку со значком  и включите термостат нажав клавишу «Enter». ►
5. Дождитесь повышения температуры.
6. Запишите максимальное отклонение стрелочного индикатора.

7. Повышайте температуру на дисплее термостата температуру на 5 градусов, записывайте отклонение стрелочного индикатора, при нагревании трубки. Максимальное значение температуры 90 °С.
8. Дождитесь остывания латунной трубки до комнатной температуры.
9. Из парового генератора откачайте горячую воду, налейте холодную воду.
10. Замените латунную трубку стальной.
11. Проверьте нулевую позицию прибора с круговой шкалой.
12. Проведите измерения для стальной трубки, выполнив пункты 4-9.
13. Замените стальную трубку стеклянной, проведите измерения, выполнив пункты 4-9.
14. Вычислите коэффициенты линейного расширения латунной, стальной, стеклянной трубок. Сравните полученные результаты с табличными.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ К РАБОТАМ

№221 «Исследование теплопроводности»

- 1) Явления переноса (диффузия, теплопроводность, вязкость).
- 2) Какие связи называются ковалентными и ионными?
- 3) Период кристаллической решетки и его зависимость от температуры.
- 4) Сколько степеней свободы приходится на одну колебательную связь?
- 5) Линейный и объемные коэффициенты расширения твердых тел. Связь между ними.

№222 «Определение вязкости жидкости с помощью шарикового вискозиметра»

- 1) Явления переноса (диффузия, теплопроводность, вязкость)
- 2) Какие течения жидкости называют ламинарными и турбулентными? Число Рейнольдса.
- 3) Какая физическая природа вязкости жидкости и газов? Как изменяется вязкость газа и жидкости при повышении температуры?
- 4) Вывод формулы зависимости скорости ламинарного течения в трубе от расстояния до центра трубы. (Закон Пуазейля).
- 5) Движение шарика в жидкости. Закон Стокса.
- 6) Как следует изменить массу и размер шарика для того, чтобы проводить измерения для более (менее) вязких жидкостей (газов)?

№223 "Исследование зависимости вязкости жидкости от температуры и концентрации на шариковом вискозиметре"

- 1) Явления переноса (диффузия, теплопроводность, вязкость)
- 2) Какие течения жидкости называют ламинарными и турбулентными? Число Рейнольдса.
- 3) Какая физическая природа вязкости жидкости и газов? Как изменяется вязкость газа и жидкости при повышении температуры?
- 4) Вывод формулы зависимости скорости ламинарного течения в трубе от расстояния до центра трубы. (Закон Пуазейля).
- 5) Движение шарика в жидкости.
- 6) Как следует изменить массу и размер шарика для того, чтобы проводить измерения для более (менее) вязких жидкостей (газов)?

№250 «Определение плотности растворов»

1. Устройство и принцип работы ареометра.
2. Почему верхняя часть ареометра узкая и имеет постоянное сечение, а нижняя широкая и может иметь ряд утолщений и сужений?
3. Как зависит глубина погружения цилиндрического ареометра от плотности жидкости? Какие ограничения накладывает эта зависимость на изготовление ареометров?
4. Что такое раствор и насыщенный раствор? Механизм растворения. Чем определяется степень насыщения растворов?
5. Единицы концентрации растворов и их соотношение.
6. Ареометр отградуирован при комнатной температуре. Каковы погрешности при использовании его при повышенных температурах?

№251 «Измерение поверхностного натяжения методом отрыва»

1. Что такое сила поверхностного натяжения?
2. Как определяется коэффициент поверхностного натяжения при динамическом и энергетическом рассмотрении этого явления?
3. Как зависит коэффициент поверхностного натяжения от температуры и наличия примесей.
4. Явление смачивания. Что такое краевой угол?
5. Условия динамического равновесия капли жидкости на поверхности твердого тела, на поверхности другой жидкости.
6. Капиллярные явления. Давление под изогнутой поверхностью. Формула Лапласа.

№252 «Определение коэффициента объемного расширения жидкостей»

- 1) Свойства жидкостей.
- 2) Объемные коэффициенты расширения жидкости.

№253 «Исследование зависимости линейного расширения твердых тел от температуры»

- 1) Какие связи называются ковалентными и ионными?
- 2) Период кристаллической решетки и его зависимость от температуры.
- 3) Сколько степеней свободы приходится на одну колебательную связь?
- 4) Линейный и объемные коэффициенты расширения твердых тел. Связь между ними.

№254 «Определение удельной теплоемкости твердых тел»

- 1) Строение твердых тел
- 2) Понятие удельной теплоемкости для твердых тел.
- 3) Законы Эйнштейна, Дебая, Дюлонга – Пти.

ИНСТИТУТ ФИЗИКИ
КАЗАНСКОГО (ПРИВОЛЖСКОГО) ФЕДЕРАЛЬНОГО УНИВЕРСИТЕТА
Кафедра общей физики

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ЗАДАЧИ
ОБЩЕГО ФИЗИЧЕСКОГО ПРАКТИКУМА
ПО МОЛЕКУЛЯРНОЙ ФИЗИКЕ и ТЕРМОДИНАМИКЕ
Процессы переноса. Твердые тела и жидкости.

Казань – 2015

УДК 530.10
ББК 22.36
Э 41

Печатается по рекомендации
Учебно-методической комиссии
Института Физики
Казанского (Приволжского) федерального университета

Составители:

профессор кафедры общей физики Ерёмина Р.М.
доцент кафедры общей физики Скворцов А.И.
доцент кафедры общей физики Мутыгуллина А.А.
ассистент кафедры общей физики Салихова О.Б.
ассистент кафедры общей физики Блохин Д.С.

Рецензент – В.А.Уланов, д.ф.-м.н., профессор кафедры промышленной электроники Казанского государственного энергетического университета

Э 41 Экспериментальные задачи общего физического практикума по молекулярной физике и термодинамике. Процессы переноса. Жидкости и твердые тела.:/ сост. Р.М. Ерёмина, А.И. Скворцов, А.А. Мутыгуллина и др.-Казань: Казан.ун-т, 2015.-42с.

Методическое пособие «Экспериментальные задачи общего физического практикума по молекулярной физике и термодинамике. Процессы переноса. Жидкости и твердые тела. » предназначено для студентов естественно-научных специальностей университетов. Приводятся описания лабораторных работ физического практикума общего курса физики, раздел «Молекулярная физика и термодинамика», по теме «Процессы переноса. Жидкости и твердые тела». В каждой работе даны подробные описания установок, ход выполнения работ и список вопросов для самостоятельной подготовки.

УДК 530.10
ББК 22.36
Э 41

©Казанский университет, 2015