

Расширение воздуха при постоянном давлении



Физика

Механика

Механика жидкостей и газов

Физика

Термодинамика

Температура и теплопроводимость

Физика

Термодинамика

Кинетика и газовые законы

Химия

Общая химия

Стойхиометрия



Уровень сложности

средний



Размер группы

2



Время подготовки

10 Минут



Время выполнения

10 Минут

PHYWE
excellence in science

Информация для учителей

Описание

PHYWE
excellence in science

Экспериментальная
установка

Нагревание объема воздуха может привести как к увеличению объема, так и к повышению давления. В этом эксперименте давление должно поддерживаться постоянным, чтобы наблюдать увеличение объема.

Дополнительная информация для учителей (1/2)

PHYWE
excellence in science

Предварительные знания



Обязательным условием является безопасное обращение с горелкой Бунзена.

Принцип



Нагревание веществ может привести как к увеличению объема при постоянном давлении, так и к увеличению давления при постоянном объеме. Газы при нагревании расширяются больше, чем жидкости. В этом эксперименте учащиеся наблюдают расширение объема воздуха при неизменном давлении.

Дополнительная информация для учителей (2/2)

PHYWE
excellence in science

Цель



Необходимо продемонстрировать и измерить расширение воздуха при нагревании. Кроме того, этот процесс можно охарактеризовать, определив коэффициент объемного расширения воздуха.

Задачи



Учащиеся должны нагреть воздух в закрытой системе (колба Эрленмейера) и поддерживать постоянное давление с помощью манометра. Расширение нагретого воздуха необходимо измерять по уровню жидкости на манометре, чтобы рассчитать зависимость между температурой и объемом воздуха.

В дополнительной задаче рассчитывается коэффициент объемного расширения и сравнивается с величиной, обратной абсолютной температуре.

Указания по технике

PHYWE
excellence in science

Для этого эксперимента применяются общие инструкции по безопасному проведению экспериментов при преподавании естественных наук.

Чтобы упростить вставку термометров и стеклянных трубок в пробки и избежать травм осколками стекла, стеклянные детали необходимо предварительно натереть небольшим количеством глицерина. Перед измерениями необходимо удалить излишки глицерина, иначе он может повлиять на поведение анализируемых веществ.

PHYWE
excellence in science

Информация для учеников

Мотивация

PHYWE
excellence in science

Спущенная шина велосипеда

Почему велосипедные шины иногда лопаются в жаркий летний день?

Когда газ (воздух - это смесь газов) нагревается, то он, если может, расширяется. При этом объем воздуха увеличивается, и он занимает больше места. Внутренняя трубка велосипеда может вмещать только ограниченное количество воздуха, и если объем воздуха становится слишком большим, трубка может лопнуть.

Часто шины накачиваются наглухо в прохладном подвале, но затем, попадая на жаркое солнце, лопаются.

Задачи

PHYWE
excellence in science

Экспериментальная установка

Измерьте расширение объема воздуха при нагревании, если давление остается постоянным (равным внешнему давлению воздуха). Опишите ход кривой измеренных значений и сделайте вывод о зависимости между объемом и температурой воздуха.

В дополнительной задаче необходимо рассчитать коэффициент объемного расширения.

Оборудование

Позиция	Материал	Пункт No.	Количество
1	Основа штатива, PHYWE	02001-00	1
2	Штативный стержень, нерж. ст., l=250 мм, d = 10 мм	02031-00	1
3	Штативный стержень, нерж. ст., l=600 мм, , d = 10 мм	02037-00	2
4	Двойная муфта	02043-00	1
5	Держатель для стеклянной трубки	05961-00	1
6	Кольцо с зажимом, внутр. диам. 10 см	37701-01	1
7	Проволочная сетка с керамикой, 160x160 мм	33287-01	1
8	Универсальный зажим	37715-01	1
9	Стержень - мешалка	04404-10	1
10	Мензурка, низкая, 100 мл, пластмасса	36011-01	1
11	Мензурка, низкая, 400 мл,	46055-00	1
12	Колба Эрленмейера, 100 мл SB 29	MAU-EK17082301	1
13	Стеклянные трубки, прямые, d=8 мм, l=80 мм, 10 шт.	36701-65	1
14	Стеклянные трубки, d=8 мм, l=250 мм, 10 шт.	36701-68	1
15	Резиновая пробка, d=32/26 мм, с 1 отверстием, 7 мм	39258-01	1
16	Силиконовые трубки, внутренний d=7 мм	39296-00	1
17	Учебный термометр, -10...+110 °C	38005-10	1
18	Рулетка, l=2 м	09936-00	1
19	Горелка LABOGAZ 206, бутан	32178-00	1
20	Бутановый картридж, без вентиля, 190 г	47535-01	1
21	Глицерин, 99%, 250 мл	30084-25	1

Дополнительные материалы

PHYWE
excellence in science

позиция материал количество

1	Ножницы	1
2	Спички	1
3	Фломастер	1

Подготовка (1/6)

PHYWE
excellence in science

1. Поместите горелку Бунзена в основание горелки и установите ее так, чтобы она не шаталась (рис. 1 + 2).
2. Соедините две половинки основания штатива с помощью короткого штативного стержня (рис. 3).



Рис. 1



Рис. 2



Рис. 3

Подготовка (2/6)

PHYWE
excellence in science

3. Скрутите вместе половинки двух длинных штативных стержней (рис. 4).
4. Прикрепите штативные стержни к половинкам основания штатива и зафиксируйте их на месте с помощью винтов (рис. 5).
5. Прикрепите один над другим к штативному стержню кольцевой держатель с проволочной сеткой и универсальный зажим с помощью двойной муфты (рис. 6).
6. Установите под проволочную сетку газовую горелку и прикрепите ко второму штативному стержню держатель стеклянных трубок (рис. 7)

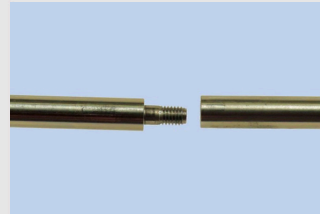


Рис. 4

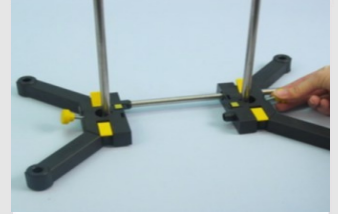


Рис. 5

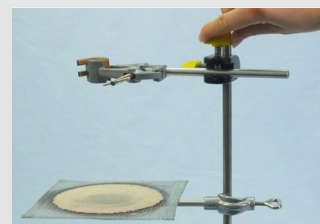


Рис. 6



Рис. 7

Подготовка (3/6)

PHYWE
excellence in science

7. Прикрепите рулетку к держателю стеклянной трубки (рис. 8).
8. Соберите U-образный манометр из двух стеклянных трубок длиной 250 мм и куска силиконовой трубки (длиной примерно 50 см) и закрепите его в держателе стеклянной трубки с ножками разной высоты (рис. 9 + 10).

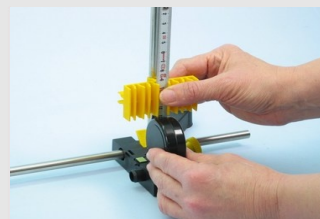


Рис. 8

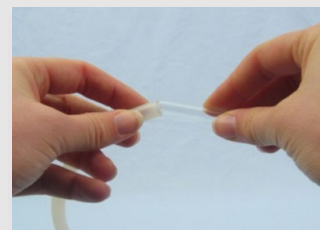


Рис. 9

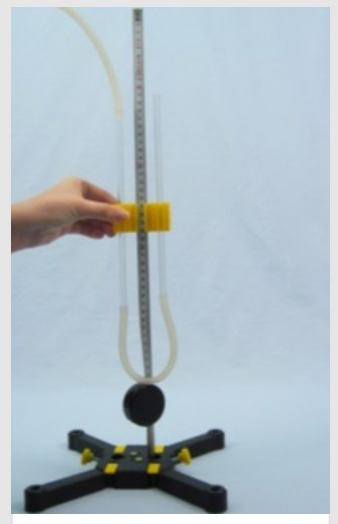


Рис. 10

Подготовка (4/6)

PHYWE
excellence in science



Рис. 11



Рис. 12

9. Вставьте маленькую стеклянную трубку в резиновую пробку и осторожно закройте колбу Эрленмейера пробкой (рис. 11 + 12).

10. С помощью маленькой мензурки наполняйте манометр до тех пор, пока вода в ножке *b* не окажется чуть ниже стеклянной трубки (примерно 0,5 см). (рис. 13).



Рис. 13

Подготовка (5/6)

PHYWE
excellence in science

11. Поместите колбу Эрленмейера в мензурку объемом 400 мл и закрепите ее универсальным зажимом так, чтобы она находилась как можно глубже (рис. 14).

12. Затем полностью наполните мензурку объемом 400 мл водой (рис. 15).



Рис. 14



Рис. 15

Подготовка (6/6)

PHYWE
excellence in science

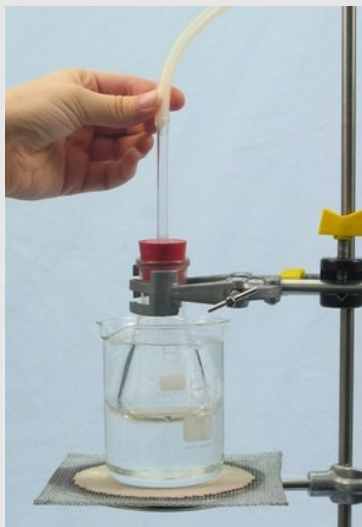
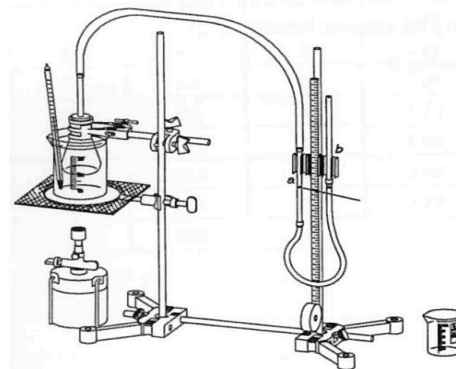


Рис. 16

13. Подсоедините стеклянную трубку в пробке через трубку (длиной около 50 см) к ножке *a* манометра (рис. 16).

14. Готовая экспериментальная установка должна выглядеть, как показано на рисунке справа.



Выполнение работы (1/3)

PHYWE
excellence in science

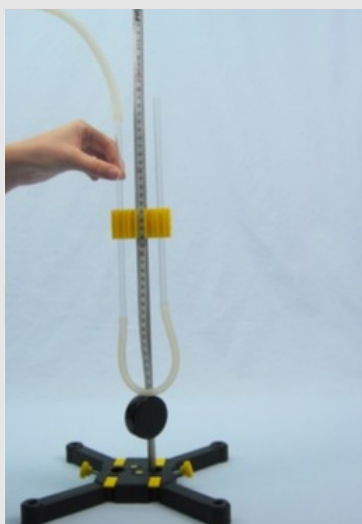


Рис. 17

1. Запишите начальную температуру ϑ_0 воды в мензурке в таблицу в протоколе.

2. Установите уровни воды на одинаковую высоту в ножках *a* и *b* (давление в колбе Эрленмейера равно внешнему давлению воздуха (рис. 17)).

3. Отметьте уровень воды в ножке *a* фломастером (рис. 18).

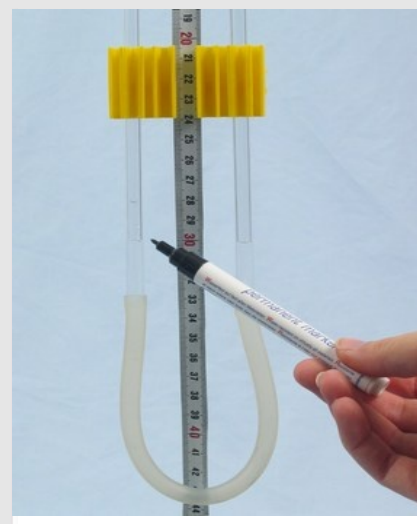


Рис. 18

Выполнение работы (2/3)

PHYWE
excellence in science

4. Нагрейте воду на короткое время (прибл. 15 с), а затем снимите горелку (температура должна повыситься только на 1 °С, если возможно).

5. Тщательно перемешивайте воду в течение 1-2 минут, чтобы воздух в колбе Эрленмейера приобрел температуру воды (рис. 19).

6. Запишите температуру воды в таблицу в протоколе.

Внимание! Когда вода нагревается, кольцо штатива и проволоочная сетка сильно нагреваются!



Рис. 19

Выполнение работы (3/3)

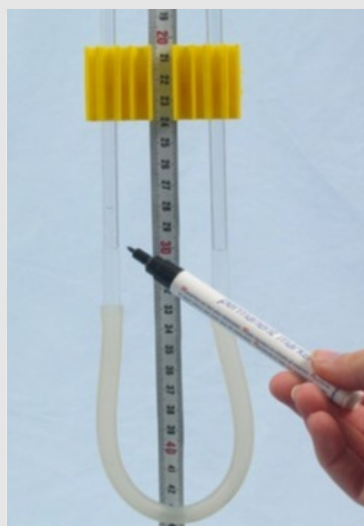
PHYWE
excellence in science

Рис. 20

7. Установите уровень воды на обеих ножках манометра на одинаковую высоту (опустите колено b вниз).

8. Измерьте расстояние Δ_l на участке a от отметки до уровня воды и запишите их в таблицу (рис. 20).

9. Продолжайте нагревать воздух с шагом в 1 °С и определите дальнейшие значения для Δ_l в зависимости от температуры.

PHYWE
excellence in science

Протокол

Наблюдение

PHYWE
excellence in science

Какова начальная температура ϑ_0 (°C)?



Результаты (1/2)

1. Запишите показания для Δl в таблицу.
2. Вычислите разность температур $\Delta\vartheta = \vartheta - \vartheta_0$ и введите ее в таблицу.
3. Вычислите изменение объема $\Delta V = (d/2)^2 \cdot \pi \cdot \Delta l$ запишите его в таблицу, где $d = 0,5$ см - внутренний диаметр стеклянной трубки.

Результаты (2/2)

ϑ (C°) Δl (см) $\Delta\vartheta$ (C°) ΔV (см³)

ϑ (C°)	Δl (см)	$\Delta\vartheta$ (C°)	ΔV (см ³)

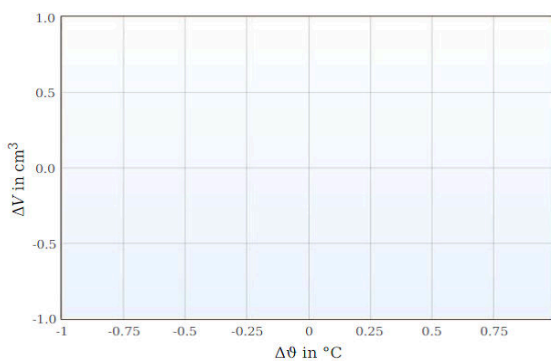
ϑ (C°) Δl (см) $\Delta\vartheta$ (C°) ΔV (см³)

ϑ (C°)	Δl (см)	$\Delta\vartheta$ (C°)	ΔV (см ³)

Задание 1

PHYWE
excellence in science

Нарисуйте на листе бумаги систему координат на основе приведенного ниже примера и занесите на график измеренные значения ΔV и $\Delta \vartheta$.



Задание 2

PHYWE
excellence in science

Определите объем воздуха V_0 в колбе Эрленмейера (до пробки), наполняя ее водой (мл).



Задание 3

Расширение воздуха при постоянном давлении описывается следующей формулой:

$$\Delta V = \gamma \cdot V_0 \cdot \Delta \vartheta.$$

Вычислите коэффициент объемного расширения γ по измеренным значениям на диаграмме:

$$\gamma = \boxed{} \cdot 10^{-3} (\text{°C})^{-1}$$

Задание 4

Какова зависимость между изменением объема (ΔV) и изменением температуры ($\Delta \vartheta$) (см. задание 1)?

- Экспоненциальная
- Варьируется в зависимости от начальной температуры
- Линейная

Проверьте

Задание 5

PHYWE
excellence in science

Сколько К соответствует температуре 20 °C?

 267,15 К 293,15 К 281,15 К Проверьте

Задание 6

PHYWE
excellence in science

Преобразуйте начальную температуру ϑ_0 в градусы Кельвина (T_0) и получите отношение $1/T_0$

Какая связь между числовыми значениями γ и $1/T_0$?

 Они взаимно дополняют друг друга Примерно одинакового размера γ является корнем из $1/T_0$ Проверьте

Задание 7

Что влияет на давление воды в манометре?

- Давление воздуха
- Высота водяного столба
- Общая масса воды

✓ Проверьте

Слайд	Оценка/Всего
Слайд 27: Взаимосвязь между объемом и изменением температуры	0/1
Слайд 28: Пересчет из К в °C	0/1
Слайд 29: Соотношение γ на $1/T_0$	0/1
Слайд 30: Влияние на давление воды	0/2

Всего  0/5

 Решения

 Повторите

 Экспорт текста