

Расширение воздуха при постоянном объеме



Физика

Механика

Механика жидкостей и газов

Физика

Термодинамика

Температура и теплопроводимость

Физика

Термодинамика

Кинетика и газовые законы

Химия

Общая химия

Стоихиометрия



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 увеличению давления. В этом эксперименте объем газа должен поддерживаться постоянным. Это достигается путем отметки начального уровня воды на ножке а манометра и доведения уровня воды до этой отметки перед считыванием давления.

Дополнительная информация для учителей (1/2)

PHYWE
excellence in scienceПредварительные
знания

Обязательным условием является безопасное обращение с горелкой Бунзена.

Принцип



Нагревание веществ может привести как к увеличению их объема при постоянном давлении, так и к увеличению давления при постоянном объеме. При нагревании газы расширяются больше, чем жидкости. В этом эксперименте для наблюдения за увеличением давления необходимо, чтобы объем поддерживался постоянным.

Дополнительная информация для учителей (2/2)

PHYWE
excellence in science

Цель



В этом эксперименте следует продемонстрировать и измерить увеличение давления воздуха при нагревании. Кроме того, одной из характеристик этого процесса является определение коэффициента напряжения.

Задачи



Учащиеся должны нагреть воздух в закрытой системе (колбе Эрленмейера) и поддерживать постоянный объем с помощью уровня воды. Для исследования взаимосвязи между температурой и давлением необходимо рассчитать увеличение давления с помощью различных уровней воды в манометре.

В дополнительном задании необходимо вычислить коэффициент напряжения и сравнить его с величиной, обратной абсолютной температуре.

Инструкции по технике безопасности

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 части необходимо предварительно смазать 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

Почему велосипедные шины могут лопнуть на солнце?

Когда газ в шине (воздух - это смесь газов) нагревается, то он, пока это возможно, расширяется. Поскольку пространство в шине ограничено, газ не может долго расширяться. Это приводит к увеличению давления газа, при этом шина становится все туже и туже, пока, наконец, не разрывается.

Часто шину накачивают в прохладном подвале. На солнце воздух в ней нагревается и давление увеличивается еще больше до тех пор, пока шина не лопнет.

Задание

PHYWE
excellence in science

Экспериментальная установка

Измерьте увеличение давления в заданном объеме воздуха при нагревании. Опишите ход кривой измеренных значений и сделайте выводы о зависимости между давлением и температурой воздуха.

В дополнительном задании вычислите коэффициент напряжения и сравните его с величиной, обратной абсолютной температуре.

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

Номер	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 так, чтобы она не шаталась (**рис. 1 +2**).
2. Соедините две половины 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

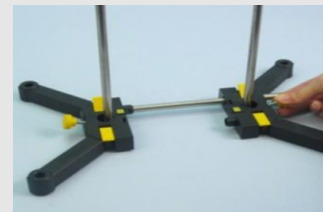


Рис. 5

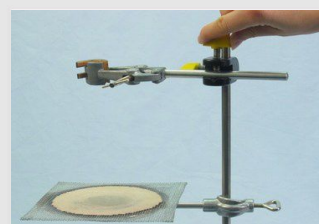


Рис. 6



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).

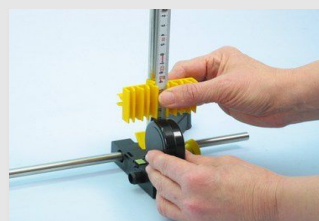


Рис. 8

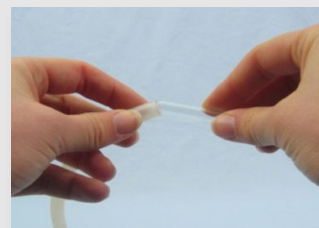


Рис. 9



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 медленно наполняйте манометр до тех пор, пока вода в обеих стеклянных трубках не поднимется на 1 см (рис. 13) (при этом не должно образовываться пузырьков воздуха). Кусок силиконовой трубки на стеклянной трубке может служить в качестве приспособления для заполнения.



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. Полностью заполните мензурку водой (рис. 15).



Рис. 14



Рис. 15

Подготовка (6/6)

PHYWE
excellence in science

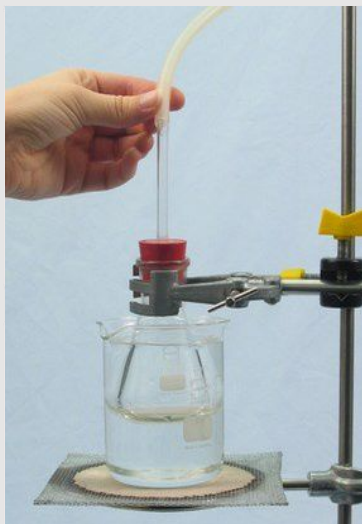
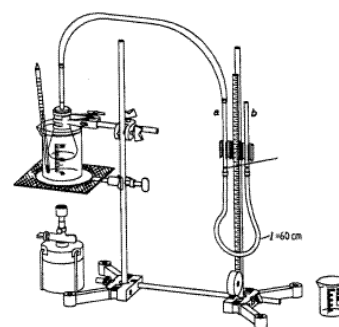


Рис. 16

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

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



Выполнение работы (1/3)

PHYWE
excellence in science

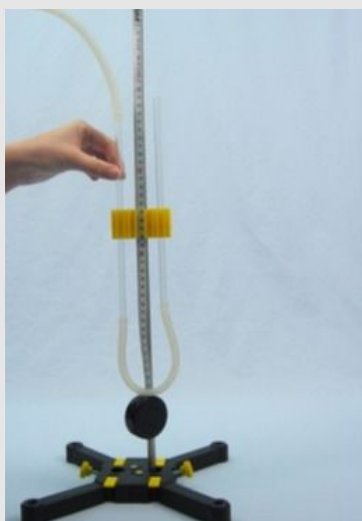


Рис. 17

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* (начальное давление в колбе Эрленмейера равно внешнему давлению воздуха, рис.17).

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

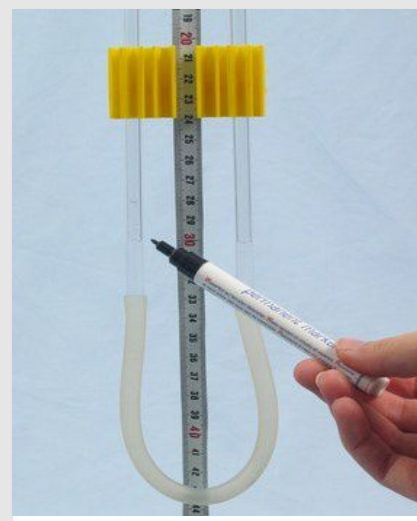


Рис. 18

Выполнение работы (2/3)

PHYWE
excellence in science

4. Нагрейте воду на короткое время (около 15 с), а затем уберите горелку (по возможности температура должна повыситься только на 1 °С).

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 проволочная сетка становятся очень горячими!



Рис. 19

Выполнение работы (3/3)

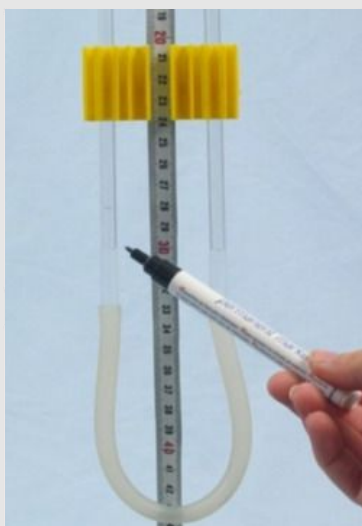
PHYWE
excellence in science

Рис. 20

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

8. Измерьте расстояние Δl двух уровней воды в ножках манометра и запишите их в таблицу (рис. 20).

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

PHYWE
excellence in science

Протокол

Наблюдение

PHYWE
excellence in science

Какова начальная температура ϑ_0 (°C)?



Результаты

PHYWE
excellence in science

ϑ (C°) Δl (см) $\Delta\vartheta$ (C°) Δp (гПа)

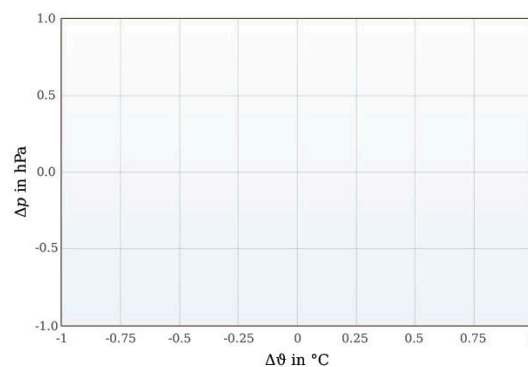
ϑ (C°)	Δl (см)	$\Delta\vartheta$ (C°)	Δp (гПа)

1. Запишите в таблицу свои показания для Δl .
2. Вычислите разность температур в каждом случае $\Delta\vartheta = \vartheta - \vartheta_0$ и запишите их.
3. Давление измеряется с помощью водяного столба в манометре. Для данного эксперимента достаточно следующего преобразования Δl (см) = Δp (гПа). Введите в таблицу значения для давления Δp в гПа.

Задание 1

PHYWE
excellence in science

Нарисуйте на листе бумаги систему координат на основе приведенного ниже примера и введите на график измеренные значения для Δp и $\Delta\vartheta$.



Задание 2

Определите текущее давление воздуха p_0 на манометре или решите следующие задачи, если

$$p_0 = 1013 \text{ гПа}$$

Увеличение давления воздуха при постоянном объеме описывается следующей формулой:

$$\Delta p = \beta \cdot p_0 \cdot \Delta \vartheta.$$

На основании измеренных значений, приведенных в таблице, рассчитайте коэффициент напряжения β воздуха при постоянном объеме.

$$\beta = \boxed{} \text{ } ^3 (\text{ } ^\circ \text{C})^{-1}$$

Задание 3

Что влияет на давление воды в манометре?

Высота водяного столба

Давление воздуха

Общая масса воды

Проверьте

Задание 4

Какова взаимосвязь между давлением и изменением температуры (см. задание 1)?

- Пропорциональная зависимость
- Изменяется в зависимости от температуры
- Экспоненциальная зависимость

✓ Проверьте

Задание 5

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

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

- Примерно одинаковы
- Они взаимно дополняют друг друга
- β является корнем из $1/T_0$

✓ Проверьте

Слайд	Оценка/Всего
Слайд 25: Влияние на давление воды	0/2
Слайд 26: Соотношение изменения давления и температуры	0/1
Слайд 27: Соотношение λ и $(1/T_0)$	0/1

Всего  0/4

 Решения

 Повторите

 Экспорт текста