

Определение молярной массы жидкости



Учащиеся узнают, как определить молярную массу жидкости.

Химия

Общая химия

Стойхиометрия



Уровень сложности

средний



Размер группы

2



Время подготовки

10 Минут



Время выполнения

10 Минут

PHYWE
excellence in science

Общая информация

Описание

PHYWE
excellence in science

Экспериментальная установка

Этот эксперимент посвящен определению молярной массы жидкости. Студенты определяют молярную массу диэтилового эфира и метанола и обсудят результаты с точки зрения реального и идеального поведения паров.

Метод определения молярной массы чистых жидкостей, которые могут быть полностью испарены без разложения, описанный выше, основан на теории идеальных газов. Уравнение состояния для идеальных газов дается следующим образом

$$p \cdot V_{mol} = R \cdot T$$

Прочая информация (1/2)

PHYWE
excellence in science

Предварительные знания



Студенты должны знать идеальные и обычные газы, уравнения состояния идеальных газов, объемные характеристики газов и определение молярной массы по методу плотности пара (Виктор Мейер).

Научный принцип



Молярная масса жидкости определяется путем испарения жидкости при постоянной температуре и давлении и измерения объема образовавшегося пара с помощью калиброванного газового шприца.

Другая информация (2/2)

PHYWE
excellence in science

Цель обучения



Учащиеся узнают, как определить молярную массу жидкости.

Задачи



Студенты определяют молярные массы диэтилового эфира и метанола и обсудят результаты с точки зрения реального и идеального поведения паров.

Указания по технике безопасности

PHYWE
excellence in science



- Используйте подходящие защитные перчатки, защитные очки и подходящую одежду.
- Для этого эксперимента применяются общие инструкции по безопасному проведению экспериментов на уроках естествознания.
- Для H- и P-фраз, пожалуйста, обратитесь к паспорту безопасности соответствующего химического вещества.

Теория

PHYWE
excellence in science

Метод определения молярной массы чистых жидкостей, которые могут быть полностью испарены без разложения, описанный выше, основан на теории идеальных газов. Уравнение состояния для идеальных газов дается следующим образом

$$p \cdot V_{mol} = R \cdot T \quad (1)$$

или

$$p \cdot V = n \cdot R \cdot T$$

p Давление

V Объем

V_{mol} Молярный объем



Оборудование

Позиция	Материал	Пункт No.	Количество
1	Набор оборудования для проверки газовых законов со стеклянным кожухом, 230 В	43003-88	1
2	Лабораторный термометр, -10..+150°C	38058-00	2
3	Электронная погодная метеостанция	87997-10	1
4	Шприц, 1 мл, LUER, 100 шт.	02593-10	1
5	Полая игла, 20 шт.	02599-10	1
6	Шарики для кипения, 200 г	36937-20	1
7	Регулятор мощности	32288-93	1
8	Метанол, 500 мл	30142-50	1
9	Диэтиловый эфир, 250 мл	30007-25	1
10	Вода, дистиллирован., 5 л	31246-81	1



Подготовка и выполнение работы

Подготовка и выполнение работы (1/3)

- Соберите установку, как показано на рис. справа.
- Вставьте газовый шприц объемом 100 мл в стеклянный кожух (дополнительную информацию см. в инструкции по эксплуатации стеклянного кожуха). Надавите на поршень сухого и чистого стеклянного шприца до деления 5 мл. Этот небольшой объем воздуха должен быть заключен в шприц, чтобы облегчить введение исследуемой жидкости.
- Закройте конец капиллярной трубки стеклянного шприца, выступающий из стеклянного кожуха резиновым колпачком, чтобы шприц был газонепроницаемым. Шприц должен быть втянут в стеклянный кожух настолько далеко, чтобы резиновый колпачок прилегал непосредственно к соединительной втулке чтобы избежать образования охлаждающей поверхности на капиллярной трубке.



Экспериментальная установка

Подготовка и выполнение работы (2/3)

PHYWE
excellence in science

- Установите стеклянный кожух на опору, заполните ее на 1 см выше газового шприца дистиллированной водой и добавьте несколько кипящих шариков.
- Прикрепите к шланговому соединению трубчатого рукава кусок силиконовой трубки, через которую вода, расширяющаяся при нагревании, может стекать в стакан. Вставьте термометры в верхние трубчатые стеклянные гильзы.
- Включите нагревательный прибор и отрегулируйте регулятор мощности так, чтобы довести воду до легкого кипения. Когда вода достигнет постоянной температуры, проведите измерения следующим образом: Наберите небольшое количество исследуемой жидкости (например, около 0,12 мл метанола или около 0,3 мл диэтилового эфира) в инъекционный шприц без пузырьков.
- Очистите канюлю снаружи бумажным полотенцем и определите общий вес шприца с канюлей и веществом с точностью до 1 мг. Запишите точный объем воздуха, содержащегося в шприце с газом.

Подготовка и выполнение работы (3/3)

PHYWE
excellence in science

- Теперь быстро впрысните вещество через резиновый колпачок. Убедитесь, что все исследуемое вещество было введено в цилиндр газового шприца и ничего не осталось в капиллярной трубке.
- Дайте инъекционному шприцу застрять в резиновом колпачке до тех пор, пока объем паров не перестанет изменяться. Убедитесь, что достигнуто равновесие давления между шприцем и атмосферой, слегка повернув цилиндр стеклянного шприца, затем отсчитайте объем испарившейся жидкости.
- Взвесьте пустой шприц и рассчитайте массу вещества.
- Выполните таким образом три измерения для каждой из двух жидкостей. После каждого измерения снимите резиновый колпачок со шприца с газом и промойте шприц воздухом, несколько раз нажимая на плунжер назад и вперед.

Оценка

Оценка (1/7)

Теория и оценка (1/3)

Метод определения молярной массы чистых жидкостей, которые могут быть полностью испарены без разложения, описанный выше, основан на теории идеальных газов. Уравнение состояния для идеальных газов дается следующим образом

$$p \cdot V_{\text{моль}} = R \cdot T \quad (1)$$

или

$$p \cdot V = n \cdot R \cdot T$$

p Давление

V Объем

$V_{\text{моль}}$ Молярный объем

R Газовая постоянная

$(8.31433 \text{ Pa} \cdot \text{m}^3 \cdot \text{K}^{-1} \cdot \text{mol}^{-1})$

T Абсолютная температура

n Количество молей с

$$n = \frac{m}{M} \quad (2)$$

m Масса

M Молярная масса

Оценка (2/7)

PHYWE
excellence in science

Теория и оценка (2/3)

Уравнение (1) дает

$$M = \frac{M \cdot R \cdot T}{p \cdot V} \quad (3)$$

Уравнение (3) справедливо только тогда, когда пар ведет себя как идеальный газ, что имеет место при температуре более чем на 20 К выше точки кипения.

Чтобы учесть реальное поведение пара, необходимо использовать уравнение состояния Ван-дер-Ваальса для обычных газов:

$$\left(p + \frac{a}{V_{\text{моль}}^2} \right) \cdot (V_{\text{моль}} - b) = R \cdot T \quad (4)$$

Оценка (3/7)

PHYWE
excellence in science

Теория и оценка (3/3)

Умножение и упрощение уравнения (4) приводит к следующим результатам

$$p \cdot V_{\text{моль}} = R \cdot T + \left(b - \frac{a}{RT} \right) \cdot p \quad (5)$$

где b константы Ван-дер-Ваальса,

с $V_{\text{моль}} = V/n$ и $n = m/M$ можно вывести следующее уравнение:

$$M = \frac{m \cdot R \cdot T}{p \cdot V} + \frac{m \cdot \left(b - \frac{a}{RT} \right)}{V} \quad (6)$$

который учитывает реальное поведение обычного пара при определении молярных масс.

Оценка (4/7)

PHYWE
excellence in science

Данные и результаты

В одном из примеров измерений для двух испаренных веществ были получены следующие значения:

Метанол: $M_{ideal} = 32,5g/mol$

$M_{real} = 32,2g/mol$

Диэтиловый эфир: $M_{ideal} = 74,6g/mol$

$M_{real} = 73,5g/mol$

Литературные данные:

Метанол: $a = 9.46 \cdot 10^5 Pa \cdot I^2 \cdot mol^{-2}; b = 0.0658 I \cdot mol^{-1}; M = 32.04g/mol$

Диэтиловый эфир: $a = 17.4 \cdot 10^5 Pa \cdot I^2 \cdot mol^{-2}; b = 0.133 I \cdot mol^{-1}; M = 74.12g/mol$

Оценка (5/7)

PHYWE
excellence in science

Как определить молярную массу жидкости?

- Невозможно определить молярную массу жидкости.
- Молярная масса жидкости определяется путем испарения жидкости при постоянной температуре и давлении и измерения объема образовавшегося пара с помощью калиброванного газового шприца.
- Ни один из ответов не является правильным.

✓ Überprüfen

Оценка (6/7)

PHYWE
excellence in science

Чем определяется уравнение состояния идеального газа?

- Для идеальных газов не существует уравнения состояния, поэтому оно не может быть задано ничем.
- Ни один из ответов не является правильным.
- Уравнение состояния для идеальных газов имеет вид $p \cdot V_{mol} = R \cdot T$.
- Уравнение состояния для идеальных газов имеет вид $p \cdot V = n \cdot R \cdot T$.

 Überprüfen

Оценка (7/7)

PHYWE
excellence in science

Что необходимо использовать для учета реального поведения пара

- Чтобы учесть реальное поведение пара, необходимо использовать уравнение состояния электрической парной связи для обычных газов.
- Чтобы учесть реальное поведение пара, необходимо использовать уравнение состояния Ван-дер-Ваальса для обычных газов.
- Чтобы учесть реальное поведение пара, необходимо использовать уравнение состояния водородной связи для обычных газов.

 Überprüfen

Слайд	Оценка/Всего
Слайд 17: Молярная масса жидкости	1/1
Слайд 18: Идеальные газы	1/1
Слайд 19: Реальное поведение пара	0/1

Общий балл

 Показать решения Повторная попытка