

Определение плотности несмешивающихся жидкостей



Физика

Механика

Механика жидкостей и газов



Уровень сложности

лёгкий



Кол-во учеников

2



Время подготовки

10 Минут



Время выполнения

10 Минут

This content can also be found online at:

<http://localhost:1337/c/5f42b146ec7b8f0003d0ef4b>

PHYWE

Информация для учителей

Описание

PHYWE



Экспериментальная установка для определения плотности

Гидростатическое давление, оказываемое жидкостью зависит от его плотности ρ высоты столба жидкости h и силы тяжести g .

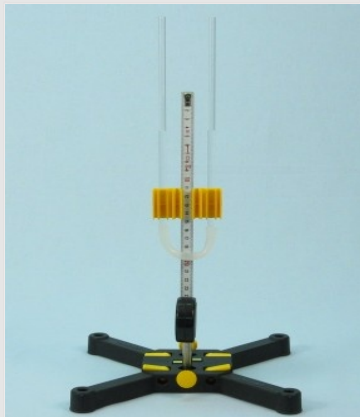
Эти знания используются в следующем эксперименте для определения плотности несмешивающихся жидкостей. U-образная трубка заполняется двумя разными жидкостями и измеряется высота столба жидкости. В этом эксперименте в качестве эталонной жидкости используется вода. Если формула для гидростатического давления жидкостей затем уравнивается, упрощается и преобразуется, то получается следующее уравнение:

$$\rho_f = \rho_w \cdot \frac{h_w}{h_f}$$

С индексом w для воды и f для исследуемой жидкости.

Описание

PHYWE



Экспериментальная установка для определения плотности

Гидростатическое давление, оказываемое жидкостью зависит от его плотности ρ высоты столба жидкости h и силы тяжести g .

Эти знания используются в следующем эксперименте для определения плотности несмешивающихся жидкостей. U-образная трубка заполняется двумя разными жидкостями и измеряется высота столба жидкости. В этом эксперименте в качестве эталонной жидкости используется вода. Если формула для гидростатического давления жидкостей затем уравнивается, упрощается и преобразуется, то получается следующее уравнение:

$$\rho_f = \rho_w \cdot \frac{h_w}{h_f}$$

С индексом w для воды и f для исследуемой жидкости.

Дополнительная информация для учителей (1/2)

PHYWE

предварительные знания



Студенты уже должны иметь базовые знания о плавучести и плавании, а также о гидростатическом давлении. В идеале они уже должны уметь определять плотность жидкостей.

Принцип



Принцип данного эксперимента основан на расчете гидростатического давления по формуле

$$p = \rho \cdot g \cdot h$$

Благодаря равновесию давлений в U-образной трубке можно уравнивать давления и исключить из уравнения силу тяжести.

Дополнительная информация для учителей (2/2)

PHYWE

Цель



Студенты должны использовать свои знания о гидростатическом давлении и плавучести для определения плотности несмешивающихся жидкостей.

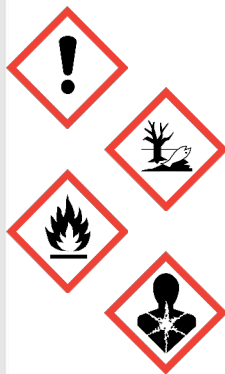
Задачи



В этом эксперименте учащиеся определяют плотность жидкости, которая не смешивается с водой, из высоты жидкости в U-образной трубке, заполненной водой и исследованной жидкостью.

Инструкции по технике безопасности

PHYWE



К этому эксперименту применяются общие инструкции по технике безопасности на уроках по естественным наукам.

Использование нефти предлагается в качестве необходимого аксессуара для этого эксперимента: Внимание! Не выливайте в трубопровод нефть, а соберите её в специальный контейнер. Используйте защитные очки!

В качестве альтернативы можно также использовать растительные масла, хотя разница в плотности воды, как правило, не так заметна.

Нефть: класс опасности и категория

Классы опасности имеются в документации на продукт

PHYWE

Информация для студентов

Мотивация

PHYWE



Нефть в воде

Как вы знаете, масло плавает на воде, когда вы сливаете эти две жидкости вместе.

Есть две причины для этого: Во-первых, эти две жидкости не смешиваются, во-вторых, они имеют разную плотность. Так же нефть плавает поверх воды, потому что плотность нефти ниже плотности воды. Если вы сейчас заполните трубку с одной стороны в U-образной трубе, водой а вторую нефтью или маслом, то жидкости будут иметь разную высоту из-за разного гидростатического давления двух жидкостей.

В этом эксперименте вы научитесь определять плотность несмешивающихся жидкостей с помощью U-образной трубки.

Материал

Позиция	Материал	Пункт No.	Количество
1	Основа штатива, PHYWE	02001-00	1
2	Штативный стержень, нерж. ст., l=250 мм, d = 10 mm	02031-00	1
3	Стеклянные трубки, d=8 мм, l=250 мм, 10 шт.	36701-68	1
4	Держатель для стеклянной трубки	05961-00	1
5	Поливинилхлоридный шланг, внутрен. d=7 мм, l=1 м	03985-00	1
6	Мензурка, низкая, 100 мл, пластмасса	36011-01	1
7	Пипетка, с резиновым колпачком	64701-00	1
8	Рулетка, l=2 м	09936-00	1

Материал

PHYWE

Позиция	Материал	Пункт No.	Количество
1	Основа штатива, PHYWE	02001-00	1
2	Штативный стержень, нерж. ст., l=250 мм, d = 10 mm	02031-00	1
3	Стеклянные трубки, d=8 мм, l=250 мм, 10 шт.	36701-68	1
4	Держатель для стеклянной трубки	05961-00	1
5	Поливинилхлоридный шланг, внутрен. d=7 мм, l=1 м	03985-00	1
6	Мензурка, низкая, 100 мл, пластмасса	36011-01	1
7	Пипетка, с резиновым колпачком	64701-00	1
8	Рулетка, l=2 м	09936-00	1

Дополнительные материалы

PHYWE

Позиция	Материал	Количество
1	Ножницы	1

Прочие аксессуары (одна жидкость необходима)

Позиция	Материал	Количество
1	Нефть	около 10 мл
1	растительное масло	около 10 мл

Подготовка (1/2)

PHYWE

Соберите штатив из основы штатива и штативного стержня

Прикрепите рулетку к держателю для стеклянной трубки.



Сборка основы штатива



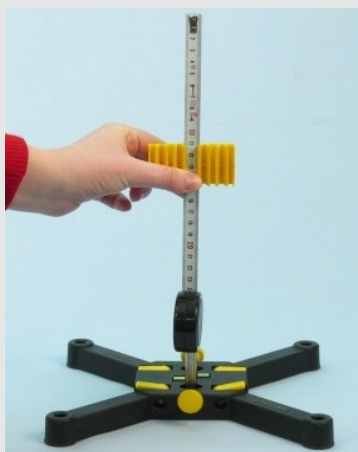
Фиксация штативного стержня



Крепление рулетки

Подготовка (2/2)

PHYWE



Прикрепить держатель для стеклянной трубки к штативному стержню

Теперь прикрепите рулетку и держатель для стеклянной трубки к штативному стержню.

Соберите U-трубку из двух стеклянных трубок и силиконового шланга

Зафиксируйте U-трубку в держателе для стеклянной трубки рядом с рулеткой.



Зажим U-образной трубки

Выполнение работы (1/3)

PHYWE

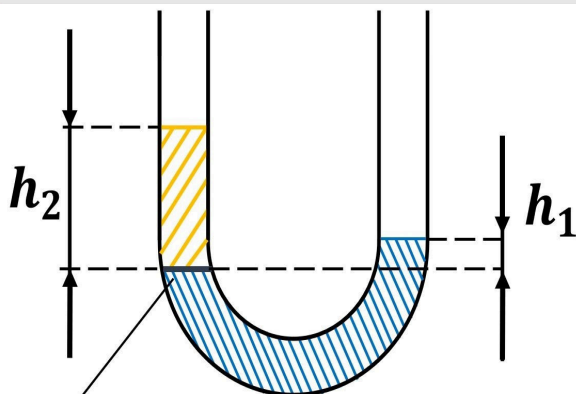


Заполнение U-образной трубки водой

- С помощью пипетки заполните U-трубку водой так, примерно до половины в каждой из стеклянных трубок.

Выполнение работы (2/3)

PHYWE



Trennschicht

Схема U-образной трубки, заполненной водой и нефтью или растительным маслом, с границей разделения жидкостей

- Затем осторожно (!) добавляйте пипеткой столько нефти / растительного масла в левую трубку U-образной трубки, что столбик жидкости h_2 был высотой около двух сантиметров.
- Измерьте высоту h_1 водяного столба и h_2 столба жидкости над разделительным слоем (см. схему слева).
- Повторите эксперимент 3 раза с разными объемами жидкости и снова определите высоту. h_1 и h_2 .
- Введите результаты измерений в таблицу 1 в протоколе.

Внимание: Не сливайте в трубопровод нефть !

Выполнение работы (3/3)

PHYWE

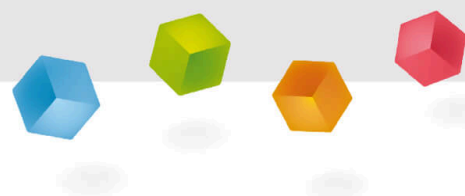


Разборка основания штатива

- Чтобы разобрать основание штатива, нажмите на желтые кнопки посередине и потяните обе половины в стороны.

PHYWE

Протокол



Таблица

PHYWE

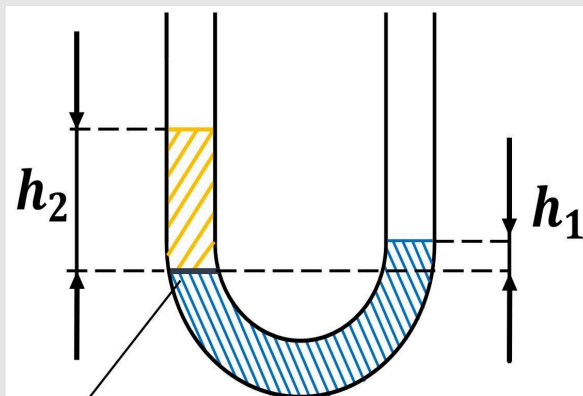
**Trennschicht**

Схема U-образной трубки, заполненной водой и нефтью или растительным маслом, с разделительным слоем

Запишите измеренные значения в таблицу 1 и используйте их для расчета плотности жидкости по формуле.

$\rho_f = \rho_w \cdot h_1 / h_2$ и укажите среднее из вычисленных значений: $\rho_w = 1 \text{ g/cm}^3$.

$h_1 [\text{cm}]$ $h_2 [\text{cm}]$ $\rho_f [\frac{\text{g}}{\text{cm}^3}]$

Среднее значение = $\frac{g}{\text{cm}^3}$		

Задача 1

PHYWE

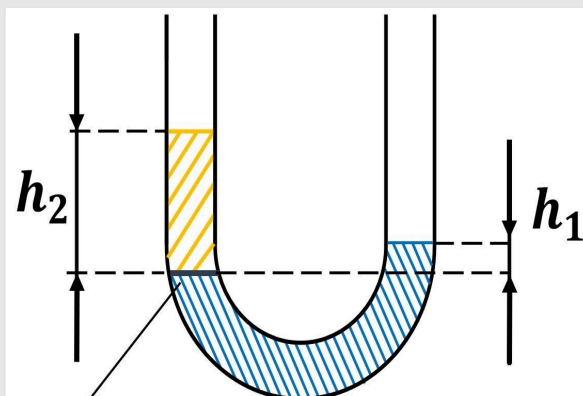
**Trennschicht**

Схема U-образной трубки, заполненной водой и нефтью или растительным маслом, с разделительным слоем

Измените формулу, какое отношение вы получите?

☐ $\rho_f \cdot h_f = \rho_w \cdot h_w$

☐ $\rho_f \cdot h_w = \rho_w \cdot h_f$

☒ Проверить

Задача 2

PHYWE

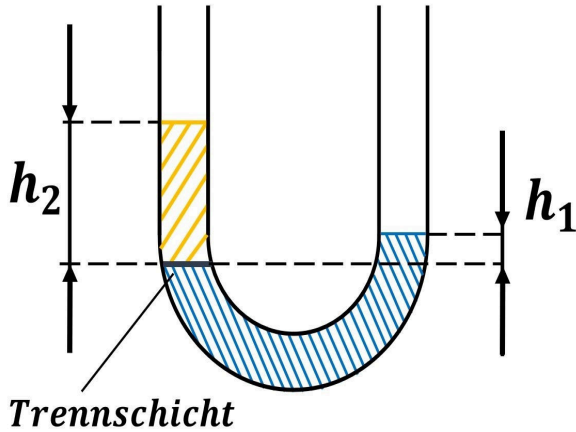


Схема U-образной трубки, заполненной водой и нефтью или растительным маслом, с разделительным слоем

Как объяснить формулу?

- ☐ С помощью знаний о плавучести, а также о гидростатическом давлении, можно сделать выводы об уравнении. Применяются следующее предположение, что $p_f = p_w$ и сила тяжести одинаково для обеих жидкостей.
- ☐ Прямой связи, позволяющей сделать выводы о производной, нет.

✓ Проверить

Задача 3

PHYWE

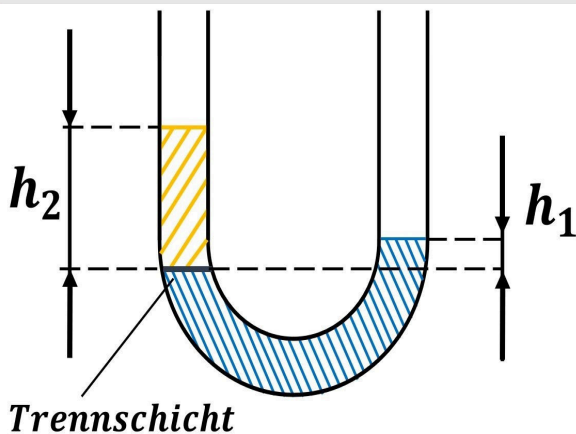


Схема U-образной трубки, заполненной водой и нефтью или растительным маслом, с разделительным слоем

Примерами жидкостей, несмешивающихся с водой, но более тяжелых, являются, в частности, ртуть или хлороформ. Чего вы ожидаете от высот подъема этих жидкостей?

☐ $h_1 > h_2$

☐ $h_1 < h_2$

☐ $h_1 = h_2$

✓ Проверить

Задача 4

PHYWE

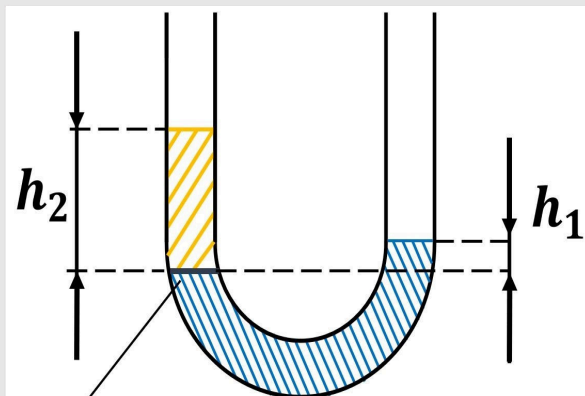
**Trennschicht**

Схема U-образной трубки, заполненной водой и нефтью или растительным маслом, с разделительным слоем

Как это понимание может быть использовано для формулирования обобщения?

- ☐ Масса двух столбов жидкости над слоем разделения жидкостей должна быть в равновесии и, следовательно, одинаковой. Поэтому более плотная жидкость имеет меньшую высоту.
- ☐ Обобщить этот результат невозможно, и он должен быть выведен и измерен заново для каждой комбинации несмешивающихся жидкостей.

✓ Проверить