

Коэффициент теплопроводности металлов



P1043200

Физика

Термодинамика

Теплопередача



Уровень сложности

средний



Кол-во учеников

2



Время подготовки

10 Минут



Время выполнения

10 Минут

This content can also be found online at:

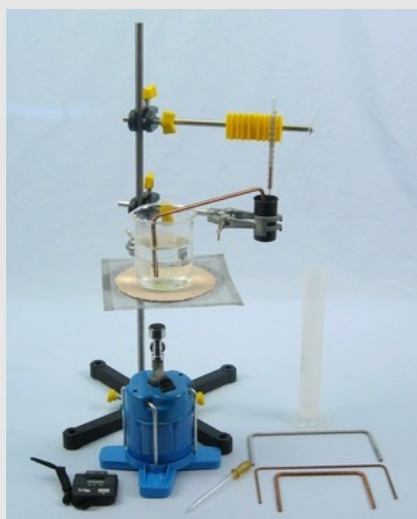
<http://localhost:1337/c/61715a43cf09aa0003cc04a8>

PHYWE

Информация для учителей

Описание

PHYWE



Экспериментальная установка

Энергия может передаваться посредством теплового потока, теплового излучения или теплопроводности.

Чем выше теплопроводность материала, тем лучше он может проводить тепло. Однако тепловой поток вдоль стержня также зависит от его пропорций.

Учащиеся изучают эти отношения в ходе этого эксперимента.

Дополнительная информация для учителей (1/5)

PHYWE

Предварительные

знания



Принцип



Учащиеся должны уметь обращаться с бутановой горелкой.

Металлический стержень U-образной формы погружается с одной стороны в кипящую воду, а с другой - в холодную воду. По результатам нагревания холодной воды можно сделать качественные и количественные выводы о влиянии материала, длины и диаметра стержня на тепловой поток.

Дополнительная информация для учителей (2/5)

PHYWE

Цель



Учащиеся должны изучить влияние материала, длины и диаметра стержня на тепловой поток.

С помощью дополнительных задач можно установить зависимость с коэффициентом теплопроводности.

Задачи



Исследуйте теплопроводность металлов в зависимости от материала и размеров стержня.

Поместите металлический стержень между двумя сосудами с горячей и холодной водой и измерьте изменение температуры холодной воды.

Дополнительная информация для учителей (3/5)

PHYWE

Дополнительная информация

Поскольку проведение эксперимента требует много времени, измерения следует проводить в условиях разделения труда: формируется не менее четырех рабочих групп. Одна рабочая группа одновременно проводит эксперимент только с одним стержнем, а результаты всех рабочих групп обобщаются для оценки.

Указания по подготовке и выполнению работы:

1. Стакан и металлическая чашка должны быть расположены так, чтобы металлический стержень можно было легко поместить над ними, когда вода закипит. Тем не менее, во время нагревания воды стержень убирают!
2. При считывании температуры следует также оценивать промежуточные значения в 0,5 °C; Жидкость в металлическом стакане следует регулярно перемешивать.
3. Для этого эксперимента рекомендуется использовать термометр с градуировкой 1/10 градуса, так как необходимо оценивать очень небольшие перепады температур (см. список материалов).

Дополнительная информация для учителей (4/5)

PHYWE

О дополнительных заданиях:

С помощью дополнительных задач осуществляется количественное подтверждение формулы для теплового потока. Расчет удельной теплопроводности не выполняется, так как результаты имеют большие погрешности по причинам, указанным ниже.

Тепловой поток через металлический стержень зависит от его длины, поперечного сечения и разности температур с обеих сторон стержня. Удельная теплопроводность λ материала - это коэффициент пропорциональности.

$$\frac{\Delta Q}{\Delta t} = \lambda \cdot (T_w - T_k) \cdot \frac{A}{l} = \lambda \cdot (T_w - T_k) \cdot \frac{\pi}{4} \cdot \frac{d^2}{l}$$

Таким образом, $\frac{\Delta Q}{\Delta t}$ = тепловой поток через стержень, T_w = температура кипящей воды, T_k = температура холодной воды, l = длина стержня, A = площадь поперечного сечения стержня, d = диаметр стержня.

Зависимость теплового потока от d^2 и от $1/l$ можно показать на основе результатов измерений. В каждом случае в качестве стержня сравнения берется медный стержень с $d_0 = 5$ мм и $b_0 = 175$ мм.

Дополнительная информация для учителей (5/5)

PHYWE

О дополнительных заданиях:

Табличные значения теплопроводности образцов:

Медь: 384 Дж/м°C

Алюминий: 220 Дж/м°C

Отклонение значения, полученного при измерении, от табличного значения относительно велико, поскольку стержень очень тонкий по отношению к своей длине и, следовательно, отдает много тепла в окружающую среду. Тем не менее, сравнение стержней в одних и тех же экспериментальных условиях вполне успешно: удельная теплопроводность алюминия лишь вдвое меньше, чем у меди. Измерение дает такой же результат.

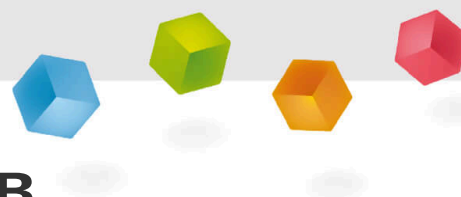
Инструкции по технике безопасности

PHYWE



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

PHYWE



Информация для учеников

Мотивация

PHYWE



Кастрюля для приготовления пищи с твердыми пластиковыми ручками

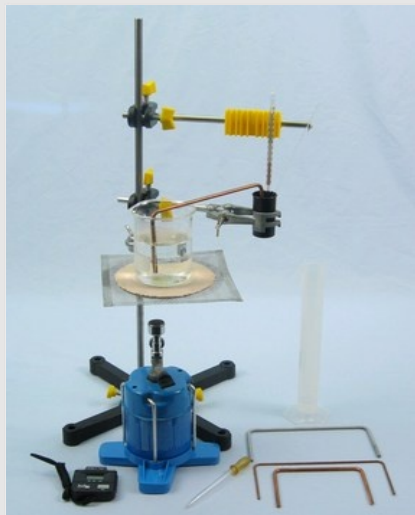
Если мы дотронемся до оконного стекла летом после того, как на него светило солнце, оно будет теплым, но ни в коем случае не горячим. Иначе обстоит дело с металлической пластиной или медной трубой (например, водостоком). Если прикоснуться к нему после дня пребывания на солнце, то в худшем случае можно получить ожог.

У вас, вероятно, уже была кастрюля на плите, которая нагревается ручками, а у другой - холодные ручки.

Эти различия обусловлены разной теплопроводностью веществ, что более подробно будет исследоваться в этом эксперименте.

Задачи

PHYWE



Экспериментальная установка

Исследуйте теплопроводность металлов в зависимости от материала и размеров стержня.

Поместите металлический стержень между двумя сосудами с горячей и холодной водой и измерьте изменение температуры холодной воды.

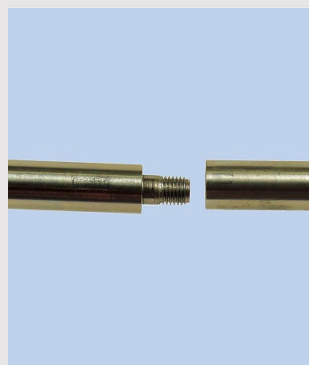
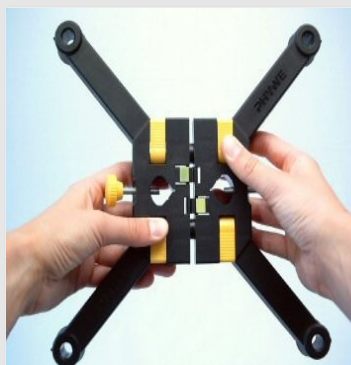
Оборудование

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	Штативный стержень, нерж. ст., l=600 мм, , d = 10 мм	02037-00	1
4	Двойная муфта	02043-00	2
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	Лабораторный химический стакан, светлый, алюминий	05903-00	1
11	Алюминиевый стержень, U-образный	05910-00	1
12	Медный стержень, U-образный	05910-01	1
13	Медный стержень, U-образный, d=3 мм, w=175мм	05910-03	1
14	Медный стержень, U-образный, d=5мм, w=120мм	05910-04	1
15	Мензурка, низкая, 250 мл	46054-00	1
16	Пипетка, с резиновым колпачком	64701-00	1
17	Мерный цилиндр, 100 мл, прозрачный, PP	36629-01	1
18	Учебный термометр, -10...+110 °C	38005-02	1
19	Секундомер, цифровой, 24 часа, 1/ 100 с & 1 с	24025-00	1
20	Рулетка, l=2 м	09936-00	1
21	Горелка LABOGAZ 206, бутан	32178-00	1
22	Бутановый картридж, без вентиля, 190 г	47535-01	1
23	Шарики для кипения, 200 г	36937-20	1

Подготовка (1/3)

PHYWE

Соберите экспериментальную установку, как показано на рисунках.

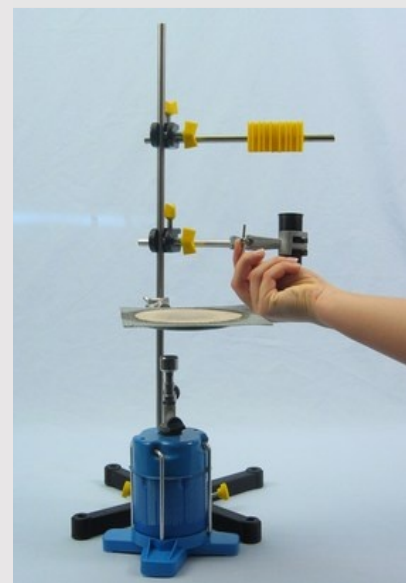


Подготовка (2/3)

PHYWE



- Наполните мензурку 200 мл воды и добавьте два камня для кипения.
- Расположите пустую мензурку на кольцевом держателе и универсальным зажим так, чтобы между ними можно было поместить металлический стержень, с помощью которого будет производиться измерение (см. рис. справа).



Подготовка (3/3)

PHYWE

Держите термометр так, чтобы его измерительный наконечник находился примерно на 1 см выше дна мензурки.



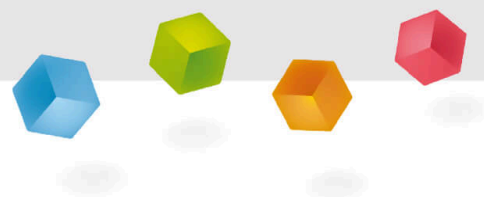
Выполнение работы

PHYWE

- Нагрейте воду до кипения, а затем немного убавьте огонь. Запишите значения толщины d и длины l исследуемого металлического стержня в таблицу 1 в протоколе.
- Налейте 20 мл воды в металлический стакан (точно измерьте с помощью мензурки и пипетки!) (см. рис. справа), измерьте температуру воды в стакане и запишите ее в таблицу 1 $t = 0$ мин.
- Поместите металлический стержень одним концом в кипяток, а другим - в стакан с холодной водой и запустите секундомер. Регулярно перемешивайте воду в стакане.
- Измеряйте и записывайте температуру воды в стакане каждую минуту и остановите измерение через 12 минут.



PHYWE



PHYWE

Запишите показания температуры воды T в таблицу в соответствующие моменты времени.

Применяются следующие обозначения: Диаметр d , длина b

- Cu_1 (медь, $d=5$ мм, $b=175$ мм)
- Cu_2 (медь, $d=3$ мм, $b=175$ мм)
- Al (алюминий, $d=5$ мм, $b=175$ мм)
- Cu_3 (медь, $d=5$ мм, $b=120$ мм)

	Cu_1	Al	Cu_2	Cu_3
t , мин	T , °C	T , °C	T , °C	T , °C
0				
1				

	Cu_1	Al	Cu_2	Cu_3
t , мин	T , °C	T , °C	T , °C	T , °C
2				

Таблица продолжается на следующей странице.

Задание 2

PHYWE

	Cu_1	Al	Cu_2	Cu_3
$t, \text{ мин}$	$T, ^\circ\text{C}$	$T, ^\circ\text{C}$	$T, ^\circ\text{C}$	$T, ^\circ\text{C}$
3				
4				
5				
6				
7				

	Cu_1	Al	Cu_2	Cu_3
$t, \text{ мин}$	$T, ^\circ\text{C}$	$T, ^\circ\text{C}$	$T, ^\circ\text{C}$	$T, ^\circ\text{C}$
8				
9				
10				
11				
12				

Задание 3

PHYWE

Нанесите все измеренные значения на график зависимости температуры от времени.

Почему в первые две минуты температура воды повышается незначительно?

- ☐ Термометру требуется некоторое время, чтобы приспособиться к изменению температуры.
- ☐ Тепло в первую очередь нужно для нагревания металлического стержня.
- ☐ Только когда на металлическом стержне установится приблизительно постоянное соотношение температур, можно будет получить информацию о теплопроводности на основе измеренных значений.
- ☐ В первые несколько минут много тепла уходит в окружающую среду. Вы должны подождать этот период.

Задание 4

PHYWE

Насколько велико повышение температуры ΔT в период между $t_1 = 2$ мин и $t_2 = 12$ мин?

Материал	d , мм	b , мм	ΔT , °C
<i>Cu</i>	5	175	
<i>Al</i>	5	175	
<i>Cu</i>	3	175	
<i>Cu</i>	5	120	

Какой металл лучше проводит тепло?

☐ Алюминий☐ Медь☐ Алюминий проводит тепло примерно в два раза лучше, чем медь.☐ Медь проводит тепло примерно в два раза лучше, чем алюминий.☒ Проверьте

Задание 5

PHYWE

Заполните пробелы в тексте!

Как , так и стержня влияют на тепловой поток, проходящий через стержень. Чем диаметр стержня, тем тепловой поток. Чем длина стержня, тем тепловой поток.

☒ Проверьте

Задание 6

PHYWE

Дополнительные задачи

Итак, мы имеем $l = b + s_1 + s_2$. Заполните таблицу (все значения с индексом 0 относятся к полосе сравнения! Значения для ΔT взяты из таблицы задания 2).

Материал	d , мм	b , мм	l , мм	$(d/d_0)^2$	l_0/l	ΔT , °C	$\Delta T/\Delta T_0$
<i>Cu</i>	5	175	260	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
<i>Al</i>	5	175	260	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
<i>Cu</i>	3	175	260	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
<i>Cu</i>	5	120	205	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>

Задание 7

PHYWE

Дополнительные задачи

Выразите пропорциональную зависимость между тепловым потоком (количеством тепла в единицу времени) и размерами стержня.

Какое влияние оказывает разность температур между двумя концами стержня на тепловой поток, проходящий через стержень? (При необходимости проведите соответствующий эксперимент, держа один конец стержня непосредственно в пламени вместо кипящей воды, а затем измеряя повышение температуры холодной воды. Осторожно! После этого стержень сильно нагревается и становится очень горячим!)

Слайд	Оценка / Всего
Слайд 20: Протоколы оценки 0-2	0/2
Слайд 21: Теплопроводность	0/2
Слайд 22: Влияние диаметра и длины стержня	0/6

Всего



Решения



Повторите



Экспорт текста