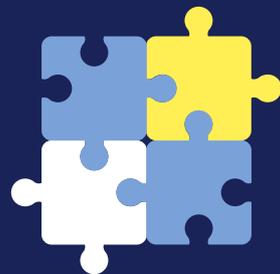


УНИВЕРСАЛИУМ

ВСЕРОССИЙСКАЯ ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА



ФИЗИКА

РАБОЧИЙ ЛИСТ
ДЛЯ 9–11 КЛАССОВ



КВАНТОРИУМ



Академия
МИНПРОСВЕЩЕНИЯ РОССИИ

lomonosovlab@apkpro.ru

   #lomonosovlab



ФИО

ШКОЛА

КЛАСС

ПРАВИЛА РАБОТЫ

- внимательно читайте задания, используйте материалы к уроку, ответы и решения оформляйте письменно;
- при необходимости задавайте педагогу вопросы с целью получения необходимых сведений и данных.

ПО СЛЕДАМ ОТКРЫТИЙ ВЕЛИКОГО УЧЕНОГО

1 В XVIII веке развитию физики способствовали рост систематических исследований, увеличение количества публикаций и переписка ученых друг с другом. Одним из основных направлений стала наука о теплоте, в изучении которой оставил существенный след Михаил Васильевич Ломоносов.

Ниже приведено его высказывание:

«Сие очень известно, что твердые тела нагреваются, когда одно о другое будет терто: однако между редкими опытами сие почитается, ежели железо

чрез особенное искусство так ковано будет, чтобы молоты по нем били вкось, как кремнем из огнива огонь высекают; ибо тогда железо докрасна раскаляется».

Проверьте это высказывание.

ХОД РАБОТЫ

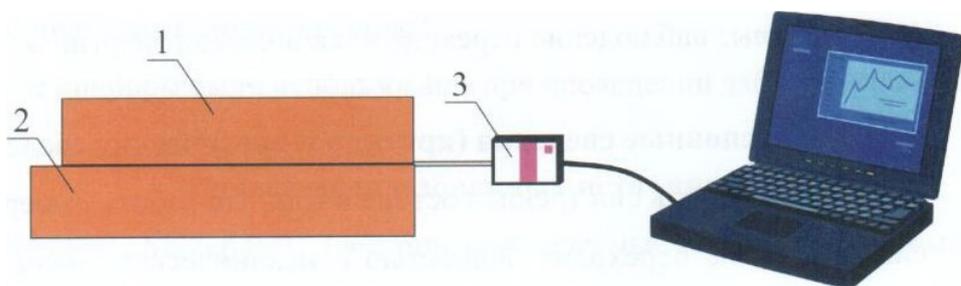


Рис. 1. Схема эксперимента:

- 1 – верхняя доска,
- 2 – закрепленная доска,
- 3 – датчик температуры.

1. Соберите установку, как показано на рисунке. Одну доску закрепите на столе. Сверху наложите вторую доску.
2. Подключите датчик температуры к USB-разъемам мобильного планшета или компьютера.
3. Запустите программу измерений Releon Lite. Нажмите кнопку «Пуск», чтобы начать сбор данных.
4. Прижимая верхнюю доску к нижней, перемещайте ее влево и вправо в течение нескольких минут.
5. По показаниям датчика убедитесь в нагреве трущихся поверхностей.
6. Объясните результат.

7. Сравните свое объяснение с выводом Ломоносова:

Отсюда явно быть кажется, что в сих случаях не иным каким образом теплота рождается, как только что огненная стихия, в телах сокровенная, в движение приведена бывает. И чрез сии опыты явствует, что во всяком теле есть некоторое количество огненных стихии, по оному рассыпанныя.

Это высказывание сегодня выглядит несколько странно, но в те времена оно было революционным. Его целью было опровергнуть царившую на тот момент гипотезу о распространении тепла с помощью некоего теплорода. Считалось, что, когда теплород втекает в тело, его температура увеличивается, а когда вытекает – уменьшается.



2 Ломоносов провел множество экспериментов, опровергая теорию теплорода. Свои идеи он развивал и публиковал в различных сборниках, в частности в работе «О опытах над чувственными свойствами тел». Ознакомьтесь с экспериментом, приведенным в данном издании:

«Ежели термометр в холодную воду поставишь и к тому теплой прильешь, ртуть в термометре выше взойдет, тем показывая, что теплота с холодною водою тотчас сообщается. Ежели, напротив того, термометр в теплую воду поставишь и к тому холодной прильешь, тогда, опустившись, кажет,

как и прежде, что теплота с холодною водою соединяется и теплая вода становится холоднае. То же в обоих случаях бывает, когда горячий камень в холодную или холодный в горячую воду опущен будет. Из чего явствует, что стужа есть недостаток теплоты, о чем свидетельствует и повседневное искусство».

Проведите аналогичный эксперимент, подтвердите или опровергните вывод ученого.

ХОД РАБОТЫ

1. Соберите экспериментальную установку аналогично рис. 2.

Для этого налейте 100 мл холодной воды в калориметр и поместите в воду щуп. Подсоедините его к мультидатчику, а мультидатчик подключите к компьютеру.

2. Запустите на компьютере программу для измерений Releon Lite. Выберите датчик температуры жидкости и газа.

3. Нажмите кнопку «Пуск».

4. Дождитесь, когда график выровняется и температура станет постоянной (рис. 3).

5. Запишите значения температуры и объема холодной воды в таблицу.



Рис. 2. Схема установки.

Объем г. в. V_1 , мл	Объем х. в. V_2 , мл	Начальная температура г. в. t_1 , °C	Начальная температура х. в. t_2 , °C	Температура смеси t_k , °C

Масса г. в. m_1 , кг	Масса х. в. m_2 , кг	Количество теплоты Q_1 , Дж	Количество теплоты Q_2 , Дж	Соотношение между Q_1 и Q_2

6. Налейте в стакан 100 мл горячей воды и поместите туда щуп.

7. Когда график выровняется и температура станет постоянной (см. рис. 3), запишите значения температуры и объема горячей воды в таблицу.

8. Перелейте горячую воду к холодной, находящейся в калориметре, и поместите туда щуп. Для того чтобы ускорить процесс теплообмена, можно размешать жидкости датчиком температуры.

9. Зафиксируйте значение температуры полученной смеси так же, как для горячей и холодной воды. Запишите его в таблицу.

10. Рассчитайте массу холодной и горячей воды. Запишите результаты вычислений в таблицу.

11. Рассчитайте количество теплоты Q_1 , отданное горячей водой. Удельная теплоемкость воды $C_b = 4200 \text{ Дж}/(\text{кг} \cdot ^\circ\text{C})$. Запишите результат вычисления в таблицу.

12. Рассчитайте количество теплоты Q_2 , полученное холодной водой.

13. Сравните количество теплоты, отданное горячей водой, с количеством теплоты, полученным холодной водой.

14. Запишите уравнение теплового баланса. Сравните результаты экспериментов и сформулируйте выводы.



Рис. 3. График зависимости температуры воды от времени.

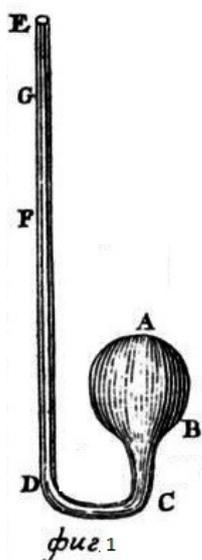


3 Ученые того времени охотно публиковали не только результаты своих исследований, но и методику проведения экспериментов. Ниже приводится совет М. В. Ломоносова о том, какой прибор лучше использовать при изучении тепловых свойств вещества.

Для опытов о теплоте хорошо употреблять термометр [фиг. 1], который состоит из воздуха и ртути, ABCDE. Часть шара АВ наполнена воздухом, а другая его часть с частью трубки BCDF — ртутью. Ежели шар АВ в кипяток поставишь, то увидишь, что кипячая вода определенную степень теплоты в себя принимает, выше которого она иметь не может, для того что ртуть во все то время, когда вода кипит, стоит в G неподвижно, в котором она

стала с самого начала. Вместо воды можно употребить другие жидкие материи. Откуда явно будет, что самый большой степень теплоты не во всякой материи равен, например, концентрированная кислота скорее вскипит, нежели вода.

Слева представлен прибор, который описывал ученый. Справа — результаты эксперимента, который группа современных исследователей провела в честь юбилея нашего великого соотечественника. Проанализируйте таблицу, сравните со словами М. В. Ломоносова, приведенными выше, и сделайте вывод, что он не учел в своих рассуждениях.



P (атм)	T °C	P (атм)	T °C
0.01	6.698	1.5	110.79
0.02	17.20	2.0	119.62
0.04	28.64	2.5	126.79
0.1	45.45	3.0	132.88
0.2	59.67	4.0	142.92
0.3	68.68	5.0	151.11
0.4	75.42	6.0	158.08
0.5	80.86	7.0	164.17
0.6	85.45	8.0	169.61
0.7	89.45	9.0	174.53
0.8	92.99	10.0	179.04
0.9	96.18	20.0	211.38
1.0	99.09	25.0	222.90
1.033	100.0	50.0	262.70
		100.0	309.53



4 Перед вами еще одна цитата М.В. Ломоносова:

Бывает, что теплота из воды в снег переходит, от чего он тает, а вода мерзнет. Откуда следует, что жидкость воды зависит от рассыпанной по ней теплоты, а лед от недостатку одного рождается, ибо коль скоро отнята будет жидкости причина, толь скоро и жидкость перестанет.

Попробуйте определить, какая энергия требуется, чтобы растопить лед.

ХОД РАБОТЫ

1. Соберите установку, как показано на рисунке.
2. Подключите датчик температуры к USB-разъемам мобильного планшета или компьютера.
3. Запустите программу измерений Releon Lite. Нажмите кнопку «Пуск», чтобы начать сбор данных.
4. Во внутренний сосуд калориметра налейте 100–150 см³ воды (V_B).
5. Измерьте начальную температуру воды t_B .
6. Возьмите небольшой кусочек льда m_l , взвесьте его и опустите в воду. Когда весь лед расплавится, отметьте самую низкую установившуюся температуру $t_{кон}$.
7. Вычислите массу горячей воды $m_B = \rho_B V_B$.
8. Используя данные опыта, определите удельную теплоту плавления льда по формуле

$$\lambda = C_B \frac{m_B (t_B - t_{кон}) - m_l (t_{кон} - t_l)}{m_l}$$

9. Результаты измерений и вычислений запишите в таблицу.
10. Сделайте вывод и сравните его с высказыванием М. В. Ломоносова, представленным в начале задания.



V_B	t_B	m_l	t_l	$t_{кон}$	ρ_B	m_B	c_B	$\lambda_{изм}$	$\lambda_{таб}$
м ³	°С	кг	°С	°С	кг/м ³	кг	кДж/кг*К	кДж/кг	кДж/кг
					1000		4,19		335