

Интеллектуальный марафон школьников города Челябинска
Физика. Очный тур. 2015 год.
8 класс

Задача №1

Незнайка, по случаю, выменял новый электрический чайник у Шпунтика, чему был несказанно рад. Шпунтик обещал, что чайник может вскипятить воду, взятую при начальной температуре 20 °С за 45 секунд, поскольку в инструкции указано, что мощность нагревательного элемента очень высокая и составляет 2000 Вт. Для проверки, Незнайка решил вскипятить один литр воды, взятой при комнатной температуре. Неожиданно на это ушло больше времени, чем обещал Шпунтик.

Вопрос 1. За сколько времени закипел первый литр воды в чайнике?

Хорошо, может второй литр воды закипит за обещанное время? – подумал Незнайка, и, не выключая чайника, добавил в кипящую воду еще литр воды, взятой при комнатной температуре, и снова засек время. Ожидания не оправдались.

Вопрос 2. Сколько времени ушло на доведение до кипения второго литра воды?

Незнайка понял, что Шпунтик его обманул. Интересно, сколько воды, взятой при комнатной температуре, чайник может вскипятить за 45 секунд? – подумал Незнайка и убежал за советом к друзьям, забыв выключить чайник.

Вопрос 3. Какую массу воды, взятой при комнатной температуре, чайник может вскипятить за 45 секунд?

Вопрос 4. Через какое время Незнайка вернулся домой, если вода в чайнике в момент его прихода выкипела полностью, но чайник он все же успел отключить?

Комнатная температура 20⁰ С, удельная теплоемкость воды 4200 Дж/кг*С, плотность воды 1000 кг/м³, удельная теплота парообразования 2,3*10⁶ Дж/кг, КПД чайника считать равным 100%.

УХОДЯ ИЗ ДОМА НЕ ЗАБЫВАЙТЕ ОТКЛЮЧАТЬ ЭЛЕКТРОПРИБОРЫ!

Автор: Степаненко Евгений Николаевич.

Возможное решение задачи.

1. Масса одного литра воды равна $m = \rho * V = 1000(\text{кг/м}^3) * 10^{-3} (\text{м}^3) = 1 \text{ кг}$.

Первый литр воды должен получить для доведения до кипения

$$Q = c * m * \Delta t = 4200 * 1 * 80 = 336\ 000 \text{ Дж}$$

Время, затраченное на нагрев, найдем по формуле

$$t = Q/P = 336\ 000/2000 = 168\text{с} = 2 \text{ мин } 48\text{с} = 2,8 \text{ мин.}$$

2. На доведения до кипения второго литра по закону сохранения энергии также потребуется 168 секунд или 2,8 минуты, т.е. такое время какое чайник затратил на нагрев первого литра воды.

3. При заданной мощности за 45 секунд чайник может довести до кипения

$$m = P * t / c * \Delta t = 2000 * 45 / 4200 * 80 = 0,268 \text{ кг} = 268 \text{ г}$$

4. Поскольку вода уже кипит, то для ее испарения потребуется время равное

$$t = L * m / P = 2300\text{с} = 38,3 \text{ мин.}$$

Критерии оценивания

Максимальный балл – 10 баллов

№ вопроса	Критерии	Балл
1	Максимальный балл 3 балла	
	- верно найдена масса одного литра воды	1 балл
	- верно определено количество теплоты для нагрева первого литра до кипения (336 000 Дж)	1 балл
	- правильно определено время закипания в минутах (2,8 мин)	

		1 балл
2	Максимальный балл 3 балла - верно записано уравнение теплового баланса - правильно определено время закипания в минутах (2,8 мин) ИЛИ Указано, опираясь на закон сохранения энергии, эквивалентность решения данного пункта предыдущему (3 балла).	2 балла 1 балл
3	Максимальный балл 2 балла - Указаны все исходные формулы для решения - Получен верный числовой ответ в граммах (268г)	1 балл 1 балл
4	Максимальный балл 2 балла - Указаны все исходные формулы для решения - Получен верный числовой ответ в минутах (38,3мин)	1 балл 1 балл

Задача №2.

Решение этой задачи нужно оформить на листе ответов. Внимательно прочитайте, что вы должны записать на листе ответов.

Используя предложенное оборудование, определите:

1. Массу линейки (в скрп).
2. Плотность бумаги (скрп/м³).

Оборудование: 2 листа бумаги А4, линейка деревянная 40 см, скрепки канцелярские 10 шт, карандаш круглый, ножницы (по требованию).

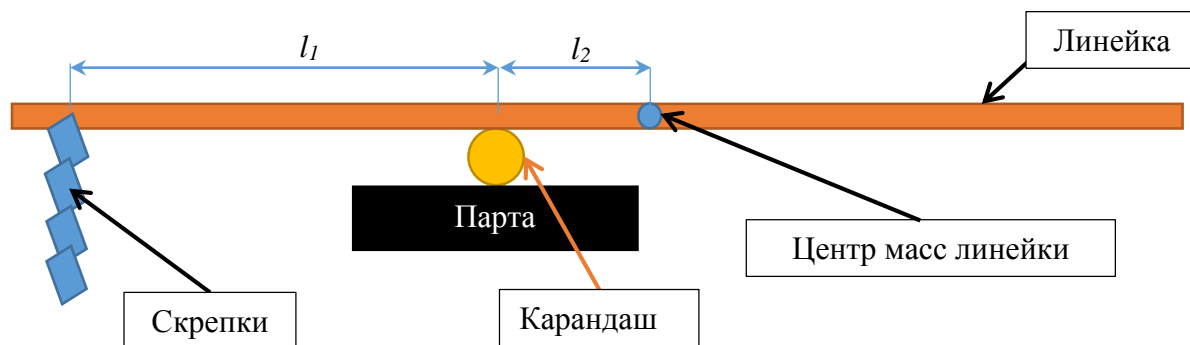
Примечание. В качестве единицы массы используйте массу одной. Назовем эту единицу измерения массы – скрп.

Автор: Фокин Андрей Владимирович

Возможное решение.

ЛИСТ ОТВЕТОВ (для экспериментальной задачи)

1. Используя предложенное оборудование, соберите установку, которая поможет Вам определить массу линейки. Изобразите эту установку при помощи рисунка. На рисунке покажите, как Вы будете ее использовать (куда, что подвешиваете), и подпишите ее части. Здесь же запишите расчетные формулы и расшифруйте, что в них означает каждая величина (2 б).



$$N m_{\text{скрп}} g l_1 = m_l g l_2 \implies m_l = N \cdot l_1 / l_2 \text{ (скрп)}$$

где N - число скрепок, l_1 - плечо силы тяжести, действующей на скрепки, l_2 - плечо силы тяжести, действующей на линейку

2. Проведите измерения, которые помогут Вам найти массу линейки. Результаты измерений занесите в таблицу, расположенную ниже. Не забудьте, что результат одного измерения случаен, необходимы повторные измерения. И еще, укажите в первой строке таблицы обозначения и единицы измерения тех величин, которые вы будете заносить в нее. (1 б)

№ п/п	N	$l_1, \text{ см}$	$l_2, \text{ см}$	$m, \text{ скрп}$	
1	10	11	4	27,5	
2	10	14	5	28	
3	5	16	3	26,7	

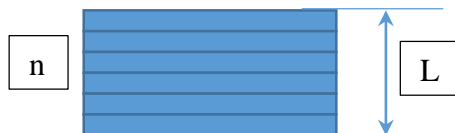
3. В предыдущем пункте Вы получили несколько значений массы линейки. Здесь Вам необходимо записать среднее значение массы линейки, округлив её до целого значения.

Среднее значение массы линейки равно (1 б) 27,4 скрп

(Примечание: масса линейки может отличаться от указанной $\pm 30\%$)

4. Для нахождения плотности бумаги Вам нужно измерить ее объем и массу. При помощи рисунка изобразите тот метод нахождения **объема** бумаги, которым Вы пользовались. Если есть необходимость, запишите расчетные формулы, которые помогут Вам найти объем и расшифруйте, что в них означает каждая величина. (2 б).

Объем бумаги $V=S \cdot h$, где S- площадь листа, h- толщина листа. Толщину найдем методом рядов.



n – число листов в пачке

L – толщина N листов

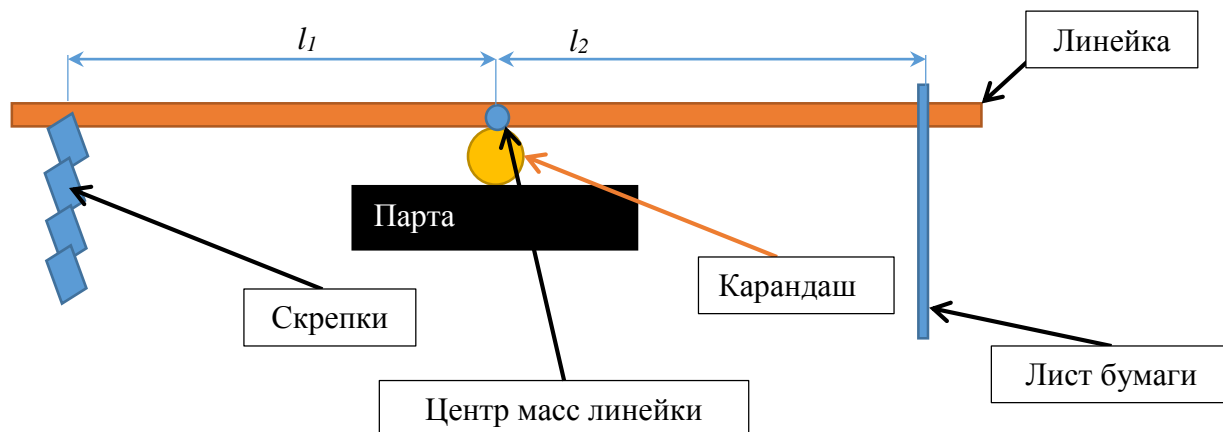
Толщина одного листа $h=L/n$

Лист бумаги, площадь которого S (ее обязательно целый лист

Толщина листа 0,091 мм

Наш лист имеет площадь $10,5 \times 14,5 \text{ см}^2$

5. Для нахождения плотности бумаги Вам нужно измерить ее объем и массу. При помощи рисунка изобразите тот метод нахождения **массы** бумаги, которым Вы пользовались. Если есть необходимость, запишите расчетные формулы, которые помогут Вам найти объем и расшифруйте, что в них означает каждая величина. (2 б).



$$N m_{\text{скрп}} g l_1 = m_{\delta} g l_2 \implies m_{\delta} = N \cdot l_1 / l_2 \text{ (скрп)}$$

где N - число скрепок, l_1 - плечо силы тяжести, действующей на скрепки, l_2 - плечо силы тяжести, действующей на лист бумаги

6. Результаты измерений занесите в таблицу, расположенную ниже. Не забудьте, что результат одного измерения случаен, необходимы повторные измерения. И еще, укажите в первой строке таблицы обозначения и единицы измерения тех величин, которые вы будете заносить в нее. (1 б)

№ п/п	N	l_1 , см	l_2 , см	S, см ²	h, мм	m_{δ} , скрп	Плотность бумаги, скрп/см ³
1	5	11	18	152	0,091	3,1	2,24
2	3	18,5	19	152	0,091	2,9	2,10

7. В предыдущем пункте вы получили несколько значений плотности бумаги. Для записи ответа полученный результат необходимо усреднить. Сделайте это, и напишите полученное число, округлив его до двух значащих цифр. Обратите внимание на единицы измерения величины.

Толщина листа бумаги равна (1 б) _____ 2,17 _____ скрп/см³

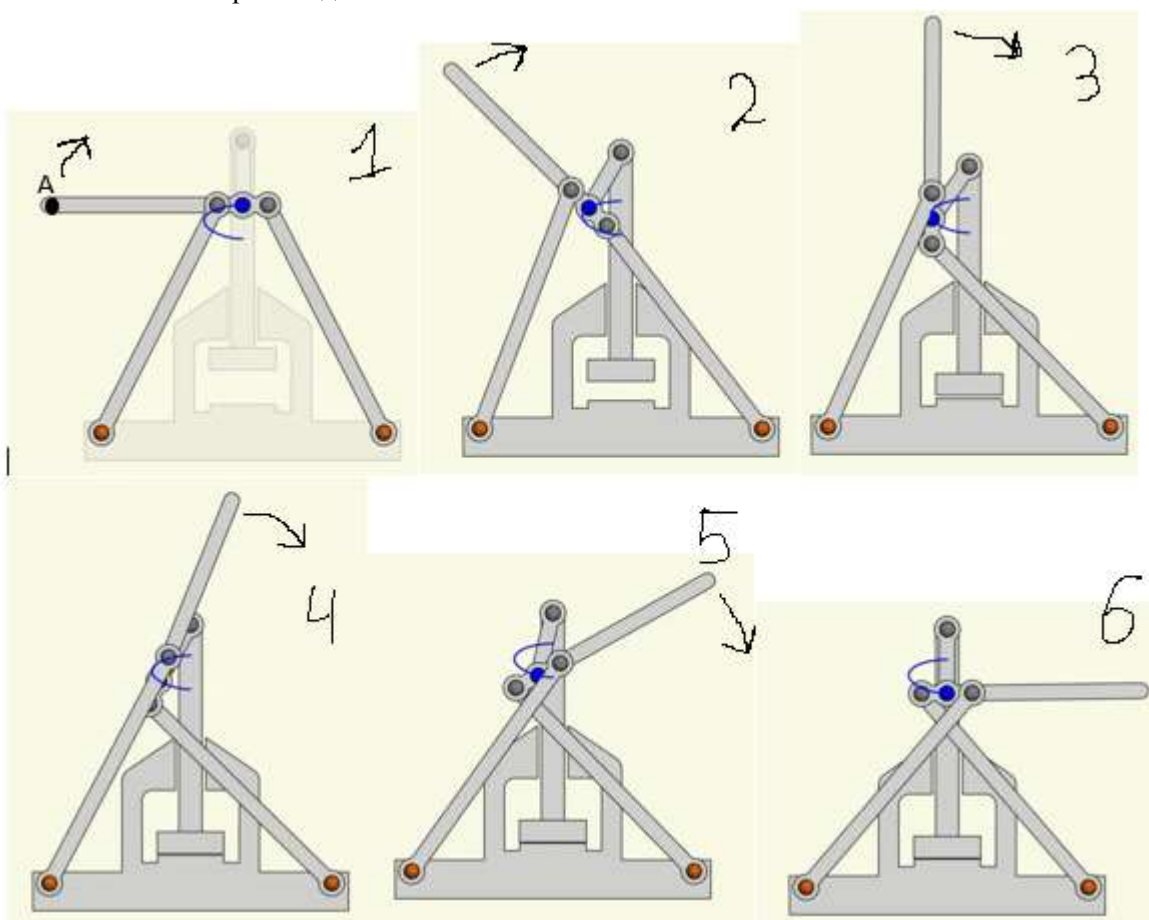
Задача №3.

Пафнутий Львович Чебышёв (1821-1894) был выдающимся математиком, членом множества академий наук по всему миру. Одним из направлений его работы было изобретение различных механизмов, в которых законы физики тесно переплетались красотой и изяществом математики.

Мы рассмотрим один из придуманных им механизмов – пресс. На фотографии представлена реконструкция механизма, хранящаяся в музее истории СПбГУ, а на рисунках схематически проиллюстрирован принцип его работы.



Важно!!! Для решения этой задачи вы можете использовать линейку и рисовать что угодно на этом листке. Считайте, что все рисунки выполнены в масштабе 1:1. При записи решения схематично изобразите пресс и объясните, какие расстояния вы измеряли и для чего.



Пользуясь приведенными картинками и считая, что трение в осях этого простого механизма отсутствует определите:

- 1) Какой выигрыш в работе дает этот пресс, если прикладывать силу к концу ручки (т. А)?
- 2) Какую работу совершит человек переводя пресс из состояния 1 в состояние 6, если будет прикладывать к ручке постоянную силу $F=100$ Н в направлении перпендикулярном ручке?
- 3) С какой силой будет давить пресс на зажатый в него предмет в состоянии 6, если к ручке приложена сила $F = 100$ Н, а при переводе пресса из состояния 5 в состояние 6 башмак пресса опускается вниз на расстояние 0,5 мм?

Подсказки.

- 1) Если тело движется по криволинейной траектории под действием постоянной по модулю силы, направленной все время вдоль траектории, то работа силы равна произведению силы на длину траектории.
- 2) Подробнее узнать про механизмы Чебышева и увидеть их в работе вы можете на сайте <http://www.tcheb.ru/>

Автор: Карманов Максим Леонидович.

Возможное решение:

- 1) Так как пресс – это простой механизм и терние отсутствует, то он не дает ни выигрыша, ни проигрыша в работе. **(2 балла)**
- 2) Исходя из подсказки необходимо определить путь (длину траектории), который пройдет конец ручки при переходе из состояния 1 в состояние 6. Сделать это можно двумя способами: либо нарисовать траекторию конца ручки на одном из рисунков, используя остальные рисунки, и затем линейкой измерить длину траектории, либо можно сказать, что конец ручки двигался практически по дуге окружности, радиус которой равен расстоянию от конца ручки до среднего шарнира. Это расстояние из рисунка равно 2,5 см. Значит длина траектории (длина полуокружности) равна $3,14 \cdot 2,5 = 7,9$ см.

Тогда работа, совершенная силой равна $100 \text{ Н} \cdot 0,079 \text{ м} = 7,9 \text{ Дж}$.

Если длина траектории от 7,5 до 8,5 см, то **2 балла**.

Если длина траектории от 7 до 9 см, то **1 балл**.

Записана формула для расчета работы как произведения силы на длину траектории **1 балл**

При подсчете численного значения работы соблюдены размерности (см переведены в м) **1 балл**

- 3) Важно понимать, что проигрыш в расстоянии, а соответственно и выигрыш в силе на каждом участке свой. Поэтому, для определения выигрыша в силе нужно определить проигрыш в расстоянии именно на конечном участке траектории движения рукоятки. По условию задачи при переходе из состояния 5 в состояние 6 башмак поршня перемещается на 0,5 мм, при этом из рисунка можно определить, что конец рукоятки за это же время перемещается примерно на 1,6 см, что означает проигрыш в расстоянии в $1,6 / 0,05 = 32$ раза, соответственно и выигрыш в силе будет в 32 раза, то есть на заготовку будет действовать сила 3200 Н.

Правильная идея – **2 балла**.

Правильный ответ – **2 балла**.

