

ВНИМАНИЕ!!! В чистовик вы должны записать полные решения задач (желательно сопроводить решения поясняющими рисунками). Задачи можно решать в любом порядке.

Задача №1

Семиклассник Коля нашёл у бабушки в кладовке старый пружинный безмен. Он представлял собой пружину с крючком на конце и указателем, который перемещался по шкале, закреплённой сбоку. Бабушка объяснила, что этот прибор использовали для определения массы продуктов: их подвешивали на крючок, пружина растягивалась, и указатель показывал на шкале массу продукта. Правда, проградуирован он был в старых единицах – фунтах. Цифры на шкале шли в следующем порядке: 0, 5, 10, 15, ... Между каждой парой чисел находилось по 5 делений. Коля подвесил на безмен легкую 1,5 литровую бутылку, наполненную подсолнечным маслом, плотность которого равна 940 кг/м^3 (было указано на этикетке). Указатель остановился на 3-ем делении, считая от нуля, а пружина растянулась на 1,5 см.



Ответьте на следующие вопросы:

1. Какова цена деления прибора в фунтах?
2. Чем равна масса бутылки в фунтах?
3. Сколько килограмм в 1 фунте?
4. Можно ли на этом приборе определить массу 25 литровой бутылки с водой, если длина всей шкалы равна 15 см?

Авторы: Порошин Олег Владимирович и Порошина Елена Владимировна.

Возможное решение.

Для определения цены деления прибора необходимо разницу значений ближайших промаркированных делений разделить на количество делений между ними. Прделав это получим, что цена деления безмена – 1 фунт.

Для определения массы бутылки в фунтах необходимо количество делений умножить на цену делений. Прделав это получим, что масса бутылки составляет 3 фунта.

Для ответа на 3 вопрос сначала необходимо вычислить массу бутылки.

$$m = \rho \cdot V = 940 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3} \cdot 1,5 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3 = 1,41 \text{ кг}$$

Эта масса соответствует 3 фунтам, значит, для ответа на вопрос нужно $\frac{3 \text{ фунта}}{1,41 \text{ кг}} \approx 2,13 \frac{\text{фунт}}{\text{кг}}$

Для ответа на последний вопрос сначала необходимо вычислить массу бутылки.

$$m = \rho \cdot V = 1000 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3} \cdot 25 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3 = 25 \text{ кг}$$

Затем рассчитать, насколько растянется пружина безмена при такой нагрузке. Если при нагрузке $m_1=1.41 \text{ кг}$ пружина растянулась на $x_1=1,5 \text{ см}$, то при нагрузке $m_2= 25 \text{ кг}$, пружина должна растянуться на $x_2 = \frac{x_1}{m_1} \cdot m_2 \approx 26,6 \text{ см}$. Эта длина больше длины шкалы, поэтому определить массу 25 литровой бутылки этим прибором нельзя.

Распределение баллов:

- Ответ на 1 вопрос – 1 балл;
- Ответ на 2 вопрос – 1 балл;
- Правильно вычислена масса масла в бутылке – 2 балла;
- Правильно определён коэффициент перевода из кг в фунты – 2 балла;
- Правильно записана формула соотношения между массой груза и удлинением пружины – 2 балла;
- Получен правильный ответ на последний вопрос с обоснованием – 2 балла.

Задача №2

Мальчик-с-пальчик настолько мал, что стрелки настенных часов для него - как беговая дорожка и в качестве утренней зарядки он бежит с постоянной скоростью по секундной стрелке от центра часов до конца стрелки и обратно (см. рис. 1). Выбегая в очередной раз из центра часов мальчик-с-пальчик захватил с собой фломастер и продолжил бегать по секундной стрелке оставляя фломастером след на циферблате часов (фломастер короткий и рисует ровно на той части циферблата, которая в этот момент времени находится под мальчиком). Пробегав с фломастером ровно 60 секунд (время полного оборота секундной стрелки) мальчик-с-пальчик остановился и стал с интересом разглядывать след, оставленный фломастером на циферблате (см. рис. 2)

Сколько раз мальчик-с-пальчик успел пробежать по секундной стрелке туда и обратно за эти 60 секунд?

Чему равна скорость мальчика относительно стрелки, если длина стрелки равна 30 см?

Нарисуйте в своем чистовике циферблат часов и примерно изобразите какой след оставил бы на циферблате фломастер за время, пока мальчик-с-пальчик пробегает всю секундную стрелку туда и обратно (выбежав из середины часов) если бы его скорость относительно стрелки была в два раза больше.

Авторы: Дульцев Михаил Дмитриевич и Карманов Максим Леонидович

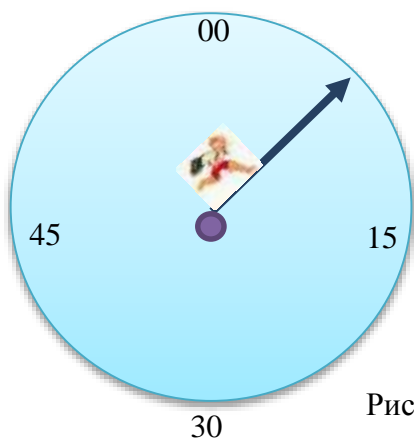


Рис. 1

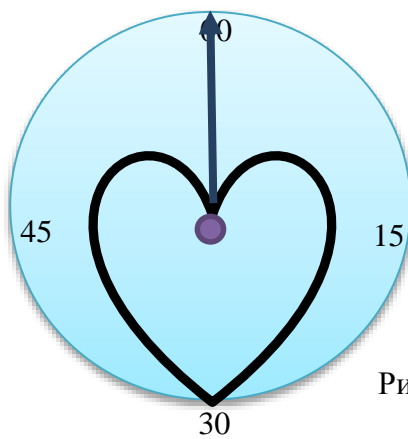
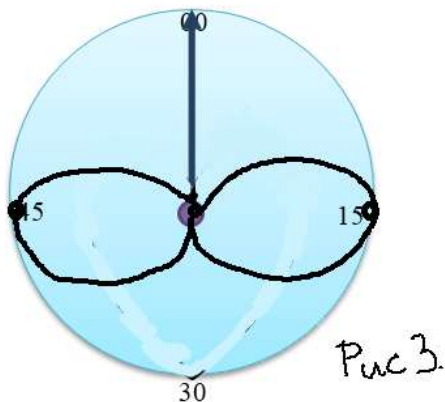


Рис. 2

Возможное решение.

1. Судя по изображению траектории за 60 секунд мальчик-с-пальчик только один раз побывал на кончике стрелки, когда та находилась напротив деления «30». Опять же из траектории видно, что, когда мальчик начал выбегать, стрелка показывала на деление «0». Значит, мальчик добежал от центра часов до конца стрелки за 30 секунд, то есть за половину рассматриваемого времени. Соответственно, за оставшиеся 30 секунд он как раз успел вернуться обратно в центр часов. То есть за 60 секунд он пробежал по стрелке 1 раз туда и 1 раз обратно. (4 балла)
2. Из предыдущего пункта ясно, что мальчик пробежал из начала стрелки в конец за 30 секунд. Значит его скорость равна $30 \text{ см} / 30 \text{ с} = 1 \text{ см/с} = 0,01 \text{ м/с}$. (2 балла)
3. Если скорость мальчика будет в 2 раза больше, то он будет пробегать всю стрелку за 15 секунд, значит если в момент времени 0 секунд он был в центре, то в 15 секунд он окажется на конце стрелки, в 30 секунд опять в центре часов и в 45 секунд опять на краю стрелки. Отметим эти точки на циферблате и соединим плавными кривыми. (4 балла. Из них – 2 балла за точки 0, 15, 30 и 45 и ещё 2 балла за правильный вид кривой)



Задача №3

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

Используя предложенное оборудование, определите:

1. Поверхностную плотность бумаги (в скрп/м²)
2. Толщину листа бумаги.

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

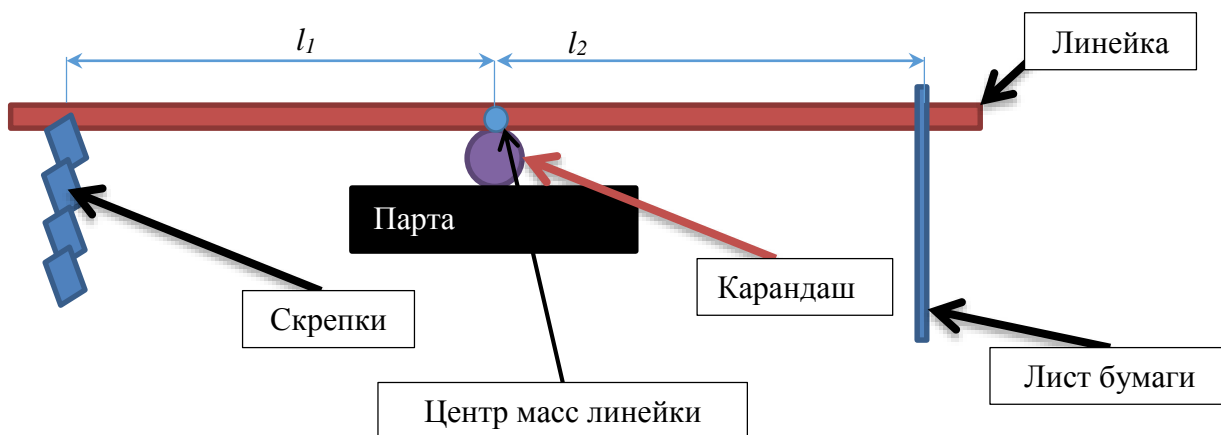
Примечание. Поверхностной плотностью (σ) называют отношение массы листа бумаги к площади его поверхности.

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

Автор: Фокин Андрей Владимирович

ЛИСТ ОТВЕТОВ (для экспериментальной задачи)

1. Используя карандаш и линейку, соберите установку, которая поможет Вам определить массу листа бумаги. Изобразите эту установку, покажите, как Вы будете ее использовать (куда, что подвешиваете и на каких расстояниях), и подпишите ее части. Здесь же запишите (если есть необходимость) расчетные формулы и расшифруйте, что в них означает каждая величина



$$Nm_{скрп}gl_1 = m_лgl_2 \implies m_л = N \cdot l_1 / l_2 \text{ (скрп)}$$

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

При равноплечих весах $m_л = N \cdot (скрп)$

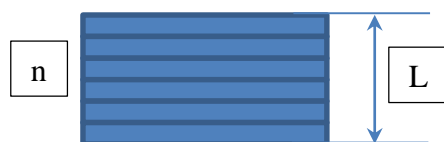
2. Проведите измерения, которые помогут Вам найти поверхностную плотность листа бумаги. Результаты измерений занесите в таблицу, расположенную ниже. Не забудьте, что результат одного измерения случаен, поэтому необходимы повторные измерения, проведенные в различных условиях (например, использовать не весь лист, а какую-то его часть). И еще, укажите в первой строке таблицы обозначения и единицы измерения тех величин, которые вы будете заносить в нее. (3 б)

№ п/п	Площадь листа, см ²	N	m _б , скрп	Поверхностная плотность, скрп/см ²	
1	150	3	3	0,020	
2	290	6	6	0,021	
3	220	4	4	0,018	

3. В предыдущем пункте Вы получили несколько значений поверхностной плотности, определенной по данным независимых измерений. Для записи ответа полученный результат необходимо усреднить. Усреднение можно производить по-разному. В данном случае Вам необходимо сложить результаты расчетов поверхностной плотности и полученное число разделить на количество слагаемых. Сделайте это и ниже напишите полученное число, округлив его до двух значащих цифр. Обратите внимание на единицы измерения величины.

Среднее значение поверхностной плотности выданного Вам листа бумаги равна (1 б) 196 скрп/м²

4. При помощи схемы поясните, как Вы будете находить толщину листа бумаги. Здесь же запишите необходимые расчетные формулы и расшифруйте, что в них означает каждая величина (2 б).



n – число листов в пачке

L – толщина N листов

Толщина одного листа $l_0=L/n$

5. Проведите измерения, которые помогут Вам толщину листа бумаги. 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 (3 б).

N п/п	n	L, мм	l ₀ , мм		
1	44	4	0,091		
2	50	5	0,10		
3	35	3	0,086		

6. В предыдущем пункте вы получили несколько значений толщины листа, определенной по данным независимых измерений. 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) _____ 0,092 _____ мм