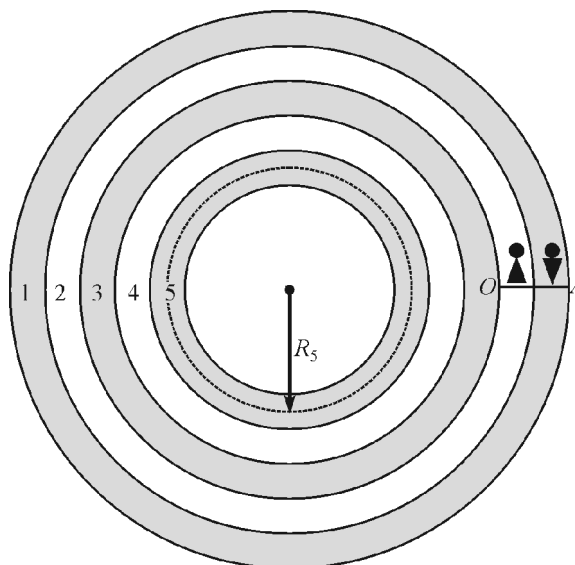


Задача 1

Карусель представляет собой пять круговых дорожек (см. рисунок). Внешняя дорожка (№ 1) всегда неподвижна; следующая (№ 2) может двигаться со скоростью 4,5 км/ч. Скорость движения полотна у дорожки № 3 в 2 раза больше, чем у второй. Скорость движения дорожки № 4 равна разности скоростей движения дорожек № 5 и № 2. Скорость движения пятой дорожки, радиус которой равен $R_5 = 20$ м, в 2 раза больше, чем у третьей. Ширина каждой дорожки равна $r = 1$ м. Вначале все дорожки неподвижны.



С линии AO в одном направлении стартуют двое одноклассников – отличник Вася по неподвижной дорожке № 1 на велосипеде и красавица Маша по соседней дорожке № 2 – бегом. В момент их старта дорожки начинают двигаться, также вращаясь в одном направлении – каждая со своей скоростью. Маша начинает двигаться в направлении движения дорожек с постоянной скоростью $V_1 = 1,25$ м/с относительно полотна своей дорожки. Через некоторое время она перепрыгивает на соседнюю дорожку, причем скорость ее движения относительно полотна новой дорожки остается прежней. Так, последовательно перепрыгивая с дорожки на дорожку и находясь на каждой из них столько времени, сколько требуется, чтобы преодолеть одинаковые угловые расстояния, она добирается сначала до внутренней дорожки № 5, а потом возвращается на дорожку № 2.

С какой постоянной скоростью двигался Вася на велосипеде, если известно, что к линии старта/финиша они добрались одновременно, сделав один оборот вокруг центра карусели? Считать, что одноклассники все время перемещались точно по средним линиям дорожек.

Ответ: скорость движения Васи на велосипеде ≈ 4 м/с.

Критерии оценок

Решение задачи оценивается из целого числа баллов от 0 до 15. Всякое полностью правильное решение оценивается в 15 баллов вне зависимости от выбранного участником способа решения. Ниже приведены критерии оценок частично правильных решений.

Хотя бы один раз правильно использована формула, что расстояние равно произведению скорости на время - 1 балл

Правильно рассчитаны скорости всех дорожек - 2 балла

Отмечено, что 1,25 м/с и 4,5 км/ч - одна и та же скорость - 1 балл

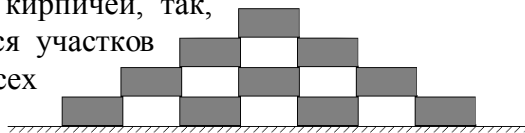
Правильно рассчитаны радиусы всех дорожек - 2 балла

Записано правильное выражение для времени, за которое Маша преодолевает дистанцию - 4 балла

Получен правильный ответ для скорости Васи - 5 баллов

Задача 2

На горизонтальной поверхности лежит стопка кирпичей, так, как показано на рисунке. Площадь соприкасающихся участков кирпичей очень мала (много меньше площадей всех граней кирпичей). Все кирпичи однородные и имеют одинаковый вес $P = 25$ Н. Вычислите, с какой силой каждый кирпич из нижнего ряда давит на поверхность.



Ответ: Два крайних кирпича давят на поверхность с силами $1,5P$, два средних – с силами $3,5P$.

Критерии оценок

Решение задачи оценивается из целого числа баллов от 0 до 15. Всякое полностью правильное решение оценивается в 15 баллов вне зависимости от выбранного участником способа решения. Ниже приведены критерии оценок частично правильных решений.

Получено выражение для силы взаимодействия в точке 1 - 1 балл

Получено выражение для силы взаимодействия в точке 2 - 2 балла

Получено выражение для силы взаимодействия в точке 3 - 2 балла

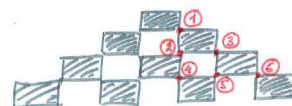
Получено выражение для силы взаимодействия в точке 4 - 2 балла

Получено выражение для силы взаимодействия в точке 5 - 2 балла

Получено выражение для силы взаимодействия в точке 6 - 2 балла

Получен верный ответ для силы давления центральных кирпичей на поверхность - 2 балла

Получен верный ответ для силы давления крайних кирпичей на поверхность - 2 балла



Задача 3

В известном опыте «Бездонный бокал» в стеклянный бокал, доверху наполненный водой, аккуратно опускают одну за другой булавки. При этом вода приподнимается над краями стакана, но не выливается из него (за счет явления смачивания).

Возьмем доверху наполненный водой цилиндрический стакан и взвесим его. Затем начнем аккуратно опускать в него булавки (длина булавки 2,5 см, толщина 0,4 мм) одну за другой до тех пор, пока вода потечет по внешним стенкам стакана. Так же аккуратно протрем стенки и края стакана от оставшихся капель воды, и взвесим этот стакан с булавками и водой. Сколько булавок находится в стакане, если в результате взвешиваний было обнаружено, что изменение массы стакана (который сначала был с водой, но без булавок) составило 19,21 г?

Плотность воды 1 г/см^3 , плотность металла, из которого изготовлены булавки, 7800 кг/м^3 .

Ответ: в стакане находится 898 булавок.

Критерии оценок

Решение задачи оценивается из целого числа баллов от 0 до 15. Всякое полностью правильное решение оценивается в 15 баллов вне зависимости от выбранного участником способа решения. Ниже приведены критерии оценок частично правильных решений.

Хотя бы раз правильно использована формула, связывающая массу, плотность и объем - 1 балл

Показано, что увеличение массы стакана равно произведению объема булавок на разность

плотностей металла и воды - 6 баллов

Правильно рассчитан объем одной булавки - 4 балла

Получен правильный ответ для числа булавок (в промежутке 895-902) - 4 балла

Задача 4

В распоряжении школьника Вовы имеется водопроводная вода температурой $20\text{ }^{\circ}\text{C}$, чайник мощностью $1,2\text{ кВт}$ и вместительностью $1,5\text{ л}$, электрокипятильник мощностью 500 Вт , а также большой калориметр, в котором требуется получить 100 литров кипятка температурой $100\text{ }^{\circ}\text{C}$. Как сделать это за наименьшее время? Вова предложил следующий план действий: нужно налить в калориметр некоторый начальный объем воды V_0 , опустить туда включенный кипятильник, и одновременно кипятить воду в чайнике, доливая из него в калориметр порции кипятка по мере его готовности. Определите, каким должен быть начальный объем V_0 , и за какое время τ удастся получить в калориметре 100 литров кипятка, действуя указанным способом. Удельная теплоемкость воды $4200\text{ Дж}/(\text{кг}\cdot^{\circ}\text{C})$, плотность воды $1\text{ г}/\text{см}^3$. Теплоемкостью калориметра, потерями теплоты в окружающую среду и временем, затраченным на наполнение чайника и выливание из него кипятка, можно пренебречь.

Ответ: в калориметр нужно изначально налить воду объемом $V_0 = \frac{N_2 V}{N_1 + N_2} \approx 29,4\text{ л}$,

нужный объем кипятка в калориметре можно получить за минимальное время $\tau = \frac{c\rho V\Delta t}{N_1 + N_2} \approx$

$5,5\text{ часов}$.

Критерии оценок

Решение задачи оценивается из целого числа баллов от 0 до 15. Всякое полностью правильное решение оценивается в 15 баллов вне зависимости от выбранного участником способа решения. Ниже приведены критерии оценок частично правильных решений.

Хотя бы один раз правильно использовано соотношение, что масса равна произведению плотности на объем - 1 балл

Хотя бы один раз правильно использовано соотношение, что количество теплоты равно произведению удельной теплоемкости на массу и на изменение температуры - 1 балл

Хотя бы один раз правильно использовано соотношение, что выделяемая энергия равна произведению мощности на время - 1 балл

Получен правильный ответ для времени получения кипятка в виде формулы (если школьник работал сразу с числовыми значениями, он получает баллы за этот пункт, если в итоге получил верный числовой ответ, и не получает, если числовой ответ неверен) - 4 балла

Получен правильный числовой ответ для времени получения кипятка - 2 балла

Получен правильный ответ для начального объема в виде формулы (если школьник работал сразу с числовыми значениями, он получает баллы за этот пункт, если в итоге получил верный числовой ответ, и не получает, если числовой ответ неверен) - 4 балла

Получен правильный числовой ответ для начального объема - 2 балла