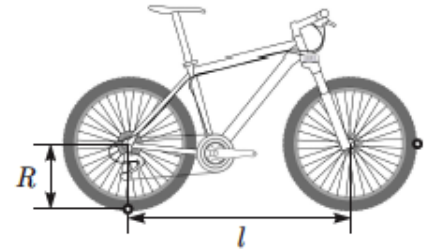


# Всероссийская олимпиада школьников по физике

9 класс, заключительный этап, 2015/16 год

ЗАДАЧА 1. Колёса велосипеда имеют одинаковый радиус  $R$ , а расстояние между центрами колёс  $l = 3R$ . В протекторе покрышек переднего и заднего колёс застряли два маленьких камня. В начальный момент камень на заднем колесе касается земли, а камень на переднем колесе находится в крайнем переднем положении (см. рисунок). Велосипед едет прямолинейно со скоростью  $v$ , колёса не скользят по дороге, камни не отрываются от покрышек.

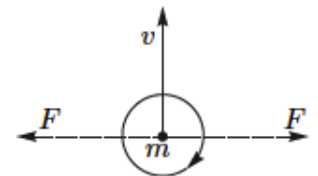


1) Найдите максимальное  $L_{\max}$  и минимальное  $L_{\min}$  расстояния между камнями в процессе движения велосипеда.

2) Через какое минимальное время  $t$  после начала движения расстояние между камнями достигает максимального значения?

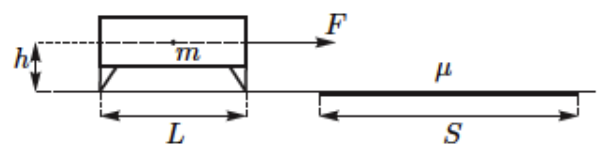
$$\frac{a_F}{g} = t \left( \sqrt{2} - \varepsilon \right) \text{ и } \left( \sqrt{2} + \varepsilon \right) \text{ и } L_{\max} = \dots$$

ЗАДАЧА 2. На частицу массой  $m$ , имеющую скорость  $v$ , начинает действовать постоянная по модулю сила  $F$ , вектор которой за время действия  $\tau$  поворачивается с постоянной угловой скоростью на угол  $180^\circ$  (см. рисунок). Векторы скорости частицы и силы всё время находятся в плоскости рисунка. В начальный момент угол между силой  $F$  и скоростью частицы составлял  $90^\circ$ . Определите модуль и направление конечной скорости частицы  $u$  через время  $\tau$  после начала действия силы  $F$ . Влиянием других сил можно пренебречь.



$$\frac{u}{v} = \dots$$

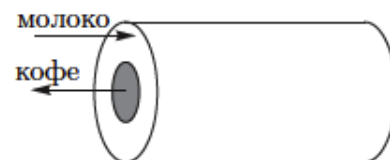
ЗАДАЧА 3. Скамейку, имеющую массу  $m$  и длину  $L$ , перемещают горизонтальной силой  $F$  (неизвестной и не обязательно постоянной величины) с постоянной скоростью по гладкой горизонтальной поверхности через шероховатую область шириной  $S$  ( $S > L$ ). Сила  $F$  приложена на уровне центра тяжести на высоте  $h$  над поверхностью (см. рисунок). Коэффициент трения между опорами скамейки и шероховатой областью равен  $\mu$ . Полагая, что опоры не отрываются от горизонтальной поверхности, определите работу силы  $F$  при перемещении скамейки через шероховатую область. При каком соотношении параметров  $L$ ,  $\mu$  и  $h$  возможно такое движение?



Скамейку считайте однородной, а её опоры лёгкими.

$$F > \dots$$

ЗАДАЧА 4. Теплообменник состоит из двух тонких коаксиальных труб и имеет длину  $L = 5$  м. По внутренней трубе течёт кофе, а по внешней во встречном направлении — молоко (см. рисунок). Молоко поступает в теплообменник при температуре  $t_1 = 10^\circ\text{C}$ , а кофе — с противоположной стороны при температуре  $t_2 = 90^\circ\text{C}$ . Если в единицу времени по трубам теплообменника в каждую сторону протекает одинаковая масса жидкостей  $\mu$ , то к выходу из него молоко успевает нагреться до температуры  $t_3 = 60^\circ\text{C}$ .

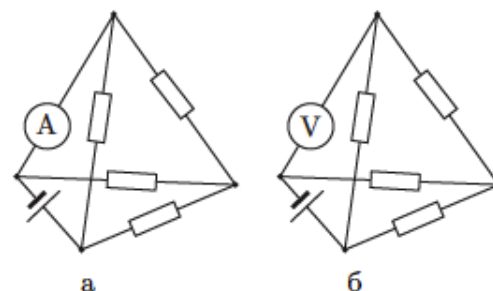


- 1) Определите температуру  $t_4$  кофе на выходе из теплообменника.
- 2) На каком расстоянии  $s$  друг от друга находятся участки труб, в которых температуры кофе и молока одинаковы?
- 3) Какими станут температуры молока  $t'_3$  и кофе  $t'_4$ , вытекающих из теплообменника, если увеличить скорость обоих потоков в два раза, сохранив их температуры на входе?

*Указание:* Мощность теплопередачи через небольшую площадку внутренней трубы пропорциональна разности температур контактирующих с ней жидкостей. Теплообменом с окружающей средой можно пренебречь. Плотности и удельные теплоёмкости кофе и молока считать одинаковыми.

$$(1) t_4 = 40^\circ\text{C}; (2) s = 3 \text{ м}; (3) t'_3 = 46,4^\circ\text{C}, t'_4 = 53,6^\circ\text{C}$$

ЗАДАЧА 5. Электрическая цепь в форме тетраэдра содержит четыре одинаковых резистора, идеальный источник постоянного напряжения и идеальный амперметр, который показывает силу тока  $I = 2$  А (рисунок *а*). Если заменить амперметр идеальным вольтметром, он покажет напряжение  $U = 12$  В (рисунок *б*). Определите напряжение  $U_0$  источника и сопротивление  $R$  одного резистора.



$$U_0 = 15 \text{ В}, R = 10 \text{ Ом}$$