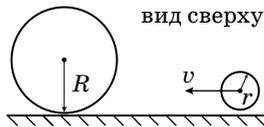


**10 КЛАСС****10.1. Шайбы и стенка**

Две шайбы находятся на гладкой горизонтальной поверхности. Малая шайба радиуса  $r$  движется со скоростью  $v$  вдоль вертикальной стенки при малом зазоре с ней.



Большая шайба радиуса  $R = 7r$  касается стенки. Какую скорость  $u$  приобретёт большая шайба после всех столкновений, если массы шайб одинаковы? Трения в системе нет, столкновения шайб друг с другом и со стенкой абсолютно упругие.

**10.2. Автомобиль на конвейере**

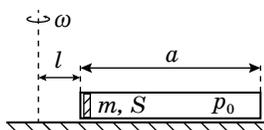
Автомобиль движется по горизонтальному неподвижному конвейеру со скоростью  $v_0 = 20$  м/с в безветренную погоду. При этом половина мощности двигателя затрачивается на преодоление сопротивления воздуха, другая половина – на преодоление трения качения.

1. Навстречу автомобилю подул ветер со скоростью  $v_0 = 20$  м/с (относительно земли). С какой установившейся скоростью  $v_1$  относительно земли будет двигаться автомобиль, если развиваемая двигателем мощность не изменилась, а конвейер неподвижен?
2. В некоторый момент ветер утих, а конвейер стал двигаться с постоянной скоростью  $v_0 = 20$  м/с в сторону, противоположную движению автомобиля. С какой установившейся скоростью  $v_2$  относительно земли будет двигаться автомобиль, если развиваемая двигателем мощность не изменилась?

*Примечание1:* сила сопротивления воздуха пропорциональна квадрату относительной скорости, сила трения качения постоянна.

*Примечание2:* во всех случаях проскальзывания колес не возникает.

*Примечание3:* уравнение третьей степени можно решить методом подбора.

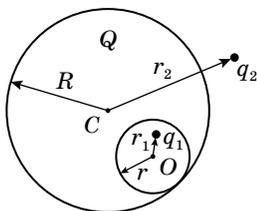


### 10.3. Трубка на центрифуге

На центрифуге, которая может вращаться только вокруг вертикальной оси, закреплён в горизонтальном положении герметичный легкий цилиндр. Ось цилиндра проходит через ось вращения. Внутри цилиндра находится тонкий поршень, который может перемещаться без трения. Цилиндр заполнен идеальным газом, давлением которого поршень прижат к торцу цилиндра, ближнему к оси вращения. Длина цилиндра равна  $a = 0,5$  м, площадь поршня  $S = 5$  см<sup>2</sup>, его масса  $m = 10$  г, давление газа в цилиндре  $p_0 = 1,0$  кПа. Расстояние от оси вращения до ближнего торца цилиндра  $l = 0,1$  м. Центрифуга начинает вращаться, причём угловая скорость вращения  $\omega$  очень медленно увеличивается. Температура газа поддерживается постоянной.

*Примечание:* считайте, что в ходе эксперимента воздух остаётся однородным.

1. При каком значении  $\omega_1$  угловой скорости начальное положение равновесия поршня перестанет быть устойчивым?
2. На каком расстоянии  $x_1$  от начального положения установится поршень при неизменной угловой скорости  $\omega_1$ ?
3. Теперь частоту вращения начали медленно уменьшать. При каком значении  $\omega_2$  поршень вернётся в исходное положение?



### 10.4. Заряженный шар (классика)

Проводящий шар радиусом  $R$  имеет сферическую полость радиусом  $r$ , касающуюся наружной поверхности шара. Заряд шара равен  $Q$ . В полости, на расстоянии  $r_1$  от ее центра, находится точечный заряд  $q_1$ . Вне шара, на расстоянии  $r_2$  от его центра, находится точечный заряд  $q_2$ .

1. Найдите потенциал  $\varphi_{\text{ш}}$  шара.
2. Найдите потенциал  $\varphi_0$  в центре  $O$  полости.

Потенциал бесконечно удаленных точек примите равным нулю.

**10.5. Нелинейность**

Нелинейный элемент  $Z$  имеет вольтамперную характеристику  $I_Z = \alpha U_Z^2$ , где  $\alpha = 0,07 \text{ А/В}^2$ . Получите формулу зависимости силы тока  $I$  от напряжения в цепи, составленной из бесконечного числа нелинейных элементов  $Z$ .

