

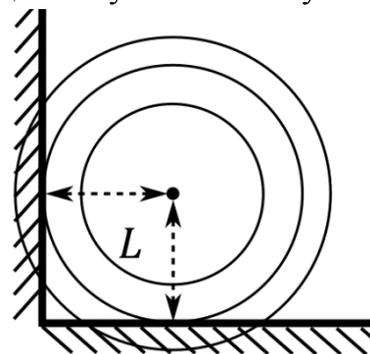
Время выполнения заданий — 240 минут.

Максимальное количество баллов — 100.

Пишите разборчиво. В работе не должно быть никаких пометок, не относящихся к ответам на вопросы. При отсутствии ответа ставьте прочерк.

Задача 1. Шайба может двигаться без трения по дну поверхности, представляющей из себя вогнутую сферу. Период малых колебаний шайбы равен T . Движение шайбы ограничили двумя гладкими прямыми стенками, ортогональными друг другу, см. на Рисунке вид сверху. Шайба от стенок отскакивает абсолютно упруго, а стенки в вертикальном направлении наклонены так, что при отскоке шайба не отрывается от поверхности. Обе стенки находятся на расстоянии L от вертикальной оси, проходящей через нижнюю точку поверхности.

1. С какой скоростью (амплитуда и направление) надо выпустить шайбу из нижней точки поверхности, чтобы движение шайбы было периодичным с периодом движения $3T/4$? Найдите и нарисуйте две существенно различные траектории движения с таким периодом.
2. С какой скоростью надо выпустить шайбу из нижней точки поверхности, чтобы движение шайбы было периодическим с периодом движения $2T$? Нарисуйте пример траектории с таким периодом движения.



Расстояние L мало по сравнению с радиусом кривизны поверхности и велико по сравнению с размером шайбы.

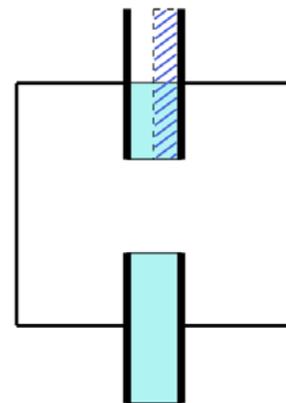
Задача 2. Двумя одинаковыми пружинами, имеющими длину L в состоянии равновесия, соединили два одинаковых груза (размер грузов мал по сравнению с L), сделав кольцо. Эту конструкцию разместили в желобе длиной $2L$, имеющем форму окружности, по которому грузы могут двигаться без трения. Если обоим грузам, исходно находившимся в положениях равновесия, придать скорость v во встречных направлениях вдоль желоба, то они будут колебаться с частотой ω и с амплитудами $L/10$. Теперь конструкцию достали, распилили один из грузов на две равные части, так что теперь конструкция стала линейной с одним целым грузом посередине и двумя половинными по краям, и положили в прямой желоб, по которому все три груза могут также двигаться без трения. Исходно эта конструкция покоилась.

1. В первом эксперименте двум крайним грузам придали скорость v во встречных направлениях.
2. Во втором эксперименте двум крайним грузам придали скорость v в одном и том же направлении.
3. В третьем эксперименте одному крайнему грузу придали скорость v , направленную к центру системы.

Опишите дальнейшее движение линейной конструкции во всех трёх экспериментах.

Задача 3. При расширении водяного пара из состояния 1 в состояние 2 по изотерме газ совершает работу 100 Дж. Если же сначала газ будет расширяться по изобаре, а потом по адиабате – в результате чего также перейдет из состояния 1 в состояние 2, – то он совершит работу 171,8 Дж. Какую работу совершит газ, если сначала будет изобарически расширяться, а после изохорно охлаждаться, перейдя снова из состояния 1 в состояние 2? Пар считать идеальным газом.

Задача 4. Конденсаторы представляют собой плоские прямоугольные ящички с металлическими боковыми стенками, покрытыми тонкой диэлектрической плёнкой. Внутри ящички заполнены водой (диэлектрическая проницаемость $\epsilon = 81$). Конденсаторы подключают поочередно к источнику питания и соединяют между собой параллельно. Суммарно источником питания была затрачена работа $W_0 = 100$ мДж. В результате поломки из одного из конденсаторов вылилась половина воды. Оставшаяся половина воды распределилась в этом конденсаторе так, что соединила собою обкладки, а граница с воздухом оказалась нормальной к обкладкам, см. Рисунок. Какую работу нужно совершить, чтобы прижать воду к одной из обкладок, так чтобы граница воды с воздухом была параллельна обкладкам (соответствующая область выделена штриховкой на Рисунке)? Гравитацией и капиллярными эффектами пренебречь.



Задача 5. На корабле вертикально установлена цилиндрическая труба с радиусом $R = 1$ м и высотой $H = 10$ м. Труба вращается с угловой скоростью $\omega = 0.3$ рад/с. Ветер дует относительно корабля со скоростью $v = 10$ м/с. Оцените силу, действующую на трубу в направлении, ортогональном направлению ветра.

