

Рис. 2

2. На свободно вращающиеся ободы двух одинаковых велосипедных колес, центры которых лежат на одной вертикали, а оси закреплены горизонтально и параллельны, натянута легкая шероховатая нерастяжимая нить, концы которой прикреплены к грузу массой m , удерживаемому вблизи верхнего обода (рис.2). Толщина обода много меньше его радиуса, а масса обода много больше массы спиц и втулки колеса и равна M . С каким ускорением будет двигаться груз после его освобождения до момента касания нижнего обода?

3. На рисунке 3 показана упрощенная схема кривошипно-шатунного механизма паровоза.

Когда ось A крепления шатуна к колесу находится выше оси O колеса, давление справа от поршня равно атмосферному p_a , а слева от него давление поддерживают равным $p > p_a$;

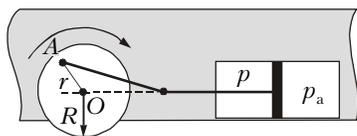


Рис. 3

когда ниже, то давление слева p_a , а справа p . Радиус колеса R , $AO = r$, площадь поршня S . Найдите максимальную горизонтальную силу, с которой колесо действует на свою ось.

4. Два диска, масса одного из которых в $n = 2$ раза больше другого, прикрепили к концам легкой пружины так, чтобы их центры масс лежали на вертикали, совпадающей с осью пружины, если один из дисков положить на горизонтальный стол. Вначале на стол положили более тяжелый диск. Оказалось, что период малых гармонических вертикальных колебаний верхнего диска равен $T = 0,2$ с. Затем пружину с дисками перевернули так, что внизу оказался более легкий диск. При каких амплитудах вертикальные колебания тяжелого диска могут оставаться гармоническими, если возникающие при этом деформации пружины можно считать малыми?

5. Прочный баллон емкостью $V = 60$ л заполнили смесью водорода и кислорода под давлением $p_1 = 3,24$ атм при температуре $t_1 = 27$ °С. Масса смеси газов $m = 60$ г. Затем в баллоне произвели электрический разряд, вызвавший химическую реакцию $2H_2 + O_2 = 2H_2O$. Найдите давление в баллоне после остывания его содержимого до температуры $t_2 = 100$ °С.

6. В тепловом двигателе в качестве рабочего вещества используют один моль идеального одноатомного газа. Цикл двигателя состоит из изобары, изохоры и адиабаты. КПД цикла η . Максимальная температура газа в цикле T_1 , минимальная T_3 . Зная, что максимальная температура реализуется при адиабатическом процессе, найдите работу, совершаемую над газом при его сжатии.

7. В плоский конденсатор вставили две пластины одинаковой толщины, заполнившие все пространство между его обкладками, причем так, что каждая из пластин касается одной из обкладок и другой пластины. Удельное сопротивление материала первой пластины ρ_1 , второй ρ_2 . Расстояние между обкладками конденсатора d . Между пластинами поддерживается постоянное напряжение U . Найдите плотность поверхностного заряда на границе соприкосновения пластин.

8. Равносторонний треугольник массой m , изготовленный из жесткой тонкой проволоки, может свободно вращаться вокруг горизонтальной оси, проходящей через его вершину A параллельно противоположной стороне DC . Длина стороны треугольника a . Сторона DC лежит на опоре так, что плоскость треугольника горизонтальна. Треугольник находится в однородном магнитном поле, линии индукции кото-

рого горизонтальны и перпендикулярны оси вращения. Найдите величину B индукции поля, при которой треугольник не будет давить на опору, если по нему течет постоянный ток I .

9. С помощью объектива, состоящего из собирающей и рассеивающей линз с фокусными расстояниями $F_1 = 20$ см и $F_2 = -20$ см соответственно, находящихся на расстоянии $L = 16$ см друг от друга, получили изображение Солнца. Найдите фокусное расстояние F тонкой линзы, с помощью которой можно получить изображение Солнца того же размера, что и с помощью объектива. Линзы объектива считать тонкими, а их главные оптические оси совпадающими.

10. На верхней горизонтальной плоскости пластинки из стекла с показателем преломления $n = 1,5$ сделано широкое клинообразное углубление, профиль которого показан на поперечном сечении пластинки, изображенном на рисунке 4. Сверху на пластинку падает параллельный пучок фотонов, движущихся вертикально вниз. При этом на матовой нижней плоскости пластинки наблюдается интерференционная картина. Зная, что толщина пластинки $H = 10$ см, энергия отдельного фотона $W = 4 \cdot 10^{-19}$ Дж, а угол $\alpha = 0,02$ рад, определите наибольший порядок максимума в наблюдаемой интерференционной картине.

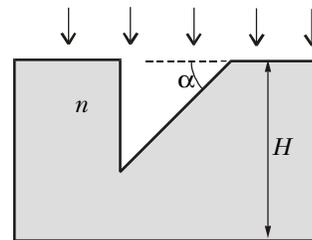


Рис. 4

Факультет вычислительной математики и кибернетики

1. На гладком горизонтальном столе покоятся два одинаковых кубика массой M каждый. В центр левого кубика попадает пуля массой m , летящая горизонтально со скоростью, равной v_0 и направленной вдоль линии, соединяющей центры кубиков. Пробив насквозь левый кубик, пуля летит дальше со скоростью $v_0/2$, попадает в правый кубик и застревает в нем. Через какое время τ после попадания пули в левый кубик кубики столкнутся, если начальное расстояние между ними равно L ? Размерами кубиков пренебречь.

2. На горизонтальном столе покоится клин массой $M = 4$ кг. Сверху на клин падает шарик массой $m = 1$ кг. Определите угол при основании клина α , если известно, что после упругого удара о клин шарик отскочил под углом $\beta = 45^\circ$ к вертикали. Трением пренебречь.

3. Два вертикальных сообщающихся цилиндра заполнены водой и закрыты поршнями с массами $M_1 = 1$ кг и $M_2 = 2$ кг. В положении равновесия левый поршень расположен выше правого на $h = 10$ см. Когда на левый поршень поместили гиру массой $m = 2$ кг, поршни в положении равновесия оказались на одной высоте. Какова будет разность высот поршней H в положении равновесия, если гиру перенести на правый поршень?

4. Маленький шарик, подвешенный на нити, отклоняют от положения равновесия и отпускают без начальной скорости. Определите, с каким ускорением a_1 начнет двигаться шарик, если известно, что в момент прохождения шариком нижней точки траектории его ускорение равно $a_2 = 15$ м/с². Нить считать невесомой и нерастяжимой, сопротивление воздуха не учитывать. Ускорение свободного падения принять равным $g = 10$ м/с².

5. Стакан объемом $V_0 = 290$ см³ перевернули вверх дном и медленно погрузили в воду на глубину $h = 5$ м. При этом объем воздуха в стакане оказался равным $V_1 = 194$ см³.