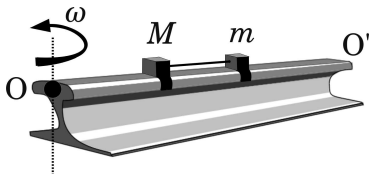
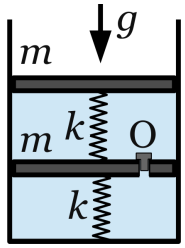
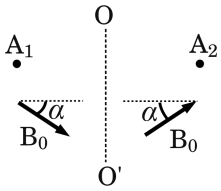
1 Рельс OO′ вращается в горизонтальной плоскости вокруг точки O с угловой скоростью ω. По рельсу могут ездить два маленьких тела массами M и m, связанные легкой нерастяжимой нитью длины l. Тело массой m ездит по рельсу без трения. Коэффициент трения между телом массы M и рельсом равен μ. В некоторый момент времени тело массой M располагается на расстоянии R от точки O, при этом его скорость относительно рельса равна нулю, а нить не провисает (см. рис). Найдите силу натяжения нити в этот момент и постройте график зависимости этой силы от ω. Ускорение свободного падения g.

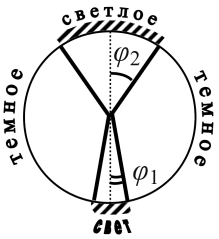


2 В сосуде находятся два поршня массой m и две пружины жесткостью k. Одна пружина соединяет поршни между собой, другая – нижний поршень и дно сосуда (см. рис.). Пространство под поршнями заполнено идеальным газом, система находится в равновесии, при этом обе пружины недеформированы и имеют длину L. В нижнем поршне открыли небольшое сквозное отверстие O. На какой высоте расположатся поршни, когда в системе снова установится равновесие? Считать, что температура в конце устанавливается равной первоначальной. Атмосферным давлением, весом газа и трением пренебречь. Ускорение свободного падения g.



3 Плоскость OO′ делит пространство на две области (см. рис.). В каждой области действует однородное магнитное поле индукции B_0; направление магнитного поля в каждой области показано на рисунке. Вектор B_0 образует с нормалью к OO′ угол $\alpha > 0$. Из точки A_1 вылетела частица массой m с зарядом q. Пролетев сквозь OO′ и оказавшись в правой области, частица стала двигаться по прямой и попала в точку A_2. Точки A_1 и A_2 расположены симметрично относительно OO′. Какое время может потребоваться частице на такой перелёт из A_1 в A_2? Силой тяжести пренебречь. Частица пролетает сквозь OO′ беспрепятственно.



4 Ждун замыслил серию опытов, в которых планирует измерять напряженность электрического поля в точке O. В первом опыте он собирается расположить в точке A положительный точеный заряд. Во втором опыте он расположит на прямой OA полубесконечную цепочку из таких же по абсолютной величине зарядов с чередующимися знаками (см. рис.). Расстояние между соседними зарядами в цепочке в N раз меньше, чем расстояние между A и O, причём $N >> 1$. В третьем опыте Ждун сдвинет заряды в цепочке по сравнению со вторым опытом так, что расстояние между соседними зарядами уменьшится в K раз. Во втором и третьем опыте ближайший к O заряд цепочки будет располагаться в точке A; он является положительным. На сколько процентов следует ожидать изменения напряженности во втором опыте по сравнению с первым? На сколько процентов ожидается изменение напряженности в третьем опыте по сравнению со вторым?

5 В тёмной-тёмной комнате имеется сплошной шар из прозрачного материала. Где-то внутри шара горит точечный источник света. При этом лишь часть поверхности шара испускает свет: это два круглых пятна у противоположных полюсов шара. Угловой размер освещенных пятен (см. рис.) равен $\varphi_1 = 5°$ и $\varphi_2 = 35°$. Найдите коэффициент преломления материала, из которого изготовлен шар.