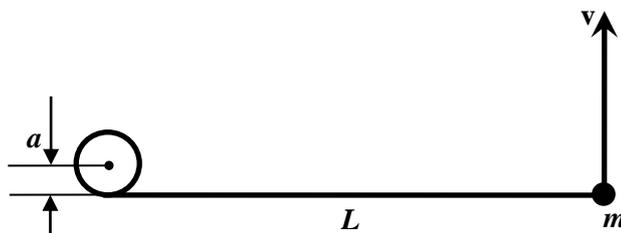


1. «Навороченная» резинка

Тело массой m прикреплено к одному концу резинки, а ее второй конец зафиксирован. Коэффициент упругости резинки равен k . Начальные условия таковы, что тело движется по окружности радиусом L . В какой-то момент времени цилиндр радиуса a ($\ll L$) устанавливается рядом с центром окружности, как показано на рисунке. С этого момента времени резинка начинает наматываться на цилиндр. Предполагая, что цилиндр является липким, сколько времени потребуется телу, чтобы достигнуть цилиндра?



2. Обогреватель

Дом обогревается тепловой машиной, питающейся от сети мощностью $P = 10000$ Вт и работающей по прямому циклу Карно. Охладителем служит атмосферный воздух, а нагревателем – воздух внутри дома. При температуре окружающей среды $T_{01} = 5,0^\circ\text{C}$ в доме через некоторое время устанавливается температура $T_1 = 25,0^\circ\text{C}$. Считая, что потери тепла пропорциональны разности температур внутри и вне дома, ответьте на следующие вопросы:

- Какое количество тепла теряет комната за одни сутки?
- Температура окружающего воздуха стала равной $T_{02} = -5,0^\circ\text{C}$. Какая температура воздуха T_2 установится через некоторое время в доме?
- Тепловую машину запустили по обратному циклу Карно. Какая температура воздуха T_3 установится в доме через некоторое время? Температура окружающей среды $T_{01} = 5,0^\circ\text{C}$
- Установили две такие же тепловые машины, каждая из которых питается от сети мощностью $P = 10000$ Вт и работающих по каскадному принципу (нагреватель одной машины служит охладителем другой). При какой температуре окружающего воздуха T_{04} комнатная температура останется равной $T_1 = 25,0^\circ\text{C}$?

3. Сила взаимодействия между проводящими сферой и плоскостью

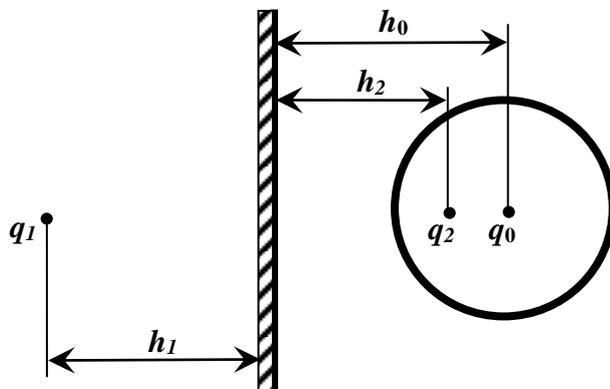
Проблема, с которой часто сталкиваются в атомной микроскопии, состоит в том, чтобы определить силу взаимодействия между проводящей сферой радиуса R и потенциалом V и проводящей плоскостью с нулевым потенциалом. Расстояние между телами равно h_0 (см. рисунок). Чтобы найти силу, применим шаг за шагом метод зеркального отражения.

- Поместим такой заряд q_0 на сферу, чтобы поверхность сферы являлась эквипотенциальной с потенциалом V . Пренебрегая присутствием проводящей плоскости, выразите q_0 через V и R .
- Определите значение q_1 и положение h_1 изображения заряда q_0 в проводящей плоскости.
- Присутствие заряда q_1 нарушает эквипотенциальность проводящей сферы. Это положение можно исправить помещением другого заряда q_2 внутри сферы таким образом, чтобы суммарный вклад от q_0 , q_1 и q_2 восстановил эквипотенциальность проводящей сферы. Определите q_2 и его положение h_2 .
- Повторите (b), чтобы найти изображение заряда q_2 (назовите его q_3), и затем повторите (c) чтобы найти изображение заряда q_3 (назовите его q_4). Получите общую связь между h_{2n} и $h_{2(n+1)}$, q_{2n} и $q_{2(n+1)}$, q_{2n+1} и q_{2n} , $n = 0, 1, 2, \dots$

(е) Найдите полную силу взаимодействия между проводящей сферой и плоскостью в виде суммы бесконечного ряда.

(f) Предположим, что сила в (е) равна 1.1×10^{-12} Н, при $V = V_0$, $R = 1.0 \times 10^{-8}$ м, и $h_0 = 5.0 \times 10^{-8}$ м. Найдите силу при $V = 2 V_0$, $R = 1.0$ м, и $h_0 = 5.0$ м.

(g) Дано $R/h_0 = 1/51$. Сколько членов ряда нужно взять, чтобы определить силу в (е) с точностью до $\sim 1\%$?



4. Смотри себе в затылок

Некая планета состоит из материала с той же средней плотностью, что и Земля. Предположим, что атмосферное давление на поверхности этой планеты такое же, как и на поверхности Земли и равно P_0 . Температура атмосферы всюду постоянна. Каким должен быть радиус планеты R , чтобы человек, стоящий на ее поверхности, мог увидеть свой затылок? Коэффициент преломления атмосферы зависит от ее плотности следующим образом: $n(\rho) = 1 + \varepsilon\rho$, где ε – некоторая постоянная. Известно, что радиус Земли равен R_0 , ускорение свободного падения на поверхности Земли g , плотность атмосферы на поверхности планеты ρ_0 .