

Отсюда следует, что частота колебаний наших качелей пропорциональна корню квадратному из радиуса полуцилиндра и обратно пропорциональна длине стержня.

В частности, если радиус полуци-

линдра равен нулю, частота колебаний также равна нулю. Действительно, в этом случае полуцилиндр представляет собой просто ось, на которую насажен стержень с грузиками одной и той же массы. Такая система

находится в состоянии безразличного равновесия – поворот стержня в этих условиях на любой угол не приводит к изменению потенциальной энергии системы, и колебания возникнуть не могут.

Горки, электрические токи и Кулон

Е. РОМИШЕВСКИЙ



РЕДМЕТОМ НАШЕГО РАССМОТРЕНИЯ БУДУТ ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ ЦЕПИ ПОСТОЯННОГО ТОКА, ВКЛЮЧАЮЩИЕ ПРОВОДНИКИ И ИСТОЧНИКИ ТОКА. Но начнем мы с конденсатора.

Если подключить к заряженным пластинам конденсатора вольтметр, то цепь, составленная из конденсатора и вольтметра, образует замкнутый контур. А значит, работа по переносу электрического заряда по этому контуру в кулоновском электрическом поле будет равна нулю. Предположим, что вольтметр – идеальный, например электростатический, у которого омическое сопротивление бесконечно большое, а емкость бесконечно малая. Двигаясь от положительной пластины 1 к отрицательной 2 (по часовой стрелке – см. рис.1), мы зафиксируем падение (понижение) потенциала на величину $U_0 = Q_0/C$, где Q_0 – заряд, C – емкость конденсатора. В соединительных проводниках уровень

потенциала остается неизменным, а на измерительном элементе вольтметра потенциал поднимается на величину U_0 . Вот это значение U_0 и будет регистрировать идеальный вольтметр – например, по силе притяжения его пластин 3 и 4.

Теперь подключим к пластинам 1 и 2 незаряженного конденсатора источник тока – батарею с электродвижущей силой E_6 . Конденсатор зарядится до разности потенциалов $U_0 = E_6 = Q_0/C$. Рассмотрим замкнутый контур 1–2–3–4–1 и обойдем его по часовой стрелке (рис.2). Когда мы переходим от положительной пластины 1 с потенциалом φ_1 к отрицательной пластине 2 с потенциалом φ_2 , потенциал уменьшается; следовательно, разность потенциалов $\varphi_2 - \varphi_1 = -U_0 = -Q_0/C$ отрицательна. Когда мы переходим от отрицательной пластины батареи с потенциалом φ_3 к положительной с потенциалом φ_4 , эта же разность потенциалов в кулоновском поле батареи

положительна: $\varphi_4 - \varphi_3 = U_0$, и мы выходим на тот же уровень потенциала на пластине 1 конденсатора:

$$\varphi_2 - \varphi_1 + \varphi_4 - \varphi_3 = -U_0 + U_0 = 0.$$

Возникает вопрос (вот так всегда бывает с физикой – сплошные вопросы): что же такое эта батарея и какова ее «физическая роль»? Как мы уже говорили, внутри батареи имеется кулоновское поле с разностью потенциалов $U_0 = E_6$; значит, там происходит разделение положительных и отрицательных зарядов. Когда мы подключили батарею к незаряженному конденсатору, через нее прошел электрический заряд Q_0 (внутри батареи – против кулоновского поля) и потенциал поднялся на более высокий уровень. Какие же силы перемещают заряды против действия кулоновского поля?

Воспользуемся тем, что электрическое кулоновское поле схоже по своим свойствам с ньютоновским полем тяготения. Допустим, что мы (заряды) подошли на первом этаже к лифту (отрицательной пластине батареи). На кабину лифта действует сила тяготения (сила со стороны кулоновского поля действует на перемещающиеся заряды). Если лифт поднимается равномерно, на него вверх действуют упругие силы натяжения канатов, равные по величине силе тяжести (силе со стороны кулоновского поля). А какой аналог лифта, совершающие работу против сил тяжести? Это – силы химической активности, возникающие между металлом пластин батареи и электролитом, ее заполняющим. Эти силы называют сторонними, подчеркивая тем самым их неэлектростатическую природу. Можно ввести напряженность таких сил: $E_{ст}$ – это сторонние силы, действующие на единицу положительного заряда. Поскольку при прохождении зарядов через батарею сторонние силы равны по величине, но противоположны по направлению кулоновским силам, для разности потенциалов можно записать

$$E_{ст} l_6 = U_6 = -E_{кул} l_6 = -E_6,$$

где l_6 – расстояние, на котором дей-

(Продолжение см. на с. 34)

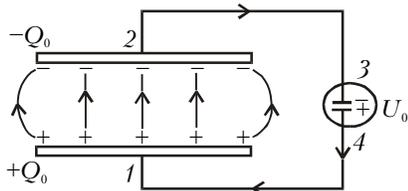


Рис. 1

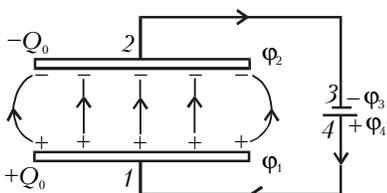


Рис. 2

