Он взял свой пыльный щит и написал на нем закон сохранения энергии:

$$M\frac{V_{\max}^2}{2} = Mgl(1-\cos\alpha_{\max}),$$

где $V_{\max}$ — максимальная скорость платформы (очевидно, когда она в своем качании проходит нижнюю точку), а $\alpha_{\max}$ — максимальный угол отклонения, который, как легко видеть из рисунка 1, находится из прямоугольного треугольника:

$$\cos\alpha_{\max} = \frac{L-d}{2l}.$$

При этом угле скорость платформы равна нулю: вся кинетическая энергия перешла в потенциальную. Считая, что при каждом ударе камня о платформу (когда она останавливается на мгновение в точке, ближайшей к Рыцарю) последняя получает один и тот же импульс, можно найти требуемое число ударов из условия

$$V_{\max} = N\Delta V = N\frac{\Delta P}{M} = N\frac{2mv_x}{M}.$$

Подставив все это в закон сохранения энергии, Рыцарь получил

$$\frac{1}{2}\left(\frac{N\cdot 2mv_x}{M}\right)^2 = gl\left(1-\frac{L-d}{2l}\right),$$

откуда

$$N = \frac{M}{2mv_x}\sqrt{g(2l-L+d)}.$$

Теперь нужно сделать численные оценки. Подставив в формулу массу платформы $M = 10^3$ кг, массу камня $m = 1$ кг, горизонтальную составляющую скорости камня в момент удара $v_x = 10$ м/с, ширину пропасти $L = 50$ м, длину платформы $d = 30$ м, длину подвеса $l = 50$ м, он нашел число бросаний камня:

$$N = 1{,}4\cdot 10^3.$$

А сколько времени Рыцарю придется трудиться? Число колебаний платформы известно, осталось узнать их период. Он зависит, конечно, от длины маятника l (м) и от ускорения поля тяготения g $\left(\text{м/с}^2\right)$. Из этих двух величин можно составить единственную формулу, дающую нужную нам размерность периода (с):

$$\sqrt{\frac{l\,(\text{м})}{g\left(\text{м/с}^2\right)}} \sim T\ (\text{с}).$$

И Рыцарь вспомнил также, что еще в XV веке дедушка говорил ему: «Помни, что когда речь идет о колебаниях, то, я не знаю почему, всегда появляется 2π».

Итак, период колебаний платформы равен

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g}} = 2\pi\sqrt{\frac{50\ \text{м}}{10\ \text{м/с}^2}} = 14\ \text{с}.$$

Поскольку T есть одновременно и время между ударами камней, то стало ясно, что трудиться придется не менее чем

$$t = 14\cdot 1{,}4\cdot 10^3\ \text{с} \approx 2\cdot 10^4\ \text{с} \approx 5{,}5\ \text{ч}.$$

(Хорошо еще, что можно пренебречь затуханием!) Труд не малый, но впереди — Принцесса. И Рыцарь взялся за дело.

Конденсатор в коробке и потенциальность кулоновского поля

Е. РОМИШЕВСКИЙ

— Как вы считаете, кто задает больше всех вопросов?
— Наверное, ребенок?
— Нет, это физик! Да к тому же еще и сам старается на них ответить.

Интервью с прохожим

Рассмотрим некоторые интересные физические примеры и опыты, связанные с постоянным электрическим полем. Возьмем плоский конденсатор, т.е. две параллельные тонкие металлические пластины площадью S, расстояние между которыми d существенно меньше размеров этих пластин. Как можно зарядить такой конденсатор? Какой минимальный заряд для этого потребуется?

Поместим, например, на левую пластину положительный заряд $+Q_0$, а на правую — такой же по величине отрицательный заряд $-Q_0$. Эти заряды почти равномерно распределятся по внутренним сторонам пластин, с поверхностной плотностью $\sigma_0 = Q_0/S$, и создадут между пластинами однородное электрическое поле напряженностью

$$E_0 = \frac{\sigma_0}{\varepsilon_0} = \frac{Q_0}{\varepsilon_0 S}.$$

В результате между пластинами возникнет разность потенциалов

$$U_0 = E_0 d = \frac{\sigma_0}{\varepsilon_0}d = \frac{Q_0}{\varepsilon_0 S/d} = \frac{Q_0}{C},$$

где $C = \varepsilon_0 S/d$ — емкость плоского конденсатора.

Конденсатор — это хранитель зарядов. И емкость конденсатора определяет, насколько высока разность потенциалов между его обкладками (пластинами), когда мы храним в нем заряд, обуславливающий эту разность потенциалов. Если емкость велика, то даже при большом заряде разность потенциалов мала, и мы можем «загрузить» еще больший заряд, не боясь, что при больших значениях разности потенциалов, а значит, и напряженности поля возникнет пробой и конденсатор потеряет свой заряд и свою энергию.

Мы можем зарядить конденсатор по-другому, поместив положительный заряд $+Q_0$, например, на левую (положительную) пластину, а правую просто заземлить. При этом отрицательный заряд $-Q_0$ сам придет из земли, и между пластинами возникнет та же разность потенциалов U_0. Можно подключить к незаряженным пластинам батарею с электродвижущей силой $\mathscr{E}_б = U_0$, тогда через батарею пройдет заряд Q_0 и конденсатор зарядится. Мы можем сказать, что для зарядки конденсатора емкостью $C = \varepsilon_0 S/d$ до разности потенциалов U_0 ему достаточно сообщить заряд Q_0.

Разместим теперь слева и справа от нашего заряженного плоского конденсатора — пластины *2* и *3* — еще две протяженные параллельные пластины