

сатора емкостью  $C$  достигается в тот момент, когда напряжение конденсатора емкостью  $2C$  минимально. Но это означает, что мгновенные значения токов конденсаторов равны нулю, а следовательно, и ток катушки в этот момент также нулевой. Обозначим максимальное напряжение конденсатора емкостью  $C$  через  $U$ , тогда заряд конденсатора емкостью  $2C$  в этот момент равен  $Q = 2C(U_0 - U)$ , а батарейка к этому моменту совершит работу  $A = QU_0$ . Запишем баланс энергий:

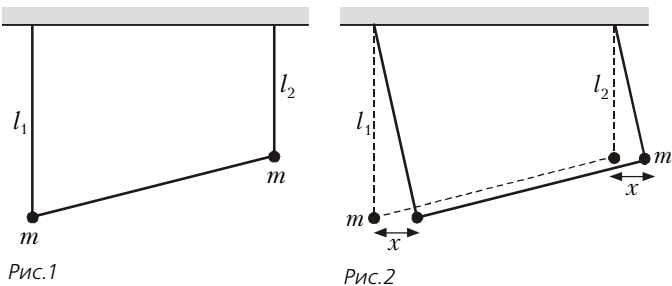
$$QU_0 = \frac{CU^2}{2} + \frac{2C(U_0 - U)^2}{2}.$$

Отсюда

$$U = U_0 \sqrt{\frac{2}{3}}.$$

А.Зильберман

**Ф1801.** Два груза массой  $m$  каждый подвешены к горизонтальному потолку с помощью двух невесомых и нерастяжимых нитей длиной  $l_1$  и  $l_2$  соответственно (рис.1). Грузы соединены легким жестким стержнем. В положении равновесия нити вертикальны. Определите период малых колебаний системы в плоскости рисунка.



При малых колебаниях можно в первом приближении считать, что грузы смещаются в горизонтальном направлении на одинаковую величину  $x$ , так как соединяющий их стержень жесткий (рис.2). Высота поднятия каждого из грузов равна

$$y_{1,2} = l_{1,2} - l_{1,2} \sqrt{1 - \frac{x^2}{l_{1,2}^2}} \approx \frac{x^2}{2l_{1,2}}.$$

Поэтому потенциальная энергия системы грузов равна

$$E_p = mg(y_1 + y_2) = \frac{mg}{2} \left( \frac{1}{l_1} + \frac{1}{l_2} \right) x^2.$$

Скорости грузов в первом приближении одинаковы:

$$v_{1,2} = \sqrt{\left( \frac{dx}{dt} \right)^2 + \left( \frac{dy_{1,2}}{dt} \right)^2} \approx \frac{dx}{dt} \sqrt{1 + \frac{x^2}{l_{1,2}^2}} \approx \frac{dx}{dt} = v.$$

Поэтому кинетическая энергия системы равна

$$E_k = \frac{mv^2}{2} + \frac{mv^2}{2} = mv^2.$$

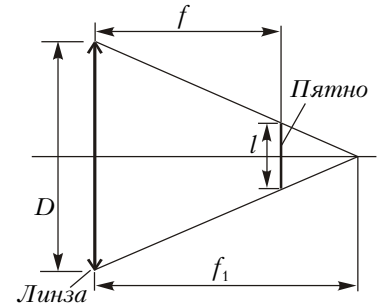
Известно, что если потенциальная энергия системы равна  $kx^2/2$ , а кинетическая равна  $Mv^2/2$ , то период колеба-

ний равен  $2\pi\sqrt{M/k}$ . Поэтому в нашем случае период малых колебаний равен

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{2m}{mg \left( \frac{1}{l_1} + \frac{1}{l_2} \right)}} = 2\pi \sqrt{\frac{2l_1 l_2}{g(l_1 + l_2)}}.$$

Р.Компанеец

**Ф1802.** Фотографию Буратино – вид спереди, расстояние до аппарата 1 м – делают при помощи простого фотоаппарата с фокусным расстоянием объектива 5 см. На фотографии глаза оказались точно «в фокусе», а вот кончик носа получился размытым. До какого диаметра нужно задиафрагмировать объектив, чтобы сделать четкой всю фотографию? У Буратино нос «морковкой», он перпендикулярен плоскости лица и имеет длину 30 см. На упаковке пленки загадочная надпись: «400 линий на миллиметр».



Найдем по формуле линзы расстояние  $f$  от линзы до фотопластинки:

$$\frac{1}{d} + \frac{1}{f} = \frac{1}{F}, \quad f = \frac{dF}{d - F}.$$

Теперь найдем расстояние  $f_1$  от линзы до изображения кончика носа Буратино:

$$f_1 = \frac{d_1 F}{d_1 - F},$$

причем  $d_1 = d - L$ , где  $L$  – длина носа. Из подобия треугольников (см. рисунок) получим

$$\frac{l}{D} = \frac{f_1 - f}{f_1} = \frac{Fl}{(d - L)(d - F)} = \frac{0,05 \cdot 0,3}{(1 - 0,3)(1 - 0,05)} = 0,023.$$

Если попытаться использовать все возможности фотопленки, размер зерна которой равен примерно  $1/400$  мм, то пятно не должно быть больше этой величины. Тогда диаметр открытой части линзы составит 0,1 мм – это неподходящая величина, поскольку при этом сильно проявятся дифракционные эффекты, да и длительность съемки придется сделать очень большой.

Обойдемся требованиями поскромнее: при размерах кадра 24 на 36 мм вполне допустимо размытие на 0,05 – 0,1 мм, а это дает диаметр открытой части линзы 2–4 мм, что уже вполне реально.

Р.Александров