$$\eta_2^2 - 2\eta_2 + 0{,}628 = 0\,,$$

корнями которого являются числа $\eta_2 = 1{,}61;\, 0{,}39$. Выбираем второй корень, поскольку первый явно не подходит (обратите внимание, что он дает такую же по модулю разность в скобках в уравнении (4) как и первый корень). Тогда изменение толщины стенок равно

$$\frac{0{,}39}{0{,}20} = 1{,}95 \approx 2\,.$$

Увеличить толщину стенок стакана придется примерно в два раза.

Отметим, что мы могли насыпать в стакан колотый лед или рыхлый снег, главное чтобы их плотность в обоих опытах была неизменна.

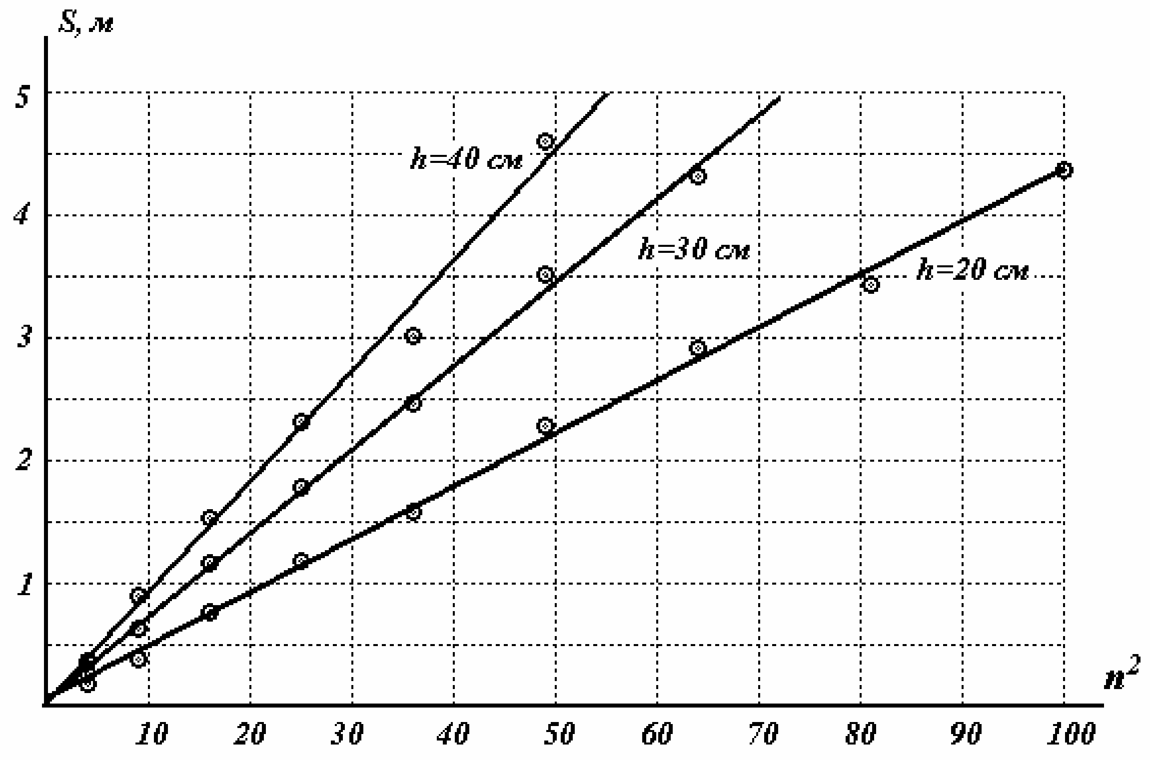
9.5 При равноускоренном движении тела с нулевой начальной скоростью пройденный путь зависит от времени по закону

$$S = \frac{at^2}{2}, \qquad (1)$$

где a - ускорение тела. Иными словами, пройденный путь пропорционален квадрату времени. Постоянный период колебаний маятника в данном случае может служить единицей измерения времени, поэтому можно переписать формулу (1) в виде

$$S = \frac{An^2}{2}, \qquad (2)$$

где A - ускорение тела, измеренное в «метрах на период в квадрате», а n - число периодов.



Построим графики зависимости пройденного пути от квадрата времени (то есть, n^2). Как видно, эти зависимости представляют прямые линии, следовательно эксперимент подтверждает формулу (2), то есть движение действительно является равноускоренным.

2. По наклону графиков определим ускорения шаров при каждом значении высоты h:

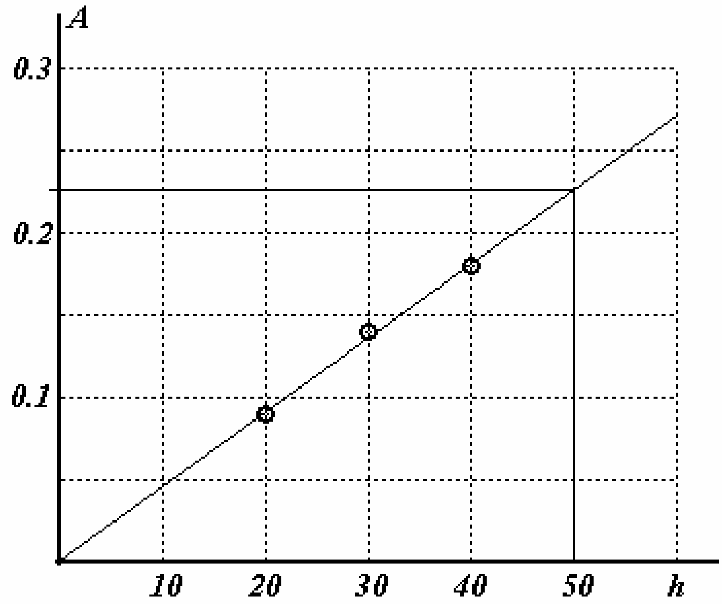
$$A = 2\frac{\Delta S}{\Delta n^2}. \qquad (3)$$

Получим следующие значения

$h = 20$ см, $A \approx 0{,}09$м

$h = 30$ см, $A \approx 0{,}14$м

$h = 40$ см, $A \approx 0{,}18$м



Можно заметить, что ускорение прямо пропорционально высоте h. Еще лучше построить график зависимости $A(h)$ и убедится в ее прямой пропорциональности.

С помощью графика, либо непосредственно по численным значениям легко определить коэффициент пропорциональности. Окончательно получаем $A \approx 0{,}46h$, где высота h измеряется в *метрах*.

Легко показать, что ускорение при движении по наклонной плоскости пропорционально синусу угла наклона, который при постоянной длине желоба пропорционален высоте h. Действительно, кинетическая энергия катящегося шара пропорциональна квадрату скорости $E_{кин.} = Cv^2$, где C- постоянный коэффициент, зависящий не только от распределения масс внутри шара, но и от глубины желоба. Пренебрегая работой против сил трения качения, можем приравнять кинетическую энергию в конце желоба к начальной потенциальной энергии

$$Cv^2 = mgh. \qquad (4)$$

С другой стороны при равноускоренном движении справедлива формула

$$L = \frac{v^2}{2a}, \qquad (5)$$

где a - ускорение шара. Из формул (4)-(5) следует $a = \frac{mgh}{2CL} \propto h$.

3. При высоте $h = 50см$ ускорение примерно равно $A \approx 0,23$. Поэтому путь пройденным шаром за пять колебаний маятника

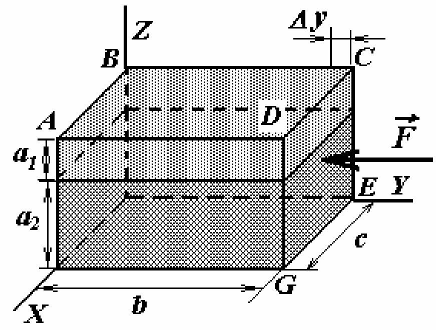
$$S = \frac{An^2}{2} \approx 2,88м.$$

10 класс.

10.1 Для вычисления коэффициента жесткости необходимо вычислить отношение приложенной силы F к изменению длины образца Δl

$$k = \frac{F}{\Delta l}. \qquad (1)$$

Возможны два способа вычисления этого коэффициента: первый - задать внешнюю силу и затем рассчитать удлинение; второй - задать удлинение и затем найти возникающую силу упругости. Для выполнения данной процедуры необходимо использовать закон Гука $\sigma = \varepsilon E$, где $\sigma = \frac{F}{S}$- механическое напряжение, возникающее в образце, $\varepsilon = \frac{\Delta l}{l}$ - относительная деформация образца.



Рассмотрим сжатие образца вдоль оси OY на малую величину Δy . В этом случае относительные деформации каждой пластины одинаковы и равны $\varepsilon = \frac{\Delta y}{b}$. По закону Гука в пластинах возникают упругие напряжения

$$\sigma_{1,2} = \varepsilon E_{1,2} = E_{1,2}\frac{\Delta y}{b}. \qquad (2)$$

Поэтому суммарная сила упругости определится по формуле

$$F = \sigma_1 S_1 + \sigma_2 S_2 = \frac{\Delta y}{b}c(E_1 a_1 + E_2 a_2). \qquad (3)$$

Следовательно, коэффициент жесткости при деформации вдоль оси OY вычисляется по формуле

$$k_y = \frac{F}{\Delta y} = \frac{c}{b}(E_1 a_1 + E_2 a_2) \approx 7,8 \cdot 10^9 \; \frac{Н}{м}. \qquad (4)$$