Решение

Геометрическая последовательность

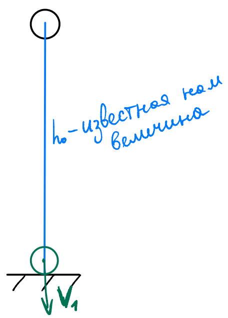
Чтобы измерить энергию шарика мы можем мерить его максимальную высоту, но делать это на глаз не удобно потому что шарик прыгает и погрешность будет большой. Мы можем измерять время между прыжками попрыгунчика, но как увеличить точность? Метод рядов тут не сработает так как мы не можем устроить этот эксперимент 2 или более раз подряд. Но мы можем измерить время, через которое попрыгунчик сделает некоторый i-тый прыжок.

Очевидно ли вам что чем больше i, тем точнее будут измерения? Если не очевидно, то подумайте о том, что абсолютная погрешность измерения времени является для вас константой, а относительная, соответственно, уменьшится при увеличении i.

Пусть t_i - это время после i-того удара перед ударом № i+1.

Сначала при $t=0$

$$E_0 = mgh_0 + \frac{m\cdot 0^2}{2} = mgh_0$$

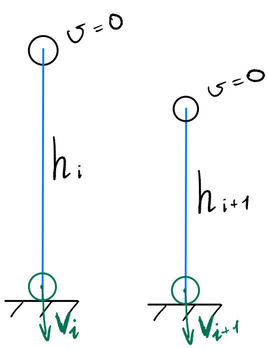


В момент прямо перед падением потенциальная энергия полностью уходит в кинетическую.

$$E_0 = mgh_0 = \frac{mV_1^2}{2} \Rightarrow V_1^2 = 2gh_0 \Rightarrow V_1 = \sqrt{2gh_0}$$

$$V_1 = 0 + gt_0 \Rightarrow t_0 = \frac{V_1}{g} = \sqrt{\frac{2h_0}{g}}$$

Вообще, мы только что вывели формулу времени падения шарика с некоторой высоты h с нулевой начальной скоростью. Призадумавшись, вы можете понять что то же самое время понадобится шарика и на то чтобы подняться до некоторой высоты h при условии что скорость шарика в точке с высотой h будет нулевой.



$$E_{i+1} = (1-n)E_i \Rightarrow mgh_{i+1} + 0 = (1-n)(mgh_i + 0)$$

$$h_{i+1} = (1-n)h_i$$

$t_i = 2\sqrt{\frac{2h_i}{g}}$ так как это падение и вверх, и вниз

$$t_{i+1} = 2\sqrt{\frac{2h_i(1-n)}{g}} = \sqrt{1-n}\, t_i$$

Тогда время до одного из падений будет

$$\tau = t_0 + 2t_0\left(\sqrt{1-n}\right)^1 + 2t_0\left(\sqrt{1-n}\right)^2 + 2t_0\left(\sqrt{1-n}\right)^3 + \ldots + 2t_0\left(\sqrt{1-n}\right)^s$$

Решение

Геометрическая последовательность

Мало того, что имея большее кол-во отскоков от пола мы уменьшаем погрешность измерений, нам еще и сумму ряда бесконечной геометрической прогрессии считать проще чем сумму конечного ряда геометрической последовательности.
Считать некоторое кол-во отскоков является нецелесообразным еще и потому что сложно отсчитать 10 отскоков, например - можно легко сбиться. А вот в случае бесконечного ряда все проще - мы ждём того момента когда шарик перестанет издавать звук как при отскакивание от пола. Этот момент замолкаете и будет концом скакание шарика туда сюда. Обозначим время от начала полета шарика до этого момента замолкаете за T.

$$T = \sqrt{\frac{2h_0}{g}} + 2\sqrt{\frac{2h_0}{g}} \cdot \frac{\sqrt{1-n}\,(1+\sqrt{1-n})}{(1-\sqrt{1-n})(1+\sqrt{1-n})} = \sqrt{\frac{2h_0}{g}} + 2\sqrt{\frac{2h_0}{g}} \cdot \frac{\sqrt{1-n}+1-n}{\cancel{1}-\cancel{1}+n} = \sqrt{h_0} \cdot \frac{\cancel{n}+2\sqrt{1-n}+2-\cancel{2}n}{n\sqrt{g}}$$

$$T = \sqrt{h_0} \cdot \frac{1+2\sqrt{1-n}+(1-n)}{n\sqrt{g}} = \sqrt{h_0} \cdot \frac{(1+\sqrt{1-n})^2}{n\sqrt{g}}$$

Строим зависимость времени T от корня начальной высоты h_0. Если гипотеза верна, то зависимость должна получиться линейной. В таком случае найдите n путём математических преобразований углового коэффициента линейного графика.