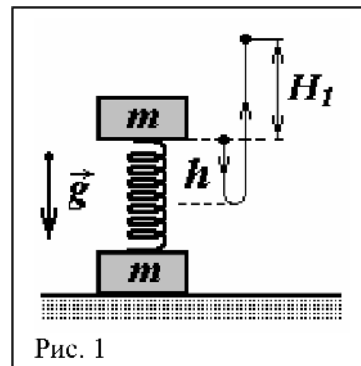


Условие

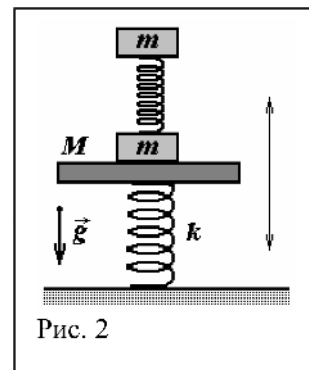
Задание 10.2. «Прыгнем на Луну?»

Часто простейшие модели позволяют достаточно эффективно описывать сложные механические системы. Например, при прыжке человек приседает, слегка нагнувшись, затем толкается ногами, распрямляет корпус и, собственно, ... взлетает! Попробуем описать этот процесс с помощью «гантельной» модели человека с нежесткой связью.

Представим человека в виде упрощенной механической модели, состоящей из двух одинаковых грузов некоторой массы, расстояние между которыми может регулироваться человеком сознательно по требуемому закону (Рис. 1). В рамках этой модели прыжок человека вверх описывается следующим образом: верхний груз опускают на расстояние $h = 30$ см (человек приседает). Затем «включаются» «мышцы ног», развивающие постоянную вертикальную силу $F = \eta \cdot mg$, где η — некоторый постоянный безразмерный «коэффициент перегрузки», действующую между грузами. По достижении верхним грузом исходного положения работа мышц прекращается, и расстояние между грузами при дальнейшем движении остается неизменным. Для расчета примите, что $\eta = 7,0$.

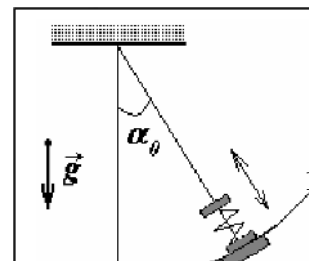


2.1 Вычислите максимальную высоту H_1 , на которую поднимется нижний груз при подобном прыжке. Чему равно время t_1 отталкивания от плоскости? Вычислите КПД K прыжка в рамках данной модели.



2.2 Предположим, что человек помещен на массивную горизонтальную платформу, совершающую гармонические колебания с амплитудой $A = 20$ см и частотой $\nu = 1,0$ Гц (Рис. 2). Человек может подпрыгнуть в произвольной точке траектории, причем можно считать, что параметры прыжка будут аналогичны параметрам в пункте **2.1** задачи. На какую максимальную высоту H_2 может подпрыгнуть человек с массивной платформой?

2.3 В рамках данной модели рассмотрим раскачивание человека на качелях длиной L методом «сел-встал» (рис. 3). Суть метода проста: в одних нужных точках траектории нужно вставать, а в других — садиться, причем в процессе движения человек от качелей не отрывается.



Будем считать, что при вставании человека масса m приближается к оси вращения на расстояние $h = 0,10 L$ ($h \ll L$), а при приседании она возвращается обратно. Предположим качели отклонили на угол $\alpha_0 = 10^\circ$ и отпустили. На какой максимальный угол α могут отклониться качели за один период колебаний?

2.4 При тренировке космонавты крутят «солнышко», делая полный оборот в вертикальной плоскости на качелях длиной L . В нижней точке траектории угловая скорость вращения космонавта ω_0 . Методом «сел-встал», описанным в предыдущем пункте задачи, космонавт может изменить угловую скорость ω вращения качелей за один оборот. Причем это нужно делать циклически, возвращаясь в исходное положение в нижней точке траектории. На какую величину $\Delta\omega$ космонавт может увеличить угловую скорость вращения в нижней точке траектории методом «сел-встал» за один оборот качелей? Время вставания и приседания считайте достаточно малым.

*Примечание: при вращательном движении в отсутствие моментов внешних сил справедлив закон сохранения момента импульса: произведение импульса $\vec{p}$ материальной точки на расстояние до оси вращения $\vec{r}$ есть величина постоянная**

$$m_1 v_1 r_1 = m_2 v_2 r_2 \quad \Leftrightarrow \quad m_1 \omega_1 r_1^2 = m_2 \omega_2 r_2^2.$$

⁵ Не намного сложнее и решение в обычной инерциальной системе отсчета, связанной с поверхностью земли.