

Лабораторная работа 4.
Движение в ограниченном пространстве.
Удар.

Физические основы

Тело падает под действием силы тяжести, но, ударившись об пол, отскакивает обратно, потеряв часть энергии. Быстрые процессы в момент удара нас в этой работе не будут интересовать, но известно, что, если удар не абсолютно упругий, то при отскоке скорость уменьшается таким образом, что скорость после удара равна скорости до удара, умноженной на коэффициент восстановления относительной скорости w . При этом, вследствие потери энергии, высота подскока будет уменьшаться.

Задания

1. Задать столбец времени с шагом dt . Начальное значение времени – 0. Шаг dt возможно придется менять, поэтому заполнить столбец лучше, задав в строках начиная со второй формулу $t_i = t_{i-1} + dt$ и дав абсолютную ссылку на отдельную ячейку, в которой задано dt . Количество строк взять достаточно большое, т.к. для корректного расчета dt должно быть мало.
2. Ускорение постоянно – g . Поэтому отдельный столбец для него нам не нужен. Задать столбец скорости. За исключением момента отскока, она получается стандартно путем интегрирования $V_i = V_{i-1} - g * dt$. В момент отскока, т.е. когда высота меньше или равна 0 и скорость еще направлена вниз (реально в данной задаче высота не может быть отрицательной, но у нас расчет для дискретных моментов времени, поэтому мы должны учесть, что при очередном шаге у тела окажется отрицательная высота) - скорость уменьшается домножением на w и меняет знак. Для кусочно заданных формул, меняющихся при выполнении какого-либо условия, удобно пользоваться функцией «ЕСЛИ». В Excel эта формула будет выглядеть примерно так: «=ЕСЛИ(И($y_{i-1} <= 0$; $V_{i-1} < 0$); $-w * (V_{i-1} - g * dt)$; $(V_{i-1} - g * dt)$)» (разумеется, в формуле вместо переменных и параметров должны находиться относительные и абсолютные ссылки на соответствующие ячейки).
3. Координата y задается стандартно путем интегрирования $y_i = y_{i-1} - V_i * dt$.
4. Задать $w = 1$ и выбрать dt .
5. Построить точечную диаграмму $y(t)$. Если результат будет сильно противоречить закону сохранения энергии, уменьшать dt , до тех пор, пока высота подскока не будет оставаться постоянной в пределах необходимой нам точности.
6. Построить $y(t)$ для нескольких значений $w < 1$. Убедиться, что при этом высота подскока будет со временем уменьшаться, причем, чем меньше w , тем быстрее.

Контрольные вопросы

1. Какие силы действуют на тело в полете?
2. Как меняется скорость в момент удара?
3. Как изменяется энергия тела в полете?
4. Как изменяется энергия тела в момент удара?
5. Чем характеризуется потеря скорости при неупругом ударе?
6. От чего зависит точность и корректность расчета, и каким образом следует выбирать параметры построения, чтоб расчет не приводил к нарушению закона сохранения энергии?