

ЭВРИСТИЧЕСКАЯ ЗАДАЧА ПО ФИЗИКЕ СВОБОДНОЕ ПАДЕНИЕ ШАРА

доц. Брацыхин В.М., учитель Северин В.Н.

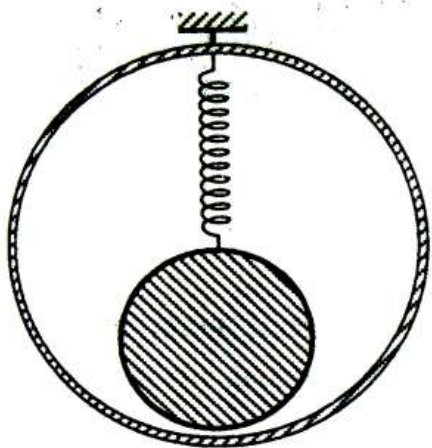
Условие задачи: Шар неподвижно висит на нити. После перерезания нити он начинает свободно падать, но через время τ на мгновение неподвижно замирает, после чего продолжает свое падение. Определить скорость шара U через время $5\tau/3$ после начала падения. На шар действует только сила тяжести, ускорение свободного падения g считать известным. Учте, что задача имеет однозначное решение.

Проведем анализ условия задачи. Так как на шар действует только сила тяжести, то необычное поведение шара связано с какими-то процессами внутри шара. Из этого следует наличие внутренней структуры шара, т.е. вместо простого шара имеем некую систему.

Центр тяжести этой системы падает со скоростью $V_c = gt$. Очевидно, остановка в падении связана не с остановкой центра тяжести системы, а с движением части системы. Таким образом, шар есть видимая внешняя сферическая оболочка системы. В момент зависания оболочка относительно центра тяжести системы должна иметь направленную вверх скорость $V = g\tau$.

Ясно, что необходимая для этого энергия была запасена в системе еще перед началом падения. Требование однозначности решения задачи и особенности падения системы свидетельствуют о том, что источником энергии может быть только деформированная пружина. На рисунке приведено устройство системы.

В исходном состоянии пружина растянута под действием силы тяжести внутреннего шара. После перерезания нити начнутся колебания оболочки и внутреннего шара вокруг центра масс системы C .



На протяжении первой половины периода пружина будет сжиматься и оболочка относительно C будет двигаться вниз. После этого начнется второй процесс - пружина начнет возвращаться в недеформированное состояние, оболочка относительно C станет двигаться вверх и скорость этого движе-

ния через четверть периода станет максимальной.

Предположим, что скорость оболочки относительно C станет равной по величине скорости центра тяжести раньше, чем через четверть периода второго процесса. В таком случае после зависания оболочка способна еще двигаться вверх, что приведет к противоречию условиям задачи.

Если зависание произойдет после четверти периода второго процесса, то перед этим оболочка обязательно двигалась вверх, что также противоречит условиям задачи.

Остается единственный вариант - зависание происходит при максимальной скорости колебательного движения оболочки, т.е. через $3/4T = \tau$ после перерезания нити, откуда $T = 4/3\tau$.

За время $5/3\tau - \tau = 2/3\tau = T/2$ после зависания скорость оболочки относительно центра тяжести системы опять станет максимальной, равной $V = g\tau$, но направленной уже вниз. Поэтому через $5/3\tau$ скорость оболочки, видимая внешним наблюдателем, т.е. искомая скорость шара U , будет равна сумме скоростей центра тяжести и скорости оболочки относительно центра тяжести

$$U = g\tau + g5/3\tau = 8/3g\tau.$$