

Закон всемирного тяготения

Многие механические явления и процессы определяются действием сил тяготения. Закон всемирного тяготения был открыт И. Ньютоном в 1682 году.

Многие явления в природе объясняются действием сил всемирного тяготения. Движение планет в Солнечной системе, движение искусственных спутников Земли, траектории полета баллистических ракет, движение тел вблизи поверхности Земли – все эти явления находят объяснение на основе закона всемирного тяготения и законов динамики.

Сила всемирного тяготения – сила, с которой все тела притягиваются друг к другу. Эта сила наиболее заметно проявляется при взаимодействии массивных тел (звезд, планет, их спутников).

Закон всемирного тяготения выполняется для материальных точек и сферических тел.

Закон всемирного тяготения. *Две материальные точки массами m_1 и m_2 притягиваются друг к другу с силой, прямо пропорциональной их массам и обратно пропорциональной квадрату расстояния между ними:*

$$F = G \frac{m_1 m_2}{r^2}$$

$$\text{где } G = 6,67 \cdot 10^{-11} \frac{\text{Н} \cdot \text{м}^2}{\text{кг}^2}$$

– гравитационная постоянная, численно равная силе гравитационного притяжения двух тел массой по 1 кг каждое, находящихся на расстоянии 1 м друг от друга; r – расстояние между центрами тел.

Сила всемирного тяготения направлена по линии, соединяющей центры тел.

Задачи на эффекты гравитации, как правило, сводятся ко второму закону Ньютона, где силой или одной из сил является сила тяготения. Поэтому, если в условии задачи говорится о движении спутника вокруг Земли или другой планеты, или о движении Земли вокруг Солнца и т.д., то имеет смысл решение задачи со второго закона Ньютона:

$$m a_{\text{ц}} = F_{\text{тяг}}, \text{ где } F_{\text{тяг}} = G \frac{mM}{r^2}$$

$$\Rightarrow m a_{\text{ц}} = G \frac{mM}{r^2}$$

Если говорится о высоте тела H над поверхностью планеты и радиусе планеты R , то $m a_{\text{ц}} = G \frac{mM}{(R+H)^2}$.

Если высота тела над поверхностью планеты мала по сравнению с радиусом планеты, то $r = R$.

Если в условии задачи сказано, что тело находится на высоте 40 м над поверхностью земли, то в законе всемирного тяготения за r смело можно принимать радиус земного шара $R_3 = 6,4 \cdot 10^6$ м, а если говорится о высоте в 1000 и более км, то ослабление гравитации уже надо учитывать, т.е. к радиусу Земли в знаменателе закона всемирного тяготения следует прибавлять эту высоту.

Надо помнить, что $g = 9,8 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$ только на земной поверхности и на высотах, много меньших радиуса Земли. Если речь идет, например, о спутнике, то там ускорение свободного падения меньше $g = 9,8 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$, и здесь ускорение свободного падения можно определить следующим образом:

$$g_H = G \frac{M_3}{(R + H)^2}$$

$$g_3 = G \frac{M_3}{R^2}$$

Если необходимо определить силу тяготения шаров, имеющих полость, то эту полость можно принять за тело с отрицательной массой. При этом можно в начале определить силу тяготения сплошных шаров, а затем из нее вычесть силу тяготения одного шара к полости во втором шаре или силу тяготения полостей друг к другу, если они наличествуют в обоих шарах.

