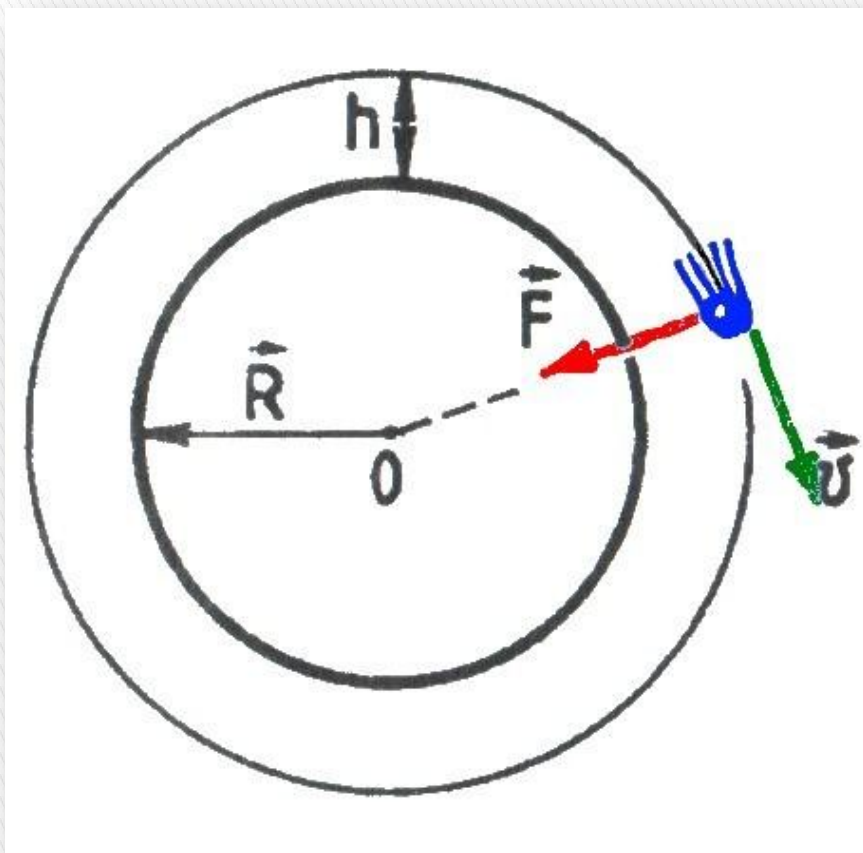


ПЕРВАЯ КОСМИЧЕСКАЯ СКОРОСТЬ. ВЕС И НЕВЕЕСОМОСТЬ

Физика, 10
класс

Рахматуллин Радик Акрамович,
учитель физики МОУ «Александровская СОШ», 2010

ПЕРВАЯ КОСМИЧЕСКАЯ СКОРОСТЬ



На больших высотах воздух сильно разрежен и оказывает незначительное сопротивление движущимся в нём телам.

Поэтому можно считать, что на спутник действует только одна гравитационная сила, направленная к центру Земли.

По второму закону Ньютона $ma = F$.

Центростремительное ускорение спутника определяется формулой

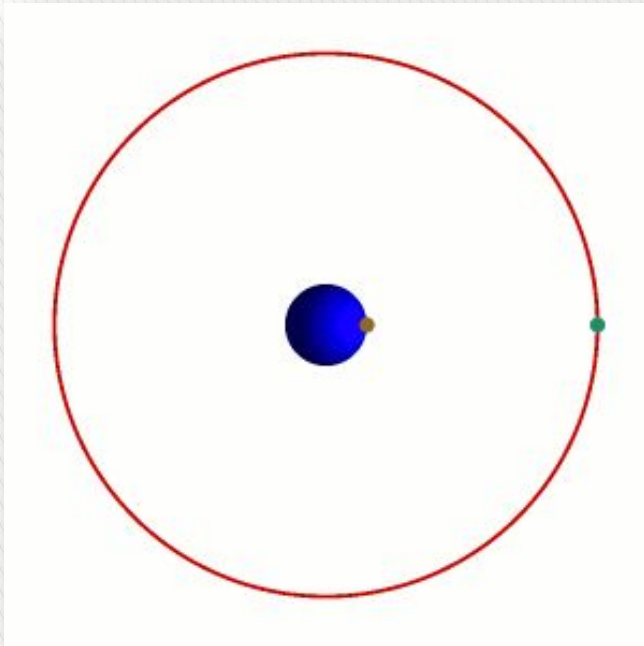
$a = \frac{v^2}{R+h}$, где h — высота спутника над Землей. Сила же, действующая на спутник, согласно закону всемирного тяготения определяется формулой $F = G \frac{mM}{(R+h)^2}$, где M — масса Земли.

Подставив значения F и a во второй закон Ньютона, получим

$$\frac{mv^2}{R+h} = \frac{GmM}{(R+h)^2}$$

$$v = \sqrt{\frac{GM}{R+h}}$$

Из полученной формулы следует, что скорость спутника зависит от его высоты над поверхностью Земли: чем больше эта высота, тем с меньшей скоростью он будет двигаться по **круговой орбите**.



Примечательно то, что эта скорость не зависит от массы спутника. Значит, спутником Земли может стать любое тело, если ему сообщить определённую скорость. В частности, при $h = 2000$ км скорость $u \approx 6900$ м/с.

Скорость, которую необходимо сообщить телу у поверхности планеты, чтобы оно стало её спутником, движущимся по круговой орбите, называется **первой космической скоростью**.

Первую космическую скорость v_1 можно найти, если
принять $h = 0$:

$$v_1 = \sqrt{\frac{GM}{R}}$$

Подставив в эту формулу значение G и значение величин
 M и R для Земли, можно вычислить первую космическую
скорость для спутника Земли:

$$v_1 \approx 8 \text{ км/с}$$



Если такую скорость сообщить телу в горизонтальном направлении у поверхности Земли, то при отсутствии атмосферы оно станет искусственным спутником Земли, обращающимся вокруг неё по круговой орбите. Такую скорость спутникам способны сообщать только мощные космические ракеты.



Спутник Луны
«Луна-10»

В настоящее время вокруг Земли
обращаются тысячи искусственных
спутников.

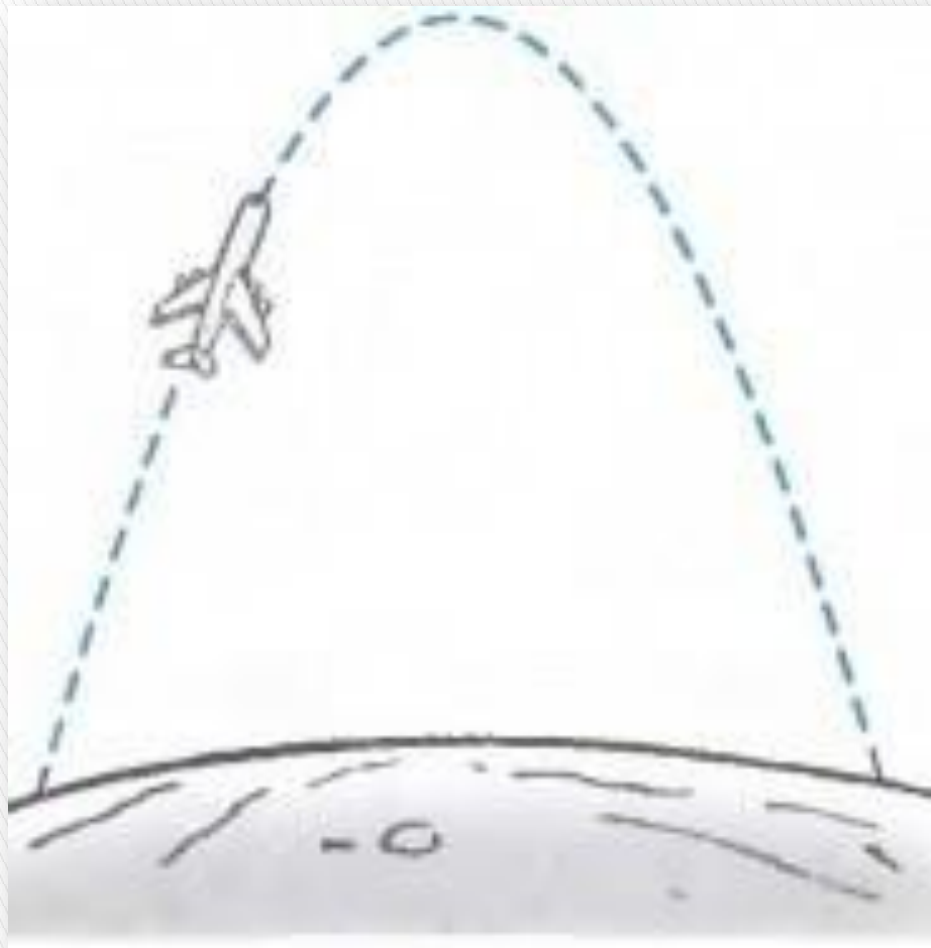
Руками человека за годы освоения
космоса создавались и искусственные
спутники Луны, планет Венера и Марс,
а также Солнца.



Спутник Венеры
«Венера-4»



Спутник Марса «Маринер»



Представим себе взмывающий вверх самолёт.

Он и находящиеся в нём люди и предметы имеют одну и ту же скорость. Если

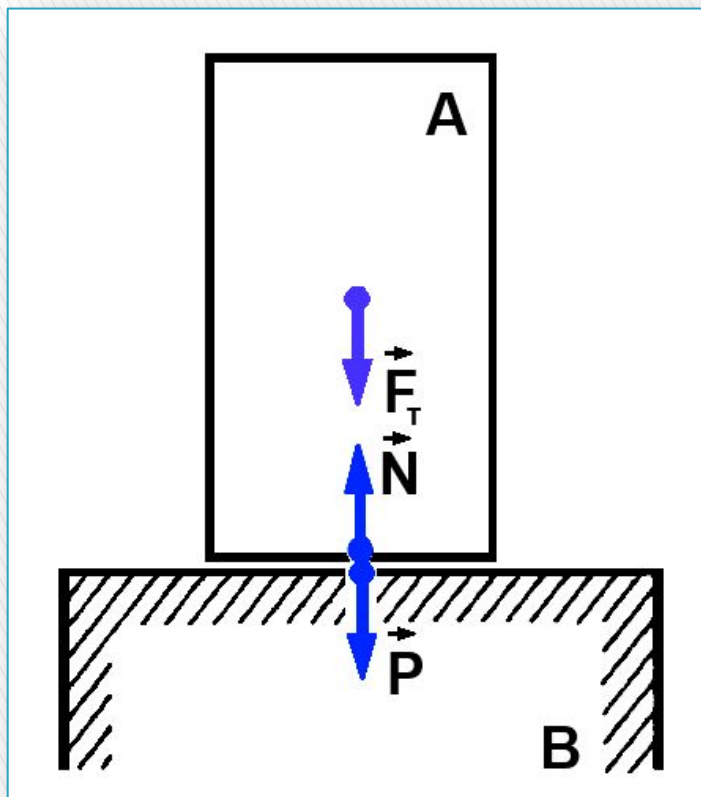
бы в некоторый момент взаимодействие самолёта с воздухом прекратилось, то

он сам, люди и все предметы внутри его начали бы свободно падать,

двигаясь с одним и тем же ускорением, направленным к

центру Земли. Движение происходило бы по

одинаковым параболам.



Пусть тело А находится на горизонтальной опоре В.

Силу тяжести обозначим через \vec{F}_m , а вес – через \vec{P} .

Модуль силы реакции опоры N равен модулю веса P и направлена в сторону, противоположную весу P .

Сила N приложена не к опоре, а к находящемуся на ней телу.

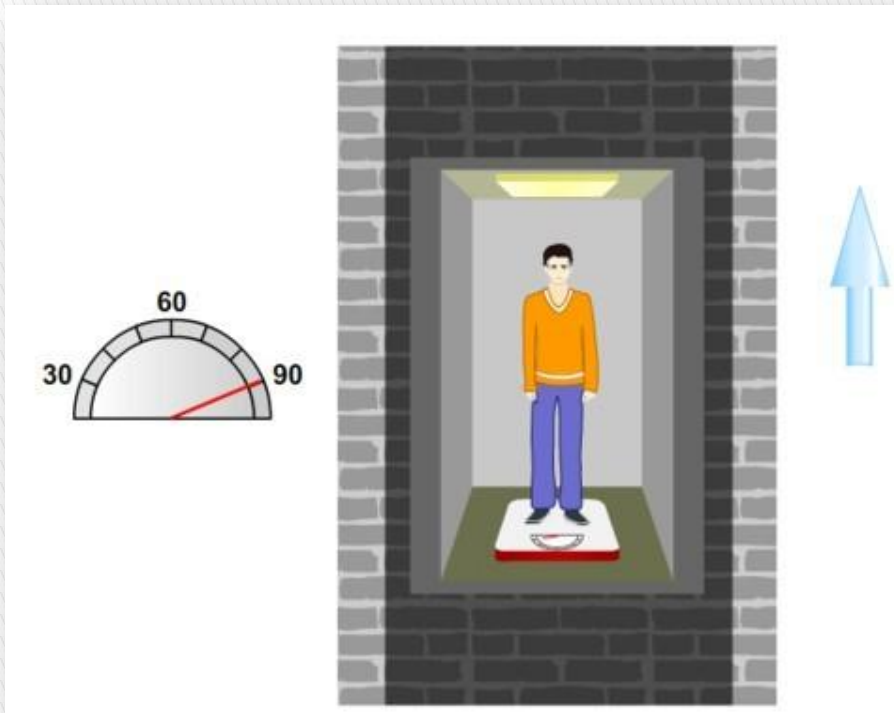
В то время как сила тяжести \vec{F}_m обусловлена воздействием тела и Земли, вес \vec{P} появляется в результате совсем другого взаимодействия: взаимодействия тела А и опоры В.

Поэтому вес обладает особенностями, существенно отличающими его от силы тяжести.

Вес тела – сила, с которой это тело действует на горизонтальную опору или растягивает подвес.

Пусть мальчик (тело) находится на весах в лифте, движущемся с ускорением a .

Согласно II закону Ньютона $ma = F_T + N$, где m – масса тела.



Увеличение веса при в самом начале движения вверх

Если ускорение направлено вверх, то выражая проекции векторов, получаем

$$ma = -F_T + N.$$

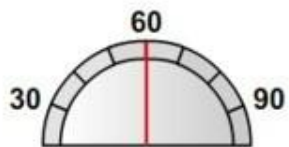
Так как $N = P$, то

$$ma = -F_T + P.$$

Отсюда находим, что вес тела $P = ma + mg$ или

$$P = m(a + g).$$

Значит, вес тела при ускоренном движении вверх увеличивается.



Пусть мальчик находится на весах в лифте, который покоится или движется равномерно (т.е. ускорение лифта равно нулю: $a = 0$).

$$ma = -Fm + P,$$

где m – масса тела.

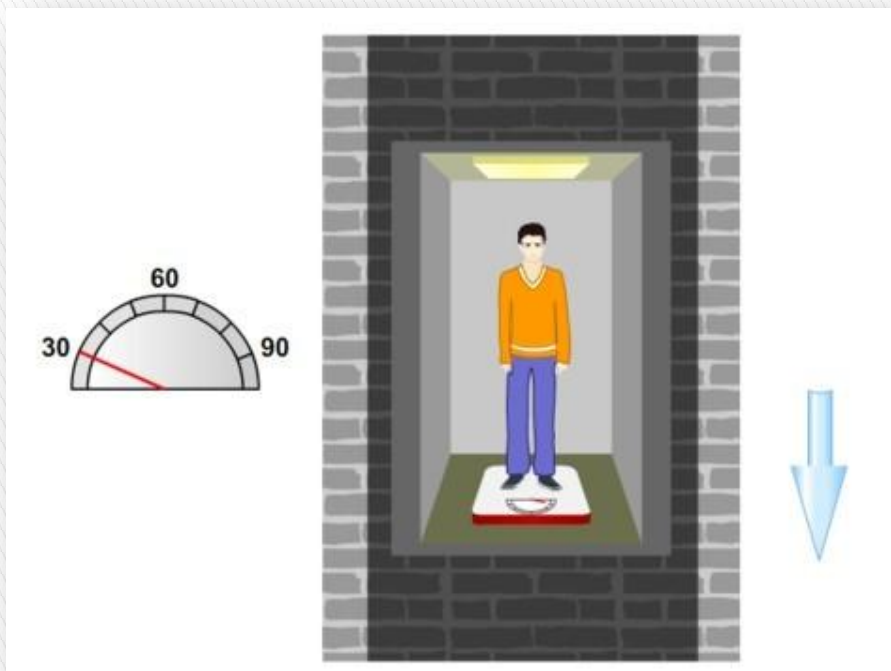
Получим, $0 = -Fm + P,$

$$\text{или } P = F = mg$$

Вес мальчика в покоящемся или движущемся равномерно лифте

Значит, вес тела в данном случае определяется формулой

$$P = mg$$



Уменьшение веса в самом начале движения вниз

Если ускорение направлено вниз, то выражая проекции векторов, получаем

$$ma = F_T - N.$$

Так как $N = P$, то

$$ma = F_T - P.$$

Отсюда находим, что

вес тела $P = ma - mg$ или

$$P = m(a - g).$$

Значит, вес тела при ускоренном движении вниз уменьшается.

Подобные явления наблюдаются и на спутнике, обращающемся вокруг Земли. Сам спутник и все находящиеся в нем тела, включая космонавта, обращаясь вокруг Земли, как бы непрерывно свободно падают на Землю. Вследствие этого все находящиеся на спутнике тела не давят на подставки, а подвешенные к пружине не растягивают ее. Все предметы находятся в состоянии невесомости.

Наоборот, при разгоне космического корабля, когда он выходит на орбиту, или при торможении во время посадки вес космонавта увеличивается в несколько раз по сравнению с его силой тяжести, и он испытывает сильные *перегрузки*.



Невесомость в космосе

Спутник падает свободно, т.е.

$$a = g,$$

Тогда вес тел в спутнике (и самого спутника) $P =$

$$m(g - g) = 0.$$

Вес тела зависит от ускорения, с которым движется опора, и появление этого ускорения эквивалентно изменению ускорения свободного падения.