

Движения тела, брошенного вертикально вверх. Невесомость

Динамика материальной точки

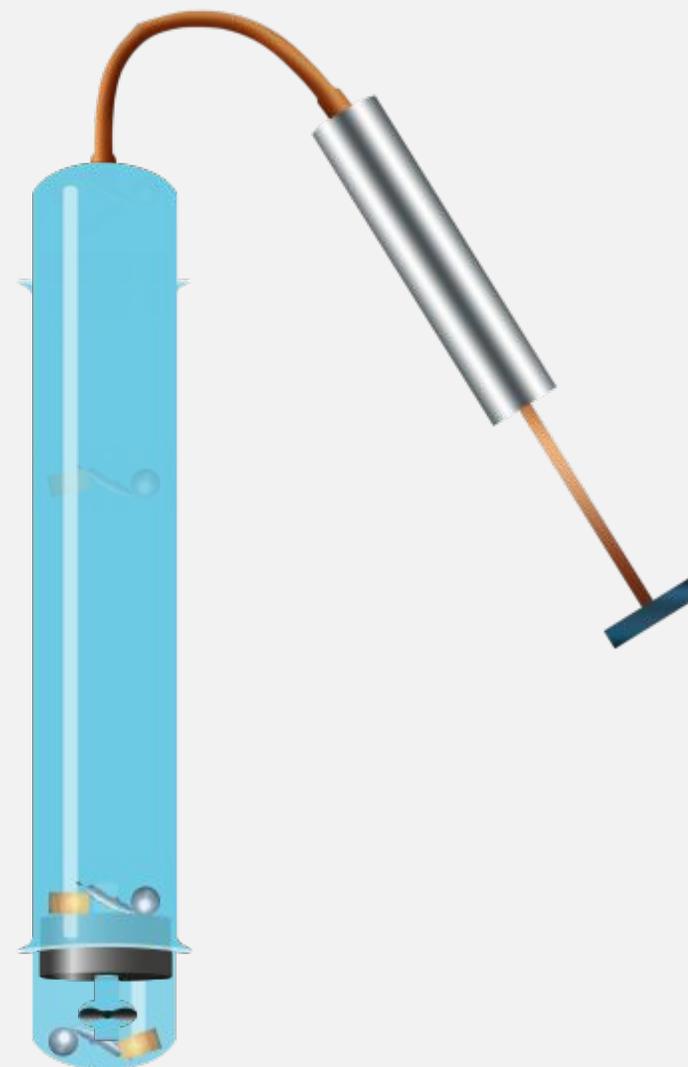
Сегодня мы:

- 1 узнаем, с каким ускорением движется тело, брошенное вертикально вверх;
- 2 выясним, как меняется скорость тела при таком движении;
- 3 научимся рассчитывать максимальную высоту подъёма тела и время движения;
- 4 узнаем, какое состояние тела называется невесомостью.



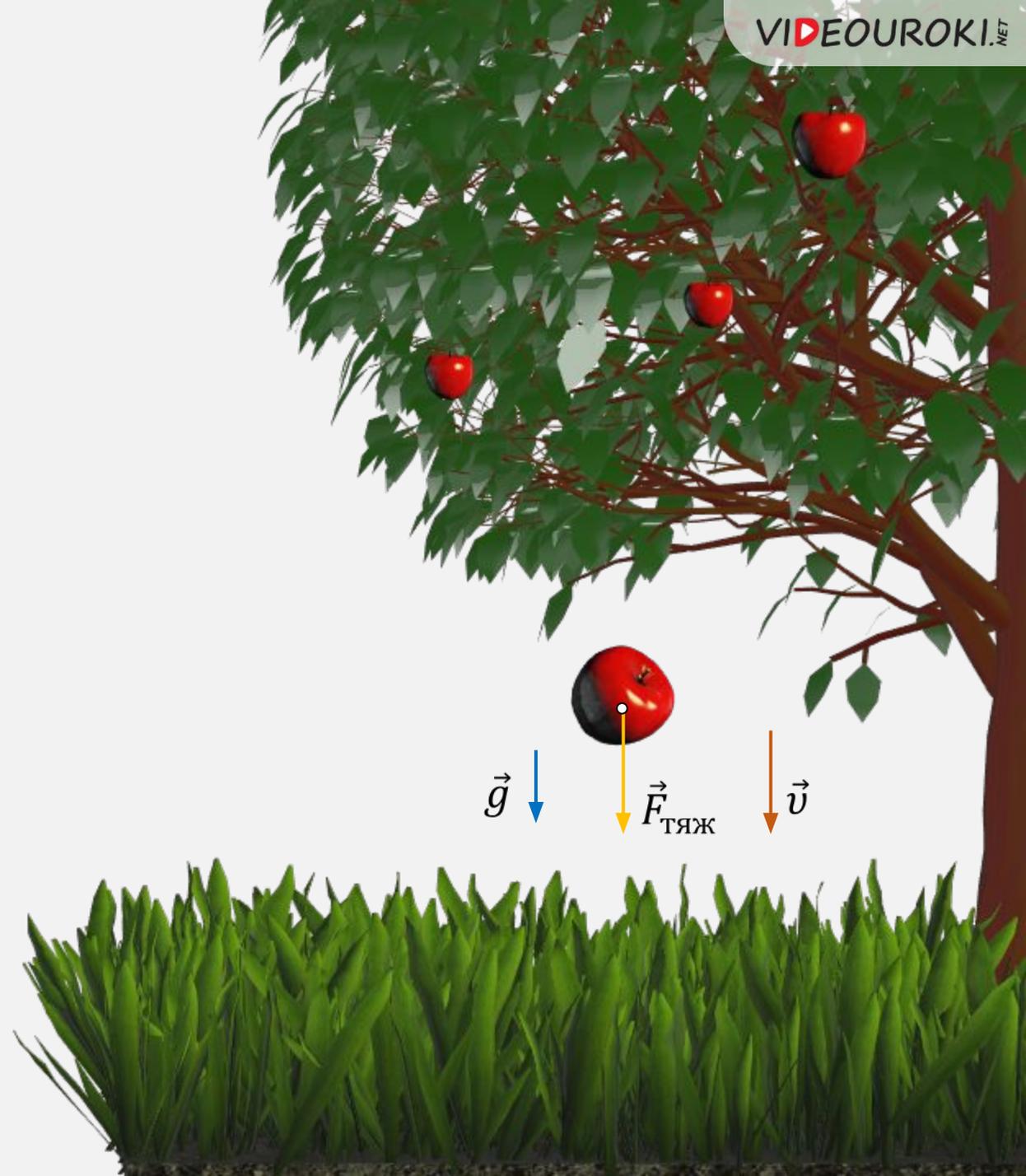
Свободное падение тел

Падение тела под действием только гравитационного поля Земли называется **свободным падением**.



Свободное падение тел

Падение тела под действием только гравитационного поля Земли называется **свободным падением**.



Свободное падение тел

Закон Галилея: все тела под действием земного тяготения падают на Землю с одинаковым ускорением — **ускорением свободного падения**.

$$g \approx 9,8 \frac{\text{м}}{\text{с}^2} \approx 10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$$



$$g \approx 9,832 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$$

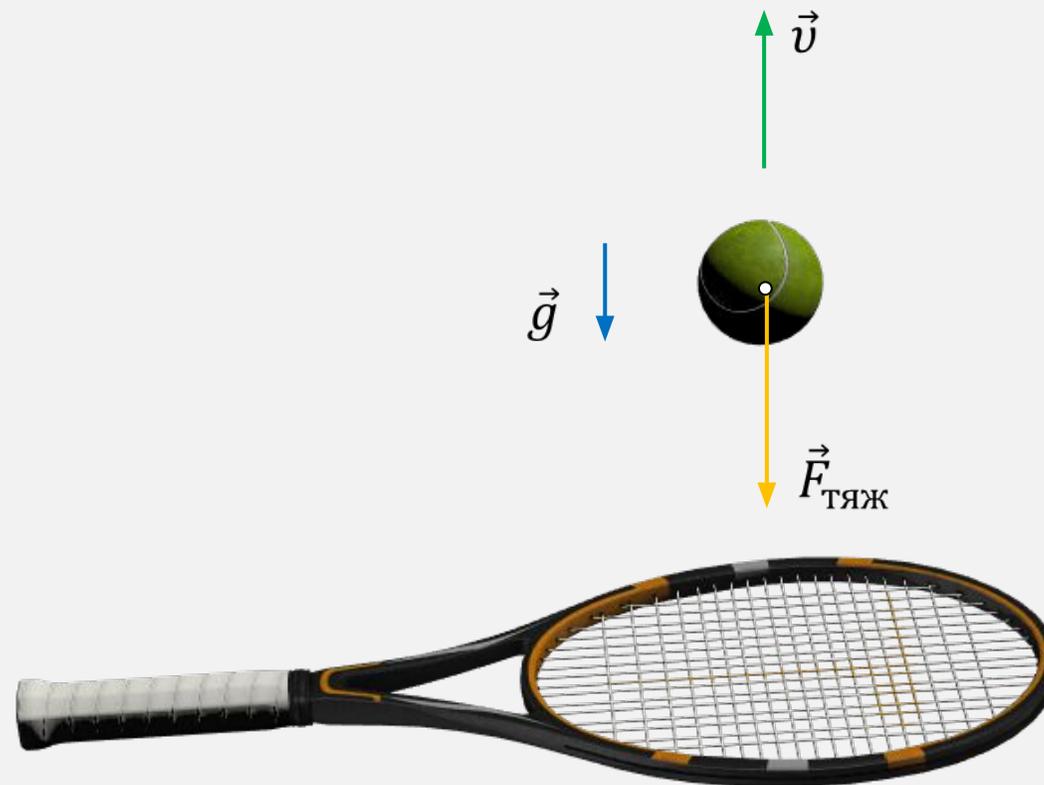


$$g \approx 9,78 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$$

Движение тела, брошенного вертикально вверх

Тело, подброшенное вверх, при отсутствии сопротивления воздуха **движется с постоянным ускорением**, вызванным действием силы тяжести.

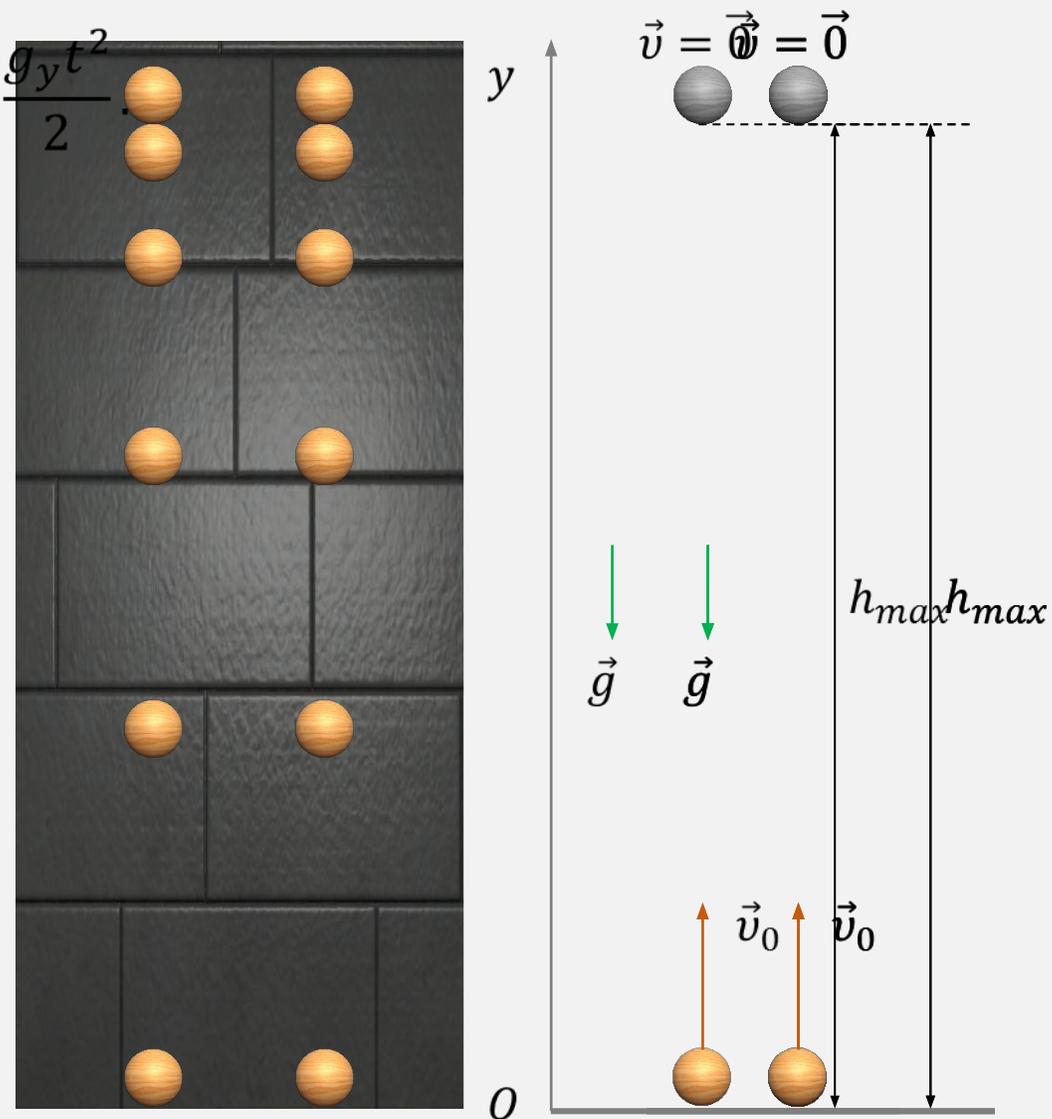
Толчок тела вверх не может изменить действующую на тело силу тяжести.



Движение тела, брошенного вертикально вверх

Кинематическое уравнение РУД: $y = y_0 + v_{0y}t + \frac{g_y t^2}{2}$

Уравнение скорости: $v_y = v_{0y} + g_y t$



Движение тела, брошенного вертикально вверх

Кинематическое уравнение РУД: $y = y_0 + v_{0y}t + \frac{g_y t^2}{2}$.

Уравнение скорости: $v_y = v_{0y} + g_y t$.

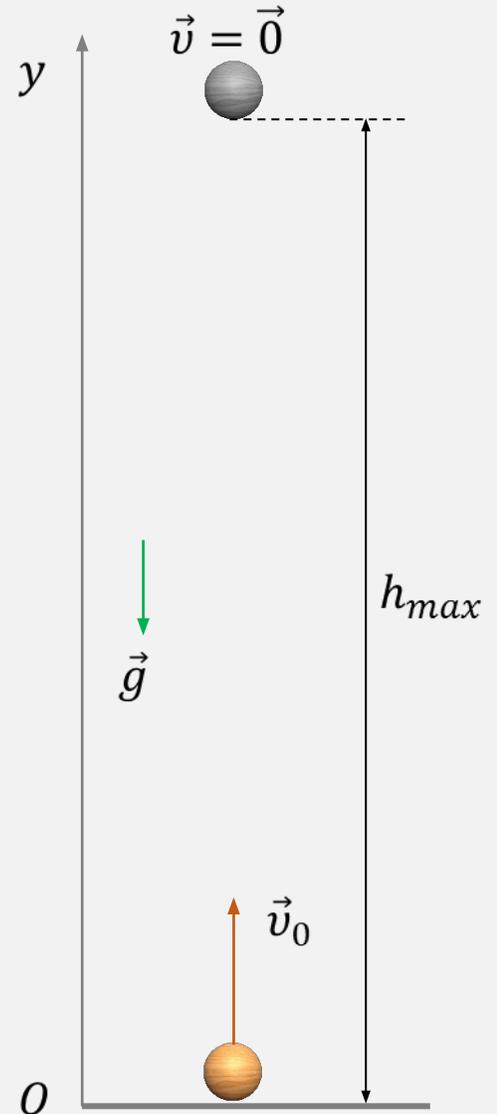
Движение вверх:

При $t = 0$ $y_0 = 0$, $v_{0y} = v_0$, $g_y = -g$.

При $t = t_{\text{под}}$ $y = h_{\text{max}}$, $v_y = 0$.

Тогда $h_{\text{max}} = v_0 t_{\text{под}} - \frac{g t_{\text{под}}^2}{2} = v_0 \frac{v_0}{g} - \frac{g \left(\frac{v_0}{g}\right)^2}{2} = \frac{v_0^2}{g} - \frac{v_0^2}{2g} = \frac{v_0^2}{2g}$.

$0 = v_0 - g t_{\text{под}} \Rightarrow t_{\text{под}} = \frac{v_0}{g}$.



Движение тела, брошенного вертикально вверх

Движение вверх: уравнение РУД: $y = y_0 + v_{0y}t + \frac{g_y t^2}{2}$.

Движение вниз: уравнение скорости: $v_y = v_{0y} + g_y t$.

Движение вверх: уравнение РУД: $y = y_0 + v_{0y}t + \frac{g_y t^2}{2}$.

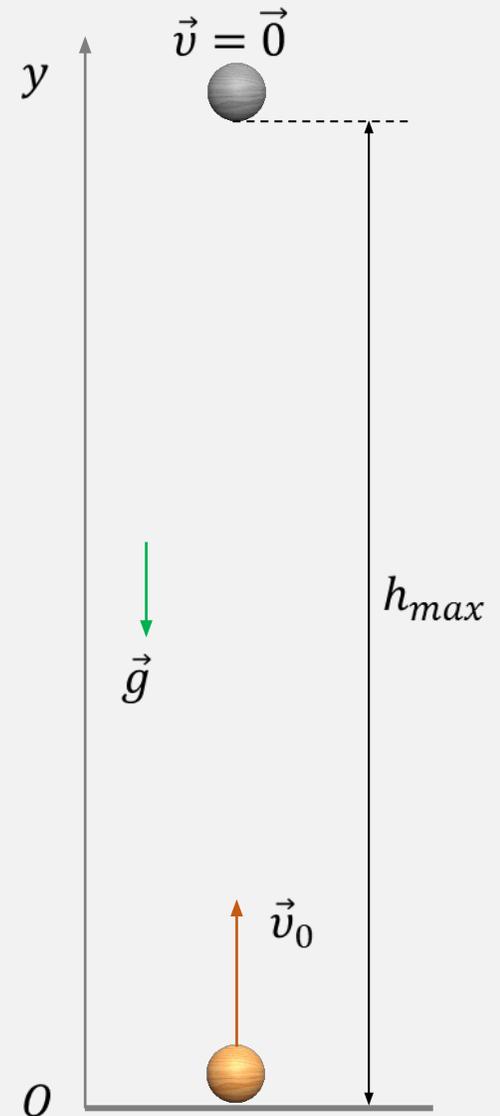
При $t = 0$ $y_0 = 0$, $v_{0y} = v_0$, $g_y = -g$.

При $t \equiv t_{\text{под}}$ $y = h_{\text{max}}$, $v_{0y} \equiv 0$, $g_y = -g$.

При $t = t_{\text{пад}}$ $y = 0$, $v_y = -v$.

Тогда $h_{\text{max}} = \frac{v_0 t_{\text{под}}}{g} \Rightarrow t_{\text{пад}} = \frac{v_0}{g} = \frac{v_0}{g} = t_{\text{под}} = \frac{v_0}{g} = \frac{v_0}{g} = \frac{v_0}{g}$.

$0 = v_0 - g t_{\text{под}} \Rightarrow t_{\text{под}} = \frac{v_0}{g}$
 $0 = h_{\text{max}} - \frac{g t_{\text{пад}}^2}{2} = h_{\text{max}} - \frac{g \left(\frac{v_0}{g}\right)^2}{2} \Rightarrow h = \frac{v^2}{2g} = \frac{v_0^2}{2g} \Rightarrow v = v_0$.

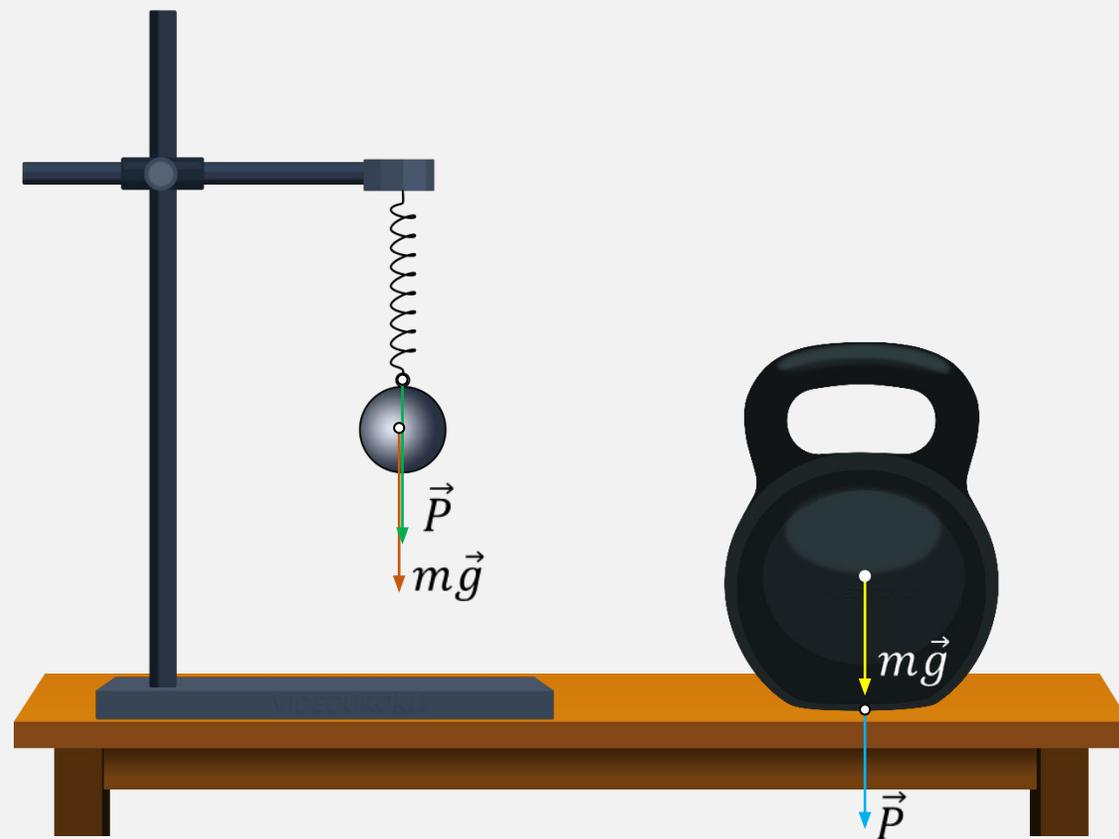


Движение тела, брошенного вертикально вверх

Сила тяжести — сила, которая определяет взаимодействие тела вблизи поверхности Земли непосредственно с самой Землёй.

Вес тела — это сила, с которой тело действует на опору или на подвес.

Сила тяжести имеет гравитационное происхождение, а вес — это частный случай силы упругости.



Движение тела, брошенного вертикально вверх

Третий закон Ньютона: $\vec{P} = -\vec{N}$.

Второй закон Ньютона:

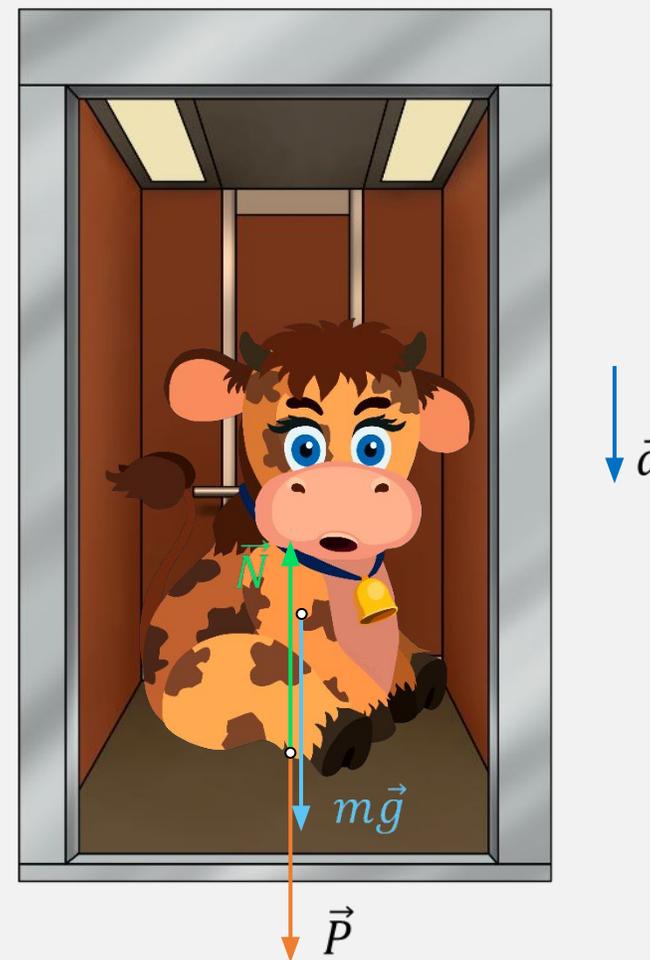
$$m\vec{a} = m\vec{g} + \vec{N} \Rightarrow -\vec{N} = m(\vec{g} - \vec{a}).$$

Вес тела: $\vec{P} = m(\vec{g} - \vec{a})$.

Если $\vec{a} = \vec{g}$, то $\vec{P} = \vec{0}$.



Такое состояние
тела называется
невесомостью.



Движение тела, брошенного вертикально вверх

Всякое тело, на которое действует только сила тяжести, находится в **состоянии невесомости**.

В состоянии невесомости **масса тела не меняется**, как **и не меняется** действующая на тело **сила тяжести**.



Сила тяжести является причиной свободного падения.







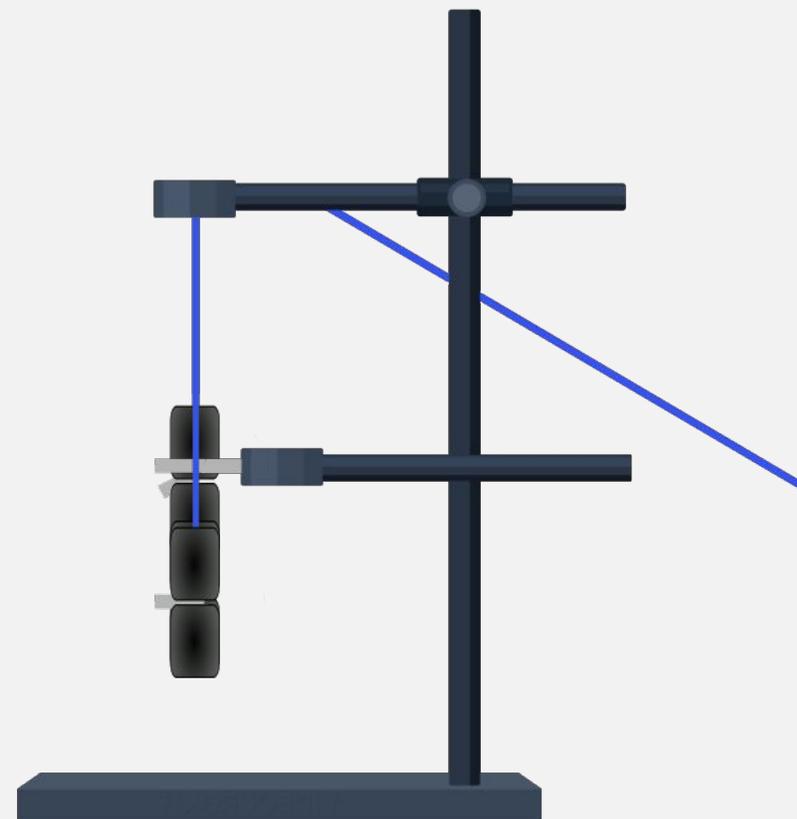




Движение тела, брошенного вертикально вверх



При свободном падении верхняя гиря не давит на опору.



Движение тела, брошенного вертикально вверх

Невесомость — это такое состояние, при котором в телах, свободно движущихся в гравитационном поле, исчезают деформации и взаимные давления частиц тела друг на друга.



Задача. Тело брошено вертикально вверх с начальной скоростью $v_0 = 20 \frac{\text{м}}{\text{с}}$. Когда оно достигло максимальной высоты, с того же места и с той же начальной скоростью брошено второе тело. Определите высоту $y_B = ?$ над поверхностью Земли, на которой тела встретятся.

ДАНО

$$v_{01} = 20 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

$$v_{02} = 20 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

$$g = 10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$$

$$y_B = ?$$

РЕШЕНИЕ

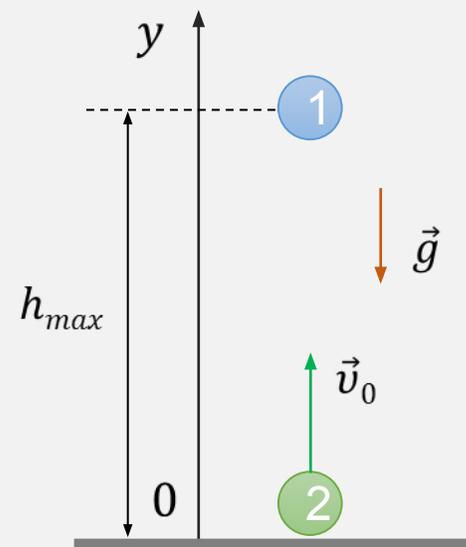
Кинематические уравнения РУД: $y_1 = y_{01} + v_{01y}t + \frac{g_y t^2}{2}$; $y_2 = y_{02} + v_{02y}t + \frac{g_y t^2}{2}$.

При $t = 0$ $y_{01} = h_{max} = \frac{v_0^2}{2g}$; $v_{01y} = 0$; $g_y = -g$; $y_{02} = 0$; $v_{02y} = v_0$.

Тогда $y_1 = \frac{v_0^2}{2g} - \frac{gt^2}{2}$; $y_2 = v_0 t - \frac{gt^2}{2}$.

В момент встречи: $y_1 = y_2 \Rightarrow \frac{v_0^2}{2g} - \frac{gt_B^2}{2} = v_0 t_B - \frac{gt_B^2}{2}$.

$$\frac{v_0^2}{2g} = v_0 t_B \Rightarrow t_B = \frac{v_0}{g}$$



Задача. Тело брошено вертикально вверх с начальной скоростью 20 м/с. Когда оно достигло максимальной высоты, с того же места и с той же начальной скоростью брошено второе тело. Определите высоту над поверхностью Земли, на которой тела встретятся.

ДАНО

$$v_{01} = 20 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

$$v_{02} = 20 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

$$g = 10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$$

$$y_B = ?$$

РЕШЕНИЕ

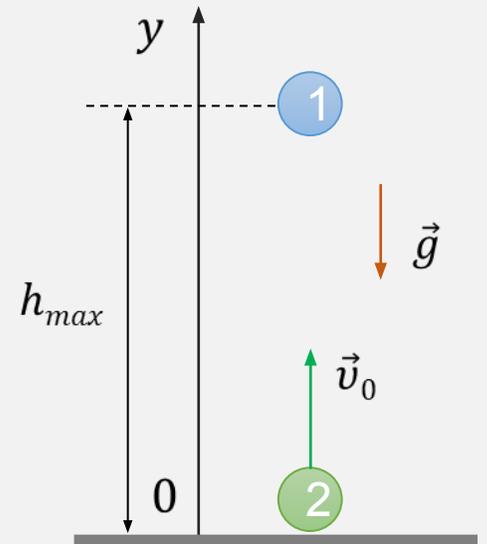
Кинематические уравнения РУД: $y_1 = \frac{v_0^2}{2g} + v_{01y}t - \frac{g_y t^2}{2}$; $y_2 = \frac{v_0^2}{2g} + v_{02y}t - \frac{g_y t^2}{2}$.

Время встречи: $t_B = \frac{v_0}{g}$; $v_{01y} = 0$; $g_y = -g$; $y_{02} = 0$; $v_{02y} = v_0$.

Тогда место встречи: $y_1 = \frac{v_0^2}{2g} - \frac{gt^2}{2}$; $y_2 = v_0 t - \frac{gt^2}{2}$.
 $\frac{v_0^2}{2g} - \frac{gt^2}{2} = v_0 t - \frac{gt^2}{2} \Rightarrow \frac{v_0^2}{2g} = v_0 t$

В момент встречи: $y_1 = \frac{v_0^2}{2g} - \frac{gt_B^2}{2} = v_0 t_B - \frac{gt_B^2}{2}$.
 $\frac{v_0^2}{2g} = v_0 t_B - \frac{gt_B^2}{2}$
 $\frac{v_0^2}{2g} = v_0 \cdot \frac{v_0}{g} - \frac{gt_B^2}{2}$
 $\frac{v_0^2}{2g} = \frac{v_0^2}{g} - \frac{gt_B^2}{2}$
 $\frac{v_0^2}{2g} - \frac{v_0^2}{g} = -\frac{gt_B^2}{2}$
 $-\frac{v_0^2}{2g} = -\frac{gt_B^2}{2}$
 $\frac{v_0^2}{2g} = \frac{gt_B^2}{2}$
 $\frac{v_0^2}{g} = gt_B^2$
 $\frac{v_0^2}{g} = g \left(\frac{v_0}{g}\right)^2$
 $\frac{v_0^2}{g} = \frac{v_0^2}{g}$

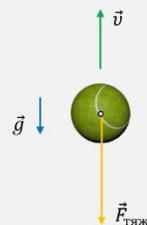
ОТВЕТ: 15 м.



Главные выводы

Движение тела, брошенного вертикально вверх

Тело, подброшенное вверх, при отсутствии сопротивления воздуха движется с постоянным ускорением, вызванным действием силы тяжести.



Толчок тела вверх не может изменить действующую на тело силу тяжести.

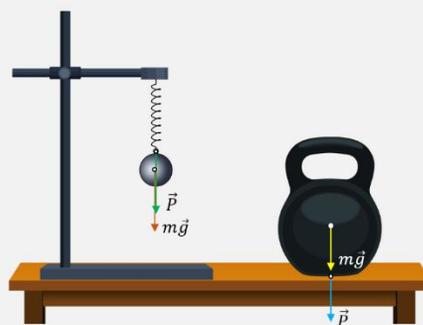


Движение тела, брошенного вертикально вверх

Сила тяжести — сила, которая определяет взаимодействие тела вблизи поверхности Земли непосредственно с самой Землей.

Вес тела — это сила, с которой тело действует на опору или на подвес.

Сила тяжести имеет гравитационное происхождение, а вес — это частный случай силы упругости.

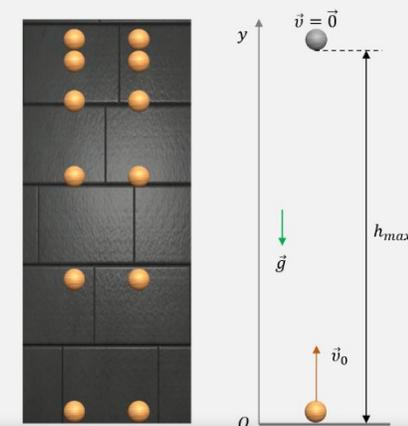


Движение тела, брошенного вертикально

Время подъёма тела на максимальную высоту равно времени его падения:

$$h_{\max} = \frac{v_0^2}{2g}$$

$$t_{\text{пад}} = t_{\text{под}} = \frac{v_0}{g}$$



Движение тела, брошенного вертикально вверх

Невесомость — это такое состояние, при котором в телах, свободно движущихся в гравитационном поле, исчезают деформации и взаимные давления частиц тела друг на друга.

