

## Основы динамики

Динамика исследует причины движения тел. Известно, что любое тело изменяет свою скорость в результате взаимодействия с другими телами. Сила есть характеристика взаимодействия. Обычно сила обозначается буквой  $\vec{F}$ . Если на тело действует несколько сил, то они складываются как векторы. Сумма всех сил  $\vec{F}_1, \vec{F}_2, \vec{F}_3, \dots$ , действующих на тело, называется равнодействующей  $\vec{R}$ .

$$\vec{R} = \vec{F}_1 + \vec{F}_2 + \vec{F}_3 + \dots$$

Присущее всем телам свойство сохранять свою скорость с течением времени называется инертностью. Масса есть характеристика инертности. Обычно масса обозначается буквой  $m$ . Масса — суть скаляр, сила — суть вектор.

В основе динамики лежат три закона Ньютона. Они ниоткуда не выводятся и в этом смысле аналогичны аксиомам в геометрии.

Первый закон Ньютона утверждает, что существуют такие системы отсчета, в которых, если на тело не действуют никакие внешние силы, оно движется равномерно и прямолинейно. Такие системы отсчета называют инерциальными.

Второй закон Ньютона утверждает, что, если на тело массой  $m$  действует сила  $\vec{F}$ , то ускорение тела  $\vec{a}$  будет равно

$$\vec{a} = \frac{\vec{F}}{m}.$$

Третий закон Ньютона утверждает, что, если на тело А со стороны тела В действует сила  $\vec{F}_{ВА}$ , то на тело В со стороны тела А действует сила  $\vec{F}_{АВ}$ , причем  $\vec{F}_{ВА} = -\vec{F}_{АВ}$ .

Теперь рассмотрим некоторые конкретные виды сил.

1. Сила упругости. Эта сила возникает при деформации тела. Свойство силы упругости  $\vec{F}$  таково, что при небольших деформациях  $\Delta \vec{x}$ ,  $\vec{F}$  пропорционально  $\Delta \vec{x}$  и направлена против деформации. Коэффициент пропорциональности  $k$  носит название коэффициента жесткости. Таким образом,  $\vec{F} = -k \Delta \vec{x}$

2. Гравитационная сила. Известно, что все тела притягиваются друг к другу с силой  $F$  пропорциональной массе каждого тела  $m_1$  и  $m_2$  и обратно пропорциональной квадрату расстояния  $R$  между те-

лами. Коэффициент пропорциональности называется гравитационной постоянной и обозначается  $G$ .

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

Из опыта известно, что  $G = 6,672 \cdot 10^{-11} \text{ Н} \cdot \text{м}^2 / \text{кг}^2$ . Из-за малости  $G$  гравитационные силы не заметны в повседневной жизни, но именно они управляют движением таких объектов, как планеты. Необходимо отметить, что масса, входящая в закон Ньютона и масса, входящая в закон всемирного тяготения — это различные по своей природе величины: первая характеризует инертность, вторая — гравитационное притяжение. Ускорение свободного падения  $g$  на высоте  $H$  над поверхностью Земли определяется формулой

$$g = G \frac{M}{(R_0 + H)^2},$$

где  $R_0$  — радиус Земли,  $M$  — масса Земли. Ускорение свободного падения  $g$  не зависит от массы притягиваемого тела, поэтому все тела падают с одинаковым ускорением. На поверхности Земли, где  $H$  равно нулю,  $g \approx 9,8 \text{ м/с}^2$ .

На небольших высотах мы можем пренебречь изменением  $g$ . Пусть тело брошено под углом  $\alpha$  к горизонту со скоростью  $v_0$ . В этом случае закон движения будет описываться следующей системой уравнений.

$$\begin{cases} y = y_0 + v_0 t \sin \alpha - \frac{gt^2}{2}, \\ x = x_0 + v_0 t \cos \alpha \end{cases}$$

где  $x, y$  — координаты тела по соответствующим осям,  $t$  — время.

Ось  $Y$  направлена вверх. Из этих формул можно получить значение для дальности и времени полета, высоты подъема и т.д.

Эти формулы выводятся в процессе решении задач.

Если тело движется в вертикальном направлении, то следует полагать  $\alpha = 90^\circ$ .

3. Вес тела. Весом тела  $\bar{P}$  называют силу, которая давит на опору или растягивает подвес. Эта сила вообще приложена не к телу, а к опоре или подвесу; на тело же действует нормальная реакция опоры или сила натяжения нити. По третьему закону Ньютона модули веса тела и нормальной реакции опоры или силы натяжения нити равны. Вес тела может быть равен силе тяжести, а может быть и не равен. Например, если тело лежит на горизонтальной плоскости, то вес тела равен силе тяжести, а если на наклонной, то нет.

4. Сила трения. Силой трения  $\vec{F}_{тр}$  называют силу, которая препятствует движению, т.е. направлена против скорости. Рассмотрим сухое трение. Пусть к покоящемуся телу приложена сила  $\vec{F}$ . Если  $F < F_{тр \max}$ , то тело не придет в движение.  $F_{тр \max}$  — это максимальная сила трения покоя,  $F_{тр \max} = \mu N$ , где  $\mu$  — коэффициент трения,  $N$  — сила нормальной реакции опоры. Это явление трения покоя. Если  $F > F_{тр \max}$ , то тело придет в движение. При этом на тело будет действовать сила трения скольжения, которая равна

$$F_{тр} = F_{тр \max} = \mu N.$$

**№ 112.**

- а) сила тяжести и сила Архимеда;  
б) сила тяжести, сила Архимеда и сила реакции опоры.

**№ 113.**

Сила тяжести и сила трения.

**№ 114.**

Компенсируются сила тяжести, сила Архимеда и сила натяжения нити. Если мальчик отпускает нить, то сила ее натяжения становятся равные нулю, и остальные силы не скомпенсированы.

**№ 115.**

Нет, из-за того, что всегда наличествует сила трения.

**№ 116.**

Во время толчка на вагон действует сила взаимодействия с тепловозом сила трения, после толчка только сила трения. В момент толчка вагон приобретает некоторую скорость, а после будет замедляться под действием силы трения.

**№ 117.**

- а) нет; б) да; в) нет; г) да; д) да; е) нет.

**№ 118.**

- а) да; б) нет; в) нет; г) да; д) да; е) нет.

**№ 119.**

- а) равномерно; б) замедленно; в) ускоренно; г) поворачивает.

**№ 120.**

Дано:

$$R_2 = 2R_1.$$

Решение.

Шарики не скользят, если  $m_1 a_{y2} = m_2 a_{y2}$ ;

$$a_{y1} = \frac{v_1^2}{R_1} = 4\pi^2 v^2 R_1.$$

	Аналогично $a_{y1} = 4n^2 n^2 R_2$ . $\frac{m_2}{m_1} = \frac{a_{y1}}{a_{y2}} = \frac{R_1}{R_2} = \frac{1}{2}$ .
Найти: $\frac{m_2}{m_1}$ .	Ответ: $\frac{m_2}{m_1} = \frac{1}{2}$ .

### № 121.

Дано: $m_T = 100$ т; $n = 5$ .	Решение. $m_T a = m_B n a$ ; $m_B = \frac{m_T}{n} = \frac{100}{5} = 20$ т.
Найти: $m_B$ .	Ответ: $m_B = 20$ т.

### № 122.

Дано: $r_1 = 2r_2$	Решение. $m_1 \propto r_1^3$ ; $m_2 \propto r_2^3 = 8r_1^3$ . Тогда имеем: $r_1^3 a_1 = 8r_1^3 a_2$ ; $\frac{a_2}{a_1} = \frac{1}{8}$ . Результат от начальных скоростей не зависит, т.к. при переходах из одной инерциальной системы в другую ускорение не меняется.
Найти: $\frac{a_2}{a_1}$ .	Ответ: $\frac{a_2}{a_1} = \frac{1}{8}$ .

### № 123.

Дано: $\rho_1 = 11,3 \cdot 10^3 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$ ; $\rho_2 = 7,8 \cdot 10^3 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$	Решение. $\frac{4}{3}\pi r^3 \rho_1 a_1 = \frac{4}{3}\pi r^3 \rho_2 a_2$ ; $\rho_1 a_1 = \rho_2 a_2$ ; $\frac{a_2}{a_1} = \frac{\rho_1}{\rho_2} = \frac{11,3 \cdot 10^3 \text{ кг/м}^3}{7,8 \cdot 10^3 \text{ кг/м}^3} \approx 1,45$ .
Найти: $\frac{a_2}{a_1}$ .	Ответ: $\frac{a_2}{a_1} \approx 1,45$ .

### № 124.

Дано: $v_{11} = 3$ м/с; $v_{12} = 1$ м/с; $v_{21} = -1$ м/с; $v_{22} = 1$ м/с.	Решение. 1) $a_1 = \frac{v_{22} - v_{11}}{\Delta t}$ ; $a_2 = \frac{v_{22} - v_{21}}{\Delta t}$ ; 2) $m_1 a_1 + m_2 a_2 = 0$ ; $\frac{m_2}{m_1} = \left  \frac{a_1}{a_2} \right  = \left  \frac{v_{12} - v_{11}}{v_{22} - v_{21}} \right  = \left  \frac{1 \text{ м/с} - 3 \text{ м/с}}{1 \text{ м/с} - (-1 \text{ м/с})} \right  = 1$ .
--	---

	3) Обе тележки сменили направление движения на противоположное. До и после столкновения они движутся равномерно и прямолинейно, если пренебречь силами трения.
Найти: $\frac{m_2}{m_1}$ .	Ответ: $\frac{m_2}{m_1} \approx 1$ .

**№ 125.**

Дано: $m_1 = 400 \text{ г}; m_2 = 600 \text{ г};$ $v_1 = 3 \text{ м/с};$	Решение. $m_1 v_1 = m_2 v_2;$ $v_2 = v_1 \frac{m_1}{m_2} = 3 \text{ м/с} \cdot \frac{400 \text{ г}}{600 \text{ г}} = 2 \text{ м/с}.$
Найти: $v_2$ .	Ответ: $v_2 = 2 \text{ м/с}.$

**№ 126.**

Дано: $m_1 = 60 \text{ т};$ $v_{11} = 0,3 \text{ м/с};$ $v_{12} = 0,2 \text{ м/с};$ $v_2 = 0,4 \text{ м/с};$	Решение. $ m_1 (v_{12} - v_{11})  =  m_2 v_2 ;$ $m_2 = m_1 \cdot \left  \frac{v_{12} - v_{11}}{v_2} \right  = 60 \text{ т} \cdot \left  \frac{0,2 \text{ м/с} - 0,3 \text{ м/с}}{0,4 \text{ м/с}} \right  = 15 \text{ т}.$
Найти: $m_2$ .	Ответ: $m_2 = 15 \text{ т}.$

**№ 127.**

а) Сила передаваемая футболистом; сила тяжести; сила трения. Максимальная сила передаваемая футболистом.

б) Сила тяжести; сила трения. Максимальная сила тяжести. Силы трения и тяжести сонаправлены.

в) Сила тяжести; сила трения., но силы трения и тяжести направлены противоположно.

г) Сила реакции опоры; сила трения; сила тяжести. Максимальная сила реакции опоры.

**№ 128.**

а) Сила тяжести и сила реакции опоры. Они равны по модулю но противоположны по направлению.

б) Сила руки, сила тяжести и сила реакции опоры. Последние две силы скомпенсированы.

в) Сила трения, сила тяжести. Они направлены противоположно, сила тяжести больше силе трения.

**№ 129.**

а) Сила тяжести и сила реакции опоры. Они скомпенсированы.

б) Сила инерции, сила тяжести и сила реакции опоры. Они скомпенсированы.

в) Сила тяжести и сила реакции опоры. Они скомпенсированы.

г) Сила тяжести, сила реакции, сила инерции. Они скомпенсированы.

**№ 130.**

а) Сила тяжести и сила реакции опоры. Они скомпенсированы.

б) Сила инерции, сила тяжести и сила реакции опоры. Они скомпенсированы.

в) Сила тяжести, сила реакции опоры, сила трения покоя и сила тяги двигателя. Первые две скомпенсированы, а сила тяги двигателя несколько больше силы трения покоя.

г) Сила тяжести, сила реакции опоры, сила трения, сила тяги двигателя. Сила реакции опоры меньше силы тяжести.

д) Сила тяжести, сила реакции опоры, сила трения покоя и сила тяги двигателя. Они не скомпенсированы.

е) Сила тяжести, сила реакции опоры, сила трения (о дорогу, то 2 мощных колодок о колесо). Первые две скомпенсированы.

**№ 131.**

а) равномерно прямолинейно;

б) горизонтально с ускорением;

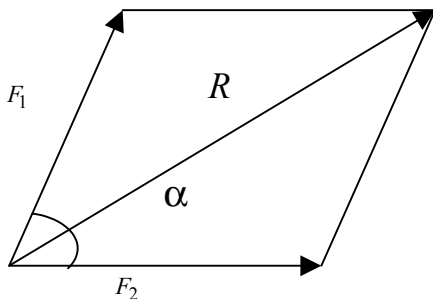
в) ускоренно опускается, горизонтально равномерно;

г) ускоренно поднимается, горизонтально равномерно.

**№ 132.**

Пузырек начинает двигаться равномерно и прямолинейно, если векторная сумма силы Архимеда, тяжести и сопротивления станет равна нулю.

**№ 133.**



Дано:

$$F_1 = 10 \text{ Н};$$

$$F_2 = 14 \text{ Н};$$

Найти:

$$R_{\min}, R_{\max}.$$

Решение.

$$1) \quad \vec{R} = \vec{F}_1 + \vec{F}_2;$$

$$R = \sqrt{F_1^2 + F_2^2 - 2F_1F_2\cos(\pi - \alpha)} = \sqrt{F_1^2 + F_2^2 + 2F_1F_2\cos\alpha}.$$

2) Т.к.  $-1 \leq \cos\alpha \leq 1$ , то

$$R_{\min} = \sqrt{F_1^2 + F_2^2 - 2F_1F_2} = \sqrt{(F_2 - F_1)^2} = \\ = F_1 - F_2 = 14 \text{ Н} - 10 \text{ Н} = 4 \text{ Н};$$

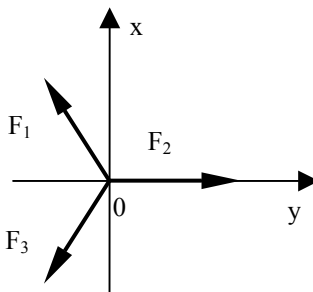
$$R_{\max} = \sqrt{F_1^2 + F_2^2 + 2F_1F_2} = \sqrt{(F_2 + F_1)^2} = \\ = F_1 + F_2 = 14 \text{ Н} + 10 \text{ Н} = 24 \text{ Н}; \text{ Осюда имеем, что}$$

$$F_2 - F_1 \leq R \leq F_1 + F_2;$$

$$4 \text{ Н} \leq R \leq 24 \text{ Н}$$

Таким образом а) нет; б) да; в) да; г) да; д) нет.

№ 134.



Из рисунка видно, что  $\vec{R} = \vec{F}_1 + \vec{F}_2 + \vec{F}_3$

Рассмотрим проекции на оси координат.

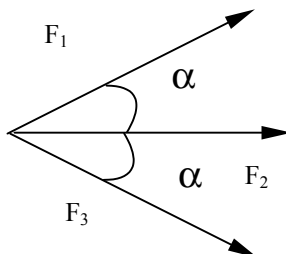
$$(1) \quad x: 2F\cos\alpha = F; \quad (2) \quad y: F\sin\alpha = F\sin\alpha$$

Равенство (2) имеет место при любой силе  $F$  и угле  $\alpha$ . Равенство

(1) — только, когда выполнено соотношение  $2 \cos \alpha = 1$ ; т.е. при  $\alpha = 60^\circ$

Таким образом, ответ задачи — да.

№ 135.



Дано: $F = 200 \text{ Н};$ $\alpha = 60^\circ.$	Решение. 1) $\vec{R} = \vec{F}_1 + \vec{F}_2 + \vec{F}_3$ 2) В проекциях на оси координат: $x: R_x = F \cos \alpha + F + F \cos \alpha =$ $= F(1 + 2 \cos \alpha) = 200 \text{ Н} \cdot \left(1 + 2 \cdot \frac{1}{2}\right) = 400 \text{ Н};$ $y: R_y = F \sin \alpha - F \sin \alpha = 0.$ 3) $R = \sqrt{R_x^2 + R_y^2} = R_x = 400 \text{ Н}.$
---	---

Найти: $R.$	Ответ: $R = 400 \text{ Н}.$
-------------	-----------------------------

### № 136.

Дано: $F_x = 300 \text{ Н};$ $F_y = 500 \text{ Н};$ $m = 90 \text{ кг};$	Решение. $R_x = F_x; R_y = mg - F_y;$ $R = \sqrt{R_x^2 + R_y^2} = \sqrt{F_x^2 + (mg - F_y)^2} =$ $= \sqrt{300^2 \text{ Н}^2 + (90 \text{ кг} \cdot 10 \text{ м/с}^2 - 500 \text{ Н})^2} = 500 \text{ Н}.$
---	--

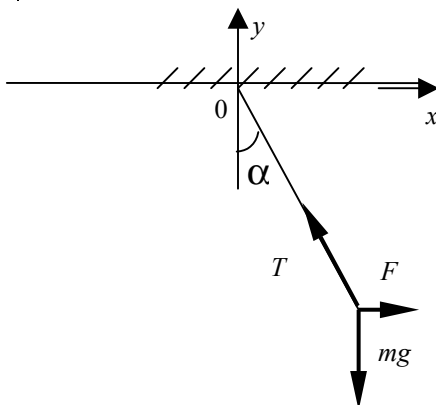
Найти: $R.$	Ответ: $R = 500 \text{ Н}.$
-------------	-----------------------------

### № 137.

Дано: $F_1 = 550 \text{ кН};$ $F_2 = 555 \text{ кН};$ $F_3 = 162 \text{ кН};$ $F_4 = 150 \text{ кН}.$	Решение. $R_x = F_2 - F_1 = 555 \text{ кН} - 550 \text{ кН} = 5 \text{ кН};$ $R_y = F_3 - F_2 = 162 \text{ кН} - 150 \text{ кН} = 12 \text{ кН};$ $R = \sqrt{R_x^2 + R_y^2} = \sqrt{5^2 \text{ кН}^2 + 12^2 \text{ кН}^2} = 13 \text{ кН}.$
---	--

Найти: $\vec{R}.$	Ответ: $R = 13 \text{ кН}.$
-------------------	-----------------------------

### № 138.





Дано: $m = 1,6 \text{ кг};$ $F = 12 \text{ Н};$	Решение. $\overline{T} + \overline{F} = m\overline{g} = 0$ . В проекциях на оси координат $\begin{cases} x: F - T\sin\alpha = 0 \\ y: T\cos\alpha - mg = 0. \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} T\sin\alpha = F \\ T\cos\alpha = mg \end{cases}$ $T = \sqrt{F^2 + mg^2} = \sqrt{12^2 \text{ Н}^2 + 1,6^2 \text{ кг}^2 \cdot 10^2 \left(\text{м/с}^2\right)^2} = 20 \text{ Н}.$
Найти: $T$	Ответ: $T = 20 \text{ Н}.$

### № 139.

Дано: $F_1 = 15 \text{ кН};$ $F_2 = 60 \text{ кН};$ $a_1 = 0,5 \text{ м/с}^2.$	Решение. $F_1 = ma_1; \quad m = \frac{F_1}{a_1}; \quad F_2 = ma_2; \quad a_2 = \frac{F_2}{m};$ $a_2 = \frac{F_2}{F_1} a_1 = \frac{60 \text{ кН}}{15 \text{ кН}} \cdot 0,5 \text{ м/с}^2 = 2 \text{ м/с}^2.$
Найти: $a_2$	Ответ: $a_2 = 2 \text{ м/с}^2.$

### № 140.

Дано: $F_1 = 60 \text{ кН};$ $a_1 = 0,8 \text{ м/с}^2;$ $a_2 = 2 \text{ м/с}^2.$	Решение. $F_1 = ma_1; \quad m = \frac{F_1}{a_1};$ $F_2 = ma_2 = F_1 \frac{a_2}{a_1} = 60 \text{ кН} \cdot \frac{2 \text{ м/с}^2}{0,8 \text{ м/с}^2} = 150 \text{ кН}.$
Найти: $F_2$	Ответ: $F_2 = 150 \text{ кН}.$

### № 141.

Дано: $m_1 = 4 \text{ кг};$ $m_2 = 10 \text{ кг};$ $a_1 = 2 \text{ м/с}^2;$	Решение. $ma_1 = m_2 a_2;$ $a_2 = \frac{m_1}{m_2} a_1 = \frac{40 \text{ кг}}{10 \text{ кг}} \cdot 2 \text{ м/с}^2 = 0,8 \text{ м/с}^2.$
Найти: $a_2$	Ответ: $a_2 = 0,8 \text{ м/с}^2.$

### № 142.

Дано: $m_0 = 4 \text{ т};$ $a_0 = 0,3 \text{ м/с}^2;$ $a = 0,2 \text{ м/с}^2;$	Решение. $F = m_0 a_0 = (m_0 + \Delta m) a;$ $\Delta m = \frac{m_0(a_0 - a)}{a} = m_0 \left( \frac{a_0}{a} - 1 \right) = 4 \text{ т} \cdot \left( \frac{0,3 \text{ м/с}^2}{0,2 \text{ м/с}^2} - 1 \right) = 2 \text{ т}.$
Найти: $\Delta m$	Ответ: $\Delta m = 2 \text{ т}.$

**№ 143.**

Будем считать по формуле  $F = ma$ , выражая то, что необходимо узнать.

**№ 144.**

Дано: $m = 60 \text{ т} = 6 \cdot 10^4 \text{ кг};$ $F = 90 \text{ кН} = 9 \cdot 10^4 \text{ Н}.$	Решение. $a = \frac{F}{m} = \frac{9 \cdot 10^4 \text{ Н}}{6 \cdot 10^4 \text{ кг}} = 1,5 \text{ м/с}^2.$
Найти: $a$ .	Ответ: $a = 1,5 \text{ м/с}^2.$

**№ 145.**

Дано: $m_1 = 2 \text{ т};$ $m_2 = 8 \text{ т};$ $F_2 = 2F_1.$	Решение. $F_1 = m_1 a_1; \quad F_2 = m_2 a_2; \quad \frac{F_2}{F_1} = \frac{m_2 a_2}{m_1 a_1};$ $\frac{a_2}{a_1} = \frac{F_2}{F_1} \cdot \frac{m_1}{m_2} = 2 \cdot \frac{2 \text{ т}}{8 \text{ т}} = \frac{1}{2}.$
Найти: $\frac{a_2}{a_1}.$	Ответ: $\frac{a_2}{a_1} = \frac{1}{2}.$

**№ 146.**

Дано: $m = 0,5 \text{ кг};$ $t = 0,02 \text{ с};$ $v = 10 \text{ м/с}.$	Решение. 1) $a = \frac{v}{t};$ 2) $F = ma = m \frac{v}{t} = 0,5 \text{ кг} \cdot \frac{10 \text{ м/с}}{0,02 \text{ с}} = 250 \text{ Н}.$
Найти: $F$ .	Ответ: $F = 250 \text{ Н}.$

**№ 147.**

Дано: $l = 5 \text{ м};$ $m = 42,5 \text{ кг};$ $F = 19,6 \text{ кН} = 1,69 \cdot 10^4 \text{ Н}.$	Решение. 1) $l = \frac{at^2}{2}; \quad v = at; \quad t = \frac{v}{a}; \quad l = \frac{v^2}{2a}; \quad v^2 = 2al;$ 2) $F = ma; \quad a = \frac{F}{m}; \quad v^2 = 2 \frac{F}{m} l;$ $v = \sqrt{\frac{2Fl}{m}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 1,96 \cdot 10^4 \text{ кН} \cdot 5 \text{ м}}{42,5 \text{ кг}}} \approx 68 \text{ м/с}.$
Найти: $v$ .	Ответ: $v \approx 68 \text{ м/с}.$

**№ 148.**

Дано:

$$a_1 = 0,4 \text{ м/с}^2;$$

$$a_2 = 0,1 \text{ м/с}^2;$$

Решение.

$$1) F = m_1 a_1; \quad F = m_2 a_2; \quad m_1 = \frac{F}{a_1}; \quad m_2 = \frac{F}{a_2};$$

$$2) F = (m_1 + m_2) a = a \left( \frac{F}{a_1} + \frac{F}{a_2} \right); \quad \frac{1}{a} = \frac{1}{a_1} + \frac{1}{a_2};$$

$$a = \frac{a_1 a_2}{a_1 + a_2} = \frac{0,4 \text{ м/с}^2 \cdot 0,1 \text{ м/с}^2}{0,4 \text{ м/с}^2 + 0,1 \text{ м/с}^2} = 0,08 \text{ м/с}^2.$$

Найти:  $a$ .Ответ:  $a = 0,08 \text{ м/с}^2$ .**№ 149.**

Дано:

$$l_1 = 40 \text{ см} = 0,4 \text{ м};$$

$$l_2 = 20 \text{ см} = 0,2 \text{ м};$$

$$\Delta m = 200 \text{ г} = 0,2 \text{ кг};$$

Решение.

$$1) m a_1 = F; \quad (m + \Delta m) a_2 = F;$$

$$2) l_1 = \frac{a_1}{2} t^2; \quad l_2 = \frac{a_2}{2} t^2; \quad \frac{l_1}{l_2} = \frac{a_1}{a_2};$$

$$3) \frac{m}{m + \Delta m} \cdot \frac{a_1}{a_2} = 1; \quad \frac{a_1}{a_2} = 1 + \frac{\Delta m}{m} = \frac{l_1}{l_2}; \quad \frac{\Delta m}{m} = \frac{l_1}{l_2} - 1;$$

$$m = \frac{\Delta m}{\frac{l_1}{l_2} - 1} = \frac{0,2 \text{ кг}}{\frac{0,4 \text{ м}}{0,2 \text{ м}} - 1} = 0,2 \text{ кг}.$$

Найти:  $m$ .Ответ:  $m = 0,2 \text{ кг}$ .**№ 150.**

Дано:

$$m = 2 \text{ кг};$$

Найти:  $F_x$ .

Решение.

1) На каждом участке  $0 \div 5 \text{ с}$ ,  $5 \text{ с} \div 10 \text{ с}$ ,  $10 \text{ с} \div 20 \text{ с}$ 

найдем ускорение по формуле

$$a_x = \frac{\Delta v_x}{\Delta t}.$$

$$0 \div 5 \text{ с} : a_x = \frac{10 \text{ м/с} - 0}{5 \text{ с} - 0} = 2 \text{ м/с}^2;$$

$$5 \div 10 \text{ с} : a_x = \frac{10 \text{ м/с} - 10 \text{ м/с}}{10 \text{ с} - 5 \text{ с}} = 0;$$

$$10 \div 20 \text{ с} : a_x = \frac{0 - 10 \text{ м/с}}{20 \text{ с} - 10 \text{ с}} = -1 \text{ м/с}^2;$$

2) Т.к.  $F_x = m a_x$ , то на каждом из участков мы будем иметь:  $0 \div 5 \text{ с} : F_x = 2 \cdot 2 = 4 \text{ Н}$ ;

$$5 \div 10 \text{ с} : F_x = 2 \cdot 0 = 0;$$

$$10 \div 20 \text{ с} : F_x = 2 \cdot (-1) = -2 \text{ Н}.$$

**№ 151.**

Да возможно, если закрепить одно из полушарий к чему-либо (стене, например). Тогда понадобится 8 лошадей.

**№ 152.**

Они одинаковы по модулю, противоположны по направлению, согласно третьему закону Ньютона.

**№ 153.**

В первом случае ничего, во втором он начнет двигаться в противоположном направлении.

**№ 154.**

Когда человек в лодке давит на ее борт, она не придет в движение, т.к. и на человека действует такая же сила. Когда он толкает лодку стоя на берегу, он действует еще и на землю.

**№ 155.**

Сила действия на волосы равна силе действующей на руку.

**№ 156.**

В обоих случаях нет.

**№ 157.**

Дано: $g = 10 \text{ м/с}^2$ ; $V = 0,2 \text{ дм}^3 =$ $= 2 \cdot 10^{-4} \text{ м}^3$ ; $\rho = 10^3 \text{ кг/м}^3$ .	Решение. По третьему закону Ньютона $ \Delta F_1  =  \Delta F_2 $ ; $\Delta F_1 = \rho g V = 10 \text{ м/с}^2 \cdot 10^3 \text{ кг/м}^3 \cdot 2 \cdot 10^{-4} \text{ м}^3 = 2 \text{ Н}$ ; $F_1 = 4 \text{ Н} + (-2 \text{ Н}) = 2 \text{ Н}$ ; $F_2 = 8 \text{ Н} + 2 \text{ Н} = 10 \text{ Н}$ .
Найти: $F_1, F_2$ .	Ответ: $F_1 = 2 \text{ Н}$ , $F_2 = 10 \text{ Н}$ .

**№ 158.**

Дано: $\rho_{\text{в}} = 10^3 \text{ кг/м}^3$ ; $m = 54 \text{ г} = 5,4 \times$ $\times 10^{-2} \text{ кг}$ ; $\rho = 2,7 \times 10^3 \text{ кг/м}^3$ ;	Решение. 1) По третьему закону Ньютона $-\Delta F_1 = \Delta F_2$ 2) $\Delta F_1 = \rho_{\text{в}} g V = \rho_{\text{в}} g \frac{m}{\rho} = \frac{\rho_{\text{в}}}{\rho} g m$ . 3) $\Delta m g = \Delta F_2 + \Delta F_1 = 2 \frac{\rho_{\text{в}}}{\rho} g m$ ; $\Delta m = 2 \frac{\rho_{\text{в}}}{\rho} m = 2 \cdot \frac{10^3 \text{ м/с}^2}{2,7 \cdot 10^3 \text{ м/с}^2} \cdot 5,4 \cdot 10^{-2} \text{ кг} = 4 \cdot 10^{-2} \text{ кг}$ .
Найти: $\Delta m$ .	Ответ: $\Delta m = 4 \cdot 10^{-2} \text{ кг}$ .

**№ 159.**

Дано:

$$\Delta l_1 = 2 \text{ см} = 2 \times 10^{-2} \text{ м};$$

$$F_1 = 20 \text{ Н};$$

$$\Delta l_2 = 6 \text{ см} = 6 \times 10^{-2} \text{ м};$$

Решение.

$$F_1 = k \Delta l_1; \quad k = \frac{F_1}{\Delta l_1};$$

$$F_2 = k \Delta l_2 = F_1 \frac{\Delta l_2}{\Delta l_1};$$

$$k = \frac{20 \text{ Н}}{2 \cdot 10^{-2} \text{ м}} = 10^3 \frac{\text{Н}}{\text{м}};$$

$$F_2 = 20 \text{ Н} \cdot \frac{6 \cdot 10^{-2} \text{ м}}{2 \cdot 10^{-2} \text{ м}} = 60 \text{ Н}.$$

Найти:  $k, F_2$ .Ответ:  $k = 10^3 \frac{\text{Н}}{\text{м}}, F_2 = 60 \text{ Н}.$ **№ 160.**

Дано:

$$\Delta l_1 = 1 \text{ мм} = 10^{-3} \text{ м};$$

$$k = 100 \text{ кН/м} = 10^5 \text{ Н/м}.$$

Решение.

$$F = k \Delta l = 10^5 \text{ кН/м} \cdot 10^{-3} \text{ м} = 100 \text{ Н}.$$

Найти:  $F$ .Ответ:  $F = 100 \text{ Н}.$ **№ 161.**

Дано:

$$g = 10 \text{ м/с}^2;$$

$$k = 0,5 \text{ кН/м} = 5 \times 10^2 \text{ Н/м};$$

$$m = 200 \text{ г} = 0,2 \text{ кг}.$$

Решение.

$$k \Delta l = mg;$$

$$\Delta l = \frac{mg}{k} = \frac{0,2 \text{ кг} \cdot 10 \text{ м/с}^2}{5 \cdot 10^2 \text{ Н/м}} = 4 \cdot 10^{-3} \text{ м} = 4 \text{ мм}.$$

Найти:  $\Delta l$ .Ответ:  $\Delta l = 4 \text{ мм}.$ **№ 162.**

Дано:

$$l_{10} = 360 \text{ мм} = 0,36 \text{ м};$$

$$l_1 = 230 \text{ см} = 0,23 \text{ м};$$

$$F_1 = 4,35 \text{ кН} = 4,35 \cdot 10^3 \text{ Н};$$

$$l_{20} = 442 \text{ мм} = 0,442 \text{ м};$$

$$l_2 = 273 \text{ см} = 0,273 \text{ м};$$

$$F_2 = 4,4 \text{ кН} = 4,4 \cdot 10^3 \text{ Н};$$

Решение.

$$1) \quad k_1 = \frac{F_1}{l_{10} - l_1} = \frac{4,35 \cdot 10^3 \text{ Н}}{0,36 \text{ м} - 0,23 \text{ м}} \approx 3,3 \cdot 10^4 \frac{\text{Н}}{\text{м}} = 33 \text{ кН/м};$$

$$2) \quad k_2 = \frac{F_2}{l_{20} - l_2} = \frac{4,4 \cdot 10^3 \text{ Н}}{0,442 \text{ м} - 0,273 \text{ м}} \approx 2,6 \cdot 10^4 \frac{\text{Н}}{\text{м}} = 26 \text{ кН/м}.$$

Найти:  $k_1, k_2$ .Ответ:  $k_1 \approx 33 \text{ кН/м}, k_2 \approx 26 \text{ кН/м}.$

**№ 163.**

Дано:

$\Delta l_1 = 5 \text{ см};$

$\Delta l_2 = 1 \text{ см};$

$k_1 = 100 \text{ кН/м};$

Найти:  $k_2$ .

Решение.

$k_2 \Delta l_2 = k_1 \Delta l_1;$

$k_2 = k_1 \frac{\Delta l_1}{\Delta l_2} = 100 \text{ кН/м} \cdot \frac{5 \text{ см}}{1 \text{ см}} = 500 \text{ Н/м}.$

Ответ:  $k_2 = 500 \text{ Н/м}.$ **№ 164.**

По графику видно, что удлинение  $x_2$  вдвое больше удлинения  $x_1$  при одной силе  $F$ .

$$\text{Т.к. } k_1 = \frac{F}{x_2}, \quad k_2 = \frac{F}{x_2}, \quad \text{то} \quad \frac{k_2}{k_1} = \frac{x_1}{x_2} = \frac{1}{2}.$$

**№ 165.**

По графику видно, что  $\Delta l = 1,4 \text{ м} - 1 \text{ м} = 0,4 \text{ м}$ .  $k = \frac{F}{\Delta l} = \frac{4 \text{ Н}}{0,4 \text{ м}} = 10 \text{ Н/м}.$

**№ 166.**

Если проволока при приложении силы  $F$  удлинилась на  $\Delta l$ , то каждая из ее половинок удлинилась на  $\frac{\Delta l}{2}$  из соображений симметрии.

$$\text{Т.к. } k = \frac{F}{\Delta l}, \quad \text{то} \quad k' = \frac{F}{\frac{\Delta l}{2}} = \frac{2F}{\Delta l} = 2k.$$

**№ 167.**

Дано:

$k_1, k_2.$

Решение.

$F = k_1 \Delta l_1 = k_2 \Delta l_2 = k (\Delta l_1 + \Delta l_2);$

$$k_1 = \frac{F}{\Delta l_1}; \quad k_2 = \frac{F}{\Delta l_2}; \quad k = \frac{F}{\Delta l_1 + \Delta l_2}; \quad \frac{1}{k_1} = \frac{\Delta l_1}{F}; \quad \frac{1}{k_2} = \frac{\Delta l_2}{F};$$

$$\frac{1}{k} = \frac{\Delta l_1 + \Delta l_2}{F} = \frac{\Delta l_1}{F} + \frac{\Delta l_2}{F} = \frac{1}{k_1} + \frac{1}{k_2}; \quad k = \frac{k_1 k_2}{k_1 + k_2}.$$

Найти:  $k$ .

$$\text{Ответ: } k = \frac{k_1 k_2}{k_1 + k_2}.$$

**№ 168.**

Дано:

$k = 100 \text{ кН/м},$

$a = 0,5 \text{ м/с}^2;$

$m = 2 \text{ т} = 2 \cdot 10^3 \text{ кг}.$

Решение.

$k \Delta l = ma;$

$$\Delta l = \frac{ma}{k} = \frac{2 \cdot 10^3 \cdot 0,5}{10^5} = 10^{-2} \text{ м} = 1 \text{ см}.$$

Найти:  $\Delta l$ . | Ответ:  $\Delta l = 1 \text{ см}$ .

**№ 168.**

Дано:

$$m_1 = 8 \text{ т} = 8 \cdot 10^3 \text{ кг};$$

$$m_2 = 20 \text{ т} = 2 \cdot 10^4 \text{ кг};$$

$$R = 100 \text{ м};$$

Решение.

$$F = G \frac{m_1 m_2}{R^2} = 6,67 \cdot 10^{-11} \frac{\text{Н} \cdot \text{м}^2}{\text{кг}^2} \frac{8 \cdot 10^3 \text{ кг} \cdot 2 \cdot 10^4 \text{ кг}}{100^2 \text{ м}^2} \approx \\ \approx 1,07 \cdot 10^{-6} \text{ Н}$$

Найти:  $F$ .

Ответ:  $F \approx 1,07 \cdot 10^{-6} \text{ Н}$ .

**№ 170.**

Дано:

$$r = 100 \text{ м} = 10^2 \text{ м};$$

$$m = 10000 \text{ т} =$$

$$= 10^7 \text{ кг};$$

Решение.

Т.к. нам необходимо оценить порядок силы взаимодействия будем считать  $G = 10^{-10} \text{ Н} \cdot \text{м}^2 / \text{кг}^2$ .

$$F \approx G \frac{m^2}{r^2} = 10^{-10} \frac{\text{Н} \cdot \text{м}^2}{\text{кг}^2} \frac{(10^7)^2 \text{ кг}^2}{(10^2)^2 \text{ м}^2} = 1 \text{ Н}.$$

Найти:  $F$ .

Ответ:  $F \approx 1 \text{ Н}$ .

**№ 171.**

Дано:

$$M_3 = 6 \cdot 10^{24} \text{ кг};$$

$$M_{\text{л}} = 7,4 \cdot 10^{22} \text{ кг};$$

$$R = 3,8 \cdot 10^8 \text{ м};$$

Решение.

$$F = G \frac{M_3 M_{\text{л}}}{R^2} \\ = 6,67 \cdot 10^{-11} \frac{\text{Н} \cdot \text{м}^2}{\text{кг}^2} \cdot \frac{6 \cdot 10^{24} \text{ кг} \cdot 7,4 \cdot 10^{22} \text{ кг}}{(3,8 \cdot 10^8)^2 \text{ м}^2} \approx 2 \cdot 10^{20} \text{ Н}.$$

Найти:  $F$ .

Ответ:  $F \approx 2 \cdot 10^{20} \text{ Н}$ .

**№ 172.**

Дано:

$$R_1 = 2R;$$

$$R_2 = 5R;$$

Решение.

$$F = G \frac{mM}{R^2};$$

$$F_1 = G \frac{mM}{R_1^2} = G \frac{mM}{4R^2};$$

$$F_2 = G \frac{mM}{R_2^2} = G \frac{mM}{36R^2}; \quad \frac{F_1}{F} = \frac{1}{4}; \quad \frac{F_2}{F} = \frac{1}{36}.$$

Найти:  $\frac{F_1}{F}, \frac{F_2}{F}$ .

Ответ:  $\frac{F_1}{F} = \frac{1}{4}, \frac{F_2}{F} = \frac{1}{36}$ .

**№ 173.**

Дано:

$$F_1 = \frac{F}{100};$$

$$R_2 = 640 \text{ км};$$

Решение.

$$F = G \frac{mM}{R_3^2}; \quad F_1 = G \frac{mM}{r^2} = \frac{F}{100};$$

$$G \frac{mM}{r^2} = G \frac{mM}{100R_3^2}; \quad r^2 = 100R_3^2;$$

$$r = 10R_3 = 6400 \text{ км} \cdot 10 = 64000 \text{ км}.$$

Все расстояние считается от центра Земли.

Найти:  $r$ .Ответ:  $r = 64000 \text{ км}.$ **№ 174.**

Дано:

$$l = 60R_3;$$

$$M_3 = 81M_{\text{л}};$$

Решение.

$$G \frac{M_3 m}{r^2} = G \frac{M_{\text{л}} m}{(l-r)^2}; \quad M_{\text{л}} r^2 = M_3 (l-r)^2;$$

$$r^2 = 81(l-r)^2; \quad r^2 = 81l^2 + 81r^2 - 162lr;$$

$$80r^2 - 162lr + 81l^2 = 0; \quad r_1 = 0,9l; \quad r_2 = 1,125l > l.$$

Значит  $r_2$  не подходит, хотя силы и равны в этой точке, но они одинаково направлены.

$$r = 0,9l = 0,9 \cdot 60R_3 = 54R_3.$$

Расстояние считается от центра Земли.

Найти:  $r$ .Ответ:  $r = 54R_3.$ **№ 175.**

Дано:

$$F_1;$$

Решение.

$$F_1 = G \frac{m^2}{R^2}; \quad F_2 = G \frac{\left(m + \frac{m}{2}\right)^2}{R^2} = \frac{3}{4} G \frac{m^2}{R^2} = \frac{3}{4} F_1.$$

Найти:  $F_2$ .Ответ:  $F_2 = \frac{3}{4} F_1.$ **№ 176.**

Дано:

$$g' = 9,8 \text{ м/с}^2;$$

$$R = \frac{R_3}{2};$$

Решение.

$$g = G \frac{M}{R_3^2};$$

$$g' = G \frac{M}{(R + R_3)^2} = G \frac{M}{\left(\frac{3}{2}R\right)^2} = \frac{4}{9} G \frac{M}{R^2} = \frac{4}{9} g \approx 4,36 \text{ м/с}^2.$$

Найти:  $g$ .Ответ:  $g' \approx 4,36 \text{ м/с}^2.$



**№ 177.**

Дано:

$$g = 3,72 \text{ м/с}^2;$$

$$R = 2420 \text{ км} = 2,42 \cdot 10^6 \text{ м};$$

Решение.

$$M = \frac{gR^2}{G} = g = G \frac{M}{R^2};$$

$$= \frac{3,72 \text{ м/с}^2 \cdot (2,42 \cdot 10^6)^2 \text{ м}^2}{6,67 \cdot 10^{-11} \frac{\text{Н} \cdot \text{м}^2}{\text{кг}^2}} \approx 3,2710^{23} \text{ кг}.$$

Найти:  $M$ .Ответ:  $M \approx 3,2 \cdot 10^{23} \text{ кг}$ .**№ 178.**

Дано:

$$g_3 = 9,8 \text{ м/с}^2;$$

$$R_M = 0,53 R_3;$$

$$M_M = 0,11 M_3;$$

Решение.

$$g_3 = G \frac{M}{R_3^2}; \quad g_M = G \frac{M_M}{R_M^2};$$

$$g_M = G \frac{M_M}{R_M^2} = G \frac{0,11 M_3}{(0,53 R_3)^2} = \frac{0,11}{(0,53)^2} G \frac{M_3}{R_3^2} =$$

$$= \frac{0,11}{(0,53)^2} g \approx 0,4 g = 3,92 \text{ м/с}^2.$$

Найти:  $g_M$ .Ответ:  $g_M \approx 3,92 \text{ м/с}^2$ .**№ 179.**

Дано:

$$R_1 = 328 R_c; M_1 = 50 M_c;$$

$$R_2 = 0,016 R_c; M_2 = 0,31 M_c;$$

Решение.

$$g_1 = G \frac{M_1}{R_1^2} = \frac{50}{328^2} g_c \approx 0,00046 g_c;$$

$$g_2 = G \frac{M_2}{R_2^2} = \frac{0,31}{0,016^2} g_c \approx 1200 g_c.$$

Найти:  $g_1, g_2$ .Ответ:  $g_1 \approx 0,00046 g_c, g_2 \approx 1200 g_c$ .**№ 180.**

Дано:

$$\rho = 5200 \text{ кг/м}^3;$$

$$R = 6100 \text{ км} =$$

$$= 6,1 \cdot 10^6 \text{ м};$$

Решение.

$$M = \rho \frac{4\pi}{3} R^3;$$

$$g = G \frac{M}{R^2} = \frac{4}{3} \pi G \rho R \approx \frac{4}{3} \cdot 3,14 \cdot$$

$$\cdot 6,67 \cdot 10^{-11} \frac{\text{Н} \cdot \text{м}^2}{\text{кг}^2} \cdot 5,2 \cdot 10^3 \text{ кг/м}^3 \cdot 6,1 \cdot 10^6 \text{ м} \approx 8,9 \text{ м/с}^2.$$

Найти:  $g$ .Ответ:  $g \approx 8,9 \text{ м/с}^2$ .

**№ 181.**

Дано:

$m = 750 \text{ кг};$

$g_3 = 9,8 \text{ м/с}^2;$

$g_л = 1,6 \text{ м/с}^2;$

Найти:  $F_3, F_л$ .

Решение.

$$F_3 = mg_3 = 750 \text{ кг} \cdot 9,8 \text{ м/с}^2 = 7350 \text{ Н.}$$

$$F_л = mg_л = 750 \text{ кг} \cdot 1,6 \text{ м/с}^2 = 1200 \text{ Н.}$$

Ответ:  $F_3 = 7350 \text{ Н}, F_л = 1200 \text{ Н.}$ **№ 182.**

Дано:

$m = 80 \text{ кг};$

$\Delta g = 0,1 \text{ см/с}^2 = 10^{-3} \text{ м/с}^2;$

Найти:  $\Delta F$ .

Решение.

$$\Delta F = m \Delta g = 10^{-3} \text{ м/с}^2 \cdot 80 \text{ кг} = 8 \cdot 10^{-2} \text{ Н.}$$

Ответ:  $\Delta F = 8 \cdot 10^{-2} \text{ Н.}$ **№ 183.**

Дано:

$m = 90 \text{ т} = 9 \cdot 10^4 \text{ кг};$

$g_1 = 9,77 \text{ м/с}^2;$

$g_0 = 9,81 \text{ м/с}^2;$

Найти:  $\Delta F$ .

Решение.

$$\Delta F = m(g_1 - g_0) = 9 \cdot 10^4 \text{ кг} \cdot$$

$$\cdot (9,81 \text{ м/с}^2 - 9,77 \text{ м/с}^2) = 3,6 \cdot 10^3 \text{ Н} = 3600 \text{ Н.}$$

Ответ:  $\Delta F = 3600 \text{ Н.}$ **№ 184.**

Дано:

$a = 20 \text{ м/с}^2;$

$g = 10 \text{ м/с}^2; m = 80 \text{ кг};$

Найти:  $P$ .

Решение.

$$P = m(a + g) = 80 \text{ кг} \cdot (20 \text{ м/с}^2 + 10 \text{ м/с}^2) = 2400 \text{ Н.}$$

Ответ:  $P = 2400 \text{ Н.}$ **№ 185.**

Дано:

$v = 7 \text{ м/с};$

$t = 15 \text{ с};$

$m = 80 \text{ кг};$

Найти:  $\Delta P_1, \Delta P_2$ .

Решение.

$$1) a = \frac{v}{t}; 2) P_1 = m(g + a) = m \left( g + \frac{v}{t} \right);$$

$$\Delta P_1 = P_1 - mg = m \frac{v}{t} = 80 \text{ кг} \cdot \frac{7 \text{ м/с}}{15 \text{ с}} \approx 37,3 \text{ Н};$$

$$3) P_2 = m(g - a) = m \left( g - \frac{v}{t} \right);$$

$$\Delta P_2 = P_2 - mg = -m \frac{v}{t} = -80 \text{ кг} \cdot \frac{7 \text{ м/с}}{15 \text{ с}} \approx -37,3 \text{ Н.}$$

Ответ:  $\Delta P_1 \approx 37,3 \text{ Н}; \Delta P_2 \approx -37,3 \text{ Н.}$

**№ 186.**

$$1) P_1 = m(g + a_1) = 2mg; \quad a_1 = g;$$

$$2) P_2 = m(g - a_2) = \frac{mg}{2}; \quad a_2 = \frac{g}{2}.$$

**№ 187.**

Дано:

$$m = 70 \text{ кг};$$

$$a = 8,38 \text{ м/с}^2;$$

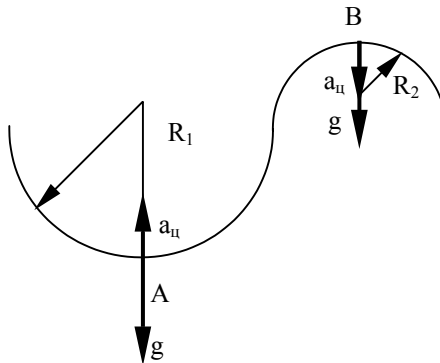
$$g = 1,62 \text{ м/с}^2;$$

Найти:  $P$ .

Решение.

$$P = m(g + a) = 70 \text{ кг} (8,38 \text{ м/с}^2 + 1,62 \text{ м/с}^2) = 700 \text{ Н}.$$

**№ 188.**



Дано:

$$m = 40 \text{ кг};$$

$$R_1 = 20 \text{ м};$$

$$R_2 = 10 \text{ м};$$

$$v_1 = 10 \text{ м/с};$$

$$v_2 = 5 \text{ м/с}.$$

Решение.

$$1) P_1 = m(g + a_{ц}) = m \left( g + \frac{v_1^2}{R_1} \right) = 40 \text{ кг} \cdot \left( 10 \text{ м/с}^2 + \frac{(10 \text{ м/с})^2}{20 \text{ м}} \right) = 600 \text{ Н}.$$

$$2) P_2 = m(g + a_{ц}) = m \left( g - \frac{v_2^2}{R_2} \right) = 40 \text{ кг} \cdot \left( 10 \text{ м/с}^2 - \frac{(5 \text{ м/с})^2}{10 \text{ м}} \right) = 300 \text{ Н}.$$

Найти:  $P_1, P_2$ .

Ответ:  $P_1 = 600 \text{ Н}, P_2 = 300 \text{ Н}.$

**№ 189.**

Дано:

$$m = 300 \text{ т} = 3 \cdot 10^5 \text{ кг};$$

$$F_1 = 1 \text{ МН} = 10^6 \text{ Н};$$

$$F_2 = 940 \text{ кН} = 0,94 \cdot 10^6 \text{ Н}.$$

Найти:  $\Delta g$ .

Решение.

$$\Delta g = \frac{4F_1 + F_2}{m} = \frac{4 \cdot 10^6 \text{ Н} + 0,94 \cdot 10^6 \text{ Н}}{3 \cdot 10^5 \text{ кг}} \approx \\ \approx 16,5 \text{ м/с}^2.$$

Ответ:  $a \approx 16,5 \text{ м/с}^2$ .**№ 190.**

Дано:

$$\Delta t = 1 \text{ с};$$

$$v_1 = 50 \text{ м/с};$$

$$v_2 = 10 \text{ м/с}.$$

Найти:  $\Delta g$ .

Решение.

$$\Delta g = \frac{|v_2 - v_1|}{\Delta t} = \frac{50 \text{ м/с} - 10 \text{ м/с}}{1 \text{ с}} = 40 \text{ м/с}^2.$$

Ответ:  $\Delta g = 40 \text{ м/с}^2$ .**№ 191.**

Дано:

$$R = 800 \text{ м};$$

$$v = 200 \text{ м/с}.$$

Найти:  $\Delta g$ .

Решение.

$$\Delta g = \frac{v^2}{R} = \frac{(200 \text{ м/с})^2}{800 \text{ м}} = 50 \text{ м/с}^2.$$

Ответ:  $\Delta g = 50 \text{ м/с}^2$ .**№ 192.**

Да, перегрузки, когда отталкивается от Земли, невесомость, когда не касается Земли.

**№ 193.**

г).

**№ 194.**

Дано:

$$R = 327 \text{ км} =$$

$$= 3,27 \cdot 10^5 \text{ м};$$

$$R_3 = 6,4 \cdot 10^6 \text{ м}.$$

Решение.

$$F = G \frac{mM}{R_3^2}; \quad F_1 = G \frac{mM}{(R_3 + R)^2};$$

$$\frac{F - F_1}{F} = \frac{G \frac{mM}{R_3^2} - G \frac{mM}{(R_3 + R)^2}}{G \frac{mM}{R_3^2}} = \frac{\frac{1}{R_3^2} - \frac{1}{(R_3 + R)^2}}{\frac{1}{R_3^2}} =$$

$$= 1 - \left( \frac{R_3}{R_3 + R} \right)^2 = 1 - \left( \frac{1}{1 + \frac{R}{R_3}} \right)^2 = 1 - \left( \frac{1}{1 + \frac{3,27 \cdot 10^5 \text{ м}}{6,4 \cdot 10^6 \text{ м}}} \right)^2 \approx 0,09$$

	или 9%.
	Космонавт находится в невесомости, т.к. его ускорение было равно ускорению корабля.
Найти: $\frac{F - F_1}{F}$ .	Ответ: $\frac{F - F_1}{F} \approx 0,09$ .

### № 195.

Это возможно, только придав весам некоторое ускорение.

### № 196.

Можно, т.к. человек работая молотком, сообщает ему некоторое ускорение, которое может быть весьма велико в момент удара.

### № 197.

Т.к. на Земле есть атмосфера, и на тело всегда действует сила вязкого трения.

### № 198.

Дано: $R = 40 \text{ м};$ $g = 10 \text{ м/с}^2$ .	Решение. $g = \frac{v^2}{R}; \quad v = \sqrt{gR} = \sqrt{40 \text{ м/с}^2 \cdot 10 \text{ м}} = 20 \text{ м/с}.$
Найти $v$ .	Ответ: $v = 20 \text{ м/с}.$

### № 199.

Будет считать, что расстояние от конца вытянутой руки до пола 1,5 м.

$$S = \frac{gt^2}{2}; \quad t = \sqrt{\frac{2S}{g}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 1,5 \text{ м}}{10 \text{ м/с}^2}} \approx 0,5 \text{ с}. \quad v = gt = 10 \text{ м/с}^2 \cdot 0,5 \text{ с} = 5 \text{ м/с}.$$

### № 200.

По фотографии найдем количество клеточек: 16. Значит тело протекло  $S = 16 \cdot 5 \text{ см} = 80 \text{ см}$ . Камера сделала 5 снимков. Значит время полета  $t = (5 - 1) \cdot 0,1 \text{ с} = 0,4 \text{ с}$ .

$$S = \frac{gt^2}{2}; \quad g = \frac{2S}{t^2} = \frac{2 \cdot 8 \text{ м}}{(0,4 \text{ с})^2} = 10 \text{ м/с}^2.$$

### № 201.

Дано: $t_2 = 2t_1$ .	Решение. 1) $S_1 = \frac{gt_1^2}{2}; \quad S_2 = \frac{gt_2^2}{2}; \quad \frac{S_2}{S_1} = \frac{t_2^2}{t_1^2} = \frac{(2t_1)^2}{t_1^2} = 4.$
-------------------------	--

	2) $v_1 = gt_1; v_2 = gt_2; \frac{v_2}{v_1} = \frac{gt_2}{gt_1} = \frac{2t_1}{t_1} = 2.$
Найти: $\frac{S_2}{S_1}, \frac{v_2}{v_1}$	Ответ: $\frac{S_2}{S_1} = 4, \frac{v_2}{v_1} = 2.$

### № 202.

Дано:  
 $H = 57,5 \text{ м}.$

Решение.

$$1) H = \frac{gt^2}{2}; \quad t = \sqrt{\frac{2H}{g}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 57,5 \text{ м}}{10 \text{ м/с}^2}} \approx 3,4 \text{ с};$$

$$2) v = gt = \sqrt{2Hg} = \sqrt{2 \cdot 57,5 \text{ м} \cdot 10 \text{ м/с}^2} \approx 34 \text{ м/с}.$$

Найти:  $t, v.$       Ответ:  $t \approx 3,4 \text{ с}, v \approx 34 \text{ м/с}.$

### № 203.

Дано:  
 $H_1 = 5 \text{ м};$   
 $H_2 = 2 \text{ м}.$

Решение.

$$1) H_1 = \frac{gt_1^2}{2}; \quad t_1 = \sqrt{\frac{2H_1}{g}}; \quad v = gt_1 = \sqrt{2gH_1};$$

$$2) v = at; \quad H_2 = \frac{v^2}{2a} = \frac{2gH_1}{2a} = \frac{g}{a} H_1;$$

$$a = g \frac{H_1}{H_2} = 10 \text{ м/с}^2 \cdot \frac{5 \text{ м}}{2 \text{ м}} = 25 \text{ м/с}^2;$$

$$t = \frac{v}{a} = \frac{\sqrt{2gH_1}}{g} \frac{H_2}{H_1} = H_2 \sqrt{\frac{2}{gH_1}} = 2 \text{ м} \cdot \sqrt{\frac{2}{10 \text{ м/с}^2 \cdot 5 \text{ м}}} = 0,4 \text{ с}.$$

Найти:  $t, a.$       Ответ:  $a = 25 \text{ м/с}^2, t = 0,4 \text{ с}.$

### № 204.

Дано:  
 $\tau = 1 \text{ с};$   
 $h = 80 \text{ м}.$

Решение.

$$h = \frac{gt^2}{2}; \quad t = \sqrt{\frac{2h}{g}};$$

$$v_0 = g(t - \tau) = g \left( \sqrt{\frac{2h}{g}} - \tau \right) = \sqrt{2gh} - g\tau.$$

$$l = v_0 \tau + \frac{g\tau^2}{2} = \sqrt{2gh}\tau - \frac{g\tau^2}{2} = \tau \left( \sqrt{2gh} - \frac{g\tau}{2} \right) =$$

$$= 1 \text{ с} \cdot \left( \sqrt{2 \cdot 10 \text{ м/с}^2 \cdot 80 \text{ м}} - \frac{10 \text{ м/с}^2 \cdot 1 \text{ с}}{2} \right) = 35 \text{ м}.$$

Найти:  $l.$       Ответ:  $l = 35 \text{ м}.$

**№ 205.**

Дано:

$$\tau = 2 \text{ с};$$

$$l = 60 \text{ м}.$$

Решение.

$$1) l = v_0 \tau + \frac{g \tau^2}{2}; \quad v_0 = \frac{1}{\tau} (l - g \tau^2 / 2) = \frac{l}{\tau} - \frac{g \tau}{2};$$

$$2) v_0 = g t'; \quad t' = \frac{v_0}{g} = \frac{l}{g \tau} - \frac{\tau}{2};$$

$$3) t = t' + \tau = \frac{l}{g \tau} - \frac{\tau}{2} + \tau = \frac{l}{g \tau} + \frac{\tau}{2} = \frac{60 \text{ м}}{10 \text{ м/с}^2 \cdot 2 \text{ с}} + \frac{2 \text{ с}}{2} = 4 \text{ с}.$$

Найти:  $t$ .

Ответ:  $t = 4 \text{ с}$ .

**№ 206.**

Дано:

$$\tau = 1 \text{ с};$$

$N$ .

Решение.

$$v_0 = (N - 1) g \tau;$$

$$S = v_0 \tau + \frac{g \tau^2}{2} = (n - 1) g \tau^2 + \frac{g \tau^2}{2} = \left( n - \frac{1}{2} \right) g \tau^2;$$

Найти  $S$ .

Ответ:  $S = \left( n - \frac{1}{2} \right) g \tau^2$ .

**№ 207.**

Дано:

$$y_0 = 20 \text{ м};$$

$$\tau = 1 \text{ с}.$$

Решение.

$$1) 0 = y_0 - v_0 \tau - \frac{g \tau^2}{2};$$

$$v_0 = \frac{1}{\tau} \left( y_0 - \frac{g \tau^2}{2} \right) = \frac{1}{1 \text{ с}} \left( 20 \text{ м} - \frac{10 \text{ м/с}^2 \cdot (1 \text{ с})^2}{2} \right) = 15 \text{ м/с};$$

$$2) \Delta t = \sqrt{\frac{2 y_0}{g}} - \tau = \sqrt{\frac{2 \cdot 20 \text{ м}}{10 \text{ м/с}^2}} - 1 \text{ с} = 1 \text{ с}.$$

Найти:  $v_0$ ;  $\Delta t$ .

Ответ:  $v_0 = 15 \text{ м/с}$ ,  $\Delta t = 1 \text{ с}$ .

**№ 208.**

Дано:

$$h_1; h_2.$$

Решение.

$$1) h_1 = \frac{g t^2}{2}; \quad h_2 = v_0 t + \frac{g t^2}{2}; \quad h_2 - h_1 = v_0 t + \frac{g t^2}{2} - \frac{g t^2}{2} = v_0 t.$$

$$v_0 = \frac{h_2 - h_1}{t}; \quad 2) h_1 = \frac{g t^2}{2}; \quad t = \sqrt{\frac{2 h_1}{g}}; \quad v_0 = (h_2 - h_1) \sqrt{\frac{g}{2 h_1}}.$$

Найти  $v_0$ .

Ответ:  $v_0 = (h_2 - h_1) \sqrt{\frac{g}{2 h_1}}$ .

**№ 209.**

Дано:

$t = 60 \text{ с.}$

Решение.

$$h = \frac{g}{2} \left( \frac{t}{2} \right)^2 = \frac{g}{8} t^2 = \frac{10 \text{ м/с}^2}{8} \cdot (60 \text{ с})^2 = 45 \text{ м};$$

$$v_0 = g \frac{t}{2} = 10 \text{ м/с}^2 \cdot 60 \text{ с} \cdot \frac{1}{2} = 30 \text{ м/с.}$$

Найти:  $v_0, h$ .Ответ:  $v_0 = 30 \text{ м/с}, h = 45 \text{ м.}$ **№ 210.**

Выполните это задание самостоятельно.

**№ 211.**

Дано:

$h_2 = 4h_1.$

Решение.

$$h_1 = \frac{v_1^2}{2g}; \quad h_2 = \frac{v_2^2}{2g};$$

$$\frac{h_1}{h_2} = \frac{v_1^2}{v_2^2}; \quad \frac{v_2}{v_1} = \sqrt{\frac{h_1}{h_2}} = 2.$$

Найти:  $\frac{v_2}{v_1}$ .Ответ:  $\frac{v_2}{v_1} = 2$ **№ 212.**

Дано:

$v_0 = 2 \text{ м/с};$

$t_1 = 1 \text{ с};$

$t_2 = 5 \text{ с.}$

Решение.

$$1) \quad x_1 = v_0 t - \frac{gt^2}{2}; \quad x_2 = -v_0 t - \frac{gt^2}{2};$$

$$2) \quad r(t) = |x_1 - x_2| = \left| v_0 t - \frac{gt^2}{2} + v_0 t + \frac{gt^2}{2} \right| = 2v_0 t.$$

$$3) \quad r(t_1) = 2 \cdot 2 \text{ м/с} \cdot 1 \text{ с} = 4 \text{ м}$$

$$4) \quad r(t_2) = 2 \cdot 2 \text{ м/с} \cdot 5 \text{ с} = 20 \text{ м.}$$

Найти:  $r(t), r(t_1);$   
 $r(t_2).$ Ответ:  $r(t) = 2v_0 t, r(t_1) = 4 \text{ м}, r(t_2) = 20 \text{ м.}$ **№ 213.**

Дано:

$v_2 = 1,5v_1.$

Решение.

$$h_1 = \frac{v_1^2}{2g}; \quad h_2 = \frac{v_2^2}{2g}; \quad \frac{h_2}{h_1} = \frac{v_2^2}{v_1^2} = 1,5^2 = 2,25.$$

Найти:  $\frac{h_2}{h_1}$ Ответ:  $\frac{h_2}{h_1} = 2,25.$



**№ 214.**

Дано:

$v_0 = 800 \text{ м/с};$

$t = 6 \text{ с.}$

Решение.

1)  $v = v_0 - gt = 800 \text{ м/с} - 10 \text{ м/с}^2 \cdot 6 \text{ с} = 740 \text{ м/с};$

2)  $h = v_0 t - \frac{gt^2}{2} = 800 \text{ м/с} \cdot 6 \text{ с} - \frac{10 \text{ м/с}^2 \cdot (6 \text{ с})^2}{2} = 4620 \text{ м.}$

Реальные величины меньше из-за наличия трения.

Найти:  $h, v.$ Ответ:  $v = 740 \text{ м/с}, h = 4620 \text{ м.}$ **№ 215.**

Дано:

$v_0 = 30 \text{ м/с};$

$v_1 = 10 \text{ м/с.}$

Решение.

1)  $h = \frac{v_0^2 - v_1^2}{2g} = \frac{(30 \text{ м/с})^2 - (10 \text{ м/с})^2}{2 \cdot 10 \text{ м/с}^2} = 40 \text{ м.}$

2)  $v_1 = v_0 - gt_1; \quad t_1 = \frac{v_0 - v_1}{g} = \frac{30 \text{ м/с} - 10 \text{ м/с}}{10 \text{ м/с}^2} = 2 \text{ с};$

$-v_1 = v_0 - gt_2; \quad t_2 = \frac{v_0 + v_1}{g} = \frac{30 \text{ м/с} + 10 \text{ м/с}}{10 \text{ м/с}^2} = 4 \text{ с.}$

Найти:  $h, t_1, t_2.$ Ответ:  $h = 40 \text{ м}, t_1 = 2 \text{ с}, t_2 = 4 \text{ с.}$ **№ 216.**

Дано:

$r; v.$

Найти:  $h.$ 

Решение.

$$v = 2\pi vr; \quad h = \frac{v^2}{2g} = \frac{4\pi^2 v^2 r^2}{2g} = \frac{2\pi^2 v^2 r^2}{g}$$

№	1	2	3	4	5
$h, \text{ м}$	3,44	4,92	5,89	6,61	9,34

**№ 217.**

Дано:

$v_0 = 20 \text{ м/с.}$

Решение.

1)  $y(t) = v_0 t - \frac{gt^2}{2} = 20t - 5t^2;$

2)  $\frac{gt^2}{2} - v_0 t + h = 0; \quad t_1 = \frac{v_0 - \sqrt{v_0^2 - 2gh}}{g}; \quad t_2 = \frac{v_0 + \sqrt{v_0^2 - 2gh}}{g};$

3) При  $h = 15 \text{ м}$   $t_1 = \frac{20 \text{ м/с} - \sqrt{(20 \text{ м/с})^2 - 2 \cdot 10 \text{ м/с}^2 \cdot 15 \text{ м}}}{10} = 1 \text{ с};$

$t_2 = \frac{20 \text{ м/с} + \sqrt{(20 \text{ м/с})^2 - 2 \cdot 10 \text{ м/с}^2 \cdot 15 \text{ м}}}{10} = 3 \text{ с.}$

Найти: $y(t)$	При $h = 20$ м $t_1 = \frac{20 \text{ м/с} - \sqrt{(20 \text{ м/с})^2 - 2 \cdot 10 \text{ м/с}^2 \cdot 20 \text{ м}}}{10} =$ $= 2$ с $t_2 = \frac{20 \text{ м/с} + \sqrt{(20 \text{ м/с})^2 - 2 \cdot 10 \text{ м/с}^2 \cdot 20 \text{ м}}}{10} = 2$ с. Отсюда получаем, что $h = 20$ м — максимальная высота. Значит, на высоту $h = 25$ м тело не поднимется. И действительно, при $h = 25$ м $v_0^2 - 2gh = (20 \text{ м/с})^2 - 2 \cdot 10 \text{ м/с}^2 \cdot 25 \text{ м} = -100 < 0$ , а под корнем не может стоять отрицательное число.
---------------	---

### № 218.

Дано:  
 $y_0 = 25$  м;  
 $v_0 = 20$  м/с.

Решение.

1) За начало отсчета принимаем точку бросания.

$$y_1(t) = v_0 t - \frac{gt^2}{2} = 20t - 5t^2$$

2) За начало отсчета принимаем поверхность

$$\text{Земли. } y_2(t) = y_0 + v_0 t - \frac{g}{2} t^2 = 25 + 20t - 5t^2$$

3) Меч упадет на Землю  $y_2(t) = 0$ , т.е.  $25 + 20t - 5t^2 = 0$ ;

$$t^2 - 4t - 5 = 0; t_1 = 2 \text{ с} - 3 \text{ с} = -1 \text{ с}; t_2 = 2 \text{ с} + 3 \text{ с} = 5 \text{ с}.$$

Т.к.  $t_1 < 0$ , то  $\tau = t_2 = 5$  с.

Найти:  
 $y_1(t), y_2(t), \tau$ .

Ответ:  $y_1(t) = 20t - 5t^2$ ,  $y_2(t) = 25 + 20t - 5t^2$ ,  $\tau = 5$  с.

### № 219.

Выведем только формулу для расчета. Опыт проведите самостоятельно.  $v_0 = \frac{S}{t}$ ;  $h = \frac{g}{2} t^2$ ;  $t = \sqrt{\frac{2h}{g}}$

### № 220.

Дано:

$$v_1 = 2 \text{ м/с};$$

$$v_2 = 4 \text{ м/с}; t = 0,1 \text{ с};$$

$$l = 10 \text{ см} = 0,1 \text{ м}.$$

Решение.

$$r = l + v_1 t + v_2 t = 0,1 \text{ м} + 0,1 \text{ с} \cdot 2 \text{ м/с} + 0,1 \text{ с} \cdot 4 \text{ м/с} = 0,7 \text{ м} = 70 \text{ см}.$$

Найти:  $r$ .

Ответ:  $r = 70$  см.

**№ 221.**

Дано:

$h = 20 \text{ м};$

$S = 6 \text{ м.}$

Решение.

1)  $h = \frac{gt^2}{2}; \quad t = \sqrt{\frac{2h}{g}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 20 \text{ м}}{10 \text{ с}}} = 2 \text{ с};$

2)  $v_0 = \frac{S}{t} = S \sqrt{\frac{g}{2h}} = 6 \text{ м} \cdot \sqrt{\frac{10 \text{ м/с}^2}{2 \cdot 20 \text{ м}}} = 3 \text{ м/с.}$

Найти:  $t, v_0$ .Ответ:  $t = 2 \text{ с}, v_0 = 3 \text{ м/с.}$ **№ 222.**

Дальность удвоится, время не изменится.

**№ 223.**

Дано:

$h_2 = \frac{1}{2} h_1.$

Решение.

1)  $h_1 = \frac{gt_1^2}{2}; \quad t_1 = \sqrt{\frac{2h_1}{g}}; \quad S = v_1 t_1 = v_1 \sqrt{\frac{2h_1}{g}};$

2) Аналогично  $S = v_2 \sqrt{\frac{2h_2}{g}}$

3)  $\frac{v_2}{v_1} \sqrt{\frac{2h_2}{g}} \cdot \sqrt{\frac{g}{2h_1}} = 1; \quad \frac{v_2}{v_1} = \sqrt{\frac{h_1}{h_2}} = \sqrt{2} \approx 1,41.$

Найти:  $\frac{v_2}{v_1}$ Ответ:  $\frac{v_2}{v_1} \approx 1,41.$ **№ 224.**

Дано:

$H = 1 \text{ м};$

$h = 64 \text{ см} =$

$= 0,64 \text{ м.}$

Решение.

1)  $H = \frac{v_0^2}{2g}; \quad v_0 = \sqrt{2gH};$

2)  $h = \frac{gt^2}{2}; \quad t = \sqrt{\frac{2h}{g}};$

3)  $S = v_0 t = \sqrt{2gH} \sqrt{\frac{2h}{g}} = 2\sqrt{hH} = 2\sqrt{1 \text{ м} \cdot 0,64 \text{ м}} = 1,6 \text{ м.}$

Найти  $S$ .Ответ:  $S = 1,6 \text{ м.}$ **№ 225.**

Дано:

$h = 5 \text{ м};$

$v_0 = 6 \text{ м/с.}$

Решение.

1)  $h = \frac{g}{2} t^2; \quad t = \sqrt{\frac{2h}{g}};$

2)  $v_x = v_0; \quad v_y = gt = \sqrt{2gh};$

$$v = \sqrt{v_x^2 + v_y^2} = \sqrt{v_0^2 + 2gh} =$$

$$= \sqrt{(6 \text{ м/с})^2 + 2 \cdot 10 \text{ м/с}^2 \cdot 5 \text{ м}} \approx 11,7 \text{ м/с};$$

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{v_x}{v_y} = \frac{v_0}{\sqrt{2gh}} = \frac{6 \text{ м/с}}{\sqrt{2 \cdot 10 \text{ м/с}^2 \cdot 5 \text{ м}}} = 0,6. \alpha =$$

$$= \arctg 0,6.$$

Найти:  $v$ ;  $\alpha$ . Ответ:  $v \approx 11,7 \text{ м/с}$ ,  $\alpha = \arctg 0,6$ .

### № 226.

Дано:

$$v = 10 \text{ м/с}.$$

Решение.

$$h = \frac{gt^2}{2} = vt; \quad t = \frac{2v}{g}; \quad h = \frac{2v^2}{g} = \frac{2 \cdot (10 \text{ м/с})^2}{10 \text{ м/с}^2} = 20 \text{ м}.$$

Найти  $h$ . Ответ:  $h = 20 \text{ м}$ .

### № 227.

Дано:

$$v = 10 \text{ м/с};$$

$$y_0 = 20 \text{ м}.$$

Решение.

$$1) x(t) = v_0 t = 10t;$$

$$2) y(t) = y_0 - \frac{gt^2}{2} = 20 - 5t^2;$$

$$3) t = \frac{x}{v_0}; \quad y(x) = y_0 - \frac{g}{2} \left( \frac{x}{v_0} \right)^2 = 20 - \frac{10}{2} \left( \frac{x}{10} \right)^2 = 20 - \frac{x^2}{20};$$

$$4) 0 = y_0 - \frac{gt_{\text{п}}^2}{2}; \quad t_{\text{п}} = \sqrt{\frac{2y_0}{g}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 20 \text{ м}}{10 \text{ м/с}^2}} = 2 \text{ с};$$

$$5) S = v_0 t = 10 \text{ м/с} \cdot 2 \text{ с} = 20 \text{ м}.$$

Найти:  $x(t)$ ;

$y(t)$ ,  $t_{\text{п}}$ ,  $S$ ,

$y(x)$ .

Ответ:  $x(t) = 10t$ ,  $y(t) = 20 - 5t^2$ ,  $t_{\text{п}} = 2 \text{ с}$ ,  $S = 20 \text{ м}$ ,

$$y(x) = 20 - \frac{x^2}{20}.$$

### № 228.

Дано:

$$T = 12 \text{ с}.$$

Решение.

$$1) h = \frac{v_0^2 \sin^2 \alpha}{2g}$$

$$2) 0 = v_0 \sin \alpha - g \frac{t}{2}; \quad v_0 \sin \alpha = g \frac{t}{2}; \quad v_0^2 \sin^2 \alpha = g^2 \frac{t^2}{4};$$

$$3) h = \frac{t^2}{4} \frac{g^2}{2g} = \frac{gt^2}{8} = \frac{10 \text{ м/с}^2 \cdot (12 \text{ с})^2}{8} = 180 \text{ м}.$$

Найти  $h$ . | Ответ:  $h = 180$  м.

**№ 229.**

Дано:

$$v = 20 \text{ м/с};$$

$$\alpha = 50^\circ.$$

Решение.

$$1) v \sin \alpha - \frac{gt}{2} = 0; \quad t = \frac{2v \sin^2 \alpha}{g} = \frac{2 \cdot 20 \text{ м/с} \cdot \sin 50^\circ}{10 \text{ м/с}^2} \approx 3 \text{ с};$$

$$2) h = \frac{v^2 \sin^2 \alpha}{2g} = \frac{(20 \text{ м/с} \cdot \sin 50^\circ)^2}{2 \cdot 10 \text{ м/с}^2} \approx 12 \text{ м}.$$

$$3) S = v \cos \alpha t = v \frac{2v \sin \alpha}{g} \cos \alpha = \frac{v^2 \sin 2\alpha}{g} = \\ = \frac{(20 \text{ м/с})^2 \cdot \sin(2 \cdot 50^\circ)}{10 \text{ м/с}^2} \approx 40 \text{ м}.$$

Найти:  $t, h, S$ . | Ответ:  $t \approx 3$  с,  $h \approx 12$  м,  $S \approx 40$  м.

**№ 230.**

Дано:

$$h, v_0, \alpha$$

Найти:  $H, t,$

$$S, v.$$

Решение.

1) Без сопротивления воздуха  $v = v_0$ ;

$$H = \frac{v_0^2 \sin \alpha}{2g};$$

$$3) g \frac{t}{2} = v_0 \sin \alpha; \quad t = \frac{\sin \alpha}{g};$$

$$4) S = v_0 \cos \alpha \cdot t$$

№	1	2	3	4	5	6
$H, \text{ м}$	31,8	35,2	28,5	12,7	19,1	51
$t, \text{ с}$	4,5	4,8	4,2	1,6	4	6
$s, \text{ м}$	87,6	84,8	88,3	44,1	76,5	0
$v, \text{ м/с}$	31,6	31,6	31,6	31,6	27,4	31,6

**№ 231.**

Дано:

$$\alpha = 45^\circ.$$

Решение.

$$h = \frac{v_0^2 \sin^2 \alpha}{2g}; \quad S = v_0 \cos \alpha \cdot t;$$

$$t = \frac{2v_0 \sin \alpha}{g}; \quad S = \frac{2v_0^2 \sin \alpha \cos \alpha}{g}.$$

Т.к.  $\alpha = 45^\circ$ , то  $\cos \alpha = \sin \alpha$ ,  $S = 4h$ .

Найти:  $S$ . | Ответ:  $S = 4h$ .

**№ 232.**

Дано:

$$S_0 = 90,86 \text{ м}; g_0 = 9,819 \text{ м/с}^2; g_T = 9,798 \text{ м/с}^2.$$

Решение.

$$S_0 = \frac{v_0^2 \sin 2\alpha}{g_0}; S_T = \frac{v_0^2 \sin 2\alpha}{g_m};$$

$$\frac{S_T}{S_0} = \frac{g_0}{g_T}; S_T = S_0 \frac{g_0}{g_T} = 90,86 \text{ м} \cdot \frac{9,819 \text{ м/с}^2}{9,789 \text{ м/с}^2} \approx 91,05 \text{ м}.$$

Найти  $S_T$ .

Ответ:  $S_T \approx 91,05 \text{ м}$ .

**№ 233.**

Дано:

$$v_1 = v_2 = \\ = v_3 = v_4 = v$$

Решение.

$$1) x_1 = 0; y_1 = vt - \frac{gt^2}{2};$$

$$2) x_2 = vt; y_2 = -\frac{gt^2}{2}; 3) x_3 = 0; y_3 = -vt - \frac{gt^2}{2};$$

$$4) x_4 = -vt; y_4 = -\frac{gt^2}{2};$$

$$5) r_{12}(t) = \sqrt{(x_2 - x_1)^2 + (y_2 - y_1)^2} =$$

$$= \sqrt{(vt)^2 \left( vt - \frac{gt^2}{2} + \frac{gt^2}{2} \right)} = \sqrt{2}vt;$$

$$r_{23}(t) = \sqrt{(x_3 - x_2)^2 + (y_3 - y_1)^2} =$$

$$= \sqrt{(vt)^2 + \left( -vt - \frac{gt^2}{2} + \frac{gt^2}{2} \right)^2} = \sqrt{2}vt.$$

Аналогично  $r_{12} = r_{23} = r_{34} = r_{41} = \sqrt{2}vt$ . Значит, эта фигура ромб.

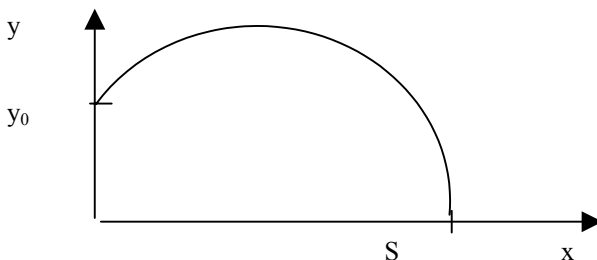
$$6) r_{23}(t) = |y_3 - y_1| = \left| -vt - \frac{gt^2}{2} - vt + \frac{gt^2}{2} \right| = 2vt;$$

$$r_{24}(t) = |x_4 - x_2| = |-vt - vt| = 2vt.$$

$r_{24} = r_{13}$ , значит эта фигура прямоугольник. Как известно из геометрии, если четырехугольник одновременно является ромбом и прямоугольником, то этот четырехугольник — квадрат.

Ответ: по квадрату.

№ 234.



Дано:

$$y_0 = 20 \text{ м};$$

$$\alpha = 30^\circ;$$

$$v_0 = 10 \text{ м/с}.$$

Решение.

$$1) \ y(t) = y_0 + v_0 \sin \alpha \cdot t - \frac{gt^2}{2} = 20 + 10 \cdot \frac{1}{2} \cdot t - 5t^2 =$$

$$= 20 + 5t - 5t^2; \quad x(t) = v_0 \cos \alpha \cdot t = 10 \cdot \frac{\sqrt{3}}{2} t \approx 8,7t;$$

$$2) \ t = \frac{x}{8,7}; \quad y = 20 + \frac{5x}{8,7} - \frac{5x^2}{8,7^2} \approx 20 + 0,57x - 0,066x^2;$$

$$3) \ x(2) = 8,7 \cdot 2 = 17,4 \text{ м}; \ y(2) = 20 + 5 \cdot 2 - 5 \cdot 2^2 = 10 \text{ м};$$

$$4) \ y(\tau) = 0; \quad -5\tau^2 + 5\tau + 20 = 0; \quad \tau_1 \approx -1,6 \text{ с}; \quad \tau_2 \approx 2,6 \text{ с},$$

т.к.  $\tau_1 < 0$ , то  $\tau = \tau_2 = 2,6 \text{ с}$

$$5) \ S = x(\tau) = -8,7 \cdot 2,6 \approx 22,6 \text{ м}.$$

Найти:  $x(t)$ ;

$y(t)$ ,  $x(y)$ ,  $x(2)$ ,

$y(2)$ ,  $\tau$ ,  $S$ .

Ответ:  $x(t) \approx 8,7t$ ;  $y(t) = 20 + 5t - 5t^2$ ,  $x(y) \approx 20 + 0,57x - 0,066x^2$ ,

$x(2) = 17,4 \text{ м}$ ,  $y(2) = 10 \text{ м}$ ,  $\tau = 2,6 \text{ с}$ ,  $S \approx 22,6 \text{ м}$ .

№ 235.

Будем считать, что траектория между двумя первыми вспышками, была достаточно прямолинейной. В этом приближении косинус начального угла равен:

$$\cos \alpha = \frac{3 \text{ см}}{\sqrt{(3 \text{ см})^2 + (4 \text{ см})^2}} = \frac{3}{5};$$

$$\text{синус того же угла } \sin \alpha = \frac{4 \text{ см}}{\sqrt{(3 \text{ см})^2 + (4 \text{ см})^2}} = \frac{4}{5}.$$

Подсчитаем число клеточек вдоль оси X от первой вспышки до последней. Это число равно 24. Значит шарик пролетел

$$S = 24 \cdot 5 \text{ см} = 120 \text{ см} = 1,2 \text{ м}.$$

$$S = \frac{2v_0^2 \sin \alpha \cos \alpha}{g}. \text{ Значит } v_0 = \sqrt{\frac{gS}{2 \sin \alpha \cos \alpha}} = \sqrt{\frac{10 \text{ м/с}^2 \cdot 1,2 \text{ м}}{2 \cdot \frac{3}{5} \cdot \frac{4}{5}}} \approx 3,5 \text{ м/с}.$$

$$\text{Тогда } t = \frac{S}{v_0 \cos \alpha} = \frac{1,2 \text{ м}}{3,5 \text{ м/с} \cdot 0,6} \approx 0,57 \text{ с. Подсчитаем число вспышек}$$

$$\text{камеры. Оно равно 11. Отсюда } \Delta t = \frac{0,57 \text{ с}}{10} = 0,057 \text{ с}.$$

### № 236.

Дано:

$M, R.$

Найти:  $g, v.$

Решение.

$$1) \quad g = G \frac{M}{R^2};$$

$$2) \quad g = \frac{v^2}{R}; \quad v = \sqrt{gR}.$$

$g, \text{ м/с}^2$	$v, \text{ км/с}$
3,7	3
8,8	7,3
3,8	3,6
24,9	42,2
10,4	25,1
10,2	15,6
14,1	17,6

### № 237.

Дано:

$$M_3 = 6,0 \cdot 10^{24} \text{ кг};$$

$$R = 3,8 \cdot 10^8 \text{ м}.$$

Решение.

$$G \frac{M_3}{R^2} = \frac{v^2}{R}; \quad v = \sqrt{\frac{GM_3}{R}} = \sqrt{\frac{6,67 \cdot 10^{11} \frac{\text{Н} \cdot \text{м}^2}{\text{кг}^2} \cdot 6 \cdot 10^{24} \text{ кг}}{3,8 \cdot 10^8 \text{ м}}} \approx$$

$$\approx 1000 \text{ м/с}.$$

Найти  $v.$

Ответ:  $v = 1000 \text{ м/с}.$

### № 238.

Дано:

$$M_3 = 6 \cdot 10^{24} \text{ кг};$$

$$R_3 = 6400 \text{ км} =$$

$$= 6,4 \cdot 10^6 \text{ м};$$

$$R = 600 \text{ км} =$$

$$= 0,6 \cdot 10^6 \text{ м}.$$

Решение.

$$G \frac{M_3}{(R_3 + R)^2} = \frac{v^2}{(R_3 + R)}; \quad v = \sqrt{\frac{GM_3}{(R_3 + R)}} =$$

$$= \sqrt{\frac{6,67 \cdot 10^{11} \frac{\text{Н} \cdot \text{м}^2}{\text{кг}^2} \cdot 6 \cdot 10^{24} \text{ кг}}{(6,4 \cdot 10^6 \text{ м} + 0,6 \cdot 10^6 \text{ м})}} \approx 7,6 \cdot 10^3 \text{ м/с}.$$



	$v = \frac{2\pi(R + R_3)}{T}; \quad T = \frac{2\pi(R + R_3)}{v}$ $\approx \frac{2 \cdot 3,14 \cdot (6,4 \cdot 10^6 \text{ м} + 0,6 \cdot 10^6 \text{ м})}{7,6 \cdot 10^3 \text{ м/с}} \approx 5,6 \cdot 10^3 = 93 \text{ мин.}$
--	---

Найти:  $v, T$ .

Ответ:  $v \approx 7,6 \cdot 10^3 \text{ м/с}, T \approx 93 \text{ мин.}$

### № 239.

Дано:

$$R = 9400 \text{ км} =$$

$$= 9,4 \cdot 10^6 \text{ м};$$

$$T = 7 \text{ ч } 40 \text{ мин}$$

$$= 2,76 \cdot 10^4 \text{ с.}$$

Решение.

$$\frac{v^2}{R} = G \frac{M}{R^2}; \quad v = \sqrt{G \frac{M}{R}};$$

$$T = \frac{2\pi R}{v} = 2\pi R \sqrt{\frac{R}{GM}}; \quad T^2 = 4\pi^2 R^3 \frac{1}{GM};$$

$$M = \frac{4\pi^2 R^3}{T^2 G} =$$

$$= \frac{4 \cdot 3,14^2 \cdot (9,4 \cdot 10^6 \text{ м})^3}{(2,76 \cdot 10^4 \text{ с})^2 \cdot 6,67 \cdot 10^{-11} \frac{\text{Н} \cdot \text{м}^2}{\text{кг}^2}} \approx 6,5 \cdot 10^{23} \text{ кг.}$$

Найти:  $M$ .

Ответ:  $M \approx 6,5 \cdot 10^{23} \text{ кг.}$

### № 240.

Дано:

$$R_1 = 21600 \text{ км};$$

$$R_2 = 600 \text{ км};$$

$$R = 6400 \text{ км.}$$

Решение.

$$1) \frac{v_1^2}{(R_1 + R)} = G \frac{M}{(R_1 + R)^2}; \quad v_1^2 = \frac{GM}{(R_1 + R)};$$

$$2) \text{ Аналогично } v_2^2 = \frac{GM}{(R_2 + R)};$$

$$3) \frac{v_2^2}{v_1^2} = \frac{R_1 + R}{R_2 + R}; \quad \frac{v_2}{v_1} = \sqrt{\frac{R_1 + R}{R_2 + R}} =$$

$$= \sqrt{\frac{21600 \text{ км} + 600 \text{ км}}{6400 \text{ км} + 600 \text{ км}}} = \frac{1}{2}.$$

Найти:  $\frac{v_2}{v_1}$ .

Ответ:  $\frac{v_2}{v_1} = \frac{1}{2}.$

### № 241.

Дано:

$$M_B = 0,815 M_3.$$

Решение.

$$v_B \sim \sqrt{M_B}; \quad v_3 \sim \sqrt{M_3}; \quad \frac{v_B}{v_3} = \sqrt{\frac{M_B}{M_3}} = \sqrt{0,815} \approx 0,903.$$

Найти:  $\frac{v_B}{v_3}$

Ответ:  $\frac{v_B}{v_3} \approx 0,903$ .

### № 242.

Дано:

$$R = 300 \text{ км} = 0,3 \cdot 10^6 \text{ м}$$

Решение.

$$v = \sqrt{\frac{GM}{(R + R_3)}} = \sqrt{\frac{6,67 \cdot 10^{11} \frac{\text{Н} \cdot \text{м}^2}{\text{кг}^2} \cdot 6 \cdot 10^{24} \text{ кг}}{(6,4 \cdot 10^6 \text{ м} + 0,3 \cdot 10^6 \text{ м})}} \approx 7,73 \cdot 10^3 \text{ м/с}.$$

$$T = \frac{2\pi(R + R_3)}{v} \approx \frac{2 \cdot 3,14 \cdot (6,4 \cdot 10^6 \text{ м} + 0,3 \cdot 10^6 \text{ м})}{7,73 \cdot 10^3 \text{ м/с}} \approx 5,6 \cdot 10^3 \text{ с}.$$

Найти:  $v, T$ .

Ответ:  $v \approx 7,73 \cdot 10^3 \text{ м/с}, T \approx 5,6 \cdot 10^3 \text{ с}.$

### №243

Дано:

$$T_1 = 88 \text{ мин} = 5289 \text{ с};$$

$$T_2 = 91 \text{ мин} = 5460 \text{ с}.$$

Решение.

Согласно формуле, выведенной в задаче 239:

$$T_1^2 = \frac{4\pi^2 R_1^3}{GM}; \quad T_2^2 = \frac{4\pi^2 R_2^3}{GM}. \quad \text{Тогда } R_1 = \sqrt[3]{\frac{GMT_1^2}{4\pi^2}};$$

$$R_2 = \sqrt[3]{\frac{GMT_2^2}{4\pi^2}}.$$

$$\text{Отсюда } \Delta R = R_2 - R_1 = \sqrt[3]{\frac{GM}{4\pi^2}} (T_2^{2/3} - T_1^{2/3}) \approx$$

$$\approx \sqrt[3]{\frac{6,67 \cdot 10^{-11} \frac{\text{Н} \cdot \text{м}^2}{\text{кг}^2} \cdot 6,0 \cdot 10^{22} \text{ кг}}{4 \cdot 3,14}} \times$$

$$((5460 \text{ с})^{2/3} - (5280 \text{ с})^{2/3}) > 0.$$

Значит, расстояние увеличилось, а значит, скорость уменьшилась, т.е.  $\Delta v = v_2 - v_1 < 0$ .

Ответ:  $\Delta R > 0, \Delta v < 0$ .

### № 244.

Из-за трения покоя.

### № 245.

Сила трения покоя зависит от ускорения автомобиля.

- а) равна нулю;
- б) против ускорения;
- в) равна нулю;

- г) к центру окружности;
- д) против ускорения.