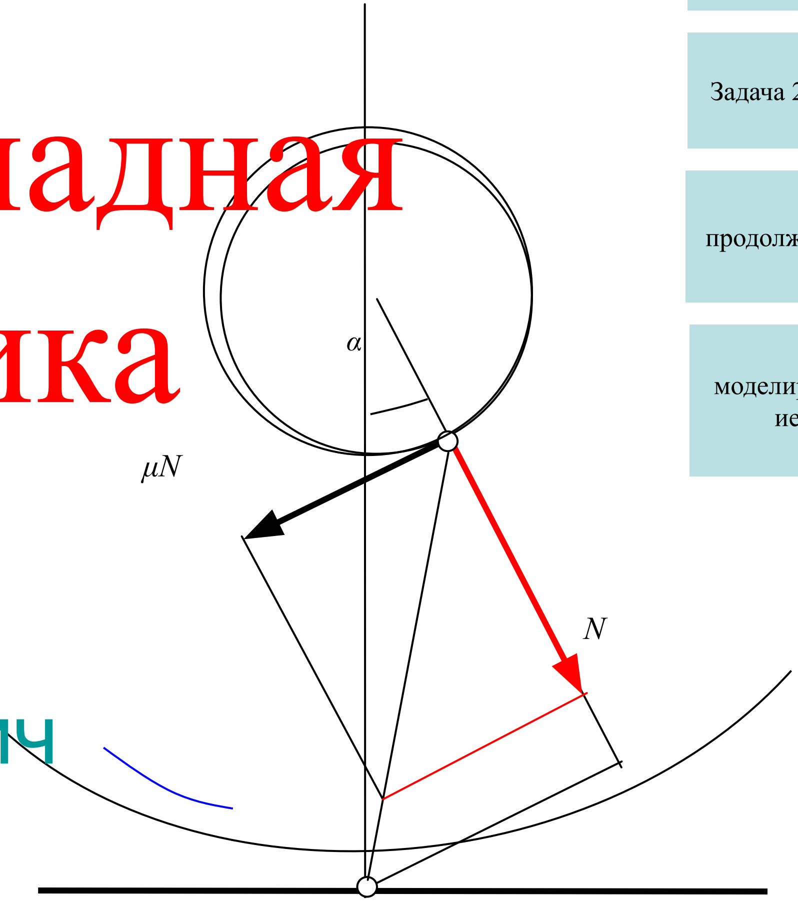
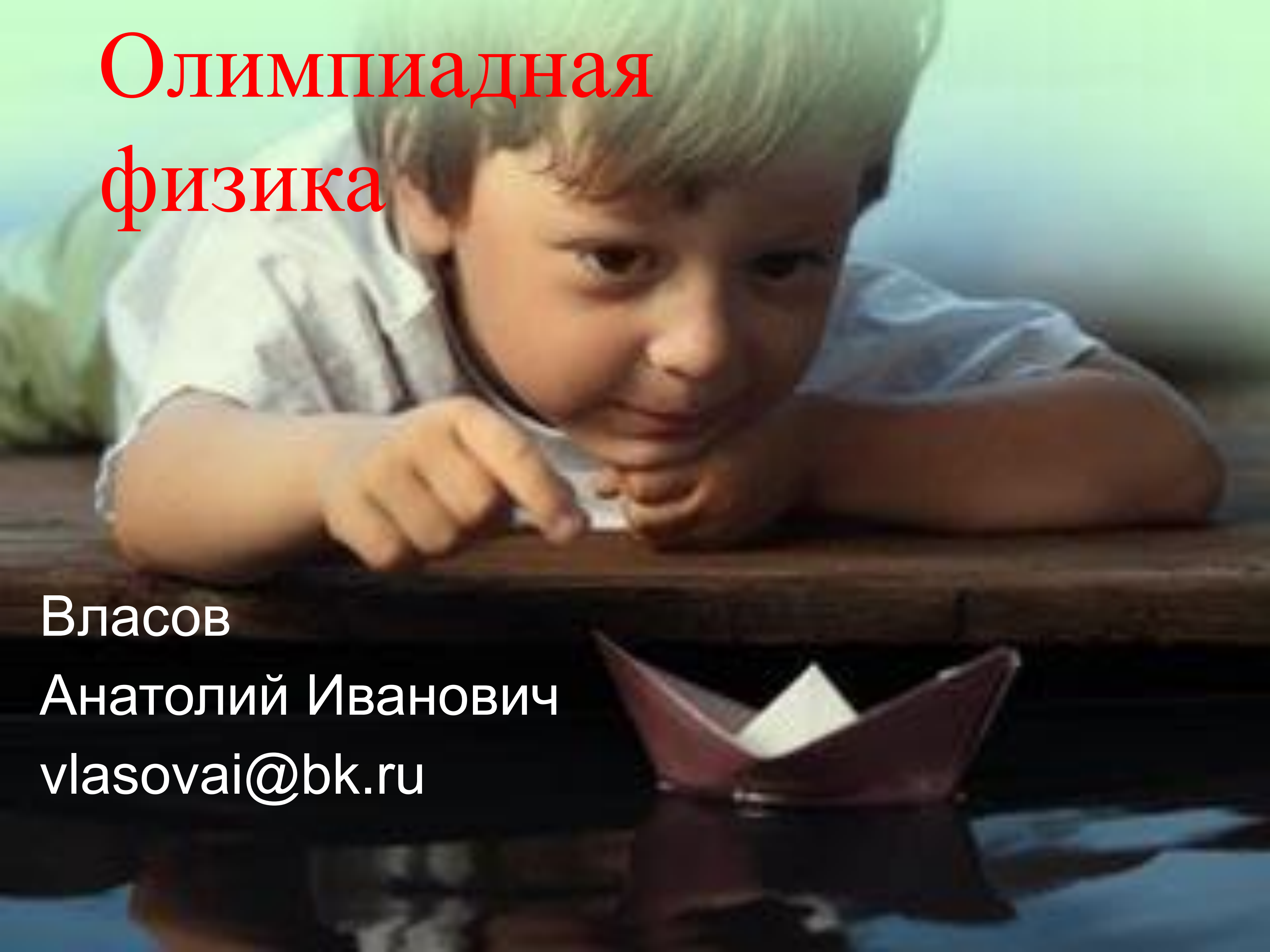
СИРИУС
ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЙ ЦЕНТР

колесо
удар
Задача 2 тел
продолжение
моделирование

Олимпиадная физика



Власов
Анатолий Иванович
vlasovai@bk.ru



Олимпиадная физика

Власов
Анатолий Иванович
vlasovai@bk.ru

СИРИУС
ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЙ ЦЕНТР

Содержание

физическая
величина

1	☝	Материальный объект
2		Физический процесс
3	□	объект
4	?	Какие свойства определяет
5	√α	Закон, формула

l	m	t	i
☻	Δ	*	□
L	M	T	I

6	❄ SI	изводная	
7			
8		ия	
9	·····≈≈ ≈≈±	дискретная адитивная инвариантная интенсивная	непрерывная неадитивная неинвариантная экстенсивная
		ОДЗ	
10	О	общепринятый символ	

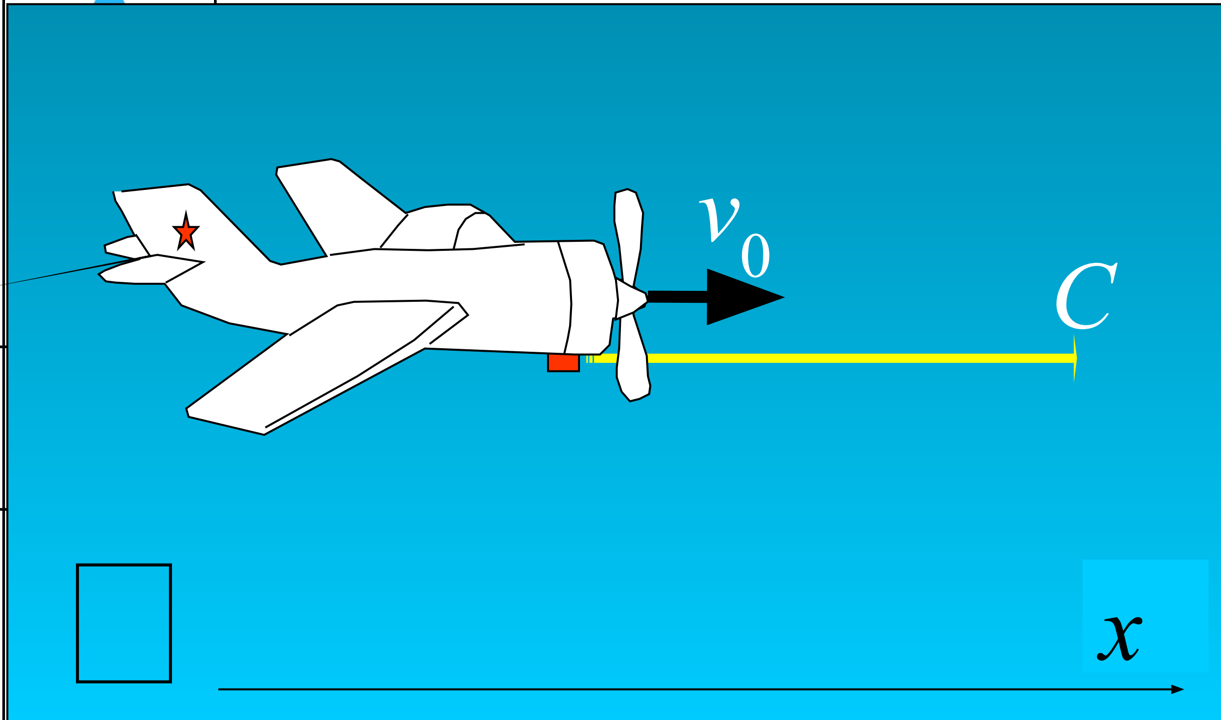
1	☝	Скорость – физическая величина
2	➡	векторная или скалярная
3	□	Характеристика процесса движения
4	?	Определяет быстроту изменения положения тела в пространстве
5	√α	$V_{cp} = \frac{l}{t}$ ⇒ $V = \lim\limits_{t \to 0} \frac{l}{t}$ $\vec{V}_{cp} = \frac{\vec{s}}{t}$ ⇒ $\vec{V} = \lim\limits_{t \to 0} \frac{\vec{s}}{t}$

l $\vec{S}$

6

7

8



9

·····≈≈

≈≈±

Вектор - величина аддитивная (в кл. мех.)

$$v_x = \frac{v'_x + v_0}{1 + \frac{v'_x \cdot v_0}{c^2}} = \frac{c + v_0}{1 + \frac{c \cdot v_0}{c^2}} = c$$

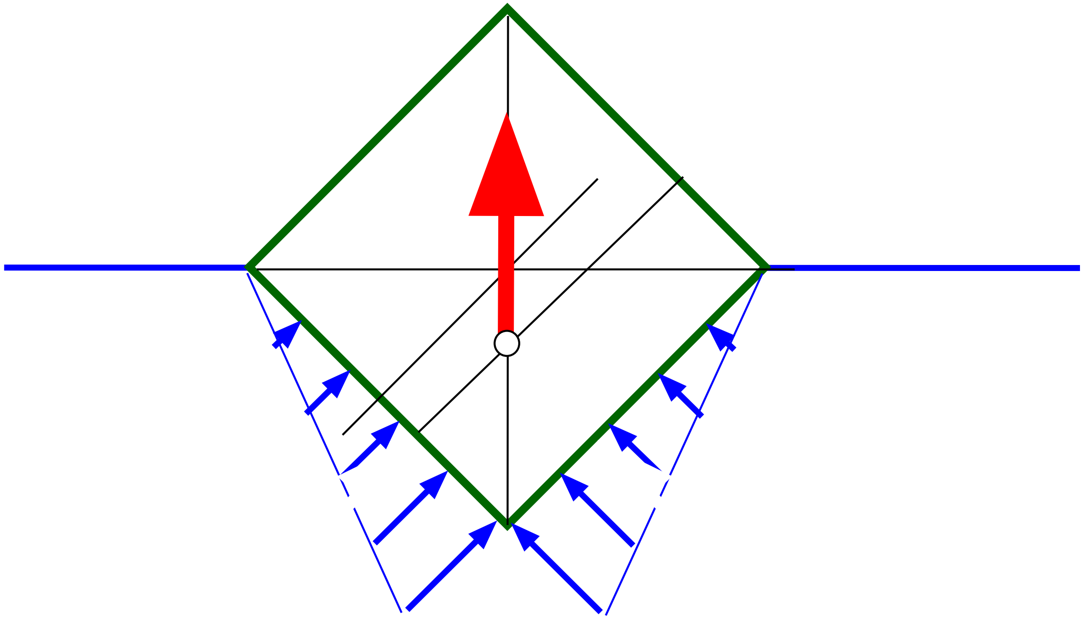
не инвариант

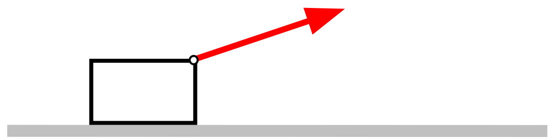
$$|v| \leq c$$

$v_l,\ v,\ u,\ c$

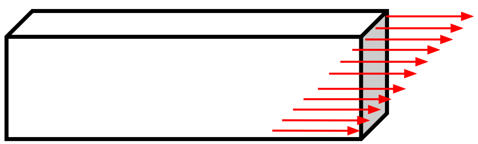
10

Геометрия сил



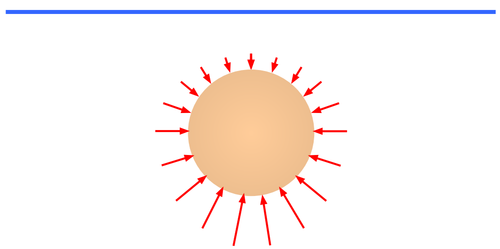


точечная



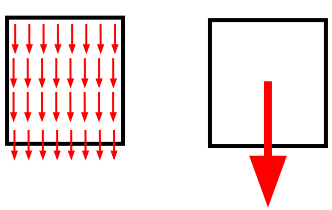
линейная

$$\sigma = \frac{F}{l}$$



поверхностная

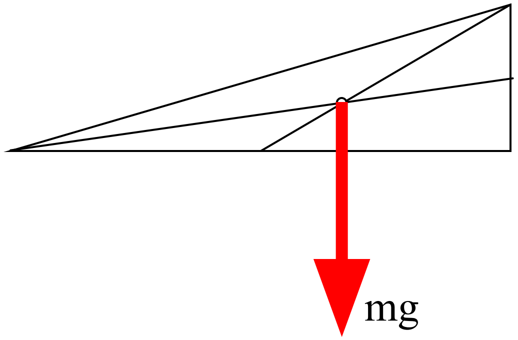
$$p = \frac{F}{S}$$

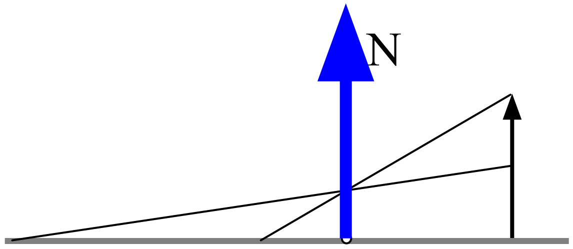


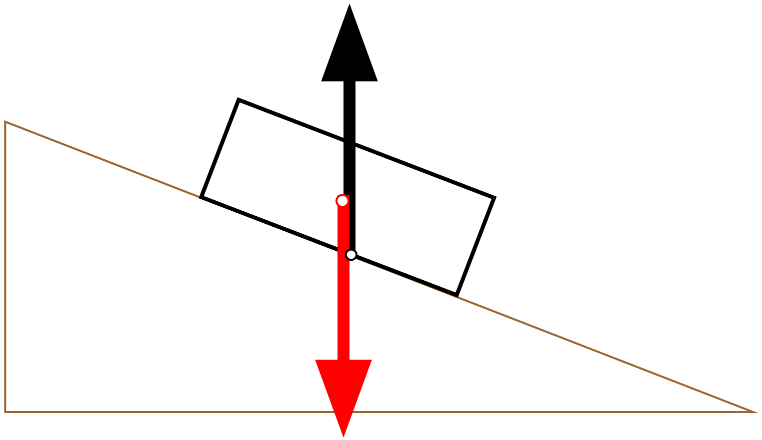
объёмная

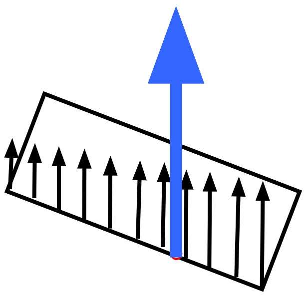
$$f = \frac{F}{V} \quad \rightarrow \quad \frac{m\,g}{V} = \rho\,g$$

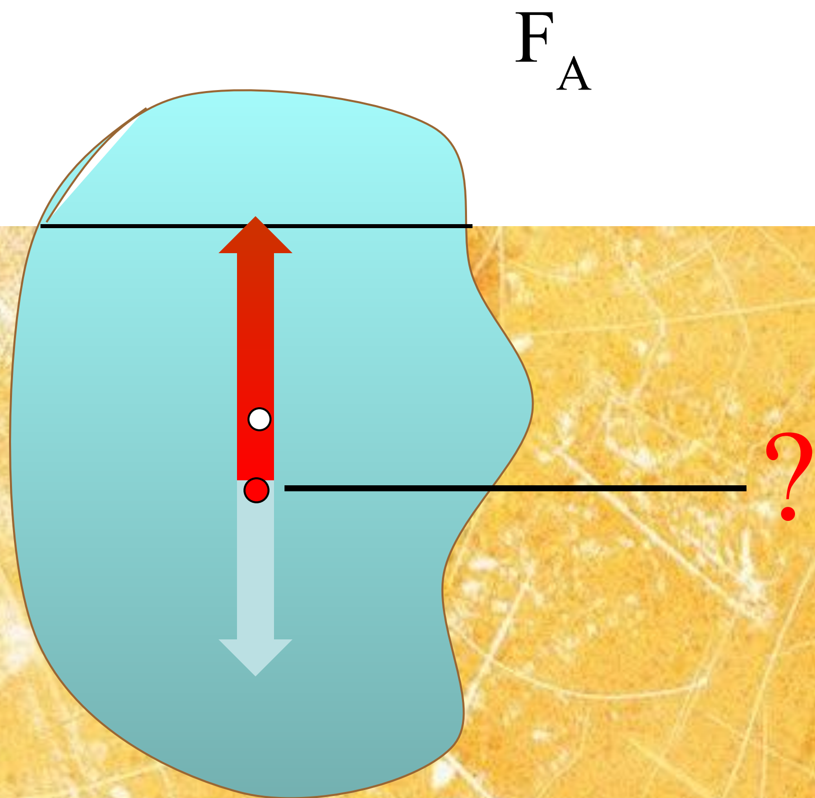
Как это работает





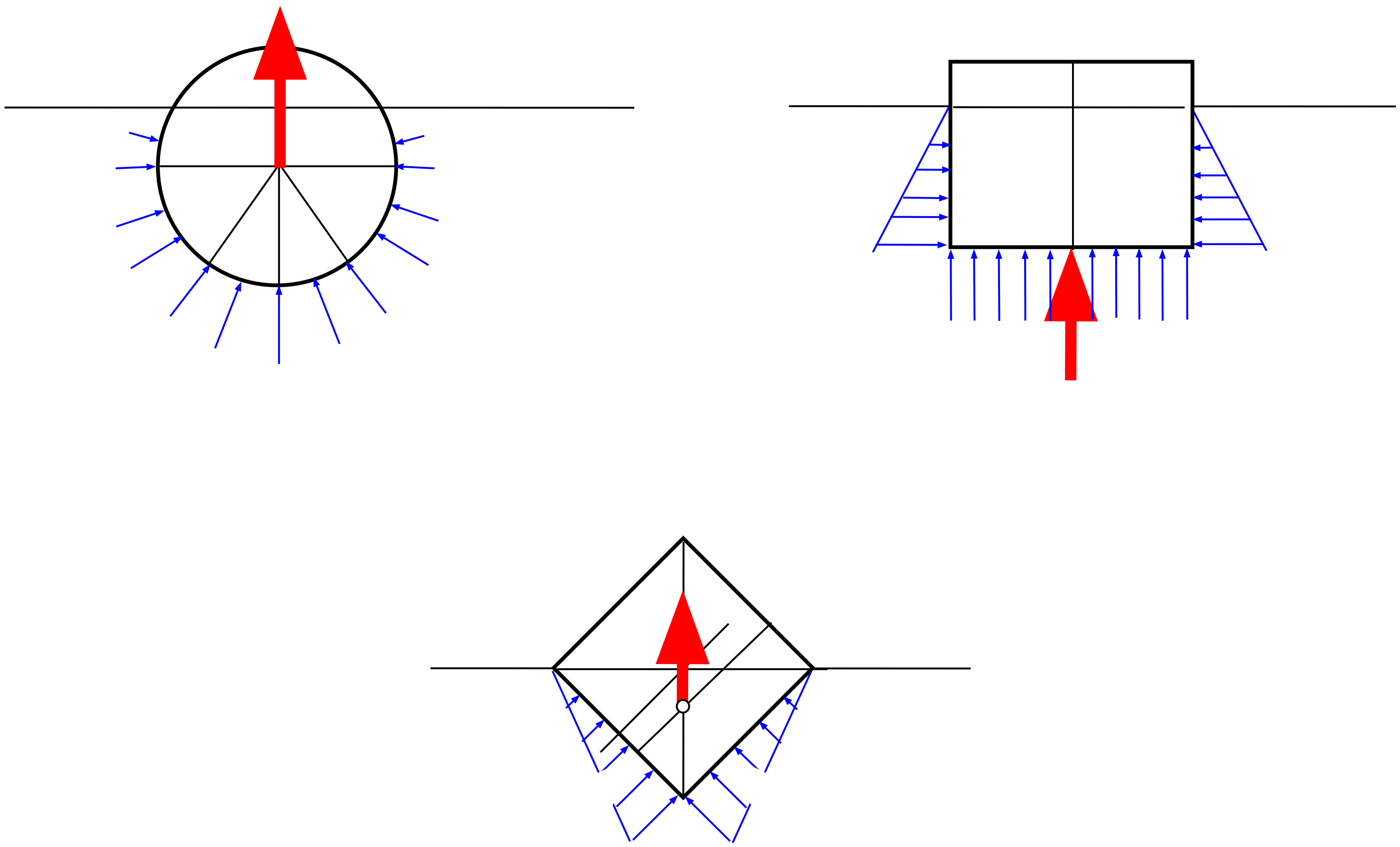




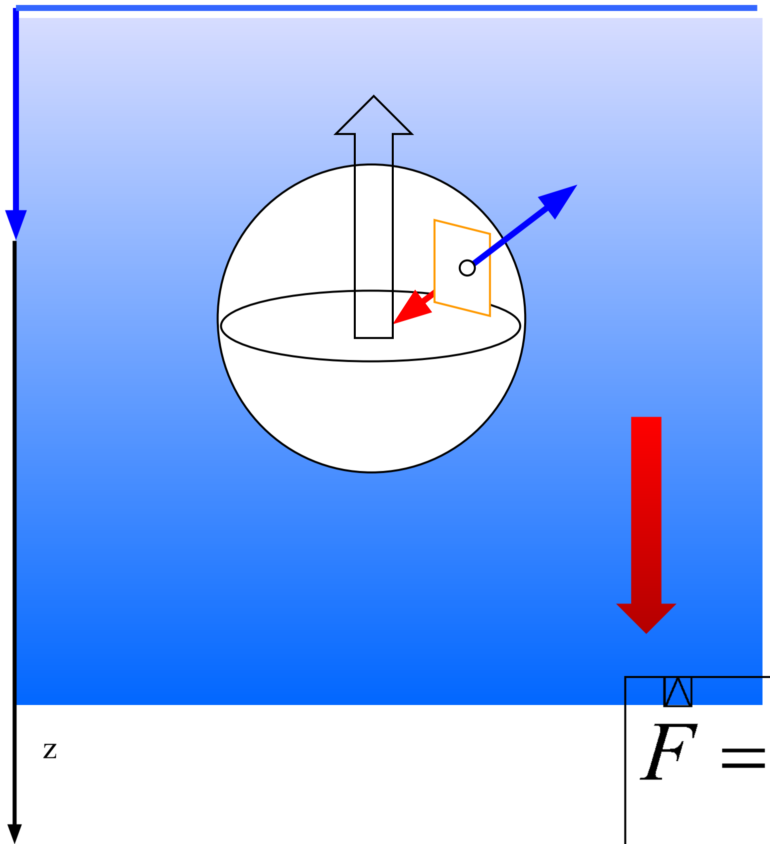


Так ли это

Проблемы силы Архимеда



Явление Архимеда, закон. Простота и сложность.



$$\vec{F} = -\int_S P \cdot d\vec{S} = -\int_V (\nabla P) \cdot dV =$$

$$= -\vec{k} \cdot \rho\, g \int dV = -m\,\vec{g}$$

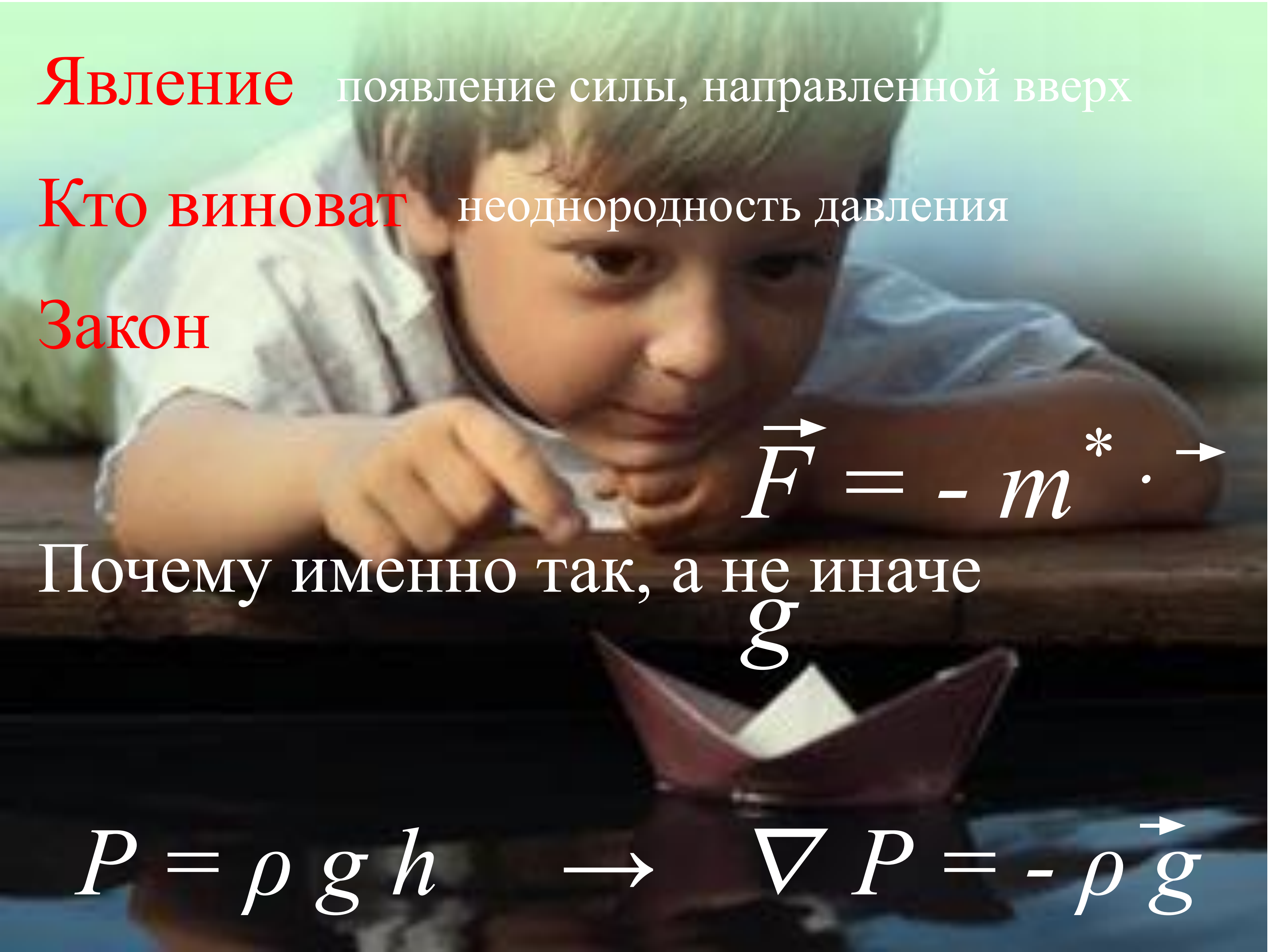
Явление

Кто виноват (причина)

Закон

Почему именно так, а не иначе

?



Явление появление силы, направленной вверх

Кто виноват неоднородность давления

Закон

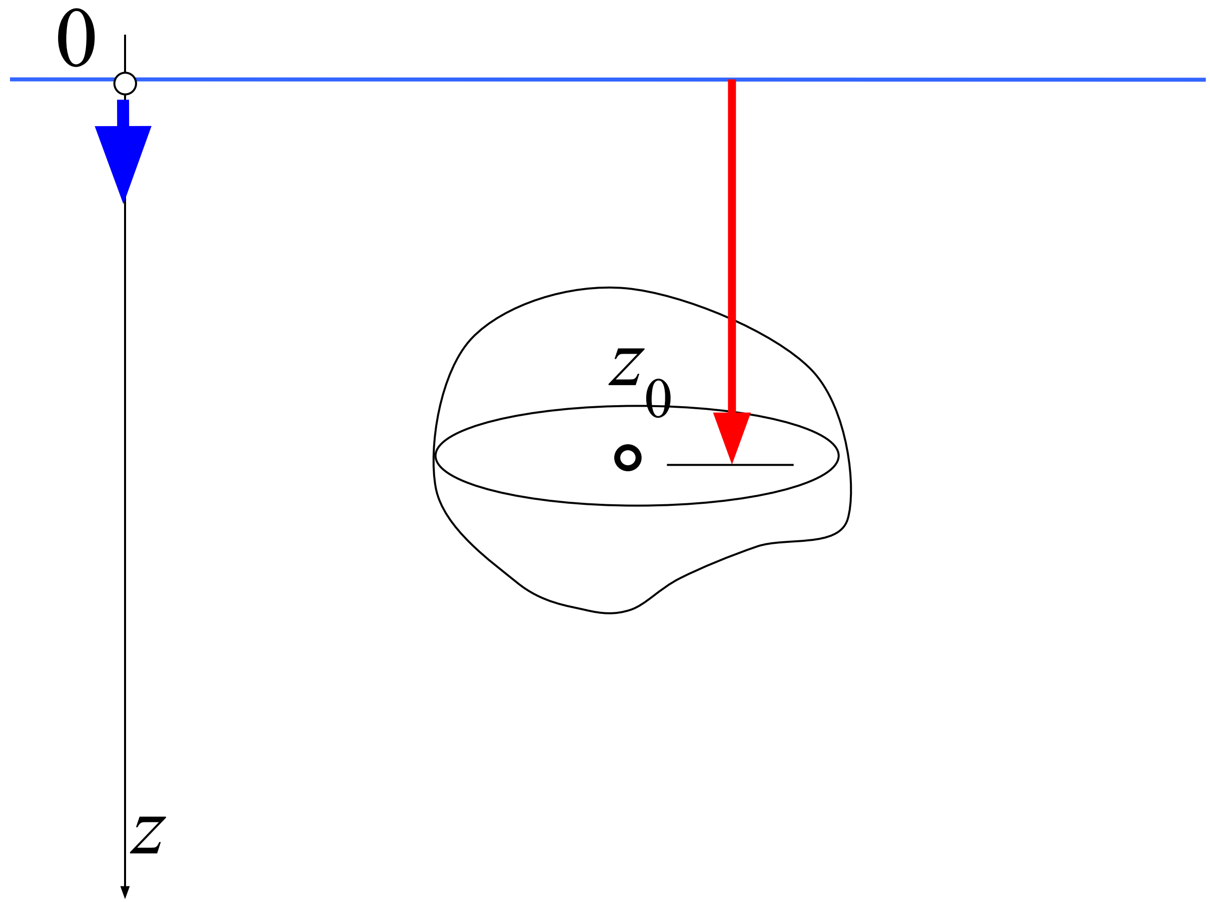
$$\vec{F} = -m^* \cdot \vec{g}$$

Почему именно так, а не иначе

$$P = \rho g h \quad \longrightarrow \quad \nabla P = -\rho \vec{g}$$

А если так

$$\rho = \rho_0 + \alpha \cdot z$$

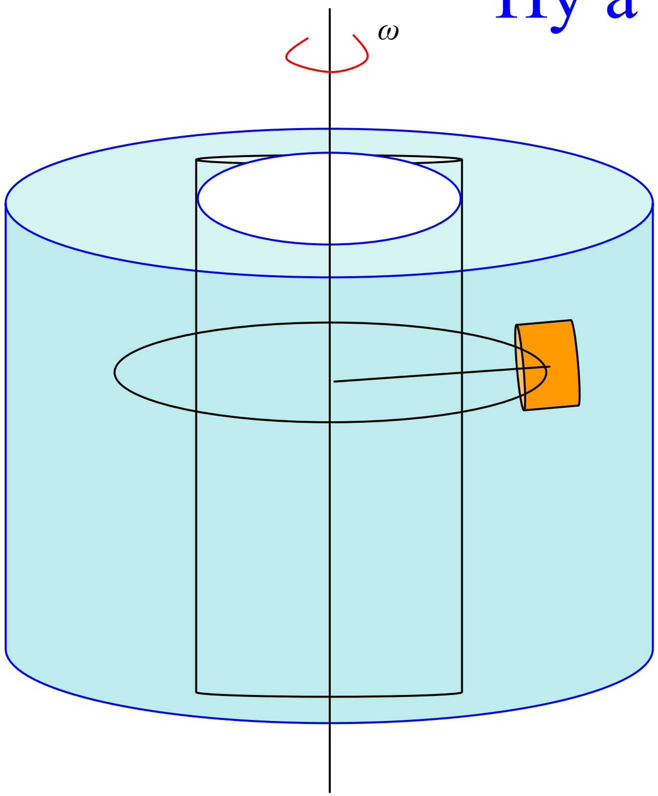


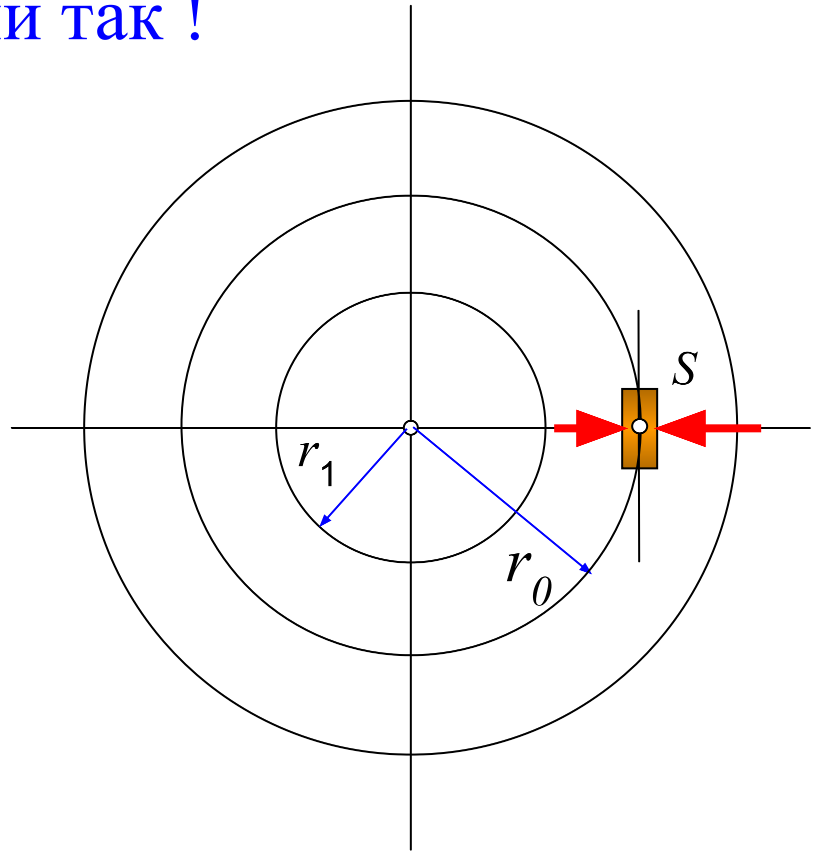
$$P = \left(\rho_0 + \alpha \frac{h}{2} \right) g \cdot h$$

Почему опять не очень сложно ?

$$\vec{F}_A = -\rho(z_0) \cdot V \cdot \vec{g}$$

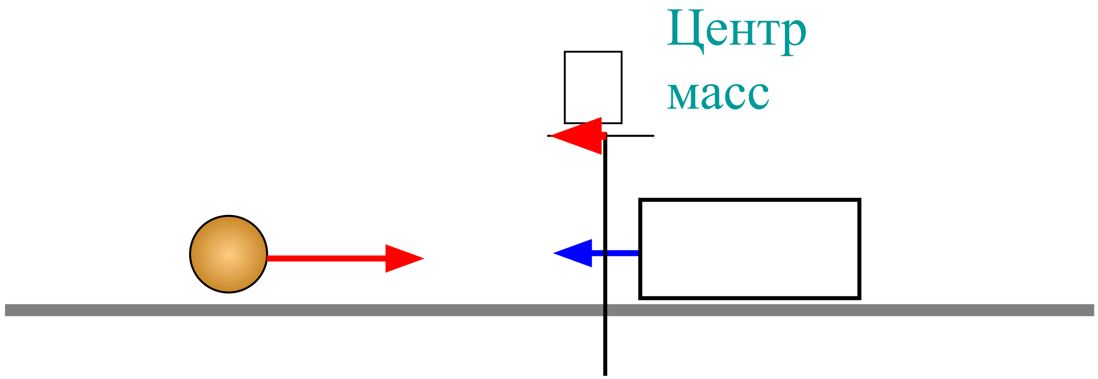
Ну а если так !





$$\vec{F}_A = -\rho V \boxed{\omega^2 \cdot \vec{r}_0}$$

Удар



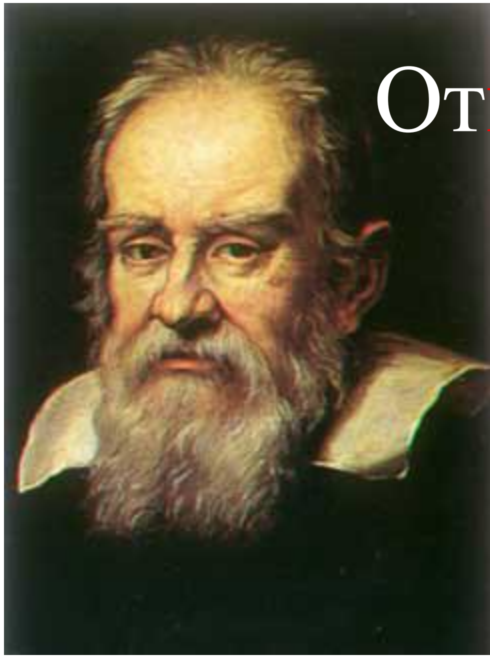
$$\boxed{\vec{V} = \vec{V}_0 + \vec{V}'}$$

$$\boxed{\vec{V}_0 = \frac{m_1 \cdot \vec{V}_1 + m_2 \cdot \vec{V}_2}{m_1 + m_2}}$$

$$\vec{V}'^* = -\vec{V}' = -\vec{V} + \vec{V}_0$$

$$\vec{V}^* = \vec{V}_0 + \vec{V}'^* = \boxed{2\vec{V}_0 - \vec{V}}$$

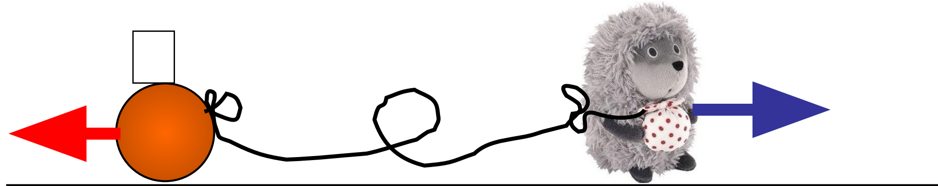
Относительность



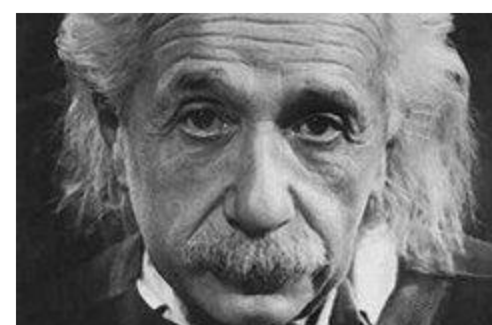
$$\vec{V}_{12} = \vec{V}_1 - \vec{V}_2$$

Первое относительно второго

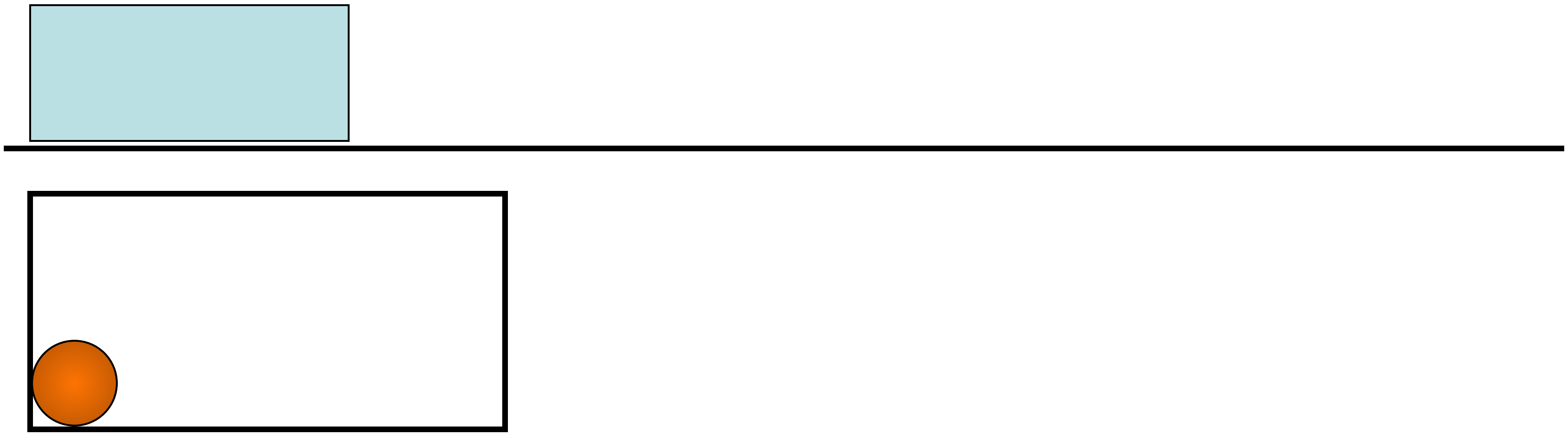
$$\vec{V}_{12}^{\,*} = 2\vec{V}_0 - \vec{V}_1 - \left(2\vec{V}_0 - \vec{V}_2\right) = \vec{V}_2 - \vec{V}_1$$



?



Удар ещё удар



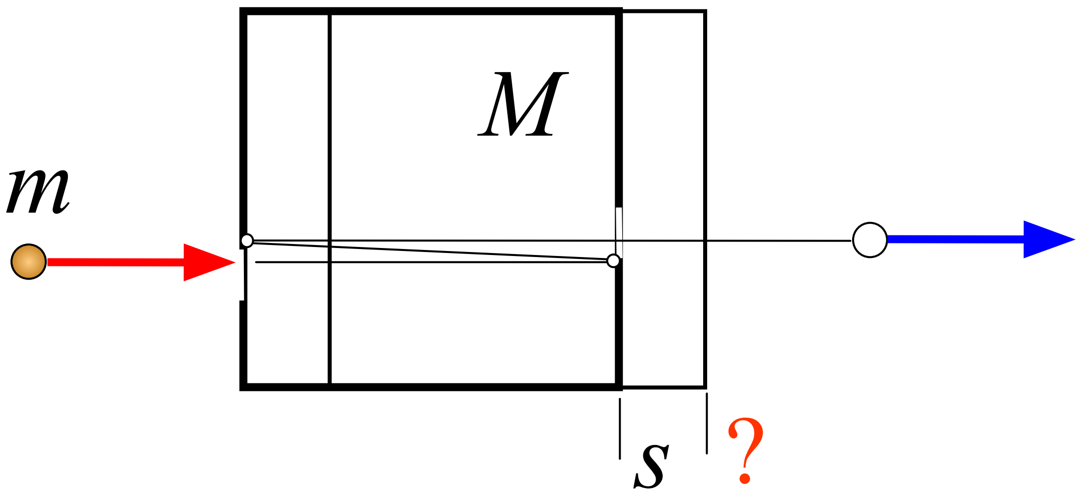
$$\vec{V}_1^{\,*} = 2\cdot\vec{V}_0 - V_1$$

$$\vec{V}_2^{\,*} = 2\cdot\vec{V}_0$$

$$\vec{V}_1^{\,**} = 2\cdot\vec{V}_0 - \left(2\cdot\vec{V}_0 - \vec{V}_1\right) = V_1$$

$$\vec{V}_2^{\,**} = 2\cdot\vec{V}_0 - 2\cdot\vec{V} = 0$$

задача

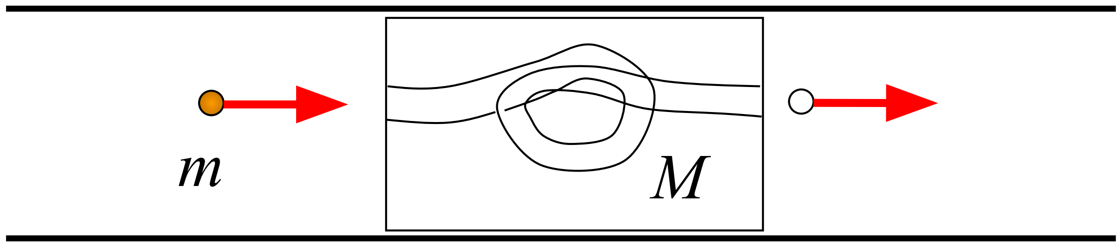


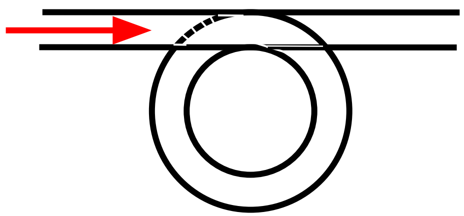
$$t = \frac{a}{V_1}$$

$$S = V_2^{*} \cdot t = 2V_0 \cdot \frac{a}{V_1} = 2\frac{m \cdot V_1}{m+M} \cdot \frac{a}{V_1} = 2a\frac{m}{m+M}$$

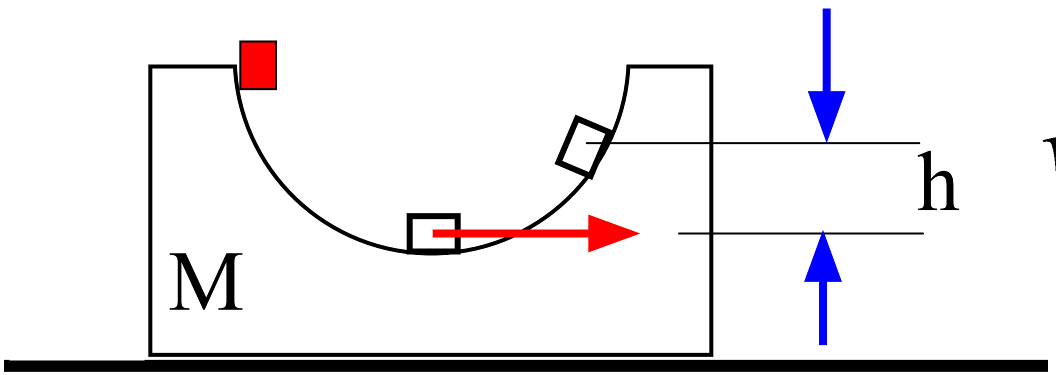
$$t_0 = 3\frac{a}{V_1}$$

Ещё одна



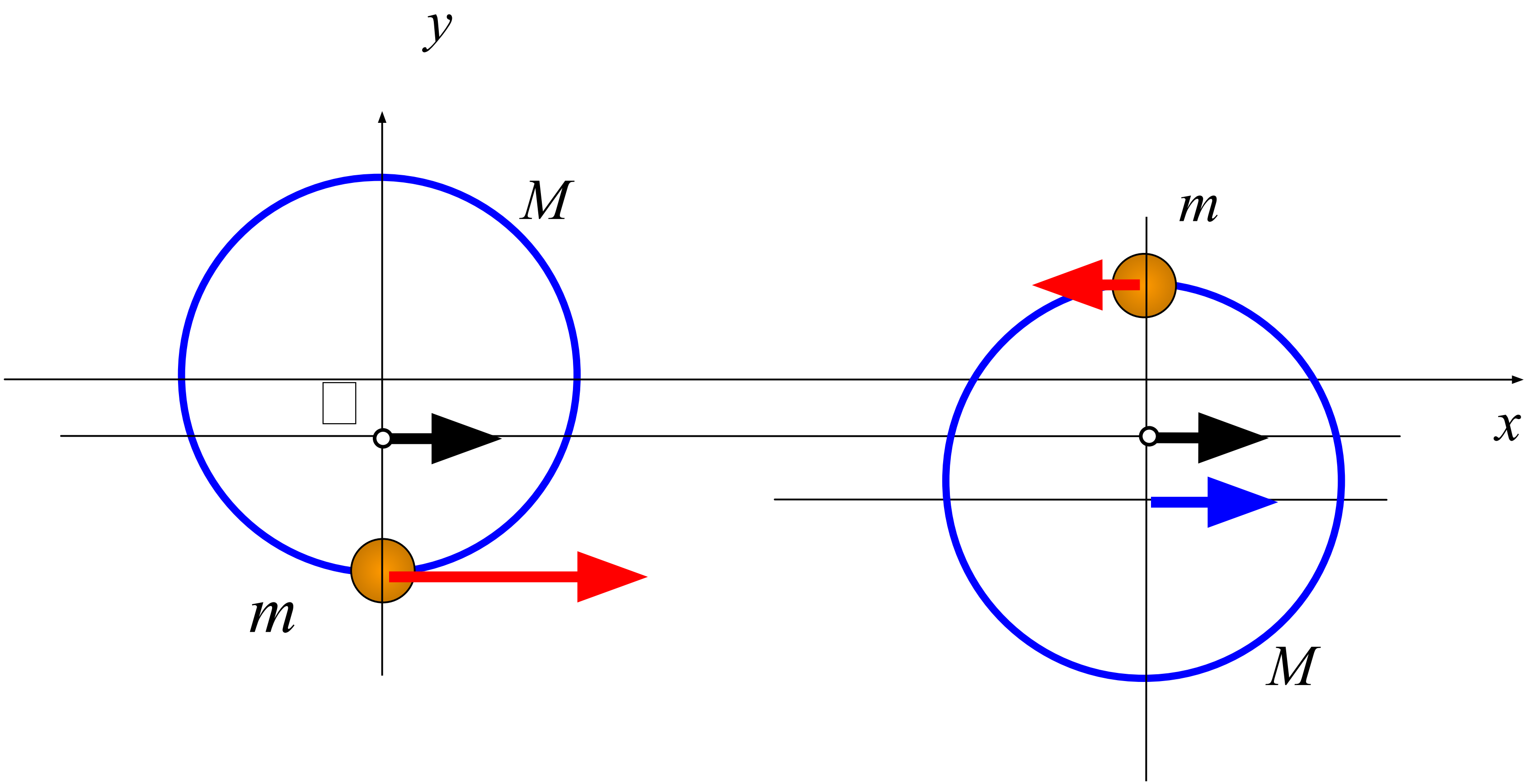


и ещё



$$v_2^* = 2\frac{m\sqrt{2gR}}{m+M}$$

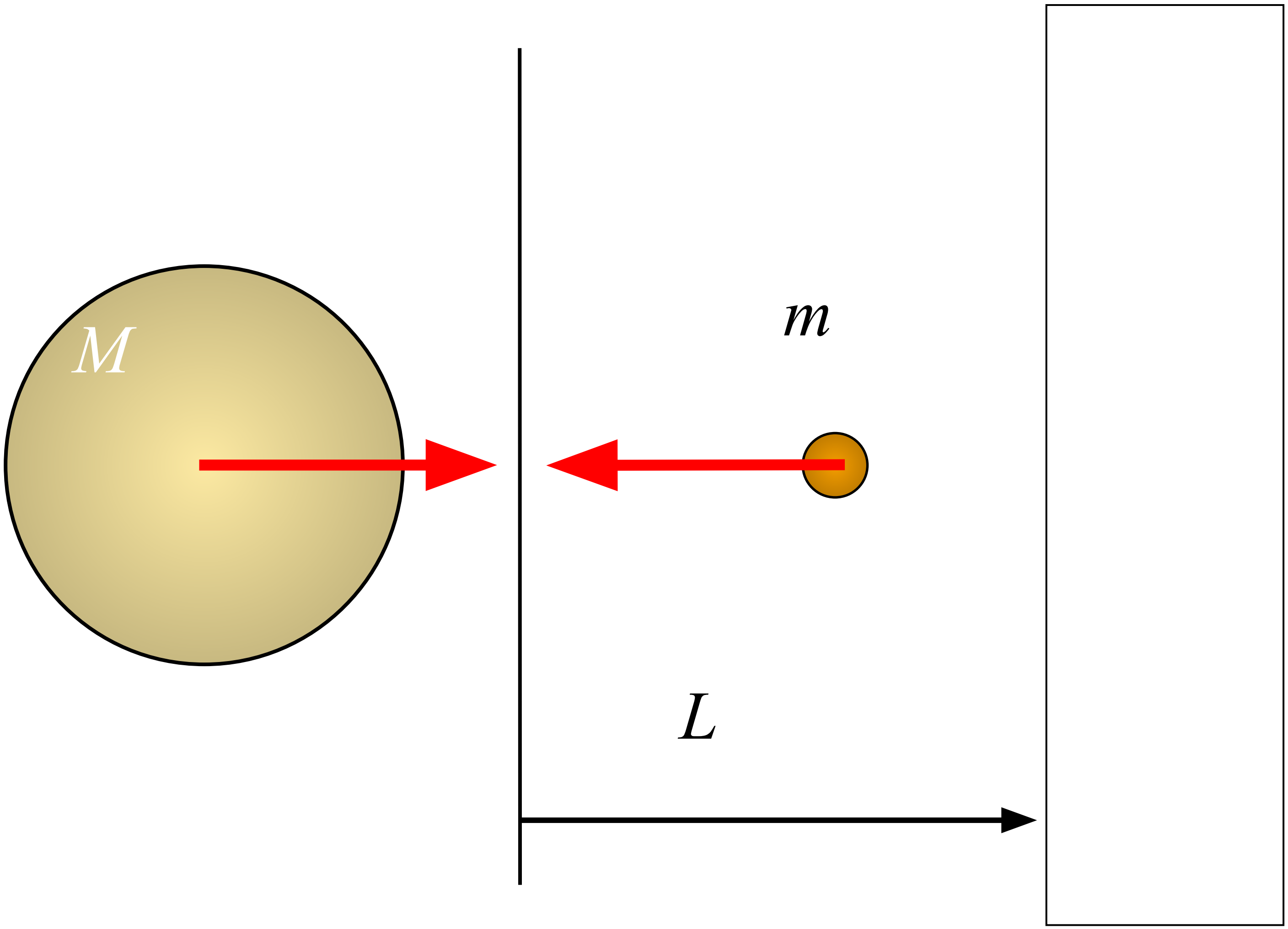
Непрерывный двумерный удар



$$v_1^{*} = 2\frac{m\,v}{m+M} - v$$

$$v_2^{*} = 2\frac{m\,v}{m+M}$$

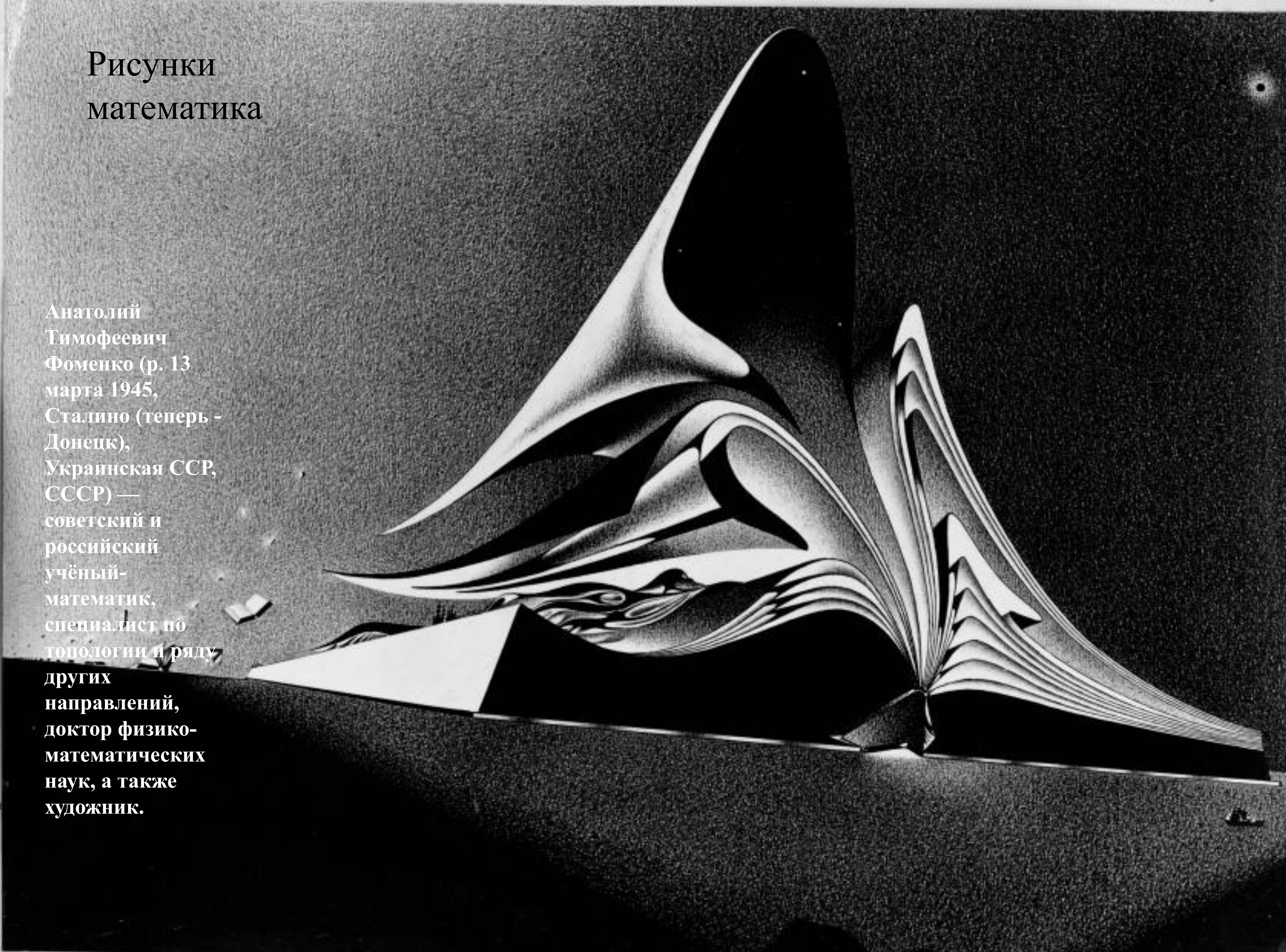
Удар через посредника (Потенциал, №1 2016)



Задача двух тел

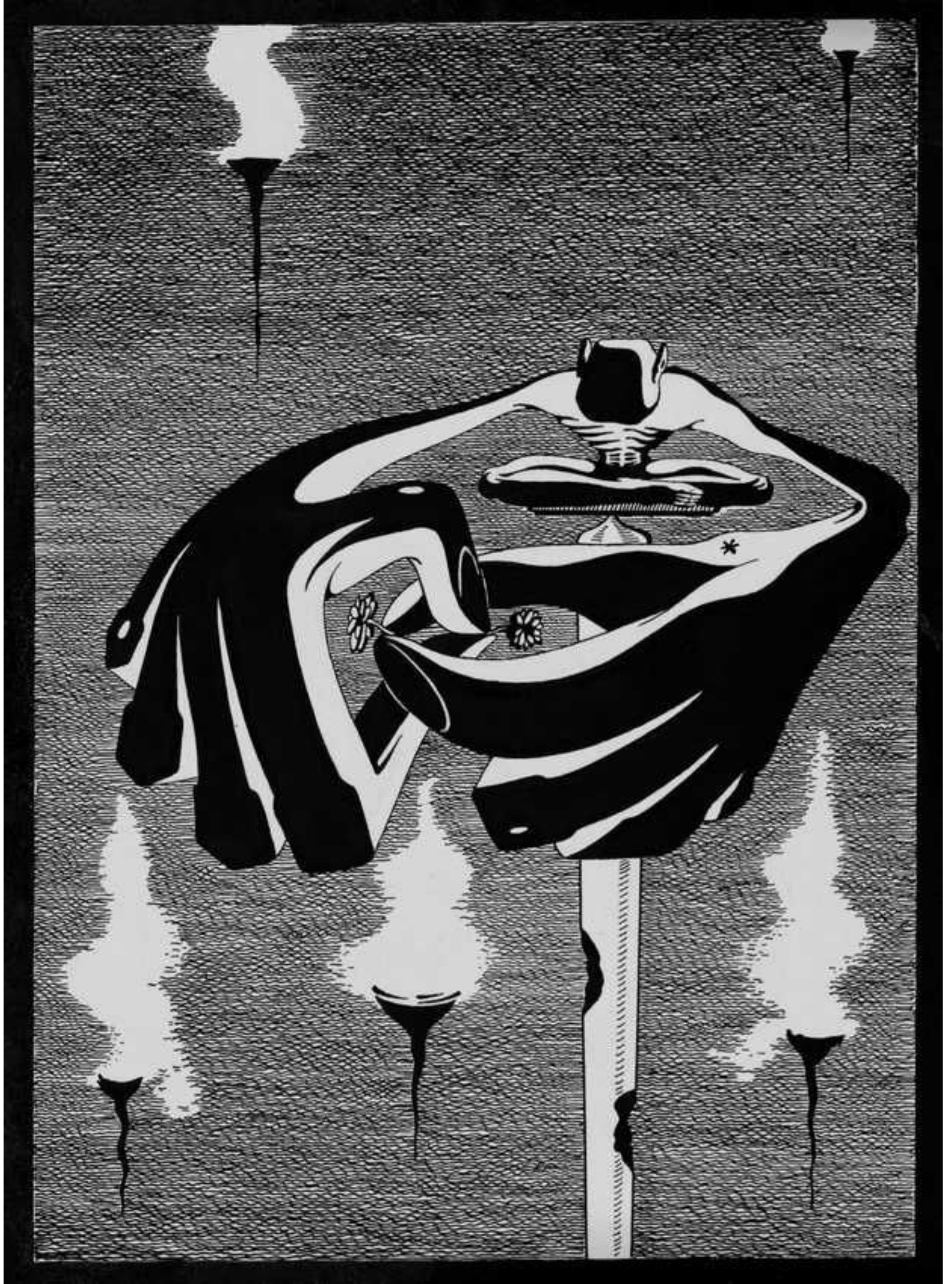
энергетика

Рисунки математика



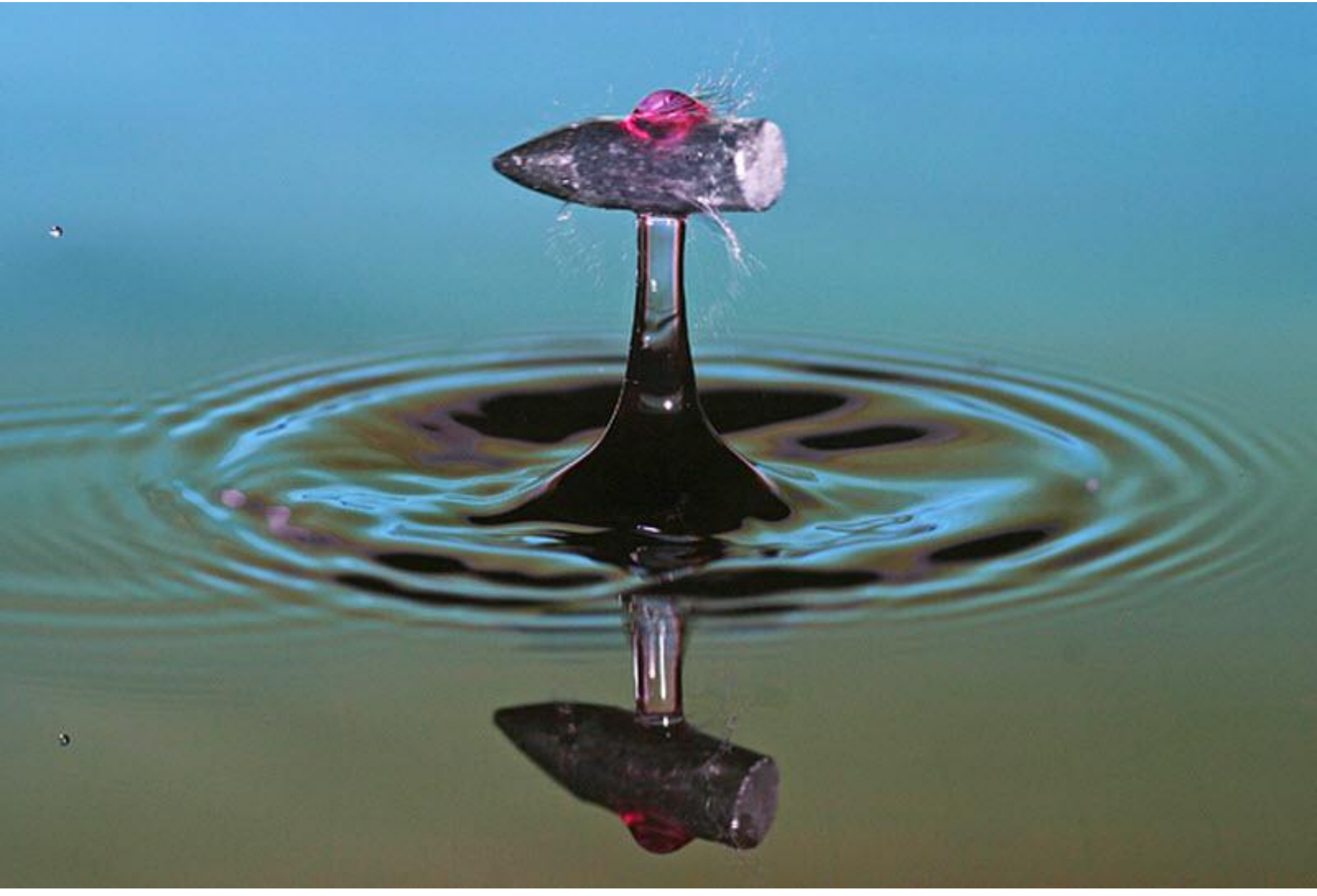
Анатолий Тимофеевич Фоменко (р. 13 марта 1945, Сталино (теперь - Донецк), Украинская ССР, СССР) — советский и российский учёный-математик, специалист по топологии и ряду других направлений, доктор физико-математических наук, а также художник.

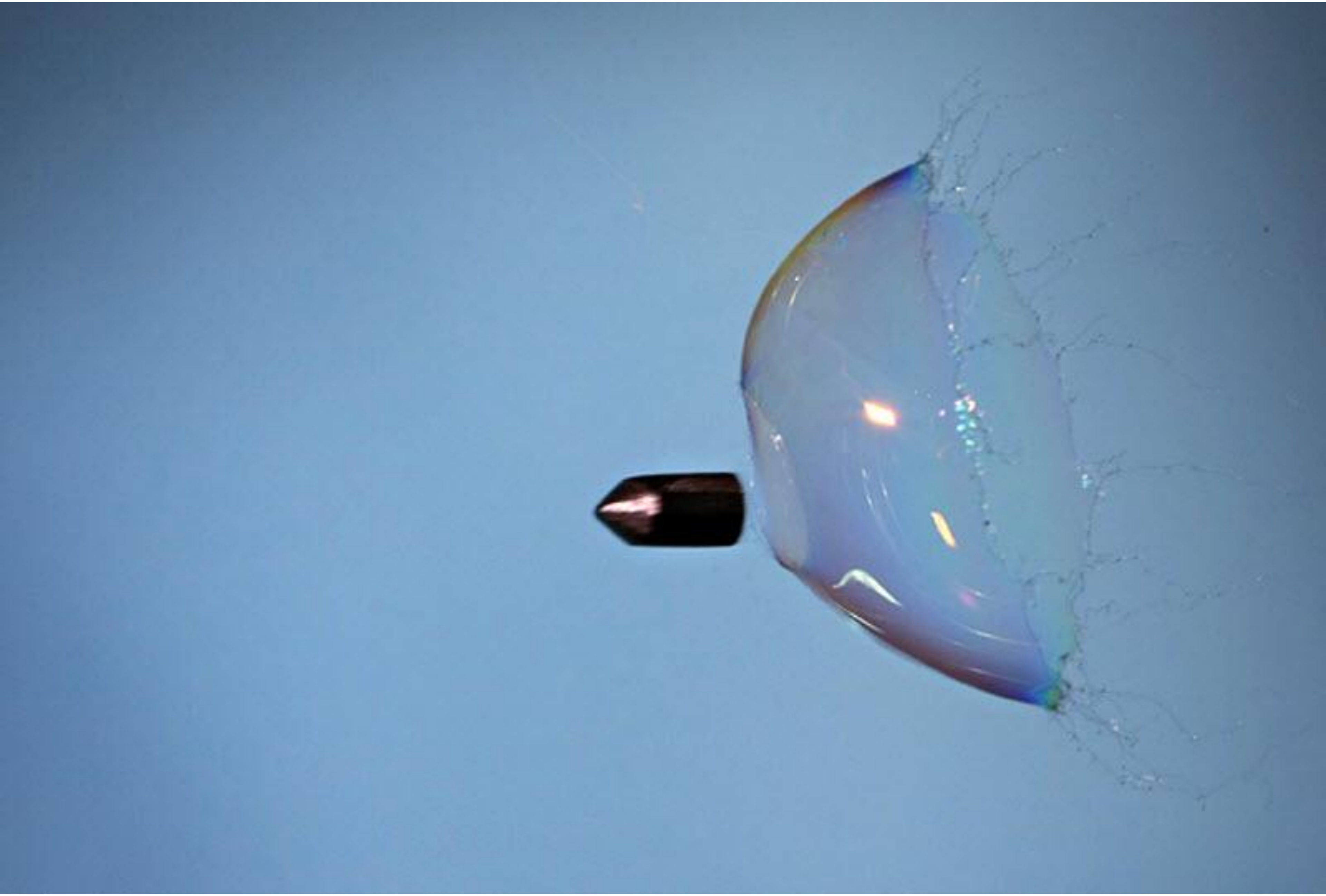
Пространственная задача тел в небесной механике.

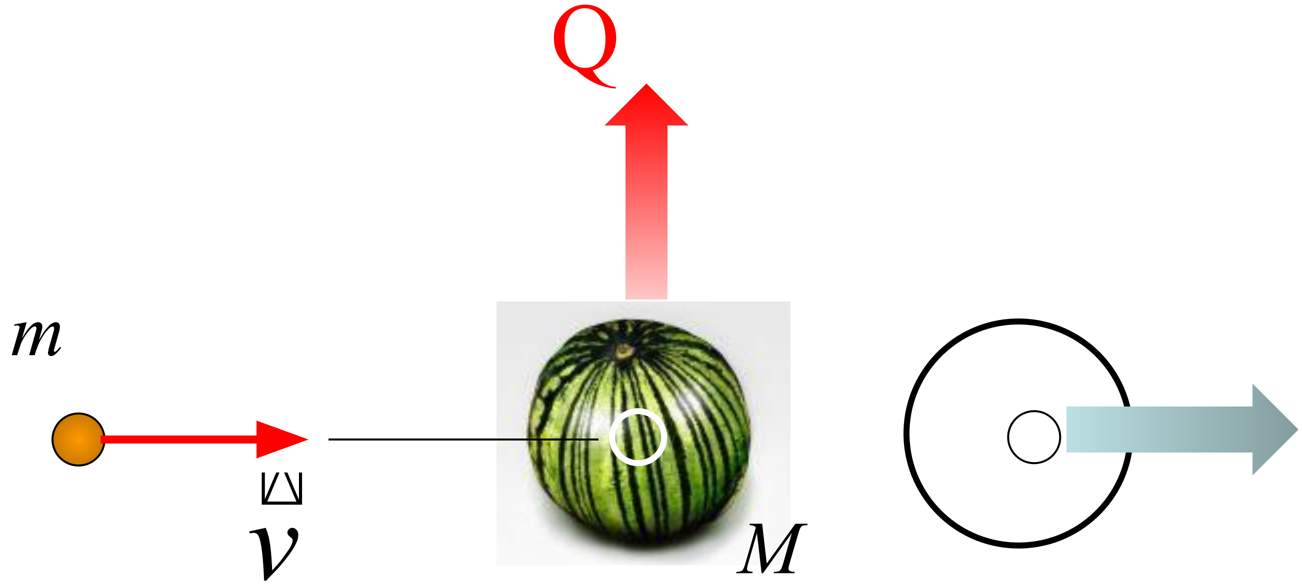


ТОПОЛОГИЧЕСКАЯ ЗАДАЧА "О РАСЦЕПЛЕНИИ ЗАЦЕПЛЕННЫХ ПАЛЬЦЕВ"

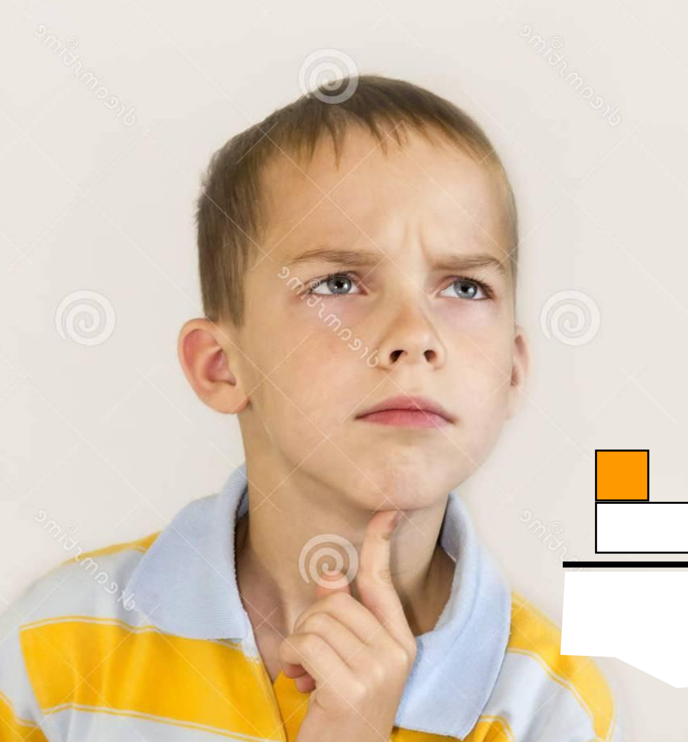
Изображены этапы решения задачи: как расцепить посредством гомеоморфизма человеческого тела пальцы рук, зацепленные как показано на начальном рисунке? При этом разрешаются произвольные непрерывные деформации фигуры (гомеоморфизмы). Необходимая последовательность деформаций (изотопия) показана на рисунках. Впрочем, здесь следует отметить одну тонкость. Успешное решение задачи, показанное нами, возможно лишь в том случае, когда человек "обнажен по пояс". Если, например, у него на руке надеты часы, то в конце описанной деформации пальцы рук, конечно, расцепятся, однако "завяжется" ремешок часов

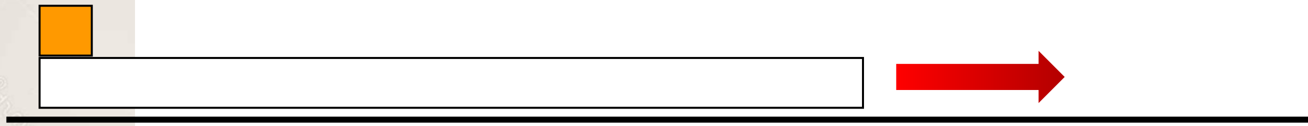






$$Q=\frac{mM}{m+M}\cdot\frac{v^2}{2}$$



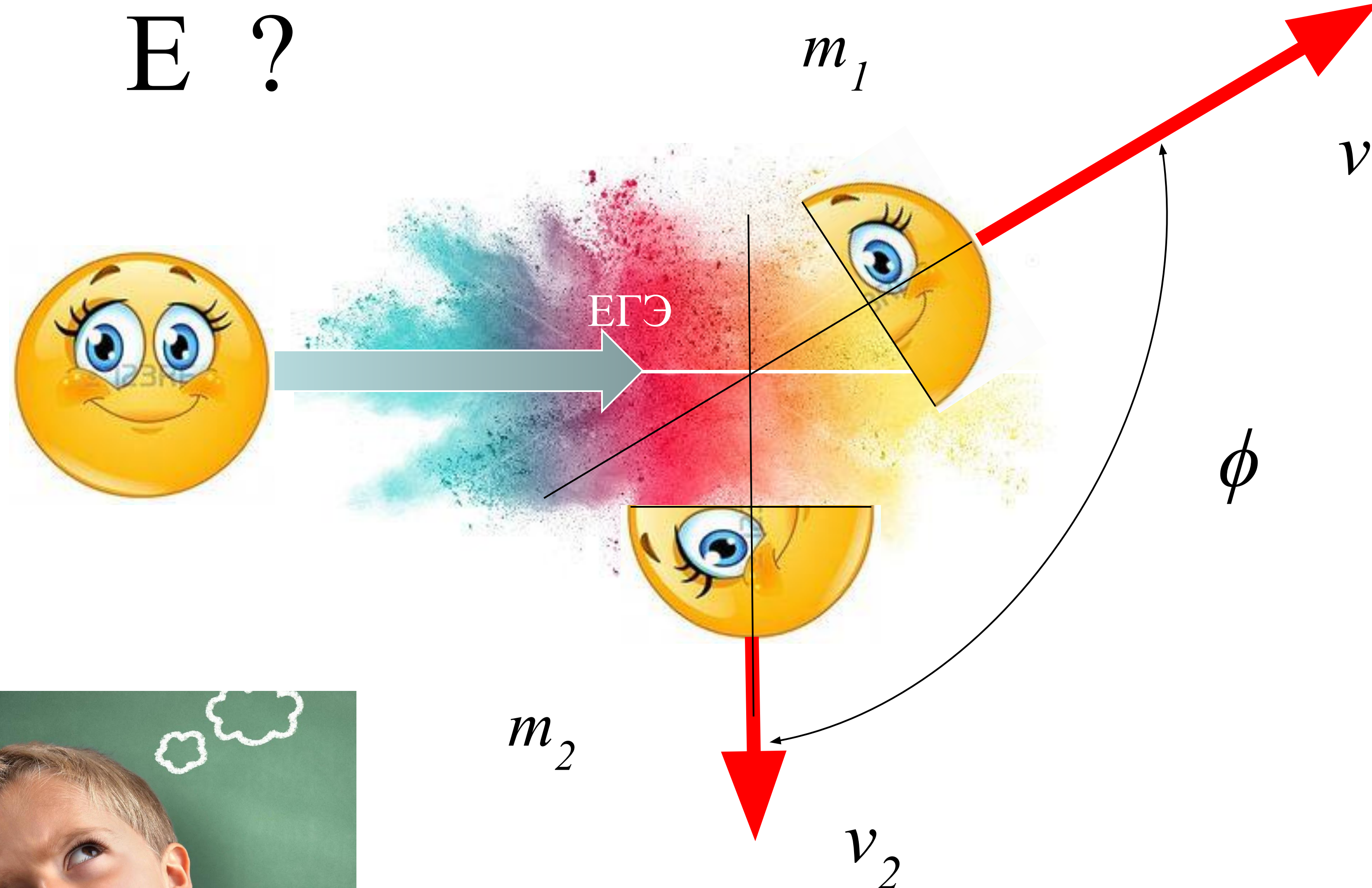


Задача 3.

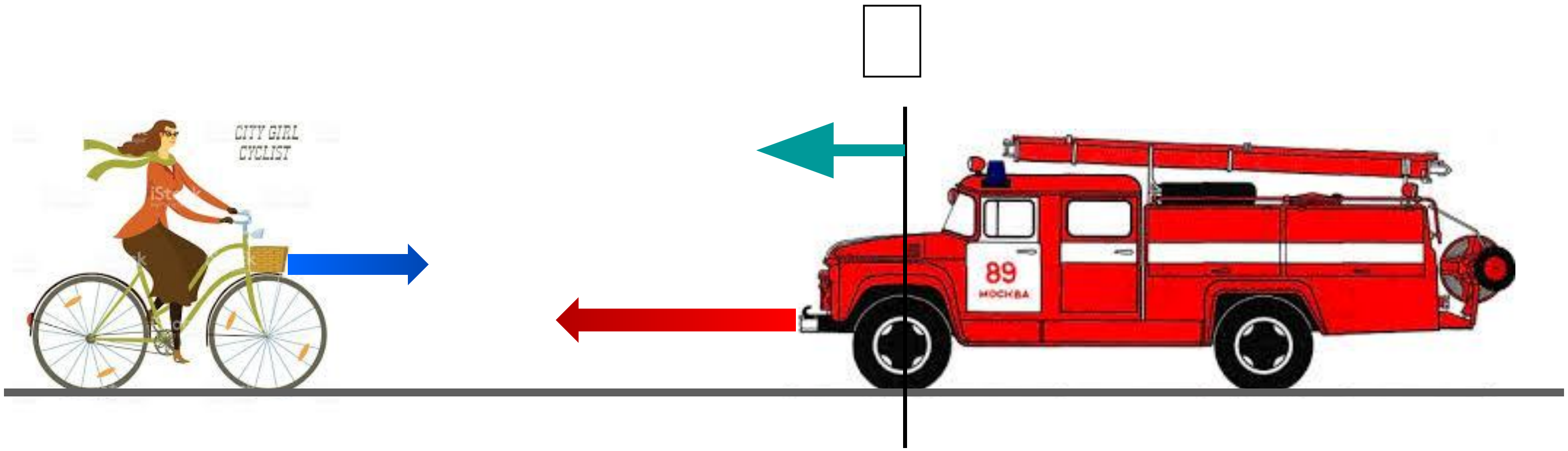
Доска массой M и длины L скользит с некоторой скоростью по гладкой горизонтальной поверхности. На левом краю доски лежит кубик массы m. коэффициент трения между поверхностями кубика и доски равен μ. доска испытывает абсолютно упругий удар о вертикальную стенку. При какой максимальной скорости доски кубик с неё не упадет?

$$\frac{mM}{m+M}\frac{(2v)^2}{2}=\mu mg\cdot L$$

E ?



$$E = \frac{m_1 \cdot m_2}{m_1 + m_2} \frac{\left(v_1{}^2 - 2\,v_1\,v_2 \cos(\varphi) + v_2{}^2\right)}{2}$$

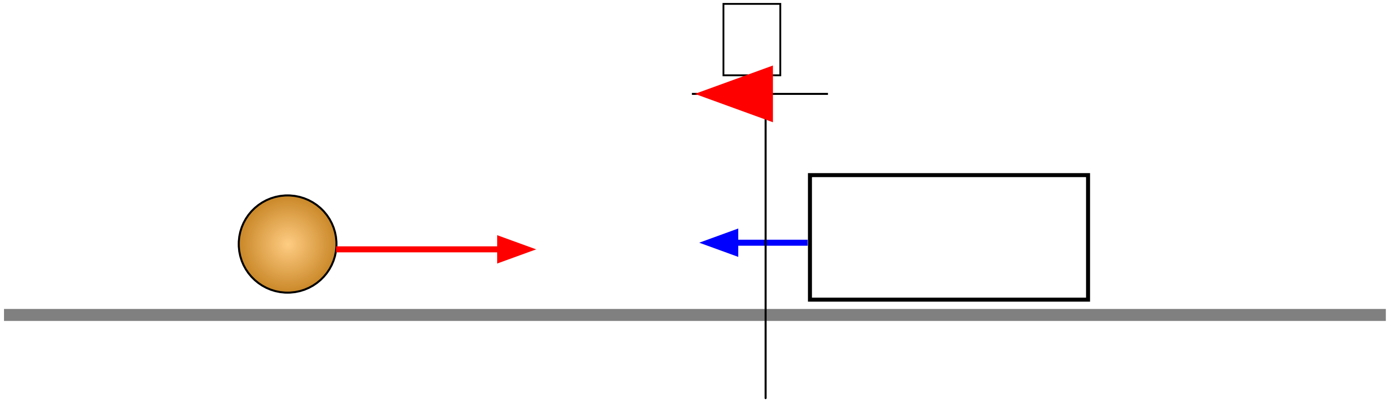


$$E = E_0 + E'$$

$$E = m_1 \frac{\vec{v}_1^{\,2}}{2} + m_2 \frac{\vec{v}_2^{\,2}}{2}$$

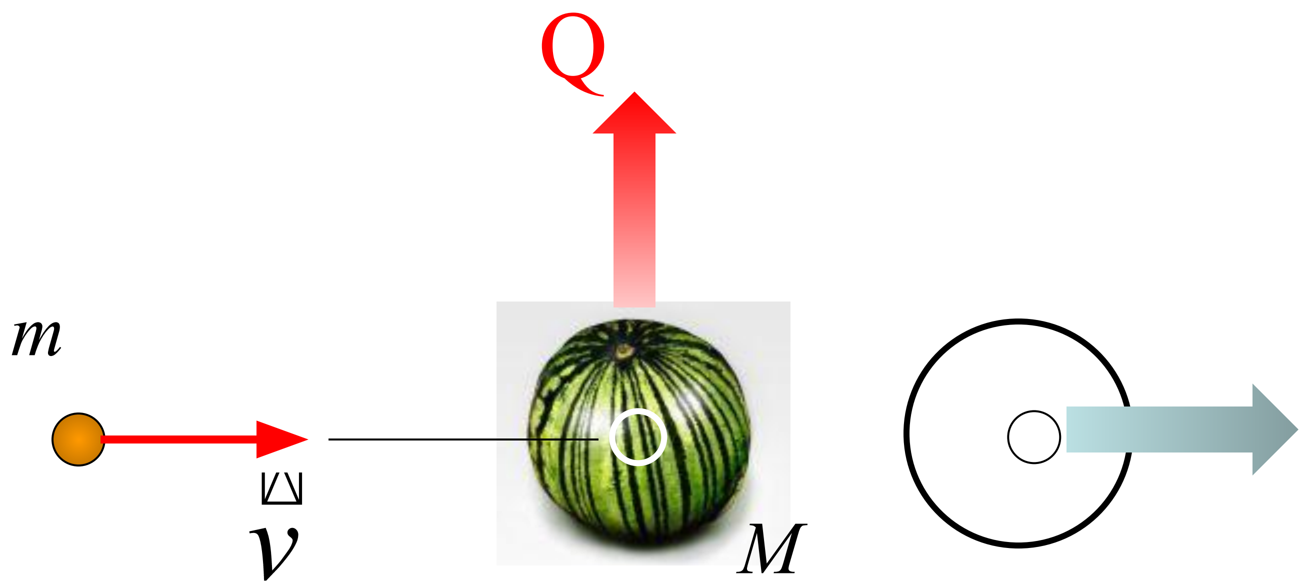
$$E_0 = (m_1 + m_2)\frac{\vec{v}_0^{\,2}}{2}$$

$$\boxed{\vec{V}_0 = \frac{m_1 \cdot \vec{V}_1 + m_2 \cdot \vec{V}_2}{m_1 + m_2}}$$

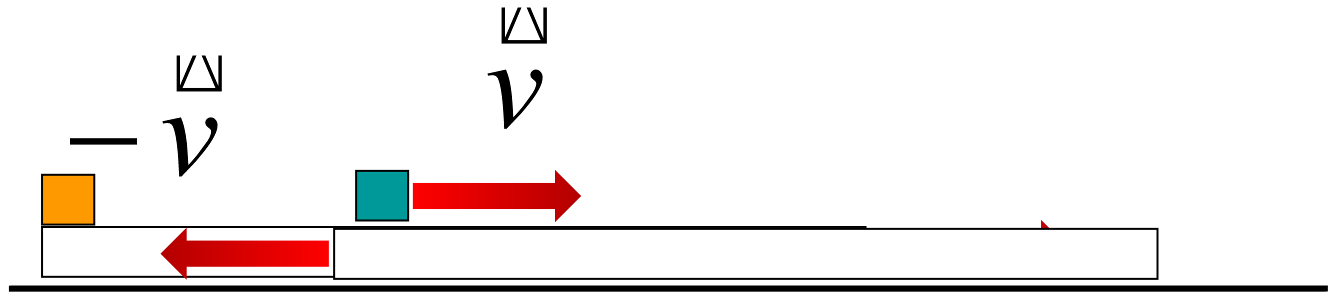


$$E' = \frac{m_1 \cdot m_2}{m_1 + m_2} \cdot \frac{\left(\vec{v}_1 - \vec{v}_2\right)^2}{2}$$

Как это работает

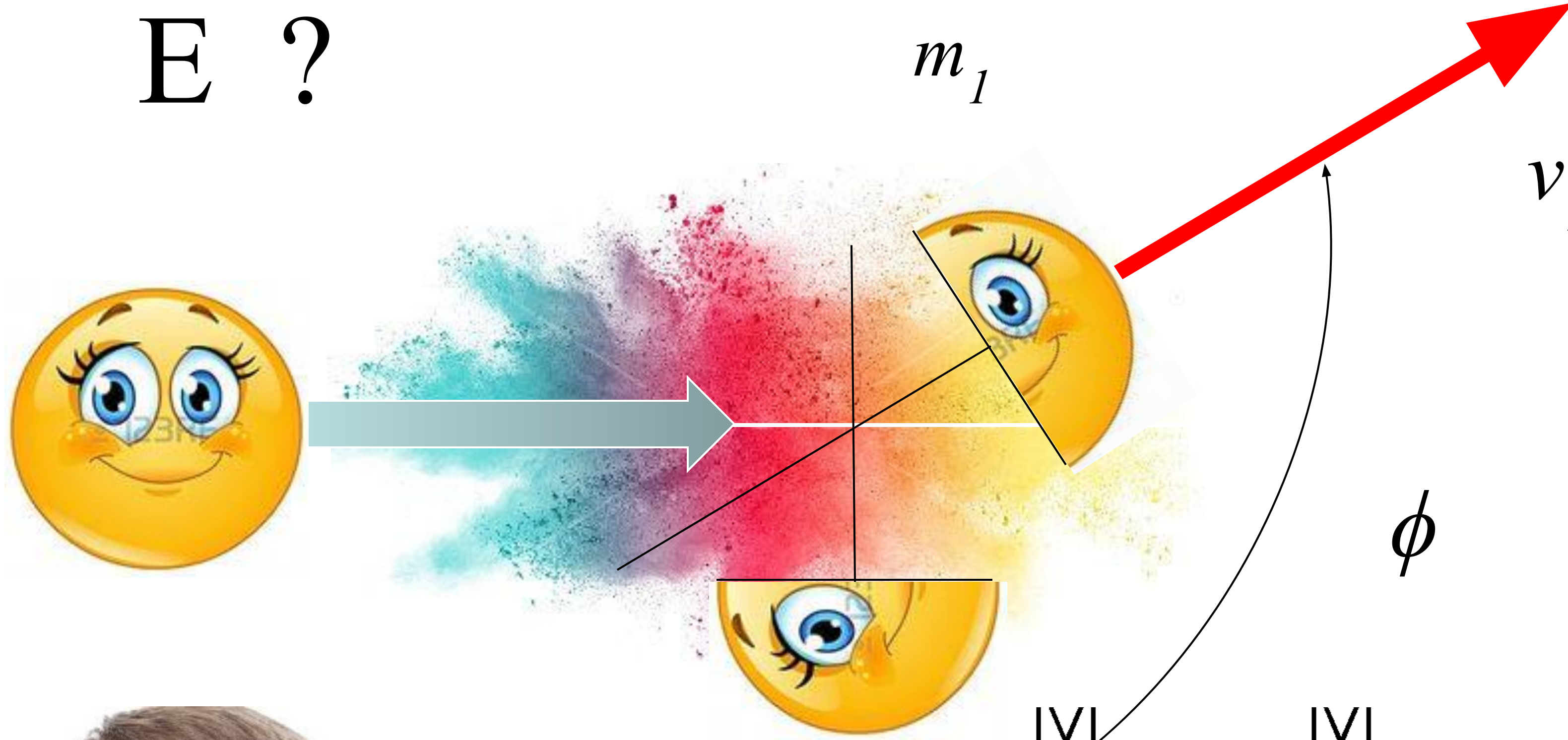


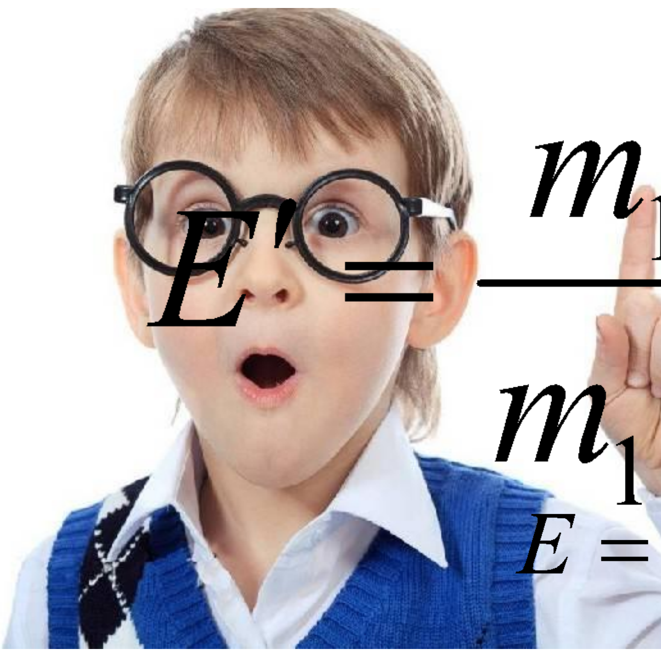
$$E' = \frac{m\,M}{m+M}\cdot\frac{v^2}{2} = Q$$



$$\frac{mM}{m+M}\frac{(2v)^2}{2}=\mu mg\cdot L$$

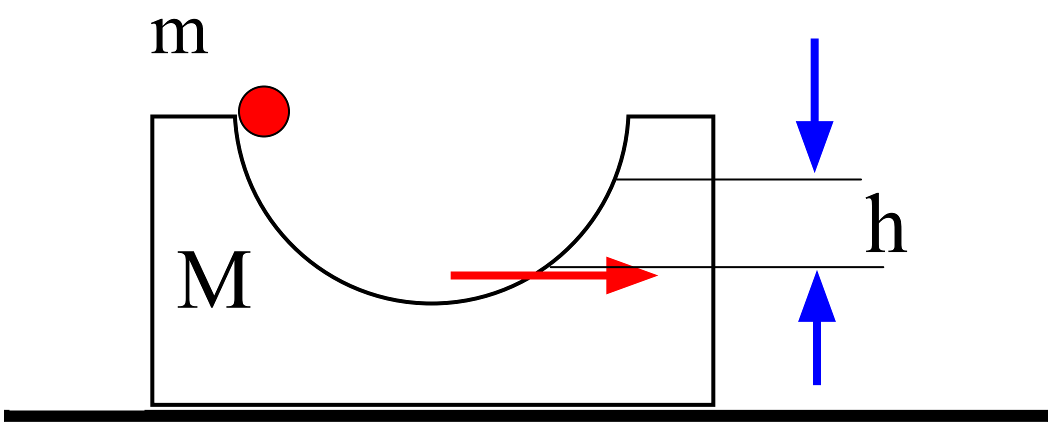
E ?





$$E' = \frac{m_1 \cdot m_2}{m_1 + m_2} \frac{(\vec{v}_1 - \vec{v}_2)^2}{2}$$

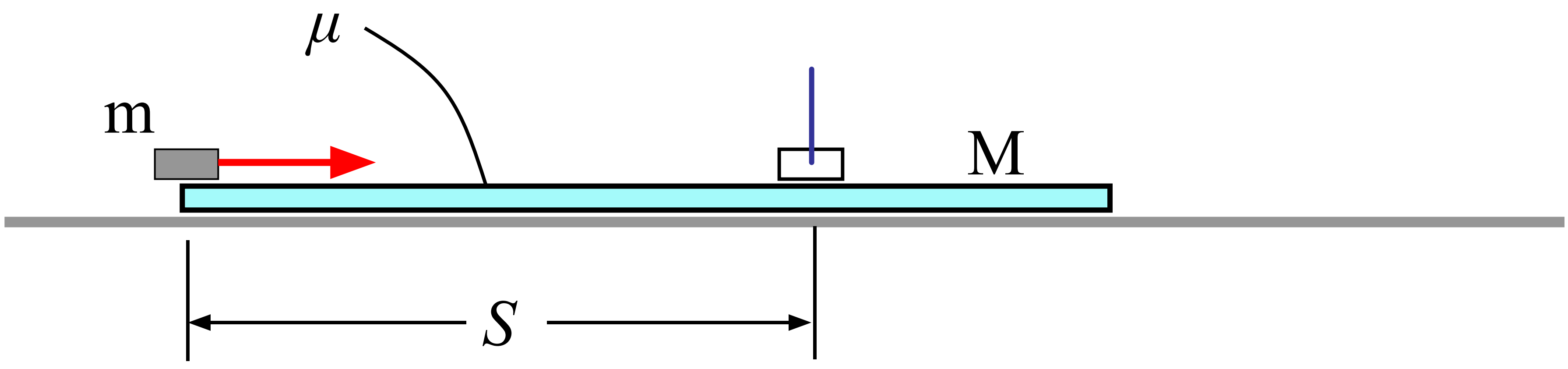
$$E = \frac{m_1 \cdot m_2}{m_1 + m_2} \frac{\left(v_1^{\,2} - 2\, v_1\, v_2 \cos(\varphi) + v_2^{\,2}\right)}{2}$$



$$v = \sqrt{2gR}$$

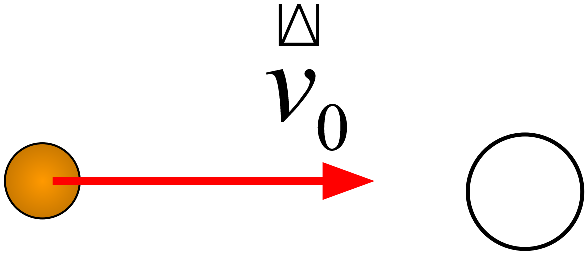
$$\frac{mM}{m+M} \cdot \frac{2gR}{2} = mgh$$

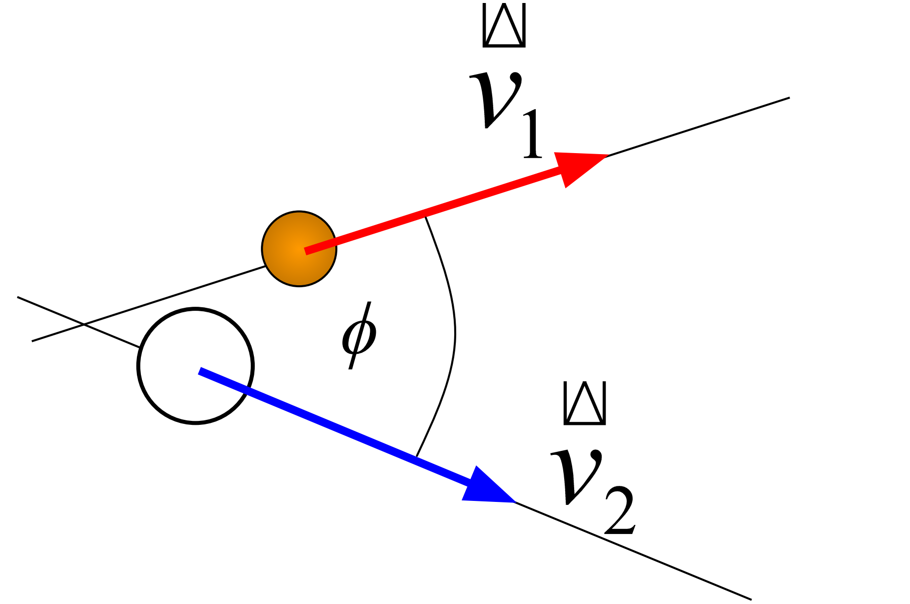
$$h = R\frac{mM}{m+M}$$



$$\frac{mM}{m+M}\frac{v^2}{2}=\mu\cdot mg\cdot s$$

ЕГЭ

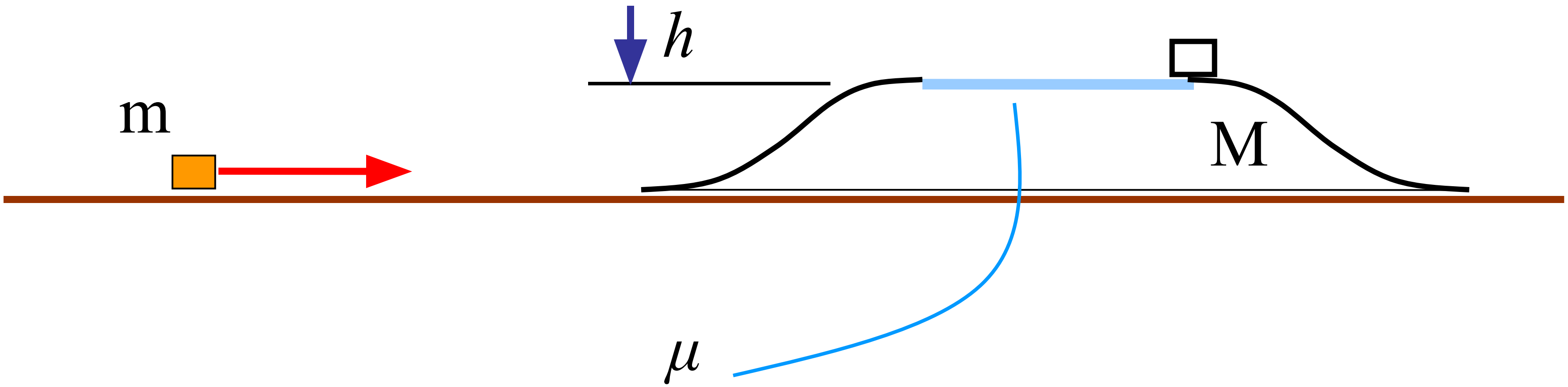




$$\left(\vec{v}_0\right)^2 = \left(\vec{v}_1 - \vec{v}_2\right)^2$$

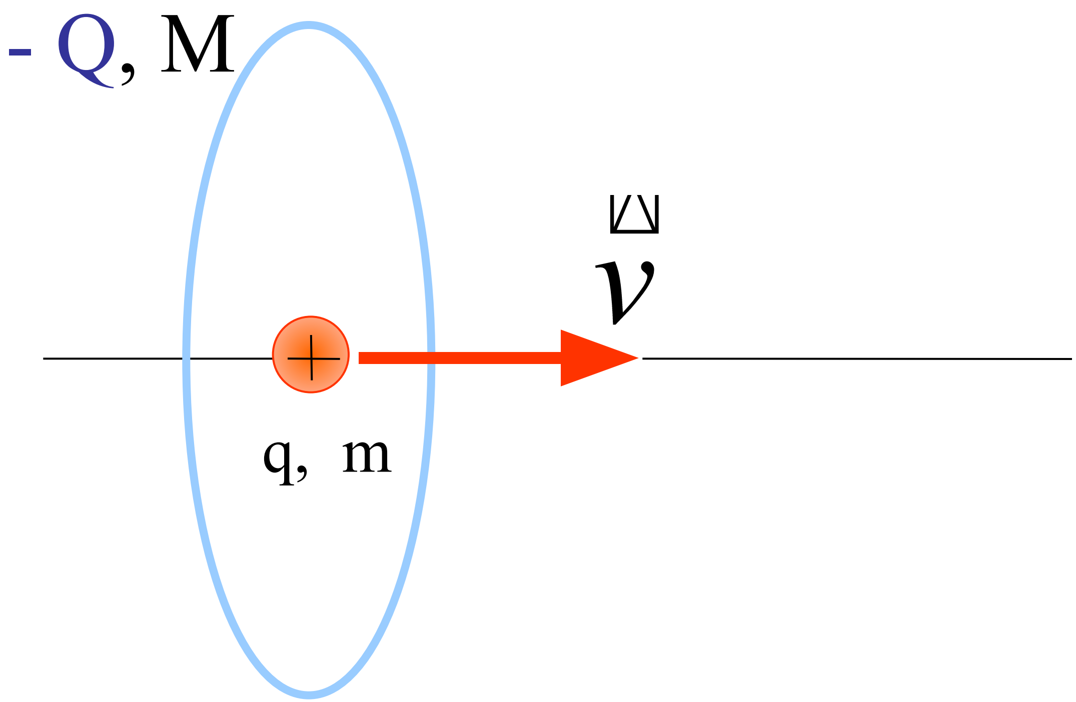
Относительная скорость

$$v_0{}^2 = v_1{}^2 + v_2{}^2 - 2\,v_1\,v_2 \cdot \cos(\varphi)$$

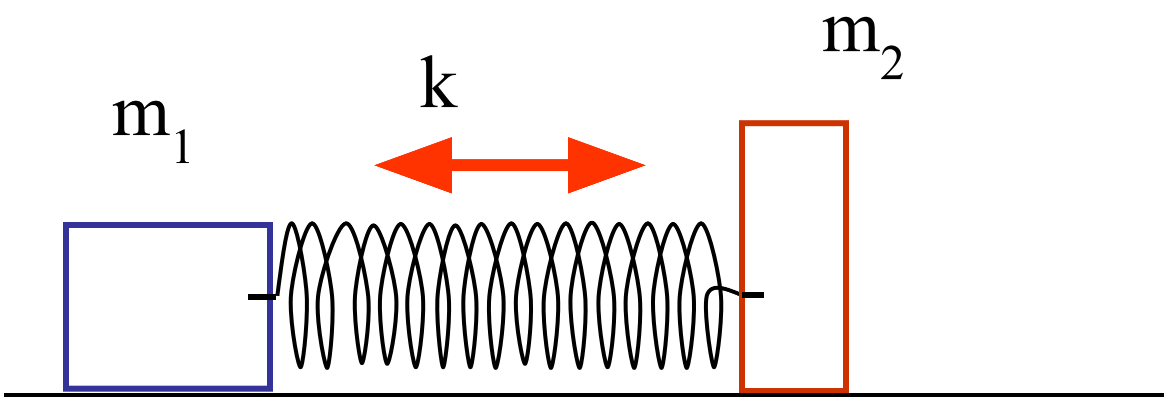


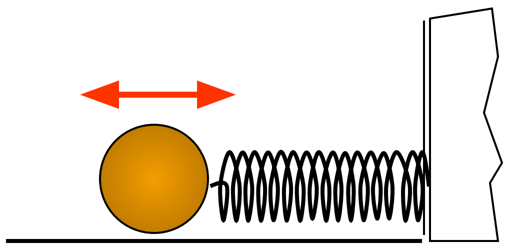
$$\frac{mM}{m+M}\cdot\frac{v^2}{2}=mgh+\mu\cdot mg\cdot s$$

$$v=\sqrt{\frac{m+M}{M}\cdot 2g\left(h+\mu\cdot s\right)}$$



$$\frac{mM}{m+M}\cdot\frac{V^2}{2}-k\frac{qQ}{R}=0 \qquad \rightarrow \qquad V=\sqrt{\frac{m+M}{mM}\cdot 2k\frac{qQ}{R}}$$





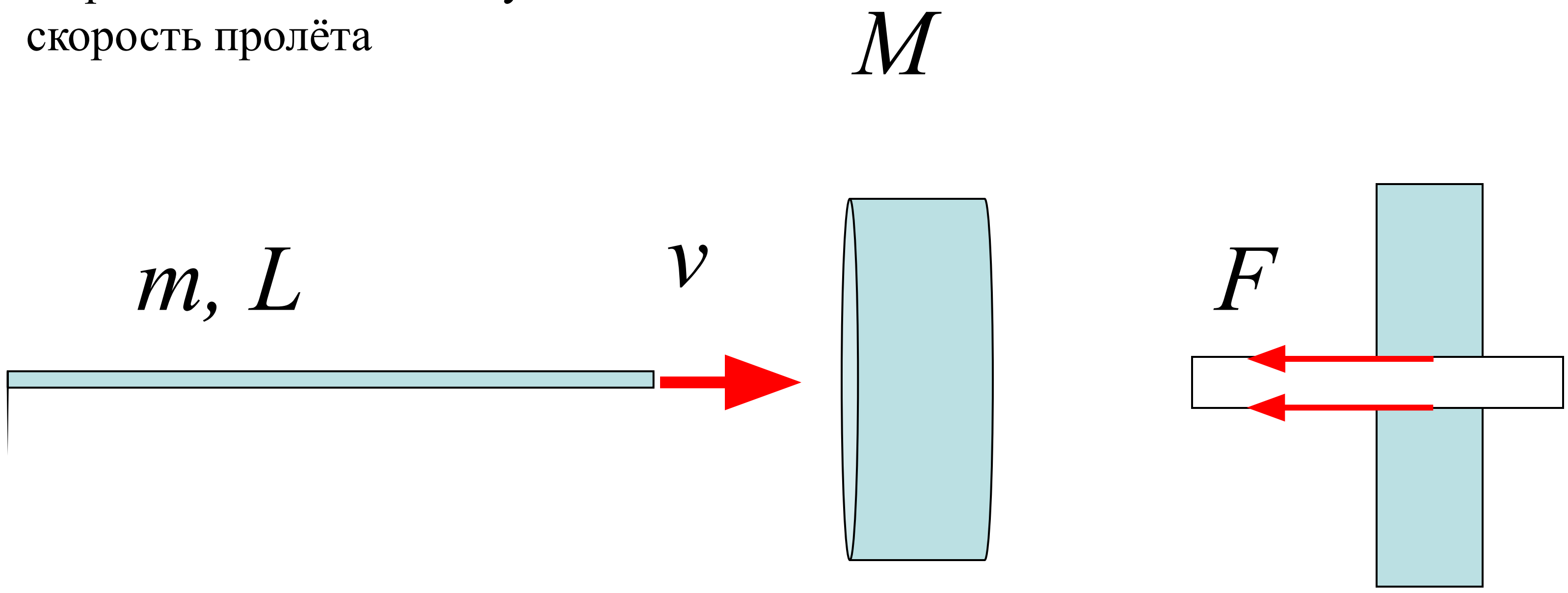
$$\frac{mM}{m+M}\frac{v_x^2}{2}=k\frac{x^2}{2}$$

$$m\frac{v^2}{2}=k\frac{x^2}{2}$$

$$T=2\pi\sqrt{\frac{mM}{(m+M)\cdot k}}$$

$$T=2\pi\sqrt{\frac{m}{k}}$$

Определить минимальную
скорость пролёта

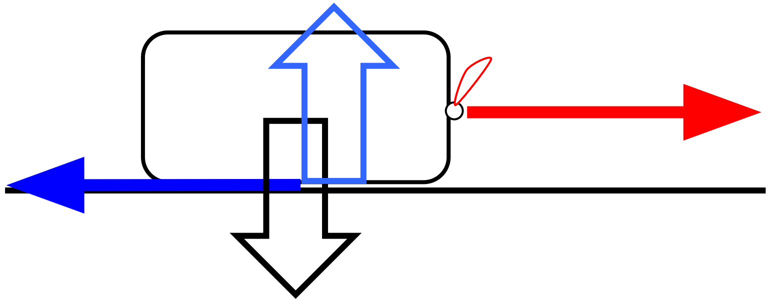


$$\frac{mM}{m+M}\frac{v^2}{2} = F \cdot L$$

$$\frac{m_1 \cdot m_2}{m_1 + m_2} \cdot \frac{(v_1 - v_2)^2}{2} = \frac{3}{2} R \cdot \Delta T$$

$$\Delta T = \frac{m_1 \cdot m_2}{m_1 + m_2} \cdot \frac{(v_1 - v_2)^2}{3R}$$

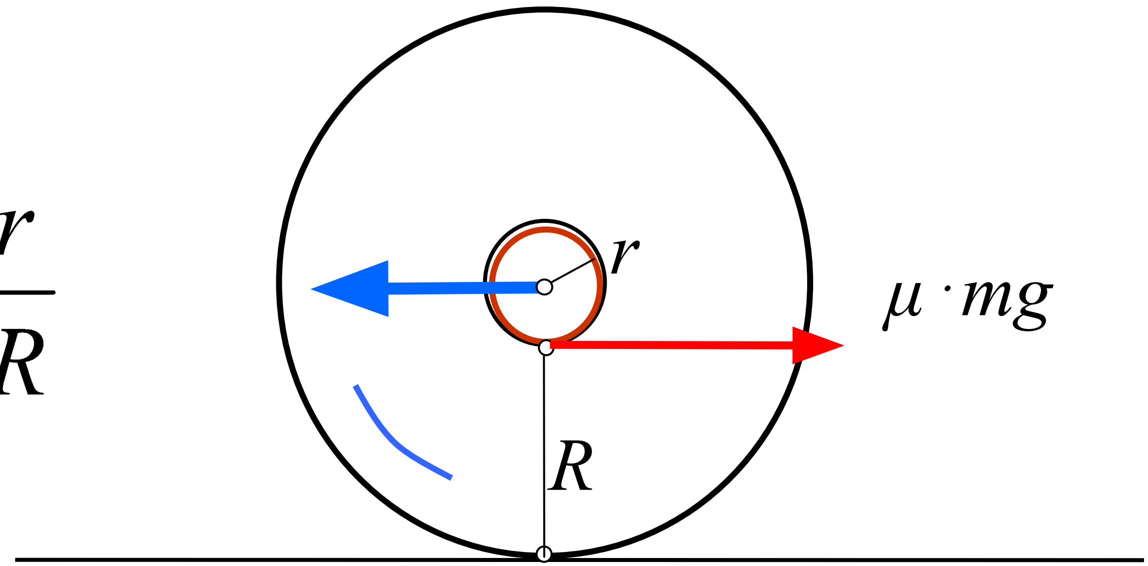
Физика колеса



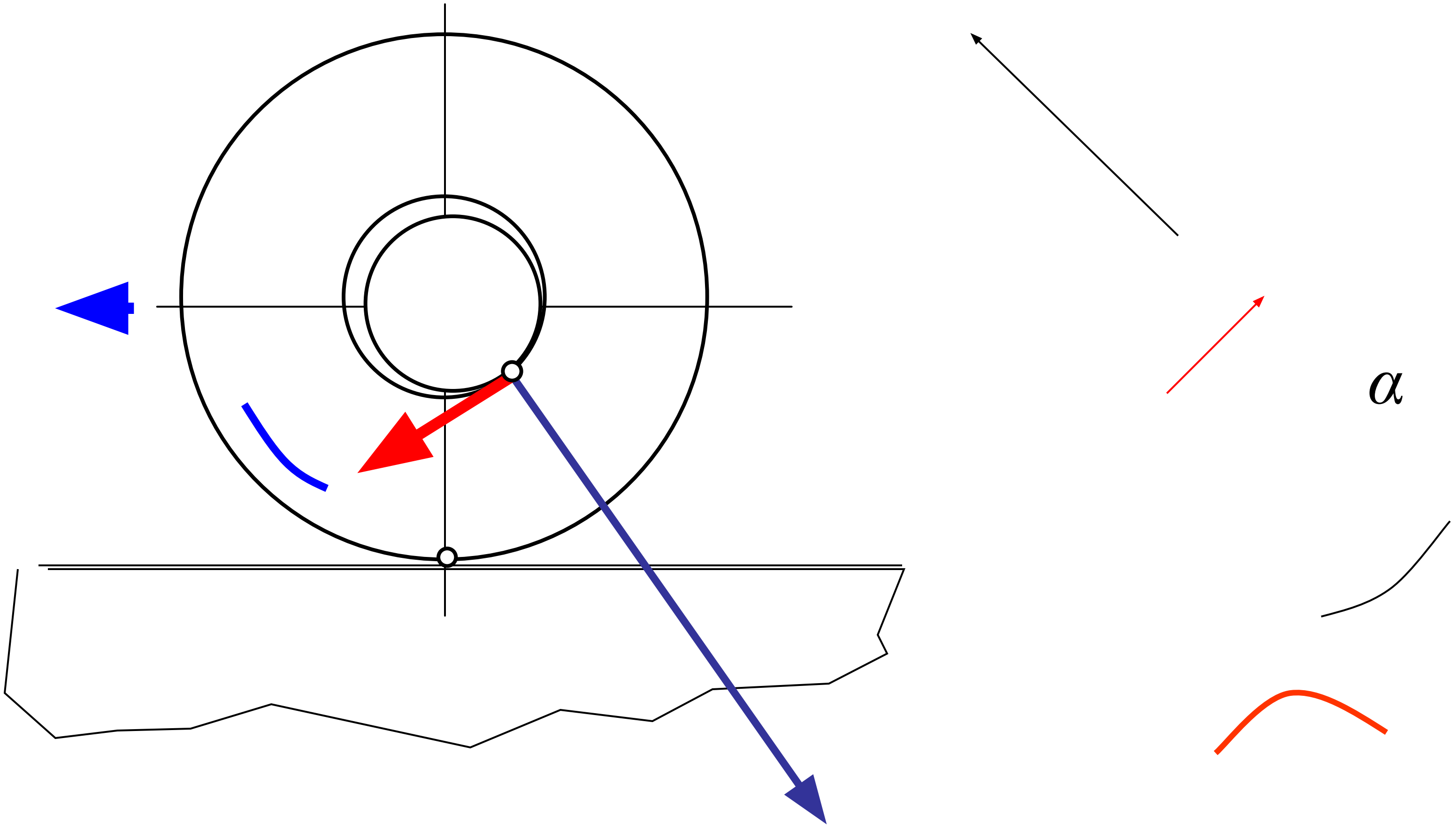
$$k = \frac{\mu \cdot m g}{F} = \frac{R}{r}$$

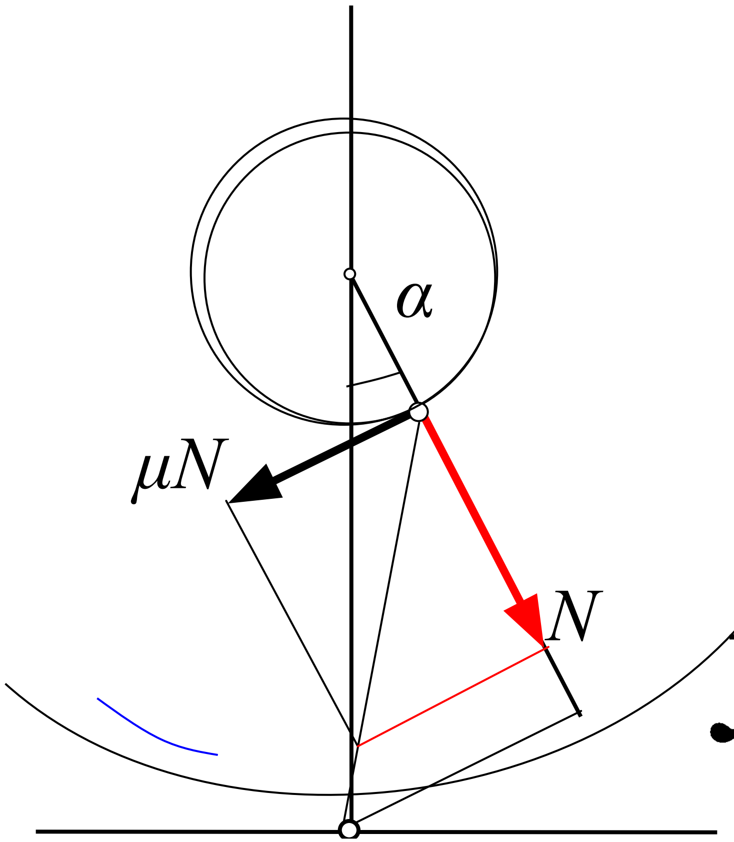
$$F \cdot 2\pi R \cdot n = \mu m g \cdot 2\pi r \cdot n$$

$$F = \mu \cdot mg \cdot \frac{r}{R}$$



конструктор





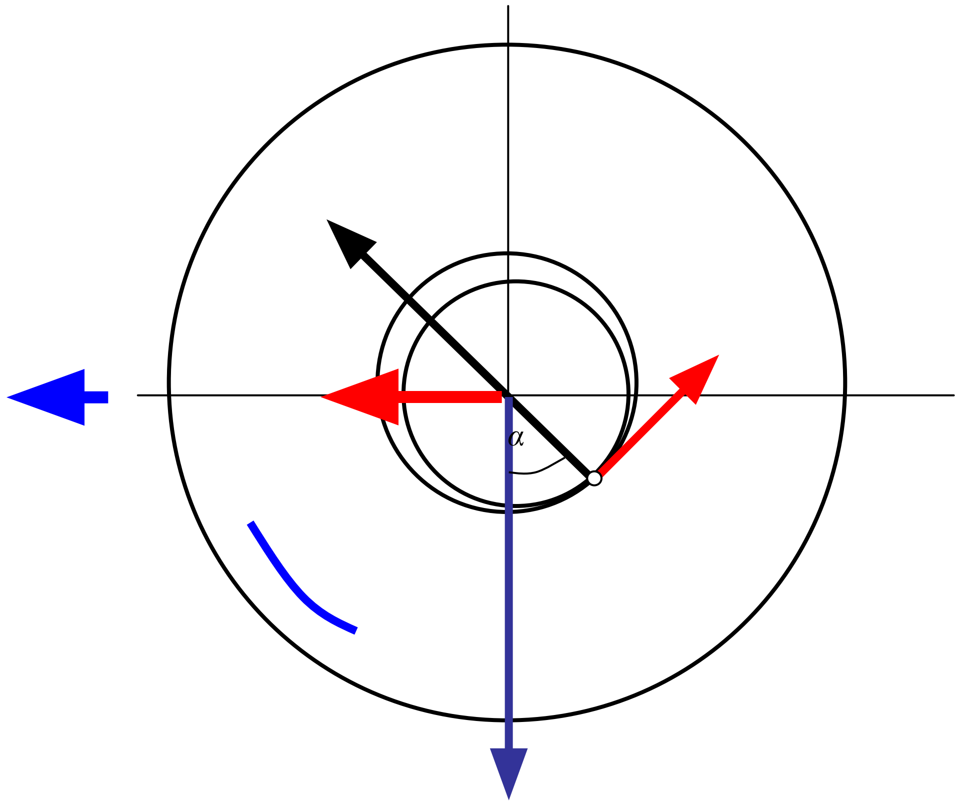
$$x = \frac{\mu - a\sqrt{1+\mu^2-a^2}}{1-a^2}$$

$$a = \mu\frac{r}{R}$$

$$x = tg(\alpha)$$

$$N \cdot R\,Sin(\alpha) = \mu\,N \cdot (R\,Cos(\alpha) - r)$$

$$(1-a^2)x^2 - 2\mu x + \mu^2 - a^2 = 0$$



$$F = mg\frac{\mu - tg(\alpha)}{1 + \mu \cdot tg(\alpha)}$$

$$\begin{cases} F + N \cdot Sin(\alpha) - \mu \cdot N \cdot Cos(\alpha) = 0 \\ N \cdot Cos(\alpha) + \mu \cdot N \cdot Sin(\alpha) - m\,g = 0 \end{cases}$$

$$x = \frac{\mu - a\sqrt{1+\mu^2 - a^2}}{1-a^2} \approx \mu - a\sqrt{1+\mu^2}$$

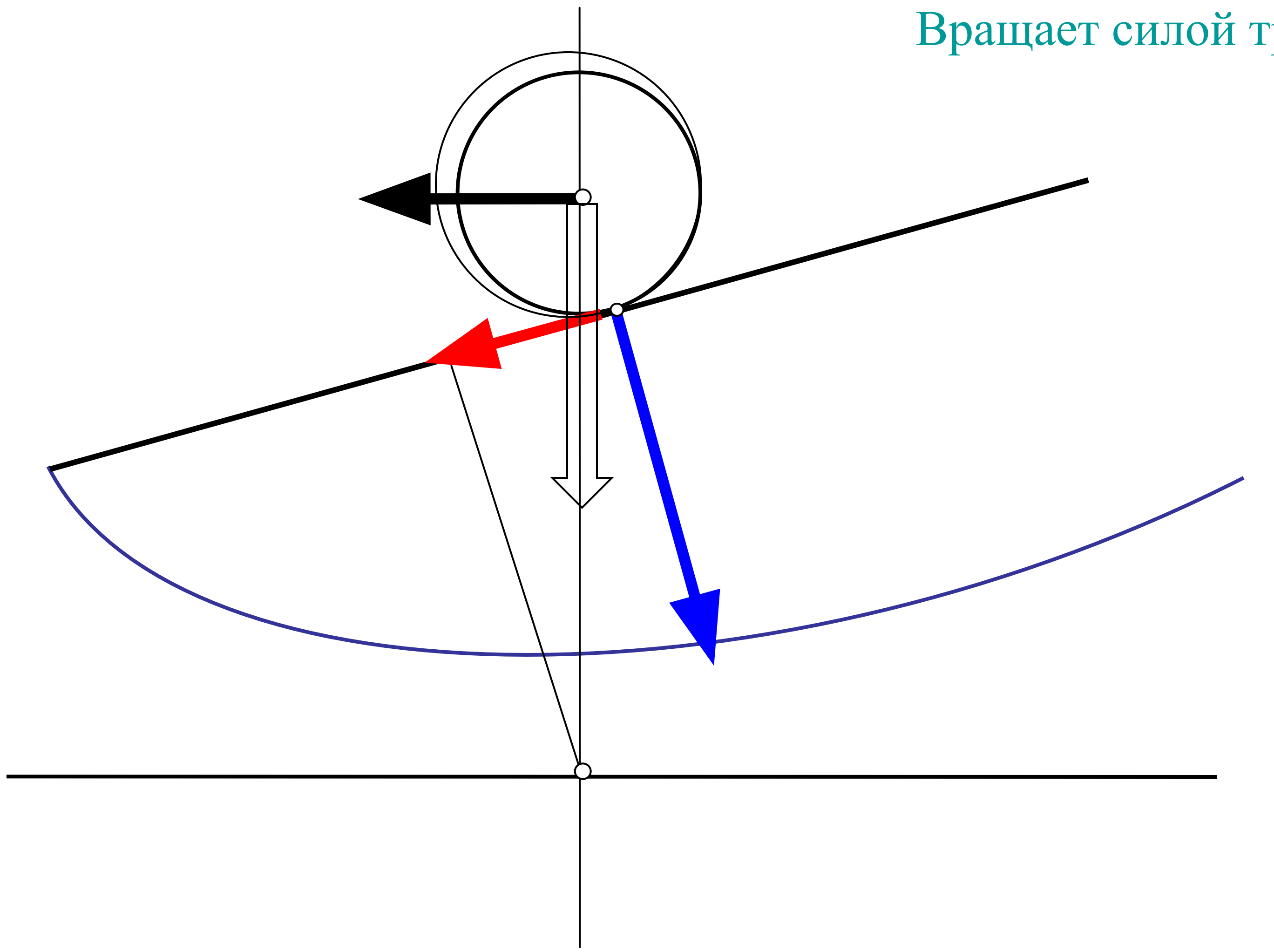
$$F = mg\,\frac{\mu - tg(\alpha)}{1+\mu\cdot tg(\alpha)}$$

$$F = \mu\cdot mg\,\frac{r}{R}\,\frac{}{\sqrt{1+\mu^2}}$$

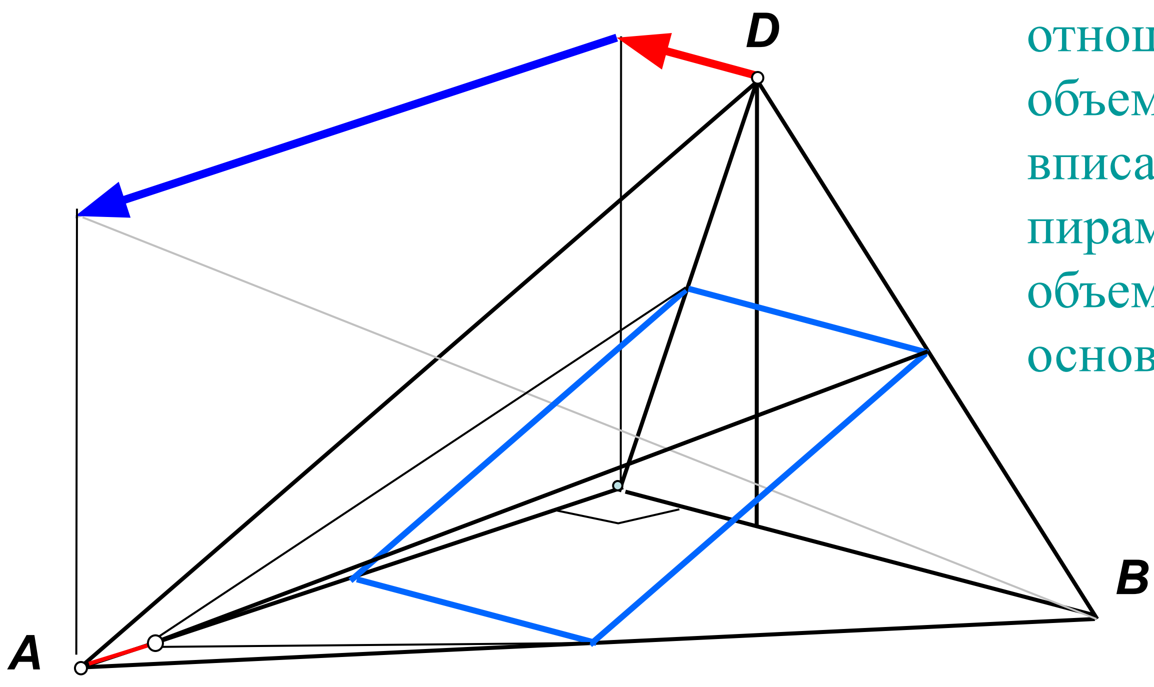
$$k = \frac{\mu\, m\, g}{F} = \frac{R}{r\sqrt{1+\mu^2}}$$

Рычаг второго рода

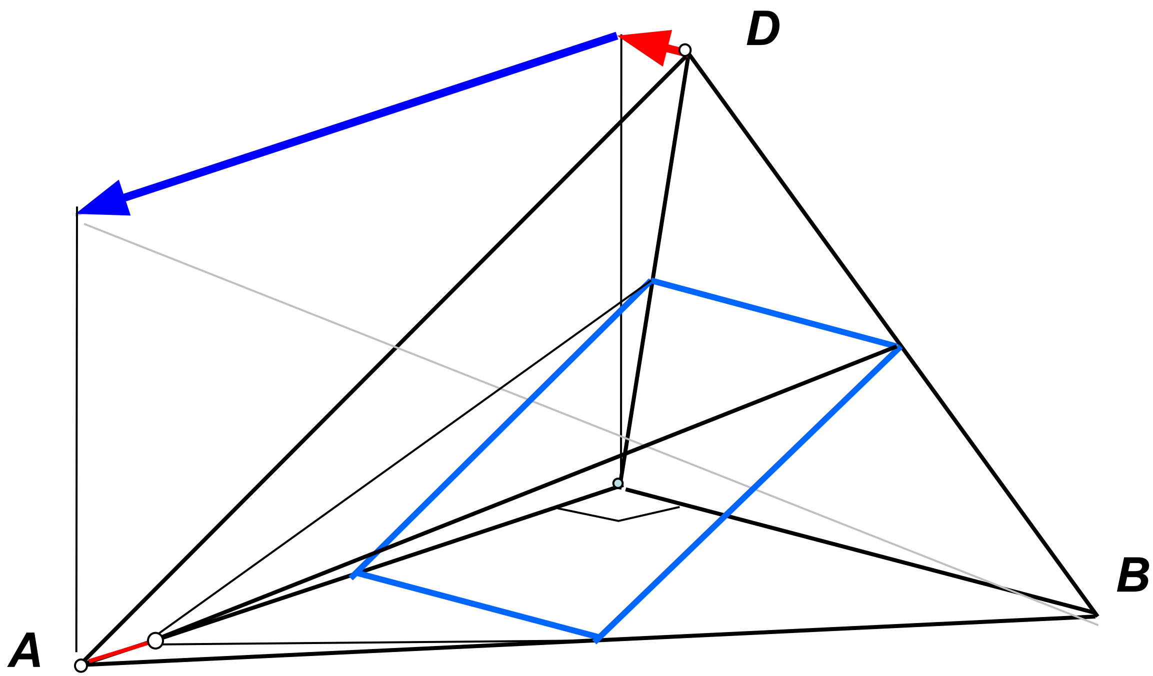
Вращает силой трения

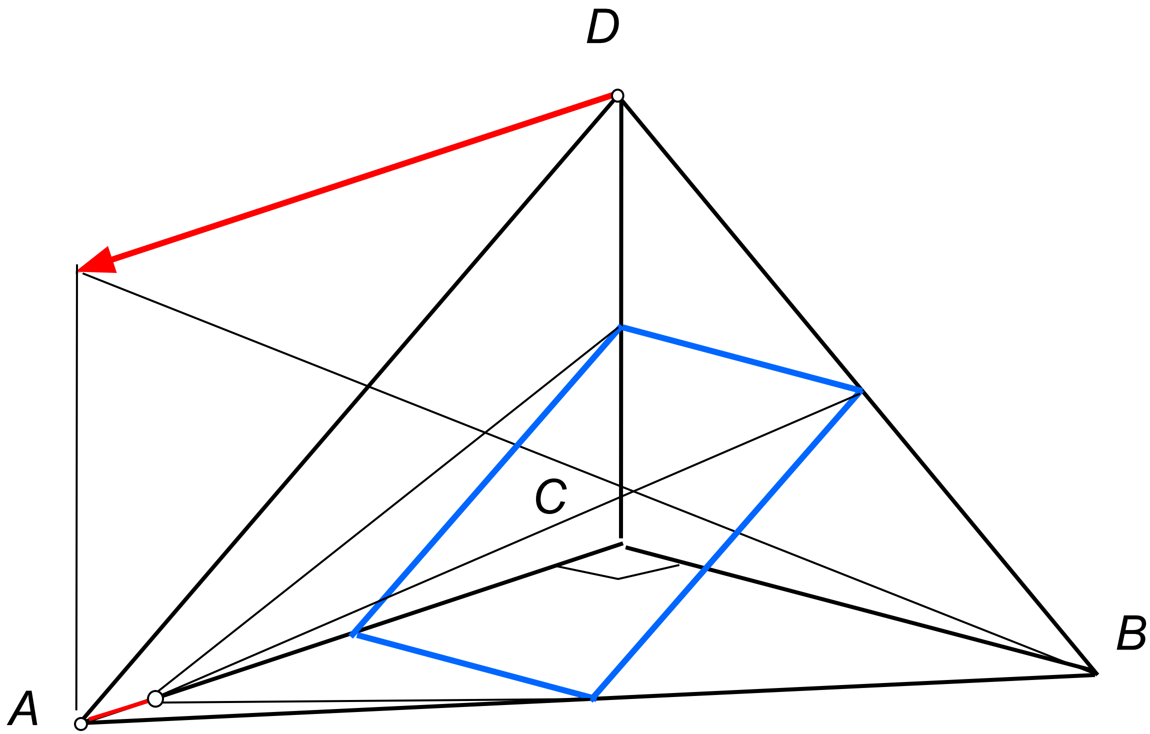


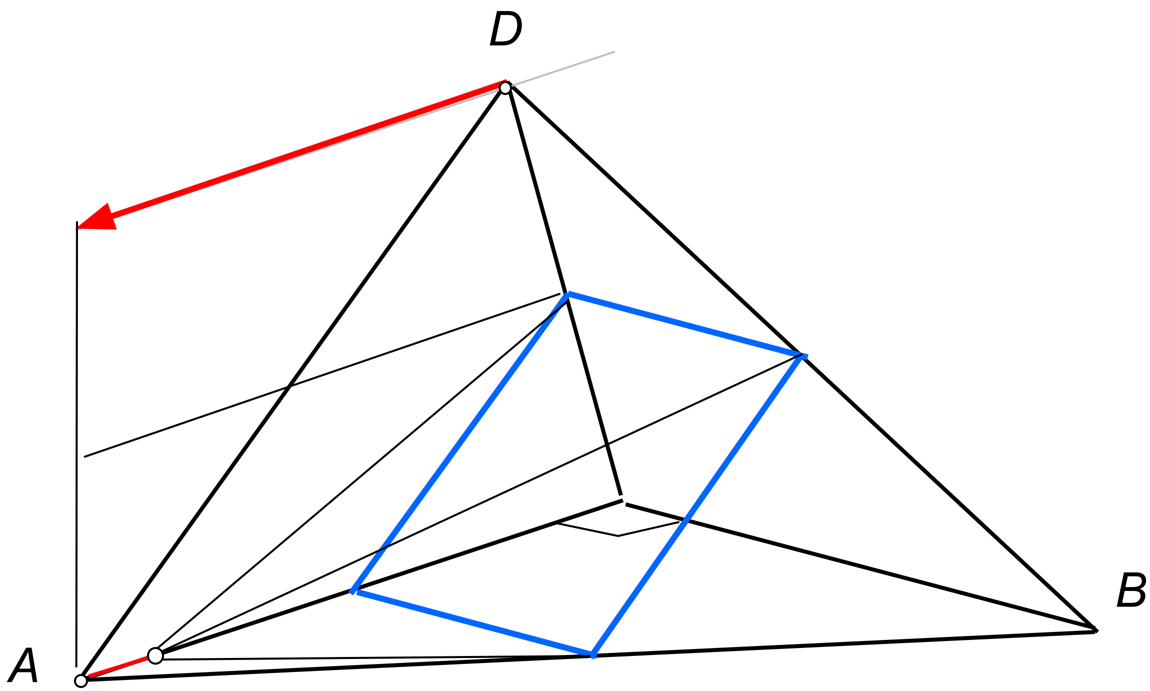
Моделирование **геометрия**

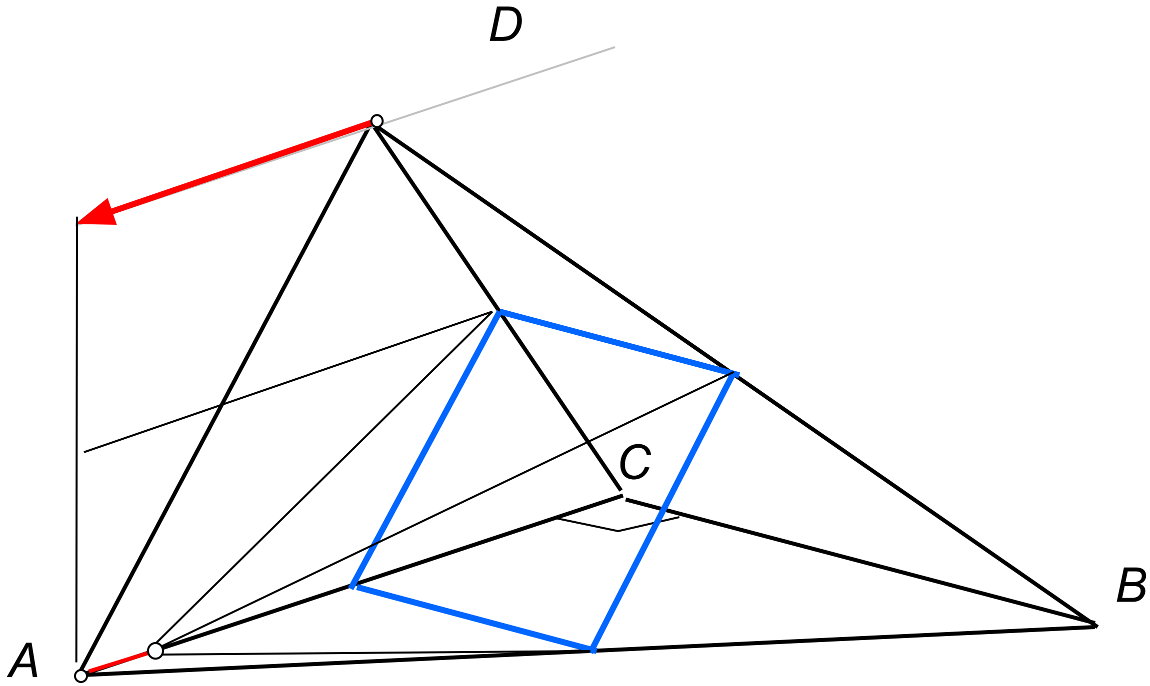


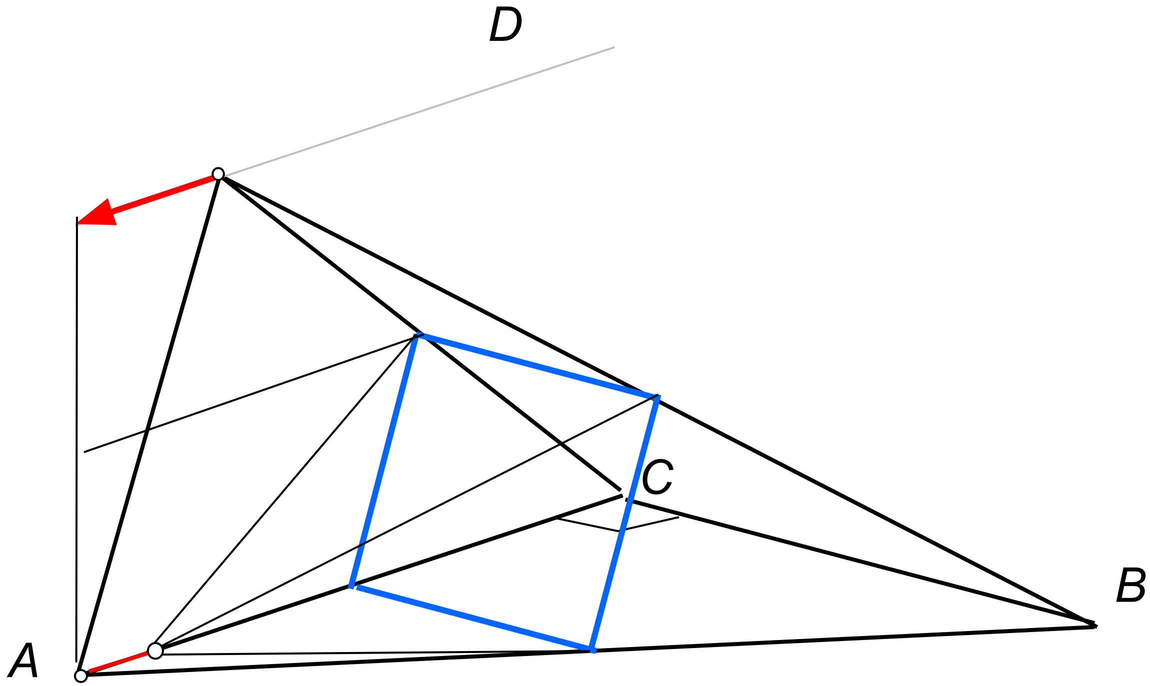
Определить отношение объемов (объем вписанной пирамиды к объему основной)

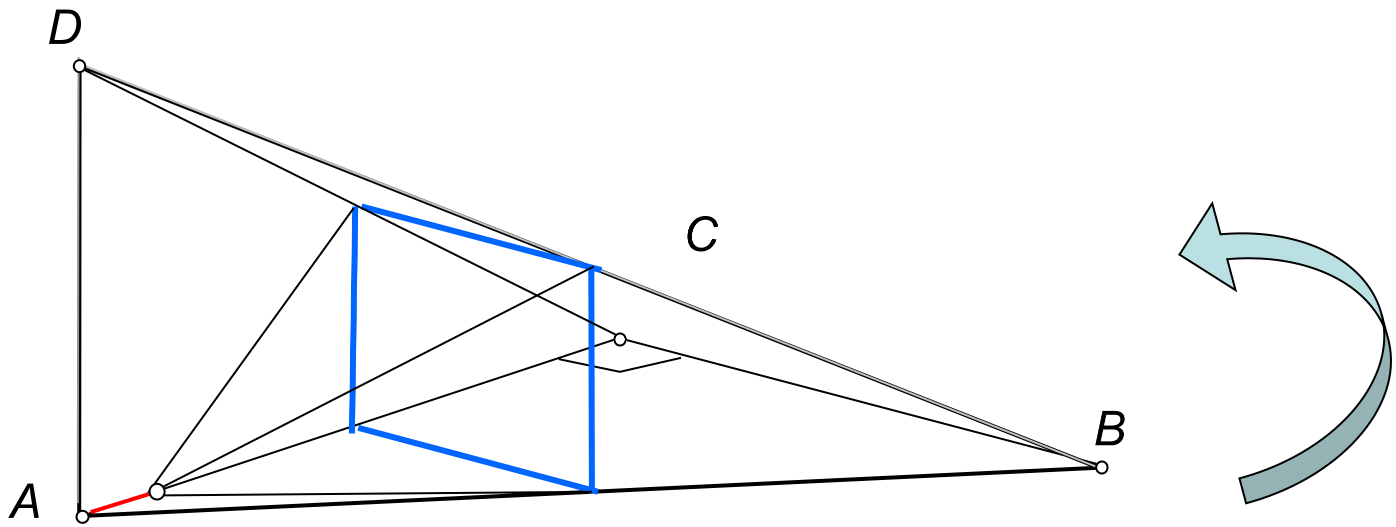

D
A
B

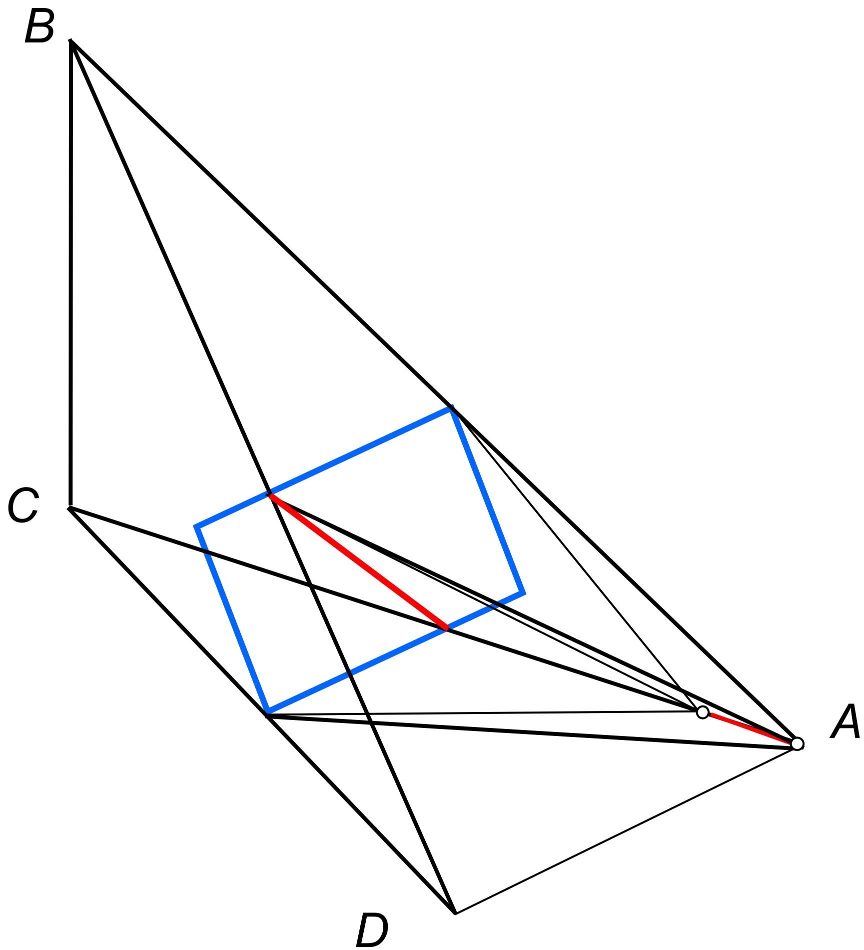

D
C
A
B


D
A
B

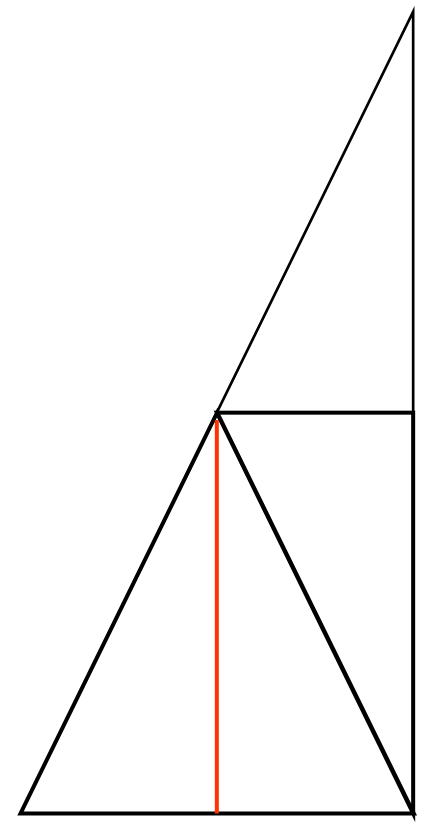

D
C
B
A


D
C
B
A

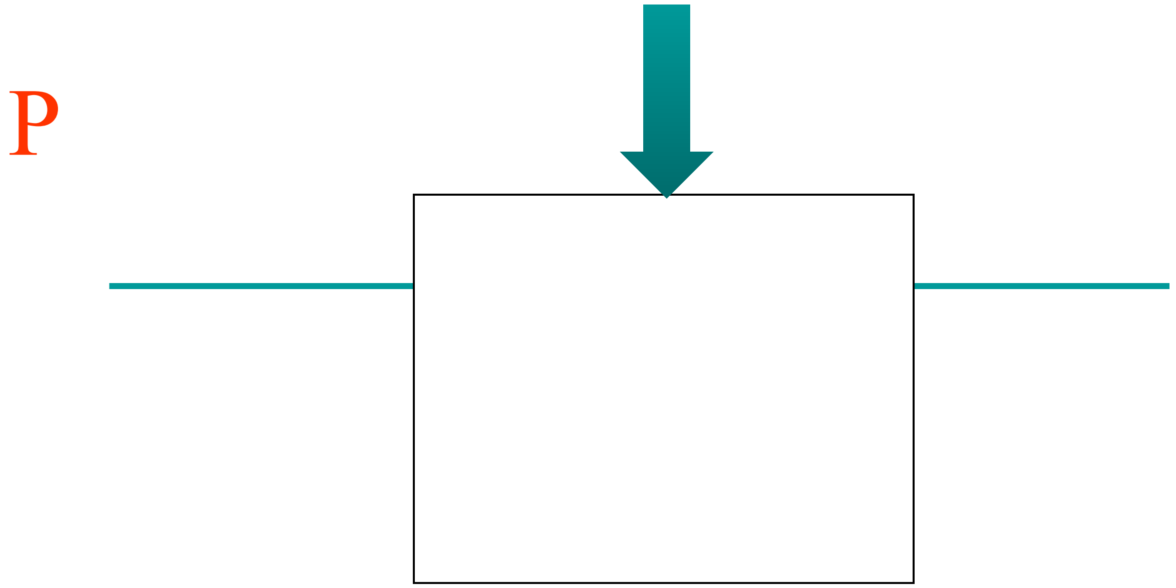

D
C
B
A



$$\frac{1}{4}\cdot\frac{1}{2}\cdot 2\cdot\frac{4}{5}=\frac{1}{5}$$



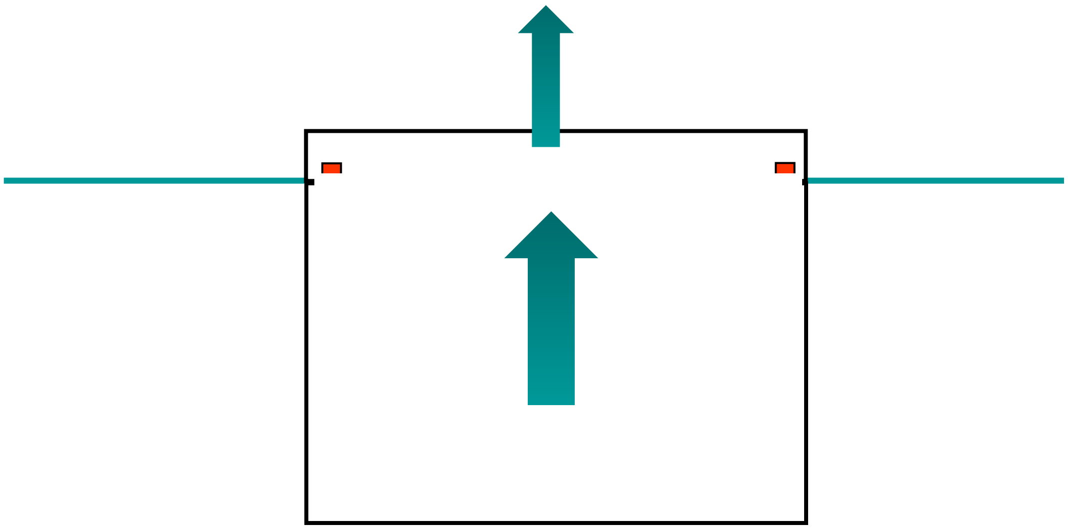
Моделирование



Как изменится глубина погружения при увеличении атмосферного давления?

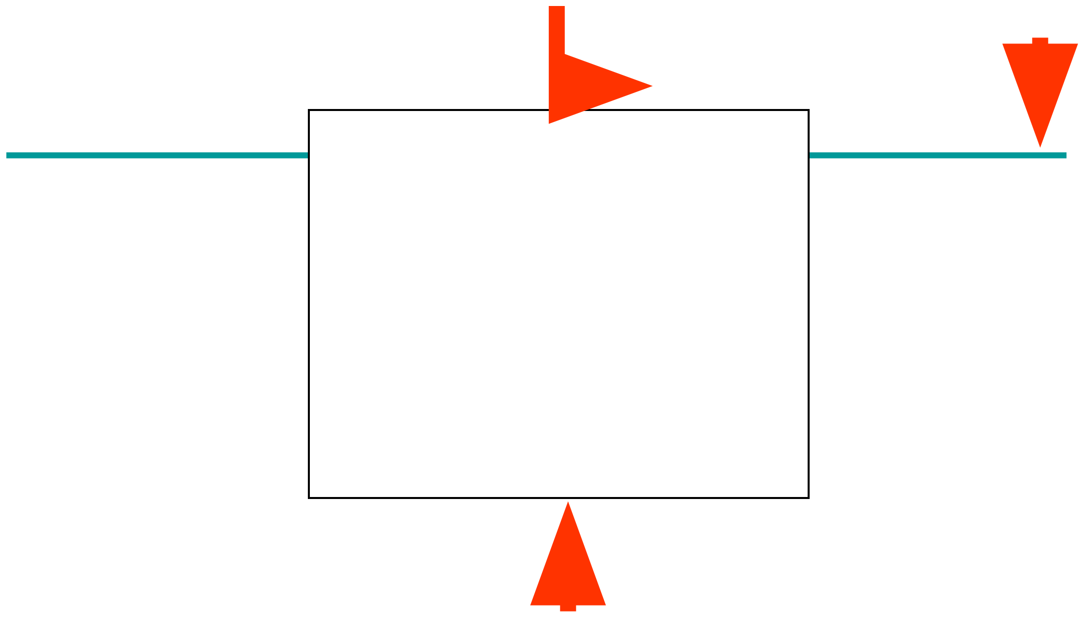
Моделирование

P

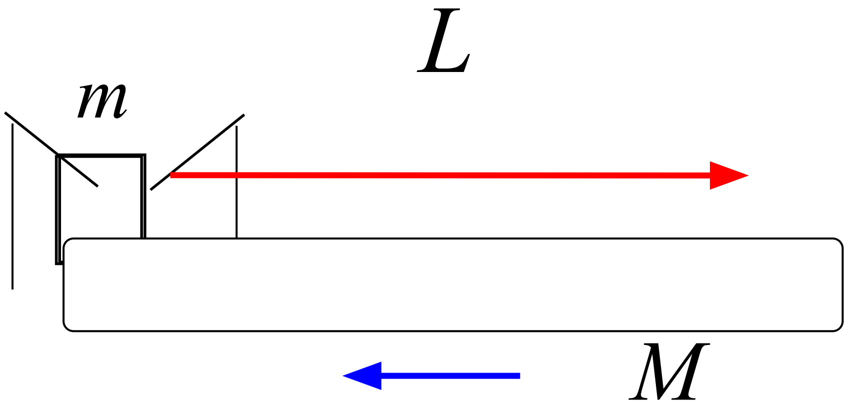


Моделирование

P

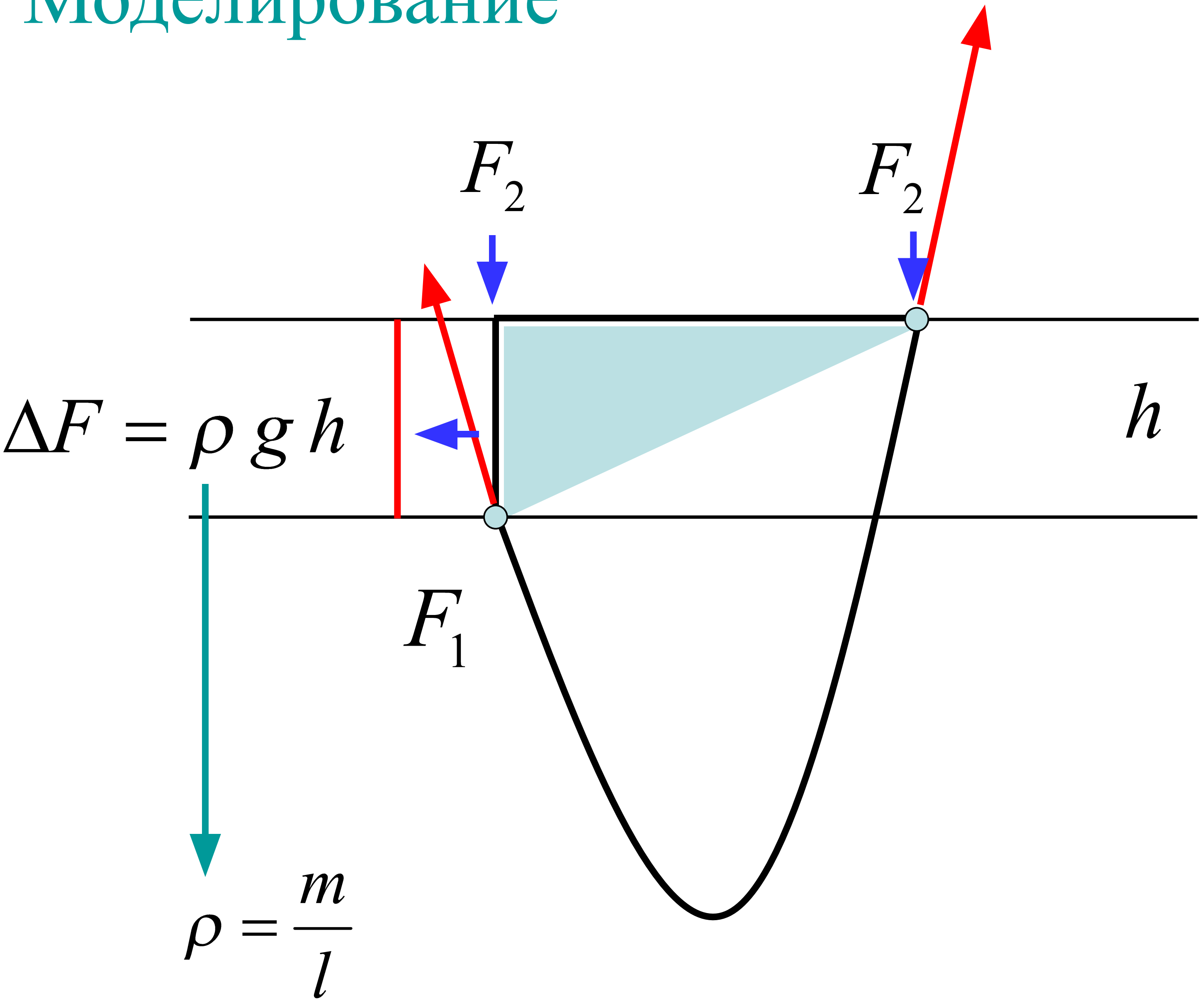


Моделирование



$$x_0 = \frac{m \cdot x_1 + M \cdot x_2}{m + M} \quad \Rightarrow \quad \Delta x_0 = \frac{m \cdot L}{m + M} \quad \Rightarrow \quad s = -\frac{m \cdot L}{m + M}$$

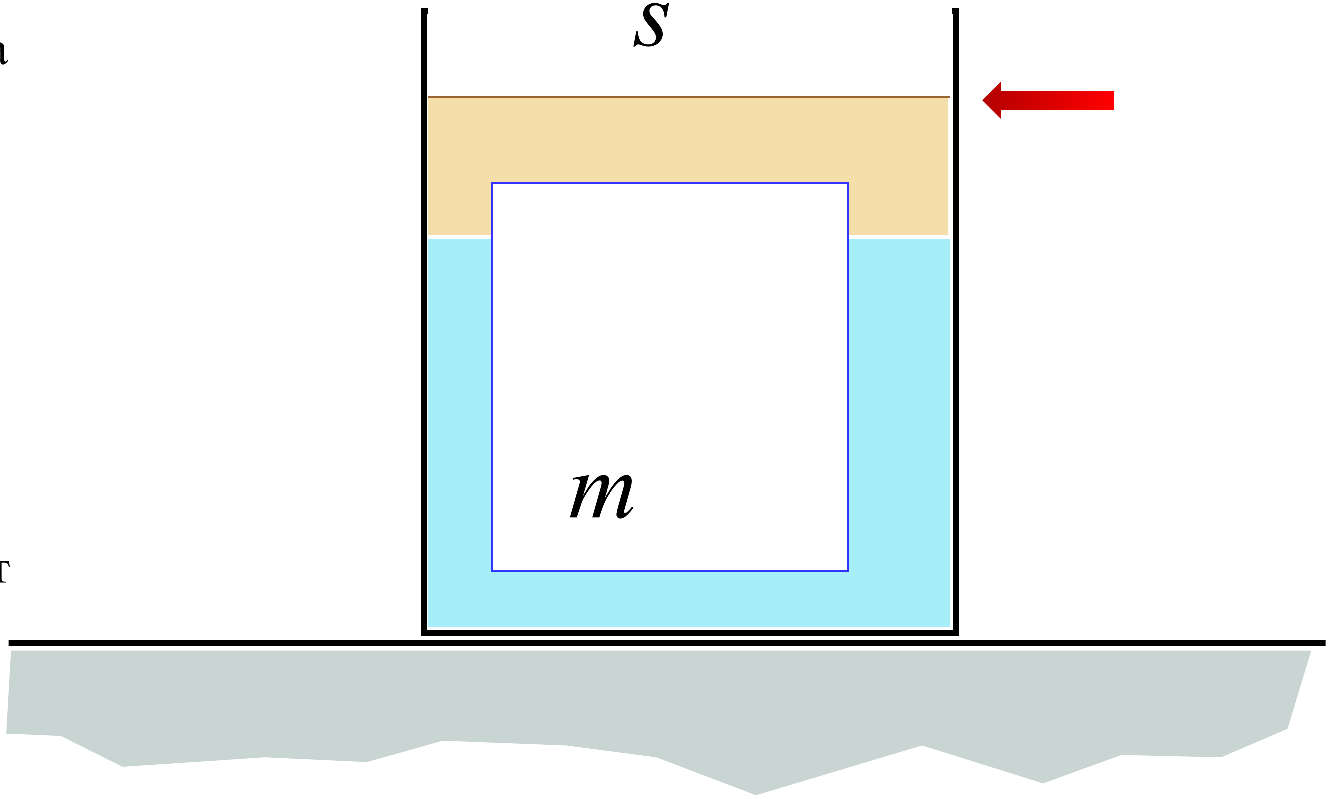
Моделирование

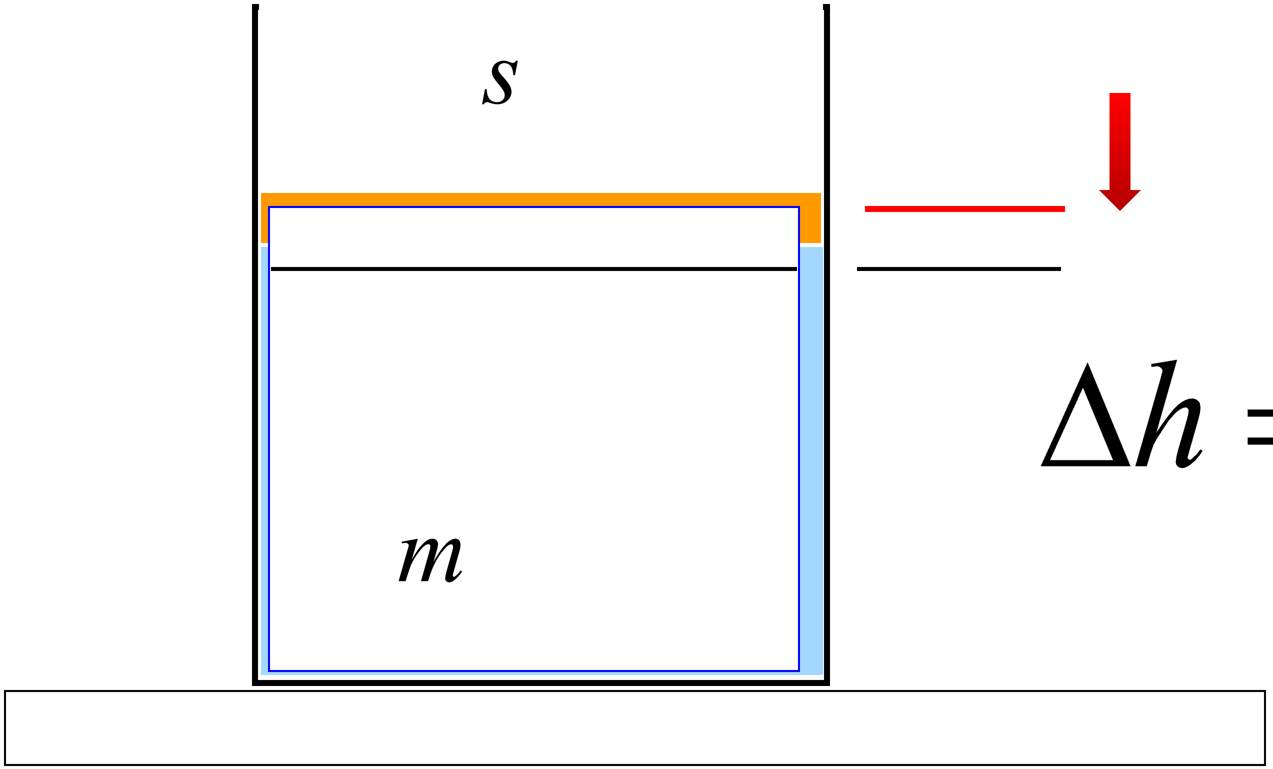


Моделирование

Задача.

В цилиндрическом сосуде в воде плавает лед. Масса льда m, площадь сечения сосуда равна S. В сосуд доливают керосин до некоторого уровня. При этом, керосин покрывает лед. Определите изменение уровня керосина после таяния льда.



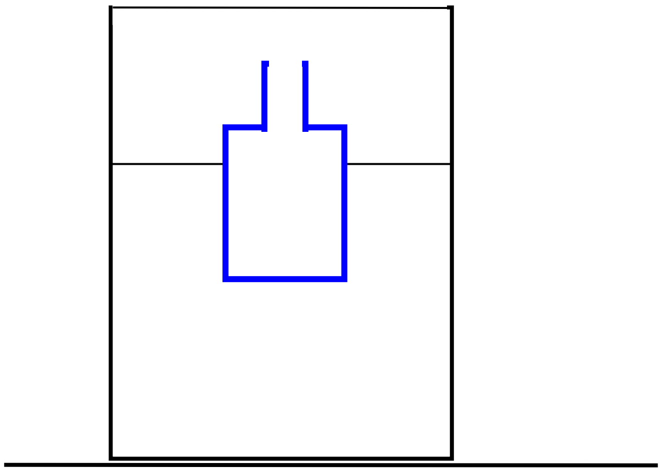


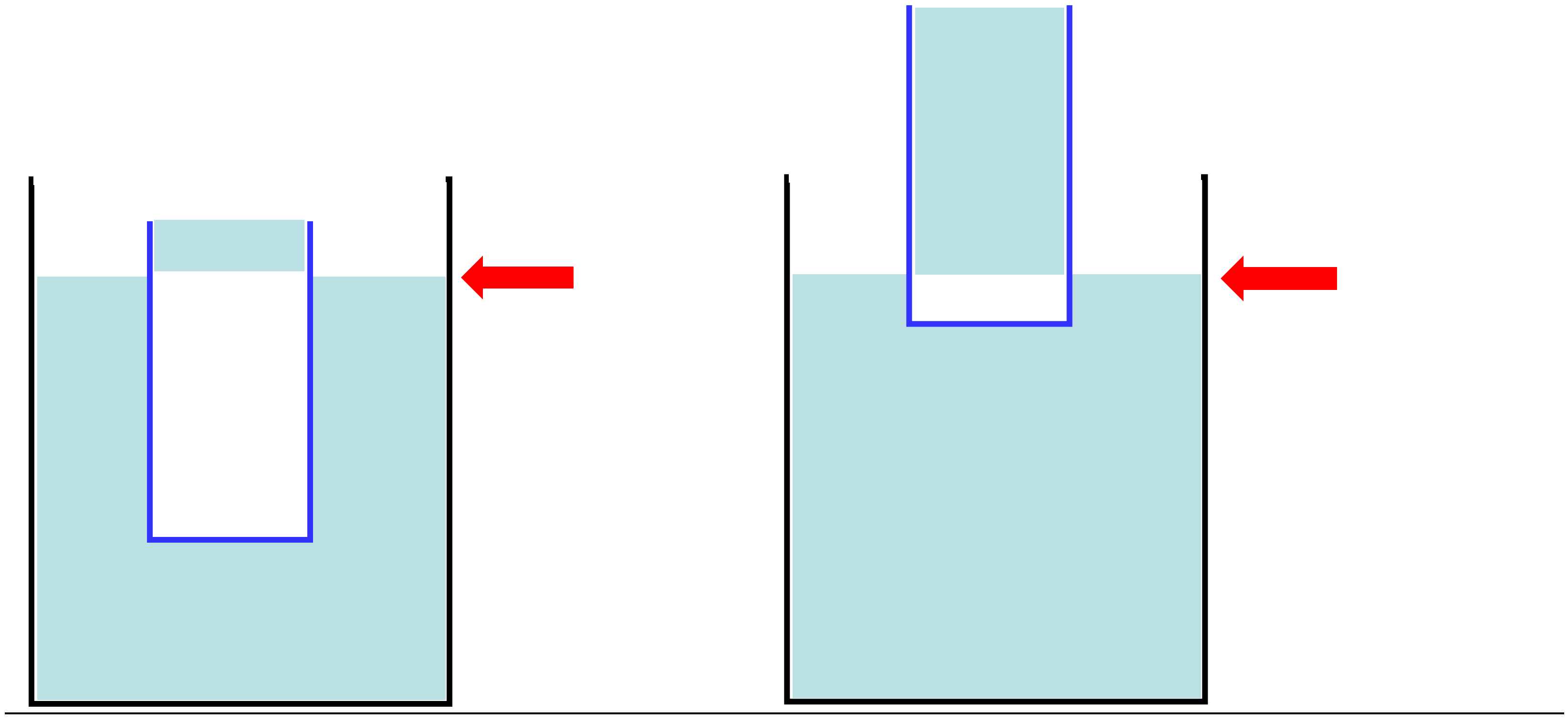
$$h = \frac{m}{\rho_л s}$$

$$\Delta h = 0{,}1h$$

Задача 1 (11 класс, олимпиада 2012)

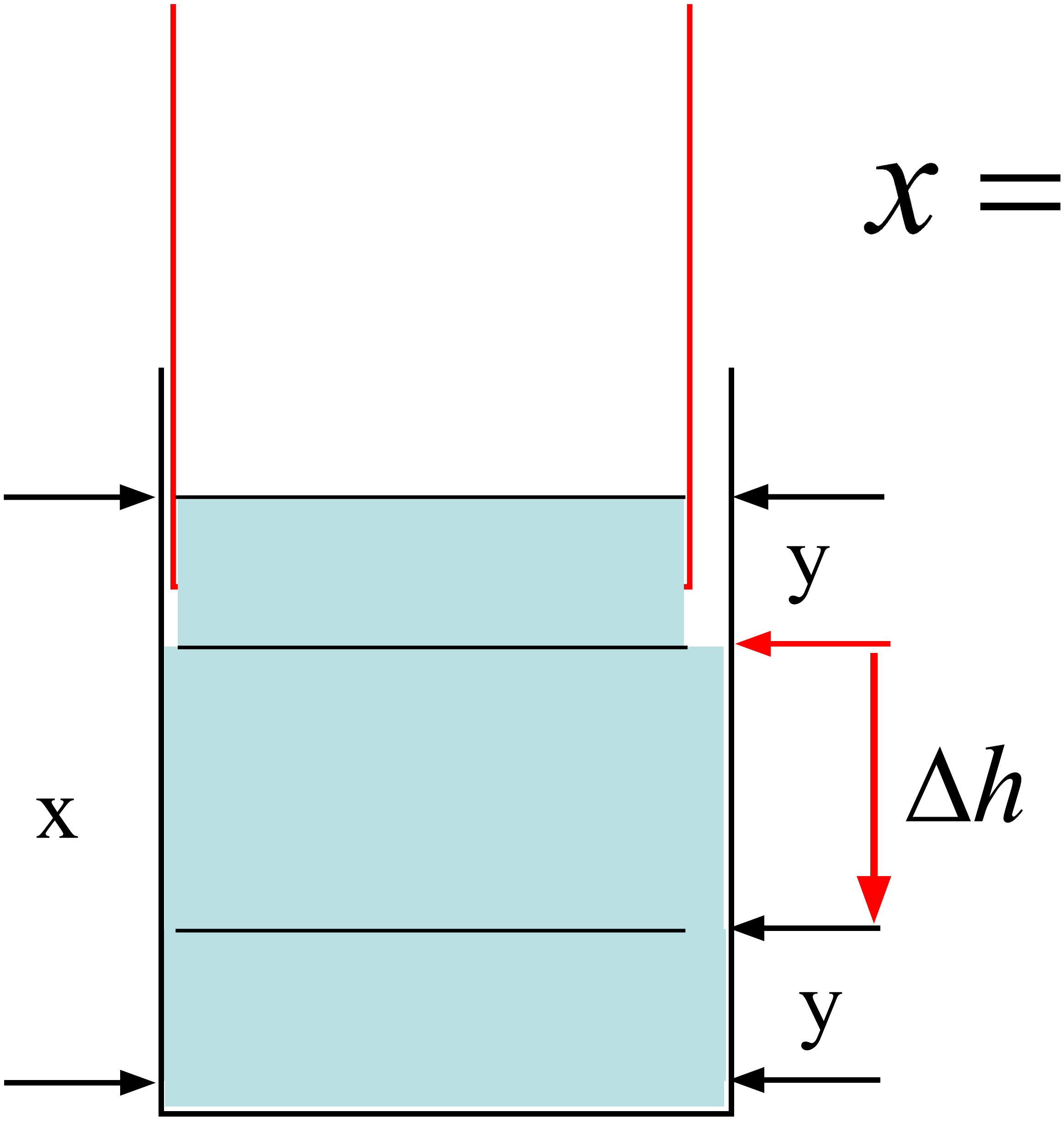
Пусть стеклянная бутылка плавает в цилиндрическом сосуде с водой. Внутренняя площадь дна сосуда S = 250 см2. Из чайника в бутылку медленно наливают воду и, когда масса воды достигнет m = 300 г, бутылка начинает тонуть. Оказалось, что когда весь воздух из бутылки вышел, уровень воды в сосуде изменился на Δh = 0,60 см по сравнению с тем моментом, когда в бутылку начали наливать воду. Вычислите вместимость бутылки.





$\pm \Delta h$

$$x = 2 \cdot y \pm \Delta h$$



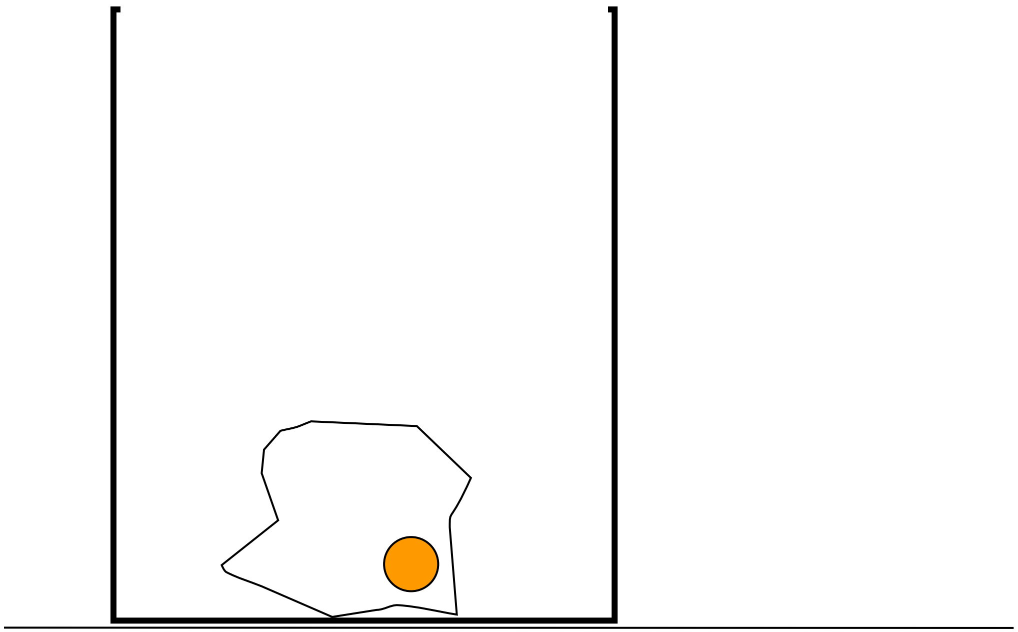
Цилиндрический сосуд заполнен водой. В него опускают льдинку, внутри которой находится золотое украшение. Льдинка тонет, и уровень воды в сосуде повышается на величину *h*. После того, как лед растаял, уровень воды в сосуде изменился на величину Δh. Определите:

знак изменения уровня воды в сосуде после таяния льда

объем золотого украшения

силу давления льдинки на дно сосуда в начале опыта.

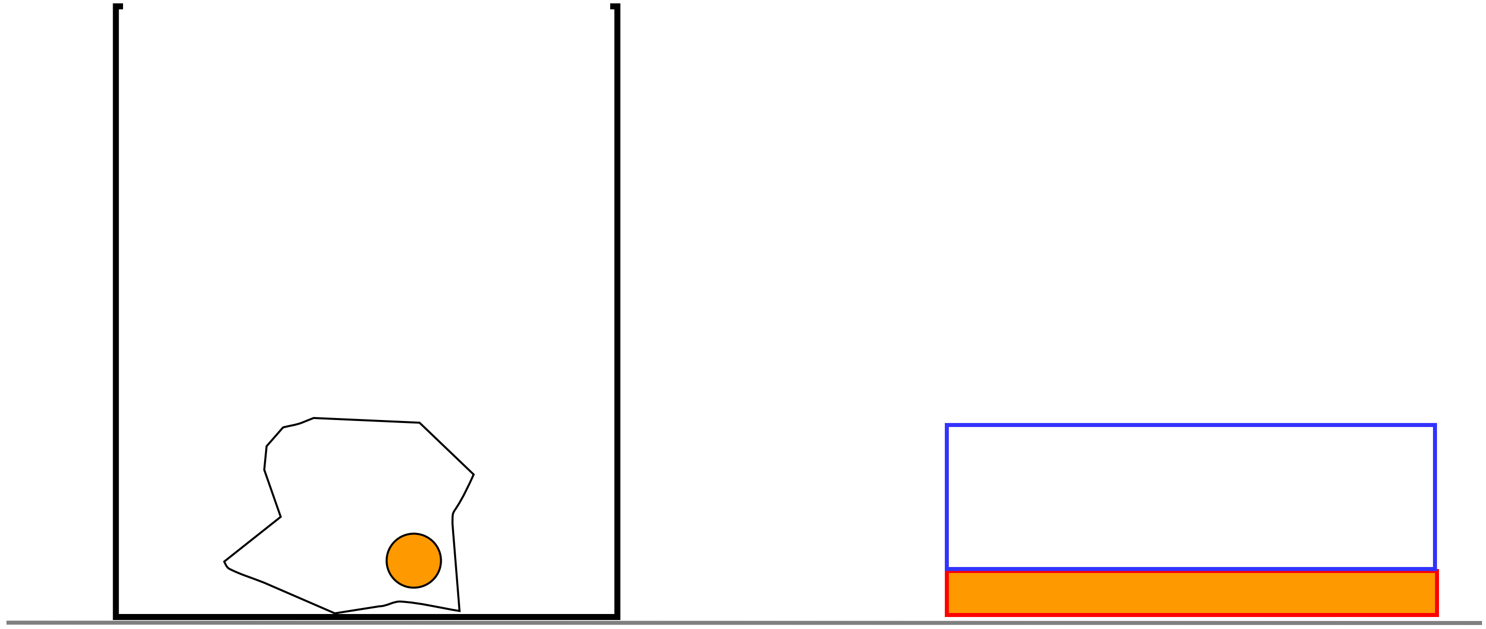
Считать известными следующие величины: (площадь сечения сосуда, первое изменение уровня, второе изменение уровня, плотность воды, плотность льда, плотность золота, ускорение свободного падения).

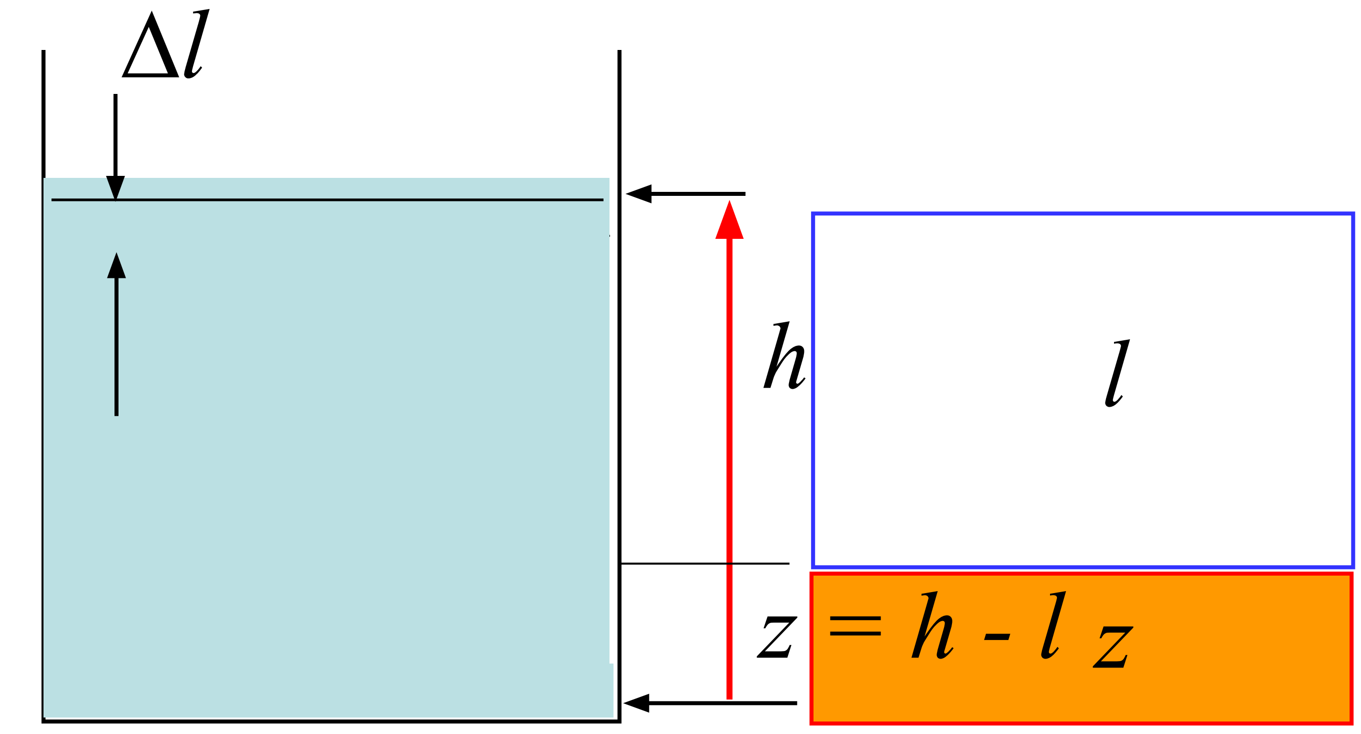


$$S = 16\ см^2,\ \mathrm{h} = 5{,}2\ см,\ \Delta h = 0{,}5\ см,$$

$$\rho_в = 1\ г/см^3,\ \rho_л = 0{,}9\ г/см^3,$$

$$\rho_з = 19{,}3\ г/см^3,\ \mathrm{g} = 10\ \mathrm{м/с}^2$$





$$\Delta l = 0{,}1 \cdot l \;\Rightarrow\; l = 10 \cdot \Delta l \;\Rightarrow\; z = h - 10 \cdot \Delta h$$

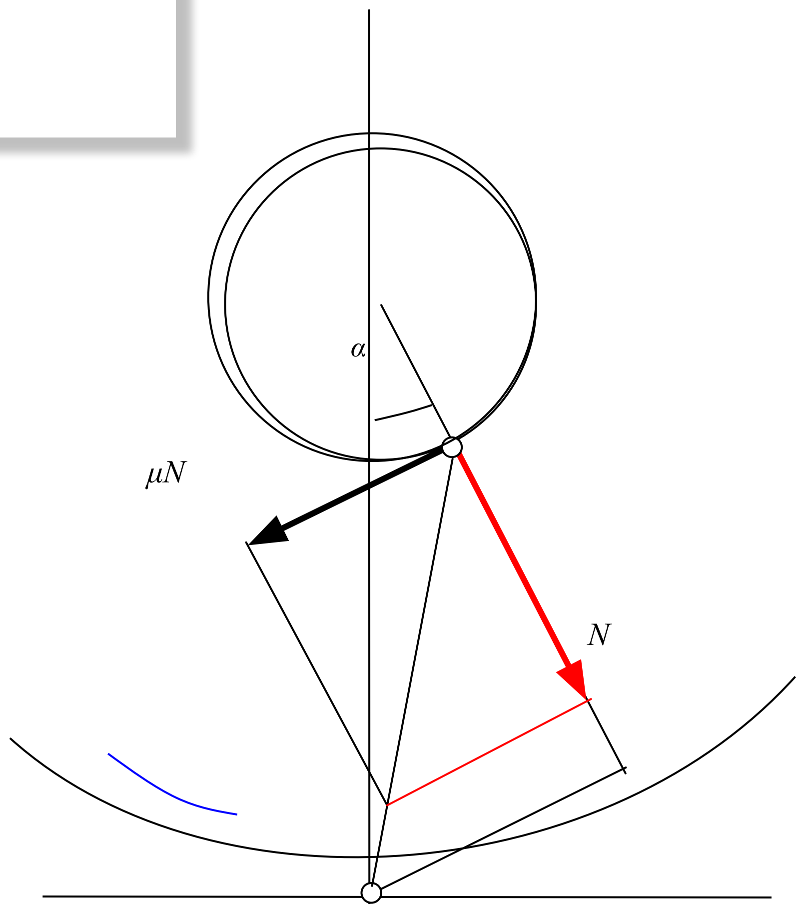
$$S = 16\ см^2,\ \mathrm{h} = 5{,}2\ см,\ \Delta h = 0{,}5\ см,$$

$$\rho_в = 1\ г/см^3,\ \rho_л = 0{,}9\ г/см^3,$$

$$\rho_з = 19{,}3\ г/см^3,\ \mathrm{g} = 10\ \text{м/с}^2$$

$$V_з = S\left(h - 10\cdot\Delta h\right) = 16\left(5{,}2 - 10\cdot 0{,}5\right) = 3{,}2\ см^3$$

Физические задачи 3



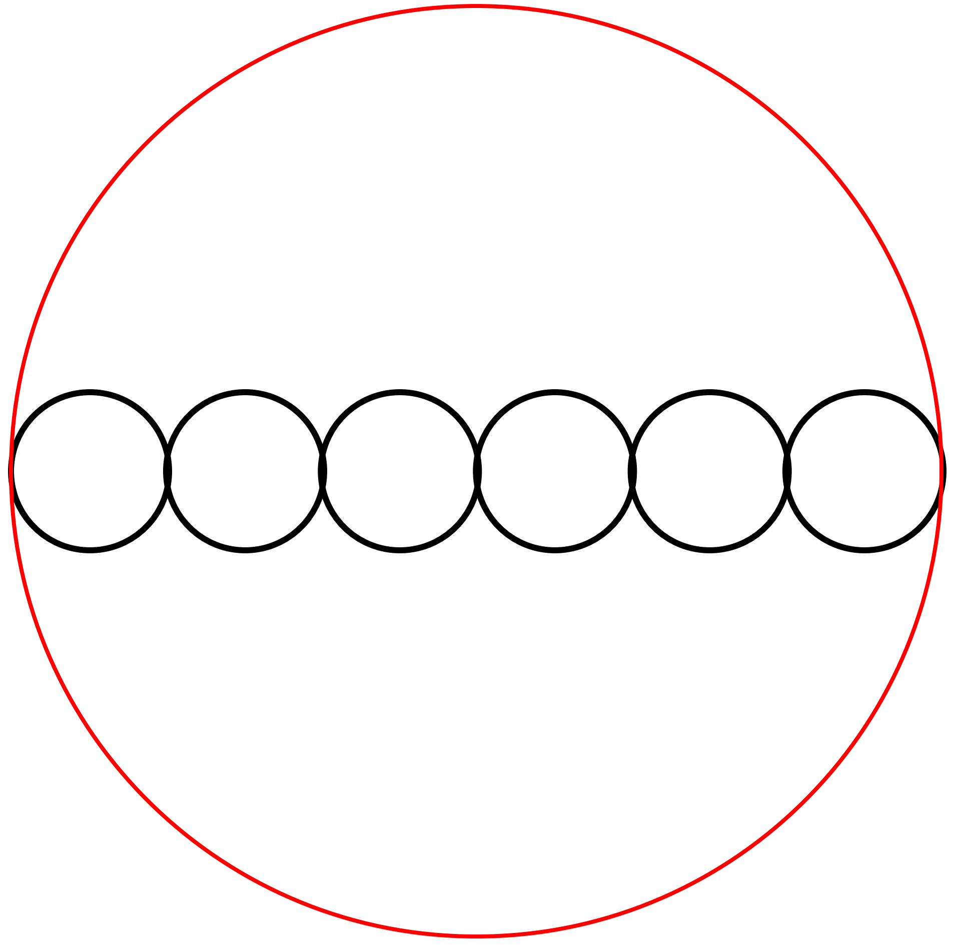
Власов

Анатолий Иванович

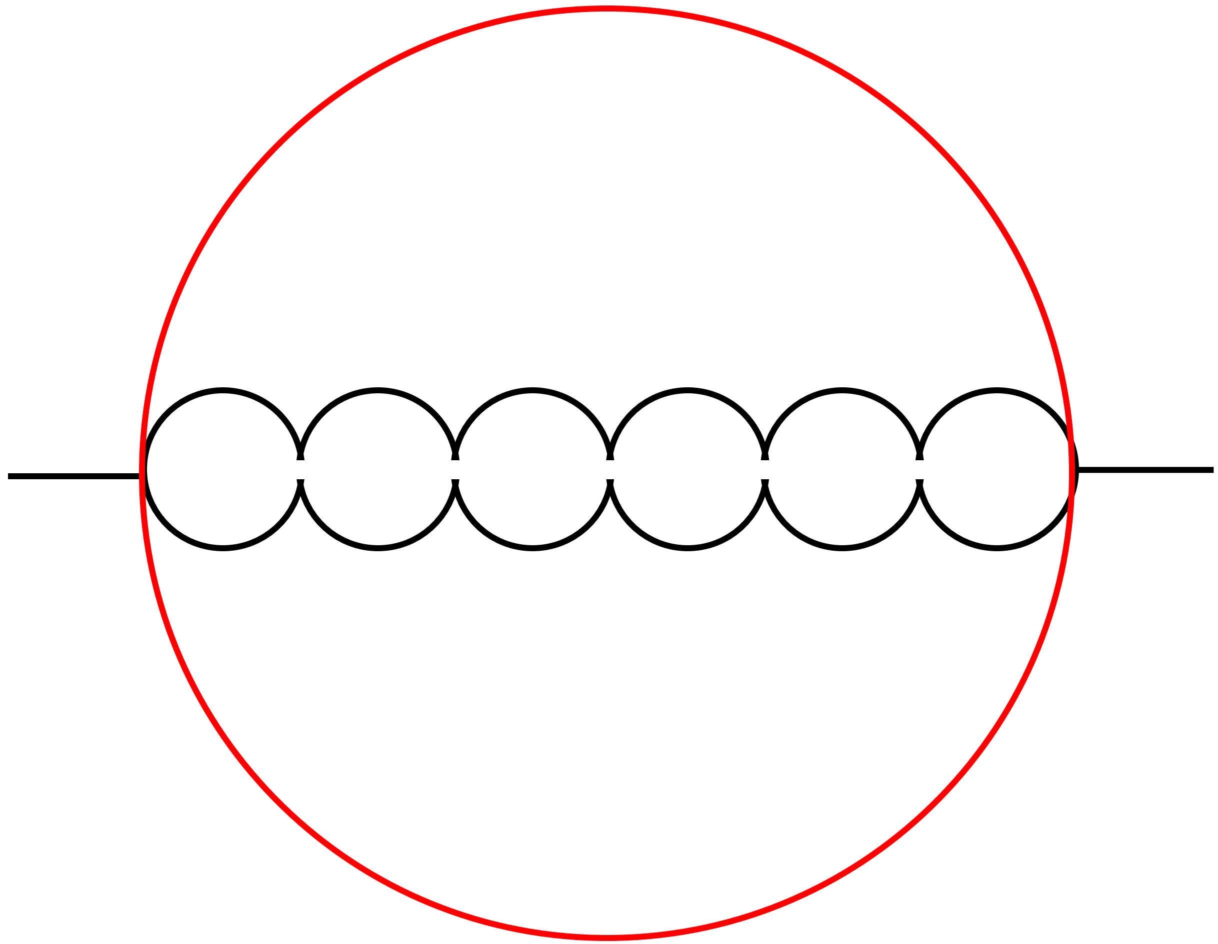
Задача 1

Из куска золота массой m нужно изготовить цепочку, электрическое сопротивление которой должно быть равно R. Физические параметры золота: ρ - плотность, σ - удельное электрическое сопротивление известны. Какой получится длина цепочки?

геометрия



$$(2\pi r)\cdot n = 2\pi R \quad \rightarrow \quad n r = R$$

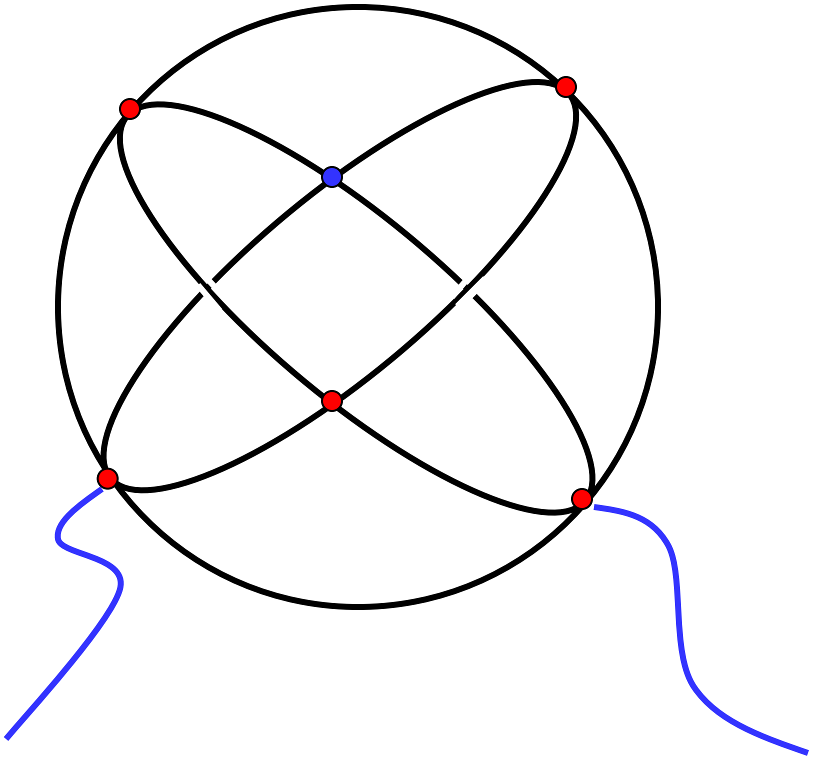


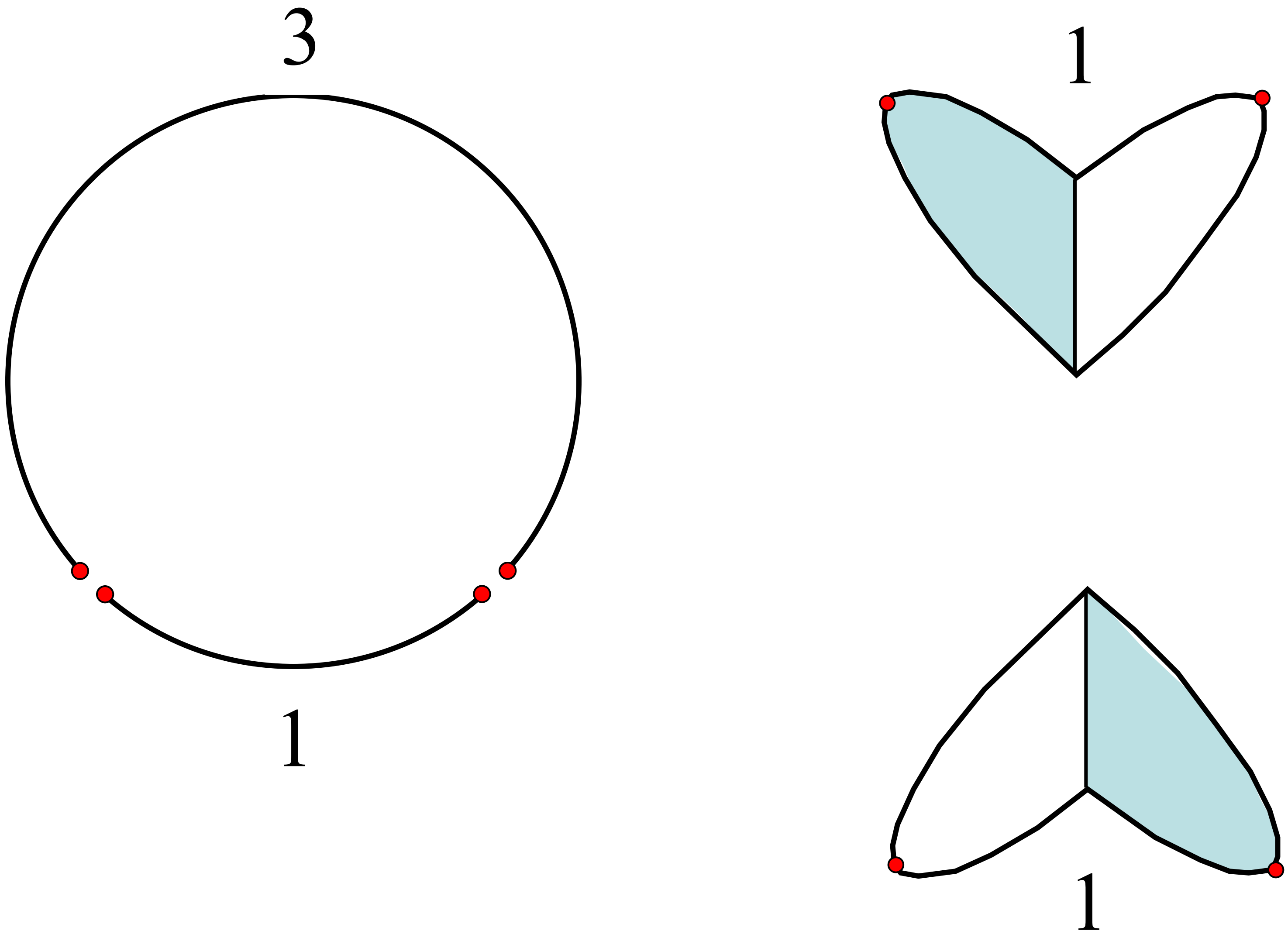
$$\left.\begin{aligned} L &= \frac{m}{\rho \cdot s} \\ R = \frac{1}{4}\sigma\frac{L}{s} \quad \rightarrow \quad L &= \frac{4Rs}{\sigma} \end{aligned}\right\} \rightarrow \quad L = 2\sqrt{\frac{mR}{\rho\sigma}} = \pi \cdot D$$

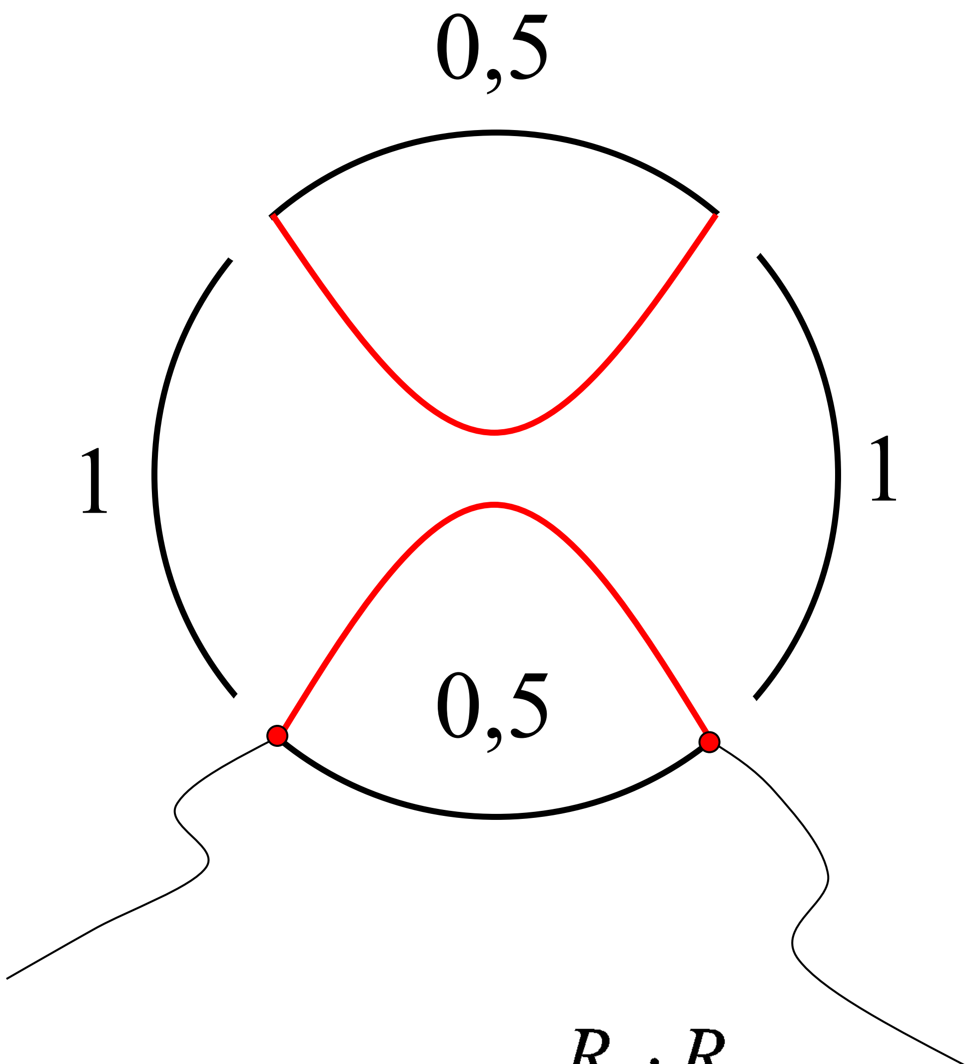
$$D = \frac{2}{\pi}\sqrt{\frac{mR}{\rho\sigma}}$$

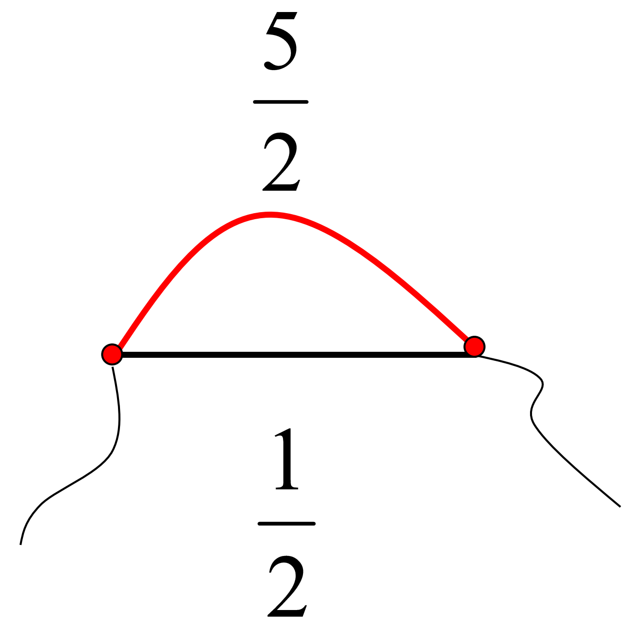
Задача 2.

Из трех одинаковых проволочных колец спаяли «сферическую» конструкцию, схема которой представлена на рисунке. Сопротивление провода одного кольца равно 4 Ома. Определите сопротивление между двумя ближайшими узлами проволочного каркаса.

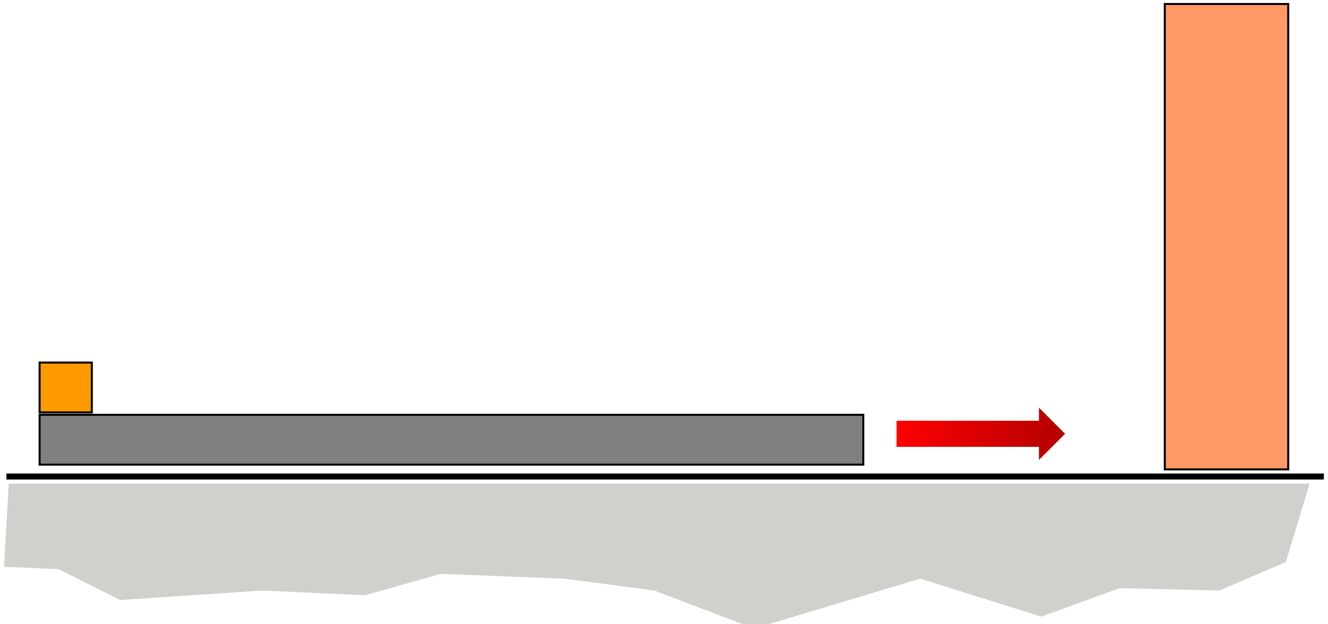



3
1
1
1





$$R=\frac{R_1\cdot R_2}{R_1+R_2}=\frac{1\cdot 5}{2\cdot 2\left(\frac{1}{2}+\frac{5}{2}\right)}=\frac{5}{12}\approx 0{,}5\quad \hat{I}\grave{\imath}$$



Задача 3.

Доска массой M и длины L скользит с некоторой скоростью по гладкой горизонтальной поверхности. На левом краю доски лежит кубик массы m. коэффициент трения между поверхностями кубика и доски равен μ. доска испытывает абсолютно упругий удар о вертикальную стенку. При какой максимальной скорости доски кубик с неё не упадет?

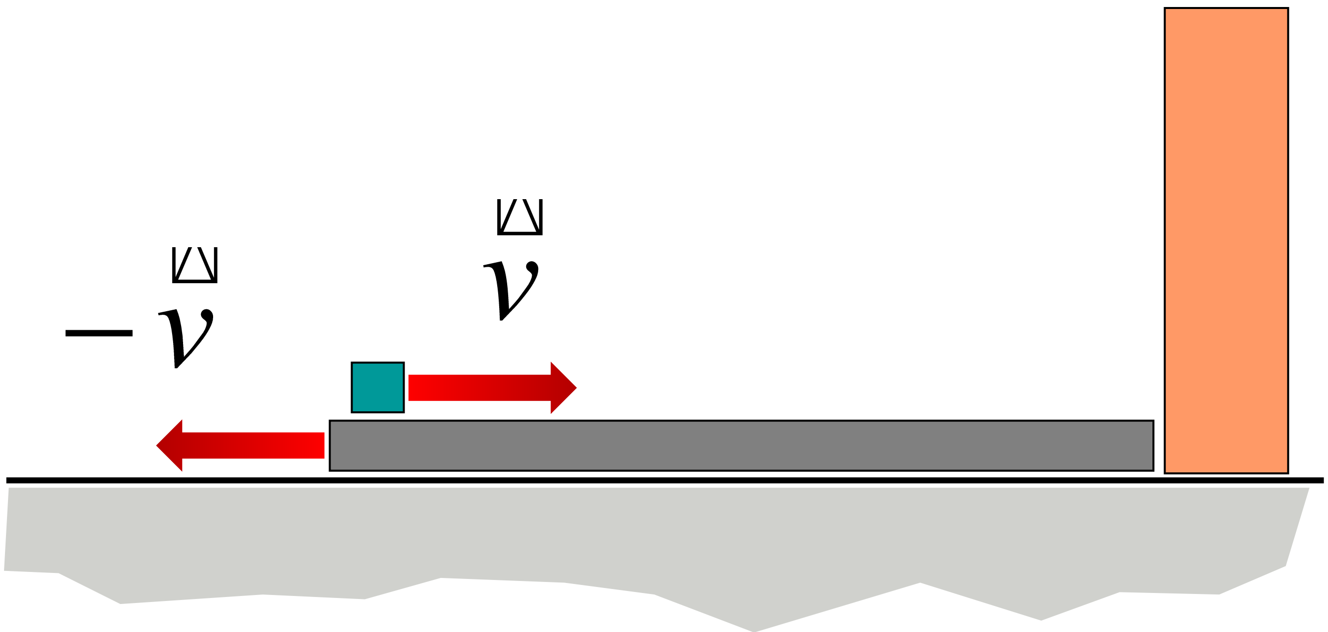
$$E = E_0 + E'$$

$$E = m\frac{\vec{v}_1^{\,2}}{2} + M\frac{\vec{v}_2^{\,2}}{2}$$

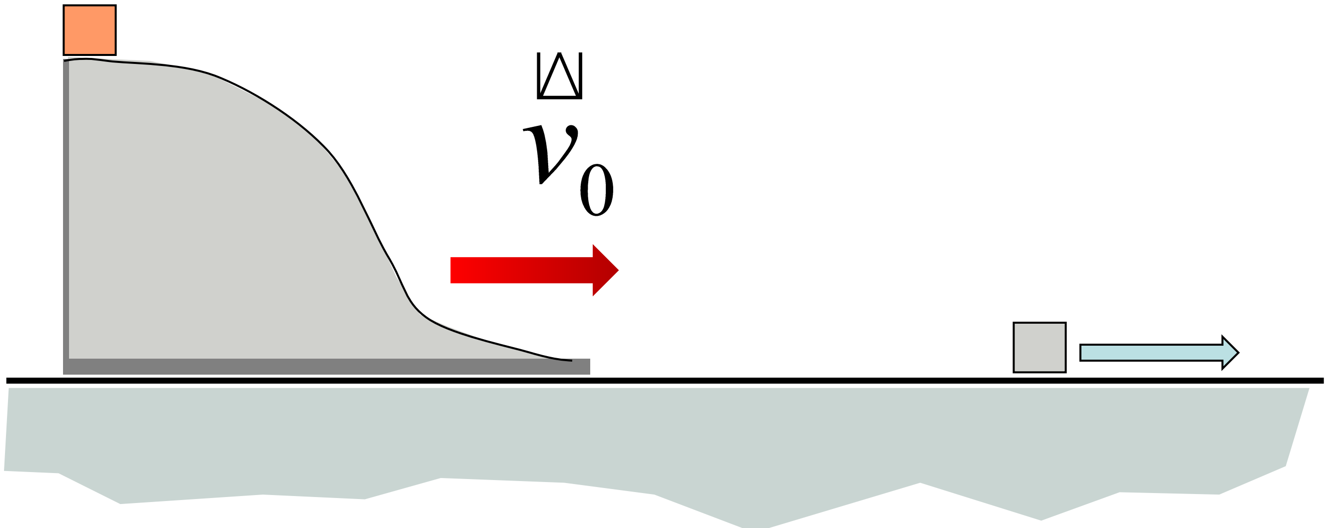
$$E_0 = (m + M)\frac{\vec{v}_0^{\,2}}{2}$$

$$\vec{v}_0 = \frac{m \cdot \vec{v}_1 + M \cdot \vec{v}_2}{m + M}$$

$$E' = \frac{m\,M}{m + M} \frac{\left(\vec{v}_1 - \vec{v}_2\right)^2}{2}$$



$$\frac{mM}{m+M}\frac{(2v)^2}{2}=\mu mg\cdot L$$



Задача 4.

По гладкой плоскости скользит горка, на вершине которой находится небольшое тело. Скорость системы тел равна v_0. Потеряв равновесие тело съезжает с горки. Определите скорость тела на плоскости. Масса горки значительно превосходит массу тела.

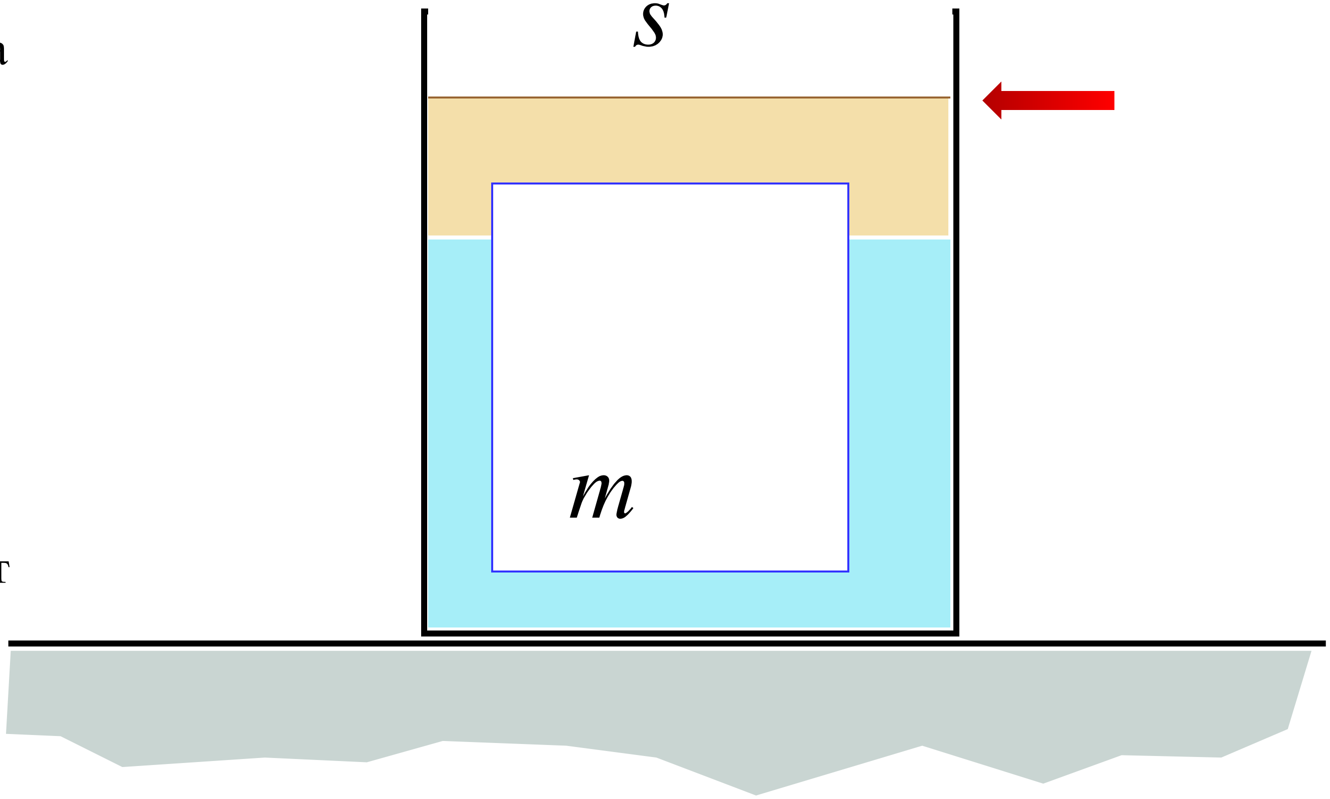
$$m g h = \frac{m M}{m + M} \frac{(v - v_0)^2}{2}$$

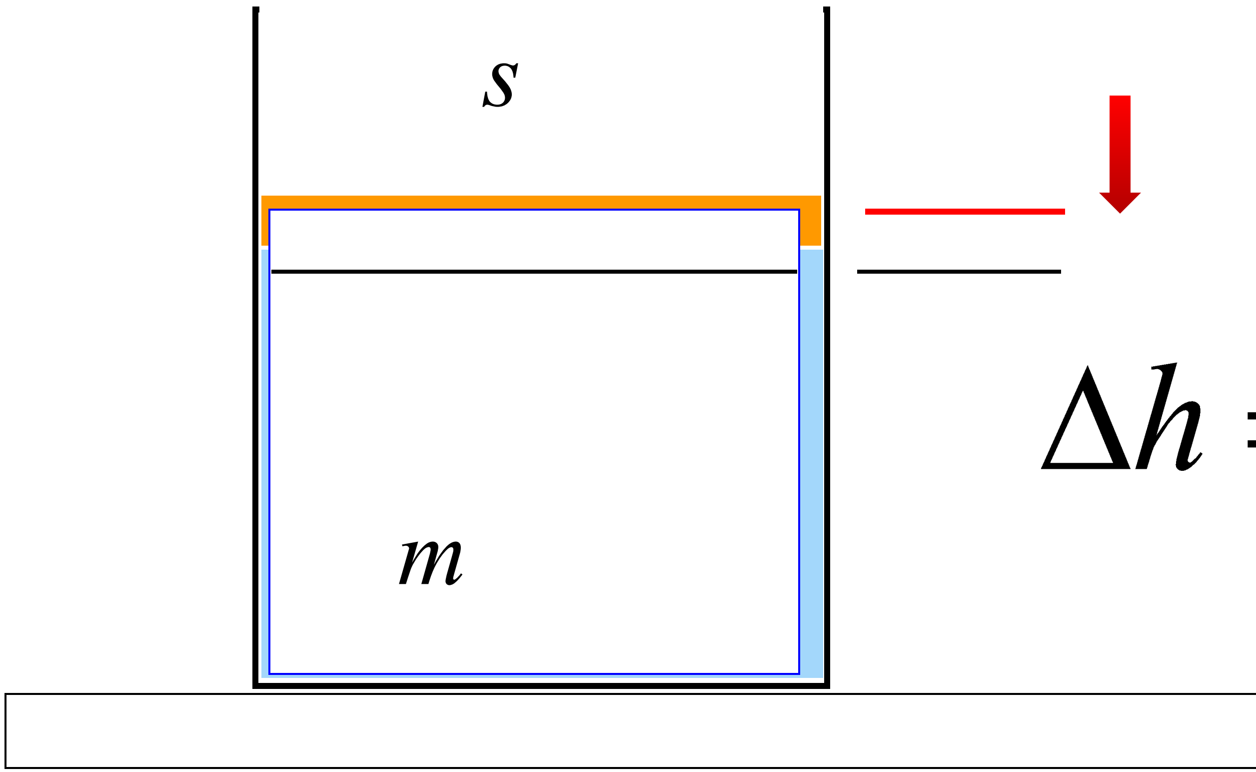
$$(v - v_0)^2 = 2 g h$$

$$v = v_0 + \sqrt{2 g h}$$

Задача.

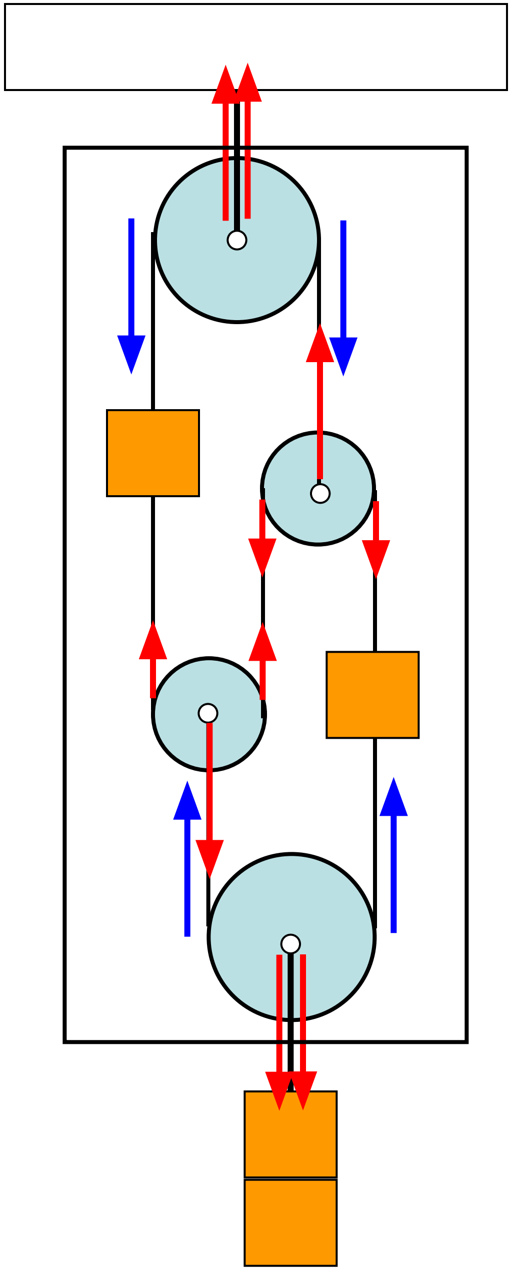
В цилиндрическом сосуде в воде плавает лед. Масса льда m, площадь сечения сосуда равна S. В сосуд доливают керосин до некоторого уровня. При этом, керосин покрывает лед. Определите изменение уровня керосина после таяния льда.

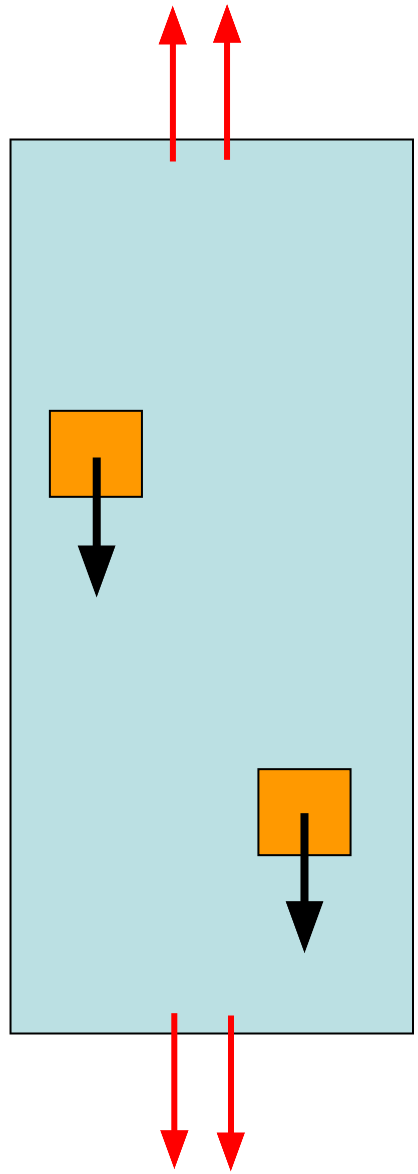




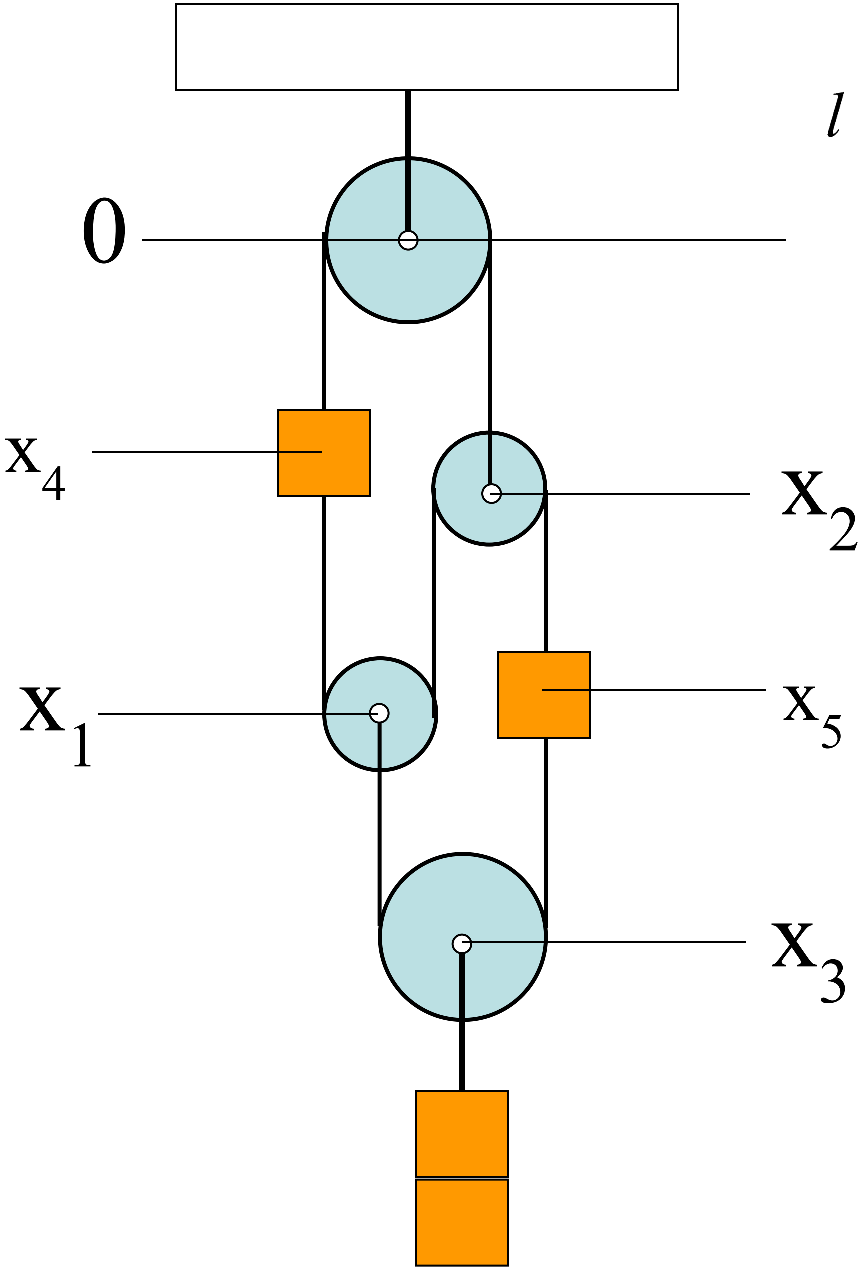
$$h = \frac{m}{\rho_{л}\, s}$$

$$\Delta h = 0{,}1\, h$$





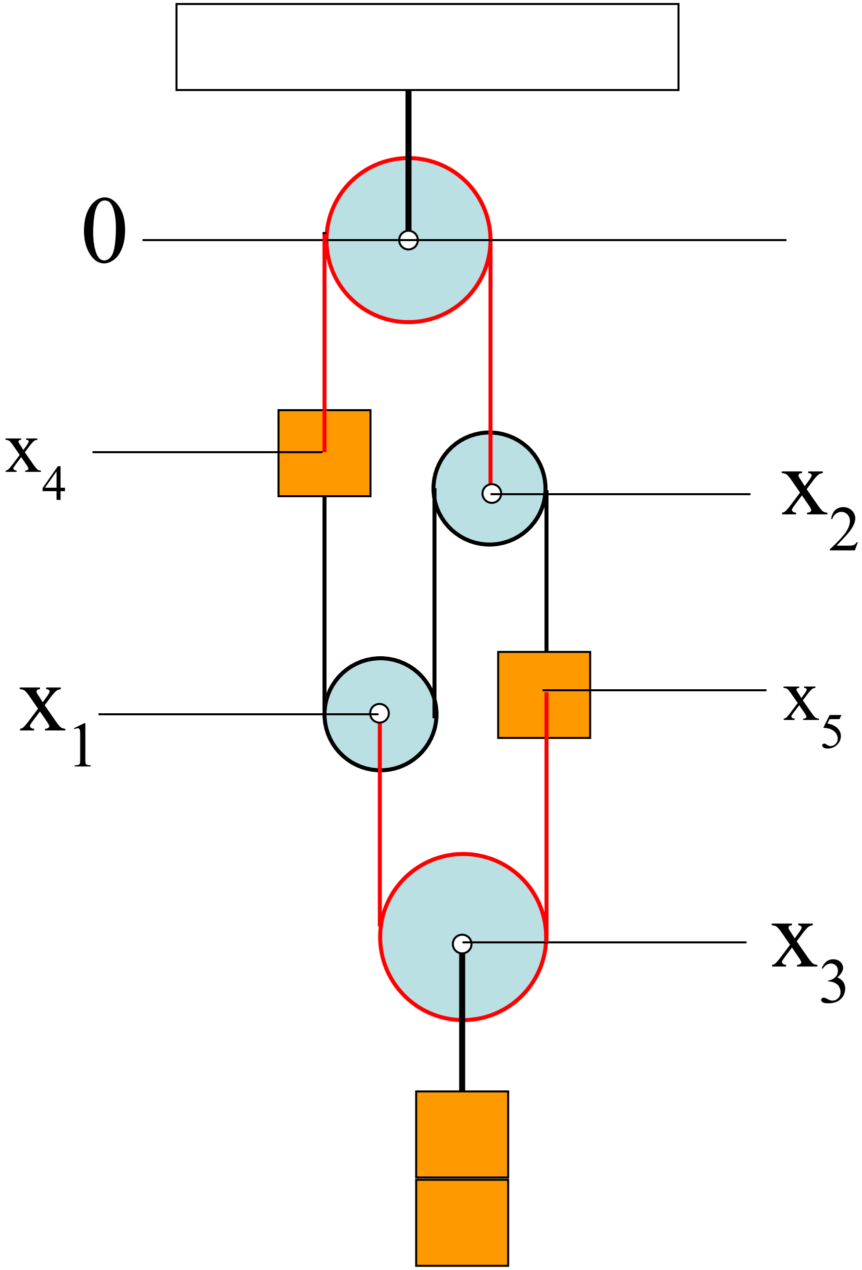
$$\vec{a} = \vec{g}$$



$$l = x_2 + x_1 + (x_1 - x_2) + (x_3 - x_2) + (x_3 - x_1)$$

$$l = x_1 + 2x_3 - x_2$$

$$a_1 - a_2 + 2a_3 = 0$$



$$l = (x_3 - x_1) + (x_3 - x_5)$$

$$l = 2x_3 - x_1 - x_5$$

$$a_5 = 2a_3 - a_1$$

$$a_4 = -a_2$$

$$mg + T - 2T = m\,a_4$$

$$mg + 2T - T = m\,a_5$$

$$2\,mg - 4T = 2\,m\,a_3$$

$$a_1 - a_2 + 2\,a_3 = 0$$

$$a_4 = -a_2$$

$$a_5 = 2\,a_3 - a_1$$

$$a_1 = -g$$

$$a_2 = -\frac{3}{5}g$$

$$a_3 = \frac{1}{5g}$$

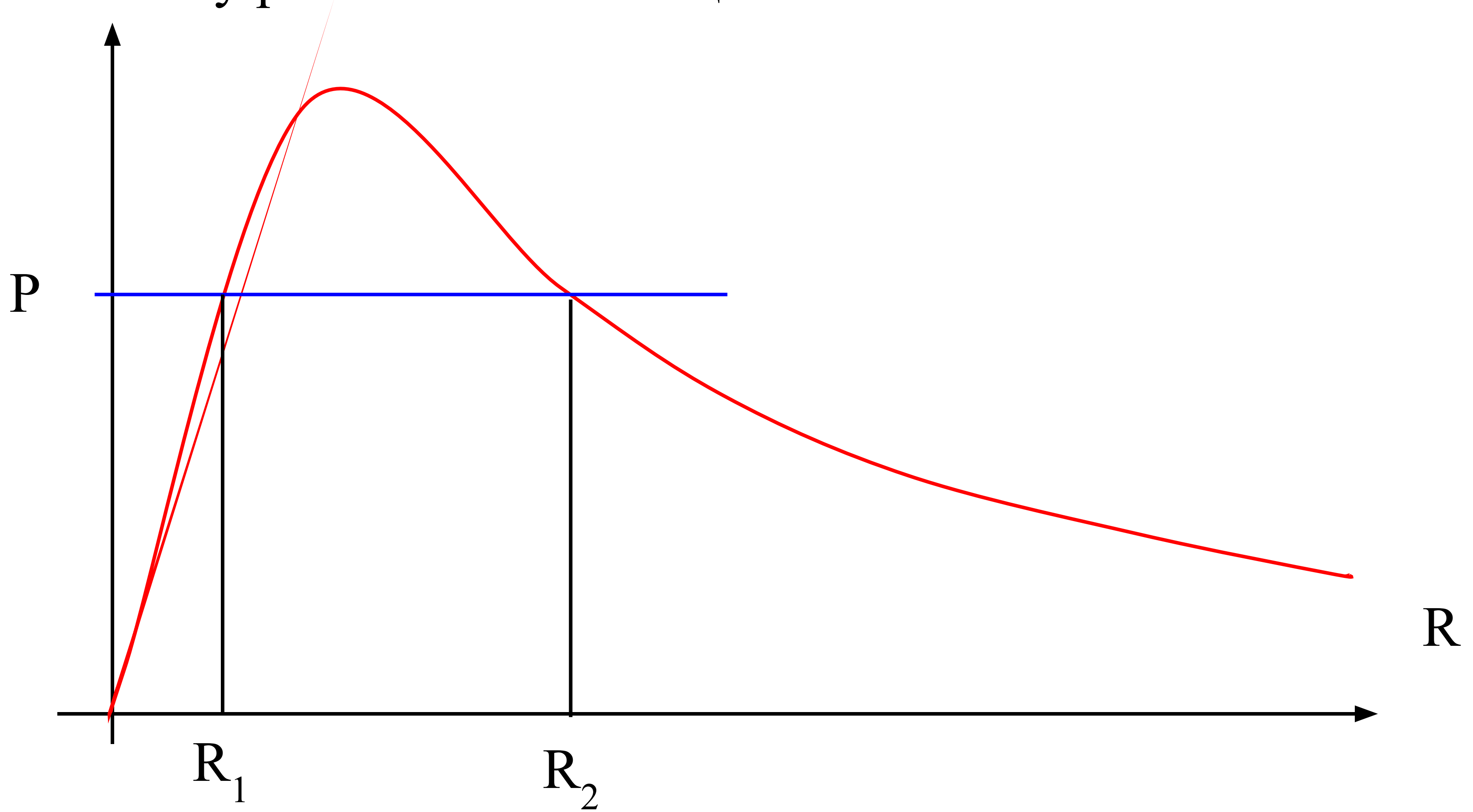
$$a_4 = \frac{3}{5}g$$

$$a_5 = \frac{7}{5}g$$

$$x_0 = \frac{m \cdot x_4 + m \cdot x_5}{m + m} = \frac{x_4 + x_5}{2}$$

$$a_0 = \frac{a_4 + a_5}{2} = \left(\frac{3}{5} + \frac{7}{5}\right)\frac{g}{2} = g$$

ЭДС источника постоянного тока E=2В, а его внутреннее сопротивление r = 1 Ом. Мощность тока в резисторе, подключенном к источнику, P = 0,75 Вт. Чему равна сила тока в цепи.



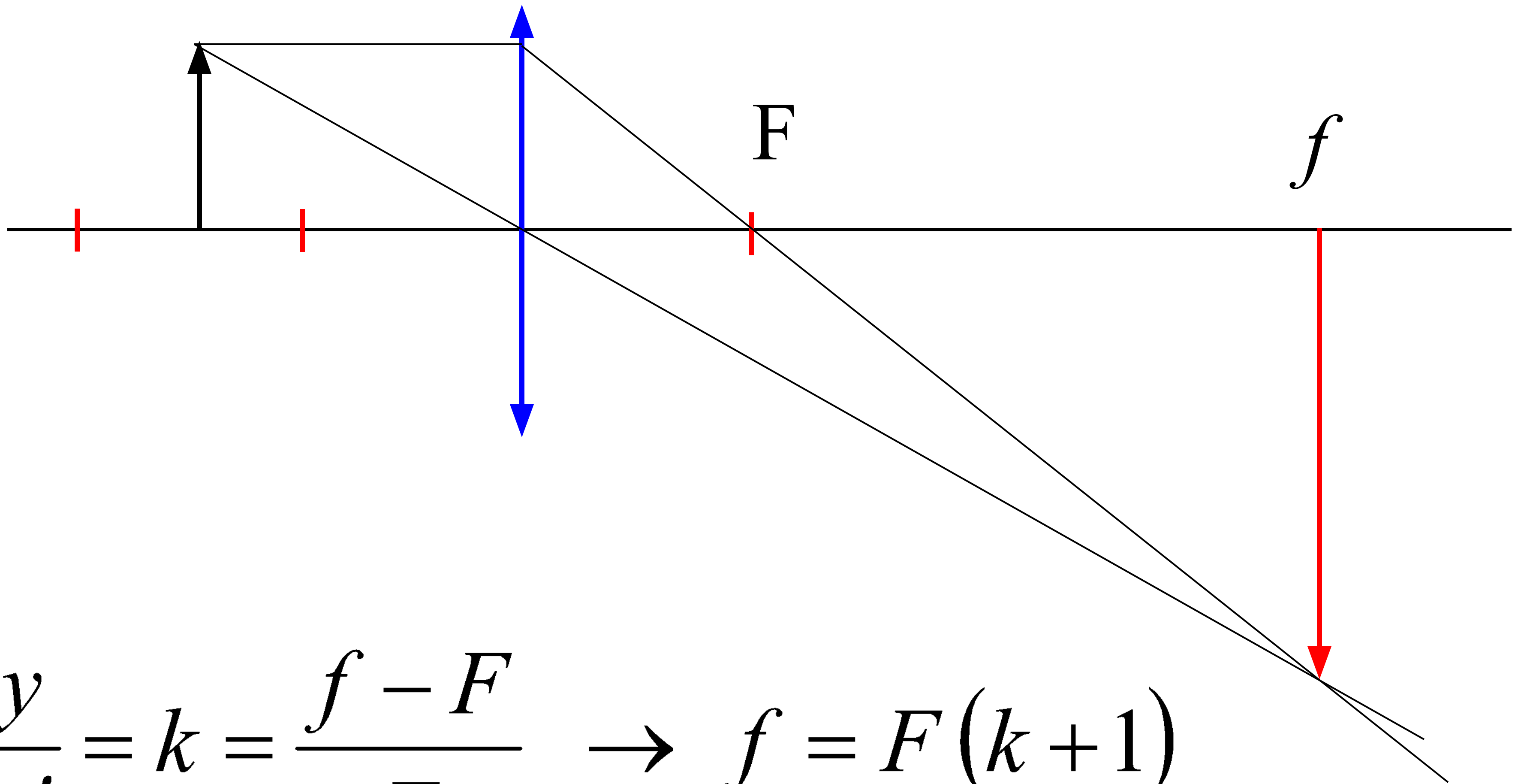
$$E \cdot i = P + i^2 \cdot r$$

$$r \cdot i^2 - E \cdot i + P = 0$$

$$i_{1,2} = \frac{E \pm \sqrt{E^2 - 4Pr}}{2r}$$

$$= \frac{2 \pm \sqrt{4 - 4 \cdot 0{,}75}}{2} \frac{2 \pm 1}{2} = \begin{cases} 1{,}5 \\ 0{,}5 \end{cases} \quad A$$

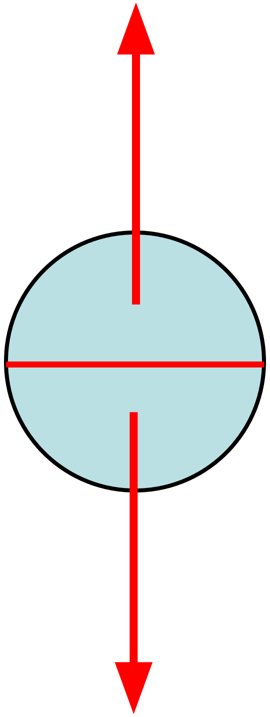
С помощью линзы с фокусным расстоянием $F = 15$ см. при различных положениях предмета были получены изображения с пятикратным и двукратным увеличениями. На сколько при этом изменялось расстояние между линзой и экраном?



$$\frac{y}{y'} = k = \frac{f - F}{F} \quad \rightarrow \quad f = F(k+1)$$

$$\Delta f = F \cdot \Delta k = 15 \cdot (5 - 2) = 45 \quad см$$

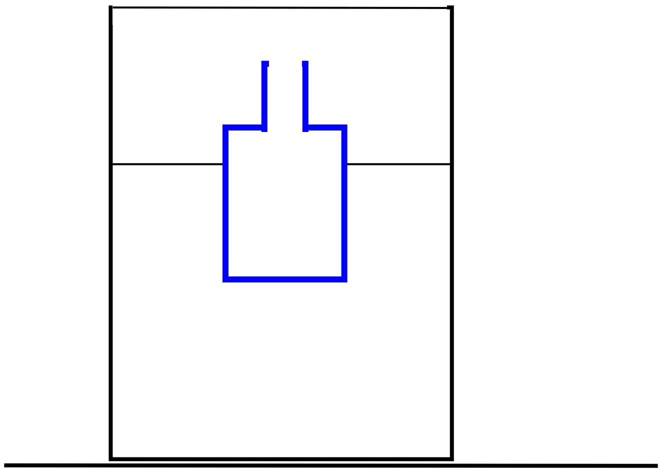
Начальная скорость снаряда, выпущенного вертикально вверх, равна 200 м/с. В точке максимального подъема снаряд разорвался на два одинаковых по массе осколка. Первый осколок упал на Землю в точке выстрела имея скорость в два раза больше начальной скорости снаряда. Какую скорость имел второй осколок при падении на Землю?

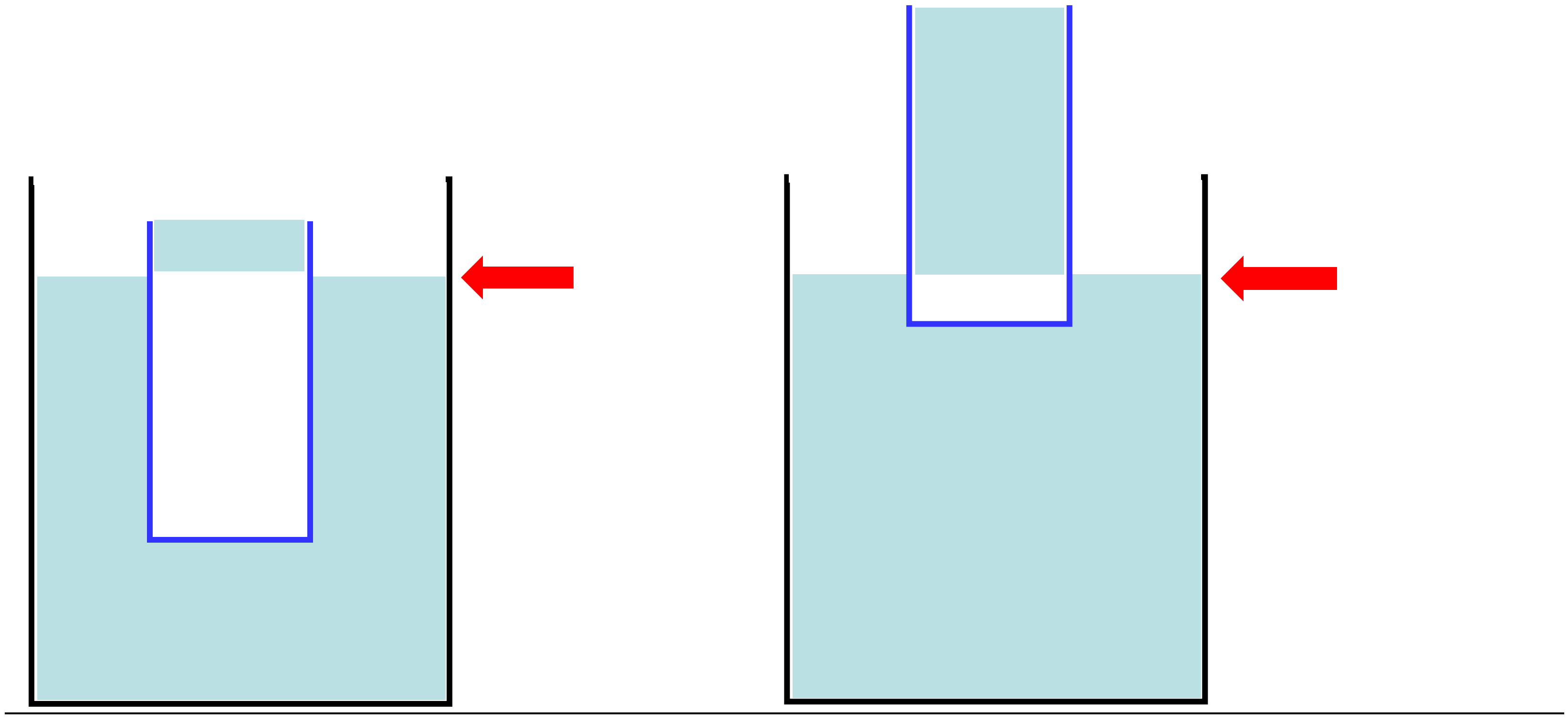


$$v_2 = 400 \quad м/с$$

Задача 1 (11 класс, олимпиада 2012)

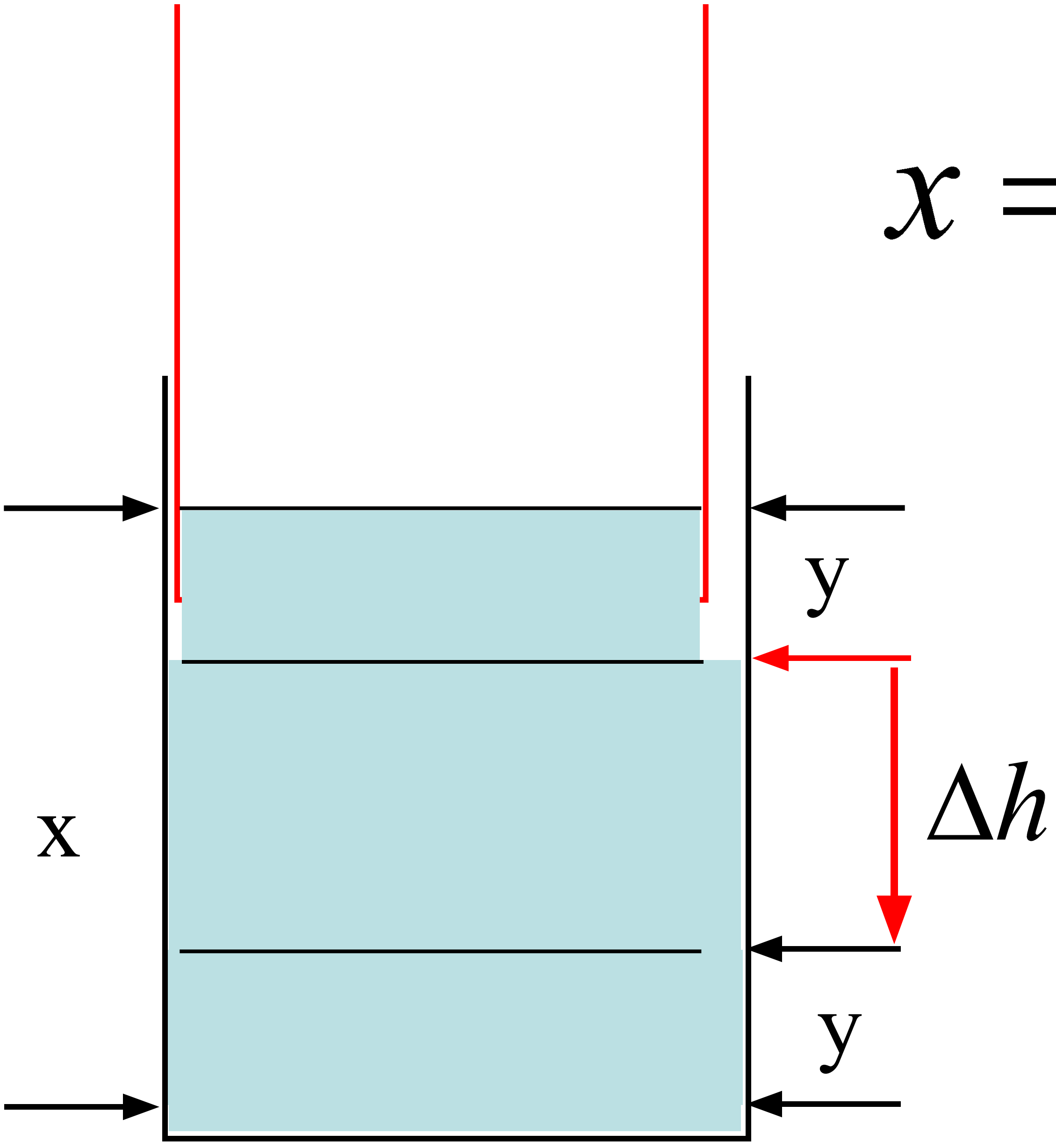
Пусть стеклянная бутылка плавает в цилиндрическом сосуде с водой. Внутренняя площадь дна сосуда S = 250 см2. Из чайника в бутылку медленно наливают воду и, когда масса воды достигнет m = 300 г, бутылка начинает тонуть. Оказалось, что когда весь воздух из бутылки вышел, уровень воды в сосуде изменился на Δh = 0,60 см по сравнению с тем моментом, когда в бутылку начали наливать воду. Вычислите вместимость бутылки.





$\pm \Delta h$

$$x = 2 \cdot y \pm \Delta h$$



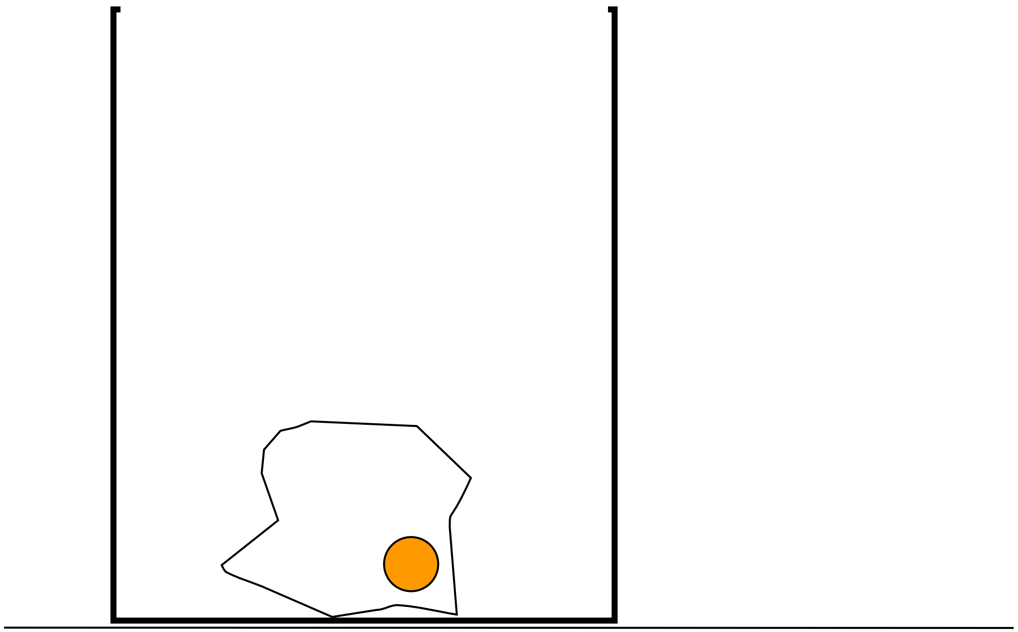
Цилиндрический сосуд заполнен водой. В него опускают льдинку, внутри которой находится золотое украшение. Льдинка тонет, и уровень воды в сосуде повышается на величину *h*. После того, как лед растаял, уровень воды в сосуде изменился на величину Δh. Определите:

знак изменения уровня воды в сосуде после таяния льда

объем золотого украшения

силу давления льдинки на дно сосуда в начале опыта.

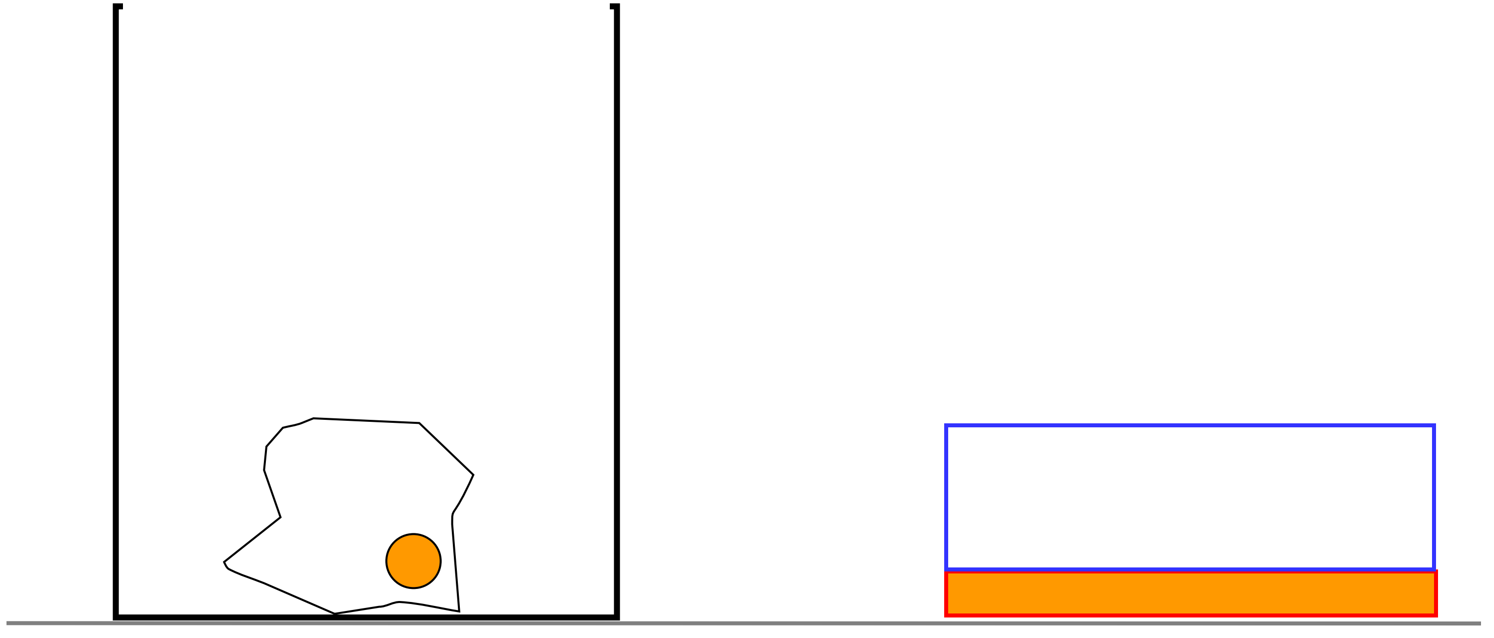
Считать известными следующие величины: (площадь сечения сосуда, первое изменение уровня, второе изменение уровня, плотность воды, плотность льда, плотность золота, ускорение свободного падения).

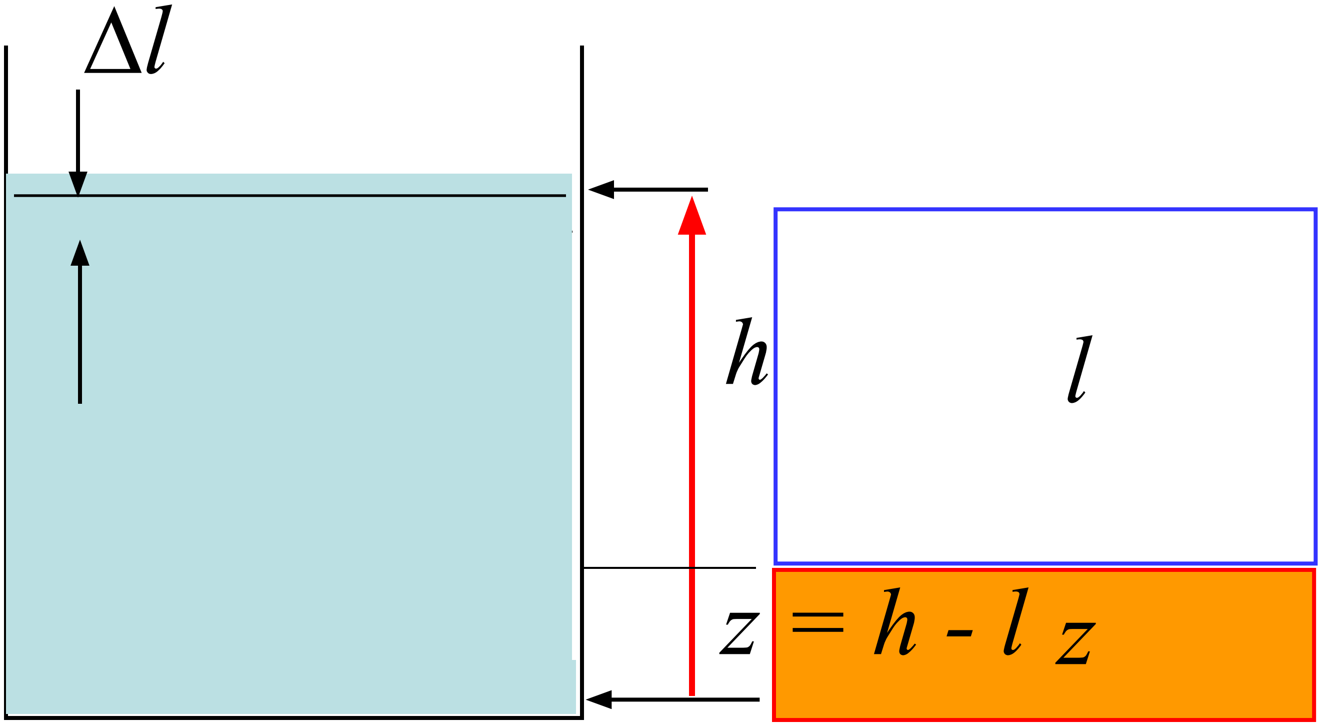


$$S = 16\ см^2,\ \mathrm{h} = 5{,}2\ см,\ \Delta h = 0{,}5\ см,$$

$$\rho_в = 1\ г/см^3,\ \rho_л = 0{,}9\ г/см^3,$$

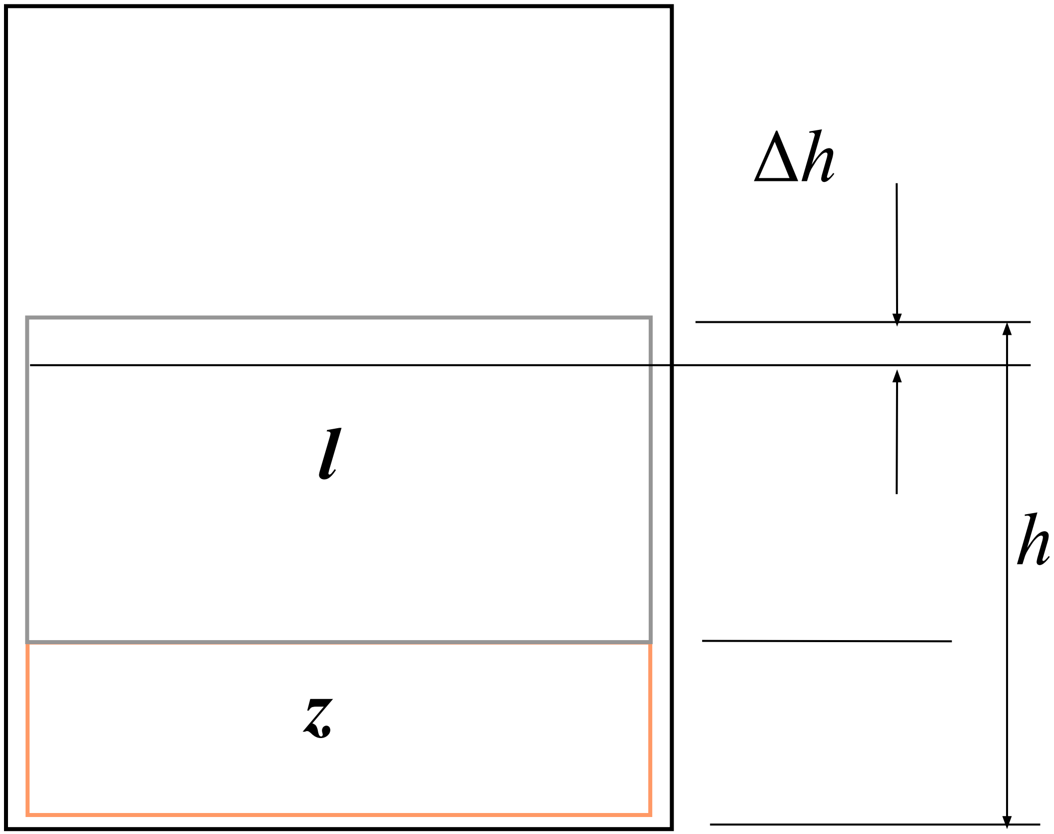
$$\rho_з = 19{,}3\ г/см^3,\ \mathrm{g} = 10\ \mathrm{м/c^2}$$





$$\Delta l = 0{,}1 \cdot l \;\Rightarrow\; l = 10 \cdot \Delta l \;\Rightarrow\; z = h - 10 \cdot \Delta h$$

$$z = h - 10 \cdot \Delta h$$



$$h = l + z$$

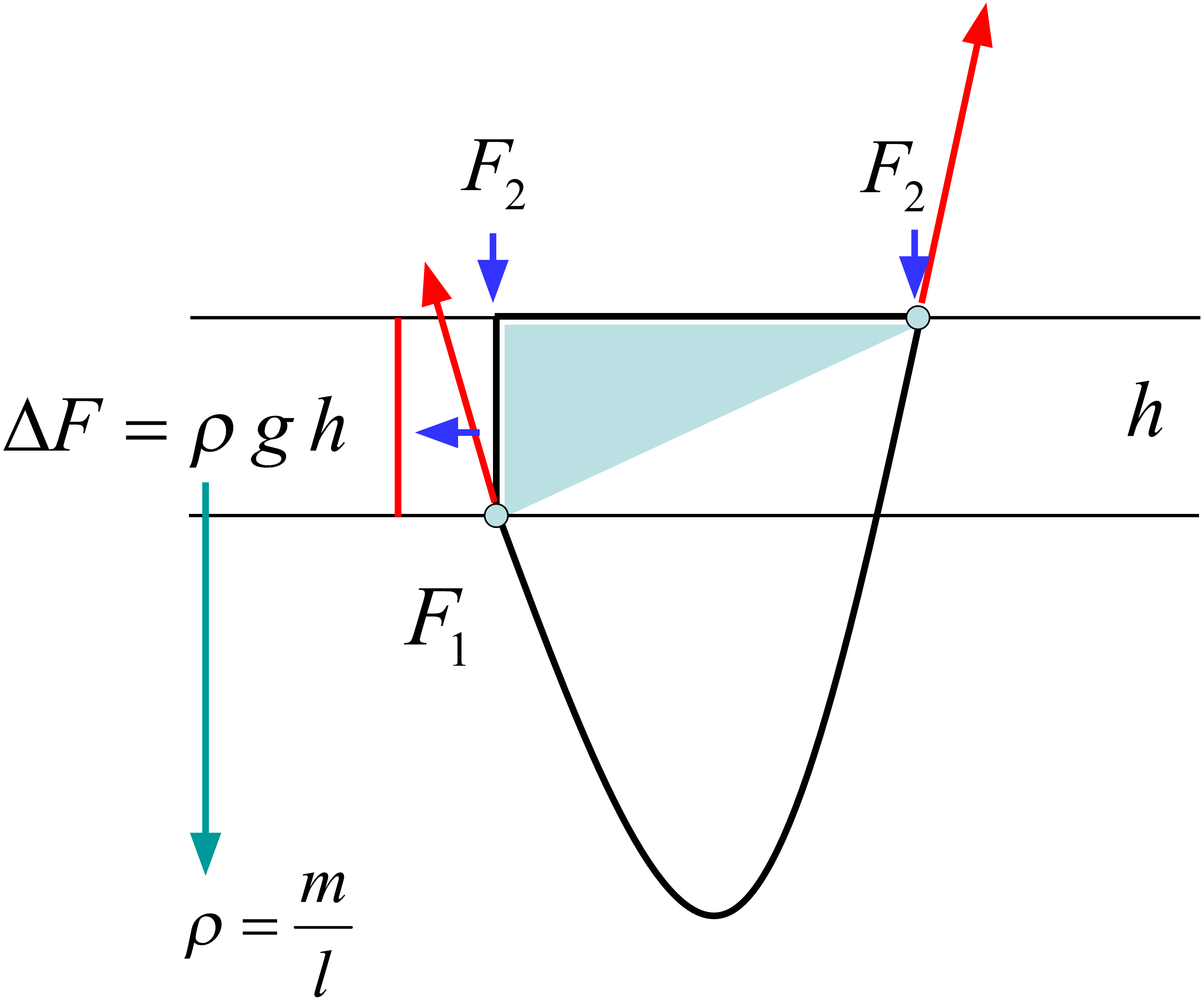
$$\Delta h = l - l \cdot \frac{\rho_{ë}}{\rho_{â}} = l\left(1 - \frac{0,9}{1}\right) = 0,1 \cdot l \quad \rightarrow \quad l = 10 \cdot \Delta h$$

$$S = 16\ см^2,\ \mathrm{h} = 5{,}2\ см,\ \Delta h = 0{,}5\ см,$$

$$\rho_в = 1\ г/см^3,\ \rho_л = 0{,}9\ г/см^3,$$

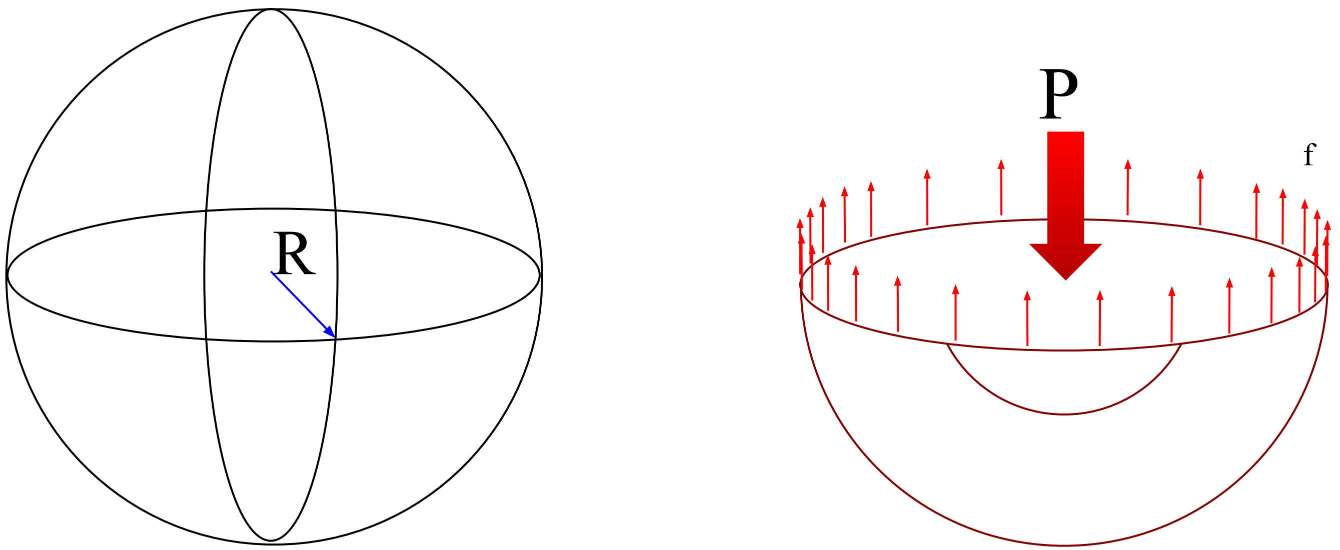
$$\rho_з = 19{,}3\ г/см^3,\ \mathrm{g} = 10\ \text{м/с}^2$$

$$V_з = S\left(h - 10 \cdot \Delta h\right) = 16\left(5{,}2 - 10 \cdot 0{,}5\right) = 3{,}2\ см^3$$

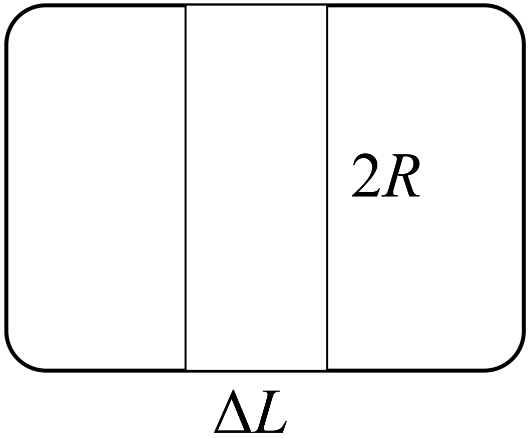


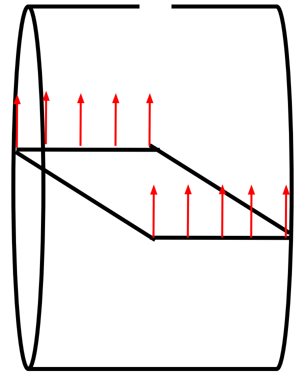
F_2
F_2
$\Delta F = \rho\, g\, h$
h
F_1
$\rho = \frac{m}{l}$

Объясните, почему сосиска при варке лопается «вдоль», а не «поперёк»?



$$P \cdot \pi R^2 = 2\pi R \cdot f \longrightarrow P = 2\frac{f}{R}$$



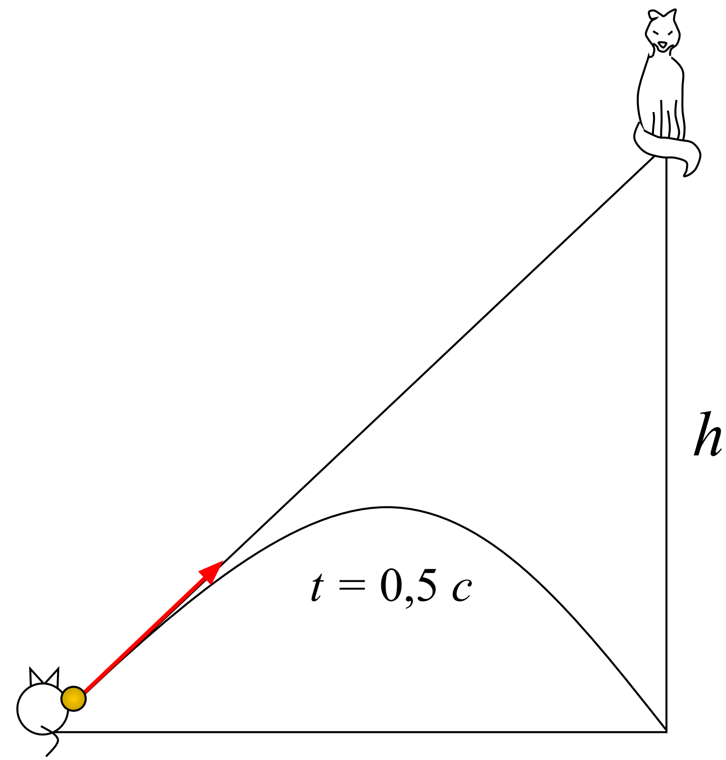


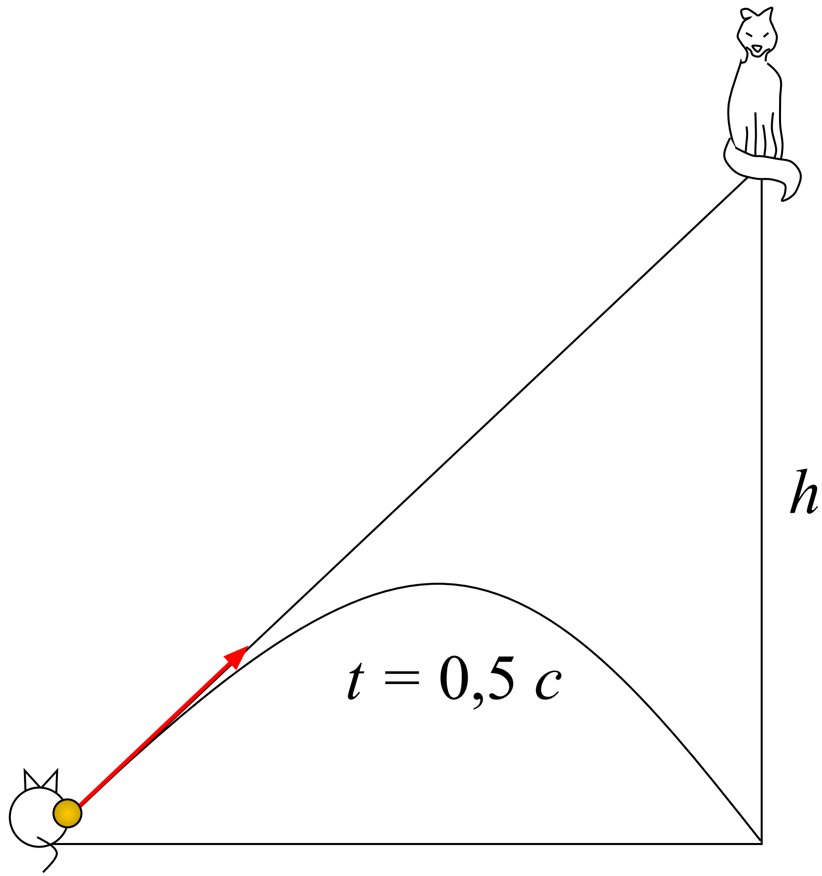
$$\Delta F_P = P \cdot \Delta S = P \cdot 2R \cdot \Delta L$$

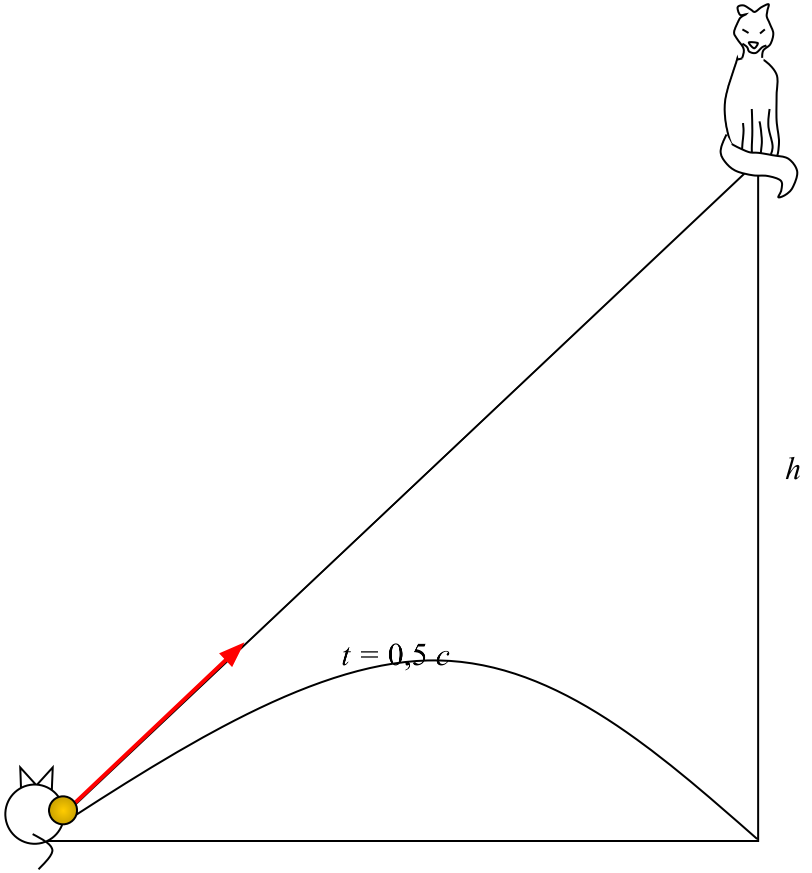
$$\Delta F_f = f \cdot 2\Delta L$$

$$\longrightarrow \quad \frac{\Delta F_P}{\Delta F_f} = \frac{PR}{f} = 2$$

Мышонок бросает камень в кота, который сидит на заборе (мышонок с котом не дружит). При этом начальная скорость камня была направлена точно в кота (по линии, соединяющей точки расположения мышонка и кота). Увы, камень через время равное 0,5 секунды упал лишь только у основания забора. Определите, на какой высоте сидит кот, с которым не дружит мышонок.

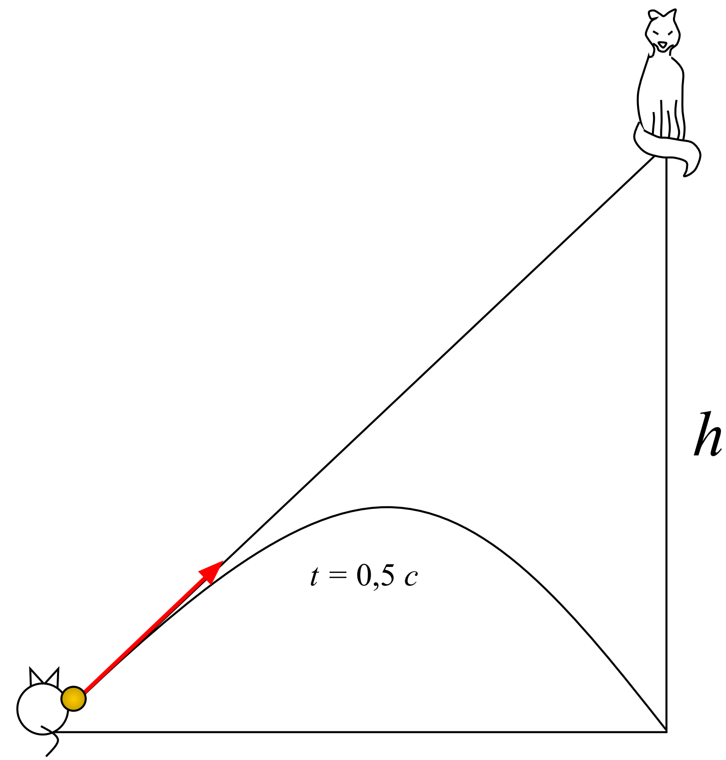



h
$t = 0,5\ c$



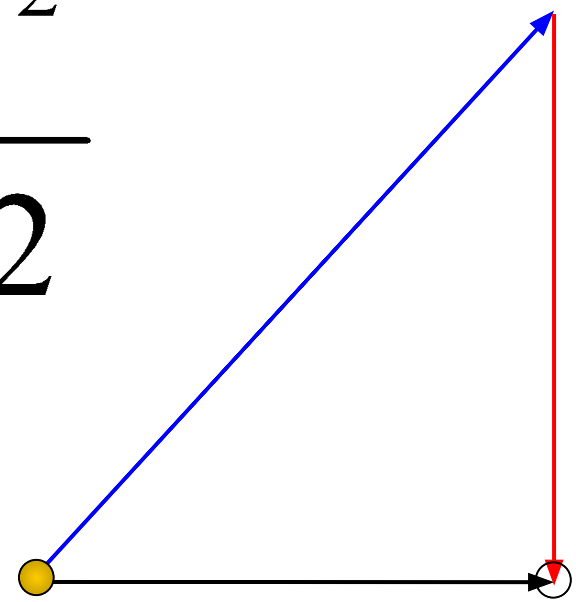
$t = 0{,}5$ с
h

Мышонок бросает камень в кота, который сидит на заборе (мышонок с котом не дружит). При этом начальная скорость камня была направлена точно в кота (по линии, соединяющей точки расположения мышонка и кота). Увы, камень через время равное 0,5 секунды упал лишь только у основания забора. Определите, на какой высоте сидит кот, с которым не дружит мышонок.

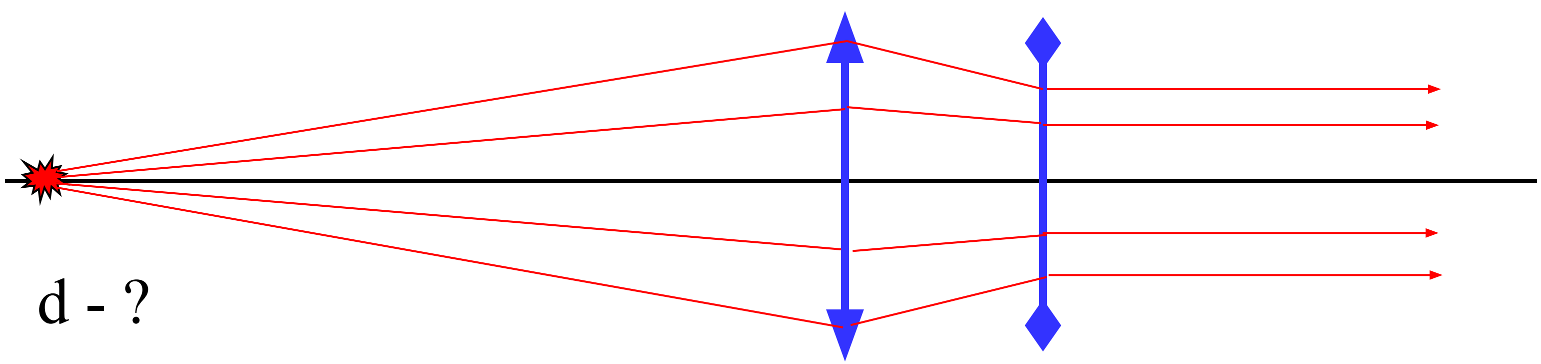


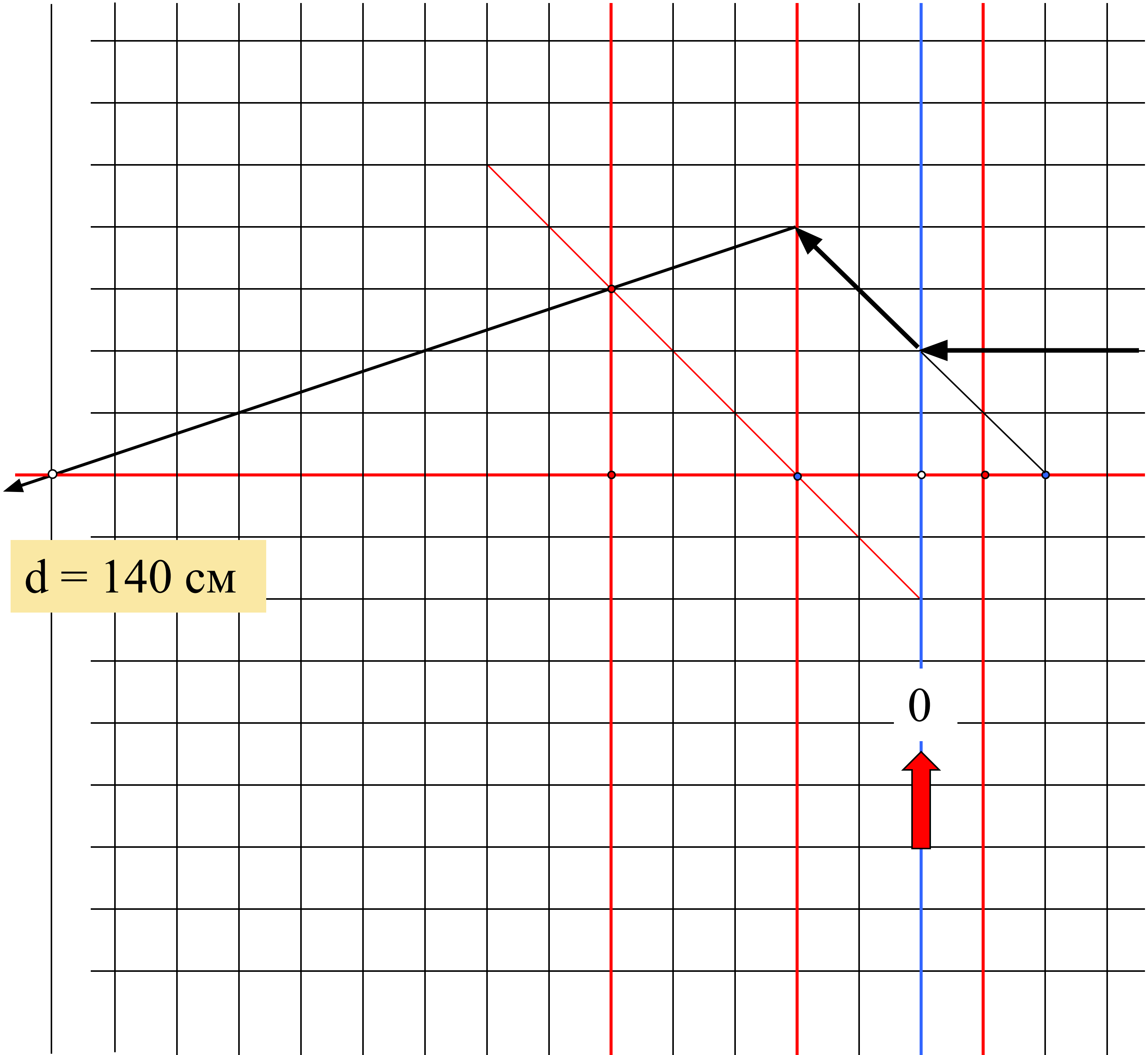
$$h = g\frac{t^2}{2} = 10\frac{1}{2^2 \cdot 2} = 1{,}25 \quad м$$

$$\vec{S} = \vec{V}_0 \cdot t + \vec{g} \cdot \frac{t^2}{2}$$



На оси Ох в точке x1 = 0 находится оптический центр тонкой рассеивающей линзы с фокусным расстоянием F1=— 20 см, а в точке x2 = 20 см — тонкой собирающей линзы с фокусным расстоянием F2= 30 см. Главные оптические оси обеих линз лежат на оси x. Свет от точечного источника S, расположенного в точке $x< 0$, пройдя данную оптическую систему, распространяется параллельным пучком. Найдите координату x точечного источника.




d = 140 см
0