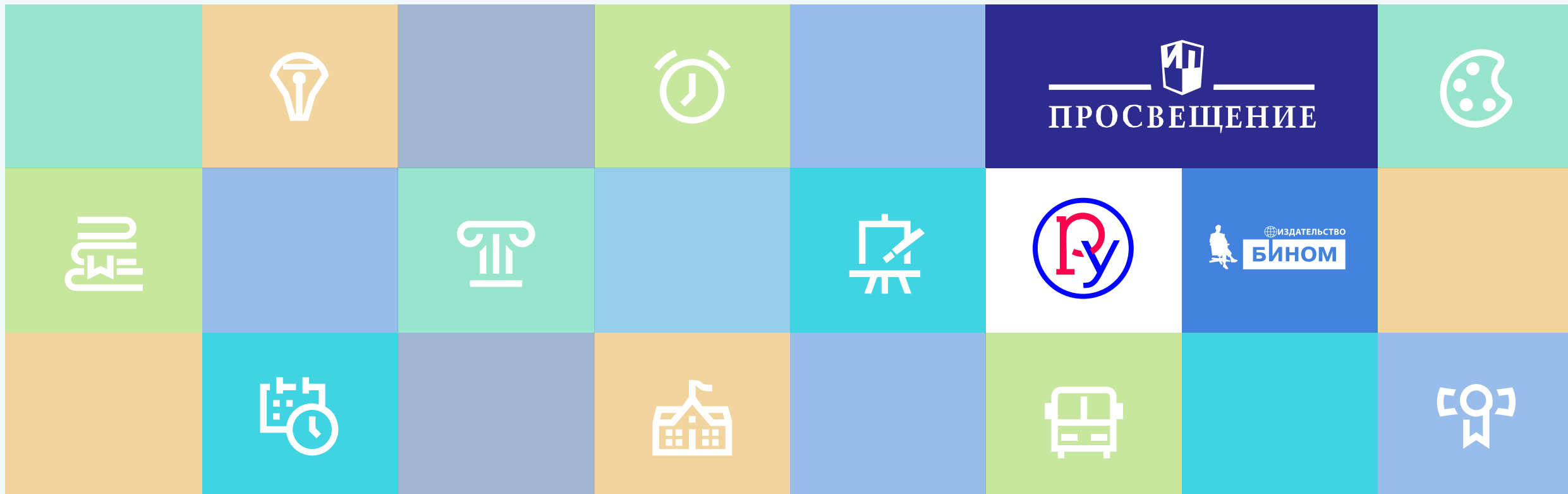




Готовимся к новому учебному году: учимся и учим составлять задачи по физике

Ведущий автор УМК по физике
Лев Элевич Генденштейн

•Зачем учителю составлять задачи?

•Зачем ученикам составлять задачи?

•Как составлять задачи по физике?

Ответ на первый вопрос: Вы сможете намного интереснее строить уроки, будете чувствовать себя намного свободнее, сможете сами быстро и легко составлять нужные Вам по теме задания для самостоятельных и контрольных работ.

Ответ на второй вопрос: составление задач по описанной ситуации — самый эффективный (и интересный для учеников!) способ научить школьников решать задачи.

Общее в ответах на первый и второй вопросы: Метод исследования ключевых ситуаций (**МИКС**)

Как составлять задачи, рассмотрим на конкретном примере одной из трудных тем: «Движение тела, брошенного под углом к горизонту».

Движение тел, брошенных под углом к горизонту

Фейерверк



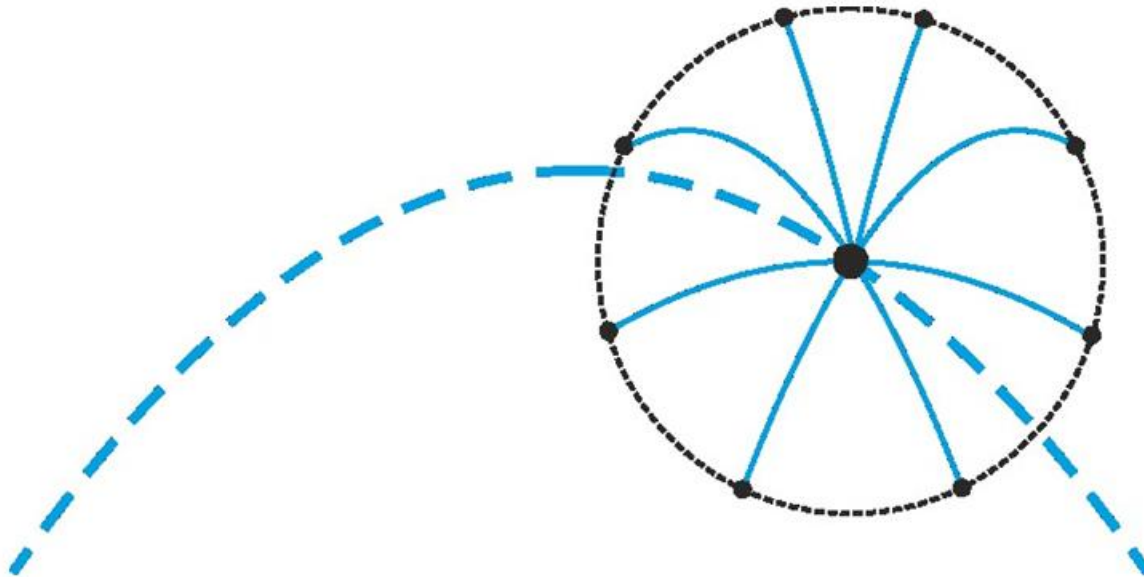
Можно сначала полюбоваться,
а потом **удивиться**
и поставить задачу:
почему ШАРЫ?

Из чего мы можем исходить?

Коллективное движение тел (пирорэлементов, «искр»),
брошенных *одновременно* под различными углами к
горизонту с *одинаковыми* по модулю скоростями.

Что нам надо доказать?

Что в *любой* момент времени (пока все искры из одного снаряда пребывают в полёте) они находятся *на сфере*.



Можно ли это доказать, используя формулы для движения тела, брошенного под углом к горизонту?

Задача кажется невероятно трудной.

Но не будем сдаваться.
Забудем на время о формулах и начнём **исследовать ситуацию.**

Как движутся искры *друг относительно друга*?
Рассмотрим две любые искры.

$$\left. \begin{aligned} \vec{v}_1 &= \vec{v}_{10} + \vec{g}t \\ \vec{v}_2 &= \vec{v}_{20} + \vec{g}t \end{aligned} \right\} \begin{aligned} &\text{Скорость второй искры} \\ &\text{относительно первой} \\ &\vec{v}_2 - \vec{v}_1 = \vec{v}_{20} - \vec{v}_{10} \end{aligned}$$

Относительная скорость искр *не зависит от времени*:
значит, искры движутся друг относительно друга *равномерно и прямолинейно!*

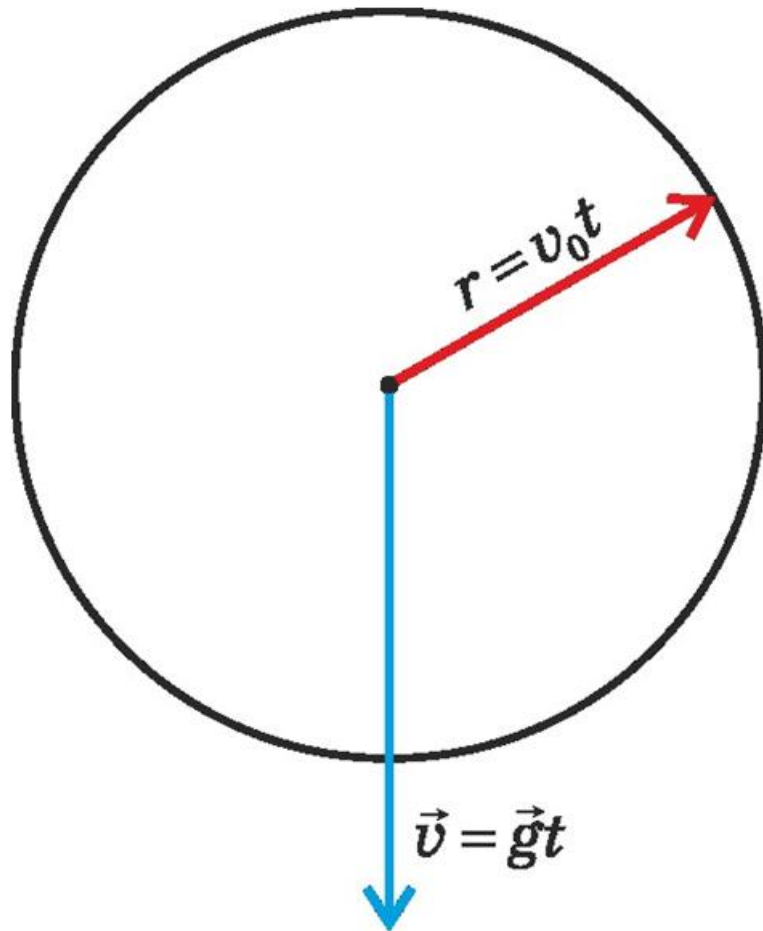


Значит, в системе отсчёта, связанной с центральным снарядом, искры разлетаются в разные стороны с одинаковыми по модулю скоростями — вот и получается **шар**, радиус которого прямо пропорционален времени после разрыва снаряда.

$$r = v_0 t$$

Центр шара движется по параболе с ускорением свободного падения.

Рассмотрим конкретный случай, когда взрыв снаряда произошёл в верхней точке полёта снаряда, запущенного вертикально вверх на высоте H .



Какие задачи можно поставить?

1) Когда упадёт первая искра?

$$v_0 t_1 + \frac{gt_1^2}{2} = H \Rightarrow t_1 = \frac{-v_0 + \sqrt{v_0^2 + 2gH}}{g}$$

2) Когда упадёт последняя искра?

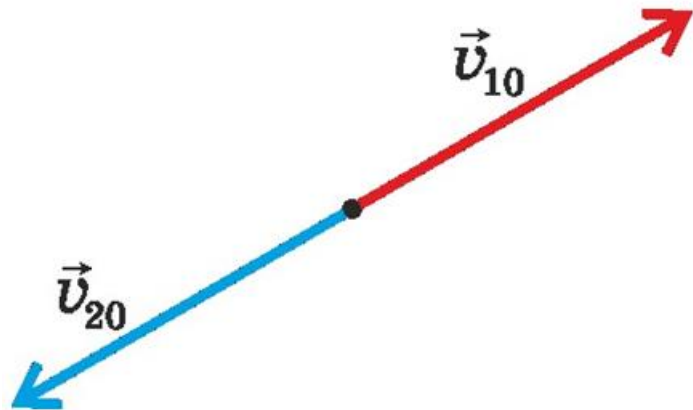
$$-v_0 t_2 + \frac{gt_2^2}{2} = H \Rightarrow t_2 = \frac{v_0 + \sqrt{v_0^2 + 2gH}}{g}$$

Как ещё можно использовать «открытие» об относительном движении тел, брошенных под углом к горизонту?

Разрыв запущенного вертикально вверх снаряда в верхней точке

На два *равных* по массе осколка:

$$v_{10} = v_{20} = v_0$$

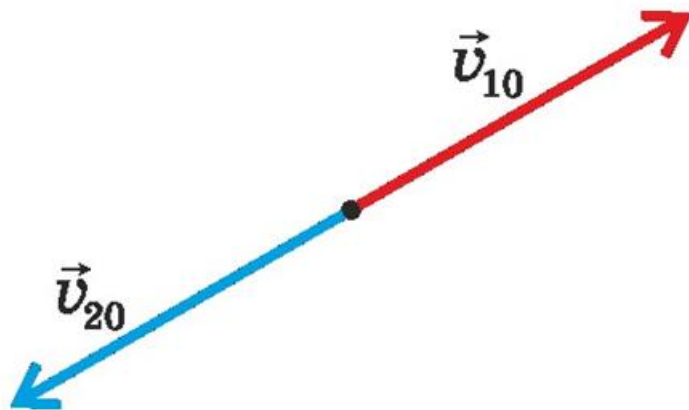


Расстояние между осколками через t

$$l = 2v_0 t$$

Какие задачи можно поставить?

$$v_{10} = v_{20} = v_0$$



Расстояние между осколками через t

Какие задачи можно поставить?

В верхней точке полёта запущенный вертикально вверх со скоростью 400 м/с снаряд разорвался на два осколка равной массы. Через 0,2 с после взрыва расстояние между осколками было равно 100 м. Примите, что сопротивлением воздуха можно пренебречь.

а) Чему равны по модулю скорости осколков сразу после взрыва?

$$l = 2v_0 t \Rightarrow v_0 = \frac{l}{2t} \Rightarrow v_0 = \frac{100}{2 \cdot 0,2} = 250 \left(\frac{\text{м}}{\text{с}} \right)$$

б) Чему равно расстояние между осколками через 0,5 с после взрыва, если они ещё находятся в полёте?

$$l = 2v_0 t \Rightarrow l = 2 \cdot 250 \cdot 0,5 = 250 \text{ (м)}$$

В верхней точке полёта запущенный вертикально вверх со скоростью 400 м/с снаряд разорвался на два осколка массой 2 кг каждый. Через 0,2 с после взрыва расстояние между осколками было равно 100 м. Примите, что сопротивлением воздуха можно пренебречь.

а) Чему равны по модулю скорости осколков сразу после взрыва?

$$l = 2v_0 t \Rightarrow v_0 = \frac{l}{2t} \Rightarrow v_0 = \frac{100}{2 \cdot 0,2} = 250 \left(\frac{\text{м}}{\text{с}} \right)$$

б) Чему равно расстояние между осколками через 0,5 с после взрыва, если они ещё находятся в полёте?

$$l = 2v_0 t \Rightarrow l = 2 \cdot 250 \cdot 0,5 = 250 \text{ (м)}$$

в) С какими скоростями осколки упали на землю?

Закон сохранения энергии

$$\left. \begin{array}{l} \frac{mv_{\text{п}}^2}{2} = \frac{mv_0^2}{2} + mgH \\ H = \frac{v_{\text{сн}}^2}{2g} \end{array} \right\} \frac{mv_{\text{пад}}^2}{2} = \frac{mv_0^2}{2} + \frac{mv_{\text{сн}}^2}{2} \Rightarrow v_{\text{пад}}^2 = v_0^2 + v_{\text{сн}}^2$$

Скорости осколков при падении равны.

В верхней точке полёта запущенный вертикально вверх со скоростью 400 м/с снаряд разорвался на два осколка массой 2 кг каждый. Через 0,2 с после взрыва расстояние между осколками было равно 100 м. Примите, что сопротивлением воздуха можно пренебречь.

г) Через сколько времени после взрыва упали осколки, если их скорости сразу после взрыва были направлены:

а) горизонтально;

б) вертикально?

Если горизонтально, то для обоих осколков
$$\frac{gt_{\Gamma}^2}{2} = H \Rightarrow t_{\Gamma} = \sqrt{\frac{2H}{g}}$$

Если вертикально, то летящий после взрыва вниз:
$$v_0 t_1 + \frac{gt_1^2}{2} = H \Rightarrow t_1 = \frac{-v_0 + \sqrt{v_0^2 + 2gH}}{g}$$

летящий после взрыва вверх:
$$-v_0 t_2 + \frac{gt_2^2}{2} = H \Rightarrow t_2 = \frac{v_0 + \sqrt{v_0^2 + 2gH}}{g}$$

Выражения для v_0 и H мы уже нашли.

$$t_1 = \frac{-v_0 + \sqrt{v_0^2 + 2gH}}{g}$$

$$t_2 = \frac{v_0 + \sqrt{v_0^2 + 2gH}}{g}$$

Промежуток времени между падениями осколков

$$\Delta t = t_2 - t_1 = \frac{2v_0}{g} = \frac{2 \cdot 250}{10} = 50 \text{ (с)}$$

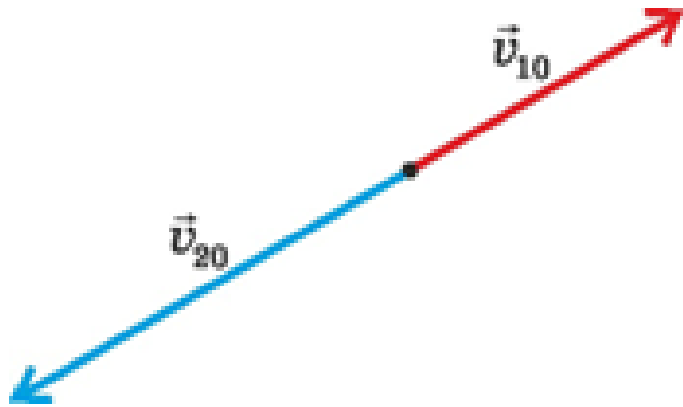
Не зависит от высоты, на которой взорвался снаряд (то есть не зависит от его начальной скорости).

Можно поставить такую «страшную» задачу:

В верхней точке полёта запущенный вертикально вверх со скоростью 400 м/с снаряд разорвался на два осколка массой 2 кг каждый, причём скорость одного из осколков была направлена вверх. Через 0,2 с после взрыва расстояние между осколками было равно 100 м. Примите, что сопротивлением воздуха можно пренебречь. Чему равен промежуток времени между падениями осколков?

А ведь на самом деле задача решается практически устно!

Обобщение: разрыв снаряда в верхней точке на осколки *различной* массы.



$$\frac{v_1}{v_2} = \frac{m_2}{m_1}$$

Расстояние между осколками через t

$$l = (v_1 + v_2)t$$

Два соотношения с 6 параметрами.

Какие задачи можно поставить?

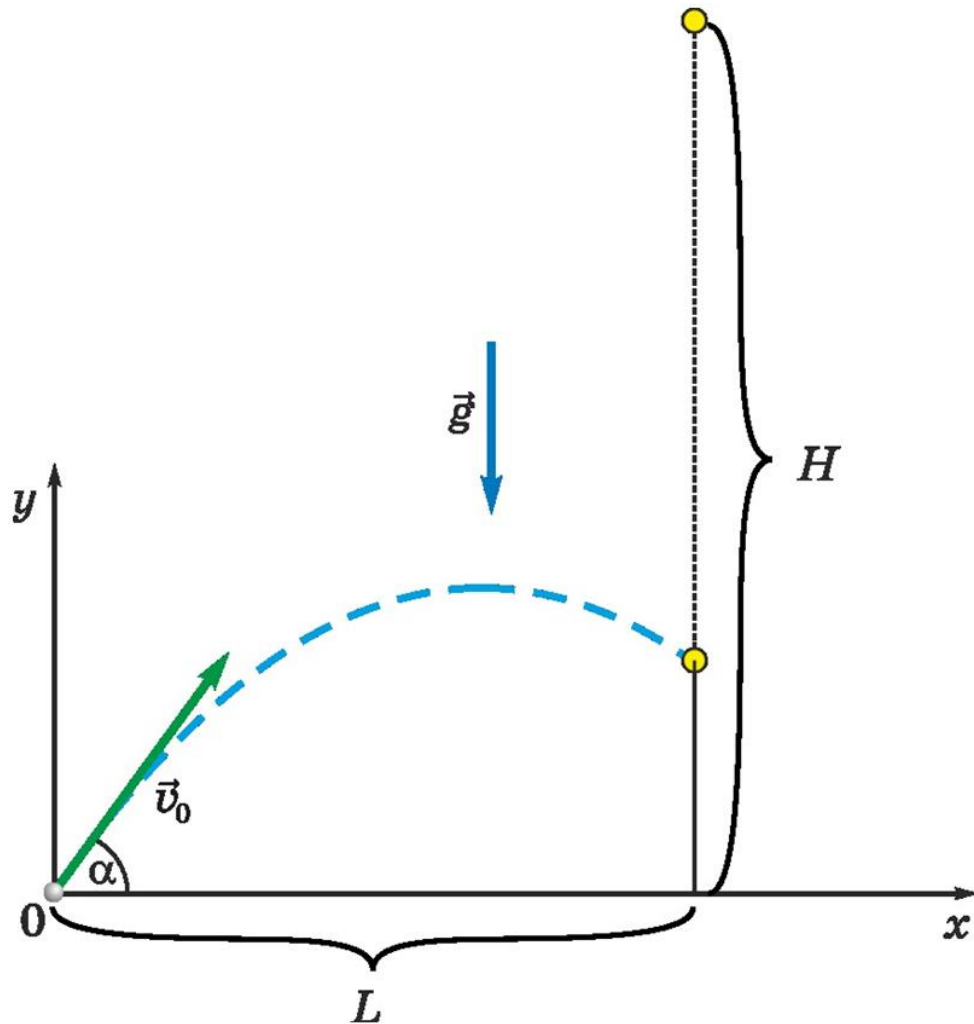
В яблочко!

Из пружинного ружья стреляют в подброшенное вертикально вверх яблоко. Выстрел происходит в момент, когда яблоко находится в верхней точке траектории. Примите, что сопротивлением воздуха можно пренебречь.

Какие вопросы можно поставить?

- а) В какую точку надо целиться?
- б) Достаточно ли правильно прицелиться?

Решать эту задачу с помощью формул для тела, брошенного под углом к горизонту, утомительно (хотя и реально).

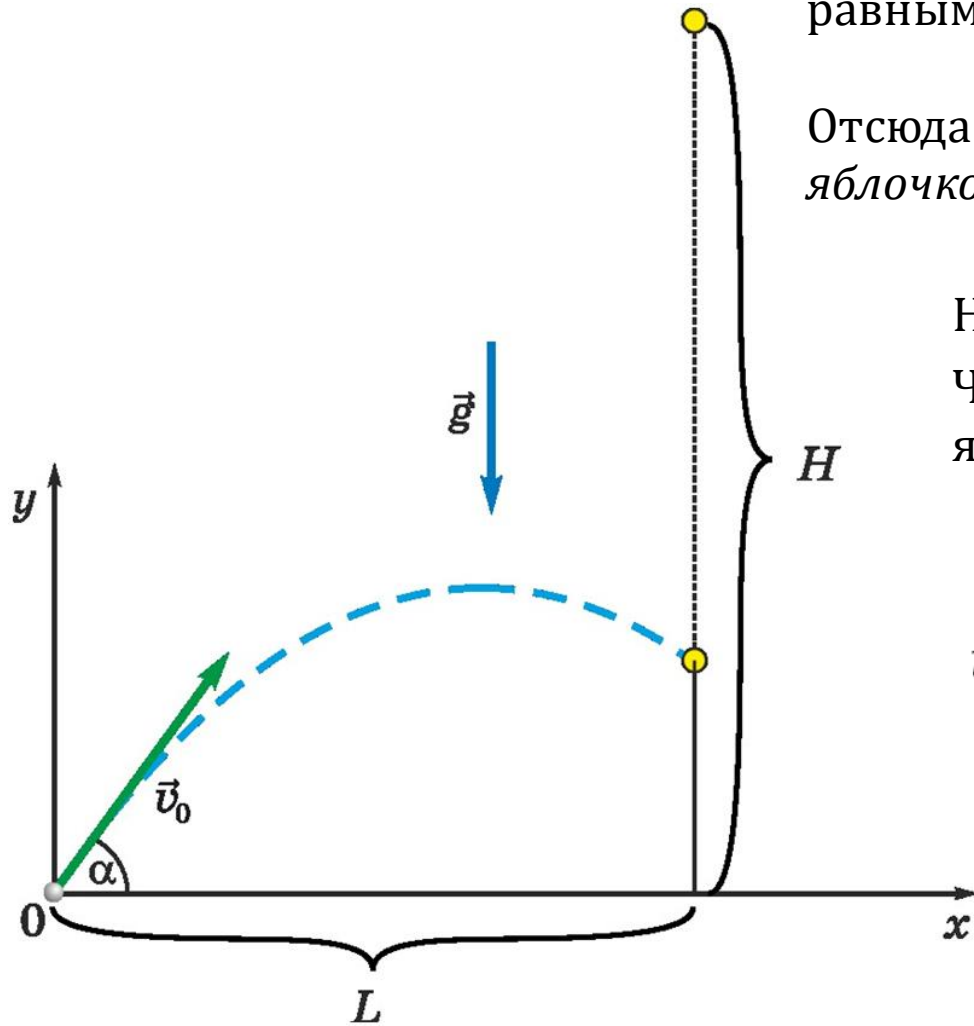


В системе отсчёта, связанной с падающим яблоком, пуля движется *равномерно и прямолинейно*, так как пуля и яблоко движутся с одинаковым ускорением, равным ускорению свободного падения.

Отсюда ответ на вопрос а): целиться надо *точно* в $\operatorname{tg} \alpha = \frac{H}{L}$ яблочко.

Но *достаточно* ли этого для попадания пули в яблоко?

Чтобы пуля попала в яблоко, она должна долететь до яблока до того, как яблоко упадёт на землю.



$$t_{\text{п}} = \frac{\sqrt{L^2 + H^2}}{v_0}$$

$$t_{\text{я}} = \sqrt{\frac{2H}{g}}$$

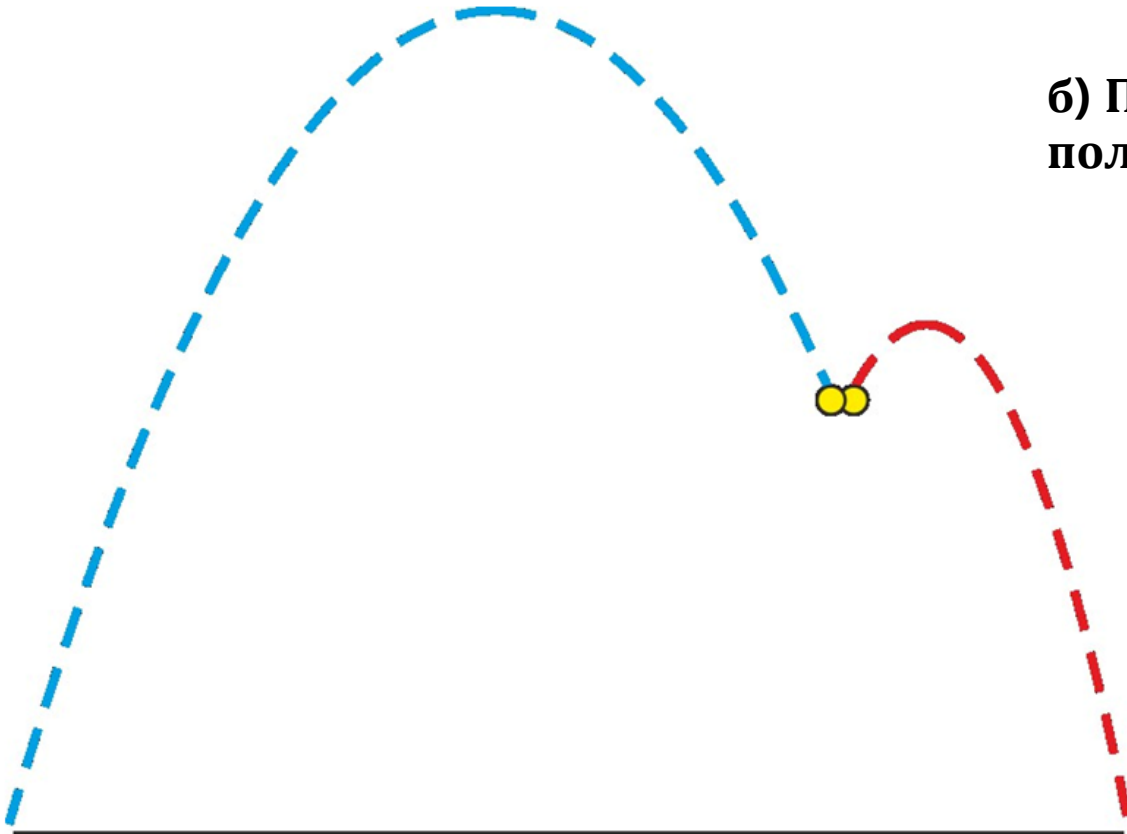
$$t_{\text{п}} < t_{\text{я}} \Rightarrow v_0 > \sqrt{\frac{(L^2 + H^2)g}{2H}}$$

Пуля должна быть достаточно быстрой.

Встреча снарядов в полёте

Из двух пушек, расположенных на расстоянии L друг от друга, одновременно стреляют так, что ядра движутся в одной плоскости. **Какие вопросы можно поставить?**

а) Могут ли траектории ядер быть, например, такими:



б) При каком условии (каких условиях) ядра столкнутся в полёте?

Ответить на эти вопросы, используя формулы для движения тела, брошенного под углом к горизонту, было бы не очень просто.

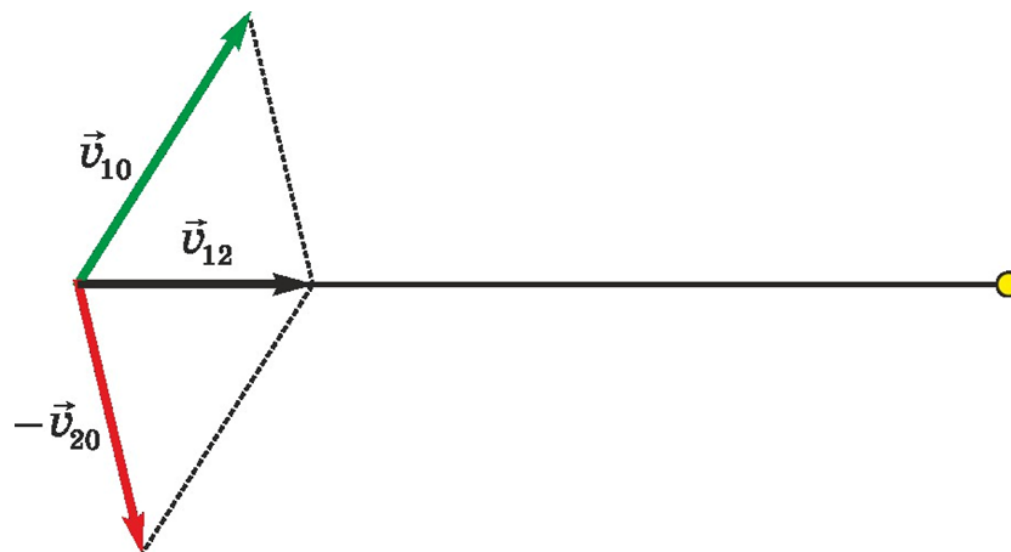
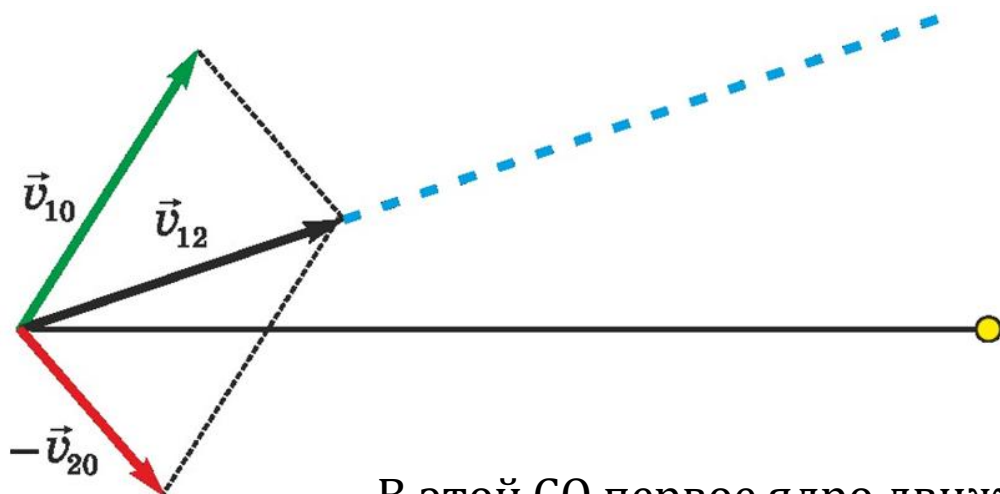
Но если исследовать эту ситуацию в системе отсчёта, связанной с одним из ядер, то ответ можно найти *без вычислений*!

Пусть начальные скорости ядер таковы:

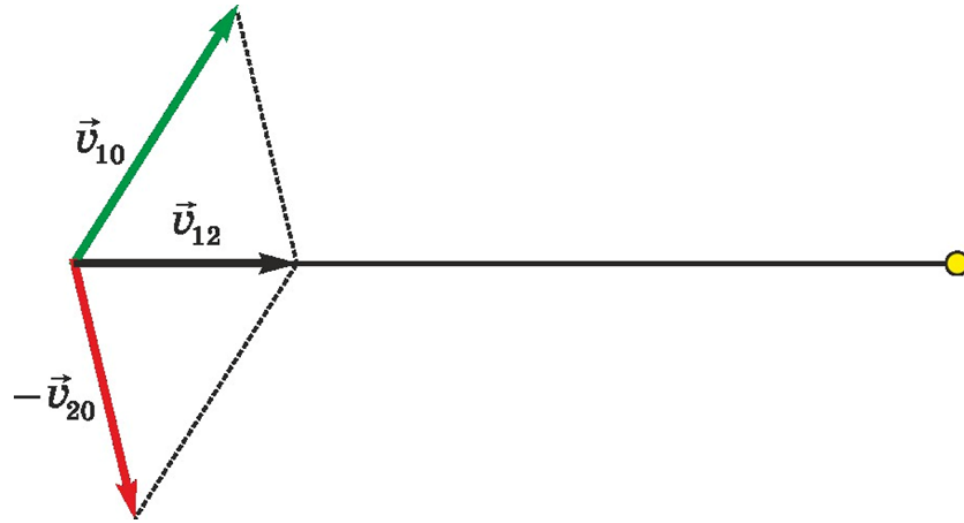


Ядра могут столкнуться в полёте только в том случае, если скорость первого ядра $\vec{v}_{21}$ относительно второго («покоящегося»!) направлена *горизонтально*.

Вот как выглядит движение первого ядра в СО, связанной со вторым ядром:



В этой СО первое ядро движется *равномерно и прямолинейно*.

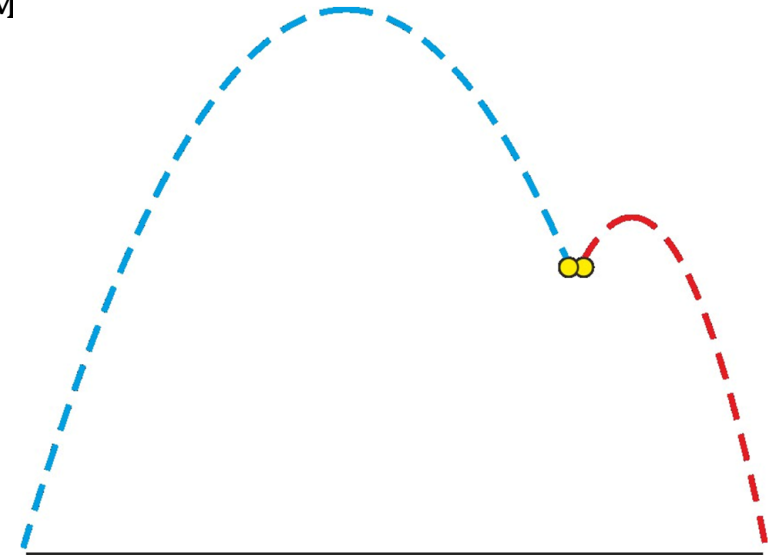


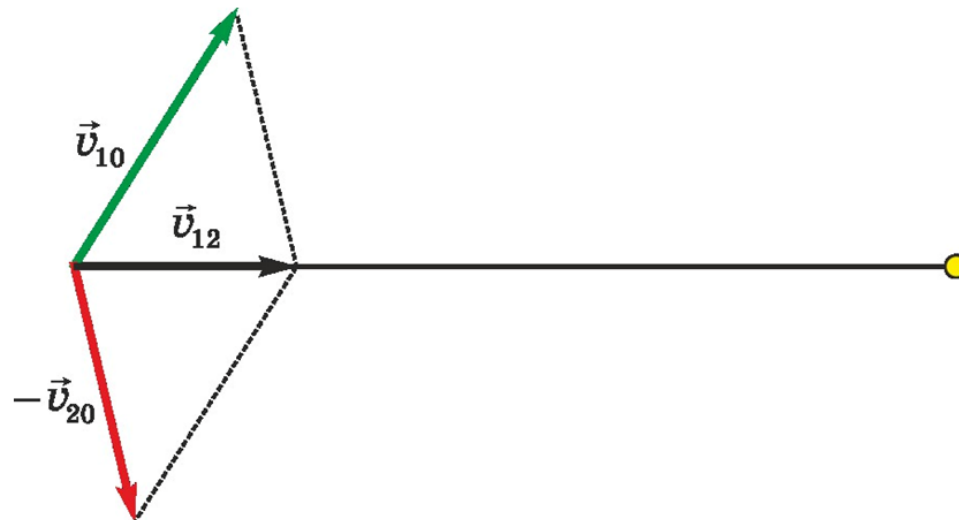
Это означает, что *вертикальные составляющие начальных скоростей должны быть равны* $v_{01y} = v_{02y}$

Поэтому одинаковы и *максимальные высоты подъёма ядер*. Значит, траектории ядер такими быть не могут.

Но тогда ядра в любой момент времени полёта находятся на *одинаковой высоте*, потому что

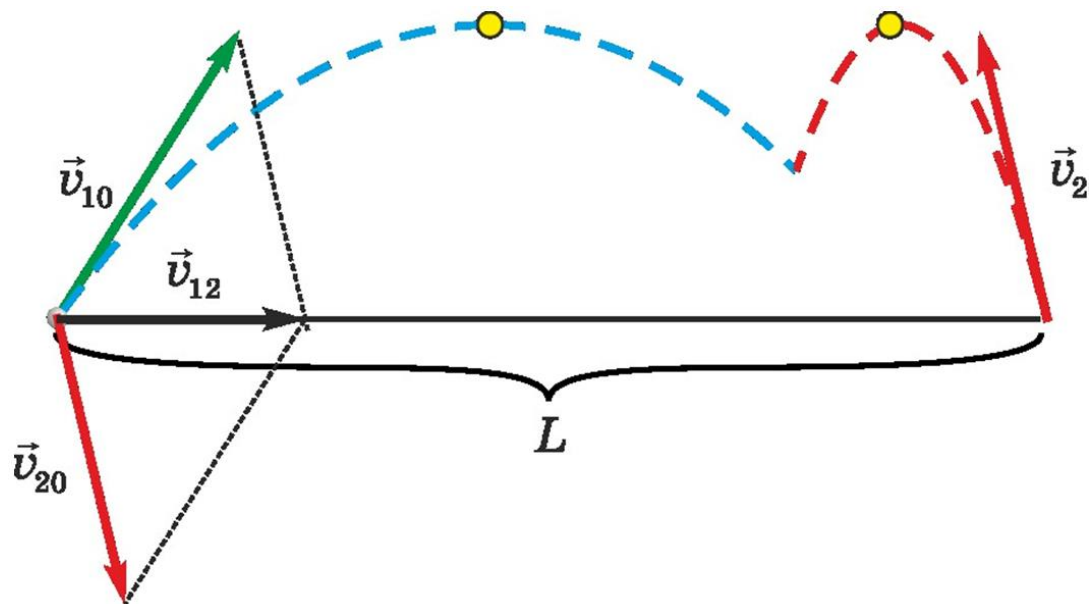
$$y = v_{0y}t - \frac{gt^2}{2}$$





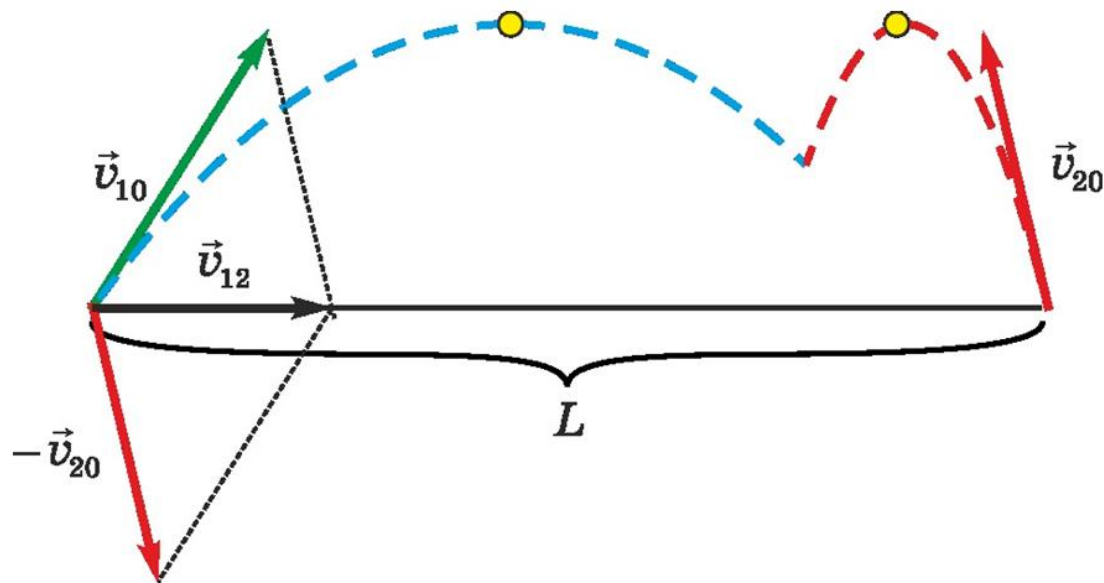
Равенство вертикальных составляющих начальных скоростей ядер — это только необходимое, но не достаточное условие столкновения в полёте.

Вот возможные траектории полёта ядер:



Чтобы ядра столкнулись в полёте, они не должны упасть на землю до момента столкновения.

А падают ядра *одновременно*, если у них одинаковые вертикальные составляющие начальных скоростей.



Чтобы ядра столкнулись в полёте, суммарная дальность полёта ядер должна быть больше L :

$$l_1 + l_2 > L$$

Максимальная дальность полёта — под углом 45° :

$$l_{\max} = \frac{v_0^2}{g} \rightarrow \frac{v_{01}^2 + v_{02}^2}{g} > L$$

В какой точке произойдёт столкновение?

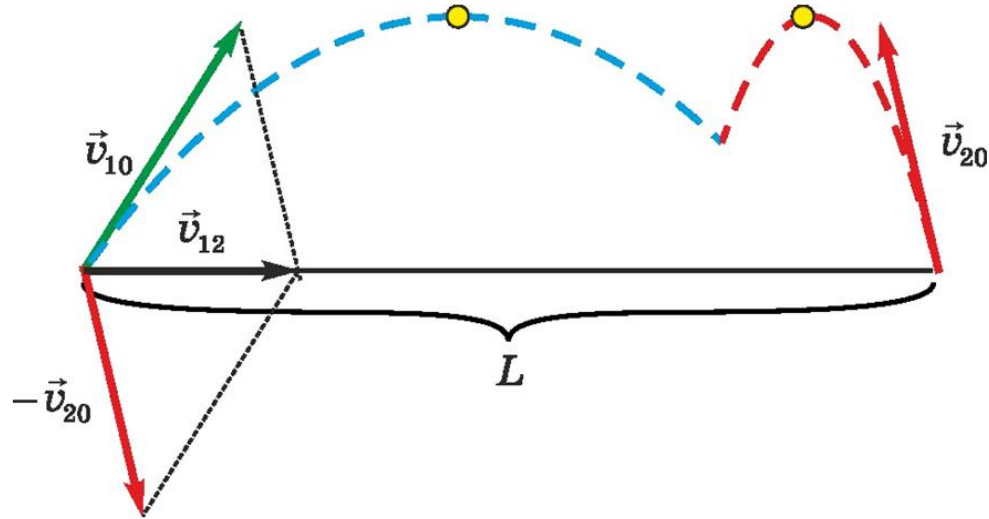
Координаты x, y находятся из

$$\begin{cases} x_1 + x_2 = L \\ \frac{x_1}{x_2} = \frac{v_{0x1}}{v_{0x2}} \end{cases}$$

$$y = v_{0y}t - \frac{gt^2}{2}$$

$$t = \frac{L}{v_{0x1} + v_{0x2}}$$

Здесь t — время полёта до столкновения:



На каком расстоянии / друг от друга будут ядра через t после выстрела?

$$l = L - (v_{01x} + v_{02x})t$$

Ответить на все эти вопросы, используя формулы для движения тела, брошенного под углом к горизонту, было бы намного труднее.

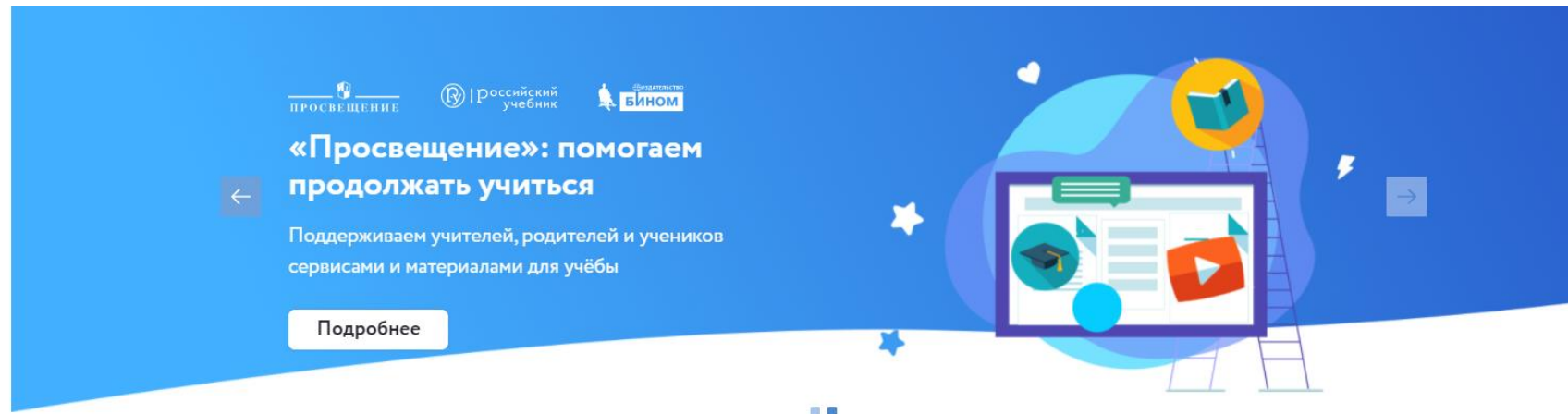
Вывод: вместо подстановки численных значений в формулы, которые ничего не говорят ни уму, ни сердцу, намного полезнее и интереснее **исследовать ситуации.**

Задачи при этом ставятся и решаются как бы «сами по себе»!

**Сайт «БИНОМ. Лаборатория знаний»
lbz.ru**

levgenden@gmail.com

До новых встреч!



 <https://uchitel.club/>

Учителям

Школьникам

Родителям



Вебинары

Методические вебинары по актуальным темам



Конференции

Конференции с авторами, специалистами-практиками, экспертами



Рабочие программы

Методическое сопровождение урока: программы, разработки, наглядные материалы



Повышение квалификации

Курсы повышения квалификации с выдачей сертификата



Горячая линия поддержки

Методическая поддержка 24/7



Домашние задания

Интерактивные рабочие тетради с автоматической проверкой

- ▶ Портал, на котором собраны материалы в помощь учителям и родителям для организации обучения
- ▶ Консультации при выполнении домашних заданий в видеоформате
- ▶ Обмен лучшими практиками, их апробация и распространение в сотрудничестве с органами управления образованием

СПАСИБО ЗА ВНИМАНИЕ!

Хотите купить?

- Оптовые закупки: отдел по работе с государственными заказами тел.: +7 (495) 789-30-40, доб. 41-44, e-mail: GTrofimova@prosv.ru,
- Розница: самостоятельно заказать в нашем интернет-магазине shop.prosv.ru

Отдел методической поддержки педагогов и ОО

Ведущий методист отдела внедрения развивающего обучения и новых продуктов



ООО «Просвещение-Союз»



Лукиенко Надежда Николаевна

Тел. +7(495)789-30-40 (доб. 23-04)



e-mail Nlukienko@prosv.ru



Группа компаний «Просвещение»

Адрес: 127473, г. Москва, ул. Краснопролетарская, д. 16, стр. 3, подъезд 8, бизнес-центр «Новослободский»

Горячая линия: vopros@prosv.ru