**Закон сохранения импульса**.

Теория (общий курс).

Для одной материальной точки:

При

При

Для системы тел:

Поскольку, по третьему закону Ньютона

то сложение этих равенств дает

Или просто

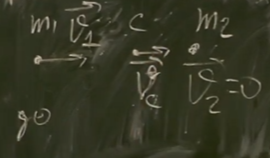
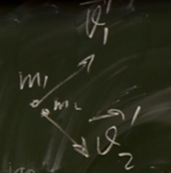
При отсутствии внешних сил мы можем говорить о сохранении суммарного импульса системы. Либо о сохранении определенной проекции импульса при условии, что соответствующая проекция суммы внешних сил равна нулю.

В общем же случае изменение импульса дается интегральной формулой

Если внешняя сила в течении времени своего действия остается постоянной, то можно просто записать

**Абсолютно упругое столкновение двух частиц.**

**Абсолютно упругий удар** — это такой удар, в котором сохраняется закон сохранения энергии.

Рассмотрим упругое столкновение двух частиц. Пусть первая частица налетает на покоящуюся вторую. Полный импульс, с одной стороны, можно выразить через скорость центра инерции , где *-* скорость центра инерции. А с другой это простая сумма импульсов. Поэтому можно написать:

Чтобы перейти в систему центра инерции нужно из всех скоростей вычесть скорость центра инерции.

До столкновения:

Видно, что

Видно, что имеет противоположное направление скоростям

Что и ожидалось – в системе центра инерции суммарный импульс равен нулю.

Кинетическая энергия, как известно

После столкновения: полный импульс также равен нулю, поэтому

Кинетическая энергия не меняется, поэтому

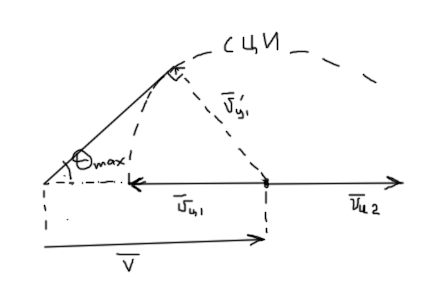
Отсюда можем заключить, что или

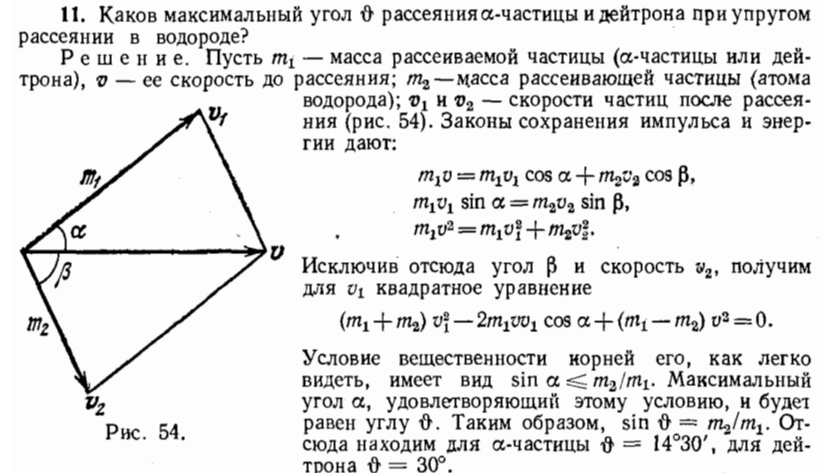
Получается, что в системе центра инерции при упругом столкновении скорости частиц остаются неизменными по модулю.

Вернемся в лабораторную систему. Для этого к получившимся скоростям нужно прибавить скорость движения центра масс. Возможны случаи

Действительно, это вытекает из выражения

Падающая частица меньше по массе. Она может отразиться под любым углом.

Падающая частица больше по массе. Теперь имеется максимальный угол, на который частица может отклониться – она точно не сможет развернуться на 180 градусов.

**

**Задача** [Кобушкин]. Из орудия, установленного на платформе массой , производится выстрел снарядом , который получает скорость под углом к горизонту. Платформа в результате отдачи приходит в движение. Сколько времени платформа находилась в движении, если коэффициент трения о рельсы равен и ?

**Решение**. Будем рассматривать два временных интервала – время выстрела , когда платформа поучает ускорение и после выстрела , когда платформа замедляется и останавливается.

Пусть – сила взаимодействия снаряда и платформы. Для первого этапа движения платформы:

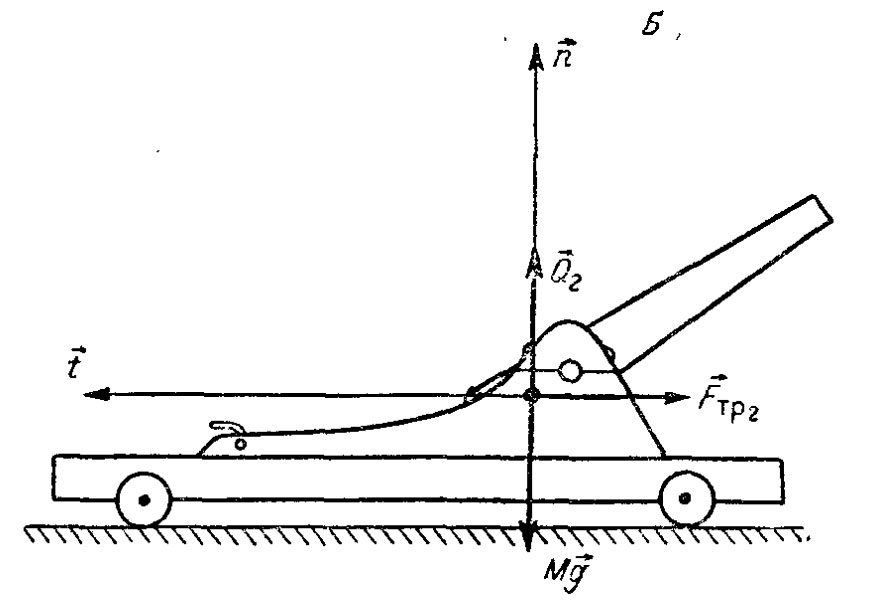
С учетом того, что , получим в проекциях на оси

Исключаем .

Если учесть, что для снаряда можем записать:

Поскольку мы, полученное ранее уравнение, с учетом двух последних равенств можем записать в виде:

Откуда



Для второго этапа:

Конечная скорость платформы

В проекциях на оси:

откуда получим

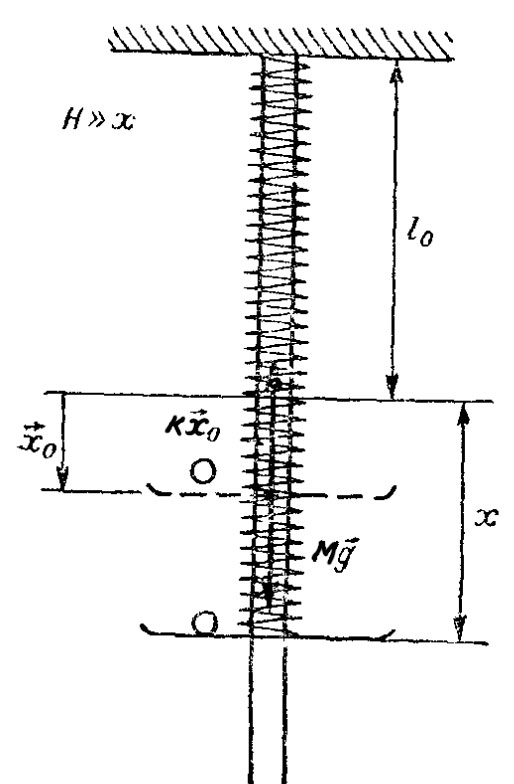
Полное время

Замечание. Угол наклона орудия не равен углу, под которым вылетает снаряд. Действительно

где – скорость платформы относительно земли, – скорость снаряда относительно платформы, – скорость снаряда относительно земли.

**Задача**. На чашку пружинных весов падает с высоты кусок мягкой глины массой . Зная, что масса чашки , а коэффициент жесткости пружины , найти зависимость скорости системы от величины деформации пружинки. Удар считать абсолютно неупругим.

**Решение**. В момент удара:



Начало отсчета выбрано от края недеформированной пружинки без чашки и груза. Масса самой пружинки считается равной нулю.

Внешних, не потенциальных сил нет, поэтому энергия системы сохраняется:

Согласно закону сохранения импульса

где можно найти из энергетического соотношения для шарика.

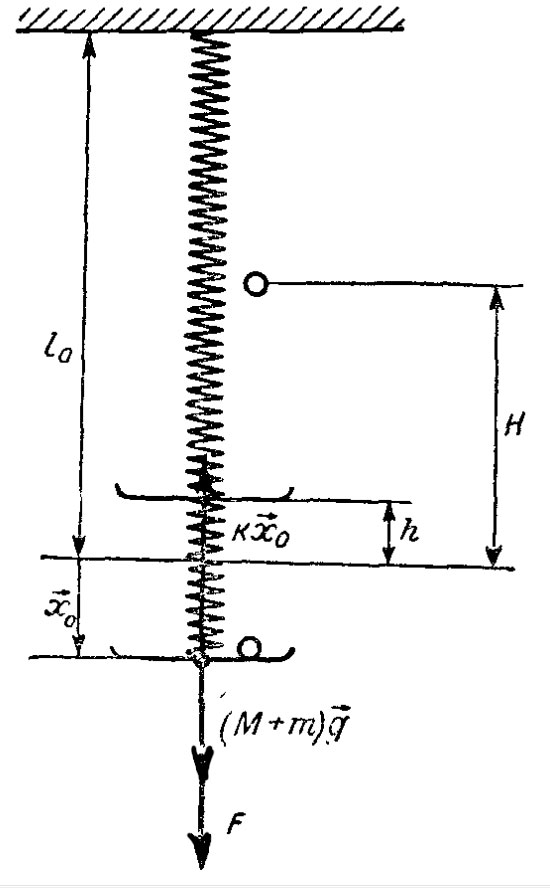
Итак

Величину можно найти из условия равновесия до удара

После подстановок получим:

**Задача [Кобушкин]**. Чашка пружинных весов массой с лежащим на ней шариком массой оттянута вниз с силой и отпущена. На какие высоты поднимутся после отрыва от чашки шарик и чашка? Каков при этом характер движения тел? Коэффициент жесткости пружины равен .

**Решение**. Движение шарика складывается из трех этапов.



1.Ускоренное движение шарика и чашки до положения равновесия, которое определяется равенством:

2. Замедленное движение шарика вместе с чашкой до момента отрыва, когда они перестают давить друг на друга.

3. Движение оторвавшегося шарика. В этом случае на шарик уже не действуют никакие силы кроме силы тяжести, поэтому его ускорение . Чашка тормозится из-за пружины быстрее, поэтому ее ускорение больше чем у шарика. Здесь

Высота отсчитывается от точки отрыва. Это, очевидно, происходит тогда, когда пружина не деформирована и чашка начинает замедляться быстрее вследствие последующей деформации пружины. Итак

Энергия системы не меняется, поэтому для нижнего положения и момента отрыва можем написать:

Условие равновесия в нижнем положении

Поэтому

Пусть - высота поднятия чашки. Для нее закон сохранения энергии запишется в виде

И. так как (см. выше), то

Подставим сюда значение и учтем, что .