**Закон сохранения импульса**.

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

**Центр инерции**

Рассмотрим замкнутую механическую систему в различных инерциальных системах отсчета и и пусть система движется относительно со скоростью . В этом случае связь между радиус-векторами будет такой

Связь между скоростями, соответственно

Полный импульс такой системы

Всегда можно найти такую систему в которой полный импульс будет равен нулю. Положив найдем, что в этой системе

Скорость имеет смысл скорости движения системы как целого. Саму систему можно рассматривать как материальную точку, положение которой определяется радиус вектором

Эту точку называют ***центром инерции*** системы.

**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:

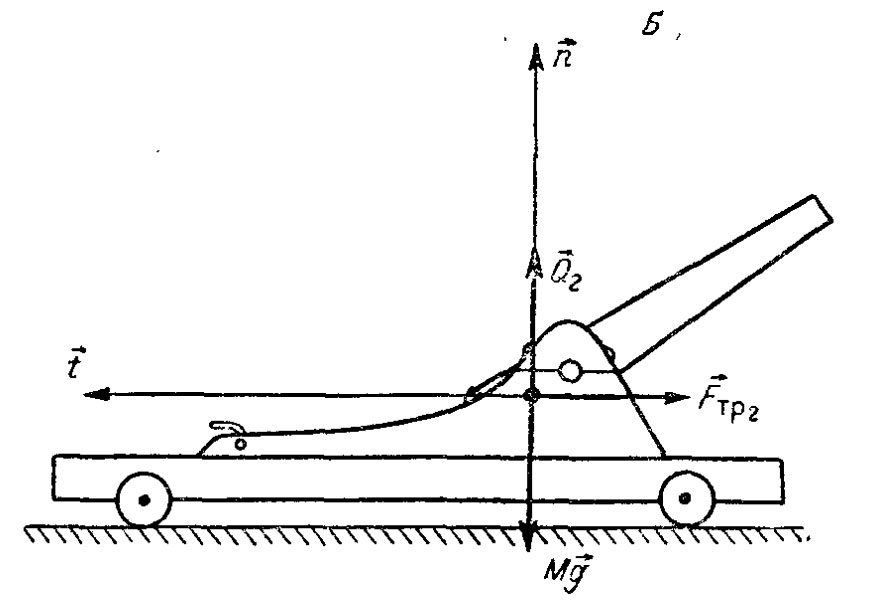
С учетом того, что , получим в проекциях на оси

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

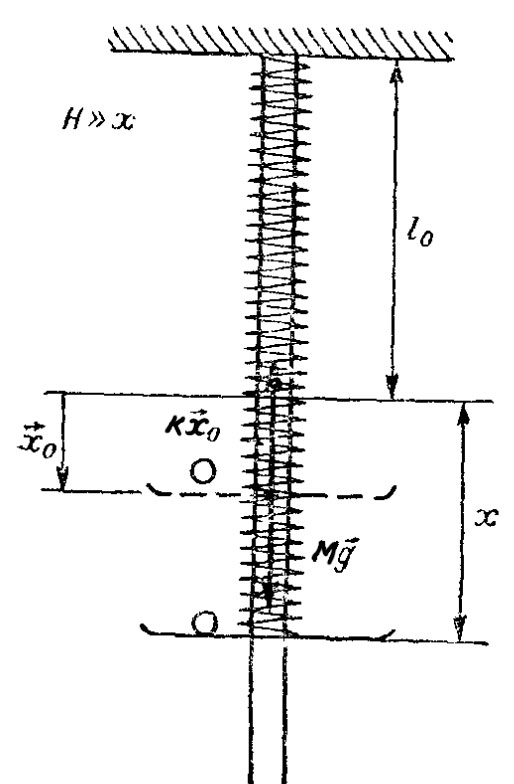
Полное время

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.

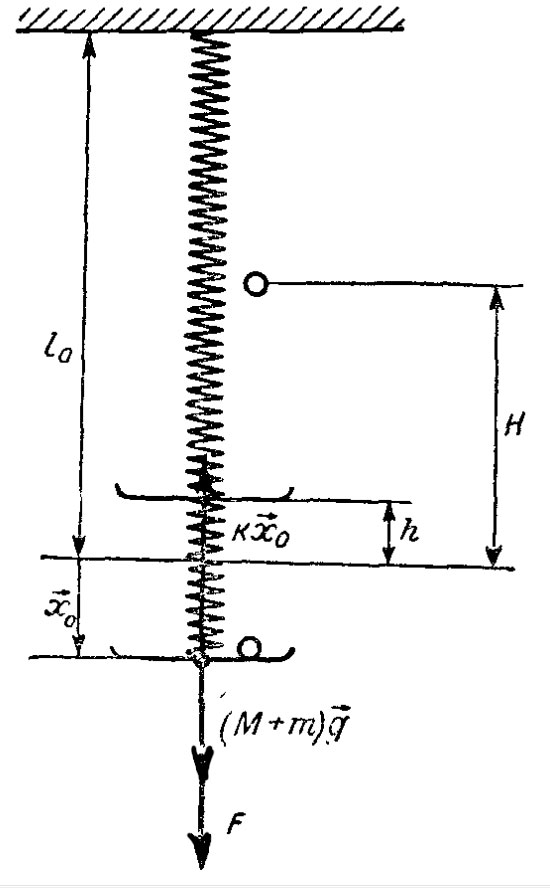
Итак

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 .