**Практическая работа № 1.**

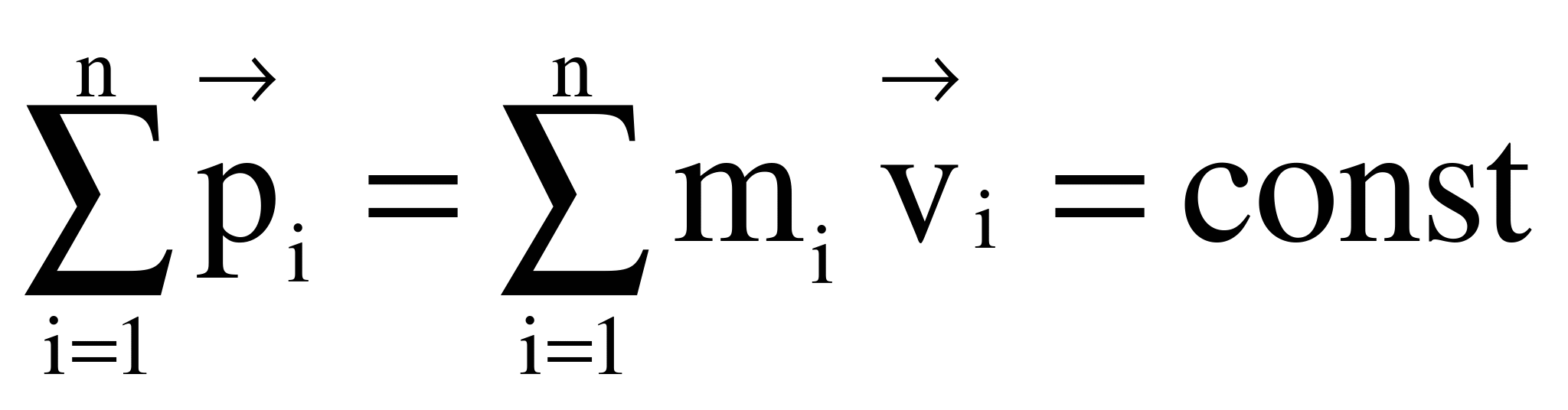
**«Исследование упругого и неупругого сталкивания тел»**

**Цель работы:** экспериментальное подтверждение закона сохранения количества движения.

**Приборы и принадлежности:** измерительная установка FРМ-08, набор шаров, технические весы.

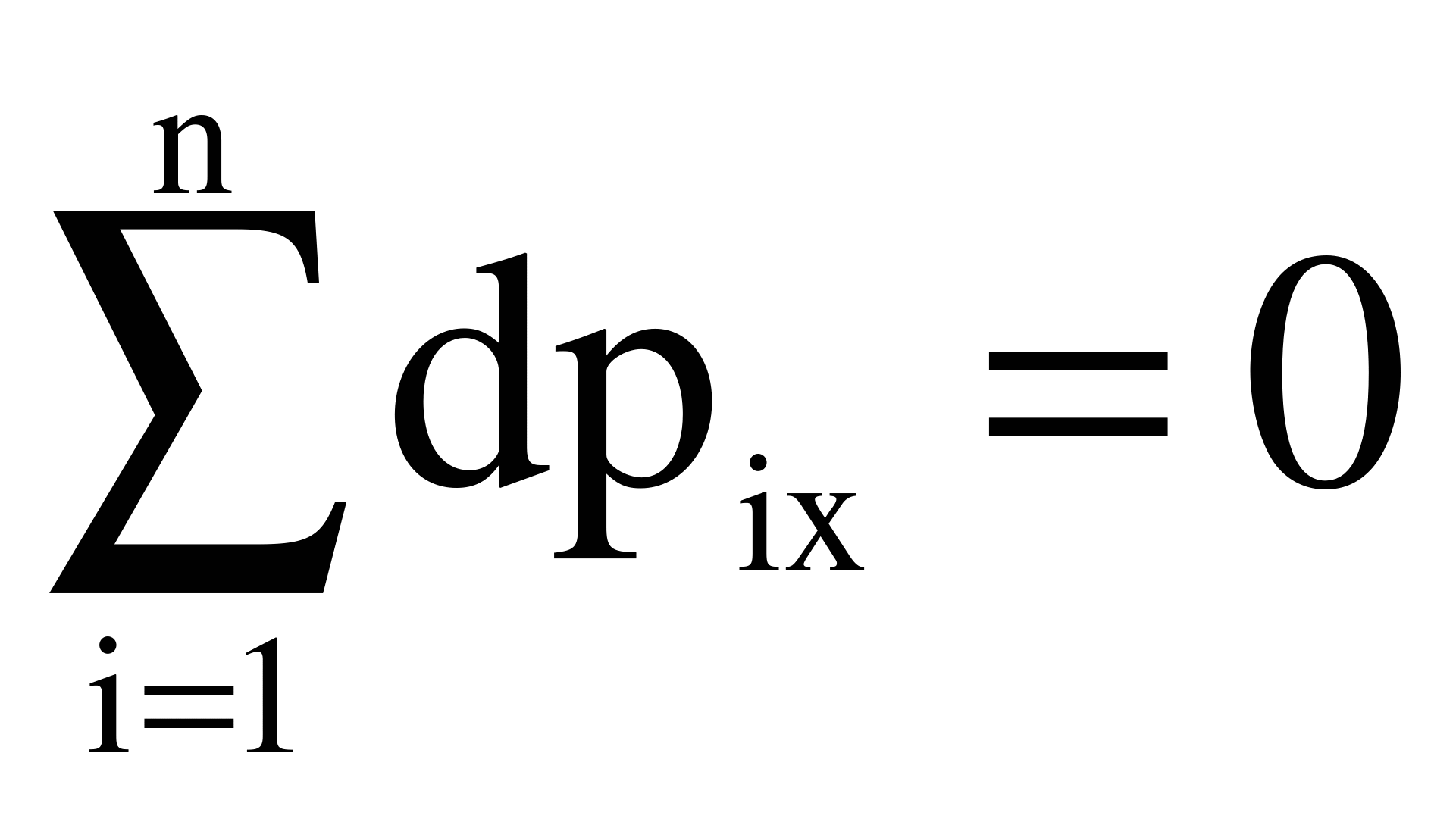
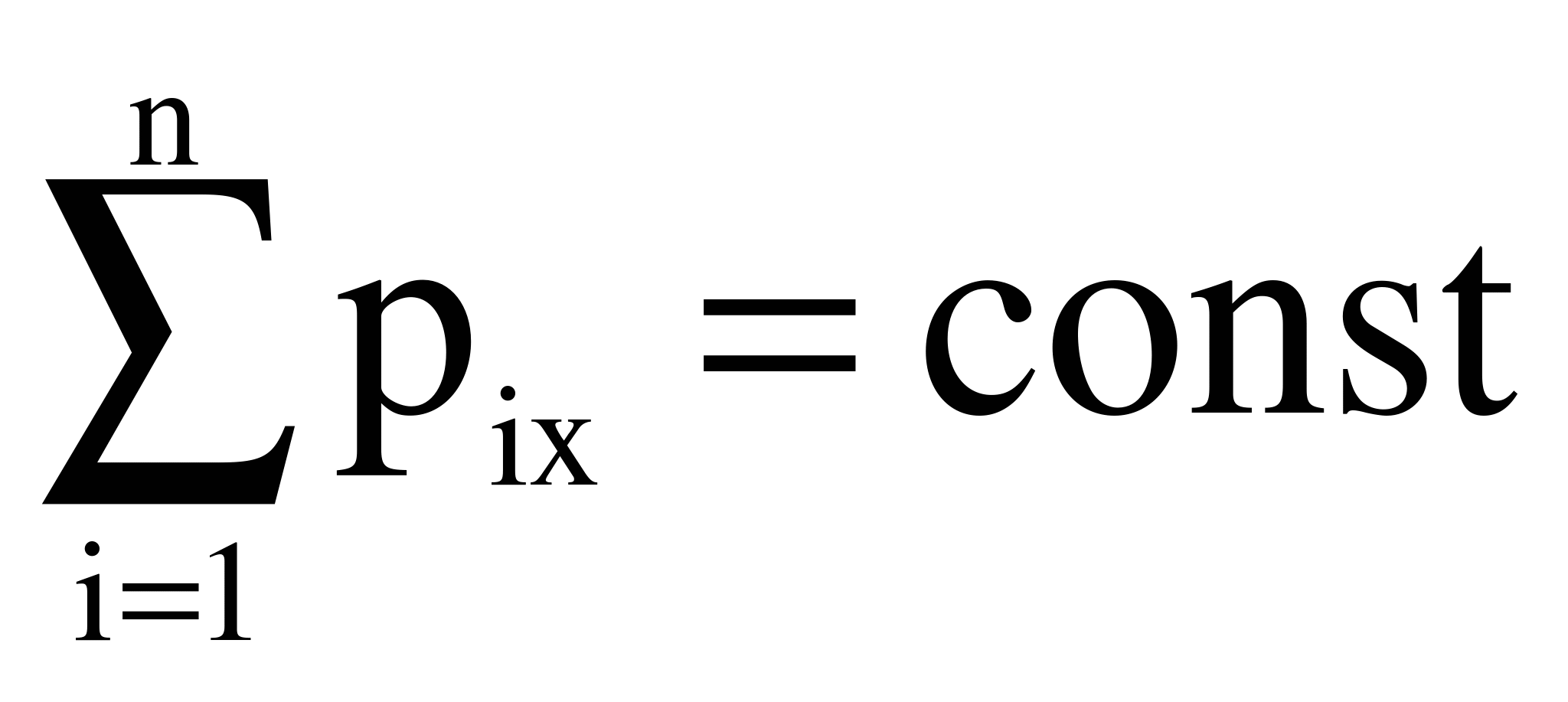
**ВВЕДЕНИЕ**

Для замкнутой системы тел установлен закон сохранения импульса – количество движения замкнутой системы тел с течением времени не изменяется:

.

Из этого закона следует, что взаимодействие тел, составляющих замкнутую систему, приводит только к обмену импульсами между этими телами, но не может изменить общего импульса системы как целого.

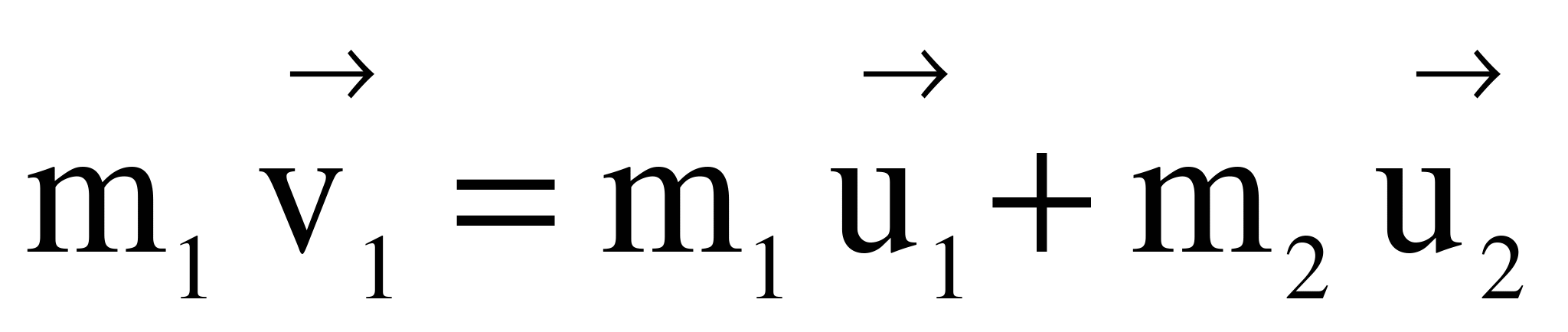
:

; .

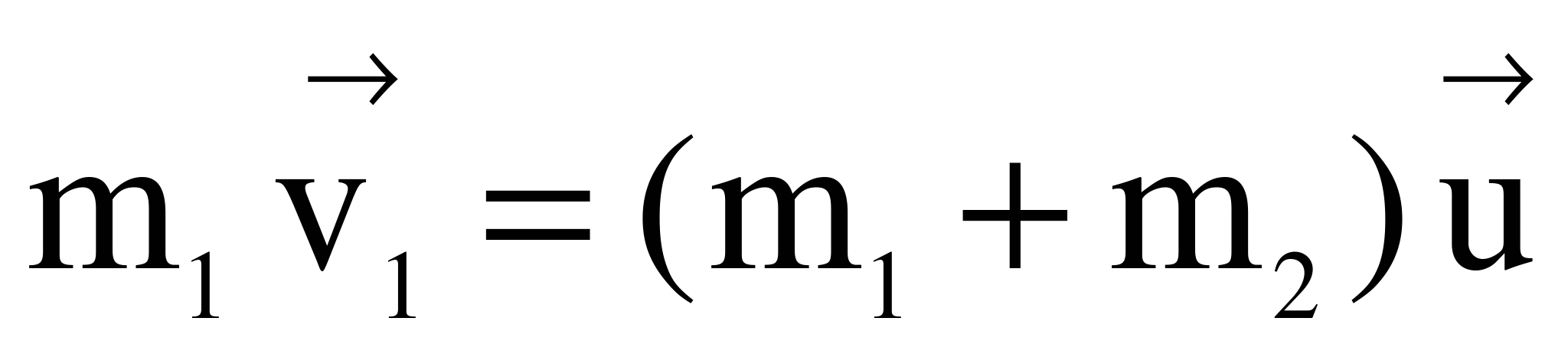
Ни одна система тел на Земле не является замкнутой, если в эту систему не включена сама Земля. Однако если рассматривать движение системы в горизонтальном направлении, в котором компонент силы тяжести равен нулю, то система может быть замкнутой, даже если в нее не включена Земля.

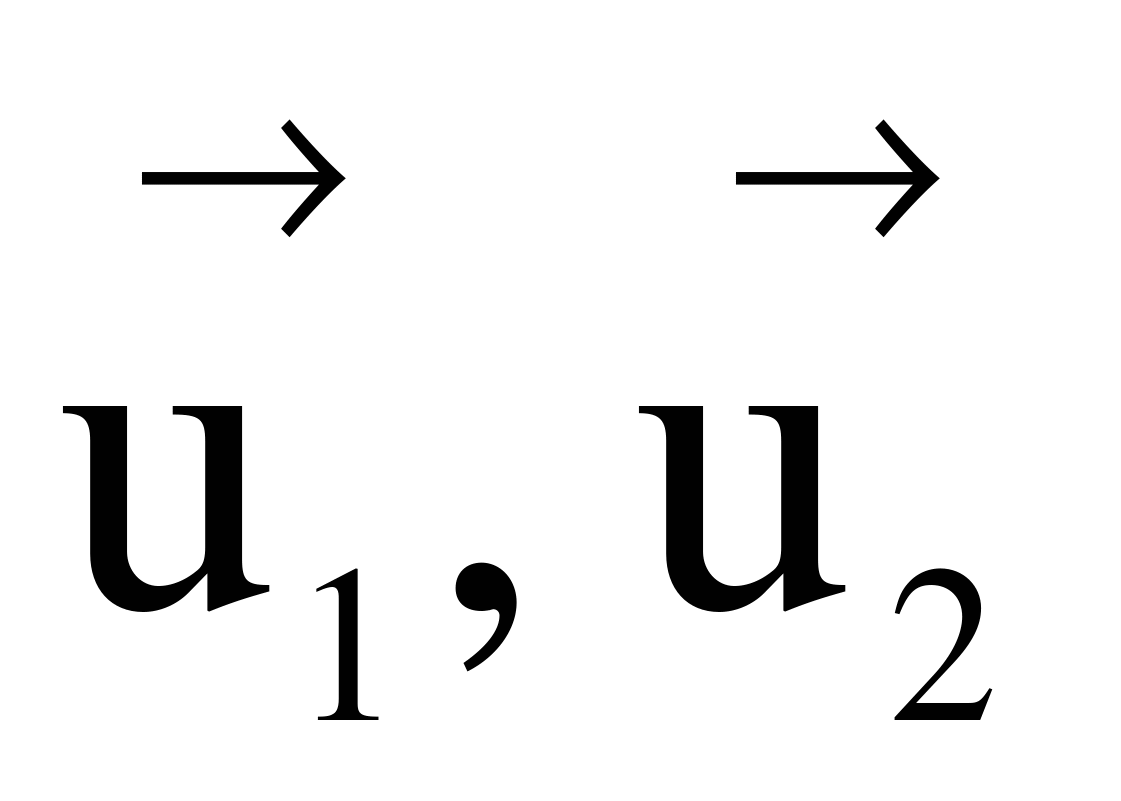
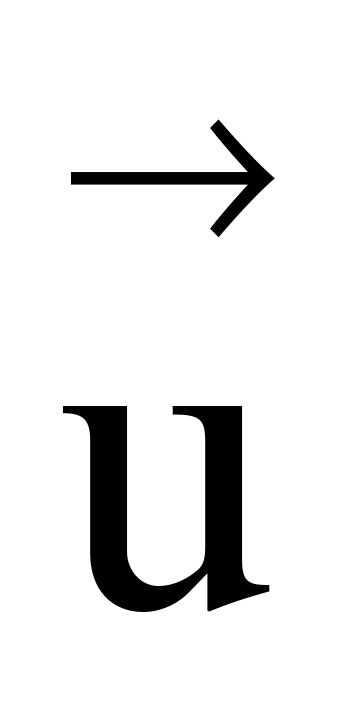
Применяя к ударяющимся шарам закон сохранения импульса, можем записать:

а) для  упругого   удара

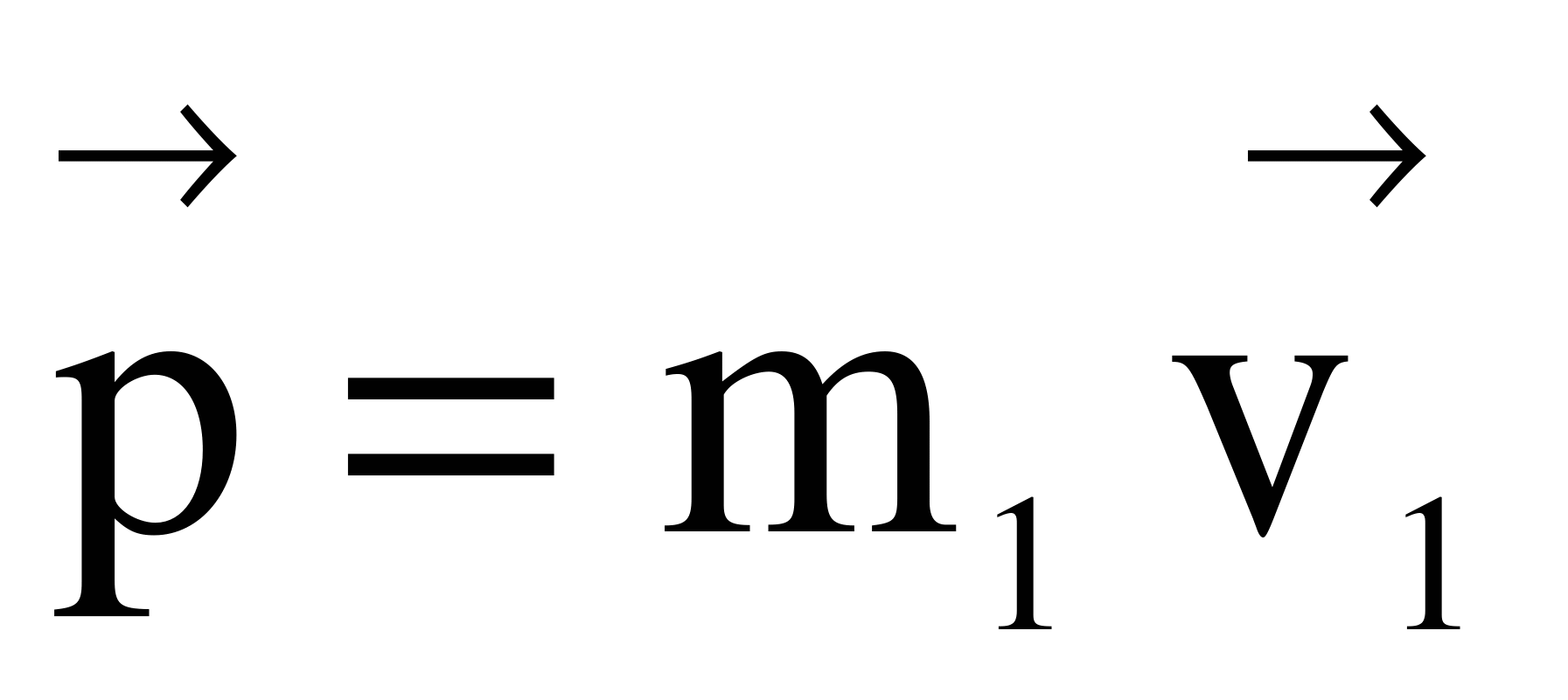
, (1)

б) для  неупругого   удара

, (2)

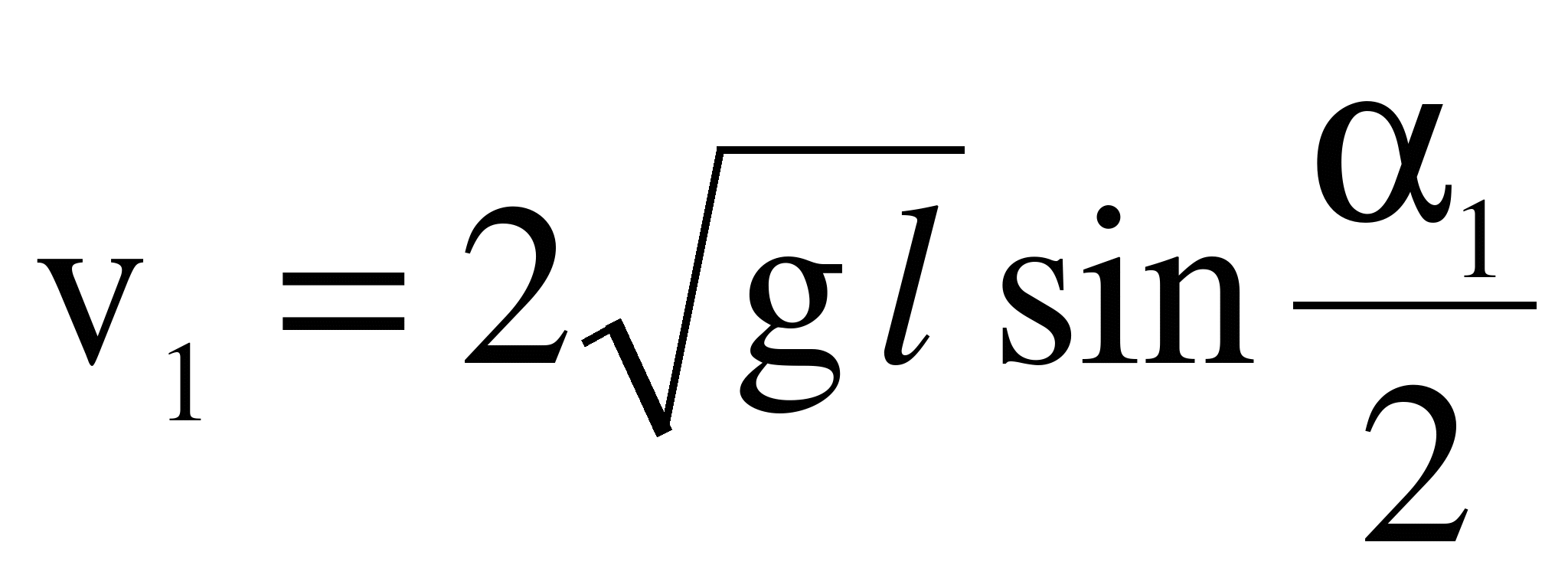
где m1, m2 – массы ударяющихся шаров;  – скорости шаров после  упругого   удара ; U – общая скорость шаров после абсолютно  неупругого   удара .

Как мы видим, импульс шаров до столкновения

. (1/)

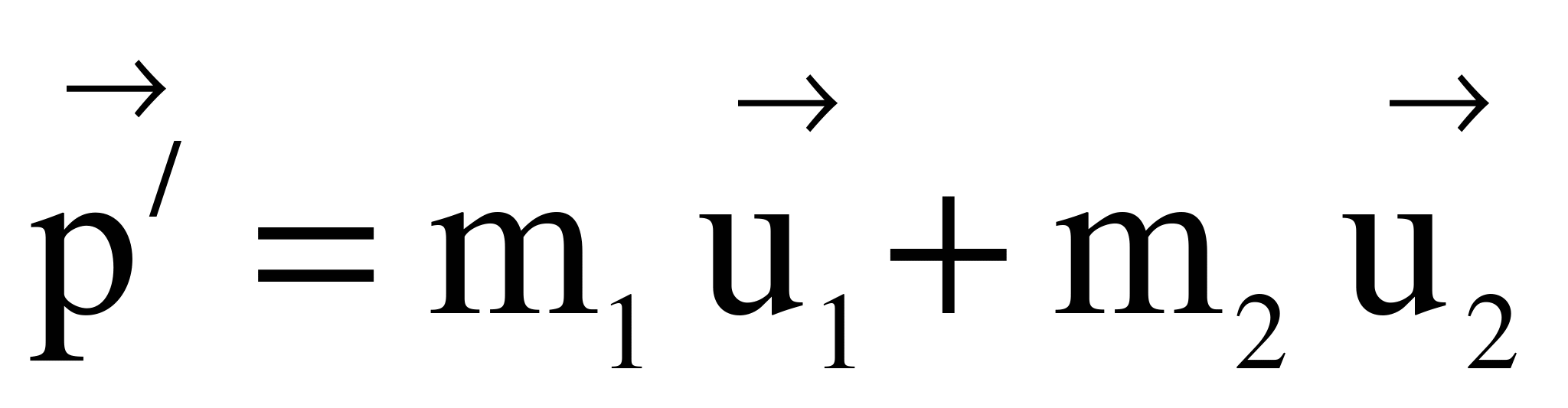
Это значит, что один шар до  удара  покоится (v2 = 0).

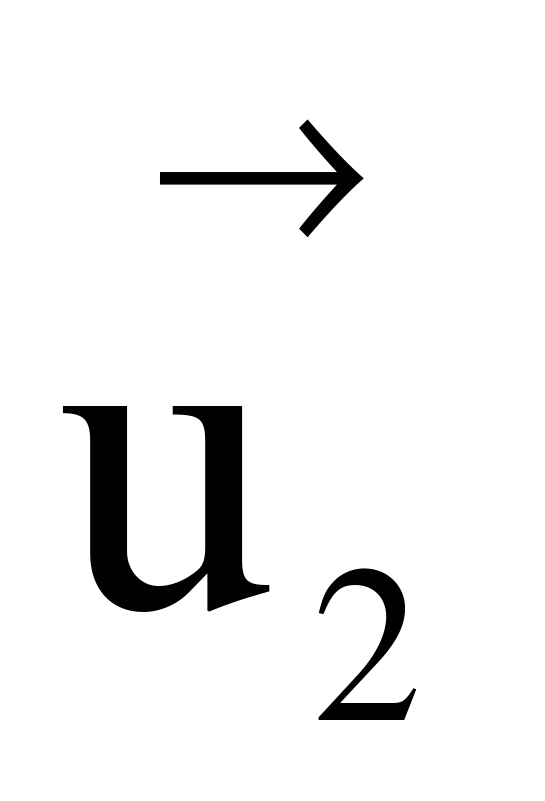
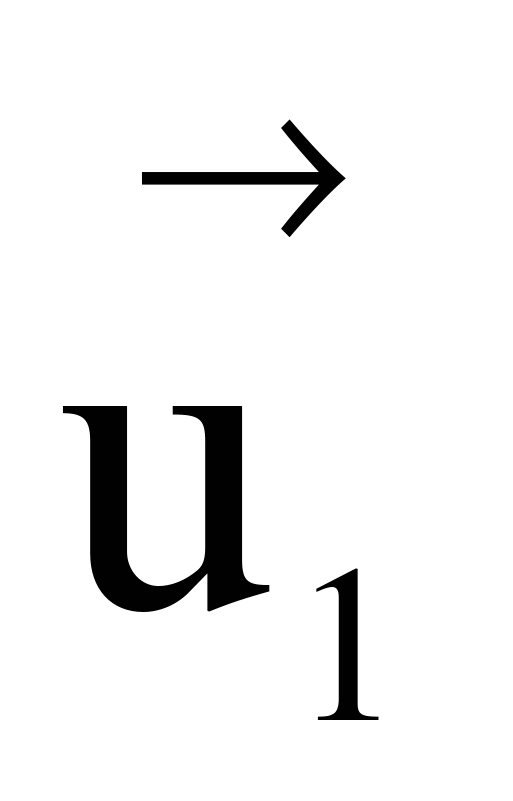
Скорость ударяющего шара v1 определяется по формуле

, (3)

где g – ускорение свободного падения; *l* – длина подвески шаров; α1 – угловое расстояние

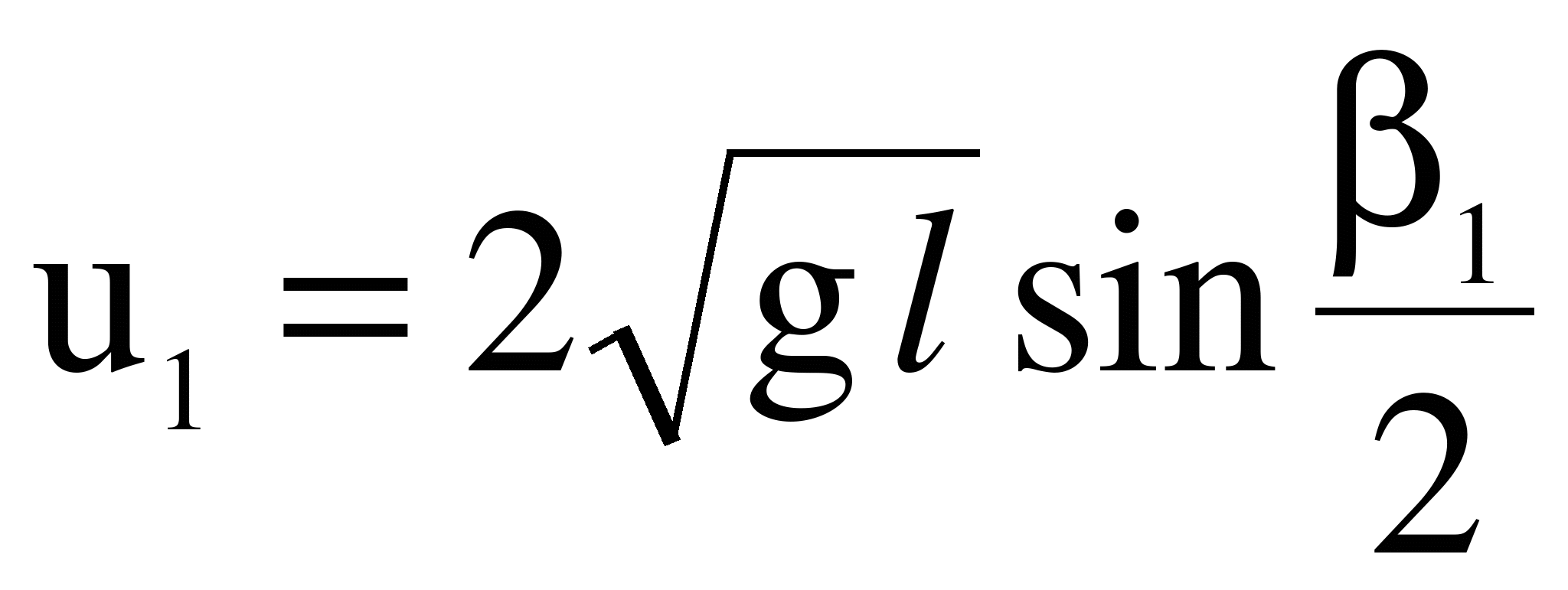
Суммарное количество движения шаров  упругого  столкновения определяется

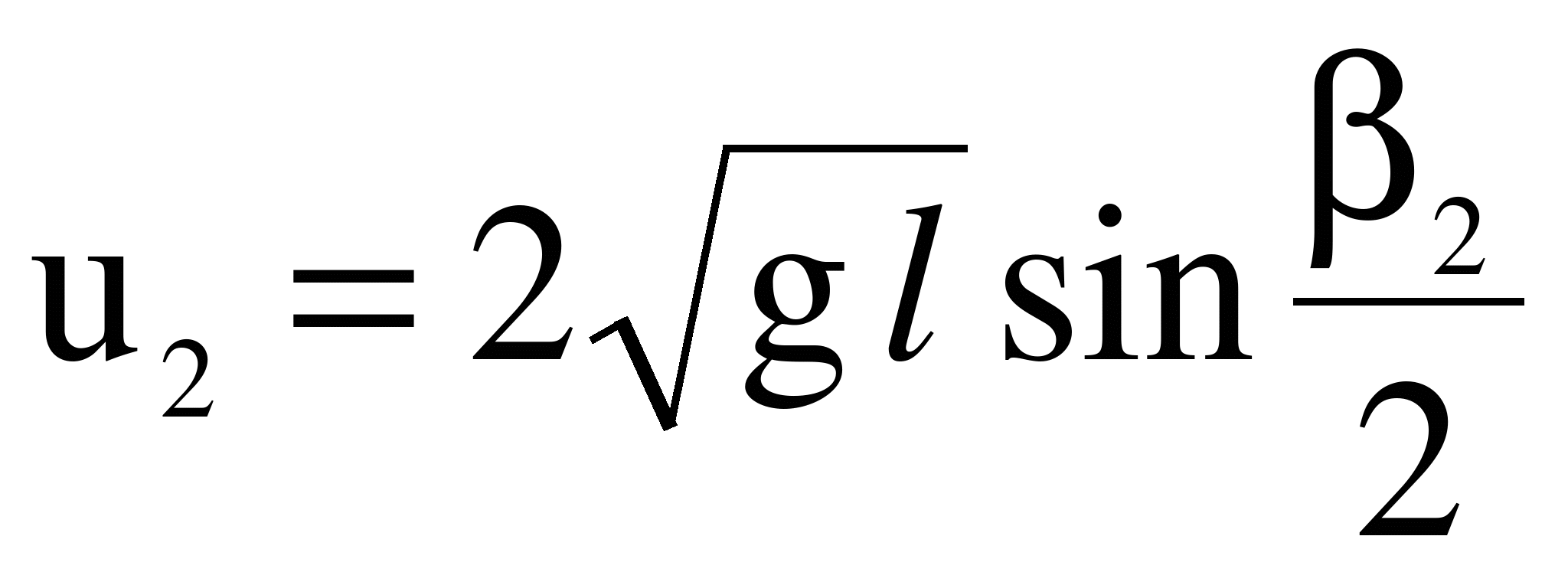
, (4)

где m2, – масса  и  скорость ударяемого шара; – скорость ударяющего шара после столкновения. Или переходя к проекциям получаем:

m1v1 = m1u1 + m2u2,

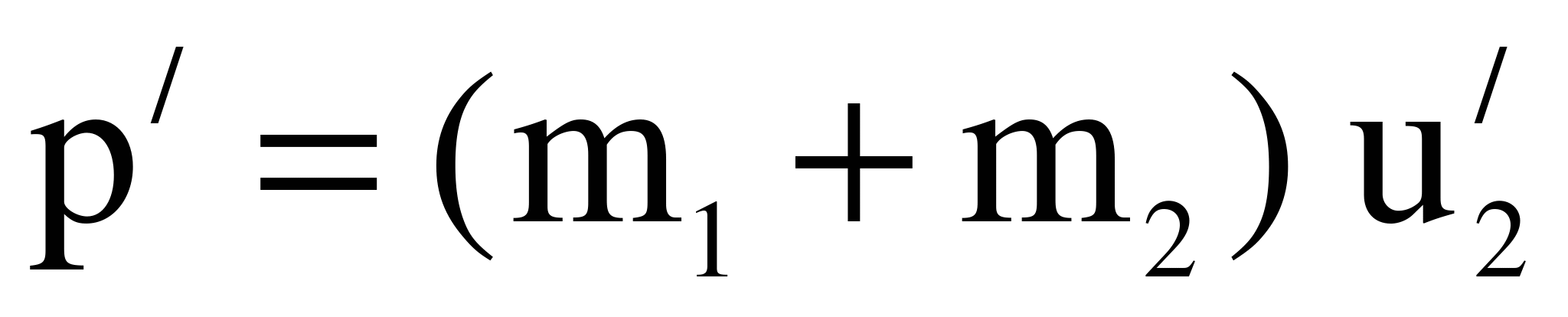
где проекции u1  и  u2 определяются по формулам

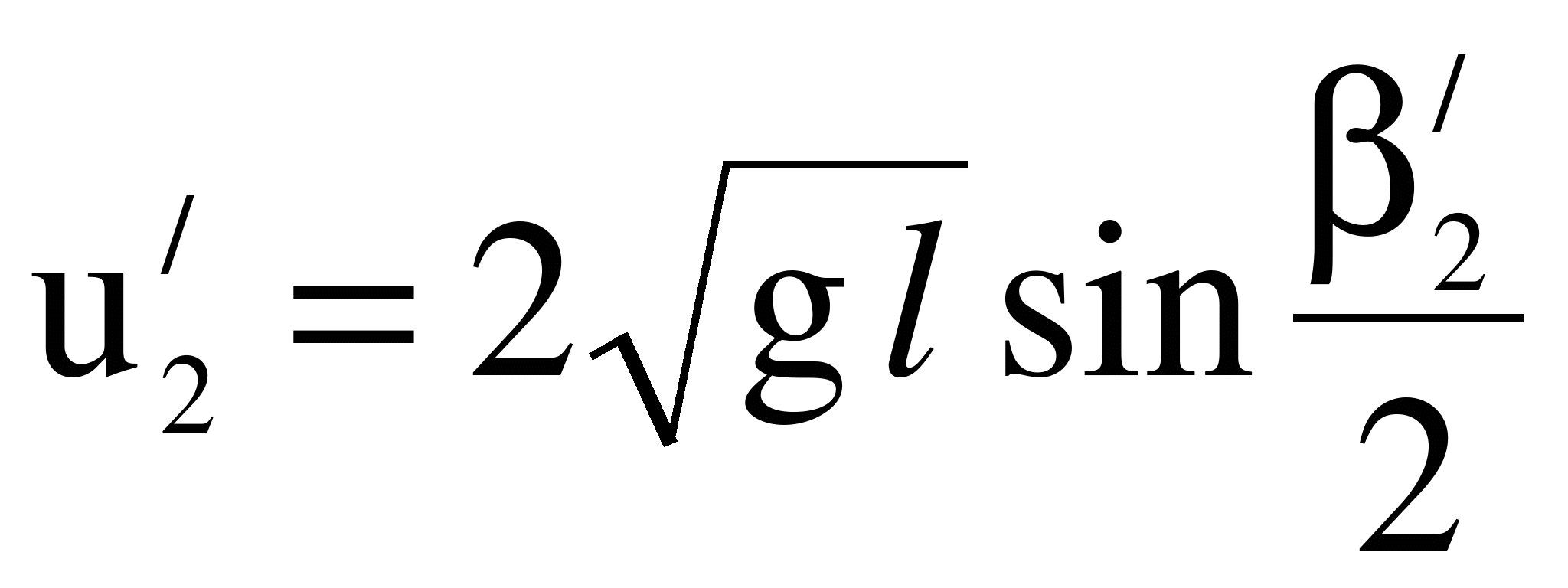
, (5)

. (6)

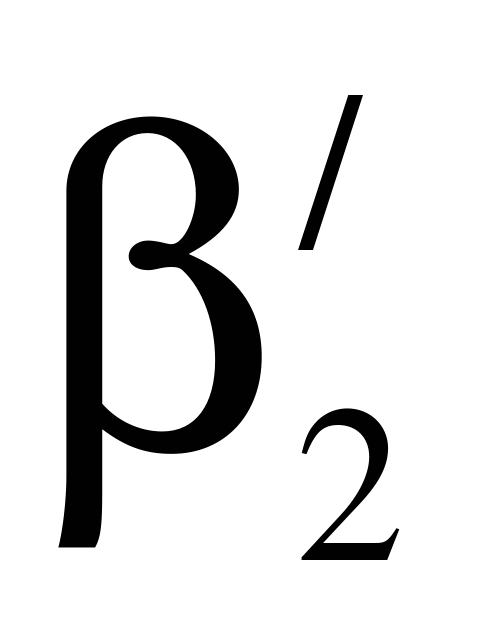
Здесь β1  и  β2 – угловые отклонения ударяющего  и  ударяемого шаров от положений равновесия, которые измеряются по шкалам 9,  10 . Знак β1 – положительный, если отклонение происходит в направлении движения налетающего шара

Суммарный импульс шаров после  неупругого  соударения (используется один шар – металлический, другой – пластилиновый) определяется

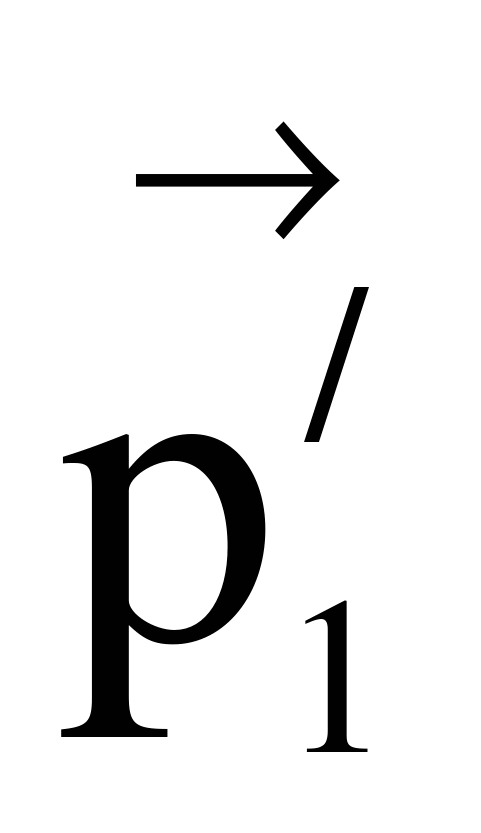
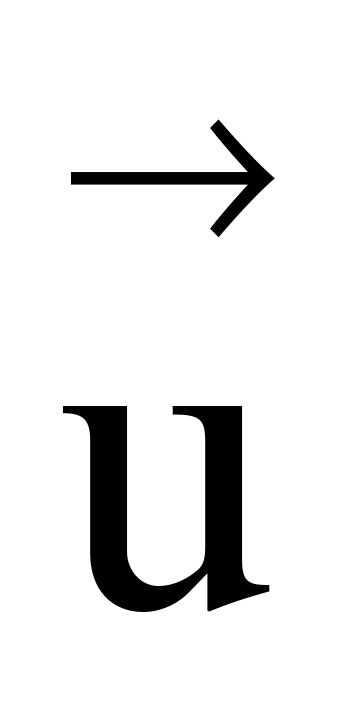
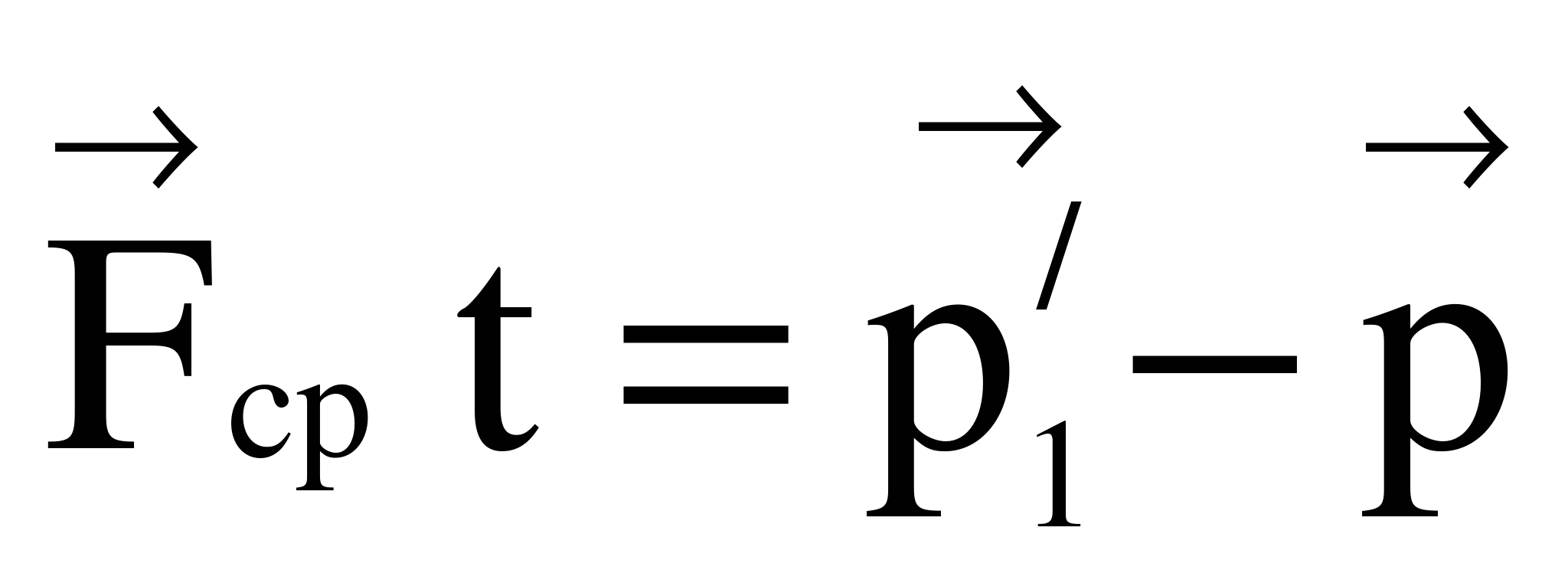
, (7)

где

, (8)

 – угловое отклонение шаров от положения равновесия после столкновения.

Время  удара  можно использовать для определения средней силы  удара (9)

где  = m11 – импульс налетающего шара после столкновения. *,*

**ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ**

***Упражнение 1. Проверка закона сохранения импульса***

***для******упругого******удара***

1. Взвешиванием на технических весах определить массы  упругих  шаров m1, m2.

2.Закрепить металлический и пластиковый шары на кронштейнах, так чтобы их центры тяжести находились на одной линии.

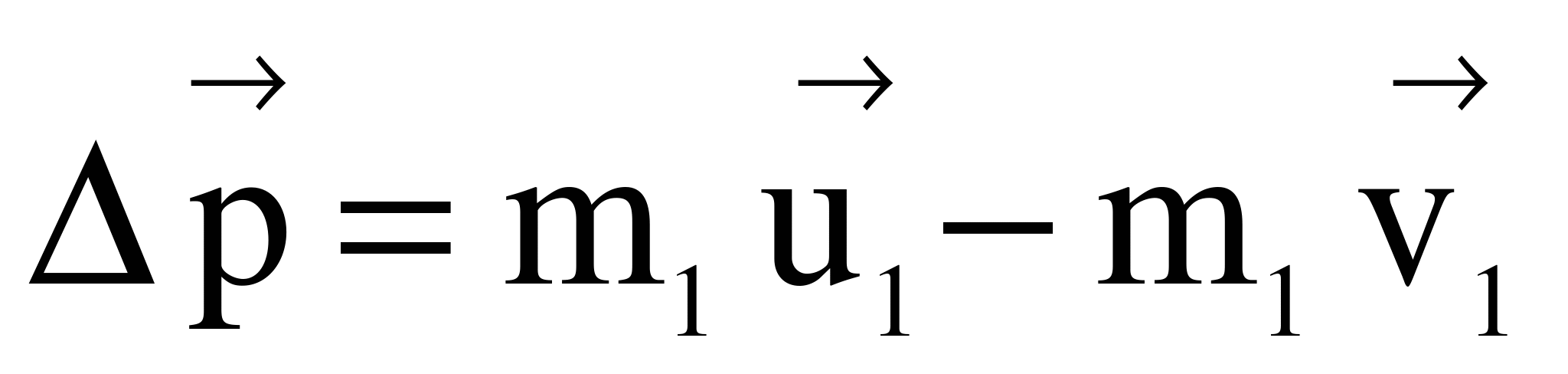
3.Правый шар отодвинуть в сторону на угол α1, левый остается неподвижным. Записать значение угла α1 в таблицу.

4.Проследить за столкновением шаров и зафиксировать углы β1 иβ2 (угловые

расстояние β1 и  β2, на которые после  удара  отскочат оба шара), Измерение этих углов надо проводить после первого удара между налетающим и покоящимся шарами. Записать значения угловых расстояний и продолжительность столкновения шаров в табл. 1. Проделать п. 1 – 6 несколько раз.

5.Вычислить по формулам (3), (5), (6) скорости шаров, подставляя средние значения величин.

6.Определить количество движения (импульс) шаров до и после столкновения по формулам (1/) и (4). Проверить закон сохранения импульса по формуле (1). (Учесть в этой формуле направление движения шаров.)

7.По результатам вычислений рассчитать изменение импульса ударяющего шара при ударе.

По формуле (9) рассчитать Fср.

8.Рассчитать абсолютные и относительные погрешности измерений величин β1, β2, t по методике обработки результатов прямых измерений. Результаты занести в табл. 1.

9.Оценить абсолютные и относительные ошибки косвенных измерений величин р и р/. Сделать вывод с учетом п. 8.

Таблица 1

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | m1, кг | m2, кг | α1,град | β1,град | Δβ1сл,  град | β2,град | Δβ2сл,  град | t, мкс | Δtсл,  мкс | v1, м/с | u1, м/с | u2, м/с | р,  кг⋅м/с | р/,  кг⋅м/с |
| 1  …  5 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| http://oo4d.mail.yandex.net/static/d28f99eed2b745f495e6e57b7f0b293e/tmpC5yVzz_html_m3046fad5.gif |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Δx |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |

***Упражнение 2. Проверка закона сохранения импульса*** ***для******неупругого******удара***

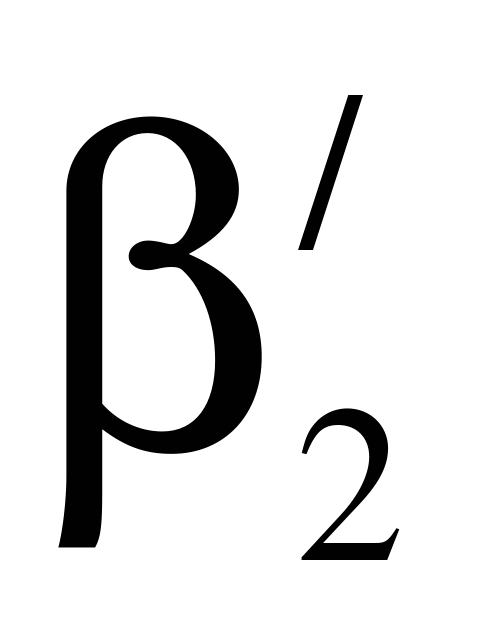
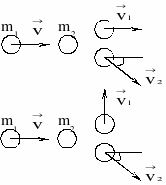
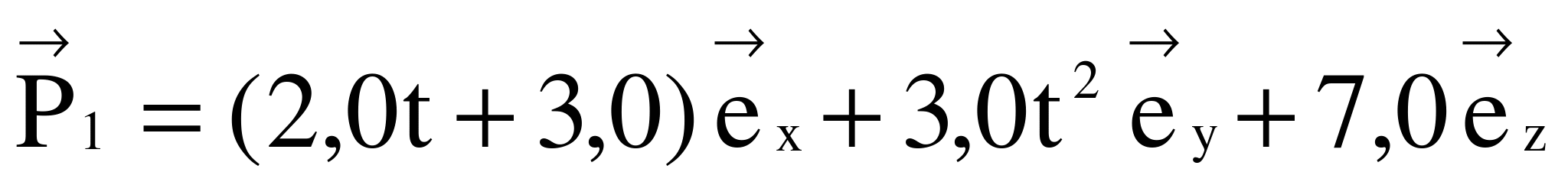
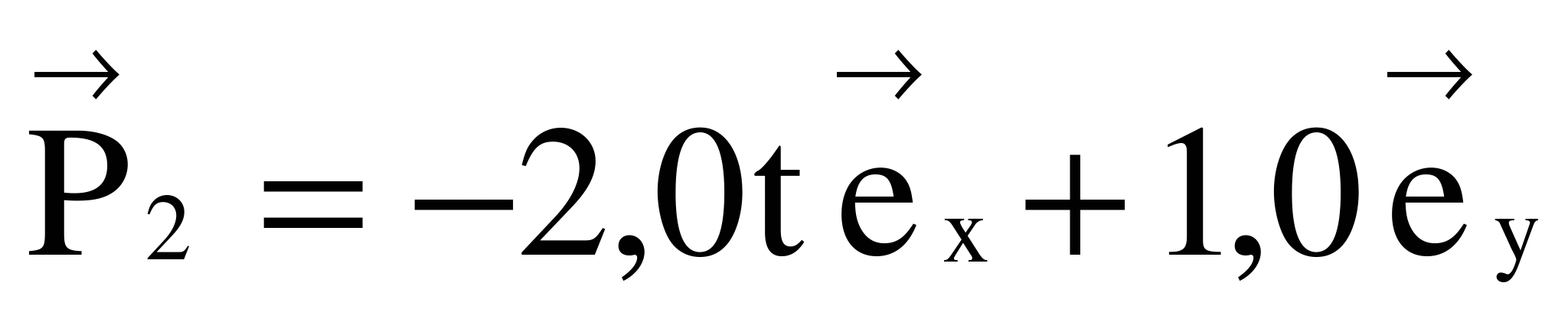
1. Заменить один из шаров пластилиновым, заранее измерив его массу. Проделать эксперимент аналогично упражнению 1. При этом угол отклонения шаров после столкновения будет общим –   . Произвести измерения несколько раз.
2. По формулам (3), (8) вычислить скорости шаров. Определить количество движения (импульс) шаров до  и  после  неупругого   удара  по формулам (1)  и  (7). Проверить закон сохранения импульса.

Таблица 2

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | m1,  кг | m2,  кг | α1,  град | http://oo4d.mail.yandex.net/static/d28f99eed2b745f495e6e57b7f0b293e/tmpC5yVzz_html_m69e410f4.gif,  град | Δβ2сл,  град | u1,  м/с | u2,  м/с | р,  кг⋅м/с | р**/**,  кг⋅м/с |
| 1  2  3  4  5 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| http://oo4d.mail.yandex.net/static/d28f99eed2b745f495e6e57b7f0b293e/tmpC5yVzz_html_m3046fad5.gif |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Δx |  |  |  |  |  |  |  |  |  |

**КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ**

1. Что называется импульсом тела или количеством движения? Каковы единицы измерения? Как определить направление импульса?
2. Сформулируйте закон сохранения импульса  и  границы его применения.
3. Какой  удар  называется центральным?
4. Какое соударение называется  упругим   и  какое  неупругим ?
5. Если легкий теннисный шарик с импульсом p  упруго  ударится о неподвижную массивную стенку по нормали к ней, то каким будет импульс стены p/, полученный ею за время соударения?
6. Неподвижный снаряд разрывается на три осколка. Изобразите графически импульсы всех осколков.
7. Применяя закон сохранения  и  превращения энергии, получите формулу для измерения скорости движения шаров: 
8. Если шар массы m1 налетит со скоростью v на покоящийся шар массы m2,то могут ли скорости шаров v1 и v2,  полученные ими после соударения, иметь направления, показанные на рисунке? Ответ пояснить.
9. Если тело бросить под углом к горизонту, то можно ли ожидать на протяжении всего его движения сохранение импульса тела, либо сохранение проекции импульса на какое-либо направление? Сопротивлением воздуха пренебречь.
10. Система состоит из двух тел. Известны зависимости от времени импульсов этих тел  и . Чему равна результирующая внешних сил, приложенных к телам?