

Тема занятия: Закон сохранения импульса



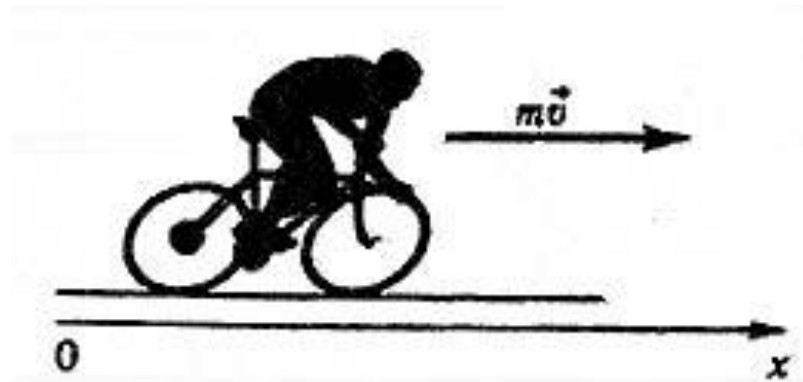
Составила:
Евгения Пенкина
Школа Kingsman

г. Уфа

Импульс

Импульс (удар, толчок) — физическая векторная величина, характеризует количество движения; равен произведению массы тела на его скорость.

$$\vec{p} = m\vec{v}, \quad \left[\frac{\text{кг}\cdot\text{м}}{\text{с}} \right]$$

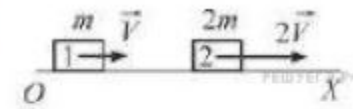


Импульс

22. Задание 4 № 427. Мяч массой m брошен вертикально вверх с начальной скоростью \vec{v} . Чему равно изменение импульса мяча за время от начала движения до возвращения в исходную точку, если сопротивление воздуха пренебрежимо мало?

- 1) $m\vec{v}$
- 2) $-m\vec{v}$
- 3) $-2m\vec{v}$
- 4) 0

61. Задание 4 № 4412. Два бруска массой m и $2m$ равномерно движутся вдоль прямой Ox (см. рисунок). В системе отсчёта, связанной с бруском 1, модуль импульса второго бруска равен



- 1) $6mV$
- 2) $4mV$
- 3) $3mV$
- 4) $2mV$

Импульс силы

Второй закон Ньютона:

$$\begin{aligned}\vec{F} &= m\vec{a} = m \frac{\vec{v} - \vec{v}_0}{\Delta t} \Rightarrow \\ \vec{F}\Delta t &= m\vec{v} - m\vec{v}_0 \\ \vec{F}\Delta t &= \Delta\vec{p}\end{aligned}$$

Импульс силы равен изменению импульса тела.

$\vec{F}\Delta t$ – **импульс силы** – временная характеристика действия силы.

$$[\vec{F}\Delta t] = [\text{Н} \cdot \text{м}] = \left[\frac{\text{кг} \cdot \text{м}}{\text{с}} \right]$$

Импульс силы

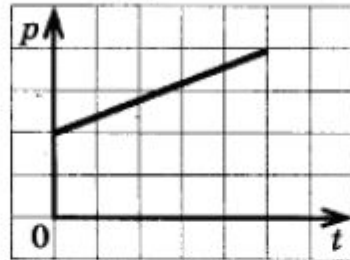
18. Задание 4 № 423. Тело движется по прямой в одном направлении. Под действием постоянной силы за 3 с импульс тела изменился на $6 \text{ кг} \cdot \text{м/с}$. Каков модуль силы?

- 1) 0,5 Н
- 2) 2 Н
- 3) 9 Н
- 4) 18 Н

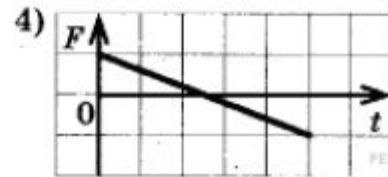
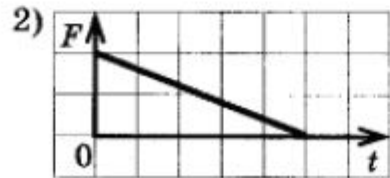
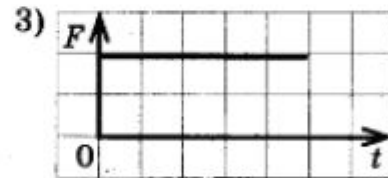
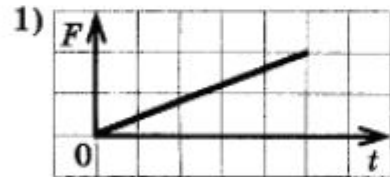
Импульс силы

46. Задание 4 № 3474. На рисунке *a* приведен график зависимости импульса тела от времени в инерциальной системе отсчета. Какой график — 1, 2, 3, или 4 (рис. *б*) — соответствует изменению силы, действующей на тело, от времени движения?

a)

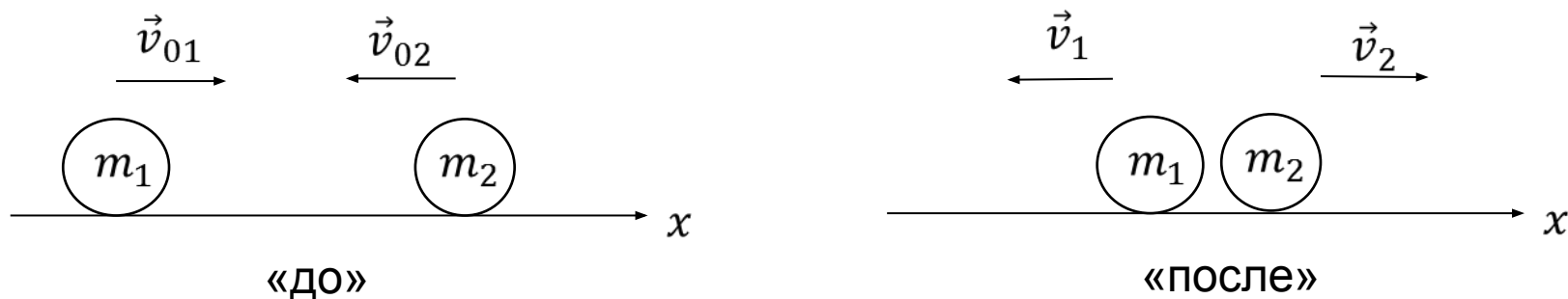


б)



Закон сохранения импульса

ЗСИ: В инерциальной системе отсчета векторная сумма импульсов взаимодействующих тел одинакова до и после взаимодействия. Верен при любых взаимодействиях для замкнутых систем.



$$m_1 \vec{v}_{01} + m_2 \vec{v}_{02} = m_1 \vec{v}_1 + m_2 \vec{v}_2$$

Замкнутые системы

1. Внешние силы, действующие на систему, скомпенсированы;
2. Внешние силы намного меньше внутренних сил;
3. Изменение состояния системы «до» и «после» происходит очень быстро (взрыв).

Закон сохранения импульса

17. Задание 4 № 422. Охотник массой 60 кг, стоящий на гладком льду, стреляет из ружья в горизонтальном направлении. Масса заряда 0,03 кг. Скорость дробинок при выстреле 300 м/с. Какова скорость охотника после выстрела?

- 1) 0,1 м/с
- 2) 0,15 м/с
- 3) 0,3 м/с
- 4) 3 м/с

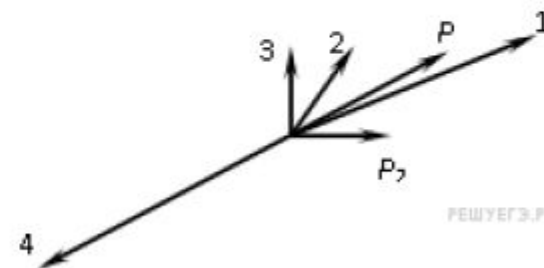
35. Задание 4 № 737. На сани, стоящие на гладком льду, с некоторой высоты прыгает человек массой 50 кг. Проекция скорости человека на горизонтальную плоскость в момент соприкосновения с санями равна 4 м/с. Скорость саней с человеком после прыжка составила 0,8 м/с. Чему равна масса саней?

- 1) 150 кг
- 2) 200 кг
- 3) 250 кг
- 4) 400 кг

Закон сохранения импульса

40. Задание 4 № 2526. Снаряд, обладавший импульсом P , разорвался на две части. Векторы импульса P снаряда до разрыва и импульса P_2 одной из этих частей после разрыва представлены на рисунке.

Какой из векторов на этом рисунке соответствует вектору импульса второй части снаряда?



- 1) 1
- 2) 2
- 3) 3
- 4) 4

41. Задание 4 № 2528. Человек массой 50 кг прыгает с неподвижной тележки массой 100 кг с горизонтальной скоростью 3 м/с относительно тележки. Тележка после прыжка человека движется относительно Земли со скоростью

- 1) 3 м/с
- 2) 2 м/с
- 3) 1,5 м/с
- 4) 1 м/с

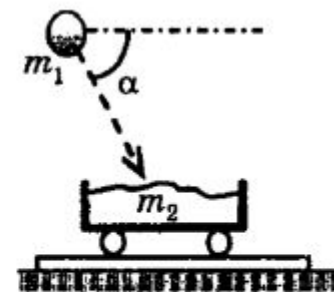
Закон сохранения импульса

43. Задание 4 № 2530. Человек массой m прыгает с горизонтальной скоростью v относительно Земли из неподвижной лодки массой M на берег. Каков модуль суммы векторов импульсов лодки и человека относительно Земли в момент после отрыва человека от лодки? Сопротивление воды движению лодки пренебрежимо мало.

- 1) 0
- 2) mv
- 3) $(m + M)v$
- 4) $2mv$

45. Задание 4 № 3351. Камень массой $m_1 = 4$ кг падает под углом 60° к горизонту со скоростью 10 м/с в тележку с песком, покоящуюся на горизонтальных рельсах (см. рисунок). Импульс тележки с песком и камнем после падения камня равен

- 1) 40,0 кг м/с
- 2) 34,6 кг м/с
- 3) 28,3 кг м/с
- 4) 20,0 кг м/с



Закон сохранения импульса

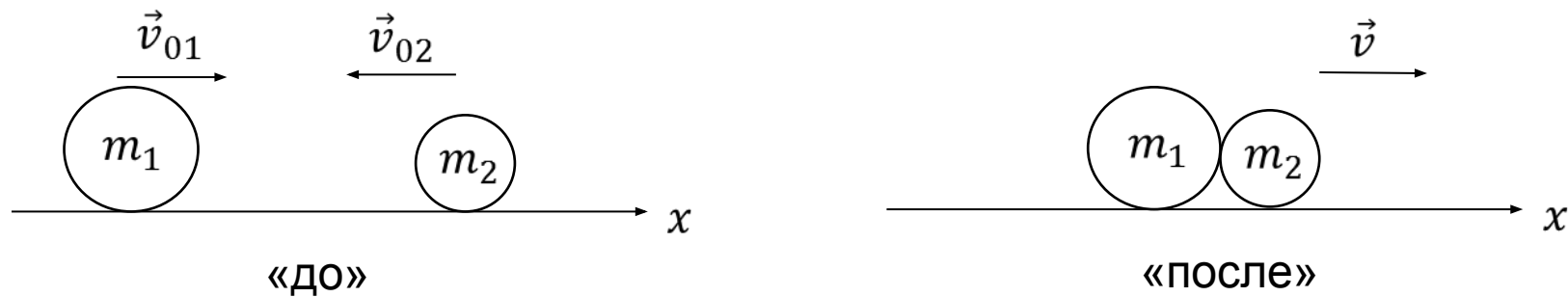
3. **Задание 4 № 5357.** Мальчик массой 50 кг находится на тележке массой 50 кг, движущейся по гладкой горизонтальной дороге со скоростью 1 м/с. Каким станет модуль скорости тележки, если мальчик прыгнет с неё со скоростью 2 м/с относительно дороги в направлении, противоположном первоначальному направлению движения тележки?

- 1) 1 м/с
- 2) 4 м/с
- 3) 2 м/с
- 4) 0

Задание. Человек весом 800 Н переходит с носа на корму в лодке длиной 5 м. Сколько весит лодка, если за время этого перехода она переместилась в стоячей воде в обратном направлении на 2 м? Начальная скорость лодки относительно воды равна нулю. (Отв. 1200 Н)

Неупругий удар

- в результате столкновения тела движутся как единое целое;
- теряется часть энергии;
- выполняется ЗСИ, но не выполняется ЗСЭ;
- пример – пластилиновые шарики.



$$m_1 \vec{v}_{01} + m_2 \vec{v}_{02} = (m_1 + m_2) \vec{v}$$

Неупругий удар

5. Задание 4 № 405. Кубик массой m движется по гладкому столу со скоростью v и налетает на покоящийся кубик такой же массы. После удара кубики движутся как единое целое без вращений, при этом:

- 1) скорость кубиков равна v
- 2) импульс кубиков равен mv
- 3) импульс кубиков равен $2mv$
- 4) кинетическая энергия кубиков равна $\frac{mv^2}{2}$

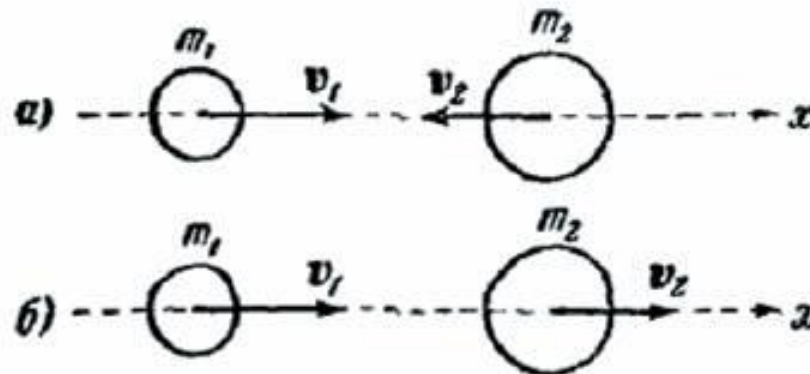
16. Задание 4 № 421. Две тележки движутся навстречу друг другу с одинаковыми по модулю скоростями v . Массы тележек m и $2m$. Какой будет скорость движения тележек после их абсолютно неупругого столкновения?

- 1) $\frac{3}{2}v$
- 2) $\frac{2}{3}v$
- 3) $3v$
- 4) $\frac{1}{3}v$

Упругий удар

- в результате столкновения сохраняется полная кинетическая энергия системы;
- выполняется ЗСИ и ЗСЭ;
- пример – бильярдные шары.

Центральный удар – удар, при котором скорости шаров до и после удара направлены по линии центров.

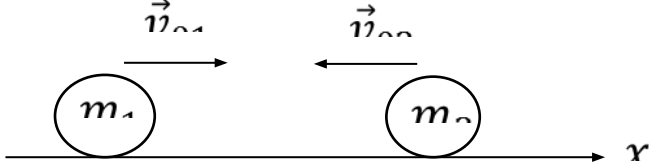
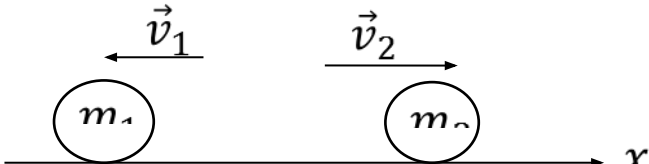
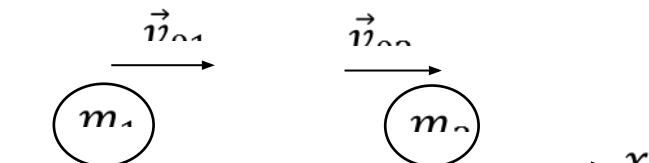
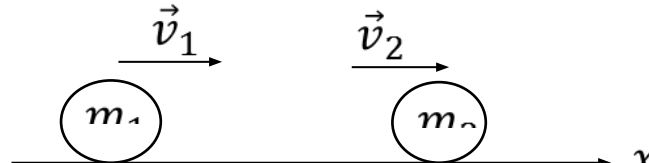
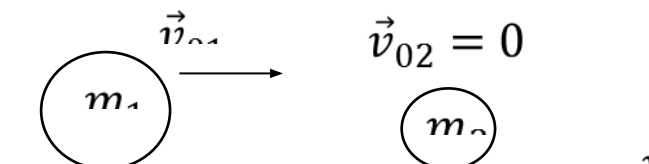
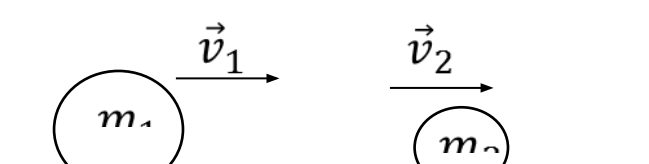
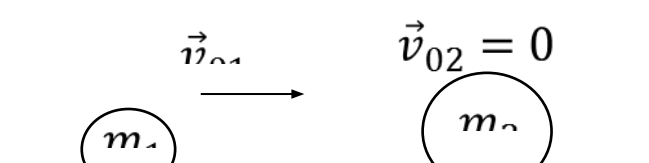

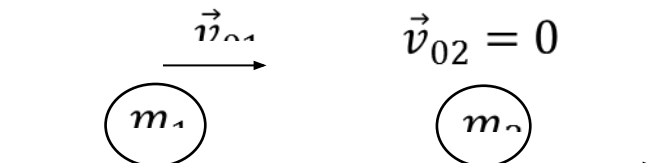
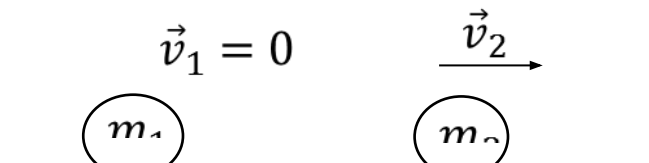


Упругий удар

27. Задание 4 № 433. Мяч абсолютно упруго ударяется о горизонтальную плиту. При ударе импульс мяча меняется на $\Delta\vec{p}$. Перед самым ударом импульс мяча направлен под углом 60° к вертикали. Как направлен вектор $\Delta\vec{p}$? Масса плиты во много раз больше массы мяча.

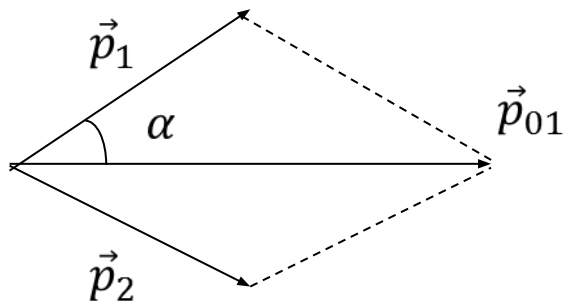
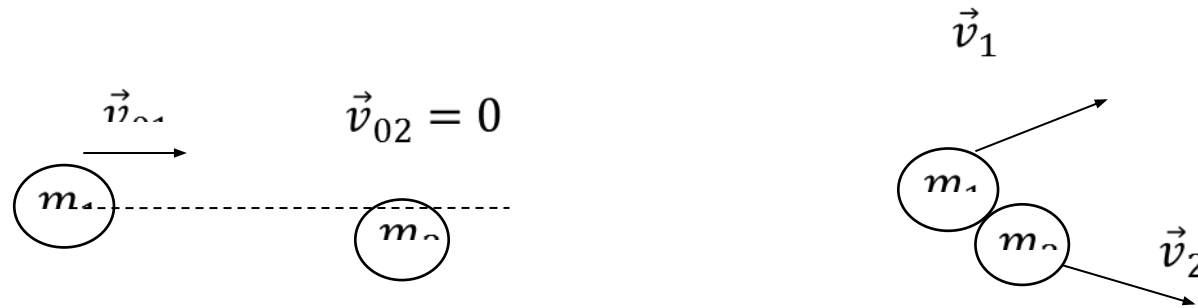
- 1) горизонтально
- 2) вертикально
- 3) под углом 60° к вертикали
- 4) под углом 30° к вертикали

Схемы центральных упругих столкновений

Условие	«до»	«после»
$\vec{v}_{01} \uparrow \downarrow \vec{v}_{02}$		
$\vec{v}_{01} \uparrow \uparrow \vec{v}_{02}$		
$m_1 > m_2$ $\vec{v}_{02} = 0$		
$m_1 < m_2$ $\vec{v}_{02} = 0$		
$m_1 = m_2$ $\vec{v}_{02} = 0$		

Нецентральный упругий удар

- скорости тел до и после соударения не направлены по одной прямой;
- после соударения тела разлетаются под углом друг к другу.



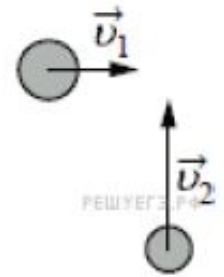
Теорема косинусов:

$$p_2^2 = p_1^2 + p_{01}^2 - 2p_1p_{01} \cdot \cos \alpha$$

Если $m_1 = m_2$, тела разлетятся под углом 90° !

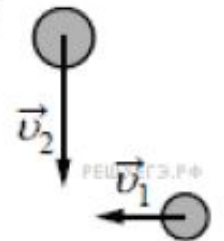
Нецентральное столкновение

89. Задание 4 № 6262. Шары движутся со скоростями, показанными на рисунке, и сталкиваются. Как будет направлен суммарный импульс шаров после столкновения, если удар абсолютно упругий?



- 1) \rightarrow
- 2) \nearrow
- 3) \searrow
- 4) \uparrow

90. Задание 4 № 6298. Шары движутся со скоростями, показанными на рисунке, и сталкиваются. Как будет направлен суммарный импульс шаров после столкновения, если удар абсолютно неупругий?



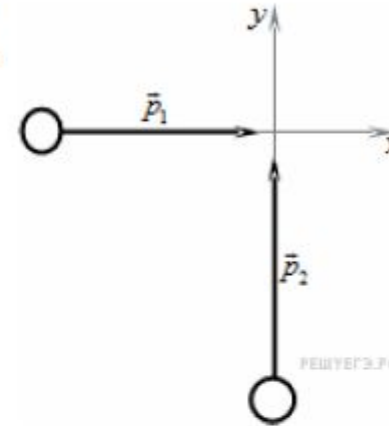
- 1) \nearrow
- 2) \swarrow
- 3) \downarrow
- 4) \leftarrow

Нецентральное столкновение

1. Задание 4 № 401. Два тела движутся по взаимно перпендикулярным пересекающимся прямым, как показано на рисунке.

Модуль импульса первого тела равен $3 \text{ кг} \cdot \text{м/с}$, а второго тела равен $4 \text{ кг} \cdot \text{м/с}$. Чему равен модуль импульса системы этих тел после их абсолютно неупругого удара?

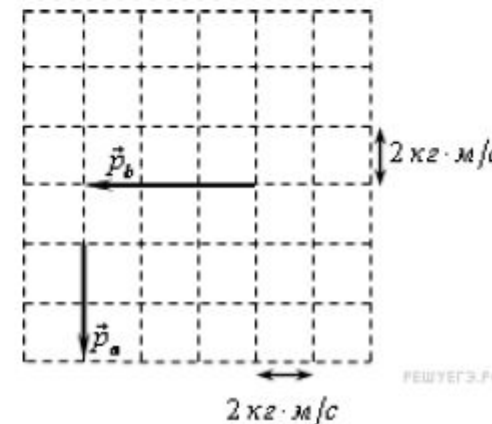
- 1) $1 \text{ кг} \cdot \text{м/с}$
- 2) $5 \text{ кг} \cdot \text{м/с}$
- 3) $4 \text{ кг} \cdot \text{м/с}$
- 4) $7 \text{ кг} \cdot \text{м/с}$



2. Задание 4 № 402. Система состоит из двух тел a и b . На рисунке стрелками в заданном масштабе указаны импульсы этих тел.

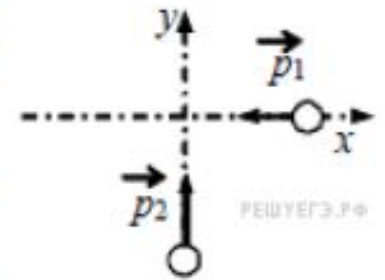
Чему по модулю равен импульс всей системы?

- 1) $\sqrt{10} \text{ кг} \cdot \text{м/с}$
- 2) $2\sqrt{11} \text{ кг} \cdot \text{м/с}$
- 3) $10 \text{ кг} \cdot \text{м/с}$
- 4) $2\sqrt{13} \text{ кг} \cdot \text{м/с}$



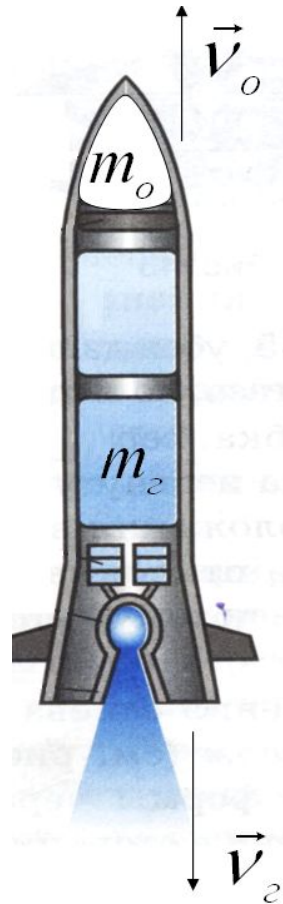
Нецентральное столкновение

96. Задание 4 № 6756. По гладкой горизонтальной плоскости по осям x и y движутся две шайбы с импульсами, равными по модулю $p_1 = 1,5 \text{ кг}\cdot\text{м/с}$ и $p_2 = 3,5 \text{ кг}\cdot\text{м/с}$, как показано на рисунке. После соударения вторая шайба продолжает двигаться по оси y в прежнем направлении с импульсом, равным по модулю $p_3 = 1,5 \text{ кг}\cdot\text{м/с}$. Определите модуль импульса первой шайбы после удара. Ответ приведите в $\text{кг}\cdot\text{м/с}$.



Реактивное движение

Реактивное движение – движение тела, возникающее в результате выброса им вещества (или части самого тела) в противоположном направлении.

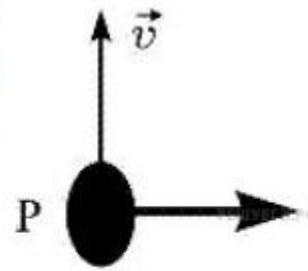


$$\text{OY: } 0 = m_0 \cdot v_0 - m_2 \cdot v_2$$

$$m_0 \cdot v_0 = m_2 \cdot v_2$$

Реактивное движение

52. Задание 4 № 3737. Ракета движется по инерции вдали от небесных тел со скоростью \vec{v} . Если реактивный двигатель ракеты в любой момент времени будет выбрасывать продукты сгорания топлива в направлении перпендикулярном скорости (показано на рисунке жирной стрелкой), то вектор скорости ракеты



- 1) начнет уменьшаться по модулю, не меняясь по направлению
- 2) начнет увеличиваться по модулю, не меняясь по направлению
- 3) начнет поворачиваться влево (\leftarrow), не меняясь по модулю
- 4) начнет поворачиваться вправо (\rightarrow), не меняясь по модулю