

### Задание 3 «Кинематическая диаграмма»

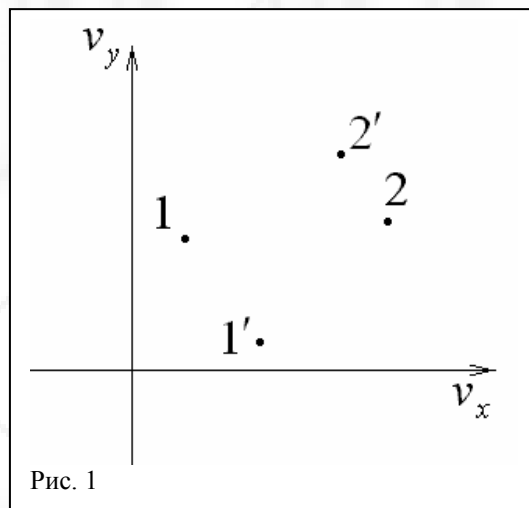
В этой задаче Вам предлагается рассмотреть **абсолютно упругое** соударение двух частиц. Частицы имеют различные массы и скорости, и удар **не обязательно** является центральным. В общем случае – это довольно сложная задача. Однако существует метод, позволяющий легко получить некоторые закономерности рассеяния частиц – метод кинематических диаграмм. Суть этого метода – рассмотрение процесса столкновения в пространстве скоростей.

Будем рассматривать двухмерную задачу, т.е. скорости частиц до соударения имели только две проекции  $\vec{v}_1 = (v_{1x}, v_{1y})$  и  $\vec{v}_2 = (v_{2x}, v_{2y})$ . Пространство скоростей подобно обычному координатному пространству, только по осям откладываются скорости, а не координаты частиц. В случае двух частиц, на диаграмме будет всего четыре точки: две точки соответствуют скоростям частиц до столкновения и две – после.

1. Как известно, в обычном координатном пространстве центр масс системы, состоящей из двух материальных точек, находится на соединяющем их отрезке. Покажите, что аналогичная ситуация наблюдается и в пространстве скоростей. Т.е. точка на диаграмме, соответствующая скорости движения центра масс принадлежит отрезку, соединяющему точки, соответствующие скоростям движения материальных точек.

2. Пусть две частицы с произвольными массами до столкновения обладают скоростями  $\vec{v}_1$  и  $\vec{v}_2$ , которым на диаграмме соответствуют две точки: 1 и 2 (см. рис.1). А после некоторого столкновения – скоростями  $\vec{v}'_1$  и  $\vec{v}'_2$  (соответствующие точки 1' и 2'). Обозначьте на диаграмме точку, соответствующую скорости движения центра масс системы.

3. Т.к. мы рассматриваем произвольные столкновения, то существует бесконечное множество вариантов рассеяния. Докажите, что модули скоростей частиц относительно их центра масс не изменяются при упругом столкновении. Найдите геометрическое место всех возможных точек 1' и 2'.



4. Пусть на покоящуюся тяжёлую частицу с массой  $m_1$  налетает лёгкая частица с массой  $m_2$  и со скоростью  $\vec{v}_2$ . Используя метод кинематических диаграмм, определите, на какой максимальный угол может рассеяться лёгкая частица. Угол рассеяния – это угол между направлением вектора скорости до соударения и направлением вектора скорости после соударения.

5. Рассмотрите также и обратный случай. Пусть на покоящуюся лёгкую частицу с массой  $m_2$  налетает тяжёлая частица с массой  $m_1$  и со скоростью  $\vec{v}_1$ . На какой максимальный угол может рассеяться тяжёлая частица?