

этих сил обращается в нуль. Тогда *только* вдоль этого направления можно записать закон сохранения импульса. Например, если $\sum F_{ix}\Delta t = 0$, то $\Delta \vec{p}_x = 0$;

3) в некоторых случаях начальное и конечное состояние системы тел отделены столь малым промежутком времени (например, выстрел, взрыв, удар), что импульс *постоянной* внешней силы (например, силы тяжести, силы трения) не может заметно изменить импульс системы тел ($\Delta t \rightarrow 0$). В этом случае импульс внешней силы полагают равным нулю и используют закон сохранения импульса для решения задачи.

§ 2. Работа силы. Изменение и сохранение механической энергии тела и системы тел

III.4 *Работой постоянной силы \vec{F} на перемещении $\Delta \vec{r}$ называется произведение проекции этой силы на направление перемещения (F_r) на величину (модуль) этого перемещения ($|\Delta \vec{r}|$).*

$$A = F_r |\Delta \vec{r}| = |\vec{F}| |\Delta \vec{r}| \cos \alpha, \quad (3)$$

где α — угол между направлениями приложенной силы и перемещения (рис. III.1). Согласно формуле, сила, перпенди-

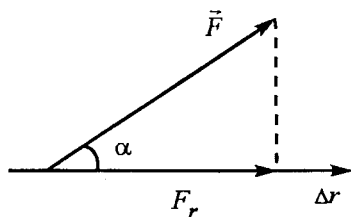


Рис. III.1

кулярная перемещению, работы не совершает (так как $\cos \alpha = 0$).

Если на тело действуют несколько сил, то под проекцией силы \vec{F} на направление $\Delta\vec{r}$ следует понимать проекцию результирующей силы, т. е.

$$F_{P\Delta r} = F_{1\Delta r} + F_{2\Delta r} + \dots + F_{n\Delta r}. \quad (4)$$

В этом случае полная работа определяется как сумма работ всех действующих сил:

$$A = A_1 + A_2 + \dots + A_n.$$

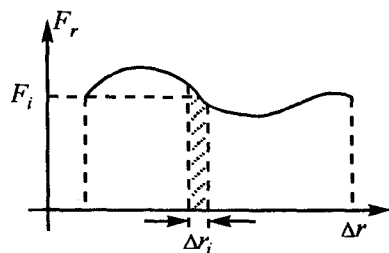


Рис. III.2

Если сила \vec{F} меняется во время движения, то полное перемещение тела нужно разбить на столь малые отрезки, в пределах которых силу \vec{F}_i можно считать постоянной (рис. III.2). В этом случае полная работа силы \vec{F} на перемещении $\Delta\vec{r}$ определится суммой элементарных работ $A = \sum A_i = \sum F_{ir} \Delta r$. Эта сумма численно равна площади фигуры, расположенной под кривой графика зависимости проекции силы от перемещения.

III.5 Работа силы тяжести и силы упругости на любой замкнутой траектории равна нулю. Все силы, работа которых на замкнутом пути равна нулю, называются *консервативными* или *потенциальными*.

Поднимая груз или растягивая пружину, мы сообщаем телам некоторый запас работы, кото-

рую они могут совершить. В этом случае принято говорить, что сообщаем некоторый запас энергии, который определяется лишь положением тела, поэтому сообщенная телу энергия называется энергией положения, или *потенциальной энергией*. Потенциальная энергия тела, поднятого на высоту h , равна $E_{\Pi} = mgh$. Потенциальная энергия пружины, растянутой на Δx , равна

$$E_{\Pi} = \frac{k(\Delta x)^2}{2}.$$

Изменение потенциальной энергии системы равно работе внутренних консервативных сил системы, взятой с противоположным знаком:

$$\Delta E_{\Pi} = -A_{\text{внутр}} \text{ или } A_{\text{внутр}} = -\Delta E_{\Pi}. \quad (5)$$

пIII.6 *Кинетическая энергия* тела равна половине произведения его массы на квадрат скорости:

$$E_{\text{К}} = \frac{mv^2}{2}. \quad (6)$$

Изменение кинетической энергии равно работе внешних сил, т. е.

$$\Delta E_{\text{К}} = A_{\text{внешн}}. \quad (7)$$

пIII.7 Полная механическая энергия тела (или системы тел) равна сумме потенциальной и кинетической энергий

$$E = E_{\text{К}} + E_{\Pi}. \quad (8)$$

пIII.8 В замкнутой системе, в которой действуют только *внутренние* консервативные силы, выполняется закон сохранения механической энергии, т. е. $E = E_{\text{К}} + E_{\Pi} = \text{const}$, или изменение пол-

ной механической энергии системы равно нулю

$$\Delta E = \Delta E_{\text{к}} + \Delta E_{\text{п}} = 0. \quad (9)$$

пIII.9 Если на систему тел действуют внешние силы или внутренние неконсервативные силы, то изменение полной механической энергии равно работе внешних сил и внутренних неконсервативных, т. е.

$$\Delta E = \Delta E_{\text{к}} + \Delta E_{\text{п}} = A_{\text{внеш}} + A_{\text{внутр.неконс}}. \quad (10)$$

§ 3. ЦентральнЫй удар шаров

пIII.10 Центральным ударом называется такое взаимодействие тел, когда их скорости направлены вдоль линии, соединяющей их центры.

В механике обычно рассматривают два предельных вида взаимодействия тел: абсолютно упругое и абсолютно неупругое взаимодействия (абсолютно упругий и абсолютно неупругий удары тел). Абсолютно упругий удар — это такое взаимодействие тел, при котором механическая энергия тел сохраняется. Величина и направление скоростей после взаимодействия определяется законом сохранения механической энергии и законом сохранения импульса.

Абсолютно неупругий удар — такое взаимодействие тел, после которого тела движутся вместе (как единое целое) с одинаковой скоростью. Скорость движения тел после неупругого столкновения определяется только законом сохранения импульса. Закон сохранения механической энергии при абсолютно неупругом взаимодействии