



Скорость протона перед ударом \vec{v} , после удара $-\frac{1}{2}\vec{v}$, обозначим энергию возбуждения E , скорость атома после удара \vec{u} .

Запишем ЗСИ в проекции на ось x :

$$mv = -\frac{mv}{2} + Mu_x \Rightarrow u_x = \frac{m}{M} \cdot \frac{3}{2}v \quad (1)$$

Запишем ЗСЭ:

$$\frac{mv^2}{2} = \frac{m}{2} \cdot \frac{v^2}{4} + E + \frac{Mu^2}{2} \quad (2)$$

$$E = \frac{3}{8}mv^2 - M \frac{m^2}{M^2} \cdot \frac{9}{8}v^2 = \quad (3)$$

$$= \frac{1}{8}mv^2 \left[3 - 9 \frac{m}{M} \right] \quad (4)$$

Условие возможности возбуждения – $E > 0$:

$$3 - 9 \frac{m}{M} > 0 \quad (5)$$

$$1 > 3 \frac{m}{M} \quad (6)$$

$$\frac{M}{m} > 3 \quad (7)$$

Ответ:

$$1. \ u = \frac{m}{M} \cdot \frac{3}{2}v$$

$$2. \ E = \frac{1}{8}mv^2 \left[3 - 9 \frac{m}{M} \right]$$

$$3. \ \frac{M}{m} > 3$$