

20.

Стальной шарик массой 50г упал с высоты 1м на большую плиту, придав ей импульс силы, равный 0,27Н·с. Определить количество теплоты, выделившейся при ударе, и высоту, на которую поднимается шарик.

<b>Дано:</b>
$m = 50г$
$h = 1м$
$I = 0,27Н \cdot с$
$Q - ?$
$h_2 - ?$

<b>СИ</b>
$m = 0,05кг$

**Решение**

Потенциальная энергия стального шарика на высоте  $h = 1м$

$$E_p = mgh$$

В процессе падения вся потенциальная энергия превращается в кинетическую:

$$E_k = \frac{mv^2}{2} = mgh$$

$$v^2 = 2gh$$

Импульс стального шарика до удара:  $p = mv = m\sqrt{2gh}$

При неупругом ударе выполняется закон сохранения импульса, но не выполняется закон сохранения механической энергии:

$$p = p_M - p_2$$

Импульс силы равен изменению механического импульса. Так как начальный импульс плиты равен нулю, то  $p_M = \Delta I$

$$p_2 = p_M - p = \Delta I - m\sqrt{2gh}$$

$$p_2 = mv_2 = \Delta I - m\sqrt{2gh}$$

$$v_2 = \frac{\Delta I}{m} - \sqrt{2gh}$$

Тогда кинетическая энергия шарика после отскока от пластины:

$$E_{k2} = \frac{mv_2^2}{2} = \frac{m}{2} \cdot \left( \frac{\Delta I}{m} - \sqrt{2gh} \right)^2 = mgh_2$$

$$h_2 = \frac{1}{2g} \cdot \left( \sqrt{2gh} - \frac{\Delta I}{m} \right)^2$$

$$h_2 = \frac{1}{2 \cdot 9,81 \frac{м}{с^2}} \cdot \left( \frac{0,27Н \cdot с}{0,05кг} - \sqrt{2 \cdot 9,81 \frac{м}{с^2} \cdot 1м} \right)^2 = 0,048м = 4,8см$$

Запишем закон сохранения энергии:

$$E_k = E_{k2} + E_{кМ} + Q$$

$$\text{Кинетическая энергия плиты } E_{кМ} = \frac{P_M^2}{2 \cdot M}$$

Если масса плиты намного больше массу стального шарика, то кинетическая энергия плиты стремится к 0 и ей можно пренебречь.

$$E_k = E_{k2} + Q$$

$$Q = E_k - E_{k2} = mgh - \frac{m}{2} \cdot \left( \frac{\Delta I}{m} - \sqrt{2gh} \right)^2$$

Подставляем значения:

$$Q = 0,05кг \cdot 9,81 \frac{м}{с^2} \cdot 1м - \frac{0,05кг}{2} \cdot \left( \frac{0,27Н \cdot с}{0,05кг} - \sqrt{2 \cdot 9,81 \frac{м}{с^2} \cdot 1м} \right)^2 = 0,396Дж$$

**Ответ:**  $Q = 0,396Дж$   $h_2 = 4,8см$