

AP 2001 AI (1/2)

2.1 • Eindringen: $E_{kin}(\text{Kugel}) \rightarrow E_{kin}(\text{Kugel u. K})$

Während des Vorgangs wird ein Teil der E_{kin} über ^{und Verformung} Reibung in Wärme umgewandelt und geht als mech. Energie verloren

• Stauchen: $E_{kin}(\text{Kugel und K})$ wird über Spannarb. in elast. Energie der Feder umgewandelt.

2.2 $mv = (M+m)u$ (Impulserhalt. beim Eindringen)

$$\frac{1}{2}(M+m)u^2 = \frac{1}{2}Ds^2 \quad (\text{Energieerh. beim Stauchen})$$

$$u = \frac{mv}{M+m} \quad \Rightarrow \quad \frac{1}{2}(M+m) \frac{(mv)^2}{(M+m)^2} = \frac{1}{2}Ds^2 \quad | \cdot 2$$

$$\Leftrightarrow \frac{(mv)^2}{(M+m)} = Ds^2 \Leftrightarrow \frac{m^2v^2}{(M+m)} = Ds^2 \Leftrightarrow v^2 = \frac{(M+m)Ds^2}{m^2}$$

$$\Leftrightarrow v = \frac{s}{m} \sqrt{D(M+m)} \quad (\text{Beh.}) \quad \frac{\text{kg} \cdot \frac{\text{m}}{\text{s}}}{\frac{\text{kg}}{\text{s}^2}} = \frac{\text{kg}}{\text{s}}$$

2.3.1 $v = \frac{4,0 \cdot 10^{-2} \text{ m}}{0,60 \cdot 10^{-3} \text{ kg}} \cdot \sqrt{200,60 \cdot 10^{-3} \text{ kg} \cdot 70 \frac{\text{N}}{\text{m}}}$

$$v = 2,5 \cdot 10^2 \frac{\text{m}}{\text{s}} \quad \frac{\text{m}}{\text{kg}} \cdot \sqrt{\text{kg} \cdot \frac{\text{kg}}{\text{s}^2}} = \frac{\text{m}}{\text{kg}} \cdot \frac{\text{kg}}{\text{s}} = \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

2.3.2 $\Delta E = E' - E = E_{sp} - E_{kin}(\text{Kugel})$

$$= \frac{1}{2}Ds^2 - \frac{1}{2}mv^2$$

$$= \frac{1}{2} \cdot 70 \frac{\text{N}}{\text{m}} \cdot (4,0 \cdot 10^{-2} \text{ m})^2 - \frac{1}{2} \cdot 0,60 \cdot 10^{-3} \text{ kg} \cdot (2,5 \cdot 10^2 \frac{\text{m}}{\text{s}})^2$$

$$\underline{\Delta E} = 0,0567 - 18,757 = \underline{-18,7} \quad (\text{Näheren alles! } M \gg m!)$$

2.3.3 Maximale Kraft bei maximaler Stauchung

$$F_{el} = F_a \Rightarrow Ds_{\max} = (m+M) \cdot a_{\max}$$

$$\Rightarrow \underline{a} = \frac{Ds}{m+M} = \frac{70 \frac{\text{N}}{\text{m}} \cdot 4,0 \cdot 10^{-2} \text{ m}}{200,60 \cdot 10^{-3} \text{ kg}} = 14 \frac{\text{N}}{\text{kg}} = \underline{14 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}}$$

AP 2001 AI (2/2)

2.3.4 Die Bew. vom Aufprall bis zur max. Stauchung ist Teil einer harmon. Schwingung:

$$\Delta t = \frac{1}{4} T \quad ; \quad T: \text{Schwingungsdauer}$$

$$\Delta t = \frac{1}{4} \cdot 2\pi \sqrt{\frac{m+M}{D}} = \frac{\pi}{2} \cdot \sqrt{\frac{200,60 \cdot 10^{-3} \text{ kg}}{70 \text{ kg} \cdot \text{m s}^{-2} / \text{m}}}$$

$$\Delta t = \underline{84 \text{ ms} = 84 \cdot 10^{-3} \text{ s}}$$

2.4 Jetzt voll elastisch; Energieansatz von 2.2 gilt nach wie vor

M hat $v_2 = 0$

Aber: Masse jetzt M (ohne Kugel)

$$u_2 = \frac{M v_2^0 + m (2v_1 - v_2^0)}{M + m} = \frac{2mv_1}{M + m}$$

$$u_2 = \frac{2 \cdot 0,60 \cdot 10^{-3} \text{ kg} \cdot 2,5 \cdot 10^2 \text{ ms}^{-1}}{200,60 \cdot 10^{-3} \text{ kg}} = \underline{1,5 \text{ ms}^{-1}}$$

In Energieansatz von 2.2

$$\frac{1}{2} M u_2^2 = \frac{1}{2} D s^2 \Leftrightarrow s = \sqrt{\frac{M u_2^2}{D}}$$

$$s = \sqrt{\frac{0,200 \text{ kg} \cdot (1,5 \frac{\text{m}}{\text{s}})^2}{70 \text{ kg} \cdot \text{s}^{-2}}} = 0,0802 \text{ m} = \underline{8,0 \text{ cm}}$$