Nachklausur ExPhysik I
FSU Jena - WS 06/07
- Lösungen -

Stilianos Louca

7. März 2007

Aufgabe 1

Sei v die Geschwindigkeit des KFZ, s_1 der Anteil des Bremsweges der allein auf die Reaktionszeit des Fahrers entfällt und s_2 der eigentliche Bremsweg. Sei außerdem $a := 9m/s^2$ die maximale Verzögerung der KFZ, $t_1 := 1/3s$ die Reaktionszeit und $s_m := 4m$ die maximale *Bremsstrecke*. Es soll gelten:

$$s_1 + s_2 \leq s_m \quad \wedge \quad \left|\frac{dv}{dt}\right| \leq a$$

Gleichzeitig gilt:

$$s_1 = t_1 \cdot v \quad \wedge \quad s_2 \geq \frac{v^2}{2a}$$

Zusammengefasst:

$$s_m \geq s_1 + s_2 \geq t_1 v + \frac{v^2}{2a} \;\Rightarrow\; v^2 + 2at_1 v - 2as_m = v^2 + 6v - 72 \leq 0 \;\Rightarrow\; v \leq 6m/s$$

Daraus folgt:

$$s_1 = t_1 \cdot v = 2m$$

Aufgabe 2

Sei $m := 15Kg$ die Masse des Hammers, $M := 5 + 1.5 \cdot 10^3 = 1505Kg$ die gesamte Masse des Amboss-Schmiedestük Systems, v_2 die gemeinsame Stoßgeschwindigkeit und E_1, E_2 die kinetischen Energien vor und nach dem Stoß.

a) Durch den Impulserhaltungssatz wissen wir:

$$mv_1 = (m+M)v_2 \;\Rightarrow\; v_2 = v_1 \frac{m}{(M+m)} = \frac{75}{1520} \approx \frac{1}{20} = 0.05m/s$$

b) Demzufolge gilt:

$$E_1 = \frac{mv_1^2}{2} = \frac{15 \cdot 5^2}{2} \approx 188\ J,\; E_2 = \frac{(m+M)v_2^2}{2} \approx 1.9\ J$$

c) Die Deformationsenergie ΔE ist also:

$$\Delta E = E_1 - E_2 \approx 186.1\ J$$

d) Die Deformationsenergie ΔE ist gegeben durch:

$$\Delta E = E_1 - \frac{(m+M)v_2^2}{2} = E_1 \cdot \left(1 - \frac{m}{M+m}\right)$$

Daraus kann man erkennen dass eine größere Ambossmasse zu einer höheren Deformationsenergie bzw. eine effektivere Bearbeitung des Schmiedestücks beiträgt, und sogar $\lim_{M \to \infty} \Delta E = E_1$ gilt. Außerdem ist die gemeinsame Stoßgeschwindigkeit geringer, was unter anderem auch den Untergrund *schont*.

Aufgabe 3

Unter der Annahme das die Schwingung ungedämpft verläuft, handelt es sich um einen einfachen *Federschwinger* wobei K die entsprechende Federkonstante sei. Es gilt also:

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{m_0 + 4m_p}{K}} \ \wedge \ K = \frac{4m_p g}{\xi}, \ \xi := 0.04m, \ g := 10m/s^2 \ \Rightarrow \ m_0 = \frac{KT^2}{4\pi^2} - 4m_p \approx 991Kg$$

Aufgabe 4

a) Eine Last der Masse m würde eine Kraft $F = mg$ und demnach eine Spannung $\sigma = F/A$ bewirken, wobei $A = \pi d^2/4$ die Querschnittfläche des Drahtes mit dem Durchmesser d ist. Es muss gelten: $\sigma \leq \sigma_R$. Demzufolge:

$$\frac{F}{A} = \frac{4mg}{\pi d^2} \leq \sigma_R \ \Rightarrow \ m \leq \frac{\sigma_R \pi d^2}{4g} \approx 3.76Kg$$

b) Die relative Längenänderung ε ist:

$$\varepsilon = \frac{F_{max}}{2AE} = \frac{m_{max} g}{2AE} = 10^{-3}$$

Aufgabe 5

a) Sei v die Geschwindigkeit mit der das Wasser aus einem Loch in einer bestimmten Höhe h austritt. Dann ist der zurückgelegte horizontale Abstand s gegeben durch

$$s = v\sqrt{\frac{2h}{g}}$$

Da die Geschwindigkeit mit der sich der Flüssigkeitsspiegel ändert 0 ist, gilt nach der Bernoulli-Gleichung:

$$\frac{\rho v^2}{2} = (H-h)g\rho \ \Rightarrow \ v = \sqrt{2g(H-h)} \ \Rightarrow \ s = 2\sqrt{(H-h)h}$$

wobei ρ die Dichte des Wassers ist. Das maximale s bzw. das entsprechende h_1 zu berechnen ist jetzt eine mathematische Routine-Arbeit

$$\left.\frac{ds}{dh}\right|_{h_1} = \frac{(H-2h_1)}{\sqrt{(H-h_1)h_1}} \overset{!}{=} 0 \ \Rightarrow \ h_1 = \frac{H}{2}$$

b)

$$s_1 = 2\sqrt{(H-h_1)h_1} \overset{!}{=} s_2 = 2\sqrt{(H-h_2)h_2} \ \Rightarrow \ H = h_1 + h_2$$

Aufgabe 6

Die Schwingung wird beschrieben durch:

$$X(t) = X_0 e^{-\gamma t}\cos(\Omega t + \varphi)$$

wobei $A(t) := X_0 e^{-\gamma t}$ die mit der Zeit abnehmende Amplitude und γ die so-genannte Dämpfungskonstante ist.
In unserem Fall gilt also:

$$\frac{A(t+T)}{A(t)} = \frac{X_0 e^{-\gamma(T+t)}}{X_0 e^{-\gamma t}} = e^{-\gamma T} = e^{-2} \ \Rightarrow \ \gamma = \frac{2}{T} = 4s^{-1}$$

Es gilt:

$$\Omega = \sqrt{\omega^2 - \gamma^2}$$

wobei ω die Schwingungs-Kreisfrequenz im ungedämpften Fall wäre. Die entsprechende Frequenz f ist also:

$$f = \frac{\omega}{2\pi} = \frac{\sqrt{\Omega^2 + \gamma^2}}{2\pi} = \frac{\sqrt{\frac{4\pi^2}{T^2} + \gamma^2}}{2\pi} \approx 2.099Hz$$