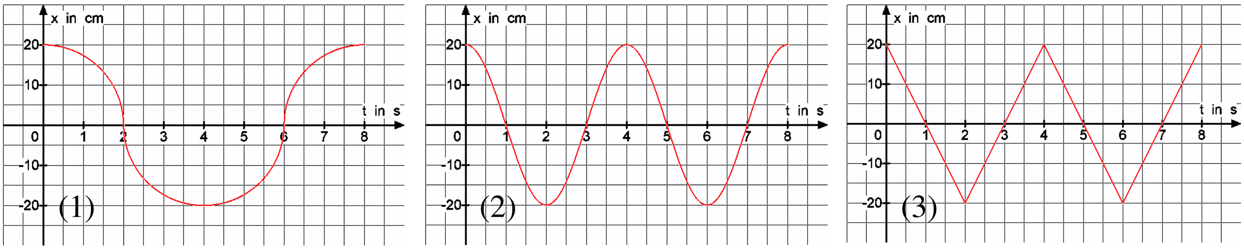
Physik * Jahrgangsstufe 10 * Fragen zur harmonischen Schwingung

1. a) Nennen Sie die entscheidende Bedingung, die für eine harmonische Schwingung erforderlich ist.

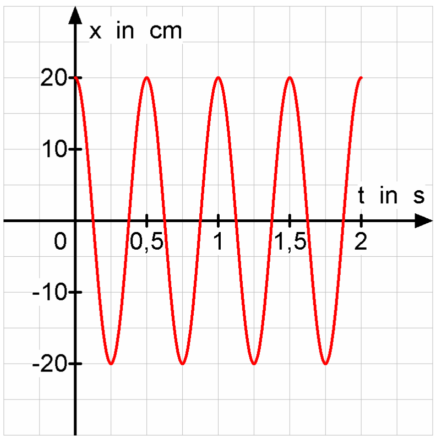
   b) Die drei folgenden Diagramme zeigen periodische Bewegungen.
   Begründen Sie kurz, welche der Bewegungen harmonische Schwingungen darstellen!



2. Das t-x-Diagramm zeigt die Schwingung einer an einer Feder hängenden Kugel der Masse 150g.

   a) Bestimmen Sie aus dem Diagramm die Federhärte D der Feder.

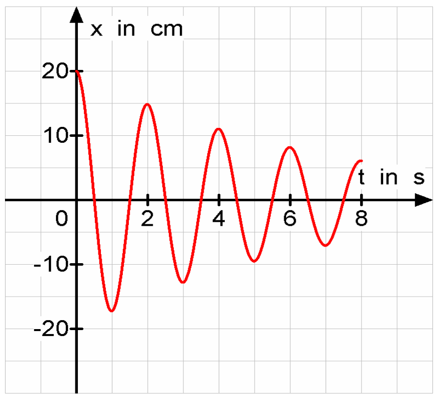
   b) Bestimmen Sie die Geschwindigkeit der Kugel zu den Zeitpunkten $t_1 = 0{,}375s$, $t_2 = 0{,}75s$ und $t_3 = 1{,}125s$.



3. Das t-x-Diagramm zeigt die gedämpfte Schwingung eines Fadenpendels.

   a) Woran erkennt man im Bild die Dämpfung und wodurch wird sie verursacht?

   b) Welcher Prozentsatz der mechanischen Energie geht pro Schwingungsdauer etwa verloren?



Formeln für harmonische Schwingungen

$$T = 2\cdot\pi\cdot\sqrt{\frac{m}{k}} \quad \text{und} \quad v_{max} = \sqrt{\frac{k}{m}}\cdot x_{max} \quad \text{und} \quad a_{max} = \frac{k}{m}\cdot x_{max}$$

Spezialfall Fadenpendel : $T = 2\cdot\pi\cdot\sqrt{\frac{\ell}{g}}$

Physik * Jahrgangsstufe 10 * Fragen zur harmonischen Schwingung * Lösungen

1. a) Es muss ein lineares Kraftgesetz vorliegen: $F = -k \cdot x$
   Die Kraft muss rücktreibend wirken (Minuszeichen im Kraftgesetz!).

   b) Nur bei (2) handelt es sich um eine harmonische Schwingung, denn nur bei (2) handelt es sich um einen sinusförmigen Graphen.
   [Bei (1) bilden Halbkreisbögen und bei (3) Strecken den Graphen.]

2. a) Aus $T = 2 \cdot \pi \cdot \sqrt{\frac{m}{k}}$ folgt $\left(\frac{T}{2 \cdot \pi}\right)^2 = \frac{m}{k}$ also $D = k = \frac{4 \cdot \pi^2 \cdot m}{T^2} = \frac{4 \cdot \pi^2 \cdot 0{,}15\,kg}{(0{,}50s)^2} = \cancel{5{,}9}\,\frac{N}{m}$

   b) $v_{max} = \sqrt{\frac{D}{m}} \cdot x_{max} = \sqrt{\frac{\cancel{0{,}15\,k}g}{\cancel{5{,}9}\,\frac{\cancel{N}}{\cancel{m}}}} \cdot 0{,}20\,m = \cancel{0{,}032}\,\frac{\cancel{m}}{\cancel{s}} = \cancel{3{,}2}\,\frac{\cancel{cm}}{\cancel{s}}$

   $v(0{,}375s) = v(\frac{3}{4} \cdot T) = v_{max} = \cancel{3{,}2}\,\frac{cm}{s}$ und $v(0{,}75s) = v(1{,}5 \cdot T) = 0\,\frac{cm}{s}$

   $v(1{,}125s) = v(2\frac{1}{4} \cdot T) = -\,v_{max} = -\,\cancel{3{,}2}\,\frac{cm}{s}$

3. a) Die Amplituden werden zunehmend kleiner, d.h. die Schwingung ist gedämpft.
   Die Dämpfung rührt von Reibungsverlusten her (Reibung am Aufhängepunkt und Luftwiderstand).

   b) Nach einer Schwingungsdauer beträgt die Amplitude nur noch $15cm = \frac{3}{4} \cdot 20cm$.

   Pro Schwingung verringert sich damit die Amplitude auf 75%.

   Wegen $E_{Spann} = \frac{1}{2} \cdot D \cdot x^2 \sim (\text{Amplitude})^2$ verringert sich die Energie auf $\left(\frac{3}{4}\right)^2 \approx 56\%$.

   Also gehen pro Schwingungsdauer etwa 44% der Energie verloren.