

- a) • Für das Magnetfeld im Innern einer langgestreckten Spule gilt:

$$B = \mu_0 \cdot \mu_r \cdot \frac{n}{l} \cdot I.$$

Durch Umstellen dieser Formel nach I lässt sich die gewünschte Größe berechnen:

$$I = \frac{B \cdot l}{\mu_0 \cdot \mu_r \cdot n} = \frac{4,2 \cdot 10^{-3} \cdot 0,6}{1,26 \cdot 10^{-6} \cdot 1 \cdot 8000} \text{ A} = 0,25 \text{ A}.$$

- Die Polung der Spannungsquelle lässt sich mittels der Dreifingerregel der rechten Hand bestimmen:
 - Der Daumen zeigt in die gesuchte Richtung des Stromes.
 - Der Zeigefinger weist in die Zeichenebene hinein, da das Magnetfeld in diese hineinzeigt.
 - Der Mittelfinger zeigt nach unten, da die Kraft das Drahträhmchen nach unten zieht.

Der Daumen zeigt somit nach links, es ist also bei Q der Pluspol und bei P der Minuspol.

- Die gesamte auf das Drahträhmchen wirkende Kraft ist die Summe aus der Gewichtskraft und der magnetischen Kraft auf die unteren Leiterstücke. Es gilt also:

$$\begin{aligned} F &= F_g + F_L = m \cdot g + n \cdot I \cdot B \cdot l \\ &= 0,038 \cdot 9,81 \text{ N} + 500 \cdot 0,0042 \cdot 0,75 \cdot 0,05 \text{ N} = 0,45 \text{ N}. \end{aligned}$$

- b) • Für die Periodendauer eines ungedämpften Federschwingers gilt:

$$T = 2 \cdot \pi \cdot \sqrt{\frac{m}{D}}$$

Die Federhärte D erhält man aus dem Hooke'schen Gesetz, für diese gilt: $D = \frac{F}{s}$, wobei s die Verlängerung der Feder bei einer auf sie wirkenden Kraft F ist. Somit gilt für die Periodendauer des Feder-Schwependels:

$$T = 2 \cdot \pi \cdot \sqrt{\frac{m \cdot s}{F}} = 2 \cdot \pi \cdot \sqrt{\frac{0,038 \cdot 0,03}{0,18}} \text{ s} \approx 0,50 \text{ s}$$

- Für die maximale Geschwindigkeit \hat{v} einer harmonischen Schwingung gilt $\hat{v} = \hat{s} \cdot \omega$, also gilt für diese:

$$\begin{aligned} \hat{v} &= \hat{s} \cdot \omega = \hat{s} \cdot \sqrt{\frac{D}{m}} = \hat{s} \cdot \sqrt{\frac{F}{m \cdot s}} \\ &= 0,03 \cdot \sqrt{\frac{0,18}{0,038 \cdot 0,03}} \frac{\text{m}}{\text{s}} \approx 0,38 \frac{\text{m}}{\text{s}}. \end{aligned}$$

- Die zwischen P und Q induzierte Spannung erhält man aus dem Induktionsgesetz $U_{\text{ind}} = -n \cdot \dot{\Phi}$. Den Magnetischen Fluss Φ erhält man als Produkt der zurückgelegten Strecke mit der Breite der Spule und dem zeitlich konstanten Magnetfeld.

$$\Phi(t) = l \cdot B \cdot s(t)$$

Dann gilt für die Induzierte Spannung:

$$U_{\text{ind}} = -n \cdot \dot{\Phi} = -n \cdot l \cdot B \cdot v(t)$$

D.h. es muss nun nur noch das Geschwindigkeits-Zeit-Gesetz bestimmt werden. Wir rechnen die Auslenkung nach oben positiv, zum Zeitpunkt $t = 0\text{ s}$ ist die Spule maximal negativ ausgelenkt. Somit ist das Weg-Zeit-Gesetz gegeben durch:

$$s(t) = -\hat{s} \cdot \cos(\omega \cdot t).$$

Damit ergibt sich das Geschwindigkeits-Zeit-Gesetz:

$$v(t) = \hat{v} \cdot \sin(\omega \cdot t).$$

Und somit das zu zeichnende Spannungs-Zeit Gesetz:

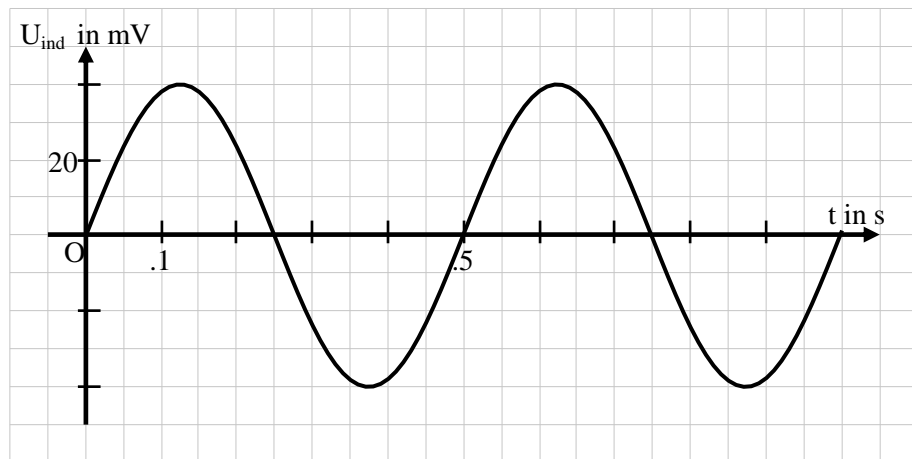
$$U(t) = -\hat{U} \cdot \sin(\omega \cdot t).$$

Mit $\hat{U} = n \cdot l \cdot B \cdot \hat{v} = 500 \cdot 0,0042 \cdot 0,05 \cdot 0,38\text{ V} = 0,040\text{ V}$ und für ω :

$$\omega = \sqrt{\frac{D}{m}} = \sqrt{\frac{F}{m \cdot s}} = \sqrt{\frac{0,18}{0,038 \cdot 0,03}} \frac{1}{\text{s}} \approx 12,6 \frac{1}{\text{s}}.$$

Damit lautet das Spannungs-Zeit-Gesetz:

$$U(t) = -0,04 \cdot \sin\left(12,6 \frac{1}{\text{s}} \cdot t\right)$$



Bemerkung: Ein an der x -Achse gespiegeltes Schaubild ist auch korrekt.

- c)
- Es wird eine Spannung induziert, weil sich der magnetische Fluss in der Spule ändert. Dieser ist definiert als das Produkt einer Fläche mit dem zu dieser Fläche senkrecht stehenden Magnetfeld. In diesem Fall ist die Durchsetzte Fläche konstant, es ändert sich jedoch die magnetische Flussdichte, wenn sich der Magnet der Spule annähert, bzw. sich von ihr weg bewegt.
 - Der Spannungsverlauf wird am besten durch das Schaubild II beschrieben, denn Fällt der Magnet zunächst mit seinem Nordpol und danach mit dem Südpol durch die Spule, so muss der Südpol eine Spannung um umgedrehten Vorzeichen hervorrufen. Außerdem muss die zweite Spannungsspitze etwas höher und schmaler sein, da der Magnet beim Fallen beschleunigt und somit ändert sich der magnetische Fluss stärker.

- Fällt der Magnet aus großer Höhe durch die Spule, so ist die Geschwindigkeit größer, jedoch ist die relative Geschwindigkeitszunahme während des Durchfallens durch die Spule kleiner, so dass dies insgesamt drei Auswirkungen auf das Schaubild hat.
 - Die Kurve wird in t -Richtung gestaucht, da der Magnet die Spule schneller durchfällt.
 - Die Spannungsspitzen steigen aufgrund der höheren Geschwindigkeit an.
 - Die Beträge der Spannungsspitzen werden mit steigender Fallhöhe praktisch gleich groß, da die relative Geschwindigkeitszunahme kleiner wird.

d) Beispiele bei denen die Aussage des Philosophen zutrifft:

- Fällt ein Körper aus einer bestimmten Höhe auf den Boden so benötigt er hierfür immer die gleiche Zeit.
- Beim waagrechten Wurf (oder schiefer Wurf mit bestimmten Abwurfwinkel) erreicht ein Körper mit gleicher Anfangsgeschwindigkeit immer die gleiche Wurfweite.
- Ein Fadenpendel hat bei gleichbleibender Fadenlänge am gleichen Ort immer die selbe Periodendauer.

In der modernen Physik ist es nur noch möglich Aussagen über Wahrscheinlichkeiten zu treffen, so kann man z.B. beim Doppelspaltversuch nicht sagen, durch welchen Weg das Photon genommen hat. Weiter ist es in der modernen Physik nicht möglich den Ort eines Teilchens und seinen Impuls beliebig genau zu messen.