

Sommersemester 2010	Blatt 1 (von 7)
Studiengang: BT(B)2 / CI(B)2	Semester 2
Prüfungsfach: Physik 2	Fachnummer: 2042, 2071, 2072
Hilfsmittel: Manuskript, Literatur, Taschenrechner	Zeit: 120 Minuten

Insgesamt sind 120 Punkte erreichbar.

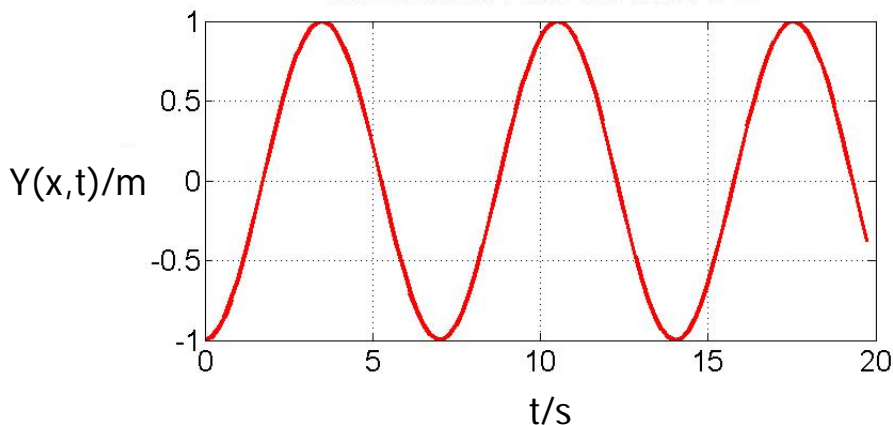
Bitte beginnen Sie jede neue Aufgabe auf einem neuen Blatt!

Aufgabe 1: Harmonische Welle (18 Punkte)

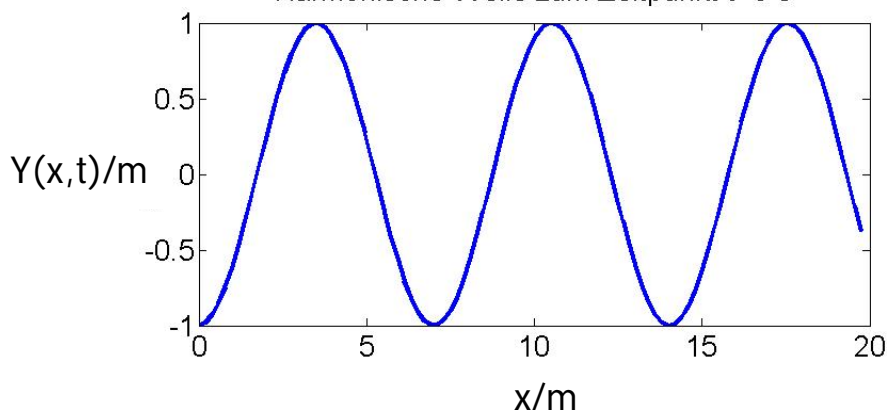
Die zeitabhängige Auslenkung $y(x,t)$ einer harmonischen Seilwelle am Ort $x=0$ m und die ortsabhängige Auslenkung $y(x,t)$ zum Zeitpunkt $t=0$ s wird aufgenommen und in den beiden Diagrammen dargestellt.

- Wie groß ist die Periodendauer T ?
- Wie groß ist die Frequenz f der Welle?
- Wie groß ist die Wellenlänge λ ?
- Ermitteln Sie aus den Diagrammen die Funktion $y(x,t)$.
- Wie groß ist die Ausbreitungsgeschwindigkeit c der Welle?
- Wie groß ist die maximale Geschwindigkeit eines beliebigen Punktes auf dem Seil?

Harmonische Welle am Ort $x=0$ m



Harmonische Welle zum Zeitpunkt $t=0$ s



a) Wie groß ist die Periodendauer T?

Aus Diagramm abgelesen: $T=7$ s

b) Wie groß ist die Frequenz f der Welle?

$f=0,1431/s$

c) Wie groß ist die Wellenlänge λ ?

Ermitteln Sie aus den Diagrammen die Funktion $y(x,t)$

$\lambda=7$ m, $\hat{y}=1$ m, $\phi=0$

$$y(x,t) = \hat{y} \cos(kx - \omega t + \phi)$$

$$y(x,t) = 1\text{m} \cos\left(\frac{2\pi}{7\text{m}} x - \frac{2\pi}{7\text{s}} t + \pi\right)$$

Probe: Für $t=0$ s und $x=0$ m ist der Klammerausdruck π und $\cos(\pi)$ hat den Wert -1

d) Wie groß ist die Ausbreitungsgeschwindigkeit c der Welle?

$$v = \frac{\lambda}{T} = \frac{7\text{m}}{7\text{s}} \approx 1 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

e) Wie groß ist die maximale Geschwindigkeit eines beliebigen Punktes auf dem Seil?

Ableiten oder

$$v(x,t) = -\hat{y} \omega \sin(kx - \omega t + \phi)$$

$$v_{\max} = \left| \hat{y} \omega \right| = \left| -1\text{m} \frac{2\pi}{7\text{s}} \right| = 0,89 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

Sommersemester 2010	Blatt 2 (von 7)
Studiengang: BT(B)2 / CI(B)2	Semester 2
Prüfungsfach: Physik 2	Fachnummer: 2042, 2071, 2072
Hilfsmittel: Manuskript, Literatur, Taschenrechner	Zeit: 120 Minuten

Aufgabe 2: Stickstoffmolekül (15 Punkte)

Der Gleichgewichtsabstand zwischen den Kernen eines Stickstoffmoleküls (N_2) beträgt $a=0,110$ nm. Die Masse **eines** Stickstoffkerns ist $14,0$ u mit $u=1,66 \cdot 10^{-27}$ kg.

Fassen Sie das Stickstoffmolekül näherungsweise als eine starre Hantel mit zwei gleichen Punktmassen auf.

- a) Berechnen Sie das Massenträgheitsmoment J_{N_2} bezüglich des Massenmittelpunktes.

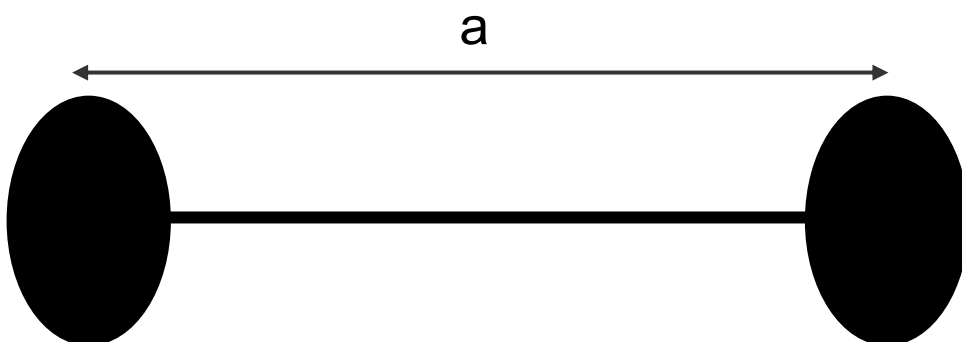
Die Energie des Moleküls kann nur diskrete Werte mit $\ell = 1, 2, 3, \dots$ annehmen

$$E_\ell = E_{\text{kin},\ell} = \frac{\ell(\ell+1) \cdot \hbar^2}{2 \cdot J_{N_2}}$$

Beim Übergang des Moleküls vom Zustand $\ell = 2$ in den Zustand $\ell = 1$ wird die frei werdende Energie als ein Photon emittiert.

- b) Berechnen Sie die Energie des emittierten Photons.
c) Wie groß ist die Frequenz des Lichtes?

Das Plancksche Wirkungsquantum beträgt $\hbar = \frac{h}{2\pi} = 1,055 \cdot 10^{-34}$ J · s .



Lösungsvorschlag:

a) Für ein Modell aus zwei Massepunkten mit Abstand a ist das Massenträgheitsmoment eines Stickstoffatoms bezüglich des Massenmittelpunktes

$$J = m \cdot \left(\frac{a}{2}\right)^2$$

Für beide Atome gilt dann

$$J_{\text{N}_2} = 2 \cdot J = 2 \cdot m \cdot \left(\frac{a}{2}\right)^2 = 2 \cdot 14 \cdot 1,66 \cdot 10^{-27} \text{ kg} \cdot \left(\frac{0,110 \cdot 10^{-9} \text{ m}}{2}\right)^2 = 1,41 \cdot 10^{-46} \text{ kg} \cdot \text{m}^2$$

b) Die Rotationsenergie für $\ell = 2$ ist

$$E_\ell = E_{\text{kin},\ell} = \frac{2(2+1) \cdot (1,055 \cdot 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s})^2}{2 \cdot 1,406 \cdot 10^{-46} \text{ kg} \cdot \text{m}^2} = 6 \cdot \frac{(1,055 \cdot 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s})^2}{2 \cdot 1,406 \cdot 10^{-46} \text{ kg} \cdot \text{m}^2}$$

Die Rotationsenergie für $\ell = 1$ ist

$$\text{Damit wird die Energie } E_2 - E_1 = (6 - 2) \cdot \frac{(1,055 \cdot 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s})^2}{2 \cdot 1,406 \cdot 10^{-46} \text{ kg} \cdot \text{m}^2} = 1,58 \cdot 10^{-22} \text{ J}$$

d) Umgerechnet in eV beträgt die Energie des Photons

$$E = \frac{1,58 \cdot 10^{-22} \text{ J}}{1,602176487 \cdot 10^{-19} \text{ J}} = 0,988 \text{ eV}.$$

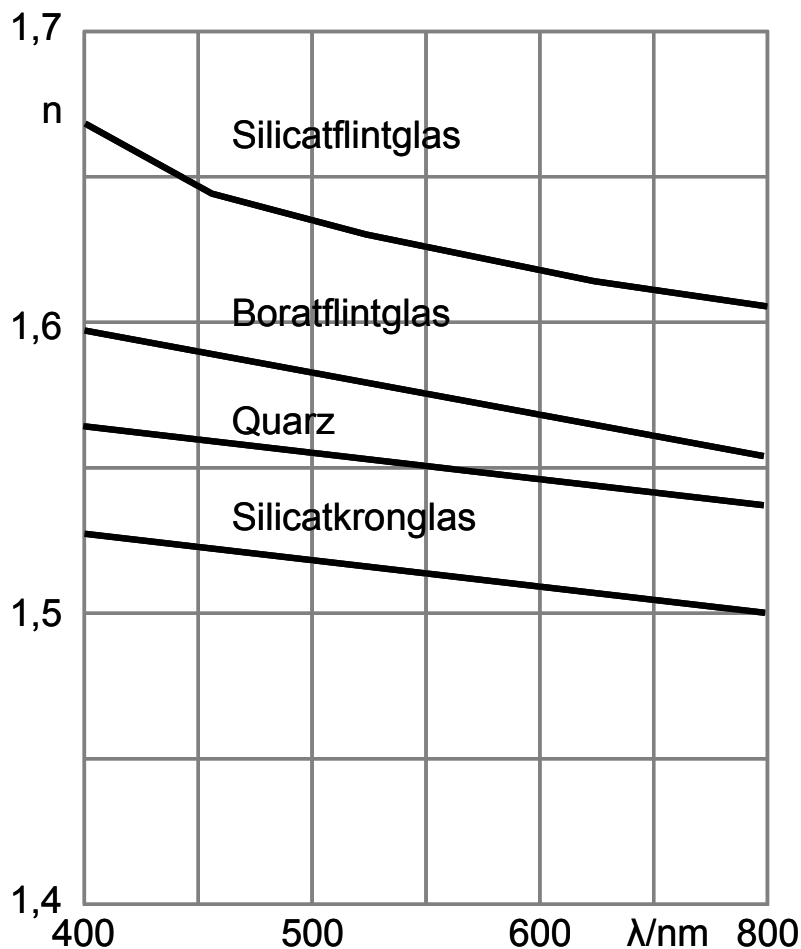
$$\text{e) Frequenz } f = E/h = \frac{1,58 \cdot 10^{-22} \text{ J}}{1,055 \cdot 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s}} = 1,546 \cdot 10^{12} \text{ Hz}$$

Sommersemester 2010	Blatt 3 (von 7)
Studiengang: BT(B)2 / CI(B)2	Semester 2
Prüfungsfach: Physik 2	Fachnummer: 2042, 2071, 2072
Hilfsmittel: Manuskript, Literatur, Taschenrechner	Zeit: 120 Minuten

Aufgabe 3: Lichtleiterfaser (10 Punkte)

Für Licht verschiedener Farben (Frequenzen) sind die Brechzahlen n in unterschiedlich hoch (s. Abbildung).

Wie groß ist nach einer zurückgelegten Strecke von $l=15$ km die Zeitdifferenz für zwei Lichtpulse mit den Wellenlängen 700 nm und 500 nm in einer aus Silikatflintglas bestehenden Glasfaser?



Lösungsvorschlag

$$\Delta t = \frac{x}{c/n_{500}} - \frac{x}{c/n_{700}} = \frac{n_{700} \cdot x}{c} - \frac{n_{500} \cdot x}{c} = \frac{x}{c} (n_{500} - n_{700})$$

mit $n_{500} = 1,64$

mit $n_{700} = 1,61$

folgt

$$\Delta t = \frac{15 \cdot 10^3 \text{ m}}{2,998 \cdot 10^8 \frac{\text{m}}{\text{s}}} (1,64 - 1,61) = 5 \cdot 10^{-5} \cdot (0,04) \frac{\text{m}}{\text{s}} = 1,5 \cdot 10^{-6} \text{ s} \approx 1,5 \mu\text{s}$$

Sommersemester 2010	Blatt 4 (von 7)
Studiengang: BT(B)2 / CI(B)2	Semester 2
Prüfungsfach: Physik 2	Fachnummer: 2042, 2071, 2072
Hilfsmittel: Manuskript, Literatur, Taschenrechner	Zeit: 120 Minuten

Aufgabe 4: Beleuchtungsstärke (35 Punkte)

Auch in klaren Gewässern nimmt die Beleuchtungsstärke B durch das Tageslicht mit zunehmender Tiefe t ab. Bei einem Gewässer sei die Beleuchtungsstärke an der Oberfläche $B(0) = B_0 = 4000$ Lux.

Der Verlauf der Beleuchtungsstärke in Abhängigkeit von der Tiefe wird als exponentielle Abnahme $B(t) = B_0 \cdot e^{-kt}$ angenommen werden.

Folgende Messwerte wurden erfasst (s. Tabelle).

- Zeichnen Sie die Daten in geeigneter Weise als Diagramm.
- Ermitteln Sie die Konstanten k und B_0 .
- Wie lautet das vollständige Gesetz?
- Schätzen Sie den Fehler der Steigung aus dem Diagramm.
- Berechnen Sie die Beleuchtungsstärke B für eine Tiefe von $x=12$ m.
- Ermitteln Sie den Wert der Beleuchtungsstärke für 12 m Tiefe aus dem Diagramm mit Abschätzung der Messunsicherheit.
- Vergleichen Sie beide Werte, stimmen sie überein?

Tiefe/m	Beleuchtungsstärke/lux
1	3500
4	1780
6	1150
8	735
10	480
13	235
17	100
21	40
25	15
29	6
33	4
37	1

Sommersemester 2010	Blatt 5 (von 7)
Studiengang: BT(B)2 / CI(B)2	Semester 2
Prüfungsfach: Physik 2	Fachnummer: 2042, 2071, 2072
Hilfsmittel: Manuskript, Literatur, Taschenrechner	Zeit: 120 Minuten

Aufgabe 5: Kompensationsschaltung nach Poggendorf (18 Punkte)

In der Poggendorfschen Brücke bestimmt man eine unbekannte Spannung U_x durch Vergleich mit einer bekannten Kalibrierspannung U_0 und den Widerständen R_1 und R_2 . Bei abgeglichenen Brücke ist der Strom $I_1=0$.

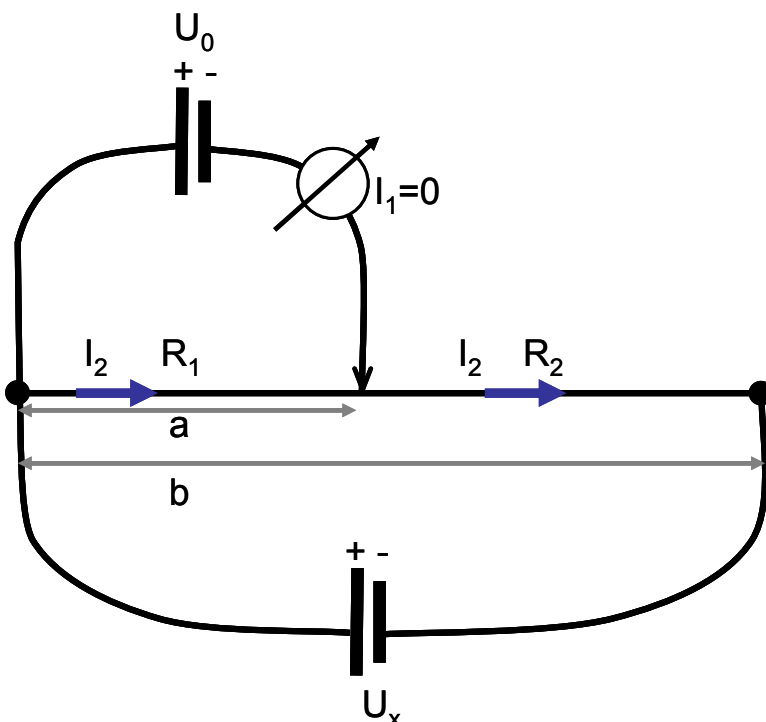
$U_0=1,0830$ V (Kalibrierspannung)

$b=15,2$ cm

$R_1+R_2 = 2,00$ k Ω

Die Leitungsstrecke a hat eine variable Länge auf dem Potentiometer, im abgeglichenen Fall gilt $a=42$ mm

- Geben Sie eine Gleichung zur Bestimmung von U_x an
- Berechnen Sie U_x
- Geben Sie das Ergebnis mit der korrekten Anzahl gültiger Ziffern an.
- Wie groß ist der Strom I_2 im abgeglichenen Zustand?
- Bitte begründen Sie, warum der Innenwiderstand der Kalibrierspannungsquelle nicht berücksichtigt werden muss.



Lösungsvorschlag

$$U_x = (R_1 + R_2) \cdot I_2$$

$$U_0 = R_1 \cdot I_2$$

Division der beiden Gleichungen ergibt

$$\frac{U_x}{U_0} = \frac{(R_1 + R_2) \cdot I_2}{R_1 \cdot I_2} = \frac{(R_1 + R_2)}{R_1} = \frac{b}{a}$$

Damit erhält man

$$U_x = \frac{(R_1 + R_2)}{R_1} \cdot U_0 = \frac{b}{a} \cdot U_0$$

$$U_x = \frac{15,4 \text{ cm}}{4,2 \text{ cm}} \cdot 1,0830 \text{ V} = 3,971 \text{ V}$$

Die Anzahl der gültigen Ziffern beträgt 2, damit ist

$$U_x = 4,0 \text{ V}$$

Strom I_2

$$I_2 = \frac{U_x}{R_1 + R_2} = \frac{4,0 \text{ V}}{2000 \ \Omega} = 0,002 \text{ A} = 2 \text{ mA}$$

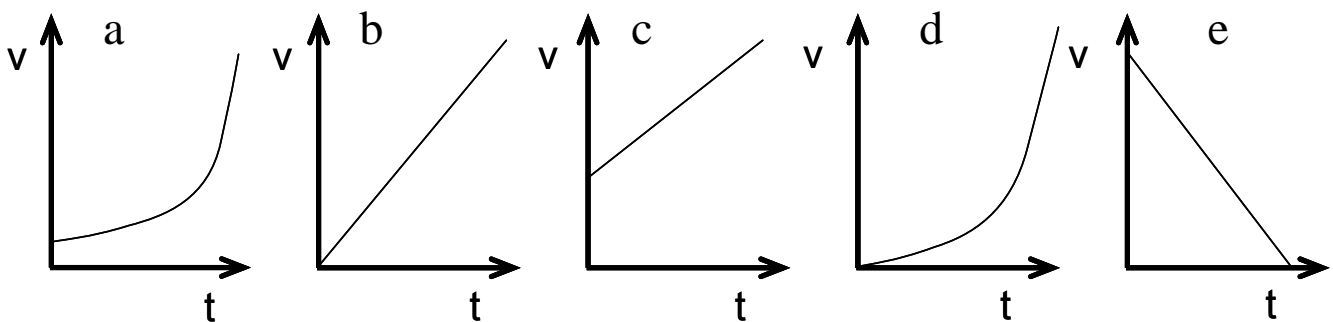
Begründung : kein Strom durch Stromquelle bei Abgleich

Sommersemester 2010	Blatt 6 (von 7)
Studiengang: BT(B)2 / CI(B)2	Semester 2
Prüfungsfach: Physik 2	Fachnummer: 2042, 2071, 2072
Hilfsmittel: Manuskript, Literatur, Taschenrechner	Zeit: 120 Minuten

Aufgabe 6: Porsche (14 Punkte)

Ein Porschefahrer beschleunigt bei gradliniger Bewegung auf der Autobahn gleichförmig von 80,5 km/h bei $t=0$ s auf 113 km/h bei $t=3,00$ s.

- Welches der unten dargestellten Diagramme beschreibt seine Bewegung am besten?
- Wie groß ist seine Beschleunigung?
- Wie lautet das genaue Geschwindigkeits-Zeit-Gesetz $v(t)$ (mit eingesetzten Größen) in Grundeinheiten?
- Geben Sie das genaue Weg-Zeit-Gesetz $x(t)$ an (mit eingesetzten Größen, in Grundeinheiten), für $t=0$ s sei $x=0$ m.
- Wie groß ist die Fahrtstrecke nach $t=10,00$ s?



Lösungsvorschlag

Es kommen nur b und c in Frage, da a konstant und positiv ist, mit Anfangsgeschwindigkeit nur **c**

$$v = a \cdot t + v_0$$

$$v_0 = 22,4 \text{ m/s}$$

$$a = 3 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$$

$$v = a \cdot t + v$$

$$v = 3 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \cdot t + 22,4 \text{ m/s}$$

$$x = \frac{1}{2} a \cdot t^2 + v \cdot t$$

$$x = 1,5 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \cdot t^2 + 22,4 \text{ m/s} \cdot t$$

für $t = 10\text{s}$

$$x = 1,5 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \cdot (10\text{s})^2 + 22,4 \text{ m/s} \cdot (10\text{s}) = 374\text{m}$$

oder eigentlich richtig

$$x = 1,5 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \cdot (3\text{s})^2 + 22,4 \text{ m/s} \cdot (3\text{s}) + 22,4 \text{ m/s} \cdot 7\text{s} = 305\text{m}$$

Sommersemester 2010	Blatt 7 (von 7)
Studiengang: BT(B)2 / CI(B)2	Semester 2
Prüfungsfach: Physik 2	Fachnummer: 2042, 2071, 2072
Hilfsmittel: Manuskript, Literatur, Taschenrechner	Zeit: 120 Minuten

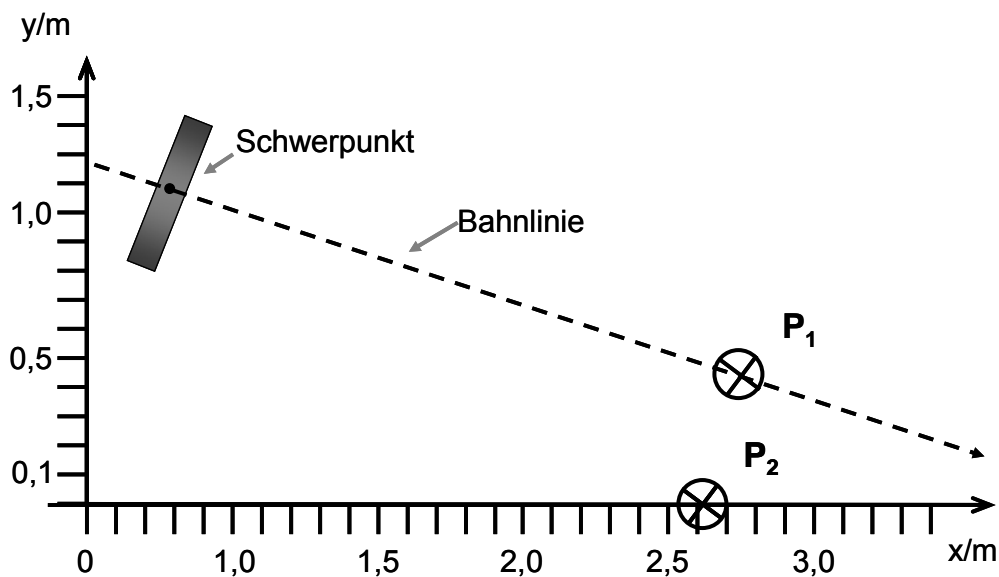
Aufgabe 7: Drehimpuls einer Schachtel (12 Punkte)

Eine herunter gefallene Schachtel der Masse $m=25\text{ g}$ rutscht sich auf dem Boden reibungsfrei mit konstanter Geschwindigkeit $v=5\text{ cm/s}$ auf einer geraden Bahn (s. Abbildung).

- Wie lautet allgemein die Formel für den Betrag des Drehimpulses?
- Gilt der Drehimpulserhaltungssatz für die Bahn durch P_1 ? (Begründung)
- Gilt der Drehimpulserhaltungssatz für die Bahn durch P_2 ? (Begründung)

Was kann man über den Drehimpuls der Schachtel **bezüglich des Ortes P_1** sagen:

- der Betrag hat den Wert mv .
- der Drehimpuls hat den Betrag Null.
- sein Betrag ändert das Vorzeichen, wenn die Schachtel den Ort P_1 passiert.
- sein Betrag nimmt zu, wenn die Schachtel sich dem Punkt P_1 nähert.
-
- Wie groß ist der Drehimpuls **bezüglich des Punktes P_2** , wenn die Schachtel sich am Ort P_1 befindet?



Lösungsvorschlag

$L = r \times p$ ist und Betrag $L = r \cdot m \cdot v \cdot \sin \beta$

Da die Bewegung reibungsfrei erfolgt, wirkt kein Drehmoment, der Drehimpuls bleibt also konstant.

Da die Bahnlinie durch den Punkt P1 hindurch verläuft, ist $r=0$ und damit $L=0$.

r Drehimpuls bei einer Bahn durch P1 immer 0

Bezüglich des Punktes P2 ist der Drehimpuls immer gleich, berechnet am Ort P1 inst der Winkel 90° , damit $\sin \beta = 1$, $r=0,5 \text{ m}$ und es ergibt sich

$L = r m v = 0,5 \text{ m} \cdot 0,025 \text{ kg} \cdot 0,05 \text{ m/s} = 0,000625 \text{ Nm}$