

1.

Betrachte ein ideales Fadenpendel, das im idealen, ungedämpften Fall mit der Frequenz f_0 mit wenigen Grad Auslenkung um die Ruhelage schwingt:

Welche Relation gilt für die Frequenz f_G der schwach gedämpften Schwingung dieses Pendels?

$f_G = f_0$ oder $f_G > f_0$ oder $f_G < f_0$

WARUM ?

2.

In manchen Szenen von Wildwest-Filmen kann man sehen, dass jemand ein Ohr auf eine Schiene legt, um das Geräusch eines herannahenden Zuges früher zu hören als das „normal“ möglich ist.

Dies ist in der Realität tatsächlich möglich und hat einen konkreten physikalischen Grund [der allerdings nichts damit zu tun hat, dass die Schallgeschwindigkeit im Stahl-Geleise größer ist als jene in der Luft !].

Kläre diesen Effekt !

3.

Schaut man an einem hellen Sommertag aus mittlerer Entfernung auf eine Fensterscheibe, kann man üblicherweise nicht sehen, was hinter den geschlossenen Fenstern eines Hauses vorgeht.

WARUM ?

4.

Ein gerader Kreis-Kegel mit dem Radius R und der Höhe $H = 4 \cdot R$ und der Masse M schwingt mit kleiner Amplitude einmal um eine durch die Kegelspitze gehende Achse, die parallel zur Grundfläche orientiert ist, mit der Periodendauer T_1 und ein anderes Mal mit nach unten zeigender Spitze um einen Durchmesser der Grundfläche mit der Periodendauer T_2 .

Die Aufhängungen haben auf das Schwingungsverhalten keinen Einfluss und die Dämpfung und sonstige störende Wechselwirkungen sind vernachlässigbar klein.

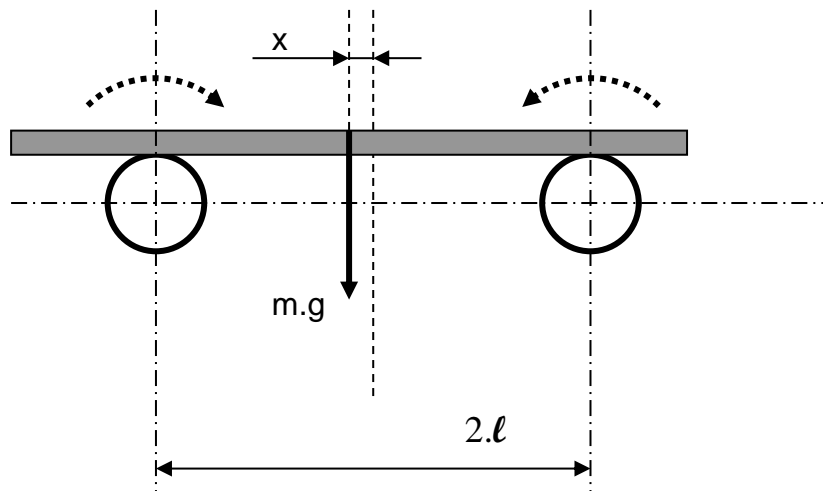
Für das Trägheitsmoment einer parallel zur Grundfläche orientierten Schwerachse eines Kegels gilt:

$$I = \frac{3}{20} \cdot M \cdot \left(R^2 + \frac{H^2}{4} \right)$$

Der Schwerpunkt eines Kegels befindet sich auf der Figurenachse im Abstand $\frac{H}{4}$ über der Grundfläche.

Berechne das Verhältnis $\frac{T_1}{T_2}$!

5.



Zwei parallele Zylinder mit gleichen Abmessungen, deren Mittelpunkte voneinander die Entfernung $2 \cdot \ell = 2 \text{ m}$ haben, drehen sich mit gleichen, genügend großen Winkelgeschwindigkeiten mit zueinander orientierten Drehrichtungen (wie in der Skizze symbolisiert).

Auf diesen Zylindern ist ein homogenes Brett mit dem Gewicht $m \cdot g$ so gelegt, dass sein Mittelpunkt gegenüber der Mitte zwischen den beiden Zylindern um ein kleines Stück $x \ll 2 \cdot \ell$ verschoben ist. Zwischen den Zylindern und dem Brett existiert eine konstante Reibung, die mit der Reibungszahl $f = 0,4$ beschrieben wird.

Dieses System regt das Brett zu horizontalen Schwingungen an.

Berechne die Periodendauer T dieser Schwingungen !

($g \approx 10 \text{ m/s}^2$)

6.

Die folgenden Gleichungen beschreiben drei sich ausbreitende Wellen:

$$(1) \dots y_1(x, t) = A \cdot \cos k(x + 34 \cdot t)$$

$$(2) \dots y_2(x, t) = A \cdot e^{-k \cdot (x - 20 \cdot t)}$$

$$(3) \dots y_3(x, t) = \frac{B}{C + (x - 10 \cdot t)^2}$$

Dabei wird x in Metern und t in Sekunden angegeben. Die Konstanten A , B , C und k sind so gewählt, dass die Elongation y in Metern beschrieben wird.

Bestimme die Ausbreitungsgeschwindigkeiten c_1 , c_2 und c_3 dieser Wellen !

7.

Ein ruhender Beobachter auf der Erde sieht ein sich ihm mit konstanter Geschwindigkeit v horizontal annäherndes Flugzeug, hört es aber nicht. Das Flugzeug „überholt“ den Beobachter und entfernt sich auf seiner geradlinigen, horizontalen Flugbahn. Der Beobachter hört es erstmalig in dem Moment, wo die Richtung, unter der er das Flugzeug sieht, mit der Horizontalen einen Winkel von 30° bildet.

Die örtliche Schallgeschwindigkeit hat den Wert $c = 340 \text{ m/s}$.

Berechne die Flugzeug-Geschwindigkeit v !

8.

Ein Öltropfen schwimmt auf einer ebenen Wasseroberfläche, wobei du von einem idealisierten Systemzustand, den die Abbildung zeigt, ausgehen darfst.

Es gilt: $n_{\text{Öl}} = 1,22$ und $n_{\text{Wasser}} = 1,33$

Der Tropfen wird mit rotem Licht mit einer Wellenlänge von 650 nm beleuchtet. Das reflektierte Licht wird direkt über dem Tropfen beobachtet.

Öltropfen



Berechne wie dick der Tropfen an jener Stelle ist, wo der zweite rote Streifen (vom Rand des Tropfens aus gezählt) beobachtet wird !

9.

Ein experimenteller Aufbau besteht aus einem Apparat zur Modulation eines kontinuierlichen, monochromatischen Lichtbündels, einem ebenen Spiegel und den entsprechenden Messgeräten.

Der Lichtmodulations-Apparat realisiert eine rechteck-förmige Transmissionsfunktion, d.h. für eine halbe Periode ist der Apparat völlig licht-durchlässig und für die nächstfolgende Halbperiode völlig licht-undurchlässig.

Es wird das folgende Experiment durchgeführt:

Ein Lichtbündel durchsetzt zunächst den Modulationsapparat, durchheilt sodann eine längere Strecke in Luft ($n_L = 1,000$), trifft dann auf einen ebenen Spiegel und wird von diesem in den Apparat zurückreflektiert. Die ankommende Intensität wird registriert.

Steigert man von Null beginnend die Modulationsfrequenz, tritt bei 6000 kHz erstmalig Auslöschung ein. Die nächstfolgende Auslöschung wird bei 10 000 kHz registriert.

Im nächsten experimentellen Schritt wird bei einer Modulationsfrequenz von 6000 kHz eine 12,50 mm dicke, entspiegelte und planparallele Glasplatte irgendwo zwischen dem Modulationsapparat und dem Spiegel in den Strahlengang gestellt. Um nun wiederum Auslöschung zu erreichen stellt man fest, dass die Frequenz um 1 kHz verringert werden muss.

KONSTANTE: Vakuum-Lichtgeschwindigkeit $c = 3,00 \cdot 10^8$ m/s

9.1

Berechne den Abstand zwischen dem Modulationsapparat und dem Spiegel !

9.2

Berechne die Brechzahl der Glasplatte !

9.3

Nimm an, dass dieselbe Frequenzänderung wie unter Punkt 9.2 dadurch erreicht werden soll, dass sich der Schirm nicht relativistisch bewegt (wobei sich in diesem Fall natürlich keine Glasplatte zwischen Apparat und Schirm befindet !).

Berechne den Betrag der dazu nötigen Schirmgeschwindigkeit und gib deren Richtung an !

*Viel Vergnügen und Erfolg !
Helmuth Mayr*