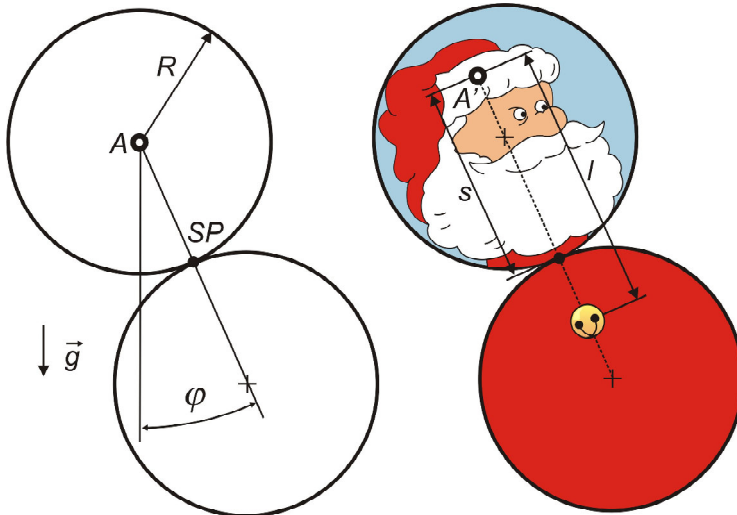


Übrigens funktioniert auf der Webseite der Link „Massenträgheitsmoment Rotationskörper“ wieder ☺

Übungsaufgaben 15 freie harmonische Schwingungen

Folgende Aufgaben leichter bis mittlerer Schwierigkeit sind als Prüfungsvorbereitung gedacht. Bei der nächsten Kurzkontrolle zu freien Schwingungen wird keine dieser Aufgaben gestellt werden, sondern eine etwas anders geartete.



5. {Aufgabe der Nachprüfung Physik 2012}:

Max vertreibt sich die Wartezeit auf den Weihnachtsmann und bastelt ein Pendel aus zwei gleichartigen kreisrunden Pappscheiben mit dem Radius R , die er an ihrer Peripherie miteinander verbindet (am Punkt SP s. linke Abbildung). Die Pendelachse positioniert er im Zentrum der oberen Scheibe. Dann malt er noch einen Weihnachtsmann drauf und lässt ihn pendeln.

Kurz darauf kommt Moritz: „Wenn Du die Achse etwas versetzt, pendelt es schneller und Du musst nicht solange auf

den Weihnachtsmann warten!“ Wirklich schwingt das Pendel jetzt deutlich schneller. Clou ist dann eine gar nicht so leichte Messingschelle, die Moritz noch auf den Bauch des Weihnachtsmannes heftet, zumal diese die Schwingungsdauer gar nicht verändert und dazu lustig klingelt.

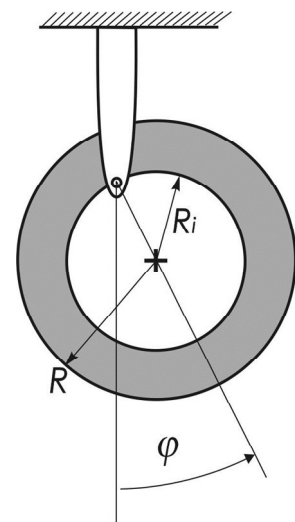
- Geben Sie die Schwingungsdauer T an für das in der linken Abb. dargestellte physikalische Pendel aus zwei gleich großen Kreisscheiben für den Fall kleiner Auslenkungen aus der Ruhelage um die Achse A.
- Wird die Achse versetzt, ändert sich die Schwingungsdauer. Bei welchem Abstand s der Achse A' vom Schwerpunkt SP ist die Schwingungsdauer T' minimal?
- Eine im Abstand $l > 0$ von der Achse A' angebrachte zusätzliche Punktmasse soll nicht die Schwingungsdauer verändern. Welchen Wert muss l annehmen, um dieser Anforderung zu genügen?

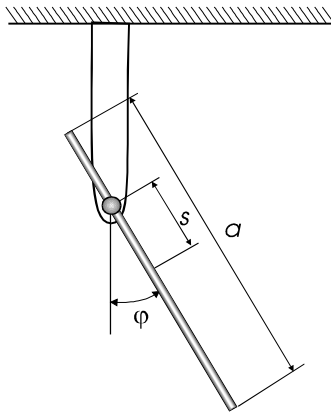
geg.: g, R

16. {2 *04} Eine Kreistringscheibe aus Blech mit dem Außenradius R und dem Innenradius R_i ist drehbar und reibungsfrei auf dem Innenradius gelagert. Die Drehachse hat somit den Abstand R_i vom Mittelpunkt des Kreistrings. Für kleine Auslenkungen aus der Ruhelage vollführt die Anordnung harmonische Schwingungen der Schwingungsdauer T .

- Bestimmen Sie formal T .
- Wenn in dieser Anordnung lediglich R_i verändert wird, bei welchem Wert von R_i wird die Schwingungsdauer minimal?

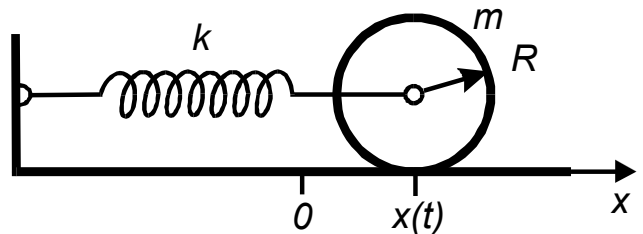
Hinweis: Der Nachweis, dass es sich bei der Extremwertbestimmung um ein Minimum handelt erfolge ohne Bildung der 2. Ableitung sondern durch logische Schlussfolgerung.





7.) {2 *04} Eine dünne Stange der Länge a und der Masse m ist drehbar aufgehängt. Der Abstand s zwischen Schwerpunkt (Mitte der Stange) und Drehachse sei variabel ($0 < s < a/2$). Berechnen Sie für kleine Auslenkungen aus der Ruhelage die Schwingungsdauer $T(s)$ und stellen Sie diese Funktion qualitativ grafisch dar! Bei welchem Wert von s ist die Schwingungsdauer minimal?

17. {3 *00} Eine elastische Feder mit der Kraftkonstanten k ist horizontal an der Achse einer Zylinderscheibe der Masse m befestigt. Diese kann auf der Unterlage rollen und vollführt durch die Feder Schwingungen in x -Richtung (in Ruhelage ist die x -Koordinate der Achse gleich Null). Ein Einfluss der Rollreibung ist zu vernachlässigen!

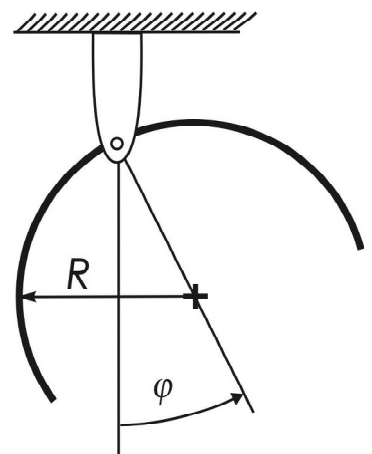


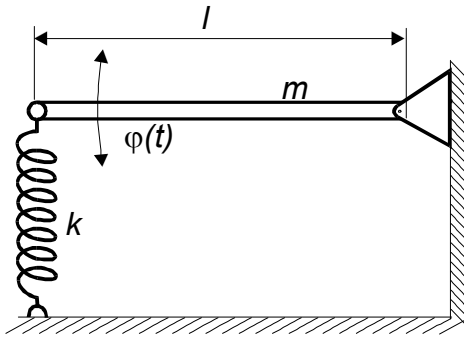
- Zeichnen Sie alle an der Masse angreifenden *eingepprägten* Kräfte ein und geben Sie deren Beträge an!
- Wie groß ist die Gesamtenergie des Systems bei vorhandener Auslenkung $x(t)$ und Geschwindigkeit $v(t)$?
- Bilden Sie die Bewegungsgleichung durch Differentiation des Energiesatzes nach der Zeit!
- Wie groß muss der Haftreibungskoeffizient zwischen Rolle und Unterlage mindestens sein, damit die Rolle bei einer Schwingungsamplitude von x_0 nicht auf der Oberfläche rutscht?

Etwas knifflig, s und J_A zu bestimmen (für AMBler zum Training geeignet):

24.{3} Ein Stück dünner Draht (Länge beliebig) wurde kreisförmig gebogen mit einem Biegeradius R . Dieser Kreisbogen wurde genau mittig drehbar und reibungsfrei gelagert. Für kleine Auslenkungen φ aus der Ruhelage vollführt die Anordnung harmonische Schwingungen der Schwingungsdauer T .

Bestimmen Sie die Schwingungsdauer dieses Physikalischen Pendels. Wenn Sie richtig rechnen, erhalten Sie als verblüffendes Ergebnis, dass T nur von R abhängig ist..



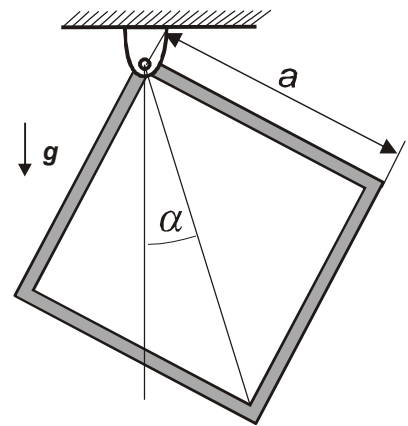


19. {2} Ein Stab der Masse m und der Länge l ist an einem Ende drehbar befestigt, das andere Ende wird von einer Feder mit der Federkonstanten k unterstützt.

- Schreiben Sie die Bewegungsgleichung für die Drehbewegung des Stabes um die angegebene Achse auf (Näherung für kleine Auslenkungen aus der Ruhelage).
- Geben Sie die Lösung der Bewegungsgleichung an.
- Wie groß ist die Schwingungsdauer?

11. {2} Ein Würfel mit der Kantenlänge a besteht aus 12 gleichartigen dünnen zusammengelöteten Stäben. Der Würfel ist drehbar aufgehängt und vollführt unter dem Einfluss der Gewichtskraft ungedämpfte Schwingungen um eine horizontale Drehachse.

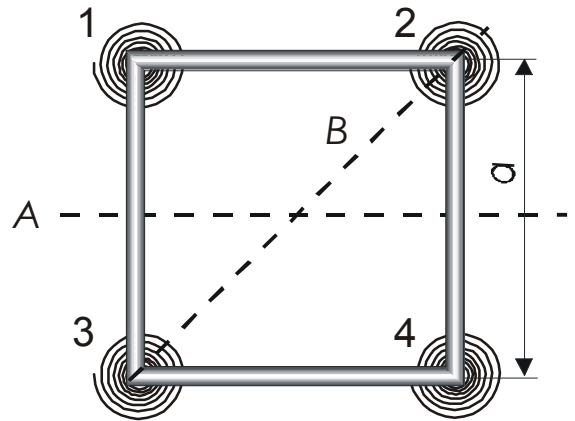
- Berechnen Sie die Schwingungsdauer für kleine Auslenkungen aus der Ruhelage, wenn die Drehachse entlang einer Würfelkante (also durch 2 benachbarte Eckpunkte) verläuft, s.Abb.
- Analog wie a) aber der Würfel hängt nur an einem Eckpunkt.



21.) {2 *01} Aus 4 gleich langen dünnen Stäben jeweils der Länge a und der Masse m wird ein Quadrat gebildet. Dieses Quadrat wird auf 4 gleichartigen Federn mit der Federkonstanten k jeweils an den Eckpunkten in horizontaler Lage unterstützt. Die nebenstehende Abbildung zeigt die Draufsicht. Es handelt sich offensichtlich um ein System, welches verschiedenartige Schwingungen vollführen kann. Für folgende Schwingungsarten sollen Sie unter Vernachlässigung der Dämpfung die Schwingungskreisfrequenz berechnen.

A) Kipp-(oder Dreh-)schwingung um die feste Achse A (die Auslenkungen der Federn 1, 2 sowie 3, 4 aus ihren Ruhelagen sind klein und haben paarweise unterschiedliches Vorzeichen).

- Berechnen Sie das Massenträgheitsmoment des Rahmens bezüglich der Achse A.
- Bestimmen Sie das Drehmoment, das die Federn bezüglich dieser Achse auf den Rahmen ausüben, wenn dieser um den Winkel φ aus der Ruhelage ausgelenkt ist.
- Geben Sie die Schwingungskreisfrequenz des Rahmens für diese Schwingungsart an!



B) Kipp-(oder Dreh-)schwingung um die feste Achse B (die Auslenkungen der Federn 1 und 4 aus ihren Ruhelagen sind klein und haben paarweise unterschiedliches Vorzeichen, die Federn 2 und 3 verharren dabei in ihren Ruhelagen).

- Berechnen Sie das Massenträgheitsmoment des Rahmens bezüglich der Achse B.
- Bestimmen Sie das Drehmoment, das die Federn bezüglich dieser Achse auf den Rahmen ausüben, wenn dieser um den Winkel φ aus der Ruhelage ausgelenkt ist.
- Geben Sie die Schwingungskreisfrequenz des Rahmens für diese Schwingungsart an.