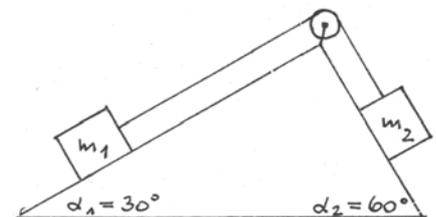


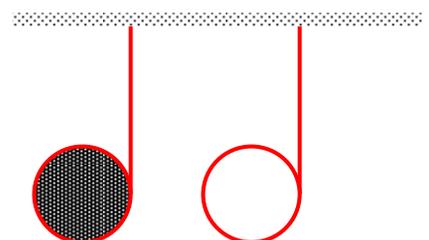
Verwenden Sie zur Vereinfachung bei allen Aufgaben $g = 10 \text{ m s}^{-2}$.

- Zwei Fahrzeuge fahren mit gleicher Geschwindigkeit $v_0 = 108 \text{ km h}^{-1}$ an der Raststätte Harz der A7 im zeitlichen Abstand von 30 s vorbei (Fahrzeug 1 fährt voraus, Fahrzeug 2 folgt hinterher). Fahrzeug 1 beginnt auf der Höhe der Raststätte, mit der Bremsbeschleunigung $-0,4 \text{ m s}^{-2}$ abzubremsen, während Fahrzeug 2 seine Geschwindigkeit beibehält.
 - Zeichnen Sie das Weg-Zeit Diagramm
 - In welcher Distanz zur Raststätte Harz hat Fahrzeug 2 das Fahrzeug 1 eingeholt?
- Der Anhalteweg eines Pkw setzt sich aus dem Reaktionsweg (gleichförmige Bewegung vom Erkennen des Hindernisses bis zum Beginn des Bremsens) und dem tatsächlichen Bremsweg (gleichmäßig beschleunigte Bewegung) bis zum Stillstand zusammen. Die Reaktionszeit des Fahrers, betrage 0,5 s und die Bremsverzögerung sei -7 m/s^2 .
 - Zeichnen Sie das v - t -Diagramm
 - Wie groß darf die maximale Geschwindigkeit vor z. B. einer Schule höchstens sein, wenn der Anhalteweg 5m nicht überschreiten soll?
 - Wie groß ist die Bremszeit und wie groß sind der Reaktionsweg und der reine Bremsweg?
 - Wie lautet die mittlere Geschwindigkeit für den Anhalteweg?
- Zwei PKW nähern sich mit gleicher Geschwindigkeit einer grünen Ampel. Bei einem Abstand von 85 m schaltet die Ampel auf gelb. Die Gelbphase dauert 4 s. Beide Fahrer reagieren 1,0 s nach der Ampelumschaltung: Fahrer Nr. 1 bremst gleichmäßig mit -3 m s^{-2} bis zum Stopp direkt vor der Ampel, Fahrer Nr. 2 beschleunigt mit $+2 \text{ m s}^{-2}$.
 - Wie groß ist die Anfangsgeschwindigkeit der Fahrzeuge?
 - Kann Fahrzeug Nr. 2 die Ampel noch während der Gelbphase passieren? (Rotlichtverstoß oder nicht???)
 - Welches Licht zeigt die Ampel, in dem Moment, in dem Fahrzeug Nr. 1 vor der Ampel zum Stillstand kommt?
 - Berechnen Sie die Beschleunigung/Verzögerung, die Fahrzeug Nr. 2 haben müsste, um genau beim Umschalten von gelb auf rot die Ampel zu passiert.

- In der rechts dargestellten Situation wird die Masse $m_1 = 2 \text{ kg}$ durch ein über eine Rolle (Vollzylinder mit $m_R = 3 \text{ kg}$ und dem Radius $0,1 \text{ m}$) geführtes masseloses Seil von der Masse $m_2 = 4 \text{ kg}$ beschleunigt, die sich dabei nach unten bewegt. Die Gleitreibungszahl ist überall gleich 0,5.
 - Mit welcher Beschleunigung bewegen sich die Massen und mit welcher Winkelbeschleunigung dreht sich die Rolle?
 - Wie groß sind die Seilkräfte links und rechts der Rolle?

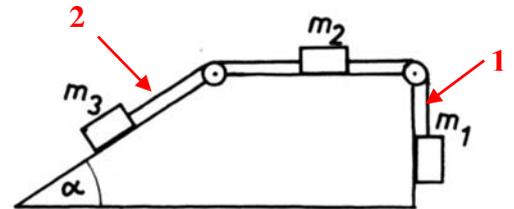


- Man vergleiche einen Vollzylinder und einen (dünnwandigen) Hohlzylinder, beide mit gleicher Masse $m = 1 \text{ kg}$ und gleichem Radius $R = 0,1 \text{ m}$, um die ein Faden gewickelt ist, dessen Ende an einer Aufhängung befestigt ist.
 - Mit welcher Beschleunigung fallen die Zylinder jeweils?
 - Wie groß sind die Seilkräfte?
 - Wie groß sind die Winkelbeschleunigungen?



- d. Welche Zeit benötigen die Zylinder für eine Fallstrecke von $s = 1\text{ m}$?
- e. Welche Geschwindigkeit und welche Winkelgeschwindigkeit besitzen die Zylinder nach einer Fallstrecke von $s = 1\text{ m}$?
- f. Wie groß sind die kinetischen Energien der Translation und der Rotation der Zylinder nach einer Fallstrecke von $s = 1\text{ m}$?

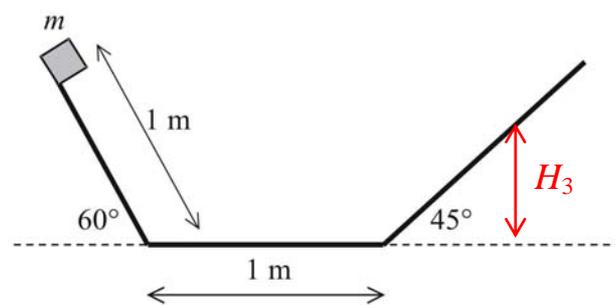
6. Betrachten Sie die drei Massen $m_1 = 2\text{ kg}$, $m_2 = 1\text{ kg}$ und $m_3 = 3\text{ kg}$ in der rechts abgebildeten Anordnung. Der Winkel beträgt $\alpha = 30^\circ$. Zunächst sollen die Seilmasse, die Rollenmassen und die Reibungskräfte vernachlässigt werden.
- a. Mit welcher Beschleunigung bewegen sich die Massen?
 - b. Wie groß sind die Seilkräfte in den Punkten **1** und **2**?



Die zylindrischen Umlenkrollen besitzen eine Masse von $m_R = 1\text{ kg}$, die Gleitreibungszahl betrage für alle Massen $\mu_G = 0,1$.

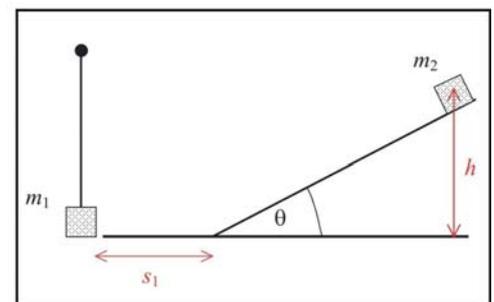
- c. Mit welcher Beschleunigung bewegen sich jetzt die Massen?
- d. Wie groß sind die neuen Seilkräfte in den Punkten **1** und **2**?

7. Eine Masse von $0,5\text{ kg}$ gleitet aus der Ruhelage eine 1 m lange und 60° geneigte schiefe Ebene hinab. Anschließend gleitet die einer waagerechten Ebene 1 m weit und dann eine schiefe Ebene unter 45° hinauf. Die Gleitreibungszahl für die gesamte Strecke beträgt $\mu_G = 0,25$.



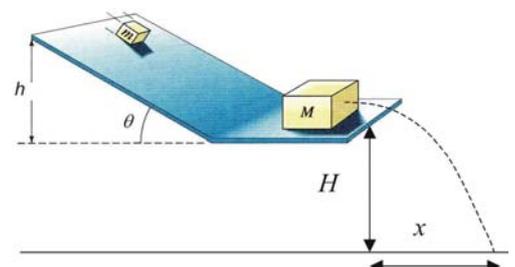
- a. Welche Höhe H_3 erreicht die Masse auf der 45° Ebene, bevor sie zurückrutscht?
- b. Welche Energie geht auf dem Weg bis zum Umkehrpunkt als Wärme verloren?

8. Die Masse $m_2 = 2\text{ kg}$ gleitet aus der Höhe $h = 1\text{ m}$ eine Ebene mit dem Neigungswinkel $\theta = 40^\circ$ hinab und rutscht dann horizontal auf einer Strecke von $s_1 = 0,5\text{ m}$. Am Ende stößt sie auf ein Pendel der Masse $m_1 = 1\text{ kg}$. Die Gleitreibungszahl beträgt $\mu_G = 0,25$. Berechnen Sie, wie hoch das Pendel mit der Masse m_1 ausschwingt (Pendelstange kann vernachlässigt werden), für folgende Bedingungen:



- a. Einen (vollkommen) **elastischen Stoß** zwischen den Massen m_2 und m_1 .
- b. Einen **vollkommen unelastischen Stoß**.

9. Betrachten Sie eine schiefe Ebene auf einem Tisch mit der Höhe $H = 1,0\text{ m}$. Ein Block der Masse $m = 1\text{ kg}$ gleitet diese schiefe Ebene mit Neigungswinkel $\theta = 40^\circ$ hinab. In der Ausgangshöhe $h = 80\text{ cm}$ besitzt er die Geschwindigkeit $v_0 = 3\text{ m s}^{-1}$. Am Ende der Ebene stößt er auf einen Block der Masse $M = 5\text{ kg}$. Der gestoßene Block verlässt

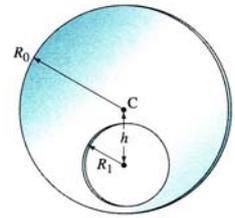


die Ebene und fällt die Tischhöhe H hinab. Der Aufschlagpunkt liegt $x = 55,9 \text{ cm}$ von der Tischkante entfernt.

- a. Wie viel Prozent der ursprünglichen kinetischen Energie der Masse m gehen beim Stoß der Massen m und M durch Verformung und/oder Wärme verloren? (Hinweis: Die Blöcke können als Massenpunkte behandelt werden, die reibungsfrei gleiten.) (30)

10. Berechnen Sie das Massenträgheitsmoment für die gezeigte zylindrische Scheibe mit außermittigem Loch bezüglich einer Drehachse, die senkrecht zur Scheibe verläuft und durch den Mittelpunkt C geht. Es soll gelten:

$$R_i = \frac{1}{3} R_0 \text{ und } h = \frac{1}{2} R_0. \text{ Geben Sie das Ergebnis in der Form } \frac{J}{m R_0^2} \text{ an.}$$

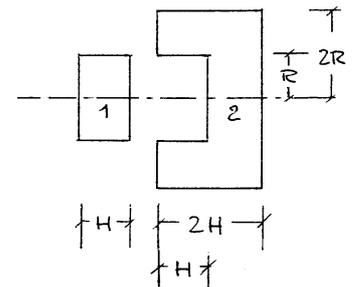


11. Zwei rotationssymmetrische Bauteile bestehen aus dem gleichen Material und haben die in der Skizze angegebenen Größenverhältnisse.

- a. Wie lautet das Verhältnis J_2/J_1 der beiden Massenträgheitsmomente?

Die auf der gleichen Achse rotierenden Teile drehen sich mit $n_1 = 360/\text{min}$ und $n_2 = 240/\text{min}$. Beide werden zusammengekoppelt.

- b. Man berechne die sich einstellende gemeinsame Drehzahl sowie den prozentualen Anteil der von der Kupplung aufgenommenen Anfangsenergie?

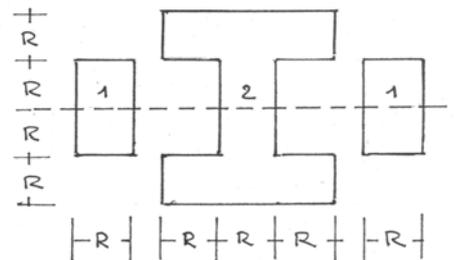


12. Zwei rotationssymmetrische Bauteile aus gleichem Material haben die in der rechten Skizze angegebenen Größenverhältnisse.

- a. Wie lautet das Verhältnis J_2/J_1 der beiden Massenträgheitsmomente?

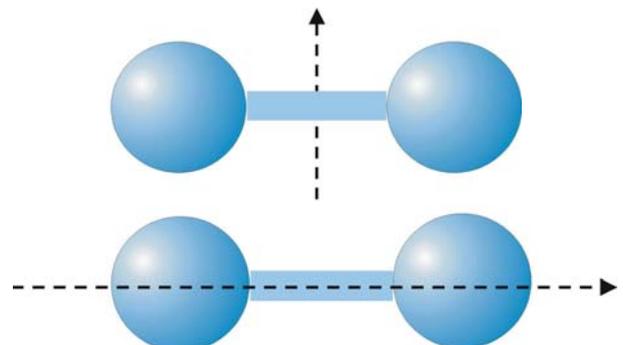
Von den auf der gleichen Achse rotierbar gelagerten Bauteilen dreht sich anfangs nur das mittlere Bauteil und zwar mit $n_2=600/\text{min}$. Dann werden die beiden kleinen Bauteile angekuppelt.

- b. Man ermittle die sich einstellende gemeinsame Drehzahl sowie den von der Kupplung aufgenommenen prozentualen Anteil der Anfangsenergie.
c. Wie lange dauert der Ankuppelungsvorgang, wenn die Kupplung ein Drehmoment von 121 Nm aufbringt? (es sei $J_2 = 50 \text{ kg m}^2$ und $J_1 = 1 \text{ kg m}^2$)



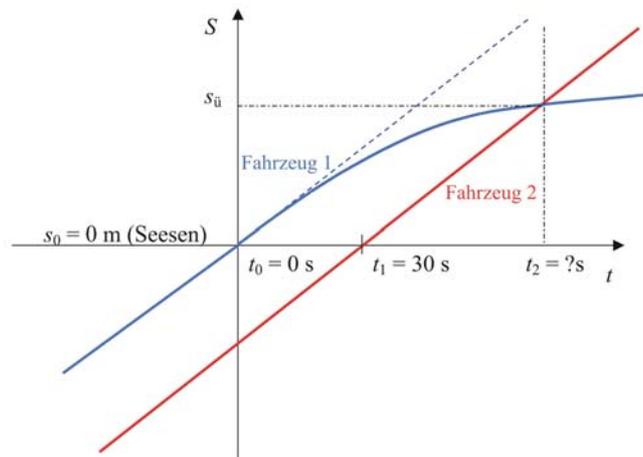
13. Berechnen Sie das Massenträgheitsmoment für folgende Körper mit **homogener Dichte**. Die Körper sollen jeweils die Gesamtmasse m_{ges} besitzen. Die gestrichelte Linie zeigt die Drehachse. Das Ergebnis soll in der Form $J_{\text{ges}} = x \cdot m_{\text{ges}} \cdot R^2$ angegeben werden, wobei der Faktor x aus den Angaben zur Geometrie zu bestimmen ist..

- a. **Hantel senkrecht zur Symmetrieachse:**
 Radius der Kugeln R ,
 Länge der Verbindungsstange $L = 2 \cdot R$,
 Radius der Verbindungsstange $r = 0,2 \cdot R$.
- b. **Hantel parallel zur Symmetrieachse:**
 Radius der Kugeln R ,
 Länge der Verbindungsstange $L = 2 \cdot R$,
 Radius der Verbindungsstange $r = 0,2 \cdot R$.



Lösungen:

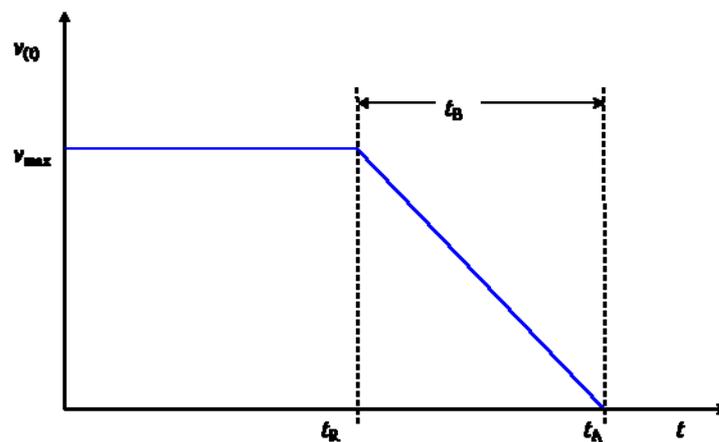
1a.



1b. Lösung für $s_{\ddot{u}}$

$$s_{\ddot{u}} = v_0 t_2 - v_0 t_1 = v_0 (t_2 - t_1) = 1112 \text{ m}$$

2a.



2b.

$$v_{\max} = 5,569 \text{ m s}^{-1} = 20,05 \text{ km h}^{-1}$$

2c.

$$s_B = 2,215 \text{ m}$$

2d.

$$v_m = 3,859 \text{ m s}^{-1}$$

3a. Lösung für v_0 :

$$v_0 = 71,2 \frac{\text{km}}{\text{h}}$$

3b.

$$s_2(t = 4 \text{ s}) = 88,1 \text{ m}$$

3c. Bremszeit für PKW(1):

$$t_{a1} = 6,59 \text{ s} \approx 6,6 \text{ s}$$

3d.

$$a'_2 = 1,29 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$$

4a.

$$a = 0,782 \text{ m s}^{-2}$$

4b.

$$F_{S,2} = 21,04 \text{ N}$$

$$F_{S,1} = 19,9 \text{ N}$$

5a. Beschleunigung des Vollzylinders: $a_{VZ} = \frac{2}{3} g = 6,66 \frac{m}{s^2}$
 Beschleunigung des Hohlzylinders: $a_{HZ} = \frac{1}{2} g = 5,00 \frac{m}{s^2}$

5b. Seilkraft beim Vollzylinder: $F_S^{VZ} = 3,33 N$
 Seilkraft beim Hohlzylinder: $F_S^{HZ} = 5 N$

5c. Winkelbeschleunigung beim Vollzyl.: $\alpha_{VZ} = 66,6 s^{-2}$
 Winkelbeschleunigung beim Hohlzyl.: $\alpha_{HZ} = 50 s^{-2}$

5d. Fallzeit des Vollzylinders für $s = 1 m$: $t_{VZ} = 0,548 s$
 Fallzeit des Hohlzylinders für $s = 1 m$: $t_{HZ} = 0,632 s$

5e. Geschwindigkeit VZ für $s = 1 m$: $v = 3,65 \frac{m}{s}$

Geschwindigkeit HZ für $s = 1 m$: $v = 3,16 \frac{m}{s}$

5f. Vollzylinder: $(E_{kin}^{trans})_{VZ} = 6,66 J$

$(E_{kin}^{rot})_{VZ} = 3,33 J$

Hohlzylinder: $(E_{kin}^{trans})_{HZ} = 5 J$

$(E_{kin}^{rot})_{HZ} = 5 J$

6a. Beschleunigung: $a = 0,833 \frac{m}{s^2}$

6b. Seilkraft im Punkt 1: $F_{S1} = 18,332 N$

Seilkraft im Punkt 2: $F_{S2} = 17,499 N$

6c. $a = g \cdot 0,02 = 0,2 \frac{m}{s^2}$

6d. Seilkraft im Punkt 1: $F_{S1} = 19,599 N$

Seilkraft im Punkt 2: $F_{S2} = 18,199 N$

7a. $H_3 = 0,3912 m$

7b. $\frac{W_R^3}{E_{pot}^0} = 54,6 \%$

8. $v_2 = 3,397 m s^{-1}$

8a. $u_1 = 4,529 m s^{-1}$

$h_{elastisch} = 1,054 m$

8b. $h_{vollk.unelastisch} = \frac{u^2}{2g} = \frac{2,265^2}{20} m = 0,257 m$

9. $\varepsilon = 62,5 \%$

10.

$$k = \frac{J}{m R_0^2} = \frac{151}{288} = 0,5243$$

11a.Lösung:

$$J_2 : J_1 = \frac{31}{2} \cdot \frac{2}{1} = 31 : 1$$

11b.

$$n_3 = \frac{975}{4} = 243,75 \text{ min}^{-1}$$

$$\frac{Q}{E_2^{Rot}} = 1 - 0,9927 \hat{=} 0,728 \%$$

12a. Lösung:

$$J_2 : J_1 = 23 : 0,5 = 46 : 1$$

12b.

$$n_3 = \frac{46}{48} \cdot n_2 = 0,95833 \cdot n_2 = 575 \text{ min}^{-1}$$

Lösung:

$$\frac{Q}{E_2^{Rot}} = 3,85 \%$$

12c. Zeit für Kupplungsvorgang:

$$\Delta t = 1 \text{ s} .$$

13a.Lösung: Faktor x:

$$x = \frac{J_{ges}}{m_{ges} R^2} = 4,28$$

13b.

$$x = \frac{J_{ges}}{m_{ges} R^2} = 2 \cdot 0,19413 + 0,000583 = 0,389$$