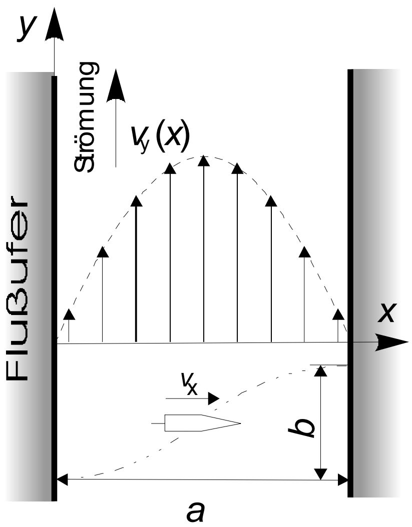
HTWK Leipzig (FH)
Fb IMN, Fachgruppe Physik

Prüfungsklausur im Fach Physik der Studiengänge ET und WET

Name, Vorname : Seminargruppe: Datum: 18. 07. 02

Dauer: 120 min. erlaubte Hilfsmittel: spezielle Formelsammlung, Taschenrechner
Hinweis: Vor der numerischen Rechnung ist stets die allgemeine Lösung anzugeben!



1.) Ein Fluß hat die Breite a. Er wird von einem Boot mit der Eigengeschwindigkeit v_B überquert.

a) Geben Sie den Geschwindigkeitsvektor $\vec{v}(t)$ des Bootes bezüglich des ruhenden Koordinatensystems mit den Achsen x und y formal an ($v_B = v_x$, $v_F = v_y$), wenn die Strömungsgeschwindigkeit des Flusses gemäß $v_y(x) = v_0 \sin \frac{\pi x}{a}$ ortsabhängig ist!

b) Berechnen Sie daraus durch Integration über die Zeit die Koordinaten-Zeit-Funktionen $x(t)$ und $y(t)$!

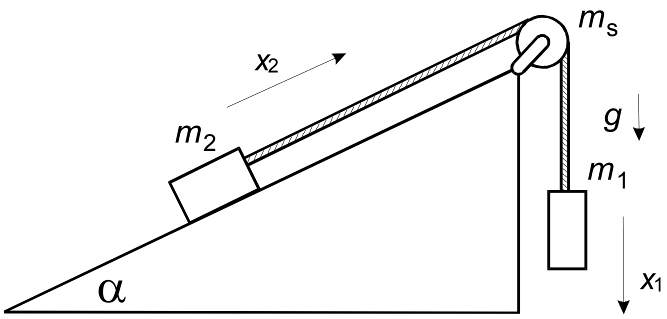
c) Um welche Strecke b wird das Boot bis zum Erreichen des gegenüberliegenden Ufers abgetrieben, wenn es senkrecht darauf zusteuert?

geg.: $a = 120$ m, $v_B = 0{,}7$ m/s , $v_o = 1{,}2$ m/s

Ergebnis: $b = 50$m

2.) Die beiden Massen m_1 und m_2 sind durch ein masseloses, undehnbares Seil über eine Rolle miteinander verbunden und werden bis zur Zeit $t = 0$ arretiert. Massen, Seil und Rolle liegen in der Zeichenebene. Die Rolle (Zylinder) hat den Radius R und die Masse m_S. Die Seilmasse sei vernachlässigbar. Die schiefe Ebene hat den Neigungswinkel α. Zwischen der Masse m_2 und der schiefen Ebene besteht Gleitreibung (μ Gleitreibungskoeffizient).

Zur Zeit $t = 0$ wird die Arretierung gelöst, so dass sich die Massen in Bewegung setzen.



a) Tragen Sie an der Masse m_2 die tatsächlich angreifenden Kräfte (und nicht irgendwelche Zerlegungen dieser Kräfte) in die Skizze ein und benennen Sie diese Kräfte!
b) Schreiben Sie für die Massen m_1 und m_2 sowie für die Rolle die Bewegungsgleichung (in skalarer Form) auf!
c) Berechnen Sie die Beschleunigung der Massen!

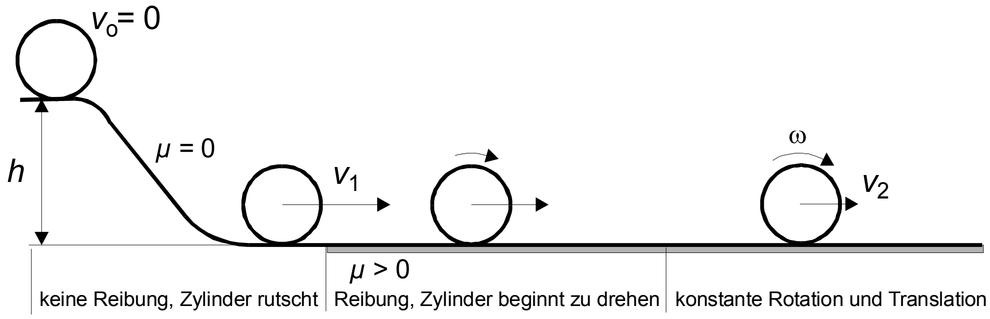
Ergebnis: $\ddot{x} = \frac{m_1 g - m_2 g \sin\alpha - \mu m_2 g \cos\alpha}{m_1 + m_2 + m_s/2}$

3.) Ein zunächst ruhender Vollzylinder <u>rutscht</u> reibungsfrei eine schiefe Ebene der Höhe h hinunter. Auf dem sich anschließenden horizontalen Wegstück wird ein <u>Gleit</u>reibungskoeffizient $\mu > 0$ wirksam. Die Reibungskraft versetzt den Zylinder in eine Drehbewegung. Nach kurzer Zeit rollt der Zylinder mit konstanter Geschwindigkeit horizontal weiter (keine <u>Roll</u>reibung!).

a) Mit welcher Geschwindigkeit v_1 erreicht der Zylinder die horizontale Wegstrecke?

b) Berechnen Sie die Endgeschwindigkeit v_2 des Schwerpunktes.

Hinweis: Schreiben Sie den Ausdruck für den durch die Reibungskraft ausgeübten Kraftstoß auf und verwenden Sie das Grundgesetz der Rotation.



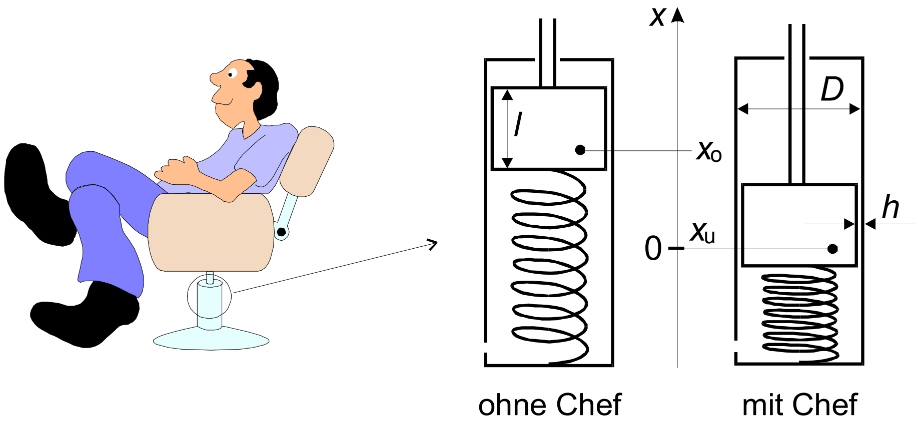
Ergebnis: $v_2 = \frac{2}{3}\sqrt{2gh}$

4.) Ein Chefsessel soll mit einer gedämpften Federung versehen werden. Die Dämpfung wird durch einen Kolben bewirkt, der sich innerhalb eines Zylinders auf einem Gleitfilm bewegt. Ohne das Gewicht des Chefs befindet er sich in der Ruhelage x=x_o (s.Abb., die Masse des leeren Sitzes kann vernachlässigt werden). Setzt sich der Chef (Masse m) in den Sessel, wird die Feder zusammengedrückt. Die Ruhelage unter dieser Belastung ist jetzt $x= x_u= 0$. Die Dicke der Gleitmittelschicht ist h, die dynamische Viskosität η, die Länge des Zylinders l, dessen Durchmesser D. Es gilt $h<<D$.

a) Stellen Sie die Bewegungsgleichung auf. Verwenden Sie dabei das Newtonsche Reibungsgesetz unter der Annahme eines linearen Geschwindigkeitsgefälles.

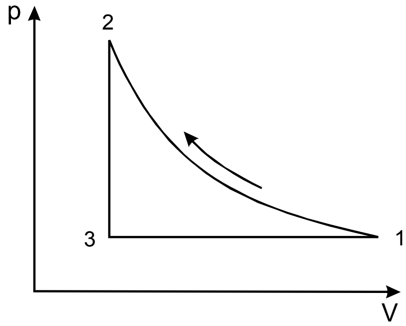
b) Welche Viskosität η muß das Gleitmittel aufweisen, damit der aperiodische Grenzfall auftritt?

c) Die Lösungsfunktion für den aperiodischen Grenzfall hat die allgemeine Form $x(t) = (a+bt)\, e^{-\delta t}$. Zum Zeitpunkt t=0 setzt sich der Chef in den Sessel. Wie lautet die spezielle Lösung für diesen
Fall ($v(t$=0$) = 0$)?



Ergebnis:

$$x(t) = x_0(1-\delta t)e^{\delta t}$$



5.) Mit einem idealen Gas wird ein linksläufiger Kreisprozess durchgeführt (s. Skizze).
Berechnen Sie für die drei Zustandsänderungen (Isotherme, Isochore, Isobare) die mit der Umgebung ausgetauschte Wärme und die verrichtete Arbeit. Dabei sind vom System nur die Masse m, die spezifische Gaskonstante $R`$ und der Adiabatenexponent κ sowie die Temperaturen T_1 und T_3 bekannt. Geben Sie an, ob die Wärme dem System zugeführt oder diesem entzogen wird und ob die Arbeit am System bzw. vom System verrichtet wird!

Ergebnis: einfach!

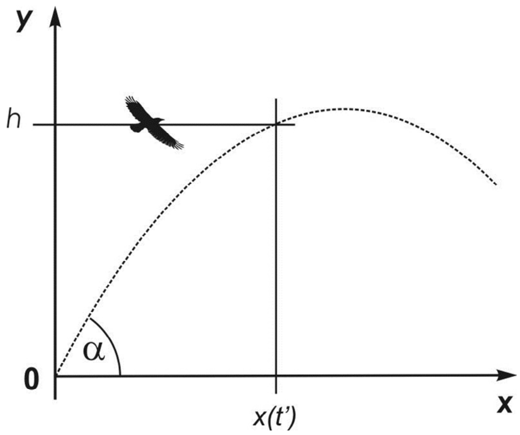
Prüfung im Fach Physik der Seminargruppen 09 EIB 1,2,3 und Nach-/Wiederholer

Name, Vorname : Datum: 22. 07. 10

Seminargruppe: Dauer: 120 min

Zugelassene Hilfsmittel: eigenhändig geschriebene Formelsammlung 2 Seiten A4

1.) Ein Jäger schießt mit einem Pfeil auf einen in der Höhe h mit der Geschwindigkeit v_V gleichförmig fliegenden Vogel. Der Jäger spannt den Bogen stets mit ganzer Kraft, so dass der Pfeil mit der Anfangsgeschwindigkeit $v(0) = v_0$ los fliegt und nur der Winkel α gegen die Horizontale passend gewählt werden muss. Zum Zeitpunkt des Abschusses befindet sich der Vogel auf seiner Flugbahn genau senkrecht über dem Schützen.
Die Bewegung des Pfeils ist als reibungsfrei anzusehen (analog zum schrägen Wurf im Vakuum).



a) Geben Sie die Vektoren der Geschwindigkeiten $\vec{v}_V$ und $\vec{v}(t)$ sowie die Ortsvektoren $\vec{r}_V(t)$ und $\vec{r}(t)$ von Vogel und Pfeil an.
b) Eine Bedingung für den Jagderfolg ist der richtige Abschusswinkel α. Bestimmen Sie diesen Winkel bei gegebenem v_0.
c) Nach welcher Flugzeit t' trifft der Pfeil den Vogel?
d) Damit sich beide Flugbahnen überhaupt schneiden, muss der Pfeil wenigstens die Höhe h erreichen. Welche Bedingung muss dazu erfüllt werden?
Geg.: g, h, v_V, v_0, ω_1

Ergebnis:

$$t = \frac{v_0 \sin\alpha}{g} - \sqrt{\left(\frac{v_0 \sin\alpha}{g}\right)^2 - 2h/g}$$

2.) Eine Staumauer staut ein Tal mit annähernd dreieckigem Querschnitt (sog. Kerbtal). Die Breite an der Wasseroberfläche beträgt *b*, nach unten läuft das Tal spitz zu. Der Wasserstand ist *h*.

a) Fertigen Sie hierzu eine Skizze an.

b) Mit welcher Kraft drückt das Wasser gegen die Staumauer?

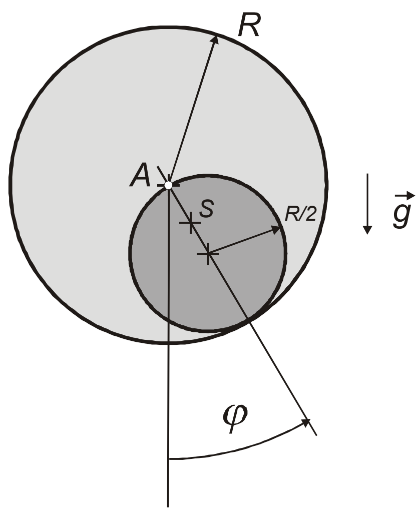
Geg.: g, h, b

Ergebnis: $F = \rho g b h^2 / 6$

3.) Eine homogene Kreisscheibe mit dem Radius *R* und der Masse *m* ist reibungsfrei auf einer durch ihren Mittelpunkt gehenden Achse *A* gelagert. Auf diese Kreisscheibe ist eine zweite homogene Kreisscheibe *gleicher Masse*, aber nur halbem Durchmesser befestigt. Der Mittelpunkt dieser Scheibe mit dem Radius *R/2* befindet sich im Abstand *R/2* von *A*. Hierdurch befindet sich der Schwerpunkt *S* des Systems außerhalb der Rotationsachse.

a) Bestimmen Sie die Lage des Schwerpunktes und das Massenträgheitsmoment des Systems bezüglich der Rotationsachse *A*.

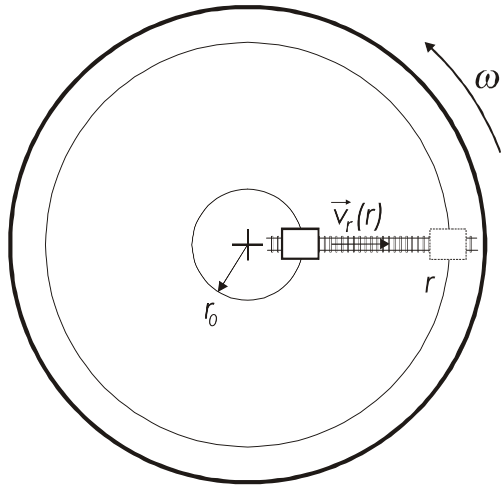
b) Wie groß ist die Schwingungsdauer für dieses Physikalische Pendel?



Ergebnis:

$$T = 2\pi\sqrt{7R/4g}$$

4.) Auf einer angetriebenen und ständig mit der *konstanten* Winkelgeschwindigkeit ω rotierenden horizontalen Kreisscheibe befindet sich ein kleines Wägelchen (Punktmasse) im Abstand r_0 von der Rotationsachse auf einer in radialer Richtung montierten Schiene (s. Skizze in Draufsicht). Ein Beobachter befindet sich im Zentrum der Scheibe, *rotiert mit der Scheibe mit* und beobachtet das Wägelchen. Zum Zeitpunkt $t = 0$ löst er die Arretierung und beobachtet, dass sich der Wagen beschleunigt nach außen bewegt (Reibung ist zu vernachlässigen; ω *bleibt konstant*).



a) Welche Kräfte (außer der Gewichtskraft und deren Gegenkraft) wirken auf das Wägelchen ein, sobald es frei gelassen ist? Unterscheiden Sie hierbei zwischen eingeprägten Kräften und Scheinkräften. Zeichnen Sie diese Kräfte ein, benennen Sie diese.
b) Stellen Sie die Bewegungsgleichung auf für die Bewegung des Wägelchens in *radialer* Richtung.
c) Bestimmen Sie die allgemeine Lösung $r(t)$ der Bewegungsgleichung.
e) Wie lautet die spezielle Lösung mit den Randbedingungen $r(t=0) = r_0$ und $v_r(t=0) = 0$?
d) Eine halbe Umdrehung nach Freigabe des Wägelchens ist der Abstand von der Rotationsachse auf welchen Wert angewachsen?
Geg.: ω, r_0

Lösung: s. Webseite

5.) Die gleiche Anordnung wie von Aufgabe 4.) wird vom Antrieb getrennt und rotiert frei und reibungsfrei zunächst mit der Winkelgeschwindigkeit ω_0 . Das Wägelchen im Abstand r_0 wird zum Zeitpunkt $t = 0$ frei gegeben und bewegt sich von diesem Zeitpunkt an reibungsfrei beschleunigt nach außen. Ein *ruhender* Beobachter registriert, dass die Radialgeschwindigkeit v_r des Wagens dabei ständig zunimmt, ebenfalls die durch die Rotation bestimmte Tangentialgeschwindigkeit v_t. Der Wagen hat die Masse m, die gesamte sonstige rotierende Anordnung das Massenträgheitsmoment J. Wenn der Wagen den Abstand r erreicht hat, bewegt er sich mit der Tangentialgeschwindigkeit $v_t(r)$ und der Radialgeschwindigkeit $v_r(r)$. Die Scheibe rotiert denn mit der Winkelgeschwindigkeit $\omega(r)$.

a) Schreiben Sie den Energieerhaltungssatz auf für die Positionen r_0 und r.

b) Schreiben Sie den Drehimpulserhaltungssatz auf für die Positionen r_0 und r.

c) Gilt der Impulserhaltungssatz? Begründung!

d) Wie groß ist die Winkelgeschwindigkeit $\omega(r)$?

e) Wie groß ist die Radialgeschwindigkeit $v_r(r)$?

Geg.: ω_0, r_0, m, J,

Ergebnis : knifflig!

Prüfung im Fach Physik der SG 10 EIB 1,2,3 und Nach-/Wiederholer

Name, Vorname : Seminargruppe: Datum: 21. 07. 11

Dauer: 120 min Zugel. Hilfsmittel: eigenhändig geschriebene Formelsammlung 2 Seiten A4

1. (12P) Ein gerader *dünner* Stab der Länge L aus homogenem Material wird an einem Ende um eine horizontale Achse A reibungsfrei drehbar aufgehangen. Nach einer Auslenkung vollführt der Stab unter dem Einfluss der Schwerkraft Schwingungen um seine Gleichgewichtslage.

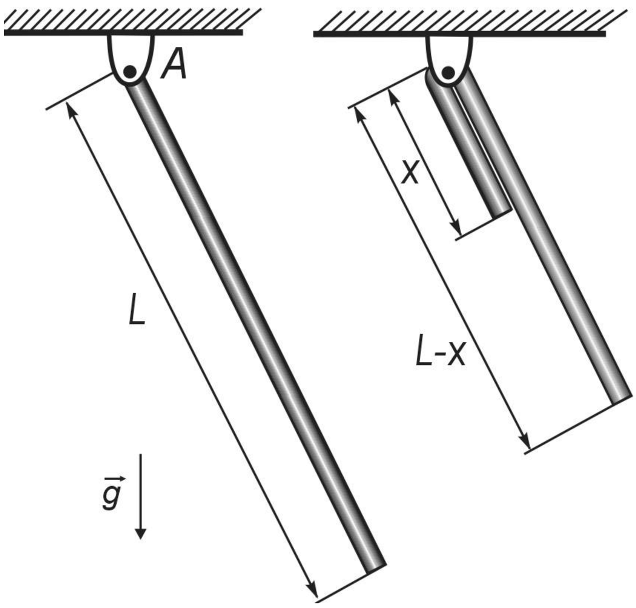
a) Berechnen Sie für kleine Auslenkungen aus der Ruhelage die Schwingungsdauer T dieses *physischen* Pendels.

b) Ein Ende des Stabes der Länge x wird umgebogen und der Stab an der Knickstelle drehbar aufgehangen. Geben Sie die Schwingungsdauer in Abhängigkeit von x an.

c) Bei welchem Wert von x ist die Schwingungsdauer minimal?

Geg.: L, g, x

Hinweis: Die Dicke des Stabes ist zu vernachlässigen. Bei c) ist auf den Nachweis des Minimums (2.Ableit.) zu verzichten.



Ergebnis:

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{2(x^3 + (L-x)^3)}{3g(x^2 + (L-x)^2)}}$$

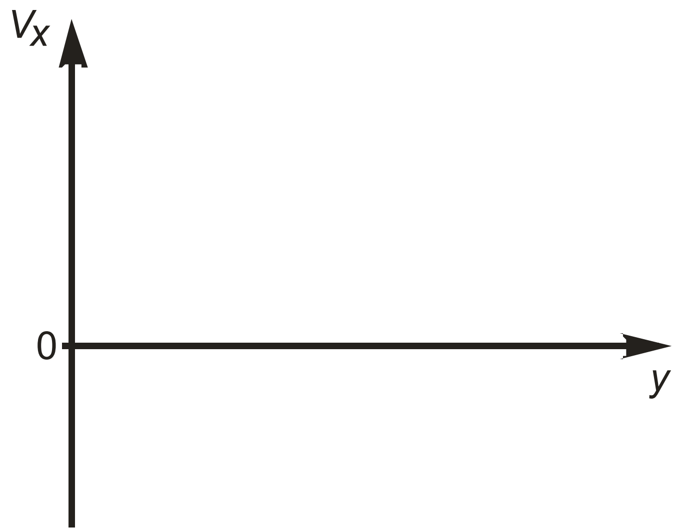
2.) Ein Heißluftballon wird so präpariert, dass er mit einer Anfangsgeschwindigkeit v_0 nach oben (y-Richtung) steigt. Durch Abkühlung verringert sich die Steiggeschwindigkeit je Zeiteinheit um einen stets konstanten Wert, so dass der Ballon nach der Zeit $t = \frac{t_E}{2}$ die Gipfelhöhe H erreicht und nach $t = t_E$ wieder auf dem Boden landet. Während der Fahrt wird der Ballon durch den Wind in x-Richtung abgetrieben. Am Boden beträgt die Windstärke $v_x(0) = v_W$, nimmt jedoch mit der Höhe linear zu und erreicht bei $y = H$ die doppelte Windstärke wie am Boden.

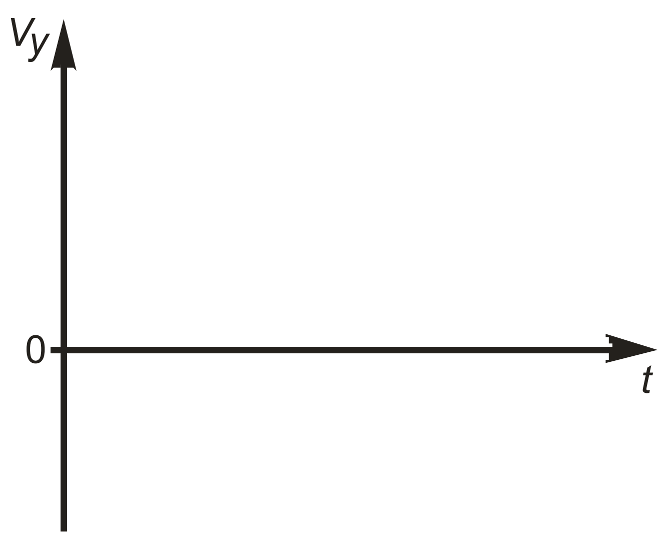
a) Geben Sie die Abhängigkeiten der Geschwindigkeiten $v_x(y)$ und $v_y(t)$ formal an sowie in je einer grafischen Veranschaulichung.

b) Bestimmen Sie den Ortsvektor $\vec{r}(t)$ wenn gilt $\vec{r}(0) = (0,0)$.

c) Wie weit ist der Ballon bis zum Aufschlag gefahren?

Geg.: t_E, v_H, H, v_0





$$x(t_E) = v_w\left(t_E + \frac{v_0}{6H} t_E^2\right)$$

3. (12P+2ZP) Auf einen Vollzylinder der Masse m mit dem Radius R ist ein dünner Faden aufgewickelt. Der Zylinder befindet sich auf einer schiefen Ebene, der Faden ist an dieser fixiert und hindert den Zylinder am freien Abrollen. Im Versuch zeigt sich jedoch, dass bei hinreichend großem Neigungswinkel α die Haftreibung zwischen Zylinder und Oberfläche des Hanges überwunden wird, der Zylinder sich in einer entgegengesetzten Rotationsbewegung hangabwärts bewegt und hierbei am Faden(!) abrollt.

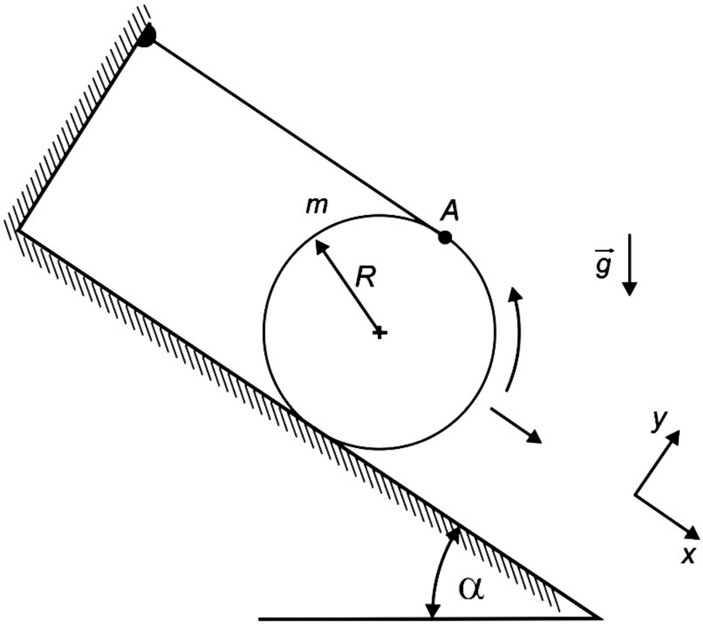
a) Zeichnen Sie die an der Masse angreifenden Kräfte in die Skizze ein und benennen Sie diese mit einem Symbol sowie Substantiv.

b) Berechnen Sie das gesamte Drehmoment um die momentane Drehachse A (entspricht der Kontaktstelle von Zylinder und Faden).

c) Formulieren Sie die Bewegungsgleichung für die Rotation um die Achse A. Bei Überschreiten welchen kritischen Neigungswinkels α bewegt sich der Zylinder hangabwärts und wie groß ist die sich daraufhin einstellende Beschleunigung der Schwerpunktsbewegung?

Wenn Sie ganz sicher sind, c) richtig gelöst zu haben, können Sie sich 2 Zusatzpunkte verdienen mit folgender Teilaufgabe:

d) Formulieren Sie für den beschleunigt bewegten Zylinder die Bewegungsgleichung für die Translation des Schwerpunktes und bestimmen Sie den Betrag der Seilkraft.



geg.: m, g, R, α, μ_H, μ_G

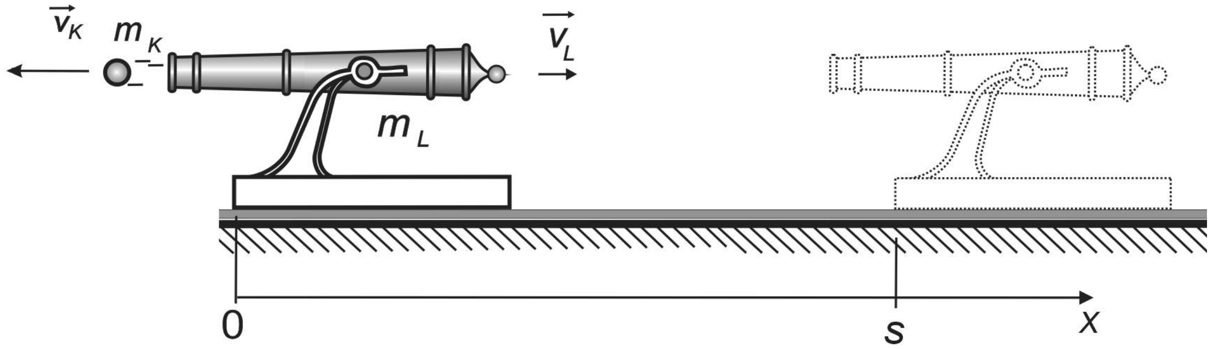
Ergebnis:

a_x =2g(sin α - 2μ cosα)/3

4. (10P) Eine (Spielzeug-!)Kanone ist fest auf einer Lafette (Gesamtmasse mit Kanone m_L) montiert, welche auf einer Schiene mit dem Gleitreibungskoeffizienten μ gleitet. Das Kanonenrohr ist horizontal ausgerichtet. Geladen wird die Kanone mit einer Kugel der Masse m_K. Die Spiralfeder (Masse vernachlässigbar klein) mit der Federkonstante k wird gespannt (Auslenkung r aus der Ruhelage). Beim Entspannen der Feder wird die Kugel auf die Geschwindigkeit $\vec{v}_K$ beschleunigt, die Kanone samt Wägelchen gleitet infolge des Rückstoßes auf der Schiene nach rechts.

a) Schreiben Sie den Energieerhaltungssatz für diesen Vorgang auf, indem Sie die Gesamtenergie jeweils vor bzw. unmittelbar nach Abschuss formulieren.
b) Schreiben Sie den Impulserhaltungssatz auf.
c) Welche Geschwindigkeit v_L hat die Lafette unmittelbar nach Entspannen der Feder?
d) Wie groß ist die Austrittsgeschwindigkeit des Geschosses v_K wenn die Lafette nach einer Gleitstrecke s zur Ruhe kommt?

geg.: m_L, m_K, k, s, r, μ



Ergebnis:

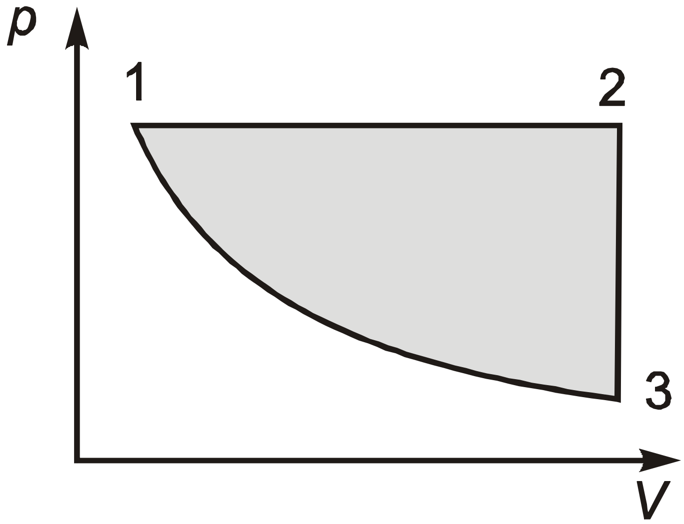
$$v_K = \sqrt{\frac{kr^2 - 2\mu m_L g s}{m_K}}$$

5. (19P) Mit einem idealen Gas wird ein Kreisprozeß durchgeführt, der aus einer Isobaren, einer Isochoren und einer Isothermen besteht (s. Skizze).

a) Bezeichnen Sie in der Skizze die Teilprozesse und geben Sie die Umlaufrichtung an bei einem Betrieb des Systems als Wärmekraftmaschine. Geben Sie an, ob die Wärme jeweils dem System zugeführt oder diesem entzogen wird, ob Arbeit am System bzw. vom System verrichtet wird (Pfeilrichtung)!

b) Berechnen Sie für die drei Zustandsänderungen einzeln jeweils die mit der Umgebung ausgetauschte Wärme und die verrichtete Arbeit. Dabei sind vom System nur die Masse m, die stoffspezifische Gaskonstante R_s, der Adiabatenexponent κ sowie die Temperaturen T_1 und T_2 bekannt!!

c) Berechnen Sie den Wirkungsgrad der Wärmekraftmaschine.



Geg.: m, R_s, κ, T_1, T_2

Ergebnis:

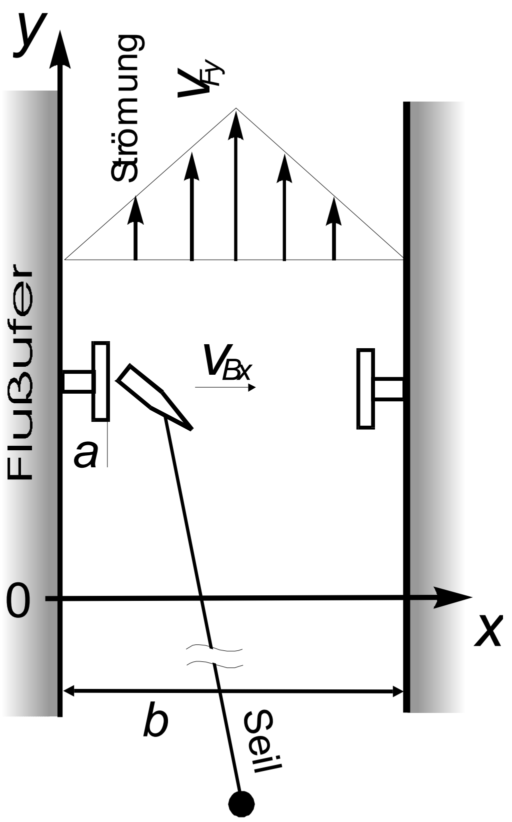
$$\eta = \frac{(T_2 - T_1) + T_1 ln\frac{T_1}{T_2}}{\frac{\kappa}{\kappa - 1}(T_2 - T_1)}$$

Prüfung im Fach Physik der SG 13 EIB 1,2,3 und Nach-/Wiederholer

Name, Vorname : Seminargruppe: Datum: 16. 07. 14

Dauer: 120 min Zugel. Hilfsmittel: eigenhändig geschriebene Formelsammlung 2 Seiten A4

Die gesuchten Größen sind stets durch die gegebenen Größen auszudrücken.



1.) Eine motorlose Fähre setzt unter Ausnutzung der Strömung über einen Fluss. Hierbei ist die Fähre an einem <u>sehr</u> langen Seil befestigt, welches in Flussmitte am Grund verankert ist. Durch angemessene Querstellung des Bootskörpers zur Strömung wird ein Quertrieb erreicht. Dieser verleiht im aktuellen Fall dem Boot eine Geschwindigkeit v_{Bx}, welche stets genau halb so groß ist wie die Strömungsgeschwindigkeit des Flusses $v_F(x)$ am Ort der Fähre. Die Strömungsgeschwindigkeit ist am Ufer gleich Null und wächst linear mit dem Abstand zum Ufer, um in der Mitte den Wert v_m anzunehmen. Der Fluss hat die Breite b. Jeweils im Abstand a von den Ufern befinden sich Anlegestege.

a) Geben Sie das Geschwindigkeitsprofil des Flusses im Bereich vom linken Ufer bis zur Mitte als Vektor $\vec{v}_F(x)$ an.

b) Geben Sie die Geschwindigkeitskoordinate des Bootes in x-Richtung als Funktion vom Abstand zum linken Ufer bis zur Flussmitte an, also $v_{Bx}(x)$.

c) Bestimmen Sie den Abstand $x(t)$ des Bootes vom Ufer in Abhängigkeit von der Zeit, wenn bei $t = 0$ das Boot vom Steg ablegt ($x(t)$ für $a \le x \le b/2$). Lösen Sie die hierbei auftretende Differentialgleichung z.B. mittels eines geeigneten Ansatzes.

d) Wie lange dauert eine Überfahrt bis zum gegenüberliegenden Steg?

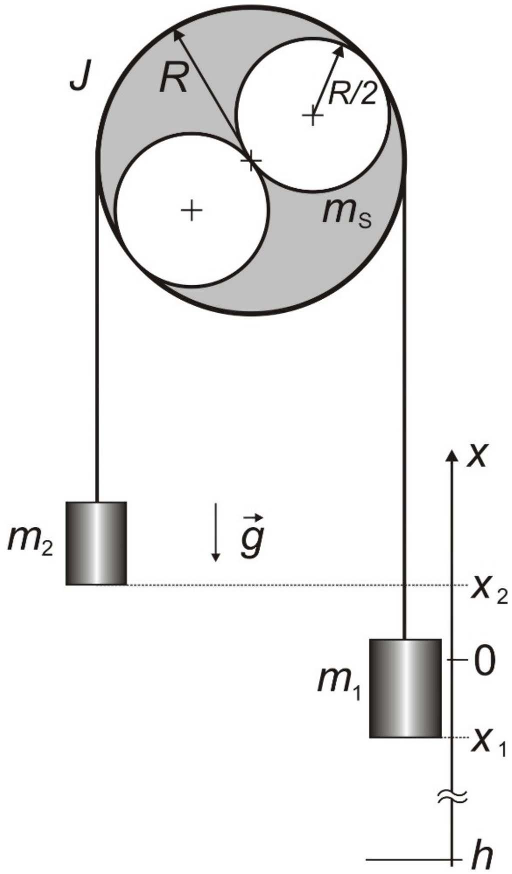
geg.: a, b, v_m

Ergebnis:

$$t_E = \frac{2b}{v_m} \ln \frac{b}{2a}$$

2.) Atwood'sche Fallmaschine

Über eine Seilscheibe mit dem Massenträgheitsmoment J ist ein masseloses Seil gelegt, an dem Massen m_1 und m_2 befestigt sind, die dem Einfluss der Schwerkraft ausgesetzt sind. Beide Massen befinden sich zum Zeitpunkt der Freigabe bei $t = 0$ in Ruhe und auf gleicher Höhe $x_1 = x_2 = 0$.



a) Stellen Sie den Energiesatz für Rolle und beide Massen auf und berechnen Sie die Beschleunigung der Masse m_1 unter Vernachässigung der Reibung. *Betrachten Sie zunächst J als gegebene Größe.*

b) Bestimmen Sie die an m_1 angreifende Seilkraft.

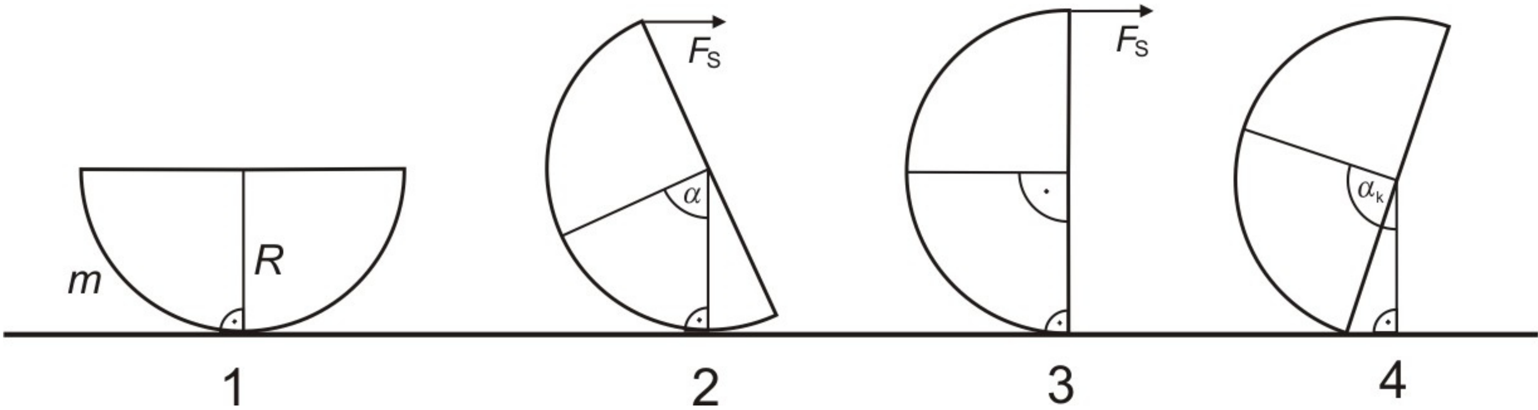
c) Ab Freigabe der Massen bei $t = 0$ vergeht welche Zeit t_E, bis die Masse m_1 die Position h erreicht hat ($m_1 > m_2$)?

d) Die Seilscheibe mit der Masse m_S hat den Radius R mit zwei kreisförmigen Aussparungen von je $R/2$ (Restwandstärke vernachlässigbar). Bestimmen Sie das Massenträgheitsmoment der Seilscheibe $J = J(R, m_s)$.

geg.: J, m_S, m_1, m_2, h, R, g

Ergebnis:

$$J = \frac{5}{8} m_S R^2$$



3.) Eine Halbkugel der Masse m mit dem Radius R liegt auf einer horizontalen Ebene. Unter dem Einfluss der Schwerkraft gibt es eine stabile und eine labile Gleichgewichtslage (Abb. 1 und 4). Weitere stabile Positionen werden durch eine zusätzliche, horizontal gerichtete Kraft F_s ermöglicht mit einem Angriffspunkt an der Kante der Halbkugel (Abb. 2 und 3).

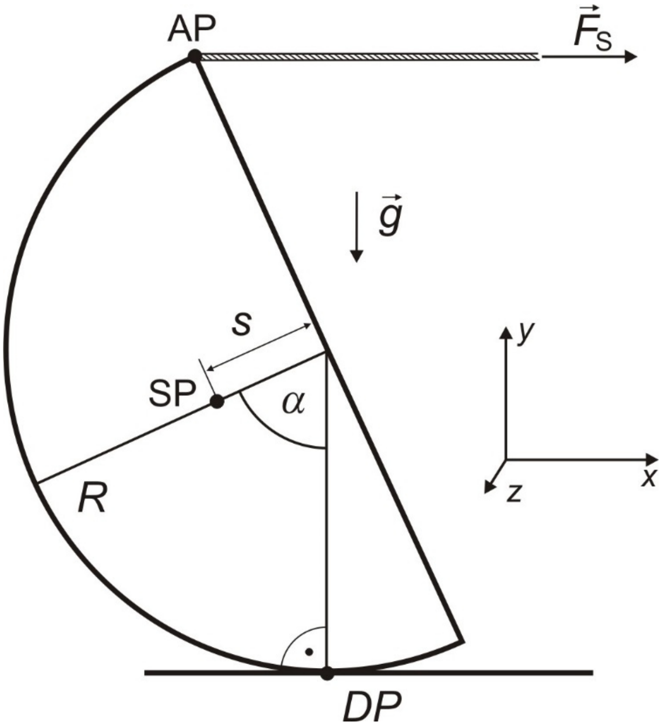
e) Zeichnen Sie alle weiteren an der Halbkugel angreifenden Kräfte in die nebenstehende Skizze ein und benennen Sie diese.

f) Die Skizze zeigt einen momentanen Gleichgewichtszustand. Zur Aufrechterhaltung dieses Zustandes ist welche Kraft $F_s(\alpha)$ erforderlich ($0 \leq \alpha \leq \frac{\pi}{2}$)? *Betrachten Sie hierbei den Schwerpunktabstand s zunächst als gegebene Größe $s = \frac{3R}{8}$, legen Sie den Koordinatenursprung in den Drehpunkt* DP*)*

g) Wie groß muss die Haftreibungszahl μ zwischen Ebene und Halbkugel mindestens sein, damit diese beim Aufrichten bei keinem der möglichen Winkel ($0 < \alpha \leq \frac{\pi}{2}$; s. Abb. 2, 3) wegrutscht (Extremwertberechnung)?

h) Bei Überschreitung welchen Werts α_k kippt die Halbkugel um (s. Abb.4)?

i) *Zusatzaufgabe:* Verifizieren Sie die unter b) angegebene Lage des Schwerpunktes des Halbzylinders aus der Anwendung der Definitionsgleichung zur Berechnung des Schwerpunktes eines starren Körpers.

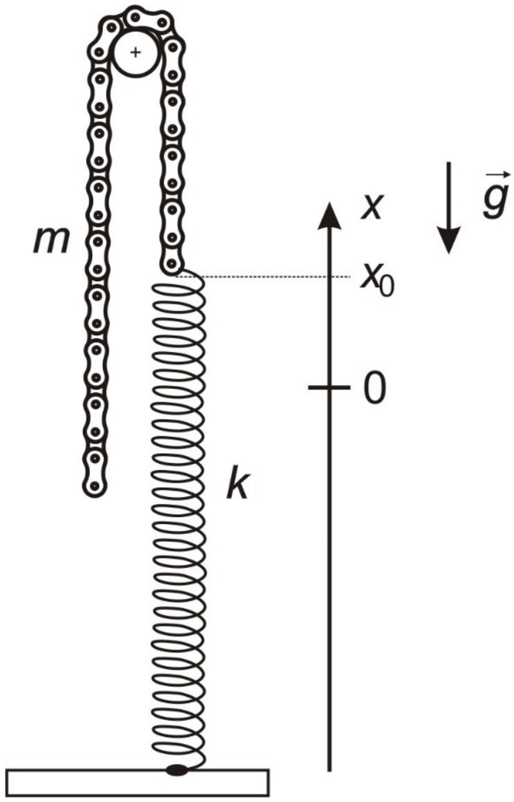


geg.: m, g, R, s, μ, α

Ergebnis:

$$\mu = \frac{3}{8}\frac{\sin\alpha}{(1+\sin\alpha)}; \quad \alpha = 90°$$

4.) Eine Fahrradkette der Länge l und der Masse m ist über eine masselose Rolle geführt, auf der sie unter dem Einfluss der Gewichtskraft reibungsfrei abrollen kann. Ein Ende der Kette ist verbunden mit einer senkrecht ausgerichteten masselosen Wendelfeder der Kraftkonstanten k. Im Gleichgewicht befinden sich beide Kettenenden in der Position $x = 0$. Dies ist auch die Ruhelage der Feder. Für Auslenkungen x der Feder aus der Ruhelage im Bereich $-\frac{l}{2} \leq x \leq +\frac{l}{2}$ gelte das Hooke'sche Gesetz. Im Experiment zeigt sich, dass bei einer Anfangsauslenkung x_0 das Kettenende vertikale harmonische Schwingungen um $x = 0$ vollführt. Bei einem weiteren Versuch mit einer deutlich schwächeren Wendelfeder rollt die Kette allerdings nach Freigabe aus der Anfangsauslenkung x_0 ohne Anzeichen einer Schwingung einfach zur linken Seite ab



a) Stellen Sie die Bewegungsgleichung für die Kette auf unter Berücksichtigung von Gewichts- und Federkräften bei Vernachlässigung der Reibung.
b) Unter welcher Bedingung tritt ein vertikales Schwingen der Kette auf? Geben Sie hierfür die allgemeine Lösung $x(t)$ der Differentialgleichung an. Welchen Wert hat die Schwingungsdauer T ?
c) Welche weiteren Lösungsfälle sind möglich? Geben sie auch hierfür die allgemeinen Lösungen $x(t)$ an.

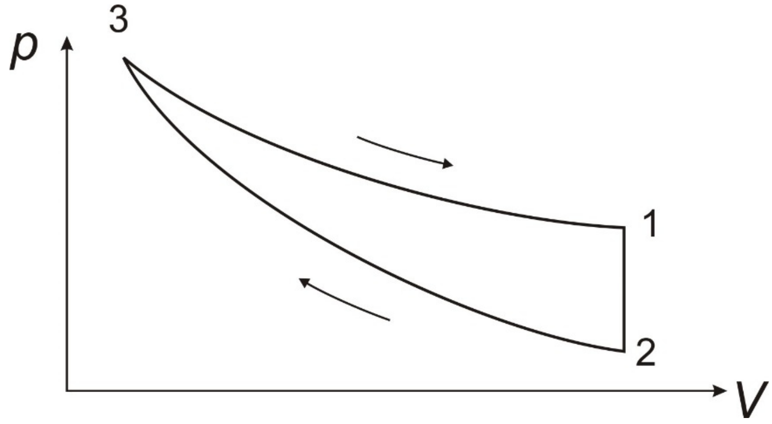
Geg.: k, g, m, l, x_0

Ergebnis:

$$\ddot{x} + \left(\frac{k}{m} - \frac{2g}{l}\right) x = 0$$

5.)Mit einem idealen Gas wird ein Kreisprozess durchgeführt, der aus einer Isochoren, Isothermen und einer Adiabaten besteht (s. Skizze). Der Kreisprozess soll zum Betrieb einer Wärmekraftmaschine genutzt werden.

a) Berechnen Sie für die drei Zustandsänderungen jeweils die mit der Umgebung ausgetauschten Wärmen und die verrichteten Arbeiten, wenn die Masse m, die stoffspezifische Gaskonstante R_s, der Adiabatenexponent κ sowie die Temperaturen T_1 und T_2 bekannt sind. Geben Sie an, ob die Wärme dem System zugeführt oder diesem entzogen wird und ob die Arbeit am System bzw. vom System verrichtet wird.



b) Bestimmen Sie den Wirkungsgrad η der Wärmekraftmaschine, wenn nur T_1 und T_2 bekannt sind.

Geg.: m, R_s, κ, T_1, T_2

Ergebnis:

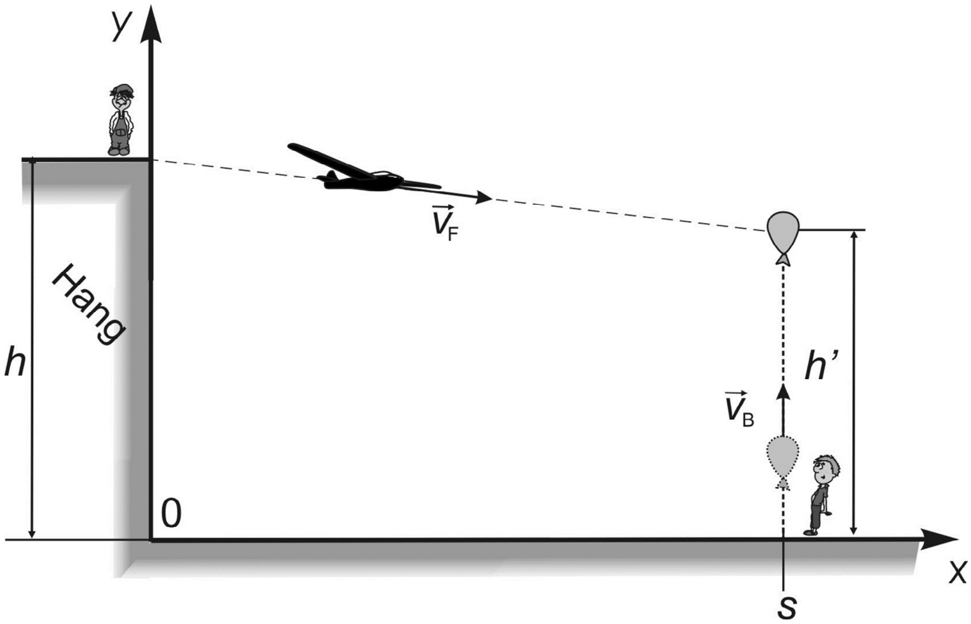
$$\eta = \frac{(T_2 - T_1) + T_1 ln\frac{T_1}{T_2}}{T_1 ln\frac{T_1}{T_2}}$$

Nach-/Wiederholungsprüfung im Fach Physik der SG 11 EIB 1,2,3

Name, Vorname : Seminargruppe: Datum: 21. 12. 12

Dauer: 120 min Zugel. Hilfsmittel: eigenhändig geschriebene Formelsammlung 2 Seiten A4

1.) Max steht auf einem Steilhang und startet zur Zeit $t = 0$ sein Modellflugzeug. Das hat eine Gleitzahl n, was bedeutet, dass es aus einer Höhe h eine Strecke $n \cdot h$ (gemessen als Projektion über Grund) abgleiten kann, bis es auf dem Boden aufschlägt. Weit entfernt unten in der Talebene sieht Moritz das Flugzeug mit einer in Betrag und Richtung stets konstanten Geschwindigkeit $\vec{v}_F(t)$ direkt auf sich zu fliegen. Zum Zeitpunkt t_0 nach dem Start des Modellfliegers lässt er einen Gasballon steigen. Dieser steigt mit der konstanten Geschwindigkeit $\vec{v}_B(t)$ senkrecht nach oben und soll mit dem Flugzeug zusammenstoßen.



a) Schreiben Sie die Vektoren $\vec{v}_F(t), \vec{v}_B(t), \vec{r}_F(t)$ und $\vec{r}_B(t)$ auf.

b) In welcher Höhe h' stoßen Ballon und Flugmodell zusammen?

c) Zu welchem Zeitpunkt t_0 muss Moritz den Ballon steigen lassen?

d) Zu welchem Zeitpunkt t_E erfolgt der Zusammenstoß?

d) Welche weiteren Bedingungen müssen erfüllt sein, damit es überhaupt zu einem Zusammenstoß kommen kann?

geg.: n, h, v_B, v_F

Ergebnis:

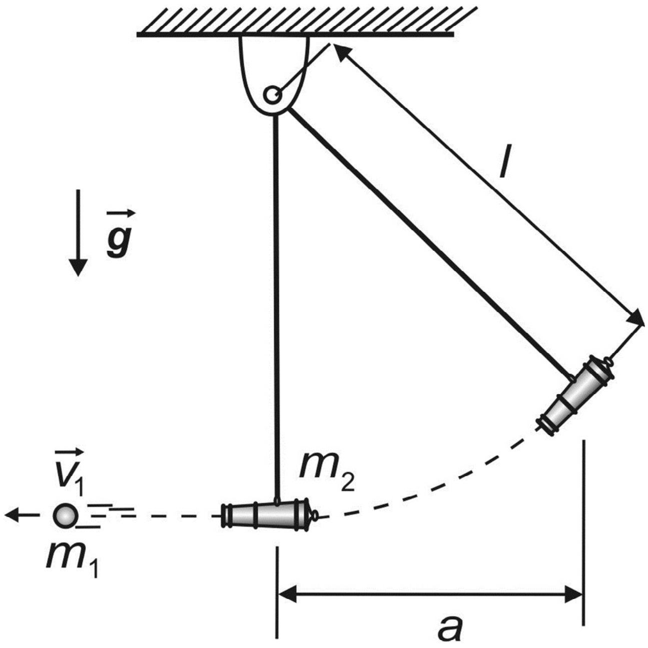
$$t_E = \frac{s\sqrt{n^2 - 1}}{n\, v_F}$$

2.) Eine Spielzeugkanone der Masse m_2 ist mit einem Geschoss der Masse m_1 geladen und hängt an einer drehbar befestigten masselosen Stange der Länge l. Beim Zünden der Treibladung fliegt das Geschoss mit der Geschwindigkeit v_1 aus der Kanone. Diese bewegt sich durch den Rückstoss zunächst mit v_2 in entgegen gesetzter Richtung. Durch die Aufhängung als Pendel bedingt erreicht die Kanone eine maximale Auslenkung aus ihrer Ruhelage um die Strecke a (Projektion auf die horizontale Ebene).

Wie groß ist die Geschwindigkeit des Geschosses?

Hinweis: Der Moment des Abschusses kann als völlig unelastischer Stoß betrachtet werden, allerdings in zeitlich umgekehrter Abfolge (quasi rückwärts). Kanone und Kugel sind als Punktmassen aufzufassen

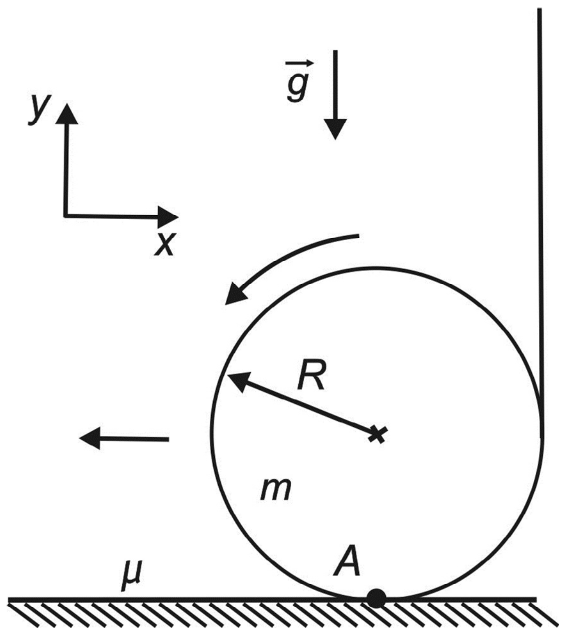
geg.: m_1, m_2, l, a, g



Ergebnis:

$$v_1 = -\frac{m_2}{m_1} a\sqrt{g/l}$$

3. Auf einen dünnwandigen Hohlzylinder (Reifen) der Masse m mit dem Radius R ist ein dünner Faden aufgewickelt. Der Zylinder befindet sich auf einer horizontalen Ebene zunächst in Ruhe. Zwischen der Ebene und der Oberfläche des Hohlzylinders besteht Haftreibung mit der Haftreibungszahl μ. Sobald am Faden in vertikaler Richtung eine Zugkraft F ausgeübt wird, rollt der Zylinder beschleunigt nach links. Die Beschleunigung a wächst zunächst mit wachsender Seilkraft. Diese darf aber nicht beliebig groß werden, weil im Extremfall zu großer Seilkraft der Hohlzylinder trotz Abrollens am Seil nach oben gezogen wird (ähnlich einem Jo-Jo) und sich gar nicht horizontal beschleunigt bewegt. Bereits davor greift die Haftreibung nicht mehr, die Horizontalbeschleunigung verringert sich folglich durch die gegenüber der Haftreibung geringere Gleitreibung.



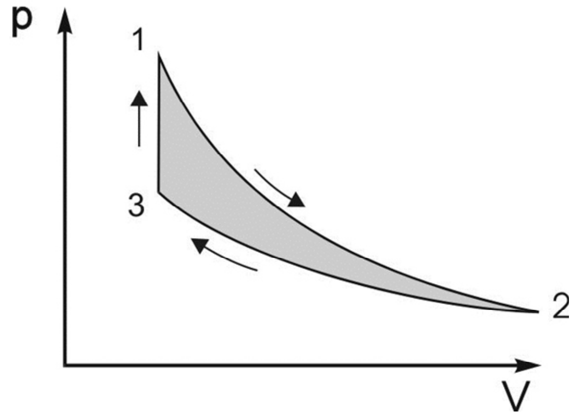
j) Zeichnen Sie die an der Masse angreifenden Kräfte in die Skizze ein und benennen Sie diese mit einem Symbol sowie Substantiv.
k) Formulieren Sie die <u>Bewegungsgleichung</u> für Translation und die <u>Bewegungsgleichung</u> für Rotation um die momentane Achse A.
l) Wie lautet der hieraus zu bildende Zusammenhang $a = a(F)$?
m) Bei welcher Seilkraft F ist die Horizontalbeschleunigung a maximal und welchen Wert hat dann a_{max} ?
n) a_{max} hängt von der Haftreibungszahl ab. Geben Sie diesen Zusammenhang als Formel an und stellen Sie die Abhängigkeit $a_{max}(\mu)$ in einer Grafik dar.

geg.: m, g, R, $\mu=\mu_H$

Ergebnis:

$$F_{Smax} = mg2\mu/(1+2\mu)$$

- 4. Mit einem idealen Gas wird ein Kreisprozeß durchgeführt, der aus einer Isochoren, Isothermen und einer Adiabaten besteht (s. Skizze).



- a) Berechnen Sie für die drei Zustandsänderungen jeweils die mit der Umgebung ausgetauschten Wärmen und die verrichteten Arbeiten. Dabei sind vom System nur die Masse m, die stoffspezifische Gaskonstante R_s, der Adiabatenexponent κ sowie die Temperaturen T_1 und T_2 bekannt. Geben Sie an, ob die Wärme dem System zugeführt oder diesem entzogen wird und ob die Arbeit am System bzw. vom System verrichtet wird!

b) Berechnen Sie den Wirkungsgrad der Wärmekraftmaschine, wenn nur T_1 und T_2 bekannt sind!

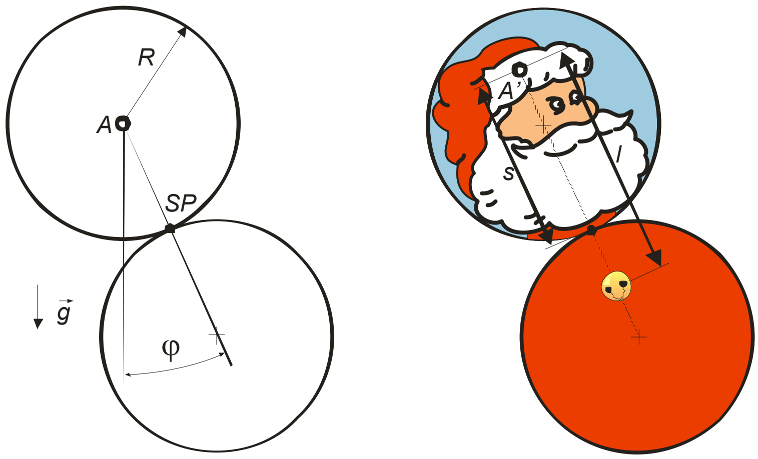
- Geg.: m, R_s, κ, T_1, T_2

Ergebnis:

$$\eta = 1 - \frac{T_2}{(T_1 - T_2)} ln \frac{T_1}{T_2}$$

5. 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.

a) 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.
b) Wird die Achse versetzt, ändert sich die Schwingungsdauer. Bei welchem Abstand s der Achse A' vom Schwerpunkt SP ist die Schwingungsdauer T' minimal?
c) 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

$$l = \sqrt{6}\,R$$