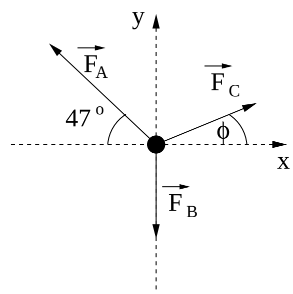
Aufgabe 1 FREIER FALL UND DREHBEWEGUNG *2+3=5 Punkte*

a) Aus einem Duschkopf tropft Wasser 200cm tief auf den Boden. Die Tropfen fallen in gleichmäßigen Zeitabständen; dabei erreicht der erste Tropfen den Boden in dem Moment, in dem der vierte Tropfen gerade anfängt, hinunterzufallen. Ermitteln Sie die Position des zweiten und des dritten Tropfens in dem Augenblick, in dem der erste Tropfen den Boden erreicht. (Vernachlässigen Sie den Luftwiderstand!)

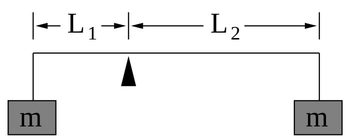
b) In einen $h = 1000$m tiefen, am Äquator gelegenen Schacht lässt man einen Stein fallen. Wie groß ist die durch die Erdumdrehung verursachte Lotabweichung des Auftreffpunktes? Rechnen Sie mit einer konstanten Erdbeschleunigung $g = 9.81$m/s^2 ($R_E = 6370$km)!

Aufgabe 2 KRÄFTEGLEICHGEWICHT *3+6=9 Punkte*

a) An einem Körper im Ursprung des Koordinatensystems greifen Kräfte $\vec{F}_A$, $\vec{F}_B$ und $\vec{F}_C$ mit den Beträgen $|\vec{F}_A| = 220$N und $|\vec{F}_C| = 170$N an. ϕ ist nicht bekannt. Wie groß ist der Betrag der Kraft $\vec{F}_B$, wenn der Körper in Ruhe bleiben soll?



b) Von den Enden eines masselosen Stabes mit der Länge $L_1 + L_2$ hängen zwei Massestücke der Masse m herab. Es sei $L_1 = 20$cm und $L_2 = 80$cm. Der Stab ist am Auflagepunkt drehbar gelagert und wird aus seiner zunächst fixierten horizontalen Anfangsorientierung losgelassen. Wie groß ist der Betrag der Anfangsbeschleunigung (a) des näher am Auflagepunkt befindlichen und (b) des anderen Massestücks?



Aufgabe 3 GRAVITATION *4+4+2+3=13 Punkte*

Betrachten Sie einen geostationären Satelliten der Masse $m = 5t$ ($R_E = 6370$km). Rechnen Sie ohne Gravitationskonstante γ bzw. Erdmasse M_E! Überlegen Sie sich stattdessen, wie die Erdbeschleunigung $g = 9.81$m/s^2 aus γ, M_E und R_E hervorgeht!

a) Berechnen Sie die Entfernung r des Satelliten vom Erdmittelpunkt!

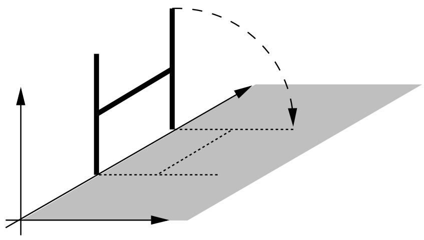
b) Wieviel Energie braucht man bei seinem Start? Geben Sie das Ergebnis in Abhängigkeit von m an!

c) Zeigen Sie, dass für die Winkelgeschwindigkeit ω des Satelliten auf einer beliebigen, stabilen Umlaufbahn gerade $\omega^2 = gR_E^2/r^3$ gilt.

d) Was folgt nach dem Gesetz der Fehlerfortpflanzung aus $\Delta\omega/\omega$ für $\Delta r/r$?

Aufgabe 4 TRÄGHEITSMOMENT *7 Punkte*

Ein starrer Körper bestehe aus drei identischen Stäben, die jeweils die Länge L besitzen und in Form des Buchstaben H aneinander befestigt sind. Die Masse pro Längeneinheit eines jeden Stabes sei konstant $\rho = \rho_0$. Das „H" stehe zunächst aufrecht auf dem Boden und werde dann losgelassen, so dass es um seine beiden Auflagepunkte kippt. Welcher Punkt des starren Körpers besitzt im Moment des Aufreffens auf dem Boden die größte Geschwindigkeit, und wie groß ist diese?



Aufgabe 5 RAKETENGLEICHUNG *6 Punkte*

Eine Rakete der Masse M bewege sich außerhalb jeglichen externen Kraftfeldes mit der konstanten Geschwindigkeit $\vec{v}$ bzgl. eines Inertialsystems. Wegen des Fehlens einer äußeren Kraft bleibt der *Gesamt*impuls zu allen Zeiten erhalten. Nun wird der Raketenantrieb eingeschaltet, wodurch pro Zeiteinheit Δt Gas der Masse Δm ausgestoßen werde. Während sich das ausgestoßene Gas der Masse Δm mit der Geschwindigkeit $\vec{v}_G$ bewegt, erhöht sich die Geschwindigkeit der Rakete um $\Delta\vec{v}$. (Beachten Sie, dass alle Geschwindigkeiten bzgl. des obigen Inertialsystems zu betrachten sind!)

a) Wie groß ist nach dem Ausstoß einer Masseneinheit Δm deren Geschwindigkeit $|\vec{v}_r|$ bzgl. der Rakete? D.h. mit welcher Geschwindigkeit strömt das Gas aus? Drücken Sie also $|\vec{v}_r|$ durch $\vec{v}$, $\Delta\vec{v}$ und $\vec{v}_G$ aus!

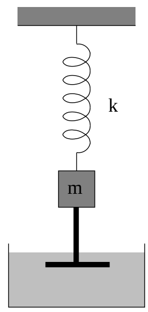
b) Wie lautet der Impulserhaltungssatz für den Ausstoß einer Masseneinheit Δm?

Nehmen Sie an, die Rakete stoße ihren gesamten Gasvorrat aus.

c) Bestimmen Sie die Formel, die die Geschwindigkeit $\vec{v}$ nach dem Ausstoß beschreibt! *Hinweis:* Die Geschwindigkeit $|\vec{v}_r|$ ist während des gesamten Beschleunigungsvorgangs konstant!

Aufgabe 6 GEDÄMPFTE HARMONISCHE SCHWINGUNG *8 Punkte*

Betrachten Sie die nebenstehende Anordnung, bei der die freie Schwingung einer Masse $m = 250$g durch die Reibung eines Kolbens in einer Flüssigkeit gedämpft wird. Die Federkonstante sei $k = 85$N/m und der Betrag der Reibungskraft $|\vec{F}_R| = 2m\delta\dot{x}$ mit $2m\delta = 70$g/s.



a) Welche Periodendauer T besitzt die Bewegung?

b) Wie lange dauert es, bis die Amplitude der gedämpften Schwingung auf die Hälfte ihres Anfangswertes gefallen ist?