# Ferienkurs Experimentalphysik 1
# 2010

## Übung 2

**1. Zentraler elastischer Stoss zwischen zwei Punktmassen** (*)

1. Ein Teilchen der Masse $m$ stösst mit einem Teilchen der Masse $3m$ in einer Dimension. Vor dem Stoss hat im Laborsystem das Teilchen 1 den Impuls $p_1$, das Teilchen 2 den Impuls $p_2$. Wie sind die Impulse nach dem Stoss?

2. Wo befindet sich der Schwerpunkt der Massen und mit welcher Geschwindigkeit bewegt er sich?

3. Betrachten Sie den Stoss im Schwerpunktsystem.

**2. Vollkommen inelastischer Stoss von Schiff und Eisberg** (*)

Ein Schiff der Masse $M = 53t$ fährt mit einer Geschwindigkeit von $v = 11m/s$ zentral gegen einen Eisberg der Masse $m = 5300t$. Die Kollision verläuft vollkommen inelastisch, und der Antrieb des Schiffes kann dabei vernachlässigt werden.

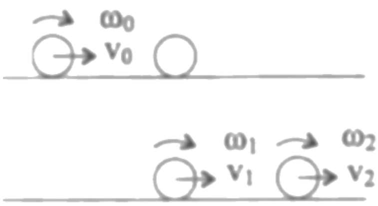
1. Berechnen Sie die resultierende Geschwindigkeit und den Energieverlust $\Delta E$ im Verhältnis zur anfänglichen Energie in einem System, in dem der Eisberg anfangs ruht.

2. Beim Stoß wird das Schiff um 20 m verkürzt. Berechnen Sie die Aufprallzeit, wenn die Deformation mit einer Geschwindigkeit von $\overline{v} = \frac{1}{2}v$ geschieht.

3. Welcher mittleren Beschleunigung entspricht dies für die Menschen auf dem Schiff?

**3. Rollende, stossende Zylinder** (***)

1. Ein homogener Zylinder von Radius $r$ und Masse $m$ rollte eine Rampe der Höhe $h$ herunter. Berechnen Sie seine Geschwindigkeit am Fuss der Rampe. (Das Trägheitsmoment des Zylinders sei $I = \frac{mr^2}{2}$.)




2. Der selbe Zylinder rollt nun auf der Ebene. Er stösst elastisch mit einem Zylinder der selben Masse, welcher anfangs ruhen soll. Dabei findet zwischen den Zylindern keine Reibung statt. Wie sind die Geschwindigkeiten und Rotationen unmittelbar nach dem Stoss? (Die Rollbedingung ist dabei nicht mehr erfüllt!)

3. Bestimmen Sie nun allgemein das Verhältnis von Rotationsbeschleunigung zu Translationsbeschleunigung eines Zylinders, wenn eine beliebige Kraft F(t) tangential am Mantel des Zylinders angreift.

4. Nach einiger Zeit ist für beide Zylinder die Rollbedingung wieder erfüllt. Für welche Geschwindigkeiten der Zylinder ist dies der Fall? (Verwenden Sie dazu die Aufgabe c).)

**4. Fussball mit starren Körpern** (***)

Betrachten Sie einen Fussball vom Radius $R$ und der Masse $m$, welchen Sie hier als Hohlkugel nähern dürfen. Der Ball liegt auf einer waagrechten Ebene ohne Reibung.

1. Ihm wird ein waagrechter Stoß bei der Höhe $h$ über dem Äquator erteilt; dies kann als Kraftwirkung F(t) gesehen werden, die auf beliebig kurze Zeitspanne konzentriert ist. Für welche Höhe führt der Ball eine Rollbewegung aus?

2. Nun wird der Ball auf dem Äquator senkrecht angestoßen. Welche Scherpunkts- und Rotationsgeschwindigkeit hat er direkt nach dem Stoß?

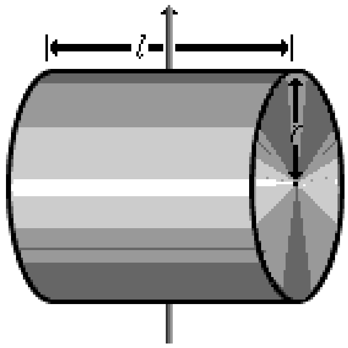
3. Wie ändern sich diese mit der Zeit, wenn zwischen Ball und Boden eine Gleitreibung mit dem Koeffizienten $\mu$ wirkt?
   d) Wann setzt für den Ball eine reine Rollbewegung ein? Berechnen Sie die Zeit für $p = 9kgm/s$ und $\mu = 0.4$.

**5. Trägheitsmomente** (**)

Berechnen Sie das Trägheitsmoment von

1. Einem homogenen Vollzylinder (Masse $m$, Radius $R$, Länge $l$) für Rotation um eine Achse durch den Schwerpunkt <u>senkrecht</u> zur Symmetrieachse (Hinweis: $\int\limits_0^{2\pi} \mathrm{d}\phi \, \cos^2 \phi =$

$\pi$)




2. Einer Kugelhantel, aufgebaut aus einem Zylinder wie oben und zwei Kugeln der Radien $r$ und Massen $M$ am Ende für die Drehung um eine Achse durch den Schwerpunkt und senkrecht zur Symmetrieachse.

3. Ein Diabolo der Masse $m$ besteht aus zwei (dünnen) Halbkugelschalen der Radien $R$, die an ihren Scheitelpunkten verbunden sind. Wie ist das Trägheitsmoment für die Drehung um die Symmetrieachse? (Hinweis: $\int\limits_0^\pi \mathrm{d}\theta \, \sin^3\theta = \frac{4}{3}$).

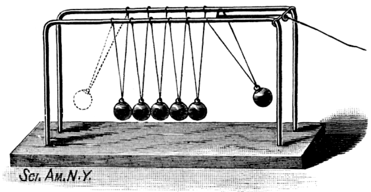
**6. Unwucht** (**)

1. Das Schaufelrad einer Flugzeugturbine wird als homogener Vollzylinder der Masse $m = 100kg$ und des Radius $r = 1m$ vereinfacht, welcher sich um seine Symmetrieachse mit 10000 rpm dreht. Es fliegt ein Körper der Masse $m = 1kg$ senkrecht auf die Turbine zu und bleibt am äußeren Rand des Schaufelrades kleben. Wie groß ist die Winkelgeschwindigkeit nun? Wie groß ist die Unwucht als Kraft auf die Achse, welche dadurch erzeugt wird?

2. Aus dem selben Schaufelrad wird die Hälfte entfernt. Wir gehen davon aus, dass die Turbine nun wieder auf die selbe Umdrehungszahl gebracht werden kann. Berechnen Sie hier auch die Unwucht. (Hinweis: Es mehr als einen Lösungsweg.)

**7. Stosspendelkette** (*)

An einer Stoßendelkette sind 6 Kugeln gleicher Massen aufgehängt, so dass Sie sich gerade berühren.




Eine bestimmte Anzahl von Kugeln wird angehoben und losgelassen. Der erfolgende Stoß soll als eindimensional und zentral genähert werden.

Was passiert? Warum?

## 8. Inhomogener Zylinder (**)

Ein inhomogener Zylinder hat den Radius $R = 5cm$ und die Länge $l = 20cm$. Seine Dichte nimmt von $\rho_0$ im Mittelpunkt linear auf $4\rho_0$ am Rand zu.

1. Was ist das Trägheitsmoment des Zylinders?

2. Der Zylinder ruht am Anfang auf einer schiefen Ebene mit Neigung $\alpha = 30°$ zur Horizontalen. Welche Beschleunigung entlang der Ebene erfährt er beim Herunterrollen?

## 9. Hockey (**)

Ein ruhender Eishockeypuck wird von einem zweitem der gleichen Masse getroffen, der vor dem Stoß die Geschwindigkeit $v = 40\frac{m}{s}$ hat. Nach dem Stoß ist dieser um den Winkel $\theta_A = 45°$ abgelenkt, der andere gleitet im Winkel $\theta_B = -30°$ fort.

1. Berechnen Sie die Geschwindigkeiten der Pucks nach dem Stoß.

2. War der Stoß elastisch? Warum? Wie groß ist für einen nichtelastischen Stoß der relative Verlust an kinetischer Energie im Vergleich zur Energie vor dem Stoß?