Grundlagen der Physik I Wintersemester 2004 \ 2005
Blatt 9, 1.-5. Besprechung am 20 Dezember und
WEIHNACHTSBLATT
W1. - W4. (jeweils 2,5 Punkte) Besprechung im Januar 2005

1. Der Weihnachtsmann zieht seinen –auf einer ebenen Unterlage ruhenden– Schlitten der Masse $M = 80kg$ (viele Geschenke) für die Dauer $t = 2,5s$ mit der Zugkraft von $F = 200N$ unter dem Winkel $\phi = 30°$ zur Horizontalen an, wodurch der Schlitten eine Geschwindigkeit von $5m/s$ erhält.
   (a) Wie groß ist die Gleitreibungszahl μ_G zwischen Schlitten und Unterlage?
   (b) Wie groß wäre die Haftreibungszahl μ_H, wenn unter diesen Bedingungen der Schlitten noch nicht zu gleiten anfinge?

2. Ein Wagen gleitet auf einer Achterbahn aus der Höhe H reibungsfrei auf einer schiefen Ebene herab und durchläuft danach einen Looping mit Radius R.
   (a) Welche kinetische Energie besitzt der Wagen am höchsen Punkt des Loopings?
   (b) Welche Gesamtkraft wirkt auf die Insassen das Wagens in Vielfachen des Eigengewichts G beim Durchfahren des untersten und des höchsten Punktes des Loopings, wenn der Wagen auf der Höhe $3R$ startet?
   (c) Wie groß muß die Ausgangshöhe H mindestens sein, damit der Wagen nicht vom Looping fällt? Wie groß ist in diesem Fall die Gesamtbeschleunigung am Fußpunkt des Loopings?

3. Ein Satellit umkreist die Erde auf einer Kreisbahn mit dem Radius R.
   (a) Berechnen Sie die Bahngeschwindigkeit v des Satelliten als Funktion des Radius R. Wie groß ist v in einer Höhe von $H = 250km$ über dem Erdboden? Wie groß ist die Umlaufdauer T?
   (b) Wie groß ist die Gesamtenergie des Satelliten in Abhängigkeit von R? Berechnen Sie dies im konkreten Fall eines in $250km$ über dem Erdboden kreisenden Satelliten der Masse $m = 1t$.
   (c) Skizzieren Sie die Gesamt-, potenielle und kinetische Energie des Satelliten in Abhängigkeit von R. Lesen Sie aus ihrer Skizze den Wert der Energie ab, die zur vollständigen Überwindung der Erdanziehung notwendig ist.

4. Am Fadenpendel wirkt die beschleunigende Kraft $\vec{F}_t = -mg\sin\phi\vec{e}_t$. Dabei ist $\vec{e}_t$ der Einheitsvektor tangential zur Schwingungsbahn des Pendels. Zeigen Sie, daß die Kraft konservativ ist und damit für jede beliebige Auslenkung ϕ der Energiesatz $E_{kin} + E_{pot} =$ const. gilt! Hinweis: Zylinderkoordinaten

5. Ein Teilchen der Masse m liegt auf dem „Nordpol“ einer reibungsfrei glatten Kugel des Radius R. Nach einer kleinen Auslenkung gleitet das Teilchen von der Kugel. Wann, wo und mit welcher Geschwindigkeit löst sich das Teilchen von der Kugel?

W1. Ein Massepunkt m befindet sich im senkrechten Abstand b über dem Mittelpunkt einer runden Scheibe des Radius R und der Masse M, die von der homogenen Flächendichte σ und von vernachlässigbarer Breite ist. Berechnen Sie die Anziehungskraft, die die Scheibe auf den Massenpunkt ausübt. Was passiert im Grenzfall $b >> R$? (Hinweise: Betrachten Sie Gravitationskräfte von Kreisringen mit differentieller Breite und für den Grenzfall die Taylorentwicklung bezüglich $\left(\frac{R}{b}\right)^2$.)

W2. (a) Erklären Sie das Zustandekommen der Gezeiten, auch Spring- und Nipptiden. Berechnen Sie, wieviel größer der Einfluß des Mondes als der der Sonne ist.
   (b) Ein kugelförmiger Trümmerhaufen der Gesamtmasse M und des Durchmessers d kreist im Abstand r vom Erdmittelpunkt um die Erde. Berechnen Sie in Abhängigkeit von den Parametern, ob der Haufen stabil ist. (Hinweis: Betrachten Sie die „Gezeitenkräfte“ und die Massenanziehung, die im Haufen wirken.)

W3. Ein bekanntes Spielzeug besteht aus 5 gleichen Stahlkugeln der Masse $m = 10g$, die bifilar aufgehängt sind, daß sie einander gerade berühren. Sie heben den Schwerpunkt der ersten Kugel $2cm$ an und lassen diese dann auf die nächste Kugel prallen. Hinweis: Rechnen Sie alles als Zweierstöße!
   (a) Wie groß ist Energie und Impuls der fünften Kugel, nachdem sie von der vierten angestoßen wurde, wenn die Kugeln vollkommen elastisch miteinander stoßen?
   (b) Wie groß ist Energie und Impuls der fünften Kugel, nachdem sie von der vierten angestoßen wurde, wenn pro Stoß 5% der kinetischen Energie in Wärme umgewandelt werden?

W4. Stellen Sie die Funktion $f(t) = e^t$ für $t \in [0, 2\pi]$ und $f(t + 2k\pi) = f(t)$ für ganzzahliges k einmal als Fourierreihe
$f(t) = 1/2a_0 + \sum_{n=1}^{\infty} a_n\cos(nt) + \sum_{n=1}^{\infty} b_n\sin(nt)$ und einmal als Taylorreihe
$f(t) = \sum_{n=0}^{\infty} \frac{f^{(n)}(t=0)}{n!}t^n$ dar. Vergleichen Sie beide Darstellungen zeichnerisch bis zur 5^{ten} Ordnung.

Wir wünschen Ihnen gesegnete Weihnachten und einen erholsamen Übergang ins Jahr 2005!