Physik I

12.01.2012, Blatt 8

51) Ein schwingendes Objekt wird als einfacher harmonischer Oszillator beschrieben. Die Position des Objekts verändert sich mit der Zeit gemäß $x = (4.00\text{m})\cos(\pi t + \pi/4)$, wobei t in Sekunden angegeben ist, und die Winkel in der Klammer in Radiant gemessen werden.
(a) Geben Sie Amplitude, Frequenz und Periode der Bewegung an!
(b) Was sind Geschwindigkeit und Beschleunigung des Objekts zum Zeitpunkt t?
($v = -(4.00\pi \text{ m/s})\sin(\pi t + \pi/4),\ \ a = -(4.00\pi^2 \text{ m/s}^2)\cos(\pi t + \pi/4)$).
(c) Was ist nach den Ergebnissen von (b) die Geschwindigkeit und Beschleunigung bei $t = 1$ s?
(d) Was ist die Maximalgeschwindigkeit und die Maximalbeschleunigung des Objekts?
(e) Was ist der Abstand zwischen den Positionen bei $t = 0{,}25$ s und bei $t = 1{,}25$ s? (- 2,12 m) Entspricht dieser Abstand der tatsächlich zurückgelegten Strecke?

52) Ein Auto ($m = 1300$ kg) ist so konstruiert, daß sein Gehäuse auf vier Federn ruht. Die Federkonstante jeder Feder ist 20 000 N/m. Zwei Personen mit der gemeinsamen Masse von 160 kg fahren in dem Auto. Bestimmen Sie die Frequenz der Schwingung, nachdem das Auto über ein Schlagloch gefahren ist! (Hinweis: Betrachten Sie die Federn des Autos als einfache Federschwinger. Nehmen Sie an, daß die Amplitude der Oszillation überall im Auto dieselbe ist, und arbeiten Sie mit einer effektiven Federkonstante). (1,18 Hz) Wie würde sich die Frequenz verändern, wenn mehr Leute im Auto säßen? (kleiner)

53) Ein 500 g schweres Spielzeugauto wird von einem Federschwinger ($k = 20$ N/m) zu reibungsfreien Oszillationen parallel zur Oberfläche gebracht.
(a) Berechnen Sie die Gesamtenergie der Oszillation, und die maximale Geschwindigkeit des Spielzeugautos (Amplitude der Bewegung 3,0 cm)! (9 mJ, 0,19 m/s)
(b) Welche Geschwindigkeit hat das Spielzeugauto, wenn es 2 cm von der Ruhelage ausgelenkt ist? (+/- 0,141 m/s)
(c) Welche kinetische und potentielle Energie hat das Spielzeugauto bei der Auslenkung von (b)? (5 mJ, 4 mJ) .

54) Christian Huygens (1629-1695), der bedeutendste Uhrmacher seiner Zeit, schlug eine Definition für den internationalen Standard für die Längeneinheit vor. Dazu wollte er ein mathematisches Pendel mit der exakten Periode von einer Sekunde verwenden.
(a) Wie kurz wäre die Längeneinheit, wenn sich Huygens' Vorschlag durchgesetzt hätte (0,248 m)?
(b) Was für eine Erdbeschleunigung wäre notwendig, damit die Definition von Huygens (Pendel mit einer Sekunde Periode) für einen Meter verwendet werden könnte? (39,5 m/s^2)

55) **Schwingender Stab**. Ein homogener Stab der Masse M und der Länge L wird an einem Ende aufgehängt und oszilliert in einer Ebene senkrecht zur Erdoberfläche. Bestimmen Sie die Periode der Schwingung, wenn die Amplitude der Schwingung klein ist (Hinweis: Trägheitsmoment eines Stabes mit Drehachse durch ein Ende $\frac{1}{3}ML^2$). ($2\pi\sqrt{\frac{2L}{3g}}$)

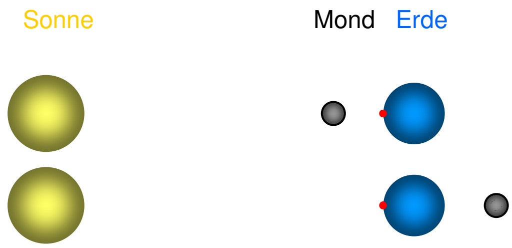
56) Ein Raum in der obersten Etage des New Yorker Citicorp-Centers (279 m hoch) enthält einen schweren Betonblock ($M = 3{,}629 \times 10^5$ kg), der auf einem Ölbad schwimmt. Ein Ende des Blocks ist an mit einem Resonanzdämpfer („tuned-mass damper“) verbunden. Der Resonanzdämpfer ist wiederum an einer Seite des Gebäudes verankert. Der Resonanzdämpfer schwingt mit der Eigenfrequenz des Gebäudes, und zwar gegenphasig. (Animation auf http://en.wikipedia.org/wiki/Tuned_mass_damper, und dann das Bild rechts auf der Seite anklicken). Der Resonazdämpfer dämpft die Schwingung des Gebäudes: Die kinetische Energie des Windes wird auf das Gebäude übertragen, und dann wird der Block zu Schwingung angeregt. Die Bewegung des Blocks, genauer die Reibungsverluste bei der Bewegung, wandelt die kinetische Windenergie in thermische Energie um.
Nehmen Sie an, die Periode der Gebäudeschwingung sei 7 s, und berechnen Sie unter Vernachlässigung der Reibungsverluste die Federkonstante des Resonanzdämpfers ($2{,}9 \times 10^5$ N/m)

57) Eine Raumfahrtstation operiert 350 km oberhalb der Erdoberfläche. Nach Beendigung der Konstruktion war die Gewichtskraft der Raumstation auf der Erde $4{,}22 \times 10^6$ N. Was ist die Gewichtskraft der Raumstation auf ihrer Arbeitshöhe? (Hinweise: Erdradius 6370 km. Eine längere mathematische Herleitung zeigt, daß die Erde als Punktmasse betrachtet werden kann) ($3{,}8 \times 10^6$ N).

58) Berechnen Sie die Anziehung aufgrund der Gravitationskraft zwischen zwei Kugeln, die beide 100 kg schwer sein sollen. Der Abstand der beiden Kugeln sei 1 m. (Übersetzung: Betrachten Sie die Gravitationskraft zwischen zwei Fußballspielern, die eine Armeslänge Abstand haben. Ist die Gravitationskraft groß genug, um einen Einfluß zu haben?). Berechnen Sie die Gravitationskraft zwischen den Kugeln. ($6{,}67 \times 10^{-7}$ N)

59) Berechnen Sie die Höhe eines geostationären Satelliten, d.h. eines Satelliten, der immer über derselben Stelle der Erdoberfläche zu schweben scheint (Masse der Erde $5{,}98 \times 10^{24}$ kg, Periode der Kreisbewegung 24 h, Erdradius $6{,}37 \times 10^6$ m). Was ist die Bahngeschwindigkeit des Satelliten? Welche Beschleunigung wirkt auf Körper innerhalb des Satelliten? ($3{,}59 \times 10^7$ m; $3{,}1 \times 10^3$ m/s)

60) Betrachten Sie die Planetenkonstellation links, bei der Erde, Sonne und Mond alle auf einer Linie liegen. Wie verändert sich die Gravitationskraft von Sonne und Mond auf den rot gekennzeichneten Punkt auf der Erdoberfläche, wenn die Position des Mondes sich wie skiziiert verändert. Diskutieren Sie die Auswirkungen auf die Flut auf der Erdoberfläche.



Schöne Feiertage !