

Thema: Energie und Impuls

- 1) Ihre Großmutter beklagt sich, dass ihre Pendeluhr ständig falsch geht. Als Ersatzmodell für den Taktgeber dieser Uhr dient Ihnen ein Fadenpendel (oft auch als mathematisches Pendel bezeichnet).
 - a) Wenn die Länge des „Fadens“ 30 cm beträgt, wie „lang“ ist dann eine Periodendauer. Wenn jede Periodendauer T dem Takt von 1 s entsprechen sollte, geht die Uhr dann zu langsam oder zu schnell?
 - b) Wie müsste man die Länge des Fadens ändern, damit die Periodendauer der Uhr eben dieser einen Sekunde entspricht?
 - c) Mit welcher Geschwindigkeit schwingt das Pendel mit der neuen Länge im Nulldurchgang, wenn es um $\alpha = 5^\circ$ ausgelenkt wurde?
- 2) Eine Bergwerkslore der Leermasse 500 kg fährt reibungsfrei auf einer ebenen Gleisstrecke mit einer Geschwindigkeit von 1,5 m/s. An einer Befüllstation werden während der Fahrt 1000 kg Gesteine in die Lore gefüllt. Dabei fallen die Steine von einem erhöhten Punkt senkrecht in die Lore.
 - a) Wie groß ist die Geschwindigkeit der Lore nach dem Befüllen?
 - b) In einer zweiten Lore (auch Leermasse 500 kg) sitzt Indiana Jones (Masse 80 kg) und fährt mit 15 m/s auf die Befüllstation zu. Um sein Leben zu retten, springt er entgegen der Fahrtrichtung mit einer Geschwindigkeit von 5 m/s aus der Lore. Mit welcher Geschwindigkeit erreicht die Lore die Befüllstation?
- 3) Bei einem Crashtest fährt ein PKW mit einer Geschwindigkeit von 36 km/h und einer Masse von 1,5 Tonnen auf einen stehenden LKW, dessen Masse 15 Tonnen beträgt. Im Folgenden soll der Zusammenstoß als zentraler unelastischer Stoß aufgefasst werden.
 - a) Wie groß ist die Geschwindigkeit von PKW und LKW nach dem Stoß, wenn der PKW im LKW stecken bleibt und sich beide zusammen weiterbewegen?
 - b) Wie groß ist die kinetische Energie des Autos vor dem Stoß? Wie groß die kinetische Energie der zusammensteckenden Fahrzeuge unmittelbar nach dem Crash?
- 4) Ein im fünften Stock eines Neubaus wohnender Student trägt einen Kasten mit „Mineralwasser“ (Masse 12 kg) in seine Wohnung.
 - a) Berechnen Sie die aufgebrachte Arbeit, wenn der Student eine Masse von 75 kg hat und die Höhendifferenz 15 m beträgt. Wie groß ist die aufgebrachte Leistung, wenn der Aufstieg in 1 Minute und 4 s bewältigt wird?
 - b) Welche Arbeit wurde insgesamt verrichtet, wenn der Student den Kasten nach dem Austrinken (Leermasse 2 kg) wieder herunterträgt? Welche Arbeit würde verrichtet, wenn der Student die falsche Sorte gekauft und den Kasten voll wieder heruntergetragen hätte?
 - c) Wie viel „Mineralwasser“ muss der Student trinken, um die Arbeit des Hochtragens durch den Energiegehalt des „Mineralwassers“ zu kompensieren, wenn dieses einen Energiegehalt von 2000 kJ/kg hat?

- 5) Feststoffraketen nutzen chemische Reaktionen aus, bei denen der feste Treibstoff in Gas umgewandelt wird und aus einer Düse tritt. Der Massenausstrom bewirkt hierbei einen Vorwärtsschub der Rakete. Man kann den Masseverlust der Rakete (idealisiert) durch die Gleichung $m_t = m(t) = m_0 - k \cdot t$, wobei m_0 die Startmasse von Rakete inkl. Treibstoff und k die Rate des Massenverlusts ist, beschreiben. Die Geschwindigkeit, mit der das Gas aus der Düse tritt, sei konstant 3000 m/s.
- Wie groß ist die Beschleunigung zum Startzeitpunkt ($t = 0$), wenn der Massenverlust $k = 10$ kg/s beträgt?
 - Berechnen Sie ausgehend von Teilaufgabe a) die maximale Geschwindigkeit, die die Rakete erreicht. Die Rakete inklusive Treibstoff hat eine Gesamtmasse von $m_0 = 2000$ kg, während ihre Leermasse 500 kg beträgt.
 - Wie groß muss k mindestens sein, damit die Rakete abheben kann?
- 6) Bei einem Schlag eines Boxers wird innerhalb der Einwirkungszeit des Schlages von 20 ms ein Impuls von 40 kg m/s übertragen. Welche (als konstant angenommene) Kraft wirkt bei dem Schlag?
- (A) 200 N (B) 500 N (C) 800 N (D) 2000 N (E) 20000 N
- 7) Ein Patient hat bei seiner Reduktionsdiät "gesundigt" und seine Energiezufuhr mit der Nahrung um 2 MJ überschritten. Er möchte nun durch körperliche Arbeit einen Mehrumsatz von 2 MJ erzielen. Hierzu will er auf einen Berg steigen. Der Patient wiegt einschließlich Wanderausrüstung etwa 100 kg. Der Nettowirkungsgrad, also das Verhältnis aus Hubarbeit zum Mehrumsatz des Organismus, betrage 0.2 (der Rückweg ins Tal wird dabei nicht berücksichtigt). Etwa welche Höhendifferenz muss der Patient nach dieser einfachen Abschätzung überwinden?
- (A) 40 m (B) 100 m (C) 250 m (D) 400 m (E) 1000 m
- 8) Die Spektralanalyse der Herzfrequenzvariabilität gibt Hinweise auf die kardiovaskuläre autonome Kontrolle. Innerhalb der Frequenzen, die der Herzfrequenz unterlagert sind, werden drei Hauptkomponenten unterschieden: der "sehr niederfrequente", der "niederfrequente" und der "hochfrequente" Frequenzbereich. Die Grenze zwischen "niederfrequentem" und "hochfrequentem" Frequenzbereich ist 0.15 Hz. Etwa welcher Periodendauer entsprechen diese 0.15 Hz?
- (A) 1 s (B) 3 s (C) 5 s (D) 7 s (E) 9 s
- 9) Ein Mann hat 1 l Limonade mit einem biologischen Brennwert von 1.8 MJ getrunken. Er möchte die Energieaufnahme durch körperliche Mehrbelastung wieder ausgleichen. Beim Spazierengehen ist sein Energieumsatz um 120 W höher als im sitzen. Etwa wie lange muss er spazieren gehen, bis diese Steigerung des Energieumsatzes 1.8 MJ ergibt?
- (A) 2.5 min (B) 15 min (C) 60 min (D) 150 min (E) 250 min

10) Ein Stabhochspringer erreicht beim Anlauf eine maximale Geschwindigkeit von 9 m/s . Die kinetische Energie seines Körpers wandelt er mittels des Sprungstabes durch entsprechende Technik vollständig in Höhenenergie seines Körpers um. (Dabei wird nicht berücksichtigt, dass der Springer z.B. durch Muskelkräfte vor dem Loslassen des Stabes - gleichsam Handstand am senkrecht stehenden Stab - noch zusätzliche Höhe gewinnen kann.) Unter diesen Annahmen liegt die Höhe, um die er seinen Schwerpunkt anheben kann, am nächsten bei:

- (A) 3.5 m (B) 4 m (C) 4.5 m (D) 5 m (E) 5.5 m