

- Bemerkungen:
- Die Prüfungsdauer beträgt 4 Stunden.
 - Beginnen Sie jede Aufgabe mit einem neuen Blatt.
- Hilfsmittel:
- Taschenrechner TI89/92 und Formelsammlung.

Punkteverteilung	1	2	3	4	5	6
	1+1+1.5+1+1.5+1.5	2.5+2.5+1	1.5+2+2+1+2	0.5+2+1	2+2+1	1+2+0.5

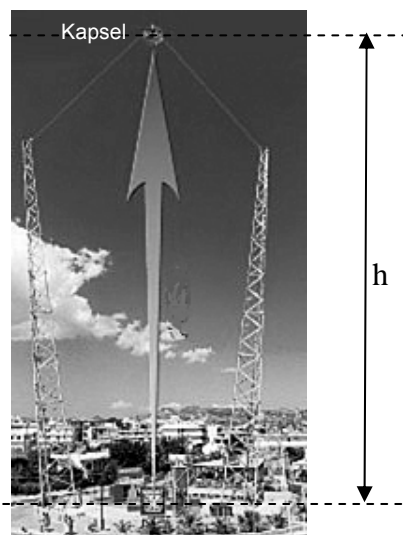
1. Slingshot (www.funtime.com.au)

Auf der Artep Lage Biel befand sich vor gut einem Jahr im „funpark“ eine Attraktion mit dem Namen „Slingshot“ (Schleuderschuss). Zwei Personen nahmen in einer Kapsel am Boden Platz und wurden durch starke Federn, die an den Aufhängeseilen zogen, in die Höhe katapultiert. Nach heftigem auf und ab fand die Kapsel ihre Gleichgewichtslage in luftiger Höhe. Die Passagiere wurden natürlich anschliessend hinunter gelassen.

Angaben

$h=100\text{ m}$, $m=210\text{ kg}$, $t=3.5\text{ s}$ (vom Boden bis zum höchsten Punkt)

- Erklären Sie, weshalb es sich nicht um eine Bewegung mit konstanter Beschleunigung handelt?
- Wir nehmen dennoch zunächst der Einfachheit halber an, dass der Aufstieg bis zur halben Höhe mit konstanter Beschleunigung in 1.5 s geschieht. Wie gross ist diese Beschleunigung ausgedrückt in Vielfachen der Erdbeschleunigung?



Ein besseres physikalisches Modell für das Gerät ist ein einfaches Federpendel, von dem wir bei den folgenden Aufgabenteilen ausgehen wollen. Die Kapsel schwingt zwischen dem Boden und dem höchsten Punkt symmetrisch hin und her. Die reibungsbedingte Dämpfung soll nicht berücksichtigt werden.

- Wie gross sind Amplitude, Schwingungsdauer T und Kreisfrequenz ω ?
- Wie gross ist die Federkonstante der Federn?
- Wie gross ist die maximal auftretende Geschwindigkeit (in km/h)? Wo tritt sie auf?
- Wie gross ist die maximal auftretende Beschleunigung (in Vielfachen der Erdbeschleunigung)? Wo tritt sie auf?

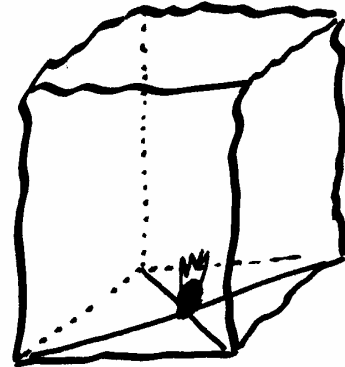
2. Die Wirkung der Planeten

In der Astrologie wird der Wirkung der Planeten auf ein Neugeborenes zum Geburtszeitpunkt überragende Bedeutung beigemessen.

- Berechnen Sie die Gravitationskraft, die von folgenden Körpern auf das Neugeborene (3.4 kg) ausgeübt werden:
 - die Erde
 - die Sonne
 - der Mond
 - der Jupiter in grösster Annäherung an die Erde und a_5) eine Hebamme (70 kg) in 1 m Abstand
- Es fällt auf, dass die Gravitationswirkung des Mondes kleiner als die der Sonne ist. Von den Gezeiten weiss man, dass es in Wirklichkeit umgekehrt ist. Entscheidend ist nämlich nicht die Kraft, sondern deren „Gradient“, das heisst die Ableitung der Funktion $F(r)$ nach r im entsprechenden Abstand. Berechnen Sie diese Grösse für die fünf Fälle aus Teil a.
- „Wenn der Mond ganze Weltmeere bewegen kann, dann doch wohl erst recht uns kleine Menschen beeinflussen“ behaupten viele Astrologen. Geben Sie eine sachlich fundierte Antwort.

3. Heissluftballon aus Seidepapier

Vier Bogen Seidenpapier (75 cm x 50 cm, 15 g/m²) werden an den langen Seiten so aneinandergeklebt (Masse des Leimes wird vernachlässigt), dass ein aufrecht stehender Quader entsteht. Die obere Öffnung wird mit einem quadratischen Papierstück geschlossen. In die untere Öffnung wird entlang der Diagonalen ein Kreuz aus Draht (40 mg/cm) gesteckt, welches zur Stabilität beiträgt und ausserdem in der Mitte den mit Spiritus getränkten Wattebausch (4g) hält.



- Berechnen Sie die Gesamtmasse M des Ballons.
- Wir behandeln Luft als ideales Gas. Wie warm muss es im inneren des Ballons mindestens sein, damit er bei einer Aussentemperatur von 0°C abheben kann?
- Verschiedene Mechanismen tragen dazu bei, dass der Ballon Wärme an die Umgebung abgibt. Einer davon ist die Wärmestrahlung. Wie heissen die anderen beiden? Berechnen Sie die Wärmeleistung, die der Ballon (angenommen als „Schwarzer Körper“) bei einer konstanten Innentemperatur von 60°C an die Umgebung (0°C) durch Strahlung an die Umgebung effektiv abgibt.
- Wie lange kann der Spiritus (Brennwert ca. $3 \cdot 10^7$ J/kg, Watte etwa gleich) diese Leistung aufrechterhalten? (Falls Sie c. nicht lösen konnten, dürfen Sie hier $P=700W$ verwenden)
- Bis in welche Höhe könnte ein Ballon (innen 60°C, aussen 0°C) maximal aufsteigen, wenn man die barometrische Höhenformel für die Dichte der Luft $\rho(h)=\rho_0 \cdot 0.5^{(h/H)}$ mit $H=5500m$ berücksichtigt? Am höchsten Punkt sei die Watte und der Spiritus gerade vollständig verbrannt.

4. Solarzellen

Eine Solarzelle kann als Serieschaltung einer idealen Spannungsquelle U_0 mit einem Innenwiderstand R_i aufgefasst werden. Bei einer bestimmten Beleuchtungsstärke werden eine Leerlaufspannung von 1.3V und ein Kurzschlussstrom von 75mA gemessen.

- Wie gross ist R_i ?
- An die Solarzelle wird ein Lastwiderstand R angeschlossen. Leiten Sie Schritt für Schritt eine Formel $P(R)$ her, die angibt, wie gross die Nutzleistung (also die Wärmeleistung an R) der Solarzelle in Abhängigkeit vom Lastwiderstand ist.
- Was bezweckt man, wenn man mehrere Solarzellen parallel beziehungsweise in Serie schaltet?

5. Wechselstrom

Ein $s=100$ m langer, isolierter Kupferdraht mit dem Durchmesser $d=0.5$ mm (Isolierdicke vernachlässigbar), wird Windung an Windung (alle dicht nebeneinander) auf eine zylindrische Kartonröhre ($\mu_r=1$) mit Durchmesser $D=4$ cm aufgerollt. Es wird eine Wechselspannung (50 Hz) mit $U_{\text{eff}}=10$ V angelegt.

- Berechnen Sie den ohmschen Widerstand R und die Induktivität L der (langen) Spule.
- Berechnen Sie die effektive Stromstärke I_{eff} .
(Falls Sie Teil a nicht lösen konnten, dürfen Sie hier $R=9\Omega$ und $L=2$ mH verwenden)
- Berechnen Sie die Wirkleistung.

6. Kernreaktionen

In der Formelsammlung finden Sie eine natürliche Zerfallsreihe, die beim Isotop U-235 beginnt.

- Um welche Zerfallsarten (α , β^- , β^+) handelt es sich bei der ersten 5 Zerfallsschritten jeweils?
- Welche Energiemenge wird insgesamt beim Zerfall von U-235 in Pb-207 pro Atom und pro Gramm U-235 frei? Beachten Sie die frei gewordenen α -Teilchen und Elektronen in der Massenbilanz.
- Das Gas Radon gilt als Mitverursacher der natürlichen Hintergrundstrahlung. Wie kann es sein, dass noch Radon auf der Erde existiert, obwohl seine Halbwertszeit nur 3.8 Tage (Rn-222) beträgt?

Viel Erfolg wünscht Ihnen U. Dammer