

## Übung 11                      Gravitationsfeld "Mondrechnung", Gravitationsgesetz, Gravitation-Gewicht

### Lernziele

- die "Mondrechnung" von Newton verstehen.
- die Gravitationskraft zwischen zwei Körpern bestimmen können.
- den Zusammenhang zwischen der Gewichtskraft eines Körpers und der Gravitationskraft zwischen dem Körper und der Erde verstehen.
- wissen, dass die Gravitationskraft viel schwächer ist als die elektrostatische Kraft.
- einen neuen Sachverhalt analysieren können.

### Aufgaben

1. Führen Sie die "**Mondrechnung**" von Newton durch:
  - a) Der Mond bewegt sich näherungsweise auf einer Kreisbahn mit konstanter Winkelgeschwindigkeit um die Erde herum.
    - i) Bestimmen Sie die Kraft  $F_M$ , mit welcher der Mond auf seiner Umlaufbahn von der Erde angezogen wird.
    - ii) Bestimmen Sie die Beschleunigung  $a_M$ , die der Mond erfährt.

Hinweise:

    - Auf einen Körper der Masse  $m$ , welcher eine gleichförmige Kreisbewegung ausführt (Winkelgeschwindigkeit  $\omega$ , Bahnradius  $r$ ), wirkt die nach dem Zentrum der Kreisbahn gerichtete Zentripetalkraft  $F = m \omega^2 r$
    - Astronomische Daten finden Sie im Buch *Metzler*.
  - b) Ein Apfel falle vom Baum.
    - i) Bestimmen Sie die Kraft  $F_A$ , mit welcher der Apfel von der Erde angezogen wird.
    - ii) Bestimmen Sie die Beschleunigung  $a_A$ , die der Apfel erfährt.
  - c)  $a_M$  und  $a_A$  seien die in a) und b) bestimmten Beschleunigungen.  
 $r_M$  und  $r_A$  seien die Abstände von Mond und Apfel zum Erdmittelpunkt.  
Prüfen Sie nach, dass gilt:  
$$a_A : a_M = r_M^2 : r_A^2$$
2. Bestimmen Sie den **Betrag der Gravitationskraft** zwischen
  - a) der Sonne und der Erde.
  - b) zwei Schiffen von je 100'000 t, die sich mit dem Schwerpunktsabstand von 200 m begegnen.
  - c) zwei Autos von je 900 kg, die im (Schwerpunkts-)Abstand von 5 m aneinander vorbeifahren.
  - d) zwei Wasserstoffatomen ( $m_H = 1.6734 \cdot 10^{-27}$  kg) im Abstand von  $10^{-10}$  m.

(Teilaufgaben b) bis d): *Metzler*: 85/1)
3. Ein Körper befindet sich auf der Oberfläche der Erde, welche als ideale Kugel angenommen wird.  
Beurteilen Sie, ob die **Gravitationskraft** zwischen dem Körper und der Erde gleich gross ist wie die **Gewichtskraft** des Körpers.  
Begründen Sie eine allfällige Differenz zwischen den beiden Grössen.

4. Entfernt man einen Körper immer weiter von der Erdoberfläche, so nimmt die Gravitationskraft zwischen ihm und der Erde ab.

Bestimmen Sie die Höhe  $h$  über der Erdoberfläche, in welcher die Gravitationskraft auf  $x$  % des anfänglichen Wertes auf der Erdoberfläche gesunken ist.

5. *Metzler: 90/3, 197/2*

### Lösungen

1. a) i) ...  
ii)  $2.7 \cdot 10^{-3} \text{ m/s}^2$   
b) i) ...  
ii)  $10 \text{ m/s}^2$   
c)  $a_A : a_M \quad r_M^2 : r_A^2 \quad 3600$

2. a)  $F_G = 3.5 \cdot 10^{22} \text{ N}$   
b)  $F_G = 17 \text{ N}$   
c)  $F_G = 2.2 \cdot 10^{-6} \text{ N}$   
d)  $F_G = 1.9 \cdot 10^{-44} \text{ N}$

3. ...

4.  $h = \sqrt{\frac{100}{x}} - 1 \cdot R \quad (R = \text{Erdradius})$

5. *Metzler: 90/3*

...

*Metzler: 197/2*

- a)  $F_{el} = 2.3 \cdot 10^{-8} \text{ N}$   
b)  $F_G = 1.0 \cdot 10^{-47} \text{ N}$   
c)  $\frac{F_{el}}{F_G} = 2.3 \cdot 10^{39}$  unabhängig vom Abstand der Teilchen