

Übung 10 Gravitationsfeld "Mondrechnung", Gravitationsgesetz, Die 4 Grund-WW der Natur

Lernziele

- die "Mondrechnung" von Newton verstehen.
- die Gravitationskraft zwischen zwei Körpern bestimmen können.
- wissen, dass die Gravitationskraft viel schwächer ist als die elektrostatische Kraft.
- für einfachere Phänomene aus der Natur und der Technik beurteilen können, welche der vier Grundwechselwirkungen der Natur für das Phänomen hauptsächlich verantwortlich ist.
- eine neue Problemstellung bearbeiten 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 , welche den Mond auf seiner Umlaufbahn hält.
 - ii) Bestimmen Sie die Beschleunigung a_M , die der Mond erfährt.

Hinweis:
Astronomische Daten finden Sie im Buch Metzler.
 - b) Ein Apfel falle vom Baum.
 - i) Bestimmen Sie die Kraft F_A , die den Apfel in Richtung Erde beschleunigt.
 - 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. Entfernt man einen Körper immer weiter von der Erdoberfläche, so nimmt die Gravitationskraft zwischen dem Körper und der Erde ab.

Bestimmen Sie die Höhe h über der Erdoberfläche, in welcher die Gravitationskraft auf x% des Wertes auf der Erdoberfläche gesunken ist.
3. 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 Studierenden von je 70 kg, die im Abstand von 1 m zueinander sitzen.
 - e) ... zwei Wasserstoffatomen ($m_H = 1.6734 \cdot 10^{-27}$ kg) im Abstand von 10^{-10} m.

(Teilaufgaben b), c) und e): Metzler: 85/1)
4. Metzler: 90/3, 197/2

5. Beurteilen Sie, welche der vier Grund-Wechselwirkungen für das jeweilige Phänomen hauptsächlich verantwortlich ist:

	Gravitations- WW	Schwache WW	Elektromagn. WW	Starke WW
Bewegung der Planeten um die Sonne				
Explosion einer Dynamitladung				
Lawinenniedergang				
Natürliches Erdbeben				
Fata Morgana				
Ebbe und Flut				
Energiespeicherung im Stausee				
Schleuderndes Auto				
Violinspiel				
Gären von Traubensaft				
Elektronische Datenverarbeitung				
Tätigkeit des Gehirns				
Zellteilung, Pflanzenwachstum				
Kernspaltung				
Energieumsetzung auf der Sonne				

Lösungen

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

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

3. 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) $F_G = 3.3 \cdot 10^{-7} \text{ N}$ e) $F_G = 1.9 \cdot 10^{-44} \text{ N}$

4. 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

5.

	Gravitations- WW	Schwache WW	Elektromagn. WW	Starke WW
Bewegung der Planeten um die Sonne	X			
Explosion einer Dynamitladung			X	
Lawenniedergang	X			
Natürliches Erdbeben			X	
Fata Morgana			X	
Ebbe und Flut	X			
Energiespeicherung im Stausee	X			
Schleuderndes Auto			X	
Violinspiel			X	
Gären von Traubensaft			X	
Elektronische Datenverarbeitung			X	
Tätigkeit des Gehirns			X	
Zellteilung, Pflanzenwachstum			X	
Kernspaltung				X
Energieumsetzung auf der Sonne				X