

# GRAVITATIONSGESETZ

Grundaufgaben: Aufgabe für alle auf Mittwoch, 15. März 06

Zusatzaufgaben: Übungsserie, Abgabetermin Freitag, 17. März 06

## Grundaufgaben

1. Berechnen Sie die Gravitationskraft zwischen zwei 10 kg schweren Kugeln im Abstand 0.4 m. Bestimmen Sie mit diesem Resultat ohne Taschenrechner die Anziehungskraft zwischen den Kugeln, wenn man den Abstand auf 0.2 m verkleinert bzw. auf 2.0 m vergrößert.
2. Der Abstand eines Planeten von der Sonne nimmt um 5 % zu. Wie ändert sich dabei die Gravitationskraft?
3. Wie muss der Abstand zwischen zwei kugelförmigen Massen verändert werden, damit die Gravitationskraft verdreifacht wird?
4. Berechnen Sie die Masse der Sonne aus den Bahndaten der Venus. Vergleichen Sie Ihr Ergebnis mit dem Wert in der Formelsammlung.
5. Eine Kugel befindet sich auf der Verbindungsstrecke zwischen zwei anderen Kugeln der Massen 3 kg und 5 kg im Kräftegleichgewicht. In welchem Verhältnis teilt sie den Abstand?

## Zusatzaufgaben

6. Mit seiner sogenannten "Mondrechnung" zeigte Newton 1666, dass die Gravitationskraft zwischen Erde und Mond die gleiche Kraft ist, die den freien Fall eines Apfels auf der Erde verursacht.
  - a) Berechnen Sie die Radialbeschleunigung des Mondes aus seiner mittleren Entfernung  $r_{EM}$  und seiner Umlaufzeit um die Erde.
  - b) Zeigen Sie, dass für das Verhältnis der Fallbeschleunigung auf der Erde (Erdradius  $r_E$ ) zur Radialbeschleunigung des Mondes gilt:  $g : a_R = (r_{EM} : r_E)^2$
  - c) Vergleichen Sie die Resultate von a) und b) und kommentieren Sie Ihre Überlegungen.
7. Zur genauen Bestimmung der Erdmasse benützt man heutzutage die Daten von Satellitenbahnen. Die Tabelle zeigt einige Beispiele:

Satellit	Abstand zur Erdoberfläche		Umlaufzeit
	im Perigäum	im Apogäum	
Nimbus	1'095 km	1'100 km	107.3 min
Skynet 2	270 km	36'041 km	636.5 min
Nato 1	34'429 km	35'786 km	1'401.6 min

Berechnen Sie aus diesen Angaben zunächst den mittleren Abstand (entspricht der grossen Halbachse) der Satelliten von der Erde und daraus die Erdmasse.

8. Mit dem Weltraumteleskop Hubble wurde festgestellt, dass sich im Zentrum der Galaxie M84, in 500 Millionen Lichtjahren Entfernung von uns, eine sehr grosse Masse befinden muss. Überprüfen Sie, ob im Zeitungsartikel die genannten Zahlen physikalisch zusammenpassen.

(Hinweis: Die Geschwindigkeiten sind die Bahngeschwindigkeiten von Objekten, welche um das Schwarze Loch kreisen.)

### Schwarzes Loch in M84

(...) Die Messungen zeigen, dass in 26 Lichtjahren Entfernung vom Zentrum der Galaxie, wo das Schwarze Loch sitzt, Geschwindigkeiten von 400 Kilometern in der Sekunde erreicht werden. Das wiederum lässt darauf schliessen, dass die geballte Masse des Schwarzen Lochs mindestens 300 Millionen Mal der Masse der Sonne entspricht.