

GRAVITATION

GRUNDAUFGABEN

1. Berechnen Sie die Gravitationskraft zwischen zwei 12 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?
6. Ein Satellit der Masse 1.5 t wird auf eine Höhe von 25'000 km gebracht. Berechnen Sie die dafür erforderliche Energie.
7. Berechnen Sie die Fluchtgeschwindigkeit von der Sonne.
8. Berechnen Sie den Schwarzschildradius für ein "supermassives Schwarzes Loch" mit einer Gesamtmasse von 100 Millionen Sonnenmassen.

Zusatzaufgaben

9. 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.

10. In welcher Höhe beträgt der Fehler bei der Berechnung der potentiellen Energie bezüglich der Erdoberfläche mit der Formel " $E_{\text{pot}} = m \cdot g \cdot h$ " gerade 1 % im Vergleich zur exakten Formel (Gravitationsenergie)?
11. Ein Meteor fällt aus einer Entfernung von $9 \cdot R_E$ auf die Erde. In dieser Distanz beträgt seine Geschwindigkeit 10 km/s. Wie gross ist seine Geschwindigkeit beim Auftreffen auf der Erdoberfläche (ohne Berücksichtigung des Luftwiderstandes)?
12. Bestimmen Sie einen algebraischen Ausdruck für die mittlere Dichte eines Schwarzen Lochs und stellen Sie diese als Funktion der Masse in einem Diagramm dar.

LÖSUNGEN: 1. 62 nN, 250 nN, 2.5 nN; 2. - 10 %; 3. - 42 %; 5. $\sqrt{3}:\sqrt{5}$; 6. 75 GJ; 7. 620 km/s; 8. $3 \cdot 10^{11}$ m; 10. 100 km; 11. 15 km/s