

Aufgabenblatt

Gravitationsgesetz, Kreisbewegungen und Impuls

Gravitationsgesetz:	$F_G = G \frac{m_1 \cdot m_2}{r^2}$
Gravitationskonstante G	$6.67428 \cdot 10^{-11} \text{ m}^3 \text{ kg}^{-1} \text{ s}^{-2}$
Sonnenradius r_S	$6.957 \cdot 10^8 \text{ m}$
Sonnenmasse m_S	$1.989 \cdot 10^{30} \text{ kg}$
Mittlerer Erdradius r_E	$6.371 \cdot 10^6 \text{ m}$
Erdmasse m_E	$5.976 \cdot 10^{24} \text{ kg}$
Abstand Erde - Sonne	$1.496 \cdot 10^{11} \text{ m}$
Mondradius r_M	$1.7382 \cdot 10^6 \text{ m}$
Mondmasse m_M	$7.35 \cdot 10^{22} \text{ kg}$
Mittlerer Abstand Erde - Mond	$3.844 \cdot 10^8 \text{ m}$

Verwenden Sie für die Erdbeschleunigung $g = 9.81 \text{ m/s}^2$.

1. Mit welcher Kraft ziehen sich zwei Massen à 1 Kg in einer Entfernung von 1 Meter gegenseitig an?
2. Mars hat einen Durchmesser von rund 6'800 Km und eine Masse von $6.419 \cdot 10^{23} \text{ Kg}$. Berechnen Sie die Fallbeschleunigung auf der Oberfläche des Planeten.
3. In welcher Höhe über der Erdoberfläche ist die Fallbeschleunigung um 1% resp. 10% kleiner als auf der Erdoberfläche?
4. Die Massen M und m befinden sich im Abstand d .
 - a) Berechnen Sie auf allgemeine Weise den Abstand s von der Masse M , bei welchem sich die Anziehungskräfte der beiden Massen gerade aufheben.
 - b) Nehmen Sie dann als konkretes Beispiel Erde und Mond.
5. Drei gleich grosse Massen befinden sich an den Punkten $P_1(0|0)$, $P_2(1000|0)$ und $P_3(0|1000)$. Bestimmen Sie die Koordinaten des Punktes, an welchem sich die Anziehungskräfte der drei Massen gegenseitig aufheben.
6. Ein Meteorit befindet sich in sehr grosser Entfernung zur Erde, als er von deren Gravitationsfeld eingefangen wird. Wie gross ist die Geschwindigkeit des Meteorits, wenn er auf die Erde prallt? (Integralrechnung erforderlich)

7. Die Zentripetalkraft beträgt $F_Z = \frac{mv^2}{R} = m\omega^2 R$. Verwenden Sie für die folgenden Fragen die jeweils geeignete Formel.
- Wie muss die Zentripetalkraft geändert werden, damit bei einer Verdoppelung der Geschwindigkeit der Bahnradius gleich bleibt?
 - Wie muss die Zentripetalkraft geändert werden, damit bei gleich bleibender Geschwindigkeit der Bahnradius doppelt so gross wird?
 - Wie ändert sich die für die Kreisbahn nötige Zentripetalkraft, wenn der Körper die gleiche Kreisbahn mit doppelter Periodendauer durchläuft?
 - Die Winkelgeschwindigkeit eines eine Kreisbahn beschreibenden Körpers soll bei gleichem Bahnradius verdoppelt werden. Was bedeutet das für die Zentripetalkraft?
 - Ein Körper bewegt sich gleichförmig auf einer Kreisbahn. Nun soll bei gleich bleibendem Bahnradius die Tourenzahl verdoppelt werden. Was hat das für einen Einfluss auf die Zentripetalkraft?
8. Berechnen Sie die durch die Erdrotation verursachte Zentrifugalbeschleunigung am Äquator und auf dem 45. Breitengrad.
9. Berechnen Sie die Umlaufzeit T und die Geschwindigkeit v eines Satelliten, welcher sich in einem Orbit in 2'000 Km über der Erdoberfläche befindet.
10. In welcher Höhe über der Erdoberfläche kreist ein Satellit, dessen Geschwindigkeit 3'667 Km/h beträgt? Berechnen Sie die Periode in Tagen. Um welchen Satellit handelt es sich?
11. In welchem Abstand zur Sonne befindet sich ein Planet, wenn seine Umlaufzeit um die Sonne 365.25 Tage beträgt?
12. In einem Doppelsternsystem umkreisen zwei Sterne den gemeinsamen Schwerpunkt. Berechnen Sie die Periode, wenn die Sterne die Grösse unserer Sonne haben und 10 Lichjahre voneinander entfernt sind.
13. Ein geostationärer Satellit umkreist die Erde in 35'879.085 Km Höhe über der Erdoberfläche. Ein zweiter Satellit umkreist die Erde in einer Höhe von 93'629 Km. Wie kann seine Umlaufzeit um die Erde ohne Kenntnis der Erdmasse berechnet werden?
14. Der Kassierer eines Karusells geht während der Fahrt von Gondel zu Gondel, wobei sein Körper um 20° gegenüber der Vertikalen geneigt ist. Sein Abstand zur Drehachse beträgt 7 Meter. Berechnen Sie die Umlaufzeit des Karusells.
15. Im James Bond - Film *Moonraker* wird in einer ringförmigen Raumstation die Schwerkraft der Erde durch eine Eigenrotation imitiert. Berechnen Sie die Frequenz f , die Periode T und die Geschwindigkeit v am Aussenrand des Rings, wenn der Durchmesser der Raumstation 300 Meter beträgt.
16. Ein Flugzeug ist für eine maximale Belastung von $10g$ ausgelegt. Seine Geschwindigkeit beträgt 2'400 Km/h.
- Wie gross ist der minimale Kurvenradius?
 - Wie gross ist dabei der Neigungswinkel des Flugzeugs bezüglich der Längsachse?

17. Ein Parabolspiegel mit der Funktionsgleichung $y(x) = 0.001 x^2$ soll hergestellt werden, indem flüssiges Glas in einem Behälter rotiert wird. Berechnen Sie die Frequenz f und die Periode T .
18. Zwei ruhende Skater stossen sich gegenseitig mit den Händen voneinander ab. Der erste Skater hat eine Masse von 80 Kg und seine Geschwindigkeit beträgt nach dem Abstossen 3 m/s, diejenige des zweiten 8 m/s. Wie gross ist die Masse des zweiten Skaters?
19. In Action-Filmen werden häufig Menschen "erschossen". In der einen Szene werden die Darsteller durch den Einschlag des Projektils meterweit fortgeschleudert, in der anderen tun sie fast keinen Wank. Was ist realistisch? Machen Sie ein Rechenbeispiel mit einem Projektil der Masse $m = 10$ g und einer Mündungsgeschwindigkeit $v = 400$ m/s, wobei das "Opfer" auf reibungslosen Rollerskates steht. Wie kann diese Frage auch ohne Rechnung einfach beantwortet werden (actio = reactio)?
20. Ein Skater hat eine Masse von 70 Kg. Im Rucksack trägt er drei Steine à 5 Kg, welche er einen nach dem anderen mit einer Geschwindigkeit von 8 m/s entgegen der Fahrtrichtung fortwirft.
 - a) Um wie viel nimmt die Geschwindigkeit des Skaters zu?
 - b) Um wie viel nimmt die Geschwindigkeit des Skater zu, wenn er alle Steine auf ein Mal mit 8 m/s fortwirft?
21. Eine 100 Gramm schwere Kugel einer Knetmasse wird mit 8 m/s gegen die Rückseite eines stehenden Spielzeugautos mit der Masse 1 Kg geworfen, wobei die Knetmasse am Auto kleben bleibt.
 - a) Berechnen Sie die Geschwindigkeit des Autos nach dem Aufprall der Masse.
 - b) Berechnen Sie die Summen der kinetischen Energien vor und nach dem Aufprall.
 - c) Um wie viel Prozent hat sich die kinetische Energie vermindert?
22. Ein ballistisches Pendel besteht aus einem 1.5 Kg schweren Holzblock, welcher an einer 1.5 Meter langen Schnur aufgehängt ist. Mit einer Pistole wird eine 10 Gramm schwere Kugel auf den Holzklötz geschossen, was das Pendel um 30° auslenkt.
 - a) Wie gross war die Geschwindigkeit des Projektils?
 - b) Wie viel Prozent der ursprünglichen Energie wurden in Wärme und Verformungsarbeit umgesetzt?
23. Eine Rakete hat eine Masse von 2'000 Kg, wovon die Hälfte aus Treibstoff besteht. Die Austrittsgeschwindigkeit des Triebwerks beträgt 4'000 m/s. Wie viel Treibstoff verbraucht die Rakete im freien Weltraum, wenn sie ihre Geschwindigkeit um 1'000 m/s erhöht?
24. Die Gesamtmasse einer Rakete beträgt 800 Kg, die Gasgeschwindigkeit beträgt 2'039.1 m/s. Nachdem der gesamte Treibstoff verbrannt ist, hat sich die Geschwindigkeit der Rakete um 2'000 m/s erhöht. Wie viel Treibstoff wurde verbrannt?
25. Bei einer Rakete bestehen 80% der Masse aus Treibstoff. Die Gasgeschwindigkeit beträgt 4'000 m/s. Um welchen Betrag kann die Rakete im freien Weltraum ihre Geschwindigkeit verändern?