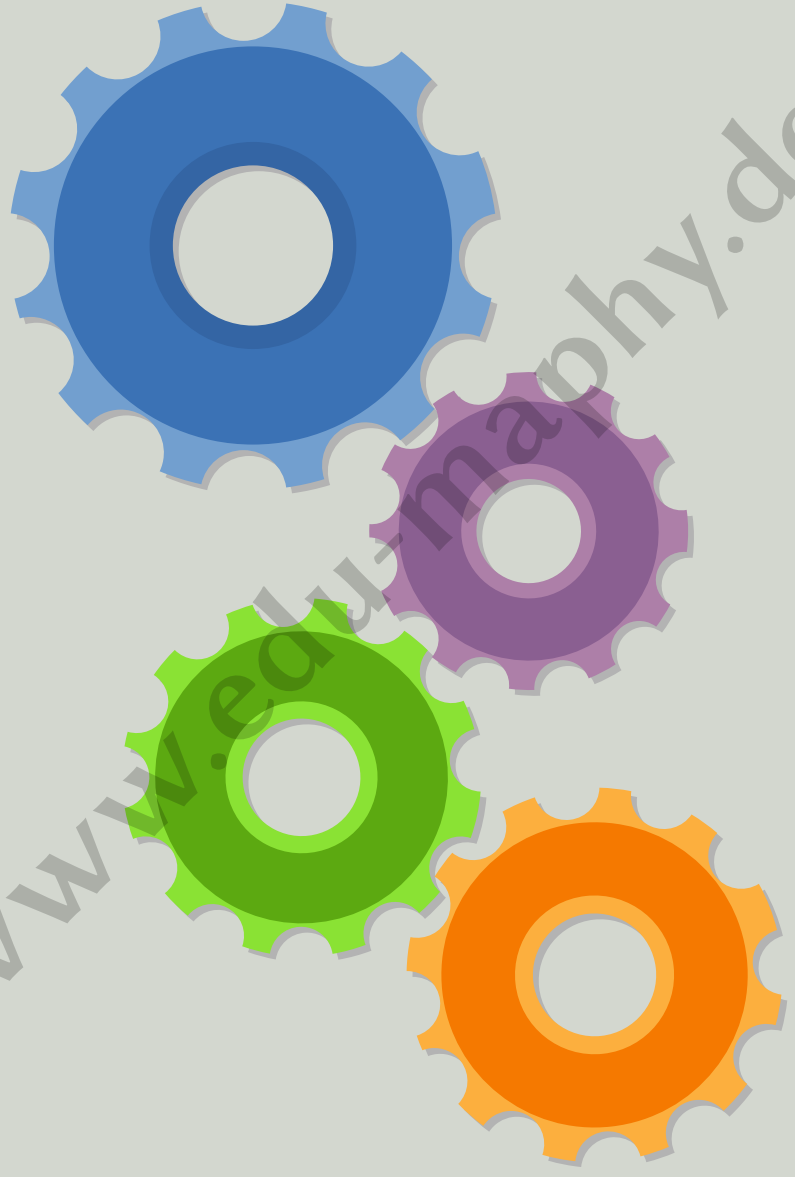


Teildruck Physik 10. Klasse

© FORMELSAMMLUNG
NATURWISSENSCHAFTEN



Mechanik

Newton'sche Gesetze

1. Newton'sches Gesetz - Trägheitssatz

Wirkt auf einen Körper keine Kraft oder befindet er sich im Kräftegleichgewicht, so bleibt er in Ruhe oder er bewegt sich mit konstanter Geschwindigkeit geradlinig weiter.

2. Newton'sches Gesetz - Grundgleichung der Mechanik

$\vec{F} = m\vec{a}$ \vec{a} ist die Beschleunigung, die ein Körper der konstanten Masse m erfährt, wenn die Kraft \vec{F} auf ihn wirkt.

Falls die Masse nicht konstant ist, gilt die allgemeine Formulierung:

$\vec{F} = \dot{\vec{p}}$ \vec{p} ist der Impuls des Körpers.

3. Newton'sches Gesetz - Wechselwirkungsgesetz

$\vec{F}_1 = -\vec{F}_2$ Actio gegengleich Reactio - Kräfte treten stets paarweise auf.

Einfache Beispiele für Kräfte

Gewichtskraft F_g auf einen Körper

$F_g = mg$ m ist die Masse des Körpers, g die Fallbeschleunigung am Ort des Körpers (► S. 32 & 42).

Hooke'sches Gesetz

$F = Dx$ F ist die Kraft, mit der eine Feder gedehnt wird, D ihre Federhärte, x ihre Dehnung.

Dichte, Druck und Auftrieb

Dichte ρ eines Körpers / einer Flüssigkeit / eines Gases

$$\rho = \frac{m}{V}$$

m ist die Masse des Körpers / der Flüssigkeit / des Gases, V das Volumen.

Druck p in einem Gas oder einer Flüssigkeit

$$p = \frac{F}{A}$$

F ist die Kraft, die senkrecht auf jedes Flächenstück A der Gefäßwand wirkt.

Hydrostatischer Druck p in einer Flüssigkeit

$$p = \rho g h$$

ρ ist die Dichte der Flüssigkeit (► S. 40), g die Fallbeschleunigung (► S. 32 & 42), h die Höhe der Flüssigkeitssäule über dem Messpunkt.

Auftriebskraft F_a auf einen Körper in einem Medium

$$F_a = \rho g V$$

ρ ist die Dichte des Mediums (► S. 40), g die Fallbeschleunigung, V das Volumen des verdrängten Mediums.

Reibungskräfte F_r auf bewegte Körper

einfaches Gleitreibungsmodell

$$F_r = \mu F_N$$

μ ist die Gleitreibungszahl (► S. 41), F_N die Normalkraft, die auf den Körper wirkt.

Reibungskraft nach Stokes - laminare Strömung

$$F_r = 6\pi\eta r v$$

r ist der Radius der Kugel, v ihre Geschwindigkeit, η die Viskosität des Mediums (► S. 41), von dem die Kugel laminar umströmt wird.

Reibungskraft nach Newton - turbulente Strömung

$$F_r = \frac{1}{2} c_w A \rho v^2$$

c_w ist der Widerstandsbeiwert (► S. 42), A die Querschnittsfläche, v die Geschwindigkeit des Körpers. ρ ist die Dichte des Mediums (► S. 40), von dem der Körper turbulent umströmt wird.

Energie

Satz von der Erhaltung der mechanischen Energie: In einem abgeschlossenen mechanischen System bleibt die Gesamtenergie konstant. Die Gesamtenergie E_{ges} setzt sich zusammen aus der kinetischen Energie E_{kin} und der potentiellen Energie E_{pot} .

$$E_{\text{ges}} = E_{\text{kin}} + E_{\text{pot}} = \text{konst.}$$

Verallgemeinerung auf alle physikalischen Systeme:

In einem abgeschlossenen System bleibt die Gesamtenergie konstant.

Kinetische Energie E_{kin}

$$E_{\text{kin}} = \frac{1}{2} m v^2$$

m ist die Masse eines Körpers, v seine Geschwindigkeit.

Höhenenergie E_h (Lageenergie)

$$E_h = mgh$$

m ist die Masse eines Körpers, h seine Höhe über dem Bezugspunkt, g die Fallbeschleunigung (► S. 32 & 42).

Spannenergie E_{sp} einer Hooke'schen Feder

$$E_{\text{sp}} = \frac{1}{2} D x^2$$

D ist die Federhärte, x die Dehnung der Feder.

Gravitation und Astrophysik

G bezeichnet im Weiteren die Gravitationskonstante (► S. 32).

Kepler'sche Gesetze

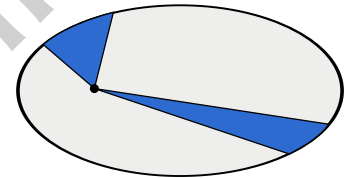
Die Kepler'schen Gesetze sowie die Formel für die Bahngeschwindigkeit gelten für jeden Himmelskörper im Gravitationsfeld eines Zentralkörpers, dessen Masse viel größer ist als die Masse des Himmelskörpers.

1. Kepler'sches Gesetz

Die Bahnen von Planeten sind Ellipsen, in deren einem Brennpunkt die Sonne steht.

2. Kepler'sches Gesetz

Die von der Sonne zum Planeten gezogene Strecke überstreicht in gleichen Zeitintervallen gleiche Flächeninhalte.



3. Kepler'sches Gesetz

$$\frac{T_A^2}{T_B^2} = \frac{a_A^3}{a_B^3}$$

Die Quadrate der Umlaufzeiten T_A und T_B zweier Planeten A und B verhalten sich wie die dritten Potenzen ihrer großen Halbachsen a_A und a_B .

Bahngeschwindigkeit v auf einer Keplerellipse

$$v = \sqrt{GM \left(\frac{2}{r} - \frac{1}{a} \right)}$$

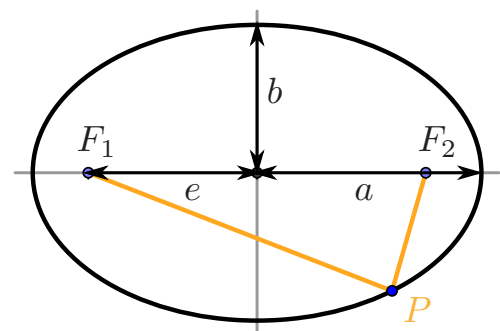
M ist die Masse des Zentralkörpers, r der momentane Abstand vom Zentralkörper und a die große Halbachse der Bahnellipse.

Ellipsengleichungen

$$e^2 = \frac{a^2 - b^2}{a^2}$$

$$\epsilon = \frac{e}{a}$$

a bzw. b bezeichnen die große bzw. die kleine Halbachse einer Ellipse. e ist ihre lineare Exzentrizität, ϵ ihre numerische Exzentrizität. F_1 und F_2 sind die Brennpunkte der Ellipse.



Für jeden Punkt P auf der Ellipse gilt: $\overline{F_1P} + \overline{PF_2} = 2a$

Gravitation

Newton'sches Gravitationsgesetz

$$F_G = G \frac{m_1 m_2}{r^2}$$

F_G ist die Gravitationskraft, mit der sich die zwei Massen m_1 bzw. m_2 im Abstand r gegenseitig anziehen.

Zweikörperproblem

Bewegen sich zwei Himmelskörper der Massen m_1 und m_2 auf Kreisbahnen um ihren gemeinsamen Schwerpunkt, so gilt:

$$\omega^2 = G \frac{m_1 + m_2}{r^3}$$

ω ist die konstante Winkelgeschwindigkeit der Himmelskörper, r ihr konstanter Abstand.

$$r_2 : r_1 = m_1 : m_2$$

Mit $r = r_1 + r_2$, wobei r_1 und r_2 die jeweiligen Abstände vom gemeinsamen Schwerpunkt sind.

Ist die Masse M des Zentralkörpers erheblich größer als die des Himmelskörpers, so gilt in guter Näherung $\omega^2 = G \frac{M}{r^3}$.

Kosmische Fluchtgeschwindigkeiten

$$v_1 = \sqrt{gr}$$

Ein Körper kann einen Planeten auf einer oberflächennahen Kreisbahn umkreisen, wenn er eine Geschwindigkeit besitzt, die mindestens so groß ist wie die **erste Fluchtgeschwindigkeit** v_1 .

$$v_2 = \sqrt{2gr}$$

Ein Körper kann das Gravitationsfeld eines Planeten verlassen, wenn er an seiner Oberfläche eine Geschwindigkeit besitzt, die mindestens so groß ist wie die **zweite Fluchtgeschwindigkeit** v_2 .

g ist die Fallbeschleunigung auf der Oberfläche des Planeten (► S. 42), r sein Radius.

Strahlungsgesetze

Konstante Strahlungsleistung Φ

$$\Phi = \frac{\Delta Q}{\Delta t}$$

ΔQ ist die im Zeitintervall Δt ausgesandte Strahlungsenergie.

Bestrahlungsstärke E

$$E = \frac{L}{4\pi r^2}$$

L ist die Leuchtkraft eines Sterns, r der Abstand zwischen Stern und Beobachter.

Widerstandsbeiwerte c_w verschiedener Körper

Halbkugelschale (konkav)	1,33	Kugel	0,45
Scheibe	1,1	Roadster	0,4
Würfel	1,05	Halbkugelschale (konvex)	0,34
langer Zylinder	0,82	geschlossener PKW	0,30
LKW	0,8	optimaler PKW	0,20
Mensch, stehend	0,78	Tragflügel Flugzeug	0,08
Motorrad, unverkleidet	0,7	Tropfenform	0,05
Motorrad verkleidet	0,5	Pinguin	0,03

Daten der Planeten im Sonnensystem und des Erdmondes (bzgl. Zentralgestirn)

Orbit	Bahnradius		numerische Exzentrizität	Umlaufzeit		Neigung Bahnebene	
	10^6 km	AE		siderisch	synodisch		
Merkur	57,909	0,387	0,2056	87,969 d	115,88 d	7,00°	
Venus	108,21	0,723	0,00687	224,701 d	583,92 d	3,395°	
Erde	149,60	1,000	0,0167	365,256 d		0°	
Erdmond	0,3844	0,0026	0,0549	27,3217 d	29,53 d	5,145°	
Mars	227,99	1,524	0,0935	686,980 d	779,94 d	1,850°	
Jupiter	778,36	5,203	0,0489	11,862 a	398,88 d	1,304°	
Saturn	1433,5	9,582	0,0565	29,457 a	378,09 d	2,485°	
Uranus	2872,5	19,201	0,0457	84,011 a	369,66 d	0,772°	
Neptun	4495	30,047	0,0113	164,79 a	367,49 d	1,769°	

Planeten	Äquatorradius in km	Masse in 10^{24} kg	mittlere Dichte in g/cm^3	Fallbeschleunigung in m/s^2	Rotationsperiode		
					d	h	min
Merkur	2439,7	0,3302	5,427	3,70	58	15	36
Venus	6051,8	4,869	5,243	8,87	243	0	27
Erde	6378,1	5,9736	5,515	9,81		23	56
Erdmond	1738,1	0,07349	3,350	1,62	27	7	43
Mars	3396,2	0,6419	3,933	3,69		24	37
Jupiter	71492	1899	1,326	24,79		9	55
Saturn	60268	568,46	0,687	10,44		10	39
Uranus	25559	86,832	1,270	8,87		17	14
Neptun	24764	102,43	1,638	11,15		16	7

Daten der Sonne

Scheinbare Helligkeit	-26 ^m 74
Äquatorradius	695,7 · 10 ³ km
Masse	1,9891 · 10 ³⁰ kg
Mittlere Dichte	1,408 g/cm ³
Fallbeschleunigung	274 m/s ²
Rotationsperiode	25 d 9 h 7 min
Neigung der Rotationsachse	7,52°
Leuchtkraft	3,846 · 10 ²⁶ W
Solarkonstante	1367 W/m ²
Oberflächentemperatur	5778 K
Spektralklasse	G2V
Alter	ca. 4,6 · 10 ⁹ a

Spezifischer elektrischer Widerstand ρ in $\Omega \cdot \text{mm}^2/\text{m}$ bei 20 °C

Akkusäure	15 · 10 ³	Konstantan	0,500
Aluminium	0,0265	Kupfer	0,0168
Blei	0,208	Messing	0,070
Eisen	0,1...0,15	Platin	0,105
Fettgewebe	33 · 10 ⁶	Silber	0,0159
Gold	0,022	Stahl	0,10...0,20
Graphit	8,0	Titan	0,800
Kohlenstoff	35,0	Wolfram	0,0528
Quecksilber	0,960	Porzellan	10 ¹⁸

Permeabilitätszahlen μ_r

Diamagnetische Stoffe $\mu_r < 1$			
Supraleiter	0	Silber	0,999974
Bismuth	0,99983	Quecksilber	0,999971
Kupfer	0,9999936	Wasser	0,999991
Paramagnetische Stoffe $\mu_r \approx 1$			
Platin	1,000257	Lithium	1,000014
Aluminium	1,000022	Magnesium	1,000012
Caesium	1,000051	Luft	1,000001
Ferromagnetische Stoffe $\mu_r \gg 1$			
Kobalt	80...200	Nickel	100...600
Eisen	300...10000	MuMetall	50000...140000
Ferrite	4...15000	amorphe Metalle	700...500000