Aufgaben 4Kl Mai 2006
Geneigte Ebene, Zerlegung einer Kraft, Reibungszahlen, ähnliche Dreiecke (oder Trigonometrie).

Aufgabe 1

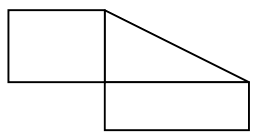
1 Ein Physikbuch von Masse 300g liegt auf einem 50 cm breiten Tisch. Der Tisch wird geneigt, indem man ein 10 cm dickes Brett unter die hinteren Füsse schiebt. Damit das Buch nicht rutscht, wird es mit einem einfachen Faden mit einem Punkt der Tischkante verbunden, so dass der Faden parallel zur Hangabtriebskraft liegt.

a) Zeichne sorgfältig das Experiment in Seitenansicht mit passendem Masstab.
b) Zeichne die vektorielle Zerlegung der Gewichtskraft im passenden Massstab.
c) Welche Spannungskraft erfährt der Faden?
d) Wie stark drückt jetzt das Buch auf die Tischplatte?

2 Der Faden wird durchgeschnitten.
a) Was passiert, wenn es keine Reibung gibt?
b) In der Tat beobachtet man, dass das Buch nur rutscht, entweder wenn man es mit einem kleinen Stoss in Bewegung setzt, oder wenn man den Tisch etwas mehr neigt.

Zeichne die Normalkraft und die Reibungskraft im gleichen Massstab wie vorher.
Bestimme die Haftreibungszahl μ_h zwischen Buch und Tischplatte.

Aufgabe 2
Ein Gegenstand rutscht langsam auf dieser geneigten Ebene . Bestimme die Reibungszahl.



Lösungen
Aufgabe 1 **~~(α = 11,5°)~~** 1) G= m.g= 0,3 . 9,81 =2,943N ; Fh / G = h/L = 0,10/0,50; Fh= 0,5886N :**Seilkraft = 0,59N**
c) $Fn^2 + Fh^2 = G^2$; Fn = G .(√24) / 5 = 2,883539N ; **Normalkraft = 2,9N**
2) a) Beschleunigte Bewegung. B) Fr= Fh; Fr= μ_h . Fn ; μ_h = 1/(√24) = 0,2041241 ; **Haftreibungszahl = 0,2**

Aufgabe 2: **~~(α = 36,8°)~~ ;** μ_g = 30/50 =0,6

Mechanikaufgaben zur Formelsammlung

1. Ein hilfsbereiter Junge hat den 12kg schweren Einkaufswagen seiner Mutter in der Halle des Einkaufszentrums 18 m weit mit einer Kraft von 15N geschoben. Berechne die Arbeit die er dabei verrichtet hat.
2. Ein 12kg schwerer Einkaufswagen wird in der Halle des Einkaufszentrums 18 m weit mit einer Kraft von 15N während 5,36 Sekunden von einem hilfsbereiten Jungen geschoben. Berechne die Leistung des Jungen.

3. Ein hilfsbereiter Junge hat den 12kg schweren Einkaufswagen seiner Mutter (der reibungslos rollt) in der Halle des Einkaufszentrums mit einer Kraft von 15N geschoben. Berechne die Beschleunigung.

4. Ein 12kg schwerer Einkaufswagen (der aber auf dem glatten Boden reibungslos rollt) wird in der Halle des Einkaufszentrums 18 m weit mit einer Beschleunigung von 1,25 $m.s^{-2}$ aus dem Stillstand geschoben . a) Dauer der Fahrt? b) Erreichte Geschwindigkeit?

5. Ein hilfsbereiter Junge schiebt den 12kg schweren Einkaufswagen seiner Mutter aus dem Stillstand während 5,36 Sekunden mit einer Beschleunigung von 1,25 $m.s^{-2}$ an. Welche Geschwindigkeit wird dabei erreicht?

6. Ein 12kg schwerer Einkaufswagen (der aber auf dem glatten Boden reibungslos rollt) wird angeschoben bis er die Geschwindigkeit von 6,7 $m.s^{-1}$ erreicht. Berechne seine Bewegungsenergie.

7. Ein 12kg schwerer Einkaufswagen wird auf dem Parkplatz vor dem Einkaufzentrums mit einer Kraft F_a von 15N geschoben . Wegen Reibungen bleibt seine Geschwindigkeit bei 6,7 $m.s^{-1}$ konstant. Berechne die Rollreibungszahl der Räder auf dem Teer.

8. Ein hilfsbereiter Junge hat den 12kg schwerer Einkaufswagen seiner Mutter (der aber reibungslos rollt) mit einer Kraft F_a von 15N auf einer glatten Fahrbahn bergauf mit einer konstanten Geschwindigkeit von 6,7 $m.s^{-1}$ geschoben. Berechne den Neigungswinkel der Fahrbahn.

9. Ein Wagen fährt in 5,36 Sekunden eine Strecke von 18m vor einem Radar vorbei. Der Radar zeigt eine Geschwindigkeit von 6,7 $m.s^{-1}$ an. Was ist erstaunlich? Erkläre?

10. Berechne die Dichte der Erde. Sie hat eine Masse von $5{,}97 \cdot 10^{24}$ kg und einen Radius von 6370km.

11. Eine Schleuder besteht aus einem Stein der an einem Faden in einer vertikalen Ebene gedreht wird. A)Skizze? B)Zeichne den Geschwindigkeitsvektor wenn der Stein seinen Höhepunkt erreicht. C) Beim Höhepunkt wird der Faden losgelassen. Wird der Stein senkrecht oder Waagerecht weggeschleudert? Begründe.

12. Mit welcher Kraft muss man ein 2 kg schweres Brett gegen die Betonwand drücken damit es nicht abwärts rutscht? Die Haftreibungszahl zwischen Holz und Beton ist hier 0,9.

13. Wie Stark ist das Gravitationsfeld auf der Höhe eines geostationären Satelliten (d.h. auf 36000km Höhe oder 42 000km vom Erdmittelpunkt). Masse der Erde $5{,}97 \cdot 10^{24}$ kg

14. Welche Kraft braucht es um eine Standardtafel Schweizer Schokolade (100g) am Herstellungsort zu heben? Welche Kraft bräuchte man auf der Höhe eines geostationären Satelliten (dort ist das Gravitationsfeld g_s = 0,225 $m.s^{-2}$)

15. Ein Satellit befindet sich 42000km vom Erdmittelpunkt entfernt. Er erfährt dort eine zentripetale Beschleunigung von g_s = 0,225 $m.s^{-2}$. Berechne seine Geschwindigkeit.

16. Ein Satellit kreist um die Erde mit der Winkelgeschwindigkeit von $7{,}32 \cdot 10^{-5}$ Rad/Sek. Berechne die Umlaufdauer. Erkläre warum man diesen Satelliten „geostationär“ nennt.

CD240105

1. Berechne die Winkelgeschwindigkeit bei einer Drehzahl von 50 Umdrehungen pro Sekunde.
2. Welche Geschwindigkeit hat ein Satellit der dank einer Beschleunigung von 0,225 $m.s^{-2}$ in der Entfernung von 42000 km zum Erdmittelpunkt um die Erde kreist?
3. a)Wieviel chemische Energie verbraucht ein Notstromaggregat, um 6MJ elektrische Energie zu erzeugen? Der Ottomotor arbeitet bei 2330°C, die Abgase haben eine Temperatur von 700°C. b) Wieviel Benzin braucht es ? (Heizwert 42 MJ/kg ; Dichte 780 kg/m^3 .)c) Wie könnte man das Benzin effizienter einsetzen?
4. Welche Menge Wasser muss durch das Wasserkraftwerk fliessen, um 6MJ zu erzeugen. Der Stausee befindet sich in Steg (1300m üM), und die Turbine in Vaduz (460 m üM).
5. . Wie lange Zeit muss ein Gerät von 1,67 kW eingeschaltet sein, um eine Energie von 6MJ umzusetzen?
6. Wieviel elektrische Energie braucht die Herdplatte, um 3,6MJ Wärmeenergie an die Pfanne zu liefern, wenn man annimmt, dass der Wirkungsgrad der Wärmeübertragung von Platte zu Pfanne 60% bertägt ?
7. Welche Menge Wasser bei 100°C kann man verdampfen, mit 3,6MJ Wärmeenergie? (Die spezifische Verdampfungswärme von Wasser ist 2257 $kJ \cdot kg^{-1}$)
8. Welche Menge Wasser bei 4°C kann man zum kochen bringen, mit 3,6MJ Wärmeenergie? (Die Wärmekapazität des Wassers ist 4180 $J \cdot kg^{-1} \cdot K^{-1}$)

e

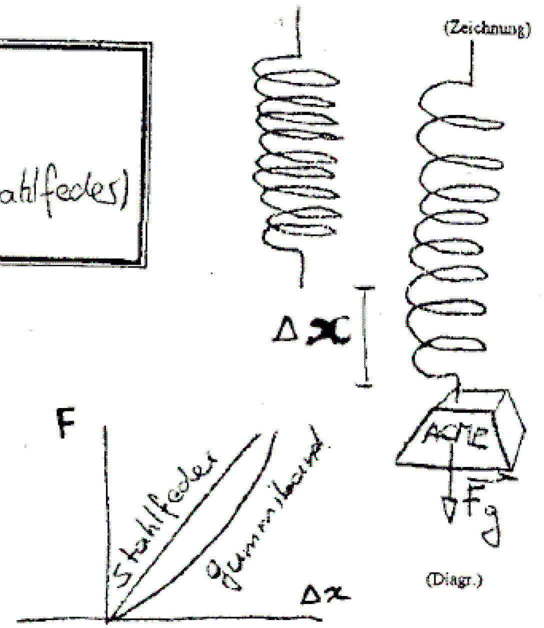
(Name des Gesetzes)

Formel

$$|F| = D \cdot \Delta x$$ (nur bei der Stahlfeder)

(Benennungen)

Symbol	Bedeutung	SI-Einheit Name	SI-Einheit Symbol
$\lvert F \rvert$	Zugkraft	Newton	N
D	Federkonstante	Newton/m	$N \cdot m^{-1}$
Δx	Deformation	Meter	m



Ein 50 kg schwerer Jugendliche setzt sich auf ein Stahlgerüst welches dabei um 0,1 mm nachgibt. Man betrachte das Stahlgerüst annähernd wie eine Stahlfeder. Bestimme die Federkonstante.

$$|F| = D \cdot \Delta x \Rightarrow D = \frac{F}{\Delta x} \Rightarrow D = \frac{490}{0{,}1 \cdot 10^{-3}} = 4{,}9 \cdot 10^{6}\ N \cdot m^{-1}$$

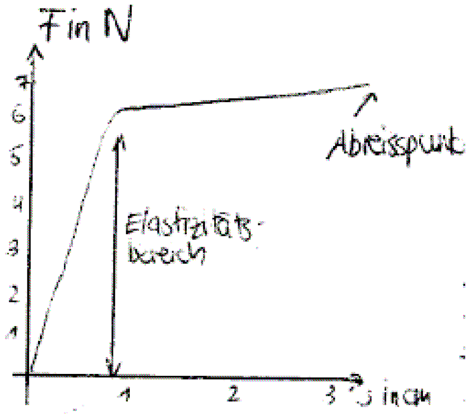
$$F = m \cdot g = 50 \cdot 9{,}81 = 490\,N$$

Titel (Name des Gesetzes) Hooke'sches Gesetz ✓

Formel

$$D = \frac{F}{s}$$

(Zeichnung)



(Diagr.)

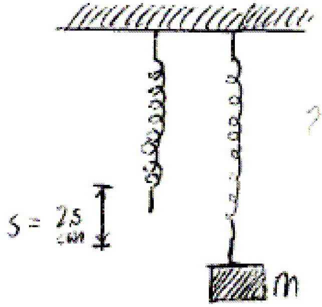
(Berenzungen)

Newton pro Meter

Symbol	Bedeutung	SI-Einheit Name	Symbol
D	Federkonstante	~~[illegible]~~	$N \cdot m^{-1}$
F	Zugkraft	Newton	N
s	Strecke	Meter	m

Nummerisches Beispiel

Aufgabenstellung (mit Zeichnung)	Lösung
Welche Kraft verlängert die Feder um s = 2,5 cm ?, D = 0,7 N/cm	$D = \frac{F}{s} \Rightarrow F = D \cdot s$ $\Rightarrow F = 0{,}7 \cdot 2{,}5 = \underline{\underline{1{,}8\ N}}$



Reibungskraft

(Gleitreibung oder Rollreibung)

Formel

siehe auch Haftreibung

$$F_R = \mu \cdot F_N$$

(Berenzungen)

Symbol	Bedeutung	SI-Einheit Name	SI-Einheit Symbol
F_R	Reibungskraft	Newton	N
F_N	Normalkraft	Newton	N
μ	Reibungszahl		

(Diagr.)

Nummerisches Beispiel

Aufgabenstellung (mit Zeichnung)	Lösung
Ein 12 kg schwerer Einkaufswagen wird mit einer Kraft F_a = 15 N geschoben. Wegen Reibungen bleibt seine Geschwindigkeit bei 6,7 $m \cdot s^{-1}$ konstant. Berechne die Roll-Reibungszahl.	• $v = \text{konst} \Rightarrow a = 0 \Rightarrow \vec{F_a} + \vec{F_R} = \vec{0} \Rightarrow F_R = 15\,N$ • F_N ist hier die Gewichtskraft $\Rightarrow F_N = 12 \cdot 9{,}81 = 117\,N$ • $F_R = \mu F_N \Rightarrow \mu = \frac{F_R}{F_N} = \frac{15}{117} = 0{,}128$

NAME, DATUM, KLASSE

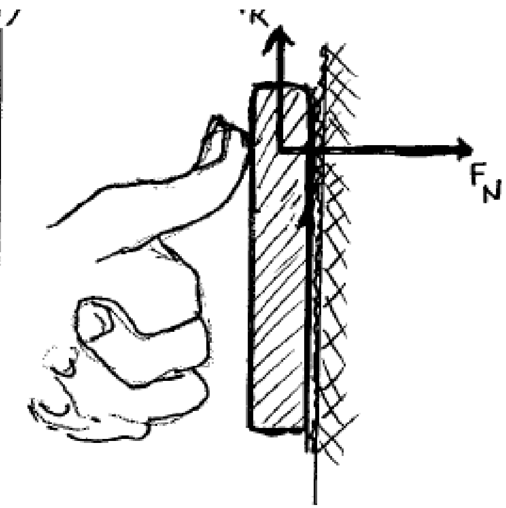
Aussprache μ = Mü

Haftkraft

(oder Haftreibungskraft)

Formel

$$F_R = \mu \cdot F_N$$



(Berenzungen)

Symbol	Bedeutung	SI-Einheit Name	SI-Einheit Symbol
F_R	Reibungskraft	Newton	N
F_N	Normalkraft	Newton	N
μ	Haftreibungszahl	—	—

Nummerisches Beispiel

Aufgabenstellung (mit Zeichnung)

Mit welcher Kraft muss man eine 2 kg schwere Latte an die Wand andrücken damit sie nicht rutscht. Haftreibung hier 0,9

- Wir berechnen die Gewichtskraft $F_G = m \cdot 9{,}81 = 2 \cdot 9{,}81 = 19{,}62\,N$
- Wenn die Latte anfängt zu rutschen ist $F_R = F_G = 19{,}62\,N$
- wir berechnen die Normalkraft $F_R = \mu F_N \Longrightarrow F_N = \frac{F_R}{\mu} = \frac{19{,}62}{0{,}9} = 21{,}8\,N$

« Der Finger muss mindestens 21 N ausüben »

Aussprache μ = Mü

Geneigte Ebene

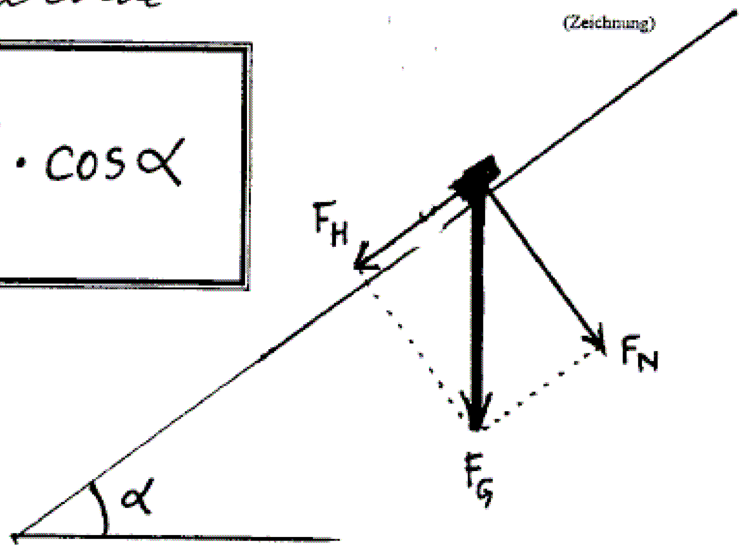
Titel (Name des Gesetzes)

Kräfte auf der geneigten Ebene

2 Formel

$F_H = F_G \cdot \sin\alpha$	$F_N = F_G \cdot \cos\alpha$

(Zeichnung)



(Berenzungen)

Symbol	Bedeutung	SI-Einheit Name	SI-Einheit Symbol
F_G	Gewichtskraft	Newton	N
F_H	Hangabtriebskraft		
F_N	Normalkraft		
α	Neigungswinkel		

Nummerisches Beispiel

Ein 12 kg schwerer Einkaufswagen wird reibungslos mit einer Kraft von $F_a = 15$ N bergauf geschoben mit einer konstanten Geschwindigkeit von $6{,}7\ m \cdot s^{-1}$
Berechne den Neigungswinkel der Fahrbahn.

- $v = \text{Konst} \Rightarrow a = 0 \Rightarrow \vec{F_a} + \vec{F_H} = \vec{0} \Rightarrow F_H = 15\,N$
- $F_G = m \cdot g \Rightarrow F_G = 12 \cdot 9{,}81 = 117\,N$
- $F_H = F_G \sin\alpha \Rightarrow \sin\alpha = \frac{F_H}{F_G}$

$\Rightarrow \sin\alpha = \frac{15}{117} = 0{,}127$

$\boxed{\alpha = 7{,}32^\circ}$

Definition der Dichte

(Zeichnung)

Formel

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

(Berenzungen)

Symbol	Bedeutung	SI-Einheit	
		Name	Symbol
ρ	Dichte	Kilo/Kubikm.	kg/m^3
m	Masse	Kilogramm	kg
V	Volumen	Kubikmeter	m^3

Nummerisches Beispiel

Aufgabenstellung (mit Zeichnung)	Lösung
Die Erde ist eine Kugel mit einem Radius von 6 370 km. Ihre Masse beträgt $5{,}97 \cdot 10^{24}$ kg	• Volumen der Kugel? man weiss dass $V = \frac{4}{3}\pi R^3$ hier $R = 6370\,km = 6{,}37 \cdot 10^6\,m$ $V = \frac{4}{3}\pi (6{,}37 \cdot 10^6)^3 = \frac{4}{3}\pi \cdot 2{,}58 \cdot 10^{20} \simeq 1{,}08 \cdot 10^{21}\,m^3 \simeq 10^{21}\,m^3$
Berechne die mittlere Dichte.	• Dichte? $\rho = \frac{5{,}97 \cdot 10^{24}}{10^{21}} \simeq 5{,}97 \cdot 10^3\,kg/m^3 \simeq 6000\,kg/m^3$
Vergleiche mit der Dichte von Wasser.	• Wasser hat eine Dichte von $1000\,kg/m^3$ $\Rightarrow$ Resultat glaubwürdig

Caroline Schädler

DATUM, KLASSE

Aussprache: ρ = Ro

Gewichtskraft

Formel

$$F_G = m \cdot g$$

(Berenzungen)

Symbol	Bedeutung	SI-Einheit Name	SI-Einheit Symbol
F_G	Gewichtskraft	Newton	N
g	Ortsfaktor, Fallbeschleunigung	Newton / Kilogramm	N/kg
m	Masse	Kilogramm	kg

(Diagr.)

Nummerisches Beispiel

Aufgabenstellung (mit Zeichnung)	Lösung

Wie Schwer ist eine 100 g-Tafel schokolade (a) in der Schweiz (b) auf 36 000 km Höhe wo $|g_s| = 0{,}225\ m \cdot s^{-2}$

(a) $g = 9{,}81 \Rightarrow F = 0{,}1 \cdot 9{,}81 \simeq 1\ N$

(b) $F = 0{,}1 \cdot 0{,}225 = 22{,}5\ mN$ (ca 40 mal leichter)

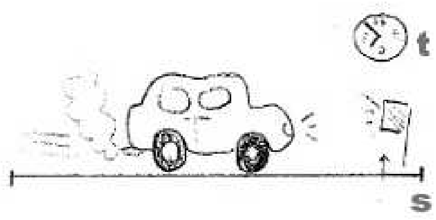
Geschwindigkeit

(Definitionsformel)

Formel

$$v = \frac{\Delta s}{\Delta t}$$

(Bemerkungen) nur gültig bei konstanter Geschwindigkeit. sonst $v = \frac{ds}{dt}$



(Diagr.)

Symbol	Bedeutung	SI-Einheit Name	SI-Einheit Symbol
v	Geschwindigkeit		m/s
s	Weg	meter	m
t	Zeit	sekunden	s

M.-oben

Nummerisches Beispiel

Ein Wagen fährt in 5,36 Sekunden eine Strecke von 18 m

ⓐ Geschwindigkeit? ⓑ Der Radar gibt einen Wert von 6,7 m·s⁻¹. Erkläre.

ⓐ $v = \frac{\Delta s}{\Delta t} = \frac{18}{5{,}36} = 3{,}358\,m/s$

umrechnung in km/h (Fakultativ)

$3{,}358\,m \longleftrightarrow 1\,s$

$3{,}358 \cdot 3600 \longleftrightarrow 1\,h$

$v = 3{,}358 \cdot 3600 = 12089\,m/h$

$\boxed{v = 12\,km/h}$

ⓑ Der Radar misst die Momentangeschwindigkeit wahrscheinlich war die Geschwindigkeit nicht konstant.

(vergleiche: gleichf. beschl. Bew)

NAME, DATUM, KLASSE

Beschleunigung

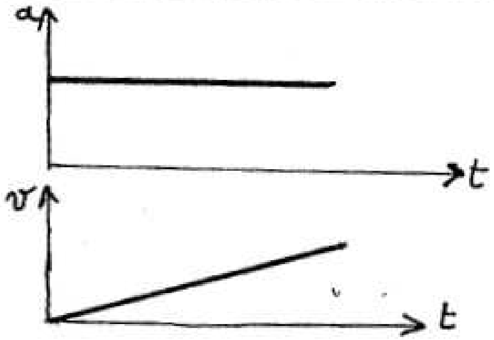
(Definitionsformel)

Formel

$$a = \frac{\Delta v}{\Delta t}$$

(Benennungen)

eigentlich $a = \frac{dv}{dt}$



Symbol	Bedeutung	SI-Einheit Name	SI-Einheit Symbol
a	Beschleunigung in $\frac{m/s}{s}$		$m \cdot s^{-2}$
Δv	Veränderung der Geschwindigkeit		$m \cdot s^{-1}$
Δt	verstrichene Zeit	Sekunden	s

Nummerisches Beispiel

Ein Einkaufswagen wird während 5,36 Sekunden aus dem Stillstand mit einer Beschleunigung von $1{,}25\ m \cdot s^{-2}$ geschoben. Erreichte Geschwindigkeit?

$$a = \frac{\Delta v}{\Delta t} \Rightarrow \Delta v = a \cdot \Delta t = 1{,}25 \cdot 5{,}36 = 6{,}7\ m \cdot s^{-1}$$

$$\Delta v = v - v_0 \Rightarrow v = v_0 + \Delta v \quad \text{hier } v_0 = 0 \Rightarrow v = 6{,}7\ m \cdot s^{-1}$$

(vergleiche "gleichf. Beschl. Bew.")

Andr. [illegible] 2000

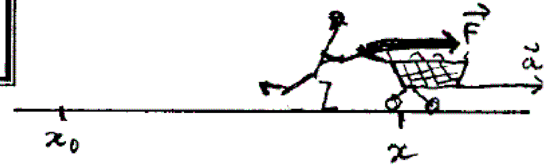
DATUM, KLASSE

Gleichförmig beschleunigte Bewegung

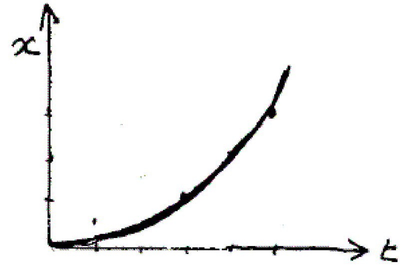
Formel

$$\boxed{x = \frac{1}{2} a t^2 + v_0 t + x_0}$$

durch 1. Abl.: $\frac{dx}{dt} = v = at + v_0$



Symbol	Bedeutung	SI-Einheit Name	SI-Einheit Symbol
x	zurückgelegte Strecke		m
t	Zeit		s
a	Beschleunigung		$m \cdot s^{-2}$
v_0	Anfangsgeschwindigkeit		$m \cdot s^{-1}$
x_0	Abszisse des Starts		m



Nummerisches Beispiel

Aufgabenstellung (mit Zeichnung)	Lösung
Ein 12 kg schwerer Einkaufswagen wird 18 m weit mit einer Beschleunigung von $1{,}25\ m \cdot s^{-2}$ aus dem Stillstand reibungslos geschoben.	a) $v_0 = 0$ $x_0 = 0$ $\Rightarrow$ $x = \frac{1}{2} a t^2 \Rightarrow t^2 = \frac{2x}{a}$ $x = 18\,m$, $a = 1{,}25\, m \cdot s^{-2}$ $\Longrightarrow$ $t^2 = \frac{2 \cdot 18}{1{,}25} = 28{,}8$ $t = \sqrt{28{,}8} = 5{,}36$ Sekunden
a) Dauer der Fahrt? b) Erreichte Geschw.?	b) $v_0 = 0 \Longrightarrow v = a \cdot t$ $= 1{,}25 \cdot 5{,}36 = 6{,}7\ m \cdot s^{-1}$ achtung! vergl: Def von v

1.Newton - Axiom

Titel (Name des Gesetzes) 1. Axiom von Newton (Trägheitssatz)

(Zeichnung)

> Wenn **keine** Kraft auf einen Körper wirkt, bleibt seine Bewegung gleichförmig (geradlinig)

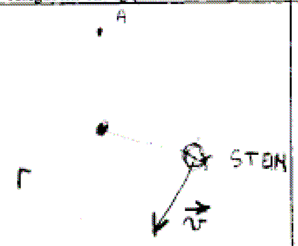
(Bemerkungen)

$$\vec{F} = \vec{0} \iff \vec{v} = \overline{\text{Konst}}$$

Symbol	Bedeutung	SI-Einheit	
		Name	Symbol

(Diagr.)

Nummerisches Beispiel

Aufgabenstellung (mit Zeichnung)	Lösung
	1) $\vec{v}$ ist tangential! A $\longrightarrow \vec{v}$ 2) nach rechts. Weil im Moment des Reissen des Fadens $\vec{v}$ nach rechts gerichtet war. Der Stein ist jetzt Kraftlos also bleibt $\vec{v}$ konstant in Betrag und Richtung.

1) zeichne $\vec{v}$ wenn der Stein beim Punkt A ist.
2) Der Faden reisst bei A Fliegt der Stein nach oben oder nach rechts (Erdanziehung vernachlässigen!)

2.Newton - Axiom

Titel (Name des Gesetzes) 2. Axiom von Newton

(Zeichnung)

Formel

$$\boxed{\vec{F} = m \cdot \vec{a}}$$

(Berenzungen)

Symbol	Bedeutung	SI-Einheit Name	SI-Einheit Symbol
F	Kraft	Newton	N
m	Masse	Kilogramm	kg
a	Beschleunigung		$m \cdot s^{-2}$

(Diagr.)

Nummerisches Beispiel

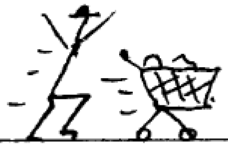
Aufgabenstellung (mit Zeichnung)	Lösung
Ein 12 kg schwerer Einkaufswagen wird reibungslos mit einer Kraft von 15 N geschoben. Berechne die Beschleunigung	$F = ma \Longrightarrow a = \frac{F}{m} = \frac{15}{12} = 1{,}25\ m \cdot s^{-2}$

Kinetische Energie

Titel (Name des Gesetzes)

Formel

$$\boxed{E_k = \frac{1}{2} \cdot m \cdot v^2}$$



(Berenzungen)

Symbol	Bedeutung	SI-Einheit	
		Name	Symbol
E_k	Kinetische Energie		J
m	Masse		kg
v	Geschwindigkeit		m/s

Nummerisches Beispiel

Aufgabenstellung (mit Zeichnung)	Lösung
Ein 12 kg schwerer Einkaufswagen wird reibungslos geschoben bis seine Geschwind. $6{,}7\ m.s^{-1}$ erreicht. Berechne seine Bewegungsenergie.	$E_k = \frac{1}{2} \cdot 12 \cdot (6{,}7)^2 = 269{,}3\ J \simeq 270\ J$ (Die Kinetische Energie ist ca. 270 J was der Beschleunigungsarbeit entspricht.) (vergleiche: "Arbeit einer Kraft")

Potentielle Energie

Titel (Name des Gesetzes)

Formel

$$E_p = m \cdot g \cdot h$$

(Berenzungen)

Symbol	Bedeutung	SI-Einheit Name	SI-Einheit Symbol
E_p	Potentielle Energie		J
m	Masse		kg
h	Höhenunterschied		m

$g = 9{,}81\ m.s^{-2}$

(Diagr.)

Nummerisches Beispiel

Aufgabenstellung (mit Zeichnung)	Lösung
Wieviel Wasser aus Steg braucht das Kraftwerk in Vaduz um 6 MJ elektr. Energie zu erzeugen. Vaduz 460m.ü.M. Stausee Steg 1300m ü.M	$E_p = m\,g\,h \Rightarrow m = \frac{E_p}{g\,h}$ $h = 1300 - 460 = 840\,m$ $g = 9{,}81$ $E = 6 \cdot 10^6\,J$ $\Rightarrow m = \frac{6 \cdot 10^6}{840 \cdot 9{,}81} = 728\,kg$ « man braucht mindestens 730 Liter Wasser »

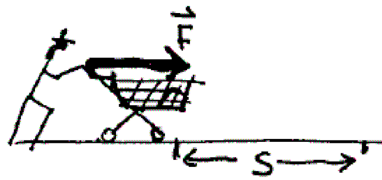
Arbeit einer Kraft

Formel

$$\boxed{E = W = F \cdot s}$$

(Berenzungen)

nur wenn $F \parallel s$ $\quad$ $\boxed{W = 0 \text{ wenn } F \perp s}$



Symbol	Bedeutung	SI-Einheit	
		Name	Symbol
E oder W	Mechanische Energie (Arbeit)	Joule	J
F	Kraft	Newton	N
s	Strecke	Meter	m

Nummerisches Beispiel

Aufgabenstellung (mit Zeichnung)	Lösung
Ein 12 kg schwerer Einkaufswagen wird 18 m weit mit einer Kraft von 15 N geschoben. Berechne die Arbeit	$W = 15 \cdot 18 = 270\ J$

Mechanische **Leistung**

Titel (Name des Gesetzes)

Definition der mechanischen Leistung

(Zeichnung)

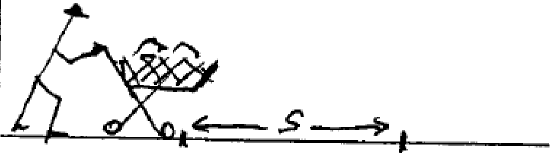
Formel

$$P = \frac{W}{t}$$

siehe auch

$$P = \frac{E}{t}$$

(Berenzungen)



Symbol	Bedeutung	SI-Einheit Name	Symbol
P	Leistung (Power)	Watt	W
W	Arbeit (Work)	Joule-Newtonmeter	J
t	Zeit (Time)	Sekunden	s

Nummerisches Beispiel

Ein 12 kg schwerer Einkaufswagen wird 18m weit mit einer Kraft von 15 N in 5,36 Sekunden geschoben. Berechne die Leistung des Kunden.

- $W = F \cdot s = 15 \cdot 18 = 270\,J$
- $P = W/t = 270/5{,}36 = 50{,}3\,W$

« Die Leistung beträgt ca 50 Watt »

Dominik Ballner 6.12.2000 Klasse 8C

Leistung

(Allgemeine **Definitionsformel**)

Formel

$$P = \frac{E}{t}$$

(Berenzungen)

Symbol	Bedeutung	SI-Einheit	
		Name	Symbol
P	Leistung	Watt	W
E	Energie	Joule	J
t	Zeit	Sekunde	s

(Diagr.)

Nummerisches Beispiel

Aufgabenstellung (mit Zeichnung)	Lösung
Wieviel Energie braucht ein 1,67kW Kochplatte wenn sie 1 Stunde lang eingeschaltet ist	$P = \frac{E}{t} \Rightarrow E = P \cdot t$ $\left.\begin{array}{l} P = 1{,}67 \cdot 10^3\,W \\ t = 1h = 3600\,s \end{array}\right\} \Rightarrow E = 1{,}67 \cdot 10^3 \cdot 3{,}6 \cdot 10^3 = 6{,}012 \cdot 10^6\,J$ « die Kochplatte verbraucht 6 Megajoule elektrische Energie »

Wirkungsgrad

Titel (Name des Gesetzes)

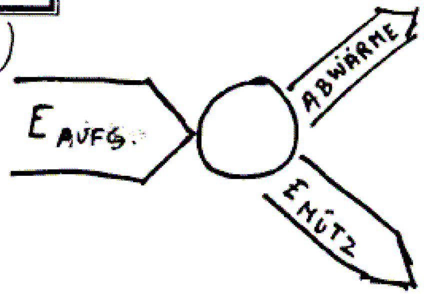
Definition des Wirkungsgrads

Formel

$$\boxed{\eta = \frac{E_{\text{NÜTZ.}}}{E_{\text{AUFG.}}}}$$

(Berenzungen)

$\eta < 100\%$ (Energieerhaltungssatz)



(Diagr.)

Symbol	Bedeutung	SI-Einheit Name	SI-Einheit Symbol
η	Wirkungsgrad	—	—
$E_{\text{NÜTZ}}$	Nützliche Energie	Joule	J
$E_{\text{AUFG.}}$	aufgewendete Energie	Joule	J

Nummerisches Beispiel

Aufgabenstellung (mit Zeichnung)	Lösung
Wieviel elektrische Energie braucht eine Kochplatte um 3,6 MJ Wärme dem Kochtopf zu liefern mit einem Wirkungsgrad von 60%	$\eta = \frac{E_{\text{Wärme}}}{E_{\text{elekt.}}} \Rightarrow E_{\text{elekt.}} = \frac{E_{\text{Wärme}}}{\eta}$ $E_{\text{elekt.}} = \frac{3,6}{0,6} = 6\ \text{MJ}$

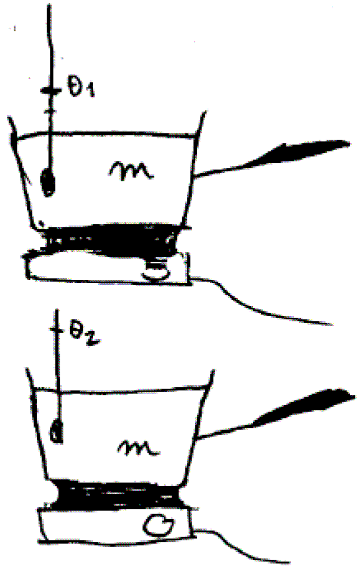
Wärme-Energie

Titel (Name des Gesetzes) Energieanfwand bei Erwärmung

Formel

$$E = m \cdot c \cdot \Delta\theta$$

(Berenzungen)



Symbol	Bedeutung	SI-Einheit Name	SI-Einheit Symbol
E	Wärmeenergie	Joule	J
m	Masse	Kilogramm	kg
c	Spezifische Wärme des Stoffs		$J \cdot kg^{-1} K^{-1}$
$\Delta\theta$	Temperaturänderung	Kelvin (oder °C)	K

Aussprache:
Δ Delta
θ Teta

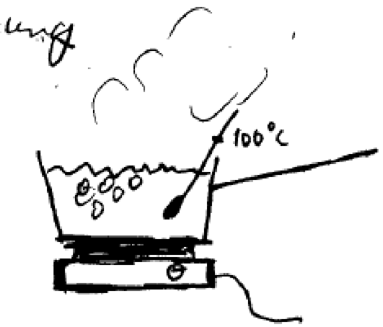
Nummerisches Beispiel

Aufgabenstellung (mit Zeichnung)	Lösung
Wieviel Wasser bei 4 °C kann man 3,6 MJ zum Siedepunkt bringen $c_{H_2O} = 4180 J \cdot kg^{-1} K^{-1}$	$E = mc\Delta\theta \Rightarrow m = \frac{E}{c\,\Delta\theta}$ $E = 3{,}6 MJ = 3{,}6 \cdot 10^{+6} J$ $c = 4180 J \cdot kg^{-1} K^{-1}$ $\Delta\theta = 100°C - 4°C = 96°C = 96 K$ $\Rightarrow m = \frac{3{,}6 \cdot 10^6}{4{,}18 \cdot 10^3 \cdot 96} = 8{,}971 kg$ « man kann maximal 8,9 Liter Wasser zum sieden bringen »

Titel (Name des Gesetzes) Energieanfwand bei Agregatszustandsänderung

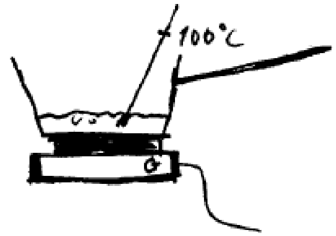
Formel

$$E = m \cdot L$$



(Berenzungen)

Symbol	Bedeutung	SI-Einheit Name	SI-Einheit Symbol
E oder Q	Wärmeenergie	Joule	J
m	Masse	Kilogram	kg
L	Spezifische Schmelz- bzw Verdampfungs- Wärme		$J \cdot kg^{-1}$



Nummerisches Beispiel

Aufgabenstellung (mit Zeichnung)	Lösung
wieviel wasser kann man mit 3,6 MJ bei 100°C verdampfen Verdampfungswärme von H_2O = 2257 kJ/kg	$E = m \cdot L \Rightarrow m = \frac{E}{L}$ $E = 3{,}6$ MJ $= 3{,}6 \cdot 10^6$ J $L = 2257$ kJ/kg $= 2{,}257 \cdot 10^6\ J \cdot kg^{-1}$ $m = \frac{3{,}6 \cdot 10^6}{2{,}257 \cdot 10^6} = 1{,}595$ kg «man kann maximal 1,5 liter Wasser verdampfen»

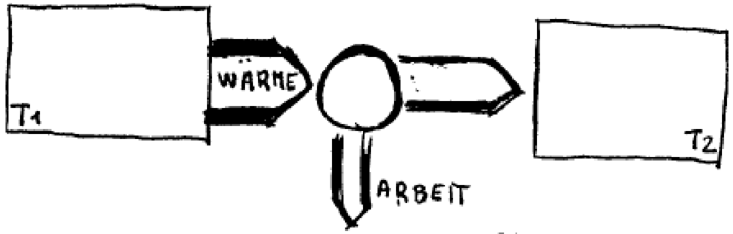
Titel (Name des Gesetzes) Maximaler Wirkungsgrad eine Wärmekraftmaschine

Formel

$$\boxed{\eta < 1 - \frac{T_2}{T_1}}$$

(Berenzungen)

Symbol	Bedeutung	SI-Einheit Name	SI-Einheit Symbol
η	Wirkungsgrad	—	
T_2	Tiefste Temperatur	Kelvin	K
T_1	Höchste Temperatur	Kelvin	K



(Diagr.)

Nummerisches Beispiel

Aufgabenstellung (mit Zeichnung)	Lösung
ⓐ Wieviel chemische Energie braucht ein Notstromaggregat um 6 MJ elektr. Energie zu erzeugen.	• $\eta = ?$ $T_2 = 700 + 273 = 973\,K$, $T_1 = 2330 + 273 = 2503\,K$ $\Rightarrow \eta = 1 - \frac{973}{2503} = 0{,}611$ « Der höchstmögliche Wirkungsgrad dieses Benzinmotors ist 61 % »

Der Benzinmotor arbeitet bei 2330 °C
Die Temperatur der Abgase ist 700 °C

• $\eta = \frac{E_{elekt}}{E_{chem}} \Rightarrow E_{chem} = \frac{E_{elektr}}{\eta} = \frac{6 \cdot 10^6}{0{,}61} = 9{,}83 \cdot 10^6\,J$

« Das Aggregat verbraucht mehr als 9.9 MJ »

ⓑ 0,23 kg
≙ 0,3 L

Aussprache : η = Eta

Längenausdehnung fester Körper

Formel

$$\boxed{\Delta l = \alpha \cdot l_0 \cdot \Delta T}$$

Eventuell : Begrenzungen.

(eventuell :Diagramm)

Formelzeichen	Bedeutung		
		SI Einheit	
α	Längen Ausdehnungskoeffizient (Längenausdehnungszahl)	K^{-1}	
l_0	Anfangslänge	Meter	
ΔT	Temperaturunterschied	Kelvin	
Δl	Längenänderung	Meter	

Nummerisches Beispiel	
Aufgabenstellung	Lösung

Gravitationsfeld eines Planeten

(Ortsfaktor , Fallbeschleunigung)

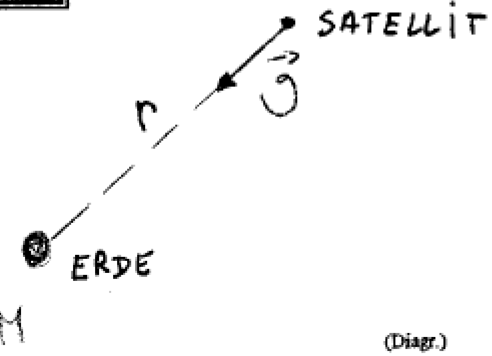
Titel (Name des Gesetzes)

Formel

$$|\vec{g}| = G \cdot m/r^2$$

(Benennungen)

Symbol	Bedeutung	SI-Einheit Name	SI-Einheit Symbol
G	universale Gravitationskonstante	$6{,}67 \cdot 10^{-11}$	SI
m	Masse des Planeten	Kilogramm	kg
r	Abstand	Meter	m
$\vec{g}$	Gravitationsfeld (= Beschleunigung)		$m.s^{-2}$



(Diagr.)

Nummerisches Beispiel

Ein Satellit befindet sich 42 000 km vom Erdmittelpunkt (36000 km über Erdoberfläche)
Wie stark ist dort das Gravitationsfeld? Masse der Erde $5{,}97 \cdot 10^{24}$ kg

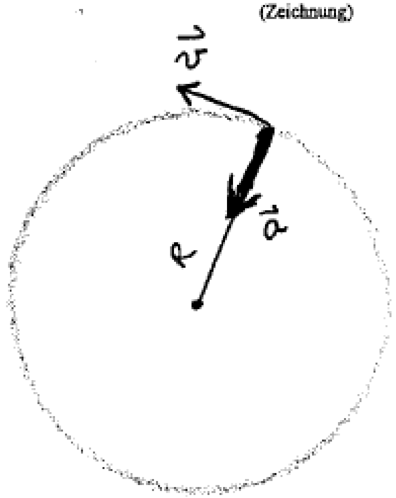
$$|\vec{g}| = 6{,}67 \cdot 10^{-11} \cdot \frac{5{,}97 \cdot 10^{24}}{(42 \cdot 10^{6})^2} = 0{,}225 \ m \cdot s^{-2}$$

(etwa 2% vom Wert auf der Erde)

Titel (Name des Gesetzes)

Zentripetale Beschleunigung

(Zeichnung)



Formel

$$\boxed{a = \frac{v^2}{R}}$$

$$a = \omega^2 R$$

Symbol	Bedeutung	SI-Einheit	
		Name	Symbol
a	zentripetalbeschleunigung		$m \cdot s^{-2}$
R	Radius der Bahn	Meter	m
v	Geschwindigkeit (Tangential)		m/s
ω	winkelgeschwindigkeit		Rad/s

Nummerisches Beispiel

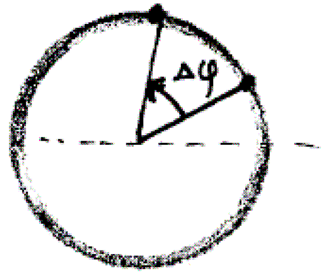
Aufgabenstellung (mit Zeichnung)	Lösung
Ein satellit befindet sich 42000km vom Erdmittelpunkt. Er erfährt eine Beschleunigung von $0{,}225 \frac{m}{s^2}$ Geschwindigkeit?	$a = \frac{v^2}{R} \Rightarrow v = \sqrt{a \cdot R} = \sqrt{0{,}225 \cdot 42 \cdot 10^6} = 3074\ m \cdot s^{-1}$ $a = \omega^2 R \Rightarrow \omega = \sqrt{\frac{a}{R}} = \sqrt{\frac{0{,}225}{42 \cdot 10^6}} = 7{,}32 \cdot 10^{-5}$ rad/s

Titel (Name des Gesetzes) Definition der Winkelgeschwindigkeit

(Zeichnung)

Formel

$$\boxed{\omega = \frac{\Delta\varphi}{\Delta t}}$$



(Berenzungen)

Symbol	Bedeutung	SI-Einheit Name	SI-Einheit Symbol
ω	winkelgeschwindigkeit	Radiant pro sekunde	rad/s
$\Delta\varphi$	durchlaufener Winkel	Radiant	rad
t	verstrichene zeit	sekunde	s

Aussprache:

ω omega

φ Fi

Δ Delta

(Diagr.)

Nummerisches Beispiel

Aufgabenstellung (mit Zeichnung)	Lösung
Ein Satellit Kreist um die Erde mit der winkelgeschw. $7{,}32 \cdot 10^{-5}$ Rad/S	1 Umdrehung $= 360° = 2\pi$ Rad $= \Delta\varphi$ $\omega = \frac{\Delta\varphi}{\Delta t} \Rightarrow \Delta t = \frac{\Delta\varphi}{\omega} = \frac{2\pi}{7{,}32 \cdot 10^{-5}} \simeq 86 \cdot 10^{3}\,s$ $86 \cdot 10^{3}\,s \mathrel{\hat{=}} \frac{86 \cdot 10^{3}}{3600}$ stunden $\simeq 24\,h$

Berechne die Umlaufdauer

«Der Satellit ist geostationär»

$$\vec{F} = m \cdot \vec{a}$$

(2. Axiom von Newton)

$$a = \frac{v^2}{r}$$

(zentripetale Beschleunigung)

Titel (Name des Gesetzes)

Zentripetalkraft

Formel

$$\boxed{F = \frac{m \cdot v^2}{r}}$$

(Zeichnung)

Symbol	Bedeutung	SI-Einheit
F	Kraft	N
m	Masse	kg
v	Geschwindigkeit	m/s
r	Radius der Bahn	m

Numerisches Beispiel

Aufgabenstellung (mit Zeichnung)	Lösung

Winkelgeschwindigkeit

Titel (Name des Gesetzes) (Zeichnung)

Formel

$$\boxed{\omega = 2\pi f}$$

Symbol	Bedeutung	SI-Einheit	
		Name	Symbol
ω	winkelgeschwindigkeit	Rad/SeK	
f	Frequenz	Hertz	Hz

$\pi = 3{,}1416 \ldots$
Aussprache PI

(Diagr.)

Nummerischer Beispiel

Aufgabenstellung (mit Zeichnung)	Lösung
$f = 50\,Hz$ $\omega = ?$	$\omega = 2 \cdot \pi \cdot 50 = 314$ Rad/s

Titel (Name des Gesetzes): Definition der Frequenz

Formel:

$$\boxed{f = \frac{1}{T}}$$

Eventuelle Begrenzungen

Formelzeichen	Bedeutung	SI Einheit: Name	SI Symbol
f	Frequenz	Hertz	Hz
T	Periode (Umlaufdauer)	Sekunde	s

Eventuell Diagramm

Numerisches Beispiel

Aufgabenstellung:

Berechne die Periodendauer bei einer Frequenz von 50 Hz

Lösung:

$$f = \frac{1}{T} \Longrightarrow T = \frac{1}{f} = \frac{1}{50}$$

$$T = 20 \cdot 10^{-3}\,s = 20\,ms$$

Bahngeschwindigkeit

$$\boxed{v = \omega \cdot r}$$

v	Bahngeschw.	m/s
ω	Winkelgeschw.	Rad/s
r	Radius der Bahn	Meter m

Ein Satellit kreist mit $7{,}32 \cdot 10^{-5}$ Rad/s (geostationär). Wie schnell ist er bei 42000 km vom Erdmittelpunkt (36000 km Höhe)

$$v = 7{,}32 \cdot 10^{-5} \cdot 42\,000 \cdot 10^{3}$$

$$= 3074 \text{ m/s}$$

$$(v \simeq 11066 \text{ km/h})$$