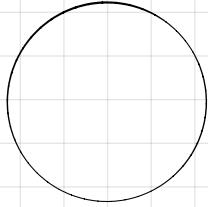


Geometrie

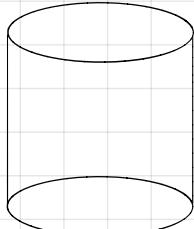


$$\text{Umfang: } U = 2 \cdot r \cdot \pi$$

$$\text{Fläche: } A = \pi \cdot r^2 \quad \text{oder} \quad \frac{\pi}{4} \cdot d^2$$

$$\text{Oberfläche: } O = 4 \cdot \pi \cdot r^2$$

$$\text{Volumen: } V = \frac{4}{3} \pi \cdot r^3$$



$$\text{Oberfläche: } O = 2 \cdot \pi \cdot r^2 + 2 \cdot \pi \cdot r \cdot h$$

$$\text{Volumen: } V = \pi \cdot r^2 \cdot h$$

Zylinder

Einheiten

$$1L = 0,001m^3$$

$$1 \text{ bar} = 1 \frac{N}{m^2} = 100000 \text{ Pa}$$

Periode	Gruppe
1	1 He
2	2 H Wasserstoff
3	3 Li Lithium
4	4 Be Beryllium
5	5 Na Magnesium
6	6 Mg
7	7 K Calcium
8	8 Ca Scandium
9	9 Sc
10	10 Ti Titan
11	11 V Vanadium
12	12 Cr Chrom
13	13 Mn Mangan
14	14 Fe Eisen
15	15 Co Cobalt
16	16 Ni Nickel
17	17 Cu Kupfer
18	18 Zn Zink
19	19 Ga Gallium
20	20 Ge Germanium
21	21 As Arsen
22	22 Se Selen
23	23 Cl Chlor
24	24 Ar Argon
25	25 Kr Krypton
26	26 Xe Xenon
27	27 Rb Rubidium
28	28 Sr Strontium
29	29 Y Yttrium
30	30 Zr Zirkonium
31	31 Nb Niob
32	32 Mo Molybdän
33	33 Tc Technetium
34	34 Ru Ruthenium
35	35 Rh Rhodium
36	36 Pd Palladium
37	37 Ag Silber
38	38 Cd Cadmium
39	39 In Indium
40	40 Sn Zinn
41	41 Sb Antimon
42	42 Te Tellur
43	43 Iod
44	44 Cs Caesium
45	45 Ba Barium
46	46 La Lanthan
47	47 Hf Hafnium
48	48 Ta Tantal
49	49 W Wolfram
50	50 Re Rhenium
51	51 Os Osmium
52	52 Ir Iridium
53	53 Pt Platin
54	54 Au Gold
55	55 Hg Quecksilber
56	56 Tl Thallium
57	57 Pb Blei
58	58 Bi Bismut
59	59 Po Polonium
60	60 At Astat
61	61 Rn Radon
62	62 Fr Francium
63	63 Ra Radium
64	64 Ac Actinium
65	65 Ce Cer
66	66 Pr Praseodym
67	67 Nd Neodym
68	68 Sm Samarium
69	69 Eu Europium
70	70 Gd Gadolinium
71	71 Tb Terbium
72	72 Dy Dysprosium
73	73 Ho Holmium
74	74 Er Erbium
75	75 Tm Thulium
76	76 Yb Ytterbium
77	77 Lu Lutetium
78	78 Lanthanoide
79	79 Actinoide
80	80 Th Thorium
81	81 Pa Protactinium
82	82 U Uranium
83	83 Np Neptunium
84	84 Pu Plutonium
85	85 Am Americium
86	86 Cm Curium
87	87 Bk Berkelium
88	88 Cf Californium
89	89 Es Einsteinium
90	90 Md Mendelevium
91	91 No Nobelium
92	92 Lr Lawerenceum

Umrechnung Temperaturen

	Kelvin	Grad Celsius	Grad Fahrenheit
Kelvin	-	$\{T\}_K = \{t\}^{\circ}_C + 273,15$	$\{T\}_K = (\{t\}^{\circ}_F + 459,67) \cdot \frac{5}{9}$
Grad Celsius	$\{t\}^{\circ}_C = \{T\}_K - 273,15$	-	$\{t\}^{\circ}_C = (\{t\}^{\circ}_F - 32) \cdot \frac{5}{9}$
Grad Fahrenheit	$\{t\}^{\circ}_F = \{T\}_K \cdot \frac{9}{5} - 459,67$	$\{t\}^{\circ}_F = \{t\}^{\circ}_C \cdot \frac{9}{5} + 32$	-

Wärmeausdehnung Festkörper

Länge	$\Delta l \approx l_0 \cdot \alpha \cdot \Delta T$	$l_1 = l_0(1 + \alpha \cdot \Delta T)$
Fläche	$\Delta A \approx A_0 \cdot 2 \cdot \alpha \cdot \Delta T$	$A_1 = A_0(1 + \alpha \cdot \Delta T)^2$
Volumen	$\Delta V \approx V_0 \cdot 3 \cdot \alpha \cdot \Delta T$	$V_1 = V_0(1 + \alpha \cdot \Delta T)^3$

Stahl: $\alpha_{St} = 12 \times 10^{-6} \frac{1}{K}$ Aluminium: $\alpha_{Al} = 23,1 \times 10^{-6} \frac{1}{K}$

Eisen: $\alpha_{Fe} = 11,8 \times 10^{-6} \frac{1}{K}$ Kupfer: $\alpha_{Cu} = 16,5 \times 10^{-6} \frac{1}{K}$

Wärmeausdehnung Flüssigkeiten

$$V \approx V_0 \cdot (1 + \gamma_g \cdot \Delta T)$$

$$\Delta V \approx V_0 \cdot \gamma_g \cdot \Delta T \quad V = \frac{m}{s}$$

	γ in $[10^{-3} \frac{1}{K}]$	γ in $[\frac{mm}{m \cdot K}]$
Wasser	0,2064	0,2064
Benzin	1,0	1,0
Ethanol (reiner Alkohol)	1,10	1,10
Olivenöl	0,72	0,72

Wärmeausdehnung Gase

$$p \cdot V = n \cdot R \cdot T$$

p = Druck in $\frac{N}{m^2}$ / Pa

V = Volumen in m^3

n = Stoffmenge in mol

R = allg. Gaskonstante = $8,314 \frac{J}{mol \cdot K}$

$$s = \frac{m}{V} \quad m = n \cdot M$$

T = Temperatur in K

$$n = \frac{m}{M}$$

$$n = \frac{m}{U}$$

$$U = 1,661 \times 10^{-24} \cdot M$$

Ideale Gase

Normtemperatur = 0°C = 273,15 K

Normdruck = 1013,25 hPa = 101325 Pa

- Allgemeine Gaskonstante

$$R = N_A \cdot k_B = 8,314 \frac{\text{J}}{\text{mol} \cdot \text{K}}$$

- Spezifische Gaskonstante

$$p \cdot V = m \cdot R_s \cdot T$$

$$R_s = \text{spezielle Gaskonstante} = \frac{R}{\mu}$$

$$R_s = R_i$$

$$\text{Avogadro Konstante } N_A = 6,02214076 \times 10^{23} \frac{1}{\text{mol}}$$

$$\text{Boltzmann Konstante } k_B = 1,380649 \times 10^{-23} \frac{\text{J}}{\text{K}}$$

Gas / Stoff	Molare Masse M [$\frac{\text{kg}}{\text{mol}}$]	Spezielle Gaskonstante RS [$\frac{\text{J}}{\text{kg} \cdot \text{K}}$]
Helium / He	$4,003 \cdot 10^{-3}$	2077,1
Kohlendioxid / CO ₂	$44,01 \cdot 10^{-3}$	188,9
Sauerstoff / O ₂	$32,00 \cdot 10^{-3}$	259,8
Stickstoff / N ₂	$28,01 \cdot 10^{-3}$	296,8
Wasserstoff / H ₂	$2,016 \cdot 10^{-3}$	4124,2
Luft	$28,969 \cdot 10^{-3}$	287

- Isotherme Zustandsänderung

$$p_1 \cdot V_1 = p_2 \cdot V_2$$

- Allgemeine Zustandsänderung

$$\frac{p_1 \cdot V_1}{T_1} = \frac{p_2 \cdot V_2}{T_2}$$

- Isobare Zustandsänderung

$$\frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2}$$

- Kinetische Gastheorie

$$E_{\text{kin}} = \frac{1}{2} \cdot m \cdot \bar{v}^2 = \frac{2}{3} \cdot k_B \cdot T$$

$$m = n \cdot M \quad n = \frac{1}{N_A}$$

- Isochore Zustandsänderung

$$\frac{p_1}{T_1} = \frac{p_2}{T_2}$$

- Gesetz der Homogenität

$$\frac{p_1 \cdot V_1}{n_1} = \frac{p_2 \cdot V_2}{n_2} \quad \frac{V_1}{n_1} = \frac{V_2}{n_2}$$

Enthalpie

• Wärmeenergie (Verdampfungswärme)

$$\Delta Q = c \cdot m \cdot \Delta T$$

$$c = \frac{\Delta Q}{m \cdot \Delta T}$$

$$\Delta Q = E$$

$$E = P \cdot \Delta t$$

Stoff	Aggregatzustand	spezifische Wärmekapazität c
Wasser	flüssig	4,184 $\frac{kJ}{kg \cdot K}$
Eis (bei 0°C)	fest	2,060 $\frac{kJ}{kg \cdot K}$
Wasserdampf (bei 100°C)	gasförmig	1,870 $\frac{kJ}{kg \cdot K}$
Luft (trocken bei 20°C)	gasförmig	1,005 $\frac{kJ}{kg \cdot K}$
Eisen	fest	0,452 $\frac{kJ}{kg \cdot K}$

• Schmelzenthalpie

$$\Delta Q = \Delta H_s \cdot m$$

Stoff	Schmelzenthalpie ΔH_s oder auch c_{sch} / l_d
Wasser	333,5 $\frac{kJ}{kg}$
Eisen (rein)	247,11 $\frac{kJ}{kg}$

• Verdampfungsenthalpie

$$\Delta Q = \Delta H_v \cdot m$$

Stoff	Verdampfungsenthalpie ΔH_v oder auch c_v inklusive Volumenänderungsarbeit bei $p = 1013,25 \text{ hPa}$
Wasser	2257 $\frac{kJ}{kg}$
Eisen	6340 $\frac{kJ}{kg}$

• Sublimationsenthalpie (direkt von fest zu gasförmig)

$$\text{Sublimationsenthalpie} = \text{Schmelzenthalpie} + \text{Verdampfungsenthalpie}$$

Stoff	Sublimationsenthalpie
Wasser	2590,5 $\frac{kJ}{kg}$
Trockeneis	571,1 $\frac{kJ}{kg}$

• Wärimestrom

$$P = \dot{Q} = \frac{\Delta Q}{\Delta t} = \frac{c \cdot m \cdot \Delta T}{\Delta t} \quad | \quad \text{Massenstrom } \dot{m} = \frac{m}{\Delta t}$$

$$= c \cdot \dot{m} \cdot \Delta T$$

$$\Delta Q_{ges} = \Delta Q_{\text{Erwärmung Eis}} + \Delta Q_{\text{Phasenumwandlung fest-flüssig}} + \Delta Q_{\text{Erwärmung Wasser}}$$

$$c_{\text{Eis}} \cdot \dot{m} \cdot \Delta T + \Delta H_s \cdot \dot{m} + c_{\text{Wasser}} \cdot \dot{m} \cdot \Delta T$$

$$\Delta Q_{ges} = \Delta Q_{\text{Erwärmung Wasser}} + \Delta Q_{\text{Phasenumwandlung flüssig-gasförmig}}$$

$$c_{\text{Wasser}} \cdot \dot{m} \cdot \Delta T + \Delta H_v \cdot \dot{m}$$

Luftfeuchtigkeit / Barometrische Höhenformel

• relative Luftfeuchtigkeit

$$\varphi_{\text{rel}} = \frac{e}{E} \cdot 100\%$$

$$\varphi_{\text{rel}} = \frac{\varphi_v}{\varphi_{v\max}} \cdot 100\% \\ \approx \frac{s}{S} \cdot 100\%$$

e: Dampfdruck

E: Sättigungsdampfdruck

φ_v : absolute Luftfeuchtigkeit

$\varphi_{v\max}$: maximale absolute Luftfeuchtigkeit

s: spezifische Luftfeuchtigkeit

S: Sättigungsfeuchtigkeit

• spezifische Luftfeuchtigkeit

$$s = \frac{m_w}{m_f L} = \frac{m_w}{m_f L + m_w}$$

m_w : Masse Wasser

$m_f L$: Masse feuchte Luft

$m_f L$: Masse trockene Luft

• Barometrische Höhenformel

$$p(h_1) = p(h_0) \cdot e^{-\frac{M \cdot g}{R \cdot T} \cdot \Delta h}$$

$$p(h_1) = p(h_0) \cdot e^{-\frac{\Delta h}{h_s}}$$

$$h_s = \frac{R \cdot T}{M \cdot g}$$

p: Druck in Pa

M: mittlere molare Masse der Luft

$$= 0,02896 \frac{\text{kg}}{\text{mol}}$$

$$g: 9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$$

R: universelle Gaskonstante

$$= 8,314 \frac{\text{J}}{\text{mol} \cdot \text{K}}$$

Temperatur [°C]	maximale absolute Luftfeuchtigkeit $\rho_{w,\max}$ [g/m³]
-10	2,14
-8	2,54
-6	2,99
-4	3,51
-2	4,13
0	4,84
2	5,60
4	6,40
6	7,30
8	8,30
10	9,40
12	10,70
14	12,10
16	13,60
18	15,40
20	17,30
22	19,40
24	21,80
26	24,40
28	27,20
30	30,30
32	33,85
34	37,65
36	41,70
38	46,20
40	51,15

Wärmeleitung

Wärmestrom \dot{Q} in W, $\frac{W}{s}$, $\frac{Nm}{s}$, $\frac{kg \cdot m^2}{s^3}$

$$\dot{Q} = U \cdot A \cdot \Delta T$$

Wärmeleitfähigkeit

$$\dot{Q} = \frac{\lambda}{L} \cdot A \cdot \Delta T \Rightarrow \lambda = \frac{\dot{Q} \cdot L}{A \cdot \Delta T}$$

$$\dot{Q} = \frac{\Delta Q}{\Delta t} \quad \lambda \text{ in } \frac{W}{m \cdot K}$$

Wärmedurchgangskoeffizient

$$U = \frac{\dot{Q}}{A \cdot \Delta T}$$

Wärmedurchgangskoeffizient

$$U = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_i} + \frac{L_1}{\lambda_1} + \dots + \frac{L_x}{\lambda_x} + \frac{1}{\alpha_o}} = \frac{1}{R_T} \quad \text{in } \frac{W}{m^2 \cdot K}$$

$\alpha_i = h_i$: innerer Wärmedurchgangskoeffizient

$\alpha_o = h_o$: äußerer Wärmedurchgangskoeffizient

λ : spezifische Wärmeleitfähigkeit in $\frac{W}{m \cdot K}$

L : Schichtdicke in m

} in $\frac{m^2 \cdot K}{W}$

Wärmemenge

$$\Delta Q = \dot{Q} \cdot \Delta t \quad \text{in J}$$

$$\Delta Q = U \cdot A \cdot \Delta T_{ges} \cdot \Delta t$$

Wärmestrom durch Rohrleitung

$$\dot{Q} = -\lambda_m \cdot A \cdot \frac{dT}{dr}$$

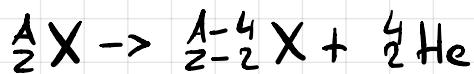
$\frac{\Delta T}{\Delta r}$

$$A(r) = 2 \cdot \pi \cdot r \cdot L$$

$$\dot{Q} = \lambda_m \cdot \frac{2\pi \cdot r \cdot L}{\ln(r_o) - \ln(r_i)} \cdot (T_i - T_o)$$

Radioaktiver Zerfall

α -Strahlung



X: Ursprüngliches Element

Y: neu entstandenes Element

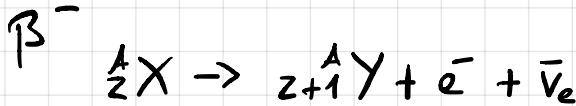
A: Massenzahl \tilde{X}

Z: Protonenzahl \tilde{x}

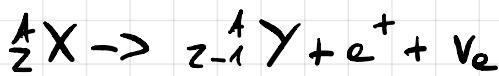
e^-, e^+ : Elektron, Positron

$\bar{\nu}_e, \nu_e$: elektron-antineutrino, Neutrino

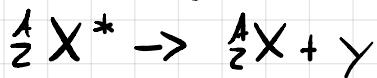
β^- -Strahlung



β^+



γ -Strahlung



Halbwertszeit

$$N(t) = N_0 \cdot e^{-\lambda \cdot t}$$

$$T_{1/2} = \frac{\ln(2)}{\lambda} \quad \lambda = \frac{\ln(2)}{T_{1/2}}$$

N(t): Stoffmenge nach Zeitdauer t

N₀: Anfangsstoffmenge

Isotop	Halbwertszeit
¹³⁷ Cs	30 Jahre
²³⁹ Pu	24.110 Jahre
²³⁵ U	703.800.000 Jahre
²³⁸ U	4.468.000.000 Jahre
²³² Th	14.050.000.000 Jahre

Zerfallsrate

$$A(t) = \lambda \cdot N(t) = \lambda \cdot N_0 \cdot e^{-\lambda \cdot t} = A_0 \cdot e^{-\lambda \cdot t} \Rightarrow t = \frac{\ln\left(\frac{A(t)}{A_0}\right)}{-\lambda}$$

A(t): Aktivität in Becquerel Bq

A₀: Anfangsaktivität

N(t): radioaktive Menge nach Zeitdauer t in Teilchen

λ : Reaktionsgeschwindigkeitskonstante

$$A_0 = \lambda \cdot N_0$$

$$N_0 = n \cdot N_A \quad N_A: Avogadro Konstante = 6,022 \times 10^{23} \frac{1}{\text{mol}}$$

$$P_0 = \Sigma_\alpha \cdot A_0$$

$$\Sigma_\alpha \text{ in eV} \quad 1 \text{ eV} = 1,602 \times 10^{-19} \text{ J}$$

Wirkungsgrad

$$\eta = \frac{E_{\text{mech}}}{E_{\text{Wärme}}} = \frac{P_{\text{mech}} \cdot \Delta t}{P_{\text{Wärme}} \cdot \Delta t} = \frac{P_{\text{mech}}}{P_{\text{Wärme}}}$$

Carnot

$$\eta = \frac{T_h - T_k}{T_h}$$

Enthalpie

Enthalpie

$$H = U + p \cdot V$$

molare Enthalpie

$$H_m = \frac{H}{n}$$

spezifische Enthalpie

$$h = \frac{H}{m}$$

Radiumumhukidbatterie

$^{238}_{\text{g}_h}$ Pu α -Strahler $T_{1/2} = 87,7 \text{ a}$

$$\varepsilon_\alpha = 5,59 \text{ MeV} \quad m = 500 \text{ g} \quad P_0 = ?$$

$$A_0 = \lambda \cdot N_0 \quad | \quad N_0 = n \cdot N_A$$

$$m = n \cdot M \quad \Leftrightarrow \quad n = \frac{m}{M} = \frac{500 \text{ g}}{238 \frac{\text{g}}{\text{mol}}} = 2,1 \text{ mol}$$

$$N_0 = n \cdot N_A = 2,1 \text{ mol} \cdot 6,022 \cdot 10^{23} \frac{1}{\text{mol}} = 1,265 \cdot 10^{24} \text{ Atome}$$

$$\lambda = \frac{l(2)}{T_{1/2}} = \frac{l(2)}{87,7 \cdot 365 \cdot 24 \cdot 3600 \text{ s}} = 2,506 \cdot 10^{-10} \frac{1}{\text{s}}$$

$$A_0 = \lambda \cdot N_0 = 2,506 \cdot 10^{-10} \frac{1}{\text{s}} \cdot 1,265 \cdot 10^{24}$$

$$= 3,171 \cdot 10^{14} \frac{1}{\text{s}}$$

$$P_0 = \varepsilon_\alpha \cdot A_0 = 5,59 \text{ MeV} \cdot 3,171 \cdot 10^{14} \frac{1}{\text{s}}$$

$$1 \text{ eV} = 1,602 \cdot 10^{-19} \text{ J}$$

$$P_0 = 5,59 \cdot 10^6 \cdot 1,602 \cdot 10^{-19} \text{ J} \cdot 3,171 \cdot 10^{14} \frac{1}{\text{s}}$$

$$= 284 \text{ W}$$