

Tartalom

Fizikai mennyiségek.....	5
Skálármennyiségek.....	6
Mérőszám, mértékegység.....	6
mértékegység.....	6
mérőszám.....	7
hiba:.....	7
Mértékegység – rendszerek.....	7
Történelmi mértékegység – rendszerek.....	7
SI alapegységek, származtatott egységek.....	7
Nem SI egységet is nagyon sokat használunk.....	10
Prefixumok.....	10
Számolás mértékegységekkel, átváltás.....	11
Vektormennyiségek.....	12
Nagyság és irány.....	12
Mozgások.....	13
Áttekintés.....	13
Koordináta rendszerek.....	14
Derékszögű.....	15
Síkbeli polár.....	16
Extra.....	17
A helyvektor.....	17
Helykoordináták.....	18
Mozgás.....	18
Vektor értékű függvény, helykoordináta függvények.....	19
Elmozdulás.....	19
Egymást követő elmozdulások.....	19
Pálya, út.....	19
Sebesség és elmozdulás.....	19
Gyorsulás és sebesség.....	20

Tömeg, ütközések.....	20
Rugalmas ütközés:	20
Lendület	20
Lendület megmaradás	20
Mozgás gravitációs erő hatása alatt	21
Szabadesés	21
Hajítások.....	21
Bolygómozgás	22
Periódikus mozgások	22
Harmonikus rezgések.....	22
Csillapodó rezgések.....	23
Rezonancia	23
Rugó, fonálinga rezonancia frekvenciája	23
Körmozgás.....	23
Egyenletes körmozgás	24
A körpálya középpontja felé mutat.....	24
Nem egyenletes körmozgás	24
Indul a hinta	25
Hullámozgás.....	25
Lökéshullám, 1-2-3D-ös hullám.....	26
Transzverzális, longitudinális hullám.....	27
Felületi (víz-hullám)	28
Cunami.....	28
Polarizált hullám	28
Hullámok találkozása.....	28
Hullámok visszaverődése	28
Állóhullám (1, 2D).....	28
Interferencia	29
Kiterjedt testek mozgása	30
Tömegközéppont	30
Haladás és forgó mozgás.....	31
Kiterjedt test haladó mozgása	31

Kiterjedt test forgó mozgása tengely körül	31
Középiskola: Impulzusmomentum és forgatónyomaték	31
Kiterjedt test.....	31
tehetetlenségi nyomaték, tengelyre vonatkozó	31
Pont körüli forgás.....	31
Csúszás, tapadás	32
Gurulás	32
Egyensúly	32
Energia	32
Kinetikus, más szóval mozgási energia	33
Pontszerű test.....	33
Kiterjedt, mereven mozgó test.....	33
Munka	33
Munkatétel.....	34
Kölcsönhatási energia	34
Helyzeti energia	34
Hőmérséklet	34
Brown mozgás.....	34
Kinetikus (mozgásos) gázmodell.....	35
Valószínűségi sűrűség függvény.....	36
A valószínűség fogalma	36
A kísérlet, mérés eredményeinek valószínűsége	36
A gázcsepp sebessége	37
Az ideális gáztörvény.....	38
Ideális és reális gázok	38
A belső energia.....	39
Ideális gázok belső energiája	39
A termodinamika első főtétele.....	39
Mennyire melegszik fel a gáz?	39
A hőmérséklet fenomenológikus értelmezése	39
Hőérzet:	39
Hőmérsékleti skálák:	40

Celziusz	40
Fahrenheit	40
Kelvin	40
Hőjelenségek.....	40
Hőtágulás.....	40
lineáris	40
felületi.....	40
térfogati.....	40
Különböző halmazállapotú anyagok hőtágulása.....	40
A hőmérséklet mérése szenzorokkal	40
Hőmérők.....	40
LDR.....	40
Termisztor	40
Termopár.....	40
Digitális hőmérő: Szenzor és elektronika	40
Hőterjedés	40
Fázunk vagy sem?.....	40
Hőáramlás (konvekció).....	40
Hővezetés (kondukción)	42
Hősugárzás (radiáció)	45
Hőátadás.....	47
A lehűlés és felmelegedés folyamata.....	47
Halmazállapotok.....	47
Halmazállapot átalakulások.....	47
Átalakulási hők	50
Túlhűtés, túlhevítés.....	50
Vízpára a levegőben	50
Párasodás, nedvesedés	50
Hőszigetelés.....	50
Ablak.....	50
Külső	51
Belső	51

Geometriai optika – fénytan	51
A fény terjedése	51
Közvetlenül	51
Visszaverődés	51
Törés	51
A Fermat-elv	51
Egyszerű optikai eszközök	51
Tükrök	52
Sík	52
Homorú	52
Prizma	52
Domború	52
Vékony, gömbi lencsék	52
Vékony üveglemez	52
Prizma	52
Homorú	52
Domború	52
Vastag, illetve aszférikus lencsék	52
Összetett optikai eszközök	52
Nagyító	52
Távcső	52
Mikroszkóp	52
Az emberi szem	52
Látáshibák, szemüvegek	52

Fizikai mennyiségek

Érzékszervekkel tapasztalt világ → fontos tulajdonságokat veszünk észre

Tulajdonságok:

- Milyen nehéz? → tömeg

- Milyen messze van? → távolság
- Milyen meleg? → hőmérséklet
- Ismétlődő jelenségek → idő

stb...

Valóság → Egyszerűsített modell → A modellen belül a fizikai mennyiségeknek pontos jelentése van. Pontosan mit jelent az, hogy a levegő hőmérséklete 20 celziusz fok? Egyetlen molekulának van-e hőmérséklete?

pl:

- A hosszúság az a valami, ami az egymással mozgással fedésbe hozható szakaszokban közös.
- A hőmérséklet az a valami, ami az egymással érintkezésbe hozott testekben kiegyenlítődik.

Skalármennyiségek

Csak nagyságuk van. pl: tömeg, idő, hőmérséklet, anyagmennyiség

Mérőszám, mértékegység

mértékegység: Az adott fizikai mennyiségből egy jól meghatározott mennyiségnyi. Jó, ha a mértékegység örök és elpusztíthatatlan, ugyanakkor könnyen előállítható. (etalonok)

A hosszúság mértékegysége a méter; jele: m. A méter annak az útnak a hosszúsága, amelyet a fény vákuumban $1/299\,792\,458$ másodperc időtartam alatt megtesz. (Ez azért jó etalon, mert a fény vákuumbeli sebessége az egész világegyetemben mindenütt ugyanakkora és nagyon pontosan mérhető)

Nem mindig ez volt a mértékegység: görögök, láb, hüvelyk stb

A tömeg mértékegysége a kilogramm; jele: kg. A kilogramm az 1889. évben, Párizsban megtartott 1. Általános Súly- és Mértékügyi Értekezlet által a tömeg nemzetközi etalonjának elfogadott, a Nemzetközi Súly- és Mértékügyi Hivatalban, Sévres-ben őrzött platina-iridium henger tömege.

Az idő mértékegysége a másodperc; jele: s. A másodperc az alapállapotú cézium-133 atom két hiperfinom energiaszintje közötti átmenetnek megfelelő sugárzás $9\,192\,631\,770$ periódusának időtartama.

mérőszám: Általában egy valós szám, azt mutatja meg, hogy az adott fajtájú fizikai mennyiség mennyisége hányszorosa az alapegységnek.

pl: $l=0.12\text{m}$

hiba: Minden valódi jelentéssel bíró adat, mérési eredmény bizonyos hibát is tartalmaz.

$l=0.12\text{m}\pm 0.005\text{m}$

$l=0,12\text{m}$, 1%-os hibával

stb ...

Mértékegység – rendszerek

Vannak alammennyiségek és alap-mértékegységek. Az alammennyiségek és fizikai törvények segítségével képzik a többi, úgynevezett származtatott mennyiséget, illetve ezek mértékegységeit.

pl:

alammennyiség: hosszúság, jele l , mértékegysége 1 cm .

származtatott mennyiség: terület, jele A (area), mértékegysége 1cm^2

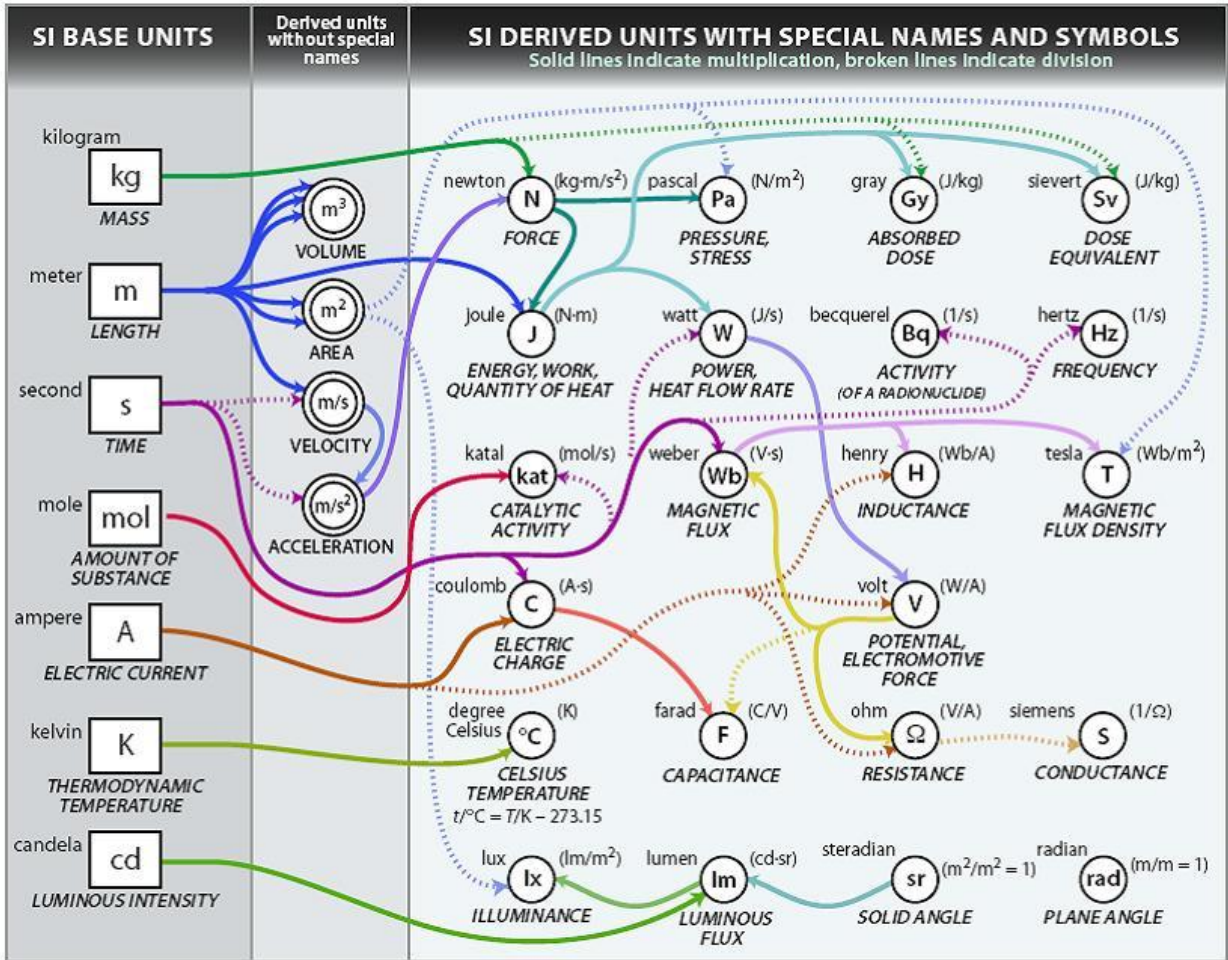
Történelmi mértékegység – rendszerek

Angol (font, láb, mérföld stb), MKS, MKSA. CGS, stb

au – a tudományban használt úgynevezett atomi egységek. Részecskefizikai etalonok.

SI alapegységek, származtatott egységek

System International: Alammennyiségek és mértékegységeik (7db)



Derived SI Units

Physical quantity	Name of unit	Symbol for unit	Definition of unit
Energy	Joule	J	$\text{kg m}^2\text{s}^{-2}$
Force	Newton	N	$\text{kg m s}^{-2} = \text{J m}^{-1}$
Power	Watt	W	$\text{kg m}^2\text{s}^{-3} = \text{J s}^{-1}$
Pressure	Pascal	Pa	$\text{kg m}^{-1}\text{s}^{-2} = \text{N m}^{-2}$
Electric charge	Coulomb	C	A s
Electric potential difference	Volt	V	$\text{kg m}^2\text{s}^{-3}\text{A}^{-1} = \text{J A}^{-1}\text{s}^{-1}, \text{J/C}$
Electric resistance	Ohm	Ω	$\text{kg m}^2\text{s}^{-3}\text{A}^{-2} = \text{V A}^{-1}$
Electric capacitance	Farad	F	$\text{A}^2\text{s}^4\text{kg}^{-1}\text{m}^{-2} = \text{A s V}^{-1}$
Magnetic flux	Weber	Wb	$\text{kg m}^2\text{s}^{-2}\text{A}^{-1} = \text{V s}$
Inductance	Henry	H	$\text{kg m}^2\text{s}^{-2}\text{A}^{-2} = \text{V s A}^{-1}$
Magnetic flux density	Tesla	T	$\text{kg s}^{-2}\text{A}^{-1} = \text{V s m}^{-2}$
Frequency	Herz	Hz	$\text{Hz} = \text{s}^{-1}$
Customary temperature, t	Degree Celsius	$^{\circ}\text{C}$	$t[^{\circ}\text{C}] = T[\text{K}] - 273.15$

Fundamental Constants

Quantity	Symbol	Value	SI unit
Speed of light in vacuum	c	$2.997\,925 \times 10^8$	m s^{-1}
Elementary charge	e	$1.602\,189 \times 10^{-19}$	C
Planck constant	h	$6.626\,18 \times 10^{-34}$	J s
Avogadro constant	N_A	$6.022\,04 \times 10^{23}$	mol^{-1}
Atomic mass unit	1u	$1.660\,566 \times 10^{-27}$	kg
Electron rest mass	m_e	$0.910\,953 \times 10^{-30}$	kg
Proton rest mass	m_p	$1.672\,649 \times 10^{-27}$	kg
Neutron rest mass	m_n	$1.674\,954 \times 10^{-27}$	kg
Faraday constant	F	$9.648\,46 \times 10^4$	C mol^{-1}
Rydberg constant	R_{∞}	$1.097\,373 \times 10^7$	m^{-1}
Bohr radius	a_0	$0.529\,177 \times 10^{-10}$	m
Electron magnetic moment	μ_e	$9.284\,83 \times 10^{-24}$	J T^{-1}
Proton magnetic moment	μ_p	$1.410\,617 \times 10^{-26}$	J T^{-1}
Bohr magneton	μ_B	$9.274\,08 \times 10^{-24}$	J T^{-1}
Nuclear magneton	μ_N	$5.050\,82 \times 10^{-27}$	J T^{-1}
Molar gas constant	R	8.314 41	$\text{J mol}^{-1} \text{K}^{-1}$
Molar volume of ideal gas (stp.)	V_m	0.022 413 8	$\text{m}^3 \text{mol}^{-1}$
Boltzmann constant	k	$1.380\,662 \times 10^{-23}$	J K^{-1}

Nem SI egységet is nagyon sokat használunk

Name	Symbol	Value in SI units
minute (time)	min	1 min = 60 s
hour	h	1 h = 60 min = 3600 s
day	d	1 d = 24 h = 86 400 s
degree (angle)	°	1° = ($\pi/180$) rad
minute (angle)	'	1' = (1/60)° = ($\pi/10\ 800$) rad
second (angle)	"	1" = (1/60)' = ($\pi/648\ 000$) rad
liter	L	1 L = 1 dm ³ = 10 ⁻³ m ³
metric ton ^(a)	t	1 t = 10 ³ kg
neper	Np	1 Np = 1
bel ^(b)	B	1 B = (1/2) ln 10 Np ^(c)
electronvolt ^(d)	eV	1 eV = 1.602 18 x 10 ⁻¹⁹ J, approximately
unified atomic mass unit ^(e)	u	1 u = 1.660 54 x 10 ⁻²⁷ kg, approximately
astronomical unit ^(f)	ua	1 ua = 1.495 98 x 10 ¹¹ m, approximately

^(a) In many countries, this unit is called "tonne."
^(b) The bel is most commonly used with the SI prefix deci: 1 dB = 0.1 B.
^(c) Although the neper is coherent with SI units and is accepted by the CIPM, it has not been adopted by the General Conference on Weights and Measures (CGPM, *Conférence Générale des Poids et Mesures*) and is thus not an SI unit.
^(d) The electronvolt is the kinetic energy acquired by an electron passing through a potential difference of 1 V in vacuum. The value must be obtained by experiment, and is therefore not known exactly.
^(e) The unified atomic mass unit is equal to 1/12 of the mass of an unbound atom of the nuclide ¹²C, at rest and in its ground state. The value must be obtained by experiment, and is therefore not known exactly.
^(f) The astronomical unit is a unit of length. Its value is such that, when used to describe the motion of bodies in the solar system, the heliocentric gravitation constant is (0.017 202 098 95)² ua³·d⁻². The value must be obtained by experiment, and is therefore not known exactly.

Prefixumok

Factor	Name	Symbol	Factor	Name	Symbol
10 ²⁴	yotta	Y	10 ⁻¹	deci	d
10 ²¹	zetta	Z	10 ⁻²	centi	c
10 ¹⁸	exa	E	10 ⁻³	milli	m
10 ¹⁵	peta	P	10 ⁻⁶	micro	μ
10 ¹²	tera	T	10 ⁻⁹	nano	n
10 ⁹	giga	G	10 ⁻¹²	pico	p
10 ⁶	mega	M	10 ⁻¹⁵	femto	f
10 ³	kilo	k	10 ⁻¹⁸	atto	a
10 ²	hecto	h	10 ⁻²¹	zepto	z
10 ¹	deka	da	10 ⁻²⁴	yocto	y

Derived SI Units

Physical quantity	Name of unit	Symbol for unit	Definition of unit
Energy	Joule	J	$\text{kg m}^2\text{s}^{-2}$
Force	Newton	N	$\text{kg m s}^{-2} = \text{J m}^{-1}$
Power	Watt	W	$\text{kg m}^2\text{s}^{-3} = \text{J s}^{-1}$
Pressure	Pascal	Pa	$\text{kg m}^{-1}\text{s}^{-2} = \text{N m}^{-2}$
Electric charge	Coulomb	C	A s
Electric potential difference	Volt	V	$\text{kg m}^2\text{s}^{-3}\text{A}^{-1} = \text{J A}^{-1}\text{s}^{-1}, \text{J/C}$
Electric resistance	Ohm	Ω	$\text{kg m}^2\text{s}^{-3}\text{A}^{-2} = \text{V A}^{-1}$
Electric capacitance	Farad	F	$\text{A}^2\text{s}^4\text{kg}^{-1}\text{m}^{-2} = \text{A s V}^{-1}$
Magnetic flux	Weber	Wb	$\text{kg m}^2\text{s}^{-2}\text{A}^{-1} = \text{V s}$
Inductance	Henry	H	$\text{kg m}^2\text{s}^{-2}\text{A}^{-2} = \text{V s A}^{-1}$
Magnetic flux density	Tesla	T	$\text{kg s}^{-2}\text{A}^{-1} = \text{V s m}^{-2}$
Frequency	Herz	Hz	$\text{Hz} = \text{s}^{-1}$
Customary temperature, t	Degree Celsius	$^{\circ}\text{C}$	$t[^{\circ}\text{C}] = T[\text{K}] - 273.15$

Fundamental Constants

Quantity	Symbol	Value	SI unit
Speed of light in vacuum	c	$2.997\,925 \times 10^8$	m s^{-1}
Elementary charge	e	$1.602\,189 \times 10^{-19}$	C
Planck constant	h	$6.626\,18 \times 10^{-34}$	J s
Avogadro constant	N_A	$6.022\,04 \times 10^{23}$	mol^{-1}
Atomic mass unit	$1u$	$1.660\,566 \times 10^{-27}$	kg
Electron rest mass	m_e	$0.910\,953 \times 10^{-30}$	kg
Proton rest mass	m_p	$1.672\,649 \times 10^{-27}$	kg
Neutron rest mass	m_n	$1.674\,954 \times 10^{-27}$	kg
Faraday constant	F	$9.648\,46 \times 10^4$	C mol^{-1}
Rydberg constant	R_{∞}	$1.097\,373 \times 10^7$	m^{-1}
Bohr radius	a_0	$0.529\,177 \times 10^{-10}$	m
Electron magnetic moment	μ_e	$9.284\,83 \times 10^{-24}$	J T^{-1}
Proton magnetic moment	μ_p	$1.410\,617 \times 10^{-26}$	J T^{-1}
Bohr magneton	μ_B	$9.274\,08 \times 10^{-24}$	J T^{-1}
Nuclear magneton	μ_N	$5.050\,82 \times 10^{-27}$	J T^{-1}
Molar gas constant	R	8.314 41	$\text{J mol}^{-1} \text{K}^{-1}$
Molar volume of ideal gas (stp.)	V_m	0.022 413 8	$\text{m}^3 \text{mol}^{-1}$
Boltzmann constant	k	$1.380\,662 \times 10^{-23}$	J K^{-1}

Számolás mértékegységekkel, átváltás

Szerintem:

kb normál alak, Si, a végeredmény is Si-ben, a mértékegységekkel ugyanúgy mint a mérőszámokkal!

Vektormennyiségek

A vektormennyiségeknek nagysága és iránya is van. pl: sebesség, erő

Jelölés: Vektorjel, vastagbetű, szerzőtől függ!

Nagyság és irány

A vektormennyiség nagysága egy nem negatív skalármennyiség.

Az irány: ÉK, fel

A vektormennyiségeket nyíllal is lehet ábrázolni, a nyíl hossza a megadott lépték szerint mutatja a vektormennyiség nagyságát, a nyíl állása az irányát. A vektormennyiségnek van vektorkomponense és koordinátája mint a matematikában. Számolni csak a koordinátákkal lehet.

Vektormennyiség: nagysága és **iránya** is van!

$$v = 10 \frac{\text{m}}{\text{s}}, \text{ északkelet i irányú}$$

$$F = 120 \text{ N, lefelé}$$

Tehát valahogy meg kell adni a vektormennyiség nagyságát és irányát.



A nyíl hossza megadja a vektormennyiség nagyságát.

A nyíl helyzete megadja a vektormennyiség irányát.

$$\vec{F}, \vec{v}$$

A betű feletti nyíl jelzi, hogy a mennyiség irányára és a nagyságára is gondolunk, nem csak a nagyságára

Képtelenségek!

$$\vec{T} = 5 \text{ K}, \vec{v} = 12 \frac{\text{m}}{\text{s}}, F = -15 \text{ N}$$

A hőmérsékletnek nincsen iránya

A vektormennyiség nem lehet egyenlő egy skalármennyiséggel

Valaminek a nagysága nem lehet negatív

$$T = 5 \text{ K}, v = 12 \frac{\text{m}}{\text{s}}, F_x = -15 \text{ N}$$

A hőmérséklet 5 kelvin, a sebesség nagysága 12 m/s, az erő x-koordinátája -15 newton

Mozgások

Áttekintés

- A test méreteit elhanyagoljuk: Anyagi pont mozog (repülő az égen, focilabda)
- A test méretei számítanak: Kiterjedt test (csatabárd, libikóka)
- Sok test mozog: levegő, áramló víz, stb
- A test mozgását valami korlátozza (hullámvasút, asztallap, inga): kényszermozgás
- Nem korlátozza: szabadmozgás
- A test alakja nem változik: Mereven mozog
- Ha igen: Deformálódik: rugalmas, rugalmatlan
- Különleges esetek:
 - periodikus mozgás – rezgés → harmonikus rezgés
 - kiterjedt test: haladó mozgás, forgó mozgás

- körmozgás
- egyensúly! (A lábamra esik-e vagy sem?)

Kérdések:

Milyen mozgást végeznek az elektronok a váltakozó áramban?

A számítógép hűtőventillátora?

Lebillen-e a gépház az asztalról?, Ha leesett eltörik-e?

stb...



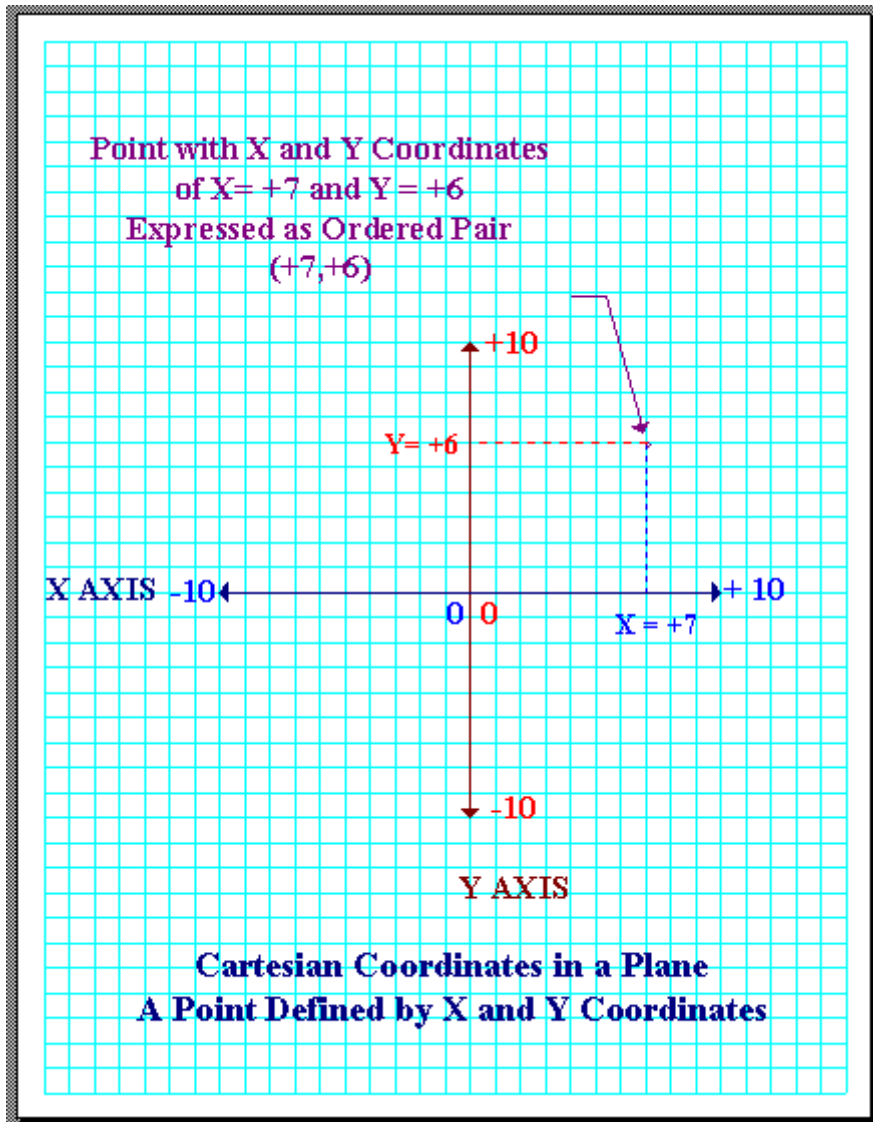
Milyen mozgásról van szó?

Koordináta rendszerek

A test helyét valahogy meg kell adni. Valamihez képest. A koordináta rendszer origóját egy létező tárgyhoz kell rögzíteni. (vonatkoztatási test)

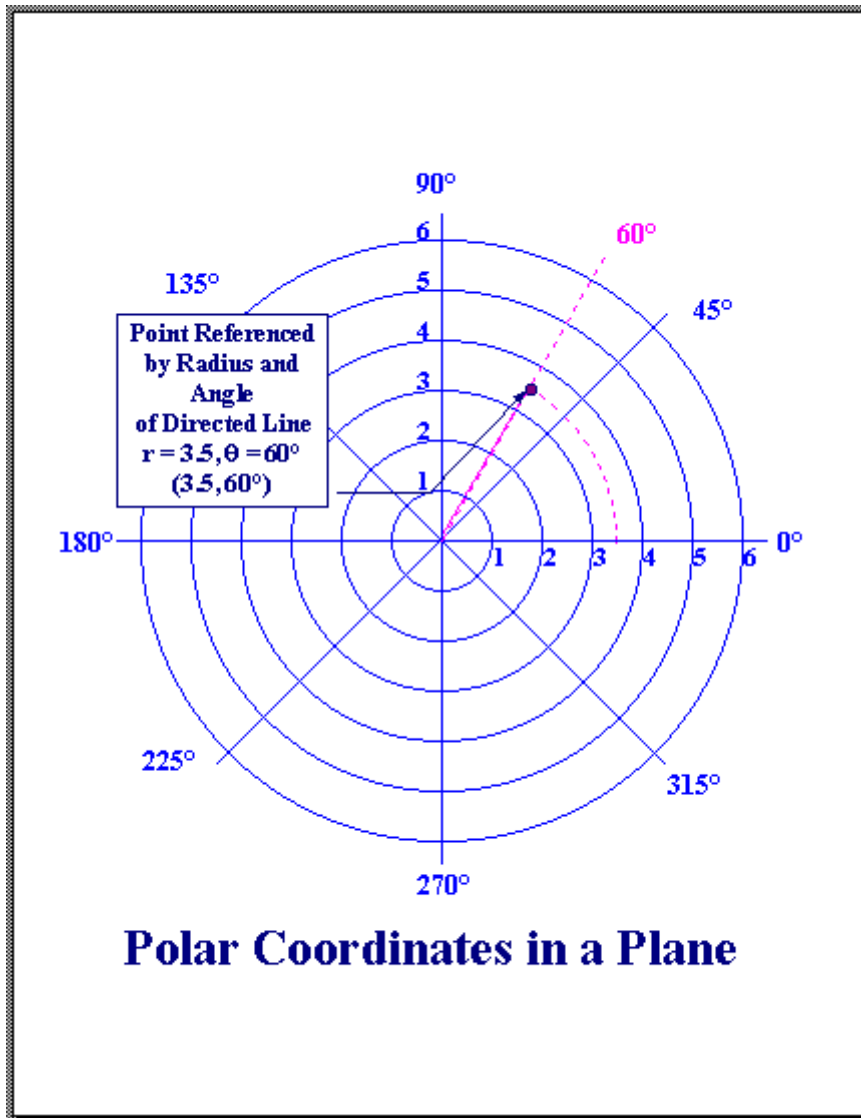
http://www.colorado.edu/geography/gcraft/notes/coordsys/coordsys_f.html

Derékszögű

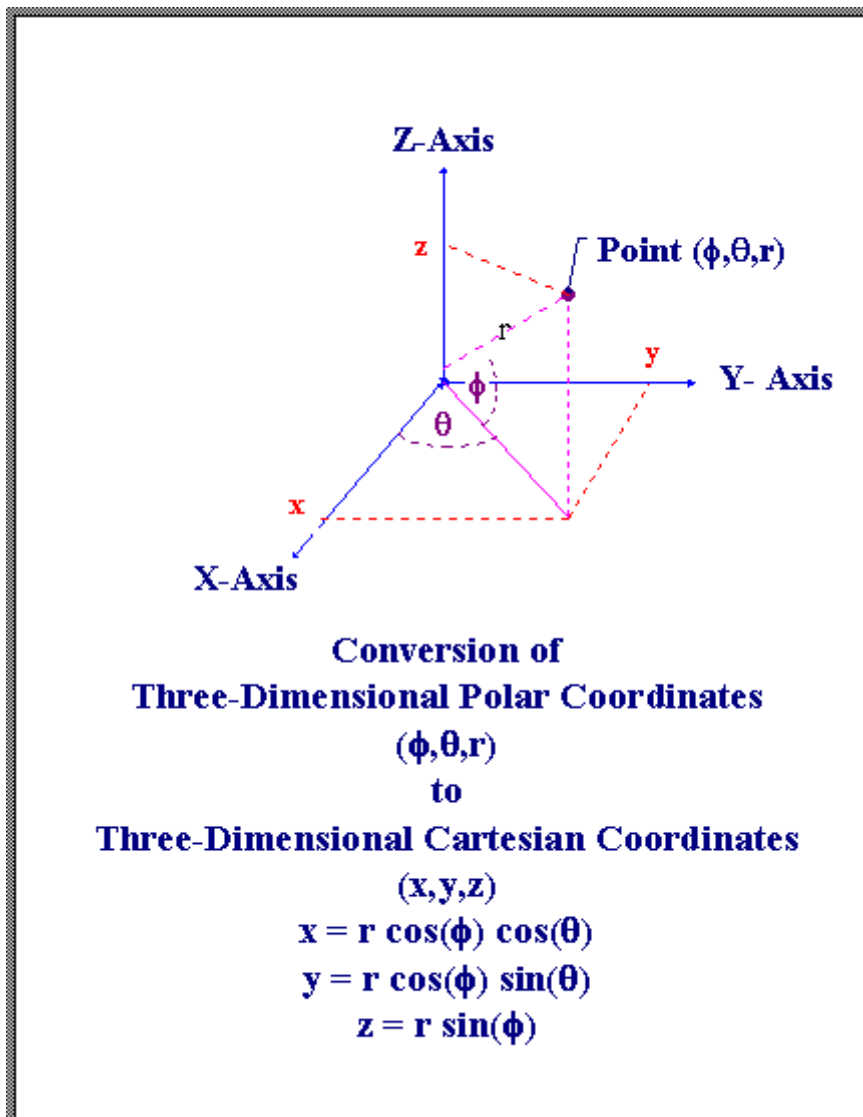


fizikában: az x és y koordináták előjeles hosszúságok mértékegységgel!

Síkbeli polár

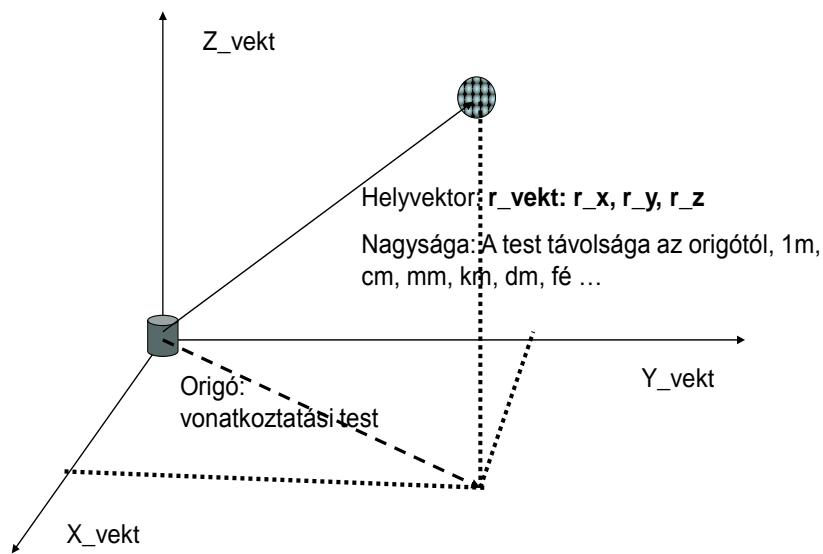


Extra



A helyvektor

Az origóból a test helyéhez mutat.



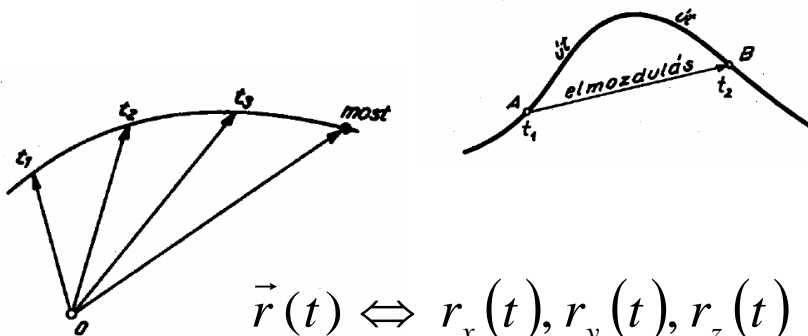
Helykoordináták

r_x, r_y, r_z

Mozgás

A helyvektor, azaz a helyvektor koordinátái az időtől függenek. (függvények)

Mozgás, elmozdulás, út



$$\vec{r}(t) \Leftrightarrow r_x(t), r_y(t), r_z(t)$$

$$\Delta \vec{r}(t_2, t_1) = \vec{r}(t_2) - \vec{r}(t_1)$$

Vektor értékű függvény, helykoordináta függvények

pl:

Elmozdulás

A helyvektor megváltozása.

Egymást követő elmozdulások

Vektorok összeadása.

Pálya, út

A test által bejárt pontok alkotják a pályát.

A pálya hossza az út.

Sebesség és elmozdulás

A sebesség a helyvektor idő szerinti deriváltja.

$$\vec{v}(t) = \frac{d\vec{r}(t)}{dt}$$

azaz

$$\Delta\vec{r} = \vec{v} * \Delta t$$

ha az adott idő alatt a sebesség nem nagyon változott.

derivált \leftrightarrow meredekség

Phet simulation

A sebesség a pálya érintőjének irányába mutat.

A test által megtett út a sebességnagyság – idő függvény integrálja.

$$s(t_1, t_2) = \int_{t_1}^{t_2} v(t) dt$$

integrál \leftrightarrow előjeles terület

Ha a testet nem éri külső hatás: A sebessége állandó

Gyorsulás és sebesség

A gyorsulás a sebességvektor idő szerinti deriváltja.

$$\vec{a}(t) = \frac{d\vec{v}(t)}{dt}$$

$$\Delta\vec{v} = \vec{a} * \Delta t$$

pl: Egy test gyorsulásának nagysága 5m/s^2 . Mekkora sebességre gyorsul fel 3s alatt, ha kezdetben 2m/s -sebességgel haladt? Mennyi utat tesz meg ez alatt? Hova jut, ha az origóból indul és a sebessége és a gyorsulása is ÉK-i irányú?

Számolni csak a megfelelő koordinátákkal lehet!

Tömeg, ütközések

Két testet többször, különböző szögekben, sebességekkel ütköztetve mindig:

$$F2! \quad \Delta\vec{v}_A * m_A = -\Delta\vec{v}_B * m_B$$

Tegyük fel, hogy $m_A=1\text{kg}$. Ha a B test sebességváltozásának nagysága kétszer akkora, mint az A testé, akkor a tömege fél kg.és

Rugalmas ütközés:

Nem változik meg a résztvevők mozgási energiájának az összege

Lendület

$$D! \quad \vec{p}_A = m_A * \vec{v}_A$$

Lendület megmaradás

A természetben lezajló folyamatok nem változtatják meg a résztvevők összegzett lendületét.

A lendületváltozást mindig kölcsönhatás okozza. A kölcsönhatást az erővel jellemzik.

Ha egy test erőt fejt ki egy másikra, akkor ez az erő éppen az általa okozott lendületváltozás.

$$D5! \quad \vec{F}_{A-B} = \frac{d\vec{p}_B}{dt} = m_B * \vec{a}_B$$

Mozgás gravitációs erő hatása alatt

Szabadesés



1. A test méreteitől eltekintünk
2. Milyen kölcsönhatásokban vesz részt a test? Mi fejt rá ki erőt?
3. Föld, gravitációs erő $F=mg$, vektor! Az un. súlyos tömeg egyenlő az un. tehetetlen tömeggel, erőtvény
4. Légellenállás, először figyelmen kívül lehet hagyni
5. A test az erőtvény és az erő definíciója miatt állandó gyorsulással fog zuhanni.
6. Minden állandó gyorsulású mozgásra:

$$\vec{r}(t) = \vec{r}_0 + \vec{v}_0 * t + \frac{\vec{a}}{2} * t^2$$

Hajítások

Ugyanaz az erőtvény, csak a kezdeti feltételek mások.



Bolygómozgás

Mivel a bolygóktól távolodva a gravitációs gyorsulás a távolság négyzetével fordított arányban változik (csökken) a bolygók mozgása általában állandó gyorsulású mozgás.

Periódikus mozgások

D! A periodikus jelenség valamely fizikai jellemzője az időnek vagy helynek matematikai értelemben periodikus függvénye. Másik elnevezése: rezgés

Azaz „valami” ismétlődik.

Rezgés, azaz periodikus mozgás általában valamilyen egyensúlyi helyzet vagy középpont felé irányuló erő hatására jön létre.

A periodikus mozgások a Földön a súrlódás miatt általában maguktól csillapodnak.

Külső erő hatására gerjesztett rezgések alakulhatnak ki.

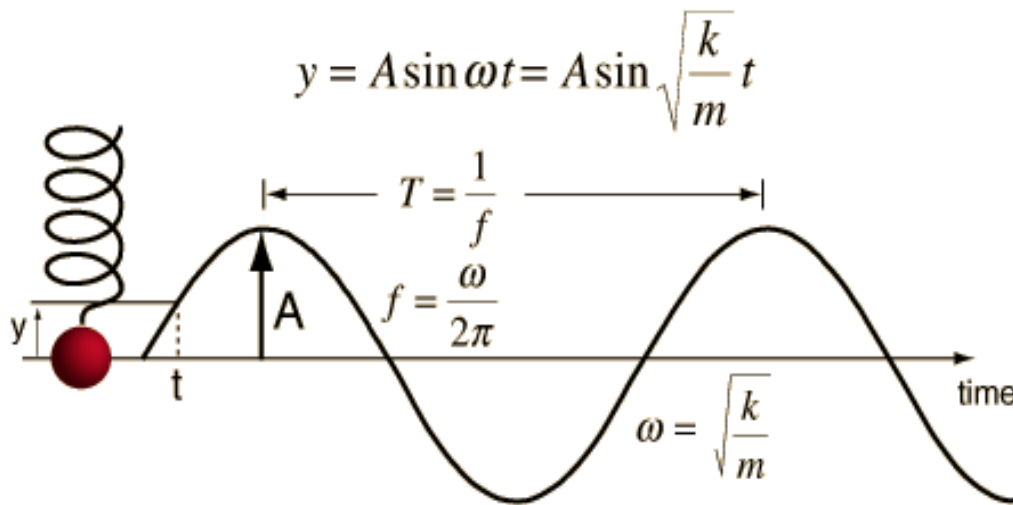
pl: Kötélerő, rugóerő, két erő együtt (felhajtó erő és gravitációs erő, úszó), golyó a tányérban stb.

A rezgések legfontosabb jellemzője a periódusidő, vagy a frekvencia.

Harmonikus rezgések

D!
$$\vec{F} = k * \overline{\Delta l}$$

Hatására harmonikus rezgés alakulhat ki.



Nagyon fontos: A frekvencia csak a test tömegétől és a rugó erősségétől függ, a rezgés tágasságától nem.

Csillapodó rezgések

Rezgés+súrlódás

A csillapodás során a periódusidő általában nem változik, az amplitúdó minden egyes periódus után ugyanannyi részére csökken.

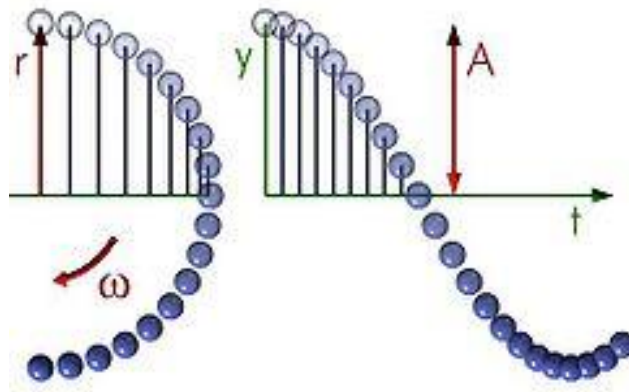
Rezonancia

D! Minden rezgésre képes (rugalmas) testnek vannak sajátrezgései. Ha a testre ezen rezgések frekvenciájához (rezonancia - frekvencia) közeli külső erő hat nagy amplitúdójú rezgések jöhetnek létre. Ez a rezonancia jelensége.

Rugó, fonálinga rezonancia frekvenciája

Körmozgás

A körmozgás valójában két, egymásra merőleges rezgéssel hozható létre. A körmozgás merőleges vetülete harmonikus rezgőmozgás.



Egyenletes körmozgás

A periódusidő nem változik.

A sebesség nagysága nem változik.

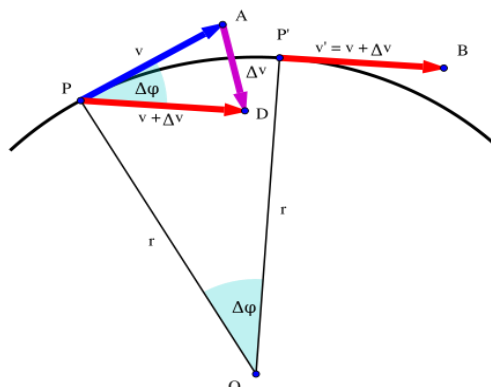
Létrejöttéhez az úgynevezett centripetális erőnek kell jelen lenni. (sok minden kifejtheti)

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

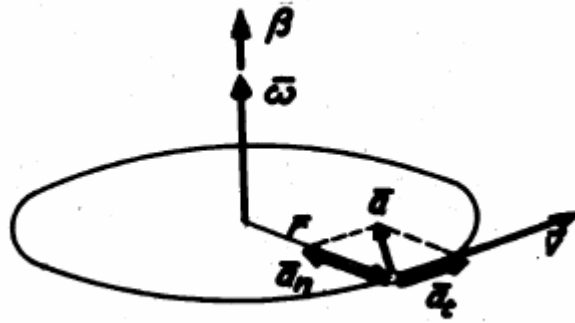
A körpálya középpontja felé mutat.

A sebesség iránya folyamatosan változik.

Szögek: Szögsebesség, szögelfordulás, forgásszög



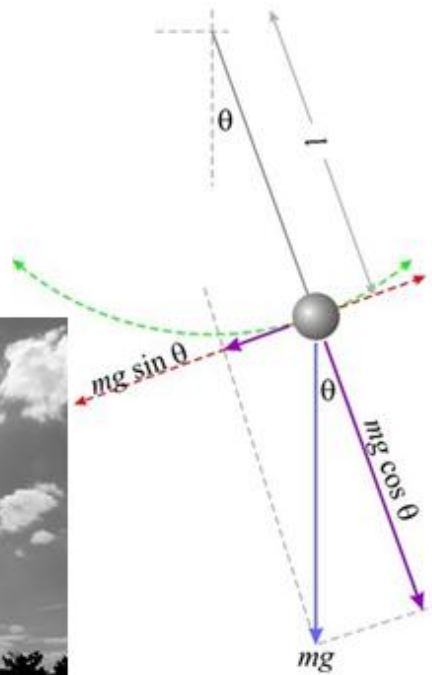
Nem egyenletes körmozgás



II.22. ábra

Indul a hinta

$$ml^2 \frac{d^2\theta}{dt^2} + \gamma \frac{d\theta}{dt} + mgl \sin\theta = A \cos\omega_D t$$



Hullámozás

A hullámozó közeg minden pontja a hullámforrás rezgését ismétli meg, megfelelő időközesssel.

PHET – simulation, wikipédia

$$y(t) = A * \sin(\omega * t + \varphi)$$

$$y(t, x) = A * \sin\left(\omega * \left(t - \frac{x}{c}\right) + \varphi\right)$$

$$\omega = \frac{2 * \pi}{T}$$

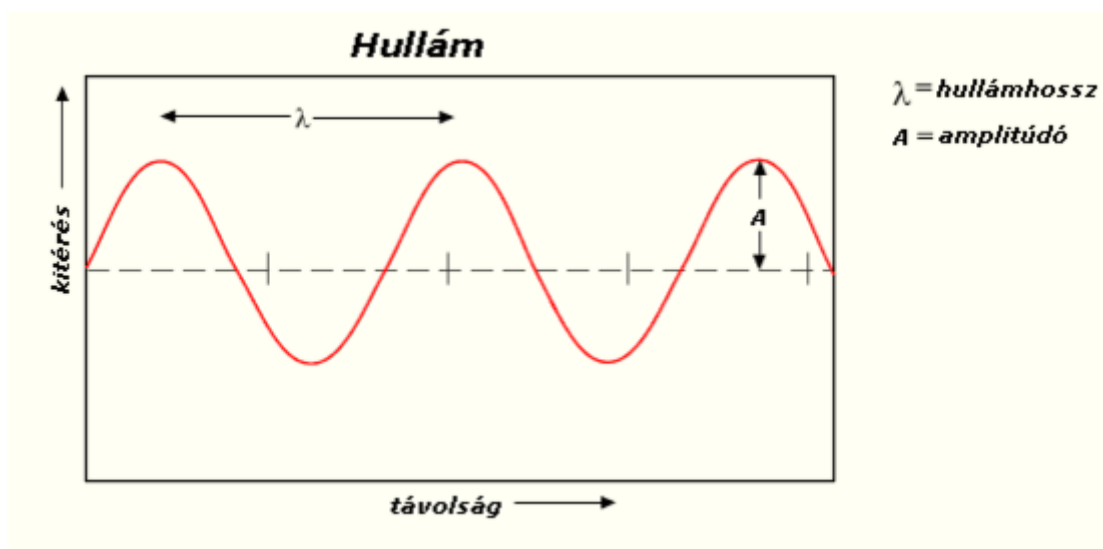
Az időkézés a hullám terjedési sebességétől függ. A terjedési sebesség a hullámzó közeg tulajdonságaitól függ. Jobban megfeszített húrban nagyobb a terjedési sebesség.

„A hullám sebessége (v) egy húr mentén közvetlenül arányos a [mechanikai feszültség](#) (A) és a [lineáris sűrűség](#) (ρ) hányadosával:

$$v = \sqrt{\frac{A}{\rho}}$$

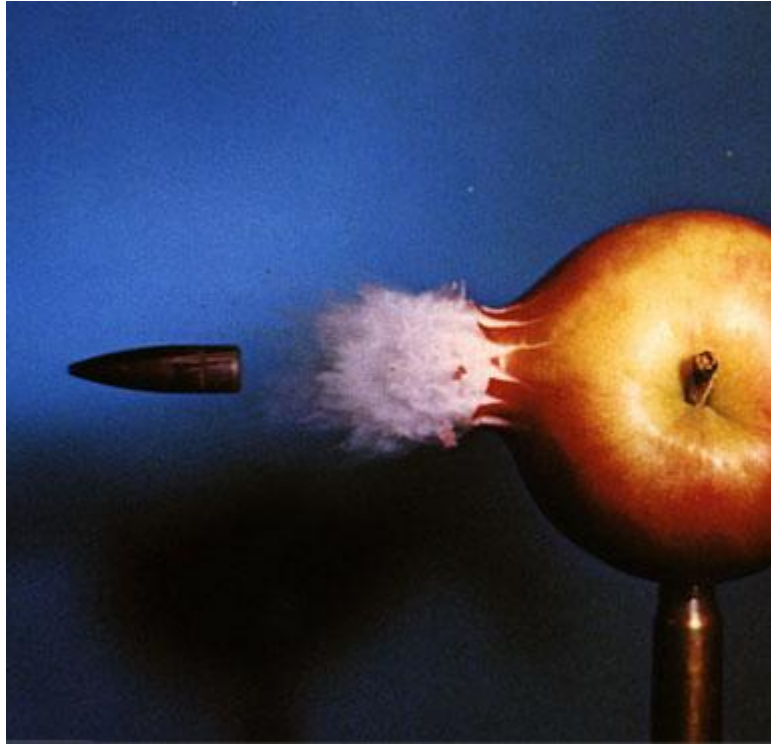
A – feszültség, ρ – lineáris sűrűség

A hullámhossz a terjedési sebességtől és a rezgés periódusidejétől függ.



Lökéshullám, 1-2-3D-ös hullám.

„high speed photogrphay”



Phet simulation

Transzverzális, longitudinális hullám.

A hullámozó pontok kitérése a trejedési sebességre merőleges: transzverzális

<http://www.kettering.edu/physics/drussell/demos.html>

A terjedési sebességgel párhuzamos: longitudinális: sűrűsödések, ritkulások pl levegőben.

A hang a levegőben terjedő longitudinális hullám, nyomáshullám

Felületi (víz-hullám)

Longitudinális és transzverzális is. Körhullám.

Cunami

Polarizált hullám

A transzverzális hullámok polarizálhatóak. Polarizáció síkja.

Hullámok találkozása

Szuperpozíció elve: A közeg egy pontjának kitérése az találkozó hullámok miatt létrejövő kitérések összege.

A hullámok zavartalanul áthaladnak egymáson.

Hullámok visszaverődése

Szabad végről: azonos fázisban

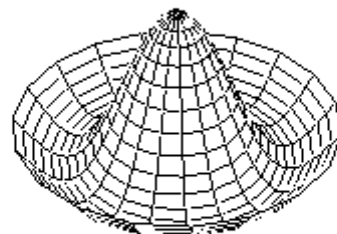
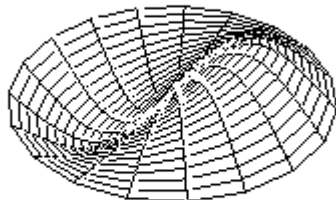
Rögzített végről: ellentétes fázisban

Állóhullám (1, 2D)

Csomópontok, duzzanóhelyek

Két végén rögzített húr sajátfrekvenciái.

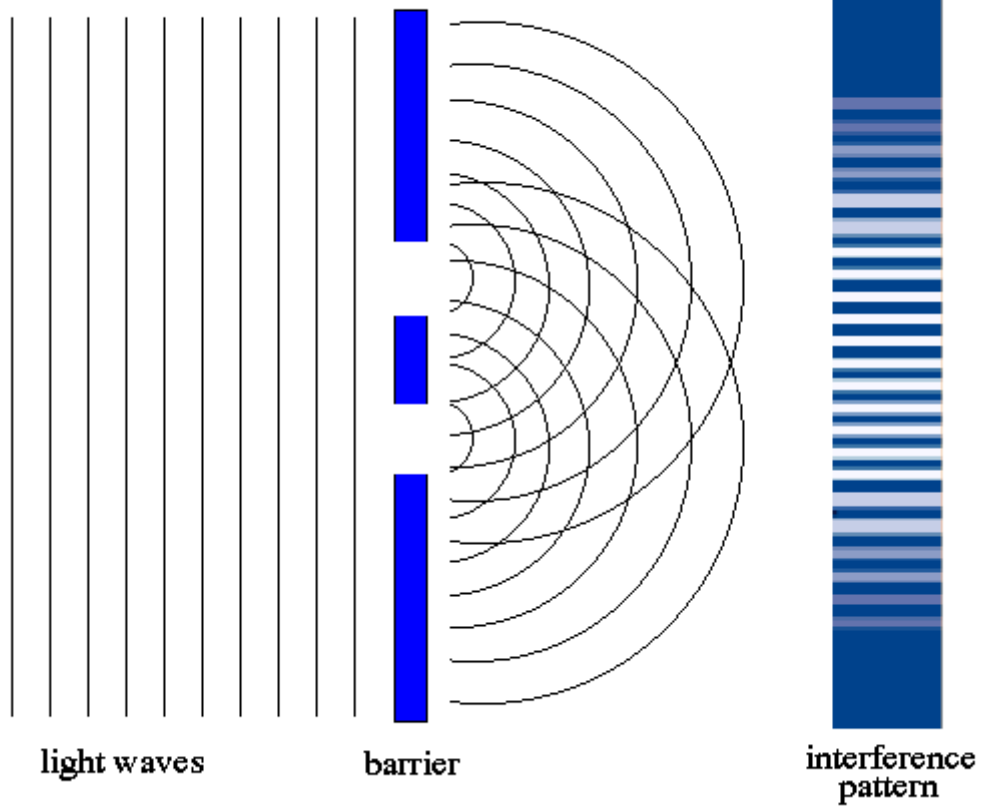
Csomóvonalak, rezgési állapotok

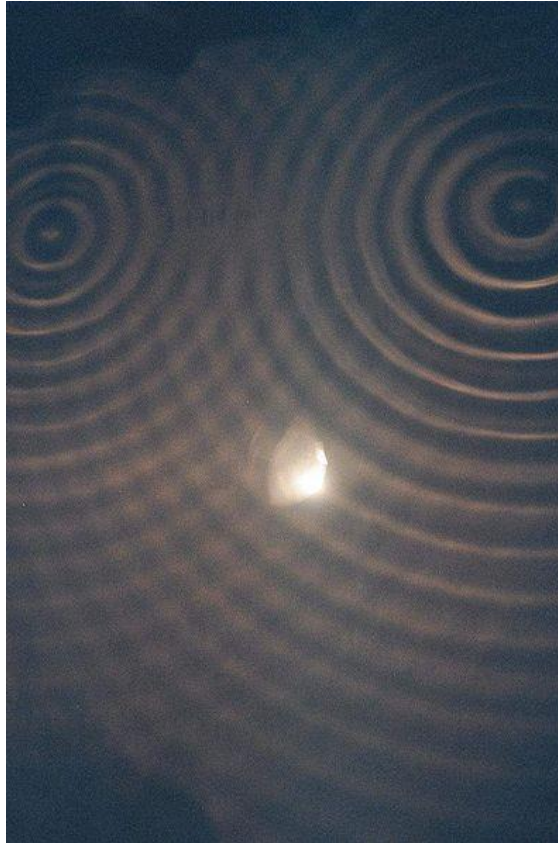


Interferencia

A hullámtér egyes pontjaiba beérkező hullámok tartósan erősítik vagy gyengítik egymást. Az ilyen hullámokat nevezik koherens hullámoknak. Az eredmény a hullámtérben megfigyelhető mintázat az un. interferencia-kép.

Interference





Phet szimuláció.

Az erősítés vagy a gyengítés az útkülönbségtől függ.

Kiterjedt testek mozgása

Kiterjedt test: több pontja van, alakja van

Mereven mozog: A pontok helyzete egymáshoz képest nem változik (állócsillagok)

Deformáció: Rugalmas, rugalmatlan. Nyírás, csavarás, nyomás

Tömegközéppont

$$D! \quad \vec{r}_c = \frac{\sum m_i * \vec{r}_i}{\sum m_i}$$

Kiterjedt test esetében erre a pontra igaz a tehetetlenség törvénye! (mat köv)

Kiterjedt test estén a test lendülete a részek lendületeinek az összege. (def)

A test teljes lendülete a teljes tömeg szorozva a tömegközéppont sebeségével. (mat köv)

Példa: forogva repülő bárd

Hogyan lehet megkeresni?

D! Megoszló erőrendszer (térfogati, felületi erőrendszer), ekvivalens eredő.

Súlypont: A gravitációs erő ekvivalens eredőjének támadáspontja.

Súlypont: Itt alátámasztva nem esik le!

A kettő általában egybe esik.

A testre ható külső erők a tömegközéppont gyorsulását határozzák meg.

Haladás és forgó mozgás

A szabadmozgás haladó és forgó mozgás együtt. Általában: A test tömegközéppontja egy bizonyos pályán halad, a test a tömegközéppont körül forog.

Kiterjedt test haladó mozgása

F! A testre ható külső erők összege határozza meg a tömegközéppont gyorsulását.

Kiterjedt test forgó mozgása tengely körül

Középkola: Impulzusmomentum és forgatónyomaték

D! A kiterjedt test forgó mozgást végez (tengely körül), ha minden pontja körpályán mozog és a körpályák középpontjai egy egyenesre esnek. (forgástengely)

támadáspont, hatásvonal, erőkar

forgatónyomaték, impulzusmomentum

az impulzusmomentum megváltozása

Kiterjedt test

tehetetlenségi nyomaték, tengelyre vonatkozó

$$\theta = \sum m_i * r_i^2$$

$$I = \theta * \omega$$

Pont körüli forgás

Pontra vonatkozó impulzusmomentum (tömegpontté):

$$D! \vec{I} = \vec{r} \times m * \vec{v}$$

D! Forgatónyomaték (pontra!): $\vec{M} = \vec{r} \times \vec{F}$

A forgás alaptörvénye: $\vec{M} = \frac{d\vec{L}}{dt}$

Kiterjedt test: un: Pályaimpulzusmomentum, sajátimpulzusmomentum

A kiterjedt testre ható külső erőknek a test tömegközéppontján átmenő tengelyre vonatkozó forgatónyomatéka határozza meg az adott tengely körüli forgás szöggyorsulását.

Csúszás, tapadás

Gurulás

Kiterjedt test, síkmozgása, kényszermozgás

Fel kell írni a mozgásegyenletet a tömegközéppont gyorsulására

A tömegközépponton átmenő tengely körüli forgásra

Kényszerfeltétel: gördül vagy megcsúszik?

Egyensúly

Mit jelent?

Nem jön forgásba és nem kezd el gyorsulni!

feltétele (merev test):

A testre ható külső erők eredője nulla.

Van olyan forgástengely, amelyre vonatkozó forgatónyomatékok összege nulla!

Példa

Energia

Az energia fizikai mennyiség. SOHA NEM vektor! Mértékegysége a Joule (Joule).

D: A világ egy darabját körbe vesszük, elkülönítjük a többitől → rendszer

F: Energiamegmaradás: A rendszer energiája pontosan annyival változik, amennyi energiát a rendszer a környezetétől kap, vagy annak lead.

Az energiamegmaradás az egyik legalapvetőbb fizikai törvény.

példa: mozi

Az energia többféle lehet: mozgási energia, hőenergia, helyzeti energia, elektromos energia stb

Kinetikus, más szóval mozgási energia

Pontszerű test

D: Egy m tömegű pontszerű test mozgási energiája:

$$K: E_m = \frac{1}{2} * m * v^2$$

ahol v a pontszerű test sebessége.

D: Rugalmasnak nevezik két test ütközését, ha a testek mozgási energiáinak összege az ütközés során nem változik meg.

P: A rugalmas labda ugyanakkora sebességgel pattan vissza a falról, amivel nekiütközött.

Kiterjedt, mereven mozgó test

D: A mozgási energia a részek mozgási energiáinak összege.

M: Ha a test haladó mozgást végez, mozgási energiáját (haladási energia) a teljes tömegével és a tömegközéppont sebességével kell számolni.

M: Forgó mozgás esetén (forgási energia)

$$K: E_m = \frac{1}{2} * \theta * \omega^2$$

ahol a tehetetlenségi nyomatékot a forgástengelyre kell számolni, omega a forgás szögsebessége.

M: Szabadon mozgó test teljes mozgási energiája a haladási és forgási energia összege. A forgástengelyt célszerű a tömegközépponton átmenőnek választani.

P: Egy korong csúszik forogva a jégen

Munka

D: Munkavégzés akkor történik, ha a testre erő hat, és a testnek az a pontja, amire az erő hat (támadáspont) ténylegesen el is mozdul az erővel párhuzamosan.

$$K: W = \vec{F} * \Delta\vec{r}$$

forgómozgás esetén is van képlet: $M * d\theta$

Az erőt skalárisan szorozni kell a támadáspont elmozdulásával. Ha az erő változik, akkor integrálni kell.

P: az asztalon csúszó kéz által végzett munka

Munkatétel

M:

Munkatétel: A test mozgási energiájának megváltozása egyenlő a rá ható külső erők által végzett munkák összegével.

A mozgási energiát tehát munkavégzés révén lehet megváltoztatni.

Kölcsönhatási energia

D: Erőtér

D: Konzervatív erőtér: Az erőtér által végzett munka csak a kezdeti és végső helyzettől függ!

Gravitációs, sízó, feldobott kő ugyanolyan sebességgel esik vissza

D: Nem konzervatív erőtér: disszipatív

P: Súrlódás

A kölcsönhatási energiának csak akkor van értelme, ha a kölcsönhatást leíró erőtér konzervatív.

D: A kölcsönhatási energia az a munka, amit a kölcsönható testek végeznek egymáson, amíg az adott helyzetből (amiben számoljuk a kölcsönhatási energiát) egy választott nullhelyzetbe nem kerülnek. (mindegy milyen alakú pályán!!)

P: Két, egymást vonzó elektromos töltés kölcsönhatási energiája.

Helyzeti energia

D: Ha a kölcsönható testek egyikét rögzítjük (pl gravitáció, Föld), akkor a két kölcsönható testhez tartozó kölcsönhatási energiát az egyik testhez tartozó helyzeti energiának gondolhatjuk.

P: Néhány munkatétel alkalmazás, példa a gravitációs helyzeti energiára

Hőmérséklet

Brown mozgás

Rendezetlen, véletlenszerű mozgás



Ilyen a vízben oldott részecske mozgása

(Brown: pollen)

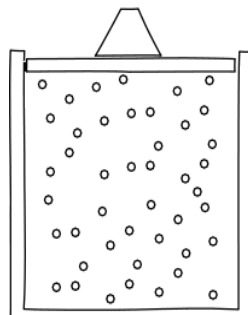
Kinetikus (mozgásos) gázmodell

A kinetikus gázmodell a gázok (ritka gázok) tapasztalható viselkedését (nyomás, térfogat, hőmérséklet, keveredés, stb) magyarázza mikroszkópikus feltevésekkel.

Feltevések:

- A gáz nagyon sok molekulából áll, ezek között a távolság méreteikhez képest nagy
- A molekulák véletlenszerűen mozognak, állandó sebességeloszlással
- A molekulák rugalmasan ütköznek egymással és az edény falával, egyébként nem hatnak egymásra
- Az egyes molekulák Newton törvényei szerint mozognak

Sok alkotórész mozog, az egyes alkotórészeket nem lehet nyomon követni: statisztikus leírás lehetséges



Valószínűségi sűrűség függvény

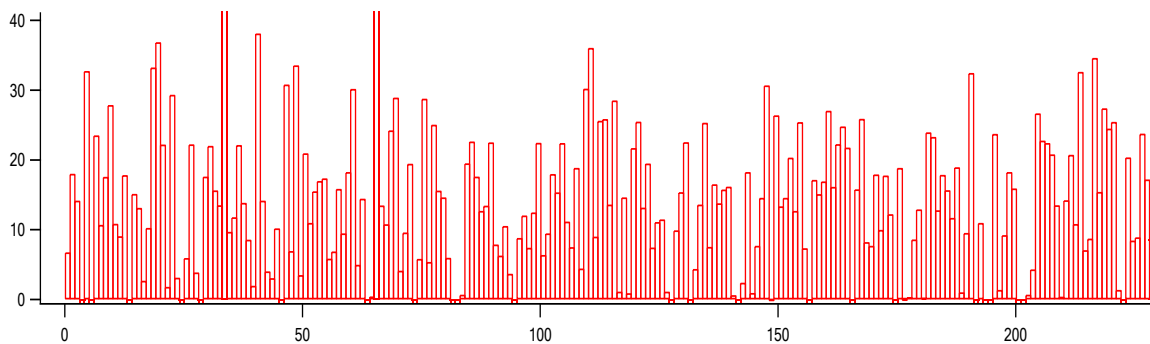
A valószínűség fogalma

Adott egy kísérlet, ennek egy bizonyos kimenetele mennyire valószínű?

Nagyon sokszor el kell végezni a kísérletet. Megszámolni, hányszor következett be az a bizonyos kimenetel. Ezt a számot kell osztani azzal, ahányszor elvégeztük a kísérletet.

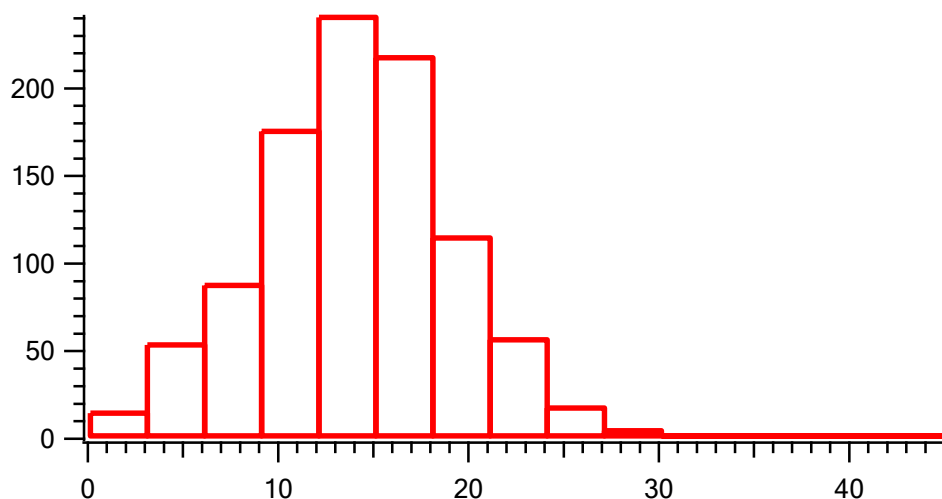
0 é 1 közé eső szám. (lehetetlen esemény, biztos esemény)

A kísérlet, mérés eredményeinek valószínűsége



A hisztogram vízszintes tengelyén a lehetséges értékek (pontok) egy felosztása áll: 0-2, 3-5, 6-8, 9-11 stb

A függőleges tengely azt mutatja, hogy hány olyan eredmény született, ami az adott tartományba esett. (0-2 11db, 3-5 20db, stb)

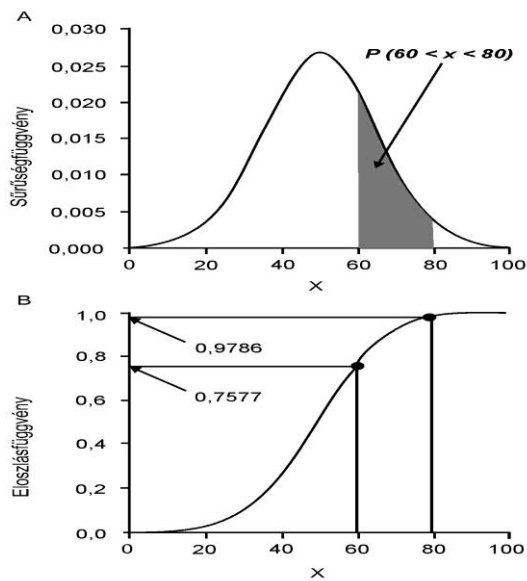


Ez a fenti grafikon eredményeiből készített hisztogram.

D: Valószínűségi sűrűség függvény: Egy fizikai mennyiség sűrűségfüggvényének/eloszlásának két pont közötti integrálja egyenlő/arányos annak a valószínűségével, hogy a fizikai mennyiség értéke a két pont közötti tartományba esik.

A hisztogramból is becsülhető ez a valószínűség.

A gázcsekkék sebessége



Általában milyen sebességgel mozognak a részecskék a gázban?

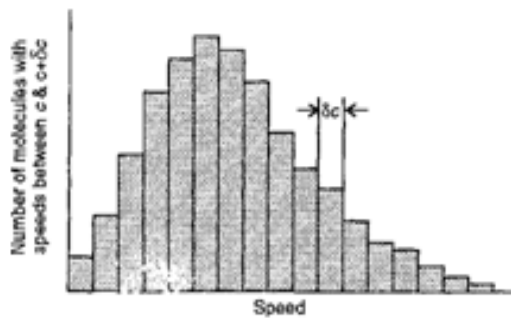
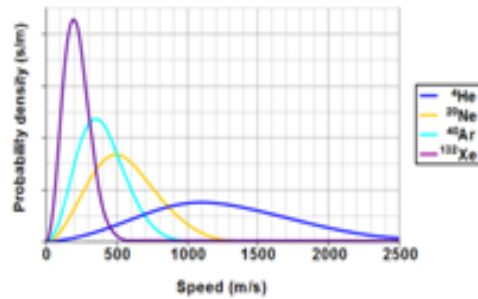


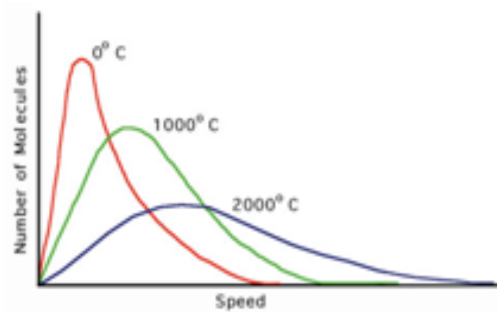
Fig. 22.8.

Maxwell-Boltzmann Molecular Speed Distribution for Noble Gases

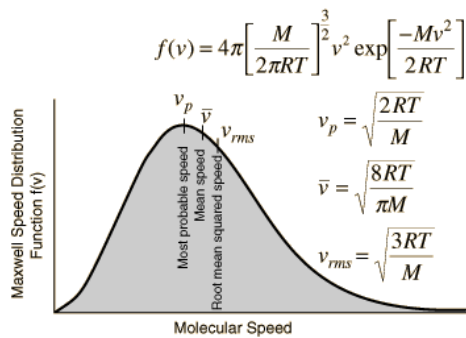


Ugyanaz a hőmérséklet, más tömeg.

Maxwell – Boltzmann sebességeloszlás



A hőmérséklet növekedésével a maximum eltolódik, az eloszlás kiszélesedik



M – móltömeg kg/mól
R - egyetemes gázállandó

$$KE_{avg} = \frac{3}{2} kT \text{ per molecule} = 1.38066 \times 10^{-23} \text{ J/K}$$

$$KE_{avg} = \frac{3}{2} RT \text{ per mole} = 8.3145 \text{ J/mol K}$$

k = Boltzmann constant = R/N_A

Egy molekula átlagos mozgási energiája T hőmérsékleten: $1.5 \cdot k \cdot T$

Gázkeverékekben a sebességek nem, az átlagos mozgási energiák kiegyenlítődnek: Az energia egyenletesen oszlik el.

Az átlagos sebesség 100m/s nagyságrendű szobahőmérsékleten

Az ideális gáztörvény

Ideális és reális gázok

$$P \cdot V = n \cdot R \cdot T = N \cdot k \cdot T$$

ahol:

P – a gáz nyomása

V – A térfogata

n – a gáz móljainak száma, a móltömeg (relatív atomtömeg grammokban) mondja meg

R – egyetemes gázállandó

N – a gázmolekulák száma

T – hőmérséklet kelvinben

A reális gázok viselkedését egy kissé módosított egyenlet írja le.

A belső energia

D: Anyaghalmaz esetén beszélhetünk un. belső energiáról: A részecskék rendezetlen mozgásának mozgási energiája, és az egymással való kölcsönhatás kölcsönhatási energiája ($N \cdot N(-1)$ db)

Ideális gázok belső energiája

Nincs kölcsönhatás a gázcsepscék között! Csak rendezetlen mozgási energia van!

$$U = \frac{3}{2} * N * k * T$$

Ez akkor igaz, ha a gázmolekula golyó alakú. A forgás nem számít a mozgási energiában. Súlyzó alakú molekulánál ötketted, szabálytalan alakú molekulánál hatketted a szorzótényező.

A termodinamika első főtétele

A gáz belső energiájának megváltozását úgy kell kiszámolni, hogy a gázzal közölt hő (melegítés) –ből ki kell vonni a gáz által végzett munkát.

Hő: rendezetlen energia, amit egy test kap vagy elveszít, ha egy nála melegebb vagy hidegebb testhez ér. (energia egyenletes eloszlása)

Munka: Erő és elmozdulás szükséges hozzá.

M: A gáz által végzett munka: $W = P * \Delta V$

Mennyire melegszik fel a gáz?

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

Nem mindegy, hogy állandó térfogaton vagy állandó nyomáson történik a melegítés.

A hőmérséklet fenomenológikus értelmezése

Hőérzet:

Mint minden érzékelés, az élőlény biológiai túlélését szolgálja.

- a változást érzékeljük
- logaritmikus
- a hőérzetet befolyásolja az anyag hővezető képessége, pl a levegő páratartalma

Tapasztalat: az érintkező testek állapota eleinte változik, majd egy bizonyos idő után nem → (termodinamikai értelemben) egyensúlyi állapot alakul ki.

D: Hőmérséklet: Az a valami, ami az egymással érintkező és egyensúlyi állapotba került testekben közös.

Hőmérsékleti skálák:

Celziusz

Fahrenheit

Kelvin

Hőjelenségek

Hőtágulás

lineáris

felületi

térfogati

Különböző halmazállapotú anyagok hőtágulása

A hőmérséklet mérése szenzorokkal

Hőmérők

LDR

Termisztor

Termopár

Digitális hőmérő: Szenzor és elektronika

Hőterjedés

Fázunk vagy sem?

Hőáramlás (konvekció)

Hőáramlás: (konvekció) A hőt valamilyen közvetítő közeg szállítja el. Tehát az anyag a hőtartalmával együtt mozog.

Ez igen érdekes, képzeljük el, hogy egy termoszba forró teát öntünk. Majd a forró teát a termoszba átvisszük a másik helyiségbe. Erre azt mondhatnánk, hogy a hőt valamilyen közvetítő közeg szállítja el és hőáramlásról beszélünk. Remélem, kilóg a ló lába, ez így nem igaz. Hőáramlásról csak akkor beszélhetünk, ha

hőmérsékletváltozással jár együtt. A napkollektorba beáramlik a hideg levegő, ott a napsugárzás hatására megmelegszik (hőmérsékletváltozás történt) és kiáramlik a kollektorból. Itt már hőáramlásról beszélünk.

Fontos tudni, hogy az egyes anyagok mennyi hőenergiát képesek felvenni, ez lesz a "szállítókapacitásuk". Egységnyi tömegű levegő jóval kevesebb energiát tud felvenni, mint egységnyi tömegű víz. Ezt az anyagjellemzőt nevezzük **fajhőnek**. Jele c , mértékegysége $J/(kg \cdot K)$.

Anyag	Fajhő [J/Kg*K]
Acél (alacsony széntartalmú)	460
Aluminium	900
Beton	653
Bronz	435
Cink	381
Etilén-glikol	2385
Fenyőfa	2805
Grafit	837
Gumi	2009
Hővezető paszta	2093
Lágyforrasz (ón-ólom)	167
Levegő	1004
Ólom	130
Ón	226
Plexiüveg (akril)	1448
Poliuretán hab	1130
Réz	385
Rozsdamentes acél	460
Sárgaréz	343
Szilícium (szennyezetlen)	712
Üveg (közönséges)	795
Üveggyapot	670
Vas (öntött)	460
Víz	4186

A szállított hőenergiát ezzel a képlettel tudjuk számolni.

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

Q: hőenergia

c: fajhő

m: tömeg

ΔT : hőmérséklet különbség

Alkalmazási példa:

A napkollektorunkra 1 óra alatt 400 W hasznosítható napenergia érkezik. A kollektorba 20 C°-os levegő érkezik óránként 50 m³. Mennyi lesz a kilépő hőmérséklet?

Egyenletet átrendezve,

$$\Delta T = Q/(c \cdot m)$$

$$T_{ki} = Q/(c \cdot m) + T_{be} = 400 \cdot 3600 \text{ J} / (1004 \text{ J}/(\text{kg} \cdot \text{K}) \cdot 50 \cdot 1,2 \text{ kg}) + 20 \text{ C}^\circ = 43,9 \text{ C}^\circ$$

(hőmérséklet átváltások, veszteségek nincsenek, levegő sűrűsége 1,2 kg/m³)

Hővezetés (kondukción)

D: Hővezetés során a hőenergia az anyagban terjed, de anyagáramlás nem történik.

Pld. Egy acélkanalat tartsunk gázláng fölé, nem sokára érezzük a hővezetés hatását. Ha ugyanezt próbáljuk meg alumínium kanállal, akkor az tapasztaljuk, hogy a hővezetés intenzívebb. Tehát a hővezetés anyagfüggő, ezt a **hővezetési tényező** fejezi ki. Jele λ (lambda) mértékegysége a W/(mK).

Anyag	hővezetési tényező
Alumínium	210
Sárgaréz	85
Réz	386
Vas	73

Ólom	35
Acél	46
Tégla	0,63
Kartonpapír	0,21
Cement	0,30
Földkéreg	1,7
Gyapjú nemez	0,036
Üveg	0,8
Jég	2,2
Papír	0,13
Puha gumi	0,14

Száraz homok	0,39
Tömör hó	0,21
Száraz talaj	0,14
Fa	0,13
Víz	0,58
Levegő	0,026
Polietilén	0,31
PVC	0,35
Polikarbonát	0,39
Poliészter	0,31
Ásványgyapot	0,044

Íme a hővezetés képlete:

$$\Phi = \lambda * (A * \Delta T) / l$$

És hogyan használjuk:

Adott egy 1m² felületű és 1 cm hosszúságú levegőréteg. Mennyi energia áramlik át ezen a rétegen, ha a réteg két oldala közötti hőmérsékletkülönbség 50 K?

$$\lambda = 0,026 \text{ W/(mK)}$$

$$A = 1 \text{ m}^2$$

$$\Delta T = 50 \text{ K}$$

$$l = 1 \text{ cm} = 0,01 \text{ m}^2$$

$$\Phi = \lambda * (A * \Delta T) / l = 0,026 \text{ W/(mK)} * 1 \text{ m}^2 * 50 \text{ K} / 0,01 \text{ m} = 130 \text{ W}$$

Hősugárzás (radiáció)

D: A **hősugárzás** során az anyagok közötti hátvitel sugárzás útján valósul meg. Pld. A magasabb hőmérsékletű test, a nap sugároz, a napkollektor pedig elnyeli ezt a sugárzást, ezzel hőenergiát nyer.

Az egyes anyagok a sugárzást különböző mértékben:

- Elnyelik
- Visszaverik
- Átengedik

Ha a beérkező sugárzást 100%.-nak vesszük, akkor az elnyelődés, visszaverődés és átterestés összege is 100 %.

A fényáteresztő képesség a kollektorok fedésénél fontos

Az elnyelést **abszorpciónak** is nevezzük. Az abszorpciós tényező megmutatja, hogy a sugárzás hány százalékát nyeli el a felület. 100% = totális elnyelés, 0% = nincs elnyelés.

Ha egy anyag pld a sugárzás 0 %.-t ereszti át, 60 %.-t elnyeli és 40 %.-t visszaveri, akkor felmerülhet a kérdés, hogy mi lesz a 60 % elnyelt sugárzással. Az elnyelt sugárzás hatására a test hőmérséklete növekszik. Minden test sugároz, minél magasabb a test hőmérséklete, annál több energiát sugároz ki.

Az **emissziós** tényező egy felületből kibocsátott sugárzás mérőszáma. Az emisszió azt jelenti, hogy a napsugárzás hatására egy bizonyos hőmérsékletre felmelegedett a kollektor hőelnyelő felülete. A környezet és a hőelnyelő felület között hőmérsékletkülönbség van. A hőelnyelő felület hőt sugároz ki a nála alacsonyabb hőmérsékletű környezetnek.

Pld. A külső hőmérséklet 0 C°, a hőelnyelő (abszorber) 1m² felületének emissziós tényezője 100 %. Az abszorber hőmérsékletének függvényében megközelítőleg ilyen kisugárzási értékek vannak:

Hőmérséklet	Kisugárzott energia (W)
10	48
20	102

30	162
40	229
50	302
60	382
70	469
80	565

(ha nincs hővezetés és hőáram)

Néhány anyag abszorpciós és emissziós tényezője:

Anyag	Elnyelőképesség (abszorpciós tényező)	Sugárzókéesség (emissziós tényező)
tiszta alumínium	0,09	0,09
eloxált alumínium	0,14	0,84
alumínium SiO ₂ bevonattal	0,11	0,37
króm	0,42	0,29
polírozott réz	0,35	0,04
oxidmentes vas	0,44	0,07
magnéziumoxid	0,14	0,75
nikkel	0,39	0,1
fehér festés	0,26	0,9
fekete festés	0,96	0,88
zöld festés	0,5	0,9
Alufólia	0,15	0,05

Értelmezzük a táblázatot, hiszen nem mindegy, hogy az adott anyag milyen minőségben (sugárzó vagy elnyelő) van jelen. Első esetben a nap sugároz, és az anyag elnyel, tehát a táblázatban az elnyelőkéesség adja meg, hogy a beérkező napsugárzás mekkora részét nyeli el az adott felület. A beérkező napsugárzás hullámhossza rövid, mivel a nap felületi hőmérséklete több ezer fok.

A második esetben a felület már elnyelte a napsugárzást és magasabb lett a hőmérséklete, ekkor a felület sugároz. A táblázatban a sugárzókéesség megadja, hogy az anyag kb. 0-200 C° közötti hőmérsékleten, felületén mennyi (előzőleg a napsugárzásból elnyelt) energiát sugároz ki. Ebben az esetben kibocsátott sugárzás hullámhossza nagyobb.

Hőátadás

A kollektor hőelnyelő (abszorber) lemeze mögött levegőt áramoltatunk. Hogyan adja át a meleg alumínium lemez a hőenergiát az áramló levegőnek? Hőátadással. A hőátadás során a hővezetés, a hőáramlás és a hősugárzás egyszerre és együttesen lép fel. Tehát az áramló levegő és a lemez felülete közötti hőközlést hőátadásnak nevezzük.

Azt a mennyiséget, amely jellemzi ezt a folyamatot, hőátadási tényezőnek nevezzük. Jele: α , mértékegysége $W/m^2 \cdot K$ vagy $W/m^2 \cdot ^\circ C$.

A hőátadási tényező nem egy anyaghoz, hanem két anyag kapcsolatához köthető. Pld. más a hőátadási tényező a réz és a víz között és más a réz és a levegő között.

A hőátadásra alkalmazható képlet:

$$\Phi = \alpha \cdot A \cdot \Delta T$$

Mennyi energiát veszít 2 m^2 polikarbonát fedésű napkollektor hőátadással, ha a polikarbonát-levegő hőátadási tényező $3,2 \text{ W/m}^2 \cdot ^\circ C$, a polikarbonát felületi hőmérséklete $20 \text{ }^\circ C$, a levegő hőmérséklete $0 \text{ }^\circ C$?

$$\Phi = \alpha \cdot A \cdot \Delta T = 3,2 \text{ W/m}^2 \cdot ^\circ C \cdot 2 \text{ m}^2 \cdot (20 \text{ }^\circ C - 0 \text{ }^\circ C) = 128 \text{ W}$$

A lehűlés és felmelegedés folyamata

Halmazállapotok

Halmazállapot átalakulások

HALMAZÁLLAPOT-VÁLTOZÁSOK

A halmazállapot-változás olyan folyamat, melynek során a rendszert alkotó részecskék kapcsolatában minőségi változás következik be. Megváltoznak az anyagra jellemző állandók, például a sűrűség és a fajhő.

A halmazállapot-változást két fizikai mennyiséggel jellemezhetjük:

Fajlagos hő: Az anyagi minőségre jellemző

Jele: L

M.e:

kg

J

Folyamat vagy átalakuláshő:

Jele: Q

M.e: J

Olvadás

- Az a halmazállapot változás melynek során az anyag szilárd fázisból folyékony fázisba megy át. Például a jég megolvad.
- Az a hőmérséklet, amelynél a kristályos szilárd anyag olvadni kezd, vagyis az első

folyadékcseppek megjelennek az olvadáspont. Jele: T_0 Minden anyagnak más és más az olvadáspontja. például a víznek 0°C , az aranyaknak 1063°C .

□ Az olvadásponton a szilárd és a cseppfolyós fázis tartósan egyensúlyban van. Ez azt jelenti, hogy a 0°C -os jég-víz keverék mindaddig 0°C -os marad, amíg az összes jég meg nem olvad.

□ Az olvadó test hőt vesz fel a környezetéből, ez az olvadáshő. Az olvadáshő függ az olvadó test tömegétől és anyagi minőségétől. $Q = L \cdot m$

□ Ez a hő nem növeli a test belső energiáját, tehát a hőmérséklete nem változik. Ezt a hőt látens vagy rejtett hőnek nevezzük, mely a kristályszerkezet felbontására fordítódik.

□ Nagyobb nyomás alatt általában az olvadáspont magasabb. Például a korcsolyázáskor a nagy nyomás alatt megolvad a jég és az így keletkező víz csökkenti a súrlódást. (regeláció = újrafagyás) A gleccserek alján is a nagy nyomás megolvasztja a jég egy részét és a súrlódás csökkenése miatt a jégrétegek egymáson elcsúsznak.

□ Amorf testeknél az olvadáspont nem határozható meg, itt lágyulás következik be.

Fagyás

□ Az a halmazállapot változás, amelynek során az anyag folyékony fázisból szilárd fázisba megy át. Például a víz megfagy.

□ Az a hőmérséklet, amelynél a folyadék fagyni kezd, vagyis az első kristályok megjelennek, a fagyáspon. Jele: T_0 Ugyanannak az anyagnak az olvadás és fagyáspon. megegyezik.

□ Fagyáskor hő szabadul fel, mely az olvadáskor felvett hővel egyenlő. $Q = L \cdot m$ Télen a leesett hó lassítja a lehűlést, a befagyott Balaton partján magasabb a hőmérséklet, mint tőle távolabb.

□ Fagyáskor az anyagok térfogata általában csökken, kivéve a víz és a vas.

$$Q = L \cdot m$$

□ A víznek 4°C -on a legkisebb a térfogata, és további hűtés hatására kitágul. A tágulás fagyás közben is folytatódik, a növekvő térfogatú jég pedig rendkívül nagy erő képes kifejteni. Például a sziklák repedéseiben megfagyó víz szétrepeszti a legkeményebb kőzetet is, amely a magas hegységek lepusztulásának legfőbb oka. A fagy ugyanezen okok miatt jelentős károkat okozhat a hidakban, épületekben, utakban. Ha a keletkezett repedéseket cementtel, aszfalttal, bitumennel, szilikonnal kitöltik, a fagykárak megelőzhetők.

□ Mivel fagyás közben a térfogat növekszik, a jég sűrűsége kisebb lesz mint a vízé, ezért a jég úszik a vízben. A jég nagyobbik része a víz alatt marad. A tengereken, óceánokon úszó jéghegy ezért nagyon veszélyes. A legismertebb ennek következtében bekövetkezett katasztrófa 1912-ben volt a Titanic elsüllyedésekor.

□ A különféle sók jelentősen csökkentik a víz fagyáspon. A jeges utakat, járdákat ezért lehet sóval jégmentesíteni. Sajnos a kiszórt só károsítja a környezetet, jobb lenne például műtrágyát használni (pétisó).

Gőzképződés

Olyan halmazállapot változás melynek során az anyag folyékony fázisból légnemű fázisba megy át. Két fajtája van: a párolgás és a forrás

Párolgás

□ Bármely hőmérsékleten, de csak a folyadék felszínén megy végbe. Pl.: a meleg tea párolog. De a nyári eső után is a víztócsák hamar eltűnnek. A mosás után kiterített ruha is néhány óra alatt megszárad.

□ A párolgó test hőt von el a környezetétől, miközben a párolgó test hőmérséklete csökken. Például: lidokain, forró tea. A párolgó anyag hőmérséklete csak akkor marad állandó, ha hőt tud felvenni a környezetéből. Ezért fázunk nyáron is a strandon, ha kijövünk a vízből. Hideg időben a járművek ablaka bepárasodik, apró vízcseppek

jelennek meg rajtuk.

□ A párolgás történhet zárt térben is. Ilyenkor a folyadék és saját gőze között dinamikus egyensúlyi állapot alakul ki.

□ Az élőlények nagy része melegben párologtatással szabályozza testhőmérsékletét. A növények a leveleiken keresztül vizet párologtatnak. Az állatok nagy része és az ember, izzadással hűti magát.

□ A hűtőgépekben lévő folyadék a gyors párolgás miatt hőt von el a betett élelmiszerektől. Az elpárolgott hűtőközeget a villanymotorral hajtott kompresszorba kerül, ahol adiabatikus úton összepréselődik, eközben azonban felmelegszik. Innen a hűtőszekrény hátlapján elhelyezett csőrendszerbe jut, ahol a külső levegő lehűti, így az lecsapódik és ismét a hűtőtérbe kerül. Ezért a hűtőszekrényt nem szabad teljesen a falhoz tolni és lehetőség szerint fűtőtesttől távol kell elhelyezni.

□ A párolgás sebessége függ:

⇒ A hőmérséklettől

⇒ A párolgó felület nagyságától

⇒ A légáramlástól (akkor gyorsabb a párolgás, ha a alacsonyabb a páratartalom)

⇒ A párolgó test anyagi minőségétől

□ A szilárd testek párolgása a szublimáció. Pl.: kámfor, naftalin, kén. A szublimáció jelenségét figyelhetjük meg, akkor is, amikor a villanyégő használata során az üvegbúra az izzószál szublimálása miatt befeketedik.

A szublimációval ellentétes folyamat során a vulkáni eredetű gőzökből, gázokból gyakran válnak ki szilárd halmazállapotú ásványok. Például az erdélyi Torja melletti Büdösbarlang üregéből folyamatosan áramlik ki a kénhidrogén, ami az üreg falát és a sziklákat sárga kénréteggel vonja be.

Forrás

□ A folyadék belsejében is keletkezik gőz, amely buborék formájában a felszínre száll. Pl.: forr a leves.

□ Meghatározott hőmérsékleten megy végbe. Ez a forráspont. Jele: T_f

□ A forráspont függ a nyomástól. Nagyobb nyomáson a forráspont magasabb (kukta, izraeli Holt tenger 101°C), kisebb nyomáson a forráspont alacsonyabb (Kékes 96°C , A francia Alpoki Mont Blanc 84°C , himalájai Mont Everest 71°C) A paksi atomerőmű reaktortartályait zárt csőrendszerben keringő vízzel hűtik. A víz nyomása $12,5\text{ MPa}$ (a normál nyomás 125-szöröse), hőmérséklete a reaktorban 295°C . Ez a víz azonban nem forr. Ezt a vizet hűti le 255°C -ra és ez hajtja a gőzturbinákat amelyek az áramfejlesztő generátorokat működtetik.

□ A forráshoz hő szükséges. Ez a forráshő, amely egyenesen arányos az anyag tömegével és függ az anyagi minőségtől. $Q = L \cdot m$ Ez a hő nem növeli a folyadék belső energiáját, tehát a hőmérsékletét sem, ezért ezt látens, vagy rejtett hőnek nevezzük. Ez a hő a kohéziós erő legyőzésére fordítódik.

□ Minden folyadékban szabad szemmel nem látható gázbuborékok vannak.

Melegítéskor ezek térfogata növekszik, fokozatosan láthatóvá válnak. A buborék akkor száll fel, ha a felhajtóerő legyőzi a kohéziós, illetve az adhéziós erőt.

□ Ha a folyadékban nincs gázbuborék, akkor nem indul meg a forrás, a folyadék túlhevül.(olaj)

Leccsapódás

□ Olyan halmazállapot változás, amelynek során az anyag légnemű fázisból cseppfolyós fázisba megy át.

□ Lehűléskor ugyanis a légnemű anyag részecskéinek sebessége csökken, az ütközéskor összetapadnak.

□ Leccsapódáskor hő szabadul fel.

- A fazék fedelét óvatosan kell felemelni, mert a felszálló vízgőz a kezünkön esetleg arcunkon lecsapódva égési sérüléseket okozhat.
- A fűtőtestbe vízgőzt vezetnek, ez a fűtőtesten lehűl, cseppfolyósodik és hó szabadul fel.
- A folyamat csak akkor indul meg, ha a gőz hidegebb testtel érintkezik, vagy a légtérben szennyeződés (kondenzációs mag) található.
- A gázok nem képesek lecsapódni, de a gőzök igen. (kritikus hőmérséklet)

A víz mindhárom halmazállapotban megtalálható.

A jég, a hó szilárd halmazállapotú. A vízgőz légnemű halmazállapotú. A levegőben mindig van vízgőz, de a meleg levegő több vízgőzt képes befogadni, mint a hideg. A páradús meleg levegőből lehűléskor a felesleges gőz kicsapódik, és kis cseppecskékben láthatóvá válik. Így keletkezik a harmat, fagypont alatt a dér, a föld közelében a **köd**, ami a magasban a **felhő**. Ha az apró vízcseppek egymáshoz tapadnak, megnagyobbodnak, akkor **esőcsepp** keletkezik, ami esőként a földre hull. A ködképződéshez szükséges, hogy por-, füstreszecskek legyenek a levegőben, ez az úgynevezett kondenzációs mag.

A különböző megjelenési formájának különböző a sűrűsége. A jég sűrűsége például kisebb a vízénél, hiszen úszik a vízben. A vízgőz sűrűsége is kisebb a vízénél.

A lepárlás (desztilláció) során a vizet felforraltjuk, a keletkezett gőzt csövön átvezetjük. A csőben lehűlő vízgőz lecsapódik, a cső végén desztillált víz csepeg ki.

Lepárlással állítható elő a pálinka. A rothadó anyagokban ugyanis víz és alkohol van. Az alkohol forráspontja 78°C, a vízé 100 °C. Ha ezt az anyagot melegítjük, akkor elsősorban alkoholgőz távozik belőlük. Az alkoholgőz a csőben cseppfolyósodik, és a cső végén a pálinka csorog ki.

Átalakulási hő

Túlhűtés, túlhevítés

Vízpára a levegőben

Párásodás, nedvesedés

kb 15 C-fokon a levegőben levő vízpára lecsapódik.

Hőszigetelés

Ablak



Az U és K érték hőátbocsátási tényezőt jelent. A **hőátbocsátás** azt mutatja, hogy az épületszerkezeten egységnyi idő alatt mennyi energia távozik. Például a mai 38 centiméter vastag üreges falazóelemeknek az U-értéke általában 0,4 W/m²K. Ez azt jelenti, hogy az abból épített fal egy négyzetméterén 0,4 watt hőenergia távozik,

feltéve, hogy a fal belső és külső oldala között 1 **Kelvin** (K) a hőmérsékletkülönbség. (Az 1 K hőmérsékletkülönbség megegyezik az 1 °C hőmérsékletkülönbséggel. Az eltérés mindösszesen annyi, hogy a Celsius-skálán a víz olvadáspontja a nulla fok, míg a Kelvin-skálán az abszolút nulla fok, azaz -273,16 °C a kiindulás.)

Érdemes még megemlíteni a hővezetési (görög lambdával jelölt) és a hőátbocsátási (U) tényező közötti eltérést, bizonyos táblázatok ugyanis vagy az egyiket, vagy a másikat tüntetik fel.

Jó tudni! A hővezetési tényező az adott anyagnak egy 1 méter élhosszúságú kockájára vonatkozik és annak szemben lévő lapjai közötti hővezetést határozza meg, mértékegysége W/mK.

A **hőátbocsátási tényező** egy tetszőleges vastagságú, 1 négyzetméteres keresztmetszetű hasábra adja meg ezt az értéket, így annak mértékegysége W/m²K.

Utóbbi a közvetlenül használható, hiszen csak a felülettel és hőmérsékletkülönbséggel kell beszorozni. Ahol viszont az előbbit (lambda) adják meg, azt el kell osztani a fal tényleges vastagságával (elvégre kisebb fal több energiát enged át).

Külső

Belső

Geometriai optika – fénytan

A fény terjedése

Közvetlenül

Két pont között egyenes mentén terjed.

Ezen alapszik a fénysugár-ként való ábrázolás, a fény un. sugár-modellje.

Visszaverődés

Szabályos és diffúz visszaverődés

Szabályos: Ahogyan a gumilabda visszapattan. Visszaverődési törvény.

Törés

Ha a fény új közegbe lép általában megváltozik a sebessége. (törésmutató)

pl $n(\text{üvegnek levegőre})=1.5$ azt jelenti, hogy $C(\text{levegő})/C(\text{üveg})=1.52$

Ha levegőben 300000km/s, mennyi az üvegben?

Törési törvény

A Fermat-elv

F: A fénysugár egy optikai rendszerben két pont között mindig olyan pályát követ, amelyen a legrövidebbi idő alatt jut el a fény az egyik pontból a másikba.

A Fermat elve matematikai következménye a tapasztalt egyenes vonalú terjedés, a visszaverődés és a törés törvénye is!

Egyszerű optikai eszközök

Képalkotás

Valódi kép: A tárgy egy pontjából kiinduló fénysugarak újra egy pontban találkoznak. Csak ernyővel felfogva látható

Látszólagos kép: A tárgy egy pontjából kiinduló fénysugarak egy pontból látszanak kiindulni. Közvetlenül is látható

Tükrök

Mindig a nevezetes fénysugarakat kell figyelni!

Sík

Homorú

Közelről belenzve mint a nagyító!

Prizma

Domború

Távolról: Útkereszteződés, visszapillantó

Vékony, gömbi lencsék

D: Fókuszpont, tárgytávolság, képtávolság, tárgy mérete, kép mérete, látószög

M: Leképezési törvény, nagyítás

Vékony üveglemez

Prizma

Homorú

Domború

Vastag, illetve aszférikus lencsék

Összetett optikai eszközök

Nagyító

Távcső

Mikroszkóp

Az emberi szem

Látáshibák, szemüvegek