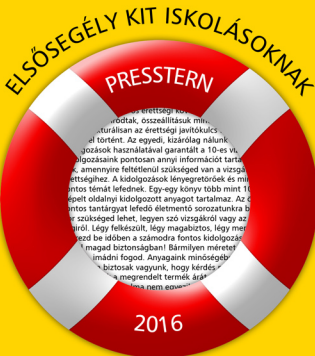


# FIZIKA



A 2016-OS ÉRETTSÉGI KÖVETELMÉNYEINEK  
MEGFELELŐ OKTATÁSI SEGÉDANYAG

© 2016 PRESSTERN SOLUTIONS

# Tartalomjegyzék

## Fizikai mennyiségek és mértékegységek

### Alapmennyiségek és mértékegységek..... 2

1. útmutató: Különböző nagyságrendű  
mértékegységek közötti átalakítás.....4

### Származtatott mennyiségek és mértékegységek..... 5

2. útmutató: Származtatott mennyiségek mértékegységei  
és azok elnevezései közötti átalakítások .....5

## I. Mechanika

### I.1. Kinematika..... 9

3. útmutató: A pálya típusának meghatározása..... 10

#### I.1.1. Az egyenes vonalú mozgások..... 13

- a) Egyenes vonalú egyenletes mozgás..... 13  
b) Egyenes vonalú egyenletesen változó mozgás ..... 14

#### I.1.2. Görbe vonalú mozgások..... 15

- a) Hajítások..... 15  
a1. Függőleges felfele hajítás..... 15  
a2. Vízszintes hajítás ..... 16  
a3. Ferde hajítás..... 16

- b) Egyenletes körmozgás ..... 17

4. útmutató: Kinematika feladatok megoldása..... 18

### I.2. Dinamika ..... 24

#### I.2.1. Newton törvényei..... 24

- a) Newton I. törvénye (a tehetetlenség elve).....24  
b) Newton II. törvénye (a mozgástörvény) ..... 25  
c) Newton III törvénye (hatás és ellenhatás) .....26

#### I.2.2. A súly (nehézségi erő) .....26

#### I.2.3. Súrlódás, súrlódási erő ..... 27

#### I.2.4. Az erő felbontása komponensekre. A lejtő ..... 28

5. útmutató: Az erők felbontása komponensekre lejtő esetében.....	28
<b>I.2.5. A rugalmassági erő. Hooke törvénye. A feszítőerő...</b>	<b>33</b>
6. útmutató: rugalmassági erő és feszítőerő feladatokban.....	35
<b>I.2.6. Nyomerő, nyomás, hidrosztatikai nyomás, légnomás.....</b>	<b>38</b>
<b>I.2.7. Impulzus. Impulzustétel .....</b>	<b>39</b>
7. útmutató: Az impulzusmegmaradás használata feladatsorokban.....	40
<b>I.2.8. Tehetetlenségi erő (inerciaerő) .....</b>	<b>43</b>
<b>I.2.9. A centripetális erő és a centrifugális tehetetlenségi erő.....</b>	<b>43</b>
<b>I.2.10. Az általános tömegmozgás törvénye. A gravitációs erő.....</b>	<b>45</b>
<b>I.2.11. Arkhimédész törvénye. Felhajtóerő .....</b>	<b>46</b>
<b>I.3. Statika .....</b>	<b>46</b>
I.3.1. Pontszerű test egyensúlya.....	46
I.3.2. Merev test egyensúlyának feltétele .....	47
I.3.3. A súlypont. Egyensúlyi helyzetek .....	48
8. útmutató: Az egyensúlyi állapot feltételeinek meghatározása.....	49
<b>I.4. Munka és energia .....</b>	<b>52</b>
I.4.1. A mechanikai munka.....	53
I.4.2. A teljesítmény .....	54
I.4.3. Az energia.....	54
a) A helyzeti energia (potenciális energia) .....	55
a1. A gravitációs potenciális (helyzeti) energia.....	55
a2. A rugalmas potenciális energia.....	55
b) A mozgási energia (kinetikus energia) .....	56
<b>I.4.4. Munkatétel. Az energiamegmaradás tétele.....</b>	<b>56</b>
a) Munkatétel .....	56
b) Az energiamegmaradás tétele .....	57
<b>I.4.5. A hatásfok.....</b>	<b>57</b>
9. útmutató: A munkatétel és az energiamegmaradás tételének alkalmazása.....	58

## **II. Termodinamika**

<b>II.1. Termodinamikai alapfogalmak.....</b>	<b>64</b>
<b>II.2. A termodinamika nulladik főtétele .....</b>	<b>67</b>
<b>II.3. Kalorimetria.....</b>	<b>69</b>
10. útmutató: Kaloriméter használata és kalorimetriás problémák megoldása.....	70
<b>II.4. A termodinamika első főtétele.....</b>	<b>76</b>
<b>II.5. Az ideális gáz .....</b>	<b>79</b>
II.5.1. Az ideális gáz állapotegyenlete.....	79
II.5.2. Az ideális gáz állapotváltozásai .....	82
11. útmutató: Az ideális gáz állapotváltozásai.....	89
<b>II.6. Halmazállapot-változások (fázisátmenetek).....</b>	<b>95</b>
II.6.1. Olvadás, fagyás .....	95
II.6.2. Párolgás, forrás, lecsapódás .....	96
II.6.3. Szublimáció, megszilárdulás (kondenzáció) .....	97
<b>II.7. Hőerőgépek, hűtőgépek és hőszivattyúk .....</b>	<b>97</b>
II.7.1. Otto-féle benzinmotor .....	100
II.7.2. Dízelmotor.....	101
<b>II.8. A termodinamika második főtétele .....</b>	<b>102</b>
12.útmutató: Hőerőgépek hatásfokának meghatározása .....	104

## **III. Elektromosság**

<b>III.1. A testek elektromos állapota. Elektromos töltések .....</b>	<b>110</b>
<b>III.2. Elektromos áram .....</b>	<b>111</b>
Az elektromos töltés megmaradásának elve .....	113
13. útmutató: Áramköri elemek jelölése és egyszerű áramkör ábrázolása.....	115
<b>III.3. Ohm törvénye. Elektromos ellenállás.....</b>	<b>118</b>
III.3.1. Ohm törvénye az áramkör egy szakaszára .....	118
III.3.2. Ohm törvénye az egész áramkörre.....	120
14. útmutató: Ohm törvényének alkalmazása.....	121

<b>III.4. Kirchoff törvényei .....</b>	<b>125</b>
III.4.1. Kirchoff I. törvénye.....	126
III.4.2. Kirchoff II. törvénye.....	127
<b>III.5. Ellenállások kapcsolása .....</b>	<b>128</b>
III.5.1. Az ellenállások soros kapcsolása.....	128
III.5.2. Az ellenállások párhuzamos kapcsolása.....	129
<b>III.6. Az áramforrások kapcsolása .....</b>	<b>130</b>
III.6.1. Áramforrások soros kapcsolása.....	130
III.6.2. Áramforrások párhuzamos kapcsolása .....	131
15. útmutató: Elektromos hálózatok megoldása.....	132
<b>III.7. Elektromos energia és teljesítmény .....</b>	<b>138</b>
16. útmutató: Az elektromos teljesítmény és hatásfok kihasználása .....	140

## **IV. Optika**

<b>IV.1. Geometriai optika .....</b>	<b>148</b>
IV.1.1. Fénytani alapfogalmak .....	148
IV.1.2. A fény terjedése (a geometriai optika alapelvei) ..	149
IV.1.3. A fényvisszaverődés .....	151
IV.1.4. A fénytörés .....	152
IV.1.5. Optikai leképezés (képalkotás).....	153
a) Síktükör képalkotása .....	154
b) Vékony lencsék képalkotása.....	156
A gyűjtőlencse képalkotási esetei .....	165
17. útmutató: Fénytörés (lencséken), fényvisszaverődés .....	173
<b>IV.2. Hullámoptika.....</b>	<b>180</b>
IV.2.1. Young-féle kettős rés (Young–Tresnel-interferencia) .....	180
<b>IV.3. Kvantumfizika alapjai (kvantumoptika vagy fotonoptika) .....</b>	<b>182</b>
A külső fényelektromos hatás törvényei:.....	182
Einstein hipotézise .....	183

# Fizikai mennyiségek és mértékegységek

A természetben lejátszódó jelenségek mögött általában általánosabb érvényű törvénytelenések állnak. Ahhoz, hogy ne csak minőségi, hanem mennyiség i összefüggéseket is feltárhassunk, mérhető fizikai mennyiségeket kell definiálni. Az adott mennyiség a definíció alapján egyértelműen mérhető kell legyen, úgy, hogy különböző mérési módszerek is ugyanazt az eredményt adják.

Például a Heisenberg-ről szóló anekdotában is a torony magasságának mérésére számtalan helyes lehetőségről olvashatunk.

A mérés lényege, hogy az eredményül kapott adat, összehasonlítható kell legyen más adatokkal, melyek ugyanilyen mennyiségeket jellemeznek. Ezért a fizikai mennyiségeket két adattal jellemezzük: mértékszám (egy szám) x mértékegység (pl.: kg).

A mértékszám megmutatja, hogy az adott fizikai mennyiség hányszorosa a mértékegységnek. Belátható, hogy mindkét adat jelenléte ugyanolyan fontos, hiszen nem mindegy, hogy a termés 100 kg krumpli, vagy 100 t (tonna) krumpli. Megjegyezzük azonban, nem minden mennyiség rendelkezik mértékegységgel. Például valamely anyag optikai törésmutatójának

kifejezésekor csak egy számot adunk meg:  $\frac{1}{2}$ ,  $\frac{2}{3}$  stb. Ez olyan

esetben fordulhat elő, ha az adott mennyiség valamely másik mennyiség két értékének arányaként írható fel. A törésmutató

esetében ez:  $n = \frac{v_1}{v_2}$  ahol a  $v_1$  és  $v_2$  sebességeket jelölnek. Legyen

$v_1 = 10^8 \frac{m}{s}$  és  $v_2 = 8 \cdot 10^8 \frac{m}{s}$ . Ez esetben a törésmutató

$$n = \frac{v_1}{v_2} = \frac{1 \cdot 10^8 \frac{m}{s}}{3 \cdot 10^8 \frac{m}{s}} = \frac{1}{3}, \text{ tehát mértékegység nélküli mennyiség}$$

(más néven: dimenziótlan).

Romániában a nemzetközi mértékegységrendszert használjuk és a következőképpen jelöljük:  $[m]_{SI} = 1kg$ , ami azt jelenti, hogy a tömeg mértékegysége az 1 kg. Más jelölés:  $\langle m \rangle_{SI} = 1kg$ .

A fizikai mennyiségeknek általában van egyezményesen elfogadott jelölése, gyakran több jelölés létezik ugyanarra a mennyiségre, de mi is vezethetünk be saját jelölést, ha a megfelelő helyen ismertetjük, hogy mit mivel jelöltünk. A mértékegységek jelölése szintén egyezményes.

## Alapmennyiségek és mértékegységek

A nemzetközi mértékegységrendszer hét alapmennyiségből és két kiegészítő mennyiségből, valamint az ezekből származott mennyiségekből és mértékegységekből áll.

1. táblázat: Alapmennyiségek, mértékegységek és jelölés

Alapmennyiségek	Jelölés	Mértékegység	Jelölés
hosszúság	$l$	méter	$m$
tömeg	$m$	kilogramm	$kg$
idő	$t$	másodperc	$s$
elektromos áramerősség	$I$	amper	$A$
hőmérséklet	$T, t$	kelvin	$K$
fényerősség	$I$	kandela	$cd$
anyagmennyiség	$v, n$	mól	$mol$
Kiegészítő mennyiségek			
szög	$\alpha\beta\gamma$	radián	$rad$
térszög	$\Omega\omega$	szteradián	$sr$

A felsorolt mennyiségekről a továbbiakban lesz szó.

Ahhoz, hogy egyszerűbbé tegyük különböző nagyságrendű értékek kifejezését, használhatjuk a 10 meghatározott pozitív vagy negatív kitevőjű hatványaival való szorzást és a nekik megfelelő előszócskákat, amelyeket a mértékegységek elé illesztünk. Így egy mennyiség nagyobb vagy kisebb mértékegységben is kifejezhető.

Például, ha települések közötti távolságot szeretnénk kifejezni, akkor a km-t használjuk, de ha egy atomon belüli távolságról beszélünk, például az atommag méretéről, akkor az fm-t használjuk.

2. táblázat: A mértékegységek tízes hatványszorozói

Megnevezés (előszócska)	Jelölés	Nagyság (a 10 hatványaiként)
tera	<i>T</i>	$10^{12}$
giga	<i>G</i>	$10^9$
mega	<i>M</i>	$10^6$
kilo	<i>k</i>	$10^3$
hekto	<i>h</i>	$10^2$
deka	<i>da(dk)</i>	10
		$10^0=1$
deci	<i>d</i>	$10^{-1}$
centi	<i>c</i>	$10^{-2}$
milli	<i>m</i>	$10^{-3}$
mikro	$\mu$	$10^{-6}$
nano	<i>n</i>	$10^{-9}$
piho	<i>p</i>	$10^{-12}$
femto	<i>f</i>	$10^{-15}$
atto	<i>a</i>	$10^{-18}$



## 1. útmutató: Különböző nagyságrendű mértékegységek közötti átalakítás

Cél: egy mennyiséget jellemző értéket egy adott nagyságrendből egy másik nagyságrendű mértékegységbe átalakítani

Módszer: felhasználva a fenti táblázatot a kezdeti mértékegységben szereplő előszócskához tartozó 10-es szorzót használjuk, majd a végső mértékegységhez tartozó 10-es szorzót, úgy, hogy közben ne változzon meg a mennyiség értéke (szorzunk  $10^h \cdot 10^{-h}$ -val)

Példák:

$$1. \quad 23\text{km} = 23 \cdot 10^3 \text{m} = 23000\text{m} \quad (\text{km-ből méterbe})$$

$$2. \quad 3\text{g} = 3 \cdot \frac{10^{-3} \cdot 10^3}{=1} \text{g} = 3 \cdot 10^{-3} \text{kg} = 0,003\text{kg} \quad (\text{g-ből kg-ba})$$

$$3. \quad 6\text{km} = 6 \cdot 10^3 \text{m} = 6 \cdot 10^3 \cdot \frac{10^2 \cdot 10^{-2}}{=1} \text{m} = 6 \cdot 10^3 \cdot 10^2 \text{cm} = 6 \cdot 10^5 \text{cm} \quad (\text{g-ből kg-ba})$$

$$4. \quad 2300\text{nm} = 2300 \cdot 10^{-9} \text{m} = 2300 \cdot 10^{-9} \cdot 10^6 \cdot 10^{-6} \text{m} = \\ = 2300 \cdot 10^{-9} \cdot 10^6 \mu\text{m} = 2300 \cdot 10^{-3} \mu\text{m} = 0,23\mu\text{m} \quad (\text{nm-ből } \mu\text{m-be})$$

$$5. \quad 600\mu\text{F} = 600 \cdot 10^{-6} \cdot \frac{10^3 \cdot 10^{-3}}{=1} \text{F} = 600 \cdot 10^{-6} \cdot 10^3 \text{mF} = \\ = 600 \cdot 10^{-3} \text{mF} = 0,6\text{mF} \quad (\mu\text{F-ből mF-ba; } F \text{ a Farad jelölése})$$

$$6. \quad 5\text{A} = 5 \cdot \frac{10^3 \cdot 10^{-3}}{=1} \text{A} = 5 \cdot 10^3 \text{mA} = 5000\text{mA} \quad (\text{A-ből mA-be})$$

$$7. \quad 10^2 \text{m} = 1\text{cm} \quad (\text{m-ből cm-be})$$

## II. Termodinamika

A termodinamika a testek hőállapotával és annak változásával foglalkozó tudomány. A klasszikus termodinamika (hőtan) a testek makroszkopikus jellemzőit empirikus úton határozza meg, illetve mennyiségi összefüggéseket állít fel, a statisztikus termodinamika (molekuláris hőelmélet) a makroszkopikus mennyiségek közötti összefüggéseket az anyag mikroszkopikus szerkezete, a részecskék rendezetlen mozgása és kölcsönhatása alapján határozza meg. Mindkét szemlélet azonos eredményekhez vezet.

### II.1. Termodinamikai alapfogalmak

Az anyagnak azt a legkisebb részét, amelyet az anyag fizikai felbontásával kapunk, és amely még megőrzi ennek kémiai tulajdonságát, molekulának nevezzük. A molekulák további bontásából kapjuk az atomokat, melyek a molekulákból tisztán vegyi úton előállíthatók.

**Avogadro törvénye:** az azonos térfogatú gázok azonos nyomáson és hőmérsékleten azonos számú molekulát tartalmaznak (az anyagi minőségtől függetlenül), tehát azonos anyagmennyiséget is.

Az anyagmennyiséget mólból mérjük. Egy mól annak a rendszernek az anyagmennyisége, mely annyi elemi egységet (atom, molekula) tartalmaz, mint ahány atom van  $0,12\text{kg}^{12}\text{C}$ -ben. Ez kb.  $6,023 \cdot 10^{26}$  elemi egység.

Jelölés:  $\nu$

$$\text{Képlet: } \nu = \frac{N}{N_A} \quad \text{vagy} \quad \nu = \frac{m}{n}$$

$N$  – a molekulák száma

$m$  – a molekulák össztömege

$$\text{Mértékegység: } [\nu]_{SI} = 1 \text{ kmol} \quad (1 \text{ kmol} = 1000 \text{ mol})$$

Megjegyzés: az ennek megfelelő molekulaszámot Avogadro-számnak nevezzük:  $N_A \approx 6,023 \cdot 10^{26}$  molekula/kmol

vagy  $N_A \approx 6,023 \cdot 10^{23}$  molekula/mol

Egy mól anyagmennyiség tömege a móltömeg.

Jelölés:  $\mu$

$$\text{Mértékegység: } [\mu]_{SI} = 1 \frac{\text{kg}}{\text{mol}}$$

Képlet:  $\mu_A = m_A N_A$   $m_A$  – az  $A$  anyag egy molekulájának tömege

A relatív molekulatömeg megmutatja, hogy az anyag egy molekulájának tömege hányszor nagyobb a  $^{12}\text{C}$  szénatom tömegének 1/12-ed részénél.

Jelölés:  $\mu_r$

$$\text{Képlet: } \mu_r = \frac{m_A}{m_C} \quad m_A \text{ – az } A \text{ molekula tömege}$$

$m_C$  – a  $^{12}\text{C}$  szénatom tömege

$$\text{Mértékegység: } [\mu_r]_{SI} = 1 \quad (\text{dimenziótlan})$$

A 12-es szénatom tömegének 1/12-ed része az atomtömeg egység.

Jelölés:  $u$

$$\text{Képlet: } u = \frac{m_c}{12} \approx 1,66 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$$

Megjegyzés: így a  $^{12}\text{C}$  tömege  $12u$  (12 atomtömeg egység)

$$\text{Mértékegység: } [u]_{SI} = 1 \text{ kg}$$

Bármilyen gáz egy kilomólnyi mennyiségének térfogata a moláris térfogat.

Jelölés:  $V_\mu$

Képlet:  $V_{\mu 0} = 22,41 \text{ m}^3$   $V_{\mu 0}$  – normál állapotú ideális gáz moláris térfogata

$$\text{Mértékegység: } [V_\mu]_{SI} = 1 \text{ m}^3$$

Termodinamikai rendszernek nevezzük azt a makroszkopikus rendszert, mely sok (Avogadro-szám nagyságrendű) elemet tartalmaz.

A termodinamikai állapothatározók (paraméterek) olyan fizikai mennyiségek, amelyek a termodinamikai rendszer állapotát jelzik és direkt módon mérhetőek (pl.: hőmérséklet, nyomás, térfogat, mólszám).

Az állapothatározók egy adott, rögzített értékével jellemzett állapotot termodinamikai állapotnak nevezzük.

Egy rendszer termodinamikai egyensúlyban van, ha a rendszert jellemző állapothatározók időben nem változnak. Ha ezek az állapothatározók változnak, termodinamikai folyamat (átalakulás) megy végbe, más néven állapotváltozás.

A molekula helyzetét megadó, egymástól független koordináták számát ( $x, y, z$ ), vagy az energia kifejezésében lévő, egymástól független négyzetes tagok számát ( $v_x^2, v_y^2, v_z^2, w_1^2, w_2^2 \dots$ ) szabadsági fokoknak nevezzük.

Jelölés:  $f$  vagy  $i$

Megjegyzés:

- egyatomos molekula esetén  $f=3$
- kétatomos molekula esetén  $f=5$
- három vagy többatomos molekula esetén  $f=6$ .

Két egyensúlyi állapotban levő termodinamikai rendszer termikus kapcsolatba kerül, ha biztosított a hővezetés vagy a sugárzás útján való energia csere közöttük. Tehát a termikus kapcsolat nem feltétlenül mechanikai kapcsolat.

## II.2. A termodinamika nulladik főtétele

A nulladik főtétel bevezeti a hőmérsékletet, mint a termikus egyensúlyt meghatározó mennyiséget: létezik egy termikus egyensúlyt jellemző állapotváltozó, ami a hőmérséklet. Ennek a rendszerben való állandó értéke a termikus egyensúly feltétele. A hőmérséklet ugyanakkor azt is megmutatja, hogy milyen irányban zajlik le a hőcsere (ezt a második főtétel fogalmazza meg).

Jelölés:  $T, t$

Mértékegység:  $[T]_{SI} = 1K$                        $[t]_{SI} = 1^\circ C$

Képlet:  $T = 273,15 + t$

# III. Elektromosság

Az elektromos töltések jelenlétéből illetve mozgásából adódó hatásokat vizsgáló tudomány az elektromosságtan. Az elektromosság a mágnesség fogalmával együtt alkotja az elektromágnességet, mely a négy alapvető kölcsönhatás egyike.

## III.1. A testek elektromos állapota. Elektromos töltések

Az atomok a pozitív töltésű atommagból és a negatív töltésű elektronokból állnak. Az atommag pozitív töltése a protonok jelenlétének tudható be, hiszen a neutronok elektromos szempontból semleges részecskék. Az elektronok a mag körüli héjakban vannak (csak képletesen megfogalmazva), és számuk megegyezik a protonok számával. Ez esetben az atom kifele nem mutat elektromos hatást. Az atom elektromos szempontból semleges (semleges elektromos állapot), ha ugyanannyi elektront és protont tartalmaz.

Az előbbieket összefoglalva és általánosítva testekre, azt mondhatjuk, hogy egy test pozitív töltéssel rendelkezik, ha elektronhiánya van, negatív töltéssel rendelkezik elektron-többlet esetén.

Az anyagok elektromos szempontból két csoportra oszthatók: vezető- és szigetelő anyagokra. Azokat az anyagokat, amelyek mozgásképes töltéshordozókat (elektronokat, ionokat) tartalmaznak, elektromos vezetőknak nevezzük (pl.: fémek, szén); nagyon kis számú mozgásképes töltéshordozók esetén pedig elektromos szigetelőknak hívjuk (pl.: üveg, porcelán, fa, műanyagok).

## III.2. Elektromos áram

Töltéshordozók rendezett irányú mozgását elektromos áramnak nevezzük. A töltéshordozók lehetnek elektronok, protonok, ionok, stb.; a mozgásukat fenntartó erő az elektromos erő.

Az áramforrásból, a fogyasztóból és az összekötő vezetékekből álló zárt rendszert áramkörnek nevezzük. Ha az áramkört egy kapcsolóval (K) megszakítjuk, az elektronok áramlása megszűnik.

Az áramforrások olyan berendezések, amelyek valamilyen energiát elektromos energiává képesek alakítani (pl.: vegyi, mechanikai, hő stb.).

Az elektromos energia különböző gépek, berendezések, készülékek segítségével más energiává alakítható át. Ezeket az eszközöket az áramkörbe kapcsolva fogyasztóknak nevezzük.

Megjegyzés:

- a fentiek alapján az áramforrások csak energiát alakítanak át és nem áramot termelnek
- a fogyasztók nem áramot, hanem energiát használnak és más energiává alakítják
- tehát az elektromos áramnak „energiaközvetítő”, „szállító” szerepe van.

Ha az áramforrás sarkaihoz vezetővel fogyasztót kapcsolunk, a negatív pólusról (sarkáról) a szabad elektronok a fogyasztón át az áramforrás pozitív sarka fele haladnak (fizikai áramirány – valódi áramirány).

Megjegyzés: tudománytörténeti szempontok miatt az egyezményes áramirány a fizikai áramirány fordítottja.

Az egyezményes áramirány a pozitív töltések elmozdulási irányával egyezik meg.

A vezető keresztmetszetén egységnyi idő alatt áthaladó töltésmennyiséget áramerősségnek nevezzük.

Jelölés:  $I$

$$\text{Képlet: } I = \frac{Q}{t} \text{ vagy } I = \frac{\Delta Q}{\Delta t}$$

$Q$  – töltésmennyiség

$t$  – idő

$$\text{Mértékegység: } [I]_{SI} = 1 \text{ A} \quad (\text{Amper})$$

Megjegyzés:

- az amper az  $SI$ -ben alaplómértékegység
- értékét az áramot vivő vezetők közötti erőhatással rögzítjük: 1 amper az olyan állandó elektromos áram erőssége, amely két párhuzamos, egyenes, végtelen hosszúságú, elhanyagolhatóan kis keresztmetszetű és légüres térben egymástól 1 m távolságban levő vezetőben folyva, a két vezető között méretenként  $2 \cdot 10^{-7} \text{ N}$  erőt hoz létre.

Az elektromos állapotban lévő testek tulajdonságait mennyiségileg az elektromos töltésükkel jellemezzük.

Jelölés:  $Q$  vagy  $q$

$$\text{Képlet: } Q = I \cdot t \quad I - \text{áramerősség}$$

$$\text{Mértékegység: } [Q]_{SI} = 1 \text{ C} = 1 \text{ A} \cdot 1 \text{ s}$$

Megjegyzések:

- a legkisebb töltés az elektron töltése (elemi töltés):

$$Q = e = -1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$$

- egy test elektromos töltése csak az elemi töltés egész számú többszörös lehet

$$Q = n \cdot e, \quad n \in \mathbb{Z}$$



## IV. Optika

Az optika (fénytan) a fényjelenségekkel és a fény terjedésének törvényeivel foglalkozó tudomány.

A fényről kialakult felfogás, illetve a vizsgálati módszer szerint az optikát három nagy fejezetre szokás osztani: geometriai optika, hullámoptika, kvantum- vagy fotonoptika.

A geometriai optika az optikának az a fejezete, mely a fényjelenségeket olyan térrészben tanulmányozza, amelyek méretei sokszorosán meghaladják a fény hullámhosszát. Ebben a tartományban a fény terjedésére a fénysugár fogalmát vezetjük be és mértani összefüggéseket állapítunk meg, anélkül, hogy figyelembe vennénk a fény természetét.

A hullámoptika tárgykörébe azok a jelenségek tartoznak, amelyek során a fény kis méretű nyílásokon halad, útjában kicsi akadály található, illetve ha a fényjelenségeket akadályok széleinek közvetlen közelében vizsgáljuk. Másképp megfogalmazva a hullámoptika a fény hullámhosszát nagyságrendben megközelítő térrészekben lejátszódó fényelhajlási, az interferencia és a fénypolarizáció jelenségekkel foglalkozik. Ez esetben a fény természetére vonatkozó hullámfelfogástól indulunk ki.

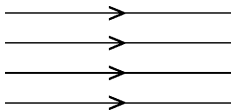
Azokat a jelenségeket, melyek során a fény anyagi közeggel hat kölcsön, az anyag atomi szintű építőelemeivel kerül kapcsolatba, a kvantum- vagy fotonoptika tanulmányozza. Ezek méretei jóval kisebbek a fény hullámhosszánál. A jelenségek megértése a korpuszkuláris szemléletmód alapján történik.

## IV.1. Geometriai optika

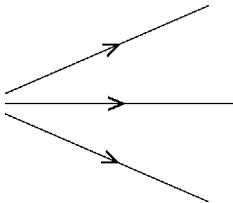
### IV.1.1. Fénytani alapfogalmak

Fényforrásnak nevezzük mindazokat a testeket, amelyek fényt sugároznak a környezetükbe. Elsődleges fényforrások az önmagukban világító testek, a másodlagos (másodrendű) fényforrások a rájuk eső fényt verik vissza. Ha a fényforrás méretei megfelelően kicsik, pontszerű fényforrásnak nevezzük. A pontszerű fényforrásoknak nem tulajdonítunk geometriai mértékeket (nincs sem szélessége, sem hosszúsága).

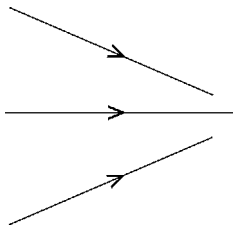
A geometriai optikai felfogás szerint a sugárzás a fényforrás minden pontjából (pontszerű fényforrás esetén egyetlen pontból) minden irányba kiinduló vonalak mentén terjed. Ezeket a „vonalakat” nevezzük fénysugaraknak. Több fénysugár halmaza alkotja a sugárnyalábot. A sugárnyalábot alkotó fénysugarak kölcsönös helyzetétől függően egy nyaláb lehet párhuzamos (IV.1. ábra), széttartó (vagy divergens) (IV.2. ábra) és összetartó (vagy konvergens) (IV.3. ábra).



IV.1. ábra: Párhuzamos nyaláb



IV.2. ábra: Széttartó nyaláb



IV.3. ábra: Összetartó nyaláb

## IV.1.2. A fény terjedése (a geometriai optika alapelvei)

a) A fény egyenes vonalú terjedésének elve kimondja, hogy homogén közegben a fény egyenes vonalban terjed, azaz homogén közegben a fénysugár egy egyenes.

A fény terjedésének sebességét fénysebességnek nevezzük.

Jelölés:  $c$

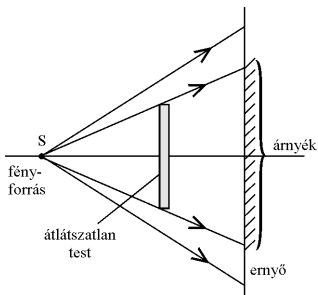
$$\text{Képlet: } c = 2,99 \cdot 10^8 \frac{\text{m}}{\text{s}} \approx 3 \cdot 10^8 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

Mértékegység:  $[c]_{st} = 1 \frac{m}{s}$

Megjegyzés: a fény terjedési sebessége függ a közegből amelyben terjed; a fenti érték a fény légüres térbeni terjedési sebessége.

Árnyéknak nevezzük azt a geometriai felületet, amelyhez a fényforrásból direkt módon nem jut el fénysugár, viszont az azt körülvevő felületre igen (egy árnyékoló test hatására).

Az árnyékok keletkezése a fénysugarak egyenes vonalú terjedésének elve alapján könnyen magyarázható. A IV.4. ábrán látható, hogy mivel a fénysugár egyenes vonalban terjed az átlátszatlan test mögött létezik egy olyan terület, ahova egyetlen fénysugár sem jut el.



IV.4. ábra: Árnyék keletkezése

b) A fénysugarak függetlenségének elve szerint a fénysugarak egymástól függetlenül terjednek és fejtik ki hatásukat, tehát a fénysugarak útjának kereszteződése nem befolyásolja azok terjedését.

c) A fénysugarak megfordíthatóságának elve értelmében a fény az A pontból a B-be ugyanúgy terjed, mint a B pontból az A-ba.

### IV.1.3. A fényvisszaverődés

Ha a fénysugár két, fénytani szempontból különböző (de optikailag homogén és izotróp) test határfelületére esik, akkor a felületről a fény egy része visszaverődik (a másik része elnyelődik vagy megtörik). Ezt a jelenséget fényvisszaverődésnek nevezzük. A fényvisszaverődés során a fény nagy része visszatér abba a közegbe, ahonnan érkezett.

Ha a fénynyaláb meghatározott irányban verődik vissza, úgy hogy a visszavert nyaláb megtartja párhuzamosságát, szabályos visszaverődés történik. Ellenkező esetben a visszaverődés szórt visszaverődésnek (diffúz) nevezzük.

Az optikai eszközt, amelyről a fénynyaláb szabályos visszaverődéssel verődik vissza, síktükörnek nevezzük. Ha a felület szórja a fényt matt felületnek nevezzük.

Figyelembe véve a IV.5. ábrán használt jelöléseket megadhatóak a fényvisszaverődés törvényei:

1. A beeső sugár, a visszavert sugár és a beesési merőleges egy síkban van.
2. A visszaverődési szög egyenlő a beesési szöggel ( $i'=i$ ).

Képlet:  $i'=i$   $i'$  – visszaverődési szög

$i$  – beesési szög

Megjegyzés: – a párhuzamosan beeső fénysugarak párhuzamosan verődnek vissza

– a merőlegesen beeső fénysugár önmagában verődik vissza