**FIZIKA K1A**

[**http://physics.bme.hu/BMETE14AX00\_kov**](http://physics.bme.hu/BMETE14AX00_kov)

**A fizika kísérleti tudomány**

**A tudományos megismerési folyamat lépései**

****

**Fizikai mennyiség**

Mérési utasítással definiálható.

Jelölésekhez használjuk a görög ABC betűit is

|  |  |
| --- | --- |
|  | minek a jelölésére szoktuk használni? |
| alfa | α | szög; bizonyos konstansok | Α |  |
| béta | β | szöggyorsulás (lehet szög is) | Β |  |
| gamma | γ | szög | Γ |  |
| delta | δ | szög | Δ | megváltozás |
| epszilon | ε | „kicsi” | Ε |  |
| zéta | ζ |  | Ζ |  |
| éta | η | hatásfok | Η |  |
| teta | θ |  | Θ | tehetetlenségi nyomaték;hőmérséklet (°C-ban ) |
| iota | ι |  | Ι |  |
| kappa | κ |  | Κ |  |
| lambda | λ | hullámhossz | Λ |  |
| mű | μ | súrlódási együttható | Μ |  |
| nű | ν | frekvencia | Ν |  |
| kszi | ξ |  | Ξ |  |
| omikron | ο |  | Ο |  |
| pí | π |  | Π | szorzat |
| ró | ρ | sűrűség | Ρ |  |
| szigma | ς , σ |  | Σ | összeg |
| tau | τ | idő, időállandó | Τ |  |
| üpszilon | υ |  | Υ |  |
| fí | φ | szög | Φ |  |
| khí | χ |  | Χ |  |
| pszí | ψ |  | Ψ |  |
| omega | ω | szögsebesség | Ω | Ohm |

Mérőszám és mértékegység szorzata.

Egységes mértékegység-rendszer: az **SI rendszer** (1960).

2019. májusától változás: minden definíció fizikai állandón alapul!

**Alapmennyiségek**

Idő: **s**

eredetileg a nap, majd az év hosszával definiálták; most

atomi átmenettel definiálják (Cs-133).

[A cézium-133 által kibocsátott fény frekvenciája ν = 9192631770 Hz.]

Hosszúság: **m**

XVIII. szd-i definíció: (gondolkoztak a másodpercingán, de nem az lett, mert a
g nem állandó, hanem) a Párizson átmenő délkör tízmilliomod része (tehát az Egyenlítő ~40ezer km). De honnan tudták, mekkora a Föld? Már a görögök is tudták: Eratosztenész (az alexandriai könyvtár vezetője) mérése i.e. 230 körül:



A nyári napfordulókor Szieneben (Asszuánhoz közel) délben a napsugár pont merőlegesen érkezik a földre (visszacsillan a kút mélye), és megmérte, milyen szögben érkezik ugyanekkor a napsugár Alexandriában a földre, ami azonos délkörön van. 360°/50-t mért, ebből kiszámolható, hogy a Föld kerülete 50-szerese a Sziene-Alexandria távolságnak. Az meg mennyi? 50 nap tevekaravánnal, ami napi 100 stádiummal számolva 5000 stádium. tehát a Föld kerülete 250000 stádium. De mennyi az méterben? Az egyiptomi stádium 157 m → 39250 km, a görög stádium 180 m → 45000 km, a későegyiptomi stádium 211 m → 52750 km.

1795-ben csináltak méter-etalont (ami egyébként rövid volt), a hőtágulás probléma.

Állandóbb mennyiséghez akarták kötni → bizonyos atomi átmenethez tartozó hullámhosszal (Kr-86), ma pedig (1983 óta)
a fénysebességgel definiálják: a fény által vákuumban 1/c másodperc alatt megtett út hossza, c ≈ 3·108 m/s [ = 299792458 m/s ].

Tömeg: **kg**

1 dm3 4 °C-os víz tömege → etalon (Pt-Ir henger); most a Planck állandó alapján.

Gyakorlati szempontból maradnak az etalonok.

Mérés: Kibble mérleggel (áramjárta tekercs által kifejtett erőhatást vet össze mg-vel), ill. Avogadro projekt alapján is lehet.

[Planck állandó: h = 6,62607015∙10–34 kg∙m2/s]

Anyagmennyiség: **mól**

annyi részecske,ahány atom van 12 g C12-ben;
ez az Avogadro-szám, NA ≈ 6⋅1023 [ = 6,02214076∙1023 1/mol ]

(Mivel a mol tulajdonképpen egy szám, sokan nem tartják mértékegységnek.)

Elektromos áram: **A**

régebben áramjárta vezetők közötti erőhatás alapján; most

az elemi töltés alapján.

[ e = 1,602176634∙10–19 C ]

Hőmérséklet: **K**

a víz hármaspontjának 1/273,16-od része; most a Boltzmann állandó alapján.

[ k = 1,380649∙10–23 J/K ]

Fényerősség: **cd**

(spektrális fényhasznosítás)

A mechanikához elég lesz 3 mennyiség: s, m, kg.

**Származtatott mennyiségek**

Minden mennyiség visszavezethető a fenti alapmennyiségekre.

sebesség: [m/s] v = s / t alapján

gyorsulás: [m/s2] a = Δv / Δt alapján [m/s] / [s]

erő: [N] Newton F = m∙a alapján [N] = [kg·m/s2]

nyomás: [Pa] Pascal p = F/A alapján [Pa] = [kg·m/s2] / [m2] = [kg/(m∙s2)]

mechanikai feszültség

munka, energia (és hő): [J] Joule W = F∙s = m⋅a⋅s alapján [J] = [kg⋅m2/s2]

forgatónyomaték: M = F⋅k alapján ( k: erőkar )

mértékegysége szintén [kg⋅m2/s2], mégse hívjuk J-nak

(fajhő Q = c∙m∙ΔT alapján

[kg⋅m2/s2] / [kg] / [K] = [m2/K∙s2] , az órán kimaradt belőle a K !!! )

teljesítmény: [W] Watt: P = W/t alapján [W] = [kg⋅m2/s3]

hatásfok: η = W(hasznos)/W(összes) vagy η = P(hasznos)/P(összes) alapján dimenziómentes

sűrűség [kg/m3] (fajsúly)

impulzus, lendület: [kg∙m/s] I = m∙v alapján

erőlökés F∙Δt

k rugóállandó / merevség: [N/m] F = –kx alapján k = │F/x│

 átalakítva alapmennyiségekre [N/m] = [kg·m/s2] / [m] = [kg/s2]

szögsebesség: [1/s] ω = Δϕ / Δt Δϕ radiánban mért szög, dimenziómentes

szöggyorsulás: [1/s2] β = Δω / Δt

frekvencia: [Hz] Herz: ν = 1/T alapján [Hz] = [1/s]

 de: a szögsebesség mértékegysége szintén [1/s], mégse hívjuk Hz-nek.

A mértékegységek alkalmasak arra is, hogy ellenőrizzük a képleteinket. Csak olyan képlet lehet helyes, ahol a mennyiségek megegyeznek; ellenőrizhetjük, hogy a levezetés végeredménye olyan mértékegységű-e, amit ki akartunk hozni.

Dimenzióanalízis: a konstansoktól eltekintve ki lehet találni képleteket, ha tudjuk, hogy miből mit akarunk összehozni.

Pl. jó lehet-e ez:

s = a∙t ? a: [m/s2] , t: [s], a∙t : [m/s2∙s] = [m/s] , nem jó

s = a∙t2 ? a∙t2 : [m/s2∙s2] = [m] , jó lehetne

de a jó képlet s = ½ a∙t2 , a konstansokat így nem tudjuk meghatározni

Prefixumok

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **neve** | **jele** | **értéke** |
| yotta | Y | 1024 |
| zetta | Z | 1021 |
| exa | E | 1018 |
| peta | P | 1015 |
| tera | T | 1012 |
| giga | G | 109 |
| mega | M | 106 |
| kilo | k | 103 |
| hekto | h | 102 |
| deka | da | 101 |
| deci | d | 10–1 |
| centi | c | 10–2 |
| milli | m | 10–3 |
| mikro | μ | 10–6 |
| nano | n | 10–9 |
| piko | p | 10–12 |
| femto | f | 10–15 |
| atto | a | 10–18 |
| zepto | z | 10–21 |
| yokto | y | 10–24 |

Ha a számolásoknál minden mennyiséget alapegységre váltva írjunk be a képletekbe, akkor az eredményt is abban kapjuk, nem kell végig írni közben is az egységeket.

A kg-nál a g-hoz kell tenni a prefixumot:

pl.

3000 tonna = 3000 ∙1000 kg = 3000∙1000 ∙1000 g = 3∙103∙103∙103 g = 3∙109 g = 3 Gg

**Származtatott mennyiségek** még az SI rendszerben:

Szög: **radián** (rad)

1 radián az a középponti szög, amely alatt a sugárral megegyező nagyságú ívhossz a középpontból látszik.

ϕ

r

i

ϕ = i / r i: ívhossz; r: sugár

A teljes kör 2π; 1 rad ≈ 57,30°.

Térszög: **szteradián** (sr)

1 szteradián az a középponti szög, amely a gömbsugár négyzetével egyenlő területű gömbfelületrészhez tartozik.

Φ

r

A

Φ = A / r2 A: felület; r: sugár

A teljes gömb 4π.

Feladat

Tegyük fel, hogy egy B bolygó sugara fele akkora, mint a Földé, pályasugara pedig a Föld pályasugarának másfélszerese. Tegyük fel azt is, hogy mind a Föld, mind a B bolygó közelítőleg ugyanabban a síkban körpályán kering a Nap körül. Számítsuk ki, milyen legkisebb és legnagyobb látószög (sík- illetve térszög) alatt látszik a Földről a B bolygó!

Megoldás

ϕ

r

i

2RB

közelítés:

i: 2RB

r: a B bolygó és a Föld távolsága

 (elhanyagoljuk a Föld sugarát a távolsághoz képest)

B sík-látószöge ϕ = 2RB/d

B tér-látószöge Φ = RB2π/d2

dF

dB

dmin

dmax

a Föld sugara RF ≈ 6400 km, pályasugara dF ≈ 150 000 000 km = 1,5⋅108 km

a B bolygó sugara RB = 3200 km, pályasugara dB = 1,5 dF = 2,25⋅108 km

dmin = dB – dF = 1,5dF – dF = 0,5dF = 7,5⋅107 km

dmax = dF + dB = 1,5dF + dF = 2,5dF = 3,75⋅108 km

dmax = 5 dmin

sík-látószög:

ϕ = 2RB/d

ϕmax = 2RB/dmin = 6400 km / 7,5⋅107 km = 8,533⋅10-5

ϕmin = 2RB/dmax = 6400 km / 3,75⋅108 km = 1,707⋅10-5

ϕmax = 5 ϕmin

tér-látószög:

Φ = RB2π/d2

Φmax = RB2π/dmin2 = (3200 km)2⋅π/ (7,5⋅107 km)2 = 5,719⋅10-9

Φmin = RB2π/dmax2 = (3200 km)2⋅π/ (3,75⋅108 km)2 = 2,288⋅10-10

Φmax = 25Φmin

Az egyszerűség kedvéért km-ben számoltunk, de lehetne m-ben is.

2003. augusztusának végén a Mars mindössze 55,8 millió km távolságra volt a Földtől, szabad szemmel is látható volt a délkeleti horizonton. A Mars utoljára 60 ezer évvel ezelőtt volt ilyen közel a Földhöz, legközelebb pedig kb. 280 év múlva lehet majd újra így látni a Marsot.

A Hold vagy a Nap látószöge nagyobb?

A Hold sugara RH = 3474 km,

távolsága a Földtől dHF = (363– 406)⋅103 km között változik

 (átlagos távolsága 384 ezer km, ≈ 60 RF)

→ a Hold síklátószöge ϕHold = 2⋅RH / dHF

ϕHold, min = 2⋅3,474/406 = 0,01711 rad,

ϕHold, max = 2⋅3,474/363 = 0,01914 rad.

A Nap sugara RN = 1,4⋅106 km,

távolsága dNF = (147–152)⋅106 km között változik

 (átlagos távolsága 150 millió km)

→ a Nap síklátószöge ϕNap = 2⋅RN / dNF

ϕNap, min = 2⋅1,4/152 = 0,01842 rad,

ϕNap, max = 2⋅1,4/147 = 0,01905 rad.

Lehet

ϕHold > ϕNap → teljes napfogyatkozás,

vagy

ϕHold < ϕNap → gyűrűs napfogyatkozás.



<https://www.origo.hu/tudomany/20131104-ritka-hibrid-napfogyatkozas-volt-vasarnap.html>

Mekkora az a körlap, ami kinyújtott kézzel tartva pont eltakarja a Napot?

A körlap látószöge ~0,019 rad kell legyen (ld. az előző feladatot).

Ha a karunk kb. 70 cm hosszú, akkor d = 0,019·70 = 1,3 cm kell legyen a körlap átmérője.

**MECHANIKA**

Felosztása: kinematika – dinamika – sztatika.

Először

**KINEMATIKA** – avagy a mozgás **leírása** (hely, sebesség, gyorsulás)

**EGYENES VONALÚ MOZGÁS**

Feladat:

Egy motorcsónak a folyón felfelé halad, és szembetalálkozik egy tutajjal. A találkozás után egy órával a motor elromlik. A javítás fél órát vesz igénybe, és utána a motorcsónak a folyón – bekapcsolt motorral – lefelé megy. Az első találkozás helyétől 7,5 km-re éri utol a tutajt. Mennyi a folyó sebessége? Tételezzük fel, hogy a motorcsónak a folyóhoz képest állandó vcs sebességgel halad, a tutaj pedig a vf sebességű folyóval együtt mozog.

7,5 km

vfolyó

Megoldás: az egyes szakaszon egyenletes a mozgás: s = v t

**Az s út helyett az x helykoordinátát fogjuk használni, ami a test helyét adja meg.**

Vegyük fel az x tengelyt úgy, hogy az origó az első találkozásuk helyénél van, és arra mutat, amerre a folyó folyik.

x

0

7,5 km

vfolyó

vf [km/h] a folyó sebessége a parthoz képest,

vcs [km/h] a motorcsónak sebességének nagysága a vízhez képest,

t [h] az az ismeretlen idő, amíg a csónak a folyón lefelé halad bekapcsolt motorral.

Motorcsónak:

Az első órában a sebességének nagysága a parthoz képest vcs – vf ,

1 óra alatt s1 = (vcs – vf )∙1 utat tesz meg. Az x tengely negatív irányába halad, tehát az x koordinátája negatív lesz, az x1 = – (vcs – vf )∙1 koordinátához érkezik.

A következő fél órában a sebességének nagysága a parthoz képest vf ,

0,5 óra alatt s2 = vf ∙ 0,5 utat tesz meg. Az x tengely pozitív irányába halad, tehát az x koordinátája ennyivel nő.

Az utolsó szakaszban a sebességének nagysága a parthoz képest vcs + vf ,

t óra alatt s3 = (vcs + vf ) ∙ t utat tesz meg. Az x tengely pozitív irányába halad, tehát az x koordinátája ennyivel nő.

A végén az x = 7,5 km-nél van.

 – (vcs – vf )∙1 + vf ⋅ 0,5 + (vcs + vf ) ∙ t = 7,5 [km]

Tutaj:

1 + 0,5 + t óráig halad a parthoz képest vf sebességgel,

és így érkezik el az x = 7,5 km koordinátához.

 vf ⋅ (1 + 0,5 + t) = 7,5 [km]

A 3 ismeretlenre csak 2 egyenletünk van.

Az első egyenletben beszorozva, majd vf-et és vcs-t kiemelve:

– (vcs – vf )∙1 + vf ⋅ 0,5 + (vcs + vf ) ∙ t = 7,5

– vcs ∙ 1 + vf ∙ 1 + vf ⋅ 0,5 + vcs ∙ t + vf  ∙ t = 7,5

vf ⋅ (1 + 0,5 + t) + vcs ⋅ (t – 1) = 7,5

Ebből kivonhatjuk a tutajra felírt egyenletet, és marad

vcs ⋅ (t – 1) = 0

vcs = 0 azt jelentené, hogy a csónak végig a tutaj mellett utazik.

t – 1 = 0 → t = 1 h, ennyi ideig volt lefelé bekapcsolva a csónak motorja.

Ezt visszahelyettesítve a tutaj egyenletébe

3 ⋅ (1 + 0,5 + 3) = 7,5 → vf = 3 km/h.

t = 1 h -t és vf = 3 km/h -t visszahelyettesítve a csónak egyenletébe

3 ⋅ (1 + 0,5 + 3) + vcs ⋅ 0 = 7,5

vcs ⋅ 0 = 0

→ vcs a csónak sebessége tetszőleges lehet.

Másik megoldás: Rögzítsük most a koordinátarendszerünket a tutajhoz.

A koordinátarendszerünk origója legyen a tutajra rögzítve, az X tengely pozitív iránya mutasson arra, amerre az első órában távolodik a csónak a tutajtól.

X

0

X

0

X

0

X

0

Ekkor a tutaj X koordinátája természetesen végig zérus,

és a motorcsónak X koordinátáját írjuk fel a második találkozásig.

Az első órában a csónak sebességének nagysága a tutajhoz képest vcs ,

1 óra alatt S1 = vcs ∙1 utat tesz meg, a X1 = vcs∙1 koordinátához érkezik.

A következő fél órában a sebességének nagysága a tutajhoz képest 0,

tehát nem változik az X koordinátája.

Az utolsó szakaszban a sebességének nagysága a tutajhoz képest vcs ,

t óra alatt S3 = vcs ∙ t utat tesz meg. Az X tengely negatív irányába halad, tehát az x koordinátája ennyivel csökken.

A végén az X = 0 km-nél van (hiszen az X = 0 a tutajra van rögzítve).

 vcs ∙ 1 + 0 – vcs ∙ t = 0

Ebből azonnal látható, hogy egyrészt mivel a csónak először 1 órát távolodik a tutajtól vcs sebességgel és utána ugyancsak vcs sebességgel közeledik hozzá, a közeledés ideje is 1 óra kell legyen. Másrészt az is, hogy a csónak sebessége tetszőleges lehet. Nagyobb vcs esetén távolabbra jut a csónak a tutajtól.

A két megoldásban más **vonatkoztatási rendszer**t (definíciót ld. később) vettünk fel ugyanahhoz a feladathoz: a parthoz rögzítve, ill. a tutajjal együtt mozgó vonatkoztatási rendszert.

Az első megoldásban az egyenletfelírásnál gondolkozni kellett az előjeleken. De ezentúl nem gondolkozni fogunk, hanem először **felvesszük az x tengelyt, ezzel meghatározzuk, hogy melyik a pozitív irány, és az azzal megegyező irányú sebességek pozitívak, az ellentétesek negatívak.**

x

0

7,5 km

vfolyó

vcsónak < 0

vcsónak > 0

Így írtuk fel:

– (vcs – vf ) ∙ 1 + vf ⋅ 0,5 + (vcs + vf ) ∙ t = 7,5

Beszorozva:

– vcs ∙ 1 + vf ∙ 1+ vf ⋅ 0,5 + vcs ∙ t + vf ∙ t = 7,5

Az előjeleket követve így fogjuk felírni:

vf mindig pozitív

vcs az első órában negatív, az utolsó szakaszban pozitív

( – vcs + vf ) ∙ 1 + vf ⋅ 0,5 + ( + vcs + vf ) ∙ t = 7,5