

◀	<i>Tartalom</i>	<i>Fogalmak</i>	<i>Törvények</i>	<i>Képletek</i>	<i>Lexikon</i>	▶
---	-----------------	-----------------	------------------	-----------------	----------------	---

A sebesség

A testek általában különböző gyorsan mozognak. Az autó általában gyorsabban, a gyalogos lassabban halad, mint a kerékpáros. Két test közül azt tekintjük gyorsabbnak, amelyik ugyanannyi idő alatt messzebbre jut az indulási helyétől, illetve ugyanakkora [elmozduláshoz](#) rövidebb időre van szüksége.

Általában azonban sem a testek elmozdulásai, sem a mozgásuk időtartamai sem ugyanakkorák. Ha például egy gépkocsi 3 óra alatt 270 kilométert, egy kerékpár 2 óra alatt 36 kilométert, egy gyalogos pedig 0,5 óra alatt 1,8 kilométert mozdult el, akkor a mozgásuk közvetlenül nem hasonlítható össze. Ehhez előbb mindhárom testnél számítsuk ki, hogy mekkora lett volna az elmozdulásuk ugyanannyi idő (például 1 óra) alatt! Ha feltételezzük, hogy a gépkocsi 3 órán át végig ugyanúgy mozgott, akkor 1 óra alatt

$$\frac{270 \text{ km}}{3} = 90 \text{ km}$$

volt az elmozdulása. Hasonlóan határozható meg, a kerékpár és a gyalogos 1 óra alatt bekövetkező elmozdulása. Az így kapott adatokat a lenti táblázat tartalmazza.

	elmozdulás (km)	időtartam (h)	elmozdulás 1 óra alatt (km)	
Gépkocsi	270	3	270 : 3	90
Kerékpár	36	2	36 : 2	18
Gyalogos	1,8	0,5	1,8 : 0,5	3,6

Az utolsó oszlop adatai alapján megállapítható, hogy 1 óra alatt a gépkocsi 90 kilométert, a kerékpáros 18 kilométert, a gyalogos pedig 3,6 kilométert tett volna meg. Ezek alapján tehát látszik, hogy a gépkocsi haladt a leggyorsabban, a gyalogos pedig a leglassabban.

Érdekes kiszámítani az elmozdulás nagyságának és a mozgás időtartamának a hányadosát is. A következő táblázat ezeket az értékeket tartalmazza.

	Δr (km)	Δt (h)	$\frac{\Delta r}{\Delta t} \left(\frac{\text{km}}{\text{h}} \right)$
Gépkocsi	270	3	90
Kerékpár	36	2	18
Gyalogos	1,8	0,5	3,6

Az előbbi számításokat elvégezhetjük úgy is, hogy az elmozdulást méterben, az időt másodpercben adjuk meg. Ekkor a következő eredmények adódnak:

	Δr (m)	Δt (s)	$\frac{\Delta r}{\Delta t} \left(\frac{\text{m}}{\text{s}} \right)$
Gépkocsi	270 000	10 800	25
Kerékpár	36 000	7 200	5
Gyalogos	1 800	1 800	1

A kerékpárnál az elmozdulás nagyságának és a közben eltelt időnek a hányadosaként kapott 5 m/s érték szemléletesen azt jelenti, hogy a kerékpár minden másodpercben átlagosan 5 méternyit mozdult el az út végpontja felé. A gépkocsi másodpercenként átlagosan 25 métert, a gyalogos 1 métert mozdult el. Ezek az adatok is azt jelzik, hogy a gépkocsi gyorsabban, a gyalogos lassabban mozog, mint a kerékpár.

A fenti példa szerint az elmozdulás nagyságának és a közben eltelt időnek a hányadosa alkalmas a mozgás gyorsaságának a jellemzésére. Ennek alapján: Az *átlagsebesség* az *elmozdulás nagyságának és a közben eltelt időnek a hányadosaként értelmezett fizikai mennyiség*. Jele $\bar{v}$ (kimondva: vé-vonás, vagy vé-átlag). Képlettel:

$$\bar{v} = \frac{\Delta r}{\Delta t}.$$

Az átlagsebesség SI-mértékegysége az elmozdulás és az idő mértékegységének hányadosaként *méter per másodperc*, képlettel:

$$[\bar{v}] = \frac{[\Delta r]}{[\Delta t]} = \frac{\text{m}}{\text{s}}.$$

Ha a közlekedésben megszokott módon az utat kilométerben, az időt órában mérjük, akkor az átlagsebesség mértékegysége a *kilométer per óra* lesz. A két mértékegység közti kapcsolat meghatározása:

$$1 \frac{\text{m}}{\text{s}} = \frac{1 \text{ m}}{1 \text{ s}} = \frac{3600 \text{ m}}{3600 \text{ s}} = \frac{3,6 \text{ km}}{1 \text{ h}} = 3,6 \frac{\text{km}}{\text{h}}.$$

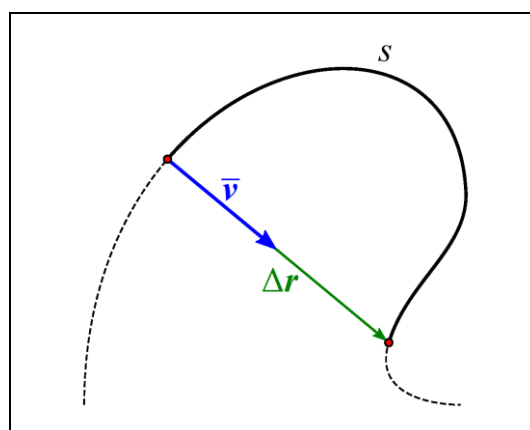
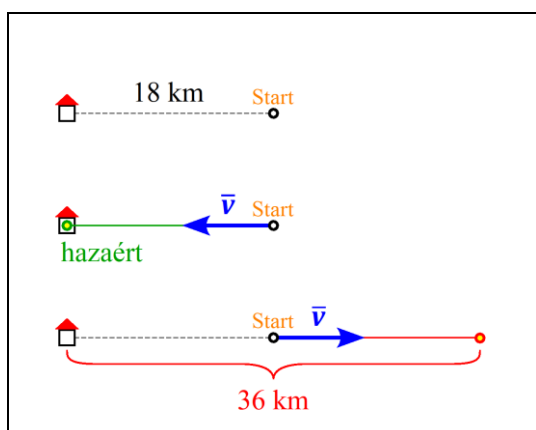
Bővítés 3600-zal, hogy a nevezőben 3600 s, azaz 1 óra legyen.

Eszerint

$$1 \frac{\text{m}}{\text{s}} = 3,6 \frac{\text{km}}{\text{h}}.$$

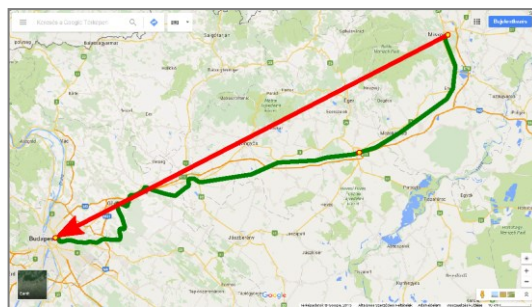
Folyamatosan írt szövegben a sebesség mértékegységeit ferde törtvonallal, egy sorba is írhatjuk. Például az előbbi összefüggés így is írható: $1 \text{ m/s} = 3,6 \text{ km/h}$.

A vektorok című fejezetben láttuk, hogy az olyan mennyiséget, amelynél a nagyság mellett az iránynak is szerepe van, *vektormennyiségnek* nevezzük. Az átlagsebességnél is lényeges a sebesség iránya: Ha például egy kerékpáros 18 kilométerre van a lakásától és folyamatosan 18 km/h átlagsebességgel halad, akkor egy óra múlva hazaérhet, de az is előfordulhat, hogy 36 kilométer távol lesz tőle. Mindez attól függ, hogy az átlagsebesség milyen irányú.



Eszerint az átlagsebesség iránya is lényeges, tehát az *átlagsebesség vektormennyiség*. Az *átlagsebesség iránya megegyezik annak az elmozdulásnak az irányával, amelyhez tartozik*. Ha hangsúlyozni szeretnénk az *átlagsebesség vektor jellegét*, akkor a jelét vastag betűvel írjuk: $\vec{v}$. (Ha a vektor jellegét nem kívánjuk kiemelni, illetve csak az *átlagsebesség nagyságát* akarjuk jelölni, akkor a v jelet használjuk.)

Az átlagsebesség jól jellemzi a mozgást a kiválasztott útszakasz egészén, de a mozgás részleteiről nem ad megbízható információt. Például a *Lillafüred IC* Miskolcra 2 óra alatt ér Budapestre, a Keleti pályaudvarra (2015-ös menetrendi adat). Elmozdulása 145 km, így átlagsebességének nagysága

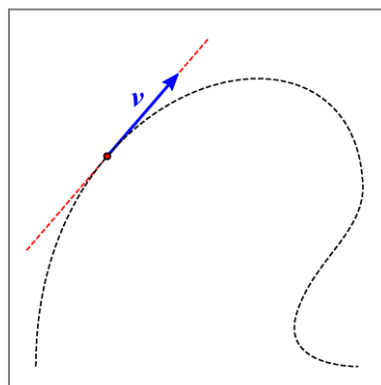
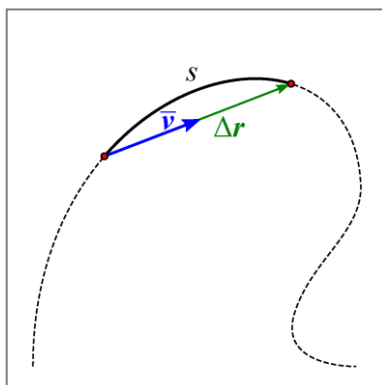
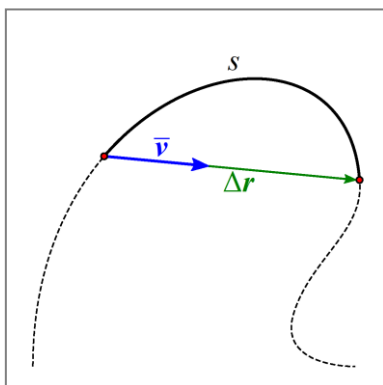


$$\bar{v} = \frac{\Delta r}{\Delta t} = \frac{145 \text{ km}}{2 \text{ h}} = 72,5 \frac{\text{km}}{\text{h}}.$$

A vonat azonban a miskolci pályaudvarról történő induláskor és a Keleti pályaudvarra történő megérkezéskor ennél lassabban, míg nyílt pályán ennél gyorsabban is halad. A vonat Füzesabonyon sem ezzel a sebességgel halad át, sőt egy percre meg is áll, hogy az utasok le- és felszállhassanak.

Pontosabb képet kaphatunk a vonat mozgásáról, ha a mozgás időtartamát rövid szakaszokra osztjuk, és az ezekhez tartozó átlagsebességeket vizsgáljuk. Például az előzőekben említett vonathoz osszuk a két órás (azaz 120 perces) mozgást 1 perces szakaszokra! Az ezekhez tartozó 120 db átlagsebesség-adat már pontosabban jellemzi a mozgást. Elméletben nincs akadálya annak, hogy az 1 másodperces időtartamokhoz tartozó 7200 db átlagsebesség-adattal, vagy ha szükséges, még rövidebb időtartamokhoz tartozó átlagsebességekkel jellemezzük a vonat mozgását. A nagyon rövid időközökre vonatkozó átlagsebesség-adatokkal szinte pillanatonként nyomon követhető a mozgás.

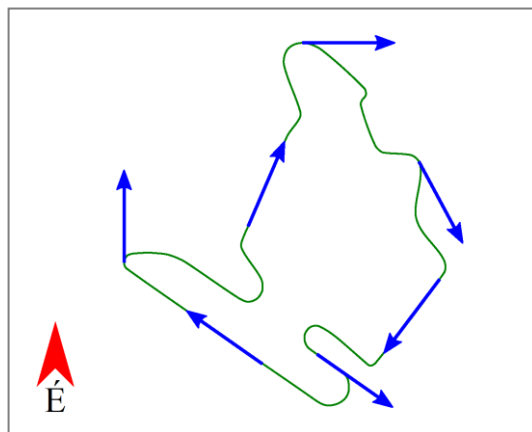
Ezek alapján *pillanatnyi sebességnek* nevezzük az elképzelhető legrövidebb időtartamhoz tartozó átlagsebességet. A pillanatnyi sebesség jele $\mathbf{v}$, mértékegységei m/s és km/h. A pillanatnyi sebességet röviden sebességnek is nevezik. A lenti rajzok alapján belátható, hogy a pillanatnyi sebesség vektormennyiség, iránya a pálya érintőjének irányába mutat.



A pillanatnyi sebességet (ha nem okoz félreértést) röviden sebességnek is nevezzük. A pillanatnyi sebesség nagysága alapján a pontszerű test mozgása osztályozható: a mozgás lehet egyenletes vagy változó. *Egyenletes mozgásnak* nevezzük az olyan mozgást, amelynél a sebesség nagysága állandó. *Változó mozgásnak* nevezzük az olyan mozgást, amelynél a sebesség nagysága változik. A változó mozgások két speciális esete a gyorsuló, illetve a lassuló mozgás. *Gyorsuló mozgásnak* nevezzük az olyan mozgást, amelynél a sebesség nagysága növekszik. *Lassuló mozgásnak* nevezzük az olyan mozgást, amelynél a sebesség nagysága csökken.

Például a vonat indulás után egyre gyorsabban, egyre nagyobb sebességgel halad, tehát mozgása ekkor gyorsuló mozgás. A nyílt pályán állandó sebességgel mozog, tehát a mozgása ilyenkor egyenletes. A következő állomáshoz közelítve sebessége fokozatosan csökken, ezen a szakaszon lassuló mozgást végez.

A sebesség vektormennyiség, ezért csak akkor lehet állandó, ha iránya és nagysága is állandó. Az olyan mozgásokat, amelyeknél a pillanatnyi sebesség nem állandó, *változó sebességű mozgásoknak* nevezzük. Változó sebességű mozgást végez tehát például az a gépkocsi is, amely úgy halad körbe a Hungaroringen, hogy sebességmérője állandóan azonos értéket mutat.



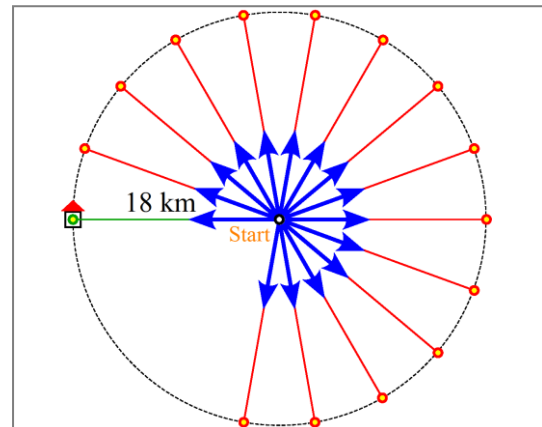
Mivel az elmozdulás viszonylagos, ezért az *átlagsebesség és a pillanatnyi sebesség is függ a vonatkoztatási rendszer megválasztásától*. A mozgó vasúti kocsi csomagtartójában fekvő bőrönd nyugalomban van a vasúti kocsihoz képest, azaz sebessége nulla. Mozog viszont a talajhoz képest, sebessége ugyanakkora, mint a vonat sebessége. A bőrönd a szembejövő vonathoz képest is mozog, sebessége ehhez viszonyítva még nagyobb. (Kapcsolódó



kisfilm: <https://www.youtube.com/watch?v=4cYdvn3-Wvc>.)

Kiegészítések

1. A 18 km/h átlagsebességű kerékpáros példájával kapcsolatban a jobb oldali rajzon felülnézetben látható, hogy hogyan befolyásolja az átlagsebesség iránya a megérkezés helyét. Mivel 18 km/h átlagsebességnél az egy óra alatti elmozdulás 18 km nagyságú, a megérkezés helye mindig a starthely körüli 18 km sugarú körön van.



2. Az átlagsebességnek van egy másik definíciója is, mely szerint az átlagsebesség a megtett út és a közben eltelt idő hányadosaként értelmezett fizikai mennyiség. Jele $v_{\text{átl}}$. Képlettel tehát:

$$v_{\text{átl}} = \frac{s}{\Delta t}.$$

Ez a meghatározás a hétköznapi szóhasználathoz közelebb áll, de ennek alapján nem értelmezhető az átlagsebesség iránya.

A kétféle meghatározás közti különbség jól érzékelhető, ha mindkét definíció alapján meghatározzuk az átlagsebességet az alábbi adatokból: A *Formula-1 világbajnokság* történetében az első magyar futam az 1986-os magyar nagydíj volt. Ezen a leggyorsabb kört a brazil *Nelson Piquet* érte el. A *Hungaroring* 4,014 km hosszú pályáján a 73. kört 91,001 másodperc alatt tette meg. (A pálya légifotója a képen látható.)



Mivel az elmozdulás kezdő és végpontja most egybeesik, így az elmozdulás nullvektor. Az átlagsebesség nagysága az elmozdulás alapján:

$$\bar{v} = \frac{\Delta r}{\Delta t} = \frac{0 \text{ m}}{91,001 \text{ s}} = 0.$$

A versenyeken azonban az átlagsebességet az út alapján határozzák meg, ezért:

$$v_{\text{átl}} = \frac{s}{\Delta t} = \frac{4014 \text{ m}}{91,001 \text{ s}} \approx 44,1 \frac{\text{m}}{\text{s}}.$$

Bizonyos esetekben a kétféle módon meghatározott átlagsebesség ugyanakkora. Az előző fejezetben láttuk, hogy ha a test egyenes pályán folyamatosan ugyanabba az irányba mozog, akkor az út és az elmozdulás ugyanakkora, így ilyenkor $|\vec{v}| = v_{\text{átl}}$. Ugyancsak ez a helyzet, ha nagyon rövid időtartamhoz tartozó átlagsebességeket vizsgálunk, mert ezekben az esetekben az elmozdulás és az út gyakorlatilag egybeesik.

3. Láttuk, hogy a sebesség kétféle mértékegysége közti kapcsolat:

$$1 \frac{\text{m}}{\text{s}} = 3,6 \frac{\text{km}}{\text{h}}.$$

Ha ennek az egyenlőségnek mindkét oldalát 10-zel megszorozzuk, akkor az egyenlőség továbbra is fennmarad, azaz:

$$10 \frac{\text{m}}{\text{s}} = 36 \frac{\text{km}}{\text{h}}.$$

$$5 \text{ m/s} = 18 \text{ km/h}$$

$$10 \text{ m/s} = 36 \text{ km/h}$$

$$15 \text{ m/s} = 54 \text{ km/h}$$

$$20 \text{ m/s} = 72 \text{ km/h}$$

$$25 \text{ m/s} = 90 \text{ km/h}$$

$$30 \text{ m/s} = 108 \text{ km/h}$$

Ehhez hasonlóan igazolhatók a fenti táblázatban szereplő egyenlőségek is, amelyeket a gyorsabb átváltások érdekében célszerű megtanulni.

4. A járművek sebességmérő műszere a pillanatnyi sebesség nagyságát mutatja. A GPS segítségével ugyancsak meghatározható a pillanatnyi sebesség nagysága és iránya.



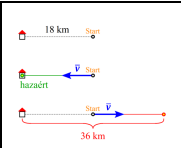
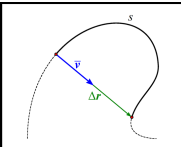
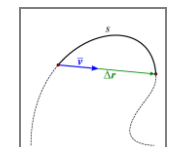
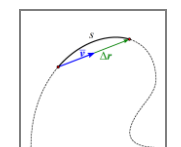
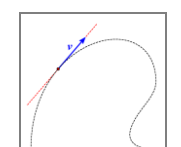
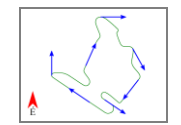
(A jobb oldali képen látható, okostelefonon futó GPS sebességmérő program itt érhető el: www.fizkapu.hu/fiztan/toltes/t_0058/sebessegevektor.html. Az irányt a program a térképészetben szokásos módon jelzi: É $\rightarrow$ 0°, K $\rightarrow$ 90°, D $\rightarrow$ 180°, Ny $\rightarrow$ 270°.)

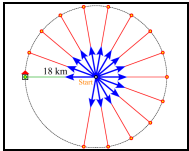
5. Az előző fejezetben láttuk, hogy a GPS adatai alapján megrajzolható a mozgás pályája. Mivel a GPS segítségével a sebesség nagysága és iránya is meghatározható, így készíthető olyan okostelefonon futtatható program, amely megrajzolja a pályának az indítási hely és az aktuális hely közti szakaszát, valamint szövegesen és grafikusán is kijelzi a pillanatnyi sebességet. Ennek segítségével a gyakorlatban is szemléltethető, hogy *a pillanatnyi sebesség mindig a pálya érintőjének irányába mutat*. (Egy ilyen program itt érhető el: www.fizkapu.hu/fiztan/toltes/t_0058/palya_es_sebesseg.html. A program a sebesség irányát a térképészetben szokásos módon jelzi: $\text{É} \rightarrow 0^\circ$, $\text{K} \rightarrow 90^\circ$, $\text{D} \rightarrow 180^\circ$, $\text{Ny} \rightarrow 270^\circ$.)
6. A világegyetemben elérhető legnagyobb sebesség a vákuumban (légüres térben) terjedő fény sebessége:

$$c = 299\,792\,458 \frac{\text{m}}{\text{s}} \approx 3 \cdot 10^8 \frac{\text{m}}{\text{s}} = 300\,000 \frac{\text{km}}{\text{s}}.$$

Ennél nagyobb sebességet egyetlen test sem érhet el.

Képek jegyzéke

	Az átlagsebesség irányának szerepe (1.) © http://www.fizikakonyv.hu/rajzok/a016.svg
	Az átlagsebesség iránya (1.) © http://www.fizikakonyv.hu/rajzok/a017.svg
	Lillafüred IC útja és elmozdulása © http://www.fizikakonyv.hu/rajzok/0035.svg © Háttérkép: <i>GoogleTérkép</i>
	Az átlagsebesség iránya (2.) © http://www.fizikakonyv.hu/rajzok/0036.svg
	Az átlagsebesség iránya (3.) © http://www.fizikakonyv.hu/rajzok/0037.svg
	A pillanatnyi sebesség iránya © http://www.fizikakonyv.hu/rajzok/0038.svg
	Autó állandó nagyságú, változó irányú sebessége a <i>Hungaroringen</i> © http://www.fizikakonyv.hu/rajzok/0039.svg
	Bőrönd a vonaton (relatív nyugalom és relatív mozgás) © http://www.fizikakonyv.hu/fotok/0004.jpg Kapcsolódó videó: © https://www.youtube.com/watch?v=4cYdvn3-Wvc

	Az átlagsebesség irányának szerepe (2.) © http://www.fizikakonyv.hu/rajzok/a018.svg
	A Hungaroring műholdfelvételen W https://commons.wikimedia.org/wiki/Category:Hungaroring#/media/File:Hungaroring,_April_28,_2018_SkySat.jpg
	Gépkocsi sebességmérő műszere © http://www.fizkapu.hu/fizfoto/fotok/fizf0004.jpg
	Okostelefonon futó GPS sebességmérő program © http://www.fizikakonyv.hu/fotok/0058.jpg

Jelmagyarázat:

- © **Jogvéde**tt anyag, felhasználása csak a szerző (és az egyéb jogtulajdonosok) írásos engedélyével.
- W A **Wikimedia Commons**-ból származó kép, felhasználása az eredeti kép leírásának megfelelően.

◀	Tartalom	Fogalmak	Törvények	Képletek	Lexikon	▶
---	--------------------------	--------------------------	---------------------------	--------------------------	-------------------------	---