Előszó

„A természet a matematika nyelvén íródott.”
(Galileo Galilei, 1564–1642)

„Ha azt, amiről szó van, mérni tudjuk, akkor a tárgyról tudunk valamit, ha azonban nem tudjuk számokkal megadni, akkor ismeretünk szegényes és nem kielégítő.”
(Lord Kelvin, 1824–1907)

„Azoknak, akik nem ismerik a matematikát, nehézséget okoz keresztüljutni a szépség valódi érzéséhez, a legmélyebb szépséghez, a természethez… Ha a természetről akarsz tanulni, méltányolni akarod a természetet, ahhoz szükség van arra, hogy értsd a nyelvét, amin szól hozzád.”
(Richard Feynman, 1918–1988)

Három különböző korszak legtekintélyesebb fizikusától idéztünk. Nem meglepő módon ugyanazt hangsúlyozták: a matematika fontosságát a természet megismerésében. Tehát ha valaki a fizikával kíván foglalkozni, akkor nem nélkülözheti a megfelelő szintű matematikai ismereteket, és azt a készséget, hogy a felmerülő problémákkal a matematika eszközeivel is tudjon foglalkozni. Így nyilvánvalóan a fizika oktatásában is meg kell, hogy jelenjenek a matematikai eszközöket igénylő feladatok, ezt egyébként az érettségi követelményrendszer is egyértelműsíti. Ezért a feladatgyűjtemény nagyszámú, különböző nehézségi szintű számolásos feladatot tartalmaz az érettségi, valamint a kerettantervi követelményeknek megfelelően. A könyv összeállításánál azt tartottuk szem előtt, hogy a középiskolai tanulmányok alatt az folyamatosan használható legyen. Az új fogalmak és törvények megismerése után megoldható egyszerűbb példák éppúgy szerepelnek a példatárban, mint az érettségi előtt álló diákok számára kitűzött összetettebb problémákat tartalmazó feladatok. Akik pedig a fizikai feladatok „rabjaivá” váltak, és szívesen oldanak meg versenyfeladatokat is, szintén találnak fejezetenként egy-két ilyen típusú, kihívást jelentő feladatot.

A matematika azonban csupán egy eszköz, igaz, a legfontosabb, a fizika műveléséhez. Csak akkor tudjuk eredményesen használni ezt az eszközt, ha ismerjük a fizika fogalmait, értjük törvényeit. A feladatgyűjtemény tehát nem nélkülözheti az ismeretmélyítő, gondolkodtató, méréselemző, vagy logikai feladatokat sem. Mivel az érettségi feladatsorokban az ilyen jellegű feladatok főként tesztek formájában jelennek meg, ezért a feladatgyűjteményben az egyes fejezetekhez jelentős számban csatoltunk tesztkérdéseket is.

Az emelt szintű érettségi követelményei között szerepel, hogy a jelöltnek átfogó ismeretei legyenek az egyes témakörökről, és erről megadott szempontok szerint esszét tudjon írni. Emiatt a feladatgyűjtemény fejezetenként 2-3 esszékérdést is tartalmaz.

Egy jó feladatgyűjteménytől elvárható az, hogy az önálló tanulást is lehetővé tegye. Ebben segít a feladatgyűjteményhez készült megoldáskötet, amely tartalmazza az összes feladat részletesen kidolgozott megoldását.

Bevezetés

A feladatgyűjtemény felépítése

A feladatgyűjtemény a jelenleg érvényben lévő kerettantervekben (NAT 2012) előírt középiskolai tananyag témaköreit tartalmazza. A feladatok nehézségi szintje alkalmazkodik az érettségi vizsga követelményeihez. A példatárban a 14 fejezet témája megegyezik a középiskolai kerettantervi követelményekben, így a középiskolai tankönyvekben lévő témakörökkel. Az egyes témakörökhöz kínált feladatok jól kiegészítik a fizikatankönyvek feladatanyagát. A feladatgyűjtemény tanórai és otthoni gyakorláshoz egyaránt használható.

A fejezetek feladattípusai:

– alapozófeladatok,
– gyakorlófeladatok,
– tesztek,
– esszékérdések,
– kihívást jelentő feladatok.

Az *alapozófeladatok* a témakörök egyes leckéihez köthetők, így tanórai vagy házi feladatokként egyaránt feladhatók, továbbá dolgozatra való felkészüléshez is ajánljuk. Ezek a feladatok az alapfogalmak megértését, az adott leckében tanult összefüggések begyakorlását segítik elő.

A *gyakorlófeladatok* a témakör mélyebb elsajátítását szolgálják. Az egyes feladatok a témakör több leckéjének, illetve korábbi témaköröknek az ismeretanyagára is épülhetnek. Jóllehet a gyakorlófeladatokat nem válogattuk szét témakörök szerint, de itt is ügyeltünk arra, hogy a feladatok sorrendje a tananyag feldolgozását kövesse. A gyakorlófeladatok megoldását a gyakorlóórákra javasoljuk, ezt követően a hasonló típusú példák feladhatóak házi feladatnak. Ezek a feladatok alkalmasak differenciált tanórai munkára, a jobb tanulók önállóan is megoldhatják azokat.

A *tesztek* segítségével gyakorolható a megismert fizikai fogalmak, törvények alkalmazása, ezáltal a tudás elmélyíthető. Az érettségire való felkészülést is segítik. Alkalmasak az elsajátított ismeretek ellenőrzésére.

Az *esszékérdések*, melyek a fejezet tananyagát feldolgozó irányított kérdéssorok, az emelt szintű érettségi vizsgára készítenek fel. Javasoljuk a középiskolai évek alatt a folyamatos megoldásukat, hiszen ezek a középiskolai tananyag mélyebb elsajátítását is segítik.

Azon diákok számára, akik jobban el szeretnének mélyedni a fizikafeladatok rejtelmeiben, ajánljuk a fejezetek végén található *kihívást jelentő feladatokat*. Ezek a feladatok nehezebb, összetettebb, versenyszintű feladatok.

Némely példa kiszámításához olyan adatokra is szükség lehet, melyek a feladatban nem szerepelnek. Ezek az adatok a *Négyjegyű függvénytáblázatok*ban megtalálhatóak, és erre a feladat szövegében fel is hívjuk a figyelmet.

A feladatgyűjtemény feladatait kettős számozással láttuk el. Az első szám a témakör sorszámát, a második szám pedig a feladat témakörön belüli sorszámát mutatja. Az emelt szintű érettségi anyagát feldolgozó feladatok sorszáma fekete helyett szürke. Azoknál a feladatoknál, ahol nem az egész feladat emelt szintű, ott csak az emelt szintű részfeladat betűjele szürke. A feladatgyűjteményben szereplő grafikonok, rajzok és fotók sorszáma annak a feladatnak a sorszámával egyezik meg, amihez az adott ábra tartozik.

Hogyan oldjunk meg fizikafeladatot?

A következőkben néhány jó tanácsot adunk, melyek figyelembevétele segít a feladatok megoldásában.

A *számításos fizikafeladatok* megoldását természetesen a feladat szövegének alapos elolvasásával kezdd. Ha az első olvasás után még tanácstalan vagy, célszerű – akár többször is – újra elolvasni a feladat szövegét.

A feladat szövegében szereplő adatokat gyűjtsd ki, és ha szükséges, egységesítsd a fizikai mennyiségek mértékegységeit. Előfordulhat az is, hogy a feladat szövege egy adatot közvetetten tartalmaz, például „a műhold mindig a Föld ugyanazon pontja felett van". Ez az információ azt jelenti, hogy a műhold keringési ideje (egy kör megtételének ideje) és a Föld forgási periódusideje (1 nap) egyenlő. Az adatok kiírása után fogalmazd meg a feladat kérdéseit is.

Sok feladat megértését segítheti, ha el tudod mesélni a benne szereplő történetet. Miközben elmeséled magadban a feladat „történetét", készíts vázlatrajzot. A rajz készítése közben közelebb kerülhetsz a problémához. Az is előfordulhat, hogy a vizsgált „történet" több epizódra tagolódik. A rajz valóban vázlatos legyen, azaz a lehető legegyszerűbb. Például egy kinematikai feladatban szereplő autót gyakran elég egy pici négyzettel jelölni. A vázlatrajzra ne írj számokat. Áttekinthetőbb a munkád, ha a számok helyett a feladatban szereplő fizikai mennyiségek jele kerül a rajzra.

Gondolkozz el azon, hogy a feladat „történetében" milyen fizikai jelenségek szerepelnek. Idézd fel, hogy az adott fizikai jelenségeket milyen fizikai mennyiségek írják le. Gyakran a megfelelő fizikai mennyiség értelmezése elvezet a feladat megoldásához. Más esetekben fogalmazd meg a szóba jöhető fizikai mennyiségek kapcsolatát leíró törvényeket is. Minden törvénynek megvan az érvényességi feltétele. Mielőtt alkalmazod őket, vizsgáld meg, hogy teljesül-e az alkalmazni kívánt törvény érvényességi feltétele. Például a mechanikai energiák megmaradásának tétele akkor alkalmazható, ha a vizsgált testre csak konzervatív erők hatnak.

A feladatban szereplő, adott jelenséget leíró törvény a matematika nyelvén is megfogalmazható, legtöbbször egy egyenlet felírásával. Előfordulhat, hogy a probléma vizsgálata több egyenlet felírását is megkívánja. Az így nyert egyenletrendszert matematikai eszközökkel tudod megoldani. Akkor lesz elegáns a megoldásod, ha nem helyettesítesz be rögtön a megoldás elején, hanem végig paraméteresen (a fizikai mennyiségek betűjeleit használva) dolgozol. Ilyenkor az eredményt is paraméteresen kapod meg. Ez lehetőséget ad arra, hogy a vizsgált jelenségről általános megállapítást tegyél. A paraméteresen kifejezett végeredménybe helyettesítsd be az adatokat! A fizikai mennyiségnek nemcsak a számértékét, hanem a mértékegységét is érdemes behelyettesíteni, és velük is elvégezni a kijelölt műveleteket. Ez egyben ellenőrzést is jelent.

Lehetséges, hogy kezdetben nehézséget okoz az egyenletrendszer paraméteres megoldása. Természetesen az a megoldás is helyes, ha rögtön behelyettesítesz a vizsgált egyenletrendszerbe, és így oldod meg az egyenletet, illetve egyenletrendszert. Így is megkaphatod a helyes végeredményt, viszont megfosztod magad attól az örömtől, amit az általános gondolatok megfogalmazása kínál.

A behelyettesítés után kapott végeredmény valódiságát érdemes ellenőrizned. Végül adj egy rövid szöveges választ a feladatban megfogalmazott kérdésre! Ha úgy érzed, hogy megoldottad a feladatot, érdemes azt még egyszer elolvasnod, hogy tényleg a kérdésre adtál-e választ, illetve minden kérdésre megadtad-e a választ.

Célszerű a tankönyved leckéiben lévő kidolgozott feladatokat otthon, önállóan, figyelmesen áttanulmányozni. Eközben is igen sokat tanulhatsz.

A *tesztfeladatok* (feleletválasztós feladatok) segítik felmérni, hogy elsajátítottad-e a tananyagot.

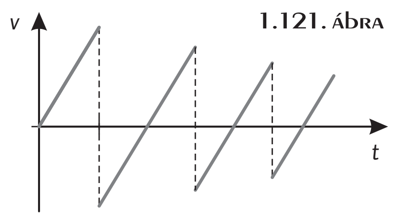
A középszintű érettségin a tesztfeladatok az alapvető ismeretek, alkalmazások, következtetések számonkérésére szolgálnak. Olyan jelenségekre, összefüggésekre kérdeznek rá a tesztek, melyekről szemléletes képpel kell rendelkezned. A tesztfeladatok többnyire egy kérdésből állnak, és a felkínált 3-4 lehetséges válaszból kell kiválasztanod a helyeset vagy a hamisat. Sokszor érdemes azt a stratégiát alkalmaznod, hogy először megpróbálsz a feltett kérdésre válaszolni, és csak ezután nézed meg, hogy az általad adott megoldás melyik felkínált válasznak felel meg.

Az emelt szintű érettségin már mélyebb tudás is elvárható. Az előzőeken túl olyan tesztfeladat is lehetséges, amelynek megválaszolása csak egy rövidebb számításos feladat megoldása után lehetséges.

Esszékérdés csak az emelt szintű írásbeli érettségin szerepel. Ebben a feladattípusban fizikai jelenségekre vonatkozó kérdéseket találsz. Természetesen nem elég az, hogy végighaladsz a kérdéseken, és mindegyikre egy-egy helyes választ adsz. A megoldásod akkor lesz igényes, ha egy olyan fogalmazást készítesz, amelynek a vezérfonalát, vázlatát a feladatban megtalálható kérdések adják. Folyamatos szöveget készíts, egész mondatokban fejtsd ki a gondolataidat. Az általad alkotott szöveg legyen tagolt, a mondatokon túl tartalmazhat rajzot, táblázatot, grafikont, képleteket. Ügyelj a helyesírásra, használd a szakszavakat!

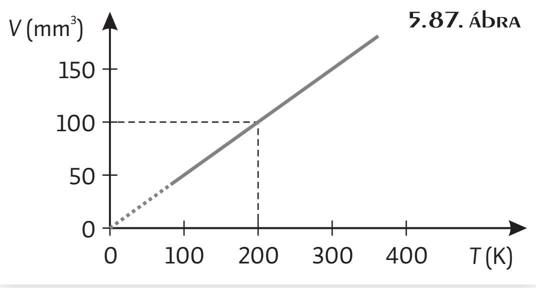
Grafikonok, táblázatok elemzése és készítése

A fizikafeladatok egy részében a történetet, a jelenséget grafikonnal szemléltetjük, grafikonnal „mondjuk el”. A feladatod ilyen esetben az, hogy „kiolvasd” a benne rejlő információkat, adatokat. A grafikon az esetek többségében két fizikai mennyiség közötti összefüggést ábrázol, tehát lényegében egy olyan matematikai függvény, aminek a független változójához és a függvényértékéhez is egy-egy fizikai mennyiséget rendelünk.



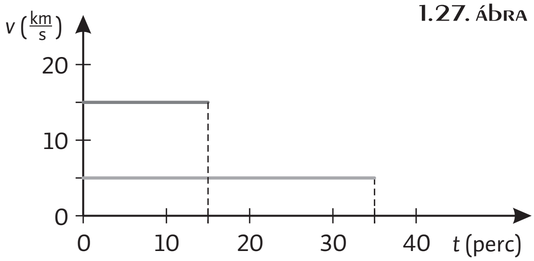
1.121. ábra

A grafikon bizonyos esetekben csak a szereplő fizikai mennyiségek jelét és a görbét, görbéket (egyenest, egyeneseket) tartalmazza. Ilyenkor kvalitatív (minőségi) megállapításokat tehetünk, mint például: a két mennyiség között lineáris kapcsolat van, vagy az egyik folyamat gyorsabban játszódik le, mint a másik, vagy létezik egy időpont, amikor két test éppen azonos helyen van. Jó példa erre az **1.121.** feladat, aminek a grafikonjáról leolvasható, hogy a kérdéses test sebessége szakaszonként lineárisan növekszik, de a növekedés mértéke egyre kisebb, bizonyos időpontokban pedig a sebesség iránya előjelet vált és nagysága csökken. Más esetben a grafikon számértékeket is tartalmaz – például az **5.87.** feladatban –, így adatokat nyerhetünk a feladat megoldásához.



5.87. ábra

Gyakran a grafikon – vagy annak egy része – alatti területnek fontos fizikai jelentése van. Például az **1.27.** feladatban a grafikonról leolvasható a függvények alatti területek nagysága, amik a testek által megtett utakkal arányosak. Ilyen



1.27. ábra

esetben figyelni kell a mértékegységre! Az út mértékegysége egydimenziós (m; cm), a terület mértékegysége kétdimenziós (m^2; cm^2).

Egy feladatot, ha nem tartozik hozzá grafikon, szokásos módon analitikusan (egyenletek felírásával, azok megoldásával) oldunk meg. Megpróbálkozhatunk azonban grafikus megoldással is, például két test mozgását megadó út-idő függvény ábrázolásával a testek találkozási időpontja, helye a grafikonról leolvasható.

Olyan feladat is van, amikor grafikont kell rajzolni. Az ábrázoláshoz szükséges értékeket számolással kapjuk meg. Például a **6.121.** feladatban ki kell számolni, hogy a hőmennyiség hatására megolvad-e a jég vagy csak felmelegszik. Ezután tudjuk megrajzolni a hőmérséklet-hőmennyiség grafikont.

Előfordulhat, hogy a feladat sok adat (például mérési adatok) összevetését, elemzését kéri. Az adatok felsorolásszerűen rendelkezésre állnak. Ilyenkor a jobb áttekinthetőség érdekében érdemes táblázatba foglalni azokat. De az is lehet, hogy már táblázat formájában kapjuk meg az adatokat, ilyen feladat például az **1.17.** számú. Célszerű lehet grafikonon ábrázolni az értékeket, mert azok egymáshoz viszonyított változását, a tendenciákat így könnyebben észrevehetjük. A megoldásként kapott adatokat is érdemes táblázatban összefoglalni.

Út (m)	50	100	150	200
Idő (perc)	1,1	2,42	3,24	4,1

A fizikafeladatok kapcsolata a valósággal

A feladatok megfogalmazása során, ahol ezt a tartalom megengedte, törekedtünk arra, hogy ne száraz, a valóságtól elvonatkoztatott helyzeteket ábrázoljunk. A „Vízszintes síkon *m* tömegű testre *F* erő hat α szög alatt, a test és a sík között van súrlódás. Mekkora a test gyorsulása?" sivár szövegezés helyett személyesebb, a környezetünkbe elhelyezett, életszerű példákat próbáltunk írni. Természetesen sok témakörben, főleg az összetettebb feladatok esetén ez nem mindig lehetséges, de itt is igyekeztünk jól elképzelhető környezetet ábrázolni.

A jól megfogalmazott feladat formáját tekintve tömör, egyértelmű. Nem szólhat azonban minden körülményről. Ismereteidet, gyakorlati tapasztalataidat mérlegelve kell eldöntened, melyek azok a jelenségek, amiket figyelembe kell venni és miket szabad elhanyagolni. Kis sebességeknél, levegőben általában eltekinthetünk a közeg-ellenállási erő hatásától, de nagyobb sebességeknél vagy kis sűrűségű testek esetében ezzel is számolni kell. Általában elmondható, hogy amiről a feladat nem szól, az nincs, vagy hatása elhanyagolható. Például az álló-, illetve mozgócsigát tartalmazó feladatok esetén, ha nem szólunk a csiga tulajdonságairól, akkor elhanyagolható tömegűnek, súrlódásmentesen forgónak tekintjük. Természetesen a teljesen triviális dolgokat adottnak kell tekintened, még ha nem is szól róluk a feladat. Például a jelenségek a Földön játszódnak, kivéve, ha külön kiemeljük, hogy például a Föld körül keringő űrállomáson, vagy minden bolygótól, csillagtól távol, a világűrben.

Fizikatudásodon kívül realitásérzékedet is tudod fejleszteni a feladatok megoldása során. A feladat szövegének megértése után ne kezdj azonnal „behelyettesíteni" a megfelelőnek vélt egyenletekbe! Becsüld meg a várható eredmény nagyságát, vagy próbáld kitalálni, hogy mi történik! A számítások elvégzése után pedig mindig értékeld a kapott eredményt! A számértékeket úgy választottuk meg, hogy reális, akár ellenőrizhető is legyen a feladatban megfogalmazott történés, kísérlet vagy az eredmény.

Ne félj akár kísérletekkel, mérésekkel is ellenőrizni a kapott eredményt! Távolságot, hosszúságot könnyen tudsz mérni vonalzóval, mérőszalaggal, időt digitális kijelzésű karórával, telefonnal, számítógéppel, tömeget (áttételesen erőt is) konyhai mérleggel. Erőmérőt készíthetsz egy expanderből vagy golyóstollból kiszerelt rugóból, esetleg akár egy gumiszálból is. Ismert tömegű tárgyakkal tudod hitelesíteni az erőmérődet. Hőmérő akad a lakásban, jeget tudsz készíteni, vizet tudsz melegíteni, forralni. Multiméter elérhető áron megvásárolható. Érdemes befektetni egybe, a hétköznapokban is szükség lehet rá. Elem, akkumulátor, vezeték vagy van otthon, vagy könnyen beszerezhető. Használd a számítógép, telefon kameráját, mikrofonját, ha van, a beépített GPS-t, gyorsulásérzékelőt, iránytűt!

A feladatok megoldásánál következetesen SI-mértékegységekben, az alapegységekkel és a származtatott egységekkel számolj! A feladatok számértékeit gyakran szándékosan nem SI-alapegységekben adtuk meg, hanem úgy, ahogy a gyakorlatban például egy mérés során megkapnánk, vagy ahogy az adott helyzetben a legszemléletesebb. Vannak speciális helyzetek, amikor nem kell feltétlenül az alapegységekkel számolni, de ezekben az esetekben figyelned kell arra, hogy következetesen térj el az alapegységektől, ilyen például a **3.60.** feladat.

Elektromos hálózatok számításánál a V, kΩ, mA egységek következetes együttes használata szintén egyszerűsítheti a megoldás technikai részét.

Bizonyos helyzetekben magad is definiálhatsz egységeket. A „házi" mértékegységeiddel egyszerűsítheted a feladat megoldását, az eredmény értékelésénél azonban figyelembe kell venni, hogy speciális egységben kapod azt. Erre példa az **1.90.** feladat.

1.90. | Építkezésen egy munkagép egy villanyoszlopot húz lassan maga után. Szeretnénk megtudni az oszlop hosszát, ezért egyenletes sebességgel elhaladunk az oszlop mellett, és megállapítjuk, hogy 22 lépés alatt értünk a végétől az elejéig. Szemben haladva vele, az elejétől a végéig 14 lépést tettünk. Milyen hosszú az oszlop?

Megoldás: Most egy lépésünk hosszát tekintjük a hosszúság mértékegységének, és ezzel fejezzük majd ki a villanyoszlop hosszát. Ez gondot okozhat más, méterekben kifejezett távolságokkal való összehasonlításban. Természetesen, ha lehetőségünk lesz lépéshosszunkat (a továbbiakban lh-val jelöljük) pontosan lemérni és azt méterben kifejezni, akkor utólag a villanyoszlop hosszát meg tudjuk majd adni méterben is. Az időt is sajátos mértékrendszerben, lépésidőben (li) adjuk meg. Így a sebesség mértékegysége $\frac{\text{lépéshossz}}{\text{lépésidő}} = \frac{\text{lh}}{\text{li}}$.

Legyen L az oszlop hossza (lh-ban kifejezve), v_0 az oszlop sebessége $\frac{\text{lh}}{\text{li}}$ mértékegységben, v_s a saját sebességünk szintén $\frac{\text{lh}}{\text{li}}$ mértékegységben. A feladat második mondatában megfogalmazott állítást egy egyenletbe tudjuk átírni. Az oszlop végétől az elejéig történő eljutás ideje a saját adatainkkal kifejezve: $t_1 = \frac{22}{v_s}$. Ugyanez az idő az oszlop adataival: $t_1 = \frac{22 - L}{v_0}$. A két egyenlet jobb oldalát egyenlővé téve kapjuk, hogy $\frac{22}{v_s} = \frac{22 - L}{v_0}$ (1).

A feladat harmadik mondata szerint, elejétől végéig haladva az oszlop mellett az eltelt idő saját adatainkkal kifejezve: $t_2 = \frac{14}{v_s}$, ugyanez az idő az oszlop adataival: $t_2 = \frac{L - 14}{v_0}$. Az utóbbi két egyenlet összevetéséből kapjuk, hogy $\frac{14}{v_s} = \frac{L - 14}{v_0}$ (2).

Két egyenletünk van három ismeretlennel, és nem tudunk több összefüggést felírni. Azonban ha a két egyenletet elosztjuk egymással, akkor csak egy ismeretlen (L) marad:

$$\frac{22}{14} = \frac{22 - L}{L - 14}.$$

Ennek a megoldása: $L = 17{,}11$. Vagyis az oszlop hossza 17,11 lépéshossz.

Táblázatok

Prefixumok

Előtag	Jele	Neve	Értéke	Előtag	Jele	Neve	Értéke
yotta-	*Y*	kvadrillió	10^{24}	deci-*	*d*	tized	10^{-1}
zetta-	*Z*	ezertrillió	10^{21}	centi-*	*c*	század	10^{-2}
exa-	*E*	trillió	10^{18}	milli-	*m*	ezred	10^{-3}
peta-	*P*	ezerbillió	10^{15}	mikro-	*m*	milliomod	10^{-6}
tera-	*T*	billió	10^{12}	nano-	*n*	ezermilliomod	10^{-9}
giga-	*G*	milliárd	10^{9}	piko-	*p*	billiomod	10^{-12}
mega-	*M*	millió	10^{6}	femto-	*f*	ezerbilliomod	10^{-15}
kilo-	*k*	ezer	10^{3}	atto-	*a*	trilliomod	10^{-18}
hekto-*	*h*	száz	10^{2}	zepto-	*z*	ezertrilliomod	10^{-21}
deka-*	*da*	tíz	10^{1}	yocto-	*y*	kvadrilliomod	10^{-24}

A *-gal jelölt négy prefixumnak a használata csak az alábbi kivételes esetekben ajánlott:

Mértékegység	Jel	Mértékegység	Jel
hektoliter	*hl, hL*	centiméter	*cm*
hektopascal	*hPa*	centigramm	*cg*
dekagramm	*dag* vagy *dkg*	centiliter	*c* vagy *cl*
deciliter	*dl* vagy *dL*	centigray	*cGy*
deciméter	*dm*	centisievert	*cSv*

Az alábbi egységekhez tilos prefixumot kapcsolni:
– fok, ívperc, ívmásodperc
– perc, óra, nap, hét, hónap, év
– Celsius-fok
– csillagászati egység, parsec, fényév, tengeri mérföld
– hektár

Univerzális állandók

Az állandó neve	Jele	Gyakorlatban használt értéke
fénysebesség (vákuumban)	c	$3 \cdot 10^{8}\ \frac{m}{s}$
a vákuum dielektromos állandója	ε_0	$8,85 \cdot 10^{-12}\ \frac{A \cdot s}{V \cdot m}$
a vákuum permeabilitása	μ_0	$4\pi \cdot 10^{-7}\ \frac{V \cdot s}{A \cdot m}$
gravitációs állandó	γ	$6,67 \cdot 10^{-11}\ \frac{m^3}{kg \cdot s^2}$
Planck-állandó	h	$6,63 \cdot 10^{-34}\ J \cdot s$

Fizikai-kémiai állandók

Az állandó neve	Jele	Gyakorlatban használt értéke
elemi töltés	e	$1,6 \cdot 10^{-19}\ C$
atomi tömegegység	m_u	$1,66 \cdot 10^{-27}\ kg$
atomi tömegegység energiaértéke	E_{m_u}	$1,5 \cdot 10^{-27}\ J$
	E_{m_u}	931,5 MeV
Avogadro-állandó	N_A	$6 \cdot 10^{23}\ \frac{1}{mol}$
Boltzmann-állandó	k	$1,38 \cdot 10^{-23}\ \frac{J}{K}$
Faraday-állandó	F	$96\,500\ \frac{C}{mol}$
Loschmidt-szám (0°C, 101 325 Pa)	N_L	$2,7 \cdot 10^{25}\ \frac{1}{m^3}$
univerzális gázállandó (Regnault-állandó)	R	$8,31\ \frac{J}{mol \cdot K}$
Stefan–Boltzmann-állandó	s	$5,67 \cdot 10^{-8}\ \frac{W}{m^2 \cdot K^4}$
Wien-állandó	b	$2,9 \cdot 10^{-3}\ m \cdot K$
ideális gáz moláris térfogata (0°C, 101 325 Pa)	V_m	$22,41\ \frac{dm^3}{mol}$

Megállapított standard értékek

Az állandó neve	Jele	Pontos értéke
a ^{12}C móltömege	$M(^{12}C)$	$12 \cdot 10^{-3} \frac{kg}{mol}$
gravitációs gyorsulás normálértéke	g_N	$9,806\,65 \frac{m}{s^2}$
légköri nyomás	p	101 325 Pa

Atomfizikai állandók

Az állandó neve	Jele	Pontos értéke
alfa-részecske tömege	m_α	$6,644 \cdot 10^{-27}$ kg
alfa-részecske tömege	m_α	$4,001\, m_u$
Bohr-sugár	a_0	$0,529 \cdot 10^{-10}$ m
elektronsugár (klasszikus)	r_e	$2,817 \cdot 10^{-15}$ m
elektron Compton-hullámhossza	λ_C	$2,426 \cdot 10^{-12}$ m
deutérium tömege	m_D	$3,343 \cdot 10^{-27}$ kg
elektron g faktor	g_e	$-2,002$
elektron mágneses momentuma	μ_e	$-928,4 \cdot 10^{-26} \frac{J}{T}$
elektron tömege	m_e	$9,109 \cdot 10^{-31}$ kg
elektron tömege	m_e	$5,485 \cdot 10^{-4}\, m_u$
hélium tömege	m_h	$5,006 \cdot 10^{-27}$ kg
müon tömege	m_μ	$1,883 \cdot 10^{-28}$ kg
neutron Compton-hullámhossza	$\lambda_{C,n}$	$1,319 \cdot 10^{-15}$ m
neutron g faktor	g_n	$-3,826$
neutron tömege	m_n	$1,674 \cdot 10^{-27}$ kg
neutron tömege	m_n	$1,008\, m_u$
proton Compton-hullámhossza	$\lambda_{C,p}$	$1,321 \cdot 10^{-15}$ m
proton g faktor	g_p	$5,586$
proton tömege	m_p	$1,672 \cdot 10^{-27}$ kg
proton tömege	m_p	$1,007\, m_u$
Rydberg-állandó	R_α	$1,097 \cdot 10^{7} \frac{l}{m}$

1. | Kinematika – Mozgástan

Alapozófeladatok

Mechanikai mozgás. Egyenes vonalú egyenletes mozgás. Változó mozgások

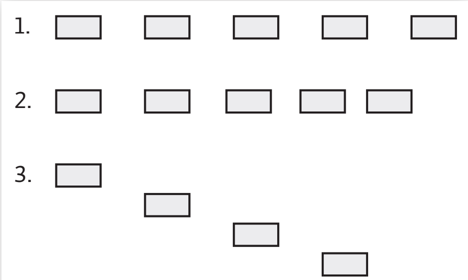
1.1. | Egyenletes sebességgel haladtunk 10 másodpercig, és 12 méter utat tettünk meg. Utána 15 másodperc alatt szintén egyenletes sebességgel haladva 21 métert gyalogoltunk. Ábrázoljuk mindkét út-idő függvényt egy koordináta-rendszerben! Számítás nélkül állapítsuk meg, hogy melyik esetben mentünk gyorsabban!

1.2. | Egy labdarúgó-mérkőzés végén a statisztikai adatok között olvashatjuk, hogy az egyik játékos 8,58 km-t futott a teljes játékidő (90 perc) alatt.

a) Mekkora volt az átlagsebessége?
b) Mennyire jellemzi ez az adat a játékos mozgását?

1.3. | Vízszintes, sima asztallapon három test mozgásáról készítünk sorozatfelvételt azonos időközökben.

a) Melyik test végez egyenes vonalú mozgást?
b) Melyik test mozog állandó sebességgel?
c) Melyik test gyorsul vagy lassul?



1.3. ábra

1.4. | Egyenletesen haladva hat perc alatt 400 m-t tettünk meg.

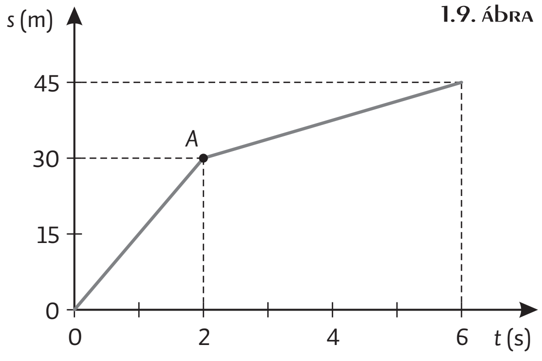
a) Mennyi utat tettünk meg a 4. percben?
b) Mennyi idő alatt teszünk meg 100 métert? Az időt perc, másodperc egységekben adjuk meg!

1.5. | A gepárd 86 $\frac{km}{h}$ sebességgel 40 másodpercig futott, az antilop 75 $\frac{km}{h}$ sebességgel 50 s-ig. Melyikük tett meg több utat? Az mennyivel futott többet?

1.6. | Két gyerek vitatkozik, hogy melyikük tud gyorsabban futni. Az egyik 46 métert 5,9 s alatt teljesít, a másik 82 métert 10,2 s alatt tesz meg. Ki a gyorsabb?

1.7. | Állandó, 4,5 $\frac{km}{h}$ sebességgel haladunk öt percig. A teljes út hányadrészét tesszük meg a 2–4 perc intervallumban, vagyis a 2. perc elejétől a 4. perc végéig? Ez hány méter?

1.8. | Bálint 36 $\frac{km}{h}$ sebességgel 20 percig, Lilla 26 $\frac{km}{h}$ sebességgel 30 percig biciklizett. Melyikük tett meg több utat? Ő hány km-rel ment többet?



1.9. ábra

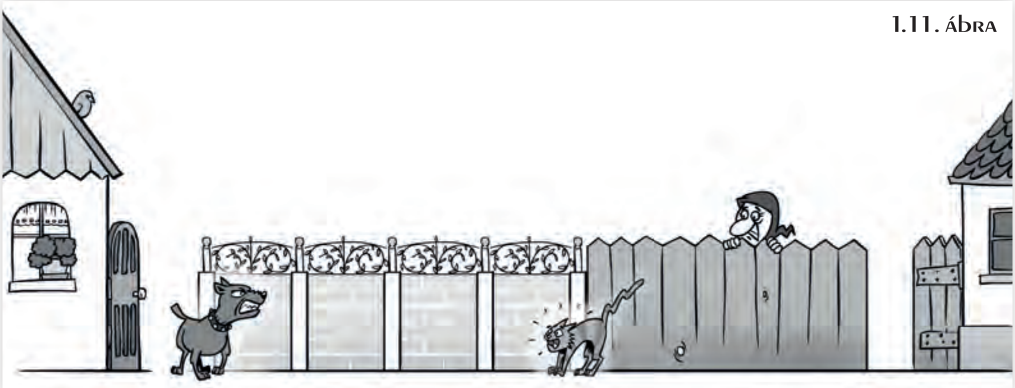
1.9. | A grafikon egy robotkarral mozgatott alkatrész mozgásának egy részletét mutatja.

a) Határozzuk meg a test sebességét az első és a második szakaszon!

b) Mennyi utat tett meg az alkatrész az első négy másodperc alatt?

1.10. | A Formula–1 autóversenyen az élen állónak 6 s előnye van a másodikkal szemben, és ez körönként 1,7 s-mal növekszik. Hány kör után mehet kereket cserélni, ha szeretne az élre visszaállni, és a cserére a ki- és beállással együtt 22 s-ra van szüksége?

1.11. | Kedvenc kutyánk a ház kapujából észrevesz egy 20 m-re lévő macskát. A macska 15 m-re van a védelmet nyújtó szomszéd kaputól, ahol be tud ugrani a biztonságos kertbe. Van-e esélye a macskának megmenekülni, ha a kutya 50 $\frac{\text{km}}{\text{h}}$, a macska 36 $\frac{\text{km}}{\text{h}}$ sebességgel képes futni, és az üldöző és üldözött egyszerre indulnak és egy egyenes mentén futnak?



1.11. ábra

1.12. | Házunk kapujától egyenes úton 3 perc alatt elsétálunk az első sarokig. Mekkora és milyen irányú sebességgel sétáljunk tovább, ha azt szeretnénk, hogy 6 perc múlva az elmozdulásunk nulla legyen?

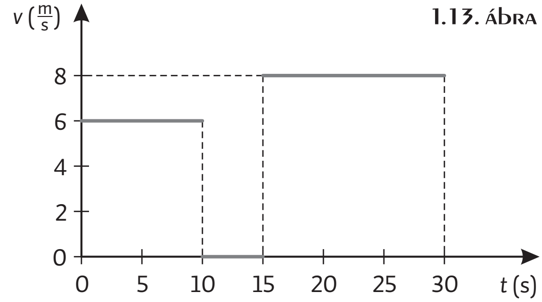
1.13. | Egy futó mozgását mutatja a grafikon.

a) Hány métert futott a teljes idő alatt?

b) Mennyi volt az átlagsebessége?

c) Mennyi volt az átlagsebessége az első 15 másodpercben?

d) Mikor futott éppen az átlagsebességgel?



1.13. ábra

1.14. | Fürge Szarvas a Cooper-teszt 12 perces futásán 2,817 km-t teljesített. Mennyi volt az átlagsebessége? Adjuk meg az értéket $\frac{m}{s}$, $\frac{km}{h}$ és $\frac{m}{perc}$ mértékegységekben is!

1.15. | Mikor érünk a tőlünk 786 méter távol lévő szomszédos buszmegállóba, ha 7 : 22-kor indulunk és $4,68\,\frac{km}{h}$ átlagsebességgel haladunk?

1.16. | Beérünk-e becsengetésre (8 : 00) a tőlünk 1180 m-re levő iskolába, ha most 7 : 48 van és mérsékelten sietünk, $4,5\,\frac{km}{h}$ sebességgel megyünk? Milyen sebességgel kellene haladnunk, hogy éppen beérjünk?

1.17. | Megpróbáltunk egyenletesen gyalogolni. Egy hosszú, egyenes utcán 50 méterenként jelölést tettünk, majd végigmentünk a pályán. A mellékelt táblázatban lévő időket mértük. Ábrázoljuk az egyes szakaszokon az út-idő és átlagsebesség-idő grafikonokat!

Út (m)	50	100	150	200
Idő (perc)	1,1	2,42	3,24	4,1

1.18. | Mennyi idő alatt érünk a tőlünk 2400 m távolságban lévő fitneszterembe, ha az út egyharmadát $5\,\frac{km}{h}$ sebességgel, kétharmadát $6\,\frac{km}{h}$ sebességgel tesszük meg? Az időt perc, másodperc egységekben adjuk meg. Mennyi az átlagsebességünk a teljes úton?

1.19. | A Tisza áramlási sebessége aszályos időben, alacsony vízállásnál $2\,\frac{km}{h}$. Milyen sebességgel kell eveznünk, hogy három óra alatt elérjünk a folyásirányban 24 km-re lévő kikötőbe?

1.20. | Egy német autópálya 47 km-es szelvényénél 13 : 40-kor felhajt egy kocsi, és egyenletes, $160\,\frac{km}{h}$ sebességgel halad a növekvő kilométerszelvények irányába. A 74 km-es szelvénynél 13 : 10-kor felhajtott egy másik kocsi, szintén a növekvő kilométerszelvények irányába, és $108\,\frac{km}{h}$ sebességgel halad. Hol (az autópálya melyik kilométerszelvényénél) éri utol a gyorsabb kocsi a lassúbbat?

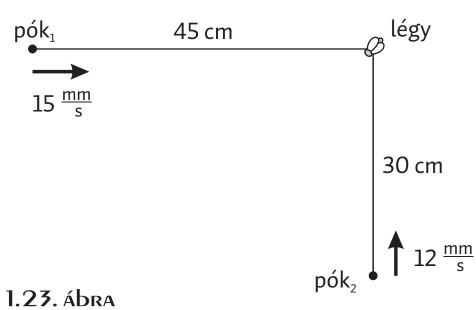
1.21. | Anikó egy futópadon először 10 percig $4\,\frac{m}{s}$, majd 6 percig $6\,\frac{m}{s}$ sebességgel futott. Hány kilométert „tett meg"?

1.22. | Két futó egyenes úton, egymás mellől indulva, ellentétes irányban kezd futni $4\,\frac{m}{s}$ és $5\,\frac{m}{s}$ sebességgel. Ábrázoljuk a közöttük levő távolságot az idő függvényében!

1.23. | Az ábrán látható helyzetből egyszerre indul két pók a zsákmányért.

a) Melyikük éri el előbb?

b) Mennyi a távolság közöttük az indulásuk után 8 másodperccel?



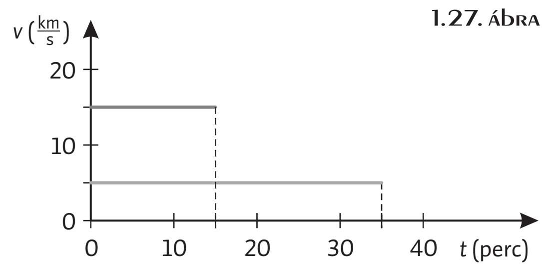
1.23. ábra

1.24. | A villamosmegállóban a kocsi utolsó ajtaján szállunk fel, de tapasztalatból tudjuk, hogy a következő megállóban célszerűbb az 50 m-re lévő első ajtón leszállni, mert a megálló elejénél van a zebra. Ezért menet közben előremegyünk az első ajtóig. A villamos a két megálló közötti 480 m-es távolságot 1 perc 8 másodperc alatt teszi meg. Mennyi időt nyertünk, ha a sebességünk $1\,\frac{\text{m}}{\text{s}}$? Mennyivel kellett kevesebbet mennünk a zebráig, mintha az utolsó ajtónál maradtunk volna?

1.25. | Egy meztelencsiga $1{,}4\,\frac{\text{mm}}{\text{s}}$ sebességgel vágtat a vihar elől védelmet nyújtó, 18 cm távolságban levő nagy lapulevél felé. Odaér-e még a 3 perc múlva kezdődő vihar előtt?

1.26. | Zsófi kerékpárral $8\,\frac{\text{m}}{\text{s}}$ sebességgel halad 30 másodpercig. Mennyi idő alatt tesz meg ugyanannyi utat a $6\,\frac{\text{m}}{\text{s}}$ sebességgel kerekező Ildikó, mint Zsófi? Grafikusan oldjuk meg a feladatot!

1.27. | A grafikon segítségével állapítsuk meg, hogy melyik mozgáshoz tartozik a nagyobb megtett út! Hányszor nagyobb út?



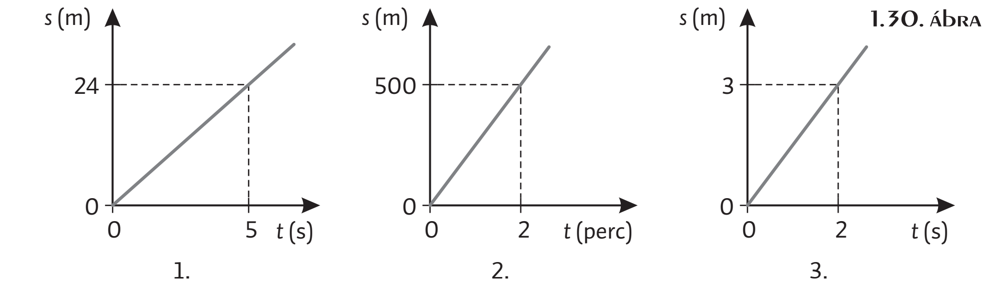
1.27. ábra

1.28. | Usain Bolt a 2009-es atlétikai világbajnokság 100 m-es síkfutás számának döntőjében 20 m-es bontásban az alábbi eredményeket érte el: 20 m: 2,89 s, 40 m: 4,64 s, 60 m: 6,31 s, 80 m: 7,97 s, 100 m: 9.58 s. Számítsuk ki az egyes szakaszok átlagsebességét, és foglaljuk táblázatba az adatokat! Meddig nőtt az egyes szakaszok átlagsebessége? Mekkora az átlagsebessége a teljes távon?

1.29. | A speciális autónk vagy $4\,\frac{\text{m}}{\text{s}}$, vagy $10\,\frac{\text{m}}{\text{s}}$ sebességgel tud haladni. Úgy szeretnénk végighaladni a 600 m-es pályán, hogy ugyanannyi ideig haladjunk mindkét sebességgel.

a) Hány méter megtétele után kell sebességet váltanunk?
b) Mennyi a teljes menetidő?
c) Mekkora az átlagsebesség a teljes útra?

1.30. | Az alábbi három út-idő függvény alapján válasszuk ki, hogy melyikhez tartozó mozgásnak legnagyobb a sebessége!



1.30. ábra

Egyenes vonalú egyenletesen változó mozgás. Kezdősebességgel rendelkező egyenletesen változó mozgás

1.31. | Jellemezzük annak a testnek a mozgását, amelynek a hely-idő függvényét az ábrán látható grafikon írja le!

1.32. | Jellemezzük annak a testnek a mozgását, amelynek a sebesség-idő függvényét az ábrán látható grafikon írja le!

1.33. | Rajzoljuk meg vázlatosan az ábrához tartozó sebesség-idő és gyorsulás-idő grafikonokat!

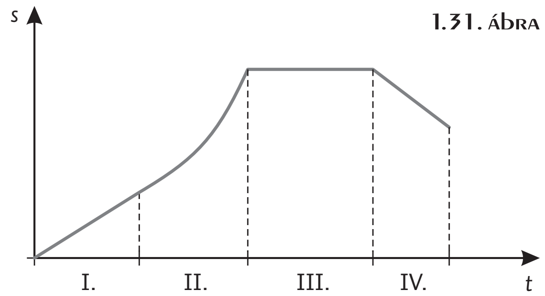
1.34. | Rajzoljuk meg az ábrához tartozó út-idő és gyorsulás-idő grafikonokat!

1.35. | Piros lámpánál a kocsiban ülve olvastuk az előttünk álló autó hátsó szélvédőjén a kocsit méltató feliratot: 3,2 s alatt éri el a $100\,\frac{\text{km}}{\text{h}}$ sebességet. Mennyi a gyorsulása, és mennyi utat tesz meg 3,2 s alatt? (A lámpa zöld jelzése után valóban, *por sche* maradt utána.)

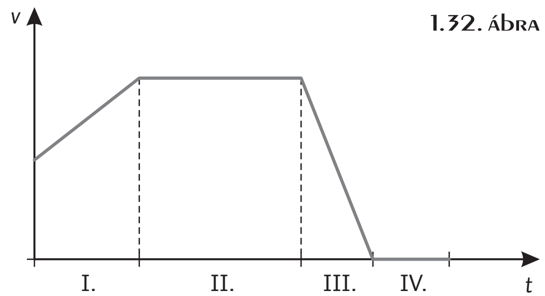
1.36. | Egy $36\,\frac{\text{km}}{\text{h}}$ sebességgel haladó autó vezetője gyorsítani kezd, mert látja, hogy még 6 másodpercig zöld a 100 m-re lévő lámpa, és szeretne átérni. Mekkora legyen a gyorsulása, hogy még biztonságosan átérjen a zöldön? Mennyi lesz a sebessége a lámpa alatt?

1.37. | A Ferrsche márkájú autó $6\,\frac{\text{m}}{\text{s}^2}$-tel gyorsul 7 másodpercig, majd egyenletes sebességgel halad.

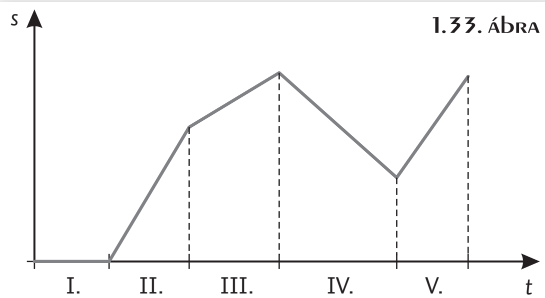
- **a)** Mennyi idő alatt lesz a $6{,}1\,\frac{\text{m}}{\text{s}^2}$ gyorsulású Porrari márkájú autó sebessége azonos a Ferrsche-vel, ha a Porrari mindvégig gyorsul?
- **b)** Hány méter lesz ekkor a két autó közötti távolság, ha ugyanarról a helyről indultak?



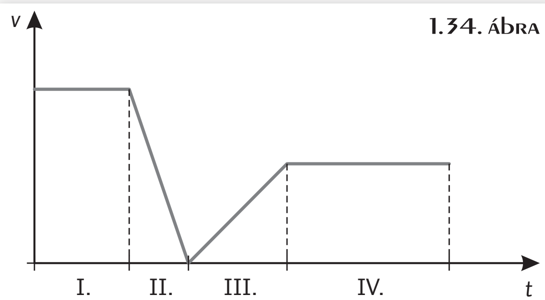
1.31. ábra



1.32. ábra



1.33. ábra



1.34. ábra

1.38. | Marcsi kerékpározni indul a domb tetejéről. A lejtőn 6 másodpercig egyenletesen gyorsít, ezalatt 15 $\frac{\text{m}}{\text{s}}$ sebességet ér el, és ezzel a sebességgel halad tovább.

a) Mennyi a gyorsulása?
b) Mennyi utat tesz meg az indulástól számított 25 másodperc alatt?

1.39. | Egy állandó gyorsulással mozgó test adott időintervallumra számított átlagsebessége és a hozzá tartozó idő szorzata a mozgás melyik jellemző adatát adja meg?

1.40. | Meg tud-e állni a 130 $\frac{\text{km}}{\text{h}}$ sebességgel haladó autó az előtte 80 m távolságban ugyanolyan sebességű kocsi mögött ütközés nélkül, ha az elöl haladó 8 $\frac{\text{m}}{\text{s}^2}$, a hátsó pedig 7 $\frac{\text{m}}{\text{s}^2}$ lassulással tud fékezni? A hátsó kocsi vezetőjének reakcióideje 1,5 s. Mennyivel hamarabb áll meg az elöl haladó autó?

Szabadesés, hajítások

1.41. | Egy kezdősebesség nélkül induló szabadon eső test útjának melyik szakaszán tesz meg egy másodperc alatt 20 m-t? Idő és hely szerint is adjuk meg ezt a szakaszt!

1.42. | Mennyi idő alatt esik le egy érett körte a fáról 4 m magasságból? Mennyi lesz a földet érés sebessége?

1.43. | Mekkora sebességgel éri el a 170 cm magas Ágota fejét a 3,1 méter magas ereszről leeső vízcsepp?

1.44. | Megfigyeljük egy szabadon eső test esésének 30 m-es szakaszát, amit a test 2 s alatt tesz meg.

a) Mennyi utat tesz meg az indulástól a megfigyelésünk végéig?
b) Mekkora a test sebessége a megfigyelés kezdetének pillanatában?

1.45. | Függőlegesen feldobunk egy követ v_0 kezdősebességgel. Milyen magasságban lesz a sebessége a kezdősebesség fele?

1.46. | Egy labdát 15 $\frac{\text{m}}{\text{s}}$ sebességgel dobunk fel.

a) Milyen magasan lesz a labda a feldobás után 2 másodperccel? Milyen irányban halad ekkor?
b) Mekkora és milyen irányú lesz itt a pillanatnyi sebessége?

1.47. | Adjuk meg és ábrázoljuk a függőlegesen lefelé 2 $\frac{\text{m}}{\text{s}}$ kezdősebességgel eldobott kő sebességét az idő függvényében! A felfelé mutató irányt tekintsük pozitívnak!

1.48. | Adjuk meg és ábrázoljuk a függőlegesen felfelé 8 $\frac{\text{m}}{\text{s}}$ sebességgel eldobott kő sebességét az idő függvényében! A felfelé mutató irányt tekintsük pozitívnak!

1.49. | Péter az utcáról szeretné a labdát feldobni Zolinak, aki a második emeleti ablakban, 8 m magasban várja. Péter 1 m magasból dobja el a labdát.

a) Milyen kezdősebességgel kell indítani, hogy Zolinak a lehető legkönnyebb legyen elkapnia?

b) Mennyi idő alatt érkezik fel a labda?

1.50. | Egy 62 méter magas kilátóból leejtünk egy kavicsot. Mekkora sebességgel kell egy másodperccel később utánadobni egy másikat, hogy egyszerre érjenek le?

1.51. | Bátor Sándor hőlégballon-bemutatón felszáll egy ballonnal, és telefonon tudósít élményeiről a földön maradt Gyáva Havernak, amikor egyszer csak kiesik kezéből a telefon. Felordít, amit Haver a telefonon keresztül meghallott. Gyáva Haver jól tud másodpercenként egyenletesen számolni, és megállapítja, hogy 5 másodperc alatt esett le a földre a telefon. Bátor Sándor a telefon elejtésekor megnézte a ballonra szerelt sebességmérő kijelzőjét, ami $4\,\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}}$ emelkedést mutatott.

a) Mekkora sebességgel ért földet a telefon?

b) Milyen magasról esett le a telefon?

1.52. | Egy 62 méter magas kilátóból leejtünk egy kavicsot, ami a talajon koppan. Mennyivel később kell kicsit odébb leejteni azt a kavicsot, ami az előzővel azonos időben koppan a bejárat feletti 3,5 m magas tetőn?

1.53. | Függőlegesen felfelé dobunk egy hógolyót $8\,\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}}$ sebességgel. Egy másodperc múlva utánadobunk egy másikat $6\,\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}}$ sebességgel. Melyik ér vissza előbb és mennyivel?

1.54. | Gábor függőlegesen felfelé dob egy labdát $15\,\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}}$ sebességgel. Dávid csak $10\,\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}}$ sebességgel tud dobni. Mennyivel később dobjon el egy labdát Dávid, hogy az övé fél másodperccel előbb érkezzen vissza?

Egyenletes körmozgás kinematikai leírása, centripetális gyorsulás

1.55. | Egy 1,2 m sugarú körhintán ülő gyermek megméri, hogy egy kört 4 s alatt tesz meg. Mekkora a körhintán ülő gyermek fordulatszáma, szögsebessége és kerületi sebessége?

1.56. | Egy versenykerékpár $18\,\frac{\mathrm{km}}{\mathrm{h}}$ sebességgel halad, és a kerék átmérője 0,7 m. Határozzuk meg a versenykerékpár kerekének szögsebességét és fordulatszámát!

1.57. | A sarokcsiszoló 0,115 m sugarú korongja igen gyorsan forog. A készüléken ez az adat szerepel: 6000 rpm. Ez az angol revolutions per minute kifejezés rövidítése, ami a percenkénti fordulatszámot jelenti. A korongot vágásra vagy csiszolásra használják.

a) Mekkora sebességgel repül le a korong külső pontjáról egy szikra?

b) Mekkora a korong periódusideje?

1.58. | Egy 1,5 m sugarú körpályán mozgó test 5 s alatt 20 fordulatot tesz meg.
a) Mekkora a fordulatszáma és a periódusideje?
b) Mekkora a kerületi sebessége?

1.59. | A Hold kissé lapult ellipszispályán kering a Föld körül, amit közelítőleg 384 400 km sugarú körpályának tekinthetünk. A Hold 27,3 nap alatt kerüli meg a Földet. Mekkora a Hold középpontjának kerületi sebessége?

1.60. | Magyarország a 45. szélességi kör közelében fekszik. Mekkora ezen a szélességi körön a Föld tengely körüli forgásából származó kerületi sebesség? A Föld sugara $R = 6370\,\mathrm{km}$.

1.61. | Egy kerékpáros a 200 m sugarú körpályán 12 s alatt 252 m utat tett meg.
a) Mekkora a kerékpáros sebessége, szögsebessége?
b) Mekkora a periódusideje és fordulatszáma?

1.62. | Egyenletes körmozgást végző körhinta 120°-os szöget 5 s alatt fut be. A körhintán lévő test pályasugara 3,2 m. Mekkora a periódusideje, a fordulatszáma, a kerületi sebessége és a szögsebessége?

1.63. | Egyenletes körmozgást végző lendkerék belső *A* pontjának $2\,\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}}$, míg külső *B* pontjának $2{,}5\,\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}}$ a kerületi sebessége. Mekkora a két körpálya sugarának különbsége, ha a lendkerék szögsebessége $1{,}6\,\frac{1}{\mathrm{s}}$?

Gyakorlófeladatok

1.64. | Két futó egy sarokról, egymásra merőleges utcákon egyszerre kezd el futni. Mekkora sebességgel távolodnak egymástól?

1.65. | Egy tengerjáró hajó a part közelében manőverezett. A mélységmérő által kibocsátott ultrahangimpulzus 14 milliszekundum alatt érkezik vissza a tengerfenékről a műszerbe. A hajó 12 méter mély vízben tud biztonságosan közlekedni. Az ultrahang terjedési sebessége tengervízben $1530\,\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}}$. Merészkedjen-e még közelebb a kapitány, vagy sürgősen távolodjon el a parttól? A műszer a víz felszínéről indítja az ultrahangimpulzusokat.

1.66. | Reggelenként az iskolába gyalogosan 12 perc és 20 perc közötti idő alatt érünk, attól függően, hogy mennyi idő van még a becsengetésig. Az átlagos menetidőt vegyük 16 percnek, az ehhez tartozó sebességet nevezzük most közepes átlagsebességnek. Fejezzük ki az iskolába járás legnagyobb és legkisebb átlagsebességét a közepes átlagsebességgel!

1.67. | A Voyager–1 űrszonda a Földtől legmesszebbre jutott ember által készített eszköz. 1977. szeptember 5-én indították, és 2011. november 30-án 119,82 CsE (csillagászati egység) távolságra volt a Földtől. Mekkora volt az átlagsebessége a teljes útra számítva? A 2011. november 30-án 12 : 00 : 00-kor kibocsátott rádiójelek mikor érkeztek meg a földi fogadóállomásra? A jelek terjedési sebessége $300\,000\,\frac{\mathrm{km}}{\mathrm{s}}$. Az űrszonda kihasználta az útja mentén lévő bolygók gyorsító hatását, ezért kicsit cikcakkosan haladt, de a teljes mozgására vonatkoztatva most jó közelítéssel egyenesnek tekintjük a pályáját.

1.68. | Egy jó úszó a partra merőlegesen $1{,}2\,\frac{\text{m}}{\text{s}}$ sebességgel úszik át a 150 m széles folyón. A folyó sodrása kicsi, a part mellett szinte áll a víz, középen a legnagyobb. Modellezzük a folyó sodrását úgy, hogy sebessége a parttól a közepéig lineárisan nő, ott eléri az $1\,\frac{\text{m}}{\text{s}}$-ot! Mennyivel lejjebb fog partot érni a túloldalon?

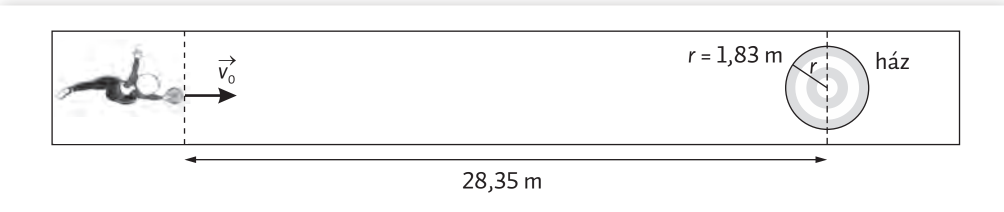
1.69. | A teniszező $231\,\frac{\text{km}}{\text{h}}$ kezdősebességű adogatása mennyi idő alatt éri el az adogatóudvar 18,3 m-re levő vonalát („még éppen bent van”)? A játékos 210 cm magasságban üti meg a labdát az alapvonalra merőlegesen. A légellenállás miatt a labda erősen lassul, átlagsebességét tekintsük $200\,\frac{\text{km}}{\text{h}}$-nak, útját pedig egyenesnek!

1.70. | A Föld legkülső része, a litoszféra ún. tektonikai lemezekből áll, amelyek egymáshoz képest mozognak. A „vízszintes” irányú tipikus sebességük néhány centiméter évente. Fejezzük ki ezt a sebességet szemléletes mértékegységben földtörténeti időléptékkel, ez legyen 10 millió év és köznapi időléptékkel, perccel! Induljunk ki $5\,\frac{\text{cm}}{\text{év}}$ sebességből!

1.71. | Egy pók a mennyezetről lelógó fonálon függ a talajtól 60 cm magasságban. Elindul felfelé $25\,\frac{\text{mm}}{\text{s}}$ sebességgel. Adjuk meg és ábrázoljuk a talajtól mért magasságának időfüggvényét! A mennyezet és talaj közötti távolság 270 cm.

1.72. | *A* és *B* autó azonos irányban halad különböző sebességgel. Egy pillanatban egymás mellett vannak. A lassabb autó számára hogyan változik annak az időnek az értéke, ami a lemaradását jellemzi, vagyis hogyan változik az az idő, ami ahhoz szükséges, hogy a pillanatnyi, távolságban mért lemaradását behozza?

1.73. | Ha Timi, a curlingjátékos $0{,}8\,\frac{\text{m}}{\text{s}}$ sebességgel indítja a követ, akkor az éppen a ház közepén, 28,35 m távolságban áll meg. Mennyit tévedhet az indítási sebességnél, ha azt szeretné, hogy legalább a házba kerüljön a kő?



1.74. | Locsolócsővel töltünk meg egy 400 l térfogatú hordót. A $2{,}5\,\text{cm}^2$ keresztmetszetű csőben $1{,}3\,\frac{\text{m}}{\text{s}}$ sebességgel áramlik a víz. Mennyi idő alatt telik meg a hordó?

1.75. | Ági és Péter megbeszélték, hogy este negyed 8-kor találkoznak a színház előtt. Ági 1100 m-re, Péter 1300 m-re lakik a színháztól. Ha mindketten $5{,}4\,\frac{\text{km}}{\text{h}}$ sebességgel mennek és Ági 19 : 05-kor, Péter 18 : 50-kor indul, mennyit fog Péter Ágira várni? Hány percet késik Ági?

1.76. | Ági (szabálytalanul, póráz nélkül) sétáltatja kutyáját. Az egyenes úton szemből közeledik felé Péter, akit a kutya távolról felismer. Ágitól indulva elrohan Péter felé, aki ekkor éppen 400 m-re van tőlük. Amikor odaér, vakkant egyet, majd visszarohan Ágihoz, neki is vakkant, és ismét Péter felé rohan. Ezt addig folytatja, ameddig Ági és Péter nem találkoznak. Ági $1,2\,\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}}$, Péter $1,5\,\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}}$ sebességgel halad, az eb $12\,\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}}$-mal rohan. Mennyi utat tesz meg a kutya a két gyerek találkozásáig?

1.77. | A Párizsból 17 : 16-kor induló TGV nagy sebességű vonat 18 : 18-kor érkezik a 214 km távolságban fekvő Lille-be. Mekkora az átlagsebessége? A vonat „utazósebessége” $320\,\frac{\mathrm{km}}{\mathrm{h}}$. Mennyi idő alatt érne Lille-be, ha végig ezzel a sebességgel tudna haladni?

1.78. | Két, párhuzamosan futó vasúti sínpár egyikén egy 360 m hosszú szerelvény halad $60\,\frac{\mathrm{km}}{\mathrm{h}}$ sebességgel. A másik pályán utoléri (a mozdony eleje egy vonalba kerül a lassabb szerelvény végével) egy $72\,\frac{\mathrm{km}}{\mathrm{h}}$ sebességű, 420 méter hosszú szerelvény. Mennyi utat tesznek meg az egyes szerelvények, ameddig a gyorsabb vége is elhagyja a lassabb mozdonyának elejét?

1.79. | Két hangya $18\,\frac{\mathrm{mm}}{\mathrm{s}}$ és $22\,\frac{\mathrm{mm}}{\mathrm{s}}$ sebességgel indul egymás mellől a 32 cm-re levő kenyérmorzsáért az asztalon. Mennyi lesz a távolság közöttük, amikor a gyorsabb eléri a morzsát? A gyorsabb felkapja a morzsát és szalad tovább vele, de már csak $16\,\frac{\mathrm{mm}}{\mathrm{s}}$ sebességgel. Közben a morzsa eredeti tömegének 5%-át megeszi másodpercenként. Van-e még a morzsából, amikor a másik hangya utoléri?

1.80. | Mennyi lesz a függőlegesen feldobott kő sebessége az emelkedési magasságának a felénél? (A feladat megoldásához ismerni kell a másodfokú egyenlet valamelyik megoldási módját.)

1.81. | Milyen gyakorisággal pattan a Holdon az 1,5 m magasságból leejtett tömör gumilabda, ha tökéletesen rugalmasnak tekintjük a pattogását? (Mindig azonos magasságig emelkedik.) A nehézségi gyorsulás értéke a Holdon: $g_\mathrm{H} = 1,6\,\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}^2}$.

1.82. | Gábor $15\,\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}}$ sebességgel feldob egy labdát. Mikor dobjon utána egy másikat Dávid, ha ő csak $10\,\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}}$ kezdősebességgel tud dobni, és azt szeretnék elérni, hogy a két labda a később feldobott maximális emelkedési magasságának felénél szemben ütközzön egymással?

1.83. | Ábrázoljuk egy tökéletesen rugalmasan pattogó labda által megtett út időfüggvényét! Feltételezzük, hogy a labda mindig visszapattan az elejtés magasságába.

1.84. | Mennyi az átlagsebessége a függőlegesen $12\,\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}}$ sebességgel feldobott kő pályájának leglassabb egyméteres szakaszán? Hol van ez a szakasz?

1.85. | Milyen vízszintes sebességgel kell ellöknünk a 75 cm magas asztal széléről a radírt, hogy kétszer olyan távol érjen földet, mint amilyen magasról indult?

1.86. | Mekkora az elmozdulás nagysága a 100 cm magas polc széléről $1{,}8\,\frac{m}{s}$ sebességgel vízszintesen elpöckölt pénzérmének, amikor a teljes vízszintes elmozdulásának a felénél jár?

1.87. | Két labdázó gyerek kikísérletezte, hogy akkor jut legtávolabbra a labda, ha azt 45°-os szögben dobják el. Így eldobva a labdát, milyen távol álljanak egymástól, ha azt akarják, hogy 1 másodperc legyen a repülési idő? Mekkora kezdősebességgel kell eldobni a labdát? Feltételezzük, hogy az eldobás és elkapás azonos magasságban történik.

1.88. | Az ereszcsatorna picit lyukas, csepeg belőle a víz. Az 1 m magas ablak előtt leeső sok csepp esési idejét lemérjük, ezek átlaga 0,19 s. Az ablak párkánymagassága (az ablak alsó kerete és a talaj közötti távolság) 1 méter. Milyen magasan van a csatorna? A levegő közegellenállása a vízcsepp esését csak a mérési hibán belül befolyásolja, ezért nem kell figyelembe venni.

1.89. | A 276 cm magasan levő lyukas ereszcsatornából csepeg a víz. Amikor az egyik éppen földet ér, két másik már úton van, a harmadik pedig éppen leválik. Mennyi idő alatt csepeg le 1 l víz, ha egy csepp átmérője 4 mm?

1.90. | Építkezésen egy munkagép egy villanyoszlopot húz lassan maga után. Szeretnénk megtudni az oszlop hosszát, ezért egyenletes sebességgel elhaladunk az oszlop mellett, és megállapítjuk, hogy 22 lépés alatt értünk a végétől az elejéig. Szemben haladva vele, az elejétől a végéig 14 lépést tettünk. Milyen hosszú az oszlop?

1.91. | Egy hajó a vízhez képest $20\,\frac{km}{h}$ sebességgel halad a folyón „felfelé". Mennyi idő alatt ér a 40 km-re lévő kikötőbe? A folyó sebessége $5\,\frac{km}{h}$. A kikötőben a hajó visszafordul, és kikapcsolt motorral csorog lefelé. Mennyi idő alatt ér a kikötőtől a folyásirányban 22 km-re levő hídhoz?

1.92. | Egy hajó a vízhez képest $23\,\frac{km}{h}$ sebességgel megy a folyón „felfelé". Mekkora sebességgel kell mennie a kerékpárosnak a parton, ha együtt szeretne haladni a hajóval? A folyó sebessége $2\,\frac{km}{h}$.

1.93. | Egy rosszul elgurított dobókocka a 75 cm magas asztal széléről $1{,}2\,\frac{m}{s}$ vízszintes sebességgel leesik. Mekkora lesz a pillanatnyi sebességének nagysága 0,3 s múlva?

1.94. | Vízszintesen elhajítunk egy testet.

a) Van-e a pályájának olyan pontja, ahol a vízszintes és függőleges elmozdulása azonos nagyságú?

b) Mekkora az elmozdulásvektor nagysága ebben a pontban?

1.95. | A strandon lévő óriás csúszdáról $v = 5\,\frac{m}{s}$ vízszintes irányú sebességgel, 3 m magasból csobbanunk a vízbe. Mennyi időt töltünk a levegőben? Számítsuk ki a csúszda elhagyásától a vízbe csobbanásunkig tartó mozgásunk elmozdulásvektorának nagyságát!

1.96. | Egy robotkarnak 80 cm távolságra kell odébb tenni egy munkadarabot a lehető legrövidebb idő alatt. A kart mozgató motorok legfeljebb $8\,\frac{m}{s^2}$ gyorsítást és lassítást tudnak biztosítani. Mennyi idő kell a munkadarab áthelyezéséhez?

1.97. | Egy rigó $6\,\frac{m}{s}$ sebességgel, 45°-os szögben repül felfelé. Amikor 12 m magasban van, elejti a zsákmányolt kukacot. Hol ér talajt a kukac?

1.98. | Egy kerék egyenletesen 12 fordulatot tesz meg percenként. Mekkora a forgástengelytől 0,25 m távolságra lévő pontjának

a) szögsebessége?
b) kerületi sebessége?

1.99. | A szélturbina lapátjai függőleges síkban $20\,\frac{1}{\text{perc}}$ fordulatszámmal forognak. A lapátok hossza 30 m.

a) Mekkora a lapátok periódusideje és kerületi sebessége?
b) Mekkora a lapátok végpontjainak centripetális gyorsulása?

1.100. | Egy köríven $54\,\frac{km}{h}$ egyenletes sebességgel és $2{,}4\,\frac{m}{s^2}$ gyorsulással halad egy motorkerékpár.

a) Mekkora a körív sugara?
b) Mekkora a szögsebessége, fordulatszáma és a periódusideje?

1.101. | A $36\,\frac{km}{h}$ sebességgel haladó személygépkocsi kerekéről sárdarabok repülnek le. Legfeljebb mekkora sebességű lehet a sárdarab sebessége

a) a személygépkocsihoz képest?
b) a földhöz képest?

1.102. | A filmekben a hintók kereke úgy látszik, mintha állna, sőt időnként visszafele forogna. A hintó kerekeiben a küllők száma 12, míg másodpercenként 24 filmkockát vetítenek a vászonra. Mekkora szögsebességeknél láthatjuk ezt a jelenséget?

1.103. | A régi típusú lemezjátszón két különböző méretű bakelit hanglemezt lehet lejátszani. A nagyobb méretű (300 mm-es átmérőjű) hanglemez $33\frac{1}{3}\,\frac{1}{\text{perc}}$, míg a kisebb (170 mm átmérőjű) $45\,\frac{1}{\text{perc}}$ fordulatszámmal forog. Mekkora a két hanglemez periódusideje, szögsebessége és kerületének sebessége?

1.104. | Egy számítógép SCSI rendszerű merevlemeze $15\,000\,\frac{1}{\text{perc}}$ fordulatszámmal forog. A merevlemez átmérője 8,89 cm. Mekkora a merevlemez egy külső pontjának szögsebessége és kerületi sebessége?

1.105. | Egy gyermek a 4 m sugarú körhintára ült fel, amely állandó $0{,}3\,\frac{1}{s}$ szögsebességgel egyenletes körmozgást végez. Számítsuk ki a sebességváltozás nagyságát az idő alatt, amíg a gyermek

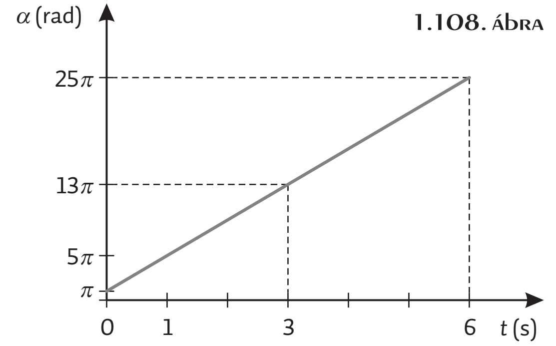
a) 60°-kal fordul el a pályán!
b) 90°-kal fordul el a pályán!

1.106. | A Föld kb. 150 millió km távolságban kering a Nap körül. A keringési ideje 1 év. Határozzuk meg az Uránusz keringési idejét, ha tudjuk, hogy a Naptól való átlagos távolsága 2875 millió km!

1.107. | A Naprendszer kisbolygóövében elsőként a Ceres kisbolygót fedezték fel 1801-ben, amely 4,6 év alatt kerüli meg a Napot. Mekkora átlagos távolságra kering a Ceres kisbolygó a Naptól?

1.108. | Az ábra a szerelőpadon (centírozógépen) lévő személygépkocsi kereke szelepének szögelfordulás-idő függvényét mutatja. A kerék sugara 0,36 m.

a) Milyen mozgást végez a kerék szelepe?
b) Ábrázoljuk a szögsebességet az idő függvényében!
c) Ábrázoljuk a szelep által megtett utat az idő függvényében!



1.108. ábra

Tesztek

1.109. | Egyenletes mozgással kétszer nagyobb utat feleannyi idő alatt teszünk meg. Mekkora a sebességünk az eredetihez képest?
A) Fele.
B) Kétszerese.
C) Változatlan.
D) Négyszerese.
E) Ezekből az adatokból nem határozható meg.

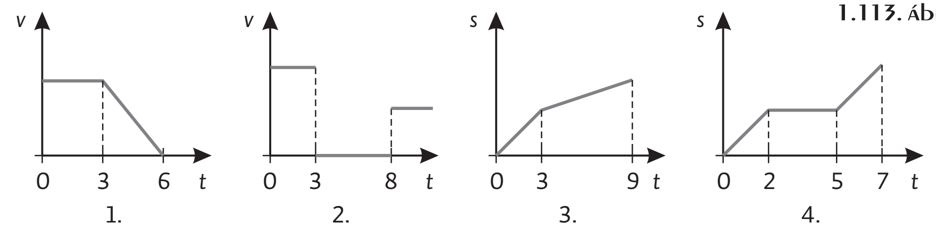
1.110. | Melyik a pillanatnyi sebesség egyik lehetséges mértékegysége az alábbiak közül?
A) méter/pillanat.
B) $\frac{\text{mm}}{\text{s}}$.
C) A pillanatnyi sebesség egy viszonyszám, ezért nincs mértékegysége.
D) $\frac{\text{h}}{\text{km}}$.

1.111. | Mi jellemzi az egyenes vonalú egyenletes mozgást az alábbiak közül?
A) Azonos nagyságú utakat egyre rövidebb idő alatt tesz meg a test.
B) Azonos nagyságú utakat egyre hosszabb idő alatt tesz meg a test.
C) A megtett út kisebb, mint az elmozdulásvektor nagysága.
D) A megtett út az idővel egyenesen arányos.

1.112. | Állandó sebességű mozgás esetén mi igaz az átlagsebességre?
A) Mindig kisebb, mint az állandó sebesség.
B) Mindig nagyobb, mint az állandó sebesség.
C) A két sebesség mindig megegyezik.
D) Nincs összefüggés a két sebesség között.

1.113. | Melyik grafikon tartozik ahhoz a mozgáshoz, amelyiknél a mozgás során valamikor éppen 3 s-ig áll a test?

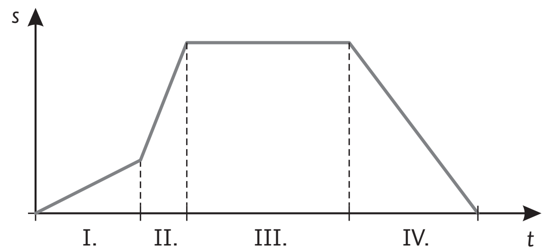
A) 1.
B) 2.
C) 3.
D) 4.



1.113. ÁBRA

1.114. | A mellékelt ábra mely szakaszán haladt a test a legnagyobb sebességgel?

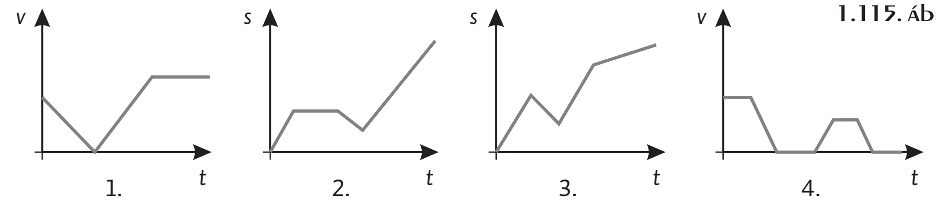
A) I.
B) II.
C) III.
D) IV.



1.114. ÁBRA

1.115. | Melyik ábrára igaz, hogy a mozgás folyamán kétszer is hosszasabban állt a test?

A) 1.
B) 2.
C) 3.
D) 4.



1.115. ÁBRA

1.116. | Háromszor nagyobb kezdősebességgel függőlegesen feldobott labda hányszor magasabbra emelkedik?

A) Kétszer magasabbra.
B) Háromszor magasabbra.
C) Kilencszer magasabbra.
D) Hatszor magasabbra.

1.117. | A Holdon a nehézségi gyorsulás értéke hatodrésze a földinek. Mekkora sebességet ér el azonos idő alatt a Holdon leejtett test a Földön leesőhöz képest?

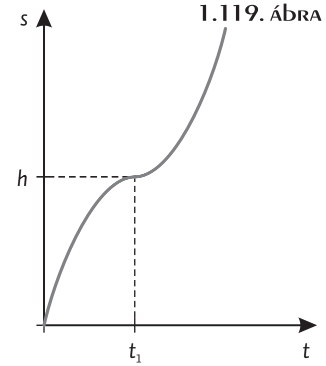
A) Hatszorost.
B) Harminchatszorost.
C) Egyhatodát.
D) Nincs összefüggés a két folyamat között.

1.118. | Kétszer nagyobb kezdősebességgel feldobott kőnek mekkora az emelkedési ideje?

A) Kétszer nagyobb.
B) $\sqrt{2}$-ször nagyobb.
C) Négyszer nagyobb.
D) Feleakkora.

1.119. | Milyen mozgást írhat le ez az út-idő grafikon?

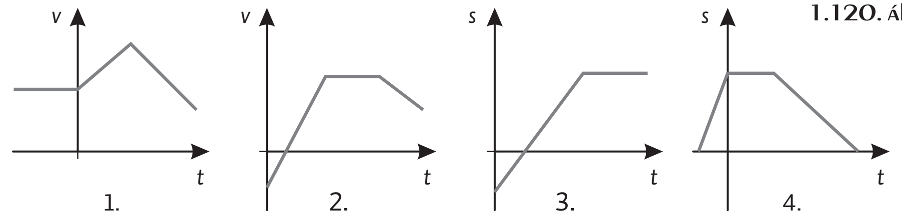
A) Gyorsító autó t_1 időpontban sebességet vált.
B) Fékező autó lassít, majd t_1-től állandó sebességgel halad.
C) Egy ablakból függőlegesen feldobott kő mozgása.
D) Egy h magasságból leejtett labda pattogása.



1.119. ábra

1.120. | Melyik ábra mutatja egy negatív kezdősebességgel induló test mozgását?

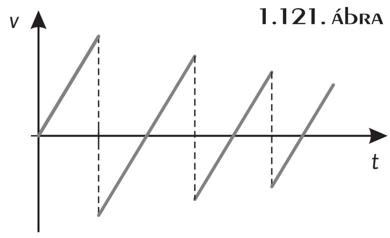
A) 1.
B) 2.
C) 3.
D) 4.



1.120. ábra

1.121. | Milyen mozgást írhat le ez a grafikon?

A) Egy autó mozgása városi forgalomban.
B) Teniszlabda mozgása mérkőzés közben.
C) A földre leejtett labda sebessége a levegő fékező hatását elhanyagolva.
D) Kerékpár pedáljának mozgása.



1.121. ábra

1.122. | Milyen a mozgása kezdetben az egyenletes sebességgel felfelé haladó liftben elejtett kulcscsomónak a lépcsőházhoz viszonyítva?

A) Szabadesés.
B) Függőleges hajítás felfelé.
C) Függőleges hajítás lefelé.
D) Egyenes vonalú egyenletes.

1.123. | Milyen mennyiség számértékével egyezik meg a gyorsulás számértéke?

A) Az átlagsebesség számértékével.
B) A másodpercenkénti sebességváltozás számértékével.
C) A másodpercenként megtett út négyzetének számértékével.
D) A másodpercenkénti sebességváltozás négyzetének számértékével.

1.124. | Egy test elmozdulása lehet-e nagyobb, mint a megtett útja?
A) Nem, mert az elmozdulás mindig kisebb, mint a megtett út.
B) Igen, az elmozdulás legtöbbször nagyobb a megtett útnál.
C) Nem, mert a kettő mindig megegyezik.
D) Nem, mert az elmozdulás kisebb vagy egyenlő a megtett úttal.

1.125. | Az asztal széléről egyszerre indítunk két labdát. Az egyiket vízszintesen lökjük el $v = 4\frac{\text{m}}{\text{s}}$ sebességgel, a másikat csupán leejtjük. Melyik és mennyivel ér előbb a padlóra?
A) Attól függ, hogy milyen magas az asztal.
B) A leejtett labda ér le előbb.
C) Egyszerre érnek talajt.
D) Ha elég nagy a kezdősebesség, akkor a vízszintesen induló ér le előbb.

1.126. | Körpályán mozgó test sebessége kétszeresére nő. Hogyan változik a centripetális gyorsulása?
A) Kétszeresére nő.
B) Negyedére csökken.
C) Nem változik.
D) Négyszeresére nő.

1.127. | Egy r sugarú henger állandó szögsebességgel forog, kerületi pontjainak sebessége v. Mekkora szögsebességgel forgassuk a feleakkora sugarú hengert, ha azt szeretnénk, hogy ennek a kerületi pontjai is ugyanolyan v sebességgel mozogjanak?
A) Feleakkora szögsebességgel.
B) Ugyanolyan szögsebességgel.
C) Kétszeres szögsebességgel.
D) Négyszeres szögsebességgel.

1.128. | Egy állandó sebességgel haladó vonaton elejtünk egy kavicsot. A sínek mellett állva milyennek látjuk a kavics pályáját?
A) Függőleges egyenesnek.
B) Lefelé tartó fél parabolaívnek.
C) Ferde egyenesnek.
D) Lefelé tartó körívnek.

1.129. | A Földön leejtünk egy követ h magasságból, ami v sebességgel ér földet. Mekkora magasságból kellene leejtenünk egy követ a Holdon, hogy az ugyanolyan v sebességgel érjen talajt? A Holdon a nehézségi gyorsulás a földi érték egyhatoda.
A) $6 \cdot h$.
B) $3 \cdot h$.
C) $\sqrt{6 \cdot h}$.
D) $6 \cdot h^2$.

1.130. | Föld körüli körpályán mozgó űrhajón olyan pályamódosítást kell végrehajtani, hogy a körpálya sugara az eredeti kétszerese legyen. Mennyi lesz az űrhajó keringési ideje?
A) Változatlan marad.
B) Négyszeresére nő.
C) Kétszeresére nő.
D) $2\sqrt{2}$-szeresére nő.

1.131. | Föld körül keringő űrhajónál mikor kell a hajtóműveket bekapcsolni?
A) A hajtóművek folyamatosan működnek.
B) Csak felszálláskor és leszálláskor.
C) Felszállás, leszállás és pályamódosítás során.
D) Csak pályamódosításkor.
E) Csak felszálláskor és pályamódosítások során.

Esszékérdések

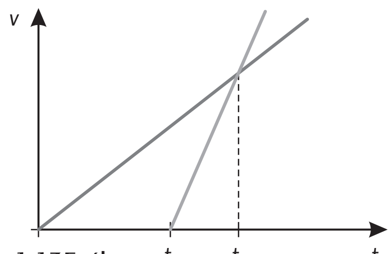
1.132. | *Autó mozgásának elemzése városi forgalomban*
Elemezze egy autó mozgásfajtáit egy parkolóból való elindulástól a városi forgalomban történő mozgás során a kiindulási helyre történő visszaérkezésig! Csoportosítsa az előforduló mozgásfajtákat a pálya alakja, illetve a mozgás lefolyása szerint! Lehetséges, hogy utunk során veszélyhelyzetben gyors manőverre kényszerülünk, araszolunk a dugóban. Milyen kinematikai mennyiségekkel írható le ekkor az autó mozgása? Ezeknek milyen tipikus számértékei fordulhatnak elő a városi közlekedésben?

1.133. | *Átkelés folyón, csónakkal*
Egy folyón szeretnénk átkelni úgy, hogy mindig a partra merőlegesen evezünk. A folyó sodrása a partoknál nulla, közepéig lineárisan nő. Hol köt ki a csónak? Milyen mozgásformák jelennek meg az átkelés során? Milyen a mozgás pályája? Milyen paraméterektől függ a folyón való átkelés időtartamának nagysága? Hogyan határozná meg a kiindulási hely és a kikötési hely közötti távolságot?

1.134. | *A kerékpározás kinematikája*
Vegye számba, hogy kerékpározás közben milyen mozgásfajták lépnek fel! Vizsgálja az egyes alkatrészeknek, a kerékpár vázának és a kerékpározó személynek a mozgását!

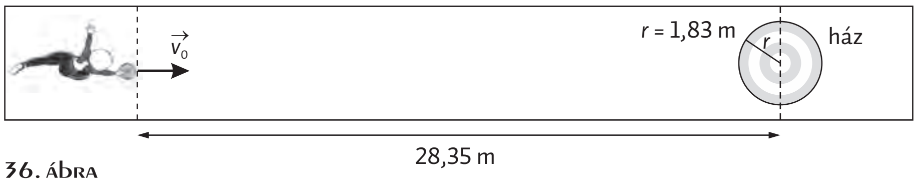
Kihívást jelentő feladatok

1.135. | Gyorsulási versenyen induló *A* és *B* autó közül az egyik kicsit „beragad”, később indul. Sebességük időfüggvényét mutatja az ábra. Feltételezzük, hogy a találkozásig mindkét autó egyenletesen gyorsul. Mikor lesznek ismét egymás mellett? (A feladat megoldásához ismerni kell a másodfokú egyenlet valamelyik megoldási módját.)



1.135. ábra

1.136. | A curlingversenyen a kő indítása után megállapítják a versenyzők, hogy lassú volt az indítás, a kő csak a ház elejéig fog elcsúszni. 8 m után elkezdenek söprűzni, és elérik, hogy pontosan középre, a célpontba érkezzen. Tudják, hogy a jégen az átlagos lassulása $0,0127\ \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$. A seprűzéssel mennyit kell ezen változtatni, hogy éppen középre, a célpontba érkezzen?



1.136. ábra

1.137. | Vilmos állandó sebességgel haladó mozgólépcsőn a lépcsőhöz viszonyítva állandó sebességgel halad lefelé, így 70 másodperc alatt ér le. Ha kétszer nagyobb relatív sebességgel megy, akkor már 50 s alatt leér. Mennyi időt takarít meg ahhoz képest, mintha végig állna? Hogyan változnának az eredményeink, ha mindezt a felfelé úton vizsgálnánk?

1.138. | Egy vízszintes tengelyű, R sugarú vályú felületén függőleges síkban csúszásmentesen gördül le egy r sugarú golyó. Adjuk meg a haladó mozgásának sebessége és a szögsebessége közötti kapcsolatot!