

A fizikát úgy is érdekessé lehet tenni, ha aktualitásait visszük be az iskolapadba. A fizika törvényei nem változnak, csak a felhasználói környezet, eszközök, gyakorlati felhasználások jelennek meg új és új köntösben, divatszerűen hullámozva.

A kinematika témakörét vonzóvá tehetjük, ha a vezetés mindennapjait emeljük ki és „mellesleg” végzünk néhány igazoló számítást, ellenőrző kísérletet. A középiskolai tanulók többségében már a 9. osztályban felmerül a gondolat, hogy milyen jó lenne minél előbb megszerezni a jogosítványt. Sokan közülük már a 10. osztályban le is teszik a KRESZ-vizsgát, és a 11. osztályban megkezdhetik a forgalomban történő vezetést, hogy év végére megszerezhessék a jogosítványt is. Véleményem szerint, ha modern, digitális környezetben aktuális problémákat vetünk fel a diákjaink előtt, azok sokkal fogékonyabbak lesznek a tananyag iránt, és ha ezt gyakorlati alkalmazás (vezetési gyakorlat) is követi, megszilárdult, bármikor mozgatható tudást eredményez. A balesetek többsége elkerülhető lehetne, ha több alkalmazott fizika működne a vezetők fejében.

Az autópályákon nincs szembejövő forgalom, mégis igen gyakoriak a balesetek. A követési távolság fogalmának vizsgálata során megelevenedik a kinematika, az egyszerű számítások is izgalmasabbak lesznek. A lent felsorolt kísérleteket 9-10. osztályos tanulókkal végeztem el, szakköri diákmunkán, illetve projekt-módszerrel. Az eredmény az otthoni kísérletezés, számolás és kiértékelés lett, a kíváncsiság és a számítógép alkalmazása erős mozgatórugónak bizonyult.

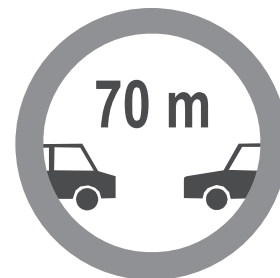
A követési távolságról

A KRESZ 2011. évi módosításában a 27§ (1) kimondja, hogy „járművel másik járművet csak olyan távolságban szabad követni, amely elegendő ahhoz, hogy az elöl haladó jármű mögött – ennek hirtelen fékezése esetében is – meg lehessen állni”. A követési távolság be nem tartásából származó egyik gyakori baleset az utoléréses baleset. Ez a típusú baleset különösen veszélyes nagy sebességű járművek, azaz például autópályán közlekedő gépkocsik esetében. A sztrádákon bekövetkező 1000 balesetből 164 utoléréses baleset, ez is indokolja, hogy 2012-ben többször is olvashattunk a sajtóban a követési távolságra vonatkozó szabály további módosításaira tett törekvésekről, a követési távolság pontosabb definiálásáról, a hatóság ellenőrzési technikáinak alternatíváiról, hogy a szabálytalankodókat a jövőben hatékonyabban tudják kiszűrni a forgalomból, és ezzel a baleseti statisztikákon lehessen javítani.

Köszönetet mondok *Juhász András* témavezetőmnek, *Nyíri Kinga* és *Szántó Lajos* 10. osztályos tanulóknak.

Mekkora legyen a közlekedés során a biztonságos követési távolság, hogyan tarthatja ezt be a vezető, és hogyan határozható meg valójában?

Vegyük először azt az egyszerű esetet, ha két teljesen azonos paraméterű jármű közlekedik egymás után. Ha az elöl haladó jármű vezetője fékez, akkor a háta mögött közlekedő jármű vezetőjének is fékeznie kell, vagy – ha van rá lehetőség – sávot váltania. De valójában mikor kezdi meg a követő jármű vezetője a fékezést? Az észleléstől a cselekvésig bizonyos idő telik el: ez az idegrendszer sajátos felépítésétől és állapotától függő reakcióidő. Ez alatt a követő jármű változatlan sebességgel halad tovább, ami az utoléréses balesetek fő okozója. A követési távolság betartására jelzőtáblák és felfestések is figyelmeztetnek (1. ábra).



1. ábra. Legkisebb követési távolság 70 m. A követő autó nem mehet 70 méternél közelebb az előtte haladóhoz.

Számítsuk ki, hogy a Magyarországon megengedett maximális sebességgel haladó autó mekkora t idő alatt teszi meg az $s = 70$ méteres távolságot, ha feltételezzük, hogy az autópályán a megengedett $v = 130$ km/h = 36,1 m/s egyenletes sebességgel halad!

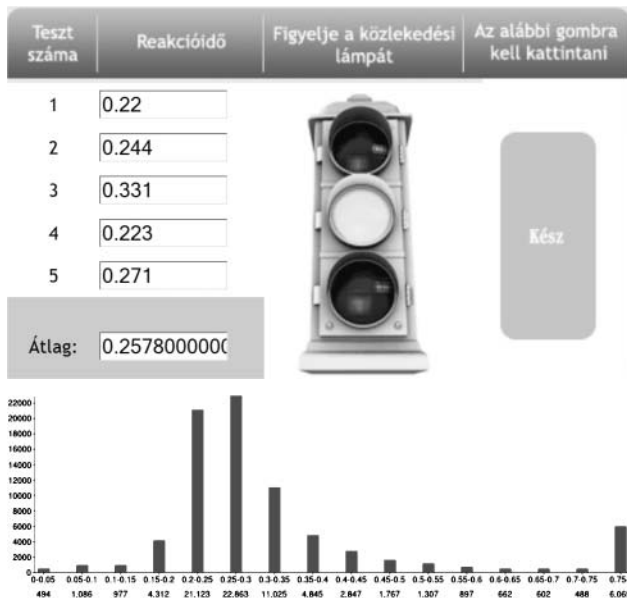
$$t = \frac{s}{v} = \frac{70 \text{ m}}{36,1 \frac{\text{m}}{\text{s}}} = 1,94 \text{ s.}$$

A követési távolságot nem könnyű betartani, hiszen a perspektíva torzítása és a mozgás miatt is igen nehéz feladat megbecsülni a 70 métert. Ennek könnyítése érdekében az autópályákra fehér párhuzamos nyilakat festettek fel, amelyek között 72 méter távolság van. Ha az előző számítást 72 méterre is elvégezzük, akkor 2 másodpercet kapunk.

A követési távolság tehát nem csak távolságban, hanem időben is megadható. Ezt népszerűsíti az Állami Autópályakezelő Zrt. is (2. ábra).

2. ábra. A követési távolság időben is definiálható, ezt mutatja az Autópálya Kezelő Zrt. figyelemfelhívása is.





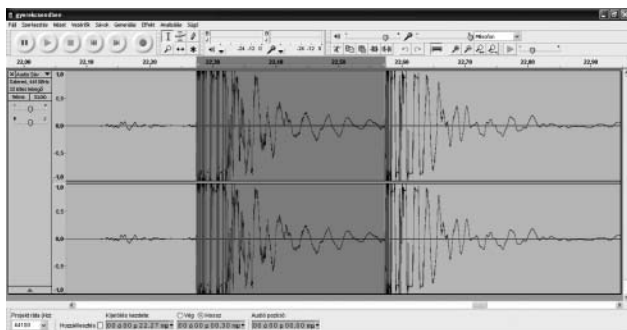
3. ábra. Online reakcióidő mérő teszt a http://egopont.cowww.egopont.com/hu/reaction_time_test.php oldalon. Fölül a tesztpanel, alul az eddigi eredmények eloszlása a honlapról. A tesztet több mint 70 000 ember végezte el, a leggyakoribb reakcióidő: 0,25-0,3 másodperc között volt.

Hogyan tartunk 2 másodperc távolságot? Az előttünk haladó jármű mellett jegyezzünk meg egy tereptárgyat, vagy útburkolati hibát, a lényeg, hogy a kiszemelt céltárgy ne mozogjon és az előttünk haladó jármű mellett legyen. Kezdjük el másodpercnyi ütemben számolni addig, amíg el nem érjük a céltárgyat. Akkor biztonságos a követési távolságunk, ha kettőt vagy annál tovább tudunk számolni.

Ahhoz, hogy ez az idő elegendő-e a maximális 130 km/h sebességnél a biztonságos fékezéshez, a reakcióidőt kell részletesebben megvizsgálnunk!

A reakcióidő tehát az inger és az általa kiváltott reakció között eltelt idő, ami korántsem állandó. A reakcióidő jelentősen megnő alkohollal és bizonyos gyógyszerek fogyasztása alkalmával, de a kialvatlanság, idegi fáradtság, magasabb életkor is megnyújthatja a reakcióidőt. A reakcióidő az interneten számos oldalon online is mérhető. A tesztek során egy közlekedési lámpát látunk, ami, ha zöldre vált, egy billentyűt kell lenyomnunk (3. ábra). A program ezt ötször

4. ábra. Az Audacity programvezérlő panelje. A képen két koppánás közötti szakasz idejének kijelölését látjuk, a lenti sorban az időtartam olvasható le századmásodpercnyi pontossággal.



megismétli, majd a kapott adatokat átlagolja, és összeveti az addig összegyűjtött értékekkel. Feltételezve, hogy a teszteket elvégző nagyszámú alany valóban fegyelmezetten végezte el a teszt-feladatokat, statisztikailag képezhetünk egy reakcióidő-átlagot, ami 0,25-0,3 s körül mozog.

Ez a 2 másodperc követési távolsághoz képest igen kicsiny időtartam, de a vezetés során nem tudunk végig egyenletesen úgy koncentrálni, mint a teszt elvégzésekor. Az autópályán a nagy sebesség mellett pedig, amit néhány perc alatt megszokhat a vezető, hamar bekövetkezhet a monotonia, és ez a koncentráció csökkenésével jár. Ezen kívül egy másik körülményt is figyelembe kell venni, nevezetesen, hogy az észlelés után a gázpedálról le kell venni a lábunkat és át kell helyezni a fékpedálra, majd be kell nyomni azt. Ez a cselekvéssor plusz időt igényel. A reakcióidő mérését tehát módosítanunk kell. (Tempomat használatánál a láb nincs a gázpedálra, így a fékezés valamilyen kisebb extra időt igényel.)

Reakcióidő mérése az audacity program segítségével

Az audacity program egy ingyenes hangszerkesztő program, amelyet letölthetünk a <http://audacity.sourceforge.net/download/?lang=hu> oldalról.

Indítsuk el a programot, majd állítsuk be a mikrofont! A mérésvezető és a kísérlet alanya is egy tollat fog a kezében. Az alany háttal ül a mérésvezetőnek. A mérésvezető elindítja a felvételt, majd véletlenszerű időközben az asztalra koppint. Az alany feladata, hogy a mérésvezető koppintását megismételje, vagyis amint meghallja a koppanó hangot, ő is koppintson egyet a tollával az asztalra. A mérésvezető legalább tízszer koppint az asztalra a mérés során. A mérés végeztével a mérésvezető leállítja a felvételt.

1. táblázat			
A reakcióidő gyakorlatilag független az életkortól			
	gyerek	gimnazista	felelő
1.	0,33	0,44	0,28
2.	0,37	0,32	0,25
3.	0,25	0,25	0,25
4.	0,3	0,35	0,24
5.	0,19	0,37	0,21
6.	0,1	0,16	0,23
7.	0,43	0,31	0,21
8.	0,37	0,27	0,21
9.	0,3	0,22	0,20
10.	0,27	0,35	0,23
átlag	0,291	0,304	0,231
szórás	0,1	0,08	0,02



5. ábra. A mérés kivitelezése. A mérésvezető balra, a kísérleti alany jobbra látható.

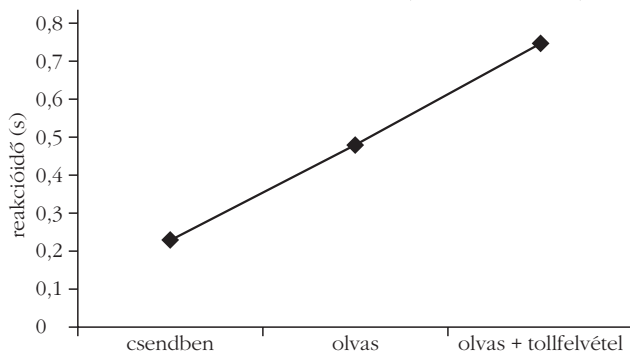
A program nem csak a felvett hanganyagot tárolja, hanem a hanghullámot is ábrázolja az időben. Az idő-tengelyről az adatok ezredmásodpercnyi pontosságra olvashatók ki, de a mérésünk során elegendő a századmásodpercnyi leolvasás (4. ábra). Mivel egy koppanás hullámgörbéje igen határozott, vizuálisan is könnyen fel tudjuk ismerni a mérésvezető és az azt követő alany koppintását. A program lehetőséget ad különböző időszakaszok kijelölésére is. Jelöljük ki azt a szakaszt, amelynek kezdete az első koppintástól a másodikig tart! A program a kívánt pontossággal kijelzi a szakasz elejét és végét. A két érték különbségének az abszolút értéke adja a reakcióidőt, amit a program automatikusan ki is számol. Gyűjtsünk ki a felvételtől legalább 10 reakcióidőt, majd átlagoljuk, és számítsuk ki a szórását (1. táblázat)!

A kapott értékek 0,25-0,3 s körüliek lettek, hasonlóan az online teszteknel mért értékekhez.

Ha a vezetés körülményeit jobban akarjuk közelíteni, a mérést úgy is el kell végezni, hogy a kísérleti alany figyelmét megosztjuk, például a kísérlet elvégzése közben hangosan olvasnia kell egy könyvből egy ismeretlen szövegrészt.

Ha a láb gázpedálról a fékre áttett mozdulatsorát is figyelembe akarjuk venni, akkor tovább kell nehezíteni a kísérleti alany dolgát: a tollat nem tarthatja kezben, csak a koppintás időtartamáig, ezt követően mindig vissza kell helyeznie az asztalra (5. ábra).

6. ábra. Felnőtt reakcióidejének jelentős növekedése, ha többfelé osztjuk figyelmét, pluszcselekvés tovább rontja a válaszadási idejét.



2. táblázat

A reakcióidő figyelemmegosztás és pluszfeladat esetén egyre magasabb (felnőtt kísérleti alannyal)

	csendben	olvas	olvas + tollfelvétel
1.	0,28	0,5	0,62
2.	0,25	0,43	0,81
3.	0,25	0,42	0,61
4.	0,24	0,62	0,76
5.	0,21	0,41	0,78
6.	0,23	0,43	0,83
7.	0,21	0,66	0,71
8.	0,21	0,63	0,73
9.	0,20	0,34	0,76
10.	0,23	0,36	0,87
átlag	0,231	0,48	0,748
szórás	0,02	0,12	0,08

A kísérlet eredményeit foglaljuk táblázatba (2. táblázat), a kapott átlagértékeket ábrázolhatjuk grafikonon! A mérési eredményeket összefoglalva kijelenthető, hogy a reakcióidő jelentősen megnövekszik, ha a figyelem többfelé oszlik, és tovább növekszik bizonyos cselekvési sor elvégzése közben (6. ábra).

Az otthon, családban megismételt mérések szerint az életkor nem volt meghatározó tényező a reakcióidő értékeinél (6-38 év), de egyes irodalmi adatok szerint a reakcióidő 39 év után jelentősen hosszabbodhat.

A mérések során tehát még mindig egy másodpercen belüli reakcióidő-értékeket kaptunk, ami meggyőző arra nézve, hogy a 2 másodpercnyi követési távolság csakugyan biztonságos a közlekedés gyakorlatában. Nem szabad elfelejtenünk azonban, hogy a különböző járművek lassulási, fékezési és egyéb paramétereinek különbözősége miatt további tizedmásodperceket kell még a kapott eredményeinkhez hozzáadni.

Tankönyvi feladatok

- Mekkora utat tett meg a 90 km/h sebességgel haladó jármű az észleléstől a fékezésig, ha a közben eltelt idő (az észlelési és a cselekvési idő együtt) 1,6 s volt. (*Egységes érettségi feladatgyűjtemény I.* Nemzeti Tankönyvkiadó, Budapest, 11. oldal, 41. feladat)

A feladat már a cselekvési időt is felhasználja, ezzel a vezetési gyakorlathoz közelebb viszi a problémahelyzetet.

- A 12 m széles út bal oldaláról váratlanul keresztbe szalad egy őz a 90 km/h sebességű autó előtt 30 m-re. El tudják-e kerülni az ütközést, ha a reakcióidő 1,6 s és az őz sebessége 36 km/h? (Az észlelési és a cselekvési idő együtt a reakcióidő, azaz ennyi idő telik el a fékezé-



7. ábra. Az adaptív sebességszabályozó a rendszerhatárokon belül a radaros érzékelők segítségével automatikusan biztosítja az elöttünk haladó járműtől való megfelelő követési távolságot és folyamatosan tartja azt.

sig.) (Egységes érettségi feladatgyűjtemény I. Nemzeti Tankönyvkiadó, Budapest, 14. oldal, 64. feladat)

A feladat a reakcióidőt osztja fel észlelési és cselekvési idő összegére.

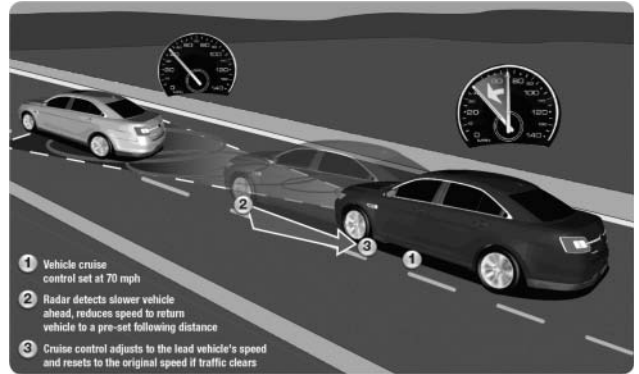
• Autópályán 108 km/h sebességgel haladó autó vezetője 98 m távolságban forgalmi akadályt vesz észre. El tudja-e kerülni az ütközést, ha reakcióideje 1 s és a kocsi 10 s alatt állítható meg? (Szakközépiskolai összefoglaló feladatgyűjtemény. Tankönyvkiadó, Budapest, 33. oldal, 1.41. feladat)

A feladat egy konkrét problémahelyzetet vizsgál, a végeredmény kiszámítása után egy reláció dönti el egy esetleges baleset kimenetelét. A feladat érdekessége még, hogy a fékutat időben adták meg.

Automatikus követési távolság

Az ACC, azaz Adaptive Cruise Control egy olyan rendszer, amely a gépkocsiba szerelt radarszenzor segítségével folyamatosan méri az előtte haladó jármű távolságát (7. ábra).

Ha ez a távolság csökken, akkor ezt a műszerfalon hanggal és/vagy fénylő ikonnal jelzi, de a modernebb típusoknál motorféket és tényleges féket is aktivizálhat (8. ábra). A rendszert bizonyos típusoknál sportos, normál és kényelmes követési távolságra is be lehet állítani, de a vezető egyszerűen kiiktathatja, ha nem kívánja használni. Használatával a tervezők sze-



8. ábra. A radar visszajelzése szerint, ha a gépkocsi követési távolsága már nem biztonságos, az elektronika lassítással beállítja a kívánt sebességet.

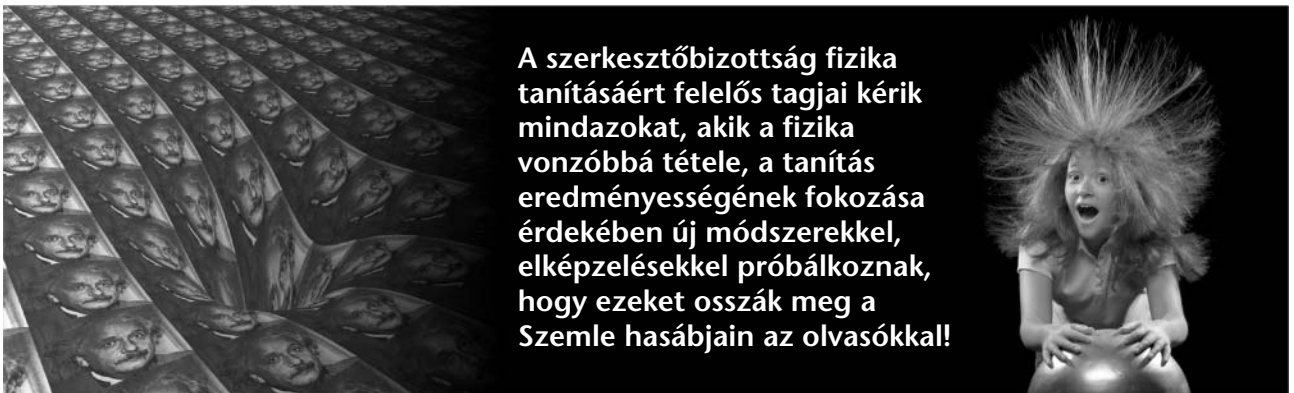
rint igen nagy mértékben lehet csökkenteni az utóéréses balesetek számát. A kellő vezetői rutinnal rendelkező vezetők nagyon előnyösen alkalmazhatják, hiszen a reakcióidő átlagos 0,7 másodpercet 0,1 másodperc alá csökkenti, így az észleléstől a cselekvésig megtett út lényegesen csökkenthető.

Jelenleg GPS-összekötött rendszerek is léteznek, amit optikai kamerával ötvözve az autópályán az elöttünk lévő járművek indexét is figyelik, így, ha az optika indexelést érzékel, nem csökkenti az autó sebességét, feltételezve, hogy az elöttünk haladó jármű úgyszintén át fog sorolni egy másik sávba.

Az autógyártók természetesen minden esetben megjegyzik, hogy a sebesség, illetve a követési távolság folyamatos ellenőrzésének felelőssége bekapcsolt „adaptive cruise control” mellett is a vezetőt terheli.

Irodalom

1. <http://autotechnika.hu/cikkek/7271,a-volkswagen-radaralapu-acc-rendszerek-ujrakalibralasa.html>
2. http://www.audi.hu/elmenyvilag/hatekonysag/a_haladas_techikaja/asszisztensrendszerek/adaptive_cruise_control/
3. http://www.audi.hu/modellek/q7/q7_v12_tdi/felszereltsag/technologia/adaptive_cruise_control/
4. http://www.porschepest.hu/Haendler/U04867?audi&id=98000&DOM=/haendler/modellek/a8/a8/felszereltsag/vezetoi_segged_rendszerek/audi_adaptive_cruise_control_es_stop_go_funkcio/
5. <http://blog.carlist.my/2010/08/blog/modern-car-features-adaptive-cruise-control/>
6. http://translate.google.hu/translate?hl=hu&langpair=en|hu&u=http://en.wikipedia.org/wiki/Autonomous_cruise_control_system



A szerkesztőbizottság fizika tanításáért felelős tagjai kéri mindazokat, akik a fizika vonzóbbá tétele, a tanítás eredményességének fokozása érdekében új módszerekkel, elképzelésekkel próbálkoznak, hogy ezeket osszák meg a Szemle hasábjain az olvasókkal!