GULLIVER MATCHBOXAI &ndash; TÖRÉSTESZTEK

VALÓSÁGOS ÉS JÁTÉKAUTÓKON

&ndash; Szakköri diákkísérlet

Stonawski Tamás

Báthori István Református Gimnázium

és Kollégium, Nagyecsed

A gyerekszobában a valóság kicsinyített modelljeit

fedezhetjük fel: a mackó, a babaszoba, a kisautó, a

kisvasút mind a valóságtól eltérő, apró méretűek.

Amikor a gyermek egy játékautóval játszik, óriásnak

érzi magát, akár Gulliver a mesebeli Liliputban, és

könnyedén emelgeti játékautóit. Vajon, ha tényleg

ilyen nagyra nőnénk, és valóságos autókkal játszanánk,

akkor a valódi autók a játék során hasonlóan

viselkednének-e, mint a modell-társaik (*1. ábra*)?

Vajon könnyebbnek éreznénk-e a felemelt valódi

gépkocsikat, mint a modell-autókat, és esetleg össze

is tudnánk azokat roppantani?

Hogy a feltett kérdésekre válaszolhassunk, kiválasztottunk

egy Volvo C70 típusú modellautót, és kikerestük

a Volvo katalógusából (*2. ábra*) a gépkocsi

gyári adatait. A játékautó szélességét, hosszúságát és

lemezvastagságát tolómérővel, a tömegét digitális

mérleggel (*3. ábra*) mértük meg (*1. táblázat* ).

A lemezvastagságon kívül a geometriai arányok

rendre megegyeztek: 1:43, ami elterjedt arány a kisautók

körében. Ezt az arányt a gyártó is feltüntette az

„alvázon” (*4. ábra*). Ettől az aránytól a visszapillantó

tükör felfogatásánál tértek el a könnyebb önthetőség

érdekében.

Az autók oldallemezeinek vastagságára vonatkozó

arány viszont jóval eltér a 43-tól, 1-nél kisebb értéket

vesz fel. Ha kiszámoljuk a &lambda; = 43-ra vonatkozó lemezvastagságot

a kiskocsi esetére, akkor 0,02 mm-t kapunk,

ami egy háztartási alufólia vastagságának felel

meg. Tehát az óriásoknak nagyon óvatosan kellene

emelgetni a személyautóinkat! Egy gyermek körülbelül

1&ndash;6 N erővel szorítja meg a kiskocsit, ami az óriás

esetében &lambda;3-szörös lenne: 79 507&ndash;477 042 N, ami megfelel

annak, mintha egy tank menne keresztül a járművön

(*10. ábra*).

Természetesen érthető, hogy a játékgyárak a használati

igénybevételek miatt a geometriai arányoktól

eltérő, jóval nagyobb lemezvastagságot választják.

A megnövekedett lemezvastagság is magyarázza a

tömegek arányának &lambda;3-től való eltérését:

A kiskocsi tömegét pusztán a geometriai arányok

figyelembevételével 20,8 grammosra várjuk, ami harmada

a mért értéknek.

Ütközések és töréstesztek

A valóságos autók ütközéseit

rengeteg körülmény befolyásolja:

a fékezés, a kerekek és a

talaj közötti súrlódási együttható

különbözősége (ami a

gépjármű forgását, pörgését

okozhatja), az ütközési sebesség,

az autó gyártmánya, tömege,

műszaki állapota, de az

sem mellékes, hogy mivel ütközik.

Az autógyártás első évtizedeiben

az autóipar vezetői

nem nagyon figyeltek fel a rengeteg halálos áldozatot

is követelő közúti balesetekre. Az 1950-es években

került sor az első töréstesztre, amit a magyar származású

*Barényi Béla* (1907&ndash;1997) végzett el. Az ő nevéhez

fűződik a nem deformálódó utastér, a nyugalmi

állapotban rejtett ablaktörlő és a biztonsági kormányoszlop

feltalálása, de a gyűrődési zóna megfelelő kialakítása

is [2].

A valóságos autók ütközése nem kizárólagosan

rugalmatlan vagy rugalmas, az ütközési folyamatokban

mindkét típusú ütközést felfedezhetjük.

A személygépkocsik lemezvastagsága sem azonos, a

karosszéria kiemelt helyein vastagabb és merevítőkkel

van ellátva. A kiskocsi lemezvastagsága sem egyenletes,

az öntési eljárásnak megfelelően helyfüggő lehet.

Az összehasonlítandó autók anyagai is különbözőek:

a valódi autó hengerelt, mélyhúzott acéllemezből

készül, míg a vizsgált játékautó anyaga spiáteröntvény

(más néven zamak), cink-alumínium ötvözet,

így azonos jellegű erőhatásokra akár teljesen eltérően

reagálhatnak.

A valóságos és a modellautó ütközéseinek összehasonlítása

céljából törésteszteket végeztünk a kiskocsikon

(*5. ábra*), majd összehasonlítottuk a valódi autók

töréstesztjével.

A *6. ábrá*n egy személyautó 64,4 km/h-val történő

frontális ütközését láthatjuk [3]. Ezt a sebességet az

állandó nagyságú nehézségi erő által létrehozott gyorsítással

is elérhetjük abban az esetben, ha 16,2 méter

magasságból vastag betonra ejtjük az autót (egy képzeletbeli

speciális ejtőcsőben, hogy forgás nélkül essen, frontálisan ütközzön és a visszapattanás után ne

végezzen tranziens mozgásokat):

Ha a kiskocsival is szeretnénk hasonló ütközési

kísérleteket végezni, az ejtési magasság:

Ejtési kísérletek 38 cm magasságból

Az ejtési kísérletet egy szobában végeztük el, ahol

kerámia-járólapra ejtettük a kiskocsit, a vonalzóval

előre bejelölt 38 centiméteres magasságból. A kísérletet

egy 120 frame/s időbeli felbontású kamerával

vettük fel. Az ütközés után az autó többször megpördült,

és majdnem annyi időt töltött a levegőben, mint a

zuhanáskor. A kísérlet után az öntvényanyagban deformációt

nem tapasztaltunk, csak a jobb első lámpa

alatt sérült meg a festékréteg (*7. ábra*).

Ütközési kísérletek vízszintes talajon

A töréstesztet vízszintes mozgásnál is elvégeztük.

Nagy sebességgel nekilöktük a kiskocsit a kerámialapnak,

amiről videofelvételt is készítettünk, majd a

mozgást kielemeztük egy ingyenes video-analizáló

programmal [4]. A szoftver segítségével meg tudtuk

határozni a kiskocsi sebességét az ütközés pillanatában.

Ez a sebesség 75 cm/s volt, ami a valóságos

autónál 116,1 km/h-nak felel meg. Ismét megvizsgáltuk

a kiskocsit, méreteiben nem változott, deformációt

nem tapasztaltunk, csak a festékréteg sérült meg

a bal alsó lámpa alatt (*8. ábra*).

Konklúziók

Ahogy a kísérletek is mutatták, a játékautók nem

roncsolódnak össze még nagyobb sebességű ütközések

során sem. A valódi autók pedig már kisebb

sebességű ütközések esetén is hajlamosak a deformációkra.

Bár a vizsgált kiskocsi és a valóságos autó mozgását

geometriai hasonlóságuk miatt (ugyanabban az

aerodinamikai közegben) jól le lehet írni, a komplex

mechanikai rendszerek ütközéseinél önmagában a

geometriai arány az ütközések kimenetelének leírásához

már nem bizonyult elegendőnek. Nem véletlen,

hogy az autóipar, költséget nem kímélve, valóságos

méretű autókkal végzi el az ütközési kísérleteit.

Óriás lett a matchboxom!

De mi történne, ha egy reggelen nem csak Gulliver

nőne óriássá, hanem modellautónk is? Vajon ez a

monstrum milyen paraméterekkel rendelkezne? Hogyan

nézhetne ki egy olyan gépjármű, aminek nemcsak

a méretei, hanem lemezvastagsága is követné a

modellautónk geometriai arányait? Számítsuk ki a

lemezvastagságot:

&lambda; 1,3 mm = 43 1,3 mm = 55,9 mm.

Számítsuk ki a tömeget:

&lambda;3 63 g ≈ 5 t.

Ezek az adatok nagyon közelítik egy harckocsi adatait

(*9. ábra*):

• Hosszúság: 7,01 m

• Szélesség: 2,88 m

• Magasság: 2,68 m

• Súly: 22 t

• Legénység: 5 fő

• Fegyverzet: 1 db 75 mm-es KwK L/24-es harckocsiágyú;

2 db 7,92 mm-es MG 34-es géppuska

• Motor: Maybach HL 108, 12 hengeres; 300 LE

• Sebesség: 40 km/h (úton)

• Hatótávolság: 200 km

• Páncélzat: 10&ndash;30 mm, a homlok 80 mm

Vessük össze a kiskocsi adatait a harckocsi „gyári”

adataival (*2. táblázat* )!

A geometriai hasonlósági arány szinte minden vizsgált

paraméternél megegyezik, így az óriássá nőtt

kisautó ütközései is sokkal jobban közelítenék a harckocsik

ütközéseit. Persze a tankok egymással való

ütközéseinél az utasok biztonsága nem kiemelten

fontos tényező, a harckocsik szinte egyetlen nem deformálódó

„utastérből” állnak.

Ha tehát a valóságban találkozik egy „felnagyított”

modellautó és egy valódi személyautó, az megfelel

egy tank és egy személykocsi végzetes találkozásának

(*10. ábra*).

✧

A modellautók mért adatainak a valóságos autók paramétereivel

való összehasonlítása és kiértékelése

mindenképpen hasznosak lehetnek a fizikaoktatásban

és a gépjárművezetésben is. A 11. osztályos tanulók

többsége a jogosítvány megszerzése előtt áll (a

vizsgált osztályban a tanulók 30%-a KRESZ-tanfolyamra

járt), ezért a tanulók motiváltsága igen kedvező

a gépjárművekkel kapcsolatos problémák megoldásában.

A kísérletek során könnyen lehetett mozgósítani

a közepes képességű diákokat is, a felhasznált

digitális környezet szintén motiváló erőként hatott a

diákokra. Az autóvezetés és a fizika kapcsolatát

maguk a tanulók fedezték fel, és az előbbieken kívül

sokkal több összefüggést is észrevettek a munka során

(a gépkocsi tömege és fogyasztása közötti kapcsolat,

miért nem lehet 100 km/h a tankok sebessége…

stb.). A tanulók többsége már rutinszerűen alkalmazta

a kinematika és a dinamika összefüggéseit,

a grafikonelemzés is sikeres volt, a hasonlóságot,

mint matematikai fogalmat már korábbról ismerték, a

tömegekre alkalmazott arányosság pedig átvezette

őket a fizika tantárgy témakörébe. A kísérletben részt

vevő tanulók remélhetőleg körültekintő gépjárművezetők

lesznek, és a fizika sem csak az utakon jut

majd az eszükbe.

Irodalom

1. http://autosguides.com/wp-content/uploads/2010/05/2009-

Volvo-C70.jpg

2. http://www.decens.hu/barenyi-bela-es-a-gyrdesi-zona.html

3. http://www.youtube.com/watch?v=14oUIV89SGg

4. http://www.opensourcephysics.org/items/detail.cfm?ID=7365

5. http://www.masodikvh.hu/index.php?option=com\_content&task=

view&id=894&Itemid=380

6. <http://www.indavideo.hu/video/T-72_toresteszt>