

Mindkét ütközést rugalmatlannak tekinthetjük. Nézzük először azt az esetet, amikor egy  $m$  és egy  $M$  tömegű autó ütközik össze. Az autók mindegyike  $v$  sebességgel halad az ütközés előtt. Az impulzusmegmaradás miatt az autók közös sebessége az ütközés után:

$$u = v \frac{m - M}{m + M}.$$

Ezek szerint a  $m$  tömegű autó sebességváltozása az ütközés során:

$$\Delta v = -2v \frac{1}{1 + (m/M)}.$$

Az ütközés alatt felszabaduló mozgási energia nagy része a két autó deformálására fordítódik. Ezt az energiát is meghatározhatjuk:

$$\Delta E = \frac{1}{2} M v^2 + \frac{1}{2} (m v)^2 - \frac{1}{2} (M + m) u^2 = 2m v^2 \frac{1}{1 + (m/M)}.$$

Az energia a kocsik kialakításától függően oszlik meg az egyes autók között.

Nézzük most azt az esetet, amikor a  $2v$  sebességű,  $m$  tömegű autó a nyugvó kemény betonfalnak ütközik. Az ütközés most is rugalmatlan, a fal nagy tömege miatt tehát megáll az autó az ütközés után. Az autó sebességváltozása tehát:

$$\Delta v = -2v.$$

Így meghatározhatjuk az ütközés során felszabaduló energiát is:

$$\Delta E = 2m v^2.$$

Mivel a betonfal kemény, ez az energia az autót deformálja. Látjuk tehát, hogy a falnak kétszeres sebességgel ütköző autó esetén mind az autó impulzusváltozása, mind az ütközés során felszabaduló energia nagyobb. Így nyilván ez a súlyosabb ütközés. Látjuk továbbá, hogy két szembejövő autó ütközése esetén nagyobb tömegű és „keményebb” autóval ütközve egyre súlyosabb lesz számunkra a baleset. Tehát az idézett állítás téves.

*Szendrei Gábor* (Szekszárd, Garay J. Gimn., II. o. t.)

*Megjegyzés.* Az autó utasai az autó lassulásából fakadó tehetetlenségi erőt érzik. Az ütközés során ható átlagos erőt az impulzusváltozásból és az ütközés időtartamából meghatározhatjuk. Ezt az időtartamot azonban nem ismerjük. Vizsgáljuk meg tehát kissé részletesebben, hogyan történik az ütközés.

Az autó orra érintkezésbe kerül azzal a tárggyal, amellyel ütközik. A kocsi orrára, rajta keresztül az egész autóra erő hat, amely lassítja az autót, valamint deformálja a karosszériát. Kezdetben a kocsiszeletrény – a kialakítástól függően – könnyebben, majd egyre nehezebben deformálódik, így az autóra ható erő is először kisebb, később egyre nagyobb lesz. A kocsi lassulása is ennek megfelelően nő. Feltehetjük, hogy a kocsiszeletrény adott mértékű deformációjához a deformáció sebességétől függetlenül adott energia szükséges. Így az ütközés alatt a kocsit deformáló energiából meghatározhatjuk az autó deformációját, az autóra ható lassító erőt, valamint a lassulást. Nagyobb ütközési energia esetén a kocsi jobban deformálódik, ez azt jelenti, hogy a kocsiszeletrény kialakításától függően nagyobb vagy hosszabb idejű erőhatást kell elviselniük az utasoknak. Célszerűen kialakított kocsiszeletrény a lehető legtöbb energiát képes úgy elnyelni, hogy közben a kocsira ható lassító erő – és a lassulásból fakadó tehetetlenségi erő, amit az utasok éreznek – ne legyen veszélyes a kocsiban ülőkre.

*Neumer Attila* (Budapest, Fazekas M. Gyak. Gimn., II. o. t.)