

A fogyatkozással kapcsolatosan számos érdekes információ gyűjthető a világhálóról. Ennek legdokumentáltabb magyar „kapuja” a Magyar Csillagászati Egyesület (MCSE) honlapja (<http://www.mcse.hu>), ahonnan számos további cím elérhető.

Irodalom

- 1] Fred Espenak, Jay Anderson: *Total Solar Eclipse of 1999 august 11*. NASA Reference Publication 1398, Greenbelt, Maryland, 1997.
- 2] Bödök Zsigmond: *Az ezredvég napfogyatkozása*. Nemzeti Tankönyvkiadó, Budapest, NAP Kiadó, Dunaszerdahely, 1998.

Csillik Iharka és Szenkovits Ferenc

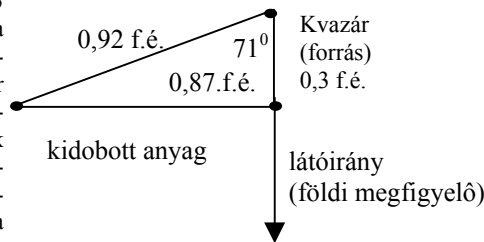
Miként mozoghat valami látszólag gyorsabban a félynél?

A fizika egyik alaptörvénye szerint fénysebességnél nagyobb részecskesebesség és jelsebesség nincsen. Számos kísérletet végeztek abban a reményben, hogy speciális körülmények között a fény vákuumbeli terjedési sebességénél, 300.000 km/s-nál nagyobb sebességet találja. E próbálkozások egy része a fekete lyukakkal kapcsolatos. Az igen nagy tömegű fekete lyukakba folyamatosan anyag hullik, miközben igen nagy sebességgel anyagot lövellnek ki (jet-ek jelentkeznek).

A jet-ek kialakulását úgy magyarázzák, hogy a fekete lyuk körül kialakul egy ún. akkréciós korong, amelyben az anyag spirális pályán halad egyre beljebb a fekete lyuk felé. Mégsem esik minden anyag a fekete lyukba, mivel a korong belső részén, a felszabaduló gravitációs energia révén igen magas hőmérséklet és nyomás alakul ki. Ennek hatására a korong síkjára merőlegesen két irányban nagy sebességű kilövellések (jet-ek) jönnek létre. Ha egy ilyen jet éppen felénk mutat, akkor az objektumot fényes kvazárként látjuk, ha a jet a látóirányra merőleges, akkor rádiógalaxist észlelünk, aminek oka, hogy a kilövellések az intersztelláris anyaggal ütközve erős rádiósugárzást keltenek.

A kilövellésekben csomók (kifényesedések) észlelhetők, melyek mozgása hosszabb időn keresztül is figyelhető. Ismerve a vöröseltolódás alapján a kvazár távolságát (a Hubble-törvény alapján), valamint mérve az égbolton a csomó szögeltolódását bizonyos idő alatt meghatározható a csomó sebessége. Ilyen sebességmérést már sokszor végeztek, és a mérési eredmények alapján úgy tűnt, hogy a kilövellt gázáram sebessége esetenként a fény sebességét meghaladja. De csakhamar kiderült, hogy csak egy megtévesztő, látszólagos eredményről van szó. A következőkben ezzel kapcsolatban három példát adunk.

Így például a GRS1915+105 „minikvazár” esetében, amely ráadásul a mi Tejútrendszerünkben van (kb. 12,5 +/- 1,5 pc-re), sajnos a Tejútrendszer fősíkjában, így a sugárzása a látható fénytartományban rendkívül legyengül. Ennek ellenére sikerült meghatározni az anyagkilövellés geometriáját. Az ábra a kidobódás után eltelt 1 évvel ábrázolja a „minikvazárt”. A kidobott anyag 0,92c sebességgel halad a látóiránnyal 71° -os szöget alkotó irányban. Egy évi elmozdulását a földi megfigyelő 0,87 fényévnyinek észleli, közben az anyagcsomó 0,3 fényévvel került közelebb hozzánk. Az újabb fényjel látszó lemaradása így $1 - 0,3 = 0,7$ év. Így a kidobódás látszó sebessége $0,87 \text{ fényév} / 0,7 \text{ év} = 1,27c$ nagyobb a fény sebességénél!



Más magyarázata a jelenségnek: képzeljük el, hogy a kvazár $v_1 = 240.000 \text{ km/s}$ sebességgel mozog a látóirányra merőlegesen (a v sebesség ekkor $v = 256.000 \text{ km/s}$ és 20° -os szöget alkot a látóirányhoz képest). Mikor a csomó elhagyja a magot, kibocsátja az F_1 fotont. Egy másod-

perc alatt a foton 300.000 km-t tesz meg, a csomó 240.000 km-rel közelebb kerül a Földhöz. Ekkor bocsátja ki a második F_2 foton. A második foton mindig $d_1=60.000$ km-rel marad le az első fotonhoz képest, míg a látósugárra merőlegesen $d_2=90.000$ km választja el őket.

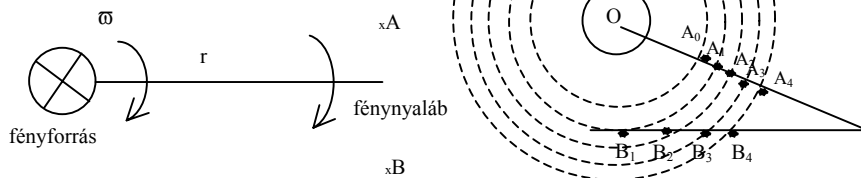
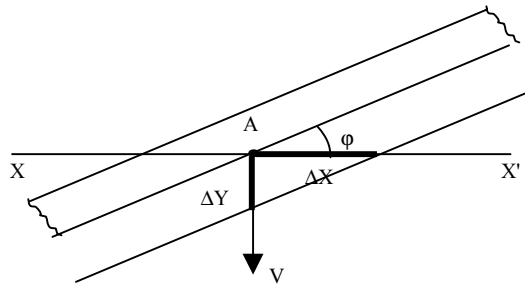
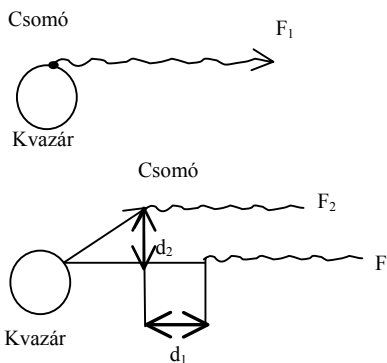
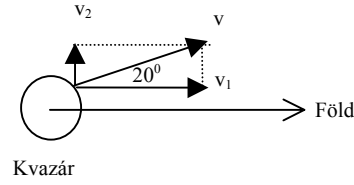
A 2. foton 0,2s késéssel érkezik a Földre, ami párhuzamos lemaradásból adódik. A csomó „látszó” égi sebessége a merőleges elmozdulás és a fotonok beérkezése közti idő hányadosaként adódik: $90.000\text{km}/0,2\text{s} = 450.000\text{km/s}$, tehát a fénynél látszólag másfélszer gyorsabban mozog.

Egy másik forrás, a Nova Scorpi 1994 nevű Röntgen-nova esetén, mely mindössze 3,5 kpc távolságra van, a két komponens látszólagos távolodására másfélszeres fénysebesség adódott.

Más módon is észlelhetünk fénysebességnél nagyobb sebességet, aminek magyarázata az ún. „olló-hatás” vagy „olló-paradoxon”: egy igen hosszú egyenes rúd, amely xx' tengellyel φ szöget zár be, mozogjon a tengelyre merőlegesen egyenletes v sebességgel. Adjuk meg a rúd alsó szélé A pont Δx távolságra jut el, ahol $\Delta y/\Delta x = \text{tg}\varphi$, $\Delta x = \Delta y/\text{tg}\varphi$, így $v_A = v/\text{tg}\varphi$. Így, ha $\text{tg}\varphi$ elég kicsi, v_A akármilyen nagy, akár c -nél is nagyobb lehet. Ez a metszéspont azonban nem hordoz üzenetet, csak olyant, mint azok az ébresztőórák, amelyek úgy vannak beállítva, hogy egyik után a másik hamarabb szólaljon meg, mint az egyikből induló fényjel eléri a másikat.

Egyes oszcilloszkóp-gyárosok azt állítják, hogy a fénysebességnél gyorsabb írási sebességet valósítanak meg. Ez valóban lehetséges úgy, ahogy a forgó világítótornyónál lehetséges a forgó fénnyaláb fénynél nagyobb seprési sebessége: ha $\omega r > c$ vagy $r > c/\omega$. Ebben az esetben sem juthat azonban figyelmeztetés fénynél nagyobb sebességgel az A-tól a B megfigyelőhöz.

Végül ugyancsak a csillagászatban figyelték meg, és úgy tűnt, hogy egyes nova vagy



szupernova-kitörések gázfelhője fényénél nagyobb sebességgel terjed. A jelenség magyarázata szintén az „olló-paradoxon” alapján: az $A_1 A_2 A_3 A_4$ legyenek a lökeshullám frontjának helyzetei Δt időközökben, míg $B_1 B_2 B_3 B_4$ a lökeshullám találkozási pontjai egy nyugvó intersztelláris porfelhővel. A találkozási pontból erős Röntgen-sugárzás indul. Ennek a sugárforrásnak a mozgási sebessége a pontsor mentén az „olló-paradoxon” alapján akármekkora, a fénysebességnél nagyobb is lehet. Vagyis megint úgy tűnik, hogy a fény sebességénél nagyobb sebességgel találkozunk.

A fenti utolsó jelenséggel a haditechnikában, a repülésnél is találkozhatunk, a terjedő rádióhullámok-rádiólokáció (radar) esetén.

- 1] Taylor-Wheller: Tér-idő-fizika. Gondolat. Bp.1974
- 2] Makovetki-Lange: Paradoxuri si sofisme fizice. Bucuresti.Ed.Enciclopedica.1971
- 3] T.Courvoisier-J.Robson: A 3C273 kvazár.Tudomány, 1991 augusztus.
- 4] Patkós László: Fénysebességnél gyorsabb források a Tejútrendszerben. Csillagászati Évkönyv 1996.

Nagy Antal

Gráfelméleti szakkifejezésekről

A líceumban az informatikai osztályokban gráfelméleti alapfogalmakat is tanítanak, anélkül, hogy lenne magyar nyelvű tankönyv (a tanárok természetesen használhatnak magyarországi gráfelméleti könyveket). Fontosnak tarjuk, hogy rövid jegyzetben felhívjuk a figyelmet a különböző szakkifejezések magyar, román és angol megfelelőire, főleg azokra, amelyeknek köznyelvi változatai nem mindegyik nyelvben esnek egybe a gráfelméletiekkel.

Kezdjük mindjárt a legegyszerűbbekkel! Magyarul ha gráfról beszélünk ezen általában nem irányított (más szóval irányítatlan) gráfot értünk. Ha szükséges, akkor ezt kihangsúlyozhatjuk a nem irányított vagy irányítatlan jelzővel. Románul az irányított gráf graf orientat (néha digraf), angolul digraph (esetleg directed graph). A nem irányított gráf románul graf neorientat, angolul undirected graph vagy csak egyszerűen graph.

Az éleknek egy e_1, e_2, \dots, e_n sorozatát, amelyben e_i és e_{i+1} szomszédosak ($i=1,2, \dots, n-1$) sétának nevezzük, románul ez lanø, angolul walk.. Irányított gráfban ezek: irányított séta, drum, walk in digraph. Ha az első és utolsó él szomszédos, akkor zárt sétáról beszélünk, románul ez ciclu, angolul closed walk. A séta speciális esetei a vonal, amelyben az élék mind különbözőek, és az út, amelyben a szögpontok is különböznek egymástól. Románul ezek rendre lanø simplu, lanø elementar, angolul pedig trail, illetve path. Ha az út zárt, akkor azt magyarul körnek hívjuk. Foglaljuk táblázatba ezeket!

<i>magyar</i>	<i>román</i>	<i>angol</i>
séta	lanø	walk
zárt séta	ciclu	closed walk
irányított séta	drum	walk in digraph
irányított zárt séta	circuit	closed walk in digraph
vonala	lanø simplu	trail
út	lanø elementar	path
irányított vonal	drum simplu	trail in digraph
irányított út	drum elementar	path in digraph, directed path
zárt vonal	ciclu simplu	circuit
kör	ciclu elementar	cycle
irányított zárt vonal	circuit simplu	circuit in digraph, directed circuit
irányított kör	circuit elementar	cycle in digraph, directed cycle

Kicsit bonyolult, de nincs mit tenni, ezek már elfogadott szakkifejezések.

A gráf minden élet tartalmazó vonal Euler-vonal, a gráf minden szögpontját tartalmazó út Hamilton-út.