Norman Károly

Relativitáselmélet gyermekeknek

17. fejezet

A Csoda

Bár én rugalmas kedély vagyok, például ha kétszázezer év múlva kiolvasztanak, magamhoz térésemkor nem fogok a filmipar sablonjai szerint azonnal afelől érdeklődni, hol is vagyok, főleg, ha a legutolsó emlékem szerint meghaltam; mégis most kérdések vetődtek fel.
A tulaj, aki a legutóbbi emlékeink szerint bizonyos agresszivitást tanúsított irányunkban, most szinte futott le elébünk egy pazar falépcsőn, nagyon széles mosollyal. És csöndes, klimatizált karzatszeparéban üldögélünk a tömeg felett, harmatos söröskorsók társaságában, és megtudjuk.

Üzletember a tulaj, felfogása és lépései gyorsak és pontosak, ezt ugyan már sejtettük, amikor frissen feldolgozta a seprűnyele felmérését. Elolvasta hirtelen a Galaxis útikalauzt stopposoknak, szerinte kékharisnya egyetemisták biztos jól szórakoznak rajta, ő ugyan nem; de megértette, hogy a mai világban tényleg lehet közönséget szédíteni holmi tudományos fantasztikummal. Bőven akadnak „Galaxis diszkók", „UFO-bárok" és hasonlók, tényleg, miért is ne lehetne neki is egy. Pénze persze ehhez nincs. Mi lenne, ha összeállna valakivel, ő hozza a kocsmászati szakismereteit, a lendületét és fantáziáját, az ötletét; és a társa felesben megfinanszírozná a dolgot? Arról nem is szólva, hogy a pusztában semmihez sincs közönség, a régi kocsmát a legjobb lesz eladni, telekárban, épp kódorognak lakótelepépítő területvadászok, kitelik belőle a fél „Kocsma a relativitáselmélethez".

Eléggé akadékoskodó az új üzlettárs mint befektető. Várat csak szilárd alapokra lehet építeni. Rendben, relativitáselmélet, hát relativitáselmélet; micsoda az, és mi lesz, ha elszaporodnak a közönségben az akadémikusok? Hogy a kocsmáros, bár állítólag igazán otthonos a relativitáselméletben, de nem is fizikus? Valójában honnan az ötlet? Aha, két relativitáselmélet-tudor volt a rozsdaövezet-beli teljes vendégkör, és egyrészt rendszeres sörös önképzéseket tartottak, másrészt ők javasolták a dolgot. Hogy be kell szerezni szkafandereket, ufókat, extragalaxisokat, fekete lyukakat és invariánsokat. Rendben, egy próbát megér.

Majdnem minden volt, de igenis elvárható a szakszerűség, tényleg lehet vendég, aki elmarad, ha a lyuk nem is fekete, és nincs féreg a féregjáratban. Például nem lehet invariánst kapni. Tucat boltban próbálkozott a kocsmáros, annyi helyettes államtitkár el sem képzelhető a Hülye Nézések Minisztériumában, amennyi indignálódott pofáról volt kénytelen visszapattanni. És akkor kétségbeesve elkezdte keresni a két relativista vendégét. Ott a szakértelem, azok tudnak segíteni, az üzlettársnak lassan már kevés az ígérgetés, hogy majd jönnek; honnan a fenéből lehetne elővadászni bármiféle kontaktot hozzájuk? A Google, a Facebook nem segített, mert a „sör+relativitáselmélet"”keresésre felbukkanó képek között egy darab mérnök és fizikus sem volt, magát Einsteint kivéve.

És most a Csoda: ahol nagy a szükség, közel a segítség – itt a két fővendég! Be lesznek mutatva! Nem beszélt a levegőbe a kocsmáros, sosem volt szokása, igenis ő nem antigravitációs vagy örökmozgós szédelgő!

Lám csak, mi kell a boldogsághoz. Mi kellünk a boldogsághoz. Ezek a korsó sörök ingyen vannak, és amíg mi idejárunk, ingyen ihatunk akárhány korsó sört. Ebben a szeparéban fönntartott törzsasztalunk lesz, a legkényelmesebb zugban. De van pár feltétel. Szerzünk néhány mutatós invariánst, ez a kisebbik. A nagyobbik az volna, hogy... A befektető üzlettárs úrnak ugyan nem lehetne túl nagy a szája, hiszen csak a felét állja az induló tőkének, mégis hajlamos kényelmetlen kérdéseket feltenni... Ő arra is hajlandó volt, hogy elolvassa a Galaxis útikalauzt, tehát...

Sörért relativitáselméletet. Korábban a mérnökkel már eljutottunk odáig, hogy a sör és a relativitáselmélet a mélyben valószínűleg összefüggenek. Azért nem gondoltuk volna, hogy ilyen szorosan.

– Drága uraim, nekem nagyon szűk az időm. Aránylag gyorsan meg kellene tudnom, mi a nyavalya az a relativitáselmélet, jó-e a vendégeknek, és melyik sör illik hozzá a leginkább.

– Mennyire gyorsan?

– Holnapig. Jön a társam, aki abban van, hogy én a relativitáselméletet is hozzáadom a bizniszhez.

– Azaz ma kellene? Mennyi ideje van?

– Olyan fél órám.

– Érdekes didaktikai probléma.

– Most már, ezzel a didaktikával

– A didaktika oktatástan. A barátom elérte, hogy én pár évtizeddel később ugyan, de megértettem olyasmiket, amikből egykor, fél napi felkészüléssel, simán átmentem a szigorlaton.

– Ön járt egyetemre?

– Igen, az Orvosegyetemre.

– És mire emlékszik belőle?

– Nem sokra, pedig napokig rohadtam ott. Még az orvos nevére sem, aki műtött. Ma állítólag már nem vágják föl az ember hasát, csak kis lyukakat fúrnak bele, amiken fölfújják, és hálókat raknak be a szakadásra. Mi a fenét néz így?

– Hogy nézek?

– Mint aki az utolsó kenetet jött föladni. Jaaa, na menjen a jó büdös...

– Dehogy

– A jó édesanyját sajnálgassa.

– Na nyugi, nyugi. Nem akarja magát senki lesajnálni. Egyébként valahol olvastam, hogy a jó vezető mindig paranoiás.

– Mit szólnak hozzá, nem jártam egyetemre. Érettségim sincs. Élelmiszeripari szakközépbe jártam, harmadikban maradtam ki. Ha a relativitáselmélet csak a diplomásoké, akkor szarok rá. Min vigyorog, mint kannibál, aki hittérítőt lát?

– Na idefigyeljen. Magának kell a relativitáselmélet, mert úgy kell tennie, mint aki érti, számításba sem véve, hogy ez tényleg bekövetkezhet egyszer. Ha mi némi sört kapunk, hogy hozzásegítsük, az egyrészt teljesen korrekt üzlet, másrészt egy szép virág, amely abból a magból sarjadt ki, hogy a barátomnak én fizettem a söreit ugyanezért. Mert mit szól hozzá: nekem van mérnöki diplomám, jó puha papíron, és abból nem következett, hogy lett volna bármi érdemi sejtésem a relativitáselméletről. Maga itt most a romos egóját próbálja megvédeni, két, nyilvánvalóan elvadult értelmiségi közellenség ellenében, holott a kutya se támadta meg. Csak nyugodtan, nem akarjuk ebben zavarni. De én tudok valamit a saját történetem alapján, amit maga még nem sejt.

– ???

– Én ma gazdasági területen dolgozom, és emberekkel foglalkozom. Akármi legyek, ha maga is nem pont ugyanezt csinálja, akármilyen iskolából szalajtották is. Most azt hiszi, hogy majd gyorsan megtanítjuk a relativitáselméletre, és villoghat, és vígan nyerészkedhet, és bennünket is feltűz a hajtókájára, pici üzleti ömlengésért és a buggyant söréért cserébe. Mi is tudjuk, mit kap egy órára egy mekis.

– És ezen vigyorog? Miért, maga szerint mi a történet?

– A barátomról azt gondoltam, amikor még nem is volt a barátom, hogy nagyarc; és hogy bosszantsam, azt találtam mondani neki, hogy nem hiszek a relativitáselméletben. Képzelje: a dolog abba torkollt, hogy már a legjobb barátom.

– ... ...Most kicsit le kell menjek, maradnak még?

Hát, ha ez az ember egyszer nekiáll a relativitáselméletnek, úgy megy el mellettünk, mint a rakéta. Volt már autodidakta világnagyság más is a relativisztikus fizikában.

– Lesz az a fél óránk.

18. fejezet

Idődilatáció addig is

– Nagyon gyorsan magyarázd el, miért megy össze egy vonat menet közben. Mielőtt ez visszajön. És körülbelül úgy, ahogy neki fogjuk.

– Jó, de akkor kapaszkodj. Faraday kísérletesen vizsgálta a 19. században a korszak legizgalmasabb fizikai területét, az elektromágnességgtant.

– Miért volt ez a legizgalmasabb?

– Mert egészen közel volt a technikai, tehát üzleti alkalmazásokhoz. Tegnap megértik, ma már a mindennapi élet része. Épp, mint a kvantummechanika a 20. században, vagy a relativisztikus égimechanika és a molekuláris biológia ma.

– És holnap?

–A kvantuminformatika és a mesterséges intelligencia. De így soha nem lesz vonatrövidülés. Megfigyelted már, hogy a kocsmáros nem locsog?

– Bocsánat.

– Szóval Faraday föladta a labdát Maxwellnek, aki lecsapta: a jól mérhető és definiálható elektromos és mágneses mennyiségekkel fölírta a szép, szabályos és egyszerű elektromágneses mezőegyenleteket, amelyek képesek leírni a teljes elektromágnességet, meg kell adni az elektromágneses anyagfajták eloszlását, és abból ki lehet számítani, hol és micsoda várható az efféle jelenségek körében. Például ha két ellentétes töltésű testet elhelyezek itt meg ott, azok vonzani fogják egymást, ennyire meg annyira. Vagy ha korábban szorosan együtt volt két egyforma, ellentétes előjelű töltés, akkor egy távolabbi harmadik semmi

elektromosságot nem érzékelt, de ha valami eltávolította az első kettőt egymástól, egyszeriben fölkapta a fejét: „nini, elektromos töltések vonzanak, a közelebbi velem ellentétes, jobban vonz, a távolabbi azonos, és taszít ugyan, de kevésbé: először is nevezzük ezt megosztásnak, másodszor pedig induljunk el feléje". Ezért ugrik rá a papírszelet a megdörzsölt fésűre, ötös, kisfiam. Eddig rendben?

– Igen.

– A tömegvonzás is kölcsönhatás, de nem tűnik fel a hétköznapokban, hogy valami egyszer csak megváltozik. Az elektromágnességben viszont igen, és mindjárt felvetődik, hogy annak a hatása távolabb nem érvényesül azonnal. Hogy a hatásoknak terjedési sebességük van. Ezért indult a kölcsönhatások térbeli leírásának forradalma az elektromágnességgel. Mármost a Maxwell-egyenleteknek van egy rezgés-megoldásuk, ami megfelel a fényhullámnak. Ez sík formájában terjed, fénysebességgel, és ez a sebesség ugyanakkora, bármerre halad is a fény a megfigyelőhöz képest.

– Jól van, na és?

– Az a kérdés merült fel, hogy ha a fény, amint minden más, addig ismert hullámszerű jelenség, például a vízhullám, *valaminek* a rezgése, akkor ez nem lehetséges. Mert például bedobok egy követ a vízbe, akkor mindjárt van egy halom hullámom, amik egymással kört formálnak, azaz meg lehet vizsgálni, hogyan terjednek a vízhullámok a vízen az összes irányokba. Egyforma sebességgel, amíg én magam a vízhez képest nem mozgok. De ha például motorcsónakkal megyek az egyik irányba, az is lehet, hogy hullámheggyel együtt utazom, tehát onnan nézve a vízhullám áll, a kör átellenes részén pedig hozzám képest elmarad, a terjedési sebessége kétszeresével.

– Hozzám képest. De ténylegesen?

– Elfelejtetted, hogy már rájöttél: a busznak sincs saját sebessége. Csak viszonylagos sebességek vannak.

– Tényleg. De még nem világos, miről is van szó.

– A Maxwell-egyenletek tehetetlenségi rendszerben érvényesek, azok pedig egyenrangúak, tehát a végtelen sok, egymáshoz képest bármilyen egyenes vonalú egyenletes sebességgel mozgó vonatkoztatási rendszerből nézve pontosan ugyanolyan alakúak. Nemcsak abban a rendszerben, amelyben az elgondolt hullámzó közeg áll. Mintha a vízbe dobott kő keltette körhullám a motorcsónakkal, bármerre veszi is az irányt, mindig együtt menne. A fény tehát nem „valaminek a rezgése", hanem bárhonnan nézve ugyanakkora sebességgel haladó síkhullám. Ezer kísérlettel próbáltak mögéje közeget találni, amelyhez képest

lehetne állni, vagy valamerre mozogni, de nem sikerült. Ezt jelenti az a talányos kifejezés, hogy „éter nincs”, és most nem a krimik bódító folyadékáról van szó, hanem valamiféle közegről, ami hasonlóan illékony, megfoghatatlan.

– A kocsmáros itt már rég elveszti a fonalat.

– Majd meglátjuk.

– Úgy mondjad, ahogy neki fogod mondani.

– Jó. Ül egy ember a vonatban, és lézeres távmérővel megméri a fülke magasságát. Ez nagyon egyszerű: villant egyet a padlón, függőlegesen fölfelé, és megméri azt az időt, ami addig eltelik, amíg a fény fölérkezik a kocsi tetejére. A fénysebesség ismeretében ebből simán kiszámítja a magasságot.

– Eddig rendben.

– Nézem ugyanezt a peronról. Látom a villanást alul is, felül is. Én is megmérhetem a saját órámon, vagy, mert a vonat közben odébb ment, olyan megfigyelők egyikének az óráját is bevonva, akié az enyémmel együtt jár, hogy mennyi idő alatt érkezett föl. Szerinted mennyit mérünk?

– Ugyanaz a fény ment föl, kívülről nézve is.

– Csak hosszabb úton: nem függőlegesen, hanem átlósan, függőlegesen ugyanannyit, de vízszintesen annyit, amennyit közben a vonat odébb ment. Ez egy derékszögű háromszög, kívülről nézve a fény az átfogóján haladt. Ki tudod számítani az útja hosszúságát, kívülről nézve.

– Persze, Pitagorasz-tétel.

– Akkor most mondd ki, mit állítanak a Maxwell-egyenletek. Mindent tudsz.

– ... Na ez volt az, amit a relativitáselméletben nem hittem el. Végre világosan meg tudom fogalmazni.

– ???

– Mivelhogy az eddigekből az következik, hogy ugyanaz a fény belülről nézve is, kívülről nézve is ugyanazzal a sebességgel halad. Tehát a belnézetbeli függőleges befogót, a kocsi magasságát ugyanolyan sebességgel teszi meg, mint a külnézeti átfogót. Ez csak úgy lehetséges, ha kívül több idő telik el, mint belül. A külső óra siet a belsőhöz képest. Az idő: nem telik mindenütt egyformán.

– Ez a helyzet! Méred valamilyen jelenség időtartamát, a vonatkoztatási rendszeredben összeállított órákkal. Onnan nézve, ahol ehhez több óra kell, mert hozzád képest mozog a jelenség, több idő telik

el. Pontosan ki tudod számítani, mennyi az átváltási szorzó: a vonatos példa Pitagorasz-tétele a kulcs.

– Jön felfelé a lépcsőn a kocsmáros. Sosem fogom megtudni, mitől látszik rövidebbnek a gyorsvonat az álló peronról.

– Azt fogja hinni, hogy te már tudod.