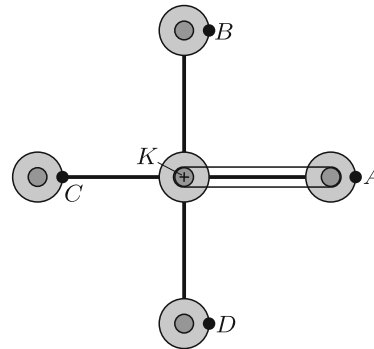


Fizika gyakorlatok megoldása

G. 666. Az ábrán egy vidámparki szó-rakoztatószerkezet vázlata látható. A középső, nagy henger egyenletesen forog körbe. A rajta lévő négy rögzítőkar segítségével négy tengelyezett, kör alakú „gondola” is körbejár. Minden gondola közepéhez egy-egy korongot rögzítettek, melyek ugyanúgy vannak tengelyezve, mint a gondola. A gondolák közepén lévő korongok csúszásmentes szíjáttétel segítségével csatlakoznak a szerkezet közepén található K koronghoz, ami rögzített, tehát egyáltalán nem forog. (Az ábrán – az áttekinthetőség kedvéért – csak az egyik gondolánál tüntettük fel ezt a szíjat.)



Az A , B , C és D pontok egy-egy utast ábrázolnak. Milyen pályán mozognak az utasok? Hogyan változik a közöttük lévő távolság a forgás közben? (A szerkezet vízszintes síkban forog, a tengelyek mind függőlegesek.)

(4 pont)

Amerikai feladat nyomán

Megoldás. A középső henger valamilyen ütemben (valamekkora szögsebességgel) forog. A K korong a gondolákhoz képest ugyanekkora szögsebességgel forog, de *ellentétes* irányba. Így amennyit a középső henger elfordul az egyik irányba, ugyanannyit fordul el mindegyik gondola a nagy hengerhez képest a másik irányba. A talajhoz képest tehát a gondolák *nem forognak*.

Ez azt jelenti, hogy a mozgás során mindegyik utas (a felülnézeti ábrának megfelelően) a gondola jobb szélénél marad, és így az utasok közötti távolság nem változik. Mindegyik utas ugyanazon a körpályán mozog, azon egy negyedkörívnyi útkülönbséggel követik egymást. A körpálya középpontja nem esik egybe a K korong középpontjával, ahhoz képest a gondolák sugarával megegyező mértékben jobbra eltolódott pontban van.

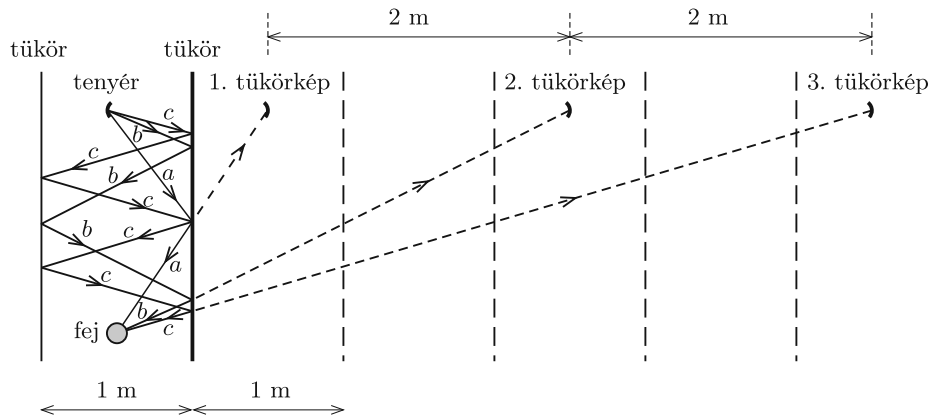
Kovács Alex (Szegedi Radnóti M. Kís. Gimn., 9. évf.)

38 dolgozat érkezett. Helyes 13 megoldás. Kicsit hiányos (3 pont) 3, hiányos (1–2 pont) 16, hibás 6 dolgozat.

G. 671. Két nagy méretű, függőleges síkú síktükör egymással párhuzamos, a tükrök egymás felé néznek, a közöttük lévő távolság 1 m. Ha a két tükör között középen állva oldalra kinyújtott tenyerünk tükörképére nézünk az egyik tükörben, akkor igen sok képet látunk. Milyen távolságra vannak egymástól a tenyerünk tükörképei? (3 pont)

Megoldás. A kezünk tükörképeit úgy fogjuk látni, mintha a tenyerünk irányába eső tükör mögött egy sorban helyezkednének el.

Az alábbi ábra felülnézetből ábrázolja a tükörket, a tenyerünket és a fejünket, vagyis a szemünk helyzetét. (Az ábra *nem* méretarányos.)



Az egyszer vagy többször tükröződő fénysugarak a szemünkbe jutva a kezünk látszólagos képeit hozzák létre. Csak a jobb oldali (vastagabb vonallal jelölt) tükör felé induló fénysugarak hozhatják létre a *tenyerünk* képét, a balra induló fénysugarak pedig a kézfejünk képét. (Ez utóbbiakkal nem foglalkozunk.)

Az *a* jelű vonal az első tükröződést jelöli. Itt csak egyszer tükröződik vissza a tenyerünkről kiinduló fénysugár, így jut el a szemünkbe. Ha a megfelelő tükörré tengelyesen tükrözzük a tenyert, akkor megkapjuk a látszólagos képének helyét.

A második, *b* jelű esetben a mögöttünk lévő tükörből is egyszer visszaverődik a fény. Itt három tengelyes tükrözéssel meghatározhatjuk a tenyerünk látszólagos képének helyzetét.

Ugyanezt elvégezhetjük úgy, hogy a mögöttünk lévő tükörből kétszer verődjön vissza a fény, ez a *c* eset. Itt öt tengelyes tükrözéssel lehet megkapni a tenyerünk látszólagos képének helyét. Leolvasható az ábráról, hogy a szomszédos tükörképek közötti távolság pontosan 2 m lesz.

Kis-Bogdán Kolos (Pécsi Janus Pannonius Gimn., 10. évf.)

37 dolgozat érkezett. Helyes 10 megoldás. Kicsit hiányos (2 pont) 3, hiányos (1 pont) 17, hibás 7 dolgozat.

G. 674. *Budapest és Veresegyház között munkanapokon kétféle vonat közlekedik: az egyik személy, a másik gyorsított személy. Internetes menetrend (pl. elvira.mav-start.hu) alapján állapítsuk meg mindkét járat átlagsebességét! Hogyan változnak az átlagsebességek, ha a vonatok a menetrendtől eltérően 10 percig várakoznia kell a szemből érkező, késésben lévő ellenvonatra?*

(3 pont)

Megoldás. Nézzük meg az interneten az elvira.mav-start.hu oldalt, és válasszuk ki valamelyik személyvonat menetrendjét. Láthatjuk, hogy Budapest-Nyugati és Veresegyház között a távolság $s = 27$ km. Az egyik személyvonat pl. 9:00-kor indul és 9:48-kor érkezik meg Veresegyházra, a menetidő (beleszámítva az állomásokon töltött időket is) $t = 48$ perc, azaz 0,8 óra. A személyvonat átlagsebessége:

$$v_{\text{átlag}} = \frac{s}{t} = \frac{27 \text{ km}}{0,8 \text{ h}} \approx 34 \frac{\text{km}}{\text{h}}.$$

Tekintsünk most egy gyorsított személyvonatot, pl. ami 16:33-kor indul a Nyugatiból és 17:10-kor érkezik meg Veresegyházra, a menetideje 37 perc, azaz 0,62 óra. A gyorsított személyvonat átlagsebessége:

$$v_{\text{átlag}} = \frac{s}{t} = \frac{27 \text{ km}}{0,62 \text{ h}} \approx 44 \frac{\text{km}}{\text{h}}.$$

Ha a személyvonat az útja során 10 percet várakozik valahol az ellenvonattárra, akkor a teljes menetidő 58 percre (azaz 0,967 órára) növekedik, így a vonat átlagsebessége:

$$v_{\text{átlag}} = \frac{s}{t} = \frac{27 \text{ km}}{0,967 \text{ h}} \approx 28 \frac{\text{km}}{\text{h}},$$

ha pedig a gyorsított személyvonat várakozik 10 percet, akkor menetideje 47 percre (0,78 órára) nő, így az átlagsebessége:

$$v_{\text{átlag}} = \frac{s}{t} = \frac{27 \text{ km}}{0,78 \text{ h}} \approx 35 \frac{\text{km}}{\text{h}}.$$

Hrubby Lili (Budapest, ELTE Trefort Ágoston Gyak. Gimn., 10. évf.)

29 dolgozat érkezett. Helyes 18 megoldás. Hiányos (1–2 pont) 9, hibás 2 dolgozat.

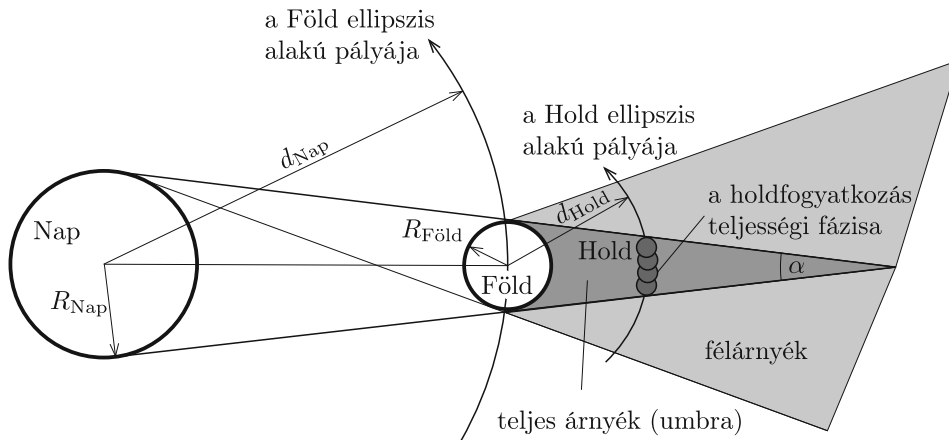
G. 676. 2019. január 21-én hajnalban Magyarországról jól látható teljes holdfogyatkozás volt, ami valamivel több, mint egy órán át volt élvezhető. Mitől függ, hogy mennyi ideig tart a holdfogyatkozás teljességi fázisa?

(4 pont)

Megoldás. Holdfogyatkozás akkor következik be, amikor a Hold a Föld árnyékába kerül. Teljes holdfogyatkozáskor (ez a holdfogyatkozás teljességi fázisa) a Hold teljes terjedelmében az „umbrában” (a Föld teljes árnyékában) tartózkodik (lásd az 1. ábrát). Ez teliholdkor történhet, amikor – ha nincs holdfogyatkozás – a Hold egy fényes körnek látszik.

A teljességi fázis időtartamát több tényező is befolyásolja:

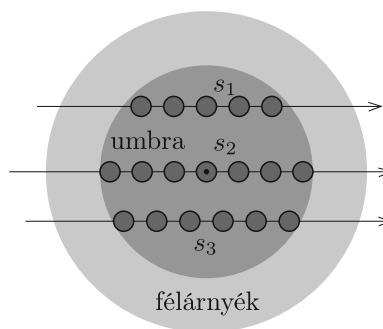
1. A Föld–Nap távolság változik, hiszen a Föld nem kör, hanem ellipszispályán kering. Az ábrán látható α szög annál kisebb, minél messzebb van a Föld a Naptól. Az α szög nagyságát a Nap sugara (R_{Nap}), a Föld sugara ($R_{\text{Föld}}$) és a Nap–Föld távolság (d_{Nap}) aktuális értéke egyértelműen meghatározza. Ha a d_{Nap} távolság nő, a Hold pályájának az umbrába eső része (annak ívhossza) is nő, és emiatt a Holdnak az árnyékban való tartózkodásának ideje is nő.



1. ábra (nem méretarányos)

2. A Hold is ellipszispályán mozog, tehát a Föld–Hold távolság (d_{Hold}) is állandóan változik. Szuperholdkor, amikor d_{Hold} a legkisebb (vagy ahhoz közeli érték), a Hold hosszabb íven halad az umbrában, ettől a holdfogyatkozás ideje nagyobb lenne, viszont ilyenkor nagyobb sebességgel halad, és ez önmagában az időtartam csökkenését eredményezi. A két ellentétes hatás közül az utóbbi, a Hold keringési sebességének változása a jelentősebb.

3. A Hold pályasíkja nem esik egybe a Föld pályasíkjával (az ekliptikával), azzal kb. 5° -os szöveget zár be, emiatt van csak ritkán hold- és napfogyatkozás, hiszen a Hold nem minden hónapban halad át az umbrán. Ha mégis áthalad azon, nem biztos, hogy eléri a Nap–Föld egyenest, vagyis a kúp alakú umbra szimmetriatengelyét. Az umbra tengelyének irányából nézve a Hold egy kör alakú árnyékszónán haladhat keresztül, és az áthaladás ideje nyilván függ attól, hogy milyen közel kerül a Hold ehhez a szimmetriatengelyhez. Ezt szemlélteti a 2. ábra, amely a Hold három lehetséges „pályáját” mutatja, azonos időközökben készült felvételeken. Láthatóan $s_2 > s_3 > s_1$, tehát az s_2 útvonalhoz tartozik a legtovább tartó holdfogyatkozás.



2. ábra (nem méretarányos)

4. A Föld keringése miatt az umbra is mozog, és mialatt a Hold áthalad rajta az árnyékvóna határai is elmozdulnak. Ez is befolyásolja a holdfogyatkozás teljeségi fázisának időtartamát.

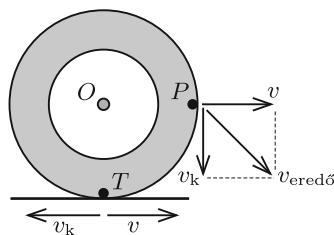
Juhász Márk Hunor (Kecskemét, Katona J. Gimn., 9. évf.),
Sárvári Borka Luca (Dunakeszi, Radnóti M. Gimn., 9. évf.) és
Szölőssi Gergely (Budapest, Városmajori Gimn., 9. évf.)
 dolgozata alapján

26 dolgozat érkezett. Helyes 9 megoldás. Kicsit hiányos (3 pont) 6, hiányos (1–2 pont) 7, hibás 4 dolgozat.

G. 678. *Egy autó 36 km/h sebességgel halad a városban, miközben kerekei tisztán gördülnek. Mekkora a kerék legelöl lévő pontjának a talajhoz viszonyított sebessége?*

(3 pont)

Megoldás. Az autó egésze, és így valamelyik kiválasztott kerekének O tengelye is a talajhoz képest



$$v = 36 \frac{\text{km}}{\text{h}} = 10 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

sebességgel mozog vízszintesen előre.

Mivel az autó kerekei tisztán gördülnek, a kerek haladási sebessége megegyezik a kerületi pontjainak a tengelyhez viszonyított v_k kerületi sebességével, vagyis $v = v_k$. Jól látszik ez az ábrán, a talajjal érintkező, tehát éppen mozdulatlan T pont eredő sebességének eltűnéséből.

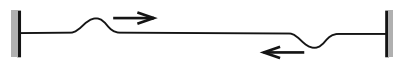
A kerék legelöl lévő P pontja a talajhoz képest a forgásból és a haladásból származó sebességvektorok összegének megfelelő sebességgel mozog. A kerületi sebességvektora függőlegesen lefelé, a talaj irányába mutat, a haladási sebességvektora pedig a talajjal párhuzamosan előre. Mivel ezek a vektorok egyenlő nagyságúak és egymásra merőlegesek, az eredőjük

$$v_{\text{eredő}} = \sqrt{2}v \approx 14 \frac{\text{m}}{\text{s}} \approx 51 \frac{\text{km}}{\text{h}}$$

nagyságú, iránya pedig a vízszinteshez képest 45° -os szögben lefelé mutat.

Több dolgozat alapján

79 dolgozat érkezett. Helyes 53 megoldás. Kicsit hiányos (2 pont) 1, hiányos (1 pont) 15, hibás 8, nem értékelhető 2 dolgozat.

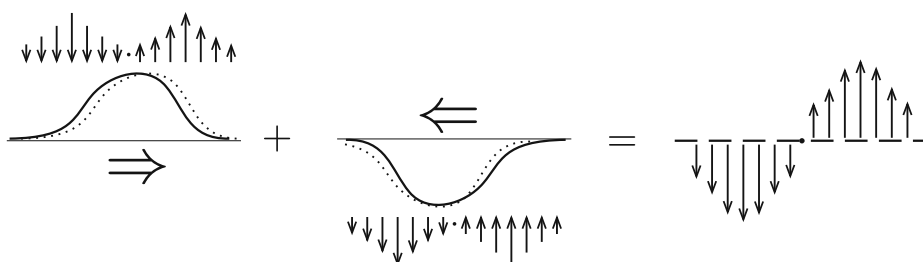


G. 680. *Egyszerre megrántjuk egy kifeszített gumikötél mindkét végét, az egyiket felfelé, a másikat lefelé. Így két hullám indul el egymás felé az ábrán látható módon.*

A két szimmetrikus hullám azonos nagyságú energiát szállít. A két jel találkozásakor a gumikötél egy pillanatra egyenessé válik. Hová tűnik ekkor a két hullám energiája? Áthaladnak-e egymáson a jelek, vagy végleg kioltják egymást?

(4 pont)

Megoldás. Nézzük meg a gumikötelet egy pillanattal azelőtt, hogy egyenessé válik. Az ábrán ezt az alakot mutatja a folytonos görbe, az egyenessé válás pillanatát pedig a szaggatott vonal. A nyilak a gumikötél egyes darabkáinak sebességére utalnak. Rövid idővel később a hullámok a pontozott vonallal jelölt alakot mutatják. A sebességek nagyságát a folytonos görbe és a pontozott görbe közötti különbségből olvashatjuk le.



Az egyenessé válás pillanatában a jobbra és a balra haladó hullám kitérései is és a sebességek is „összeadódnak” (*szuperponálódnak*). A kötélt egyes darabkái tehát mozgásban lesznek, a két hullám energiája nem tűnik el, hanem mozgási energia formájában lesz jelen.

Ha a találkozás után egy pillanattal később nézünk a kötéltre, akkor egy ahhoz hasonló görbét látunk, mint amelyet az ábrán a pillanatnyi sebességvektorok végpontjai rajzolnak ki. A találkozó hullámok tehát nem oltják ki egymást, a két jel az eredeti irányba halad tovább. A két szimmetrikus hullám zavartalanul áthatol egymáson.

Hasonló jelenséget figyelhetünk meg akkor is, amikor két követ dobunk az addig mozdulatlan vízbe. A hullámok itt is „átmennek egymáson”. A találkozásukkor a gumikötélben lévő rugalmas energia (vízhullámoknál a kitéréssel arányos gravitációs helyzeti energia) mozgási energiává alakul. Amikor a hullámok szétválnak, a mozgási energia egy része visszaalakul helyzeti energiává, és a kötélt (vagy a vízfelszín) megfigyelhető kitérülésével a hullám ismét láthatóvá válik.

Sebestyén József Tas (Budapest, Baár-Madas Ref. Gimn., 8. évf.) és
Szirmai Dénes (Budapest, Szilágyi E. Gimn., 10. évf.)
 dolgozata alapján

47 dolgozat érkezett. Helyes Láng Erik, Schmercz Blanka, Sebestyén József Tas, Szirmai Dénes és Tóth Dominik megoldása. Kicsit hiányos (3 pont) 5, hiányos (1–2 pont) 18, hibás 18, nem értékelhető 1 dolgozat.