bontása, azaz legalább milyen távol vannak egymástól azok a rácssíkok, amelyek segítségével még éppen előállhat diffrakció?

2. A fenti berendezéssel egy tércentrált kocka (más néven tércentrált köbös) szerkezetű, 613 pm rácsállandójú kristályt vizsgálunk. Adjuk meg a fő kristálytani tengelyekre (az elemi cellák éleire) merőleges rácssíkokon keletkező elhajlási maximumok ϑ pozícióit!

3. Ugyanezen a mintán egy másik rácssíksereghez öt elhajlási maximum tartozik, melyek közül a legmagasabb rendű 62,65°-ot zár be a síkokkal. Azonosítsuk a megfelelő rácssíksereget!

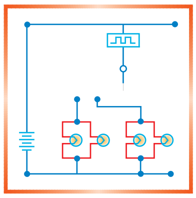
Megoldások

1. A Bragg-egyenletnek nincs megoldása, ha $d \leqslant \lambda/2$, tehát a berendezéssel csak azok a rácssíkok „láthatók”, amelyek távolsága legalább 77 pm.

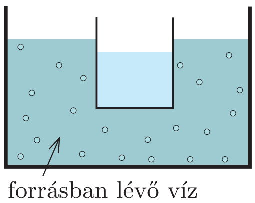
2. Az elemi cellák éleire merőleges rácssíkokokat a cellák párhuzamos alsó, illetve felső lapjai, és a cellák közepén átmenő síkok adják. Ezek távolsága az a rácsállandó fele: $d = a/2$. Ilyen adatokkal a Bragg-egyenletnek $n = 1, 2$, és 3 mellett van megoldása. Ezek rendre 14,5°, 30,2° és 48,9°.

3. A megadott szöggel $n = 5$ mellett $d = 433{,}45$ pm adódik, azaz $d = 0{,}7071\,a \simeq \simeq a/\sqrt{2}$. Ekkora az elemi cellák lapátlóira merőleges rácssíkok távolsága.

Woynarovich Ferenc
Budapest



Fizika gyakorlatok megoldása



G. 781. *Forraljunk vizet egy nagy lábosban a tűzhelyen. Tegyünk egy vékonyfalú pohárba csapvizet, majd merítsük a forrásban lévő vízbe úgy, hogy az sehol se érintkezzen a lábos falával. Felforr-e a pohárban a víz, ha elegendően hosszú ideig várunk?*

(*3 pont*)

Megoldás. Hanyagoljuk el a pohár fala, illetve a levegő okozta hőveszteséget. A lábosban lévő víz csak akkor tud energiát (hőt) átadni a pohárban lévő csapvíznek, hogyha köztük hőmérséklet-különbség van. Ezért a belső pohárban lévő csapvíz tetszőlegesen meg tudja közelíteni a 100 °C-ot, azonban azt sosem éri el. Ráadásul a pohárban lévő víz elforralásához a lábosban lévő víznek még a forráshőt is biztosítania kellene, de ezt hőmérséklet-különbség nélkül (hőátadás hiányában) nem teheti meg. Tehát a pohárban lévő víz biztosan nem forr fel.

Klement Tamás (Pécs, Leőwey Klára Gimn., 9. évf.)

22 dolgozat érkezett. Helyes 19 megoldás. Hibás 3 dolgozat.

G. 782. *Egy kerékpár egyenletesen,* 3 m/s *sebességgel halad vízszintes úton. Kerekeinek átmérője* 70 cm. *Ábrázoljuk a kerék különböző helyzeteiben az egyik kerületi pont sebességvektorait és gyorsulásvektorait egy-egy közös pontból indulva, azaz készítsük el a sebesség- és gyorsuláshodográfokat.*

*(A hodográfról rövid cikk olvasható a KöMaL honlapján.** *)*

(*4 pont*) *Vermes Miklós* feladata nyomán

Megoldás. Tételezzük fel, hogy a kerékpár jobbra halad állandó, $v_0 = 3$ m/s nagyságú sebességgel, és a kerekei csúszásmentesen gördülnek. Az egyik kerék valamelyik kiválasztott kerületi pontjának sebességvektora a kerék tengelyének vízszintes $\boldsymbol{v}_\mathrm{t}$ sebességvektorából és a tengely körüli forgás $\boldsymbol{v}_\mathrm{k}$ kerületi sebességvektorából tevődik össze. Az *1. ábrán* a tengely transzlációs mozgásának sebességvektorát barna, a kerületi sebességeket pedig különböző időpontokban (a kiválasztott pont különböző helyzeteiben) kék nyilak jelölik. A talajjal érintkező A pontban a talajhoz viszonyított (eredő) sebesség nulla, emiatt

$$|\boldsymbol{v}_\mathrm{t}| = |\boldsymbol{v}_\mathrm{k}| = v_0,$$

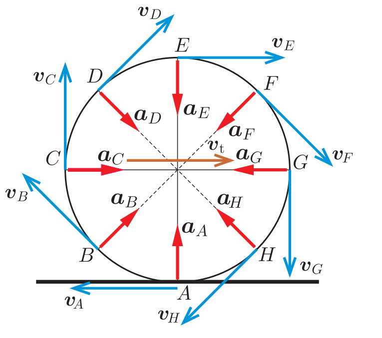
tehát az ábrán bejelölt valamennyi kék sebességvektor ugyanakkora nagyságú:

$$|\boldsymbol{v}_A| = |\boldsymbol{v}_B| = |\boldsymbol{v}_C| = \ldots = |\boldsymbol{v}_H| = |\boldsymbol{v}_\mathrm{k}| = v_0.$$

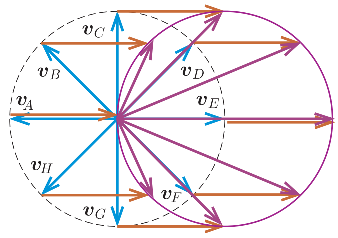
Az ábrán a kerék kiválasztott pontjának a gyorsulását is jelöltük (piros nyilakkal). Ezek iránya mindenféle lehet, de a nagyságuk ugyanakkora:

$$a_0 = \frac{v_0^2}{R} = 25{,}7\ \frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}^2},$$

hiszen a kerék sugara $R = 0{,}35$ m.



1. ábra

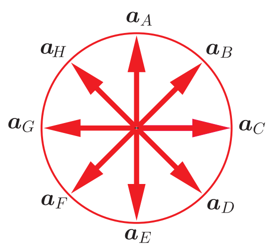


2. ábra

A sebességhodográfot úgy kapjuk meg, hogy a sebességvektorok kezdőpontját egy közös pontba toljuk el. A kerületi sebességek kéken jelzett vektorait egy pontból felmérve a vektorok végpontjai egy v_0 sugarú körön helyezkednek el (*2. ábra*). Ez

* `https://www.komal.hu/cikkek/cikklista.h.shtml`

a – szaggatott vonallal jelzett – kör lenne a sebességhodográf a kerékpárhoz rögzített vonatkoztatási rendszerben. A talajhoz viszonyított sebességeket úgy kapjuk meg, hogy a kék vektorokhoz hozzáadjuk (a végpontjukból felmérjük) a transzlációs mozgás vízszintes, barnával jelölt sebességvektorát. Az eredő sebességeket az ábrán lila nyilak jelölik. Ezek végpontjai egy ugyancsak v_0 sugarú kört „rajzolnak ki", amelynek középpontja azonban a kerékpár haladási irányában v_0-lal eltolódott a szaggatott vonalú körhöz képest (ha azonos pontból mérjük fel azokat). A gyorsuláshodográfot hasonló módon kapjuk: egy közös pontba toljuk el a gyorsulásvektorok kezdőpontját. A gyorsulásvektorok egyforma hosszúságúak, így a végpontjaik egy a_0 sugarú körön helyezkednek el (*3. ábra*).



3. ábra

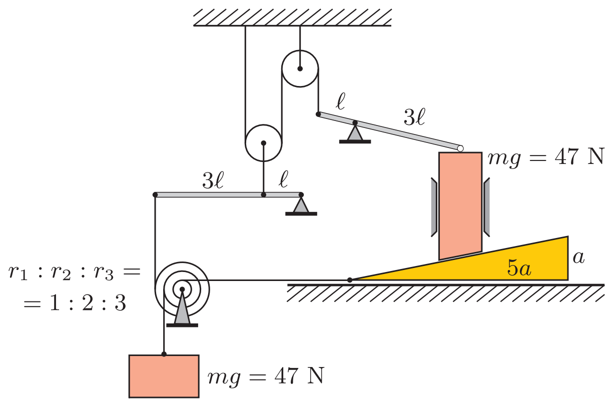
A kerékpár egésze (és így a kerekek tengelye) nem gyorsul, emiatt a gyorsuláshodográf ugyanúgy néz ki mind a kerékpárhoz, mind pedig a talajhoz rögzített vonatkoztatási rendszerben.

Hruby Laura (Budapest, Veres Pálné Gimn., 10. évf.)
dolgozatának felhasználásával

16 dolgozat érkezett. Helyes 11 megoldás. Kicsit hiányos (3 pont) 2, hiányos (2 pont) 3 dolgozat.

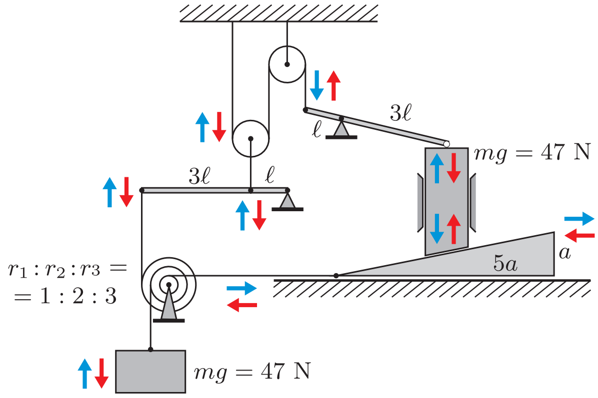
G. 784. *Az* alábbi ábrán *egyszerű gépek kavalkádját láthatjuk. A súrlódás, valamint a csigák és emelők tömege elhanyagolható. Melyik irányba indul el a legalsó test?*

(*4 pont*)



Megoldás. Tételezzük fel, hogy a legalsó test lefelé mozog. Rajzoljuk be az *ábrába piros* nyilakkal, hogy ebben az esetben a többi test milyen irányba fog mozogni! Kövessük nyomon a mozgásirányokat egészen az éken lévő testig úgy, hogy először a hengerkerékhez csatlakozó vízszintes, majd a függőlegesen felfelé haladó fonál mentén indulunk el.

A lefelé süllyedő alsó test a hengerkereket az óramutató járásával ellentétes irányban forgatja, emiatt az ék balra fog mozogni, a felette lévő test pedig *meg-*



emelkedik. Másrészt a hengerkerék forgása miatt az egyoldalú emelő és vele együtt a mozgócsiga lefelé, így a kétoldalú emelő bal oldala felfelé, a jobb oldali végpontja pedig *lefelé* mozdulna el. Ez azonban nem lehetséges, hiszen megállapítottuk, hogy az éken lévő test felfelé mozog. Ilyenfajta mozgás tehát nem jöhet létre.

Lehetséges-e, hogy az alsó test felfelé mozduljon el? Ebben az esetben az ábrán látható *kék* nyilak mutatják a mozgásirányokat. Ezek mindenhol ellentétes irányú-ak, mint a piros nyilak, tehát ez a mozgás sem lehetséges, mert az ék fölötti test aljának lefelé, a tetejének pedig felfelé kellene mozognia. Tehát ilyen mozgás sem jöhet létre.

Eddigi megfontolásaink során feltételeztük, hogy a fonalak a mozgás közben feszesek maradnak. Elvben elképzelhető lenne, hogy a csigákhoz és az emelőkhöz csatlakozó fonalak meglazulnak, nem fejtenek ki erőt, de az ék jobbra mozog, és a legalsó test emelkedik. Az energiaviszonyokat vizsgálva könnyen beláthatjuk, hogy ez az eset sem valósulhat meg. Ha ugyanis az éken lévő test s utat tenne meg, akkor a helyzeti energiája mgs-sel csökkenne, a másik test pedig $10\,s$-et emelkedne, tehát a helyzeti energiája $10\,mgs$-sel növekedne. Az egész rendszer helyzeti energiája megnőne, miközben még mozgási energia is megjelenne, tehát nem teljesülhetne az energiamegmaradás törvénye.

Megjegyzés. Ha az éken lévő test tömege – a feladatban szereplő adatokkal ellentétben – több mint 10-szer nagyobb lenne, mint az alsó test tömege, akkor az ék jobbra indulna el, miközben a fonalak egy része meglazulna.

Minden esetet megvizsgáltunk, akár azt tételeztük fel, hogy lefelé, akár azt, hogy felfelé mozog a legalsó test, mindig ellentmondásba ütköztünk. Ez azt jelenti, hogy semerre sem tud elmozdulni, az egyszerű gépek mindegyike nyugalomban marad.

Fehérvári Donát (Miskolc, Földes F. Gimn., 10. évf.) és
Klement Tamás (Pécs, Leővey Klára Gimn., 9. évf.)

10 dolgozat érkezett. Helyes 6 megoldás, hibás 4 dolgozat.