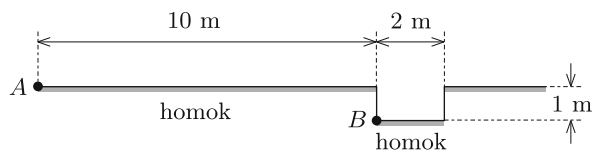


## A 2020. évi Kunfalvi Rezső Olimpiai Válogatóverseny elméleti feladatai\*

### Az első elméleti forduló feladatai (2020. június 2.):

**F1.** Az *ábrán* látható, homokkal borított talajon egy 2 m széles, 1 m mélységű gödör van, melynek alját szintén homok fedi. A gödör függőleges falai simák és merevek. Egy kis méretű, rugalmas golyót szeretnénk elhajítani a lehetséges legkisebb sebességgel a gödörtől 10 m-re lévő *A* pontból úgy, hogy a golyó a gödör alsó, hajítás felőli *B* pontjába érkezzon.

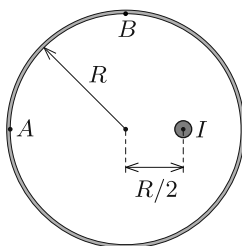


- Készítsünk vázlatos rajzot a golyó optimális pályájáról! Indokoljuk is a rajzot!
- Mekkora az a legkisebb hajítási sebesség, amellyel a *B* pontot eltalálhatjuk?

**F2.** Egy igen hosszú, egyenes áramvezető huzalt átfűzünk egy hosszú, vékony falú, szupravezető anyagból készült,  $R$  sugarú csővön. A huzal tengelye párhuzamos a cső tengelyével, a közöttük lévő távolság  $R/2$ . A huzalban folyó áram erőssége  $I$ .

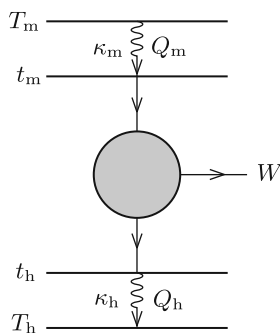
- Mekkora az áramvezető huzal egységnyi hosszára ható erő?
- Mekkora a  $J = I/\ell$  vonalmenti áramsűrűség a szupravezető cső belső felületén, az *ábrán* jelölt *A* és *B* pontokban?
- Mekkora a vonalmenti áramsűrűség a cső külső felületén?

*Útmutatás:* A szupravezető anyag belsejébe a mágneses tér nem hatolhat be.



**F3.** A valódi termodinamikai gépek hatásfoka általában jóval az ideális Carnot-hatásfok alatt marad. Ennek egyik fő oka, hogy Carnot-gép esetén feltételezzük, hogy minden termodinamikai folyamat nagyon lassan, reverzibilis módon megy végbe, míg valódi termodinamikai gépeknél a hőfelvételnél, hőleadásnál nagy szerepe van a hővezetésnek, ami *irreverzibilis* folyamat. Egy valódi termodinamikai gép működésekor szükségszerűen fellépnek belső disszipatív folyamatok is, amik rontják a hatásfokot.

A probléma modellezéséhez tekintsük az *ábrán* látható Carnot-hőerőgépet. A  $t_m$  és  $t_h$  „belső” hőmérsékletek ( $t_h < t_m$ ) között egy „belső”, reverzibilis Carnot-gép működik, mely hővezetés útján csatlakozik a  $T_m > t_m$  hőmérsékletű meleg, illetve a  $T_h < t_h$  hőmérsékletű hideg („külső”) hőtartályokhoz. A hőtartályok és a belső Carnot-gép közötti hőáram erőssége (azaz a hőátadás üteme) a hőmérséklet-különbséggel arányos, az arányossági tényezők a meleg és a hideg oldalon rendre  $\kappa_m$ , illetve  $\kappa_h$ . A külső hőtartályok hőmérséklete állandónak tekinthető.



\* A feladatok megoldását a KöMaL októberi számában közöljük. A későbbi versenyekre készülők a feladatok önálló megoldásával ellenőrizhetik tudásukat és esélyeiket. (– A Szerk.)

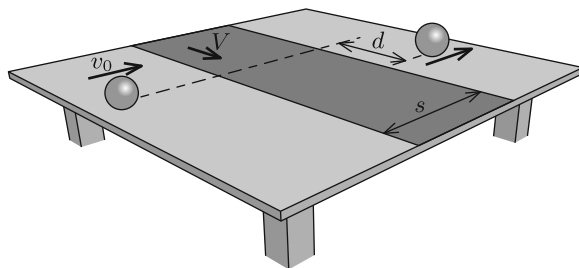
a) Adott külső hőmérsékletek mellett hogyan függ a Carnot-gép által szolgáltatott mechanikai teljesítmény a belső gép  $\eta$  hatásfokától?

b) A belső gép milyen  $\eta^*$  hatásfoka mellett maximális a gép által leadott mechanikai teljesítmény?

**A második elméleti forduló feladatai (2020. június 3.):**

**F4.** Egy vízszintes kísérletezőasztal középső sávját egy állandó  $V$  sebességgel mozgó,  $s$  szélességű (végtelenített) gumiszalag képezi, amely pontosan illeszkedik az asztallap nyugvó felületéhez. A futószalag szélére merőlegesen egy tömör gumi-

labdát indítunk tisztán gördítve  $v_0$  kezdősebességgel. Azt tapasztaljuk, hogy amikor a labda a futószalag elhagyását követően már újra tisztán gördül, eredeti mozgásirányával párhuzamosan halad.

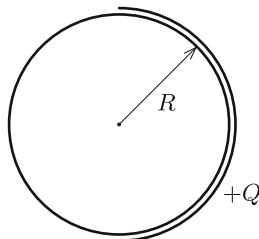


Mekkora  $d$  távolsággal tolódott el a labda pályája a futószalaggal párhuzamos irányban? (A súrlódási együttható a vízszintes felületek és a labda között nagy, így a csúszva gördülő mozgások időtartama  $s/v_0$ -nál sokkal kisebb.)

**F5.** Egy vékony, fémből készült,  $Q$  töltésű félgömbhéjat egy töltetlen,  $R$  sugarú fémgömb közelébe viszünk az *ábrán* látható módon. A fémgömb sugara egy kicsit kisebb, mint a félgömbhéjé.

a) Adjuk meg a gömb és a félgömbhéj felületén kialakuló töltéseloszlást!

b) Mekkora a félgömbhéjra ható elektromos erő?



**F6.** Egy gömb alakú,  $R$  sugarú bolygón a légkör törésmutatóját (a felszínhez közel) jó közelítéssel az

$$n(h) = n_0 \frac{R}{R+h},$$

formula adja meg, ahol  $h$  a bolygó felszínétől mért magasság,  $n_0$  állandó. Egy keskeny lézerefényyalábot indítunk a felszíntől mért  $h_0$  magasságból a vízszinteshez képest  $\theta$  irányban a felszín felé.

a) Milyen alakú a fénynyaláb pályája?

b) Mennyi idő alatt éri el a fénynyaláb a bolygó felszínét? (A vákuumbeli fénysebesség  $c$ .)

c) Határozzuk meg a  $\theta$  szöveget, ha az a pont, ahol a fény eléri a bolygó felszínét pontosan az indítási pont alatt helyezkedik el!