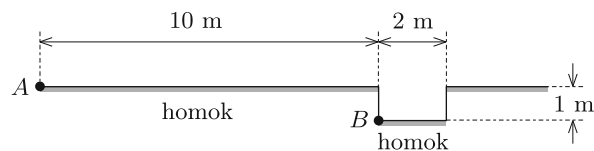


A 2020. évi Kunfalvi Rezső Olimpiai Válogatóverseny elméleti feladatai*

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 érkezzen.

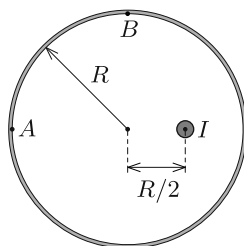


- Készítsünk vázlatos rajzot a golyó optimális pályájáról! Indokoljuk is a rajzot!
- Mekkora az a legkisebb hajítási sebesség, amellyel a B pontot eltalálhatjuk?

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 .

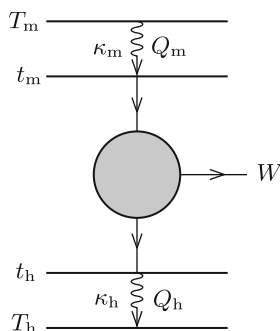
- Mekkora az áramvezető huzal egységnyi hosszára ható erő?
- Mekkora a $J = I/\ell$ vonalmenti áramsűrűség a szupravezető cső belső felületén, az *ábrán* jelölt A és B pontokban?
- Mekkora a vonalmenti áramsűrűség a cső külső felületén?

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 κ_m , illetve κ_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.)

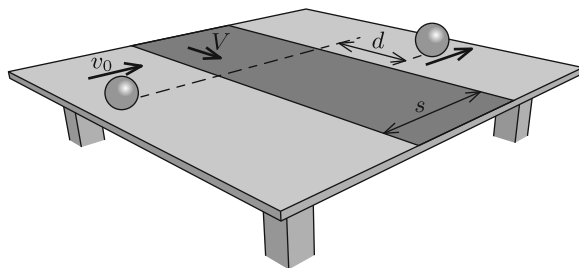
a) Adott külső hőmérsékletek mellett hogyan függ a Carnot-gép által szolgáltatott mechanikai teljesítmény a belső gép η hatásfokától?

b) A belső gép milyen η^* 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.

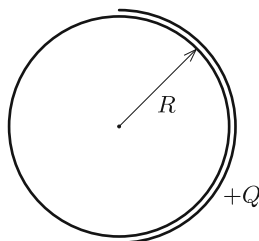


Mekkora d távolsággal tolódott el a labda pályája a futószalaggal párhuzamos irányban? (A súrlódási együttható a vízszintes felületek és a labda között nagy, így a csúszva gördülő mozgások időtartama s/v_0 -nál sokkal kisebb.)

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 töltéeloszlást!

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 lézerfénynyalábot indítunk a felszíntől mért h_0 magasságból a vízszinteshez képest θ 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 θ szöveget, ha az a pont, ahol a fény eléri a bolygó felszínét pontosan az indítási pont alatt helyezkedik el!