



XVII. DÜRER VERSENY

F+
KATEGÓRIA

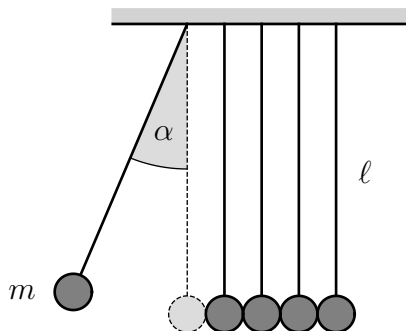
HELYI FORDULÓ – 2023.11.24.

Figyelem! A teljes pontszám eléréséhez nem elegendő a megoldások számszerű közlése, levezetés és a logikai lépések szöveges indoklása is szükséges (pl. „Newton III. törvénye alapján...”)!

1. feladat

(22 pont)

A rugalmas ütközések szemléltetésére szolgáló egyik legismertebb eszköz a *Newton-bölcső*, amelyet N egymással párhuzamosan felfüggesztett, ℓ hosszúságú, m tömegű fonálinga alkot az ábrán látható módon. A kísérlet során a bal szélső golyót kicsiny α szögben kitérítjük, majd elengedjük, ez a középső golyók közvetítésével átadja lendületét a jobb szélső golyónak, amely szintén α szögben kileng, később újból ütközik, és így tovább. Bár a Newton-bölcső fenti modellje könnyen megérthető, reális esetekben disszipatív hatások is fellépnek. Tekintsünk tehát egy $N = 5$ ingából álló bölcst, ahol az ütközések nem tökéletesen rugalmasak, hanem $k = 1/2$ ütközési számmal jellemezhetőek, ugyanakkor minden más energiaveszteség elhanyagolható.



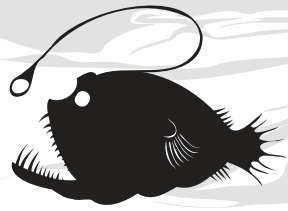
- Mekkora a jobb szélső golyó maximális kitérése az első félperiódus végén?
- Igaz-e, hogy a tökéletesen rugalmas esethez hasonlóan ezen félperiódusban összesen négy ütközés történik?
- Mekkora amplitúdójú mozgást végeznek az egyes ingák hosszú idő elteltével?

Útmutatás: A k ütközési szám definíciója, hogy a pillanatszerű rugalmatlan ütközések során a részt vevő testek relatív sebességének nagysága k -szorosára módosul, iránya pedig ellentettjére vált. Feltehetjük továbbá, hogy az ingák ℓ hossza a golyók sugaránál, illetve a szomszédos ingák közti távolságnál lényegesen nagyobb.

2. feladat

(16 pont)

Egy elhanyagolható tömegű, nyújthatatlan kötél felfüggesztési pontjai az ábrán látható módon egymástól L vízszintes és H függőleges távolságra helyezkednek el. Egy hideg téli napon a ρ sűrűségű hó egyenletes, d szélességben és h magasságban halmozódott fel a kötélen. A kialakult egyensúlyi helyzetben a kötél érintője jobb oldali végpontjánál éppen vízszintes. Határozzuk meg a kötélen ébredő minimális és maximális húzóerőt!

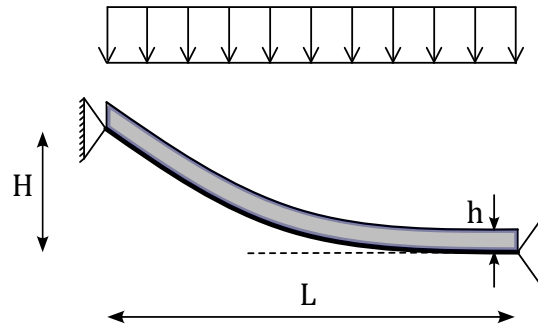


XVII. DÜRER VERSENY

F+
KATEGÓRIA

HELYI FORDULÓ – 2023.11.24.

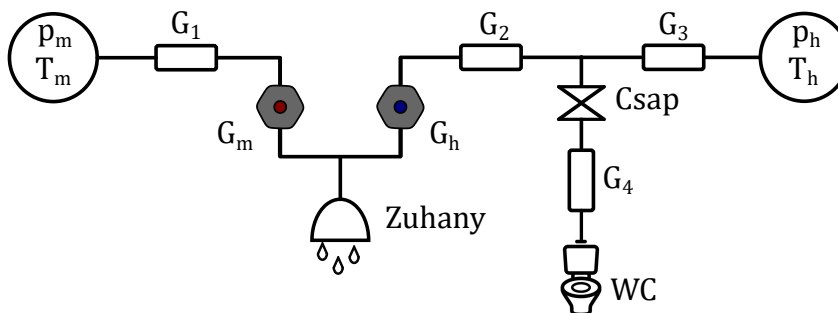
Hóból származó erőhatás jellege



3. feladat

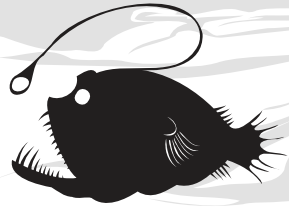
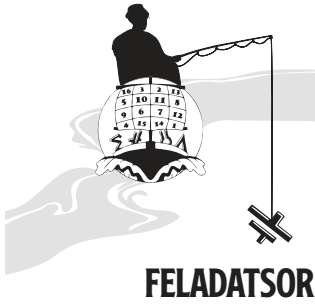
(19 pont)

Anna és Pisti egy olyan házban élnek, melynek emeletén egymás mellett található egy fürdőszoba, valamint egy különálló mosdó. Az emelet vízhálózatának elvi modelljét az alábbi ábra szemlélteti. Ez alapján a zuhanyhoz két különálló ágból érkezik a víz: egy p_m túlnyomású, T_m hőmérsékletű melegvízes és egy p_h túlnyomású, T_h hőmérsékletű hidegvízes tartályból. A hidegvízes csőből ágazik le a különálló mosdó vízellátása egy ideálisnak tekinthető csapon keresztül. A modellben egyszerűsítésképpen az egyes csőszakaszokat megadott G_1 , G_2 , G_3 és G_4 vízszállító-képességekkel jellemezzük, továbbá a zuhany vízellátását meghatározó hideg- és melegvízes csapot rendre G_h és G_m szabályozható vízszállító-képességként kezeljük.



- Pisti nagyon szeret zuhanyozni, így nagy gondot fordít a tökéletes vízhőmérséklet és megfelelő vízhozam beállítására. Mekkora kell választani az G_h és G_m értékeket, ha a Pisti által ideálisnak vélt hőmérséklet T_0 , a vízhozam pedig Q_0 ?
- Anna egyik reggel megelégette Pisti hosszúságú készülődését, és drasztikus lépésre szánta el magát: mivel tanult fizikát, és jól ismeri házuk vízhálózatát, úgy döntött, hogy bemegy az emeleti mosdóba és lehúzza a WC-t, ezzel kissé „leforrázva” Pistit. Hány °C-os vízzel „forrázta le” magát Pisti?

Adatok: $p_m = 5 \text{ bar}$, $T_m = 70 \text{ °C}$, $p_h = 5 \text{ bar}$, $T_h = 15 \text{ °C}$, $G_1 = G_2 = 3 \text{ liter}/(\text{bar} \cdot \text{perc})$, $G_3 = 4 \text{ liter}/(\text{bar} \cdot \text{perc})$, $G_4 = 1 \text{ liter}/(\text{bar} \cdot \text{perc})$, $T_0 = 35 \text{ °C}$, $Q_0 = 10 \text{ liter}/\text{perc}$.



XVII. DÜRER VERSENY

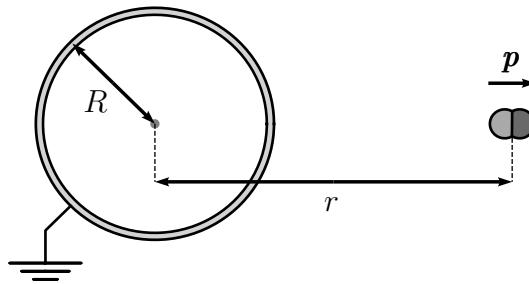
F+
KATEGÓRIA

HELYI FORDULÓ – 2023.11.24.

4. feladat

(18 pont)

Földelt, R sugarú fémgömb középpontjától $r > R$ távolságra egy kicsiny, pontszerűnek tekinthető elektromos dipólust helyezünk el. Mindezt úgy tesszük, hogy annak \mathbf{p} dipólmomentuma az ábrán látható módon sugárirányban kifelé mutasson. Mekkora össztöltés halmozódik fel a fémgömb felületén?



Útmutatás: A gömbi töltéstükrözés módszere szerint egy r távolságban elhelyezett q ponttöltés által indukált felületi töltéssűrűség a gömbön kívül pontosan olyan elektromos mezőt hoz létre, mint egy ugyanazon sugár mentén R^2/r távol fekvő $-Rq/r$ ponttöltés.

5. feladat

(25 pont)

Egy n törésmutatóval jellemezhető folyadék nagy kiterjedésű mederben állandó v sebességű lamináris áramlást végez, míg a meder feletti térrészt közelítőleg egységnyi törésmutatójú levegő tölti ki. A folyadék felszínére keskeny lézernyalábot bocsátunk az áramlás szimmetriasíkjában, α beesési szögben.

- Mekkora törési szögben halad tovább a fénysugár?
- Speciálisan mekkora ez a szög $\alpha = 0^\circ$, illetve $\alpha = 90^\circ$ esetén?

Útmutatás: Feltehető, hogy a folyadék áramlási sebessége a c vákuumbeli fénysebességnél jóval kisebb, így a v/c hányadosban legalább másodrendű járulékok elhanyagolhatók. Ehhez felhasználhatjuk az $\varepsilon \ll 1$ esetén érvényes $(1 + \varepsilon)^n \approx 1 + n\varepsilon$ közelítést.

Használható segédeszközök: író- és rajzolóeszközök, vonalzó, számológép, függvénytáblázat.

A feladatok megoldására 180 perc áll a csapatok rendelkezésére.

Sikeres versenyzést kívánnak:

a szervezők