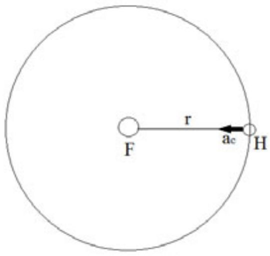
A fizikai jelenségek, törvények megértését elősegítő módozatok a fizikaórán

Jelen írásban olyan megközelítésmódokat szeretnénk bemutatni, amelyeket a fizikaórákon alkalmazhatunk annak érdekében, hogy a tárgy tanulása iránti motivációt jobban megteremthessük. Bátorítunk másokat is ilyenek összegyűjtésére, és e lapban történő közlésére.

Mekkora sebességgel érnénk biciklivel a feleki tetőről Kolozsvárra, ha fékezés nélkül ereszkednénk le?

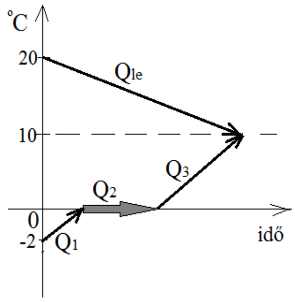
Kolozsvár a tengerszint felett 330 m magasan fekszik, a feleki tető mintegy 730 m magas. Ha elhanyagolnánk a súrlódást meg a légellenállást, akkor a városba érkezéskor 400 m szintkülönbségről a helyzeti energia mozgási energiává alakul át: $E_h = E_m$, azaz $\cancel{m}gh = \cancel{m}v^2/2$, ahonnan a sebesség értéke: $v = \sqrt{2}\ gh = \sqrt{2}\cdot 9{,}81\cdot 400 = 88{,}54$ m/s. Ez 318,75 km/h sebességnek felelne meg. Viszont a légellenállás meg a súrlódás miatt a sebesség egy idő után állandó marad, ugyanis a súly lejtővel párhuzamos összetevőjét kiegyenlíti a súrlódási erő és a légellenállás, amely növekszik a sebességgel. Ezért a sebesség 80–90km/h sebességnél nem lesz nagyobb.

Hogyan jött rá Newton az egyetemes tömegvonzás törvényére?



Azt már sejteni lehet, hogy a tömegvonzási erő a testek tömegével egyenesen arányos, hiszen a Föld például a kétszer nagyobb tömegű testet kétszer nagyobb erővel vonzza, kétszer nagyobb a súlya. Most már csak az a kérdés, hogy hogyan függ ez az erő a tömegek közötti távolságtól? Ehhez Newton azt számította ki, hogy egy adott test a Hold távolságában, vagy akár maga a Hold (H) mekkora gyorsulással „esik" a Föld (F) felé. Mivel a Föld–Hold távolság mintegy 60 földsugárral ($R_{Föld}$ = 6371km) egyenlő, azt számította ki, hogy a Hold távolságában hányszor kisebb a gyorsulás a földfelszíni 9,81 m/s² értékhez képest. A Hold helyén ez a gyorsulás éppen a Hold centripetális gyorsulása, azaz $a_c = \omega^2 r = (4\pi^2/T^2)r$. A Hold keringési periódusa T = 27,3 nap = 27,3·24·3600 s, a Föld–Hold távolság $r = 60\cdot R_{Föld} = 3{,}844\cdot 10^8$ m. Ezekkel az adatokkal a gyorsulásra a következő értéket kapjuk: ac=0,002727 m/s². Ha kiszámítjuk a $g/a_c = 9{,}81/0,\ 002727 = 3597 \approx 3600 = 60^2$. Vagyis, a Földtől 60-szor távolabb a testeknek a Föld felé „esési" gyorsulása 60^2-szer kisebb. Ezért a tömegvonzási erő is annyiszor kisebb. A tömegvonzási erő newtoni alakja: $F = kMm/r^2$, ahol a $k = 6{,}67\cdot 10^{11}\,m^3/kg\cdot m^2$ a gravitációs állandó.

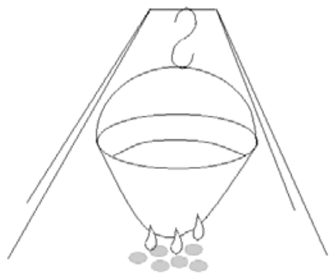
Hűtsük le az üdítőnket jégkockákkal!



Ha egy nyári napon üdítőt rendelünk, és az nincs behűtve, jégkockákat kell beledobnunk. Ha az üdítőnk 300g tömegű és a hőmérséklete 20 °C, a jégkockák pedig 20g tömegűek, a hőmérsékletük meg -2 °C, azt szeretnénk megtudni, hogy hány (N=?) jégkockával lehetne 10°C hőmérséklet közelébe lehűteni? A poharat termosznak (hőszigetelőnek) tekintve az üdítő által leadott hő (Q_{le}) felmelegíti a jeget nulla fokra (Q_1), majd ezen a hőmérsékleten megolvasztja (Q_2), végül a belőle keletkezett nulla fokos vizet a végső hőmérsékletig (θ=10°C) felmelegíti (Q_3). Felírhatjuk, hogy: $|Q_{le}| = Q_1 + Q_2 + Q_3$. Az egyenlet számértékekkel: 0,3·4185(20-10) = N·0,02·2090(0-(-2)) + N·0,02·334.000 + N·0,02·4185(10-0). Innen N = 12.555/(83,6 + 6.680 + 837) = 1,65 jégkocka. A biztonság kedvéért beletehetünk 2 jégkockát is, mert a nem tökéletes szigetelés miatt, amíg elolvad a jég, még felmelegedhet a pohár.

Főzzünk paszulylevest az egész osztálynak!

Töltsünk 10 liter ($m_{víz}$ = 10 kg) 10°C fok hőmérsékletű forrásvizet egy bográcsba, majd gyújtsunk alá faszenet, amelynek fűtőértéke q = 30MJ/kg. Mennyi szenet kell elégetni (m=?), ha a bogrács hatásfoka 30%-os, ahhoz, hogy a vizet felforraljuk, majd megfőzzük a paszulyt? A főzéshez ugyanannyi szenet használunk, mint a felforraláshoz.



Először ki kell számítanunk a víz felforralásához szükséges hőt: Q = $m_{víz} \cdot c_{víz} \cdot$(100-10) = 10·4185·90 = 3.766.500 J. Mivel a berendezés hatásfoka η = 0,3, a teljes hő: $Q_t = Q/\eta$ = 3.766.500/0,3 = 12.555.000 J. Ezt a hőt az elégetett szénből kapjuk: Qt = m·q. Innen a szén tömege: m = Qt/q = 12.555.000/30.000.000 = 0,4185 kg. A paszuly megfőzéséhez még ugyanennyi szenet kell elégetnünk, tehát összesen 0,837 kg szenet.

Mennyit fizetünk, ha nyaralásunk ideje alatt égve felejtjük a villanyt az íróasztalunknál?

Tegyük fel, hogy t = 10 nap (t = 10·24·3600 s) a nyaralásunk ideje, és a szobánkban egy P = 60 W teljesítményű izzót felejtettünk égve. Az elfogyasztott villamos energia W = P·t = 60·864.000 = 5.184.000 Ws = 5,184MJ, vagy W = 60·240 = 14,4 kWh. Mivel a villamos energia ára ÁFÁ-stól jelenleg 50bani/kWh azt jelenti, hogy a számlánkon 14,4·0,5 = 7,2 lejjel jelenik meg több. Érdemes egy hasonló fényerejű takarékos égőt beszerezni, amelynek a teljesítménye csak 6W, így hasonló esetben csak 72 banival növekszik a számlánk. Ha egy teljes hónapig maradunk távol, akkor 21,6 lejt fizetünk, ha pedig egy teljes évig, akkor 259 lejünkbe kerül a feledékenységünk a 60 W-os izzóval.

Kovács Zoltán