Kísérleti fizika I., 2018 őszi félév

5. gyakorlat

Szükséges előismeretek: munkatétel, energiamegmaradás törvénye, virtuális munka elve, energiaminimum elve;

Feladatok órai munkára

F1. Ha egy versenyautó bizonyos idő alatt x liter üzemanyag felhasználásával álló helyzetből 100 km/óra sebességre gyorsul, akkor további $3x$ liter benzin felhasználásával növelheti sebességét 200 km/órára. Mindezt a rajtnál álló egyik néző, Péter számolta ki, aki megtanulta fizikaórán, hogy a mozgási energia a sebesség négyzetével arányos. (Feltételezte, hogy a rajtnál a motor által leadott energia főként az autó mozgásba hozására fordítódik, a légellenállást és egyéb súrlódásokat elhanyagolta.)

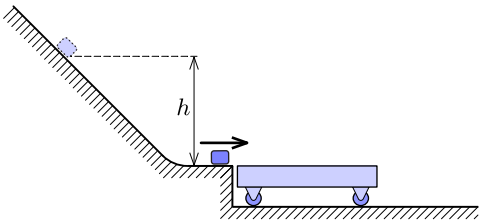
A versenypálya mellett egy vasútvonal vezet. A rajtot egy – az autóversenyzők haladási irányával ellentétesen haladó – 100 km/óra sebességű vonat ablakából végignézte Pál is, aki szintén tanult fizikát. Ő így érvelt: ha az első szakaszban x liternyi üzemanyag elhasználásával a sebesség 100-ról 200 km/órára nőtt, akkor a második szakaszban a 200-ról 300 km/órára felgyorsuló autónak

$$\frac{300^2 - 200^2}{200^2 - 100^2} = \frac{5}{3}x$$

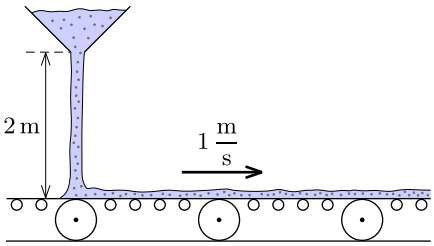
litert kell fogyasztania.

Vajon kinek van igaza, Péternek vagy Pálnak?

F2. Egy m tömegű test h magasságú, vízszintesben végződő dombról csúszik le súrlódásmentesen, és rácsúszik egy M tömegű, álló kocsira. A test és a kocsi platója közötti súrlódási együttható μ. Mekkora utat tesz meg a test a kocsin?



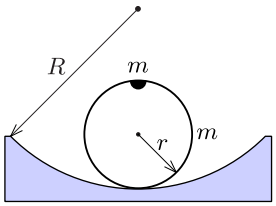
F3. Egy vízszintes, 1 m/s sebességű szállítószalagra függőlegesen, 2 méter magasságból másodpercenként 50 kg homok esik. Legalább mekkora a futószalag motorjának teljesítménye? Mire fordítódik a motor által végzett munka?



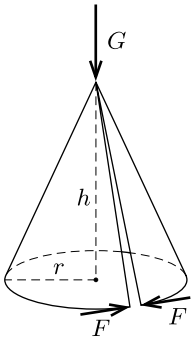
F4. A slinky-rugó egy olyan rugó, melynek nyújtatlan hossza elhanyagolhatóan kicsi, jó közelítéssel követi a Hooke-törvényt, és már a saját súlya hatására is számottevően megnyúlik.

Az asztalon nyugvó, m tömegű slinkyt felső végénél fogva lassan addig emeljük, hogy az alsó vége éppen felemelkedjen. Ekkor a slinky hossza L. Mekkora munkát végeztünk az emelés közben?

F5. Egy r sugarú abroncs kerületére vele megegyező tömegű, kicsiny nehezék van erősítve. Az abroncsot R sugarú, félhenger alakú, rögzített, érdes vályúba helyezzük úgy, hogy a nehezék legfelül legyen. Legalább mekkora r/R arány mellett lesz az abroncs egyensúlyi állapota stabil?



F6. Körcikk alakú papírlapból h magasságú, r alapkörsugarú kúpot hajlítunk úgy, hogy a palást a papírlap két egyenes határa majdnem összeér. A kúp ebben az állapotban belső feszültségektől mentes.



A kúpot vízszintes, síkos lapra állítjuk, majd a csúcsában G nagyságú függőleges erővel megterheljük, anélkül, hogy összeroskadna. A kúp szétnyílását az alapkör kerületénél ható, érintő irányú F erővel tudjuk megakadályozni. Mekkora az F erő? (A súrlódást és a papír hajlítási merevségét elhanyagolhatjuk.)

F7. Egy hídról leugró 75 kg tömegű artista a $h = 20$ m hosszúságú gumikötél egyik végét a korláthoz, a másik végét pedig magához erősíti. A kötél fékezi az ember esését és eközben a legnagyobb megnyúlása $2h$. Mekkora maximális sebességre gyorsul fel az ember?

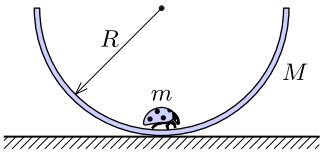
(Az artista nem éri el a víz felszinét. Tegyük fel, hogy a gumi követi a Hooke-törvényt, a légellenállástól pedig tekintsünk el!)

Házi feladatok

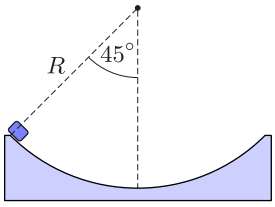
H1. Egy kismajom 5 m hosszú lánca a 3 m magasban levő mennyezeti kampóhoz van erősítve, így a majom könnyedén sétálgathat a padlón. Egy alkalommal a saját láncán felmászott a kampóhoz. Mennyi munkát kellett végeznie ezalatt? A lánc teljes tömege 60 dkg, a majomé 2 kg.

H2. Egy gyermek a havas hegyen lassan felfelé menve kötéllel maga után húz egy m tömegű szánkót. Mekkora munkát végez a gyermek a szánkón, amíg azt a hegy tetejéig felhúzza? A hegy magassága h, a vízszintes távolság a hegy lába és teteje között a. Tételezzük fel, hogy a kötél minden pillanatban a hegy érintőjének irányával párhuzamos. A súrlódási együttható a szánkó és a havas út között μ.

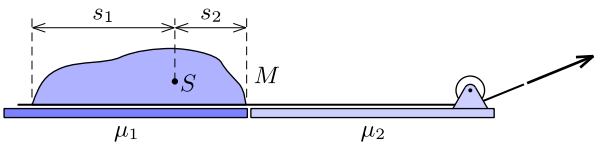
H3. M tömegű, R sugarú, vékony félgömbhéj aljáról egy m tömegű bogár mászik fel a félgömbhéj belsejében, egészen annak felső pereméig. Mekkora munkát végez? Van-e szerepe a vízszintes asztal és a félgömbhéj közötti súrlódásnak?



H4. Egy kis méretű radírt helyezünk egy R sugarú, függőleges síkú, negyedkör alakú, függőleges szimmetriatengelyű vályú szélére (lásd az *ábrát*), majd a radírt elengedjük. A radír és a vályú felülete közötti súrlódási együttható $\mu = 0{,}6$. Eljut-e a radír a vályú legalsó pontjába?



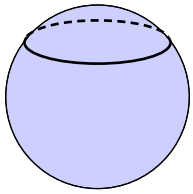
H5. Egy zsáknyi homok vízszintes felületen egy szőnyegen fekszik. Az M tömegű zsákot a szőnyeg segítségével lassan át akarjuk húzni egy viszonylag sima felületről egy érdesebb felületre. Mennyi munkát kell végeznünk, ha a felületek és a szőnyeg közötti súrlódási együttható μ_1, illetve μ_2? (A zsák súlya nem egyenletesen oszlik el a szőnyegen, de tudjuk, hogy a tömegközéppontja a széleitől s_1, illetve s_2 távolságban van.)



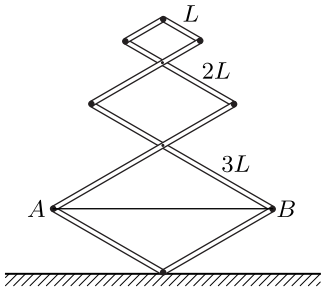
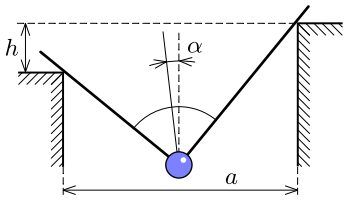
H6. Két ujjunkkal a két végén alátámasztva, vízszintes helyzetben tartunk egy m tömegű, ℓ hosszúságú, homogén rudat. Ha ujjainkat lassan egymás felé közelítjük, végül a rúd alatt középen fognak találkozni, miközben hol az egyik, hol a másik ujjunkon csúszik meg a rúd. Mennyi munkát végzünk a folyamat során, ha a tapadási súrlódási együttható μ_t, a csúszási súrlódási tényező pedig μ_{cs} ($\mu_t \geq \mu_{cs}$)?

H7. Egy lefelé haladó mozgólépcső alja és teteje között a szintkülönbség $h = 20$ m. Egy $m = 50$ kg tömegű, hóbortos fiú felszalad a mozgólépcső aljától a tetejéig. A fiú lépcsőfokokhoz viszonyított (átlag)sebessége másfélszer akkora, mint a mozgólépcső haladási sebessége. Mennyi munkát végez a fiú? Mire fordítódik a befektetett munka?

H8. 100 cm hosszú, 50 g tömegű, aprószemű láncból zárt hurkot készítünk, majd a láncot az *ábra* szerint egy 20 cm sugarú, csúszós felületű gömbre helyezzük. Mekkora erő feszíti a láncot?



H9. Nyolc darab vékony rúdból az *ábrán* látható, három rombuszból álló csuklós szerkezetet állítottuk össze. A rombuszok oldalhosszúsága L, $2L$ és $3L$, kisebbik szögük 60°, a rudak hosszegységre jutó tömege λ. A szerkezetet függőleges síkban tartjuk, az összecsuklást pedig az A és B pontokat összekötő fonállal akadályozzuk meg. Mekkora erő feszíti ebben a helyzetben a fonalat?



H10. Egy könnyű drótot derékszögben meghajlítottunk. A hajlathoz egy nehéz golyót erősítettünk és a drótot két támaszra helyezünk az *ábrán* látható módon. A támaszok közötti vízszintes távolság a, magasságkülönbségük h. Keressük meg a drót egyensúlyi helyzetét! A helyzetet a függőleges és a derékszög szögfelezője közötti α szöggel adjuk meg. A drót és a támaszok közötti súrlódás elhanyagolható. A támaszokon kicsiny vájatok találhatók, amelyek biztosítják, hogy minden mozgás az ábra síkjában történjen.