

Kísérleti fizika I.

3. gyakorlat

Tömegpont dinamikája

Szükséges előismeretek: Newton-törvények, erőtvények: rugóerő, csúszási és tapadási súrlódási erő, kényszererők, fonálerő, lejtőn való mozgás, körmozgás dinamikája, kényszerfeltételek;

Feladatok órai munkára

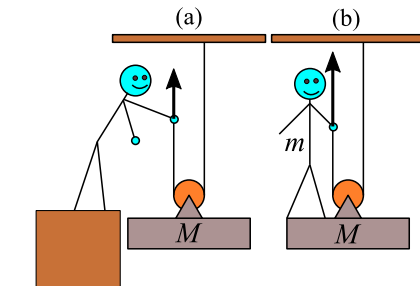
F1. Egy $m = 10$ kg tömegű ládát húzunk vízszintes padlón F nagyságú erővel úgy, hogy az erővektor a vízszintessel α szöget zár be. A padló és a láda között a tapadási súrlódási együttható $\mu_0 = 0,4$, a csúszási súrlódási együttható $\mu = 0,3$.

- Először vízszintesen próbáljuk húzni a ládát. Legalább mekkora F erőre van szükségünk ahhoz, hogy megmozduljon?
- Most elkezdjük változtatni az α szöget is. Minimálisan mekkora F_{\min} erőre van szükség, hogy a láda megcsússzon? Mekkora az optimális húzási irány (α_{opt})?
- A csúszási súrlódási együttható kisebb, mint a tapadási együttható, ezért a láda gyorsulni kezd. Mekkora a gyorsulása? (Az erő nagyságán és irányán nem változtatunk.)

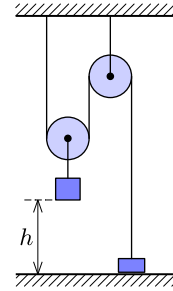
F2. Egy M tömegű lapot az ábrán látható módon a plafonhoz kötöttük úgy, hogy a kötélet a lap tetejéhez rögzített csigán van átfűzve. A kötélet végét egy ember tartja egyensúlyban úgy, hogy

- az ember a lap mellett egy a talajon nyugvó dobozon áll;
- az ember rááll a lapra, és azzal együtt magát is tartania kell.

Mekkora erővel kell húznia a köteleket az egyes esetekben?



F3. Az ábrán látható elrendezésben a mozgócsigán függő test tömege $n = 4$ -szer nagyobb, mint a talajon nyugvó testé. A nehezebb test $h = 20$ cm magasan van. A csigák és a kötelek tömege, valamint a súrlódás elhanyagolható. Egy adott pillanatban a talajon lévő testet elengedjük, így a rendszer mozgásba jön.

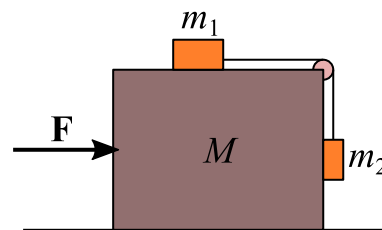


- Rajzoljuk fel az összes ható erőt, mielőtt a nehezebb test a talajhoz ér!
- Adjuk meg a testek gyorsulását!

A nehezebb test a talajjal tökéletesen rugalmatlanul ütközik, és azonnal megáll.

- Milyen magasra jut maximálisan a könnyebb test?

F4. Egy $M = 10$ kg tömegű láda sarkára egy csigát szereltünk, amin átvettünk egy könnyű, hajlékony köteleket. A kötélet végeire egy $m_1 = 4$ kg és egy $m_2 = 2$ kg tömegű testet kötünk, majd az ábrán látható módon a ládát ismeretlen nagyságú, vízszintes irányú F erővel gyorsítani kezdjük úgy, hogy a testek a ládához képest nyugalomban maradnak. A súrlódás mindenhol elhanyagolható. Mekkora az F erő? Írjuk le a mozgást inerciarendszerekből, illetve a ládával együtt mozgó (gyorsuló) vonatkoztatási rendszerből is! Változik-e az eredmény?

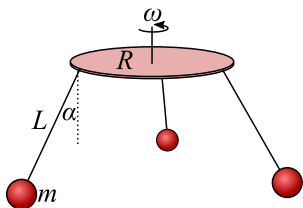


F5. Egy $m = 2$ kg tömegű doboz a talajon nyugszik. A csúszási és tapadási súrlódási együttható egyaránt $\mu = \mu_0 = 0,25$. A $t = 0$ időpillanatban a testre állandó vízszintes irányú, de időfüggő nagyságú $F(t) = b \cdot t$ erő kezd hatni, ahol $b = 0,5 \frac{\text{N}}{\text{s}}$. A célunk megadni a láda elmozdulás-idő függvényét.

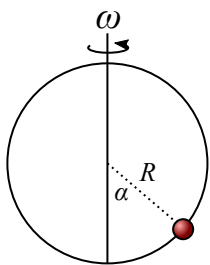
- Adjuk meg azt az t^* időpontot, amikor a doboz megcsúszik.
- Adjuk meg a doboz gyorsulását az idő függvényében!

- c) Adjuk meg a doboz sebességét az idő függvényében! Figyeljünk a kezdeti feltételre!
- d) Adjuk meg a doboz helyzetét az idő függvényében!

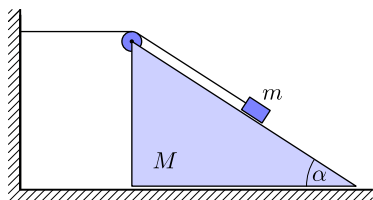
F6. Egy körhintát az ábrán látható módon modellezzünk. A körhinta rotorja egy $R = 3$ m sugarú, merev henger, ehhez vannak kötve a súlytalan kötelnek tekinthető, $L = 5$ m hosszúságú láncok. A hinta az utasával együtt egy $m = 100$ kg tömegű, pontszerű testként modellezhető. A rotort állandó $\omega = 1 \frac{1}{s}$ szögsebességgel forgatjuk, melynek következtében a hinták α szöggel térnek ki a függőleges helyzetből. Adjuk meg a kitérés α szögét, valamint a kötelet feszítő erőt!



F7*. Egy súrlódásmentes, függőleges síkú, R sugarú körgyűrűre piciny gyöngyöt fűztünk. A gyűrűt ω szögsebességgel forgatjuk a gyűrű középpontján átmenő függőleges tengely körül (ábra). Határozzuk meg a gyöngy egyensúlyi helyzetét, azaz azt a helyzetet, ahol a gyűrűhöz képest a gyöngy áll! Milyen az egyensúlyi helyzet stabilitása?

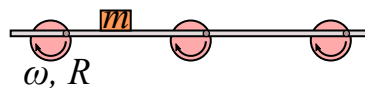


F8*. Egy m tömegű kis test egy M tömegű, α hajlásszögű lejtőn nyugszik. A testet az ábrán látható módon egy, a lejtő tetejéhez rögzített csigán átvetett fonálhoz kötjük. A fonál másik vége egy függőleges falhoz van kötve. Határozzuk meg a lejtő gyorsulását! Minden felület csúszós, azaz nincs súrlódás.



F9* Egy szállítószalag a következő elven működik. Egy vízszintes lapot R sugarú rotorokhoz rögzítettünk, ahogy az ábrán is látható. A lap a rotorok pereméhez van rögzítve. Ezután a rotorokat ω állandó szögsebességgel forgatni kezdjük. Ha most egy m tömegű dobozt a lapra helyezünk, és ω megfelelő nagyságú, úgy a doboz meg-megcsúszva tud valamelyik irányba haladni. Vigyázni kell, ha ω túl nagy,

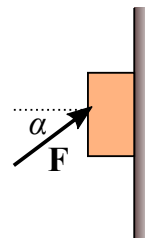
akkor a doboz elemelkedhet a laptól, és a benne lévő (esetleg törékeny) áru sérülhet. A lap és a doboz közötti (csúszási és tapadási) súrlódási együttható μ .



- a) Adjuk meg a dobozra ható függőleges irányú tartóerőt az idő függvényében! Maximálisan mekkora lehet ω , ha szeretnénk elkerülni, hogy a test lerepüljön a lapról?
- b) Mekkora minimális ω esetén csúszik meg a doboz? Milyen irányban fog haladni?

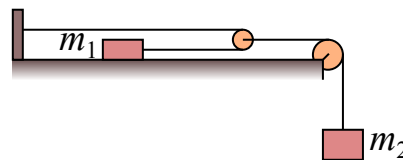
„Kis ZH” Házi feladatok

H1. Egy $m = 2$ kg tömegű téglát függőleges falhoz szorítunk a vízszintessel $\alpha = 50^\circ$ -os szöget bezáró irányban F erővel (ábra). A fal és a tégl közötti tapadási súrlódási együttható $\mu_0 = 0,6$.



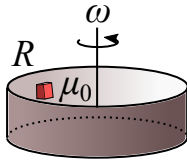
- a) Rajzoljuk fel a téglára ható erőket!
- b) Minimálisan mekkora lehet az F erő nagysága, ha azt szeretnénk, hogy a tégl ne csússzon meg?
- c) Maximálisan mekkora lehet az F erő nagysága, ha azt szeretnénk, hogy a tégl ne csússzon meg?

H2. Tekintsük az ábrán látható elrendezést, melyben a csigák és a kötelek tömege elhanyagolható, utóbbiak hajlékonyak és nyújthatatlanok. Az $m_1 = 4$ kg tömegű test vízszintes, súrlódásmentes asztalon mozoghat, az $m_2 = 2$ kg tömegű test pedig függőlegesen lóg, miközben a hozzá erősített kötél vége a mozgócsigához van kötve.



- a) Rajzoljuk fel a testekre ható erőket!
- b) Hogyan viszonyul a két test gyorsulása egymáshoz?
- c) Hogyan viszonyul a két kötéltben ébredő erő egymáshoz?
- d) Adjuk meg a két test gyorsulásának nagyságát!

H3. Egy R sugarú hengert függőleges szimmetriatengelye körül megforgatunk ω szögsebességgel. A henger falának belső oldalára egy piciny testet helyezünk. A test és a henger fala között a tapadási súrlódási együttható μ_0 .



- Rajzoljuk fel a testre ható erőket!
- Legalább mekkora legyen ω , ha azt szeretnénk, hogy a test ne csússzon meg?

NagyZH pluszpontért beadható feladat

B1. A H3. feladatban látható hengert elforgatuk, így szimmetriatengelye most vízszintes. Ezután az – immár vízszintes – szimmetriatengely körül ismét megforgatjuk a hengert. Legalább mekkora legyen ω ,

ha azt szeretnénk, hogy a kicsiny test ne csússzon meg a henger falán (a mozgása során semmikor)? A henger sugara továbbra is R , a tapadási súrlódási együttható μ_0 .

További feladatok gyakorlásra

Gy1. Vízszintes felületen lévő, elhanyagolható tömegű csigával ellátott, ék alakú, $M = 5$ kg tömegű hasábra egy $m = 1$ kg tömegű testet helyezünk, melyet a csigán átvetett fonállal vízszintes irányba $F = 20$ N erővel húzunk. Határozzuk meg a testek gyorsulását, ha a súrlódás mindenhol elhanyagolható (azaz az ék is megcsúszik a vízszintes felületen)!

