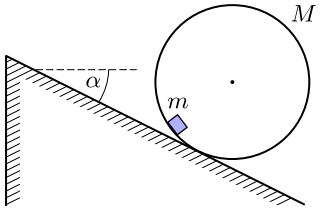
Kísérleti fizika I., 2018 őszi félév

7. gyakorlat

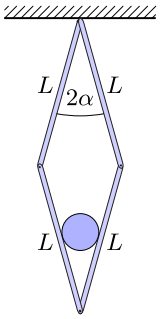
Szükséges előismeretek: a tehetetlenségi nyomaték tenzora, merev testek statikája, forgási energia, forgómozgás alapegyenlete, szögsebesség, szöggyorsulás, kényszerfeltételek;

Feladatok órai munkára

F1. Egy α hajlásszögű lejtőn egy vízszintes tengelyű, M tömegű henger nyugszik, amiben egy kicsiny (a henger sugaránál sokkal kisebb), m tömegű test van az *ábrán* látható módon. A súrlódási együttható a kis test és a henger között μ, a lejtőn a súrlódás igen nagy. Legfeljebb mekkora α hajlásszög esetén marad a henger a lejtőn nyugalomban?

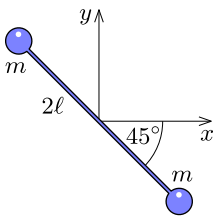


F2. Az *ábrán* látható csuklós szerkezet négy egyforma, L hosszúságú, súlytalan lécből áll. A lécek közé egy homogén tömegeloszlású hengert helyezünk. Egyensúlyban a lécek által alkotott rombusz kisebb szöge 2α. A henger és a lécek közötti súrlódás elhanyagolható. Határozzuk meg a henger sugarát!

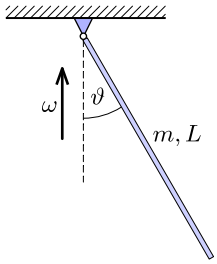


F3. Határozzuk meg egy kocka középpontján áthaladó szimmetriatengelyére vonatkozó tehetetlenségi nyomatékát!

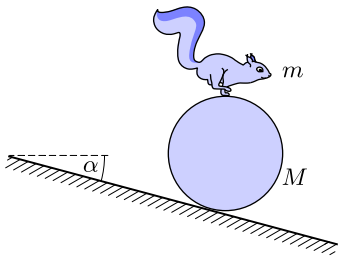
F4. Két pontszerű, m tömegű golyót 2ℓ hosszúságú, súlytalan rúd köt össze. Határozzuk meg a súlyzó tehetetlenségi nyomaték tenzorát az *ábrán* látható koordináta-rendszerben!



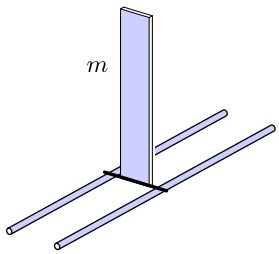
F5. Egy L hosszúságú, m tömegű rúd síkcsuklóval kapcsolódik a mennyezethez. A csuklót függőleges tengely körül állandó ω szögsebességgel forgatjuk. Határozzuk meg állandósult állapotban a rúd függőlegessel bezárt ϑ szögét, valamint a csuklóban ébredő erőt!



F6. Egy rögzített, α hajlásszögű lejtőről egy M tömegű henger gördül le csúszásmentesen. A henger tetején egy m tömegű mókus fut oly módon, hogy minden pillanatban a henger legfelső pontján foglal helyet. Határozzuk meg a henger gyorsulását!



F7. Vékony, m tömegű pálca egyik végéhez merőlegesen kis tengelyt erősítettünk. A tengely az ábrán látható vízszintes sínpáron súrlódásmentesen csúszhat. Labilis egyensúlyi helyzetéből a pálca valamerre eldől.



a) Lesz-e a sínpárra ható nyomóerő valamikor nulla?

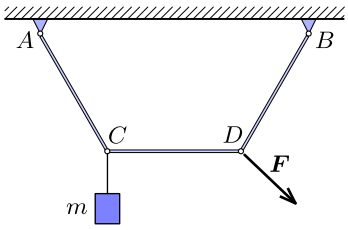
b) Elválik-e dőlés közben a pálca tengelye a síntől?

c) Mekkora a nyomóerő a 0°-os, 90°-os és 180°-os elfordulás pillanatában?

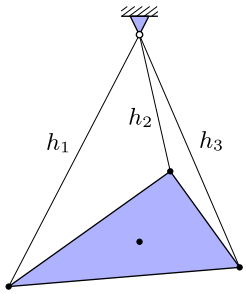
Házi feladatok

H1. Egyenletes vastagságú, homogén, m tömegű háromszöglemezt a csúcsainál alátámasztva vízszintes síkban tartunk. A háromszög oldalai a, b és c hosszúságúak. Mekkora erő hat az alátámasztásoknál?

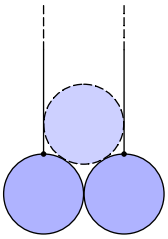
H2. Három azonos rúd csuklókkal van összekötve, a két legszélső csukló pedig a mennyezet A és B pontjához van rögzítve (lásd az *ábrát*). Ezen két pont közötti távolság kétszer akkora, mint egy rúd hossza. A C pontnál lévő csuklóra egy m tömegű testet függesztünk. Legalább mekkora erőt kell kifejtenünk a D csuklóra, hogy a rendszer úgy legyen egyensúlyban, hogy a CD rúd vízszintes?



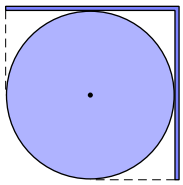
H3. Egy homogén tömegeloszlású, háromszög alakú lemez csúcsaihoz h_1, h_2 és h_3 hosszúságú fonalakat erősítünk, majd a fonalak másik végét közös ponthoz rögzítve a lemezt felfüggesztjük. Hogyan lehet kifejezni az egyes fonalakat feszítő erők *arányát* a fonalak hosszával?



H4. Két egyforma, homogén tömegeloszlású gumihengert egy-egy alkotójuk végpontjainál nagyon hosszú fonalakkal azonos magasságban felfüggesztünk. A hengerek tengelye vízszintes, továbbá a két henger éppen érinti egymást (lásd az *ábrát*). Ezután a két henger tetejére, velük párhuzamosan, óvatosan egy ugyanolyan méretű és ugyanolyan tömegű harmadik gumihengert helyezünk. Legalább mekkora a tapadási súrlódási együttható a hengerek között, ha a harmadik henger nem esik le? (*Nehéz!*)



H5. Középen derékszögben meghajlított lemezt egy vízszintes tengelyű, rögzített hengerre helyezünk az *ábra* szerint. A henger átmérője akkora, mint a lemez felének szélessége. Legalább mekkora a tapadási súrlódási együttható a henger és a lemez között, ha a lemez nem csúszik le a hengerről?



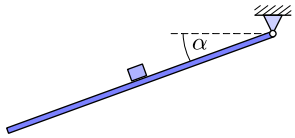
H6. Határozzuk meg egy m tömegű, a, b, c oldalélű háromszög alakú homogén lemez tehetetlenségi nyomatékát a síkjára merőleges és a tömegközéppontján átmenő tengelyre vonatkoztatva!

H7. Mekkora egy R sugarú, m tömegű, vékony korong tehetetlenségi nyomatéka

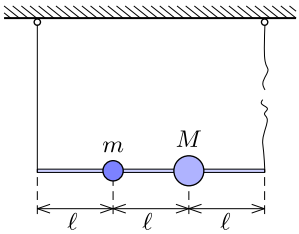
a) a síkjára merőleges, középpontján átmenő tengelyre;

b) az átmérőjével párhuzamos, középpontján átmenő tengelyre vonatkozóan?

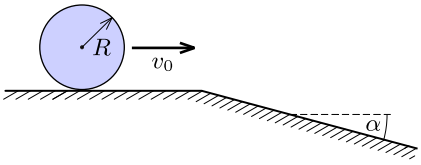
H8. Egy 3 kg tömegű, homogén deszka közepén van egy 2 kg tömegű kicsiny test. A deszka az egyik rögzített vége körül a függőleges síkban foroghat. A deszkát vízszintes pozicióból kezdeti sebesség nélkül elengedjük. A deszka mekkora szögű helyzeténél fog a kis test megcsúszni? A súrlódási együttható értéke 0,5.



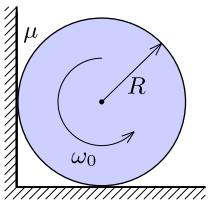
H9. Egy könnyű, 3ℓ hosszúságú rudat két azonos hosszúságú fonállal a mennyezethez erősítünk az *ábrán* látható módon. Egy m és egy M tömegű golyót a rúdra rögzítünk úgy, hogy a közöttük lévő távolság és az egyes golyók távolsága a rúd széleitől egyaránt ℓ legyen. Mekkora a bal oldali fonálban ébredő erő a jobb oldali fonál elvágását követő pillanatban?



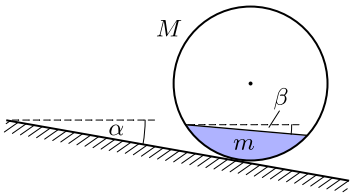
H10. Egy R sugarú homogén, tömör henger tisztán gördül egy vízszintes felületen, ami egy, a vízszintessel α szöget bezáró lejtőben folytatódik. Legfeljebb mekkora lehet a henger v_0 sebessége a vízszintes felületen, hogy az a lejtőre a felülettől való elválás nélkül érkezzen meg?



H11. Egy R sugarú, homogén tömegeloszlású hengert tengelye körül ω_0 szögsebességgel megforgatunk, és az *ábrán* látható módon egy szögletbe helyezzük. A falak és a henger közötti súrlódási együttható μ. Hány fordulatot tesz meg a henger a megállásig?



H12. Vékonyfalú henger csúszásmentesen gördül lefelé egy $\alpha = 10°$-os lejtőn. A henger palástjának tömege M, a határoló körlapok tömege elhanyagolható. A henger belsejében m tömegű higany van. (A henger és a higany közötti súrlódás elhanyagolható.) A higany felszínének a vízszintessel bezárt szöge valamilyen β értékre állt be.

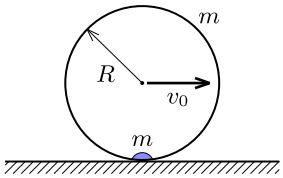


Határozzuk meg a β szöget, ha

a) $M \ll m$;

b) $M = m$!

H13. Függőleges síkban lévő, $m = 1{,}6$ kg tömegű, $R = 0{,}2$ m sugarú abroncs kerületére szintén m tömegű, pontszerű nehezéket erősítettünk. A kezdőpillanatban a nehezék legalul van. Ebben a helyzetben az abroncsot vízszintes síkon adott kezdősebességgel elgurítjuk. Az abroncs mozgása során tisztán gördül.



a) Maximálisan mekkora v_0 sebességgel mozoghat indításkor az abroncs középpontja, hogy az abroncs a nehezék legfelső helyzetében se távolodjon el a vízszintes talajról?

b) A v_0 sebességgel indított abroncs mekkora erővel nyomja a talajt akkor, amikor a nehezék R távolságra van a talajtól?