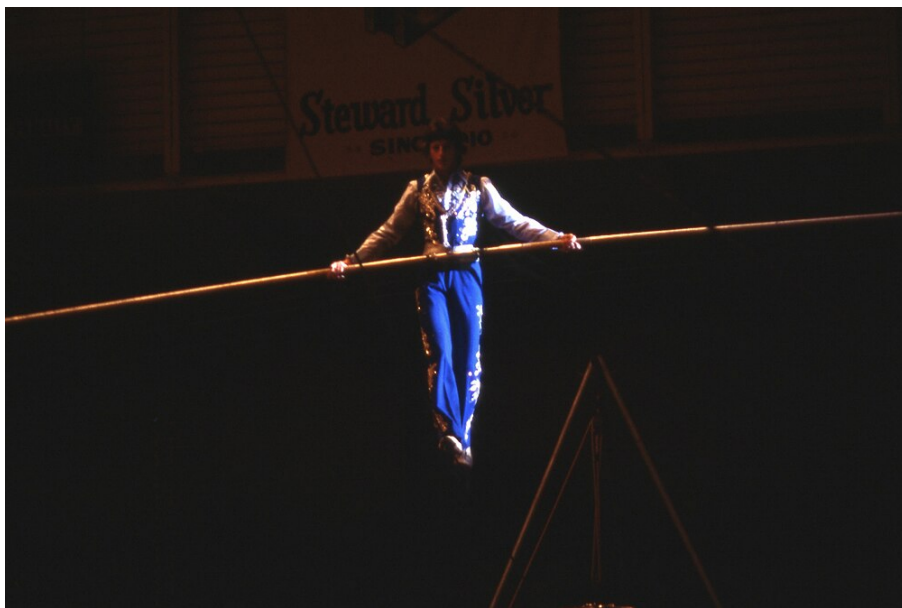


Mekaniikan Syventäviä opintoja: Pyörimismäärä ja -energia

Lämmittely:

1. Miksi nuorallatanssijalla on pitkä sauva? Miten sauvalla voi ehkäistä putoamista?



2. Umpinainen pallo, jonka halkaisija on 32 cm ja massa 0,345 kg pyörii tasaisesti kulmanopeudella 1,5 rad/s. Kuinka suuri on pallon hitausmomentti, pyörimismäärä ja pyörimisenergia?
3. Keskeltä akseloitu umpinaisen sylinterin muotoinen vauhtipyörä pyörii kierrostaajuudella 72 rpm. Sen massa on 150 kg ja säde 0,35 m. Kuinka suuri on vauhtipyörän hitausmomentti, pyörimismäärä ja pyörimisenergia?

Tehtäviä:

1. Kuinka monta prosenttia taitoluistelijan hitausmomentti pienenee, kun hän vetää levitettyt kätensä kiinni vartaloon ja kulmanopeus kasvaa arvosta 1,5 rad/s arvoon 3,4 rad/s?
2. Uimahyppääjän kulmanopeus on 1,8 rad/s hypyn alussa, kun hänen vartalonsa on vielä suora. Kuinka suuri hänen kulmanopeutensa on, kun hän vetää vartalonsa kerälle tehdäkseen voltteja? Voit mallintaa suoraa vartaloa ohuena sauvana, jonka pituus on 2,2 metriä ja kerällä olevaa vartaloa umpinaisena ympyräpohjaisena sylinterinä jonka säde on 0,30 m.

3. Piruettiin valmistautuvan taitoluistelijan levitettyjä käsiä voidaan pitää keskipisteensä ympäri pyörivänä ohuena sauvana. Kun luistelija tekee piruetta, vartaloon puristettuja käsiä voidaan pitää ohutseinäisenä onttona sylinterinä. Käsien kokonaismassa on 8,0 kg ja levitettynä niiden ”kärkiväli” on 1,8 m. Vartaloon puristettujen käsien muodostaman sylinterin säde on 25 cm. Kun käsiä ei oteta lukuun, luistelijan pyörimisakselin suhteen laskettu hitausmomentti on vakio, arvoltaan 0,40 kgm². Jos luistelijan kulmanopeus liikkeen alussa on 0,40 kierrosta sekunnissa, paljonko se on piruetin aikana?
4. Moottoriin liitetyn vauhtipyörän on tarkoitus tuottaa 500 J kineettistä energiaa, kun vauhtipyörä hidastuu kulmanopeudesta 650 rpm arvoon 520 rpm. Laske vauhtipyörältä vaadittava hitausmomentti.
5. Otto ja Elmo pyörivät leikkikentän karusellissa. Hyvin laakeroidun karusellin säde on 1,8 metriä ja hitausmomentti 280 kgm². Poikien massat olivat 53 ja 58 kg. He olivat aluksi karusellin ulkokehällä, ja vauhdittivat sen kierrostaajuuteen 20 1/min. Tämän jälkeen he siirtyivät samanaikaisesti 40 cm etäisyydelle karusellin keskipisteestä. Kuinka suuri oli kierrostaajuus siirtymisen jälkeen? Kuinka paljon, ja minkä vuoksi systeemin pyörimisenergia muuttui poikien siirtyessä. (s98t12, hieman muokattu)
6. Ajoneuvojen liike-energiaa voidaan varastoida vauhtipyöriin jarruttaessa. Eräässä bussissa käytetään vauhtipyörää, jonka massa on 1600 kg ja säde 0,55 m. Oletetaan, että vauhtipyörä on aluksi paikoillaan. Kuinka suurella kierrostaajuudella se pyörii, jos siihen saadaan varastoitua 22 % bussin liike-energiasta, kun bussi aloittaa jarrutuksen nopeudesta 45 km/h ja bussin massa on 12 000 kg?



kuva: Vitaly Volkov, CC BY 2.0

50-luvulta peräisin oleva belgialainen gyrobussi

Vastauksia:

Lämmittely:

1. -
2. $3,5 \cdot 10^{-3} \text{ kgm}^2$, 5,3 mNms, 4,0 mJ
3. $9,2 \text{ kgm}^2$, 69 Nms, 0,26 kJ

Tehtäviä:

1. 56 %
2. 16 rad/s
3. 1,14 kierrosta/s
4. $0,6 \text{ kgm}^2$
5. 43 1/min 1,6 kJ
6. 390 rpm