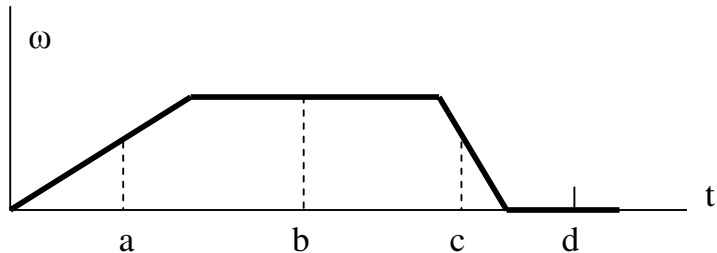


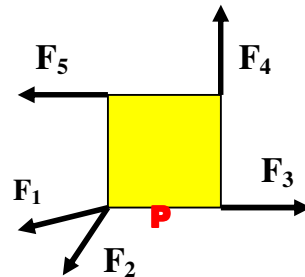
6. loeng. Pöörlemine

Halliday 10. ptk. Pöörlemine

1. Joonisel on graafik, mis kujutab pöörleva ketta nurkkiiruse sõltuvust ajast. Järjestage ajahetked a, b, c ja d vastavalt selle ketta servapunkti kiirenduse (a) tangentsiaalkomponendi ja (b) radiaalkomponendi suuruse järgi, alustades suurimast.



2. Joonisel on kujutatud ülaltvaade ruudule, mis saab pöörelda punkti P läbiiva vertikaalse telje ümber. Punkt P asub ruudu ühe külje keskpunktis. Reastage joonisel kujutatud jõud nende poolt esile kutsutud jõumomentide järgi, alustades suurimast.



Kõik jõud on sama suurusega

A. Pöörlemist kirjeldavad muutujad

3. Kümne meetri kõrgusest tornist alla hüpanud vettehüppaja jõudis enne sukeldumist teha 2,5-kordse salto. Oletades, et tema algkiiruse vertikaalkomponent oli null, leidke tema keskmine nurkkiirus.

4. Võileib lükatakse kogemata üle 76 cm kõrguse laua serva. Oletades, et ta enne maha kukkumist teeb vähem kui ühe täispöörde, leidke võileiva (a) minimaalne ja (b) maksimaalne nurkkiirus, mille korral võiga määratud pool jääb allapoole.

B. Ühtlaselt muutuv pöörlemine

5. Nurkkiirusega 120 rad/s pöörlevat ketast pidurdatakse nurkkiirendusega $4,0 \text{ rad/s}^2$. (a) Kui palju aega kulub ketta seisma jäämiseks? (b) Mitu täispööret teeb ketas selle aja ja kui suur on pöördenurk?

6. Ratas pöörleb konstantse nurkkiirendusega $3,0 \text{ rad/s}^2$. Mingi 4,0 s ajavahemiku jooksul pöörduv ratas 120 radiaani võrra. Oletades, et ratas hakkas pöörlema paigalseisust, leidke, kui kaua pidi ta olema pöörlelnud enne kirjeldatud ajavahemiku algust.

7. Hoorattal, mis pöörles nurkkiirusega 1,5 rad/s, kulus seisma jäämiseks 40 pööret. (a) Oletades, et pöörlemine oli ühtlaselt aeglustuv, leidke seisma jäämiseks kulunud aeg. (b) Kui suur oli nurkkiirendus? (c) Kui palju aega kulus hoorattal esimese 20 pöörde tegemiseks?

8. Grammofoni ketas pöörleb kiirusega 33,3 pööret minutis ja jääb seisma 30 s pärast veomootori välja lülitamist. (a) Leidke ketta nurkkiirendus. (b) Mitu pööret teeb ketas enne peatumist?

C. Nurk- ja joonkiiruse vaheline seos

9. Aastatel 1911 kuni 1990 kaldus Pisa torni tipp lõuna poole keskmiselt 1,2 millimeetrit aastas. Torn kõrgus on 55 meetrit. Milline oli torni tipu keskmine nurkkiirus jalami suhtes, väljendatuna radiaanides sekundi kohta?

10. Kosmoselaev sooritab kiirusel 29000 km/h pööret raadiusega 3220 km. Kui suur on laeva (a) nurkkiirus, (b) normaalkiirendus ja (c) tangentsiaalkiirendus?

11. (a) Kui suur on maapinnal, 40 laiuskraadil, asuva maja Maa telje ümber liikumise nurkkiirus ω ? (b) Aga joonkiirus v ? Kui suur oleks (c) ω ja (d) v , kui maja asuks ekvaatoril?

D. Inertsimoment, jõumoment ja pöörlemisenergia

12. Arvutage meetripuu inertsimoment telje suhtes, mis läheb läbi 20 cm märgi ning on meetripuuga risti. (Meetripuu võib lugeda ühtlase tihedusega vardaks.)

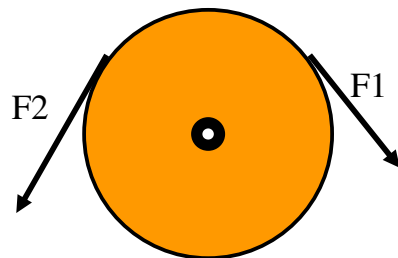
13. Pendel koosneb kuulist massiga 0,75 kg, mis on kinnitatud ümber horisontaalse telje pöörleva 1,25 m pikkuse varda otsa. Kui pendel on kallutatud tasakaaluasendist 30° võrra kõrvale, kui suur on siis temale mõjuva gravitatsioonijõu moment?

14. Auto jõuallikaks on hooratas, mida käivitab elektrimootor ja mis pöörleb nurkkiirusega 200π rad/s. Hoorattaks on ühtlase tihedusega silinder, mille mass on 500 kg ja raadius 1,0 m. (a) Kui suur on pöörleva hooratta kineetiline energia? (b) Kui auto vajab liikumiseks võimsust 8,0 kW, kui kaua võib siis auto sõita hooratta energia arvel?

15. Jalgrattur, kelle mass on 70 kg, surub kogu oma kaaluga pedaalidele, et sundida ratast ülesmäge liikuma. Võttes pedaalide liikumistee raadiuseks 0,40 m, leidke pedaalimise maksimaalne jõumoment.

E. Newtoni II seadus pöörlemisel

16. Joonisel näete ühtlast ketast, mille raadius on 2,00 cm ja mass 20,0 g ning mis võib pöörelda ketta keskpunkti läbiva ja ketta tasandiga risti oleva telje ümber. Hetkel $t = 0$ hakkavad kettale mõjuma kaks joonisel kujutatud tangentsiaalset jõudu, mille mõjul ketas saavutab hetkeks $t = 1,25$ s nurkkiiruse 250 rad/s, suunaga vastupäeva. Jõu F_1 suurus on 0,100 N. Kui suur on teine jõud?



17. Ploki, mille raadius on 10 cm ja inertsimoment on $1,0 \times 10^{-3} \text{ kg} \cdot \text{m}^2$ servale mõjub tangentsiaalset muutuv jõud $F = (0,50 t + 0,30 t^2)$, kus jõud on njuutonites ja aeg sekundites. Hetkel $t = 0$ seisab plokk paigal. Kui suur on hetkel $t = 3,0$ s tema (a) nurkkiirendus ja (b) nurkkiirus?

F. Töö, kineetiline energia ja võimsus

18. Ratas massiga 32,0 kg, mille mass on koondatud ratta põida, pöörleb kiirusega 280 pööret minutis. Ratas tuleb peatada 15,0 s jooksul. (a) Kui palju kulub selleks tööd? (b) Milline on selleks vajalik keskmine võimsus?
19. Auto väntvõll kannab mootori energiat selle veotelgedele võimsusega 100 hobujõudu ($= 74,6 \text{ kW}$) juhul, kui tema pöörlemiskiirus on 1800 pööret minutis. Kui suur jõumoment (mõõdetuna njuuton-meetrites) mõjub väntvõllile?
20. Silindrikujuline korsten kõrgusega 55,0 m kukub ümber vundamendi purunemise tõttu. Luges korstna ühtlaseks vardaks, leidke hetkel, kus tema nurk vertikaalsuunast on $35,0^\circ$, (a) korstna tipu normaalkiirendus ja (b) tema tangentsiaalkiirendus. (Vihje: Kasutage energiat, mitte jõumomenti!) (c) Milline on nurk Θ tangentsiaalkiirenduse ja raskuskiirenduse vahel?

11. peatükk. Veeremine, jõumoment ja pöörlemishulk

A. Veeremine

1. Auto sõidab tasasel teel kiirusega 80 km/h x-telje suunas. Tema rehvide läbimõõt on 66 cm. Avaldage rehvi (a) keskpunkti, (b) kõrgeima punkti ja (c) madalaima punkti kiirus ja kiirendus **autojuhi suhtes**, kasutades ortonormaalset baasi. Avaldage, kasutades ortonormaalset baasi ka kõigi rehvide (d) keskpunkti, (e) kõrgeima punkti ja (f) madalaima punkti kiirus ning (g) tsentri, (h) kõrgeima punkti ja (i) madalaima punkti kiirendus **tee kõrval seisva hääletaja suhtes**.
2. Rõngas massiga 140 kg veereb piki horisontaalset põrandat nii, et tema keskpunkti kiirus on 0,150 m/s. Kui palju tuleb teha tööd rõnga peatamiseks?
3. Keeglimängija viskab rajale kuuli, mille raadius on $R = 11 \text{ cm}$. Kuul libiseb algkiirusega $v_{\text{com},0} = 8,5 \text{ m/s}$, kusjuures tema nurkkiirus ω on sel ajal null. Kuuli ja põranda vahel mõjub hõõrdejõud f_k liugehõõrdeateguriga 0,21, mis tekitab lisaks joonkiirendusele ka nurkkiirendust esile kutsuva jõumomendi. Mingil hetkel saab kahanev joonkiirus võrdseks kuuli pöörlemisest tingitud pinnapunktide joonkiirusega ja sellest hetkest alates hakkab kuul veerema. (a) Milline on siis seos kuuli tsentri joonkiiruse ja kuuli nurkkiiruse vahel? Kui suur on kuuli libisemise ajal tema (b) kiirendus ja (c) nurkkiirendus? (d) Kui kaua kuul libiseb? (e) Millise kauguseni kuul libiseb? (f) Kui suur on kuuli joonkiirus hetkel, kui libisemine lõpeb?
4. Keha, mille raadius on R ja mass m , veereb ühtlaselt kiirusega v piki horisontaalset pinda. Ta jõuab künkani, jõudes piki seda üles veeredes kõrguseni h . (a) Kui $h = 3v^2/4g$, kui suur on siis selle keha inertsimoment masskeset läbiva telje suhtes? (b) Millise kehaga on tegemist?

B. Pöörlemishulk

5. Hooratta, mille inertsimoment on $0,140 \text{ kg} \cdot \text{m}^2$ pöörlemishulk tsentrit läbiva telje suhtes kahaneb 1,50 s jooksul $3,00 \text{ kg} \cdot \text{m}^2/\text{s}$ kuni $0,800 \text{ kg} \cdot \text{m}^2/\text{s}$. (a) Kui suur on selle aja vältel hoorattale mõjuv keskmine jõumoment? (b) Kui suur on hooratta pöördenurk eeldusel, et nurkkiirendus on konstantne? (c) Kui palju tööd teeb hooratas? (d) Milline on tema keskmine võimsus?

6. Pöörlevale kettale inertsimomendiga $7,00 \text{ kg} \cdot \text{m}^2$ hakkab hetkel $t = 0$ mõjuma jõumoment $T = (5,00 + 2,00 t) \text{ N} \cdot \text{m}$. Hetkel $t = 1,00 \text{ s}$ on tema pöörlemishulk $5,00 \text{ kg} \cdot \text{m}^2/\text{s}$. Kui suur on pöörlemishulk hetkel $t = 3,00 \text{ s}$?

C. Pöörlemishulga jäävuse seadus

7. Ratas pöörleb vabalt ja hõõrdumiseta kiirusega 800 pööret minutis koos teljega, mille inertsimoment on tähtsusetu. Mingil hetkel kinnitub samale teljele mittepöörlev ratas, mille inertsimoment on kaks korda suurem. (a) Kui suur on rataste pöörlemiskiirus pärast kinnitumist? (b) Kui suur osa esialgsest kineetilise energiast läheb kaotsi?

8. Grammofoniplaat massiga $0,1 \text{ kg}$ ja raadiusega $0,10 \text{ m}$ pöörleb vabalt ümber vertikaalse telje nurkkiirusega $4,7 \text{ rad/s}$. Plaadi inertsimoment on $5,0 \times 10^{-4} \text{ kg} \cdot \text{m}^2$. Ült kukub plaadile tükk kitti massiga $0,020 \text{ kg}$ ja kleepub plaadi serva külge. Kui suur on nurkkiirus vahetult pärast kiti kleepumist?

9. Ühtlane ketas massiga 10 m ja raadiusega $3,0 \text{ r}$ võib vabalt pöörelda ümber vertikaalse telje. Väiksem ketas massiga m ja raadiusega r asub algselt suurema ketta keskel ja nad pöörlevad koos kiirusega 20 rad/s . Pärast kergelt tõuget libiseb väiksem ketas suurema välisservale ja jääb seal peatuma nii, et tema välimine serv puutub suurema ketta välimise servaga. Pärast seda pöörlevad kettad jällegi koos (ilma libisemiseta). (a) Kui suur on siis ketaste nurkkiirus? (b) Milline on süsteemi kineetiliste energiatega suhe K/K_0 (enne ja pärast libisemist)?