

Tentamen i Mekanik för F, del 2
Tisdagen 24 maj 2005, 08.30-12.30, V-huset
Examinator: Martin Cederwall
Jour: Per Salomonson, tel. 7723231

Tillåtna hjälpmedel: Physics Handbook, Beta, typgodkänd kalkylator, lexikon, samt en egenhändigt skriven A4-sida med valfritt innehåll.

Alla svar skall motiveras, införda storheter förklaras liksom val av metoder. Lösningarna förväntas vara välstrukturerade och begripligt presenterade. Erhållna svar skall i förekommande fall analyseras m.a.p. dimension och rimlighet. Även skisserade lösningar kan ge delpoäng. Skriv och rita tydligt!

Tentamen är uppdelad i två delar. Den obligatoriska delen omfattar uppgifterna 1-3, totalt 40 poäng, varav 20 krävs för betyg 3. Förutsatt att kravet för betyg 3 är uppfyllt rättas även överbetygsdelen, uppgifterna 4 och 5. För betyg 4 krävs 40 poäng, och för betyg 5 50 poäng, av maximalt 60 på de två delarna sammanlagt. Lycka till!

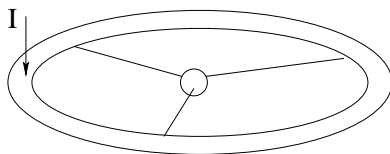
1. Ange för vart och ett av följande påståenden om det är sant eller falskt!
(8 poäng, 2 för varje korrekt svar utöver 4)
 - a. Corioliskraften på ett fordon som väger 1 ton och färdas rakt norrut på 58° nordlig bredd med farten 100 km/h är riktad österut och har storleken 3.4 N.
 - b. Masscentrum för ett partikelsystem rör sig alltid med konstant och likformig hastighet.
 - c. Tröghetsmomentet, för en tunn regelbunden femhörning med konstant massa per ytenhet och total massa m , med avseende på en axel genom mittpunkten och vinkelrät mot femhörningens plan, är $\frac{\sqrt{5}}{2}ma^2$, där a är avståndet från mittpunkten till ett av hörnen.
 - d. Den totala fjäderkonstanten för två fjädrar som sätts i bredd är hälften så stor som för var och en av dem.
 - e. Närvaron av fiktiva krafter, dvs. avvikelse från Newtons första lag, indikerar att koordinatsystemet man använder inte är ett inertialsystem.
 - f. Om en kropp har en tröghetsmatris I som innehåller deviationsmoment i ett system, så följer det av den ortogonala transformationen $I' = PIP^t$ (där P är en ortogonal matris) att så är fallet i alla ortonormerade system.
 - g. Inre krafter i ett system kan ge upphov till vridande moment på systemet som helhet.
 - h. Tiden det tar för en mycket starkt dämpad partikel att, då den släpps från vila, t.ex. halvera sitt avstånd till jämviktsläget är större ju starkare dämpningen är.

2. En sfärisk kropp med massan 10 g och radien 8.0 mm är utsatt för en återförande kraft som är proportionell mot förflyttningen från jämviktsläget med proportionalitetskonstanten 0.50 N/m. Massan svänger i vatten, och utsätts därför för en bromsande kraft från vattnet (se nedan). Visa att den resulterande svängningsrörelsen kommer att vara svagt dämpad (ge även ett värde på den dimensionslösa koefficienten ζ) om amplituden är tillräckligt liten för att strömningen skall kunna betraktas som laminär. Ungefär hur stor får amplituden vara om detta skall gälla?
(16 poäng)

Vattenmotståndet beter sig olika för laminärt och för turbulent flöde. Vilket som gäller bestäms av Reynoldstalet, $Re = \frac{\rho d v}{\eta}$, där ρ är vattnets densitet, d föremålets typiska diameter, v dess fart och $\eta \approx 1.5 \times 10^{-3}$ kg/(ms) vattnets viskositet. För Reynoldstal mindre än c:a 30 har man laminär strömning, och vattenmotståndet är proportionellt mot farten enligt $F \approx 6\pi\eta r v$ där r är sfärens radie. För Reynoldstal från c:a 10^3 och uppåt har man turbulent strömning, och vattenmotståndet är proportionellt mot farten i kvadrat enligt $F \approx \frac{1}{2}\rho C_d A v^2$, där A är föremålets tvärsnittsarea och C_d en formfaktor som för en sfär är ungefär 0.5.

3. Man har diskuterat att montera svänghjul i stadsbussar för att kunna lagra energi vid inbromsning. Detta problem rör dock en annan hypotetisk tillämpning: dessa svänghjul skulle eventuellt kunna användas för att "motverka centrifugalkraften" då bussen svänger. Undersök om det finns något sätt att montera ett svänghjul i bussen så att detta åstadkoms, och isåfall hur dess rotationsvektor bör vara riktad. Fungerar det isåfall både för höger- och vänstersvängar? Ge en grov uppskattning av hur svänghjulet skulle behöva dimensioneras!
(16 poäng)

4. En rymdstation är formad som en smal torus ("doughnut") enligt figuren. Dess radie är 200 m och dess massa 50 kiloton. Massan i övriga delar av rymdstationen är försumbar. Stationen roterar kring sin symmetriaxel så att den upplevda gravitationsaccelerationen vid periferin skall vara g . Vid ett tillfälle skjuts en rymdfarkost ut från torusen i en riktning parallell med rotationsaxeln, vilket åstadkommer en impuls i motsatt riktning av storleken $7.5 \cdot 10^5$ Ns. Beskriv rymdstationens rotationsrörelse därefter i termer av spinn och precession!
(10 poäng)



5. En liten kula kan glida friktionsfritt på ett lätt, tunt, otänjbart och lättböjligt snöre med längden l , vars ändar är fästa i samma höjd på avståndet a från varandra. Använd en energimetod för att bestämma periodtiden för små svängningar kring jämviktsläget!
(10 poäng)

