

Tentamensskrivning i Mekanik för FK2002.

Måndagen den 1 Oktober 2007 i FR4

kl 09:00-15:00

Hjälpmedel:

Miniräknare och 'Physics Handbook'

Läs detta innan du börjar räkna!!

För godkänt krävs 12p av 24 möjliga.

Alla införda beteckningar och ekvationer skall förklaras. Tänk på att uträkningar och resonemang blir så utförliga att de går att förstå! Eventuella figurer måste vara stora och tydliga. Skilj noga mellan *skalärer* och *vektorer*.

Om inget annat anges räkna med tyngdaccelerationen $g=9.82 \text{ m/s}^2$.

PS. Om ni inte lyckas lösa en deluppgift vars svar behövs för att lösa nästa deluppgift, välj då ett acceptabelt värde och gå vidare med nästa deluppgift.

Lycka till.

Ahmed Al-Khalili

1. Frågorna nedan har **endast ett rätt alternativ**. Varje rätt svar ger en halv poäng. Du måste även ge en kort men klar motivering för ditt val. **OBS rätt svar utan motivering ger ingen poäng.**

I. En tyngd hänger i en tråd. En annan tråd hänger ner från tyngden. Om vi drar i den nedre tråden med ett ryck så ...

- a) brister den övre tråden
- b) brister den nedre tråden
- c) brister båda trådarna samtidigt

II. En kanon som är placerad på en kulle 10 meter över marken, är kapabel att skjuta iväg en kula med en hastighet som är lika stor som flykthastigheten. Vad händer med kulan om den skjuts iväg horisontellt (försumma effekten av luftmotståndet)?

- a) Kulan hamnar i en 10 meter hög satellitbana runt jorden
- b) Kulan hamnar i en satellitbana vars höjd är mycket högre än i a
- c) Kulan försvinner gradvis från jorden

III. En kloss hålls med hjälp av en tråd i en cirkulär bana med konstant hastighet. Vad händer med hastigheten samt dragspänningen i tråden om man plötsligt minskar cirkelradien (dvs kortar av tråden)?

- a) Hastigheten ökar och dragspänningen minskar
- b) Både dragspänningen och hastigheten ökar
- c) Hastigheten minskar och dragspänningen ökar
- d) Hastigheten ökar och dragspänningen är oförändrad
- e) Hastigheten minskar och dragspänningen ökar

IV. En sten kastas mot en mjuk massa. Stenen borrar sig in 1 cm i massan. Hur snabbt ska stenen kastas för att hålet i massan ska bli 4 cm djup (anta att inbromsningskraften är konstant)?

- a) Dubbelt så snabbt
- b) Fyra gånger så snabbt
- c) 8 gånger så snabbt
- d) 16 gånger så snabbt

V. En lagerarbetare klarar av att bära en låda med massan 80 kg 10 meter på en rak sträcka. Om tyngdaccelerationen är 10 m/s^2 , hur stort arbete har hon uträttat?

- a) 1000 J
- b) 800 J
- c) 0 J

VI. En vertikal fjädern är ihoptryckt med 1 cm. En kula placeras på fjädern. När fjädern släpps så når kulan 1 m höjd. Hur högt kommer kulan om man komprimerar fjädern med 2 cm?

- a) 2 m
- b) 3 m
- c) 4 m
- d) Mer information behövs

VII. Föraren i en bil som åker österut observerar relativt bilen en luftballong som flyger söderut med samma fart som bilen. En stillastående flicka tappar sin Helium fyllda ballong. Mot vilken riktning flyger ballongen relativt marken?

- a) Nordväst
- b) Nordöst
- c) Sydväst
- d) Sydöst

VIII. Två lådor A och B befinner sig på ett horisontellt friktionsfritt underlag. B har dubbelt så stor massa som A. Om både A och B utsätts för en konstant kraft under 3 s, hur förhåller sig deras rörelsemängder?

- a) Rörelsemängden hos A är dubbelt så stort som B
- b) Rörelsemängden hos A är hälften så stort som B
- c) Rörelsemängden hos A är lika stort som B
- d) Rörelsemängden hos A är $2/3$ av B:s rörelsemängd

IX. Två hjul har samma massa och radier. Båda hjulen släpps samtidigt nerför en lutning. Hjul A är ringformad medan B är skivformad. Vilket av följande alternativ är korrekt?

- a) A kommer först
- b) B kommer först
- c) A och B kommer samtidigt

X. En katt som står på periferin av en roterande skiva ser en totalt förvirrad mus i mitten av skivan. Katten rör sig mot musen. Vad händer?

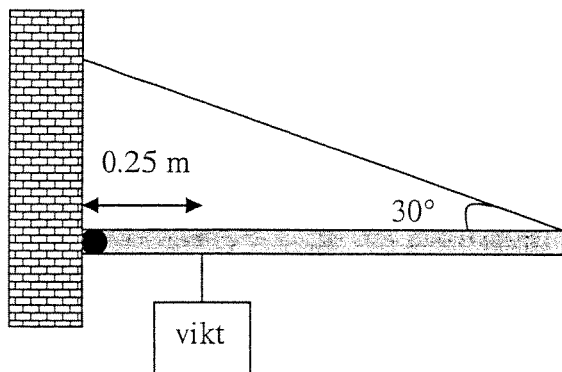
- a) Skivan roterar snabbare
- b) Skivan roterar långsammare
- c) Skivans rotationshastighet är oförändrad

2. En 0.5 m lång tråd klarar en dragspänning på 1000 N.

a) Bestäm den maximala tillåtna hastighet en tyngd med massan 50 g kan ha om tyngden med hjälp tråden tvingas i en horisontell cirkulär bana. (1p)

b) använd samma tråd till att konstruera en matematisk pendel, vad blir perioden för pendeln? (1p)

c) Om samma typ av tråd används för att hålla en lyftanordning (se bild), vad är den maximala tillåtna vikten? Staven är 10 kg och 1 m lång. (3p)



Lösning:

dragspänningen är lika stor som centripetalkraften:

$$T = mv^2/r = 1000 ; v = 100 \text{ m/s}$$

Periodtiden för en matematisk pendel är:

$$T = 2\pi(l/g)^{1/2} = 1.42 \text{ s}$$

Anordningen är i statisk jämvikt

$$\Sigma\tau = W(0.25) + 10(9.82)0.5 - (1)1000\sin 30 = 0; W = 1803.6 \text{ N}$$

3. En kloss A med massan 1 kg glider på ett horisontellt underlag med friktionskoefficienten 0.1. När klossen befinner sig en meter från en annan kloss B har den hastigheten 10 m/s.

Kloss B är stillastående och har massan 1.5 kg.

a) Bestäm klossens hastighet strax före kollisionen. (1p)

b) Bestäm hastigheterna hos klossarna strax efter kollisionen.

Anta att kollisionen är elastisk. (2p)

c) Bestäm hur långt klossarna glider. (2p)

Lösning:

Klossens hastighet fås med hjälp av arbete-energi teoremet. $W = fd = m_A g \mu d = \frac{1}{2} m_A (v^2 - v_0^2)$

$$v = 9.9 \text{ m/s}$$

rörelsemängden är lika före och efter kollisionen:

$$m_A v = m_A u_1 + m_B u_2 ; \text{ elastisk kollision } v = u_2 - u_1; u_2 = v + u_1; u_1 = -1.98 \text{ m/s}; u_2 = 7.92 \text{ m/s}$$

$$\text{kloss A rör sig } d_A = u_1^2 / (2g\mu) = 2 \text{ m kloss B rör sig } d_B = u_2^2 / (2g\mu) = 31.9 \text{ m}$$

4. En satellit med massan $m = 300 \text{ kg}$ har sin bana 10000 km ovan jorden.

a) Hur mycket skulle en astronaut med massan $m_A = 60 \text{ kg}$ väga om hon befann sig i satelliten. (2p)

b) hur stor mängd energi måste tillföras för att satelliten (utan astronauten) ska lämna sin bana och avlägsna sig från jorden (3p)

Tyngdaccelerationen vid 10000 km höjd fås av: $g_h = GM_j/(R_j+h)^2 = 1.48 \text{ m/s}^2$

Summan av krafterna på astronauten är:

$m_A g_h + N = m_A v^2/r$; v är banhastigheten $v = (GM_j/r)^{1/2}$; och N är normal kraften, dvs den skenbara vikten. $N = 0$ dvs tyngdlös.

Satelliten energi $E = \frac{1}{2}mv^2 - GM_jm/(R_j+h) = -3.65 \text{ GJ}$

Satelliten potentiella energi vid jordens yta är $U_0 = -GM_jm/R_j$ detta ger ΔE energin som behövs för att få satelliten att lämna jorden: $\Delta E = E - U_0 = 15.1 \text{ GJ}$

5. En homogent skiva med radien $R = 0.2 \text{ m}$ och massan $M = 10 \text{ kg}$ rullar utan att glida på en horisontell väg med en rotationshastighet på 20 rad/s .

a) Bestäm storleken på det inbromsande vridmomentet om skivan stannar efter 20 m . (2p)

b) Bestäm hur långt upp för en backe med lutningen 20° den skulle rulla (försumma friktionen). (3p)

Lösning:

Ur rörelseekvation:

$\omega^2 = \omega_0^2 + 2\alpha(\theta - \theta_0)$; $\omega = 0$; $\omega_0 = 20 \text{ rad/s}$ $\theta_0 = 0$ and $\theta = 20/0.2 = 100 \text{ rad}$; $\alpha = -2 \text{ rad/s}^2$

$\tau = I\alpha = \frac{1}{2}MR^2(-2) = 0.4 \text{ Nm}$

Energien före lutningen är $K = \frac{1}{2}Mv^2 + \frac{1}{2}I\omega^2 = \frac{1}{2}\omega^2 R^2(M + \frac{1}{2}M) = 120 \text{ J}$

$K = U = Mgh = 120$ ger $H = 1.22 \text{ m}$ Sträckan $S = 1.22/\sin 20 = 3.57 \text{ m}$

6. En backhoppare startar nerför en ramp som visas i figuren nedan.

a) bestäm hastigheten vid rampens slut. (1p)

b) Bestäm var i backen hopparen hamnar. Ange koordinaterna relativt punkt A. (4p)
Försumma effekten av friktion och luftmotstånd.

