

NORGES TEKNISK NATURVITENSKAPELIGE UNIVERSITET
INSTITUTT FOR FYSIKK

Faglig kontakt under eksamen:
Navn: Anne Borg
Tlf. 93413

BOKMÅL

KONTINUASJONSEKSAMEN I EMNE TFY4115 Fysikk

Elektronikk og Teknisk kybernetikk

20. august 2005
Tid: Kl. 0900 - 1300

Hjelpemiddelkode C:

Bestemt, enkel kalkulator

K. Rottmann: Matematisk formelsamling

O. H. Jahren og K. J. Knutsen: Formelsamling i matematikk

Vedlegg: Formler i emne TFY4115 Fysikk (side 5 – 9 i oppgavesettet)

Oppgavesettet er utarbeidet av: Professor Anne Borg og professor Ola Hunderi

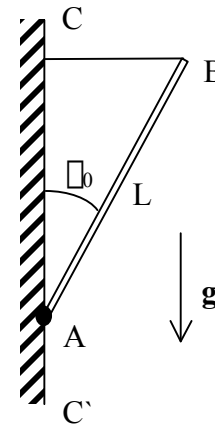
_____ sign. _____

Hver deloppgave (a, b, c, d) teller likt i vurderingen.

Sensuren faller innen 10. september 2005.

Oppgave 1

Ei uniform, tynn stang med lengde L og masse M kan rotere uten friksjon om en akse i punkt A i ene endepunktet av stanga, som vist i figur 1. Stanga holdes i utgangspunktet oppe av ei horisontal, masseløs snor som er festet til den andre enden av stanga (punkt B) og til en vertikal vegg $C - C'$. Stanga danner vinkelen θ_0 med vertikalretningen. Aksen A ligger i $C-C'$ -planet. Tyngdens akselerasjon er g .



Figur 1

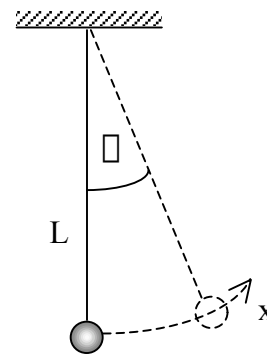
- Beregn snorkrafta som virker fra snora på stanga og den resulterende krafta fra aksen A på stanga.
- Snora kuttet. Beregn komponentene av krafta, parallelt og tangensielt til stanga, som aksen A virker med på stanga, når stanga danner en vinkel θ ($\theta_0 < \theta < 180^\circ$) med vertikalretningen.

Oppgave 2

En matematisk pendel utfører en tilnærmet harmonisk svingning ved små utsving. Bevegelseslikningen i dette tilfellet kan vises å være

$$\frac{d^2x}{dt^2} + \frac{g}{L}x = 0$$

der x er avstanden fra likevektsposisjonen målt langs pendelbanen, $g =$ tyngdens akselerasjon $= 9,8 \text{ m/s}^2$ og L lengden til pendelen. Pendelen er illustrert i figur 2. Ei huske, eller disse på trøndersk, kan tilnærmet betraktes som en matematisk pendel med demping. Vi regner med en luftmotstand som gir en motstandskoeffisient $b = 8,0 \text{ Ns/m}$. I hele oppgaven antas utsvinget å være så lite at tilnærmelsen $\sin \theta \approx \theta$ holder.



Figur 2

- Et barn dyttes i gang på ei huske. Huska henger i tau som er $L = 4,0 \text{ m}$ lange. Barnet og huska har total masse $M = 25 \text{ kg}$. Bestem bevegelseslikninga som beskriver dette svingesystemet og vis at

$$x(t) = Ae^{-\frac{b}{2M}t} \cos(\omega t + \phi)$$

er en mulig løsning av denne bevegelseslikninga. Forklar størrelsene ω , ϕ og A . Hva er svingningens vinkelfrekvens og periode?

- Barnet trekkes ut slik at vinkelen med vertikalretningen er θ_0 og gis et puff slik at starthastigheten blir v_0 . Vis at

$$A^2 = \frac{v_0^2 + \frac{g}{L}x_0^2}{\omega^2} + x_0^2$$

og

$$\varphi = \arctan \left[\frac{v_0 + \frac{k_0}{x_0}}{\frac{x_0}{L}} \right]$$

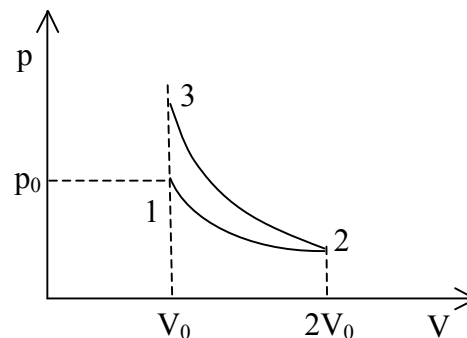
der $x_0 = L \cdot \varphi_0$.

Tegn amplituden som funksjon av tiden og utsvinget som funksjon av tiden ($x(t)$) for det tilfellet at $\varphi_0 = 20^\circ$ og $v_0 = -5,0$ m/s. Merk av noen (> 3) beregnede verdier på kurvene.

c) I resten av oppgaven antar vi at dempningen er så liten at den kan neglisjeres. Idet huska med barnet har maksimalt utsving, stiger et nytt barn med masse m opp på huska. Regn at det nye barnets utgangshastighet er lik null. Hva blir forholdet mellom amplitudene for svingningene med ett og med to barn? I et nytt forsøk setter barnet med masse m seg i fanget på det første barnet idet huska passerer likevektsposisjonen. Igjen regnes utgangshastigheten til det andre barnet lik null. Hva er nå forholdet mellom amplitudene med ett og med to barn?

Oppgave 3

1 mol av en ideell gass har i tilstand 1 trykk $p_1 = p_0$, volum $V_1 = V_0$ og temperatur $T_1 = T_0$. Gassen ekspanderer isotermt til tilstand 2 der $V_2 = 2V_0$. Deretter komprimeres gassen i en kvasistatisk, adiabatisk prosess til tilstand 3 med trykk $p_3 = 1,32 p_0$ og volum $V_3 = V_1$. Prosesstrinnene er vist i figur 3.



Figur 3

- Beregn adiabatkonstanten for gassen.
 - Vis at gassen er diatomig i dette tilfellet.
 - Hvilke frihetsgrader bidrag til varmekapasiteten for en diatomig gass?
- Beregn arbeid utført av eller på gassen i den isotherm ekspansjonen og den adiabatisk kompresjonen. Angi om arbeidet er utført av gassen eller på gassen i hvert av tilfellene. Beregn endringen i gassens indre energi fra tilstand 1 til tilstand 3. Uttrykk svarene ved temperaturen T_0 og den universelle gaskonstanten R .
- Vi har to varmekraftmaskiner som er kopla i serie. Varmen avgitt fra den første maskinen brukes som tilført varme til den andre maskinen, som vist i figur 4. Virkningsgraden til den første maskinen er η_1 og den opererer mellom to varmereservoarer med temperaturer T_h og T_m . Virkningsgraden til den andre maskinen er η_2 , og denne maskinen opererer mellom varmereservoaret med temperatur T_m og et varmereservoar med temperatur T_c .

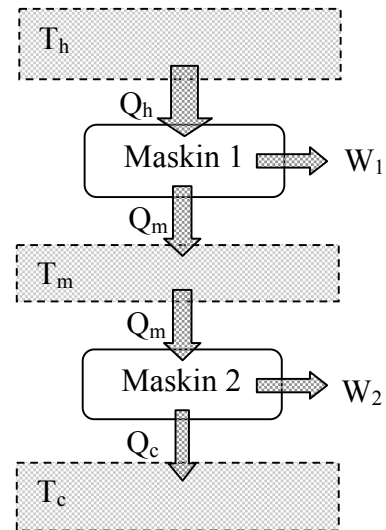
- Vis at netto virkningsgrad for de to maskinene kopla i serie er gitt ved

$$\eta_{\text{net}} = \eta_1 + (1 - \eta_1)\eta_2$$

- ii. Uttrykk netto virkningsgrad, idet begge maskinene antas å være Carnotmaskiner, ved temperatuene T_h og T_c . Kommenter kort resultatet.

d) Overflatetemperaturen til filamentet i ei glødelampe er 1400°C ved en gitt tilført elektrisk effekt.

- i. Begrunn hvorfor temperaturen til omgivelsene kan neglisjeres når netto utstrålt effekt fra filamentet skal bestemmes.
- ii. Hva vil overflatetemperaturen til filamentet være om den tilførte elektriske effekten økes til det dobbelte?



Figur 4