

Institutt for fysikk

Kontaktperson ved eksamen: Professor Berit Kjeldstad 73591995

EKSAMEN I:

TFY 4145 Mekanisk fysikk

Torsdag 10 august 2006

Tid: 09.00-13.00

Hjelpemiddel: C

K. Rottmann: Matematisk formelsamling (eller tilsvarende).

O.Øgrim og B. E. Lian: Størrelser og enheter i fysikk og teknikk, eller

B. E. Lian og C. Angell: Fysiske størrelser og enheter.

Typegodkjent kalkulator, med tomt minne, i tråd med liste utarbeida av NTNU.
(HP30S eller lignande.)

Totalt antall sider: 3

Sensurfrist: 30 august 2006

Kriterier for vurdering:

Oppgavesettet består av 4 oppgaver som vektas med prosentdel gitt i parentes bak oppgavenummeret. Innen hver oppgave vektas deloppgavene likt.

Studentene må primært gjøre seg kjent med sensuren ved å bruke NTNU sin sensurtelefon, tlf. 815 48014. Eksamenskontoret kan svare på telefonhenvendelser.

For oppgaver se vedlegg.

Vedlegg

Oppgave 1 (teller 25 %)

a)

Definer de forskjellige typer av friksjon og sett opp definisjonen for friksjonskoeffisientene μ_s , μ_k og μ_r . Gi eksempler på typiske verdier og generelle relasjoner mellom dem. Hva er den mikroskopiske forklaringen på (naturen til) friksjon?

b)

To små massive kuler, hver med masse m og med neglisjerbar radius, er forbundet med en tilnærmet masseløs stav med lengde L . Den nederste kula hviler på et horisontalt underlag mens den øverste kula er stilt opp mot en vertikal vegg slik som figuren viser. Anta at systemet er statisk og at vinkelen mellom staven og veggen er θ . Friksjonskoeffisientene mellom kule/vegg og kule/underlag er like og gitt ved μ_s . Hva er den maksimale vinkelen θ_{max} en kan ha uten at kulene begynner å skli?

c)

Anta nå at $\theta = 30^\circ < \theta_{max}$ i forrige punkt, men at både vegg og underlag på et eller annet vis plutselig blir friksjonsfrie, slik at kulene begynner å skli. Etter en stund har kulene henholdsvis farten v_1 og v_2 . Ved hvilken vinkel θ_V vil farten til de to kulene være like, dvs. $v_1 = v_2 = V$? Finn farten V uttrykt ved L og tyngdens akselerasjon g .

Oppgave 2 (teller 25 %)

En uniform hul sylinder, som har masse M og lengde L , roterer friksjonsfritt rundt en vertikal akse gjennom massesenteret. Inni sylindren er to små, identisk like legemer plassert i avstand ℓ fra hverandre og symmetrisk i forhold til rotasjonsaksen. Massen til hvert av legemene er m , og de er festet til hverandre med en tynn snor (med neglisjerbar masse) som holder dem på plass, se figuren. Systemet roterer stasjonært med vinkelhastighet ω_i når snora plutselig ryker, slik at de to små massene blir slynget ut til hver sin ende av sylindren, hvor de blir sittende fast. I slutt-tilstanden, dvs. når de to små massene har nådd hver sin ende av sylindren, roterer sylindren igjen stasjonært, men med en ny vinkelhastighet ω_f . Anta at de to små massene har beveget seg friksjonsfritt gjennom sylindren. Hva blir da ω_f ? Finn også den kinetiske energien K_i og K_f til systemet i henholdsvis begynnelses- og slutt-tilstanden. Hvilken forskjell ville det gjøre for ω_f og K_f hvis en tar hensyn til friksjon inne i sylindren? Begrunn svaret.

Oppgitt: treghetsmomentet til sylindren om rotasjonsaksen er $\frac{1}{10}ML^2$.

Oppgave 3 (teller 25 %)

a)

Sett opp definisjonen på en konservativ kraft. Gi et eksempel på en konservativ kraft og en ikke-konservativ kraft. Sett opp definisjonen for potensiell energi-funksjonen assosiert med en konservativ kraft. Hva er potensiell energi-funksjonen for gravitasjon og for fjærkraft?

b)

En kraft \mathbf{F} virker i x-y planet og er gitt ved

$$\mathbf{F} = \frac{F_0}{r}(yi - xj), \quad r \equiv \sqrt{x^2 + y^2},$$

hvor F_0 er en konstant og \mathbf{i} , \mathbf{j} er enhetsvektorer i henholdsvis x- og y-retningen. Finn det arbeidet W som \mathbf{F} gjør på en partikkel som beveger seg en gang rundt en sirkel med radius R sentrert i origo. Er \mathbf{F} en konservativ kraft?

Oppgave 4 (teller 25 %)

a)

To baller, hvor ball nr.1 er plassert direkte under ball nr.2, slippes samtidig i tyngdefeltet. Anta at ball nr.1 først kolliderer elastisk med bakken og at den så umiddelbart etterpå kolliderer elastisk med ball nr.2. Anta videre at ballene har massene m_1 og m_2 , og at ball nr.1 har farten $-v_0$ (positiv retning oppover) like før kollisjonen med bakken. La v_{1f} være farten til ball nr.1 like etter kollisjonen med ball nr.2. Finn det forholdet m_1/m_2 som innebærer at v_{1f} er null, dvs. som gjør at ball nr.1 "stopper i luften" umiddelbart etter kollisjonen med ball nr.2.

b)

Finn farten v_{2f} til ball nr.2 umiddelbart etter kollisjonen med ball nr.1.