

NORGES TEKNISK-NATURVITENSKAPELIGE UNIVERSITET
INSTITUTT FOR FYSIKK

Kontakt under eksamen:
Eivind Hiis Hauge
Telefon: 73 59 36 51 / 90 85 01 31

EKSAMEN TFY4115 FYSIKK
for MTEL og MTTK
13. august 2008 kl. 0900 - 1300
Bokmål

Hjelpemiddel C

- K. Rottmann: Matematisk formelsamling
- Godkjent kalkulator, med tomt minne

Side 2-4: 8 oppgaver med tilsammen 14 punkt.
Vedlegg: 3 sider formler.

I dette oppgavesettet spørres det etter et tallsvar bare i oppgavene 2 og 3. I alle de øvrige spørsmålene har svarene form av bokstavuttrykk eller korte kommentarer/diskusjoner. Alle enkeltpunktene teller i utgangspunktet likt, tilsammen 80% av totalen. De siste 20% er gitt av midtsemesterprøven i oktober 2007.

Svar først på de spørsmålene som er de letteste for **deg!** Mange av punktene kan besvares, helt eller delvis, uten at du kjenner svaret på de foregående punktene.

Oppgavesettet er utarbeidet av Eivind Hiis Hauge, og er sett gjennom av Johan Skule Høye.

Sensuren kan ventes i løpet av august måned.

Oppgave 1

Enkeltmolekyler i luft beskrives av mekaniske variable: Posisjon, hastighet, energi etc. På den annen side er lufta, makroskopisk sett, karakterisert ved (bl.a.) sin temperatur. Hvilken mekanisk størrelse på mikronivå er direkte knyttet til det makroskopiske temperaturbegrepet, og hva er den presise sammenhengen?

Oppgave 2

Dersom solas overflatetemperatur steg med 1% , hvor mange prosent ville innstrålt energi mot jorda da øke? (Hvilke prosesser en slik endring ville sette i gang, skal vi forbigå i stillhet her!)

Oppgave 3

Et hus har en kjelleretasje som sommerstid har følgende typiske verdier for temperatur og relativ fuktighet: 18° C, 70% . Huset forsynes med vann gjennom et uisolert metallrør som kommer inn i kjelleretasjen og forgrener seg derfra. Ved relativt stort vannforbruk kan vi regne metallrørets temperatur T_r som lik temperaturen til det innkommende vannet. Dersom rørets temperatur faller under en bestemt verdi T_0 , vil det dannes kondens på røret. Bruk de oppgitte verdiene for vanndampens metningstrykk P_d til å bestemme T_0 .

T (° C)	P_d (mmHg)	T (° C)	P_d (mmHg)
5.0	6.543	12.0	10.518
6.0	7.013	13.0	11.231
7.0	7.513	14.0	11.987
8.0	8.045	15.0	12.788
9.0	8.609	16.0	13.634
10.0	9.209	17.0	14.530
11.0	9.844	18.0	15.477

Hva kan i praksis gjøres for å unngå kondensproblemet?

Oppgave 4

Kompressibiliteten κ til et stoff kan generelt defineres som

$$\kappa = -\frac{\Delta V}{V\Delta P}.$$

For gasser er ikke denne definisjonen presis nok. Prosessen vil i praksis foregå et sted mellom to ytterligheter:

- Kompresjonen er så langsom at gassens temperatur forblir konstant (isoterm prosess): $\kappa \rightarrow \kappa_T$.
- Kompresjonen er tilstrekkelig rask (adiabatisk prosess) til at ingen varmeutveksling mellom gass og omgivelser skjer: $\kappa \rightarrow \kappa_S$.

Bruk ligningene for en isoterm og en adiabat i en ideell gass til å bestemme forholdet κ_S/κ_T .

Oppgave 5

To eksempler på systemer i delvis, men ikke fullstendig, likevekt er:

- Ett tonn vann med temperatur 31°C i omgivelser med temperatur 1°C .
- Ett tonn is med temperatur 0°C i omgivelser med temperatur 30°C .

Hvilket av disse systemene kan en, i prinsipp, få mest nyttig arbeid (mekanisk, elektrisk,,,) ut av? Gi en kort, kvalitativ begrunnelse for svaret.

Oppgave 6

To metallklosser med varmekapasitetene C_1 og C_2 har i begynnelsestilstanden temperaturene T_1 og T_2 . De bringes så i kontakt med hverandre, men de er hele tiden termisk isolert fra omgivelsene.

- Hva blir sluttemperaturen T når likevekt har intrådt?
- Hva er entropiendringen ΔS mellom begynnelses- og slutttilstand for det tilfellet at $C_1 = C_2 = C$? Bestem fortegnet til ΔS .

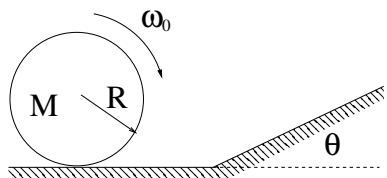
Oppgave 7

En kule med masse M og radius R ruller nedover et skråplan som har en helning θ i forhold til horisontalplanet. Friksjonskraften som virker på kula i berøringspunktet med skråplanet, kaller vi \mathbf{F}_f .

- Tegn figur og vis angrepspunkt og retning for \mathbf{F}_f .
- Ta hensyn til alle kreftene som virker på kula og skriv ned Newtons 2. lov for kulas tyngdepunktsbevegelse nedover skråplanet.
- Skriv tilsvarende ned det som svarer til Newtons 2. lov for kulas rotasjonsbevegelse.
- Bruk ligningene i punktene **b** og **c** til å bestemme den minimale verdi den statiske friksjonskoeffisienten μ_s må ha for at kula skal rulle (og ikke skli) nedover skråplanet.

Oppgave 8

Kula i oppgave 7, med masse M og radius R , ruller nå bortover horisontalplanet med vinkelhastigheten $\omega_0 = v_0/R$, før den treffer skråplanet med helning θ , se figuren.



(Kulas hastighet er vinkelrett på linjen der horisontalplanet og skråplanet møtes.) Vi antar at kulas støt mot skråplanet er fullstendig uelastisk slik at kula verken kleber eller spretter, men beveger seg oppover langs skråplanet etter støtet. Med passende valg av materialer, og ikke for stor θ , er denne antakelsen realistisk. Skråplanetets masse kan regnes som “uendelig” relativt kulas masse M .

- Hvor stor bevegelsesmengde vinkelrett til skråplanet absorberes når kula støter mot det?
- Vis at relativhastigheten Δv mellom kulas overflate og skråplanet idet kula går inn i støtet er gitt som

$$\Delta v = -v_0(1 - \cos \theta).$$

Anta nå at vi observerer at kula ruller (uten å skli!) oppover skråplanet etter støtet. Ren rulling innebærer at relativhastigheten mellom kulas overflate og skråplanet er null når kula kommer ut av støtet, trass i at den var negativ (gitt i pkt. **b**) idet støtet *startet*.

- Hva er det som gjør at relativhastigheten reduseres i løpet av støtet? Det forventes ingen regninger her, bare en kvalitativ forklaring. Kan denne kvalitative forklaringen peke mot en størrelse som må oppfylle et minimumskrav for at kula skal komme ut av støtet i rullemodus?