



Faglig kontakt under eksamen:
Professor Johan S. Høye
Telefon: 91839082

Eksamen i TFY4106 FYSIKK

Fredag 10. desember 2010

09:00–13:00

Tillatte hjelpemidler: Alternativ C

Typegodkjent kalkulator, med tomt minne (i henhold til NTNU liste).

K. Rottman: *Matematisk formelsamling* (alle språkutgaver).

Schaum's Outline Series: *Mathematical Handbook of Formulas and Tables*.

Vedlegg: Formelliste for faget TFY4106 Fysikk høsten 2010.

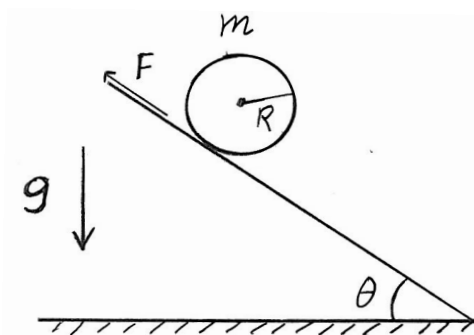
Dette oppgavesettet er på 4 sider.

Sensurfrist: 10. januar.

(Hver av oppgavene 1, 2 og 3 teller like mye.)

Oppgave 1. Mekanikk

a)



En sylinder med masse m og radius R ruller mens den sklir på et skråplan med lengde L . Skråplanet danner en vinkel θ med horisontalplanet som vist på figuren. Sylinderens treghetsmoment om rotasjonsaksen (gjennom sentrum) er gitt ved $I = \gamma m R^2$, og den kinetiske friksjonskoeffisienten mellom sylinder og skråplan er μ . Tyngdeakselerasjonen er g . Hva er friksjonskrafta F mellom skråplanet og sylinderen mens den sklir nedover skråplanet?

skråplanet?

Hva blir akselerasjonen a til sylinderen langs

Hva blir vinkelakselerasjonen α til sylinderen mens den sklir nedover?

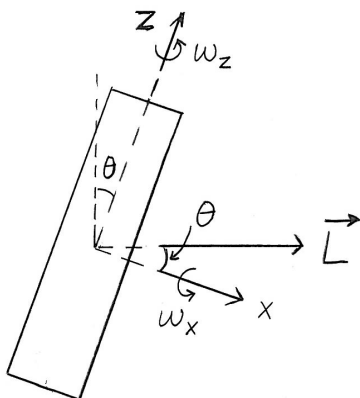
b) Sylinderen med lengde l har en masse pr. volumenhet $\rho(r)$ gitt ved

$$\rho(r) = \rho_0(1 - r/R)$$

når $0 < r < R$. Bestem den totale massen m uttrykt ved ρ_0 , l og R . [Hint: Finn først volumet dV av et sylinder skall av lengde l mellom radiene r og $r + dr$, og finn deretter massen dm inneholdt i dette sylinder skallet.]

Bestem deretter treghetsmomentet I ($= \gamma m R^2$) og med det γ .

c)



En sylinder roterer fritt i rommet med vinkelhastigheten ω_z om z -aksen som ligger langs lengdeaksen (symmetriaksen) til sylinderen som vist på figuren. Tilsvarende roterer sylinderen med vinkelhastighet om x -aksen som er rettet på tvers av (dvs. loddrett på) lengdeaksen. (Den resulterende rotasjonen kan betraktes som en rotasjon med skru.) Den totale dreieimpulsen \mathbf{L} for den resulterende rotasjonen danner en vinkel på $\theta = 18^\circ$ med x -aksen. Forholdet mellom treghetsmomentene om de 2 aksene er $I_x/I_z = 12,0$. Hva er vinkelhastigheten ω_z når $\omega_x = 3,2 \text{ s}^{-1}$? [Hint: Dekomponer \mathbf{L} langs x - og z -aksen.]

Oppgave 2. Svingninger og bølger

a) Bestem lyd hastigheten c i Ar (argon) ved 10°C når adiabatkonstanten er $\gamma = 5/3$ og atomvekten er 39,95 i atomære enheter.

Grunntonen fra ei orgelpipe (eller fløyte) har frekvensen $f_0 = 440\text{ Hz}$ i luft som har molekylvekten 28,8 i atomære enheter, mens $\gamma = 1,4$. Hva blir frekvensen f på grunntonen til denne orgelpipen dersom lufta erstattes med rent Ar ved samme temperatur.

b) Ei lydkilde sender ut lydeffekten $P = 1,7\text{ W}$ jevnt fordelt i alle retninger. I hvilken avstand R fra lydkilden er lydintensitetsnivået $\beta = 80\text{ dB}$?

c) En plan lydbølge beveger seg i x -retningen og beskrives ved lydtrykket

$$p(x, t) = p_0 \cos(kx - \omega t)$$

der p_0 er trykkamplituden, x er posisjonen, k er bølgetallet og ω er vinkelfrekvensen. Bølgen beveger seg med hastigheten 344 m/s . Hva blir bølgetallet k når frekvensen er 262 Hz ?

To lydbølger med lydintensiteter henholdsvis $I_1 = 2,0 \cdot 10^{-8}\text{ W/m}^2$ og $I_2 = 3,5 \cdot 10^{-8}\text{ W/m}^2$ har samme frekvens. Disse to bølgene møtes og interfererer. Hva blir lydintensiteten I_M (maksimal intensitet) dersom bølgene interfererer konstruktivt? [Hint: Benytt at $I = a^2 A^2$ der a er konstant og A er amplituden til en bølge.]

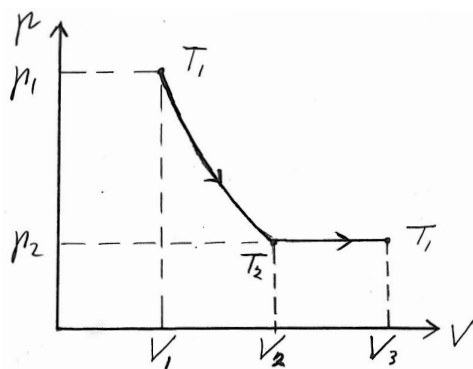
Oppgitt: $R = N_A k_B = 8,314\text{ J/K}\cdot\text{mol}$ (gasskonstanten),
 $M = N_A m$ (sammenheng mellom massen av 1 mol
og massen til 1 atom/molekyl),
 $\beta = 10 \log_{10}(I/I_0)\text{ dB}$, $I_0 = 10^{-12}\text{ W/m}^2$.

Oppgave 3. Termisk fysikk

a) En beholder er isolert med styropor. Hele overflatearealet på 20 dm^3 er dekket av styropor med tykkelse $1,2 \text{ cm}$. Varmeledningsevnen til styropor er $0,010 \text{ W}/(\text{m}\cdot\text{K})$. Hva er varmestrømmen I (effekt pr. flateenhet) dersom temperaturforskjellen mellom de to sidene er 50°C ?

Beholderen inneholder $5,0 \text{ l}$ vann med varmekapasitet $c=4,18 \text{ kJ}/(\text{kg}\cdot\text{K})$. Hvor lang tid Δt tar det før temperaturen i beholderen har sunket $T_\Delta = 1,0^\circ\text{C}$? [Hint: Betrakt temperaturforskjellen 50°C som konstant da endringen $1,0^\circ\text{C}$ er liten.]

b)



En ideell gass med adiabatkonstant $\gamma = 1,4$ ekspanderer adiabatisk fra trykket p_1 til trykket p_2 mellom punktene 1 og 2 på figuren. Deretter varmes gassen opp ved konstant trykk p_2 til punkt 3 der temperaturen er tilbake til starttemperaturen $T_1 = 350 \text{ K}$ i punkt 1.

Hva er volumene V_2 og V_3 i henholdsvis punktene 2 og 3 når startvolumet i punkt 1 er $V_1 = 12 \text{ dm}^3$ og forholdet $p_1/p_2 = 3,5$?

Hva blir temperaturen T_2 etter den adiabatisk ekspansjonen?

c) Et system med konstant volum har konstant varmekapasitet C . Bestem uttrykket for entropien $S = S(T)$ til systemet (på en konstant nær).

Systemet avkjøles ved at varme (energi) overføres til omgivelsene som har temperaturen T_0 . Hva blir entropiendringen ΔS til systemet når det avkjøles fra temperaturen $T = T_1$ til temperaturen $T = T_0$?

Hva er den tilsvarende endringen i entropien ΔS_0 til omgivelsene?

Oppgitt: $I = \lambda A \frac{\Delta T}{\Delta x}, \quad dS = \frac{dQ}{T}.$