

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

KONTINUASJONSEKSAMEN TFY4102 FYSIKK
for MTGEOP, MTDESIG og MTMART
7.august 2007 kl. 0900 - 1300
Bokmål

Hjelpemiddel C

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

Side 2-3: 5 oppgaver med tilsammen ¹³~~14~~ punkt.
Vedlegg: 3 sider formler.

I dette oppgavesettet spørres det etter tall bare i punktene 1b, 2c og 4b. I alle de øvrige spørsmålene har svarene form av bokstavuttrykk og korte kommentarer. Alle enkeltpunktene teller i utgangspunktet likt.

Svar først på de spørsmålene som lettest for deg! Mange spørsmål kan besvares, helt eller delvis, uten å ha svart på de foregående.

Opgavesettet er utarbeidet av Eivind Hiis Hauge, og er sett gjennom av Ola Hunderi.

Sensuren kan ventes ca. 20. august.

Oppgave 1

- a. Finn et uttrykk for tallverdien til jordrotasjonens sentrifugalakselerasjon $a_s(\varphi)$ (dvs. for $|a_s|$) på breddegraden φ , når jordas radius er R , og døgnetts lengde T .
- b. Bestem forholdet $|a_s|/g$ i Trondheim, når Trondheims breddegrad er $\varphi = 63.5^\circ$, jordas radius er ca. 6400 km og tyngdens akselerasjon er $g = 9.8 \text{ m/s}^2$. Kommenter?

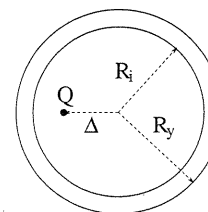
Oppgave 2

Intensiteten i retning θ , ved diffraksjon av koherent lys med bølgelengde λ gjennom en spalt med bredde a , er gitt som

$$I(\theta) = I_0 \left(\frac{\sin \alpha}{\alpha} \right)^2 ; \quad \alpha = \frac{\pi a}{\lambda} \sin \theta.$$

- a. Skisser intensiteten I som funksjon av θ . Skisser også bildet som avtegner seg på en skjerm bak spalten.
- b. Hva er betingelsen for at $I(\theta)$ ikke har noe nullpunkt? (Det vil si at intensiteten er større enn null for hele vinkelen $-\pi/2 < \theta < \pi/2$).
- c. Lys og radiobølger er begge eksempler på elektromagnetiske bølger. Hvorfor er det avgjørende at vi må ha fri sikt til et objekt for å se det, mens vi tross alt kan motta FM-signaler med frekvens ca. 100 MHz, selv om vi har en høyblokk eller lignende mellom oss og senderen? (Lys-hastigheten: $c = 3.0 \cdot 10^8 \text{ m/s}$.) Svar kort!

Oppgave 3



Et elektrisk nøytralt kuleskall av metall har indre radius R_i og ytre radius R_o . En punktladning Q er plassert i avstanden Δ ($< R_i$) fra kuleskallets sentrum (se figuren).

- a. Tegn en grovkisse av de elektriske feltlinjene inne i kula (dvs. for $r < R_i$), og antyd på figuren hvordan ladningstettheten fordeler seg på kuleskallets indre overflate.
- b. Bruk Gauss' lov til å bestemme totalladningen på kuleskallets indre overflate, og på dets ytre overflate. Hvordan fordeler ladningen seg på den ytre overflaten?
- c. Bestem det elektriske feltet på utsiden av kula (dvs. for $r > R_o$).

Oppgave 4

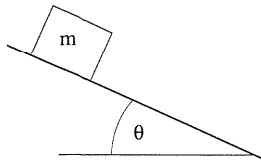
En varmpumpe bruker elektrisk/mekanisk energi til å trekke varme fra et utendørs reservoar med lav temperatur og leverer varme innendørs (til et resevoar med høy temperatur).

a. Hvordan vil du definere effektfaktoren η (som sier hvor effektiv varmpumpe er ved de gitte forhold) for en slik innretning? La oss optimistisk anta at varmpumpe i rimelig tilnærming kan idealiseres til en Carnot-prosess, hva blir da uttrykket for effektfaktoren?

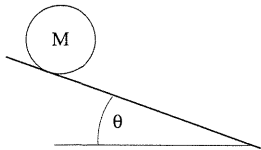
b. En anerkjent leverandør av luft-til-luft varmpumper oppgir (ved innetemperatur 20°C) effektfaktoren ved forskjellige utetemperaturer (målt i grader Celsius) $\{+7, 0, -7, \text{ og } -15\}$ som henholdsvis $\eta = \{4.31, 2.99, 2.68, \text{ og } 2.10\}$. Gi en kort vurdering av den reelle effektfaktoren i forhold til (i) avhengighet av utetemperaturen og (ii) absoluttverdi, sammenholdt med resultatene fra den idealiserte Carnotprosessen. Identifiser en eller flere sentrale forutsetninger for Carnot-resultatet som er urealistiske i forhold til kommersielle varmpumper.

Oppgave 5

I denne oppgaven antar vi at den kinetiske friksjonskoeffisienten er tilnærmet lik den statiske, med andre ord at $\mu_s \approx \mu_k = \mu$. Tyngdens akselerasjon er g .



a. En kubisk kloss med masse m sklir nedover et skråplan med helning θ i forhold til horisontalplanet (se figuren). Friksjonskoeffisienten mellom kloss og skråplan er μ . Bruk Newtons 2. lov til å finne et uttrykk for klossens akselerasjon a langs skråplanet. Hva er den minimale helning, θ_{\min} , som må til for at klossen skal skli?



b. Et legeme (sylinder eller kule) med masse M og radius R ruller nedover samme skråplan (se figuren). Friksjonskraften på legemet i kontaktpunktet med skråplanet er rettet tangensielt med skråplanet og har tallverdien f . Skriv ned Newtons 2. lov for tyngdepunktets akselerasjon a for dette tilfellet. Skriv også ned det som tilsvarer Newtons 2. lov for vinkelakselerasjonen $\alpha = \dot{\omega}$ i denne sammenheng.

c. Skriv treghetsmomentet om rotasjonsaksen som $I_0 = \beta MR^2$, der $\beta = 1$ for et sylinderkall, $\beta = 1/2$ for en homogen sylinder og $\beta = 2/5$ for en homogen kule. Bruk rullbetingelsen og de to ligningene funnet i punkt b. til å finne de to ukjente, a og f , uttrykt ved g , θ og β .