

Faglig kontakt under eksamen

Navn: Frode Mo, Tlf. 93585

KONTINUASJONSEKSAMEN I FAG SIF 4006 FYSIKK 1

Datateknikk (FIM) og Kommunikasjonsteknologi (ET)

Onsdag 1. august, 2001

Tid: kl. 0900 – 1500

Tillatte hjelpemidler: B2 – godkjent lommekalkulator med tomt minne.

K.J. Knutsen: Formler og data i fysikk

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

K. Rottmann: Matematisk formelsamling

Svar på oppgave 3 skal føres på tekstsidene, og disse må leveres inn som en del av besvarelsen.

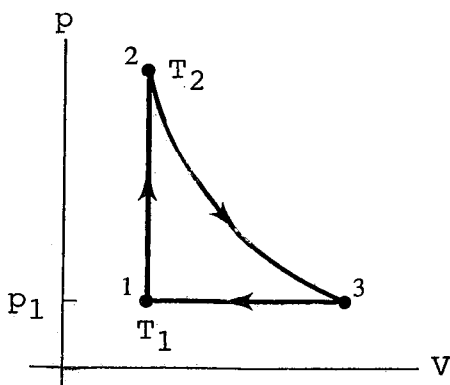
Oppgave 1.

Fig. 1

En ideell diatomær gass med $c'_v = 5R/2$ gjennomgår en termodynamisk tre-trinns syklus som vist i fig. 1. n mol av gassen med trykk p_1 og temperatur T_1 (tilstand 1) varmes opp ved konstant volum til temperatur T_2 (tilstand 2). Gassen får så ekspandere adiabatisk i trinn $2 \rightarrow 3$ og komprimeres isobart tilbake til starttilstanden i trinn $3 \rightarrow 1$.

- Utled uttrykk for de manglende tilstandsverdiene $p_2 = p_2(p_1, T_1, T_2)$ og $T_3 = T_3(\gamma, T_1, T_2)$.
- Utled uttrykk for varmemengden Q_H som blir tilført gassen under oppvarmingen $1 \rightarrow 2$ og varmemengden $|Q_c|$ som avgis under kompresjonen $3 \rightarrow 1$ vha. de kjente størrelsene n , c'_v , γ , T_1 og T_2 .
- Sett $n = 2.0$ mol, $p_1 = 10^5$ Pa, $T_1 = 300$ K, $T_2 = 750$ K. Beregn numerisk
 - Q_H og $|Q_c|$
 - Netto arbeid W_{net} som blir utført i løpet av en syklus
 - Virkningsgraden η for prosessen.
- Anta at trinn $2 \rightarrow 3$ er en isoterm prosess og ikke adiabatisk, men slik at den isobare kompresjonen fører tilbake til starttilstanden 1. Beskriv forandringen vha. pV-diagram. Vil forandringen påvirke W_{net} for prosessen, og i tilfelle hvordan? Argumenter kvalitativt.

- e) Utled uttrykk for W_{net} i adiabatisk og isotermt tilfelle og diskuter kvantitativt en evt. forandring i W_{net} .

Oppgave 2.

En "uendelig" lang leder som fører en strøm I_1 ligger langs x-aksen i et ortogonalt koordinatsystem.

- a) Bruk Ampères lov til å beregne magnetfeltet \mathbf{B} i vilkårlig avstand y fra ledere. Angi både størrelse og retning av \mathbf{B} .

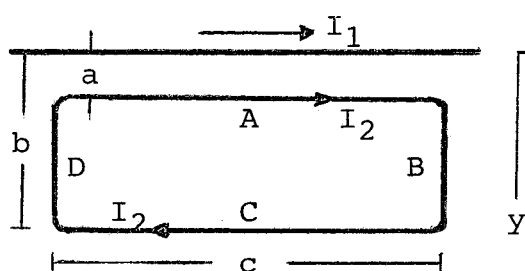


Fig. 2

Nær ledere ligger ei rektangulær sløyfe av ledende materiale med den lengste kanten parallelt med ledere (fig. 2). Gjennom sløyfa går en strøm I_2 i retning som vist.

- b) Gjør rede for og gi retning av kreftene som virker på sløyfas sidekanter pga. magnetfeltet som den rette ledere setter opp.

Sett så: $I_1 = 15.0\text{A}$, $I_2 = 5.0\text{A}$, $a = 3\text{ cm}$, $b = 12\text{ cm}$, $c = 40\text{ cm}$ og beregn størrelse og retning av netto kraft som sløyfa blir utsatt for.

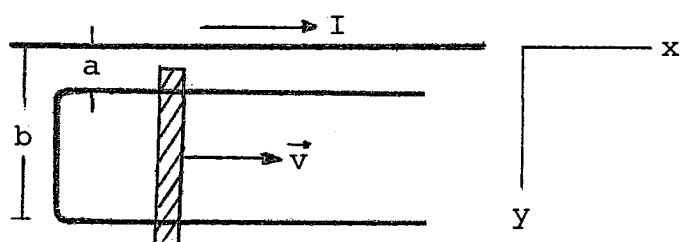


Fig. 3

Den ene kortenden av sløyfa fjernes og erstattes med en bevegelig stav som vist i fig. 3. Staven beveger seg langs x med hastighet v . Gjennom den rette ledere går en strøm I i samme retning.

- c) Vis at magnetisk fluks Φ_B gjennom sløyfa kan skrives $\Phi_B = \frac{\mu_0 I x}{2\pi} \ln(b/a)$

- d) Sett: $I = 100\text{A}$, $v = 50\text{ cm/s}$, a og b som i pkt b) og beregn induisert ems i staven.

Anta at sløyfearrangementet har en ohmsk resistans på $0.25\ \Omega$. Beregn størrelse av induisert strøm i resistorsløyfa og forklar hvilken retning strømmen har.

- e) For å bevege staven utføres et arbeid utover det som kreves for å overvinne friksjon og annen mekanisk motstand. Forklar hvorfor. Hvor blir det av dette arbeidet?

Noen formler og uttrykk

Elektromagnetisme

$d\mathbf{B} = \frac{\mu_0}{4\pi} \cdot \frac{I \cdot d\mathbf{l} \times \hat{\mathbf{r}}}{r^2}$	Biot-Savarts lov	$\mathbf{E} = \mathbf{F}/q$	Elektrisk felt
$\oint \mathbf{B} \cdot d\mathbf{s} = \mu_0 \cdot I_{\text{innenfor}}$	Amperes lov	$\mathbf{E} = -\nabla V$	Elektrisk potensial
$\oint \mathbf{E} \cdot d\mathbf{A} = \frac{Q_{\text{innenfor}}}{\epsilon_0}$	Gauss' lov	$V = -\int \mathbf{E} \cdot d\mathbf{s}$	
$\Phi_B = \int \mathbf{B} \cdot d\mathbf{A}$	Magnetisk fluks	$\Delta U = -\int \mathbf{F} \cdot d\mathbf{s}$	Potensiell energi
$\epsilon = \oint \mathbf{E} \cdot d\mathbf{s} = -\frac{d\Phi_B}{dt}$	Faradays lov	$U_{ij} = q_j V_i$	
$d\mathbf{F}_B = I \cdot d\mathbf{l} \times \mathbf{B}$	Magnetisk kraft dF på strømelement med lengde dl		
$\mathbf{F}_B = q \cdot \mathbf{v} \times \mathbf{B}$	Magnetisk kraft F på ladning i bevegelse		
$\mathbf{F} = q(\mathbf{E} + (\mathbf{v} \times \mathbf{B}))$	Lorentz kraft		

Lenz lov:

En induisert strøm er alltid slik at den forsøker å motvirke forandringen i den magnetiske fluks som framkaller strømmen.

$\epsilon_0 = 8.854 \cdot 10^{-12} \text{ C}^2/\text{N} \cdot \text{m}^2$	- permittiviteten i tomt rom
$k_0 = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} = 8.988 \cdot 10^9 \text{ Nm}^2/\text{C}^2$	- konst. i Coulombs likning
$\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7} \text{ T} \cdot \text{m/A}$	- permeabiliteten i tomt rom

Varmelære (ideelle gasser)

$pV = nRT$	Tilstandslikninga
$c'_v = N \cdot R/2$	Varmekapasitet ved konstant volum, N = # frihetsgrader
$c'_p = c'_v + R$	Varmekapasitet ved konstant trykk
$pV^\gamma = \text{konst.}$ $TV^{\gamma-1} = \text{konst.}$ $p^{1-\gamma}T^\gamma = \text{konst.}$	Adiabatlikningene $\gamma \equiv c'_p/c'_v$

$R = 8.314 \text{ J/mol} \cdot \text{K}$ - gasskonstanten

$k = 1.381 \cdot 10^{-23} \text{ J/K}$ - Boltzmanns konstant

Oppgave 3

Svar kort, tegn skisse eller marker rett svar med ring rundt den aktuelle bokstaven.

1. Ei fjær henger fra et feste i taket. Et lodd med masse 25 g henges opp i fjæra som da tøyser seg 14 cm. Hva vil perioden (s) bli for fri, udempete oscillasjoner av dette systemet?

A	B	C	D	E
52.6	1.33	0.75	0.53	0.02

2. Systemet i pkt. 1) svinger med amplitude A. Amplituden blir så fordoblet. Anta at svingeperioden for amplitude A var T. Hva blir den nye svingeperioden T'?

A	B	C	D	E
2T	$T\sqrt{2}$	T	$T\sqrt{1/2}$	T/2

3. En streng med masse 35 g er festet i begge ender, lengden er 1.25 m. Strekkspenningen er 290 N. Hva blir fundamentalfrekvensen (Hz) for strengen?

A	B	C	D	E
1.14	40.7	81.4	280.5	440

4. En lydkilde med effekt 10 W stråler ut lyd i alle retninger. Hvor langt unna kilden (m) vil lydintensiteten være 80 dB? Lydintensitet $\beta = 10 \log_{10}(I/I_0)$, der $I_0 = 10^{-12} \text{ W/m}^2$.

A	B	C	D	E
5	21	89	137	1330

5. To stemmegaffer, den ene med svingefrekvens $f_1 = 440 \text{ Hz}$, den andre med svingefrekvens $f_2 = 444 \text{ Hz}$ gir en hørbar svingning med pulsfrekvens $f_{\text{puls}} = |f_1 - f_2| = 4 \text{ Hz}$. Ved å utnytte Dopplereffekten er det mulig å lage et arrangement slik at en lytter vil høre en identisk tone fra de to stemmegafflene. Beskriv et enkelt skjema for hvordan dette kan gjøres.

6. En mann trekker stramt et tau som er festet i den ene enden og gir det en enkelt puls som vandrer bortover tauet. Pulsen har Gaussisk form: $z(x,t) = z_0 \exp[-(x-vt)^2/\alpha^2]$. Sett $v = 5 \text{ m/s}$ og $\alpha = 0.1 \text{ m}$. Hvor ligger maksimum i pulsen etter 2 s, regnet i m fra startposisjonen?

A	B	C	D	E
500	50	25	10	0.5

7. En sylinder med et tett, bevegelig stempel inneholder en viss mengde gass ved $p = 1 \text{ atm}$. og $T = 20 \text{ }^\circ\text{C}$. Det tilføres varme inntil volumet har økt med 70%, trykket er konstant $= 1 \text{ atm}$. Hva er den nye temperaturen i $^\circ\text{C}$?

A	B	C	D	E
450	225	112	68	34

8. Isbiter som tas ut av fryseren og oppbevares ved romtemperatur vil holde seg frosne lenger hvis de pakkes inn i en fuktig klut. Forklar hvorfor.

9. 10 l O_2 oppbevares ved NTP ($T = 273.15 \text{ K}$, $p = 1.013 \cdot 10^5 \text{ Pa}$). O_2 har molar varmekapasitet $c_v = 4.97 \text{ cal/mol}\cdot\text{K}$. Hvor stor varmemengde (J) må tilføres for å få en fordobling av trykket når volumet holdes konstant?

A	B	C	D	E
20.8	250	605	$2.5 \cdot 10^3$	$1.8 \cdot 10^5$

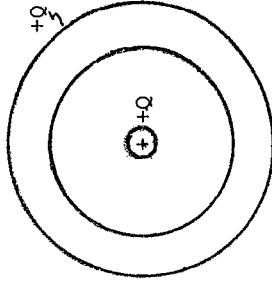
10. Gjør rede for ekvipartisjonsprinsippet for energi.

11. 1 mol N_2 -gass oppbevares ved $T = 295$ K. Hva er indre energi (J) for gassen?

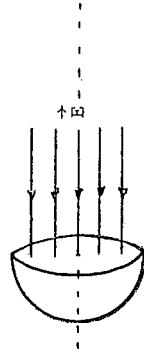
A	B	C	D	E
$8.3 \cdot 10^5$	$3.7 \cdot 10^4$	8300	6130	3680

12. En Carnot-maskin opereres mellom to termiske reservoarer med temperatuene T_h og T_c . Vis Carnot-prosessen i et pV-plott og angi spesielt varmestrommen Q (med retning) i de forskjellige trinn av prosessen.

15. Vis i figuren de elektriske feltlinjene for tilfellet en punktladning $+Q$ plassert i sentrum av en hul sfærisk leder som også har ladning $+Q$.



16. Et uniformt felt faller inn mot et halvkuleformet skall langs symmetriaksen, som vist. Kuleradius er r . Fluksen Φ_E gjennom halvkuleflata er:

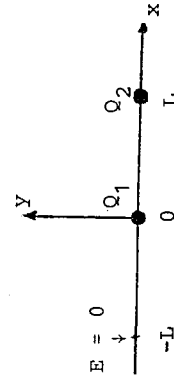


A	B	C	D
$E\pi^2$	$E(4/6)\pi^3$	$E4\pi^2$	$E2\pi^2$

13. En ideell diatomær gass brukes som fluid i en Carnot-maskin med $T_h = 405$ K og $T_c = 150$ K. Under den isoterme ekspansjonen faller trykket med en faktor 2. Hva er forholdet mellom maksimalt og minimalt volum (V_{\max}/V_{\min})?

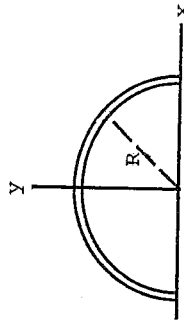
A	B	C	D	E
60	24	12	2.7	0.5

14. To punktladninger Q_1 og Q_2 ligger på x-aksen fiksert i en avstand L fra hverandre. Koordinatene er som vist i figuren. I punktet $x = -L$ er elektrisk felt $E = 0$. Hvilken relasjon er det mellom Q_1 og Q_2 ?



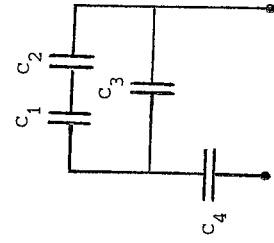
A	B	C	D	E
$Q_1 = \frac{Q_2}{2}$	$Q_1 = \frac{Q_2}{4}$	$Q_1 = -4Q_2$	$Q_1 = -\frac{Q_2}{4}$	$Q_1 = -2Q_2$

17. En halvsirkel med radius R har en homogen ladningstetthet λ . Halvsirkelen har sitt sentrum i origo i et koordinatsystem. Hva er potensialet i origo?



A	B	C	D	E
$\lambda/4\epsilon_0$	$\lambda/2\epsilon_0$	$(\lambda/4\pi\epsilon_0)\ln R$	0	λ/R

18. I kondensatomet i figuren er $C_1 = C_2 = C_3 = C_4 = C$.



Hva er resultatkapasitansen C_e ?

A	B	C	D	E
C	$3C/5$	$5C/3$	$8C/3$	$4C$

19. En strøm av partikler med ladning q og masse m faller normalt inn på gjensidig ortogonale \mathbf{E} og \mathbf{B} -felter, og går videre uten å bli avbøyd.

Hvilken hastighet har partiklene?

A	B	C	D	E
EB/q	qB^2/m	B/E	E/B	EB/m

20. En lang, hul sylinder av et ledende materiale med indre radius R_1 og ytre radius R_2 ($= 2R_1$) leder en strøm I med uniform tetthet i ledere. Hvilken graf viser kvalitativt riktig forløp av magnetfelt B sfa. avstanden r fra sylinderaksen?

