

NORGES TEKNISK-NATURVITENSKAPELIGE UNIVERSITET
INSTITUTT FOR FYSIKK

Faglig kontakt under eksamen
Navn: Frode Mo, Tlf. 93585

KONTINUASJONSEKSAMEN I FAG SIF 4006 FYSIKK 1

Datateknikk

Fredag 13. august, 1999

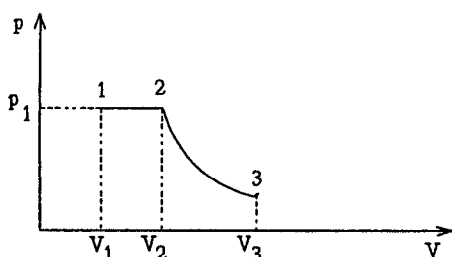
Tid: kl. 0900 – 1500

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.

To mol av en enatomig ideell gass gjennomløper prosessen skissert i Figur 1.



Gassen har startvolum V_1 og temperatur T_1 . Den utvider seg først under konstant trykk, p_1 , inntil volumet er blitt dobbelt så stort som startvolumet ($1 \rightarrow 2$). Deretter gjennomgår gassen en adiabatisk prosess til temperaturen igjen har fått sin opprinnelige verdi ($2 \rightarrow 3$).

Figur 1

- Finn trykk, volum og temperatur i tilstandene 2 og 3 uttrykt ved p_1 , V_1 og T_1 .
- Finn endring i indre energi for prosessene $1 \rightarrow 2$ og $2 \rightarrow 3$. Hva blir total endring i indre energi for begge prosessene ($1 \rightarrow 2 \rightarrow 3$)? Kommenter kort resultatet.
- Hvor mye varme tilføres gassen gjennom prosessene $1 \rightarrow 2 \rightarrow 3$? Beregn hvor stort arbeid gassen har utført.

Gassen gjennomløper til slutt en syklisk prosess ved at den går tilbake til startpunktet gjennom en isoterm prosess (3 \rightarrow 1).

- d) Beregn varmemengde og utført arbeid i den siste prosessen. Beregn så virkningsgraden til ei varmepumpe som gjennomløper en slik syklus. (Tallsvar). Hva ville virkningsgraden vært til ei Carnot varmepumpe som opererte mellom de samme to temperaturene? (Tallsvar). Kommenter kort resultatet.

Oppgave 2.

Ei kule av dielektrisk materiale har et sfærisk hulrom slik at indre radius av skallet = r_1 og ytre radius = $r_2 = 2r_1$. Materialet er ladet, og ladningstettheten varierer slik med radius r :

$$\begin{array}{lll} \rho = \rho_0 r_1/r & \text{for} & r_1 \leq r \leq r_2 \\ \rho = 0 & \text{for} & r > r_2 \end{array}$$

- a) Konstanten $\rho_0 = Q/6\pi r_1^3$.

I Vis at total fri ladning i materialet da er Q

II Hva blir fri ladning $q(r)$ uttrykt ved Q for r i området $r_1 \leq r \leq r_2$?

III Plott ρ som funksjon av r for intervallet $r = 0$ til $r = 3r_1$.

- b) Utled elektrisk felt $E(r)$ pga. fri ladning som funksjon av r for de tre områdene: I $r < r_1$, II $r_1 \leq r \leq r_2$ og III $r > r_2$. Anta $\epsilon = \epsilon_0$

IV Plott $E(r)$ sfa. r for intervallet $r = 0$ til $r = 4r_1$. Angi spesielt evt. ekstremalpunkter og verdiene av E der.

- c) Utled elektrisk potensiale $V(r)$ pga. fri ladning som funksjon av r for de samme tre områdene III, II og I. Anta $\epsilon = \epsilon_0$. Angi spesielt $V(r_1)$ og $V(r_2)$.

IV Plott $V(r)$ sfa. r for intervallet $r = 0$ til $r = 4r_1$.

I pkt. b) og c) har vi antatt $\epsilon = \epsilon_0$ både utenfor og inni kuleskallet. I virkeligheten har materialet en dielektrisitetkonstant $K > 1$ og $\epsilon = K\epsilon_0$. Fysisk betyr det at det induseres en ladning Q_i i materialet.

- d) I Hvor stor er indusert ladning $q_i(r)$ uttrykt ved Q for r i området $r_1 \leq r \leq r_2$?

II Hva er tettheten av indusert ladning $\rho_i(r)$ uttrykt ved ρ_0 ?

- e) Hvordan vil dette påvirke forløpet av $E(r)$? Beregn ny $E(r)$, vis denne i plott mot r og diskuter resultatet.

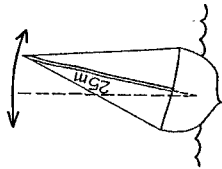
Oppgave 3.

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

1. En dupp som flyter i sjøen beveger seg opp og ned periodisk med overflatebølger. Det tar 2 s fra topp til bunn i denne bevegelsen. Bølgene kommer med en midlere avstand på 8 m. Hva er bølgehastigheten (m/s)?

A	B	C	D	E
10.0	4.0	2.0	1.0	0.67

2. En seilbåt ruller sideveis i enkel harmonisk bevegelse med periode $T = 8$ s. Toppen av den 25 m høge masta har et største utslag fra vertikal posisjon på 3 m. Hva er den maksimale hastigheten (m/s) av mastetoppen?



A	B	C	D	E
15.6	7.6	3.8	2.4	0.75

3. En plattform som hviler oppå ei vertikalt stående fjær settes i bevegelse og svinger som en harmonisk oscillator med amplitude A. Ved hvilket utsving er aksellerasjonen maksimal?

A	B	C	D	E
0	$\pm \frac{1}{\sqrt{2}}A$	$\pm \frac{1}{2}A$	$\pm \frac{\sqrt{3}}{2}A$	$\pm A$

4. En kloss legges oppå plattformen i pkt. 3 og hele systemet settes i svingninger med amplitude 2 cm. Frekvensen av svingningene økes gradvis. Ved hvilken frekvens (Hz) vil klossen begynne å miste kontakten med plattformen?

A	B	C	D	E
0.01	3.5	9.8	22.0	139

5. A-strengen på en cello har fundamentalfrekvensen 220 Hz. Den svingende delen av strengen har lengde 69 cm. Tensjonen er 200 N. Hvor stor er massen (g) av strengen?

A	B	C	D	E
0.12	1.0	1.5	3.0	6.0

6. Ei 37.5 cm lang metallpipe er lukket i den ene enden. En høyttaler plasseres nær den åpne enden. Lydhastigheten er 333 m/s. Lydfrekvensen fra høyttaleren får øke i området 200 til 1000 Hz. Ved hvilke frekvenser vil det oppstå resonans i pipa?

A	B	C	D	E
222	444	666	888	1000

7. Gjør rede for interferens av bølger. Forklar spesielt destruktiv og konstruktiv interferens.

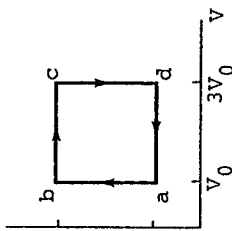
8. H₂ gass er lagret i en beholder ved 0°C og 1 atm. trykk. Molvekt av H₂ er 2 g/mol. Hvor stort volum (m³) fyller 1 kg H₂ ved disse vilkårene?

A	B	C	D	E
1	8.31	11.2	22.4	2000

9. Et termisk isolert kalorimeter inneholder 500 g vann ved 20°C. En 500 g bit av kopper (Cu) ved 100°C kastes i vannet og temperaturen ved likevekt blir 26.7°C. Hva er spesifikk varme for Cu (cal/g·K)?

A	B	C	D	E
22.4	5.85	1.21	1.00	0.091

10. Et mol av en gass gjennomgår en arbeids-syklus a - b - c - d - a som vist. Fra start-tilstanden a tilføres varme ved konstant volum og økende trykk (a → b), deretter tilføres så mye varme at gassen ekspanderer ved konstant trykk (b → c), i trinn c → d og d → a avgis varme slik at syklusen blir fullført som vist. Hvor mye arbeid utføres i en syklus?



A	B	C	D	E
$8p_0V_0$	$6p_0V_0$	$4p_0V_0$	$2p_0V_0$	p_0V_0

11. Anta at gassen i pkt. 10 er en ideell diatomær gass. Hva er virkningsgraden av denne maskinen?

A	B	C	D	E
0.15	0.22	0.31	0.89	1.0

12. Anta istedet at arbeidsmediet er en ideell monoatomær gass. Ville virkningsgraden nå sammenliknet med tilfellet i pkt. 11 bli

A	B	C
Større	Mindre	Uforandret

13. I 1 av en ideell diatomær gass får ekspandere til det doble volumet, i et tilfelle adiabatisk, i et annet tilfelle isotermt. Hva er forholdet mellom endringene i trykk $\Delta p_{\text{adia}}/\Delta p_{\text{iso}}$?

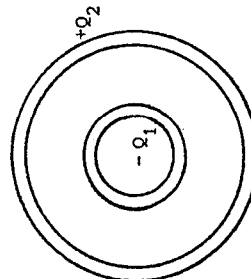
A	B	C	D	E
4:18	2.0	1.4	1.24	0.71

14. Gjør rede for ekvipartisjonsprinsippet for energi.

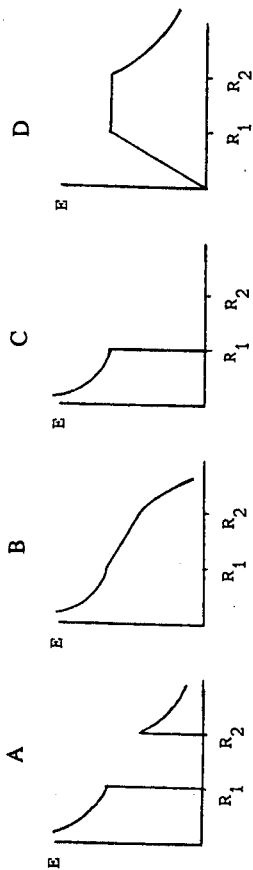
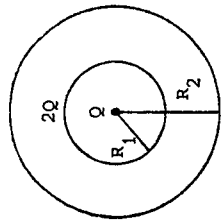
15. En kuleformet vanndråpe med diameter 3.6 μm henger ubevegelig i rolig luft pga. det elektriske jordfeltet som er ca. 150 N/C og rettet nedover. Hvor mange overskudds elektronladninger har dråpen? (Elektronladningen: $1.602 \cdot 10^{-19}$ C)

A	B	C	D	E
10	10^2	10^4	10^8	10^{12}

16. To tynne metallsylindere ligger konsentrisk. Den indre sylindere har ladning $-Q_1$, den ytre $+Q_2$. Vis i figuren hvordan de elektriske feltlinjene vil gå når $|Q_2| > |Q_1|$.



17. Et tykt kuleskall av godt ledende materiale har indre radius R_1 , ytre radius R_2 ($= 2R_1$) og bærer ladningen $+2Q$. I sentrum av hulrommet er en punktladning $+Q$. Hvilken av grafene nedenfor viser riktig forløp av elektrisk felt E sfa. avstanden r fra kulesentrum?



18. To kondensatorer skal lades opp med et batteri på V volt. I et tilfelle er kondensatorene koblet i parallell (par) i et annet i serie (ser.). Hva blir forholdet mellom oppladet energi i de to tilfellene U_{par}/U_{ser} når $C_2 = \frac{1}{2} C_1$?

A	B	C	D	E
9	9/2	3	1/3	1/9
A	B	C	D	E
R/4	R/2	R	2R	4R

19. En sylinderformet leder med lengde L har resistans R . Lederen strekkes til dobbelt lengde uten tap av masse. Hva blir ny resistans R' ?

20. Vis i et diagram forløpet ved oppladning av en kondensator i en seriekoblet RC-krets og gi den analytiske relasjonen mellom påtrykt ladning q og tid t . Sett symboler på aksene og forklar størrelsene. Angi spesielt tid for å oppnå 90% av maksimal ladning på kondensatoren.