

UNIVERSITETET I TRONDHEIM
NORGES TEKNISKE HØGSKOLE
INSTITUTT FOR FYSIKK

Fagleg kontakt under eksamen:
Namn: Emil J. Samuelsen
Telefon: 3412

EKSAMEN I FAG 74135/70535 FYSIKK
Avd. VI og VII (Maskin og Marinteknisk)
Laurdag 20. januar 1990
Tid: kl. 0900 – 1500

Tilatte hjelpemiddel: Lommekalkulator av godkjend type
K.J. Knutsen: Formler og data i fysikk
O.H. Jahren og K.J. Knutsen: Formelsamling i matematikk
K. Rottmann: Matematische Formelsammlung

Oppgave 1

Partiklar med masse m og ladning q blir aksellererte til stor fart v i ei bestemt retning. Dei blir deretter sende inn (aksialt) i ein lang, tynn kanal med homogent elektrisk felt (med feltstyrke E) og homogent magnetisk felt (med flukstetthet B) som er slik arrangert at partiklane held fram å gå i same retning (rett fram) i kanalen med uendra fart. (Dette arrangementet er ein "farts-utveljar", engelsk "velocity selector").

- a) Korleis må feltarrangementet vere? Utlei dei krava ein må stille for feltstyrkane E og B .

Isotopane med massetall 6 og 7 av grunnstoffet Li (${}^6\text{Li}$ og ${}^7\text{Li}$) skal skiljast i eit massespektrometer utstyrt med ein varierbar akselerasjonsspenning V_a og ein farts-utveljar. Avbøyingsmagneten, som har flukstetthet B_m , kjem etter farts-utveljaren.

Bestem avstandane mellom treff-punkta for ${}^6\text{Li}^+$ og ${}^7\text{Li}^+$ i masse-spektrometret og lag i kvart tilfelle skisser som viser oppstillingane med alle felt- og strålerettingar teikna inn når

- b) V_a er 10^5 V, $B_m = 0,5$ T og farts-utveljaren er slått av.
- c) V_a varierer kontinuerleg rundt 10^5 V så mykje at begge

isotopane kan sleppe gjennom farts-utveljaren, som no er slått på, med $B = B_m = 0,5 \text{ T}$ og $E = 8,5 \cdot 10^5 \text{ V/m}$.

- d) Kor stor temperatur T måtte ein gass av Li^+ -ion ha for at effektiv fart (v_{eff} , v_{rms}) skulle svare til den farten som $V_a = 10^5 \text{ V}$ gir?
- Kor stor er molar varmekapasitet ved konstant trykk, C_p , for ein slik gass?

Oppgave 2

Ein straumkrets blir påtrykt ei vekselspenning med amplitude $V_0 = 310 \text{ V}$ og med varierbar frekvens f . Kretsen består til å begynne med av ein spole med induktans $L = 4 \cdot 10^{-3} \text{ H}$, ein kondensator med kapasitans $C = 4 \cdot 10^{-7} \text{ F}$ og ein resistans $R = 100 \Omega$, alt i serie.

- a) Bestem største straumstyrke I_0 og fasekonstanten ϕ mellom spenning og straum, når f er 6000 Hz. Illustrer spenningane V_R , V_L og V_C over kretselementa R , L og C i eit visardiagram ("phasor diagram").
- b) Utlei formlar for effekt p_C og energi-innhald w_C i kondensatoren som funksjon av tida og rekn ut (tallsvar) amplituden for energien.
- c) Utlei uttrykk for gjennomsnittleg effekt \bar{P}_R over resistansen R og vis at det svarar til gjennomsnittleg effekt \bar{P} for heile kretsen. Bestem den frekvensen som gjer \bar{P} størst, og rekn ut tallsvar for denne største verdien av \bar{P} .
- d) Ein fjernar spolen frå kretsen og koplar C og R parallelt. Still opp likningane som no gjeld mellom spenningane v_R , v_C og påtrykt spenning v , og mellom tilsvarende straumsturkar i_R , i_C og i .

Vis at ein no kan uttrykke effektivverdiane ("rms"-verdiar) for spenning og straum ved

$$V_{\text{eff}} = I_{\text{eff}} \cdot Z$$

der $Z = \left[\frac{1}{R^2} + (2\pi f C)^2 \right]^{-\frac{1}{2}}$. (Tips: Behandle cos-ledd og sin-ledd kvar for seg).

Oppgave 3

- a) Det gule lyset fra natrium har bølgjelengder $\lambda_1 = 589,0 \text{ nm}$ og $\lambda_2 = 589,6 \text{ nm}$. Vi har eit plant optisk gitter til gjengeleg, med 250 striper per mm. Kor stor vil vinkelavstanden vere mellom dei to ytterste diffraksjons-stripene av dei to bølgjelengdene, på ein stor, plan skjerm plassert lodret på innfallande stråleretning bak gitret? (Gitret står lodret på innfallande stråle).
- b) Kva er spesielt med lyset i ein laserstråle, og kva spelar "energinivå-skjema" i beskrivelsen av verkemåten for laseren?
- c) Du skal bestemme mol-massen M for ein to-atomig gass ved hjelp av lyd. Gassen blir lukka inne i eit 1 meter langt rør, og du finn at ved $t_1 = 22^\circ\text{C}$ vil lyd med frekvens $f_1 = 700,5 \text{ Hz}$ og $f_2 = 875,6 \text{ Hz}$ gi ståande bølgjer i røret, men ikkje ved nokon mellom-liggande frekvens. Bestem sannsynleg molmasse M , og identifisér gassen.
- d) Ein lang, massiv metall-sylinder med radius R_1 er ladd med ladningstetthet λ_1 (Coulomb per meter sylinder). Utanfor denne, og med same sentrum er plassert ein isolerande sylinder med indre radius R_2' og ytre radius R_2'' og med ladning fordelt jamt i sylindermaterialet med tetthet λ_2 per meter sylinder. Utanfor denne igjen er plassert ein tredje, tynn sylinder av metall med ladningstetthet $\lambda_3 = -(\lambda_1 + \lambda_2)$ og med radius R_3 .

Gjer greie for elektrisk feltstyrke $E(r)$ som funksjon av avstand r frå det felles sentrum, for r i området $r = 0$ til $r > R_3$. Lag skisse.