

FYS.232 TENTTITEHTÄVIÄ

8. Statistinen fysiikka

Määrittele tai selitä lyhyesti (2p)

Boltzmannin jakautuma

Klassillinen statistiikka ja kvanttistatistiikat

Maxwellin nopeusjakautuma

energian tasanjakautumisen periaate

energiatilatiheys

fermioni ja bosoni

suprajuokseva neste (engl. superfluid)

mustan kappaleen säteilylaki

Fermi-energia

erottumattomien identtisten hiukkasten statistiikka

Vastaa kysymykseen tai selitä (6p)

a) Maxwellin nopeusjakautuman tunnusuurteita ovat $v_m = (2kT/m)^{1/2}$, $\langle v \rangle = (8kT/\pi m)^{1/2}$ ja $v_{\text{rms}} = (3kT/m)^{1/2}$. Selitä niiden merkitykset ja kaikki muut lausekkeissa esiintyvät suureet.

b) Laske, missä lämpötilassa hähkäkaasun CO-molekyylin keskinopeus on yhtä suuri kuin happikaasun molekyylin keskinopeus huoneenlämpötilassa (300 K). Hapen ja hiilen atomimassat ovat 16.00 ja 12.01.

Kaasufaasin molekulaarinen ominaislämpö.

Kiinteän aineen ominaislämpö.

9. Molekyylin rakenne ja spektrit

Määrittele tai selitä lyhyesti (2p)

ionisidos

kovalenttinen sidos

kaksiatomisen molekyylin dissosiaatioenergia

Born–Oppenheimer-approksimaatio

sitova ja hajottava orbitaali

dipoli–dipoli-sidos

stimuloitu emissio

Vastaa kysymykseen tai selitä (6p)

Molekyylin ja kiinteiden aineiden sidostyypit.

Vety-molekyylin H₂ elektronirakenne.

Stimuloitu emissio.

LASER.

LASER-laitteen osat ja toimintaperiaate.

10. Kiinteen olomuodon fysiikka

Määrittele tai selitä lyhyesti (2p)

kiteinen aine ja rakeinen aine

erilliskide ja kidehila

kuutiolliset kiderakenteet

metallien vapaaelektronikaasumallin ”kaksi paraabelia”

aineen ominaislämpö

johteet, eristeet ja puolijohteet

varauksenkuljettajien efektiivinen massa

itseispuolijohde ja seostettu puolijohde

donorit ja akseptorit

Meissner-ilmiö

suprajohtavuuden Cooperin pari ja BCS-teoria

Vastaa kysymykseen tai selitä (6p)

Johda metallien sähkönjohtavuuden lauseke vapaaelektronikaasumallin klassillisen teorian avulla.

Tarkastellaan sähkön johtavuutta vapaaelektronikaasumallin avulla. Tällöin elektronin liikeyhtälö ulkoisessa kentässä \mathbf{E} on

$$m \frac{d\mathbf{v}}{dt} + \frac{m}{\tau} \mathbf{v} = -e\mathbf{E}.$$

- Selitä liikeyhtälön termien merkitys ja ratkaise siitä elektronin drift-nopeus.
- Määrittele virrantiheys ja johda johtavuuden lauseke eli johda Ohmin laki.

Metallien vapaaelektronikaasumallin kvanttiteoria ja sähkönjohtavuus, kun klassillinen johtavuuden lauseke on $\sigma = ne^2\tau/m$.

Magnetismi.

Magnetismin lajit.

- Elektronien energiakaistojen (eli -vöiden) synty, ja
- Bloch'n teoreema.

Yhdistepuolijohteiden

- rakenne ja
- ominaisuudet.

Yhdistepuolijohteet ja seostepuolijohteet.

- Hall-ilmiö.
- Johda tasapainoyhtälö Lorentz-voimasta $\mathbf{F} = q(\mathbf{E} + \mathbf{v} \times \mathbf{B})$ lähtien.

Puolijohdeliitos ja sen sovellutukset.

LED ja aurinkokenno.

Suprajohtavuus.

11. Ydinfysiikka

Määrittele tai selitä lyhyesti (2p)

radioaktiivisen säteilyn lajit

ydinreaktio

ytimien fissio ja fuusio

nuklidit ja maagiset luvut

ydinspin

radioaktiivisuuden lajit

keskimääräinen elinaika ja puoliintumisaika

gamma-emissio

ytimen kuorimalli

ydinreaktion vaikutusala

Vastaa kysymykseen tai selitä (6p)

Nukleonien sidosenegia ja massakato.

a) Johda (eli perustele) differentiaaliyhtälö, josta saadaan jonkin näytteen erään radioaktiivisen isotoopin ydinten lukumäärä ajan funktiona, ja ratkaise se.

b) Määrittele tai johda käsitteet *hajoamisvakio*, *puoliintumisaika* ja *keskimääräinen elinaika*.

c) Määrittele *radioaktiivisuus*, johda sen lauseke ja laske sen arvo yhdelle moolille radioaktiivisen uraanin isotooppia ^{235}U , jonka hajoamisvakio on $9.8 \times 10^{-10} \text{ y}^{-1}$.

a) Radioaktiivisuuden lajit.

b) Perustele ja selitä relaatio $-dN = \lambda N dt$ yksityiskohtaisesti.

c) Johda edellisestä radioaktiivisuuden aikariippuvuus ja ns. puoliintumisaika. Selitä kaikki esiintyvät käsitteet.

a) Määrittele ydinfysiikan hajoamisvakio ja puoliintumisaika sekä johda niiden välinen riippuvuus.

b) Uraanin isotoopin ^{235}U hajoamisvakio on $9.8 \times 10^{-10} \text{ y}^{-1}$. Laske sen puoliintumisaika sekä

c) kuinka monta hajoamista tapahtuu sekunnissa sellaisessa näytteessä, jossa on $1.0 \mu\text{g}$ tuota isotooppia, ja kuinka monta nuklidia on jäljellä 10^9 vuoden jälkeen.

Erästä radioaktiivista ydinlajia, jonka hajoamisvakio on λ , tuotetaan tasaisella nopeudella P (kappaletta aikayksikössä). Montako näitä ytimiä on hetkellä t , jos tuottamisen alkaessa (hetkellä $t = 0$) niitä ei ollut yhtään?

Alfa-hajoamisketjut.

Ydinenergia ja muita ydinfysiikan sovellutuksia.

Auringon energiantuotto.

12. Hiukkasfysiikka

Määrittele tai selitä lyhyesti (2p)

antihhiukkaset

Feynmanin diagrammit

leptonit ja kvarkit

gluonit

hadronit

baryonit ja mesonit

kvanttielektrodynamiikka (QED) ja kvanttikromodynamiikka (QCD)

luonnon perusvuorovaikutukset

vuorovaikutusten välittäjät

Higgsin bosoni

Vastaa kysymykseen tai selitä (6p)

Feynmanin diagrammit.

Perusvuorovaikutukset ja niiden välittäjähiukkaset.

Säilymislaite ja symmetriat.

Hiukkasfysiikan standardimalli.

13. Astrofysiikka ja kosmologia

Määrittele tai selitä lyhyesti (2p)

Linnunrata (engl. Milky Way)

Lagrangen piste

pimeä aine ja energia

valkoiset kääpiöt ja neutronitähdet

Hubblen laki

punasiirtymä

Alkuräjähdyks (engl. Big Bang)

Vastaa kysymykseen tai selitä (6p)

Auringon ”tärkeimmät” ydinreaktiot.

Linnunrata (engl. Milky Way).

Novat ja supernovat.

Mustat aukot (engl. black holes).

”Tähtien kohtalo” eli normaalin evoluution lopputulos.

Tähtien rakenteen ja evoluution pääpiirteet sekä evoluution mahdolliset päätepisteet.

Kosmologinen periaate.

Pimeä aine ja pimeä energia.