

Course code	MTF131
Examination date	2006-08-26
Time	09.00 - 14.00

Examination in: **QUANTUM MECHANICS AND STATISTICAL PHYSICS**

Total number of problems: 5

Teacher on duty: Hans Weber

Tel: 492088 or 0708-592088, Room E111

Examiner: Hans Weber

Tel: 492088 or 0708-592088, Room E111

The results are put up:

24 September 2006 on the notice-board, building E

The marking may be scrutinised: after the results have been put up

Allowed aids: Fysikalia, Physics Handbook, Beta, calculator, COLLECTION OF FORMULAE

Define notations and motivate assumptions and approximations. Present the solutions so that they are easy to follow. Maximum number of point is 15 p. 7.0 points is required to pass the examination. Grades 3: 7.0, 4: 9.5, 5: 12.0

1. Vätelikt spektrum

En rymdstudent i Kiruna lånar ett spektroskop och tar en bild på spektrat (i det synliga området) av en het stjärna.

λ	(nm)	658.30	543.04	487.63	470.22	455.75
<i>Intensity</i>	(rel units)	80	30	15	200	8

λ	(nm)	435.38	421.45	411.44	403.97
<i>Intensity</i>	(rel units)	6	5	4	4

Hon noterar att linjespektrat liknar ett vanligt väte spektrum men ändå inte riktigt. Hennes vänner tippar om att det kanske är ett spektrum från joniserat Helium!

Antag att så är fallet och analysera datat. Bestäm för varje spektral linje vilka huvudnivåer som ger upphov till den. (Notera att en av linjerna hör till en annan serie)

(3p)

2. Identical particles

A system consists of two particles. Each particle can be in one of the following three states with the energies: 0, ϵ and 3ϵ . The system is coupled to a heat reservoir of temperature τ .

- a) Evaluate an expression for the partition function Z if we consider the particles to be classical (ie we can label the particles as 1 and 2).
- b) What will Z be if the particles are bosons?
- c) What will Z be if the particles are fermions?

(3p)

3. Paramagnetiskt system

Ett paramagnetiskt system består av partiklar med spinn 1 och magnetiskt moment m . Varje spinn kan peka i tre riktningar: parallellt, antiparallellt eller vinkelrät mot det yttre magnetiska fältet B . De motsvarande energierna är $-mB$, $+mB$ och 0 . Bestäm entropiminuskningen per molekyl då magnetfältet ändras från 0 till ett värde B_0 vid konstant temperatur. Visa att för $1 \ll \frac{\tau}{mB_0}$ beror entropiminuskningen av T som $\frac{A}{T^2}$ och bestäm A . (3p)

4. Two dimensional Rectangular well

A particle is placed in the potential (a 2 dimensional rectangular well)

$$V(x) = \begin{cases} 0 & \text{for } 0 \leq x \leq a \text{ and } 0 \leq y \leq \sqrt{2}a \\ +\infty & \text{for } x > a, x < 0 \text{ and } y > \sqrt{2}a, y < 0. \end{cases}$$

- Calculate (solve the Schrödinger equation) the eigenfunctions !
- What are the 5 lowest eigenenergies ?
- What are the degeneracies of these 5 lowest eigenstates ?

(3p)

5. Measurement of spin

A measurement of the spin component in the direction $\hat{n} = \cos \varphi \hat{x} + \sin \varphi \hat{y}$ gives the value $\hbar/2$.

- Calculate the spin state corresponding to this measurement.
- What would the result be of a measurement in the z -direction?

(3p)

GOOD LUCK !