Termofysik Räkneövning 10 Hösten 2012

Observera att uppgifterna lämnas in **onsdagen den 12.12 före klockan 12** till Termofysik-lådan på andra våningen i Physicum. Övningstillfället hålls **torsdagen den 13.12 klockan 14** i seminarierummet på Acceleratorlabbet. Uppgift 5, 6 och 7 hör till kapitel 9, som inte förelästs ännu. Ni får bekanta er med det på egen hand för att kunna lösa dem. Uppgift 8 och 9 ger bonuspoäng utöver de vanliga räkneövningspoängen.

1. **BEC-densiteten**. År 1995 lyckades Cornell och Weimann åstadkomma Bose-Einstein-kondensation för en gas av rubidiumatomer. Kondensationstemperaturen visade sig vara 170 nanokelvin. Beräkna kondensatets densitet.

2. **Statistiken.** Klassifiera följande partiklar enligt vilken statistik de följer: (a) ^{12}C-atom (b) ^{12}C^{+}-jon (c) ^{4}He^{+}-jon (d) H^{-}-jon (e) ^{13}C-atom (f) positronium-atom.

3. **Fermi-Dirac-fördelningen.** Rita Fermi-Dirac-fördelningen

$$\overline{n}_k = \frac{1}{e^{\beta(\varepsilon_k - \mu)} + 1}$$

för $\mu = 1$ eV och $T = 10000, 5000, 1000$ och 0 K. Vad är den fysikaliska tolkningen av fermienergin ε_F?

4. **FD- eller MB-statistik?**

   (a) Visa att Maxwell-Boltzmann-statistik kan användas om följande kriterium är uppfyllt:

$$\frac{V}{N}\left(\frac{2\pi m k_B T}{h^2}\right)^{3/2} \gg 1.$$

   Tips: Kapitel V.1 i föreläsningsanteckningarna.

   (b) Ett möjligt sätt för att åstadkomma energi genom fusion är att få sfäriska kapsyler som innehåller deuterium att implodera genom att bestråla dem med lasrar. För att fusion skall ske måste elektrontemperaturen i kapsylerna nå ca 1 keV, och elektrondensiteten måste vara kring 10^{33} m^{-3}. Måste vi använda Fermi-Dirac-statistik för att beskriva elektronerna eller är det okej att använda Maxwell-Boltzmann-statistik?

VÄND!

5. **Slumpvandring.** Betrakta en 1-dimensionell slumpvandring där det finns fyra möjliga, lika sannolika, steg: $\Delta x = -7, \Delta x = -1, \Delta x = +1$ och $\Delta x = +7$. Bestäm $\overline{x^2}$ som funktion av n för denna slumpvandring.

6. **Slumpvandring.** Betrakta en 1-dimensionell slumpvandring där det finns tre möjliga, lika sannolika, steg: $\Delta x = -7, \Delta x = +1, \Delta x = +8$. Bestäm $\overline{x}$ som funktion av n för denna slumpvandring.

7. **Diffusionsekvationen.** Visa att

$$n(\mathbf{r}, t) = \frac{N}{(4\pi Dt)^{3/2}} e^{\frac{-r^2}{4Dt}}$$

är en lösning till diffusionsekvationen.

8. **Repetitionsuppgift (1 poäng).** Räkna hur många gånger $PV = NkT$ har härletts under kursens gång (i föreläsningsanteckningarna).

9. **Repetitionsuppgift (2 poäng).** Nämn åtminstone en betydelse (som ges i föreläsningsanteckningarna) för följande konstanter/beteckningar:

α	α_J	α_{JT}	β	μ	C_P	C_V	χ	B
η	ε	E_v	F	G	Γ	H	$\mathbf{H}$	h
γ	j	k_B	κ_T	L	$\mathcal{L}$	λ	Λ	$\mathbf{m}$
μ_0	$\mathbf{M}$	ζ	N	N_A	ν	ω	Ω	P
Q	R	σ	S	S^c	T_c	θ	W_L	W_α