

1. Skissa den klassiska Maxwell-Boltzmann fördelningen för partikel hastigheter i en  $(n(v_x))$  och tre  $(n(v))$  dimensioner. Beskriv de centrala skillnaderna och förklara varifrån de uppkommer. Vad är skillnaden mellan begreppen medelhastighet och rms-hastighet?
2. Om partitionsfunktionen för en gas av  $N$  identiska partiklar är  $Z_N = Z_1^N/N!$ , där  $Z_1$  är enpartikelpartitionsfunktionen, visa att den kemiska potentialen är

$$\mu = -kT \ln \left( \frac{Z_1}{N} \right) \quad (1)$$

Du kan ha nytta av Stirlings formel  $\ln(N!) \approx N \ln(N) - N$

3. a) Förklara begreppet virialutveckling. Hur ser den ut och vad har den för innebörd? Vad är virialkoefficienterna? (3p)  
b) Vad beskriver Van der Waals ekvationen? Vad grundar sej härledningen på? Vad menas med den kritiska punkten, och hur bestäms den? (3p)
4. Beskriv Bose-Einstein och Fermi-Dirac distributionerna, och förklara skillnaderna mellan dessa, samt konsekvenserna av det. Vilka grundantagande gör man, och vad baserar sej härledningarna på? Ge dessutom två exempel var, av system som följer vardera distributionen. (ca. 1 sida)
5. Beräkna fria medelvägen för  $N_2$  molekyler vid rumstemperatur i en vakumkammare där trycket är  $10^{-10}$  mbar. Du kan anta att radien för en  $N_2$  molekyl är 0.17 nm. Beräkna också tiden i medeltal mellan kollisioner (du kan anta att medelhastigheten är  $\langle v \rangle = 485 \text{ m s}^{-1}$ . Kammaren har en diameter på 0.5 m. Hur ofta träffar partiklarna väggarna i medeltal? Jämför detta med hur ofta partiklarna kolliderar med andra partiklar. Om man plötsligt ökar trycket till  $10^{-6}$  mbar, hur påverkas dessa resultat?