

Statistická fyzika a termodynamika

Možné okruhy otázek při ústní zkoušce

1. Termodynamické věty – přesné definice v nich vystupujících veličin.
2. Mikrokanonické, kanonické a velké kanonické rozdělení – pro jaké situace jsou vhodné, entropie, statistická suma.
3. Termodynamické charakteristiky soustav (alespoň některé) a vztahy mezi nimi.
4. Matice hustoty. Matice hustoty pro harmonický oscilátor.
5. Viriálový teorém.
6. Ideální plyn: Boltzmanovo, Fermi – Diracovo a Bose – Einsteinovo rozdělení.
7. Maxwelllovo rozdělení.
8. Záření černého tělesa.
9. Gaussovo a Poissonovo rozdělení pro fluktuaci počtu částic v daném objemu plynu.
10. Boltzmannova kinetická rovnice.

Povinné příklady s řešením odevzdaným při ústní zkoušce

1. Protony se nacházejí v homogenním magnetickém poli indukce $B=1\text{T}$, teplotu zvolte $T=300\text{K}$. Každá energetická hladina je rozštěpena na dvě (dvě orientace spinu). Spočítejte poměr počtu částic na vyšší a částic na nižší hladině – potřebné další konstanty najdete v literatuře.
2. Z Boltzmannova rozdělení odvoďte barometrickou formuli. Vysvětlete, proč nemůže být atmosféra coby ideální plyn v gravitačním poli Země v termodynamické rovnováze.
3. Rychlost zvuku v plynu je dána vztahem $c = \left. \frac{\partial P}{\partial \rho} \right|_s^{1/2}$. Z rozměrových úvah zjistěte význam symbolů P a ρ . Spočítejte tuto rychlost pro standardní parametry vzduchu.
4. Odvoďte Stirlingovu formuli pro velká N : $N! \approx 2\pi N^{1/2} N^N \exp -N$.
5. Pro Maxwelllovo rozdělení určete pravděpodobnost, že dvě náhodně vybrané částice mají celkovou energii v intervalu $E, E+dE$
6. Odvoďte a porovnejte výrazy pro energii U a tlak P úplně degenerovaného elektronového plynu pro nerelativistický a extrémně relativistický případ.
7. Spočítejte numerickou hustotu fotonů reliktního záření, když aproximujeme $\int_0^\infty dx x^2 / (e^x - 1) \doteq 2,404$.
8. Najděte předpoklady, za kterých jako řešení Boltzmannovy kinetické rovnice vyjde Maxwelllova rozdělovací funkce.

Termíny zkoušky

V lednu 2012 po domluvě osobní nebo elektronickou poštou. Uvítám, shodne-li se několik posluchačů na jednom termínu, není to však podmínkou.

Poznámka 1

Konsultace s kolegy při řešení příkladů není nevhodná, nevhodné je opisování řešení.

Poznámka 2

Otázka Statistická fyzika u SZZ směru Teoretická fyzika: fázový prostor, rozdělovací funkce, operátor hustoty, Liouvilleův teorém a jeho důsledky, Boltzmannova rovnice a kinetická teorie, základní statistická rozdělení: mikrokanonické, kanonické a grandkanonické, ideální plyn klasický a kvantový – statistika M-B, F-D, B-E, záření absolutně černého tělesa entropie ve statistické fyzice, fluktuace termodynamických veličin.