

南京大学 2002 年攻读硕士学位研究生入学考试试题 (三小时)

考试科目名称及代码 热力学与统计物理 1-351  
 适用专业: 理论物理

注意:

1. 所有答案必须写在“南京大学研究生入学考试答题纸”上, 写在试卷和其他纸上无效;
2. 本科目 ~~允许~~ / 不允许使用无字典存储和编程功能的计算器。

10分) 一. 证明

1. 在自由膨胀焦耳实验中, 焦耳系数

$$J = \left( \frac{\partial T}{\partial V} \right)_U = -\frac{1}{C_V} \left[ T \left( \frac{\partial p}{\partial T} \right)_V - p \right]$$

2. 在焦耳-汤姆逊实验中, 焦-汤系数

$$\mu = \left( \frac{\partial T}{\partial p} \right)_H = \frac{T^2}{C_p} \left[ \frac{\partial \left( \frac{p}{T} \right)}{\partial T} \right]_V$$

其中  $C_p$  和  $C_v$  为定压和定容比热。

20分) 二. 理想 II 类超导体在高磁场下磁化强度  $M$  和外磁场  $H$  据 Abrikosov 理论可表示为 (即该超导体物态方程)

$$-M = \frac{H_{c2} - H}{(2K^2 - 1)\beta_A}$$

其中  $H_{c2} = H_{c2}(0) \left[ 1 - \left( \frac{T}{T_c} \right)^2 \right]$

$K$  为  $>1$  常数.  $H_{c2}(0)$ ,  $\beta_A$  以及单位体积定磁场比热  $C_H$  都为  $>0$  常数. 试证明当外场增加时, 该超导体将降温. (即有  $(\frac{\partial T}{\partial H})_S < 0$ ).

(20分)三. 基于欧伦菲斯特相变理论, 证明对于  $pV$  系统

1. 一级相变相平衡曲线的斜率为

$$\frac{dp}{dT} = \frac{S^\beta - S^\alpha}{V^\beta - V^\alpha}$$

其中  $S^\beta$ ,  $S^\alpha$ ,  $V^\beta$ ,  $V^\alpha$  分别为  $\beta$  相和  $\alpha$  相熵与体积.

2. 二级相变相平衡曲线的斜率为:

$$\frac{dp}{dT} = \frac{C_p^\beta - C_p^\alpha}{T \left[ \left( \frac{\partial V^\beta}{\partial T} \right)_p - \left( \frac{\partial V^\alpha}{\partial T} \right)_p \right]}$$

其中  $C_p^\beta$  和  $C_p^\alpha$  为  $\beta$  相和  $\alpha$  相(定压)比热.

南京大学 2002 年攻读硕士学位研究生入学考试试题(三小时)

考试科目名称及代码 热力学与统计物理  
 适用专业: 理论物理

注意:

1. 所有答案必须写在“南京大学研究生入学考试答题纸”上, 写在试卷和其他纸上无效;
2. 本科目~~允许~~/不允许使用无字典存储和编程功能的计算器。

(20分) 四. 试求  $N$  个一维经典振子

$$\epsilon = \frac{p_x^2}{2m} + \frac{k}{2} x^2$$

系统的内能  $U$ , 定容热容量  $C_V$  和熵  $S$ .

(20分) 五. 在铁磁体中自旋波的能谱可表示为  $\epsilon = c p^2$ , 其中  $p$  为自旋波的动量,  $c$  为常数, 证明自旋波对比热贡献与温度相关部分为

$$C_V \sim T^{3/2}$$