

## 北京工业大学 2019 ——2020 学年第 2 学期

## 《统计物理》考试试卷 A 卷

考试说明：考试时间：95 分钟 考试形式（开卷/闭卷/其它）：其他（半开卷）

适用专业：电子科学与技术

## 承诺：

本人已学习了《北京工业大学考场规则》和《北京工业大学学生违纪处分条例》，承诺在考试过程中自觉遵守有关规定，服从监考教师管理，诚信考试，做到不违纪、不作弊、不替考。若有违反，愿接受相应的处分。

承诺人：\_\_\_\_\_ 学号：\_\_\_\_\_ 班号：\_\_\_\_\_

注：本试卷共 6 大题，共 8 页，满分 100 分，考试时必须使用卷后附加的统一答题纸和草稿纸。请将答案统一写在答题纸上，如因答案写在其他位置而造成的成绩缺失由考生自己负责。

卷面成绩汇总表（阅卷教师填写）

题号	一	二	三	四	五	六	七	总成绩
满分	32	10	12	12	18	16		
得分								

得分

一、简答（其中 1~4 小题每题 2 分，第 5~10 小题 4 分，共 32 分）

1：熵增原理

2：能量均分定理

3：等概率原理

4：麦氏关系给出了  $S, P, T, V$  之间的关系，根据克劳休斯方程式 $dU = TdS - PdV$ ， $dH = TdS + VdP$ ，请分别对应地写出麦氏关系

5：写出玻耳兹曼关系，依据该关系说明熵的统计意义

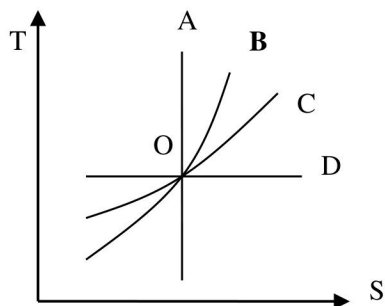
6：解释最可几分布，并且定性的说明为什么最可几分布可代表系统平衡态的分布

7：结合经典粒子和量子性粒子特点解释微观态

8：写出玻色分布的表达式，并且说明表达式的意义及适用范围、表达式中各符号的意义

9：依据费米分布函数 
$$f(\epsilon) = \frac{1}{e^{(\epsilon - \mu)/kT} + 1}$$
 说明  $T=0\text{ K}$  时电子的分布

10：请在下面的熵（ $T-S$ ）图中标出等温线，绝热线，等容线和等压线，并说明依据。



得分

二、

试证明，对于三维自由粒子，在体积  $V$  内，在  $\varepsilon \sim \varepsilon + d\varepsilon$  能量范围内，量子态数为

$$D(\varepsilon)d\varepsilon = \frac{4\pi V}{h^3} \sqrt{2m^3 \varepsilon} d\varepsilon \quad (10 \text{ 分})$$

得分

三、 均匀杆的温度一端为  $T_1$ ，另一端为  $T_2$ ，试计算达到均匀温度  $\frac{1}{2}(T_1 + T_2)$  后的熵增。(12 分)

得分

四、利用 麦氏关系 证明  $\left(\frac{\partial U}{\partial V}\right)_T = T\left(\frac{\partial P}{\partial T}\right)_V - P$ ，并将上式运用于理想气体，证明焦耳定律。(12 分)

得分

五、请由 玻耳兹曼分布  $a_l = \omega_l e^{-\alpha - \beta \varepsilon_l}$  推导出 理想气体的麦克斯韦速度分布律，并给出速率分布函数，求出平均速率  $\bar{v}$ ，最概然速率  $v_m$  和方均根速率  $v_s$ 。(18 分)

得分

六、气柱的高度为  $H$ ，截面为  $S$ ，处在重力场中。试证明此气柱的内能和热容量为 (16 分)

$$U = U_0 + NkT - \frac{NmgH}{\left(e^{\frac{mgH}{kT}} - 1\right)}$$

$$C_V = C_V^0 + Nk - \frac{N(mgH)^2 e^{\frac{mgH}{kT}}}{\left(e^{\frac{mgH}{kT}} - 1\right)^2} \frac{1}{kT^2}$$

$$\text{试 卷 附 录: } 1: I(2) = \int_0^\infty e^{-\alpha x^2} x^2 dx = \frac{\sqrt{\pi}}{4\alpha^{3/2}}$$

$$2: \int_0^{\infty} e^{-\alpha x^2} x^3 dx = \frac{1}{2\alpha^2} \quad 3: \int_0^{\infty} e^{-\alpha x^2} x^4 dx = \frac{3\sqrt{\pi}}{8\alpha^{\frac{5}{2}}}$$

$$4: \int \ln(a+bx) dx = \frac{1}{b}(a+bx)[\ln(a+bx)-1]$$

### 答 题 纸

姓名: \_\_\_\_\_

学号: \_\_\_\_\_

答 题 纸

姓名： \_\_\_\_\_ 学号： \_\_\_\_\_

答 题 纸

姓名： \_\_\_\_\_

学号： \_\_\_\_\_

答 题 纸

姓名： \_\_\_\_\_

学号： \_\_\_\_\_

答 题 纸

姓名： \_\_\_\_\_

学号： \_\_\_\_\_

草 稿 纸

姓名: \_\_\_\_\_

学号: \_\_\_\_\_