

## 在线售卖某位帅气可爱的物竞大佬的笔记（已全部扫描为电子稿）

---

简介：

过去我们笔记的销售获得了[很好的反响](#), 这次我们对原有的笔记内容进行了[更多的整合、完善和补充](#), 并贴心地配上了[目录和书签](#), 希望能对走在竞赛路上的大家有所帮助, 也希望得到大家的多多支持!



Cirrus\_卷云

2020年07月26日 10:30

...

(请帮扩谢谢谢谢)

## 【物理竞赛笔记（扫描稿）】

**【一】前言：**前段时间的第一批笔记获得了出乎意料的支持，感谢大家。现在我们开始第二轮笔记sell，欢迎有意者咨询。

**【二】介绍：**学过一段时间物理竞赛的同学应该清楚，这种程度的笔记在全国都是极其罕见的，也一定会对大家有很大的帮助。

**【三】内容：**我将我的笔记本进行如下分类：(均250页左右)

① 黄本：【难度：高考拔尖/预赛/普通物理学】内容包括力学、热学、光学、电磁学、近代物理五个模块的非常丰富的竞赛基础知识。学透这一本能够大幅度拓宽知识面。

② 红本：【难度：复赛/实验/数学基础】内容包括所有的物理竞赛数学基础、复赛难度的知识笔记、重要的实验理论知识和技巧、当然还有我的批注。学透这本足以冲击赛区一等奖、冲击省队。

③ 蓝本：【难度：复赛到决赛，复赛为主】内容是各地复赛决赛难度讲座的笔记，包括质心、叶邦角、黄生训、丁剑平、国子学等，具体见下图。学透这一本可以很好地填补漏洞，吸收各家精华，填补知识漏洞。

④ 绿本：【难度：决赛】内容包括决赛难度的知识、四大力学的竞赛实用知识、重要知识点总结。学透这一本有助于冲刺决赛，冲击国家集训队。

---

## ✓ 新版内容 笔记按内容分为七本

### 1- 预赛专题 (约 200 页, 60r) [热度高]

内容：全面的普通物理知识（力、热、电、光、近），难度在预赛层级，但是覆盖大量拓展内容（如磁介质、铁电体、旋光效应等）

适合群体：目标强基/综评/赛区二等奖及以上、目标复/决赛拓展类难题

力学	有心场中质点的运动 柯尼希定理 质心系中的功能原理 流体的定常流动 伯努利方程
质点运动学	刚体的运动 一般刚体的运动 刚体定轴转动 刚体的定轴转动定律 转动惯量的计算 刚体定轴转动角动量定律和角动量守恒定律 定轴转动的功能原理 刚体的平面运动 进动 小结
参考系、坐标系、质点	振动 简谐振动 简谐振动合成 非自由振动
位移、速度	波动 简谐波 波的衍射、反射、折射 波的叠加和干涉 波的多普勒效应 波动方程
平面极坐标系中的速度	热学
加速度	分子动理论和温度相关 微观和宏观 统计规律 平衡态和准静态 理想气体温标 理想气体压强 温度的统计意义 麦克斯韦速率分布律 三种速率 麦克斯韦速度分布律 玻尔兹曼分布律和平均自由程 范氏气体 相变 输运过程
匀加速运动	
抛体运动	
匀速圆周运动	
变速曲线运动	
相对运动	
牛顿定律及其应用	
牛顿定律	
常见力	
基本自然力	
牛顿运动定律的运用	
非惯性系和惯性力	
科里奥利力	
潮汐力	
动量和角动量	
冲量与动量定理	
质点系的动量定理	
动量守恒定律	
变质量问题	
质心	
质心系	
质心运动定理	
两体问题	
质点角的动量、角动量定理	
角动量守恒定律	
质点系的角动量角动量定理角动量守恒定理	
质心系角动量定理	
功和能	
功和动能定理	
一对力的功	
保守力和势能	
梯度、电势能求保守力	
均匀球体的引力	
势能曲线	
功能原理和机械能守恒定律	

热力学第一定律	电势梯度
准静态过程	电荷系的静电能
功、热、内能	常见电荷体系电场分布
热力学第一定律	静电场中的导体
热容量	物质中的电场
理想气体的绝热过程	导体的静电平衡条件
循环过程	有导体时静电场的计算
卡诺循环	导体壳与静电屏蔽
制冷机	电容器及电容
热力学第二定律	静电场中的电介质
自然过程的方向	介电质对电场的影响
热力学第二定律	极化强度
热力学第二定律微观意义	极化电荷与极化强度
热力学几率	电介质的极化规律
玻尔兹曼熵公式和熵增加原理	电位移矢量
玻尔兹曼分布	有介质时静电场的能量
混合熵	恒定电流
熵增加原理及熵补偿原理	电流密度
可逆过程和卡诺定理	稳恒电流和稳恒电场
热力学温标	电动势
克劳修斯熵公式	欧姆定律
克劳修斯不等式	电流微观图像
温熵图	电容器的充放电（暂态过程）
熵和能量退化	静磁场
克拉伯龙方程	电流磁效应
冰为什么是滑的（固液气相变）	磁场和磁感应强度
电磁学	比萨拉定律及其运用
静电场	磁场的高斯定理
电荷	安培环流定理及其应用
库伦定律	磁力
电场和电场强度	带电粒子在磁场中的运动
点电荷电量及叠加原理	霍尔效应
电通量	安培力
立体角	载流线圈在均匀磁场中受的磁力矩
静电场的高斯定律的证明	磁场中的磁介质
高斯定律和电场线	磁场和磁介质之间的相互作用
高斯定律的应用	原子的磁矩
电势	磁介质的磁化
静电场的环路定理	磁化电流
电势和叠加原理	有磁介质时磁化的规律

磁场的界面关系	双折射
铁磁性材料	波片
电磁感应	偏振光的干涉
法拉第电磁感应定律	人工双折射
电磁感应定律和磁通连续定理的普适性	旋光现象
动生电动势	近代物理
感生电动势和感生电场假设	狭义相对论
涡电流	狭义相对论的提出
互感	洛伦兹变换
自感	相对论效应
电阻-电感电路的暂态过程	洛伦兹协变矢量和洛伦兹变换不变量
磁场的能量	相对论速度合成
电场和磁场的相对性	相对论动力学
麦克斯韦方程组和电磁波	
位移电流假设	
麦克斯韦方程组	
电磁波	
坡印廷矢量	
电磁波的动量	
光压——辐射压强	

光学	
干涉	
光波表示与叠加原理	
双缝干涉	
光源的发光特性	
时间相干性	
空间相干性	
光程	
薄膜干涉	
迈克尔逊干涉仪	
衍射	
衍射现象 惠更斯-菲涅尔原理	
单缝的夫琅禾费衍射 斑驳带法	
光栅衍射	
光学仪器的分辨本领	
X射线的衍射	
偏振	
光的偏振状态	
起偏和检偏	
反射折射及散射光的偏振	

平面元  $dA$  > 分子面积  
 (i) 一个分子碰撞，冲量:  $2mV_{ix}$   
 (ii)  $dI_1 = 2mV_{ix}(n_1 dA d\Omega)$   
 (iii) 求和:  $dI = \frac{1}{V} dI_1 = \frac{1}{V} \sum dI_1$   
 $= \frac{1}{V} n_1 m V_{ix} dA d\Omega$



(iv) 由压强定义得结果:

$$P = \frac{\partial F}{\partial A} = \frac{\partial I}{\partial A d\Omega} = \frac{1}{V} n_1 m V_{ix} = \frac{N_i}{V} m V_{ix} = \frac{N_i N}{V} V_{ix} \cdot \frac{m}{V} \times \frac{N}{N_i}$$

$$= \frac{N}{V} m V_{ix}$$

$$\Rightarrow P = \frac{1}{3} m V^2$$

又: 分子平均动能:  $\frac{1}{2} m V^2 \Rightarrow$  压强等于分子平均动能!

$$\Rightarrow P = \frac{1}{3} n E_i \Rightarrow$$
 有 2 个式子: 压强  $P$ , 动能  $E_i$ , 压强  $P$ , 动能  $E_i$

\* 注意只有统计意义, 不可赋予单个分子.

x. 温度的统计意义(16)

△由  $P = \frac{1}{3} n E_i$  得:  $E_i = \frac{3}{2} k T$

⇒ 温度是大量分子集体行为, 是统计结果.

⇒ 温度是分子热运动剧烈程度的量度.

⇒ 相同温度下, 分子的平均运动能量与分子种类无关.

⇒ 气体分子运动的无规则性:

$$V^2 = \frac{3kT}{m} = \frac{3kN_A T}{m N_A} = \frac{3RT}{m} \Rightarrow \sqrt{V^2} = \sqrt{\frac{3RT}{m}}$$

• 条件下, 分子的平均运动动能:  $E_k = 3.6 \times 10^{-21} J = 3.6 \times 10^{-21} V$

⇒ 一个电子伏特 (eV) 对应一百万个  $10^{-21} J$ .

⇒ 一千克金属逸出功: 几十个电子伏特  $\Rightarrow$  加热难从金属逸出分子.

⇒ 氢气分子  $10^3 \sim 10^5 m/s \Rightarrow$  离子逃逸到外太空

• 特别下, 分子数密度:  $n \sim 10^{25} / m^3$

△能级划分公理

• 自由度: 描述位置所需要的最少坐标数.

如自由度: 三个平动自由度:  $t=3$ ; 刚体: 三个平动自由度  $t=3$ , 三个转动自由度  $t=3$ ; 不转动自由度:  $V$ ; 原点度: 三个平动自由度:  $t=3$ , 三个转动自由度  $t=3$ , 还有振动自由度:  $V=3N-t$

### ● 功能原理和机械能守恒定律(4.7)

△ 力做功原理: 对质点系, 有:  $(W_{AB} + W_{BC}) = E_k(B) - E_k(A); W_{ABC} = -[E_k(B) - E_k(A)]$

△ 势能相减: 有:  $(W_{AB} + W_{BC})_{\text{保守}} = \Delta E_k + \Delta E_p$

定义: 机械能相减:  $E = E_k + E_p$  (状态量则: 动能原理)

△ 适用于液体, 非液体中要考虑惯性力.

### △ 机械能守恒定律:

只有保守内力做功时, 系统机械能不变:

△ 力: 且  $W_{\text{非保守}} = 0$ ;  $E = \text{常量}$

△ 机械能守恒律: 适用系统: 内力都是保守力的系统, 孤立的保守系统机械能守恒:  $\Delta E = 0$ ;  $\Delta E_k = \Delta E_p = W_{\text{非保守}}$

△ 惯性力: 作用通过内力做功相互转化.

△ 热力学第一定律:

孤立系统内不经历任何变化, 系统内部各种能量总和保持不变, 机械能守恒律是其本机理运动中的体现.

### △ 第二类技术:

人在高处跌倒后下蹲, 到府邸立即站立, 使速度提高.

分析: 1-2: 人快速蹲下, 使有效摆长变小, 变快

2-3:  $\frac{1}{2} m v^2 = m g l (1 - \cos \theta)$

3-4:  $m g l = D \rightarrow m v^2 = m l v$

4-5:  $\frac{1}{2} m v^2 = m g l (1 - \cos \theta)$

$\Rightarrow \frac{1 - \cos \theta}{1 - \cos \theta} = \frac{l_3}{l_5} \geq 1$

$\Rightarrow \theta > R$

★ 惯性力对人做功使人越来越高.

### △ 有力场中质点的运动(4.8)

△ 直线运动: 力的作用线始终通过一固定点  $\rightarrow$  力心:  $F = f(r)$

△ 可证明, 有力场力场保持平行, 势能:  $V(r) = \int_{r_0}^r f(r) dr + V(r_0)$

△ 有力场力场中质点运动守恒, 采用极坐标系研究:

位矢:  $r = r \hat{r}$

速度:  $\dot{r} = \dot{r} \hat{r} + \dot{\theta} \hat{\theta}$

角速度:  $\vec{\omega} = \dot{\theta} \vec{r} \times \vec{v} = \dot{\theta} \vec{r} \times m (i \dot{r} \hat{i} + \dot{\theta} \hat{\theta}) = m \dot{\theta}^2 (i \vec{r} \times \hat{\theta}) \vec{i}$

△ 机械能守恒:  $\frac{1}{2} m \dot{r}^2 + V(r) = \frac{1}{2} m (\dot{r}^2 + \dot{\theta}^2 r^2) + V(r) = E$

① 从 ① ② 后:  $\frac{1}{2} m \dot{r}^2 + \frac{1}{2} m \dot{\theta}^2 r^2 + V(r) = E$

② ③ ④

+ 单值衍射:  $I = I_0 (\sin \theta)^2$

$\Rightarrow I = 2 I_0 \left( \frac{\sin \theta}{\lambda} \right)^2 (1 - \cos \theta)$

• 光栅各缝衍射光强度叠加:



⇒ 光强受衍射角影响, 不要由  $I_d$  决定 (干涉不会累加)

• 多光束干涉:

假设条件:  $|ds| \ll \lambda$ ;  $k = 1, 2, \dots$   $\rightarrow$   $I = I_0 \sin^2 \theta$

设有  $N$  个缝, 在  $P$  点干涉强度  $I_P$ , 在相差  $\Delta p$

•  $P$  为主极大的:  $\Delta p = \pm k \lambda l$   $\Rightarrow I_P \propto N^2$

⇒  $I_P \propto N^2$

• 假设条件: 衍射圆分多边形.

外角为:  $N \alpha \lambda = \pm k \lambda l$ ;  $k = 1, \dots, N$ .

又:  $\Delta p = \pm k \lambda l$

$\Rightarrow \Delta p = \pm k \lambda l$

又:  $\sin \theta = \pm k \lambda l \Rightarrow$  相位差  $\pm \pi$

• 相位主极大的:  $N \alpha \lambda = \pm k \lambda l$   $\Rightarrow$  相位差  $\pm \pi$

• 相位主极大的:  $N \alpha \lambda = \pm k \lambda l$   $\Rightarrow$  相位差  $\pm \pi$

• 相位主极大的:  $N \alpha \lambda = \pm k \lambda l$   $\Rightarrow$  相位差  $\pm \pi$

• 相位主极大的:  $N \alpha \lambda = \pm k \lambda l$   $\Rightarrow$  相位差  $\pm \pi$

• 相位主极大的:  $N \alpha \lambda = \pm k \lambda l$   $\Rightarrow$  相位差  $\pm \pi$

• 相位主极大的:  $N \alpha \lambda = \pm k \lambda l$   $\Rightarrow$  相位差  $\pm \pi$

• 相位主极大的:  $N \alpha \lambda = \pm k \lambda l$   $\Rightarrow$  相位差  $\pm \pi$

• 相位主极大的:  $N \alpha \lambda = \pm k \lambda l$   $\Rightarrow$  相位差  $\pm \pi$

• 相位主极大的:  $N \alpha \lambda = \pm k \lambda l$   $\Rightarrow$  相位差  $\pm \pi$

• 相位主极大的:  $N \alpha \lambda = \pm k \lambda l$   $\Rightarrow$  相位差  $\pm \pi$

• 相位主极大的:  $N \alpha \lambda = \pm k \lambda l$   $\Rightarrow$  相位差  $\pm \pi$

• 相位主极大的:  $N \alpha \lambda = \pm k \lambda l$   $\Rightarrow$  相位差  $\pm \pi$

• 相位主极大的:  $N \alpha \lambda = \pm k \lambda l$   $\Rightarrow$  相位差  $\pm \pi$

• 相位主极大的:  $N \alpha \lambda = \pm k \lambda l$   $\Rightarrow$  相位差  $\pm \pi$

• 相位主极大的:  $N \alpha \lambda = \pm k \lambda l$   $\Rightarrow$  相位差  $\pm \pi$

• 相位主极大的:  $N \alpha \lambda = \pm k \lambda l$   $\Rightarrow$  相位差  $\pm \pi$

• 相位主极大的:  $N \alpha \lambda = \pm k \lambda l$   $\Rightarrow$  相位差  $\pm \pi$

• 相位主极大的:  $N \alpha \lambda = \pm k \lambda l$   $\Rightarrow$  相位差  $\pm \pi$

• 相位主极大的:  $N \alpha \lambda = \pm k \lambda l$   $\Rightarrow$  相位差  $\pm \pi$

• 相位主极大的:  $N \alpha \lambda = \pm k \lambda l$   $\Rightarrow$  相位差  $\pm \pi$

• 相位主极大的:  $N \alpha \lambda = \pm k \lambda l$   $\Rightarrow$  相位差  $\pm \pi$

• 相位主极大的:  $N \alpha \lambda = \pm k \lambda l$   $\Rightarrow$  相位差  $\pm \pi$

• 相位主极大的:  $N \alpha \lambda = \pm k \lambda l$   $\Rightarrow$  相位差  $\pm \pi$

• 相位主极大的:  $N \alpha \lambda = \pm k \lambda l$   $\Rightarrow$  相位差  $\pm \pi$

• 相位主极大的:  $N \alpha \lambda = \pm k \lambda l$   $\Rightarrow$  相位差  $\pm \pi$

• 相位主极大的:  $N \alpha \lambda = \pm k \lambda l$   $\Rightarrow$  相位差  $\pm \pi$

• 相位主极大的:  $N \alpha \lambda = \pm k \lambda l$   $\Rightarrow$  相位差  $\pm \pi$

• 相位主极大的:  $N \alpha \lambda = \pm k \lambda l$   $\Rightarrow$  相位差  $\pm \pi$

• 相位主极大的:  $N \alpha \lambda = \pm k \lambda l$   $\Rightarrow$  相位差  $\pm \pi$

• 相位主极大的:  $N \alpha \lambda = \pm k \lambda l$   $\Rightarrow$  相位差  $\pm \pi$

• 相位主极大的:  $N \alpha \lambda = \pm k \lambda l$   $\Rightarrow$  相位差  $\pm \pi$

• 相位主极大的:  $N \alpha \lambda = \pm k \lambda l$   $\Rightarrow$  相位差  $\pm \pi$

• 相位主极大的:  $N \alpha \lambda = \pm k \lambda l$   $\Rightarrow$  相位差  $\pm \pi$

• 相位主极大的:  $N \alpha \lambda = \pm k \lambda l$   $\Rightarrow$  相位差  $\pm \pi$

• 相位主极大的:  $N \alpha \lambda = \pm k \lambda l$   $\Rightarrow$  相位差  $\pm \pi$

• 相位主极大的:  $N \alpha \lambda = \pm k \lambda l$   $\Rightarrow$  相位差  $\pm \pi$

• 相位主极大的:  $N \alpha \lambda = \pm k \lambda l$   $\Rightarrow$  相位差  $\pm \pi$

• 相位主极大的:  $N \alpha \lambda = \pm k \lambda l$   $\Rightarrow$  相位差  $\pm \pi$

• 相位主极大的:  $N \alpha \lambda = \pm k \lambda l$   $\Rightarrow$  相位差  $\pm \pi$

• 相位主极大的:  $N \alpha \lambda = \pm k \lambda l$   $\Rightarrow$  相位差  $\pm \pi$

• 相位主极大的:  $N \alpha \lambda = \pm k \lambda l$   $\Rightarrow$  相位差  $\pm \pi$

• 相位主极大的:  $N \alpha \lambda = \pm k \lambda l$   $\Rightarrow$  相位差  $\pm \pi$

• 相位主极大的:  $N \alpha \lambda = \pm k \lambda l$   $\Rightarrow$  相位差  $\pm \pi$

• 相位主极大的:  $N \alpha \lambda = \pm k \lambda l$   $\Rightarrow$  相位差  $\pm \pi$

• 相位主极大的:  $N \alpha \lambda = \pm k \lambda l$   $\Rightarrow$  相位差  $\pm \pi$

• 相位主极大的:  $N \alpha \lambda = \pm k \lambda l$   $\Rightarrow$  相位差  $\pm \pi$

• 相位主极大的:  $N \alpha \lambda = \pm k \lambda l$   $\Rightarrow$  相位差  $\pm \pi$

• 相位主极大的:  $N \alpha \lambda = \pm k \lambda l$   $\Rightarrow$  相位差  $\pm \pi$

• 相位主极大的:  $N \alpha \lambda = \pm k \lambda l$   $\Rightarrow$  相位差  $\pm \pi$

• 相位主极大的:  $N \alpha \lambda = \pm k \lambda l$   $\Rightarrow$  相位差  $\pm \pi$

• 相位主极大的:  $N \alpha \lambda = \pm k \lambda l$   $\Rightarrow$  相位差  $\pm \pi$

• 相位主极大的:  $N \alpha \lambda = \pm k \lambda l$   $\Rightarrow$  相位差  $\pm \pi$

• 相位主极大的:  $N \alpha \lambda = \pm k \lambda l$   $\Rightarrow$  相位差  $\pm \pi$

• 相位主极大的:  $N \alpha \lambda = \pm k \lambda l$   $\Rightarrow$  相位差  $\pm \pi$

• 相位主极大的:  $N \alpha \lambda = \pm k \lambda l$   $\Rightarrow$  相位差  $\pm \pi$

• 相位主极大的:  $N \alpha \lambda = \pm k \lambda l$   $\Rightarrow$  相位差  $\pm \pi$

• 相位主极大的:  $N \alpha \lambda = \pm k \lambda l$   $\Rightarrow$  相位差  $\pm \pi$

• 相位主极大的:  $N \alpha \lambda = \pm k \lambda l$   $\Rightarrow$  相位差  $\pm \pi$

• 相位主极大的:  $N \alpha \lambda = \pm k \lambda l$   $\Rightarrow$  相位差  $\pm \pi$

• 相位主极大的:  $N \alpha \lambda = \pm k \lambda l$   $\Rightarrow$  相位差  $\pm \pi$

• 相位主极大的:  $N \alpha \lambda = \pm k \lambda l$   $\Rightarrow$  相位差  $\pm \pi$

• 相位主极大的:  $N \alpha \lambda = \pm k \lambda l$   $\Rightarrow$  相位差  $\pm \pi$

• 相位主极大的:  $N \alpha \lambda = \pm k \lambda l$   $\Rightarrow$  相位差  $\pm \pi$

• 相位主极大的:  $N \alpha \lambda = \pm k \lambda l$   $\Rightarrow$  相位差  $\pm \pi$

• 相位主极大的:  $N \alpha \lambda = \pm k \lambda l$   $\Rightarrow$  相位差  $\pm \pi$

• 相位主极大的:  $N \alpha \lambda = \pm k \lambda l$   $\Rightarrow$  相位差  $\pm \pi$

• 相位主极大的:  $N \alpha \lambda = \pm k \lambda l$   $\Rightarrow$  相位差  $\pm \pi$

• 相位主极大的:  $N \alpha \lambda = \pm k \lambda l$   $\Rightarrow$  相位差  $\pm \pi$

• 相位主极大的:  $N \alpha \lambda = \pm k \lambda l$   $\Rightarrow$  相位差  $\pm \pi$

• 相位主极大的:  $N \alpha \lambda = \pm k \lambda l$   $\Rightarrow$  相位差  $\pm \pi$

• 相位主极大的:  $N \alpha \lambda = \pm k \lambda l$   $\Rightarrow$  相位差  $\pm \pi$

• 相位主极大的:  $N \alpha \lambda = \pm k \lambda l$   $\Rightarrow$  相位差  $\pm \pi$

• 相位主极大的:  $N \alpha \lambda = \pm k \lambda l$   $\Rightarrow$  相位差  $\pm \pi$

• 相位主极大的:  $N \alpha \lambda = \pm k \lambda l$   $\Rightarrow$  相位差  $\pm \pi$

• 相位主极大的:  $N \alpha \lambda = \pm k \lambda l$   $\Rightarrow$  相位差  $\pm \pi$

• 相位主极大的:  $N \alpha \lambda = \pm k \lambda l$   $\Rightarrow$  相位差  $\pm \pi$

• 相位主极大的:  $N \alpha \lambda = \pm k \lambda l$   $\Rightarrow$  相位差  $\pm \pi$

• 相位主极大的:  $N \alpha \lambda = \pm k \lambda l$   $\Rightarrow$  相位差  $\pm \pi$

• 相位主极大的:  $N \alpha \lambda = \pm k \lambda l$   $\Rightarrow$  相位差  $\pm \pi$

• 相位主极大的:  $N \alpha \lambda = \pm k \lambda l$   $\Rightarrow$  相位差  $\pm \pi$

• 相位主极大的:  $N \alpha \lambda = \pm k \lambda l$   $\Rightarrow$  相位差  $\pm \pi$

• 相位主极大的:  $N \alpha \lambda = \pm k \lambda l$   $\Rightarrow$  相位差  $\pm \pi$

• 相位主极大的:  $N \alpha \lambda = \pm k \lambda l$   $\Rightarrow$  相位差  $\pm \pi$

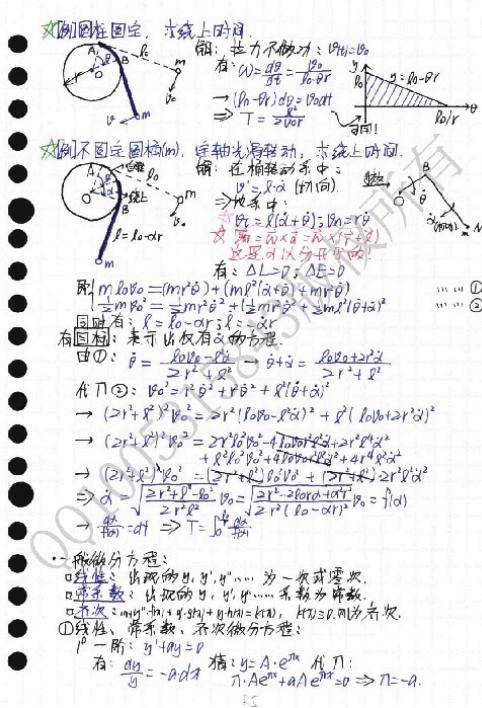
• 相位主极大的:  $N \alpha \lambda = \pm k \lambda l$   $\Rightarrow$  相位差  $\pm \pi$

• 相位主极大的:

微积分进阶	变质量问题
单元函数和微分方程	能量微分和多自由度
单元函数	能量微分解法
微分方程及其应用	惯性力
多元函数、重积分和高斯积分	存在约束的多自由度问题
多元函数问题	振动和简正模
重积分	振动
高斯积分	简正模问题
曲线曲面积分和矢量分析	简正模：振动拉式方程法
曲线曲面积分	复杂简正模和自由两体
矢量分析	复杂简正模：一维无限振子链
复数和线性代数	自由两体问题
复数	转动惯量与刚体进动
线性代数	转动惯量的计算
运动与静力进阶	刚体进动
微元法进阶	刚体与连续体动力学
平动系与转动系	刚体碰撞
微元法的本质	刚体动力学综合
各种坐标系与导数运用	连续体问题
运动的关联	瞬时轴转动定理
矢量的空间坐标表达及运用	惯量
关联与约束	杨氏模量
相图的应用	粘滞系数
相图的含义	剪切模量
静力学边界问题分析	万有引力与天体运动
运动相关问题	椭圆运动
与能量有关的相图	天体进动
运动知识补充	万有引力
三维运动与理论力学初步	静电静磁进阶
立体运动学	场的分布和电偶极子
自由度与能量分析法	电荷、电场、电势
虚功原理	电场线形状
自由度、能量和静力学进阶	电偶极子
自由度、能量解决	导体问题
能量与粒子力学	电像法与电场能量
图解静力学	电像法
动力学综合	静电能量问题
能量微分方程与条件约束	磁学体系与通电线圈问题
质心动能定理	磁学理论体系
约束	通电线圈问题
	满足洛伦兹变换：四维矢量
	能动量、四维动力学
	能动量四维矢量
	相对论碰撞问题
	原子物理
	量子化
	原子与原子核
	带电粒子在磁场中的运动
	洛伦兹力与一般运动形成
	对称性与正则守恒
	相对论下的带电粒子运动
	电路进阶
	线性系统的处理
	电介质问题
	线性统一处理
	电路中的线性
	分离对称性
	对称性化简
	恢复对称性
	化简：应用自相似
	自相似性与多端接口（不含源）
	有源线性网络处理
	非线性电路
	暂态电路
	复数法解交流电
	电容器充放电问题
	三相交流电
	电磁感应进阶
	生电动势与感生电动势的统一理解
	电磁感应的统一性
	感应电动势的计算
	磁矢势与自感互感问题
	磁矢势
	自感互感问题
	电磁动力学
	杆为 U 型杆
	电磁场相对论变换
	四维矢量
	电磁场变换的推导
	热学进阶
	新热力学模型
	输运过程
	热传导
	热辐射
	熵、循环和相变
	熵
	循环过程与热机（制冷机）

相变	满足洛伦兹变换：四维矢量
光子气体	能动量、四维动力学
分子统计力学	能动量四维矢量
玻尔兹曼分布	相对论碰撞问题
麦克斯韦分布	原子物理
热学综合	量子化
理想气体综合问题	原子与原子核
热力学第一定律	
光学进阶	
几何光学	
透镜几何作图	
折射	
近轴成像	
非近轴成像	
反射	
全反射	
虹和霓	
波动光学基础	
波动基础	
干涉问题	
复振幅与光波的数学计算	
复振幅	
能流密度	
复杂干涉问题	
衍射	
偏振、复杂光学问题	
斯托克斯倒逆关系	
光栅	
偏振	
菲涅尔公式	
菲涅尔衍射	
反射率和透射率	
近代物理进阶	
狭义相对论时空观	
正三观	
原理与变换	
洛伦兹变换	
坐标变换	
洛伦兹变换下的物理量	
变换不变量：四维标量	

文档结尾 ■



边界条件： $V_1 = V_2, P_{in} = P_{out}, E_{in} = E_{out}$  取用前 2 个：

$$\Rightarrow \frac{\partial q}{\partial z} = \frac{q_1 - q_2}{z_1 - z_2}; q_1 - q_2 \Rightarrow q_1' - q_2' = \frac{z_1 - z_2}{z_1 + z_2} q$$

由 I 区计算热流强度  $P_{in}$ ：

$$P_{in} = (z_1 - z_2) E_{in} = (z_1 - z_2) \frac{q_1 q_2}{4\pi k S_{in}} \times \frac{1}{r^2} = \frac{(z_1 - z_2) q_1 q_2}{2\pi (z_1 + z_2) r^2}$$

由 II 区计算热流强度  $P_{in}$ ：

$$P_{in} = (z_1 - z_2) E_{in}' = (z_1 - z_2) \frac{q_1 q_2'}{4\pi k S_{in}} \times \frac{1}{r^2} = \frac{(z_1 - z_2) q_1 q_2'}{2\pi (z_1 + z_2) r^2}$$

由 III 区计算热流强度  $P_{in}$ ：

$$P_{in} = P_{in1} P_{in2} = \frac{q_1 (E_{in} + E_{in1})}{2\pi S_{in} (z_1 + z_2) r^2}$$

由 IV 区计算热流强度  $P_{in}$ ：

$$P_{in} = P_{in1} P_{in2} = \frac{q_2 (E_{in} + E_{in2})}{2\pi S_{in} (z_1 + z_2) r^2}$$

以下类似：

· 由中质层中电场能：

无介质时：场能： $E = \frac{1}{2} \epsilon_0 E^2$   
有介质时：总能 = 场能 + 机械能：  

$$W = \frac{1}{2} C_0 \left( \frac{q}{z_1} + \frac{q}{z_2} \right)^2 = \frac{1}{2} \epsilon_0 S d (E_d)^2 = \frac{1}{2} \epsilon_0 S d$$

$$\Rightarrow \text{电介系数影响：从场到机械能有一显著影响。}$$

· 尽量不用叠加法来求解，这样会更简单。

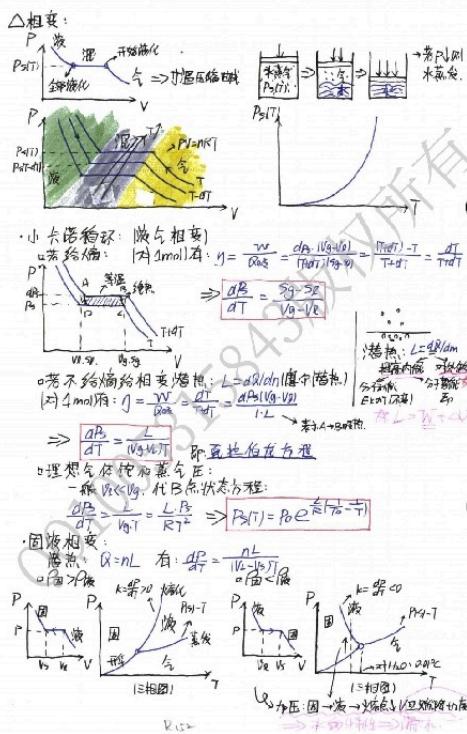
解法：

$$E_{in} = \frac{1}{2} \epsilon_0 \int dV \left[ \frac{1}{2} \epsilon_0 \int dE \right] = \frac{1}{2} \int dV \left[ \epsilon_0 E \right]$$

$$= \frac{1}{2} \int dV \left[ \epsilon_0 \int dE \right] = \frac{1}{2} \int dE \int dV$$

$$= \frac{1}{2} \int dE \int dV = \frac{1}{2} \int dV dE$$

或： $W = \frac{1}{2} C_0 \cdot P = \frac{1}{2} \epsilon_0 S d \cdot E^2$



**△能动量、四维动力学 (3)**

**△能动量四维矢量：**

$$m = (\text{质量}) \times v^{\mu} = P^{\mu} = m v^{\mu} = m v^{\mu} \left[ \begin{array}{c} 1 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \end{array} \right] \quad (\text{四矢量})$$

· 有： $P^{\mu} = \left[ \begin{array}{c} m c \\ p_x \\ p_y \\ p_z \end{array} \right] = \left[ \begin{array}{c} m c \\ p_x \\ p_y \\ p_z \end{array} \right]$  这里默认从 3 方向 =  $p_x, p_y, p_z$  或称我们如此  
 $\Rightarrow p_x = \frac{p}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$  定义了  $p$

· 洛伦兹变换：

或称已假定  $v \ll c$  时，电荷相对运动速度

$$\frac{E}{c} = \gamma \frac{V_x - p_x}{c} \quad \frac{p_x}{c} = \gamma \frac{V_x - p_x}{c}$$

$$\Rightarrow \text{惯性系} \quad \left[ \begin{array}{c} E \\ p_x \\ p_y \\ p_z \end{array} \right] = \gamma \left[ \begin{array}{c} E \\ V_x - p_x \\ p_y \\ p_z \end{array} \right] = \gamma \left[ \begin{array}{c} E \\ p^* \\ p_y \\ p_z \end{array} \right] \quad \text{惯性系}$$

· 能动量系假设下为质心系：

$$C_P = \frac{\sum p_i}{m} + \frac{\vec{p}_c}{m} \quad \text{这时有 } \left( \frac{p}{c} \right)^2 = \frac{p^2}{c^2}$$

$$\Rightarrow E_P = \frac{mc^2}{\sqrt{1 - \frac{p^2}{c^2}}} \quad \text{惯性系 (质心系, 平衡系)}$$

· 例：一个质点， $\left( \frac{p}{c} \right)^2 = \frac{p^2}{c^2} = \frac{mc^2}{\sqrt{1 - \frac{p^2}{c^2}}}$  (三者关系)

· 在 S 系中一个质量为  $m$ , 速度  $v$  的质点  $P$ ， $P$  相对于 S 系的速度为  $V$ 。

解：质点定义： $P = \frac{m}{c} \left[ \begin{array}{c} E \\ p_x \\ p_y \\ p_z \end{array} \right] = \frac{m}{c} \left[ \begin{array}{c} E \\ p^* \\ p_y \\ p_z \end{array} \right]$

→ 找 2 个事件：A:  $P^{\mu} = \left[ \begin{array}{c} m c \\ p_x \\ p_y \\ p_z \end{array} \right]$   $m \ll p^*$   
 $\rightarrow dE \otimes B: P^{\mu} = \left[ \begin{array}{c} m c \\ p_x' \\ p_y' \\ p_z' \end{array} \right]$   $m \ll p^*$

→ 换系：A:  $P^{\mu} = \left[ \begin{array}{c} Y(m c - p^* \beta c) \\ Y(p_x - p^* \beta c) \\ p_y \\ p_z \end{array} \right] = \left[ \begin{array}{c} 0 \\ 0 \\ p_y \\ p_z \end{array} \right]$   
 $B: P^{\mu} = \left[ \begin{array}{c} Y(m c - p^* \beta c) \\ Y(p_x' - p^* \beta c) \\ p_y' \\ p_z' \end{array} \right] = \left[ \begin{array}{c} 0 \\ 0 \\ p_y' \\ p_z' \end{array} \right]$

! S 点:  $d\tau$  中有： $E \rightarrow E' \quad \vec{p} \rightarrow \vec{p}' + \vec{v} dt$   
 $\Rightarrow F \cdot d\tau = F \cdot d\tau' \quad \vec{F} = F \vec{n}$

又： $d\tau$  为右积时，左移为二阶小量！有补偿： $dt \rightarrow dt'$   
 $\Rightarrow F \cdot d\tau = F \cdot d\tau' \quad \vec{F} = F \vec{n}$

分析：全 S 中  $\vec{F} = 0$ , 带入 G, 有  $\vec{F}' = \vec{F}$   
 $\Rightarrow S$  中，大且，块块为零始力  $\Rightarrow \left\{ \begin{array}{l} F'_x = F_x \\ F'_y = F_y \end{array} \right.$  (无磁场时)

### 3- 复赛专题下 (约 240 页, 60r) [热度高]

内容：系统、全面的复赛难度课程笔记，因页码较多而分为上下两册，下册偏专题性，

并加入了多次讲座的总结

适合群体：目标赛区一等奖及以上

<b>复赛（上）</b>	<b>1</b>
运动学	1
坐标	1
旋转	3
相对运动/牵连运动	4
惠更斯原理	5
轨迹	6
<b>静力学</b>	<b>7</b>
一般处理	7
能量分析	8
<b>动力学</b>	<b>9</b>
质点系牛顿定律	9
弹簧问题	10
分离与判定	11
轻物	12
能量求导	13
旋转	14
惯性力	15
<b>动量</b>	<b>16</b>
冲击问题	16
摩擦问题	17
<b>能量</b>	<b>18</b>
相对运动	18
质心处理	19
碰撞	20
区域恒定问题	21
<b>刚体</b>	<b>22</b>
转动惯量	22
刚体的转动	22
刚体的角动量与能量综合应用	24
<b>万有引力与有心运动</b>	<b>25</b>
万有引力	25
<b>    </b>	<b>60</b>
<b>静磁学</b>	<b>61</b>
毕奥-萨伐尔定律	61
安培环路	62
力、力矩	63
<b>电磁感应</b>	<b>66</b>
动生电动势	66
感生电动势	67
动磁场问题	67
电感	68
位移电流理论	69
动力学综合	70
<b>波动光学</b>	<b>72</b>
电磁波	72
定性描述	74
定量描述	76
<b>狭义相对论</b>	<b>80</b>
钟慢、尺缩、钟不对齐	80
洛伦兹变换	82
时空图	83
速度变换及相关问题	84
多普勒效应	88
<b>    </b>	<b>26</b>
<b>轨道运动</b>	<b>27</b>
振动	27
波动	29
<b>热学</b>	<b>30</b>
物态性质	30
理想气体与热力学定律	32
循环与P-V图	33
充气、漏气、混合问题	34
<b>几何光学</b>	<b>36</b>
镜像世界	36
折射问题	37
透镜	39
光学成像仪器	40
理想透镜组	42
成像区域问题	43
像差、色差	44
<b>复赛（下）</b>	<b>45</b>
<b>    </b>	<b>45</b>
<b>    </b>	<b>45</b>
<b>    </b>	<b>47</b>
<b>    </b>	<b>48</b>
<b>    </b>	<b>49</b>
<b>    </b>	<b>51</b>
<b>    </b>	<b>51</b>
<b>    </b>	<b>52</b>
<b>    </b>	<b>55</b>
<b>    </b>	<b>55</b>
<b>    </b>	<b>56</b>
<b>    </b>	<b>57</b>
<b>    </b>	<b>57</b>
<b>    </b>	<b>58</b>
<b>    </b>	<b>59</b>
<b>    </b>	<b>59</b>

## 线下讲座与知识总结

线下讲座 . . . . .	1
叶邦角力学讲座 . . . . .	1
牛顿动力学 . . . . .	1
动量 . . . . .	8
能量 . . . . .	12
角动量 . . . . .	22
天体运动 . . . . .	24
刚体定轴转动 . . . . .	27
叶邦角电学讲座 . . . . .	28
静力场 . . . . .	28
导体与电容 . . . . .	44
静电场的能量 . . . . .	57
电流场 . . . . .	67
静磁场 . . . . .	79
安培力 . . . . .	87
洛伦兹力 . . . . .	93
黄生训电磁学讲座 . . . . .	107
真空中的经典场 . . . . .	107
导体和电介质中的静电场 . . . . .	109
稳恒电流 . . . . .	111
磁场 . . . . .	113
电磁感应 . . . . .	115
交流电 . . . . .	117
电磁波理论 . . . . .	118
黄生训热学讲座 . . . . .	120
气体分子动理论 . . . . .	120
热力学定律 . . . . .	122
相变 . . . . .	124
黄生训光学讲座 . . . . .	125
几何光学 . . . . .	125
例题 . . . . .	125
知识总结 . . . . .	134
波动光学 . . . . .	130
理想气体的热力学过程总结 . . . . .	134
基本方程 . . . . .	134
基本关系 . . . . .	134
比较项目 . . . . .	134
基本过程 . . . . .	134
图像关系 . . . . .	135
多方过程 . . . . .	135
抛体运动 . . . . .	136
基本方程 . . . . .	136
常用解法 . . . . .	137
特殊结论 . . . . .	138
希腊字母及对应的物理意义 . . . . .	139
泰勒级数 . . . . .	140
定义 . . . . .	140
常见的麦克劳林级数 . . . . .	140
常见的带佩亚诺余项 . . . . .	140
数学近似和小量处理 . . . . .	141
平面极坐标系 . . . . .	142
与直角坐标系间的变换 . . . . .	142
极坐标系方程 . . . . .	142
曲线与方程 . . . . .	143
基本函数图像 . . . . .	143
三角函数 . . . . .	145
三角函数公式 . . . . .	145
三角函数常用代换 . . . . .	146
曲率半径 . . . . .	147
不等式 . . . . .	147
转动惯量 . . . . .	148

### 切电磁波理论

- 电磁波传播速度:  $v = \frac{c}{\sqrt{\mu_0 \epsilon_0}}$
- 传播速度与位移比值:  $\frac{v}{d} = \frac{c}{\sqrt{\mu_0 \epsilon_0}}$
- 本征频率: 传播速度  $v = \sqrt{\mu_0 \epsilon_0}$
- 载体: 有质量的物质, 在介质中存在但不参与传播
- 性质:  $\mu_0 v^2 d = \epsilon_0 I$ ,  $dI/dt = \frac{dE}{dt}$
- 金属定律:  $\mu_0 H dI = \epsilon_0 E + \eta I$
- 法拉第方程组:
  - (1)  $\nabla \times \vec{B} = \epsilon_0 \frac{\partial \vec{E}}{\partial t}$
  - (2)  $\nabla \times \vec{E} = -\mu_0 \frac{\partial \vec{B}}{\partial t}$
  - (3)  $\nabla \cdot (\vec{B}_0 - \vec{B}) = 0$
  - (4)  $\nabla \cdot (\vec{E}_0 + \vec{E}) = 0$
  - (5)  $\nabla \times \vec{H} = \mu_0 \frac{\partial \vec{B}}{\partial t}$
  - (6)  $\nabla \times \vec{E} = \mu_0 \frac{\partial \vec{H}}{\partial t}$
- 电容性质: (以振荡电路为例)
  - ① 横波  $E \perp H$ ,  $H \perp J$ ,  $E \perp J$
  - ② 电场均匀指向相同溶液.
  - ③  $E = \frac{1}{\sqrt{\mu_0 \epsilon_0}}$ ,  $H = \frac{1}{\sqrt{\mu_0 \epsilon_0}}$  (能流密度).

### 例题(7)

- 例题: 一个圆形的平行板电容器, 半径为 R, 均匀充电流, 求:
  - $J = \frac{1}{2} \pi R^2 I$
  - 电场强度  $E$  和电势差  $U$ .
- 解: 由  $J = \frac{1}{2} \pi R^2 I$ ,  $I = \frac{q}{2\pi R^2 \tau}$ , 得  $q = \frac{2\pi R^3 I \tau}{2}$ .  
 $E = \frac{1}{2} \pi R^2 \epsilon_0 \frac{q}{R^2} = \frac{1}{2} \pi R^2 \epsilon_0 \frac{2\pi R^3 I \tau}{2R^2} = \frac{1}{2} \pi R^2 \epsilon_0 I \tau$   
 $U = \frac{1}{2} \pi R^2 \epsilon_0 I \tau \cdot R = \frac{1}{2} \pi R^3 \epsilon_0 I \tau$
- 例题:  $\int_{-R}^R (E_x(x)) dx$ ,  $E_x(x) = \frac{1}{x}$ .
  - 电场强度  $E_x(x)$
  - 电势差  $U$
- 解:  $E_x(x) = \frac{1}{x}$ ,  $E = \frac{1}{\sqrt{x^2 + R^2}}$ ,  $I = \frac{1}{\pi R^2} \cdot \frac{1}{\sqrt{x^2 + R^2}}$   
 $U = \int_{-R}^R E_x(x) dx = \int_{-R}^R \frac{1}{x} \cdot \frac{1}{\sqrt{x^2 + R^2}} dx = \frac{1}{R} \int_{-R}^R \frac{1}{\sqrt{1 + (x/R)^2}} dx$

B229

### 对称性与守恒律(1)

#### △时间均匀性与能量守恒:

若系统只有, 则  $\dot{U}(x, y, z, t) = \frac{\partial U}{\partial t} V_x + \frac{\partial U}{\partial y} V_y + \frac{\partial U}{\partial z} V_z$   
 $= mV_x + V_y F_x + V_z F_y - V_x F_y - V_y F_z - V_z F_x = 0$

$\Rightarrow$  时间均匀性导致能量守恒.

时间反演:  $t \rightarrow -t$ ,  $F = m \frac{d^2}{dt^2} x$ ;  $t \rightarrow t$ ,  $V \rightarrow -V$ , 不变

——例子: 行星运动, 动量守恒.

非惯性系:  $F = 0$ , 机械能不守恒.

时间不均匀: 对于发动机, 由于大小不同, 便可能能守恒.

#### △空间均匀性与动量守恒:

设两个质点  $x = x_1 - x_2$ , 质能  $U(x_1, x_2)$ , 发生一平移  $x$ , 距离  $X = X_1 - X_2$ ,  $x_1 = x_2 + X$ . 空间均匀意味着:  $U(x_1, x_2) = U(X, x_2)$

看:  $F_x = -\frac{\partial U}{\partial x_1} = -\frac{\partial U}{\partial x_2} = -\frac{\partial U}{\partial X}$ ;  $F_y = -\frac{\partial U}{\partial y_1} = -\frac{\partial U}{\partial y_2} = -\frac{\partial U}{\partial Y}$ ,  $F_z = -\frac{\partial U}{\partial z_1} = -\frac{\partial U}{\partial z_2} = -\frac{\partial U}{\partial Z}$

$\Rightarrow$  空间均匀性导致动量守恒.

同样: 空间均匀性导致动量守恒.

#### △势能与守恒:

易  $U = U(x, y, z)$ ,  $F_x = -\frac{\partial U}{\partial x}$

若  $U = U(y)$ ,  $F_x = 0$

若  $U = U(z)$ ,  $F_x = 0$

#### △向量 $F = m(\vec{F}_x^2 + \vec{F}_y^2 + \vec{F}_z^2)$ 与守恒量:

解:  $U = m(\vec{F}_x^2 + \vec{F}_y^2 + \vec{F}_z^2)/2 = U(x, y, z)$ ,  $\vec{F} = 0$

★ 固体质量为  $m$  的质点以速度  $v$  从一个势能为常数  $U_0$  的空间运动到另一个势能为常数的半空间, 木质点运动方向与速度垂直  $V$ .

$$\frac{1}{2} m v^2 = m V_1 \sin^2 \theta = m V_1 \cos^2 \theta \Rightarrow \frac{1}{2} m \frac{V_1^2}{\cos^2 \theta} = \frac{1}{2} m \frac{V_2^2}{\sin^2 \theta} \Rightarrow \frac{V_1^2}{V_2^2} = \frac{\sin^2 \theta}{\cos^2 \theta} = \tan^2 \theta$$

#### △势能与时空转换:

小角度的缩放也应对时间缩放:

若势能是坐标的齐次函数,  $U(x_1, x_2, \dots, x_n) = n^k U(\bar{x}_1, \bar{x}_2, \dots, \bar{x}_n)$

B221



# 实验专题

实验物理	1
测量与误差	1
不确定度	2
有效数字	4
数据处理	4
力学实验	5
研究单摆的运动特性	5
光杠杆装置测量金属杨氏模量	7
测量媒质中的声速	9
用拉脱法测液体的表面张力系数	11
热学实验	13
测量冰的熔化热	13
电学实验	15
测定直流电源的参数并研究其输出特性	15
整流滤波电路	17
霍尔效应	19
非线性元件的伏安特性	21
亥姆霍兹线圈测量地磁水平分量	23
电表改装	25
暂态过程	27
LCR电路的谐振现象	29
黑盒子	31
直流平衡电桥	32
光学实验	34
分光器测玻璃折射率	34
分光计观察汞灯光谱	36
测量薄透镜焦距	38
读书显微镜测量牛顿环和劈尖	40
双棱镜干涉	42
迈克尔逊干涉仪的使用	44
光电效应	46
单缝衍射	48

### ● 不确定度 (2)

△ 含义:  
结果表达:  
 $Y = N \pm \Delta N$

含义:  
不确定度: 测量值不确定的程度, 是对测量误差可能取值的测量, 也是对真值可认为范围的估计.

### △ 测量结果:

范围:

$N \leq Y \leq N + \Delta N$  → 真值有一定概率落在该范围内.

区间称: 置信区间 概率称: 置信概率

→ 达到 100% 的称: 极限不确定度, 用 U 表示

有:  $Y = N \pm U$

→ 4.4 用标准差表示, 计算式, 标准测量列的离散程度

有:  $Y = N \pm S$

• 相对不确定度:  $\frac{S}{N}$ , 表示误差对结果的影响大小.

### △ 估汁方法:

口 相同条件下多次测量:

使用  $X = \frac{\sum X_i}{n}$  表示  
测量列的不确定度公式:  $\Delta X = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum (X_i - \bar{X})^2}$  (绝对不确定度)

又真值不可知, 用代数表示:  $\Delta X = \sqrt{(X_1 - \bar{X})^2 + (X_2 - \bar{X})^2 + \dots + (X_n - \bar{X})^2}$

$= \sqrt{(X_1 - \bar{X})^2 + 2(X_2 - \bar{X})(X_3 - \bar{X}) + (X_3 - \bar{X})^2 + \dots + (X_n - \bar{X})^2}$

$= \sqrt{\frac{1}{n} \sum (X_i - \bar{X})^2 + (X_2 - \bar{X})^2 + \dots + (X_n - \bar{X})^2}$

又由误差传播公式:  $(\Delta X)^2 = \frac{1}{n} \sum (X_i - \bar{X})^2 + \frac{1}{n(n-1)} \sum (X_i - \bar{X})^2$

$\rightarrow \frac{1}{n-1} (\Delta X)^2 = \frac{1}{n-1} \sum (X_i - \bar{X})^2$

$\Rightarrow \text{标准偏差: } \Delta X = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum (X_i - \bar{X})^2}$  即贝塞尔公式, 带权平均数的方差的平方根

(方差估计值:  $S^2 = \frac{1}{n-1} \sum (X_i - \bar{X})^2$ )

又:  $(\bar{X} - \bar{X})^2 = \frac{1}{n(n-1)} \sum (X_i - \bar{X})^2$  (以  $\bar{X}$  为算术平均值时的方差)

$\Rightarrow \Delta \bar{X} = \sqrt{\frac{1}{n(n-1)} \sum (X_i - \bar{X})^2} = \frac{\Delta X}{\sqrt{n}}$

⇒ 最终结果表示为  $Y = \bar{X} \pm \Delta \bar{X}$

以前者为准, 在数据的基础上新数据的不确定性, 而后者数据平均值的不确定性.

### △ 电表改装:

● 电压或电流中表:

校准内阻呈均匀辐射状  $\rightarrow R_{\text{外}} = R_{\text{内}}$

● 甲表级别: 分级  $\rightarrow$  基本误差为 ±0.5%

● 量程过度:  $X_{\text{满}} = \frac{U}{R_{\text{内}}}$

→ 极限误差:  $\epsilon = \pm 0.5\% X_{\text{满}}$

→ 所有分度线的基本误差不能大于  $\epsilon / 5$  倍.

● 量程选择: 量大相对误差是  $\frac{1}{n}$   $\rightarrow$  量程误差不能大于基本误差的  $n$  倍.

● 测量误差内阻:

● 偏流分压法:

● 串联法:

● 电容反馈:

● 互感反馈:

● 互感法:

## 决赛专题

决赛 (上)	1
运动学	1
描述运动	1
关联	3
转动、转动能系	9
轨迹、包络线	13
波动	15
静力学	19
图解静力学	19
空间力矩	23
虚功原理	25
动力学	27
相图、相空间	27
多自由度与守恒量	29
多自由度的振动	33
微扰与进动	35
狭义相对论	41
洛伦兹变换	43
四维时空下物理量的定义与运用	45
静电学	53
叠加原理	53
唯一性原理	55
二维静电学：保角变换	59
静电问题通解：拉普拉斯方程	63
极化与磁化	67
能量问题	69
电路	71
基氏方程	71
端口	73
对称	74
自相似性	75
电磁场能量问题	137
电磁学模型	139
电像法	143
电路	145
基尔霍夫方程	145
线性叠加与化简	146
交流电	149
带电粒子在磁场中的运动	155
复杂问题一般处理	155
绝热不变量	153
电磁感应	159
感应电动势的普遍算法	159
自感互感 磁矢势	161
磁路定理变压器	163
热学	165
物态与性质	165
热力学第一定律	167
热力学第二定律	169
相变	173
热统计理论	175
光学	179
几何光学	179
波动光学	183
交流电	77
静磁学	79
静磁场	79
带电粒子再磁场中的运动	81
原子物理	83
卢瑟福实验	83
玻尔模型	84
量子力学初步	85
精细结构、自旋	89
半经典光与物质相互作用	90
原子核液滴模型	90
决赛 (下)	93
运动学	93
运动的图像	93
叠加条件	95
运动关联	97
静力学	99
力的性质	99
静力学的化简	107
静不定	109
动力学	111
有心运动	111
一般曲线运动	115
独立坐标达朗贝尔原理	116
多自由度	117
刚体运动学	119
狭义相对论	121
洛伦兹变换	121
视觉形象	125
前灯效应与亮度相关	127
电学	129
静场	129
电磁学受力问题	135



		平方反比斥力模型 (正确)
<b>拉格朗日方程</b>	<b>拉格朗日方程推导</b>	<b>小振动</b>
哈密顿原理推拉格朗日方程	例子: 一维谐振子	一维谐振子
例子1: 一维谐振子	例子: 开普勒问题	加入保守外力
例子2: 推导反射定律	例子: 对称陀螺	加入摩擦力
例题1: 滑杆球	泊松括号	微扰展开 (解决无穷大)
例题2: 弹簧球	例子: 角动量	多维谐振子
例题3: 匀速运动 的lagrange描述	哈密顿雅可比方程	<b>刚体</b>
<b>守恒量</b>	哈密顿雅可比方程意义	动能
时间均匀→能量守恒	例子: 一维谐振子	转动惯量
空间均匀→动量守恒	例子: 开普勒问题	例题: 小滚动
旋转对称→角动量守恒	<b>旧量子论</b>	欧拉角
<b>有心力</b>	sommerfield量子化条件	对称陀螺问题
开普勒问题	一维谐振子能量量子化	<b>哈密顿力学</b>
散射问题	氢原子轨道量子化及能量量子化	变分法推导
实心模型 (错误)	椭圆轨道	拉格朗日方程推导
平方反比斥力模型 (正确)	<b>总结</b>	例子: 一维谐振子
<b>小振动</b>	哈密顿原理推拉格朗日方程	例子: 开普勒问题
一维谐振子	例子1: 一维谐振子	例子: 对称陀螺
加入保守外力	例子2: 推导反射定律	泊松括号
加入摩擦力	例题1: 滑杆球	例子: 角动量
微扰展开 (解决无穷大)	例题2: 弹簧球	哈密顿雅可比方程
多维谐振子	例题3: 匀速运动 的lagrange描述	哈密顿雅可比方程意义
<b>刚体</b>	<b>守恒量</b>	例子: 一维谐振子
动能	时间均匀→能量守恒	例子: 开普勒问题
转动惯量	空间均匀→动量守恒	<b>旧量子论</b>
例题: 小滚动	旋转对称→角动量守恒	sommerfield量子化条件
欧拉角	<b>有心力</b>	一维谐振子能量量子化
对称陀螺问题	开普勒问题	氢原子轨道量子化及能量量子化
<b>哈密顿力学</b>	散射问题	椭圆轨道
变分法推导	实心模型 (错误)	<b>总结</b>

**热力学与统计物理**  
[热力学第一定律与热力学第二定律](#)  
[热力学第一定律](#)  
[四种热力学势](#)  
[朗道二级相变理论\(连续相变理论\)](#)  
[海森堡不确定性原理](#)  
[金属原子](#)  
[系综理论](#)  
[像空间的引出](#)  
[刘维尔定理](#)  
[微正则系综 \(例子: 理想气体\)](#)  
[正则系综 \(例子: 理想气体、稀磁制冷、双原子分子\)](#)  
[巨正则系综 \(例子: 理想气体\)](#)  
[费米-狄拉克和玻色-爱因斯坦分布](#)  
[黑体辐射](#)  
[玻色-爱因斯坦凝聚](#)  
[理想费米气体](#)  
[互作用系统 \(范德华气体\)](#)



# 数学压轴杂记

- 恰当划分区间求零点个数
- 含参数项的替换求零点个数
- 预知结果并反证
- 简易放缩求参数取值
- 恰当划分区间求零点个数
- 换元求多变量取值
- 分类讨论求参数取值
- 利用已知不等式证明常数不等式
- 三角函数的替换证明最值（利用换元辅以求导解决极值点偏移问题）
- 构造函数求多变量取值（利用构造函数单调性比较大小）
- 构造函数证明不等式
- 神奇的脑洞
- 利用单调行解决极值点偏移问题
- 寻找关联双变量关系化为单变量求取值（含参数项的替换求参数取值）
- 分离参数求零点个数
- 左右两边分别求导证明不等式
- .....

**重要知识（基本知识和经典例题）**

**柯西不等式**

**1. 式数形式**

设 $a_1, a_2, b_1, b_2$ 为实数，则 $(a_1^2 + a_2^2)(b_1^2 + b_2^2) \geq (a_1b_1 + a_2b_2)^2$

上式等号成立 $\Leftrightarrow a_1b_1 = a_2b_2$

若 $a_1b_1 = a_2b_2 = 0$

(1).  $b_1 = b_2 = 0$ , 则原不等式两边都为0

(2).  $b_1 \neq 0, b_2 \neq 0$ , 原不等式化为 $(a_1^2 + a_2^2)b_1^2 \geq a_1^2b_1^2 + a_2^2b_1^2$

(3).  $b_1 \neq 0, b_2 = 0$ , 原不等式化为 $(a_1^2 + a_2^2)b_1^2 \geq a_1^2b_1^2$

**2. 向量形式**

设 $\vec{a}, \vec{b}$ 为平面上的两个向量，则 $|\vec{a}|^2 |\vec{b}|^2 \geq (\vec{a} \cdot \vec{b})^2$

当且仅当 $\vec{a}, \vec{b}$ 共线时，上式等号成立 $\Leftrightarrow$ 向量 $\vec{a}, \vec{b}$ 同向

且 $|\vec{a}| = (a_1, a_2), |\vec{b}| = (b_1, b_2)$

则 $|\vec{a}|^2 = a_1^2 + a_2^2$ ,  $|\vec{b}|^2 = b_1^2 + b_2^2$ ,  $\vec{a} \cdot \vec{b} = a_1b_1 + a_2b_2$

即 $|\vec{a}|^2 |\vec{b}|^2 \geq (\vec{a} \cdot \vec{b})^2 \Rightarrow a_1^2b_1^2 + a_2^2b_2^2 \geq (a_1b_1 + a_2b_2)^2$

**3. 二维平面的三角不等式**

设 $x, y$ 为实数，则 $|x+y| \leq |x|+|y|$

且 $|x-y| \leq |x|+|y|$

且 $|x|+|y| \geq |x+y|$

且 $|x|+|y| \geq |x-y|$

$|(a+b)^2 + (c+d)^2| \leq |a|^2 + |b|^2 + |c|^2 + |d|^2$

$|(a^2 + b^2)(c^2 + d^2)| \geq |(a^2 + c^2 + b^2 + d^2)(a + c + b + d)|$

$|(a^2 + b^2)(c^2 + d^2)| \geq |(a^2 + b^2)(c^2 + d^2)|$

$|(a^2 + b^2)(c^2 + d^2)| \geq |(a^2 + b^2)(c^2 + d^2)|$

**重要知识（基本知识和经典例题）**

**柯西不等式（距离与坐标系理解）**

**1. 一维直线理解**

已知 $A, B$ 是数轴上的两点， $C$ 是其中点于的重合点。如果 $A, B$ 关于 $C$ 对称，则 $A, B$ 关于 $C$ 为等式 $|A-B|=2|C-A|$ 。

**2. 二维直线理解**

二以向量和子弦的和来理解的的向量，在两条弦的等价直线平行与另一直线平行的线，则称此两直线为“平行直线”。

设一直线的斜率为 $k$ ，在直线上斜率 $k' = -\frac{1}{k}$

(1). 若 $k > 0$ , 则 $k_1, k_2 = -\frac{1}{k}$

(2). 若 $k < 0$ , 则 $k_1, k_2 = \frac{1}{k}$

(3). 若 $k = 0$ , 则 $k_1, k_2 = 0$

下证 $\frac{|x_1-x_2|}{|k_1-k_2|} = \sqrt{\text{弦长}} = \sqrt{\text{斜率绝对值}} \cdot \text{弦长}$

设直线 $L$ 所在直线方程为 $y = kx + b$  (即 $k$ 为斜率)

(1). 若 $k > 0$ , 则 $(x_1, y_1), (x_2, y_2)$ 满足 $y = kx + b$ ，即 $y_1 = kx_1 + b, y_2 = kx_2 + b$

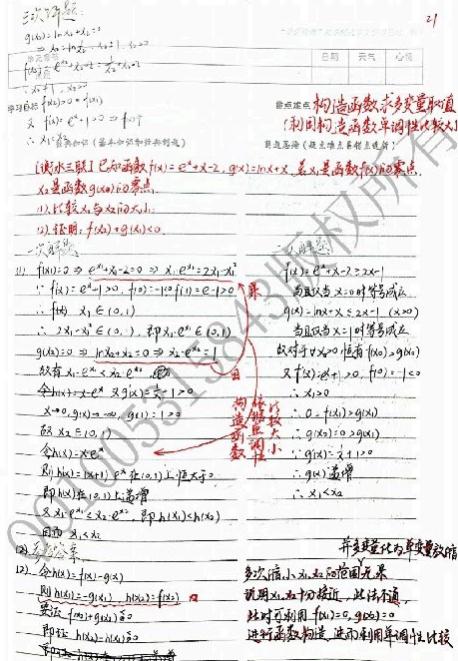
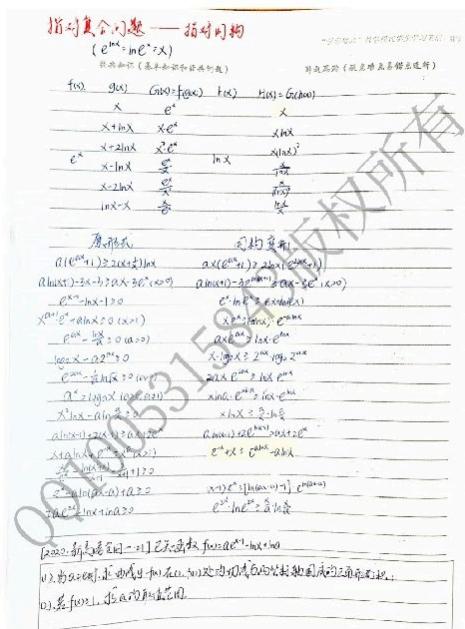
(2). 若 $k < 0$ , 则 $(x_1, y_1), (x_2, y_2)$ 满足 $y = kx + b$ ，即 $y_1 = kx_1 + b, y_2 = kx_2 + b$

(3). 若 $k = 0$ , 则 $(x_1, y_1), (x_2, y_2)$ 满足 $y = b$ ，即 $y_1 = b, y_2 = b$

由 $x_1, x_2 \in \mathbb{R}$ , 得 $y_1 - y_2 = k(x_1 - x_2) = \frac{y_1 - y_2}{x_1 - x_2}$

得 $\frac{|x_1-x_2|}{|k_1-k_2|} = \sqrt{\frac{(y_1-y_2)^2}{(x_1-x_2)^2}} = \sqrt{\frac{(y_1-y_2)^2}{(y_1-y_2)^2}} = 1$

故 $\frac{|x_1-x_2|}{|k_1-k_2|} = \sqrt{\text{弦长}} = \sqrt{\text{斜率绝对值}} \cdot \text{弦长}$



## ✓ 购买渠道



购买或咨询直接加 QQ

## ✓ 后记

我(现在在群里打广告的这位),是这位物竞巨佬的大学同学,负责制作这一版广告,在制作的同时,我能感受到这份笔记所覆盖的知识面之广,内容之精炼,整体逻辑之完整,这是需要极大的毅力和努力才能完成的。

最后祝这份笔记能够帮助到大家! 祝大家学业有成!