

考研新版
全国881所研招院校

硕士研究生入学招生考试 考研专业课精品资料

2026 年中国原子能科学研究院

《815 普通物理 B》 考研精品资料

附赠：重点名校真题汇编

策划：考研辅导资料编写组

真题汇编 明确考点
考研笔记 梳理重点
核心题库 强化训练
模拟试题 查漏补缺

高分学长学姐推荐



【初试】2026 年 中国原子能科学研究院 815 普通物理 B 考研精品资料

说明：本套资料由高分研究生潜心整理编写，高清电子版支持打印，考研推荐资料。

一、重点名校真题汇编**1. 附赠重点名校：普通物理 2016-2024 年考研真题汇编(暂无答案)**

说明：赠送重点名校考研真题汇编，因不同院校真题相似性极高，甚至部分考题完全相同，建议考生备考过程中认真研究其他院校的考研真题。

二、2026 年中国原子能科学研究院 815 普通物理 B 考研资料**2. 《电磁学》考研相关资料****(1) 《电磁学》[笔记+提纲]****①中国原子能科学研究院 815 普通物理 B 之《电磁学》考研复习笔记。**

说明：本书重点复习笔记，条理清晰，重难点突出，提高复习效率，基础强化阶段推荐资料。

②中国原子能科学研究院 815 普通物理 B 之《电磁学》复习提纲。

说明：该科目复习重难点提纲，提炼出重难点，有的放矢，提高复习针对性。

(2) 《电磁学》考研核心题库(含答案)**①中国原子能科学研究院 815 普通物理 B 考研核心题库之《电磁学》计算题精编。****②中国原子能科学研究院 815 普通物理 B 考研核心题库之《电磁学》简答题精编。**

说明：本题库涵盖了该考研科目常考题型及重点题型，根据历年考研大纲要求，结合考研真题进行的分类汇编并给出了详细答案，针对性强，是考研复习推荐资料。

3. 《热学》考研相关资料**(1) 《热学》[笔记+课件+提纲]****①中国原子能科学研究院 815 普通物理 B 之《热学》考研复习笔记。**

说明：本书重点复习笔记，条理清晰，重难点突出，提高复习效率，基础强化阶段推荐资料。

②中国原子能科学研究院 815 普通物理 B 之《热学》本科生课件。

说明：参考书配套授课 PPT 课件，条理清晰，内容详尽，版权归属制作教师，本项免费赠送。

③中国原子能科学研究院 815 普通物理 B 之《热学》复习提纲。

说明：该科目复习重难点提纲，提炼出重难点，有的放矢，提高复习针对性。

4. 《热学教程》考研相关资料**(1) 《热学教程》[笔记+提纲]****①中国原子能科学研究院 815 普通物理 B 之《热学教程》考研复习笔记。**

说明：本书重点复习笔记，条理清晰，重难点突出，提高复习效率，基础强化阶段推荐资料。

②中国原子能科学研究院 815 普通物理 B 之《热学教程》复习提纲。

说明：该科目复习重难点提纲，提炼出重难点，有的放矢，提高复习针对性。

5. 中国原子能科学研究院 815 普通物理 B 之热学考研核心题库(含答案)**①中国原子能科学研究院 815 普通物理 B 考研核心题库之热学计算题精编。**

说明：本题库涵盖了该考研科目常考题型及重点题型，根据历年考研大纲要求，结合考研真题进行的分类汇编并给出了详细答案，针对性强，是考研复习推荐资料。

6. 中国原子能科学研究院 815 普通物理 B 之热学考研题库[仿真+强化+冲刺]

①2026 年中国原子能科学研究院 815 普通物理 B 之热学考研专业课五套仿真模拟题。

说明：严格按照本科目最新专业课真题题型和难度出题，共五套全仿真模拟试题含答案解析。

②2026 年中国原子能科学研究院 815 普通物理 B 之热学考研强化五套模拟题及详细答案解析。

说明：专业课强化检测使用。共五套强化模拟题，均含有详细答案解析，考研强化复习推荐。

③2026 年中国原子能科学研究院 815 普通物理 B 之热学考研冲刺五套模拟题及详细答案解析。

说明：专业课冲刺检测使用。共五套冲刺预测试题，均有详细答案解析，最后冲刺推荐资料。

7. 《光学》考研相关资料

(1) 《光学》[笔记+提纲]

①中国原子能科学研究院 815 普通物理 B 之《光学》考研复习笔记。

说明：本书重点复习笔记，条理清晰，重难点突出，提高复习效率，基础强化阶段推荐资料。

②中国原子能科学研究院 815 普通物理 B 之《光学》复习提纲。

说明：该科目复习重难点提纲，提炼出重难点，有的放矢，提高复习针对性。

(2) 《光学》考研核心题库(含答案)

①中国原子能科学研究院 815 普通物理 B 考研核心题库之《光学》计算题精编。

说明：本题库涵盖了该考研科目常考题型及重点题型，根据历年考研大纲要求，结合考研真题进行的分类汇编并给出了详细答案，针对性强，是考研复习推荐资料。

8. 《原子物理学》考研相关资料

(1) 《原子物理学》[笔记+课件+提纲]

①中国原子能科学研究院 815 普通物理 B 之《原子物理学》考研复习笔记。

说明：本书重点复习笔记，条理清晰，重难点突出，提高复习效率，基础强化阶段推荐资料。

②中国原子能科学研究院 815 普通物理 B 之《原子物理学》本科生课件。

说明：参考书配套授课 PPT 课件，条理清晰，内容详尽，版权归属制作教师，本项免费赠送。

③中国原子能科学研究院 815 普通物理 B 之《原子物理学》复习提纲。

说明：该科目复习重难点提纲，提炼出重难点，有的放矢，提高复习针对性。

(2) 《原子物理学》考研核心题库(含答案)

①中国原子能科学研究院 815 普通物理 B 考研核心题库之《原子物理学》计算题精编。

说明：本题库涵盖了该考研科目常考题型及重点题型，根据历年考研大纲要求，结合考研真题进行的分类汇编并给出了详细答案，针对性强，是考研复习推荐资料。

三、电子版资料全国统一零售价

本套考研资料包含以上部分(不含教材)，全国统一零售价：[¥]

四、2026 年研究生入学考试指定/推荐参考书目(资料不包括教材)

中国原子能科学研究院 815 普通物理 B 考研初试参考书

《电磁学》人民教育出版社 赵凯华；

《热学》高等教育出版社 李椿；

《光学》 北京大学出版社 赵凯华 钟锡华；
《热学教程》 高等教育出版社 黄淑清；
《原子物理》 高等教育出版社 褚圣麟

五、本套考研资料适用学院

不区分院系所

六、本专业一对一辅导(资料不包含, 需另付费)

提供本专业高分学长一对一辅导及答疑服务, 需另付费, 具体辅导内容计划、课时、辅导方式、收费标准等详情请咨询机构或商家。

七、本专业报录数据分析报告(资料不包含, 需另付费)

提供本专业近年报考录取数据及调剂分析报告, 需另付费, 报录数据包括:

- ①报录数据-本专业招生计划、院校分数线、录取情况分析 & 详细录取名单;
- ②调剂去向-报考本专业未被录取的考生调剂去向院校及详细名单。

版权声明

编写组依法对本书享有专有著作权, 同时我们尊重知识产权, 对本电子书部分内容参考和引用的市面上已出版或发行图书及来自互联网等资料的文字、图片、表格数据等资料, 均要求注明作者和来源。但由于各种原因, 如资料引用时未能联系上作者或者无法确认内容来源等, 因而有部分未注明作者或来源, 在此对原作者或权利人表示感谢。若使用过程中对本书有任何异议请直接联系我们, 我们会在第一时间与您沟通处理。

因编撰此电子书属于首次, 加之作者水平和时间所限, 书中错漏之处在所难免, 恳切希望广大考生读者批评指正。

目录

封面.....	1
目录.....	5
2026 年中国原子能科学研究院 815 普通物理 B 考研核心笔记.....	11
《电磁学》考研核心笔记.....	11
第 1 章 静电场.....	11
考研提纲及考试要求.....	11
考研核心笔记.....	11
第 2 章 静电场中的导体和电介质.....	30
考研提纲及考试要求.....	30
考研核心笔记.....	30
第 3 章 恒定电流.....	60
考研提纲及考试要求.....	60
考研核心笔记.....	60
第 4 章 恒定磁场.....	81
考研提纲及考试要求.....	81
考研核心笔记.....	81
第 5 章 电磁感应和暂态过程.....	106
考研提纲及考试要求.....	106
考研核心笔记.....	106
第 6 章 磁介质.....	134
考研提纲及考试要求.....	134
考研核心笔记.....	134
第 7 章 交流电.....	152
考研提纲及考试要求.....	152
考研核心笔记.....	152
第 8 章 麦克斯韦电磁理论和电磁波.....	159
考研提纲及考试要求.....	159
考研核心笔记.....	159
第 9 章 电磁学的单位制.....	172
考研提纲及考试要求.....	172
考研核心笔记.....	172
《热学》考研核心笔记.....	176
《热学教程》考研核心笔记.....	226
第 1 章 温度.....	226
考研提纲及考试要求.....	226
考研核心笔记.....	226

第 2 章 热力学定律.....	231
考研提纲及考试要求.....	231
考研核心笔记.....	231
第 3 章 热力学第二定律.....	247
考研提纲及考试要求.....	247
考研核心笔记.....	247
第 4 章 气体动理论.....	257
考研提纲及考试要求.....	257
考研核心笔记.....	257
第 5 章 气体内的输运过程.....	271
考研提纲及考试要求.....	271
考研核心笔记.....	271
第 6 章 实际气体、固体、液体.....	275
考研提纲及考试要求.....	275
考研核心笔记.....	275
第 7 章 相变.....	296
考研提纲及考试要求.....	296
考研核心笔记.....	296
《光学》考研核心笔记.....	303
第 1 章 光和光的传播.....	303
考研提纲及考试要求.....	303
考研核心笔记.....	303
第 2 章 几何光学成像.....	311
考研提纲及考试要求.....	311
考研核心笔记.....	311
第 3 章 干涉.....	326
考研提纲及考试要求.....	326
考研核心笔记.....	326
第 4 章 衍射.....	337
考研提纲及考试要求.....	337
考研核心笔记.....	337
第 5 章 变换光学与全息照相.....	349
考研提纲及考试要求.....	349
考研核心笔记.....	349
第 6 章 偏振.....	359
考研提纲及考试要求.....	359
考研核心笔记.....	359
第 7 章 光与物质的相互作用光的量子性.....	377
考研提纲及考试要求.....	377

考研核心笔记	377
《原子物理学》考研核心笔记	387
第 1 章 原子的基本状况	387
考研提纲及考试要求	387
考研核心笔记	387
第 2 章 原子的能级和辐射	390
考研提纲及考试要求	390
考研核心笔记	390
第 3 章 量子力学初步	395
考研提纲及考试要求	395
考研核心笔记	395
第 4 章 碱金属原子和电子自旋	402
考研提纲及考试要求	402
第 5 章 多电子原子	416
考研提纲及考试要求	416
考研核心笔记	416
第 6 章 在磁场中的原子	424
考研提纲及考试要求	424
考研核心笔记	424
第 7 章 原子的壳层结构	433
考研提纲及考试要求	433
考研核心笔记	433
第 8 章 X 射线	437
考研提纲及考试要求	437
考研核心笔记	437
第 9 章 分子结构和分子光谱	442
考研提纲及考试要求	442
考研核心笔记	442
第 10 章 原子核	447
考研提纲及考试要求	447
考研核心笔记	447
第 11 章 基本粒子	458
考研提纲及考试要求	458
考研核心笔记	458
2026 年中国原子能科学研究院 815 普通物理 B 考研辅导课件	460
《热学》考研辅导课件	460
《原子物理学》考研辅导课件	504
2026 年中国原子能科学研究院 815 普通物理 B 考研复习提纲	568

《电磁学》考研复习提纲	568
《热学》考研复习提纲	571
《热学教程》考研复习提纲	576
《光学》考研复习提纲	579
《原子物理学》考研复习提纲	581
2026 年中国原子能科学研究院 815 普通物理 B 考研核心题库.....	584
《电磁学》考研核心题库之简答题精编	584
《电磁学》考研核心题库之计算题精编	588
《热学》考研核心题库之计算题精编	631
《光学》研核心题库之计算题精编	653
《原子物理学》考研核心题库之计算题精编	693
2026 年中国原子能科学研究院 815 普通物理 B 考研题库[仿真+强化+冲刺]	708
中国原子能科学研究院 815 普通物理 B 之热学考研仿真五套模拟题	708
2026 年热学五套仿真模拟题及详细答案解析（一）	708
2026 年热学五套仿真模拟题及详细答案解析（二）	714
2026 年热学五套仿真模拟题及详细答案解析（三）	720
2026 年热学五套仿真模拟题及详细答案解析（四）	725
2026 年热学五套仿真模拟题及详细答案解析（五）	729
中国原子能科学研究院 815 普通物理 B 之热学考研强化五套模拟题	734
2026 年热学五套强化模拟题及详细答案解析（一）	734
2026 年热学五套强化模拟题及详细答案解析（二）	739
2026 年热学五套强化模拟题及详细答案解析（三）	744
2026 年热学五套强化模拟题及详细答案解析（四）	750
2026 年热学五套强化模拟题及详细答案解析（五）	756
中国原子能科学研究院 815 普通物理 B 之热学考研冲刺五套模拟题	761
2026 年热学五套冲刺模拟题及详细答案解析（一）	761
2026 年热学五套冲刺模拟题及详细答案解析（二）	765
2026 年热学五套冲刺模拟题及详细答案解析（三）	771
2026 年热学五套冲刺模拟题及详细答案解析（四）	777
2026 年热学五套冲刺模拟题及详细答案解析（五）	783
附赠重点名校：普通物理 2016-2024 年考研真题汇编（暂无答案）	789
第一篇、2024 年普通物理考研真题汇编	789
2024 年武汉大学 805 普通物理考研专业课真题	789
2024 年沈阳工业大学 818 普通物理考研专业课真题	795
2024 年暨南大学 811 普通物理考研专业课真题	798
第二篇、2023 年普通物理考研真题汇编	802
2023 年桂林理工大学 859 普通物理考研专业课真题	802
2023 年沈阳工业大学 818 普通物理考研专业课真题	805

2026 年中国原子能科学研究院 815 普通物理 B 考研核心笔记

《电磁学》考研核心笔记

第 1 章 静电场

考研提纲及考试要求

考点：导体、绝缘体和半导体

考点：电场与电场强度

考点：高斯定理

考点：电场对电荷的作用

考点：电势与场强的微分关系

考研核心笔记

【核心笔记】电荷

1. 电

(1) 带电

① 摩擦起电

带电一词起源于希腊语“琥珀”，公元前 600 年左右，古希腊米勒托斯首先发现用琥珀与毛皮摩擦之后能吸引羽毛、头发、干草等轻小物体，后又发现丝绸摩擦过的玻璃棒也能吸引这类轻小物体。这表明物体经摩擦以后进入了一种特殊状态，我们把处于这种状态的物体叫带电体，便说物体带了电或有了电荷。

定义：如果物体经某种作用（摩擦或静电感应）后，具有了吸引轻小物体的性质，便称物体有了电荷或带电。电荷是物质的一种属性或是物质的一种状态，它不能脱离物质而单独存在。

② 电荷的量度——电量：带电体所带电荷的多少，用 Q 或 q 表示，单位：库仑（用 C 表示）

③ 电相互作用：同号电荷相互排斥，异号电荷相互吸引。

④ 电荷的测量

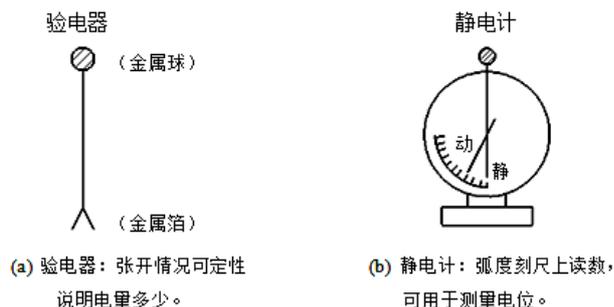


图 1-1 电量的测量

(2) 电荷的属性

① 两种电荷

实验表明，无论用何种方法起电，自然界中只存在两类电荷：正电和负电，且同性电荷相斥、异性电荷相吸引。历史上，富兰克林最早对电荷正负作了规定，沿用至今：丝绸摩擦过的玻璃棒，棒上带电为正；毛皮摩擦过的硬橡胶棒，棒上带电为负。物体摩擦带电种类大体次序为：毛皮，石英，玻璃，丝绸，木条，金属，胶木，硬橡胶，琥珀，…。排列较前者与后者摩擦，前者带正电、后者带负电。电荷与电荷有相互作用力，同号电荷相斥，异号电荷相吸。

②电荷的量子化

电荷是分立的、不连续的量值。自然界存在一个基本电量 $e=1.6 \times 10^{-19}$ 库仑，是电荷的最小单元，一个物体所带电荷的多少只能是电子电量 e 的整数倍，即 $q=ne$ ($n=0, \pm 1, \pm 2, \dots$) 密立根油滴实验发现

电荷具有最小单元的性质称为电荷的量子化。

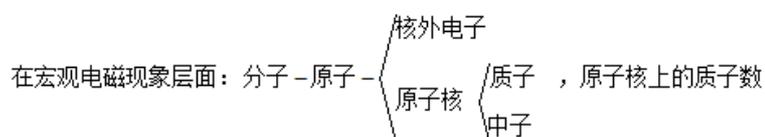
电子和质子各带电量 $e=1.602 \times 10^{-19}$ 库仑，1 库仑的电量相当于 6.25×10^{18} 个电子或质子所带的电量“夸克”被认为带的电荷是 e 的分数倍

③电荷守恒定律

摩擦起电和静电感应等大量实验表明：电荷既不能被创造，也不能被消灭，它只能从一个物体转移到另一个物体，或者从物体的一部分转移到另一部分，也就是说，在在一个与外界无电荷交换的封闭系统中，无论进行什么过程，该系统的正负电荷之代数和始终保持不变。

说明：电荷守恒定律适用于一切宏观和微观过程，是物理学中普遍的基本定律之一，例如：化学反应、放射性衰变、核反应、基本粒子转变等均如此。

(3) 物质的电结构



物质是由分子、原子组成的；而原子又由带正的原子核和带负电的电子组成；原子核又由不带电的中子和带正电的质子组成。核外电子数的量变会引起物质性质的千差万别。

据原子结构的电子壳层理论：排布律 $2n^2$ ，最高层 < 8 ，次高层为 18。最外层电子数过半容易夺得电子而显负电、少于半数而容易失去电子带正电，此即物质带电的内部依据。

自由电子：金属中原子的价电子脱离原子核的束缚而自由运动于晶格点阵中，这些自由电子是金属导电的因素。

在正常情况下，物体中任何一部分所包含的电子的总数和质子的总数相等，对外不显电性。如果在一定的外因作用下，物体（或其中的一部分）得到或失去一定数量的电子，使得电子的总数和质子的总数不再相等，物体就呈现电性。

摩擦起电和静电感应就是施加一定的外部作用，使某一物体（或物体的一部分）得到（或失去）一定数量的电子，使电子总数多于（或少于）质子总数，从而使该物体（或物体的一部分）带负（或正）电。

2. 导体、绝缘体和半导体

按照电荷在其中是否容易转移或传导，习惯上把物体分为

- (1) 电荷能够从产生的地方迅速转移或传导到其它部分的物体，叫做导体；
- (2) 电荷几乎只能停留在产生的地方的物体，叫做绝缘体；
- (3) 导电能力介于导体和绝缘体之间的物体，叫做半导体。

【核心笔记】库仑定律

(1) 库仑定律

点电荷，从理论上讲就是只有电量而没有大小形状的带电体，由于实际带电体都不可能小到一个点，所以点电荷像质点力学中的质点一样是一种理想化模型。实际上，当带电体的线度比起带电体间的距离小得多时，带电体就可看作是点电荷。

1875 年英国物理学家库仑从实验上总结出两个点电荷之间相互作用力的规律，后人称之为库仑定律，它表明真空中带电量为 q_1 和 q_2 的两个点电荷之间作用力的大小与它们所带电量 q_1 和 q_2 的乘积成正比，与它们之间的距离 r 的平方成反比；作用力的方向沿着它们的连线；同号电荷相斥，异号电荷相吸。写成数

学表达式有： $F = k \frac{q_1 q_2}{r^2} r$ 。

式中 q_1 和 q_2 分别表示两个点电荷的电量， r 为两个点电荷之间的距离， k 是比例系数。在真空中 $k = 8.99 \times 10^9 \text{ N} \cdot \text{m}^2 / \text{C}^2$ ，为了使表达式既能表示力的大小又能表示力的方向，同时为了使今后由它推出的电学公式简单化，通常令： $k = \frac{1}{4\pi\epsilon_0}$ ，

其中 $\epsilon_0 = 8.85 \times 10^{-12} \text{ C}^2 / (\text{N} \cdot \text{m}^2)$ ， ϵ_0 称之为真空的介电常数（或称为电容率）这样库仑定律的数学表达式为： $F = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{q_1 q_2}{r^2}$

该式称为库仑定律的有理化形式，它并未改变定律本身的含意，其优越性以后将会看到。

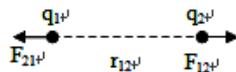
(2) 库仑定律的矢量形式

$$\vec{F} = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{q_1 q_2}{r^2} \vec{r}$$

式中 \vec{r} 表示施力电荷指向受力电荷方向的单位矢量，当 $\vec{F} > 0$ ，即 q_1 和 q_2 为同性电荷时， \vec{F} 与 \vec{r} 。

同方向，是排斥力；当 $\vec{F} < 0$ ，即 q_1 和 q_2 为异性电荷时， \vec{F} 与 \vec{r} 反方向，是吸引力，

$$\text{如图所示。} \quad \vec{F}_{12} = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{q_1 q_2}{r_{12}^2} \vec{r}_{12} \quad \vec{F}_{21} = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{q_1 q_2}{r_{21}^2} \vec{r}_{21}$$



(3) 关于库仑定律的几点说明

①真空、点电荷间作用力

真空——物理上指没有原子或分子存在的空间，但并非一无所有；

点电荷——指带电体本身几何线度比它与其它带电体的间距小得多 ($l \ll r$)，象质点一样是客体的抽象，是理想模型（抓住主要方面），具相对意义。

②静止电荷

库仑定律中的 q_1 、 q_2 相对观察者（或实验室）都处于静止状态。可推广之：静止电荷对运动电荷的作用力仍满足库仑定律，反之不然。例：原子核→电子， $F = -\frac{Ze^2}{4\pi\epsilon_0 r^2}$ ，吸引力。

③库仑力为有心力，且与距离平方 r^2 成反比。

④库仑定律是一条实验定律，是静电学的基础。

库仑定律的距离平方反比律精度非常之高。若 $F \propto \frac{1}{r^{2+\delta}}$ ，则实验测出： $\delta \leq 2 \times 10^{-16}$ 。

⑤库仑定律的适用范围。

r 大至 10^7 m 、小至 10^{-15} m 的量级是可靠的。静电力是万有引力的 10^{35} 倍量级。

⑥库仑力满足牛顿第三定律。即 $\vec{F}_{12} = -\vec{F}_{21}$ 。

应当指出，由于电磁相互作用传递速度有限等原因，对运动电荷间的相互作用力不能简单地应用牛顿第三定律了。

截止目前，所有的观察和实验都表明，两个静止点电荷之间距离的数量级在 $10^{-15} \sim 10^4 \text{ m}$ 范围内，库仑定律都与实验符合得很好，库仑定律是整个静电学的基础。

(4) 叠加原理

任意两个点电荷之间的作用力不因为第三个电荷的存在而改变，不管一个体系中存在多少个点电荷，每一对电荷之间的作用力都服从库仑定律，而任一点电荷所受的合力则等于所有其它点电荷单独作用于该电荷的库仑力之矢量和。
$$\vec{F} = \sum_i \vec{F}_i$$

推广至真空中连续体电荷分布对 q_0 之作用力，有：
$$\vec{F} = \frac{q_0}{4\pi\epsilon_0} \int \frac{dq}{r^2} \hat{r}$$

【核心笔记】静电场

1. 电场与电场强度

(1) 电场

库仑定律给出了两点电荷之间的相互作用力，但并未说明作用的传递途径，下面给予分析。

①两种观点

a. 超距作用观点：一个点电荷对另一电荷的作用无需经中间物体传递，而是超越空间直接地、瞬时地发生，即：电荷 \leftrightarrow 电荷。

b. 近距作用观点：一个电荷对另一电荷的作用是通过空间某种中间物为媒介，以一定的有限速度传递过去。近代物理学的发展证明，近距作用观点是正确的，这个传递电力的中间媒介不是“以太”，而是靠电场以有限速度传递（磁力通过磁场），这个有限速度在真空中即光速

$$c \doteq 3 \times 10^8 \text{ m/s}$$

(2) 场的概念

在力学中已学过万有引力场、重力场、弹性力场等，这里只谈电场。

凡是有电荷的地方，围绕电荷周围空间即存在电场，即电荷在其周围空间激发电场，且电场对处在其中的其它电荷施加力的作用。该作用仅由该电荷所在处的电场决定，与其它地方的电场无关，表明电力作用方式：电荷——电场——电荷



图 1-3

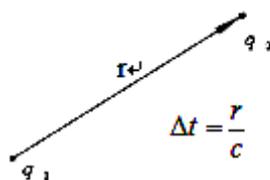


图 1-4

①场与实物一样具有能量、动量等，可以脱离场源而单独存在，即电磁场是物质的一种形态。

②静止电荷产生的电场为静电场，电磁场的物质性、近距作用观点的正确性在时变场情况下更加显示出来。如图 1-4，变化的电荷 q_1 激发变化的电场，对 q_2 的作用需推迟时间 $\Delta t = \frac{r}{c}$ 。

关于电场的概念应该注意

③电场和由原子、分子组成的物质一样，具有质量、动量和能量等一系列物质属性，因而它是一种物

《热学》考研核心笔记

第一章 温度

§1.1 平衡态 状态参量

一. 平衡态

1. 热力学系统

(1) 热学所研究的某一具体对象叫做热力学系统或热力学体系。

(2) 系统为自己的边界，他可以是实在的，也可以是虚的。

(3) 系统的外界和环境

在系统的边界之外，与系统可以发生密切联系或相互作用的部分叫系统的外界或环境。

(4) 系统与外界的划分具有相对意义，即是说哪一些部分物质作为系统，哪一部分物质做为边界要看讨论的问题的具体条件而定。

(5) 系统与外界的相互联系是能量的传导和物质交换。

能量传递的两种方式：做功和传热。

(6) 封闭系统与孤立系统

系统与外界无物质交换就叫做封闭系统，简称闭系。

系统与外界不即无物质交换又无能量交换，即系统与外界不发生相互作用，叫做孤立系统。

如果既有能量交换又有物质交换，则是开放系统，简称开系！

在热学中，一般我们并不关心系统整体的宏观机械运动，除此之外系统表现的各种宏观性质称之为系统的状态。

二. 平衡态

系统的宏观状态分平衡态和非平衡态。

1. 平衡态

一个热力学系统在不受外界影响（外界对系统既不做功又不传热）的条件下，宏观性质不随时间变法的状态，叫做平衡态。

2. 平衡态的条件

- (1) 不受外界影响
- (2) 状态稳定——稳定态

3. 平衡态与稳定态的区别

平衡态一定是稳定态，但稳定态未必是平衡态，是有不受外界影响的稳定态才是平衡态，这时未必不存在能量和物理的交流。

4. 如果系统内存在能量传递和物质输送，这系统未必不处于平衡态，要么它与外界有相互作用，要么即使它孤立系，其状态也一定伴随内部的能量和物质流失而随时间而变化。

指出：

- ①. 在热力学中的平衡台下，不随时间变化的是能观测到的宏观性质。
- ②. 热力学系统在平衡态下其宏观性质随时间而变，却不见得在空间上处处均匀一队。
- ③. “平衡态”是一个理想的概念。

5. 热动平衡

从微观方面看，在平衡态下组成系统的分子不停的运动着，只不过分子运动的平均效果上表现为系统达到了平衡态，因此热力学的平衡是动的平衡，称之为热动平衡。

一. 状态参量

1. 系统处于平衡态时具有一些可以用确定的物理量来表示的属性，选择其中几个量作为描述系统状态的变法，移之为状态参量。

2. 状态参量的分类：

- (1) 几何分类：长度、面积、体积、液体表面的曲象、体中的应要。
- (2) 力学参量：液体表面张力，固体中的各种力等
- (3) 化学参量：用来系统的化学成分，浓度和摩尔数。
- (4) 电磁参量：系统若在电磁场中，要给出 E、H，电介质中的电极化强度

上述四类参量在一个具体问题中未必都用得到，完全由系统的性质确定。

§1.2 温度

提出问题引出新课：

上节提到的四类状态参量都不是热学所特有的，它们都不能表征系统的冷热程序，怎么办？温度必须有严格的科学定义，这试要靠热力学第零定律。

一. 热力学第零定律

1. 热平衡与热接触

(1) 热平衡就是冷热程度上的平衡

(2) 热接触：系统之间的热相互作用

→ 冷热程度不同两个系统进行的相当长时间的接触的结果必导致两系统叨叨热平衡

理解：两系统是否达到热平衡，并不完全依赖热接触，只是在他们基本未达到热平衡时才以热接触作为它们达到热平衡的必要条件。

2. 热平衡定律——热力学第零定律

如果两个热力学系统中每一个都与第三个热力学系统处于热平衡，则它们彼此之间必定处于热平衡。这就是热力学第零定律。

3. 温度的定义

热力学第零定律反映出处于同一平衡态下的所有热力学系统都具有共同的宏观性质特征。

就把用来表征互为热平衡的所有系统的共性物理量定义为温度。

说明：

① 温度是决定一系统是否与其他系统处于热平衡的宏观性质，它的特征就在于一切互为热平衡的系统都具有相同的温度。

② 温度反映了系统本身内部热运动状态的特征或说反映了组成系统的大量分子的无规律运动的剧烈程度。

③ 一切互为热平衡的物体都具有相同的温度，这是用温度计测量温度的依据。

④热力学第零定律是建立温度概念的实际基础。

二. 温标

1. 温标：温度的数值表示法

温标不是作为一件实物的温度计，也不是温度计的刻度，温标是一套用来标定稳定数值的规则。

2. 温标的分类：经验温标、理论温标和实用温标。

3. 经验温标：以在某种经验上某一物质特性随温度变为依据的建立的温标称之为经验温标。

以液体温度计为例说明建立温标的三要素。

(1) 建立温标的三要素——经验温标的三要素

①选择某种物质（测温物质）的某一随温度变化属性（叫测温属性）来标志温度。

②选定固定点

③对测温属性随温度的变化关系作出规定，最简单的是规定测温属性随温度作出线性变化。

$$t = ax + b$$

$$\text{or } T = ax$$

(2)用不同的摄氏温度计测量同一对象的温度结果是不同的。

三. 气体温度计

1. 分类：定容气体温度计（气体的 V 不变， P 随 T 改变）

定压气体温度计（气体的 P 不变， V 随 T 改变）

2. 测温属性随温度变化关系

$$T = ax$$

定容： $T_p = \alpha_p P$

4. 定容气体温度计的结构和工作原理

四. 理想气体温标

《热学教程》考研核心笔记

第 1 章 温度

考研提纲及考试要求

考点：平衡态
考点：状态参量
考点：热力学第零定律
考点：温度

考研核心笔记

【核心笔记】状态参量

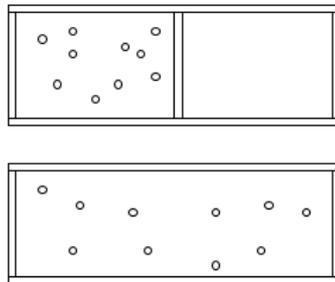
热力学所研究的对象称为热力学系统（简称系统），与系统存在密切联系的系统以外的部分称为外界或介质。

这种联系可理解为存在做功、热量传递和粒子数交换。

热学研究热力学系统的宏观状态及其变化规律。

1. 平衡态

例 1：自由膨胀实验：



隔板刚抽走的瞬间系统处于非平衡态。但是经过并不很长的时间，容器中的气体压强趋于均匀，且不随时间变化，它已处于平衡态。

在不受外界影响的条件下，宏观性质不随时间变化的状态叫做平衡态。

注意：一定要加上“不受外界条件影响”的限制。不受外界条件影响是指外界对系统既不做功也不传热。

平衡态只是一理想概念。

在自然界中平衡是相对的、特殊的、局部的与暂时的，不平衡才是绝对的、普遍的、全局的和经常的。虽然非平衡现象千姿百态、丰富多彩，但也复杂得多，无法精确地予以描述或解析。

平衡态才是最简单的、最基本的。

2. 状态参量

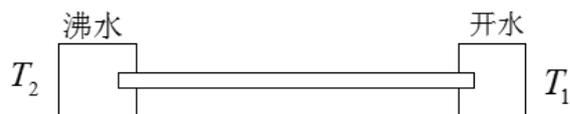
系统处于平衡态时，可以用确定的物理量来表征系统的属性。描述系统状态的变量就是状态参量，也称热力学坐标。

几何参量：体积力学参量：压强

热学参量：温度化学参量

电磁参量

例题 2: 热传导实验



有热量不断地从沸水端流向冰水端, 经足够长时间, 金属棒各处温度不再随时间变化, 但在水平方向, 各点温度不相等。

热流 (单位时间流过的热量) 虽然不随时间变化, 但它始终存在; 这种状态下的金属棒仍处于非平衡态。

因为热流是由外界影响所致。

只要把热流切断就可以排除外界影响, (例如使金属棒不与沸水接触), 金属棒各处温度就要变化。

在有热流或粒子流情况下, 各处宏观状态均不随时间变化的状态称为稳恒态, 也称稳态或定态。

热力学平衡

系统处于平衡态时应不存在热流与粒子流。

热流由系统内部温度不均匀而产生, 故可把温度处处相等看作是热学平衡建立的标准。

第一个平衡条件—热学平衡条件:

即系统内部的温度处处相等。

粒子流有两种:

一种是宏观上能察觉到成群粒子定向移动的粒子流。这是由气体内部存在压强差异而使粒子群受力不平衡所致。故气体不发生宏观流动的第一个条件是系统内部各部分的受力应平衡。

第二个平衡条件—力学平衡条件: 即系统内部各部分之间、系统与外界之间应达到力学平衡。

第二种粒子流, 它不存在由于成群粒子定向运动所导致的粒子宏观迁移。

系统要建立平衡, 还需满足化学平衡条件。

第三个平衡条件—化学平衡条件:

在无外场作用下系统各部分的化学组成处处均匀相同。

只有在外界条件不变的情况下同时满足力学、热学、化学平衡条件的系统, 才不会存在热流与粒子流, 才能处于平衡态。

平衡态的性质:

处于平衡态的系统, 可以用不含时间的宏观坐标 (即热力学参量) 来描述它。

只有处于平衡态的物理上均匀的系统, 才可能在以热力学参量为坐标轴的状态图 ($p-V$ 图、 $p-T$ 图) 上以一个确定的点表示它的状态。

处于非平衡态的系统无法用处处均匀的温度 T 、压强 p 及化学组成来描述整个系统。

热力学和力学的区别:

力学中把位置、时间、质量及这三者的组合 (如速度、动量、角速度、角动量等) 中的某几个独立参数称为物体的力学坐标。利用力学坐标可描述物体任一时刻的整体的运动状态。

经典力学的目的就在于找出与牛顿定律相一致的、存在于各力学坐标之间的一般关系。

热力学的注意力却指向系统内部:

我们把与系统内部状态有关的宏观物理量 (诸如压强、体积、温度等) 称为热力学参量, 也称热力学坐标。

热力学的目的就是要求出与热力学各个基本定律相一致的, 存在于各热力学参量间的一般关系。

热物理学中一般不考虑系统作为一个整体的宏观的机械运动。

若系统在作整体运动, 则常把坐标系建立在运动的物体上。

例如, 对于在作旋转运动的系统, 其坐标系取在旋转轴上。

【核心笔记】热力学第零定律与温度

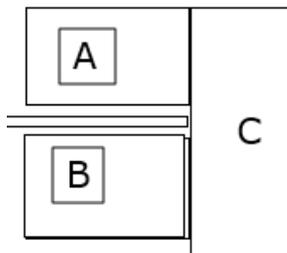
上面介绍的四类状态参量原则上可以描述热力学系统平衡态的所有物理性质，包括热学性质。但是，四类参量对平衡态热学性质的描述毕竟是间接的。为方便起见，有必要引入温度这一重要参量。但是，四类参量对平衡态热学性质的描述毕竟是间接的。为方便起见，有必要引入温度这一重要参量。

1. 热力学第零定律

(1) 热力学第零定律

现在来考虑这样一个实验：

用绝热壁将处于不同平衡态的两物体 A 和 B 隔开，然后让 A 和 B 同时与物体 C 进行热接触。



实验表明，在没有外界影响的情况下，在经过足够长的时间后，A 和 B 与 C 达成热平衡，并且 A 和 B 也彼此处于热平衡。不仅如此，如果物体 A 和 B 各自与处在同一状态的物体 C 达成热平衡，物体 A 和 B 也将彼此处于热平衡。

我们可以将上述实验事实总结如下：

如果两个物体各自同时与第三个物体达成热平衡，则它们彼此也必定处在热平衡。

这个规律称为热力学第零定律或热平衡定律。

(2) 热力学第零定律有两个重要意义：

- ①它是定义温度的理论基础；
- ②它为设计温度计和科学计量温度提供了理论依据。

2. 温度

(1) 温度的定义

根据热力学第零定律可以证明，处于平衡态的热力学系统存在一个状态函数。对于彼此达成热平衡的系统来说，该函数的数值相等。

根据热力学第零定律可以证明，处于平衡态的热力学系统存在一个状态函数。对于彼此达成热平衡的系统来说，该函数的数值相等。

定性地说，当两个系统热接触时，各系统的状态参量将发生变化，直至达到两系统彼此处于热平衡而具有某一共同物理性质为止。

我们把表征达成平衡的诸热力学系统的共同性质的物理量叫做温度。

显然，一切互为热平衡的系统应当具有相同的温度。

热力学第零定律不仅给出了温度的概念，也给出了比较不同物体的温度的方法。由于处于热平衡的物体具有相同的温度，所以在比较两个物体的温度时不需要两物体直接进行热接触，只需取热容量较小的第三个物体作为衡量标准，让它分别与两个待测物体进行热接触就行了。这个被取为衡量标准的物体就是温度计。

(2) 温标

温度的科学定义还应当包括它的数值表示。温度的数值表示方法称为温标。

温标：

经验温标（与测温物质和测温属性有关的温标）

理想温标（与测温物质和测温属性无关的温标）

例如：

摄氏温标、华氏温标都是经验温标。

理想气体温标和热力学温标都是绝对温标。

①经验温标的缺点：

不同的经验温标对同一测量对象的测量结果不相同，给温度的测量和比较带来了诸多不便。

例如，对用摄氏温标标度的水银温度计来说，

a.测温物质：水银：

测温属性：水银的体积随温度的变化特性

b.规定固定点：

按照摄氏温标的标度法，取标准大气压下溶解着的冰的温度为 0 “度”，标准大气压下沸腾的纯净水的温度为 100 “度”。

c.对测温属性随温度的变化关系做出规定：

冰点和汽点之间 100 等分。这种标度方法实际上是假定了水银的测温属性随温度的变化关系是线性的。

②理想温标

理想温标是指与测温物质和测温属性无关的温标，理想气体温标和热力学温标（也称开尔文温标或绝对温标）便属于这类温标。

a.理想气体温标：

i.定容气体温度计

理想气体温标是通过气体温度计来实现的。气体温度计有定容和定压两种，实践上多使用定容气体温度计。定容气体温度计保持气体的体积不变，以气体的压强作为测温属性。

按照国际上的规定，将纯水的三相点作为固定点（水、冰和水蒸汽三相平衡共存时的温度），并规定该点的温度值为 273.16K。如果以 P_{tr} 表示在三相点下温度计测温泡中气体的压强，以 P 表示与待测物体达成热平衡时测温泡中气体的压强，则与 P 相对应的温度 T_V 为

$$T_V = \frac{P}{P_{tr}} \times 273.16$$

此即定容气体温度计测温公式。

ii.理想气体温标

实验表明，当气体温度计测温泡中的气体压强降低时，不同测温物质和不同测温属性引起的差别将逐渐消失。在压强趋于零的极限下，它们趋于一个共同的极限温标，这个极限温标称为理想气体温标，由它计量的温度用 T 来表示。

$$T = 273.16K \times \lim_{P_{tr} \rightarrow 0} \frac{P}{P_{tr}}$$

说明：

i.理想气体温标所能测量的最低温度为 1K。由于在此温度下不可能再存在任何气体，因此，在理想气体温标中， $T=0K$ 只具有形式上的意义。

ii.理想气体温标还不能算作严格意义上的理想温标，因为它虽然与气体的个性（即哪一种气体）无关，但毕竟与气体的共性有关，从而与测温物质有关。

b.热力学温标

1854 年，开尔文(Kelvin, lord) 在热力学第二定律的基础上引入了一种不依赖于任何具体物质特性的温标，称为开尔文温标或热力学温标。

由于这种温标取热力学上所能达到的最低温度为零度，所以又称为绝对热力学温标或简称绝对温标。

热力学温标已成为热力学理论和近代科学广泛使用的标准温标。应当指出，热力学温标只是一种理论温标。

可以证明，理想气体温标在其可以使用的温度范围内与热力学温标是一致的，所以可用理想气体温标来实现热力学温标。

《光学》考研核心笔记

第 1 章 光和光的传播

考研提纲及考试要求

- 考点：光的宏观表现
- 考点：光与小尺度物体的作用
- 考点：光源：能发射光波的物体
- 考点：光学理论体系
- 考点：光的非单色性
- 考点：由 Fermat 原理导出几何光学的实验定律
- 考点：费马（Fermat）原理

考研核心笔记

【核心笔记】光的本性

1. 光的宏观表现

- (1) 传播定律：均匀介质中，光沿直线传播
- (2) 反射定律： $i' = i$
- (3) 折射定律： $n \sin i = n' \sin i'$

2. 光与小尺度物体的作用

- (1) 1801 年，T. Young 在光通过双孔的实验中，首次观察到了光的干涉现象
- (2) 1808 年，Malus 观察到了光的偏振现象，说明光是横波
- (3) 1865 年，Maxwell 提出电磁波理论，后来证实光是电磁波

3. 在原子尺度上的表现

- (1) “紫外灾难”，1900 年由 Plank 用量子假设解决。
- (2) 1905 年，Einstein 用量子假设成功解释光电效应。
- (3) 光子模型。这也是一切量子现象的基本属性。
- (4) 与几何光学时期的波动性和粒子性根本不同

4. 光源：能发射光波的物体

- (1) 自发辐射的光源
热辐射；电致发光；光致发光；化学发光
- (2) 受激辐射的光源
同步辐射光源；激光光源

5. 光谱

- (1) 电磁波的产生
凡做加速运动的电荷都是电磁波的波源
- (2) 对电磁波的描述（平面简谐波）

$$\vec{E} = \vec{E}_0 \cos \omega \left(t - \frac{r}{u} \right)$$

$$\vec{H} = \vec{H}_0 \cos \omega \left(t - \frac{r}{u} \right)$$

平面简谐电磁波的性质

① \vec{E} 和 \vec{H} 传播速度相同、相位相同

② 电磁波是横波 $\vec{E} \times \vec{H} // \vec{u}$

③ 量值上 $\sqrt{\epsilon} E = \sqrt{\mu} H$

④ 波速

$$u = 1 / \sqrt{\epsilon \mu}$$

真空中

$$c = 1 / \sqrt{\epsilon_0 \mu_0}$$

⑤ 电磁波具有波的共性——在介质分界面处有反射和折射
折射率

$$n = c / u = \sqrt{\epsilon_r \mu_r}$$

(3) 电磁波的能量密度

$$w = \frac{1}{2} \epsilon E^2 + \frac{1}{2} \mu H^2$$

① 能流密度 \vec{S} (坡印亭矢量)

$$S = \frac{dA \cdot u dt \cdot w}{dA \cdot dt} = uw = \frac{1}{2} (\epsilon E^2 + \frac{1}{2} \mu H^2) \sqrt{\frac{1}{\epsilon \mu}} = EH$$

② 坡印亭矢量

$$\vec{S} = \vec{E} \times \vec{H}$$

③ 波的强度 I

$$I = \bar{S} = \langle S \rangle = \frac{1}{T} \int_t^{t+T} S dt = \frac{1}{T} \int_t^{t+T} E_0 H_0 \cos^2 \omega \left(t - \frac{r}{u} \right) dt = \frac{1}{2} \sqrt{\frac{\epsilon}{\mu}} E_0^2$$

6. 光的非单色性

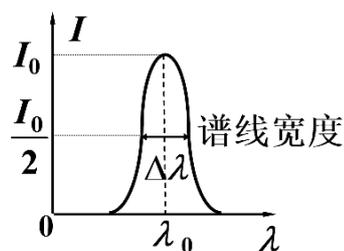
(1) 理想的单色光



(2) 准单色光、谱线宽度

① 准单色光: 在某个中心波长 (频率) 附近; 有一定波长 (频率) 范围的光。

② 谱线宽度:



7. 光学的研究对象、理论体系与应用

(1) 光学是研究光的传播及其与物质相互作用问题的学科。它既是物理学中一门重要的基础学科，又是一门应用性很强的学科。

(2) 若不涉及光的发射与吸收等与物质相互作用过程的微观机制，这部分内容称经典光学。在传统上经典光学可分为两大部分：当波长可视为极短，从而波动效应不明显时人们把光的能量看作是沿着一条光线传播的，遵从直进、反射、折射等实验定律，这便是几何光学。

(3) 经典光学的另一部分是物理光学，它主要研究光的波动性（干涉、衍射、偏振）。研究方法是光在本质上是波长较短的电磁波为基础。

(4) 光和物质的相互作用问题，通常是在分子、原子的尺度里研究，有时用经典理论有时用量子理论。这类问题不属于经典光学范围，通常称为量子光学。

(5) 光学的另一分支是现代光学，是在 60 年代特别是激光问世以后迅速发展起来的，并与其他学科结合、渗透、派生出不少崭新的分支学科，激光的应用非常广泛。

8. 光学理论体系

(1) 经典光学

① 几何光学：反射、折射、透镜

② 波动光学：干涉、衍射、偏振

(2) 量子光学

光的发射、吸收、相互作用

(3) 现代光学

① 激光原理及应用

② 傅立叶光学、全息光学

③ 激光光谱学

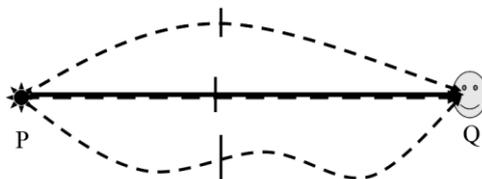
④ 非线性光学

【核心笔记】光的几何光学传播规律

1. 几何光学的实验定律

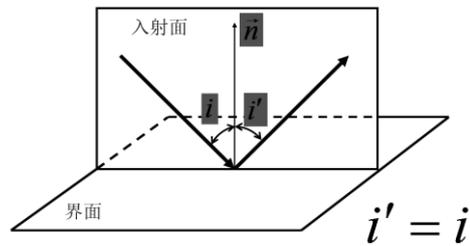
(1) 光的直线传播定律

在均匀媒质中，光沿直线传播。

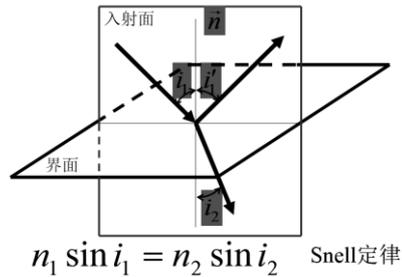


(2) 光的反射律

反射光在入射面内



(3) 光的折射定律
折射光在入射面内

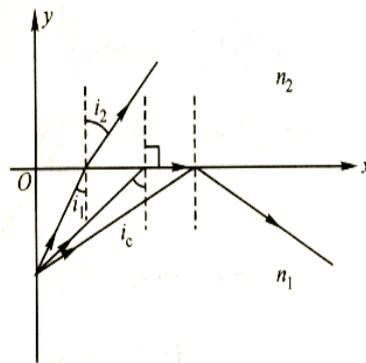


$$n_1 \sin i_1 = n_2 \sin i_2 \quad \text{Snell定律}$$

(4) 光的独立传播定律

自不同方向或不同物体发出的光线相交时，对每一光线的传播不发生影响。即各自保持自己原有的特性，沿原方向继续传播，互不影响。

2. 全反射



对光线只有反射而无折射的现象。

当光从光密介质 n_1 射，向光疏介质 n_2 ($<n_1$) 时 $n_1 \sin i_c = n_2 \sin 90^\circ$

$$i_c = \sin^{-1} \frac{n_2}{n_1}$$

如果： $i \geq i_c$ ，那么不再有折射光线而光全部被反射。

3. 棱镜

《原子物理学》考研核心笔记

第 1 章 原子的基本状况

考研提纲及考试要求

考点：微观粒子质量的表示方法
 考点：原子质量的数量级
 考点：原子几何尺寸大小（半径）

考研核心笔记

【核心笔记】原子的质量

目前已知的元素有 103 种，其中原子序数 1—92 的那些元素是自然界存在的，93—103 是人工制备的。原子虽小，但有质量：

不同种元素原子质量各不相同：如

氢原子质量： 1.674×10^{-27} 千克

碳原子的质量： 1.933×10^{-26} 千克

铁原子的质量： 9.288×10^{-26} 千克

1. 微观粒子质量的表示方法：

用千克作单位表示原子的质量就如同用吨作单位来表示一尘埃、一粒米、一枚戒指的质量，书写记忆都很不方便。为研究问题方便，表示微观领域粒子的质量常用原子质量单位： u

国际上规定：将自然界最丰富的 ^{12}C 的原子质量定为 12 个原子质量单位，记为 $12u$

即一个原子质量单位： u 的质量是 ^{12}C 原子质量的 $\frac{1}{12}$

一个原子的质量：

$$M_{(^{12}\text{C})} = \frac{A(\text{g})}{N_A}$$

A 是原子量，代表一摩尔原子以克为单位的质量数（摩尔质量）

一个原子质量单位： u 的质量是：

$$u = \frac{1}{12} \frac{12(\text{g})}{N_A} = \frac{1(\text{g})}{N_A} = 1.660 \times 10^{-27} \text{ kg}$$

即

$$u = \frac{1(\text{g})}{N_A}$$

宏观量与微观用阿伏伽德罗常数联系起来：