

## 形式逻辑

formal logic

形式逻辑

organon

**工具论** 逻辑学既非理论知识, 也非实际知识, 而是知识的工具

concept/property / attribute

**概念** **性质 / 属性** **矛盾** 自洽

substantial definition genus plus species difference

**实质定义** 用属加种差的方法来定义

nominal definition

**语词定义**

proposition

**命题** 具有真假意义的陈述语句

deductive inference

inductive inference

proof

**演绎推理** 由一般到特殊 (如三段论) **归纳推理** 由特殊到一般 推理的全过程叫作 **证明**

axiom / postulation

**公理 / 公设** 不证自明, 无法推导, 推导的起点

axiomatic system

**公理系统** 由若干公理经演绎推理形成的自洽的命题体系(公理化)

theorem / corollary

lemma

**定理 / 推论** 由公理及其它已知为真的命题经逻辑推理证明为真的重要命题 **引理** 中间命题

law / principle / rule

**定律 / 原理 / 规则** 观察总结出来的客观规律, 由长期实践的事实所证明, 在人类认知范围内普遍适用

conjecture / hypothesis

**猜想 / 假说** 可能为真但未被证明的命题 (当它被证明为真后便是定理)

paradox

**悖论** 命题成立则推出其否定也成立  $p \leftrightarrow \neg p$

sophistry

**诡辩** 循环论证, 机械类比, 以偏概全, 偷换论题, 偷换概念, 模棱两可

fallacy

**谬误** 形式谬误: 推理不正确, 非形式谬误: 语言歧义, 不合事实

counter example

**反例** 命题  $A \rightarrow B$  中满足条件  $A$  但不满足结论  $B$  的实例

## 数理逻辑

**个体变元**  $x$  人 (类) **个体常元**  $a$  我 (特定个体)

**一谓词**  $x$  是数学家  $\text{Math}(x)$  **二谓词**  $x, y$  是兄弟  $\text{Bro}(x, y)$

**谓词逻辑** **否定**  $\neg M(x) : x$  不是数学家, **且**  $\text{Math}(x) \wedge \text{Phys}(x) : x$  是数学家和物理学家

**或**  $\text{Boy}(x) \vee \text{Girl}(x) : x$  是男孩或女孩 **条件**  $\text{Phys}(x) \rightarrow \text{Math}(x) : \text{若 } x \text{ 物理学家, 则 } x \text{ 是数学家}$

**全称量词**  $\forall x(A(x)) : \text{所有 } x \text{ 有属性 } A$ , **存在量词**  $\exists x(A(x)) : \text{有些 } x \text{ 有属性 } A$

first order language

**一阶语言** 一阶是指量词作用的变元是不可再分割的基本对象

syllogism

**例** **三段论** 我:  $a$ , 是人:  $\text{Man}(x)$ , 有思想:  $\text{Think}(x)$ ,

所有人都有思想, 我是人, 所以我有思想:  $\forall x(\text{Man}(x) \rightarrow \text{Think}(x)) \wedge \text{Man}(a) \rightarrow \text{Think}(a)$

**定理** 逆否命题有相同真假性

链接 < 信息 - 逻辑运算 >

相关总结于〈- 辩证法作业〉《关于物理学的几点思考》

**基本假设** 只能由其推出的实验现象来验证

**物理学** 是探讨物质的结构和运动基本规律的学科 (更着重于物质世界普遍而基本的规律)  
science technology

**科学** 认识世界, 解决理论问题 **技术** 改造世界, 解决实践问题  
modern physics

**现代物理学** 是一门理论和实验高度结合的精确科学

- ① 提出问题(新现象或新推导) ② 推测答案(建立唯象模型, 定性或定量解释) ③ 理论预言(可证伪)  
④ 实验检验 ⑤ 修改理论(确定成立范围)

新的理论必须提出能够为实验所 **证伪** 的预言 (不说证实是因为找不到反例不是有效证明)  
理论不唯一, 一个理论包含的假设越少, 越简洁, 与之符合的事实越多, 越普遍, 理论就越好

费曼做理论 5 步: ① 靠直觉猜 ② 验证已知例子 ③ 应用到未知问题, 与实验比较 ④ 有理有据地证明  
(I know much more than I can prove.)

大胆近似, 小心求证

〈- 冷原子〉如果发现理论不自洽:

- ① 继续推看能不能推出对的结果 (能的话就留以后慢慢修正?) ② 搞清楚理论的适用范围  
完整的  $\hat{H}$  不会解:

- ① 猜出  $\hat{H}_{\text{meanfield}}$  (物理合理, 可解, 易解) 可以留一些待定参数  
② 解出平均场的基态波函数  $\psi_{\text{mf}}$   
③  $\psi_{\text{mf}}$  代回原  $\hat{H}$  得能量关于待定参数的函数  
④ 变分法极小该能量定参数  
⑤ 代回  $\psi_{\text{mf}}$  求基态能量, 比较不同的猜测谁的基态能量最低, 以及跟实验比较等  
(第一原理虽说是严格解, 但它用到的近似也还是猜出来的)

# 误差分析

order of magnitudes

Date

系统误差 恒定或变化方式可预知, 由测量条件确定 正确度 > 唯/精确度  
 随机误差 单个有随机性, 多次测量服从统计规律 精密性  
 粗大误差 测量、记录、计算失误 标准误差  $\sigma$   $\xrightarrow{\text{有限次测量}} \text{标准偏差 } s$

A类不确定度 独立测量  $x_{i,k}$ ,  $u_A(x) = \sqrt{\frac{\sum (x_i - \bar{x})^2}{k(k+1)}} = \sqrt{\frac{\bar{x}^2 - \bar{x}^2}{k-1}}$

B类不确定度  $u_B(x) = \frac{\Delta_b}{K}$  包含因子 正态 ( $\pm 3\sigma$ )  $K=3$ , 均匀  $K=\sqrt{3}$ , 学生  $K=t_{\alpha}(n)$   
 置信 99.7%

不确定度 直接  $u(x) = \sqrt{u_A^2(x) + u_B^2(x)}$

误差合成 间接  $x_{i,m}$  独立直接,  $F=f(x_{i,m})$ , 则  $u(F) = \sqrt{\sum (\frac{\partial f}{\partial x_i})^2 u^2(x_i)}$   $\sigma^2(F) = \sum (\frac{\partial f}{\partial x_i})^2 \sigma^2(x_i)$  (求和)

$F = C \prod x_i^{p_i}$  可用相对不确定度 [对数合成]  $\frac{u(F)}{F} = \sqrt{\sum [\frac{p_i u(x_i)}{x_i}]^2}$

仪器误差(限) 游标卡尺: 按分度值 分光仪:  $1'$

钢尺、螺旋测微计、干涉仪: 最小分度  $\frac{1}{2}$

指针式电表:  $\Delta_m = \text{量程 } N_m \cdot \text{等级 } a_m \%$  (示数  $> \frac{1}{2}$  量程)

数字式电表:  $\Delta_x = \text{等级 } a \% \cdot \text{示数 } U_x + \text{绝对误差系数 } \beta \% \cdot \text{满度值 } U_m$  (半位 最高位仅 0.1)

或  $\Delta_x = a \% U_x + n \text{ 字} \cdot \text{最小量化单位}$

直流电位差计:  $\Delta_{ix} = a \% (U_x + \frac{U_0}{10})$ ,  $U_0$  为最大量程对 10 的整数幂

直流电桥:  $\Delta_{ix} = a \% (R_x + \frac{R_0}{10})$

标准电阻:  $R_x = R_{20} [1 + \alpha (T - 20^\circ\text{C}) + \beta (T - 20^\circ\text{C})^2]$

电阻箱:  $\Delta_{ix} = \sum a_i \% \cdot R_i + R_0$  (一般档位越小,  $a$  越小)

有效数字 可靠数字: 直接读出的, 可疑数字: 最后一位估读 4 舍 6 入 5 留双

加减取有效数字末位最高者, 乘除取有效数字最少者

函数运算: 在自变量有效数字末取 1 个单位,  $\Delta y = y|_{x=x_0} \Delta x$  的第一个非零位是可疑数字

粗大 次数  $> 10$  拉依达准则  $|x_i - \bar{x}| > 3s$

剔除 次数  $\leq 10$  t 检验准则  $|x_i - \bar{x}| > k(n, p) \cdot s$ ,  $k$  为 t 检验系数

① 重复性 ② 分度(单-)变量 ③ 精确性

AVERAGE DEVSQ 方差 LINEST 回归 ctrl+shift+Enter

Date

一元线性回归  $y = a + bx$

$b = \frac{\bar{x}\bar{y} - \bar{x}\bar{y}}{\bar{x}^2 - \bar{x}^2}$   $a = \bar{y} - b\bar{x}$   $r = \frac{\bar{x}\bar{y} - \bar{x}\bar{y}}{\sqrt{(\bar{x}^2 - \bar{x}^2)(\bar{y}^2 - \bar{y}^2)}}$   $u(b) = b \sqrt{\frac{1}{k-2} (\frac{1}{\bar{x}^2} - 1)}$   $u(a) = \sqrt{\bar{x}^2} \cdot u(b)$

计算器 shift mode 3 = (满全) mode 3 | (线回)  $x, y, m +$  (输数) shift 2 (选  $a+b$ ) =

分度

分度(单)

分度(单)

## 量纲分析

- ① 量纲相同才可相等, 相加减 ② 指, 对, 三角函数宗量应为量纲 1

No. \_\_\_\_\_

Date \_\_\_\_\_

物理类

交通流量  $q = v\rho$  线性模型  $v = v_m(1 - \frac{\rho}{\rho_m})$  高  $\rho \rightarrow v = v_m \ln(\frac{\rho_m}{\rho})$  低  $\rho \rightarrow v = v_m e^{-\frac{\rho}{\rho_m}}$

扩散模型  $\vec{q} = -k \nabla C$  若  $C(x, y, z, 0) = Q \delta(x, y, z)$  解得  $C(x, y, z, t) = \frac{Q}{(4\pi kt)^{3/2}} e^{-\frac{x^2+y^2+z^2}{4kt}}$  <数理>

dimensional homogeneity

量纲齐次性 物理公式的等号两端必有相同量纲 基本量纲 L M T I

Buckingham  $\pi$  theorem

白金汉  $\pi$  定理 物理量  $q_{1 \sim m}$  的量纲  $[q_j] = \prod X_i^{a_{ij}}$ ,  $X_{1 \sim n}$  为基本量纲,  $n \leq m$

量纲矩阵  $A = (a_{ij})_{n \times m}$  的秩为  $r$ , 设  $q_{1 \sim m}$  满足物理规律  $\prod q_j^{y_j} = \text{常数}$

解  $[A][y] = [0]$  会得到  $m-r$  个基解, 则要求的规律可含  $(m-r)$  个相互独立的无量纲量

dimensional analysis

量纲分析 选  $X$  简洁, 选  $q$  合理, 选基解看人品, 做实验定系数, 对三角、指数形式无能为力

nondimensionalization

无量纲化  $\bar{q} = \frac{q}{q_c}$  特征尺度  $q_c$  和  $q$  有相同量纲, 构造不唯一, 要接近单位尺度

机理分析 白箱 (力热电, 着于优化控制) 灰箱 (生态、气象、经济) 测试分析 黑箱

CT 技术?

## 基本单位

<- 物理单位表 >

### 时间计量

铯原子钟能精确到  $\times 10^{-13}$  s, 氢微波激射器能保持数小时内精确到  $\times 10^{-15}$  s

(目前, 时间是测的最准的一个基本量)

### 长度计量

规定真空中光速为 299792458 m/s, 从而可测时间得长度, 或测频率得波长



# 数量级

数量级估计 (学物理要心中有“数”)

一年有  $1 \text{ a} \approx 3.1 \times 10^7 \text{ s}$

地球距太阳约 1.5 亿公里(8.3 光分钟)  $1 \text{ AU} \approx 1.5 \times 10^{11} \text{ m}$

冥王星与太阳的距离大约是 39 AU, 木星约是 5.2 AU

$1 \text{ l.y.} \approx 9.5 \times 10^{15} \text{ m}$ ,  $1 \text{ pc} = \frac{1 \text{ AU}}{1''} \approx 3.3 \text{ l.y.}$

