

理学院硕士研究生入学考试自命题科目考试范围

一、607 数学分析

数列极限，函数极限与连续，一元函数的导数与微分中值定理，Taylor 公式，不定积分，Riemann 积分、多元函数的连续与极限，多元函数的微分及其应用，多元函数的 Riemann 积分，曲线积分，曲面积分，外微分形式积分与场论，无穷级数，函数项级数，幂级数，用多项式一致逼近连续函数，含参变量积分，Fourier 分析。

参考书目：数学分析：《数学分析》上下册，高教出版社，编者：华东师大

二、617 普通生物化学

1. 蛋白质的结构与功能

(1) 常见的 20 种氨基酸性质与分类，氨基酸的基本特性，如旋光性，氨基酸的酸碱性等

(2) 蛋白质的结构，性质与功能

(3) 蛋白质的分离纯化定量

2. 核酸的结构与功能

(1) 核酸的种类和组成单位

(2) 核酸的分子结构：DNA 的一级、二级、三级结构，tRNA、mRNA、rRNA 的结构

(3) 核酸的理化性质：核酸的一般性质、紫外吸收特征、变性及复性等

(4) 核酸的分离纯化

3. 酶

(1) 酶的基本概念和作用特点

(2) 酶的国际分类和命名

(3) 酶的作用机制：酶的活性中心，酶的专一性和高效性机制

(4) 酶促反应动力学

(5) 别构酶和共价修饰酶

(6) 维生素和辅酶

4. 糖代谢

(1) 糖的来源与去路

(2) 糖分解代谢的主要途径。糖酵解（概念，反应部位，反应过程，关键酶及限速酶，主要反应步骤，生理意义）。底物水平磷酸化的概念及有关反应。糖有氧氧化（概念，反应阶段，进行部位，关键酶，生理意义）。磷酸戊糖途径（概念，反应部位，限速酶及生理意义）。

- (3) 糖原合成与分解（概念，反应过程，限速酶，肌糖原与肝糖原分解的不同点）。
- (4) 糖异生（概念、原料、组织和细胞定位，反应过程，关键酶，生理意义）。
乳酸循环（概念及生理意义）。
- 5. 脂代谢
 - (1) 脂类的概念。
 - (2) 甘油三脂的合成代谢。
 - (3) 脂肪动员（概念及过程，激素敏感性脂肪酶的概念和作用，脂解激素和抗脂解激素）。
 - (4) 甘油的代谢。
 - (5) 脂酸的 β -氧化。
 - (6) 酮体（概念，酮体的生成、利用及意义）。
 - (7) 脂酸的合成代谢（原料，部位，限速酶）。
 - (8) 必需脂酸的概念及其种类。
 - (9) 磷脂的种类、功能及组成特点。
- 6. 生物氧化
 - (1) 生物氧化的基本概念
 - (2) 电子传递与氧化呼吸链（概念，组成呼吸链的复合体，呼吸链组成成分的作用及排列顺序，人体重要的两条呼吸链，呼吸链的抑制剂）
 - (3) 氧化磷酸化（概念，氧化磷酸化的偶联部位，ATP合酶结构和功能，影响氧化磷酸化的因素）
- 7. 氨基酸代谢
 - (1) 必需氨基酸的概念及种类，食物蛋白质的互补作用。
 - (2) 氨基酸脱氨基的主要方式（转氨基作用及转氨酶，氧化脱氨基作用，联合脱氨基作用——转氨基与氧化脱氨基作用相偶联、嘌呤核苷酸循环）。
 - (3) 氨的代谢（体内氨的来源与去路，氨的转运，氨的主要代谢去路）
 - (4) 鸟氨酸循环的概念及酶促反应过程、尿素生成的意义。
 - (5) 一碳单位的概念、形式、转运载体、生成及生理意义。
- 8. 核苷酸代谢
 - (1) 核苷酸合成的两条途径：从头合成和补救合成。嘌呤核苷酸从头合成的原料、能源、反应阶段。嘧啶核苷酸从头合成的原料、关键酶。
 - (2) 嘌呤核苷酸分解代谢，尿酸与痛风症。
- 9. 物质代谢间的联系
- 10. DNA的生物合成
 - (1) 中心法则
 - (2) 原核生物及真核生物DNA的复制过程
 - (3) 逆转录
 - (4) DNA的损伤和修复
- 11. RNA的生物合成

- (1) RNA 的转录过程
- (2) RNA 的转录后加工
- 12. 蛋白质的生物合成
 - (1) 遗传密码
 - (2) 多肽链的合成体系
 - (3) 原核与真核生物多肽链的生物合成
 - (4) 肽链合成后的折叠加工、转运、翻译后修饰
- 13. 基因表达调控
 - (1) 基因表达的概念、时间性、空间性。
 - (2) 原核及真核基因表达调控的方式，特点，基本原理。
 - (3) 原核与真核基因转录调节特点。
 - (4) 原核与真核基因组结构特点。
- 14. 生物化学和分子生物学常用实验技术：溶液的配制、DNA 测序、PCR、分子杂交，分子克隆等
- 15. 生物化学与分子生物学领域新进展

参考书目：生物化学：《生物化学》，人民卫生出版社，编者：周爱儒

三、629 普通物理

- 1.质点运动学
 - (1)直角坐标系中质点运动的描述
 - (2)自然坐标系中质点运动的描述
- 2.动量守恒定律
 - (1) 动量、冲量
 - (2) 动量定理
 - (3) 动量守恒定律
 - (4) 牛顿三定律
 - (5) 质心和质心运动定理
- 3.能量守恒定律
 - (1) 功
 - (2) 一对力的功
 - (3) 动能定理
 - (4) 保守力、势能
 - (5) 机械能守恒定律

- 4.角动量守恒定律
 - (1) 角动量、力矩
 - (2) 角动量定理
 - (3) 角动量守恒定律
- 5.刚体力学基础
 - (1) 刚体转动惯量
 - (2) 刚体对轴的角动量
 - (3) 刚体定轴转动定理
 - (4) 刚体定轴转动的功和能
- 6.静电场
 - (1) 库仑定律
 - (2) 静电场的高斯定理
 - (3) 静电场的环路定理
 - (4) 电场强度及其计算
 - (5) 电势及其计算
- 7.静电场中的导体
 - (1) 导体的静电平衡条件
 - (2) 静电平衡的导体上的电荷分布
 - (3) 空腔导体与静电屏蔽
- 8.静电场中的电介质、电容
 - (1) 有电介质时的高斯定理
 - (2) 电容器和它的电容
 - (3) 电容器的储能、电场的能量
- 9.磁场
 - (1) 磁场的高斯定理
 - (2) 毕奥-萨伐尔定律
 - (3) 恒定电流磁场的安培环路定理
 - (4) 磁感应强度及其计算
 - (5) 洛伦兹力、安培力、磁力矩
 - (6) 有磁介质时磁场的安培环路定理
- 10.电磁感应
 - (1) 法拉第电磁感应定律
 - (2) 动生电动势
 - (3) 感生电动势、感生电场
 - (4) 自感与互感
 - (5) 磁场能量
 - (6) 位移电流
 - (7) 麦克斯韦方程组

11. 热学

- (1) 理想气体物态方程
- (2) 能量按自由度均分定理
- (3) 理想气体的内能
- (4) 麦克斯韦速率分布律
- (5) 理想气体的平均自由程和平均碰撞频率
- (6) 热力学第一定律
- (7) 理想气体的等值过程和绝热过程
- (8) 热机和热机效率
- (9) 制冷机和制冷系数
- (10) 卡诺循环
- (11) 热力学第二定律的两种表述
- (12) 可逆过程和不可逆过程
- (13) 卡诺定理

参考书目:《大学物理学》上册和下册, 第二版, 高等教育出版社, 编者: 吴柳

四、872 高等代数

多项式, 代数基本定理, 复数域和实数域上多项式的因式分解定理; 行列式、线性方程组、克拉默法则、矩阵、向量空间、线性变换; 向量组线性相关、线性无关的定义, 向量组线性相关性的判定条件和性质, 向量组的极大无关组; 齐次线性方程组的解空间与基础解系, 线性方程组的结构式通解; 欧氏空间, 二次型与对称矩阵, 矩阵的合同关系, 正定二次型与正定矩阵, 实对称矩阵正定的判定条件和性质等。

参考书目: 高等代数:《高等代数》, 高教出版社, 编者: 北京大学

五、875 细胞生物学

1. 细胞生物学概论
 - (1) 细胞生物学的主要研究内容, 细胞学说, 细胞生物学研究的热点
 - (2) 细胞的概念、原核与真核细胞基本知识概要
 - (3) 细胞形态结构的观察方法和相关仪器的简单原理和应用范围
 - (4) 动物细胞培养的相关概念和原理, 模式生物及其应用
2. 细胞膜与细胞表面
 - (1) 细胞膜结构模型与基本组成成分
 - (2) 细胞膜基本特征与功能
3. 物质的跨膜运输与信号传递

- (1) 膜转运蛋白与小分子物质的跨膜运输
- (2) ATP 驱动泵与主动运输
- (3) 胞吞作用与胞吐作用
- 4. 线粒体和叶绿体
 - (1) 线粒体和叶绿体形态特征和主要功能。
 - (2) 线粒体和叶绿体的半自主性及其功能
- 5. 细胞质基质与细胞内膜系统
 - (1) 细胞质基质及其功能。
 - (2) 细胞内膜系统及其功能
- 6. 蛋白质分选与膜泡运输
 - (1) 信号假说与蛋白质分选信号
 - (2) 蛋白质分选的基本途径与类型
 - (3) 膜泡运输
- 7. 细胞信号转导
 - (1) 细胞通讯的基本知识
 - (2) 信号分子与受体
 - (3) 信号转导的类型、特性及其作用机制
 - (4) 主要的信号通路
- 8. 细胞骨架
 - (1) 细胞骨架的基本概念。
 - (2) 三种细胞骨架的结构特点、种类、功能
- 9. 细胞核与染色体
 - (1) 核被膜一般形态结构特点和生物学意义
 - (2) 染色质的概念及其化学组成，表达与复制
 - (3) 染色体的结构、类型及其功能
 - (4) 核仁结构与功能。
- 10. 核糖体
 - (1) 核糖体的类型、结构成分及其功能
- 11. 细胞周期与细胞分裂
 - (1) 细胞周期、有丝分裂、减数分裂的相关概念
 - (2) 细胞周期的时相划分及各时相的主要事件，以及研究细胞周期的最基本方法
 - (3) 细胞有丝分裂和减数分裂的形态学过程，时相划分及各时相的变化标志、重要事件。
- 12. 细胞增殖调控与癌细胞
 - (1) 细胞增殖调控机制
 - (2) 癌细胞的特征及其癌症发生的分子机制
- 13. 细胞分化与胚胎发育
 - (1) 细胞分化的基本概念
 - (2) 干细胞的基本概念和相关知识

(3) 胚胎发育中的细胞分化特征

14. 细胞死亡与细胞衰老

(1) 细胞凋亡的概念及其生物学意义、细胞凋亡的形态学和生物化学特性，细胞凋亡的分子机制

(2) 细胞坏死概念与特点

(3) 自噬概念及其意义

(4) 细胞衰老的概念、特征、分子机制

15. 细胞的社会联系

(1) 细胞连接的分类

(2) 细胞黏着的分子基础

(3) 细胞外基质的种类及其作用。

参考书目：《细胞生物学》，高等教育出版社，编者：翟中和等

六、876 光学

1. 几何光学

(1) 几何光学基本定律

(2) 惠更斯原理

(3) 成像

2. 波动光学

(1) 波的叠加和干涉

(2) 两点光源干涉

(3) 光的衍射

(4) 菲涅耳圆孔衍射

(5) 夫琅和费单缝衍射

(6) 光的偏振

3. 干涉装置

(1) 等厚条纹

(2) 等倾条纹

(3) 迈克耳逊干涉仪

4. 衍射光栅

5. 光在晶体中的传播

(1) 双折射

(2) 晶体光学器件

6. 光的吸收和色散

(1) 光的吸收

(2) 光的色散

7.光的量子性

(1)光电效应

参考书目：新概念物理教程--光学,第一版，高等教育出版社，编者：赵凯华

七、988 无机化学

基本概念、基本理论、推断以及计算

1. 气体

- (1) 理想气体状态方程
- (2) 分压定律
- (3) 真实气体

2.热化学

- (1) 热力学的术语和基本概念
- (2) 热力学第一定律
- (3) 化学反应的反应热
- (4) 反应热的求算

3.化学动力学基础

- (1) 化学反应速率的概念
- (2) 浓度、温度对反应速率的影响
- (3) 反应速率理论和反应机理简介
- (4) 催化剂与催化作用

4. 化学平衡熵和 Gibbs 函数

- (1) 标准平衡常数及其应用
- (2) 化学平衡的移动
- (3) 自发变化和熵
- (4) Gibbs 函数

5. 酸碱平衡

- (1) 酸碱质子理论概述
- (2) 弱酸、弱碱的解离平衡
- (3) 缓冲溶液
- (4) 酸碱电子理论
- (5) 配位化合物、反应与平衡

6.沉淀溶解平衡

- (1) 溶解度和溶度积
- (2) 沉淀的生成和溶解
- (3) 两种沉淀之间的平衡

7. 氧化还原反应电化学基础

- (1) 氧化还原反应的基本概念

- (2) 电化学电池
- (3) 电极电势及其应用
- 8. 原子及分子结构
 - (1) 氢原子结构的量子力学描述
 - (2) 多电子原子结构
 - (3) 元素周期表
 - (4) 元素性质的周期性
 - (5) 价键理论、杂化轨道理论、价层电子对互斥理论
 - (6) 键参数
- 9. 配合物结构
 - (1) 配合物的空间构型和磁性
 - (2) 配合物价键理论和晶体场理论
- 10. s 区和 p 区元素化学
 - (1) s 区和 p 区元素概述
 - (2) 单质、化合物

参考书目：《无机化学》，第 5 版，高等教育出版社，大连理工大学无机化学教研室

八、08110 数学综合测试

- 1. 概率论：随机事件及其运算、概率公理化定义及性质、条件概率、独立性、一维随机变量及其分布、多维随机变量、随机变量函数的分布、随机变量的数字特征、大数定理与中心极限定理。
- 2. 常微分方程：初等积分法、存在与唯一性定理、奇解、高阶微分方程、线性微分方程组、微分方程的幂级数解法、一阶偏微分方程初步。
- 3. 运筹学：线性规划与单纯形法、对偶理论和灵敏度分析、运输问题、目标规划、整数规划、非线性规划、动态规划、排队论、存贮论、对策论。

参考书目：**【常微分方程+概率论与数理统计+运筹学】**：《常微分方程》，高教出版社，编者：王高雄；《概率论与数理统计教程》，高教出版社，编者：茆诗松、程依明、濮晓龙；《运筹学》，清华大学出版社，编者：钱颂迪

九、08103 量子力学

- 1、波函数与 Schrodinger 方程
 - (1) 波函数的统计诠释
 - (2) 实物粒子的波动性
 - (3) 波粒二象性的分析
 - (4) 概率波，多粒子体系的波函数
 - (5) 动量分布概率

- (6) 不确定性原理与不确定度关系
 - (7) 力学量的平均值与算符的引进
 - (8) 统计诠释对波函数提出的要求
 - (9) Schrodinger 方程
 - (10) Schrodinger 方程的引进
 - (11) Schrodinger 方程的讨论
 - (12) 能量本征方程
 - (13) 定态与非定态
 - (14) 多粒子体系的 Schrodinger 方程
 - (15) 量子态叠加原理
 - (16) 量子态及其表象
- 2、一维势场中的粒子
- (1) 一维势场中粒子能量本征态的一般性质
 - (2) 方势
 - (3) 无限深方势阱，离散谱
 - (4) 有限深对称方势阱
 - (5) 束缚态与离散谱
 - (6) 方势垒的反射与透射
 - (7) 方势阱的反射、透射与共振
 - (8) δ 势
 - (9) δ 势的穿透
 - (10) δ 势阱中的束缚态
 - (11) δ 势与方势的关系，波函数微商的跃变条件
 - (12) 一维谐振子
- 3、力学量用算符表达
- (1) 算符的运算规则
 - (2) 厄米算符的本征值与本征函数
 - (3) 共同本征函数
 - (4) 不确定度关系的严格证明
 - (5) (l^2, l_x) 的共同本征态，球谐函数
 - (6) 量子力学中力学量用厄米算符表达
 - (7) 连续谱本征函数的“归一化
 - (8) 连续谱本征函数是不能归一化的
 - (9) δ 函数
 - (10) 箱归一化

参考书目:《量子力学教程》,第三版,科学出版社,编者:曾谨言

十、08104 激光原理

1. 激光的基本原理
 - (1) 相干性的光子描述
 - (2) 光的受激辐射基本概念
 - (3) 光的受激辐射放大
 - (4) 激光的特性
2. 开放式光谐振腔与高斯光束
 - (1) 光腔理论的一般问题
 - (2) 共轴球面腔的稳定性条件
 - (3) 高斯光束的基本性质
 - (4) 高斯光束的自再现变换与稳定球面腔
 - (5) 光束衍射倍率因子
3. 电磁场和物质的共振相互作用
 - (1) 光和物质相互作用的经典理论简介
 - (2) 谱线加宽和线型函数
 - (3) 典型激光器速率方程
 - (4) 均匀加宽工作物质的增益系数
 - (5) 非均匀加宽工作物质的增益系数
 - (6) 综合加宽工作物质的增益系数
4. 激光振荡特性
 - (1) 激光器的振荡阈值
 - (2) 激光器的振荡模式
 - (3) 输出功率与能量
 - (4) 弛豫振荡
 - (5) 单模激光器的线宽极限
 - (6) 激光器的频率牵引
5. 激光放大特性
 - (1) 激光放大器的分类
 - (2) 放大的自发辐射 (ASE)
6. 激光特性的控制
 - (1) 调制器和隔离器
 - (2) 模式选择
 - (3) 频率稳定
 - (4) Q 调制
 - (5) 锁模
 - (6) 激光的非线性频率变换
7. 典型激光器

- (1) 固体激光器
- (2) 光纤激光器

参考书目:《激光原理》,第七版,国防工业出版社,编者:周炳琨

十一、08107 大学物理

1. 静电场

- (1) 库仑定律
- (2) 静电场的高斯定理
- (3) 静电场的环路定理
- (4) 电场强度及其计算
- (5) 电势及其计算

2. 静电场中的导体

- (1) 导体的静电平衡条件
- (2) 静电平衡的导体上的电荷分布
- (3) 空腔导体与静电屏蔽

3. 静电场中的电介质电容

- (1) 有电介质时的高斯定理
- (2) 电容器和它的电容
- (3) 电容器的储能电场的能量

4. 磁场

- (1) 磁场的高斯定理
- (2) 毕奥-萨伐尔定律
- (3) 恒定电流磁场的安培环路定理
- (4) 磁感应强度及其计算
- (5) 洛伦兹力安培力磁力矩
- (6) 有磁介质时磁场的安培环路定理

5. 电磁感应

- (1) 法拉第电磁感应定律
- (2) 动生电动势
- (3) 感生电动势感生电场
- (4) 自感与互感
- (5) 磁场能量
- (6) 位移电流
- (7) 麦克斯韦方程组

6. 光的干涉

- (1) 杨氏双缝干涉

- (2)相干光
- (3)光的非单色性对干涉条纹的影响
- (4)光源的大小对干涉条纹的影响
- (5)光程
- (6)薄膜干涉（一）——等厚条纹
- (7)薄膜干涉（二）——等倾条纹
- (8)迈克耳孙干涉仪
- 7.光的衍射
 - (1)光的衍射和惠更斯-菲涅耳原理
 - (2)单缝的夫琅禾费衍射
 - (3)光学仪器的分辨本领
 - (4)光栅衍射
- 8. 光的偏振
 - (1) 光的偏振状态
 - (2) 线偏振光的获得与检验
 - (3) 反射和折射时光的偏振
 - (4) 双折射现象
 - (5) 椭圆偏振光和圆偏振光

参考书目：《大学物理学》上册和下册，第二版，高等教育出版社，编者：吴柳

十二、08108 分子生物学

- 1. 绪论：分子生物学简史及分子生物学主要研究内容
- 2. 染色体与 DNA
- 3. 生物信息的传递（上）——从 DNA 到 RNA
- 4. 生物信息的传递（下）——从 mRNA 到蛋白质
- 5. 分子生物学研究法（上）——DNA、RNA 及蛋白质操作技术
- 6. 分子生物学研究法（下）——基因功能研究技术
- 7. 原核基因表达调控
- 8. 真核基因表达调控
- 9. 疾病与人类健康
- 10. 基因与发育
- 11. 基因组与比较基因组学

参考书目:现代分子生物学，高等教育出版社，朱玉贤，第四版

十三、08109 模拟与数字电子技术

1. 半导体器件
 - (1) 半导体基础
 - (2) 半导体二极管
 - (3) 晶体三极管
2. 基本放大电路
 - (1) 放大电路的性能指标和工作原理
 - (2) 放大电路静态工作点的稳定
 - (3) 晶体管放大电路的基本接法
3. 集成运算放大电路
 - (1) 多级放大电路的耦合方式
 - (2) 集成运算放大电路的特点、组成和电压传输特性
 - (2) 集成运放中的单元电路
4. 放大电路的频率响应
 - (1) 频率响应概述
 - (2) 单管放大电路的频率响应
5. 放大电路中的反馈
 - (1) 反馈的基本概念及判断方法
 - (2) 负反馈放大电路的四种基本组态
 - (3) 深度负反馈放大电路放大倍数的分析
6. 基本运算电路
 - (1) 比例运算电路
 - (2) 加减运算电路
 - (3) 积分、微分运算电路
7. 数制码制与逻辑代数基础
 - (1) 不同数制转换
 - (2) 逻辑代数基本公式
 - (3) 逻辑函数化简
8. 门电路
 - (1) 二/三级管开关特性
 - (2) TTL 门电路
 - (3) CMOS 门电路
9. 组合逻辑电路
 - (1) 组合逻辑电路分析设计方法
 - (2) 常用组合逻辑电路
10. 半导体存储电路
 - (1) SR 锁存器

- (2)触发器
- 11.时序逻辑电路
 - (1)时序逻辑电路分析方法
 - (2)常用时序逻辑电路
- 12.脉冲波形产生和整形电路
 - (1)施密特触发器
 - (2)单稳态电路
 - (3)555 定时器

参考书目：

《模拟电子技术基础》，第五版，高等教育出版社，编者：清华大学电子学教研组编
《数字电子技术基础》，第六版，高等教育出版社，编者：清华大学电子学教研组编

十四、08111 《物理化学》大纲

基本概念、基本理论、推断以及计算

1、热力学第一定律

热力学基本概念；热力学第一定律；恒容热、恒压热，焓；热容与过程热的计算；气体的热力学能、焓；气体可逆膨胀压缩过程，理想气体绝热可逆过程方程；相变化过程。

2、热力学第二定律

热力学第二定律；卡诺循环与卡诺定理；熵，熵增加原理；单纯 pVT 变化过程过程熵变的计算；相变过程熵变的计算；热力学第三定律和化学变化过程的熵变；亥姆霍兹函数和吉布斯函数；热力学基本方程及 MaxWell 关系式；克拉佩龙方程

3、多组分系统热力学

偏摩尔量；化学势；气体组分的化学势；逸度与逸度因子；拉乌尔定律和亨利定律；理想液态混合物；理想稀溶液；活度与活度因子；稀溶液的依数性

4、化学平衡

化学反应的等温方程；理想气体化学反应的平衡常数；温度对标准平衡常数的影响；其它因素对理想气体化学平衡的影响；同时反应平衡组成的计算；真实气体反应的化学平衡；混合物和溶液中化学平衡

5、相平衡

相律；单组分体系的相图；二组分体系的相图及其应用；三组分体系的相图简介

6、电化学

电解质溶液的导电机理及法拉第定律；离子的迁移数；电导、电导率和摩尔电导率；电解质的平均离子活度因子及德拜-休克尔极限公式；可逆电池及其电动势的测定；原电池热力学；电极电势和液体接界电势；电极的种类；原电池设计举例；分解电压；极化作用；电解时的电极反应

7、表面现象

表面张力；弯曲表面下的附加压力及其后果；固体表面；液-固界面；溶液表面

8、化学动力学基础

化学反应的反应速率及速率方程；速率方程的积分形式；速率方程的确定；温度对反应速率的影响，活化能；典型复合反应；复合反应速率的近似处理法；链反应；气体反应的碰撞理论；势能面与过渡状态理论；溶液中反应；多相反应；光化学；催化作用的通性；单相催化反应；多相催化反应

9、胶体化学

胶体及其基本特性；溶胶的制备与净化；溶胶的动力性质；溶胶的光学性质；溶胶的电学性质；溶胶的稳定性和聚沉作用；乳状液；大分子概说；大分子的相对摩尔质量；Donnan 平衡。

参考书目：《物理化学》（上下册），第 5 版，天津大学物理化学教研室编，高等教育出版社