

药学专业课堂笔记 口袋丛书

复习有帮手 考试轻松过

物理化学

课堂笔记

主编 / 王齐放

药学专业课堂笔记口袋丛书编写委员会 组织编写

特点



课堂笔记——紧扣教学大纲和要求



重点难点提示——掌握重要知识点，便于学习



测试及考研——精选历年考试、考研真题



课堂随记——便于学生随时随地记忆和复习



人民军医出版社

PEOPLE'S MILITARY MEDICAL PRESS

药学专业课堂笔记口袋丛书

物理化学课堂笔记

WULI HUAXUE KETANG BIJI

主 编 王齐放



人民军医出版社

PEOPLE'S MILITARY MEDICAL PRESS

北 京

图书在版编目(CIP)数据

物理化学课堂笔记/王齐放主编. —北京:人民军医出版社, 2011. 1

(药学专业课堂笔记口袋丛书)

ISBN 978-7-5091-4480-0

I. ①物… II. ①王… III. ①物理化学—高等学校—教学参考资料 IV. ①064

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2010)第 229141 号

策划编辑:高玉婷

文字编辑:迟爽

责任审读:吴然

出版人:石虹

出版发行:人民军医出版社

经销:新华书店

通信地址:北京市 100036 信箱 188 分箱

邮编:100036

质量反馈电话:(010)51927290;(010)51927283

邮购电话:(010)51927252

策划编辑电话:(010)51927300—8020

网址:[www. pmmp. com. cn](http://www.pmmp.com.cn)

印刷:京南印刷厂 装订:桃园装订有限公司

开本:850mm×1168mm 1/36

印张:6.25 字数:157千字

版、印次:2011年1月第1版第1次印刷

印数:0001~2800

定价:20.00元

版权所有 侵权必究

购买本社图书,凡有缺、倒、脱页者,本社负责调换

《药学专业课堂笔记口袋丛书》

编审委员会名单

主 编 赵春杰

编 委 (以姓氏笔画为序)

马恩龙 王齐放 宋少江

张 嵘 张丽娟 范晓文

周丽娜 周晓棉 赵 兵

赵春杰 贾 英 贾 娴

徐 成 彭 缨

《物理化学课堂笔记》

分册编委

主 编 王齐放

编 委 (以姓氏笔画为序)

刘洪卓 沈阳药科大学

陈洪涛 沈阳药科大学

栾玉霞 山东大学药学院

谢 英 北京大学药学院

内 容 提 要

本书是《药学专业课堂笔记口袋丛书》之一,由沈阳药科大学北京大学药学院及山东大学药学院教学一线的教师共同编写。在编排风格上,简单概括为“三框一栏”。“”课堂笔记框:严格按照最新版国家规划教材编写,省去了记录时间,可以使学生集中精力听课。“”重点难点提示框:考试重点内容。“”测试及考研框:指导考研方向。“”课堂随记栏:边学边记,真正做到把书本的知识变成自己的知识。本书适合药学专业本科生学习使用,同时也可作为药学专业研究生入学考试、药学成人教育考试的参考书。

丛书前言

教育部对高校进行的大评估已转为专业认证,我国高等学校药学类本科专业认证(以下简称专业认证)工作目前已对广东药学院、海南医学院、内蒙古医学院、中国药科大学和沈阳药科大学进行了试点认证,以期提高药学类专业办学质量。全国药学本科专业认证标准中将药学本科专业认证课程体系分为五类:①人文及社会科学课程体系。②数学、物理、信息技术课程体系。③化学基础课程体系。④生物学与医学基础课程体系。⑤学科专业课程体系。其中,化学基础课程体系、生物学与医学基础课程体系和学科专业课程体系课程是主干课程,即无机化学、分析化学、有机化学、物理化学、人体解剖生理学、微生物学、免疫学基础、生物化学、临床医学概论、药物化学、药剂学、药理学、药物分析、天然药物化学和生药学等。

本套丛书以药学专业认证主干课程为主,依据药学专业本科教育的培养目标和药学类本科教学大纲的基本要求,针对学生听课记录困难、复习抓不住重点及不熟悉考试题型和题量等实际问题,展示精要知识,帮助学生课上集中听讲,复习抓住重点,达到事半功倍的效果。另外,面对目前本科生考研的趋势,本套丛书还增加了一部分考研真题。

本套丛书每章由“”课堂笔记、“”重点难点提示、“”测试及考研三大部分组成,同时还设有“”课堂随记栏便于学生随书记录,方便记忆。课堂笔记部分紧扣最新教学大纲和要求,以“★★★”“★★”和“★”标出掌握、熟

悉和了解的内容,便于学生复习时有所侧重;重点难点提示部分,依据最新教学大纲,对每一章节内容提出具体的要求,并简明扼要地阐述各章的基本要点、重点和难点,有利于学生掌握重要知识点,提高学习效率;测试及考研部分,根据每章的具体情况题型调整,包含历年考试与考研真题,并提供简要的参考答案。本套丛书每册专门提供了3或4套近年考试真题及解答,供学生选择试做,力求让学生熟悉和了解考试题型、题量及难度。

本套丛书有三大特点:①作者权威。本套丛书作者均为多年工作于教学第一线的具有副高以上职称的教师,教学经验丰富;②实用性强。本套丛书有课堂笔记、复习及练习等多项功能,全面解决学生听课记录困难、复习抓不住重点等实际问题;③方便携带。本套丛书设计为口袋书,便于学生随身携带,随时随地拿出来复习,轻松应对考试。

本套丛书由沈阳药科大学药学专业课堂笔记口袋丛书编写委员会编写,书中可能存在错误和疏漏,敬请各位读者海涵,同时欢迎各位同仁和读者批评、指正。

药学专业课堂笔记口袋丛书编写委员会

2010年8月

前言

物理化学是一门系统性、逻辑性、概念性及理论性很强的学科,它所涉及的基本概念多,且抽象;公式多,且复杂;最主要的是应用条件严格。学生在学习时,对一些概念似乎弄明白了,但遇到实际问题,往往又觉得模糊不清,无从下手。针对学生在学习物理化学中碰到的实际问题,本书在编写中强调了基础理论、基础知识和基本技能,力求简明扼要、条理清晰、好懂好学、科学适用。本书全面展现了教师课堂多媒体的教学内容,解决了学生课堂记不下笔记或记笔记时又影响听课的实际问题。同时,每章后都配有习题及解析,可以让学生掌握最精要的知识,全书后附有近年来的考试真题,可以让学生熟悉和了解考试题型、题量及难度。每章由三个板块组成:“”课堂笔记;“”重点难点提示;“”测试及考研。全书后附有 3 套近年考试真题及解答。

书中如有不当之处,恳请广大同行和读者赐教,我们一定虚心接受,不断改进。

编 者

2010 年 8 月

目 录

第一章	热力学第一定律	(1)
第二章	热力学第二定律	(21)
第三章	化学平衡	(40)
第四章	相平衡	(54)
第五章	电化学	(77)
第六章	化学动力学	(97)
第七章	表面化学	(125)
第八章	胶体分散系统	(141)
第九章	大分子溶液	(152)
考试真题(一)及答案		(163)
考试真题(二)及答案		(171)
考试真题(三)及答案		(179)

第一章 热力学第一定律



课堂笔记

第一节 热力学概论

热力学是研究系统宏观性质及其变化规律的科学,其理论基础是4个热力学基本定律,即热力学第一定律、热力学第二定律、热力学第三定律及热力学第零定律。

热力学通过计算变化前后系统宏观性质的改变量来解决问题,只考虑变化的净结果,不考虑变化的细节和所需的时间。它只回答变化的可能性问题,即在指定条件下,变化能否发生和变化的限度,即平衡位置在哪里,而不考虑变化的快慢和变化的细节,也就是说不解决变化的速率和机制问题。

第二节 热力学基本概念

一、系统与环境**

将作为研究对象的一部分物质,用一个现实的或想象的界面同其他物质区分开来,这部分物质称为系统,又称为物系。原则上系统以外的所有物质称为环境,但通常所说的环境指的是系统以外与系统有密切联系的物质。



根据与环境的关系,热力学系统可分为以下三类:

1. 孤立系统 系统与环境之间既没有物质交换,也没有能量交换。
2. 封闭系统 系统与环境之间没有物质交换,但有能量交换。
3. 敞开系统 系统与环境之间既有能量的交换,也有物质交换。

二、系统的性质**

1. 广度性质 数值与系统中物质的量有关的性质。这类性质具有加和性。
2. 强度性质 数值与系统中物质的量无关的性质。这类性质不具有加和性。

三、状态函数与状态方程***

1. 状态函数 系统的状态确定后,系统的各宏观性质均有唯一确定的值。系统的性质与系统状态的单值对应关系表明,系统的性质就是系统状态的函数,简称状态函数。

状态函数具有如下特点。

(1) 状态函数的值仅决定于系统的状态,与这个状态如何演变而来无关,或者说与系统的历史无关。

(2) 当系统由始态变为终态时,系统的任一状态函数的改变量就是该状态函数在终态和始态的数值之差,与系统怎样由始态变为终态即变化途径无关。

(3) 若系统发生了一个由始态出发,经历某种途径又回到始态的变化即循环过程,其状态函数的改变量应为零。用数学语言来叙述就是,若 X 为状态函数,则其微小改变量 dX 的环路积分为零,即

$$\oint dX = 0 \quad (1-1)$$

2. 状态方程 系统的状态函数之间的关系式称为状态方程。系统的任一性质 X , 均可表示为系统的组成和两个独立变量(设为 x, y) 的函数, 即

$$X = f(x, y, n_1, n_2, \dots, n_B) \quad (1-2)$$

式中 $n_1, n_2, \dots, n_B$ 表示系统中各组分物质的量。

四、热力学平衡态★★

系统的所有性质均不随时间改变的状态称为热力学平衡态。处于平衡态的系统只能是孤立系统，一个孤立系统若同时满足如下平衡条件，则该系统处于热力学平衡态。

1. 热平衡 若系统中不存在绝热壁，系统的温度均匀。
2. 力平衡 若系统中不存在刚性壁，系统的压力均匀。
3. 相平衡 若系统中存在不同的相，则在各相之间不发生物质的净转移，即各相的物质的量和组成不随时间改变而改变。
4. 化学平衡 若系统中有化学反应，则该反应已达平衡，系统的组成不随时间改变。

五、过程和途径★★

系统中发生的由一个状态到另一个状态的变化称为过程。变化所经历的具体步骤称为途径。

1. 恒温过程 过程中系统的温度始终保持不变，且与环境的温度相等。
2. 恒压过程 过程中系统的压力始终保持不变，且与环境的压力相等。
3. 恒外压过程 过程中环境的压力始终保持不变。
4. 恒容过程 过程中系统的体积始终保持不变。
5. 绝热过程 过程中系统与环境没有热交换。
6. 循环过程 系统从始态出发，经历一系列步骤，又回到始态，即终态与始态重合的过程。

六、热和功★★

1. 热 热是系统与环境因分子无序运动平均强度不同而



交换的能量。

热用字母 Q 表示,具有能量量纲,单位为 J 或 kJ。热力学中规定,当系统从环境吸热时, $Q>0$;系统向环境放热时, $Q<0$ 。

2. 功 除热以外,系统与环境以其他方式交换的能量均称为功。

功用字母 W 表示,具有能量量纲,单位为 J 或 kJ。规定系统从环境得到功时, $W>0$;系统对环境做功时, $W<0$ 。

第三节 热力学第一定律

一、热力学第一定律的表述*

可用热力学语言简洁地表述为:孤立系统的内能守恒,即

$$\Delta U_{(\text{孤立})} = 0 \quad (1-3)$$

其意义是,不论孤立系统中发生任何过程,其内能保持不变。

热力学第一定律还经常表述为:第一类永动机是不可能造成的。所谓第一类永动机是指不消耗任何能量而能不断对外做功的机器。这类机器显然违背了能量守恒原理。

二、内能 (热力学能)***

内能用字母 U 表示,状态函数,具有能量量纲,单位为 J 或 kJ。

内能是系统内部各种能量之和,包括分子的平动能、转动能、振动能、核和电子的能量以及分子间势能等。

对于一个物质的量和组成确定的封闭系统,其内能可以表示成两个独立的状态变量的函数。通常选择温度与体积或温度与压力为两个独立的状态变量,于是有

$$U = U(T, V) \quad (1-4)$$

$$dU = \left(\frac{\partial U}{\partial T} \right)_V dT + \left(\frac{\partial U}{\partial V} \right)_T dV \quad (1-5)$$

三、热力学第一定律的数学表达式***

$$\Delta U = Q + W \quad (1-6a)$$

对于封闭系统中的微小过程,则有

$$dU = \delta Q + \delta W \quad (1-6b)$$

式中 δQ 和 δW 分别表示无限小量的热和功,因热和功不是状态函数,故其无限小量不能写成 dQ 和 dW 。

第四节 可逆过程与体积功

一、体积功**

在热力学中,功分为体积功和非体积功两类。体积功是系统因体积变化而与环境交换的能量。体积功以外的其他功均称为非体积功,常用 W' 表示。

二、体积功的计算公式**

$$\delta W = -p_e dV \quad (1-7a)$$

上式积分

$$W = - \int_{V_1}^{V_2} p_e dV \quad (1-7b)$$

(1-7 b)式为计算体积功的基本公式,系统不论膨胀还是被压缩,此公式均适用。

三、可逆过程***

可逆过程的特征总结如下。

1. 系统从始态出发经历一个过程到达终态,再沿原途径反方向返回始态,系统与环境均可复原,即均回到始态。
2. 可逆过程中,系统的状态始终无限接近于平衡态。



3. 可逆过程的推动力无限小, 因而是无限缓慢的过程。

4. 可逆过程中, 系统对环境做功(绝对值)最大, 环境对系统做功最小。可逆过程体积功的计算公式为

$$W = - \int_{V_1}^{V_2} p dV \quad (1-8)$$

第五节 恒容热、恒压热及焓

一、恒容热★★

恒容热: 系统在恒容且无非体积功的条件下与环境交换的热, 用符号 Q_v 表示。

$$dU = \delta Q_v \quad (1-9a)$$

$$\Delta U = Q_v \quad (1-9b)$$

上式表明, 恒容热数值上等于系统内能的改变量。因而在恒容、无非体积功的条件下, Q_v 也是一个与途径无关的量。

二、恒压热和焓★★★

恒压热: 系统在恒压且无非体积功的条件下与环境交换的热, 用 Q_p 表示。

定义

$$H = U + pV \quad (1-10)$$

称之为焓。恒压热与焓的关系为

$$\delta Q_p = dH \quad (1-11a)$$

$$Q_p = \Delta H \quad (1-11b)$$

上式表明, 恒压热与系统的焓变相等。

三、理想气体的内能和焓★★

气体的内能和焓只是温度的函数, 即

$$U = f(T) \quad (1-12)$$

$$H = f(T) \quad (1-13)$$

第六节 热 容

一、热容★

对一个无相变化和化学变化,也不与环境交换非体积功的均相封闭系统,热容的定义是使系统升高单位热力学温度所需的热,即

$$C = \frac{\delta Q}{dT} \quad (1-14)$$

热容是广度性质,其值与系统中物质的量成正比。1mol 物质的热容称为摩尔热容,用 C_m 表示。

二、恒容热容★

系统在恒容过程中的热容称为恒容热容,定义式为

$$C_v = \frac{\delta Q_v}{dT} = \left(\frac{\partial U}{\partial T} \right)_v \quad (1-15a)$$

恒容摩尔热容的定义是

$$C_{v,m} = \frac{C_v}{n} = \left(\frac{\partial U_m}{\partial T} \right)_v \quad (1-15b)$$

因为 U 是温度的函数,所以 $C_v, C_{v,m}$ 也是温度的函数。

根据(1-17a)和(1-17b)式,无相变、无化学变化的恒容过程热可按下式计算

$$Q_v = \Delta U = n \int_{T_1}^{T_2} C_{v,m} dT \quad (1-16a)$$

在温度变化较小, $C_{v,m}$ 可近似看作常数时

$$Q_v = \Delta U = n C_{v,m} (T_2 - T_1) \quad (1-16b)$$

三、恒压热容★

系统在恒压过程中的热容称为恒压热容,其定义式为



$$C_p = \frac{\partial Q_p}{dT} = \left(\frac{\partial H}{\partial T} \right)_p \quad (1-17a)$$

恒压摩尔热容则定义为

$$C_{p,m} = \frac{C_p}{n} = \left(\frac{\partial H_m}{\partial T} \right)_p \quad (1-17b)$$

根据(1-19a)和(1-19b)式,无相变、无化学变化的恒压过程热可按下式计算

$$Q_p = \Delta H = \int_{T_1}^{T_2} n C_{p,m} dT \quad (1-18a)$$

当 $C_{p,m}$ 可视为常数时

$$Q_p = \Delta H = n C_{p,m} (T_2 - T_1) \quad (1-18b)$$

四、恒压热容与恒容热容的关系★

$$C_p - C_v = \left[\left(\frac{\partial U}{\partial V} \right)_T + p \right] \left(\frac{\partial V}{\partial T} \right)_p \quad (1-19)$$

上式即恒压热容与恒容热容的关系式。下面讨论两种特殊情况。

1. 理想气体

$$C_{p,m} - C_{v,m} = R \quad (1-20)$$

统计热力学对理想气体恒容摩尔热容给出的理论值为:

单原子分子, $C_{v,m} = \frac{3}{2}R$; 双原子分子或线型多原子分子, $C_{v,m} = \frac{5}{2}R$; 多原子非线型分子, $C_{v,m} = 3R$ 。

2. 凝聚态物质

$$C_p \approx C_v, C_{p,m} \approx C_{v,m} \quad (1-21)$$

第七节 理想气体的绝热过程

一、理想气体绝热可逆过程方程★★

$$TV^{\gamma-1} = \text{常数} \quad (1-22)$$

$$pV^{\gamma} = \text{常数} \quad (1-23)$$

$$p^{1-\gamma} T^{\gamma} = \text{常数} \quad (1-24)$$