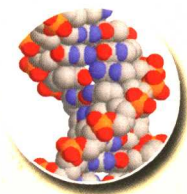
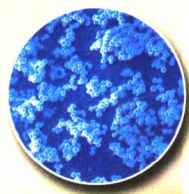
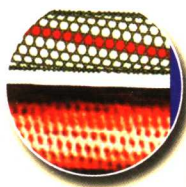


# 大学化学实验

(非化学化工类)

合肥工业大学工科化学教学组 编



合肥工业大学出版社

# 大学化学实验

(非化学化工类)

合肥工业大学工科化学教学组 编

合肥工业大学出版社

## 内 容 提 要

本书既可与《大学化学》配套使用,也可作为高等学校非化学化工类各专业实验教材。

书中收录了“分析天平的使用”、“化学反应焓变的测定”、“化学反应速率与活化能”、“醋酸解离度和解离常数的测定”、“化学平衡及其移动”、“氧化还原与电化学”、“配位化合物”、“水质的检验”和“金属锡的表面处理——阳极氧化染色”九个实验,并在书后附有中英对照的元素周期表。

本书在内容上,强调“抓准基础、瞄准前沿、突出工程、开放设计、因材施教”的指导思想;在教学方法和过程控制方面,要求真实记录实验现象和原始数据,注重“求真、求实、求准、适应、协作、创造”的化学实验素质培养。

### 图书在版编目(CIP)数据

大学化学实验:非化学化工类/合肥工业大学工科化学教学组编. —合肥:合肥工业大学出版社,2004.2

ISBN 7-81093-077-X

I. 大… II. 合… III. 化学实验—高等学校—教材 IV. O6-3

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2004)第 008056 号

### 大学化学实验(非化学化工类)

合肥工业大学工科化学教学组编

责任编辑 权 怡

---

出 版 合肥工业大学出版社  
地 址 合肥市屯溪路 193 号  
电 话 总编室: 0551-2903038 发行部: 0551-2903198  
版 次 2004 年 3 月第 1 版 2004 年 3 月第 1 次印刷  
开 本 787×960 1/16 印 张 5.25  
字 数 100 千字  
发 行 全国新华书店  
印 刷 合肥现代印务有限公司  
网 址 www.hfutpress.com.cn  
邮 编 230009

---

ISBN 7-81093-077-X/O·10 定价:10.00 元

如果有影响阅读的印装质量问题,请与出版社发行部联系调换

# 前 言

21 世纪是社会、经济、科技和文化巨大发展的时代。化学科学的发展,已经达到从宏观深入到微观,从定性走向定量,从描述过渡到推理,从静态推进到动态,从平衡态拓宽到非平衡态,从线性研究到非线性,从体相外延到表相的新的发展阶段。早在 1985 年,以前美国总统科学顾问、美国自然科学基金委员会主席、U. C. Berkeley 分校的 G. C. Pimentel 先生为首的 350 多位美国杰出科学家经过三年的调研后认为,化学是一门中心科学,化学和物理是自然科学的轴心。著名化学家、诺贝尔奖获得者福井谦一先生认为,在古老的物理学—化学—生物学的排序中,化学注定是中心位置的占有者。中科院院士唐有祺先生明确指出,在自然科学中,化学和物理俨然为共管物质及其运动之核心学科,遂有自然科学之轴心之称。中科院院士戴立信先生也指出,化学是一门中心科学,化学是一门有用的科学,化学是一门创造性的科学。

化学科学是沿着两条线同时发展的,一方面,在 19 世纪形成的无机、分析、有机、物化四大学科的内部,在分化、综合、交叉、渗透发展中已经和继续填平鸿沟、模糊界线;另一方面,化学与物理学、生命科学、材料科学、环境科学、信息科学及自然科学的其他学科乃至人文和社会科学等众多学科相互交叉、渗透、融合、促进,形成了更大、更多的综合趋势。化学是一门实验科学,没有实验就没有化学,而实验是人类研究自然规律的一种基本方法。为了增进学生的科学实验能力、工程应用能力和综合创新能力,实施加强基础、注重素质、突出能力的人才培养模式,我们特组织编写了这本适用于高等学校非化学化工类各专业的《大学化学实验》教材。在实验教学内容的设置上,强调“抓准基础、瞄准前沿、突出工程、开放设计、因材施教”的指导思想。在实验教学方法和过程控制方面,要求真实记录实验现象和原始数据,注重“求真、求实、求准,适应、协作、创造”的化学实验素质培养。

本书由合肥工业大学化工学院工科化学教学组教师合编。各部分编写人员分别为：史成武(前言、实验须知、实验七)，蒋晓芬(实验一、实验四)，邱治国(实验二、实验三)，张海岩(实验五)，胡晓霞(实验六、实验八)，姚保知(实验九、附录)。

全书由史成武、胡晓霞、姚保知统稿定稿。

本书在编写过程中得到了合肥工业大学教务处、化工学院和浙江大学国家工科化学基地的大力支持，合肥工业大学出版社为本书的编辑出版做了大量的工作，在此谨向他们表示衷心的感谢。此外，本书编写时参考了许多兄弟院校的教材和公开出版的书刊中的有关内容，在此也向有关的作者和出版社表示深切的谢意。

由于编者水平有限，书中仍会有不妥甚至是错误之处，恳请有关专家和使用本书的读者及时指出，以便再版时修订。

合肥工业大学化工学院工科化学教学组

2004年2月1日

# 目 录

前言

实验须知	(1)
实验一 分析天平的使用	(3)
实验二 化学反应焓变的测定	(11)
实验三 化学反应速率与活化能	(19)
实验四 醋酸解离度和解离常数的测定	(29)
实验五 化学平衡及其移动	(35)
实验六 氧化还原与电化学	(43)
实验七 配位化合物	(55)
实验八 水质的检验	(65)
实验九 金属铝的表面处理——阳极氧化染色	(73)
附录 元素周期表	

# 实验须知

## 一、实验的程序与要求

1. 预习——实验前认真做好预习报告,并经指导教师检查签字后,方可进入实验室进行实验。没有预习报告不准进入实验室进行实验。

充分预习实验教材是保证做好实验的一个重要环节。预习时,应当明确实验的目的、内容、有关原理、操作方法以及注意事项等,并初步估计每一反应的预期结果。

2. 进行实验——实验过程中,必须如实将实验现象和数据直接记录在实验报告中,在实验结束后,请指导教师检查签字。

学生应遵守实验规则,注意安全,接受教师指导,按照实验教材上所指导的方法、步骤、要求以及药品的用量进行实验,细心观察,及时并如实记录实验现象和数据。同时,应深入思考,分析产生现象的原因。若有疑问,可相互小声讨论或询问指导教师。

由于试剂已按实验内容的先后次序从左到右依次排放在试剂架上,所以用滴管取放滴瓶中的试剂时,不要移动滴瓶,并注意将滴管及时放回原瓶中,不要放错。其他试剂瓶和仪器移动后,应及时放回原处。

3. 实验报告——实验报告应结论明确、文字简练、书写整洁。

实验完毕后,应在指定的时间内做好实验报告,由课代表收齐后交给指导教师。对于不合格的实验报告,教师可退还学生并要求重做。

## 二、实验室规则

1. 实验前请清点和检查仪器,如发现有损坏或缺少,应立即报告指导教师。未经教师同意,不能用别的位置上的仪器。

2. 实验时应注意安全,保持安静,集中思想,正确操作;仔细观察现象,如实记录结果,积极思考问题。

3. 实验时应保持实验室和台面清洁整齐。火柴梗、废纸屑、废液等分别投入废纸篓或倒入废液缸中,严禁投入或倒入水槽内,以防水槽和下水管道堵塞或腐蚀。注意保护环境。

4. 使用精密仪器时,应严格按照操作规程进行,要谨慎细致。如果发现仪器有故障,应立即停止使用,及时报告指导教师。

5. 实验完毕后应将玻璃仪器洗涤干净,放回原处。整理好台面,打扫干净水槽和地面,洗净双手,并请指导教师在预习报告和实验报告处签字。实验室内物品不得带出。

6. 若发生意外事故应保持镇静,不要惊惶失措。遇有烧伤、割伤时应立即报告指导教师,及时救治。

7. 每次实验前请课代表指定值日生,负责实验后整理药品、打扫卫生,并检查水、电、气和门窗,以保证实验室的整洁和安全。

### 三、实验室安全守则

化学实验室中有许多试剂具有易燃、易爆、腐蚀性和毒性等特性,存在着不安全的因素,所以进行化学实验时,思想上必须高度重视安全问题。每次实验前应掌握本实验的安全注意事项,在实验过程中严格遵守安全守则,避免事故的发生。

1. 不要用湿的手、物直接接触电源,水、电、气使用完毕后请立即关闭。

2. 加热试管时,不要将试管口对着自己或别人;也不要俯视正在加热的液体,以免液体溅出受到伤害。使用酒精灯时,应随用随点,不用时盖上灯罩。不要用已点燃的酒精灯去点燃别的酒精灯,以免酒精流出而引起失火。

3. 闻气体时,应用手轻拂气体,把少量气体扇向自己。能产生有刺激性或有毒气体的实验必须在通风橱内进行或注意实验室通风。

4. 具有易挥发和易燃物质的实验,都应在远离火源的地方进行。如乙醚、乙醇、丙酮、苯等有机物极易被引燃,使用时必须远离明火,在取用完毕后应立即盖紧瓶塞。

5. 所有试剂不得进入口中或接触伤口。洗液、浓酸、浓碱等具有强腐蚀性或有毒物质,应避免溅落在皮肤、衣服、书本上面,更应防止溅入眼睛里。剩余废液不能随便倒入下水道。

6. 禁止任意混合各种试剂药品,以免发生意外事故。

7. 实验室内严禁吸烟、饮食、穿拖鞋,严禁把食具带进实验室。实验完毕,必须洗净双手。



# 实验一 分析天平的使用

## 一、实验目的

1. 初步了解分析天平的基本构造。
2. 学习分析天平的使用方法,掌握使用分析天平的规则。

## 二、实验原理

分析天平是进行精确称量的仪器,一般能精确称量到  $0.0001\text{g}$ 。它的种类很多,结构上各有差异,但都是根据杠杆原理设计而制成。本实验着重介绍全机械加码及半机械加码电光分析天平。

### 1. 电光分析天平的基本构造(图 1)

#### (1)天平梁

天平梁是天平的“心脏”。梁上有三把三棱形的玛瑙刀,中间的刀口朝下,放在玛瑙平板的刀架上,是天平的支点;两端的刀口朝上,与蹬的玛瑙平板接触,用来悬挂天平盘。三把刀口的棱边位于同一水平面。梁的两端装有两个平衡调节螺丝,用来调整梁的平衡位置(即调节零点)。

#### (2)天平柱

天平柱位于天平的正中,柱的上方嵌有玛瑙平板,它与梁中间的玛瑙刀口接触。天平柱上部装有能升降的托梁架。天平不用时,用托梁托住天平梁,保护玛瑙刀口,免受磨损。

#### (3)蹬(又称吊耳)

蹬在天平梁的两端,主要是用来悬挂天平盘和空气阻尼器内筒。

#### (4)指针和标尺

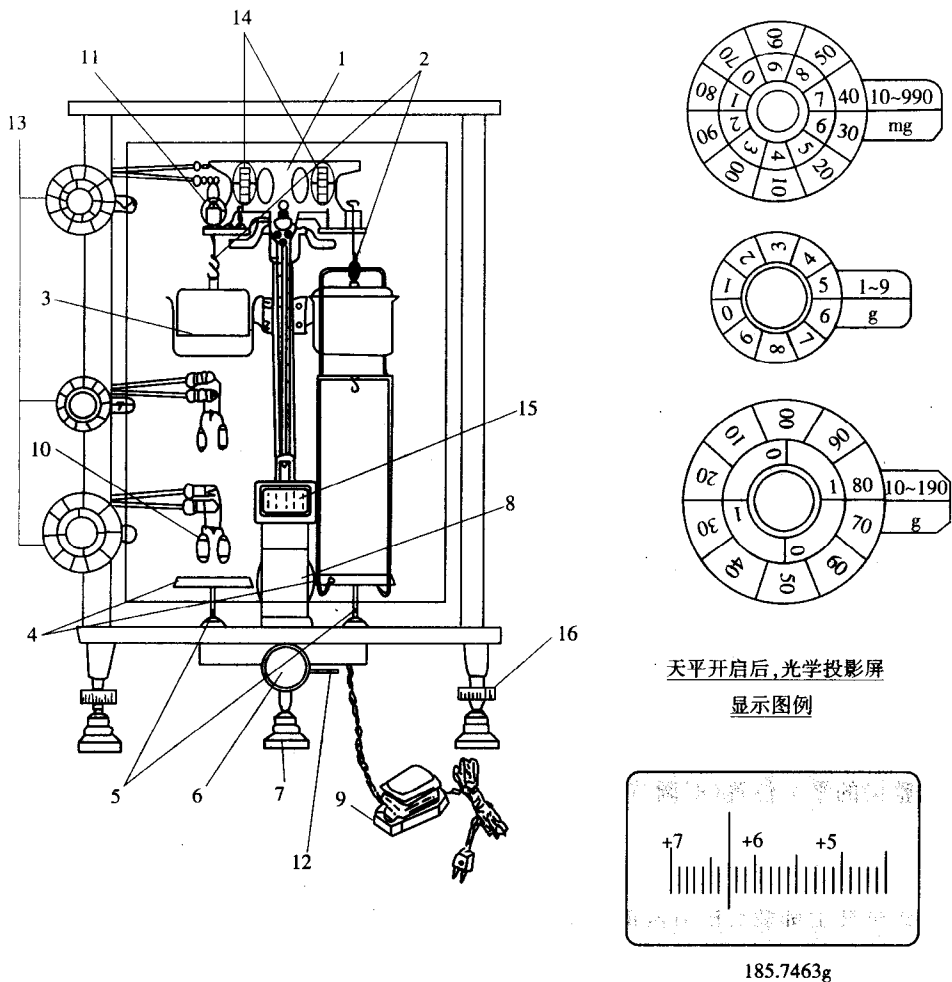
指针固定在天平的中央,当天平摆动时,指针的末端就带着天平下端的微缩标尺摆动。根据指针摆动的情况能判断天平的平衡状态。标尺的位置可通过投影屏直接看出。

#### (5)升降枢

升降枢是用以升降天平横梁的,是控制天平的工作状态或休止状态的旋钮。

## (6) 水平仪

水平仪是用以判断天平位置是否水平的。天平的水平状态可用两个天平足上的螺丝来调整。



天平开启后,光学投影屏  
显示图例

185.7463g

- 1—横梁 2—挂钩 3—阻尼器 4—称盘 5—盘托 6—升降枢 7—避震垫脚  
8—光学投影装置 9—变压器 10—克砝码(砝码) 11—环形毫克砝码(环码) 12—调屏拉杆  
13—机械加码指数盘 14—平衡螺丝 15—光学投影屏 16—调水平螺丝

图1 电光分析天平的基本结构

## (7) 天平盘

天平盘是用来放称量的物体和砝码的。

## (8) 空气阻尼器

空气阻尼器是由两个内外互相罩合而不相接触的金属圆筒组成。外筒固定在

天平柱上,内筒悬挂于蹬的悬钩上,利用筒内的空气阻力促使天平很快停止摆动。

#### (9) 光学投影装置

称量时转动升降枢接通电源,产生的光束透过指针下端的缩微标尺,并经光学放大,可以观察到微分标尺的刻度,偏转一大格相当于 1mg,偏转 1 小格相当于 0.1mg,因此在投影屏上能读出 0.1mg~10mg 范围内的读数值。投影屏下方还设有调屏拉杆,便于进行零点微调。

#### (10) 机械加码装置

全机械加码电光分析天平有三个机械加码指数盘旋钮,称量时分别旋转三个指数盘,可以将 0.010g~199.990g 范围内的砝码或环码加在承受架上,所加砝码或环码的质量可以直接在加码指数盘上读出。

半机械加码电光分析天平只有一个加码指数盘旋钮,可以将 10mg~990mg 范围内的环码加到承受架上,但 1g 以上砝码仍需用镊子夹取砝码盒中的砝码放在天平的右盘上。

注意:半机械加码装置安装在天平的右侧,而全机械加码装置安装在天平的左侧。

### 2. 主要技术规范

(1) 最大称量值:200g

(2) 分度值:0.1mg

(3) 机械加码范围:0.01g~199.99g(全机械加码),0.01g~0.99g(半机械加码)

(4) 光学读数范围:-10mg~10mg(全机械加码),0~10mg(半机械加码);每小格刻度值:0.1mg

### 3. 使用方法

(1) 称量前应检查天平的装置是否正常,如机械加码指数盘是否指示 0.00 位,砝码或环码是否齐全,有无跳落,还要检查天平是否水平。

(2) 调整零点,零点即为天平空载时的平衡点。接通电源,开启天平(顺时针旋转升降枢),此时灯泡亮,从投影屏上可以看到标尺的投影在移动。当天平停止摆动时,投影屏上的刻线与标尺的零点应恰好重合。若不重合,偏离较大时,可先关闭天平(逆时针旋转升降枢),再用天平梁上两端的平衡调节螺丝加以调节;偏离较小时,可在天平开启状态下,直接用投影屏下方的微动调屏拉杆进行调整,转动调屏拉杆,使标尺上零点与投影屏上的刻线重合为止。关闭天平,再打开,观察零点是否偏移,如果偏移,则重新调整。

#### (3) 物体称量

① 先将待测的物体在台式天平上粗略称量一下,然后打开天平的侧门,将物体

放在右盘的中央,关闭天平侧门。

②轻轻缓慢均匀地转动天平机械加码指数盘,加入和粗称时质量相等的砝码。

③开启天平,观察光学投影屏上的刻度偏移方向,判断该增加砝码或减少砝码,按关闭天平→增减砝码→开启天平→观察光学投影屏上的刻度次序,反复多次直至光学投影屏中的刻度静止在标尺范围以内有读数为止。

称量物质量按先从机械加码指数盘(从下向上,从里向外)读,再从光学投影屏内读数的顺序(见图1)直接记录在实验报告中(不必估读到小数点后第五位)。

在加砝码时应注意由大到小,先用内圈再用外圈。在增减砝码时可采用“减半加码法”。例如,加1g砝码偏重,则改加环码500mg;如果又偏轻,则加到750mg,以缩短称量时间。

#### (4) 固体试样的称取

①直接法 对于性质稳定,不易吸水的固体样品,可用直接法称量。称量时,将固体试样放在已称过质量的表面皿上或其他容器中,然后根据所需试样的质量,再用药匙将试样逐渐加到表面皿上或其他容器中,直到天平平衡为止。

②差减法 对于易吸湿或在空气中不稳定的试样,可用差减法称量。先在干燥的称量瓶中装一些试样,在天平上准确称量,设称得的质量为 $W_1$ ,再从称量瓶中倾倒入一部分试样于盛样容器中,然后再准确称量,设称得质量为 $W_2$ , $W_1 - W_2$ 即为所称出的试样质量。如果移出的试样过多,必须重称,而且移出的试样不能再倒回称量瓶中,而应倒入指定容器中。因此必须特别注意,一次不要移出过多,每次只能少量移出。经过多次移出,最后达到所要求的试样质量。

### 4. 分析天平的使用规则

(1)一切操作要小心,轻拿轻放,轻开轻关。

(2)当称量物品、加减砝码或环码、调整或修理天平时必须先关闭天平。标尺刻度移出投影屏也应立即关闭天平,以免损伤刀口。

(3)不能在天平盘上称热的或散发腐蚀性气体的物质,也不能将药品直接放在天平盘上。天平盘载量不能超过200g的最大称量范围。

(4)在使用机械加码指数盘时,一定要轻轻地逐档扭转,以免损坏机械加码装置或导致砝码或环码跳落。

(5)称量时,必须在天平门完全关闭后,再打开升降枢至最大位置进行称量,以免空气的流动导致天平摆动难以稳定下来。如果打开升降枢时发现投影屏上的标尺刻度快速偏向一方,则表示天平两侧质量差别较大,此时应立即关闭升降枢,并进行加减砝码或环码的操作。

(6)称量完毕,必须检查机械加码指数盘是否回到零位,天平梁是否托住,门是否关好。最后,罩好天平罩。

### 三、实验仪器和药品

#### 1. 仪器

分析天平(半机械加码或全机械加码电光分析天平)、台式天平(公用)及砝码、表面皿、药匙、干燥器、称量瓶、小烧杯。

#### 2. 药品

①镁条 ② $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ (草酸、固、分析纯)。

### 四、实验内容及操作步骤

#### 1. 天平零点的调整

按电光分析天平中所述的方法进行零点的调整。

#### 2. 镁条的称量

用台天平初称出表面皿的质量,再用分析天平精确称量出表面皿质量。

从干燥器中取出一段镁条(表面应呈白色光亮,如发暗,应先用砂纸将暗色的氧化膜擦去)。将镁条放在表面皿上,一起放在台天平上粗称一下质量。然后放在分析天平盘上用直接法称量。

#### 3. 草酸的称量

(1)配制  $100\text{cm}^3$ 、 $0.1000\text{mol} \cdot \text{dm}^{-3}$  草酸溶液所需  $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  的质量为称量的依据。

(2)从干燥器中取出装有草酸的称量瓶,先用台天平粗称一下重量,然后用分析天平按照计算所需的草酸质量用差减法称量,应称量到小数点后四位数。在称量时用倾倒入法将草酸移入洁净的烧杯中。



## 分析天平的使用

### 预习提要

专业、班级\_\_\_\_\_学号\_\_\_\_\_姓名\_\_\_\_\_日期\_\_\_\_\_成绩\_\_\_\_\_

1. 简述天平零点的调整步骤。

2. 哪些操作必须在天平关闭的状态下进行？

3. 旋转升降枢时,注意用力一定要轻缓,若发现指针有强烈的偏向某一侧的趋势时(此时眼睛应注意天平投影屏内标尺投影的移动速度),立即关闭升降枢。如果天平投影屏内刻度线指向标尺的正向(+),则说明是砝码重,还是称量物重?此时应加砝码,还是减砝码?如果指向标尺的负向(-)呢?在什么情况下可以进行读数?

## 分析天平的使用 实验报告

专业、班级 \_\_\_\_\_ 学号 \_\_\_\_\_ 姓名 \_\_\_\_\_ 日期 \_\_\_\_\_ 成绩 \_\_\_\_\_

### 1. 镁条的称量

	台式天平初称量(g)	分析天平精称量(g)
表面皿与镁条的质量( $A_1$ )		
表面皿的质量( $B_1$ )		
镁条的质量( $A_1 - B_1$ )		

### 2. 草酸的称量

	台式天平初称量(g)	分析天平精称量(g)
称量瓶与草酸的质量( $A_2$ )		
称量瓶与剩余草酸的质量( $B_2$ )		
草酸的质量( $A_2 - B_2$ )		

### 3. 结果分析与讨论

裁  
切  
线



## 实验二 化学反应焓变的测定

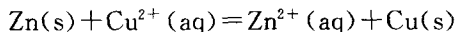
### 一、实验目的

1. 了解测定化学反应焓变的原理和方法。
2. 进一步练习分析天平、容量瓶的使用等基本操作。
3. 了解一元回归分析的方法,并运用计算机处理实验数据。

### 二、实验原理

化学反应通常是在恒压条件下进行的,此时反应的热效应叫做等压热效应,用  $Q_p$  表示。在化学热力学中,其数值等于反应的焓变,用  $\Delta H$  表示。热力学中规定,放热反应的焓变为负值,吸热反应的焓变为正值。

在 100kPa 及 298.15K 下,每摩尔下列反应



放出 216.8kJ 的热量,即该反应的标准摩尔焓变为  $-216.8\text{kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ 。通过设计一个合适的方案,测出该反应的热效应,就可以测定出反应的焓变。见图 2。

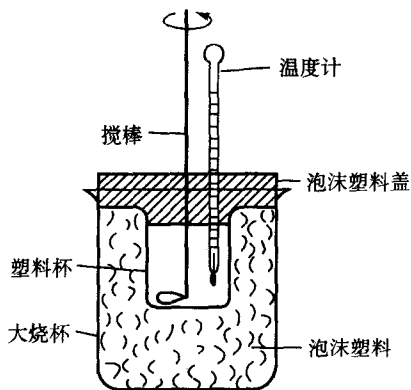


图 2 简易量热器

由溶液在反应前后的温度变化和溶液的比热容等数据,可以得到:

$$\Delta H = Q_p = -\Delta T \cdot c \cdot V \cdot d \cdot \frac{1}{n} \cdot \frac{1}{1000} \text{kJ} \cdot \text{mol}^{-1} \quad (\text{公式 1})$$