

高等学校教学用书

传 热 学

楊世銘 陈大燮編

水利电力出版社

53.8114

2000

C2

高等 学校 教学 用 书

传 热 学

楊世銘 陈大燮編

中华人民共和国教育部批准作为
高等工业学校动力机械系教学参考书

水利电力出版社

內 容 提 要

本書是按照教學大綱，並參考蘇聯 M. A. 米海耶夫著的“傳熱學基礎”，C. H. 蕭林著的“傳熱學”等書編寫成的。

本書內容共分十六章，首先介紹了傳熱學的研究對象及其在科學技術上的重要性；然後依次詳盡地敘述了熱傳導的基本概念及定律（導熱、對流換熱和輻射）等基本現象來得複雜的傳熱過程。本書還介紹了最新的科學成就：如高速流動時的對流放熱，管道內的蒸發等。本書在編成後，曾在交通大學試教過，並進行了修訂。

傳 熱 學

楊世銘 陳大燮編

*

1180 R249

水利電力出版社出版（北京西郊科舉路二號）

北京市書刊出版業營業許可證出字第 105 號

水利電力出版社印刷廠排印 新華書店發行

*

850×1168¹/₁₆開本 * 9¹/₂印張 * 238千字 * 定價（第10類）1.40元

1958年10月北京第1版

1958年10月北京第1次印刷（0001—3,900冊）

序 言

本書是根据現用高等工业学校动力类专业传热学的教学大纲編写的,原稿曾經兩次用作交通大学动力机械系各专业的教材。講授时数一次是64学时,另一次是50学时。我們的經驗指明,在64学时里学完全部内容并无困难,而在50学时的方案中部分章节必須省略。

在編写的过程中,我們特別注意貫徹“結合我国具体情况学习苏联先进科学”的精神:一方面从苏联教材,特别是M.A.米海耶夫和C.H.蕭林二氏編的教科書,汲取了大量的材料,另一方面又考虑到如何更易于我国学生所接受的叙述方法和編排。本書除了对編排的系统性方面給予很大的注意外,还可以指出下面一些特点:将不同的放热系統組織成一个完整的理論体系,不厭其煩地列出各种系統的微分方程式組,說明各个准則数的物理意义,以及广泛地利用边界层的概念来闡明放热过程的物理本質。

在本書編写的过程中,交通大学热工教研組的蔣淡安、张惠华、任行祥、譚連城、吳清金和赵冠春等同志提出了若干有益的意見,諸燮明同志在繪图和抄写方面化費了很多的劳动,我們在这里表示謝意。

我們的业务水平不高,編写教材的經驗很缺乏,不正确的地方恐所难免,尚請讀者們給予批評指教,以备本書有再版的机会时改正。

編 者 一九五八年六月

目 录

序 言

第一章 緒論 (6)

§ 1-1 传热学研究的对象及其在科学技术上的重要性..... (6)

§ 1-2 换热的基本方式..... (7)

§ 1-3 传热学简史及展望..... (8)

第二章 热传导的基本概念及定律..... (10)

§ 2-1 热传导过程..... (10)

§ 2-2 溫度場..... (11)

§ 2-3 傅立叶定律..... (13)

§ 2-4 导热系数..... (13)

§ 2-5 热传导的微分方程式..... (20)

§ 2-6 边值条件..... (23)

第三章 穩定热传导..... (24)

§ 3-1 平壁的热传导..... (24)

§ 3-2 圓筒壁的热传导..... (29)

§ 3-3 球壁的热传导..... (32)

§ 3-4 其他形状物体的热传导..... (33)

§ 3-5 表面溫度不均匀时的热传导..... (36)

第四章 对流换热的基本概念 (36)

§ 4-1 放热过程..... (36)

§ 4-2 放热系数..... (38)

§ 4-3 换热的微分方程式組..... (39)

§ 4-4 换热的單值性条件..... (44)

§ 4-5 边界层的概念..... (45)

第五章 相似理論..... (47)

§ 5-1 相似的概念..... (47)

§ 5-2 相似准則和相似定理..... (52)

§ 5-3	相似理論应用到对流換热的一个实例	(53)
§ 5-4	常用准則数的物理意义	(57)
§ 5-5	定性温度和定形尺度	(59)
§ 5-6	簡化公式和它的局限性	(62)
第六章 流体受迫运动时的放热 I —— 管内漕内及縱掠管		
	簇流动	(63)
§ 6-1	管内运动的特征	(63)
§ 6-2	湍流时的放热	(68)
§ 6-3	层流时的放热	(73)
§ 6-4	过渡状态的放热	(75)
§ 6-5	低 Pr 数介質管内流动时的放热	(76)
第七章 流体受迫运动时的放热 II —— 外掠物体		
§ 7-1	縱掠平板	(77)
§ 7-2	橫掠圓管	(80)
§ 7-3	橫掠管簇	(84)
§ 7-4	外掠圓球	(89)
§ 7-5	高速流动时的放热	(90)
第八章 流体自由运动时的放热		
§ 8-1	流体自由运动的特征	(92)
§ 8-2	无限空間中的自由运动放热	(94)
§ 8-3	有限空間中的自由运动放热	(101)
第九章 流体集态改变时的放热 I —— 蒸汽凝結		
§ 9-1	珠状凝結和膜状凝結	(104)
§ 9-2	膜状凝結放热的綜合关系	(106)
§ 9-3	液膜层流时平均放热系数的綜合公式	(109)
§ 9-4	部分液膜湍流时平均放热系数的綜合公式	(110)
§ 9-5	其他因素对凝結放热的影响	(113)
第十章 流体集态改变时的放热 II —— 液体沸騰		
§ 10-1	沫态沸騰与膜态沸騰	(119)

§ 10-2	汽泡的形成和成长	(120)
§ 10-3	大容器内沫态沸腾放热的综合关系	(127)
§ 10-4	其他因素对沸腾放热的影响	(136)
§ 10-5	临界热载荷	(138)
§ 10-6	膜态沸腾的放热	(139)
第十一章 热辐射的基本概念 I		(140)
§ 11-1	热辐射的本質	(140)
§ 11-2	辐射的吸收, 反射和穿透, 绝对黑体	(141)
§ 11-3	辐射力和辐射强度	(143)
§ 11-4	蘭貝特定律	(144)
§ 11-5	克希荷夫定律	(146)
§ 11-6	蒲朗克定律	(147)
§ 11-7	斯蒂芬-波尔茨曼定律	(149)
第十二章 热辐射的基本概念 II		(149)
§ 12-1	实际固体和液体的辐射和吸收, 灰体	(149)
§ 12-2	辐射能在吸收性介质内的传递	(153)
§ 12-3	气体的辐射	(156)
§ 12-4	火焰的辐射	(164)
第十三章 辐射换热		(166)
§ 13-1	本身辐射与有效辐射	(167)
§ 13-2	被解热体隔开的平行平面间的辐射换热, 遮热板	(168)
§ 13-3	被解热体隔开的空腔内物体与空腔内壁间的辐射换热	(171)
§ 13-4	被解热体隔开的二个任意面积间的辐射换热	(173)
§ 13-5	辐射换热的几何特征, 角系数的确定方法	(176)
§ 13-6	气体与外壳间的辐射换热	(185)
§ 13-7	炉内辐射	(188)
第十四章 传热和热绝缘		(192)
§ 14-1	复杂换热	(192)
§ 14-2	传热	(195)
§ 14-3	传热的增强	(204)

§ 14-4 热絕緣.....	(209)
第十五章 換热器	(212)
§ 15-1 換热器的基本原理.....	(212)
§ 15-2 間壁式換热器的平均溫差.....	(216)
§ 15-3 列管間壁換热器的設計.....	(220)
§ 15-4 間壁式換热器的驗算.....	(233)
§ 15-5 最經濟換热器的設計及換热器的效率.....	(238)
§ 15-6 換热器的模化實驗法.....	(239)
第十六章 不穩定热传导.....	(246)
§ 16-1 加热和冷却过程.....	(246)
§ 16-2 分析解法的概念.....	(249)
§ 16-3 有限差異图解法.....	(259)
§ 16-4 正規狀況法的概念.....	(262)
附录图表1-40	(269頁) — (302頁)

第一章 緒 論

§1-1 傳熱學研究的對象及其在科學技術上的重要性

傳熱學研究的對象是熱的傳播過程。換熱過程出現在各種不同的科學技術領域內，而且起着很大的作用。我們所遇到的實際問題不外乎兩種類型：第一類型是力求換熱的增強，如達到用最經濟的設備來交換一定量的熱；第二類型是力求換熱的削弱，如達到熱損失最小或改善勞動條件的目的。所有這些問題的解決都要求我們掌握換熱的規律。

應用傳熱學的范围是相當廣泛的，幾乎沒有一個工程領域內不要用到傳熱學，如動力、**建築**、冶金、機械製造、電工及化工都和傳熱學有着密切的關係。日常生活中，也隨時在應用傳熱學的規律。對於熱能動力設備的設計及運行，傳熱學更具有重大的實用價值。

先談第一類型的問題。按照热力学的理論，熱能動力系統包括兩個熱源：一個高溫一個低溫，和一個工作於這兩個熱源之間的热機。在這個系統的工作過程里載熱體(介質)常常變換，系統熱效率的提高就要求用儘可能小的溫差來把熱量從一個載熱體傳到另一個載熱體。這裡傳熱學起着決定性的作用。在蒸汽動力廠里熱量最初存在於燃氣(高溫熱源)之中。在鍋爐里燃氣將熱傳給蒸汽。蒸汽作功後進入凝汽器又把熱傳給冷卻水。冷卻水在通過冷卻塔時又將熱量傳給大氣(低溫熱源)。從燃氣到大氣載熱體變換了好幾次，處處要應用傳熱學的規律來處理。內燃機動力廠的情況與蒸汽動力廠不同，沒有載熱體的變換。燃氣直接作功，廢氣和廢熱一起排入大氣。但雖然如此，內燃機的設計和運行还是需要傳熱學的知識，因為氣缸壁必須依靠水或空氣冷卻保持在安全工作溫度之下。追求高熱效率的內燃機氣缸的輸出功率，就要在一定程度上取決於氣缸壁的有效冷卻。燃氣輪機動力廠和內燃

机动力厂的情况是类似的。燃气轮机热效率的提高有待于叶片冷却、转子冷却和加强换热器效率等问题的解决。

其次，再谈第二类型的問題。减少不必要的热损失对热力机械的效率亦有很大的影响。热力学第二定律告诉我们，一定量的热在高温时較低温时作功能力为大。因此蒸汽机汽缸和管道的保温是很重要的事情。此外，社会主义国家很重視高温車間防暑降温改善劳动条件的工作，这和热力設備的热絕緣与保温亦是分不开的。

因此，对于动力类的鍋炉，汽轮机，热能动力装置，以及制冷等专业，掌握传热学的規律有它特殊重要的意义。

§1-2 换热的基本方式

根据物理过程的不同，换热的作用可以区分为三种基本方式：热传导、对流的作用和輻射的作用。

热传导現象是指直接接触的物体各部分能量交换的現象。在液体和固体介电質中，能量轉移主要是依靠彈性波的作用；固体金屬則主要依靠自由电子的运动；气体則主要依靠原子或分子的运动。

对流現象只能在液体和气体中出现。它是指流体各部分发生相对位移而引起的热量交换。对于对流現象，流体的状态和运动的性質是非常重要的因素。对流現象总相伴有热传导的过程。

輻射是一种由电磁波来传播能量的現象。它与热传导和对流現象有着本質上的区别。它不仅要产生能量的轉移，而且还伴随着能量形式之間的轉化；从热能到輻射能，或者相反地从輻射能轉化为热能。

几种换热方式的常常同时出现，使得实际的换热过程很复杂。以蒸汽鍋炉为例，从燃气到沸水管的外表面(烟垢外表面)，热量的传播同时具备热传导、对流和輻射三种形式；从烟垢外表面通过烟垢层、沸水管的管壁、水垢层到沸水管内表面(水垢内表面)的热量的传递完全依靠热传导；最后从水垢内表面到水流

就依靠对流及热传导。由此可见，实际换热的过程往往是三种基本方式的复杂组合。在实际计算里，对于这一类复杂的过程，有时就给它一些专门的名词，把它当作一个整体来看待。例如，把热量从一流体穿过间壁传往另一流体的过程叫做“传热过程”。

本课程将首先依次讨论三个基本换热方式的规律，其次讨论传热过程的规律，再次讨论这些规律的应用；换热器的计算。

§1-3 传热学简史及展望

传热学说是M. B. 罗蒙诺索夫(1760)所奠基的关于热的一般学说的一部分。在18世纪和19世纪里，热学作为物理学的一部分而日益发展起来，它研究了一些普遍的原理，其中也包括着热的传播的各种问题，先后出现了热传导，对流换热和热辐射的计算公式：

热传导：傅立叶(1822)公式

$$Q = \lambda \frac{F \Delta t}{L} \text{“大卡/小时”} \quad (1-1)$$

对流换热：牛顿(1702)及黎赫曼(1711—1753)公式

$$Q = \alpha F \Delta t \text{“大卡/小时”} \quad (1-2)$$

热辐射：斯蒂芬(1879)波尔茨曼(1884)公式

$$Q = \sigma F T^4 \text{“大卡/小时”} \quad (1-3)$$

式中 λ 为导热系数，“大卡/(公尺)(小时) $^{\circ}\text{C}$ ”；

α 为放热系数，“大卡/(公尺) 2 (小时) $^{\circ}\text{C}$ ”；

σ 为辐射常数，“大卡/(公尺) 2 (小时) $(^{\circ}\text{K})^4$ ”。

不过，由于蒸汽机，接着是汽轮机和内燃机的相继出现，这一段时期的注意力都被吸引在热变功的一类问题上。在19世纪末，随着技术的发展和单个发动机功率的提高，传热过程在热机中的作用显得愈来愈重要。同时，建筑、冶金、制冷、机械制造和电工等其他技术部门都开始对换热现象注意起来。

在本世纪初叶，虽然传热问题的研究已得到一些成绩，但一般说来，传热的学说还处在萌芽的状态，特别在对流换热方面只

不过彙集了某些个别的經驗数据罢了。传热学說的发展成为一門独立的科学还是近几十年內的事情。

相似理論的确立，使传热学說的发展获得了可靠的基础。B.Л.基尔比切夫(1845—1913)，M. B.基尔比切夫(1923)和A. 費傑尔曼(1911)在俄国，W.努謝尔特(1910)在德国，均已在很早就研究相似理論。最近几十年来相似理論获得了很大的发展，已經成为一套关于研究、修訂和綜合实验数据的一般方法論。藉助于相似理論，换热方面的已有数据都重新經過审定和修正整理成明确的系統。在苏联，并且以相似理論为基础創造了“热模化”的理論。其次，近几十年来物理学上的成就，特别是对流体的层流和湍流情况的研究和边界层理論的逐漸充实，更深刻地闡明了对流换热过程的物理本質，也促进了传热学說更进一步的发展。現在，传热学已成為一門独立的科学，与热力学共同組成热工学的理論基础。

技术科学的不断发展对传热学說提出了更高的要求，提出了很多新的課題。例如：低 Pr 数介質的放热規律，原子能换热器的設計和运行，新型紧凑式换热器效率的改进，管内沸騰，燃气輪机叶片及轉子的冷却，高速及稀薄气体中的换热的規律，炉膛輻射的計算等等，都是需要进一步研究解决的問題。

在整个传热学的領域里，我国学者的論文还不多，一些重要的項目尚是空白点；但在某些項目上我国学者已作出一些有价值的貢獻，例如：

- 顧毓珍⁽¹⁾ 研究了管内流动的速度分布及温度分布；
- 陳启元⁽²⁾ 作了套管夾层中层流时放热的实验；
- 周培源⁽³⁾ 研究了湍流的理論；
- 曹友德⁽⁴⁾ 作了多种有机物蒸汽凝結放热的实验；
- 胡 宁⁽⁵⁾ 研究了湍流的速度分布；
- 錢学森⁽⁶⁾ 研究了稀薄气体中的换热問題；
- 王启德⁽⁷⁾ 分析了管内流动时的速度分布；
- 楊世銘⁽⁸⁾ 研究了膜狀凝結放热的理論，低 Pr 数介質凝結放

热的理論：

朱葆琳⁽⁹⁾ 作了填充床层温度分布的分析。

我国的社会主义制度为科学研究創造了許多有利的条件。在中国共产党和政府的领导下，我国第一批传热實驗室正在建立起来。随着国民經济的不断成长，科学研究的广泛展开，我国传热学說的理論和实验方面将获得迅速而全面的发展。

参考文献

- (1) 顧毓珍 M.I.T. 科学博士論文, 1932; 華东化工学院学报I, 78, 1957.
- (2) 陈启元等 Trans. A.S.M.E. 68, 99, 1940.
- (3) 周培源 中國物理学报4, 1, 1940及物理学报13, 3, 1957.
- (4) 曹友德 Univ. of Michigan 博士論文1941.
- (5) 胡宁 中國物理学报5, 1, 1944.
- (6) 錢学森 J.A.S. 13, 653—664, 1946.
- (7) 王启德 J. Applied Mechanics 13, P.A—77, 1946.
- (8) 楊世銘 I.I.T. 博士論文1953, 机械工程学报, 5, 41及235, 1957.
- (9) 朱葆琳 王学松 化工学报1, 51, 1957.

第二章 热傳導的基本概念及定律

§2-1 热傳導过程

热传导过程的本質是分子、原子和自由电子动能的轉移。其机构对于气体、液体和固体来講，是各不相同的。在固体中金屬与非金屬，晶体与非晶体，又具有很大的差别。液体中的导电液体与非导电液体，差别也很大。茲分別予以說明。

在气体中，热传导是分子运动的动能轉移的現象。分子相互碰撞，經過碰撞的接触面，直接把动能传递过去。分子的动能从高速分子传给低速分子，也就是热能从高温分子传给低温分子。

非金屬固体中的晶体，是由其原子在其晶格內的振动所产生的振波来作热传导的。振动有規則的在其平衡位置发生，在一个較长的時間內，其平衡位置是固定着的。非晶体中，除了原子的

振波而外，还同时有分子的移动。这时，在小空间和时间的范围内，有规则的振波是存在着的，而且仍对热传导起着主要的作用。所谓小空间和时间的范围，是指着振动的平衡位置有间歇性的移动，而且有规则振动的传播。由于原子分佈的不规则性，在空间上有其限度。

金属固体中除了原子振动之外，自由电子的直接碰撞，也产生热传导，而后者在良导体中，对热传导所起的作用，可能百倍于前者。

液体中的热传导机构，一般讲来，是介于气体与固体之间，而且还是比较接近于固体的，即仍在小的时间与空间范围内，保持其有规则的振动。对电为不良导体的液体，由振波及分子的移动来产生热传导，导电良好的液体，由自由电子的移动，原子振波及分子移动来产生热传导。

建筑材料与绝缘材料，很多是带有孔的固体，是固体与气体的混合物。影响它们热传导的因素，要更复杂一些。

§2-2 温度场

热传导过程是依靠温度的差别而产生的。所以在研究热传导的过程时，必须知道物体的温度分佈。一般讲来物体的温度分佈又可能是时间的函数，所以才可表达成下列形式：

$$t = f(x, y, z, \tau), \quad (2-1)$$

式中 x, y, z 为空间座标， τ 为时间座标。

某一瞬间空间一切点的温度分佈称为温度场；场内任何点的温度不随时间而变动的温度场称为稳定温度场；随时间而变动的称为不稳定温度场，在稳定温度场中，

$$t = \Phi(x, y, z,); \quad \frac{\partial t}{\partial \tau} = 0. \quad (2-2)$$

具有稳定温度场的热传导称为稳定热传导。在一般情况下，当 $\tau \rightarrow \infty$ 时，不稳定温度场，渐近于稳定温度场。

物体中的温度场可以是三向的、二向的和一向的，即三向上

都有温度变化、二向上有温度变化和仅只一向上有温度变化。垂直于无限大平面的热传导温度场，是一向温度场的例子。球体及圆柱体中的导热有时也可以作为一向热传导看待。一向热传导时，其温度场的式子为：

$$t = \varphi(x, \tau); \quad \frac{\partial t}{\partial y} = \frac{\partial t}{\partial z} = 0. \quad (2-3)$$

一向而又稳定的温度场，其式子为：

$$t = \psi(x); \quad \frac{\partial t}{\partial y} = \frac{\partial t}{\partial z} = \frac{\partial t}{\partial \tau} = 0. \quad (2-4)$$

温度场中同瞬间的等温点相连接成为等温面。等温面与其它任一平面相交成一等温线。不同的等温面，可与同一平面相交，成为后一平面上族的等温线。当温度场为一向时，所有的等温面，与所有平行于导热方向的平面相交所成的等温线族是相同的，因此与任一个这样的平面相交所成的等温线族，就可以完全代表各个等温面。对于内外两表面各维持恒温的圆柱体来说，任何垂直于中心线的平面上的等温线族就是如此。

等温面之间，以及等温线之间是不会相交的，在连续的温度场内，等温面和等温线也是不会中断的。

在等温面的结线方向，单位长度的温度变量最大。

温度梯度是等温面法线方向上单位长度的温度增加量，它是一个向量，即：

$$\text{grad } t = n_0 \frac{\partial t}{\partial n}. \quad (2-5)$$

式中 \vec{n}_0 表示单位向量， $\frac{\partial t}{\partial n}$ 表示温度在法线方向上的导数。温度梯度在空间三个主轴上的分量，等于其相对应的偏导数，即：

$$\text{grad } t = \vec{i} \frac{\partial t}{\partial x} + \vec{j} \frac{\partial t}{\partial y} + \vec{k} \frac{\partial t}{\partial z}. \quad (2-6)$$

式中 \vec{i} 、 \vec{j} 、 \vec{k} 表示三个主轴上的三个单位向量。

温度势或温度降度为温度梯度的负值，即：

$$\vec{E} = -\text{grad } t. \quad (2-7)$$

热的传导方向，与温度梯度的方向相反，而与温度降度的方向相一致，参看图2-1。

§2-3 傅立叶定律

在纯热传导的现象中，所传导的热量，是与温度降度，时间，垂直于导热方向的截面面积成正比的。以算式表示，对微元长度 dn 而言，单位时间内通过单位面积的热量是：

$$\vec{q} = -\lambda \text{grad } t = -\lambda n_0 \frac{\partial t}{\partial n} \quad (2-8)$$

或对数量来说 $q = -\lambda \frac{\partial t}{\partial n} \quad (2-8a)$

是謂傅立叶定律。此单位时间内，单位面积所通过的热量 \vec{q} 称为热流量。根据热力学第二定律，热流量应是与温度梯度相反的向量。它的工程单位是“大卡/(公尺)²(小时)”。 λ 是单位时间内经过单位面积，每单位温度降度的热流量，称为导热系数。导热系数的工程单位是“大卡/(公尺)²(小时) $^{\circ}\text{C}/\text{公尺}$ ”(或“(大卡)/(公尺)(小时) $^{\circ}\text{C}$ ”)。导热系数是一个物质的物理性能，对于不同的物质，导热系数是各不相同的。在同一物质内，导热系数还要随着物质的压力，温度，及其他有关因素而变异。因为上式是对微元长度写的，所以对于变导热系数，也是适用的。

当 λ 为常数时，在一向导热的场合下，傅立叶定律成为 $q = -\lambda \frac{\partial t}{\partial x} = -\lambda \frac{t_2 - t_1}{x_2 - x_1}$ 。如 λ 并非常数，往往可用 $\lambda = \lambda_0(1 + bt)$ 的关系求解。在实际计算中，导热系数的数值是取物体两极端温度数值的算术平均值，并把它当作常数处理。这种方法对于稳定热传导基本上也是合理的。

§2-4 导热系数

导热系数是物质的一个物性参数，因此，不同的物质有不同

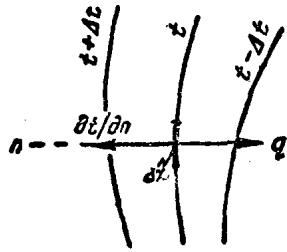


图2-1

的导热系数。导热系数的数值，各种不同的物质，相差很大，在 0°C 时，根据已确定的数值，范围是 $360\sim 0.0057$ “大卡/(公尺)²(小时) $^{\circ}\text{C}$ /公尺”，如表2-1所示。

表2-1 各种物质在 0°C 时的 λ ，“大卡/(公尺)²(小时) $^{\circ}\text{C}$ /公尺”

銀	360	石英(熔化的)	1.65
鋁	197	玻璃	0.903
鋅	97	水	0.476
鐵	63	二烷基酒精	0.157
氧化鎂	36	氫	0.157
石英(平行于晶軸)	16.5	揮发油	0.128
三氧化二鋁	9	空气	0.022
大理石	2.4	五炭烷	0.011
冰	1.91	哥罗仿(气体)	0.0057

λ 随着温度的变化很大，所以360并不是最高的数字，如结晶的铜，在 20°K 时，比 0°C 时的数值还要大几十倍。一般讲来，因为导热是与分子，原子，自由电子的运动有关的，所以温度愈高，如无其他原因， λ 也应愈高。对于同一种物质影响 λ 值的因素，除了温度而外，主要还有压力，结晶体中的晶状及方向，金属中的杂质，亦即 λ 的数值，也与物质的结构有关。物体的结构愈紧凑，原子的排列愈有秩序， λ 也应愈大。

在室温下， λ 的数值一般具有以下特性：(1)同一物质，结晶体大于非晶体；(2)结晶体及纤维体中的 λ 与传热的方向有关；(3)因结晶的结构不同， λ 也不同；(4)结晶体中的化学杂质，要大大的降低 λ 的数值；(5)同一物质，固体的 λ 要大于液体的 λ ；(6)同一物质，液体的 λ 要大于气体的 λ 。

因为气体，固体，液体的导热机构是不相同的，影响导热系数的因素和导热系数的数值，也不相同，兹分别予以说明。

甲、气体的导热系数：气体是主要由分子的移动及其相互碰撞来产生传导的。按照理想气体分子运动的理论，气体中热传导的强度，决定于气体的平均自由行程 \bar{l} 及分子运动的平均平方速度 $\bar{\omega}$ ，即