

化工原理习题集卡片

题型	填空	难度	易	章节	第四章第一节
页码	上册 P157、 158	知识点	一般	分值	3
试题： 传热的基本方式有_____、_____和_____三种。					
答案与评分标准 热传导 热对流 热辐射 （每个空 1 分，共 3 分）					

化工原理习题集卡片

题型	填空	难度	中	章节	第四章第二节
页码	上册 P161	知识点	次重点	分值	3
试题： 导热系数的物理意义是_____，它的单位是_____。					
答案与评分标准 单位温度梯度下的热传导通量（2分），$W/(m \cdot ^\circ C)$(1分)（共3分）					

化工原理习题集卡片

题型	填空	难度	易	章节	第四章第二节
页码	上册 P161	知识点	次重点	分值	2
试题： 各种物体的导热系数大小顺序为_____。					
答案与评分标准 金属λ > 非金属固体λ > 液体λ > 气体λ。（2分）					

化工原理习题集卡片

题型	填空	难度	中	章节	第四章第三节
页码	上册 P167	知识点	次重点	分值	2
试题： 在湍流传热时，热阻主要集中在_____，因此，减薄该层的厚度是强化_____的重要途径。					
答案与评分标准 滞流内层 对流传热（每个空 1 分，共 2 分）					

化工原理习题集卡片

题型	填空	难度	中	章节	第四章第三节
页码	上册 P168	知识点	次重点	分值	3
试题： 对流传热速率方程的表达式为_____，其中温度差代表_____。					
答案与评分标准 $Q = \alpha S \Delta t$ (1 分)， 流体与壁面（或反之）间温度差的平均值（2 分） （共 3 分）					

化工原理习题集卡片

题型	填空	难度	中	章节	第四章第四节
页码	上册 P175	知识点	重点	分值	4
试题： 在间壁式换热器中，间壁两边流体都变温时，两流体的流动方向有_____、_____、_____和_____四种。					
答案与评分标准 并流 逆流 错流 折流（每个空 1 分，共 4 分）					

化工原理习题集卡片

题型	填空	难度	中	章节	第四章第五节
页码	上册 P183	知识点	次重点	分值	5
试题：对流传热系数的主要影响因素有（1）_____（2） （3）_____（4）_____（5）_____。					
答案与评分标准： 1、流体的种类和相变化的情况 2、流体的性质 3、流体流动的状态 4、流体流动的原因 5、穿热面的形状、分布和大小 （每个空 1 分，共 5 分）					

化工原理习题集卡片

题型	填空	难度	中	章节	第四章第五节
页码	上册 P185	知识点	重点	分值	3
试题： 无相变时流体在圆形直管中作强制湍流传热，在$\alpha = 0.023 \lambda / d_i Re^{0.8} Pr^n$公式中，$n$ 是为校正_____的影响。当流体被加热时，n 取_____，被冷却时 n 取_____。					
答案与评分标准 热流方向 0.4 0.3 （每个空 1 分，共 3 分）					

化工原理习题集卡片

题型	填空	难度	较难	章节	第四章第四节
页码	上册 P173	知识点	重点	分值	2
试题： 某化工厂，用河水在一间壁式换热器内冷凝有机蒸汽，经过一段时间运行后，发现换热器的传热效果明显下降，分析主要原因是_____。					
答案与评分标准 传热壁面上形成污垢，产生附加热阻，使 K 值下降。（2 分）					

化工原理习题集卡片

题型	填空	难度	中	章节	第四章第四节
页码	上册 P174	知识点	重点	分值	1
试题： 当管壁及污垢热阻可忽略时，薄管壁求 K 公式可简化为：$\frac{1}{K} = \frac{1}{\alpha_0} + \frac{1}{\alpha_1}$ 此时若 $\alpha_0 \ll \alpha_1$，则有_____。					
答案与评分标准 $K \approx \alpha_0$（1分）					

化工原理习题集卡片

题型	填空	难度	中	章节	第四章第五节
页码	上册 P184	知识点	重点	分值	4
试题： 努塞尔特准数 Nu 表示_____的准数，其表达式为_____，普兰特准数 Pr 表示_____的准数，其表达式为_____。					
答案与评分标准 对流传热系数 $Nu = \frac{\alpha l}{\lambda}$ 物性影响 $Pr = \frac{C_p \mu}{\lambda}$ （每个空 1 分，共 4 分）					

化工原理习题集卡片

题型	填空	难度	易	章节	第四章第五节
页码	上册 P192	知识点	一般	分值	2
试题： 蒸汽冷凝有_____和_____两种方式。					
答案与评分标准 膜状冷凝 滴状冷凝（每个空 1 分，共 2 分）					

化工原理习题集卡片

题型	填空	难度	中	章节	第四章第四节
页码	上册 P173	知识点	重点	分值	4
试题： 总传热系数的倒数 $\frac{1}{K}$ 代表_____，提高 K 值的关键是_____。					
答案与评分标准 间壁两侧流体间传热的总热阻 设法减小起决定作用的分热阻 (每个空 2 分，共 4 分)					

化工原理习题集卡片

题型	填空	难度	较难	章节	第四章第 4、7 节
页码	上册 P174\212	知识点	重点	分值	2
试题： 在卧式管壳式换热器中，用饱和水蒸气加热原油，则原油宜走____程，而总传热系数 K 接近于_____的对流传热系数。					
答案与评分标准 管 原油（每个空 1 分，共 2 分）					

化工原理习题集卡片

题型	填空	难度	易	章节	第四章第七节
页码	上册 P205	知识点	一般	分值	4
试题： 在管壳式换热器中，当两流体的温差超过_____时就应该采取热补偿措施。 其基本形式有_____、_____和_____。					
答案与评分标准 50℃ 带补偿圈的固定管板式 U 型管式 浮头式 (每个空 1 分，共 4 分)					

化工原理习题集卡片

题型	填空	难度	易	章节	第四章第七节
页码	上册 P204\207\208	知识点	一般	分值	4
试题： 写出四种间壁式换热器的名称_____、_____、_____及_____。					
答案与评分标准 套管式、管壳式、平板式、翅片管式（每个空 1 分，共 4 分）					

化工原理习题集卡片

题型	选择	难度	中	章节	第四章第七节
页码	上册 P204\205\208	知识点	一般	分值	1
试题： 两流体可作严格逆流的换热器是() A 板翅式换热器 B U型管式列管换热器 C 浮头式列管换热器 D 套管式换热器					
答案与评分标准 D(1 分)					

化工原理习题集卡片

题型	选择	难度	中	章节	第四章第四节
页码	上册 P174	知识点	重点	分值	1
试题： 管壁及污垢热阻可略,对薄管壁来说,当两流体对流体热系数相差悬殊时(如 $\alpha_i \gg \alpha_0$),为有效提高 K 值, 关键在于 () A 提高 α_i B 提高 α_0 C 减小垢层热阻 D 提高管内流体流量					
答案与评分标准 B(1 分)					

化工原理习题集卡片

题型	选择	难度	中	章节	第四章第 2 节
页码	上册 P163	知识点	次重点	分值	2
试题： 双层平壁定态热传导，两层壁厚面积均相等，各层的导热系数分别为 λ_1 和 λ_2，其对应的温度差为 Δt_1 和 Δt_2，若 $\Delta t_1 > \Delta t_2$，则 λ_1 和 λ_2 的关系为（ ） A $\lambda_1 < \lambda_2$ B $\lambda_1 > \lambda_2$ C $\lambda_1 = \lambda_2$ D 无法确定					
答案与评分标准 A(2 分)					

化工原理习题集卡片

题型	选择	难度	中	章节	第四章第二节
页码	上册 P161	知识点	次重点	分值	1
试题： 空气、水、铁的导热系数分别是λ_1、λ_2和λ_3，其大小顺序是（ ） A $\lambda_1 > \lambda_2 > \lambda_3$ B $\lambda_1 < \lambda_2 < \lambda_3$ C $\lambda_2 > \lambda_3 > \lambda_1$ D $\lambda_2 < \lambda_3 < \lambda_1$					
答案与评分标准 B(1 分)					

化工原理习题集卡片

题型	选择	难度	较难	章节	第四章第三节
页码	上册 P168	知识点	重点	分值	2
试题： 对流体热速率=系数×推动力，其中推动力是（ ） A 两流体的温度差 B 流体与壁面（或反之）间的温度差 C 同一流体的温度差 D 流体的速度差					
答案与评分标准 B(1 分)					

化工原理习题集卡片

题型	选择	难度	中	章节	第四章第五节
页码	上册 P184	知识点	重点	分值	1
试题： 计算液体无相变时在圆直管内对流传热系数，若可采用公式 $Nu = 0.023Re^{0.8} p_r^n$，式中指数 n 为（ ） A 0.4 B 0.3 C 被加热时为 0.4，被冷却时为 0.3 D 被加热时为 0.3，被冷却时 0.4					
答案与评分标准 C(1 分)					

化工原理习题集卡片

题型	选择	难度	较难	章节	第四章第五节
页码	上册 P184	知识点	重点	分值	2
试题： 水在无相变时在原址观众强制湍流，对流传热系数α_i为 1000W/(m². °C) 若将水的流量增加 1 倍，而其他条件不变，则α_i为 () A 2000 B 1741 C 不变 D 500					
答案与评分标准 B (2 分)					

化工原理习题集卡片

题型	选择	难度	难	章节	第四章第四节
页码	上册 P175/176	知识点	重点	分值	2
试题： 对间壁两侧流体一侧恒温,另一侧变温的传热过程,逆流和并流时 Δt_m 大小为 () A $\Delta t_{m逆} > \Delta t_{m并}$ B $\Delta t_{m逆} < \Delta t_{m并}$ C $\Delta t_{m逆} = \Delta t_{m并}$ D 无法确定					
答案与评分标准 C(2 分)					

化工原理习题集卡片

题型	判断	难度	中	章节	第四章第二节
页码	上册 P161	知识点	次重点	分值	1
试题： 保温材料应采用导热系数小的材料制作()					
答案与评分标准 (对) (1 分)					

化工原理习题集卡片

题型	判断	难度	较难	章节	第四章第一节
页码	上册 P158	知识点	重点	分值	1
试题： 管壳式换热器的传热面积既是管子截面积,可按照 $S = n \frac{\pi}{4} d_i^2$ 来计算()					
答案与评分标准 (错)(1 分)					

化工原理习题集卡片

题型	判断	难度	中	章节	第四章第三节
页码	上册 P167	知识点	次重点	分值	1
试题： 在对流传热时，热阻主要集中在缓冲层（ ）					
答案与评分标准 （错）（1分）					

化工原理习题集卡片

题型	判断	难度	中	章节	第四章第五节
页码	上册 P184	知识点	重点	分值	2
试题： 努塞尔特准数的表达式为 $Nu = \frac{\alpha \mu}{\lambda}$ ()， 普兰特准数的表达式为 $Pr = \frac{C_p \mu}{\lambda}$ ()					
答案与评分标准 (错)(对) (每个 1 分，共 2 分)					

化工原理习题集卡片

题型	判断	难度	中	章节	第四章第二、三、四节
页码	上册 P161 / 169 / 171	知识点	重点	分值	1
试题： 导热系数λ，对流传热系数α及总传热系数K都是表征物质性能的参数（）					
答案与评分标准 （错）（1分）					

化工原理习题集卡片

题型	判断	难度	中	章节	第四章第四节
页码	上册 P174	知识点	重点	分值	1
试题： 对于符合 $K \approx (\frac{1}{\alpha_1} + \frac{1}{\alpha_2})^{-1}$ 情况来说,若 $\alpha_1 \ll \alpha_2$ 时,要提高 K 值时则主要用提高 α_1 的值 ()					
答案与评分标准 (对) (1 分)					

化工原理习题集卡片

题型	判断	难度	中	章节	第四章第二节
页码	上册 P161	知识点	次重点	分值	1
试题： 换热器应采用导热系数大的材料来制造（ ）					
答案与评分标准 （对）（1 分）					

化工原理习题集卡片

题型	判断	难度	中	章节	第四章第七节
页码	上册 P212	知识点	一般	分值	2
试题： 管壳式换热器设计时，腐蚀性的流体宜走管程（ ），而饱和水蒸气冷凝时宜走壳程（ ）					
答案与评分标准 （对）（对） （每个 1 分，共 2 分）					

化工原理习题集卡片

题型	简答	难度	中	章节	第四章第一三节
页码	上册 P157/167	知识点	重点	分值	6
试题： 何谓热对流？它又可分为哪两类？何谓对流传热？					
答案与评分标准 答：热对流是指流体中质点发生相对位移而引起的热量传递。（2分），它又可分为强制对流和自然对流两类（1分）。通常，对流传热是指流体与固体壁面间的传热过程，它是热对流和热传导的结合（3分）（共6分）					

化工原理习题集卡片

题型	简答	难度	中	章节	第四章第一节
页码	上册 P158	知识点	次重点	分值	4
试题： 管壳式换热器主要由那些部件所构成？它的传热面积如何计算？					
答案与评分标准 答：管壳式换热器主要由壳体、管束、管板、挡板和封头等部件构成。（3 分） 传热面积 $S = n\pi dL \text{ m}^2$ (1 分)（共 4 分）					

化工原理习题集卡片

题型	简答	难度	易	章节	第四章第一节
页码	上册 P159	知识点	一般	分值	4
试题： 何谓定态传热？有什么特点？					
答案与评分标准 答：在传热系统（如换热器）中温度分布不随时间而变的传热过程称为定态传热，（2 分）它的特点是通过传热表面的传热速率为常量（2 分）（共 4 分）					

化工原理习题集卡片

题型	简答	难度	中	章节	第四章第二节
页码	上册 P160	知识点	重点	分值	6
试题： 傅立叶定律的表达式如何？简述式中各项含义及单位。					
答案与评分标准 答：傅立叶定律的表达式为 $dQ = -\lambda ds \frac{\partial t}{\partial n}$ （2 分） 式中：Q-----热传导速率，W $\frac{\partial t}{\partial n}$ -----温度梯度，℃/m S-----等温表面的面积，m² λ -----比例系数，称为导热系数 w/(m²·c) 负号表示热流方向总是和温度梯度的方向相反（4 分）（共 6 分）					

化工原理习题集卡片

题型	简答	难度	中	章节	第四章第二节
页码	上册 P165	知识点	次重点	分值	4
试题： 圆筒壁的定态热传导与平壁的定态热传导有何区别？					
答案与评分标准 答：圆筒壁热传导与平壁热传导的区别是圆筒壁的传热面积不是常量，是随半径而变的，且温度也是沿半径方向变化的。					

化工原理习题集卡片

题型	简答	难度	中	章节	第四章第三节
页码	上册 P168	知识点	次重点	分值	5
试题： 写出当采用平均对流传热系数时的对流传热速率方程，并说明各量的含义及单位。					
答案与评分标准 答：当采用平均对流传热系数时，对流传热速率方程可表示为 $Q = \alpha S \Delta t$ （1分） Q：通过传热面积 S 的对流传热速率，W （1分） α：平均对流传热系数 $W/(m^2 \cdot ^\circ C)$ （1分） S：对流传热面积 m^2 (1分) Δt:流体与壁面（或反之）间温度差的平均值$^\circ C$ (1分)(共5分)					

化工原理习题集卡片

题型	简答	难度	中	章节	第四章第三节
页码	上册 P169	知识点	重点	分值	6
试题： 对流传热系数的物理意义是什么？它的单位是什么？它与导热系数有何不同？					
答案与评分标准 答：由 $\alpha = \frac{Q}{S\Delta t}$ 可知，对流传热系数 α 表示在单位温度差下单位传热面积的对流传热速率，其单位为 $W/(m^2\cdot^\circ C)$, α 越大，表示对流传热越快。（4 分） 它与导热系数 λ 不同，它不是物性，而是受多种因素影响的一个参数。（2 分） （共 6 分）					

化工原理习题集卡片

题型	简答	难度	中	章节	第四章第四节
页码	上册 P171/178	知识点	重点	分值	6
试题： 总传热系数 K 的物理意义是什么？影响 K 值的主要因素有哪些？在设计换热器时，K 值有哪些来源？					
答案与评分标准 答：K 的物理意义是：K 在数值上等于单位传热面积、单位温度差下的传热速率。（2 分） 影响 K 值的主要因素有流体的物性、操作条件和换热器的类型（2 分）。 在设计换热器时，K 值的来源主要有：（1） 选用生产实际的经验值 （2） 实验查定 （3） 计算 K 值（2 分） （共 6 分）					

化工原理习题集卡片

题型	简答	难度	中	章节	第四章第四节
页码	上册 P172	知识点	重点	分值	6
试题： 若热流体走管内，冷流体走管外，两流体通过间壁的传热包括那几个过程？					
答案与评分标准 答：包括以下三个过程： 1 热流体以对流传热方式将热量传给管内壁（2分） 2 热量由内壁面以热传导方式传给外壁面（2分） 3 热量由外壁面以对流传热的方式传给冷流体（2分） （共4分）					

化工原理习题集卡片

题型	简答	难度	中	章节	第四章第五节
页码	上册 P184	知识点	次重点	分值	6
试题： 在使用实验得到的α关联式时，应注意哪几点？					
答案与评分标准 答：应注意三点。 1 应用范围 关联式中 Re 、 Pr 等的数值范围 2 特征尺寸 Nu 、 Re 等准数中 l 应如何取定 3 定性温度 各准数中流体的物性应按什么温度来确定 （每点 2 分，共 6 分）					

化工原理习题集卡片

题型	简答	难度	中	章节	第四章第四节
页码	上册 P173	知识点	重点	分值	5
试题： 换热器为何应定期清洗？					
答案与评分标准 答：换热器运行一段时间后，传热壁面常有污垢积存，对传热产生附加热阻，使 K 值下降。通常污垢热阻较壁面热阻要大，因此在设计中必须考虑其影响，运行中的换热器应定期清洗。（5 分）					

化工原理习题集卡片

题型	简答	难度	中	章节	第四章第四节
页码	上册 P169/178	知识点	重点	分值	4
试题： 简述总传热速率方程的重要性。					
答案与评分标准 答：总传热速率方程 $Q = KS\Delta t_m$ 是传热基本方程，可以此方程为基础，将传热的主要内容联系起来，该式和热量横算式结合可解决工程上大部分的传热计算问题。（4分）					

化工原理习题集卡片

题型	简答	难度	中	章节	第四章第七节
页码	上册 P210	知识点	重点	分值	5
试题： 简述何谓强化传热？有哪三个主要途径？					
答案与评分标准 答：强化传热是指提高冷热流体间的传热速率。（2 分） 强化传热的主要途径有三方面： 1 增大总传热系数 K，这是强化传热的重点。（1 分） 2 增大传热面积 S（1 分） 3 增大平均温度差 Δt_m（1 分） （共 5 分）					

化工原理习题集卡片

题型	计算	难度	中	章节	第 4 章第 2 节
页码	上册 P162	知识点	重点	分值	5
试题： 一红砖平面墙厚度为 500 mm，一侧壁面温度为 200°C，另一侧壁面温度为 30°C，红砖的导热系数可取为 $0.57\text{ W/(m}^{\circ}\text{C)}$。求：（1）通过平壁的热传导通量 q。（2）平壁内距离高温侧 350 mm 处的温度，$^{\circ}\text{C}$。					
答案与评分标准 解：（1）求 q 已知 $t_1 = 200^{\circ}\text{C}$，$t_2 = 30^{\circ}\text{C}$，$b = 0.5\text{ m}$，$\lambda = 0.57\text{ W/(m}^{\circ}\text{C)}$ $\text{单层平壁热传导通量 } q = \frac{t_1 - t_2}{\frac{b}{\lambda}} = \frac{200 - 30}{\frac{0.5}{0.57}} = 194\text{ W/m}^2 \quad (2\text{ 分})$ （2）设平壁内距离 350 mm 处的温度为 t，则有： $q = \frac{200 - t}{\frac{0.35}{0.57}} = 194 \quad (2\text{ 分})$ 解得：$t = 200 - 194 \times \frac{0.35}{0.57} = 81^{\circ}\text{C} \quad (1\text{ 分})$					

化工原理习题集卡片

题型	计算	难度	中	章节	第 4 章第 2 节
页码	上册 P162	知识点	重点	分值	5
试题： 用平板法测定固的导热系数。在平板一侧用电热器加热，另一侧用冷却器冷却，同时在板的两侧用热电偶测量其表面温度。若所测固体的表面积为 0.01 m^2，厚度为 20 mm。实验测得电流表读数为 0.58 A，伏特计读数为 100 V，两侧表面的温度分别为 180°C 和 30°C。求：该材料的导热系数 λ。					
答案与评分标准 (1) 由实验测得的电流和电压可求出导热量 Q $Q = IV = 0.58W \quad (2 \text{ 分})$ (2) 由单层平壁热传导方程可求出 λ 由 $Q = \frac{t_1 - t_2}{\frac{b}{\lambda s}}$ 可得： $\lambda = \frac{Qb}{s(t_1 - t_2)} = \frac{58 \times 0.02}{0.01(180 - 30)} = 0.773W/(m^2 \cdot ^\circ\text{C}) \quad (2 \text{ 分})$					

化工原理习题集卡片

题型	计算	难度	中	章节	第 4 章第 2 节
页码	上册 P163	知识点	重点	分值	9 分
试题： 某炉壁由下列三种材料组成，内层是耐火砖，$\lambda_1 = 1.4 \text{ W/(m} \cdot ^\circ\text{C)}$，$b_1 = 230 \text{ mm}$；中间是保温砖，$\lambda_2 = 0.15 \text{ W/(m} \cdot ^\circ\text{C)}$，$b_2 = 115 \text{ mm}$；最外层是建筑砖，$\lambda_3 = 0.8 \text{ W/(m} \cdot ^\circ\text{C)}$，$b_3 = 230 \text{ mm}$。今测得其内壁温度 $t_1 = 900^\circ\text{C}$，外壁温度 $t_4 = 80^\circ\text{C}$。求（1）通过炉墙单位面积的热损失 W/m^2。（2）各层的温差。（3）各层接触面的温度。（假设各层接触良好）					
答案与评分标准 解：设 t_2 为耐火砖和保温砖之间接触面的温度。 t_3 为保温砖和建筑砖之间接触面的温度。 （1）由多层平壁定态热传导公式可以导出 q： $q = \frac{Q}{S} = \frac{t_1 - t_4}{\frac{b_1}{\lambda_1} + \frac{b_2}{\lambda_2} + \frac{b_3}{\lambda_3}} = \frac{900 - 80}{\frac{0.23}{1.4} + \frac{0.115}{0.15} + \frac{0.23}{0.8}} = \frac{820}{0.164 + 0.767 + 0.288} = 673 \frac{\text{W}}{\text{m}^2}$ （3 分） （2）Δt_1、Δt_2、Δt_3 分别为耐火砖层，保温砖层和建筑砖层的温差。因是多层平壁的定态热传导，故 $q_1 = q_2 = q_3 = q$ （1 分） 由 $q = \frac{\Delta t_1}{\frac{b_1}{\lambda_1}}$ 可得，$\Delta t_1 = q \frac{b_1}{\lambda_1} = 673 \times \frac{0.23}{1.4} = 110.6^\circ\text{C}$ （1 分）					

$$\Delta t_2 = q \cdot \frac{b_2}{\lambda_2} = 673 \times \frac{0.115}{0.15} = 516.0^\circ\text{C} \quad (1 \text{ 分})$$

$$\Delta t_3 = q \cdot \frac{b_3}{\lambda_3} = 673 \times \frac{0.23}{0.8} = 193.5^\circ\text{C} \quad (1 \text{ 分})$$

$$(3) \quad t_2 = t_1 - \Delta t_1 = 900 - 110.6 = 789.4^\circ\text{C} \quad (1 \text{ 分})$$

$$t_3 = t_2 - \Delta t_2 = 789.4 - 516.0 = 273.4^\circ\text{C} \quad (1 \text{ 分})$$

化工原理习题集卡片

题型	计算	难度	较难	章节	第 4 章第 2 节
页码	上册 P162、163	知识点	重点	分值	9
试题： 平壁炉的炉壁由三种材料所组成，内层是耐火砖，$\lambda_1 = 1.07 \text{ W/(m} \cdot \text{°C)}$，$b_1 = 200 \text{ mm}$；中间是绝缘砖，$\lambda_2 = 0.14 \text{ W/(m} \cdot \text{°C)}$，$b_2 = 100 \text{ mm}$；最外层是钢板，$\lambda_3 = 45 \text{ W/(m} \cdot \text{°C)}$，$b_3 = 6 \text{ mm}$。若耐火砖层内表面温度$t_1 = 1150 \text{ °C}$，钢板外表面温度$t_4 = 30 \text{ °C}$。求（1）导热热通量$q$。（2）若计算结果与实验的热损失不符，分析原因并计算附加热阻$R_{\text{附}}$。					
答案与评分标准 （1）由三层平壁的定态热传导公式求q $q = \frac{Q}{S} = \frac{t_1 - t_4}{\frac{b_1}{\lambda_1} + \frac{b_2}{\lambda_2} + \frac{b_3}{\lambda_3}} = \frac{1150 - 30}{\frac{0.2}{1.07} + \frac{0.1}{0.14} + \frac{0.006}{45}} = \frac{1120}{0.187 + 0.714 + 0.000133}$ $= \frac{1120}{0.901} = 1242 \text{ W/m}^2 \quad (3 \text{ 分})$ （2）计算结果：$q > 300 \text{ W/m}^2$，分析原因是：说明平壁层间接触不良，有空气层存在，产生了附加热阻$R_{\text{附}}$。（2分） 即$q = \frac{t_1 - t_4}{\frac{b_1}{\lambda_1} + \frac{b_2}{\lambda_2} + \frac{b_3}{\lambda_3} + R_{\text{附}}} = 300$（2分）带入数据得： $q = \frac{1120}{0.901 + R_{\text{附}}} = 300 \quad \text{解出 } R_{\text{附}} = \frac{1120}{300} - 0.901 = 2.83 \frac{\text{m}^2 \cdot \text{°C}}{\text{W}} \quad (2 \text{ 分})$					

化工原理习题集卡片

题型	计算	难度	较难	章节	第 4 章第 2 节
页码	上册 P162、163	知识点	重点	分值	9 分

试题：

某平壁炉是由一耐火砖与一层普通砖砌成，两层得厚度均为 100 mm ，其导热系数分别为 $0.9\text{ W}/(\text{m}\cdot^\circ\text{C})$ 及 $0.7\text{ W}/(\text{m}\cdot^\circ\text{C})$ 。待操作稳定后，测得炉壁得内表面温度为 700°C ，外表面温度为 130°C 。为减少热损失，在普通砖的外表面砌一层厚度为 40 mm ，导热系数为 $0.06\text{ W}/(\text{m}\cdot^\circ\text{C})$ 的保温层，待操作稳定后，又测得炉内表面温度为 740°C ，外表面温度为 90°C 。今设原来的两层材料导热系数不变。求：加上保温层后单位面积炉壁的热损失比原来减少的百分数。

答案与评分标准

解：（1）加保温层前，单位面积炉壁的热损失 q_1 。此时，为两层平壁的热传导：

$$q_1 = \frac{t_1 - t_3}{\frac{b_1}{\lambda_1} + \frac{b_2}{\lambda_2}} = \frac{700 - 130}{\frac{0.1}{0.9} + \frac{0.1}{0.7}} = 2240\text{ W}/\text{m}^2 \quad (3 \text{ 分})$$

（3）加保温后，单位面积炉壁的热损失为 q_2 ，此时为三层平壁的热传导：

$$q_2 = \frac{t_1 - t_4}{\frac{b_1}{\lambda_1} + \frac{b_2}{\lambda_2} + \frac{b_3}{\lambda_3}} = \frac{740 - 90}{\frac{0.1}{0.9} + \frac{0.1}{0.7} + \frac{0.04}{0.06}} = 760\text{ W}/\text{m}^2 \quad (3 \text{ 分})$$

（4）增加保温层后，热损失比原来减少的百分数为：

$$\frac{q_1 - q_2}{q_1} \times 100\% = \frac{2240 - 760}{2240} \times 100\% = 66.5\%$$

化工原理习题集卡片

题型	计算	难度	易	章节	第 4 章第 2 节
页码	上册 P165	知识点	次重点	分值	5 分
试题： 有一直径为 $\phi 32 \times 3.5 \text{ mm}$ 的钢管，其长度为 3 m，已知管内壁温度为 100°C，外壁温度为 90°C。求该管的热损失为多少 KW。（已知钢管的导热系数为 $45 \text{ W/(m}\cdot^\circ\text{C)}$）					
答案与评分标准 解：本题为单层圆筒壁的热传导，求热损失可用下式： $Q = \frac{2\pi L(t_1 - t_2)}{\frac{1}{\lambda} \ln \frac{r_2}{r_1}} \quad (2 \text{ 分})$ 式中各量为：$r_1 = 0.0125 \text{ m}$，$r_2 = 0.016 \text{ m}$，$L = 3 \text{ m}$，$t_1 = 100^\circ\text{C}$，$t_2 = 90^\circ\text{C}$ (1 分) 代入上式可得 $Q = \frac{2\pi \times 3 \times (100 - 90)}{\frac{1}{45} \ln \frac{0.016}{0.0125}} = 34340 \text{ W} = 34.34 \text{ KW} \quad (2 \text{ 分})$					

化工原理习题集卡片

题型	计算	难度	较难	章节	第 4 章 2 节
页码	上册 P165、 166	知识点	次重点	分值	10 分
试题： 有一蒸汽管外径为 25 mm，管外包以两层保温材料，每层厚度均为 25 mm，外层与内层保温材料的导热系数之比为 $\lambda_2 / \lambda_1 = 4$，此时的热损失为 Q_L。今将内外两层材料互换位置，且设管外壁与保温层外表面的温度均不变，则热损失为 Q'_L。求 Q'_L / Q_L，并说明何种材料放在里层为好。					
答案与评分标准 (1) 蒸汽管外半径 $r_1 = \frac{25}{2} = 12.5\text{ mm}$ 内层保温层外半径 $r_2 = 12.5 + 25 = 37.5\text{ mm}$ 外层保温层外半径 $r_3 = 37.5 + 25 = 62.5\text{ mm}$ 已知 $\lambda_2 / \lambda_1 = 4$，故 $\lambda_2 = 4\lambda_1$ (2 分) (2) 当导热系数小的材料包在里层时，热损失 Q_L 为： $Q_L = \frac{2\pi L(t_1 - t_3)}{\frac{1}{\lambda_1} \ln \frac{r_2}{r_1} + \frac{1}{\lambda_2} \ln \frac{r_3}{r_2}} = \frac{2\pi L(t_1 - t_3)}{\frac{1}{\lambda_1} \ln \frac{37.5}{12.5} + \frac{1}{4\lambda_1} \ln \frac{62.5}{37.5}} = \frac{8\pi L(t_1 - t_3)\lambda_1}{4.91} \quad \text{W} \quad (3 \text{ 分})$ (3) 当导热系数大的材料包在里层时，热损失 Q'_L 为： $Q'_L = \frac{2\pi L(t_1 - t_3)}{\frac{1}{\lambda_2} \ln \frac{r_2}{r_1} + \frac{1}{\lambda_1} \ln \frac{r_3}{r_2}} = \frac{2\pi L(t_1 - t_3)}{\frac{1}{4\lambda_1} \ln \frac{37.5}{12.5} + \frac{1}{\lambda_1} \ln \frac{62.5}{37.5}} = \frac{8\pi L(t_1 - t_3)\lambda_1}{3.14} \quad \text{W} \quad (3 \text{ 分})$ (4) 可求出：$Q'_L / Q_L = \frac{4.91}{3.14} = 1.56$，说明在圆筒壁当采用两种以上材料保温时，为减少热损失，应将 λ 小的材料包在里层为好。(2 分)					

化工原理习题集卡片

题型	计算	难度	中	章节	第 4 章第 2 节
页码	上册 P166	知识点	次重点	分值	10

试题：

在一个 $\phi 60 \times 3.5 \text{ mm}$ 的钢管外包有两层绝热材料,里面为 40 mm 的氧化镁粉,平均导热系数为 $0.07 \text{ W}/(\text{m} \cdot ^\circ\text{C})$; 外层为 20 mm 的石棉层, 其平均导热系数为 $0.15 \text{ W}/(\text{m} \cdot ^\circ\text{C})$, 钢的导热系数为 $45 \text{ W}/(\text{m} \cdot ^\circ\text{C})$, 现测出管内壁温度为 500°C , 最外层温度为 80°C 。求 (1) 每米管长的热损失。(2) 两层保温层界面的温度。(假设层间接触良好)

答案与评分标准

(1) 求每米管长的热损失 $\frac{Q}{L}$, 此为三层圆筒壁的热传导。

$$r_1 = \frac{0.053}{2} = 0.0265 \text{ m}, \quad r_2 = 0.0265 + 0.0035 = 0.03 \text{ m}$$

$$\text{已知: } r_3 = 0.03 + 0.04 = 0.07 \text{ m}, \quad r_4 = 0.07 + 0.02 = 0.09 \text{ m}$$

$$t_1 = 500^\circ\text{C}, \quad t_4 = 80^\circ\text{C},$$

$$\lambda_1 = 45 \text{ W}/(\text{m} \cdot ^\circ\text{C}), \quad \lambda_2 = 0.07 \text{ W}/(\text{m} \cdot ^\circ\text{C}), \quad \lambda_3 = 0.15 \text{ W}/(\text{m} \cdot ^\circ\text{C}) \quad (2 \text{ 分})$$

代入下式:

$$\begin{aligned} \frac{Q}{L} &= \frac{2\pi(t_1 - t_4)}{\frac{1}{\lambda_1} \ln \frac{r_2}{r_1} + \frac{1}{\lambda_2} \ln \frac{r_3}{r_2} + \frac{1}{\lambda_3} \ln \frac{r_4}{r_3}} = \frac{2\pi(500 - 80)}{\frac{1}{45} \ln \frac{0.03}{0.0265} + \frac{1}{0.07} \ln \frac{0.07}{0.03} + \frac{1}{0.15} \ln \frac{0.09}{0.07}} \\ &= \frac{2638}{0.0027 + 12.1 + 1.68} = 191.4 \text{ W}/\text{m} \end{aligned}$$

(4 分)

(2) 保温层界面温度 t_3 , 可按两层圆筒壁导热来计算:

$$\frac{Q}{L} = \frac{2\pi(t_1 - t_3)}{\frac{1}{\lambda_1} \ln \frac{r_2}{r_1} + \frac{1}{\lambda_2} \ln \frac{r_3}{r_2}} = \frac{2\pi(500 - t_3)}{\frac{1}{45} \ln \frac{0.03}{0.0265} + \frac{1}{0.07} \ln \frac{0.07}{0.03}} = 191.4$$

可解出 $500 - t_3 = \frac{191.4 \times (0.0027 + 12.1)}{2\pi}, t_3 = 131.1^\circ\text{C}$ (4 分)

化工原理习题集卡片

题型	计算	难度	中	章节	第 4 章第 4 节
页码	上册 P169, 170	知识点	重点	分值	8
试题： 求绝压为 140 KPa，流量为 1000 kg/h 的饱和水蒸汽冷凝后并降温到 60℃时所放出的热量。用两种方法计算并比较结果。已知 140 KPa 水蒸汽的饱和温度为 109.2℃，冷凝热为 2234.4 KJ / Kg，焓为 2692.1 KJ / Kg；60℃的水的焓为 251.21 KJ / Kg。					
答案与评分标准 解：（1）第一种方法 $Q = W_h (H_{h,1} - H_{h,2}) = \frac{1000}{3600} \times (2692.1 - 251.21) = 678 \text{KW} \quad (2 \text{分})$ （2）第二种方法 ①冷凝水的平均温度为 $t_m = \frac{t_s + t_2}{2} = \frac{109.2 + 60}{2} = 84.6^\circ\text{C}$ （1 分） 查出 84.6℃ 下的水的比热容为： $c_p = 4.201 \text{KJ} / (\text{Kg} \cdot ^\circ\text{C})$ （1 分） ②水蒸气冷凝并降温放出的热量为： $Q = W_h \cdot r + W_h c_{ph} (T_s - T_2) = \frac{1000}{3600} \times 2234.4 + \frac{1000}{3600} \times 4.201 (109.2 - 60) = 678 \text{KW}$ （3 分） 计算表明两种方法结果一样，但是第一种方法较简单。（1 分）					

化工原理习题集卡片

题型	计算	难度	中	章节	第 4 章第 4 节
页码	上册 P170	知识点	重点	分值	7 分
试题： 将 0.417 Kg/s、80°C 的有机苯，通过一换热器冷却到 40°C；冷却水初温为 30°C，出口温度不超过 35°C。假设热损失可略，已查出在平均温度下，硝基苯和水的比热容分别为 $1.6 \text{ KJ}/(\text{Kg}\cdot^\circ\text{C})$。求：（1）冷却水用量 m^3/h？ （2）在（1）题中如将冷却水的流量增加到 $6 \text{ m}^3/\text{h}$，问此时冷却水的终温将是多少？					
答案与评分标准 解：（1）当热损失可略时，求 W_e 由 $Q = W_h c_{ph} (T_1 - T_2) = W_c c_{pc} (t_2 - t_1)$ (2分) 可得 $W_c = \frac{W_h c_{ph} (T_1 - T_2)}{c_{pc} (t_2 - t_1)} = \frac{0.417 \times 1.6 \times 10^3 (80 - 40)}{4.187 \times 10^3 (35 - 30)} = 1.275 \text{ Kg/s}$ $= 4590 \text{ Kg/h} \approx 4.59 \text{ m}^3/\text{h} \text{ (2分)}$ （2）此时，$V_{h,c} = 6 \text{ m}^3/\text{h}$，求 t_2。当热损失可略时，有（$\rho_{\text{水}}$ 取 1000 Kg/m^3） $0.417 \times 1.6 \times 10^3 (80 - 40) = \frac{6 \times 1000}{3600} \times 4.187 \times 10^3 (t_2 - 30) \text{ (2分)}$ $t_2 = \frac{0.417 \times 1.6 \times 10^3 \times (80 - 40)}{4.187 \times 10^3 \times \frac{6 \times 1000}{3600}} + 30 = 33.82^\circ\text{C} \text{ (1分)}$					

化工原理习题集卡片

题型	计算	难度	(2) 较难 (1) 中	章节	第 4 章第 4 节
页码	上册 P177	知识点	重点	分值	12 分
试题： 在一台套管式换热器中，用热水加热冷水。热水流量为 2000 Kg/h，进口温度为 80°C，冷水流量为 3000 Kg/h，进口温度为 10°C，热损失可略，且热水和冷水的比热容相等，都取为 $4.187 \text{ KJ}/(\text{Kg}/^\circ\text{C})$。求 (1) 若要求将冷水加热到 30°C，此时并流和逆流的平均温度差 Δt_m。(2) 若要将冷水加入到 40°C，采用并流能否完成任务？（计算后说明）					
答案与评分标准 解 (1) 求并流和逆流时的 Δt_m ① 先求 T_2，此时 $t_2 = 30^\circ\text{C}$，$c_{ph} = c_{pc}$，W_h, W_c, T_1, t_1 都已知 $Q = W_h C_{ph} (T_1 - T_2) = W_c c_{pc} (t_2 - t_1), \text{ 把已知量代入:}$ $\frac{2000}{3600} \times c_{ph} (80 - T_2) = \frac{3000}{3600} \times c_{pc} (30 - 10), \text{ 可解出 } T_2 = 50^\circ\text{C} \text{ (3分)}$ ② 求 Δt_m $80 \rightarrow 50$ $10 \rightarrow 30$ 并流: $\Delta t_{\text{大}} = 70, \Delta t_{\text{小}} = 20$ $\Delta t_m = \frac{\Delta t_{\text{大}} - \Delta t_{\text{小}}}{\ln \frac{\Delta t_{\text{大}}}{\Delta t_{\text{小}}}} = \frac{70 - 20}{\ln \frac{70}{20}} = 39.9^\circ\text{C} \quad (2 \text{ 分})$					

$$\begin{array}{l}
 80 \rightarrow 50 \\
 30 \leftarrow 10 \\
 \text{逆流: } \frac{\Delta t_{\text{大}} = 50, \Delta t_{\text{小}} = 40}{\Delta t_{\text{大}} = 50, \Delta t_{\text{小}} = 40}, \text{ 因 } \frac{\Delta t_{\text{大}}}{\Delta t_{\text{小}}} = \frac{50}{40} = 1.25 < 2, \\
 \text{故 } \Delta t_m = \frac{\Delta t_{\text{大}} + \Delta t_{\text{小}}}{2} = \frac{50 + 40}{2} = 45^\circ\text{C} \quad (2\text{分})
 \end{array}$$

(2) 采用并流冷却水可能达到的最高温度受到限制, 在极限情况下, $t_{2\max} = T_2$
(1 分)

由热量衡算式可得: $W_h c_{ph}(T_1 - t_{2\max}) = W_c c_{pc}(t_{2\max} - t_1)$, 但 $c_{ph} = c_{pc}$,

$$\text{即有: } t_{2\max} = \frac{T_1 W_h + t_1 W_c}{W_h + W_c} = \frac{80 \times \frac{2000}{3600} + 10 \times \frac{3000}{3600}}{\frac{2000}{3600} + \frac{3000}{3600}} = 38^\circ\text{C} \quad (3\text{分})$$

说明: 要将冷水加热到 38°C 以上, 采用并流是无法完成的。(要加热到 40°C , 根本无法完成) (1 分)

化工原理习题集卡片

题型	计算	难度	易	章节	第 4 章第 4 节
页码	上册 P177、178、179	知识点	重点	分值	6
试题： 在一单壳程、四管程的列管式换热器中，用水冷却苯。苯在管内流动，进口温度为 80℃，出口温度为 35℃；冷却水进口温度 23℃，出口温度为 30℃。求两流体间的传热平均温度差 Δt_m。					
答案与评分标准 解：题给情况为简单折流 (1) 先按逆流计算： $T_1 = 80^\circ\text{C}, T_2 = 35^\circ\text{C}, t_1 = 23^\circ\text{C}, t_2 = 30^\circ\text{C}$ $\begin{array}{r} 80 \rightarrow 35 \\ 30 \leftarrow 23 \\ \hline \Delta t_{\text{大}} = 50, \Delta t_{\text{小}} = 12 \end{array}$ $\Delta t_{m\text{逆}} = \frac{\Delta t_{\text{大}} - \Delta t_{\text{小}}}{\ln \frac{\Delta t_{\text{大}}}{\Delta t_{\text{小}}}} = \frac{50 - 12}{\ln \frac{50}{20}} = 26.6^\circ\text{C} \quad (2 \text{ 分})$ (2) 求 Δt_m $\text{参数 } R = \frac{T_1 - T_2}{t_2 - t_1} = \frac{80 - 35}{30 - 23} = 6.43 (1 \text{ 分})$ $P = \frac{t_2 - t_1}{T_1 - t_1} = \frac{30 - 23}{80 - 23} = 0.123 (1 \text{ 分})$ 由 R, P 查上册教材图 4-13 可得 $\phi_{\Delta t} = 0.925 \quad (1 \text{ 分})$ 故 $\Delta t_{m\text{折}} = \Delta t_{m\text{逆}} \times \phi_{\Delta t} = 26.6 \times 0.925 = 24.6^\circ\text{C} \quad (1 \text{ 分})$					

化工原理习题集卡片

题型	计算	难度	中	章节	第4章第1、4节
页码	上册 P158、170、177、181	知识点	重点	分值	8

试题：

有一列管换热器由 $\Phi 25 \times 2.5\text{mm}$ ，长为 3m 的60根钢管组成。热水走管内，其进、出口温度分别为 70°C 和 30°C ；冷水走管间，其进、出口温度分别为 20°C 和 40°C ，冷水流量为 1.2 Kg/s 。两流体作逆流流动，假设热水和冷水的平均比热容均为 $4.2\text{ KJ}/(\text{Kg} \cdot ^\circ\text{C})$ ，换热器的热损失可略。求：总传热系数 K_0 。

答案与评分标准

解:由总传热速率方程可知: $K_0 = \frac{Q}{S_0 \Delta t_m}$

(1)求 Q , 当 $Q_{\text{损}}=0$ 时,

$$Q = W_C C_{PC} (t_2 - t_1) = 1.2 \times 4.2 \times 10^3 \times (40 - 20) = 1.01 \times 10^5 \text{ w} \quad (2\text{分})$$

$$(2)\text{求 } S_0. \quad S_0 = n \pi d_0 L = 60 \times 3.14 \times 0.025 \times 3 = 14.13 \text{ m}^2 \quad (2\text{分})$$

$$(3)\text{求 } \Delta t_{m\text{逆}}. \quad \begin{matrix} 70 \rightarrow 30 \\ 40 \leftarrow 20 \end{matrix} \Rightarrow \Delta t_{\text{大}} = 30, \Delta t_{\text{小}} = 10$$

$$\Delta t_{m\text{逆}} = \frac{\Delta t_{\text{大}} - \Delta t_{\text{小}}}{\ell_n \frac{\Delta t_{\text{大}}}{\Delta t_{\text{小}}}} = \frac{30 - 10}{\ell_n \frac{30}{10}} = 18.2^\circ\text{C}$$

$$(4) K_0 = \frac{Q}{S_0 \Delta t_m} = \frac{1.01 \times 10^5}{14.13 \times 18.2} = 393 \text{ w}/(\text{m}^2 \cdot ^\circ\text{C})$$

化工原理习题集卡片

题型	计算	难度	较难	章节	第 4 章第 4 节
页码	上册 P170、177、181	知识点	重点	分值	9
试题： 有一传热面积 S_0 为 $15m^2$ 的管壳式换热器中，壳程通入饱和水蒸汽以加热管内空气。150℃的饱和水蒸汽冷凝为同温度下的水排出。空气流量为 2.8 Kg/s，其进口温度为 30 ℃，比热容可取 1.0 KJ/(Kg · ℃)，空气对流传热系数 $87 W/(m^2 \cdot ℃)$，换热器热损失可略。求空气的出口温度 t_2。					
答案与评分标准 解:本题为一侧恒温、另一侧变温传热,且 $\alpha \gg \alpha_{\text{空气}}$, 所以有 $K \approx \alpha_{\text{空气}} = 87W/(m^2 \cdot ℃)$。所求 t_2 可联立热量衡算与总传热速率方程由 Δt_m 中解出。(2 分) (1) $Q = K_0 S_0 \Delta t_m = W_C C_{PC} (t_2 - t_1)$ ①式 其中: $K_0 \approx \alpha_{\text{空气}} = 87W/(m^2 \cdot ℃)$, $S_0=15m^2$, $W_C=2.8Kg/s$ (2) $C_{PC}=1 \times 1000J/(Kg \cdot ℃)$, $t_1=30℃$ (2 分) (3) $\Delta t_m = \frac{(T - t_1) - (T - t_2)}{\ln \frac{T - t_1}{T - t_2}} = \frac{t_2 - 30}{\ln \frac{150 - 30}{150 - t_2}}$ (2 分) 以上各量代入①式可得: $87 \times 15 \times \frac{t_2 - 30}{\ln \frac{120}{150 - t_2}} = 2.8 \times 1000 \times (t_2 - 30)$ 即 $\ln \frac{120}{150 - t_2} = 0.466 \rightarrow \frac{120}{150 - t_2} = e^{0.466} = 1.594$ 解出: $t_2=74.7℃$ (3 分)					

化工原理习题集卡片

题型	计算	难度	较难	章节	第 4 章第 4 节
页码	上册 P170、177	知识点	重点	分值	10
试题： 流量为 1930 Kg/h，温度为 90℃的正丁醇在换热器中被冷却到 50℃，冷却介质为 18℃的水。在平均温度下（70℃）正丁醇的比热容为 2.98 KJ/（Kg·℃），取水的比热容为 4.187 KJ/（Kg·℃）。若换热器的传热面积为 6m²，总传热系数为 230 W/（m²·℃）。求： (1)冷却水出口温度 t₂(2)冷却水消耗量 m³/h（假设两流体作逆流）					
答案与评分标准 解：(1)求 t₂. 由传热速率方程知：$\Delta t_m = \frac{Q}{K_0 S_0}$ (1 分) 而 $Q = W_h C_{Ph} (T_1 - T_2) = \frac{1930}{3600} \times 2.98 \times 10^3 \times (90 - 50) = 6.39 \times 10^4 \text{ W}$ (2 分) 故 $\Delta t_m = \frac{6.39 \times 10^4}{230 \times 6} = 46.3^\circ \text{C}$ (1 分) 由 Δt_m 求 t₂, 可以先假设可用算术平均温度差计算, 求出 t₂, 然后再校验。即 $\Delta t_m = \frac{1}{2} [(T_1 - t_2) + (T_2 - t_1)] = \frac{1}{2} [(90 - t_2) + (50 - 18)] = \frac{1}{2} (122 - t_2) = 46.3^\circ \text{C}$, 解出 $t_2 = 122 - 92.6 = 29.4^\circ \text{C}$。(2 分) 校验：$\frac{\Delta t_{\text{大}}}{\Delta t_{\text{小}}} = \frac{90 - 29.4}{50 - 18} = 1.89 < 2$, 所以求 t_m 用算术平均温度差是允许的, 求出的 t₂ 有效。(1 分) (2)求 W_c。若忽略热损失, 则：$W_c \cdot C_{PC} (t_2 - t_1) = W_h C_{Ph} (T_1 - T_2) = Q$ 可求出 $W_c = \frac{Q}{C_{PC} (t_2 - t_1)} = \frac{6.39 \times 10^4}{4.187 \times 10^3 (29.4 - 18)} = 1.339 \text{ Kg/s} = 4820 \text{ Kg/h}$ 即 $V_h = \frac{W_c}{\rho} = \frac{4820}{1000} = 4.82 \text{ m}^3/\text{h}$。(1 分)					

化工原理习题集卡片

题型	计算	难度	(1)中(2)较难	章节	第 1/4 章第 2/5 节
页码	上册 P17、184、185	知识点	次重点	分值	12
试题： 某列管式换热器，由 38 根长 2m，内直径为 20mm 的无缝钢管组成。苯在管内流动，由 20℃被加热到 80℃，流量为 8.32 Kg/s，外壳中通入水蒸汽进行加热。(1)求管壁对苯的对流传热系数 α_i (2)若苯的流量提高一倍，其它量不变，此时对流传热系数又为多少？					
答案与评分标准 解：(1)求 α_i ①苯的定性温度 $t_m = \frac{20+80}{2} = 50^\circ\text{C}$，在定性温度下苯的物性可由附录查出： $\rho = 860\text{Kg/m}^3, C_{pC} = 1.80\text{KJ}/(\text{Kg} \cdot ^\circ\text{C}), \mu = 0.45 \times 10^{-3}\text{Pa} \cdot \text{s}, \lambda = 0.14 \frac{\text{W}}{\text{m} \cdot ^\circ\text{C}} \quad (2 \text{ 分})$ ②加热管内流速： $\mu = \frac{V_s}{\frac{\pi}{4} d_i^2 \times n} = \frac{8.32}{0.785 \times (0.02)^2 \times 38} = 0.82\text{m/s} \quad (2 \text{ 分})$ ③ $\text{Re}, \text{Pr}, L/d_i$：特征尺寸 $d_i = 0.02\text{m}$ $R_e = \frac{d_i u \rho}{\mu} = 31000 > 10^4 \text{ 湍流} (1 \text{ 分})$ $p_r = \frac{C_p \mu}{\lambda} = \frac{(1.80 \times 10^3) \times 0.45 \times 10^{-3}}{0.14} = 5.79 \quad \text{符合 } 0.7 < P_r < 120 (1 \text{ 分})$ $\frac{L}{d_i} = \frac{2}{0.02} = 100 > 60, \text{ 且 } \mu_{\text{苯}} < 2\mu_{\text{水}}, \text{ 苯被加热取 } n=0.4 (1 \text{ 分})$ ④求 α_i $\alpha_i = 0.023 \times \frac{\lambda}{d_i} (R_e)^{0.8} (p_r)^{0.4} = 0.023 \times \frac{0.14}{0.02} \times (31000)^{0.8} \times (5.79)^{0.4} = 1270\text{W}/(\text{m}^2 \cdot ^\circ\text{C})$ (2)当苯的流量提高一倍，求 α'_i。此时，即 $u' = 2u$，其它量不变，引起 Re 增大及 α 增大，$\alpha'_i = \alpha_i \left(\frac{u'}{u} \right)^{0.8} = 1270 \times (2)^{0.8} = 2210 \frac{\text{W}}{\text{m}^2 \cdot ^\circ\text{C}} \quad (2 \text{ 分})$					

化工原理习题集卡片

题型	计算	难度	中	章节	第 4 章第 4 节
页码	上册 P173、174	知识点	重点	分值	9
试题： 某列管换热器由$\Phi 25 \times 2.5\text{mm}$ 的钢管组成。热空气流经管程，冷却水在管外与空气逆流流动。已知管内空气一侧的 α_i 为 $50 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot ^\circ\text{C})$，污垢热阻 R_{si} 为 $0.5 \times 10^{-3} (\text{m}^2 \cdot ^\circ\text{C}) / \text{W}$；水侧的 α_o 为 $1000 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot ^\circ\text{C})$，污垢热阻 R_{so} 为 $0.2 \times 10^{-3} (\text{m}^2 \cdot ^\circ\text{C}) / \text{W}$。(1)求基于管外表面积的总传热系数 K_o(2)若管壁和污垢热阻可略①将 α_i 提高一倍②将 α_o 提高一倍，分别计算 K_o 值。					
答案与评分标准 解：(1)求 K_o. $K_o = \frac{1}{\frac{d_o}{\alpha_i d_i} + R_{si} \frac{d_o}{d_i} + \frac{b}{\lambda} \cdot \frac{d_o}{d_m} + R_{so} + \frac{1}{\alpha_o}}$ $= \frac{1}{\frac{0.025}{50 \times 0.02} + 0.5 \times 10^{-3} \times \frac{0.025}{0.02} + \frac{0.0025}{45} \times \frac{0.025}{0.0225} + 0.2 \times 10^{-3} + \frac{1}{1000}}$ $= \frac{1}{0.0269} = 37.2 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot ^\circ\text{C}) \text{ (5分)}$ (2)当管壁和污垢热阻可略， ① 且 $\alpha'_i = 2\alpha_i = 2 \times 50 = 100 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot ^\circ\text{C})$ 则 $K_o = \frac{1}{\frac{d_o}{\alpha'_i d_i} + \frac{1}{\alpha_o}} = \frac{1}{\frac{0.025}{100 \times 0.02} + \frac{1}{1000}} = \frac{1}{0.0135} = 74 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot ^\circ\text{C}) \text{ (2分)}$ ②将 α_o 提高一倍，即 $\alpha'_o = 2\alpha_o = 2 \times 1000 = 2000 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot ^\circ\text{C})$ 此时 $K_o = \frac{1}{\frac{d_o}{\alpha_i d_i} + \frac{1}{\alpha'_o}} = \frac{1}{\frac{0.025}{50 \times 0.02} + \frac{1}{2000}} = \frac{1}{0.0255} = 39 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot ^\circ\text{C})$					

化工原理习题集卡片

题型	计算	难度	(1)中(2)较难	章节	第 4 章第 5 节
页码	上册 P173、174	知识点	次重点	分值	13
试题： 某蒸汽在套管换热器中冷凝，内管为$\Phi 25 \times 2.5\text{mm}$ 钢管，管长 2m。蒸汽走管外，冷却水走管内，流速为 1 m/s，进口温度为 20°C，出口温度为 50°C。求 (1)管壁对水的对流传热系数。(2)若将管内径缩小 $1/2$，且设流速及其它条件都不变，此时对流传热系数有何变化？					
答案与评分标准 解：(1)求 α_i ① 定性温度 $t_m = \frac{20+50}{2} = 35^\circ\text{C}$，查出水在 35°C 下的物性。 $\rho = 994\text{Kg}/\text{m}^3$ $C_p = 4.174\text{KJ}/(\text{Kg} \cdot ^\circ\text{C})$， $\mu = 0.7225 \times 10^{-3}\text{Pa} \cdot \text{s}$， $\lambda = 0.626\text{ W}/(\text{m} \cdot ^\circ\text{C})$ (2 分) ② $\text{Re}, \text{Pr}, \frac{L}{d_i}$，特征尺寸 $d_i = 25 - 2.5 \times 2 = 20\text{mm} = 0.02\text{m}$ $\text{Re} = \frac{du\rho}{\mu} = \frac{0.02 \times 1 \times 994}{0.7225 \times 10^{-3}} = 2.75 \times 10^4 > 10000$ $\text{Pr} = \frac{\mu C_p}{\lambda} = \frac{0.7225 \times 10^{-3} \times 4.174 \times 10^3}{0.626} = 4.82$ $\frac{L}{d_i} = \frac{2}{0.02} = 100 > 60$ ，且水被加热，取 $n=0.4$ (1 分) ② 求 α_i $\alpha_i = 0.023 \times \frac{\lambda}{d_i} R_e^{0.8} P_r^{0.4} = 0.023 \times \frac{0.626}{0.02} \times (2.75 \times 10^4)^{0.8} \times (4.82)^{0.4}$ $= 4806\text{ W}/(\text{m}^2 \cdot ^\circ\text{C}) \quad (3\text{分})$ (2)管内径减少 $1/2$，其它条件不变，则 $d_i' = \frac{d_i}{2}$，引起 Re 变化及 $\frac{\lambda}{d_i}$ 值变化。 $R_e' = \frac{d_i' u \rho}{\mu} = \frac{R_e}{2} = \frac{27500}{2} = 13760 > 10000 \quad \text{湍流。} (1\text{分})$ Pr 不变， $\frac{L}{d_i} = \frac{L}{\left(\frac{d_i}{2}\right)} = 200 > 60$，求 α_i 公式仍适用，此时用 α_i' (或 α') (1 分) 此时， $\alpha \propto \frac{1}{d^{0.2}}$，即 $\frac{\alpha'}{\alpha} = \frac{d^{0.2}}{\left(\frac{d}{2}\right)^{0.2}} = (2)^{0.2}$，得 $\alpha' = (2^{0.2})\alpha = 1.149\alpha$。(2 分)					

化工原理习题集卡片

题型	计算	难度	中	章节	第 4 章第 5 节
页码	上册 P184、185	知识点	次重点	分值	7
试题： 某气体在内径为 20mm 的圆形直管内作湍流流动，管外用饱和蒸汽加热，已测得管内一侧的对流传热系数为 α。若气体流量与加热条件不变，并假定气体进出口平均温度不变（物性数据不变）。求此气体在横截面积与圆管相等的正方形通道内流动的对流传热系数 α'。					
答案与评分标准 解：(1) 设正方形通道的边长为 l。据题意，$l^2 = \frac{\pi}{4} d^2$，故 $l = \sqrt{\frac{\pi}{4} d^2} = \sqrt{\frac{\pi}{4} \times (0.02)^2} = 0.0177\text{m} \quad (2 \text{ 分})$ (2) 正方形通道的当量长径 de。 $de = 4 \times \frac{l^2}{4l} = l = 0.0177\text{m} \quad (2 \text{ 分})$ (3) 求 α'。由以上计算知，本题中 de 与 d 相当接近，且其它条件不变，故气体在正方形通道内仍作湍流。只有直径改变而当其它条件到不变时， $\alpha \propto \frac{1}{d^{0.2}} \quad (1 \text{ 分}) \quad \text{即}$ $\frac{\alpha'}{\alpha} = \frac{d^{0.2}}{d_{\text{当}}^{0.2}} = \left(\frac{d}{d_{\text{当}}} \right)^{0.2} = \left(\frac{0.02}{0.0177} \right)^{0.2} = 1.02。$ 即 $\alpha' = 1.02\alpha$ (2 分) (共 7 分)					

化工原理习题集卡片

题型	计算	难度	较难	章节	第 4 章第 5 节
页码	上册 P184、185	知识点	次重点	分值	8

试题：

在套管换热器中，一定流量的水在内管流过，温度从 20℃ 升到 80℃，并测得管内水侧的对流传热系数为 $1000 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot ^\circ\text{C})$ 。求同样体积流量的甲苯通过该换热器内管而被加热时的对流传热系数。假设两种情况下流体均为湍流流动。已知两流体在定性温度下的物性如下：

	$\rho, \text{ Kg}/\text{m}^3$	$\mu, \text{ Pa S}$	$C_p, \text{ KJ}/(\text{Kg} \cdot ^\circ\text{C})$	$\lambda, \text{ W}/(\text{m} \cdot ^\circ\text{C})$
水	988	0.549×10^{-3}	4.17	0.648
甲苯	836	0.425×10^{-3}	1.82	0.147

答案与评分标准

65 解：（1）按题意，两种情况下的对流传热系数都可用下式计算：

$$\alpha = 0.023 \cdot \frac{\lambda}{d} \left(\frac{du\rho}{\mu} \right)^{0.8} \cdot \left(\frac{c_p \mu}{\lambda} \right)^{0.4} = 0.023 \cdot \frac{\rho^{0.8} c_p^{0.4} \lambda^{0.6}}{\mu^{0.4}} \cdot \frac{\mu^{0.8}}{d^{0.2}} \quad (3 \text{ 分})$$

（2）因 d、u 不变，则两种情况下的 α 之比为：

$$\frac{\alpha'}{\alpha} = \frac{\left(\frac{\rho'}{\rho} \right)^{0.8} \left(\frac{c_p'}{c_p} \right)^{0.4} \left(\frac{\lambda'}{\lambda} \right)^{0.6}}{\left(\frac{\mu'}{\mu} \right)^{0.4}} = \frac{\left(\frac{836}{988} \right)^{0.8} \left(\frac{1.82}{4.17} \right)^{0.4} \left(\frac{0.147}{0.648} \right)^{0.6}}{\left(\frac{0.425 \times 10^{-3}}{0.549 \times 10^{-3}} \right)^{0.4}} = 0.286 \quad (4 \text{ 分})$$

（3）甲苯通过该换热器内管的对流传热系数为：

$$\alpha' = 0.286\alpha = 0.286 \times 1000 = 286 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot ^\circ\text{C}) \quad (1 \text{ 分}) \quad (\text{共 } 8 \text{ 分})$$

化工原理习题集卡片

题型	计算	难度	中	章节	第 4 章第 4 节
页码	上册 P170、173、 177、181	知识点	重点	分值	13

试题：

某列管式冷凝器的列管直径为 $\Phi 25 \times 2.5\text{mm}$ 。管内通冷却水，流量为 2.5Kg/s 。在新使用时，冷却水的进、出口温度分别为 20°C 和 30°C 。使用一段时间后，由于生成垢层，在冷却水进口温度和流量不变得情况下，冷水出口温度降为 26°C 。已知换热器的传热面积 S_0 为 16.5m^2 ，有机蒸汽的冷凝温度为 80°C （有机蒸汽在管外冷凝），求水垢层的热阻。

答案与评分标准

解：（1）换热器新使用时：

$$\textcircled{1} Q = w_e \cdot c_{pc} (t_2 - t_1) = 2.5 \times 4.187 \times 10^3 \times (30 - 20) = 104.7 \times 10^3 \text{ w} \quad (2 \text{ 分})$$

$$\textcircled{2} \Delta t_m = \frac{\Delta t_{\text{大}} - \Delta t_{\text{小}}}{\ln \frac{\Delta t_{\text{大}}}{\Delta t_{\text{小}}}} = \frac{(80 - 20) - (80 - 30)}{\ln \frac{80 - 20}{80 - 30}} = 54.8^\circ\text{C} \quad (2 \text{ 分})$$

$$\textcircled{3} K_0 = \frac{Q}{S_0 \Delta t_m} = \frac{104.7 \times 10^3}{16.5 \times 54.8} = 116 \text{ w}/(\text{m}^2 \cdot ^\circ\text{C}) \quad (2 \text{ 分})$$

$$\textcircled{4} \text{总热阻为 } R = \frac{1}{K_0} = \frac{1}{116} = 8.62 \times 10^{-3} (\text{m}^2 \cdot ^\circ\text{C})/\text{w} \quad (1 \text{ 分})$$

（2）换热器使用一段时间后：

$$\textcircled{1} Q' = w_e \cdot c_{pc} (t'_2 - t_1) = 2.5 \times 4.187 \times 10^3 \times (26 - 20) = 62.8 \times 10^3 \text{ w} \quad (1 \text{ 分})$$

$$\textcircled{2} \Delta t'_m = \frac{\Delta t_{\text{大}} - \Delta t'_{\text{小}}}{\ln \frac{\Delta t_{\text{大}}}{\Delta t'_{\text{小}}}} = \frac{(80 - 20) - (80 - 26)}{\ln \frac{80 - 20}{80 - 26}} = 56.9^\circ\text{C} \quad (1 \text{ 分})$$

$$\textcircled{3} K'_0 = \frac{Q'}{S_0 \Delta t'_m} = \frac{62.8 \times 10^3}{16.5 \times 56.9} = 66.9 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot ^\circ\text{C}) \quad (1 \text{ 分})$$

$$\textcircled{4} \text{此时总热阻为 } R' = \frac{1}{K'_0} = \frac{1}{66.9} = 1.49 \times 10^{-2} (\text{m}^2 \cdot ^\circ\text{C})/\text{W} \quad (1 \text{ 分})$$

(3) 水垢层热阻 R_{si} :

$$R_{si} \times \frac{d_0}{d_i} = R' - R = 1.49 \times 10^{-2} - 8.62 \times 10^{-3} = 6.28 \times 10^{-3} (\text{m}^2 \cdot ^\circ\text{C})/\text{W} \quad (1 \text{ 分})$$

$$\text{故 } R_{si} = 6.28 \times 10^{-3} \times \frac{0.02}{0.025} = 0.00502 (\text{m}^2 \cdot ^\circ\text{C})/\text{W} \quad (1 \text{ 分})$$

化工原理习题集卡片

题型	综合计算	难度	中	章节	第 1、4 章 第 1、2、4、 5 节
页码	上册 P17、170、 173、158、 177、181、 184、185	知识点	重点	分值	18

试题：

某车间需要安装一台换热器，将流量为 $30 \text{ m}^3/\text{h}$ ，浓度为 10% 的 NaOH 水溶液由 20°C 预热至 60°C 。加热剂为 127°C 的饱和蒸汽。该车间现库存一台两管程列管式换热器，其规格为：管径 $\Phi 25 \times 2\text{mm}$ ，管长 3m ，总管数 72 根。问库存的换热器能否满足传热任务？已知定性温度下，NaOH 水溶液的物性数据为： $\rho=1100 \text{ Kg}/\text{m}^3$ ； $\lambda=0.58 \text{ W}/(\text{m} \cdot ^\circ\text{C})$ ； $C_p=3.77 \text{ KJ}/(\text{Kg} \cdot ^\circ\text{C})$ ； $\mu=1.5 \times 10^{-3} \text{ Pa} \cdot \text{S}$ 。钢的导热系数为 $46.5 \text{ W}/(\text{m} \cdot ^\circ\text{C})$ ；设污垢热阻总和为 $\Sigma R_{\text{垢}}=0.0003 (\text{m}^2 \cdot ^\circ\text{C})/\text{W}$ ；蒸汽走管外，其冷凝对流传热系数为 $\alpha_o=1 \times 10^4 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot ^\circ\text{C})$ 。

答案与评分标准

本题要求对库存换热器进行传热能力核算，必须算出传热面积后才能确定。

1、完成该传热任务所需的传热面积 S'_0 ，必须先求 Q 、 K_0 、 Δt_m

(1) 求 Δt_m ：

$$\Delta t_m = \frac{\Delta t_{\text{大}} - \Delta t_{\text{小}}}{\ln \frac{\Delta t_{\text{大}}}{\Delta t_{\text{小}}}} = \frac{(127 - 20) - (127 - 60)}{\ln \frac{127 - 20}{127 - 60}} = 85.4^\circ\text{C} \quad (2 \text{ 分})$$

(2) 求 K_0

①先求管内 NaOH 水溶液一侧的 α_i

$$u = \frac{\frac{v_h}{3600}}{\frac{\pi d_i^2}{4} \times \frac{n}{2}} = \frac{\frac{30}{3600}}{\frac{\pi}{4} \times (0.021)^2 \times \frac{72}{2}} = 0.67 \text{ m/s} \quad (2 \text{ 分})$$

$$R_e = \frac{du\rho}{\mu} = \frac{0.021 \times 0.67 \times 1100}{1.5 \times 10^{-3}} = 10300 > 10000, \text{ 湍流。} \quad (1 \text{ 分})$$

$$p_r = \frac{c_p \mu}{\lambda} = \frac{3.77 \times 10^3 \times 1.5 \times 10^{-3}}{0.58} = 9.75, \text{ 符合 } 0.7 < p_r < 120 \quad (1 \text{ 分})$$

$$\frac{L}{d} = \frac{3}{0.021} = 143 > 60, \text{ 且 NaOH 水溶液被加热, } n \text{ 取 } 0.4. \quad (1 \text{ 分})$$

$$\alpha_i = 0.023 \times \frac{\lambda}{d} (R_e)^{0.8} (p_r)^{0.4} = 0.023 \times \frac{0.58}{0.021} \times (10300)^{0.8} \times (9.75)^{0.4} = 2560 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot ^\circ\text{C})$$

(2 分)

②求 K_0

$$K_0 = \frac{1}{\frac{d_0}{\alpha_i d_i} + \frac{b}{\lambda} \cdot \frac{d_0}{d_m} + \sum R_{\text{垢}} + \frac{1}{\alpha_0}} = \frac{1}{\frac{0.025}{2560 \times 0.021} + \frac{0.002}{46.5} \cdot \frac{0.025}{0.023} + 0.0003 + \frac{1}{10000}}$$

$$= 1097 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot ^\circ\text{C})$$

(3 分)

(3) 求 Q 。

$$Q = w_e \cdot c_{pc} (t_2 - t_1) = \frac{30 \times 1100}{3600} \times 3.77 \times 10^3 \times (60 - 20) = 138200 \text{ W}$$

$$= 1382 \text{ kW}$$

(2 分)

(4) 所需传热面积 S'_0 。

$$S'_0 = \frac{Q}{K_0 \cdot \Delta t_m} = \frac{1382 \times 10^3}{1097 \times 85.4} = 14.75 \text{ m}^2 \quad (2 \text{ 分})$$

2、库存换热器所能提供的传热面积 S_0 。

$$S_0 = n\pi dL = 72 \times 3.14 \times 0.025 \times 3 = 16.96 \text{ m}^2 \quad (1 \text{ 分})$$

由于 $S_0 > S'_0$ ，故库存的换热器能够满足传热任务。 (1 分) (共 18 分)

化工原理习题集卡片

题型	计算	难度	中	章节	第 1、4 章第 1、2、4 节
页码	上册 P17、158、170、177、181	知识点	重点	分值	8

试题：

某列管式换热器由多根 $\Phi 25 \times 2.5\text{mm}$ 的钢管所组成。某液体走管内，由 20°C 加热到 55°C ，其流量为 15 吨/时，流速为 0.5m/s ，比热容为 $1.76\text{KJ}/(\text{Kg} \cdot ^\circ\text{C})$ ，密度为 $858\text{Kg}/\text{m}^3$ 。加热剂为 130°C 的饱和水蒸汽，在管外冷凝。已知基于外表面积的总传热系数 K_0 为 $774\text{K}/(\text{m}^2 \cdot ^\circ\text{C})$ 。求(1)此换热器所需管数 n 。(2)单管长度 L

答案与评分标准

解：(1) 由流量方程式求所需管数 n 。

$$w_s = n \cdot u \cdot \frac{\pi}{4} d^2 \cdot \rho$$

$$n = \frac{w_s}{\frac{\pi}{4} d^2 \cdot u \cdot \rho} = \frac{15 \times 10^3}{\frac{\pi}{4} \times (0.02)^2 \times 0.5 \times 858} = 31 \text{根} \quad (2 \text{分})$$

(2) 求单管长度 L 。

①先求 Q 。

$$Q = w_c c_{pc} (t_2 - t_1) = \frac{15 \times 10^3}{3600} \times 1.76 \times 10^3 \times (55 - 20) = 257 \times 10^3 \text{W} \quad (2 \text{分})$$

②求 Δt_m 。

$$\Delta t_m = \frac{\Delta t_{\text{大}} - \Delta t_{\text{小}}}{\ln \frac{\Delta t_{\text{大}}}{\Delta t_{\text{小}}}} = \frac{(130 - 20) - (130 - 55)}{\ln \frac{130 - 20}{130 - 55}} = 91^\circ\text{C} \quad (2 \text{分})$$

③求 S_0

$$S_0 = \frac{Q}{k_0 \Delta t_m} = \frac{257 \times 10^3}{774 \times 91} = 3.65 \text{m}^2 \quad (1 \text{分})$$

④求 L 。

$$L = \frac{S_0}{n \pi d_0} = \frac{3.65}{31 \times 3.14 \times 0.025} = 1.5 \text{m} \quad (1 \text{分})$$

化工原理习题集卡片

题型	计算	难度	较难	章节	第 4 章 第 4、5 节
页码	上册 P173、 184	知识点	重点	分值	11
试题： 实验测定列管式换热器的总传热系数时水在换热器的列管内作湍流流动，管外为饱和水蒸汽冷凝。列管由$\Phi 25 \times 2.5\text{mm}$的钢管组成。当水的流速为 1m/s 时，测得基于管外表面积的总传热系数 K_0 为 $2115\text{ W}/(\text{m}^2 \cdot ^\circ\text{C})$；当其它条件不变，而水的流速为 1.5m/s 时，又测得 K_0 为 $2660\text{ W}/(\text{m}^2 \cdot ^\circ\text{C})$，假设污垢热阻可略。求水蒸汽冷凝的对流传热系数 α_0（钢的导热系数取 $\text{W}/(\text{m}^2 \cdot ^\circ\text{C})$）					
答案与评分标准 解：设水流速为 1m/s 时，α_i 用 $\alpha_{1.0}$ 表示，K 用 $K_{1.0}$ 表示； 流速为 1.5m/s 时，α_i 用 $\alpha_{1.5}$ 表示，K 用 $K_{1.5}$ 表示。 （1）由 K_0 计算式可得：（假设污垢热阻可略） $\frac{1}{k_{1.0}} = \frac{1}{\alpha_0} + \frac{b}{\lambda} \cdot \frac{d_0}{d_m} + \frac{d_0}{\alpha_{1.0} d_i} \quad (\text{A}) \quad (1.5 \text{ 分})$ $\frac{1}{k_{1.5}} = \frac{1}{\alpha_0} + \frac{b}{\lambda} \cdot \frac{d_0}{d_m} + \frac{d_0}{\alpha_{1.5} d_i} \quad (\text{B}) \quad (1.5 \text{ 分})$ （2）由（A）－（B）可得： $\frac{1}{k_{1.0}} - \frac{1}{k_{1.5}} = \frac{d_0}{d_i} \left(\frac{1}{\alpha_{1.0}} - \frac{1}{\alpha_{1.5}} \right)$ 代入已知量，得： $\frac{1}{2115} - \frac{1}{2660} = \frac{25}{20} \left(\frac{1}{\alpha_{1.0}} - \frac{1}{\alpha_{1.5}} \right)$，可得： $\frac{1}{\alpha_{1.0}} - \frac{1}{\alpha_{1.5}} = 7.76 \times 10^{-5} \quad (\text{C}) \quad (2 \text{ 分})$ 流体在圆直管内作湍流，又当 u 改变，而其他条件不变时，$\alpha_i \propto u^{0.8}$，可得： $\alpha_{1.5} = \left(\frac{u_{1.5}}{u_{1.0}} \right)^{0.8} \cdot \alpha_{1.0} = (1.5)^{0.8} \cdot \alpha_{1.0} = 1.383 \alpha_{1.0} \quad (\text{D}) \quad (2 \text{ 分})$ （3）联立（C）和（D）式可解出：					

$$\alpha_{1.0} = 3569 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot ^\circ\text{C}); \quad \alpha_{1.5} = 4936 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot ^\circ\text{C}) \quad (2 \text{ 分})$$

(4) 把 $\alpha_{1.0}$ 及 $\alpha_{1.5}$ 代入式 (A) 得:

$$\frac{1}{2115} = \frac{1}{\alpha_0} + \frac{0.0025}{45} \cdot \frac{0.025}{0.0225} + \frac{0.025}{3569 \times 0.020}; \quad \text{可求出水蒸气冷凝的对流传热系}$$

数为 $\alpha_0 = 16420 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot ^\circ\text{C}) \quad (2 \text{ 分}) \quad (\text{共 } 11 \text{ 分})$

化工原理习题集卡片

题型	计算	难度	较难	章节	第 4 章第 4 节
页码	上册 P170、176、177	知识点	重点	分值	12
试题： 在并流的换热器中，用水冷却油。水的进出、口温度分别为 15℃和 40℃，油的进、出口温度分别为 150℃和 100℃。现因生产任务要求油的出口温度降至 80℃，设油和水的流量进口温度及物性均不变，换热器的热损失可略。若原换热器的管长为 1m, 求将此换热器的管长增至若干米后才能满足要求。					
答案与评分标准 解：(1)原换热器的 Δt_m 150→100 15→40 $\Delta t_m = \frac{\Delta t_{\text{大}} - \Delta t_{\text{小}}}{\ln \frac{\Delta t_{\text{大}}}{\Delta t_{\text{小}}}} = \frac{(135 - 60) - (130 - 55)}{\ln \frac{135}{60}} = 92.5^\circ\text{C} \quad (2 \text{ 分})$ $\Delta t_{\text{大}} = 135 \quad 60 = \Delta t_{\text{小}}$ (2)由热量衡算可得: $w_h c_{ph}(T_1 - T_2) = w_c c_{pc}(t_2 - t_1)$ 即: $\frac{w_h c_{ph}}{w_c c_{pc}} = \frac{t_2 - t_1}{T_1 - T_2} = \frac{40 - 15}{150 - 50} = 0.5 \quad (2 \text{ 分})$ (3)当油出口温度降至 80℃时，求 t'_2。 $w_h c_{ph}(150 - 80) = w_c c_{pc}(t'_2 - 15) = 0.5, \text{ 解出 } t'_2 = 35 + 15 = 50^\circ\text{C} \quad (2 \text{ 分})$ (4)新换热器的 $\Delta t'_m$ 150→80 15→50 $\Delta t'_m = \frac{135 - 30}{\ln \frac{135}{30}} = 70^\circ\text{C} \quad (2 \text{ 分})$					

$$\Delta t_{\text{大}} = 135 - 30 = \Delta t_{\text{小}}$$

(5)求 L' 由总传热速率方程分别得:

原换热器: $w_h c_{ph} (150 - 100) = K_0 S_0 \Delta t_m = K_0 \times n \pi d_0 L \times (92.5)$ ① (1.5分)

新换热器: $w_h c_{ph} (150 - 100) = K_0 S'_0 \Delta t'_m = K_0 \times n \pi d_0 L' \times (70)$ ② (1.5分)

由②式/①式可得: $\frac{70}{50} = \frac{L' \times 70}{L \times 92.5}$, $L = 1m$, 故 $L' = L \times \frac{92.5}{50} = 1.85m$ (1分)

(共 12 分)

化工原理习题集卡片

题型	计算	难度	易	章节	第 4 章第 4 节
页码	上册 P177、178	知识点	重点	分值	8
试题： 在单程列管式换热器中，用水将 80℃ 的某种有机溶剂冷却到 35℃。由于气候条件和水源限制，冷却水进口温度为 30℃，出口温度不得低于 35℃。 求：(1) 确定两种流体应作并流还是逆流流动，并计算其平均温度差。 (2) 若两种流体在壳方单程、管方 2 程的列管换热器中换热，再求平均温度差。					
答案与评分标准 解：(1) ① 由于题给冷水出口温度不得低于 35℃，而热流体出口温度也为 35℃，为了保持一定的传热推动力，两流体必须采用逆流流动进行换热。（2 分） ② 求 $\Delta t_{m逆}$ 80 → 35 35 ← 30 $\Delta t_{m逆} = \frac{\Delta t_{大} - \Delta t_{小}}{\ln \frac{\Delta t_{大}}{\Delta t_{小}}} = \frac{45 - 5}{\ln \frac{45}{5}} = 18.2^{\circ}\text{C} \quad (2 \text{ 分})$ $\Delta t_{大} = 45 \quad 5 = \Delta t_{小}$ (2) 求 $\Delta t_{m折}$ $\Delta t_{m折} = \Delta t_{m逆} \times \phi \Delta t \quad (0.5 \text{ 分})$ ① $\Delta t_{m逆}$，(1) 中②已求出 $\Delta t_{m逆} = 18.2^{\circ}\text{C}$ ② 求 $\phi \Delta t$ $R = \frac{T_1 - T_2}{t_2 - t_1} = \frac{80 - 39}{35 - 30} = 9 \quad (1 \text{ 分})$ $P = \frac{t_2 - t_1}{T_1 - t_1} = \frac{35 - 30}{80 - 30} = 0.1 \quad (1 \text{ 分})$ 查教材上册 P179 (a) 图可得 $\phi \Delta t = 0.86 \quad (1 \text{ 分})$					

③ $\Delta t_{m折}$

$$\Delta t_{m折} = 18.2 \times 0.86 = 15.7 \text{ }^{\circ}\text{C} \quad (0.5 \text{ 分}) \quad (\text{共 } 8 \text{ 分})$$