

全国电力工人公用类培训教材

应用热工基础 习题解答

谷应鸣 编



k1-44

G 465

中国电力出版社

华北水利水电学院图书馆



208563357

全国电力工人
公用类
培训教材

TK 1-44

G 465

应用热工基础 习题解答

谷应鸣 编



TK 1-44

G 465

中国电力出版社

..L. 856335

图书在版编目 (CIP) 数据

应用热工基础习题解答/谷应鸣编. —北京: 中国电力出版社, 1996

全国电力工人公用类培训教材

ISBN 7-80125-098-2

I. 应… II. 谷… III. 热力工程: 热力学-基本知识-解题-技术教育-教材 N. TK1-44

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (95) 第 21937 号

中国电力出版社出版、发行

(北京三里河路 6 号 邮政编码 100044)

北京市社科印刷厂印刷

各地新华书店经售

1996 年 7 月第一版 1996 年 7 月北京第一次印刷

787×1092 毫米 / 32 开本 2.875 印张 61 千字

印数 00001—10060 册 定价 3.60 元

版权专有 翻印必究

788258

出版说明

为提高电力系统工人的素质，适应电力工业工人技术等级标准规定的要求，以及为电力工人技术定级、上岗、转岗、晋级和职业技能鉴定等的培训、考核工作提供服务，我社（原名水利电力出版社）出版了《全国电力工人公用类培训教材》（全套共 14 分册）。这套丛书可供全国电力行业的火力发电、水力发电、供用电、火电建设、水电建设、城镇（农村）工矿企业电气和机械修造等 7 大部分的 27 个专业的 196 个工种的工人培训和自学之用。

《全国电力工人公用类培训教材》出版发行后，受到了电力工人、培训人员以及其他有关行业读者的极大欢迎。与此同时，广大读者也迫切要求，尽早为这套丛书中所列写的“复习题”做出标准的答案。为此，我社组织了这套丛书各分册的原作者和部分新作者，对各分册中的全部习题编写了解答，并增补了一些习题及其解答，以利于读者全面深入地掌握原教材的内容和开拓培训辅导人员的思路。

《习题解答》各分册中一般包括名词解释题、填空题、判断题、选择题、问答题、计算题、绘图题、技能操作题等 8 种题型，但有的分册根据其内容特点还有一些不同于其他分册的独特题型。所有解答基本上根据原教材作者的观点和内容，并参照其文字风格编写的，但对原著中个别不够准确、明晰、贴切的内容和词语，在此次作解答时作了必要的改动。本《习题解答》着眼于方便工人自学和培训人员的辅导使用，因此在给出答案的同时，对于一些较难解答的习题和不易理解

的答案还给予了必要的说明、提示和指导。

必须说明，本书所做的解答也未必都是最佳的，有些解答还可能有所疏误、欠缺，因此恳请广大读者和培训教师对书中不当之处来信指正。

《全国电力工人公用类培训教材·应用热工基础》的原作者黄光辉同志，因健康原因未能参加《习题解答》的编写工作，经他同意，我社邀请西安电力高等专科学校的谷应鸣同志为原著复习题做了解答，是为本书。本书书稿由华北电力学院王清照同志审阅并提出了中肯的意见。在此对以上同志表示衷心的感谢。

中国电力出版社

1995年12月

目 录

出版说明

第一篇 通用部分

第一章 热力学常用基本概念复习题及解答…………… (1)

一、名词解释 (1) 二、填空题 (3) 三、判断题 (4)

四、选择题 (5) 五、计算题 (6) 六、问答题 (9)

第二章 热力学基本定律及其应用复习题及解答 …… (13)

一、名词解释 (13) 二、填空题 (14) 三、判断题 (16)

四、选择题 (17) 五、计算题 (18) 六、问答题 (23)

第三章 水蒸气的基本性质复习题及解答 …………… (28)

一、名词解释 (28) 二、填空题 (29) 三、判断题 (30)

四、选择题 (31) 五、问答题 (32)

第四章 蒸汽动力循环复习题及解答 …………… (37)

一、名词解释 (37) 二、填空题 (38) 三、判断题 (39)

四、选择题 (41) 五、计算题 (41) 六、问答题 (45)

第五章 传热与换热器复习题及解答 …………… (51)

一、名词解释 (51) 二、填空题 (51) 三、判断题 (52)

四、计算题 (54) 五、问答题 (56)

第二篇 专用部分

第六章 蒸汽在喷管中的流动复习题及解答 …………… (59)

一、名词解释 (59)	二、填空题 (60)	三、判断题 (61)
四、选择题 (61)	五、问答题 (62)	
第七章 稳定导热复习题及解答	(65)	
一、名词解释 (65)	二、填空题 (65)	三、计算题 (66)
第八章 对流换热复习题及解答	(69)	
一、名词解释 (69)	二、填空题 (70)	三、计算题 (71)
四、问答题 (73)		
第九章 热辐射复习题及解答	(76)	
一、名词解释 (76)	二、填空题 (77)	三、计算题 (78)
四、问答题 (81)		
附录 全国电力系统各工种培训考核范围表	(83)	

第一篇 通用部分

第一章 热力学常用基本概念 复习题及解答

一、名词解释

1. 火力发电厂

利用煤、石油及天然气等燃料燃烧时产生的热能生产电能的发电厂叫火力发电厂。

2. 热机

把热能转变为机械能的设备叫做热机，例如汽轮机、蒸汽机、内燃机、燃气轮机等均为热机。

3. 工质

将热能转变为机械能的媒介物质称为工质，例如汽轮机中的工质是水蒸气。

4. 理想气体、实际气体

自然界中存在的各种气体都是实际气体。实际气体分子本身具有体积，分子之间存在着相互作用力。当分子间的平均距离比较大时，可以忽略分子本身的体积及分子间的作用力对气体分子运动的影响。理想气体是一种假想气体，这种

气体的分子可看成是一些弹性的不占体积的质点，分子之间没有相互作用力。

5. 状态参数

描述工质状态的所有宏观物理量统称为工质的状态参数，如压力、温度、比体积……都是工质的状态参数。

6. 真空度

真空度是真空值与大气压力比值的百分数，即

$$\text{真空度} = \frac{H}{p_{\text{amb}}} \times 100\%$$

7. 熵

熵是工质的一个状态参数。现在通过一个公式来定义熵：

$$ds = \frac{\delta q}{T}$$

式中 s ——比熵（习惯上也叫做熵）；

ds ——无穷小加热过程中的熵增；

q ——加给质量为 1kg 的工质的热量；

δq ——无穷小加热过程中加入的热量；

T ——加热当时的温度（当过程为无穷小过程时，可认为它是不变的常数）。

8. 功率

功率就是单位时间内所做的功。

9. 能量转换与守恒定律

能量转换与守恒定律的内容为：能量有各种不同的形式，各种形式的能可以相互转换，在转换中能的总量保持不变。

10. 混合气体

由不同成分的气体机械混合而成的气体叫混合气体，如空气就是由氧气、氮气及少量其他气体组成的混合气体。

二、填空题

1. 在火力发电厂中, 属于燃料的____能转变为____能, 由____能转变为____能的范围叫____部分; 属于____能转变为____能的范围叫____部分。

答: 化学 热 热 机械 热力 机械 电 电气

2. 物质在通常情况下有____、____、____三态。

答: 固态 液态 气态

3. 火力发电厂应用的工质, 应具有良好的____性和____性, 常用的工质是____。

答: 膨胀 流动 水蒸气

4. 工质状态参数有____、____、____、____、____、____等6个, 其中____、____、____是基本状态参数。

答: 温度 压力 比体积 (密度) 内能 焓 熵 温度 压力 比体积

5. 摄氏温度 t 与热力学温度 T 之间的数值关系为:

答: $T = t + 273.15$, $1^\circ\text{C} = 1\text{K}$ 。

6. $1\text{bar} = 10^5\text{Pa} = \underline{\hspace{1cm}}\text{at} = \underline{\hspace{1cm}}\text{mmHg}$ 。

答: 1.0197 10.197 750.1

7. 气体内能是由____能和____能组成的。理想气体分子间不存在引力, 所以其内能就是指____能, 其值取决于气体的____。

答: 内动 内位 内动 温度

8. 能是指具有做功的能力。在热力工程中用到的能是____、____和____。

答: 宏观动能 宏观位能 内能

9. 混合气体中组成气体的分压力, 是指各组成气体在混

合气体的_____下,占有混合气体_____时所具有的压力。

答:温度 容积

10. 混合气体中组成气体的分容积,是指各组成气在混合气体的_____、_____时所占的容积。

答:温度 压力

三、判断题(在题末括号内作记号:“√”表示对,“×”表示错)

1. 火力发电厂的能量转换过程是:燃料的化学能→热能→机械能→电能。 ()

答:√

2. 分子因为是极小极小的微粒,所以它不具有由分子构成物质的化学性能。 ()

答:×

3. 分子运动和物质的温度无关。 ()

答:×

说明:物质的温度不同,说明组成物质的分子运动所具有的平均动能不同。

4. 热力学温标和摄氏温标的温度单位 K 与℃所代表的温度间隔是不同的,所以两者无法换算。 ()

答:×

5. 当容器内工质的压力大于大气压力时,工质处于正压状态,反之处于负压状态。 ()

答:√

6. 大气压力 p_{amb} 是随时间、地点而变化的,所以工质的表压力值是不变的,而绝对压力值要随 p_{amb} 的变化而变化。 ()

答:×

说明：当工质的状态确定不变时（即绝对压力不变），工质的表压力将随大气压力 p_{amb} 的变化而变化。

7. 比体积与密度是两个互不关联的独立参数。 ()

答：×

说明：对于同一种工质，比体积和密度都是描述工质聚集稀密程度的宏观物理量，其中任何一个都可作为工质的状态参数，两者有 $\rho v = 1$ 的关系，已知一个，另一个即被确定，两者互不独立。

8. 工质熵的变化量 Δs 若是增加的，表明工质吸热，反之为放热。 ()

答：✓

9. 温度是指物质的冷热程度，热量是指依靠温差而传递的能量，所以它们的含义是不同的。 ()

答：✓

10. 工质的比定压热容比比定容热容大。 ()

答：✓

说明：同种气体在相同的温度下，比定压热容大于比定容热容。

11. 我们常说空气是由 21% 氧气和 79% 氮气组成的，这种组成是空气的质量组成。 ()

答：×

四、选择题

1. 分子力是指：(1) 分子间的引力；(2) 分子间的斥力；(3) 分子间引力与斥力的合力。

答：(3)

2. 工质的压力表达式 $p_{绝} = p_{表} + p_{amb}$ 适用于：(1) 容器内工质压力大于大气压；(2) 容器内工质压力小于大气压。

答：(1)

3. 标准状态是：(1) 工质的温度是 0K，压力是 1 物理大气压；(2) 工质温度是 0℃，压力是 1 物理大气压的状态。

答：(2)

4. 混合气体中各组成气体的质量组成值之和：(1) 大于 1；(2) 小于 1；(3) 等于 1。

答：(3)

5. 混合气体中各组成气体的容积组成值之和：(1) 大于 1；(2) 小于 1；(3) 等于 1。

答：(3)

6. 火力发电厂中处于负压运行的设备有：(1) 省煤器；(2) 过热器；(3) 凝汽器。

答：(3)

五、计算题

1. 当水银温度 $t = 20^\circ\text{C}$ 时，空气的压力由水银气压计测得为 765mmHg，试将此压力以 Pa 表示。

解：由教材 12 页表 1-1 查得，压力换算关系为

$$1\text{bar} = 10^5\text{Pa} = 750.1\text{mmHg}$$

所以 765mmHg 相当于

$$\frac{765}{750.1} = 1.019864(\text{bar})$$

相当于

$$1.019864 \times 10^5 = 101986.4\text{Pa}$$

答：空气的压力为 101986.4Pa。

2. 求容器内气体的绝对压力：如压力表读数为 $p_k = 0.12\text{MPa}$ ；而大气压力根据气压计读数为 680mmHg。

解：根据教材 13 页式 (1-3) 知：由表压力计算绝对压力

的公式为

$$p_{\text{绝}} = p_{\text{表}} + p_{\text{amb}}$$

已知表压力为：

$$p_{\text{表}} = 0.12 \text{MPa}$$

而

$$p_{\text{amb}} = 680 \text{mmHg}$$

为了进行加法计算，应先将它们的单位统一起来，现统一使用单位 Pa。

$$p_{\text{amb}} = \frac{680}{750.1} \times 10^5 = 90654.6 (\text{Pa})$$

$$p_{\text{表}} = 0.12 \text{MPa} = 120000 \text{Pa}$$

所以绝对压力为：

$$\begin{aligned} p_{\text{绝}} &= p_{\text{表}} + p_{\text{amb}} \\ &= 120000 + 90654.6 \\ &= 210654.6 \text{Pa} \end{aligned}$$

答：容器内气体的绝对压力为 210654.6Pa。

3. 凝汽器真空表的读数为 730mmHg，气压计读数为 765mmHg，求工质的绝对压力。

解：由教材 13 页知，由真空值计算绝对压力的公式为：

$$p_{\text{绝}} = p_{\text{amb}} - H$$

$$\text{已知} \quad p_{\text{amb}} = 765 \text{mmHg};$$

$$H = 730 \text{mmHg}$$

$$\text{代入上式} \quad p_{\text{绝}} = 765 - 730 = 35 (\text{mmHg}) = 4665.5 \text{Pa}$$

答：工质的绝对压力值为 4665.5Pa。

4. 某卷扬机要求在 5h 内完成 50kW·h 的功，在不考虑其他损失的条件下，应选择多大功率的电动机？

解：按题要求，该电动机的功率应达到能在 5h 内完成

50kW·h 的功，而功率 P 的计算公式为，

$$P = \frac{W}{\tau}$$

式中 W —— 功 (J)；

τ —— 做功时间 (s)。

所以 $P = \frac{50}{5} = 10 \text{ (kW)}$

答：应选择功率为 10kW 的电动机。

5. 某户照明用电的功率为 300W，某月点灯时数为 90h，求这个月的用电量

解：此题是由功率求功，已知

$$\begin{aligned} W &= \text{功率} \times \text{时间} \\ &= 300 \times 90 = 27000 (\text{W} \cdot \text{h}) \\ &= 27 (\text{kW} \cdot \text{h}) \end{aligned}$$

答：这个月的用电量为 27kW·h。

6. 一台机器在 1s 内完成了 4000J 的功，另一台机器在 8s 内完成了 28000J 的功，问哪一台机器的功率大？

解：

第一台机器的功率 P_1 为：

$$P_1 = \frac{W_1}{\tau_1} = \frac{4000}{1} = 4000 (\text{W})$$

第二台机器的功率 P_2 为：

$$P_2 = \frac{W_2}{\tau_2} = \frac{28000}{8} = 3500 (\text{W})$$

答：第一台机器的功率大于第二台机器的功率。

7. 某省煤器每小时把 430t 水从 230℃ 加热到 330℃，每小时流过的烟气量为 485t，烟气流经省煤器后的温度为 300℃，水的比热容为 4.1868kJ/(kg·℃)，烟气的比热容为：

1.034kJ/(kg·℃), 求烟气流经省煤器前的温度。

解: 在锅炉省煤器中烟气温度降低放热, 锅炉给水得热温度升高。若不考虑传热中的能量损失, 则烟气的放热量应等于给水的得热量 (能量守恒), 即

烟气的放热量 = 给水的吸热量

这种关系式叫做热平衡式。

根据热量的计算式:

烟气在省煤器中的放热量 $Q_{\text{烟}}$ 为:

$$Q_{\text{烟}} = m_{\text{烟}} c_{p\text{烟}} (t_{\text{烟}1} - t_{\text{烟}2})$$

锅炉给水的吸热量 $Q_{\text{水}}$ 为:

$$Q_{\text{水}} = m_{\text{水}} c_{p\text{水}} (t_{\text{水}2} - t_{\text{水}1})$$

上两式中注脚“2”表示出口处, “1”表示入口处。

写成热平衡式, 则

$$m_{\text{烟}} c_{p\text{烟}} (t_{\text{烟}1} - t_{\text{烟}2}) = m_{\text{水}} c_{p\text{水}} (t_{\text{水}2} - t_{\text{水}1})$$

将已知数值代入上式, 得

$$\begin{aligned} & 485 \times 10^3 \times 1.034 \times (t_{\text{烟}1} - 300) \\ & = 430 \times 10^3 \times 4.1868 \times (330 - 230) \end{aligned}$$

式两侧各乘以 10^3 , 是为了把单位 t 换算为 kg。由上式解出 $t_{\text{烟}1}$, 得

$$\begin{aligned} t_{\text{烟}1} &= \frac{430 \times 10^3 \times 4.1868 \times (330 - 230)}{485 \times 10^3 \times 1.034} + 300 \\ &= 658.99^\circ\text{C} \end{aligned}$$

答: 烟气流经省煤器前的温度为 658.99℃。

六、问答题

1. 举例说明: (1) 分子是在不停地运动着的; (2) 分子间是有空隙的; (3) 分子间存在着相互作用力。

答: (1) 香精香味的扩散, 说明分子在不停地运动;

(2) 糖能溶解在水中,说明分子之间存在一定的空隙;(3) 物质内无数分子所以能结合在一起,就是因为分子间存在着引力的缘故。

2. 做功的两要素是什么? 功的正负是如何规定的?

答:功等于力和物体在作用力的方向移动距离的乘积。所以做功的两要素是:(1) 有作用力;(2) 在力的作用下物体发生了位移。

力与位移的方向一致,功为正;力与位移的方向相反,功为负。

3. 在火力发电厂中什么气体可看作理想气体? 什么气体可看作实际气体? 为什么?

答:在火力发电厂中,空气和烟气不易液化,可看作理想气体;水蒸气在汽轮机中膨胀做功时易出现水珠,应看作实际气体。

4. 至少应知道几个状态参数才能确定工质的状态?

答:在我们所研究内容的范围内,两个独立的状态参数就可确定工质的状态。因此,要确定工质的状态,至少需知道两个独立的状态参数。

5. 如图 1-1 所示,在运行中把凝结水系统的阀门 A 打开,能否放出水来?

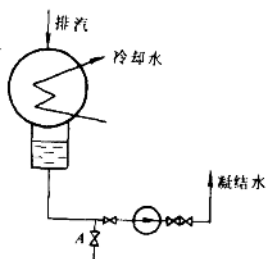


图 1-1

答:因为凝汽器内处于负压状态,所以打开阀门 A,空气要向内漏,水排不出来。

6. 若 $p_{\text{amb}} = 750 \text{ mmHg}$, 则容器内气体的真空可能达到 755 mmHg 吗?

答:由公式 $H = p_{\text{amb}} - p_{\text{绝}}$ 知,