【例7-1】在总压为下，空气的温度为，湿度为试求：

（1）相对湿度、露点温度、湿球温度、绝热饱和温度；

（2）总压与湿度不变，将空气温度提高至时的；

（3）温度与湿度不变，将空气总压提高至时的；

（4）若总压提高至，温度仍为，每原来的湿空气所冷凝出来的水分量？

解：（1）

相对湿度：

已知 下水的饱和蒸汽压的。

露点温度：

已知 下水的饱和蒸汽压的

当，查水的饱和蒸汽压表，内插得到

湿球温度：

绝热饱和温度：

试差法：

不饱和湿空气：

假设：

内插法得到 下水的饱和蒸汽压的。

内插法得到下水的相变焓

（；）

与假设不符，重新试差。

假设：，，

计算得到：

假设：，，

计算得到：

假设：，，

计算得到：

假设：，，

计算得到：

经试差得到：

（2）已知 下水的饱和蒸汽压的。

（3）

（4）

此时，。

此时

原湿空气（）中绝干空气质量为

在总压为下，空气的温度为，湿度为，所容纳的水量为

在总压提高至，温度仍为，湿度为，所容纳的水量为

【例7-1】在总压为下，空气的温度为，湿度为试求：

（1）相对湿度；

（2）总压与湿度不变，将空气温度提高至时的；

（3）温度与湿度不变，将空气总压提高至时的；

（4）若总压提高至，温度仍为，每原来的湿空气所冷凝出来的水分量？

解：（1）已知 下饱和水蒸汽的。

（2）已知 下饱和水蒸汽的。

（3）

（4）

此时，。

此时

原湿空气（）中绝干空气质量为

在总压为下，空气的温度为，湿度为，所容纳的水量为

在总压提高至，温度仍为，湿度为，所容纳的水量为

【例7-2】附图为某物料在时的平衡曲线。如果将含水量为的

此种物料与的湿空气接触，试确定该物料平衡水分和自由水分，结合水分

和非结合水分的大小。

由图中可知，

当时，平衡水分

自由水分

当时，平衡水分（结合水分）

非结合水份

【例7-3】在某干燥器中干燥砂糖晶体，处理量为，要求将湿基含水量由减至5%。干燥介质为干球温度，湿度为的空气，经预热器加热至后送至干燥器内，空气在干燥器内为等焓变化过程，空气离开干燥器时温度为，总压为。

试求：

（1）水分汽化量和绝干物料量

（2）干燥产品量

（3）湿空气的消耗量

（4）预热器向空气提供的热量

（5）在图上定性画出空气的状态变化过程。

解：

1. 方法一：

方法二：

1. 干燥产品量
2. 绝干空气的消耗量，湿空气的消耗量

等焓干燥过程

湿空气用量

湿空气用量

（5）

20℃

80℃

H

H0

φ=100%

B1

C1

30℃

H2

A1

【例7-4】在气流干燥器内将一定量的物料自某一含水量干燥至一定含水量，以获得合格产品。操作压力为，空气初始温度为，湿度为经预热器后温度为假定该干燥器为理想干燥器（等焓过程），并忽略湿物料中水分带入的焓及热损失，试求：

（1）当干燥器空气出口温度分别选为及时，干燥系统的热效率；

（2）若气体离开干燥器后，因在管道及旋风分离器中散热，使温度下降了，试判断以上两种情况是否会发生物料返潮现象？

解：

1. ①当空气出口温度为时，

若为理想干燥器（等焓过程），则：

② 当空气出口温度为时，

若为理想干燥器（等焓过程），则：

备注：设计时空气出口温度的选择，若为等焓过程，空气出口温度降低，空气的湿度提高，热效率提高。

（2）

① 当空气出口温度为时，

当空气出口温度降为时，水蒸汽的饱和蒸汽压

此时空气的相对湿度

此时空气的温度还未降到露点温度，不会有水析出，物料不会返潮。

② 当空气出口温度为时，

当空气出口温度降为时，水蒸汽的饱和蒸汽压

此时空气的相对湿度

此时空气的温度已降到露点温度以下，会有水析出，物料会返潮。

备注：设计时空气出口温度的选择，若空气出口温度降低，会产生在后续工段中使其温度降低至露点温度以下，会物料返潮。

**【思考题-1】** 若湿空气的温度不变，而增大相对湿度，则露点温度（增加），绝热饱和温度（增加）。

解：若湿空气的温度不变，即湿空气的饱和蒸汽压不变，而增大相对湿度，也就是说湿空气的水汽分压增大，湿空气的湿度增大，

露点温度：随着水汽分压增大而增大，则露点温度增加。

因为，随着湿度增大而增大，则绝热饱和温度增加。

**【思考题-2】** 在下，不饱和湿空气温度升高，则湿度（不变），相对湿度（下降），湿球温度（升高），露点温度（不变），焓（升高）。（图解法）

解：

方法一：图解法（根据图），温度升高，湿空气的水汽分压不变，则湿度不变。空气由状态点A沿着等湿线垂直向上升温至状态点B，相对湿度下降，状态点A和状态点B对应的湿球温度分别为，所以湿球温度升高。露点温度不变，焓值升高。

方法二：

温度升高，湿空气的水汽分压不变，则湿度不变。

温度升高，饱和蒸汽压升高，而水汽分压不变，则相对湿度下降。

焓，焓随着温度升高而升高。

露点温度随着水汽分压变化而变化，则露点温度不变。

湿球温度的变化趋势：可用排除法：

变化不大，可近似看作不变。

1. 假设不变，则湿球温度下的饱和蒸汽压不变，不变。则根据湿球温度的公式可知升高。所以假设不成立。
2. 假设降低，则湿球温度下的饱和蒸汽压降低，降低。则根据湿球温度的公式可知升高。所以假设不成立。

所以，只有升高了。

**【思考题-3】** 若不饱和湿空气的的温度不变，总压由升为时，则湿度（不变），相对湿度（上升），露点温度（升高），焓（不变），湿球温度（升高）。

解：不在相同压力下，无法用同一的焓湿图来进行分析。

若不饱和湿空气的的温度不变，总压升高，水蒸汽在空气中的比例不变，所以水汽分压和总压同比例增加，所以湿度不变。

总压升高，水汽分压升高，而温度不变，饱和蒸汽压不变，则升高。

露点温度随着水汽分压增大而增大，则露点温度增加。

焓，焓随着温度、湿度的变化而变化，所以焓不变。

湿球温度的变化趋势：可用排除法：

变化不大，可近似看作不变。

①假设不变，则湿球温度下的饱和蒸汽压不变，降低。则根据湿球温度的公式可知升高。所以假设不成立。

② 假设降低，则湿球温度下的饱和蒸汽压降低，降低。则根据湿球温度的公式可知升高。所以假设不成立。

所以，只有升高了。

**【思考题-4】**饱和空气在恒压下冷却，温度降低，则相对湿度（不变），湿度（降低），

露点温度（降低），湿球温度（降低）。

解：饱和空气的。

饱和空气的湿度，则湿度随着饱和蒸汽压的降低而降低。

饱和空气的露点温度随着水汽分压（饱和蒸汽压）变化而变化，则露点温度降低。

饱和空气的湿球温度，所以湿球温度降低。

**【思考题-1】**空气在进入干燥器前必须预热，其目的是①提高湿空气的温度，提高湿空气的焓值，使其成为载热体。② 降低相对湿度*φ*，使其作为载湿体。③空气的湿度不变。

**【思考题-2】**物料的平衡含水量取决于（物料的种类）和（湿空气性质）；而结合水分含量仅与（物料的种类）有关。

**【思考题-3】**同一物料，如果增大恒速干燥阶段的干燥速率，则其临界含水量将（增大）；如果减薄物料层厚度，则临界含水量将（减小）。

临界含水量是由恒速阶段向降速阶段转折的对应含水量为临界含水量。它受物料本身性质、结构、分散程度和干燥介质的状态参数（温度、湿度）及操作参数（速度）有关。

结构松、颗粒小、分散程度高、厚度薄都会使临界含水量减小。

干燥介质的状态参数（温度、湿度）及操作参数（速度）的变化，将影响恒速干燥速率的大小，尽而影响物料的临界含水量。

**【思考题-4】**用热空气干燥某物料，若其他条件不变而空气的流速增加，则恒速阶段的干燥速率将（增大），临界含水量将（增大），平衡含水量（不变）；若其他条件不变而空气的相对湿度增加，则恒速阶段的干燥速率将（减小），临界含水量将（减小），平衡含水量（增大）。

解：

（1）当干燥介质变化时，物料的临界含水量多少取决于恒速干燥速率的大小，恒速干燥速率越低，物料的临界含水量越低。

若空气的温度增加时，传热推动力增大，则恒速阶段的干燥速率将增大，物料的临界含水量增大。

若空气的湿度增加时，传质推动力减小，则恒速阶段的干燥速率将减小，物料的临界含水量减小。

若空气的流速增加时，传热传质系数增加，则恒速阶段的干燥速率将增大，物料的临界含水量增大。

（2）当干燥介质变化时，物料的平衡含水量多少取决于空气的相对湿度的大小，空气的相对湿度越大，物料的平衡含水量越多。

若空气的温度增加时，空气的饱和蒸汽压增大，空气的相对湿度减小，物料的平衡含水量减小。

若空气的湿度增加时，空气的水汽分压增加，空气的相对湿度增加，物料的平衡含水量增加。

若空气的流速增加时，空气的相对湿度不变，物料的平衡含水量不变。