

1、某商业温泉建造在一处富含温泉的山区的山谷中，其控制系统由热水阀、冷水阀、温泉池、管道、阀门控制器等部件组成。其中热水阀及其对应的管道连通到山间自然温泉内，温度和流速在一定范围内随着自然温泉的变化而变化；冷水阀连接到人工冷水池中，通过阀门打开程度控制冷水的进入。为了保证温泉水温保持在人体适宜的温度，整个系统为 Mamdani 模糊控制系统。现将该系统简化如下。设 $X = \{65, 66, 67, 68, 69, 70, 71\}$ 表示热水阀温度论域（单位是 $^{\circ}\text{C}$ ）， $Y = \{1.1, 1.2, 1.3, 1.4, 1.5\}$ 表示热水阀的流速论域（单位是 m/s ）， $Z = \{1, 2, 3, 4, 5\}$ 表示冷水阀打开程度的大小，1 档最小，5 档最大。根据操作经验总结出的模糊规则是：“如果热水阀的水温高且流速快，则冷水阀打开程度大。” 设 A 是定义在 X 上的模糊集，表示“热水阀水温高”； B 是定义在 Y 上的模糊集，表示“热水阀流速快”； C 是定义在 Z 上的模糊集，表示“冷水阀打开程度大”。三个模糊集合如下所示：

$$A = \frac{0.1}{65} + \frac{0.2}{66} + \frac{0.4}{67} + \frac{0.7}{68} + \frac{0.8}{69} + \frac{0.9}{70} + \frac{1}{71}$$

$$B = \frac{0.3}{1.1} + \frac{0.5}{1.2} + \frac{0.6}{1.3} + \frac{0.8}{1.4} + \frac{1}{1.5}$$

$$C = \frac{0.5}{3} + \frac{0.8}{4} + \frac{1}{5}$$

现有以下语气词及其对应算子 λ 的值，列为下表：

语气词	极	很	相当	较	略	稍微
λ	4	2	1.25	0.75	0.5	0.25

请根据以上内容，利用 MZ 模糊推理法则计算说明：当热水阀的温度很高且流速不快时，冷水阀打开程度应如何变化（用 Zadeh 法表示）？

2、硫酸工业中的接触法制硫酸共分为三步：煅烧黄铁矿、接触氧化和吸收生成物。其中接触氧化指的是让 SO_2 和 O_2 在接触室里利用 V_2O_5 作为催化剂进行催化氧化，该接触氧化系统由 SO_2 进气口、空气进气口、温度控制器、排气口和管道等构成。其中 SO_2 进气口和排气口的进气、排气速率为固定值，而空气进气口可以调节空气流入速率以调节单位时间内 SO_2 的转化率，温度控制器可以控制整个接触氧化反应体系的温度。该系统选用 Mamdani 模糊控制系统，现简化如下。设 $X = \{375, 400, 425, 450, 475, 500, 525\}$ 表示温度论域（单位是 $^{\circ}\text{C}$ ）， $Y = \{2, 3, 4, 5, 6\}$ 表示空气流入的流速论域（单位是 m^3/s ）， $Z = \{95, 96, 97, 98, 99\}$ 表示 SO_2 转化率（单位是%）。根据操作经验总结出的模糊规则是：“如果温度适中且空气流速快，则 SO_2 转化率高。” 设 A 是定义在 X 上的模糊集，表示“温度适中”； B 是定义在 Y 上的模糊集，表示“空气流速快”； C 是定义在 Z 上的模糊集，表示“ SO_2 转化率高”。三个模糊集合如下所示：

$$A = \frac{0.5}{375} + \frac{0.7}{400} + \frac{0.8}{425} + \frac{1}{450} + \frac{0.8}{475} + \frac{0.7}{500} + \frac{0.5}{525}$$

$$B = \frac{0.2}{2} + \frac{0.4}{3} + \frac{0.6}{4} + \frac{0.9}{5} + \frac{1}{6}$$

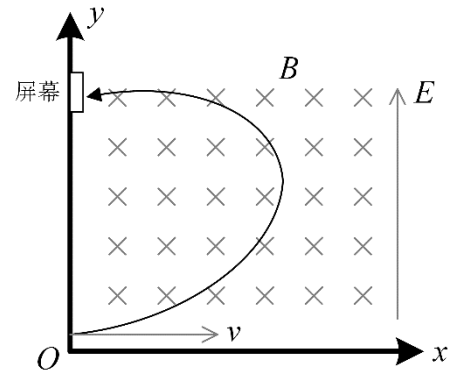
$$C = \frac{0.2}{96} + \frac{0.6}{97} + \frac{0.9}{98} + \frac{1}{99}$$

现有以下语气词及其对应算子 λ 的值，列为下表：

语气词	极	很	相当	较	略	稍微
λ	4	2	1.25	0.75	0.5	0.25

请根据以上内容，利用 MZ 模糊推理法则计算说明：当温度不适中且空气流速很快时， SO_2 转化率应如何变化（用 Zadeh 法表示）？

3、已知 xOy 平面第一象限存在有垂直纸面向内的匀强磁场和垂直向上的匀强电场。其中磁感应强度可以人工调节，电场强度为受到环境影响而随机变化。一支粒子发射枪从原点 O 向 x 轴正半轴发射 α 粒子，初速度 v 受到发射枪本身因素影响具有不确定性。在 y 轴正半轴某一位置垂直固定放置有一块不太大的屏幕，粒子进入第一象限由于受到磁场的 Lorentz 力会发生路径偏转，同时电场会使得粒子在 y 轴正半轴方向上加速，两者综合作用使得粒子打在屏幕上发光，整个过程如右图所示。已知粒子发射间隔周期远大于粒子在平面内的运动时间，且此期间内电场强度可以认为几乎不变。为了让屏幕能够尽可能多的接收到 α 粒子，需要利用 Mamdani 型控制器根据粒子初速度和电场强度来调节对应的磁感应强度。设初速度论域 $V=\{v_1, v_2, v_3, v_4, v_5, v_6\}$ ，电场强度论域 $E=\{E_1, E_2, E_3, E_4, E_5\}$ ，磁感应强度论域 $B=\{B_1, B_2, B_3, B_4, B_5, B_6, B_7\}$ 。 P 、 Q 和 R 分别是定义在 V 、 E 和 B 上的模糊集合，用 Zadeh 法表示如下：



$$P = \frac{0.1}{v_3} + \frac{0.3}{v_4} + \frac{0.7}{v_5} + \frac{1}{v_6} \quad Q = \frac{0.3}{E_1} + \frac{0.5}{E_2} + \frac{0.6}{E_3} + \frac{0.8}{E_4} + \frac{1}{E_5}$$

$$R = \frac{0.5}{B_2} + \frac{0.7}{B_3} + \frac{1}{B_4} + \frac{0.8}{B_5} + \frac{0.6}{B_6}$$

以往的实验经验表明，当初速度满足条件 P 且电场强度满足 Q 时，磁感应强度需要以 R 为基准进行调节。某次实验中，实验基础变为 P' 和 Q' 的形式，Zadeh 法表示如下：

$$P' = \frac{0.4}{v_2} + \frac{0.6}{v_3} + \frac{1}{v_4} + \frac{0.7}{v_5} + \frac{0.2}{v_6} \quad Q' = \frac{0.1}{E_1} + \frac{0.3}{E_2} + \frac{0.8}{E_3} + \frac{0.2}{E_4}$$

利用 MZ 模糊推理法则计算说明：当实验条件 $P^*=P \cup P'$ 且 $Q^*=Q^c \cap Q'$ 时，对应的磁感应强度 (R^*) 应如何设置 (用 Zadeh 法表示)？

4、姬胧月是多肉类植物的一种，常用于室内盆栽装饰。姬胧月在春季和秋季种植阶段需要充足的光照，否则会造成植株徒长，影响植株整体发育和美观。某种植基地在培育姬胧月时，白天采用自然阳光和人工补光联合对植物叶片进行照射，这样不论外部天气如何都能保持植物表面接收到充足的光照。在种植基地有自然光感受器，能够测出自然光线的照度，传感器根据自然光照的强度调整室内照明系统的供电电压，从而调整人工光源的发光强度。整个系统采用 Mamdani 控制模型，简化如下。设自然光照度论域 $X = \{5, 10, 15, 20, 25, 30, 35, 40\}$ （单位是百勒克斯），室内照明供电电压论域 $Y = \{55, 110, 165, 220, 275, 330\}$ （单位是伏特）。模糊集 A 定义于 X 上，表示“自然光照度很偏低”；模糊集 B 定义于 Y 上， B 表示“照明电压低”。 A 和 B 用 Zadeh 表示如下。

$$A = \frac{1}{5} + \frac{1}{10} + \frac{0.81}{15} + \frac{0.64}{20} + \frac{0.49}{25} + \frac{0.25}{30} + \frac{0.09}{35}$$

$$B = \frac{1}{55} + \frac{0.9}{110} + \frac{0.8}{165} + \frac{0.5}{220} + \frac{0.2}{275}$$

培育姬胧月有以下操作法则：若自然光照度偏低，则照明电压不能很低；若自然光照度不偏低，则照明电压也要变低。现有模糊集 A' 定义于 X 上，表示“自然光照强度中等”，Zadeh 法表示如下：

$$A' = \frac{0.1}{5} + \frac{0.4}{10} + \frac{0.8}{15} + \frac{1}{20} + \frac{1}{25} + \frac{0.8}{30} + \frac{0.4}{35} + \frac{0.1}{40}$$

现有以下语气词及其对应算子 λ 的值，列为下表：

语气词	极	很	相当	较	略	稍微
λ	4	2	1.25	0.75	0.5	0.25

请使用 MZ 推理法则说明：当自然光照强度中等时，照明电压应当如何变化（使用 Zadeh 法表示）？