

인화점 추정

액체의 인화점은 액체의 표면에서 발생한 증기농도가 공기 중에서 폭발하한(LFL) 농도가 될 수 있는 가장 낮은 액체의 온도를 말하며, 인화점에서 증기는 탈수 있으나 반드시 연소를 지속하는 것은 아니다.

1) 인화점 추정

(1) 인화점 계산식¹⁾

한 성분이 가연성이고, 가연 물질의 인화점을 알고 있다면, 다성분계 혼합물에 대한 인화점을 계산할 수 있다. 이 경우 인화점은 혼합물 중 가연 성분의 증기압이 그 인화점에서 순수한 물질의 증기압과 같아지는 온도를 결정하여 구한다.

[계산과정]

- 순물질의 인화점 : F_0 [°C]
- 인화점에서의 증기압 : p [kPa]
- 순물질의 부피비 또는 몰분율 : x
- Raoult의 법칙²⁾을 이용하여 혼합물의 인화에 요구되는 순물질의 포화증기압 : P^{sat} [kPa]

$$P^{sat} = \frac{p}{x} \quad \dots \dots Eq(2)$$

- 순물질의 증기압표(또는 식)에서 P^{sat} 에 해당하는 온도를 구하면 이 온도가 혼합물의 예상 인화점이 된다.

(2) 50 volume % 에탄올 수용액의 인화점을 구하면

1) 화학공학안전, Daniel A. Crowl · Joseph F. Louvar, 이영순 외 8인 공역, 동화기술 p.238 ~ p.239

2) Raoult의 법칙은 액체혼합물에서 한 성분이 나타내는 증기압은 그 온도에서의 단독으로 존재할 때 나타내는 증기압에 용액 중에 존재하는 한 성분의 몰분율을 곱한 값과 같다는 것이며, 다중성분액체 혼합물에 대한 일반적인 법칙 중의 특별한 경우이며, 매우 높은 압력과 매우 낮은 온도를 제외하고는 일반적으로 좋은 근사법이다.

가) 에탄올의 물성

- 인화점 : 12.8 °C
- 증기압(12.8 °C) : 28.33 mmHg(3.78 kPa)
- 부피비 : 50 %

나) 50 volume % 에탄올 수용액의 인화점

- Raoult의 법칙을 이용하여 인화에 요구되는 순수 에탄올의 포화 증기압(P^{sat})을 구하면,

$$P^{sat} = \frac{p}{x} = \frac{28.33 \text{ mmHg}}{0.5} = 56.66 \text{ mmHg}$$

p : 순수 에탄올의 인화점(12.8 °C)에서의 증기압

x : 에탄올의 몰분율 또는 부피비

- P^{sat} (56.66 mmHg)에 해당하는 온도를 구하기 위해 아래 증기압식 (Eq(1))을 이용하여 반복계산하면 50 % 에탄올 수용액의 인화점은 24.2 °C이다.

(3) 농도별 예상 인화점은 반복계산을 통해 얻을 수 있다.

<표> 농도별 예상 인화점

순 번	부피비율(vol. %)		필요증기압 (mmHg)	인화점(°C)	
	에탄올	물		예측온도	공단 MSDS
1	100.0	0.0	28.33	12.80	12.8
2	96.0	4.0	29.51	13.45	17.0
3	90.0	10.0	31.48	14.47	
4	85.0	15.0	33.33	15.39	
5	83.0	17.0	34.13	15.78	
6	80.0	20.0	35.41	16.37	20.0
7	75.5	24.5	37.52	17.31	
8	75.0	25.0	37.77	17.42	
9	70.0	30.0	40.47	18.56	21.0
10	65.0	35.0	43.59	19.79	
11	62.0	38.0	45.69	20.58	
12	60.0	40.0	47.22	21.13	22.0
13	56.0	44.0	50.59	22.29	
14	55.0	45.0	51.51	22.60	
15	50.0	50.0	56.66	24.24	24.0
16	45.0	55.0	62.96	26.07	

17	40.0	60.0	70.83	28.14	26.0
18	35.0	65.0	80.94	30.54	
19	30.0	70.0	94.44	33.35	29.0
20	25.0	75.0	113.32	36.77	
21	20.0	80.0	141.65	41.06	36.0
22	19.5	80.5	145.29	41.56	
23	15.0	85.0	188.87	46.81	
24	10.0	90.0	283.31	55.33	49.0
25	5.0	95.0	566.61	71.18	62.0