

ภาคผนวก ก. การคำนวณ

1. การเตรียมแก๊สแอมโมเนีย

ในการเตรียมแก๊สแอมโมเนียสำหรับใช้ในการทดลองโดยฉีดสารละลายแอมโมเนียเข้าสู่เครื่องปฏิกรณ์ และปล่อยให้สารละลายแอมโมเนียระเหยเป็นแก๊สจนหมด

เริ่มจากการเตรียมสารละลายให้มีความเข้มข้นที่ทำให้เมื่อสารละลายแอมโมเนียระเหยหมดภายในเครื่องปฏิกรณ์แล้วได้ความเข้มข้นของแก๊สแอมโมเนียภายในเครื่องปฏิกรณ์ตามที่ต้องการ โดยเตรียมจากสารละลายแอมโมเนีย 30 % by weight ในขวด flask 250 ml และมีการคำนวณดังต่อไปนี้จากการทดลองต้องการความเข้มข้นของแก๊สแอมโมเนีย 30 ppm ในเครื่องปฏิกรณ์ปริมาตร 25 ลิตร

1. ความเข้มข้นของแก๊สแอมโมเนีย 30 ppm ในหน่วย Molar

$$\text{ppm} = \frac{30 \text{ mol}}{10^6 \text{ mol}} \times \frac{1 \text{ mol air}}{28.966 \text{ g air}} \times \frac{1.164 \text{ g air}}{1 \text{ L}} = 1.21 \times 10^{-6} \text{ mol/L}$$

2. จำนวน โมลของแอมโมเนียที่ความเข้มข้น 30 ppm ภายในเครื่องปฏิกรณ์ 25 ลิตร

$$\begin{aligned} \text{Mol}_{\text{NH}_3} &= 1.21 \times 10^{-6} \text{ mol/L} \times 25 \text{ L} \\ &= 3.01 \times 10^{-5} \text{ mol} \end{aligned}$$

3. ความเข้มข้นของสารละลายแอมโมเนียที่ฉีดในปริมาณ 10 ไมโครลิตร เข้าสู่เครื่องปฏิกรณ์

$$C = \frac{3.01 \times 10^{-5} \text{ mol}}{10 \times 10^{-6} \text{ L}} = 3.01 \text{ M}$$

การเตรียมความเข้มข้นดังที่ได้คำนวณมา โดยเตรียมจาก NH₃ 30 % by weight (ความหนาแน่น 0.901 kg/L) แต่จะคำนวณความเข้มข้นของสารละลายแอมโมเนียที่ 28 % by weight ซึ่งเป็นค่า Minimum assay ของสารละลายแอมโมเนีย

4. ความเข้มข้นของสารละลายแอมโมเนีย 28 % by weight ในหน่วย Molar

$$\frac{28 \text{ kg NH}_3}{100 \text{ kg Solution}} \times \frac{0.901 \text{ kg}}{1 \text{ L}} \times \frac{1 \text{ mol}}{17 \text{ gNH}_3} \times \frac{1000 \text{ g NH}_3}{1 \text{ kg NH}_3} = 14.84 \text{ M}$$

5. ปริมาณของสารละลายแอมโมเนีย 28 % by weight ที่ต้องใช้ในการเตรียมสารละลาย ที่จะนำไปฉีดเข้าถัง โดยเจือจางใน Flask ขนาด 250 mL

$$C_1 V_1 = C_2 V_2$$

$$V_2 = \frac{3.01 \text{ M} \times 250 \text{ mL}}{14.84 \text{ M}} = 50.77 \text{ mL}$$

ดังนั้น นำสารละลายแอมโมเนีย 30 % by weight ปริมาตร 50.77 mL เจือจางใน flask 250 mL ฉีดเข้าเครื่องปฏิกรณ์ 10 ไมโครลิตร จะได้ความเข้มข้นของแก๊สแอมโมเนียภายในเครื่องปฏิกรณ์เป็น 30 ppm เมื่อสารละลายแอมโมเนียระเหยหมด

2. ช่วงการไหลของแก๊สแอมโมเนียภายในเครื่องปฏิกรณ์

หากต้องการทราบว่า การไหลของแก๊สแอมโมเนียภายในเครื่องปฏิกรณ์ที่มีการหมุนของใบพัด จะต้องเริ่มจากการการคำนวณ Reynold's Number (Re) ซึ่งที่ $Re > 10000$ การไหลจะอยู่ในช่วง Fully Turbulence

การคำนวณ Reynold's Number สำหรับเครื่องปฏิกรณ์ที่มีใบพัดเพื่อหมุนเวียนอากาศภายในเครื่องปฏิกรณ์ ดังสมการ

$$Re = \frac{\rho N D^2}{\mu}$$

ในการคำนวณกำหนดค่าเส้นผ่านศูนย์กลางของใบพัดเท่ากับ 14 เซนติเมตร ที่สภาวะในการทดลอง กำหนดอุณหภูมิในการทดลองเท่ากับ 35 °C, ความหนาแน่นของอากาศ (ρ) เท่ากับ 1.1455 kg/m³ และค่าความหนืดของอากาศ (μ) เท่ากับ 1.998 x 10⁻⁵ (kg/m s) ความเร็วเชิงมุม (N)

ตัวอย่างการคำนวณ Re ที่ความเร็วรอบใบพัด 200 rpm

$$Re = \frac{1.1455 \times (2 \times \pi \times \frac{200}{60}) \times (14 \times 10^{-2})^2}{1.998 \times 10^{-5}}$$

$$Re = 30740$$

3. การอัตราการเกิดปฏิกิริยา

จากการค่าคงที่อัตราการเกิดปฏิกิริยาเราสามารถหาอัตราการเกิดปฏิกิริยาได้ดังนี้

$$r_A = \frac{kK C_A}{1 + K C_A}$$

โดยที่

r_A = อัตราการเกิดปฏิกิริยา

C_A = ความเข้มข้นแอมโมเนียที่ออกจากเครื่องปฏิกรณ์ (10 ppm)

k = ค่าคงที่การเกิดปฏิกิริยา (72.4638 ppm/h)

K = ค่าคงที่การดูดซับ (0.003083 ppm⁻¹)

$$r_A = \frac{72.4638 \times 0.003083 \times 10}{1 + (3.083 \times 10^{-3} \times 10)}$$

$$r_A = 2.1672 \text{ ppm/h}$$

แต่ถ้าเป็นอัตราการเกิดปฏิกิริยาต่อพื้นที่ผิวปฏิกิริยาจะได้ดังนี้

$k = 10.4493 \text{ ppm/h}$

$K = 0.003078 \text{ ppm}^{-1}$

$C_A = 10 \text{ ppm}$

$$r_A = \frac{10.4493 \times 0.003083 \times 10}{1 + (3.083 \times 10^{-3} \times 10)}$$

$$r_A = 0.321 \text{ ppm/h.m}_{\text{cat}}^2$$

4. การหาขนาดของเครื่องปฏิกรณ์

การหาปริมาตรของเครื่องปฏิกรณ์แบบถังกวนต่อเนื่อง (CSTR)

สมการอัตราการเกิดปฏิกิริยา

$$-r_A = \frac{76.72 \times 2.91 \times 10^{-3} C_A}{1 + 76.72 C_A}$$

สมการหาปริมาณเครื่องปฏิกรณ์แบบถังกวนต่อเนื่อง (CSTR)

$$V = \frac{F_{A0} X}{-r_A}$$

แทนค่าอัตราการเกิดในสมการการหาปริมาณเครื่องปฏิกรณ์จะได้

$$V = 2.45 \times 0.0467 \div \frac{76.72 \times 2.91 \times 10^{-3} C_A}{1 + 76.72 C_A}$$

$$V = 1338 \text{ m}^3$$

เพราะฉะนั้นปริมาณเครื่องปฏิกรณ์แบบถังกวนต่อเนื่อง (CSTR) ได้เท่ากับ 1338 m^3

การหาปริมาตรของเครื่องปฏิกรณ์แบบท่อไหล (PFR)

สมการอัตราการเกิดปฏิกิริยา

$$-r_A = \frac{76.72 \times 2.91 \times 10^{-3} C_A}{1 + 76.72 C_A}$$

โดยที่ค่า C_A เท่ากับ $C_A = C_{A0} (1-x)$

แทนค่า C_A ที่ได้ในสมการอัตราการเกิดปฏิกิริยาจะได้

$$-r_A = \frac{76.72 \times 2.91 \times 10^{-3} C_{A0} (1-x)}{1 + 76.72 C_{A0} (1-x)}$$

สมการหาปริมาณเครื่องปฏิกรณ์แบบท่อไหล (PFR)

$$V = \int_{X_{A0}}^{X_A} \frac{F_{A0}}{76.72 \times 2.91 \times 10^{-3} C_{A0} (1-x) + 1} dx$$

$$V = - \frac{F_{A0}}{76.72 \times 2.91 \times 10^{-3} C_{A0}} \int_0^{0.0467} \frac{1 + 76.72 C_{A0} (1-x)}{(1-x)} dx$$

$$V = - \frac{2.45}{76.72 \times 2.91 \times 10^{-3} \times 4.22 \times 10^{-4}} \int_0^{0.0467} \frac{1 + 76.72 C_{A0} (1-x)}{(1-x)} dx$$

$$V = -26,004 [(-\ln(1-0.0467) - 76.72 \times 4.22 \times 10^{-4} (1-0.0467)) - (-\ln(1-0) - 76.72 \times 4.22 \times 10^{-4} (1-0))]]$$

$$V = -26,004(0.0478-0.0309+0.0324) = 1283 \text{ m}^3$$

5. การหาพื้นที่ผิวทำปฏิกิริยาและปริมาณไทเทเนียมไดออกไซด์ที่ต้องใช้กับเครื่องปฏิกรณ์ที่ได้รับการขยายขนาด

จากสมการความสัมพันธ์ระหว่างพื้นที่ผิวทำปฏิกิริยากับปริมาตรของเครื่องปฏิกรณ์ดังนี้

$$\frac{S_1}{V_1} = \frac{S_2}{V_2}$$

แทนค่าปริมาตรของเครื่องปฏิกรณ์ใหม่ที่ขยายขนาดแล้ว ปริมาตรของเครื่องปฏิกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง และพื้นที่ผิวทำปฏิกิริยาของเครื่องปฏิกรณ์ในการทดลอง ลงในสมการ จะได้

$$S_2 = \frac{0.144}{0.025} \times 1338 = 7,706 \text{ m}^2$$

เพราะฉะนั้นพื้นที่ผิวทำปฏิกิริยาใหม่ของเครื่องปฏิกรณ์ที่ขยายขนาดแล้วคือ $7,706 \text{ m}^2$

ภาคผนวก ข. ผลการทดลอง

1 การทดลองหาสภาวะที่เหมาะสมในการกำจัดแก๊สแอมโมเนียภายในเครื่องปฏิกรณ์แบบกะ

1.1 การศึกษาอิทธิพลของจำนวนหลอดรังสียูวีที่มีต่อประสิทธิภาพในการกำจัดแก๊สแอมโมเนีย
สภาวะที่ใช้ในการทดลอง ความเร็วรอบใบพัด 300 rpm, ความชื้นสัมพัทธ์ 60 %, ความเข้มข้นของ
แก๊สแอมโมเนีย 30 ppm

ตารางที่ ข.1 ผลของจำนวนหลอดรังสียูวีที่มีต่อประสิทธิภาพในการกำจัดแก๊สแอมโมเนีย

จำนวนหลอดไฟ (หลอด)	ความเร็วใบพัด (rpm)	%RH	เวลา (h)	ความเข้มข้นแอมโมเนีย (ppm)	%RH	T °(C)	%Removal Efficiency
2	300	64.4	0	31	64.4	35	-
			3	20	59.5	39.5	35.48
			6	12	61.3	38.8	61.29
			8	9	61.3	38.8	70.97
1	300	66.4	0	29	66.4	31.2	-
			2	22	59.3	35.7	24.14
			3	20	57.8	36.6	31.03
			6	12	56.2	37.8	58.62
			8	11	57.5	37.2	62.07

1.2 การศึกษาอิทธิพลของปริมาณความชื้นสัมพัทธ์ที่มีต่อประสิทธิภาพในการกำจัดแก๊สแอมโมเนีย
 สภาวะที่ใช้ในการทดลอง จำนวนหลอดไฟ 1 หลอด, ความเร็วรอบใบพัด 300 rpm, ความเข้มข้นของ
 แก๊สแอมโมเนีย 30 ppm

ตารางที่ ข.2 ผลของปริมาณความชื้นสัมพัทธ์ที่มีต่อประสิทธิภาพในการกำจัดแก๊สแอมโมเนีย

จำนวน หลอดไฟ (หลอด)	ความเร็ว ใบพัด (rpm)	%RH	เวลา (h)	ความเข้มข้น แอมโมเนีย (ppm)	%RH	T °(C)	%Removal Efficiency
1	300	48.7	0	30	48.7	33.5	-
			3	22	45.1	37.4	26.67
			6	18	47.6	36.5	40.00
			8	14	49.5	35.6	53.33
1	300	73.7	0	30	73.7	34.1	-
			3	21	71.6	36.3	30.00
			6	15	72.6	36.2	50.00
			8	12	72.9	35.8	60.00
1	300	87.1	0	32	87.1	33.8	-
			3	18	85.3	35.6	43.75
			6	12	85.3	35.4	62.50
			8	10	85.3	35.4	68.75

1.3 การศึกษาอิทธิพลของความเร็วรอบใบพัดที่มีต่อประสิทธิภาพในการกำจัดแก๊สแอมโมเนีย
สภาวะที่ใช้ในการทดลอง จำนวนหลอดไฟ 1 หลอด, ความชื้นสัมพัทธ์ 70 %, ความเข้มข้นของ
 แอมโมเนีย 30 ppm

ตารางที่ ข.3 ผลของความเร็วรอบใบพัดที่มีต่อประสิทธิภาพในการกำจัดแก๊สแอมโมเนีย

จำนวน หลอดไฟ (หลอด)	ความเร็ว ใบพัด (rpm)	%RH	เวลา (h)	ความเข้มข้น แอมโมเนีย (ppm)	%RH	T °(C)	%Removal Efficiency
1	200	67.2	0	29	67.2	33	-
			3	22	61	37.2	24.14
			6	16	62	36.9	44.83
			8	14	62.3	36.6	51.72
1	300	73.7	0	30	73.7	34.1	-
			3	21	71.6	36.6	30.00
			6	15	72.6	36.2	50.00
			8	12	72.1	36.3	60.00
1	400	72.2	0	30	72.2	34.2	-
			3	20	67.6	37.6	33.33
			6	13	69.2	36	56.67
			8	10	70.2	36.4	66.67

2 การศึกษาอัตราการเกิดปฏิกิริยาในการกำจัดแก๊สแอมโมเนีย ณ สถานะที่เหมาะสมจากการทดลอง

สถานะที่ใช้ในการทดลอง จำนวนหลอดไฟ 1 หลอด , ความเร็วรอบใบพัด 200 rpm , ความเข้มข้นของแก๊สแอมโมเนีย 20, 25, 30, 35, 40, 45 และ 50 ppm

ตารางที่ ข.4 ผลการทดลองอัตราการเกิดปฏิกิริยาที่ความเข้มข้นของแก๊สแอมโมเนีย 20, 25, 30, 35, 40, 45 และ 50 ppm

ความเข้มข้นเริ่มต้น (ppm)	เวลา (h)	ความเข้มข้นที่วัดได้ (ppm)	%RH	T °(C)	Initial rate (ppm/h)	$1/C_A$ (ppm ⁻¹)	1/rate (h/ppm)
20	0	23	70.5	35.4	4.5	0.0435	0.2222
	0.5	21	67.9	37			
	1	20	66.7	37.8			
	2	18	67.8	37.7			
	4	16	69.2	36.8			
	5	14	68.9	37			
	6	13	69.3	36.8			
25	0	26	70.5	34.1	4.8	0.0385	0.2083
	0.25	24	67.9	36.6			
	0.5	23	66.7	37.1			
	0.75	22	67.8	37.1			
	1	21	67.5	36.6			
	1.5	20	67.6	36.5			
	2	18.5	67.8	36.3			
30	3	15	67.9	36.1			
	6	14	67.8	36.2			
	0	33	70.5	35.4	6	0.0303	0.1667

	0.5	30	67.9	37			
	1	27	66.7	37.8			
	2	24	67.8	37.7			
	4	22	69.2	36.8			
	5	18	68.9	37			
	6	16	69.3	36.8			
35	0	35	69.9	34.1	8.8	0.0286	0.1136
	0.25	32	65.3	36.6			
	0.5	30	64.7	37.1			
	0.75	28	64.3	37.1			
	1	26	66.4	36.6			
	1.5	24	66.8	36.5			
	2	22	66.9	36.3			
	3	20	66.8	36.1			
	6	18	66.9	36.2			
40	0	43	70.5	35.4	8.5	0.0233	0.1176
	0.5	39	67.9	37			
	1	35	66.7	37.8			
	2	26	67.8	37.7			
	4	24	69.2	36.8			
	5	20	68.9	37			
	6	19	69.3	36.8			
45	0	46	72.1	34.6	9.6886	0.0217	0.1032
	0.25	43	72	35.5			
	0.5	37.5	71.8	36.1			
	0.75	37	70.5	36.5			
	1	35	70.1	36.8			
	1.5	30	69.8	36.8			
	2	26	69.9	37			

	3	23	69.9	36.9			
	6	20	69.7	37.1			
50	0	50	69.9	34.1	9.5	0.0200	0.1053
	0.5	45	65.3	36.6			
	1	39	64.7	37.1			
	2	31	64.3	37.1			
	4	27	66.4	36.6			
	5	22	66.8	36.5			
	6	20	66.9	36.3			

ภาคผนวก ค. การวัดความเข้มข้นของแก๊สแอมโมเนีย

ในการทดลองนี้จะใช้เครื่องมือวัด “Kitagawa Gas Detector Tube System” ซึ่งจะประกอบไปด้วย gas detector tube ซึ่งสามารถวัดความเข้มข้นของแก๊สแอมโมเนียได้ในช่วง 1-100 ppm และ air sampling pump ดังรูปที่ ค.1 โดยมีวิธีการวัดความเข้มข้นของแก๊สแอมโมเนีย ดังนี้

- 1) หักปลายทั้งสองข้างของ gas detector tube โดยใช้ air sampling pump ดังรูปที่ ค.2
- 2) ต่อ gas detector tube เข้ากับ air sampling pump ในทิศทางตามลูกศรบน gas detector tube ดังรูปที่ ค.3
- 3) หมุนก้านสูบเพื่อปลดล๊อค air sampling pump แล้วดึงก้านสูบขึ้น แก๊สจะถูกดูดเข้าสู่ gas detector tube จากนั้นหมุนก้านสูบเพื่อล๊อค air sampling pump รอให้เกิดการทำปฏิกิริยาใน gas detector tube จนสมบูรณ์ประมาณ 1 นาที ดังรูปที่ ค.4
- 4) ดึง gas detector tube ออก เพื่ออ่านผลที่ได้จาก gas detector tube โดยหากเกิดปฏิกิริยา สารใน gas detector tube จะเปลี่ยนสีจากชมพูม่วงเป็นสีเหลือง ซึ่งสามารถอ่านค่าความเข้มข้นจากสเกลบน gas detector tube ที่ตำแหน่งสูงสุดของแถบสีที่เปลี่ยนแปลงไป ดังรูปที่ ค.5 ในกรณีที่แถบสีไม่ชัดเจนให้นำ gas detector tube ที่ใช้วัดแล้วไปแช่เย็นประมาณ 30 นาทีอาจทำให้อ่านค่าได้ชัดเจนมากขึ้น แต่หากตำแหน่งสูงสุดของแถบสียังไม่ชัดเจนหรือลาดเอียงให้อ่านค่าที่ตำแหน่งกึ่งกลางของแถบสีสูงสุดที่ไม่ชัดเจนหรือลาดเอียงนั้น



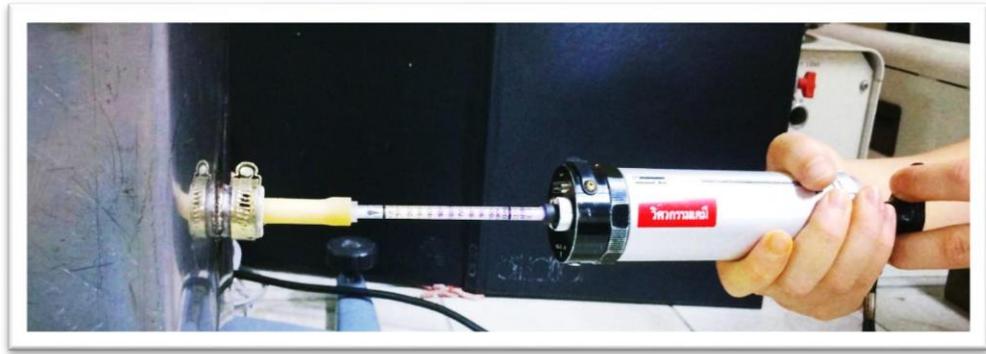
รูปที่ ค.1 ลักษณะของ Kitagawa Gas Detector Tube System



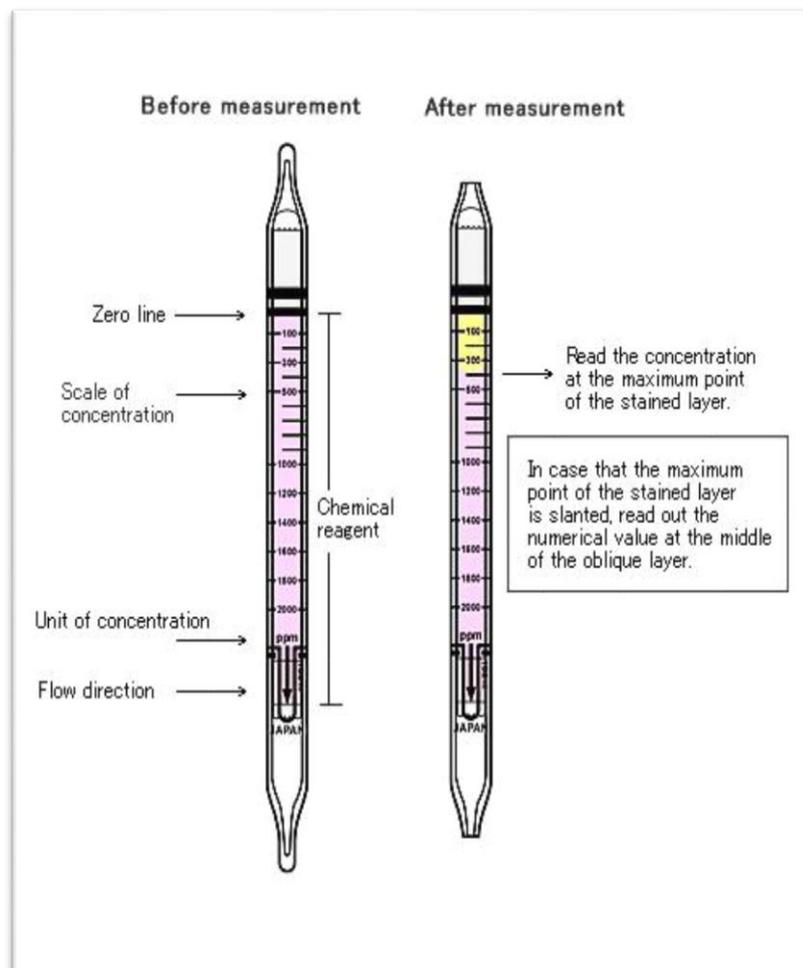
รูปที่ ค.2 การหักปลายของ gas detector tube



รูปที่ ค.3 การต่อ gas detector tube เข้าไปใน air sampling pump



รูปที่ ค.4 การสูบลำตัวอย่างเข้าไปในหลอด gas detector tube



รูปที่ ค.5 gas detector tube ที่เกิดปฏิกิริยา และ scale ในการอ่านค่าความเข้มข้นของแก๊สแอมโมเนีย

ภาคผนวก ง. แก๊สแอมโมเนีย (NH₃)

1. ข้อมูลพื้นฐานของแก๊สแอมโมเนีย [28]

ในโรงงานเลี้ยงสัตว์ทั่วไปจะสามารถพบแก๊สแอมโมเนียได้ในระดับต่ำ ซึ่งสามารถเกิดขึ้นได้เองจากกระบวนการเน่าเปื่อยย่อยสลายของ มูลสัตว์ และสิ่งปฏิกูลต่างๆตามธรรมชาติ แอมโมเนียจัดเป็นก๊าซพิษชนิดหนึ่ง ไม่มีสี แต่มีกลิ่นฉุนรุนแรง มีความเป็นพิษสูง มีฤทธิ์กัดกร่อนสูง และสามารถละลายน้ำได้ดี สูตรทางเคมีคือ NH₃ จุดเดือด -33.35°C จุดหลอมเหลว -77.7 °C น้ำหนักโมเลกุล 17.03 ซึ่งเป็นก๊าซที่เบากว่าอากาศ เนื่องจากความหนาแน่นไต่เท่ากับ 0.58 เมื่อเทียบกับความหนาแน่นไต่ของอากาศเท่ากับ 1 หากเกิดการรั่วไหลของแอมโมเนีย จะทำให้แก๊สแอมโมเนียเกิดการรวมตัวกับความชื้นในอากาศทำให้เกิดเป็นหมอกควันสีขาวของแอมโมเนียซึ่งจะหนักกว่าอากาศ ดังนั้นเมื่อเกิดการรั่วไหลของแอมโมเนียในอากาศ ก็จะมีทั้งแอมโมเนียที่หนักและเบากว่าอากาศอยู่ปะปนกัน สามารถลุกไหม้ติดไฟได้ที่ช่วงความเข้มข้นของไต่ระหว่าง 16-25 % โดยปริมาตร แอมโมเนียสามารถลุกติดไฟได้เอง (Autoignition Temperature) ที่อุณหภูมิประมาณ 650 องศาเซลเซียส แอมโมเนียที่อยู่ในภาชนะบรรจุจะอยู่ในสถานะเป็นของเหลวภายใต้ความดันประมาณ 150 ปอนด์/ตารางนิ้ว ที่อุณหภูมิ - 33 องศาเซลเซียส แต่ก๊าซแอมโมเนียในภาชนะบรรจุมีสถานะเป็นของเหลวซึ่งมีอัตราการขยายตัวกลายเป็นก๊าซแอมโมเนียในอัตราส่วน 1 : 850 นั่นคือแอมโมเนียเหลว 1 ส่วน หากมีการรั่วไหลออกสู่บรรยากาศจะขยายตัวเป็นก๊าซได้ 850 ส่วน

2. ประโยชน์และการนำไปใช้งานของแอมโมเนีย

แอมโมเนียนิยมใช้เป็นสารทำความเย็นในระบบทำความเย็น เนื่องจากมีประสิทธิภาพสูง ราคาถูกเมื่อเปรียบเทียบกับสารทำความเย็นประเภทคลอโรฟลูออโรคาร์บอน(CFC) และประการสำคัญ คือไม่ทำลายโอโซนในชั้นบรรยากาศ ปัจจุบันมีการใช้ก๊าซแอมโมเนียกับอุปกรณ์ทำความเย็นขนาดใหญ่ เช่น โกดัง ห้องเย็นเก็บอาหารแช่แข็ง โรงทำน้ำแข็ง เป็นต้น แอมโมเนียหรือแอมโมเนีย ใช้ผลิตปุ๋ยเคมี สำหรับเกษตรกรรม สารเคมี พลาสติก วัสดุเซพติค กรดไนตริก สารเคมีกำจัดศัตรูพืช น้ำยาล้างกระจก และผงซักฟอก และสารละลายเจือจางร้อยละ 10 ของแอมโมเนียในน้ำใช้สุดคมแก้เป็นลมหมดสติ โดยชุบสำลีให้ผู้ป่วยสูดดมหรือที่เรียกว่า เขียวอูฐ นอกจากนี้มีการเติมแอมโมเนียในน้ำยาดับ เพื่อป้องกันการแข็งตัว เป็นต้น

3. อันตรายของแอมโมเนีย [29]

กลิ่นแอมโมเนียถือเป็นกลิ่นที่มีความฉุนมาก เป็นกลุ่มก๊าซที่เป็นอันตรายต่อสิ่งมีชีวิต โดยสัตว์ที่สัมผัสกับแอมโมเนียอยู่เสมอจะเกิดอาการแพ้ ระคายเคืองต่อเยื่ออ่อนต่างๆของอวัยวะในร่างกาย เช่น อวัยวะสืบพันธุ์ ตา หู จมูก ปาก โดยเฉพาะอย่างยิ่งระบบทางเดินหายใจ ทำให้สัตว์เครียดและอ่อนแอลง มีการแสดงอาการคล้ายเป็นหวัด เช่น มีน้ำมูก น้ำตาไหล จากนั้นจะถูกเชื้อโรคเข้าเติมซ้ำจนเป็นโรคต่างๆได้ง่าย ในสัตว์ปีกจะไวต่อก๊าซแอมโมเนียมากกว่าสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนม จากความเป็นพิษของแอมโมเนีย เมื่อแอมโมเนียเกิดการรั่วไหลอาจทำให้ผู้ที่อยู่ในบริเวณใกล้เคียงเสียชีวิตได้ และจากสถิติการเสียชีวิตจากอุบัติเหตุแอมโมเนียรั่วไหลพบว่ามีผู้เสียชีวิตจากสาเหตุการระบายไอส่วนเกินออกจากอุปกรณ์อำนวยความสะดวก โดยมีโอกาสเกิดระเบิดสูงกว่าการระเบิดของภาชนะบรรจุแอมโมเนียเป็นอันมาก ดังนั้นภาชนะหรือท่อบรรจุ (Ammonia Cylinders) จึงไม่นิยมติดตั้งอุปกรณ์นิรภัย (Safety Devices) ทั้งนี้เพื่อไม่ให้เกิดการระบายก๊าซออกจากภาชนะบรรจุได้ง่ายเมื่อภาชนะบรรจุมีอุณหภูมิสูง ดังนั้นภาชนะบรรจุแอมโมเนียจึงอาจจะระเบิดได้เมื่อได้รับความร้อนจากเพลิงไหม้เป็นเวลานาน สิ่งที่สำคัญที่สุดคือหากเกิดเพลิงไหม้ใกล้กับภาชนะบรรจุแอมโมเนีย การหล่อเย็น (Cooling) ที่ภาชนะบรรจุหรือการเคลื่อนย้ายภาชนะบรรจุออกจากบริเวณที่เกิดเพลิงไหม้ จึงมีความสำคัญและจำเป็นอย่างยิ่ง

ตารางที่ ง.1 ผลของการสัมผัสแก๊สแอมโมเนียที่มีต่อมนุษย์ ณ ความเข้มข้นของแก๊สแอมโมเนียระดับต่างๆ [29]

ความเข้มข้นของ แก๊สแอมโมเนีย (ppm โดยปริมาตร)	ผลที่เกิดขึ้นกับคนที่ ไม่มีการป้องกัน	ระยะเวลาที่สัมผัส
5	บางคนอาจได้กลิ่น	-
25		สามารถทำงานได้ตลอดระยะเวลา 8 ชั่วโมง
35		สามารถทำงานได้ระยะเวลาสั้นๆ ประมาณ 15 นาที
50-100	คนส่วนใหญ่ระคาย เคือง	พอกทนได้นานถึง 2 ชั่วโมง สำหรับคนไม่คุ้นเคย
400-700	ระคายเคืองปานกลาง ต่อตา จมูก และลำคอ	การสัมผัส 0.5-1 ชั่วโมง ไม่เป็นสาเหตุให้เกิดการ บาดเจ็บรุนแรง
1000-2000	ไออย่างรุนแรง ระคาย เคืองอย่างรุนแรงต่อตา จมูก และลำคอ	ทำลายตา และระบบทางเดินหายใจ ภายในไม่กี่นาที ถ้าสัมผัสถึง 30 นาที อาจเกิดการบาดเจ็บอย่าง รุนแรง
3000-4000	ไออย่างรุนแรง ระคาย เคืองอย่างรุนแรงต่อตา จมูก และลำคอ	อาจตายได้ภายใน 30 นาที
5000-12000	เกิดอาการหดรัดตัวของ กล้ามเนื้อหัวใจ ขาด ออกซิเจนอย่างรวดเร็ว	ตายในไม่กี่นาที

อันตรายต่อสุขภาพอย่างเฉียบพลัน (Acute Health Effect) ได้แก่

1. แก๊สแอมโมเนียทำให้ระคายเคืองและเกิดรอยไหม้กับผิวหนัง และตาจนถึงขั้นเป็นรอยไหม้ถาวรได้
2. ทำให้แสบในจมูก ปาก และในลำคอถึงขั้นไอ และหายใจเสียงดัง (Wheezing)
3. ทำให้แสบในปอด และเกิดอาการไอหรือหายใจถี่ๆ เกิดของเหลวท่วมปอด (Pulmonary edema)

สำหรับการเป็นอันตรายต่อสุขภาพแบบเรื้อรัง (Chronic Health) นั้น จากข่าวสารของแผนกบริการสุขภาพผู้สูงอายุของรัฐนิวยอร์กสหรัฐอเมริกาแจ้งว่า

1. การได้รับหรือสัมผัสก๊าซแอมโมเนียนานๆ อาจทำให้เกิดเคืองตา จมูก และลำคออย่างเรื้อรังได้
2. เกิดอันตรายกับปอด เกิดโรคหลอดลมอักเสบ พร้อมกับการไอและมีเสมหะ หรือทำให้หายใจถี่

4. การป้องกันอันตรายจากแก๊สแอมโมเนีย [28]

- ภาชนะบรรจุหรือระบบท่อส่งก๊าซแอมโมเนีย ต้องมีการออกแบบ วิธีการสร้าง วัสดุที่ใช้ และอุปกรณ์ที่ติดตั้งมาให้เป็นไปตามมาตรฐานสากลที่เป็นที่ยอมรับโดยทั่วไป เช่น CGA (Compressed Gas Association) หรือ DIN ซึ่งเพียงพอที่จะใช้งานได้อย่างสะดวกและปลอดภัย
- การเลือกสถานที่จัดเก็บแอมโมเนียที่เหมาะสม จะช่วยลดความรุนแรงและความเสียหายเนื่องจากการรั่วไหลหรือระเบิดได้ ต้องพิจารณาการติดตั้งไว้นอกอาคารบริเวณที่ไม่ถูกแสงแดดและความชื้น อากาศถ่ายเทได้ดี ไม่มีแหล่งกำเนิดความร้อนหรือประกายไฟ และเก็บให้ห่างจากสารที่อาจทำปฏิกิริยากับแอมโมเนีย มีป้ายเตือนอันตราย และที่สำคัญจะต้องมีอุปกรณ์ดับเพลิงชนิดที่เหมาะสมติดตั้งไว้บริเวณใกล้เคียง
- อุปกรณ์ต่างๆ ที่ใช้กับแอมโมเนีย เช่น วาล์ว ข้อต่อ และวาล์วสักรัดต่างๆ ต้องทำด้วยโลหะที่เหมาะสมกับแอมโมเนียเท่านั้น เช่น เหล็ก เหล็ก เหนียว หรือ สเตนเลส ห้ามใช้ทองแดง หรือทองเหลืองกับแอมโมเนียโดยเด็ดขาด
- ตรวจสอบภาชนะบรรจุ ระบบท่อ และวาล์วของระบบแอมโมเนีย เป็นระยะอย่างสม่ำเสมอ และซ่อมบำรุงให้อยู่ในสภาพที่ใช้งานได้ตามปกติ
- ในการปฏิบัติงานที่มีการใช้แอมโมเนีย จะต้องปฏิบัติตามขั้นตอนการปฏิบัติงานอย่างปลอดภัย (Safety Operation Procedures) โดยเคร่งครัดในทุกขั้นตอน
- ผู้ที่ปฏิบัติงานเกี่ยวข้องกับแอมโมเนียต้องสวมใส่อุปกรณ์ป้องกันอันตรายส่วนบุคคลที่เหมาะสม เช่น ชุดป้องกันอันตรายจากสารเคมี พร้อมทั้งอุปกรณ์ ได้แก่ ถุงมือ หน้ากาก อุปกรณ์ช่วยหายใจแล้วแต่ความจำเป็น ทั้งในการระงับเหตุฉุกเฉิน และในกรณีปฏิบัติงานตามปกติ
- จัดให้มีการฝึกอบรมพนักงานที่เกี่ยวข้องให้มีความรู้เกี่ยวกับอันตรายจากแอมโมเนีย การปฏิบัติงานอย่างปลอดภัย รวมทั้งการระงับเหตุฉุกเฉินที่เกิดจากแอมโมเนีย ทั้งนี้ให้มีการฝึกอบรมเป็นระยะอย่างสม่ำเสมอ เพื่อเป็นการย้ำเตือนให้พนักงานตระหนักถึงความปลอดภัยในการปฏิบัติงานที่เกี่ยวข้องกับแอมโมเนีย

- จัดเตรียมอุปกรณ์ระงับภัยในกรณีที่แอมโมเนียอาจเกิดการรั่วไหล หรือเกิดเพลิงไหม้ เช่น ระบบน้ำดับเพลิง และถังดับเพลิง รวมทั้งการจัดการน้ำเสียจากการระงับเหตุ
- จัดทำแผนระงับเหตุฉุกเฉินเมื่อเกิดแอมโมเนียรั่วไหล / เพลิงไหม้ และฝึกซ้อมแผนเป็นประจำอย่างน้อยปีละ 1 ครั้ง

5. การจัดการเมื่อเกิดการรั่วไหลของแก๊สแอมโมเนีย

เนื่องจากคุณสมบัติของแอมโมเนียละลายน้ำได้ดี หากเกิดการรั่วไหลที่วาล์ว ข้อต่อ หรืออุปกรณ์ต่างๆ สิ่งสำคัญในการจัดการการรั่วไหลก็คือ พยายามฉีดน้ำให้เป็นฝอยอย่างหนาแน่น และครอบคลุมเพื่อจับไอของแอมโมเนียที่ฟุ้งกระจาย เป็นการสลายพิษแอมโมเนีย และระวังไม่ให้จินน้ำตรงจุดที่แอมโมเนียเหลวรั่วไหลอยู่ พยายามเข้าไปปิดวาล์ว หรือหยุดการรั่วไหลที่ต้นทางให้ได้ แต่ผู้ที่เข้าไปปฏิบัติการจะต้องสวมใส่ชุดป้องกันสารเคมี และอุปกรณ์ป้องกันภัยส่วนบุคคลที่เหมาะสม เช่น หน้ากากป้องกันแอมโมเนีย และเครื่องช่วยหายใจ (Self-Control Breathing Apparatus) ตลอดเวลาที่ปฏิบัติการ

6. ข้อควรระวังเมื่อแอมโมเนียเกิดการรั่วหรือซึม [29]

1. เคลื่อนย้ายผู้คนที่ไม่ได้สวมชุดป้องกันให้ออกจากพื้นที่ที่มีการรั่วของแอมโมเนียทันที และจะกลับเข้าไปในพื้นที่ดังกล่าวได้ต่อเมื่อทำความสะอาด หรือล้างแอมโมเนียจนสะอาดเสียก่อน
2. เคลื่อนย้ายของที่ติดไฟออกจากบริเวณทั้งหมด
3. ระบายอากาศในบริเวณที่แอมโมเนียรั่วให้อากาศถ่ายเทได้สะดวก
4. ถ้าเป็นการรั่วจากถังให้ปิดวาล์วถึงให้สนิทเพื่อหยุดแก๊สแอมโมเนียที่รั่วนั้น
5. ถ้าไม่สามารถหยุดการรั่วของแก๊สแอมโมเนียที่ออกจากถังได้ ควรเคลื่อนย้ายถังแก๊สแอมโมเนียไปไว้ในที่โล่งที่มีอากาศถ่ายเทสะดวก
6. ถ้าแก๊สแอมโมเนียหกเพียงเล็กน้อยอาจทำการสะเทินได้โดยรดด้วยสารละลายกรดไฮโดรคลอริก (HCl) แล้วล้างด้วยน้ำสะอาด เช็ดให้แห้งสนิท
7. อาบล้างร่างกายด้วยน้ำสะอาด ถ้าแก๊สแอมโมเนียเข้าตาต้องให้รดน้ำจากกึ่งก้นอย่าง ต่อเนื่องเป็นเวลาพอสมควรจนหายแสบตา
8. นำผู้ป่วยส่งโรงพยาบาลทันที

7. การปฐมพยาบาลผู้ประสบเหตุ [28]

เมื่อได้รับแอมโมเนียทางระบบหายใจ

- เคลื่อนย้ายผู้ป่วยไปในบริเวณที่อากาศบริสุทธิ์
- ถอดเสื้อผ้าให้หลวม และห่มผ้าให้ความอบอุ่นแก่ผู้ป่วย
- เรียกรถพยาบาลพร้อมเครื่องให้ออกซิเจน
- ถ้าปากและคอได้รับบาดเจ็บจากแอมโมเนีย ให้ผู้ป่วยดื่มน้ำจืดๆ
- ถ้าปากและคอไม่ได้รับบาดเจ็บให้ผู้ป่วยดื่มหวานหรือกาแฟร้อน
- ถ้าการหายใจล้มเหลวให้ทำการผายปอดทันที
- ห้ามป้อนน้ำแก่ผู้ป่วยที่หมดสติโดยเด็ดขาด

เมื่อแอมโมเนียสัมผัสตา ให้ล้างตาด้วยน้ำยาล้างตาบอริก 2.5% หรือล้างด้วยน้ำสะอาดไม่น้อยกว่า 30 นาที แล้วจึงรีบไปพบแพทย์

เมื่อแอมโมเนียสัมผัสผิวหนัง

- ล้างด้วยน้ำสะอาดไม่น้อยกว่า 15 นาที
- ใช้ผ้าชุบน้ำยาล้างตาบอริก 2.5% ปะคบบริเวณที่ได้รับบาดเจ็บ
- ไปพบแพทย์

8. ผลกระทบของแก๊สแอมโมเนียที่มีต่อไก่ [30]

แอมโมเนียเกิดขึ้นเองตามธรรมชาติ เกิดโดยแบคทีเรียย่อยสลายของไก่ ถ้าแอมโมเนียในโรงเรือนมีระดับสูงมาก จะทำให้ไก่ตาอักเสบ มีน้ำตาไหล และเกิดการระคายเคืองกับระบบหายใจทำให้ไก่ป่วยเป็นโรคต่างๆ ได้ง่ายยิ่งขึ้น โดยเฉพาะโรคระบบหายใจ การเลี้ยงไก่ไว้อย่างหนาแน่น อุณหภูมิในโรงเรือนสูง การระบายอากาศไม่ดี และมีความชื้นภายในโรงเรือนสูงทำให้ภายในโรงเรือนมีระดับแอมโมเนียสูง การระบายอากาศที่ดีจะช่วยลดระดับแอมโมเนียในโรงเรือนได้โดยตรง และยังทำให้อุณหภูมิและความชื้นในโรงเรือนลดลง ทำให้เกิดแอมโมเนียลดลงอีกด้วย

คนจะไม่ได้กลิ่นแอมโมเนียที่ระดับต่ำกว่า 20 ppm แอมโมเนียระดับ 25 ppm ทำให้ไก่เคิบโตช้า โอภาสติดเชื้อไวรัสสูงขึ้น และคุณภาพซากด้อยลง แอมโมเนียระดับ 50 ppm ทำให้คนมีอาการแสบตา น้ำตาไหล ถ้าไก่อยู่ในโรงเรือนที่มีแอมโมเนียสูงนานๆ จะทำให้ไก่ตาบอดได้

แม้แอมโมเนียจะต่ำมาก เช่น 5 ppm ซึ่งคนจะไม่ได้กลิ่นเลย แต่แอมโมเนียระดับต่ำนี้ก็ยังสามารถทำให้เกิดการระคายเคืองต่อระบบหายใจของไก่ ทำให้เกิดเชื้อโรคได้ง่าย ดังนั้นควรยึดเป็นแนวทางได้

เลยว่าหากผู้เลี้ยงไก่ได้กลิ่นแอมโมเนียแสดงว่าในโรงเรือนเลี้ยงมีแอมโมเนียสูงพอที่จะทำอันตรายต่อสุขภาพไก่ได้

ตารางที่ ๓.2 ผลของการสัมผัสแก๊สแอมโมเนียที่มีต่อไก่ ที่ความเข้มข้นของแก๊สแอมโมเนียระดับต่างๆ

ระดับแอมโมเนีย (ppm)	ผลกระทบต่อไก่			
	ไข่ลด	น้ำหนัก	รอยโรค	
			ระบบหายใจ	ตา
20			เล็กน้อย	
25-30		เล็กน้อย	เล็กน้อย	
50-60	+	+	+	+
100	+	++	+	+
200	++	+++	++	++

หมายเหตุ เครื่องหมาย (+) แสดงถึงผลกระทบที่มีผลต่อสุขภาพของไก่

ตามระเบียบกรมปศุสัตว์ว่าด้วยการคุ้มครอง และดูแลสวัสดิภาพสัตว์ปีก ณ สถานที่เลี้ยง พ.ศ. 2542 [22] กำหนดไว้ว่า

- อุณหภูมิของไก่ แบ่งตามประเภทได้ดังนี้
- ไก่เล็ก อยู่ในช่วง 32 – 33 องศาเซลเซียส
- ไก่ใหญ่ อยู่ในช่วง 20 – 30 องศาเซลเซียส
- ความชื้นสัมพัทธ์ ควรอยู่ในช่วง 50 – 80 %
- ปริมาณแก๊สแอมโมเนียภายในโรงเรือน ไม่เกิน 20 ppm