

Nation Engineering 2017

Engineering 4.0

The Next Revolution in Engineering

Refrigerant R-32 in Split type air conditioner
: Safety Criteria

Kigali Amendment

A new Chapter for the **Montreal Protocol** on Substance that Deplete **the Ozone Layer**

HFC Phase Down and Climate Protection under **Montreal Protocol**

Start Time Jan 1, 2019 If 20 Countries ratify

Group 1 countries	2024	2029	2035	2040	2045
	100%	90%	70%	50%	

20%

BAU as a group

Base HFCs

HFC	GWP ₁₀₀
R134	1100
R134a	1430
R 143	353
R245fa	1030
R365mfc	794
R227ea	3220
R236cb	1340
R236ea	1370
R236fa	9810
R245a	693
R43-10mee	1640

HFC	GWP ₁₀₀
R32	675
R125	3500
R 134a	4470
R41	92
R152	53
R152a	124
R161	12
Blend	
R410A	2080
ETC....	

New Refrigerants and Environmental Technology 2014

New Refrigerants

R32 Room A/C

R1234yf Automotive A/C

CO₂, R1234ze(E), R245fa High temp. heat pump

R1336mzz-Z Power cycle

New Refrigerant Oil

New Polyol ester(POE)oil

New Polyvinyl ester(PVE)oil

ผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม

สารทำความเย็น	ODP	GWP
HCFC-22	0.055	1810
HFC-410A	0	2088
HFC-32	0	675
CFC-12	1	10900
Carbon dioxide	0	1
Ammonia	0	0

ODP Ozone Depletion Potential

GWP Global Warming Potential

ขนาดทำความเย็นและประสิทธิภาพการทำงาน

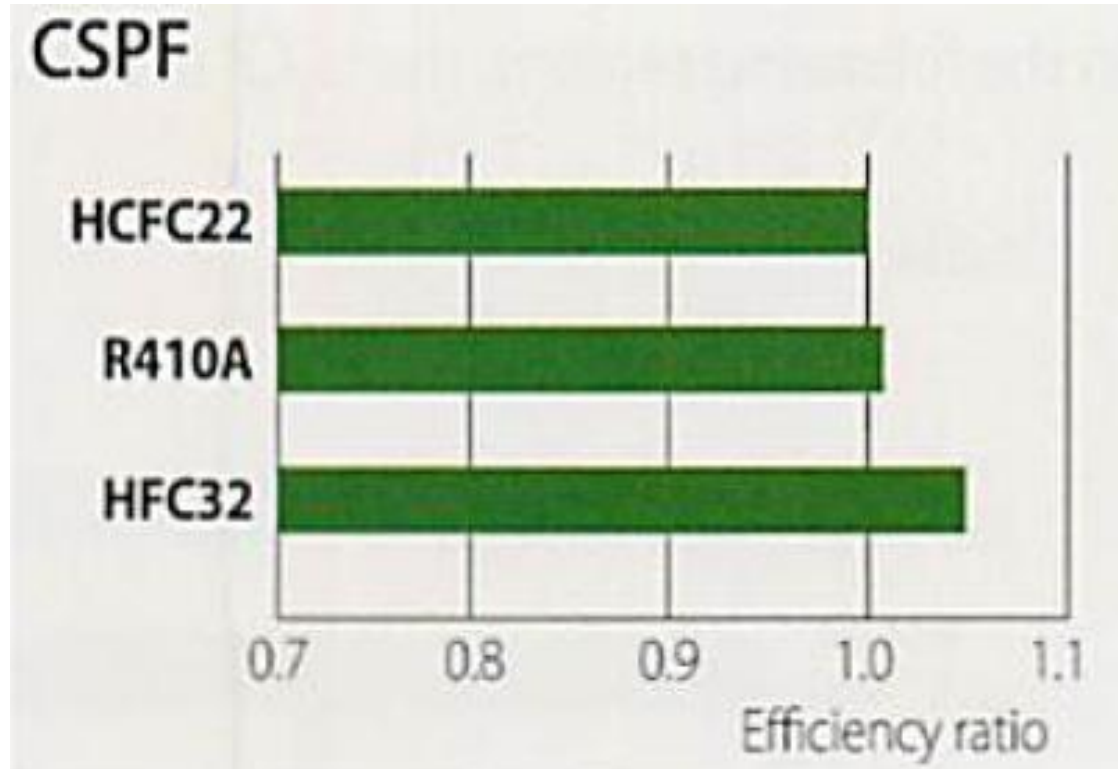
สารทำความเย็น	ขนาดทำความเย็น		COP	
	kJ/m^3	%	w/w	%
HCFC-22	3957	100	5.36	100
HFC-32	6201	157	5.11	95
HFC-410A	5470	138	5.11	95

COP Coefficient of Performance (Thermodynamic cycle)

อุณหภูมิอิ่มตัวของอีวาพอเรเตอร์เป็น $7\text{ }^{\circ}\text{C}$ อุณหภูมิร้อนยิ่งยวด $0\text{ }^{\circ}\text{C}$

อุณหภูมิอิ่มตัวของคอนเดนเซอร์เป็น $47\text{ }^{\circ}\text{C}$ อุณหภูมิเย็นเยือก $0\text{ }^{\circ}\text{C}$

ประสิทธิภาพพลังงานต่อปี (Inverter Type)



CSPF Cooling Seasonal Performance

Fire Hazard Assessment

Flammable Material	P_{\max} 100kPa	K_G 100kPa.ms ⁻¹	BV cm/s	LFL-UFL %
Acetylene	10.6	1415	166	2.5-80
Hydrogen	6.8	550	312	4.2-75
Propane	7.9	100	46	2.1-9.5
Methane	7.1	55	40	
Ammonia	5.4	10	7.2	15-28
R-32	7.6	11	9	13.3-29.3
R-1234ze	6.8	9	5	7-9.5
R-1234yf	6.6	8	3	6.2-12.3

Deflagration Index

$$K_G = \left(\frac{dP}{dt} \right)_{\max} V_{vessel}^{1/3}$$

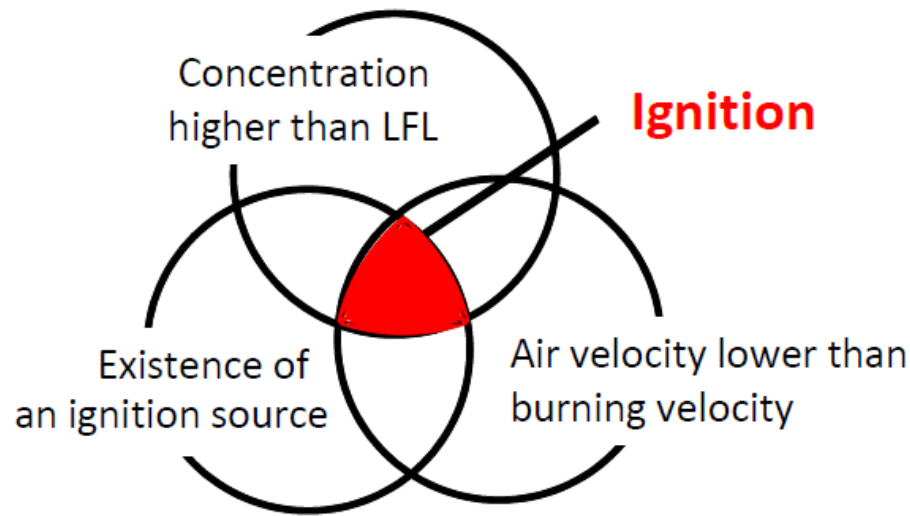
Spherical vessel diameter 1m ,area 0.524 m³

1.การประเมินความเสี่ยง / การประเมินความปลอดภัย

หน่วยงานที่ใช้อ้างอิง

- 1) The Japan Society of Refrigerating and Air Conditioning Engineers (**JSRAE**) of Japan
Report “**Risk Assessment** of Mildly Flammable Refrigerants” JSRAE 2012 ^[9]
- 2) Air-Conditioning, Heating, and Refrigeration Institute (**AHRI**) of USA
Final Report 8004 “Risk Assessment of Residential Heat Pump System Using 2L
Flammable Refrigerants” AHRI 2012 ^[2]

กลไกการจุดติดไฟ



- 1) ความเข้มข้นของสารทำความเย็นต้องมากกว่า LFL (Lower Flammability Limit)
- 2) พลังงานของแหล่งกำเนิดประกายไฟต้องมากกว่า MIE (Minimum Ignition Energy)
- 3) ความเร็วของอากาศที่อยู่ติดกับแหล่งกำเนิดประกายไฟต้องน้อยกว่า BV (Burning Velocity)

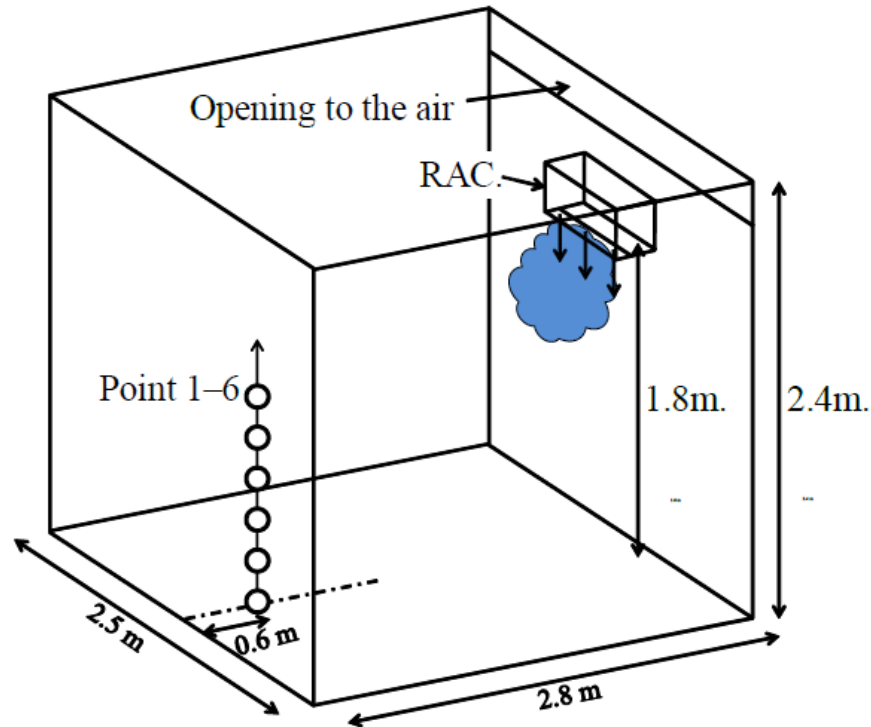
เมื่อครบทั้งสามข้อถึงจะสามารถจุดติดไฟได้

หน่วยงานที่ 1. The Japan Society of Refrigerating and Air Conditioning Engineers (JSRAE)

ได้มีการศึกษาการประเมินความเสี่ยงไว้หลายรูปแบบ ประกอบไปด้วย

- 1) การศึกษาการจำลองการรั่วของสารทำความเย็นไวไฟต่ำ
- 2) การเผาไหม้แบบจุดระเบิดตัวเองโดยการอัดของก๊าซผสมของสารทำความเย็นไวไฟ, น้ำมันหล่อลื่น, และอากาศ
- 3) การประเมินความอันตรายทางกายภาพของสารทำความเย็น
ชั้นความปลอดภัย A2L โดยใช้สถานการณ์อุบัติเหตุชนิดต่าง ๆ ที่เป็นไปได้
- 4) การประเมินแหล่งกำเนิดประกายไฟ

1) การศึกษาการจำลองการรั่วของสารทำความเย็นไวไฟต่ำ



พื้นที่สีเขียวแสดงบริเวณที่มีความเข้มข้นเท่ากับ LFL (14.3 vol%) ของสารทำความเย็น HFC-32 ที่ก๊าซสามารถถูกไหม้ได้

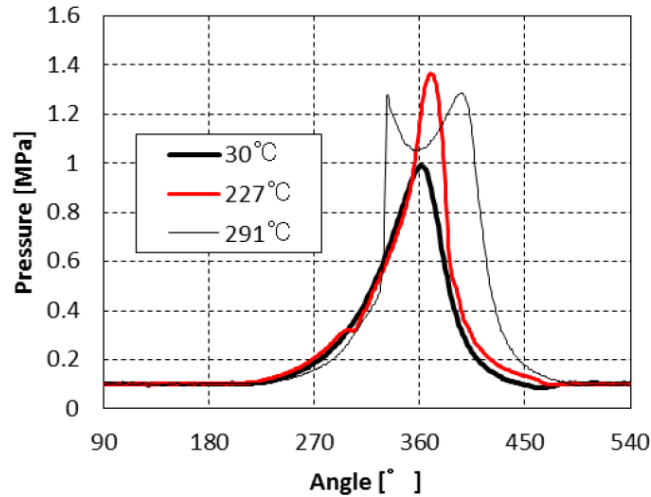
บทสรุปสำหรับการศึกษาในการจำลองการรั่วของ สารทำความเย็นไวไฟต่ำ

- 1.FCU (fan coil unit) แบบ**ติดผนัง**ถ้ามีสารทำความเย็น HFC-32 **รั่วจะไม่เกิดการติดไฟ** ถ้าไม่มีแหล่งกำเนิดประกายไฟภายในตัวเครื่อง
- 2.FCU สำหรับแบบ**ตั้งพื้น** ต้องมีการกฏเกณฑ์ข้อบังคับที่มากกว่าFCU แบบติดผนัง
- 3.การรั่วของ CDU (condensing unit) ที่มีรางระบายน้ำจะช่วยในลดเวลาลง และ FVT (Flammable volume time) จะน้อยกว่า
- 4.ระบบปรับอากาศที่ใช้สารทำความเย็น R1234yf จะมีความเสี่ยงสูงกว่า สาร HFC-32

2) การเผาไหม้แบบจุดระเบิดตัวเอง โดยการอัดของก๊าซผสมของสารทำความเย็น ไวไฟ, น้ำมันหล่อลื่น, และอากาศ

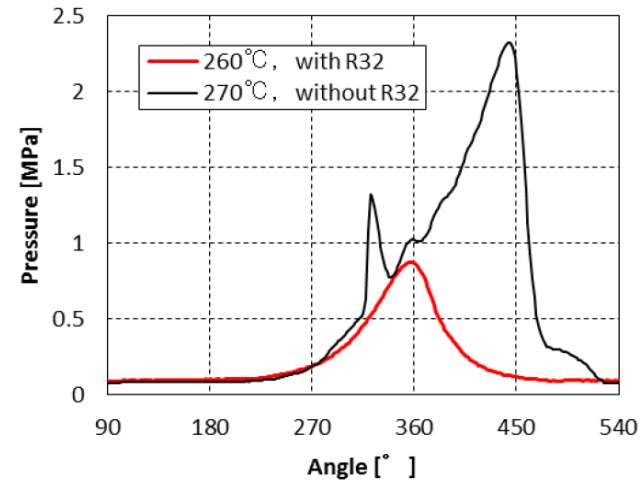
มีการศึกษาการจุดระเบิดและสถานะของการจุดระเบิดด้วยตัวเอง โดยอัดส่วนผสมของอากาศ สาร HFC-32 และน้ำมันหล่อลื่น PAG (Polyalkylene Glycol) ที่อุณหภูมิต่างๆ พบว่า การเพิ่มขึ้นของความดันและควันสีขาว อาจพิจารณาใช้เป็นตัวบ่งชี้ถึงการจุดระเบิดด้วยตัวเองที่เกิดขึ้น

ผลการทดสอบ



Air-oil mixed gas

Rotational speed [rpm]	500–1500
Air flow rate [l/min]	6.3–18.8
Inlet air temperature [°C]	25–300
Oil flow rate [l/min]	$(5.1–25.7) \times 10^{-4}$



Air-R32-oil mixing gas

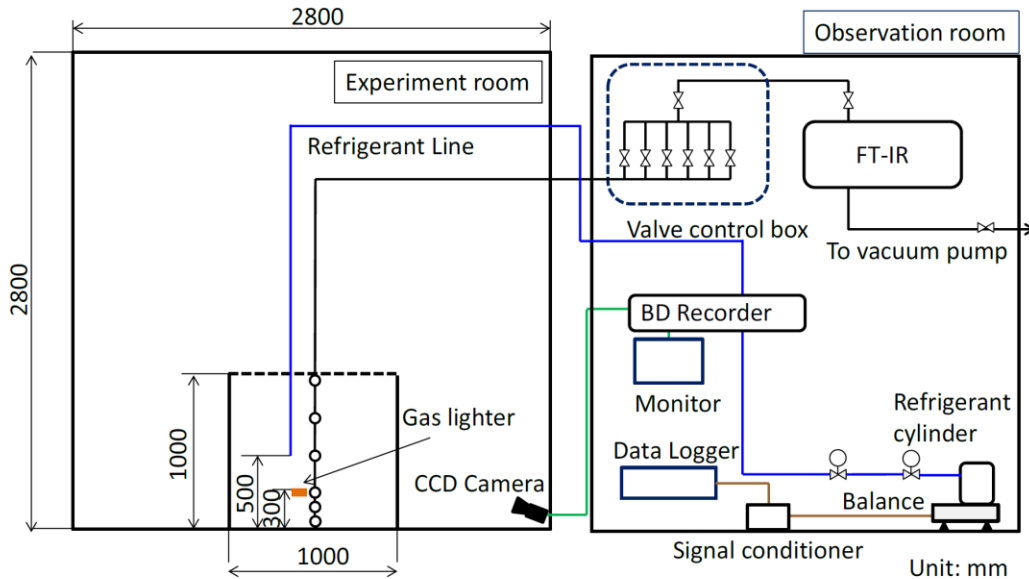
Rotational speed [rpm]	500–1250
Total flow rate [l/min]	6.3–15.6
Inlet mixture gas temperature [°C]	260
R32 flow rate [l/min]	5–14.1

ในทางทฤษฎีการเผาไหม้จะ
เกิดขึ้นที่ 250 °C

3) การประเมินความอันตรายทางกายภาพของสารทำ
ความเย็นชั้นความปลอดภัย A2L โดยใช้สถานการณ์
อุบัติเหตุชนิดต่าง ๆ ที่เป็นไปได้

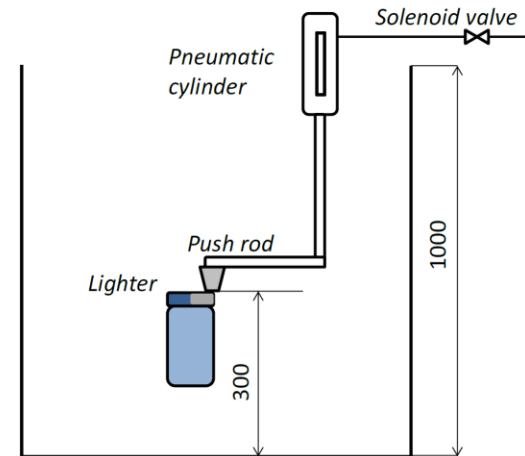
- 1.ระบบทำความร้อนจากเชื้อเพลิงฟอสซิลกำลังทำงานอยู่แล้วใน
ห้อง และสารทำความเย็น A2L เริ่มรั่วไหลออกมาจาก
เครื่องปรับอากาศเข้าสู่ในห้อง
- 2.จุดไฟแช็กแบบพกพาในห้องที่สารทำความเย็นชั้นความ
ปลอดภัย A2L ได้รั่วไหลออกมา

ห้องทดลอง



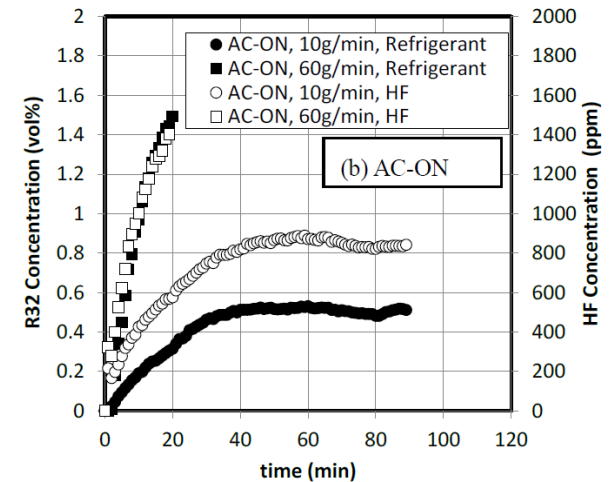
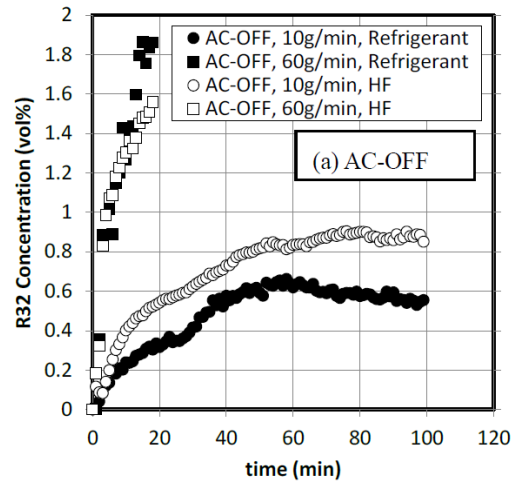
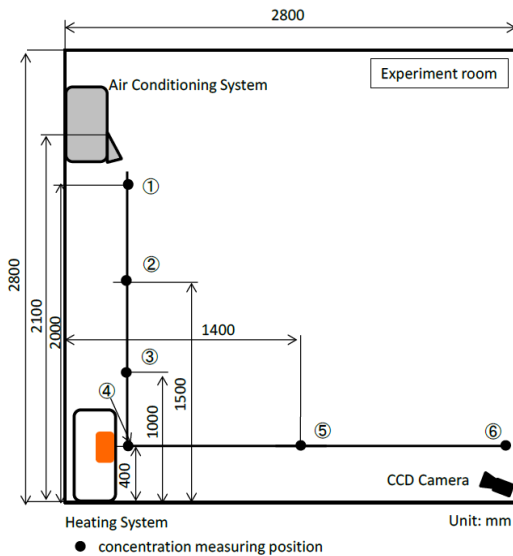
○ measuring position for refrigerant concentration

(a) configuration of experimental apparatus



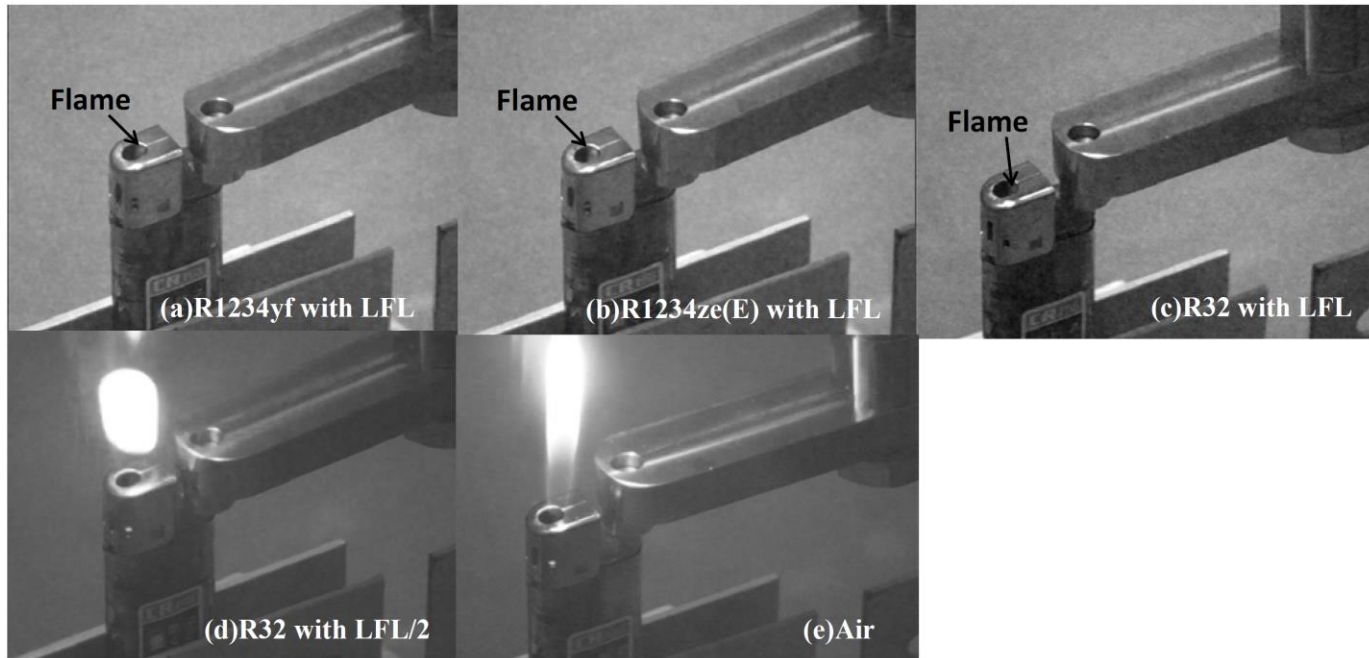
(b) configuration of remote ignition system of a piezo gas lighter

1. ระบบทำความร้อนจากเชื้อเพลิงฟอสซิลกำลังทำงานอยู่ แล้วในห้อง และสารทำความเย็น A2L เริ่มรั่วไหลออกมา จากเครื่องปรับอากาศเข้าสู่ในห้อง



พบว่าไม่มีการลุกลามของเปลวไฟต่อการรั่วไหลและการคง
อยู่ของสารทำความเย็น A2L ในห้องทดลอง และสถานการณ์
ของห้องทดลองไม่เปลี่ยนแปลงทั้งก่อนและหลังการทดลอง

2. จุดไฟแช็กแบบพกพาในห้องที่สารทำความเย็น ชั้นความปลอดภัย A2L ได้รั่วไหลออกมา



พบว่าไม่เกิดการติดไฟขึ้นด้วยเหตุผลหลักสองประการคือ พลังงานประกายไฟจากไฟแช็ก ต่ำกว่าพลังงานที่จะจุดติดไฟของสารทำความเย็นผสมระหว่าง n-butane กับสาร A2L และความเร็วเชื้อเพลิงเร็วกว่าความเร็วการไหม้ของสารทำความเย็น A2L

4) การประเมินแหล่งกำเนิดประกายไฟ

แหล่งกำเนิดประกายไฟของอุปกรณ์ไฟฟ้าที่ใช้กับเครื่องปรับอากาศ เช่น ประกายไฟที่เกิดขึ้นระหว่างจุดที่สัมผัสกันขณะเปิดใช้เครื่องมือ จาก**แมกเนติกคอนแทคเตอร์** หรือจาก**การลัดวงจร** และจากการใช้งานตามปกติของผู้ที่อยู่ในห้องปรับอากาศ เช่น **เปิดสวิตช์ไฟ** ติดฝาผนังหรือใช้**สว่านไฟฟ้า** จะมีพลังงานไม่พอที่จะทำให้สาร HFC-32 ติดไฟ

หน่วยงานที่ 2. Air-Conditioning, Heating, and Refrigeration Institute (AHRI) of USA

1. การประเมินความสามารถในการติดไฟของสารทำความเย็น
2. พิจารณาค่าความเป็นพิษที่ปรากฏสำหรับสารทำความเย็นแต่ละตัว รวมไปถึงระดับความปลอดภัยของการได้รับหรือสัมผัส
3. การประเมินของความเข้มข้นของสารทำความเย็น
4. ทำการวิจัยถึงความเป็นไปได้และความถี่ของเหตุการณ์ที่มีส่วนทำให้เกิดการรั่วไหลของสารทำความเย็นโดยบังเอิญ

1. การประเมินความสามารถในการติดไฟของสาร ทำความเย็น

มีทั้งการหาค่าขีดจำกัดสูงสุด และต่ำสุดของการติดไฟได้ (UFL และ LFL) ค่าพลังงานในการติดไฟต่ำสุด (MIE) ค่าอุณหภูมิติดไฟอัตโนมัติ และค่าความเร็วในการไหม้พื้นฐาน (BV)

พบว่า HFC-32 มีค่า LFL 14.4% UFL 29.3% โดยปริมาตร

MIE 30-100 mJ และ BV 6.7 cm/s

2. พิจารณาค่าความเป็นพิษที่ปรากฏสำหรับสารทำความเย็นแต่ละตัว รวมไปถึงระดับความปลอดภัยของการได้รับหรือสัมผัส

ในกรณีที่ได้รับหรือสัมผัสอย่างเฉียบพลันหรือติดต่อกันเป็นเวลานาน

พบว่าสาร HFC-32 ต้องมีความเข้มข้นต่ำสุดที่ผู้ทำงานเผชิญได้เป็นระยะเวลา 8 ชั่วโมงต่อวันหรือ 40 ชั่วโมงต่อสัปดาห์ซ้ำๆกัน โดยไม่มีผลร้ายต่อสุขภาพเป็นค่า OEL (Occupational Exposure Limit) **1000 ppm**

3. การประเมินของความเข้มข้นของสารทำความเย็น

ประเมินของความเข้มข้นของสารทำความเย็นในอากาศที่เป็นไปได้ในเหตุการณ์ที่สารทำความเย็นรั่วไหลโดยบังเอิญในตำแหน่งต่าง ๆ ในบ้านที่มีฮีตปั๊มขนาด 3 ตัน ความเย็นติดตั้งอยู่ ว่าเกินค่า LFL หรือไม่

พบว่า การจำลองด้วย CFD ให้ผลลัพธ์ที่แม่นยำเพียงพอในการแทนสถานะการทดลองจริง และความเข้มข้นของสารทำความเย็น ณ ตำแหน่งต่างๆ สำหรับ HFC-32 มีค่าความเข้มข้นโดยส่วนใหญ่ไม่เกินค่า LFL

4. ทำการวิจัยถึงความเป็นไปได้และความถี่ของเหตุการณ์ที่มีส่วนทำให้เกิดการรั่วไหลของสารทำความเย็น โดยบังเอิญ

การวิจัยทำภายใต้สถานการณ์ที่แตกต่างกัน (เช่น ระบบเปิด, ระบบปิด, ระหว่างการซ่อมบำรุง) และอัตราการรั่วไหลที่เป็นไปได้

พบว่าความเสี่ยงโดยรวมของการติดไฟที่เกิดจากการรั่วของสารทำความเย็น HFC-32 ไม่เกิน 9×10^{-5} เหตุการณ์ต่อเครื่องต่อปี (เกือบทั้งหมดมาจากการรั่วที่ ชุดภายนอก CDU) ซึ่งต่ำกว่าความเสี่ยงของการเกิดไฟไหม้บ้านที่ได้รับรายงานจากทุกสาเหตุไม่เกิน 1×10^{-3} เหตุการณ์ ต่อบ้านต่อปี

2.ความปลอดภัยในการติดตั้ง การใช้งานและการซ่อม บำรุงเครื่องปรับอากาศที่ใช้สารทำความเย็นHFC-32

มาตรฐานที่ใช้อ้างอิง

1.มาตรฐานสากล International Standard **IEC 60335-2-40** “Household for Similar Electrical Appliances Safety: Part 2-40 Particular Requirements for Electrical Heat Pumps, Air Conditioners and Dehumidifiers

2.ANSI/ASHRAE Standard 34-2010 “Designation and Safety Classification Refrigerant

การจัดชั้นความปลอดภัยตาม ASHRAE

		SAFETY GROUP	
I N C R E A S I N G	Higher Flammability	A3	B3
	Lower Flammability	A2 A2L*	B2 B2L*
	No Flame Propagation	A1	B1
		Lower Toxicity	Higher Toxicity
		I N C R E A S I N G	

ตัวอักษรตัวใหญ่หมายถึงชั้นความเป็นพิษ (Toxicity)

ชั้น A ไม่พบความเป็นพิษของสารทำความเย็นที่ความเข้มข้นมากกว่าหรือเท่ากับ 400 ppm

ตัวเลขหมายถึงชั้นการติดไฟ (Flammability)

ตัวอย่างการจัดชั้นความปลอดภัยตาม ASHRAE

ชั้นความปลอดภัย	ชั้น 3	ชั้น 2	ชั้น 2L		ชั้น 1
	A3	A2	A2L	B2L	A1
สารทำความเย็น	Propane	R-152a	HFC-32	Ammonia	HCFC-22
ความเร็วการลามไฟ ,cm/s	39	23	6.7	7.2	-
ความร้อนการเผาไหม้ ,MJ/kg	46	16	9	18.6	-

ชั้น 1 ไม่ลามไฟ ชั้น 2, LFL > 0.1 kg/m³ หรือ combustion heat < 19 MJ/kg

ชั้น 3, LFL ≤ 0.1 kg/m³ หรือ combustion heat ≥ 19 MJ/kg

สารทำความเย็น HFC-32

สารทำความเย็น **HFC-32** ถูกจัดอยู่ในชั้นความปลอดภัย **A2L** ติดไฟได้ยากเพราะต้องใช้พลังงานในการจุดติดไฟสูงในช่วง 30 -100 mJ และหากเมื่อติดไฟก็มีความเร็วในการลามไฟต่ำ โดยมีความเร็วในการลามไฟ 6.7 cm/sec เมื่อเทียบกับ

สารทำความเย็น **R-290 (Propane)** ถูกจัดอยู่ในชั้นความปลอดภัย **A3** ติดไฟได้ง่ายเพราะใช้พลังงานในการจุดติดไฟต่ำเพียง 0.14 mJ และหากเมื่อติดไฟก็มีความเร็วในการลามไฟสูง โดยมีความเร็วในการลามไฟ 39 cm/sec

อันตรายต่อสุขภาพ

สารทำความเย็น	RCL ppm by volume	OEL ppm by volume
HCFC-22	59000	1000
HFC-32	36000	1000
HFC-410A	130000	1000

RCL (Refrigerant Concentration Limit) ค่าความเข้มข้นต่ำสุดของสารทำความเย็นเพื่อลดความเสี่ยงอันตรายจาก**ความเป็นพิษและการติดไฟในสถานที่ปิด**

OEL (Occupational Exposure Limit) ค่าความเข้มข้นต่ำสุดที่ผู้ทำงานเผชิญได้เป็นระยะเวลา 8 ชั่วโมงต่อวันหรือ 40 ชั่วโมงต่อสัปดาห์ซ้ำๆกัน โดย**ไม่มีผลร้ายต่อสุขภาพ**

อันตรายจากสารทำความเย็น HFC- 32, HCFC-22, และ HFC-410A

	สาร HFC-32	HCFC-22	HFC-410A
สูตรทางเคมี	CH_2F_2	CHClF_2	CH_2F_2 (50%) + CHF_2CF_3 (50%)
จุดเดือด/จุดควบแน่น (101.3kPa)	-51.7°C	-40.8°C	-51.4 °C
สารสัมผัสผิวหนัง (สถานะไอ)	เกิดอาการผื่นแดง เนื่องจากการระคายเคืองของเนื้อเยื่อ		
สารสัมผัสผิวหนัง (สถานะของเหลว)	อาจทำให้เนื้อเยื่อตายจากความเย็นจัด		
สูดดม	เกิดอาการวิงเวียนศีรษะ เนื่องจากได้รับออกซิเจนไม่เพียงพอ		
ความไวไฟ	ไวไฟต่ำ	ไม่ไวไฟ	ไม่ไวไฟ
ความเป็นพิษ	ไม่เป็นพิษ		
สารอันตรายเมื่อสลายตัว ด้วยความร้อน	HF	HF, HCl	HF

อันตรายจากการขาด ออกซิเจน

ODL (Oxygen Deprivation Limit) ค่าความเข้มข้นของ
สารทำความเย็น **เกิน 140,000 ppm** โดยปริมาตร อาจทำ
ให้ร่างกายขาด ออกซิเจนได้

3.การวิเคราะห์ความปลอดภัยในการนำสารทำความเย็น HFC R-32 มาใช้ในเครื่องปรับอากาศในประเทศไทย

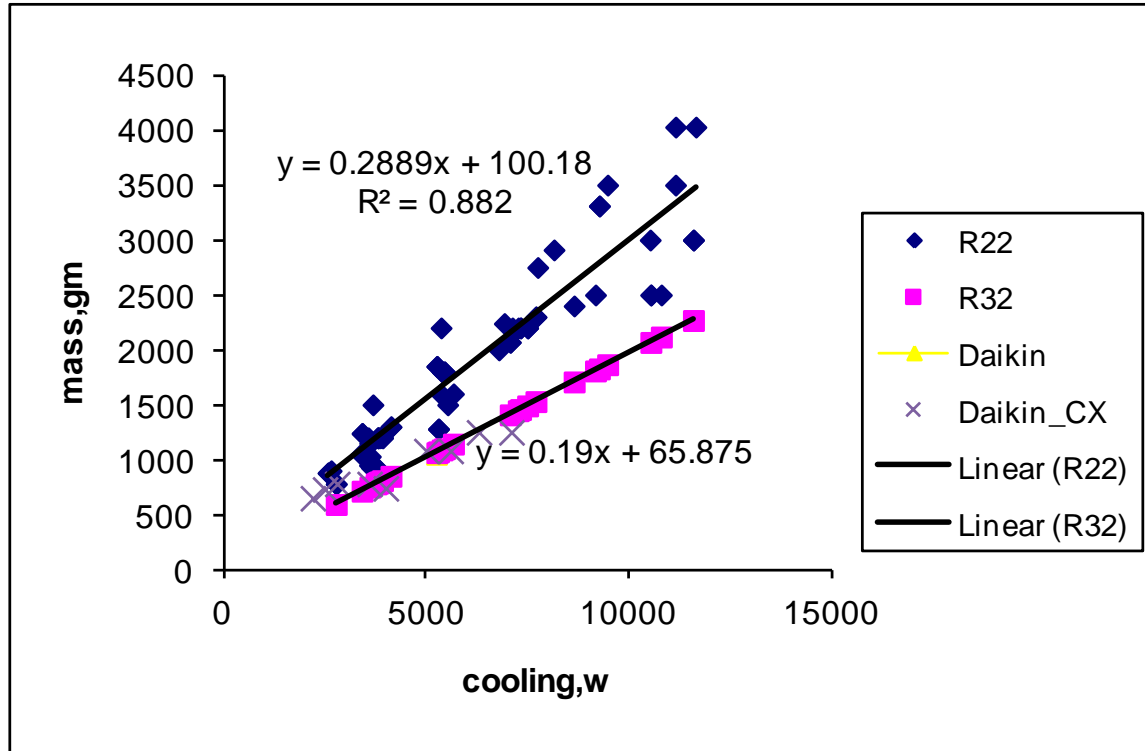
มาตรฐานที่ใช้อ้างอิง

1.International Standard IEC 60335-2-40 “Household for Similar
Electrical Appliances Safety: Part2-40 Particular Requirements for
Electrical Heat Pumps, Air Conditioners and Dehumidifiers

ขนาดพื้นที่ห้องต่ำสุดสำหรับสารทำความเย็น HFC-32

ระยะความสูง h_0 m	ปริมาณสารทำความเย็นที่บรรจุ M หน่วยเป็น Kg พื้นที่ห้องต่ำสุด A หน่วยเป็น m^2						
	1.224	1.836	2.448	3.672	4.896	6.12	7.956
แบบตั้งพื้น $h_0 = 0.6$	-	29	51	116	206	321	543
แบบติดหน้าต่าง $h_0 = 1.0$	-	10	19	42	74	116	196
แบบติดผนัง $h_0 = 1.8$	-	3	6	13	23	36	60
แบบติดฝ้าเพดาน $h_0 = 2.2$	-	2	4	9	15	24	40

มวลสารทำความเย็นที่บรรจุในเครื่องปรับอากาศ



HCFC-22 ซึ่งได้มาจากข้อมูลของเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วนที่สำนักงาน
มาตรฐานอุตสาหกรรม ส่งมาทดสอบที่คณะวิศวกรรมศาสตร์

HFC-32 ประเมินจากค่าความร้อนแฝงของสารทำความเย็น

พื้นที่ห้องปรับอากาศต่ำสุดสำหรับเครื่องปรับอากาศที่ใช้สาร ทำความเย็น HFC-32

(a) เมื่อภาระทำความเย็นสูง (12 m²/3500W)

Cooling Load,w	3500	5250	7000	10500	14000	15750
Estimated Area,m ²	12	18	24	36	48	54
R22 mass,gm	1.11	1.62	2.12	3.13	4.14	4.65
R32 mass,gm	0.73	1.06	1.40	2.06	2.73	3.06
	Min.Area for R32,m ²					
Floor Installation,h _o =0.6	4.58	9.70	16.72	36.44	63.76	80.26
Window Installation,ho=1.0	1.65	3.49	6.02	13.12	22.95	28.89
Wall Installation,ho=1.8	0.51	1.08	1.86	4.05	7.08	8.92
Ceiling Installation,ho=2.2	0.34	0.72	1.24	2.71	4.74	5.97
	Max.Mass of R32,kg					
Floor Installation,h _o =0.6	1.18	1.45	1.67	2.05	2.37	2.51

พื้นที่ห้องปรับอากาศต่ำสุดสำหรับเครื่องปรับอากาศที่ใช้สาร ทำความเย็น HFC-32

(b) เมื่อภาระทำความเย็นต่ำ (18 m²/3500W)

Cooling Load,w	3500	5250	7000	10500	14000	15750
Estimated Area,m ²	18	27	36	54	72	81
R22 mass,gm	1.11	1.62	2.12	3.13	4.14	4.65
R32 mass,gm	0.73	1.06	1.40	2.06	2.73	3.06
	Min.Area for R32,m ²					
Floor Installation,h _o =0.6	4.58	9.70	16.72	36.44	63.76	80.26
Window Installation,ho=1.0	1.65	3.49	6.02	13.12	22.95	28.89
Wall Installation,ho=1.8	0.51	1.08	1.86	4.05	7.08	8.92
Ceiling Installation,ho=2.2	0.34	0.72	1.24	2.71	4.74	5.97
	Max.Mass of R32,kg					
Floor Installation,h _o =0.6	1.45	1.77	2.05	2.51	2.90	3.07

ขนาดทำความเย็นสูงสุดของเครื่องปรับอากาศ

เสนอให้ใช้เครื่องปรับอากาศขนาดทำความเย็นสูงสุด **15750 W** ในสำนักงานหรือในบ้านอยู่อาศัยได้อย่างปลอดภัย เมื่อ ติดตั้งเครื่องปรับอากาศเป็นแบบ **แขวนติดฝ้าเพดาน**

และเพื่อให้ผู้ใช้งานสามารถเลือกขนาดเครื่องปรับอากาศให้เหมาะสมกับภาระทำความเย็นในห้องปรับอากาศ ผู้ผลิตเครื่องปรับอากาศต้องกำหนด **ปริมาณสารทำความเย็นที่บรรจุในเครื่องปรับอากาศ** และพื้นที่ห้องปรับอากาศต่ำสุดที่จะใช้งานได้ อย่างปลอดภัยให้กับผู้ใช้งานด้วย

ข้อห้ามเพื่อความปลอดภัย

1. ห้ามไม่ให้เชื่อมต่อด้วยลวดเชื่อมโลหะเจืออูณหภูมิต่ำ เช่น โลหะเจือตะกั่วผสมดีบุก
2. ห้ามนำ ภาชนะที่มีผิวหน้าร้อนจัดเช่นเตาไฟฟ้า หม้อต้มน้ำ หม้อต้มสุกเข้าไปในห้องปรับอากาศ หรือสูบบุหรี่ภายในห้องเพราะมีโอกาสเกิดไฟไหม้ หากมีสารทำความเย็นรั่วสะสมอยู่ในห้อง
3. ห้ามใช้ออกซิเจนอัดเข้าระบบสารทำความเย็น เพื่อป้องกันการระเบิด
4. ห้ามใช้อากาศอัดเข้าระบบเพื่อป้องกันการระเบิด และป้องกันความชื้นเข้าสู่ระบบ
5. ห้ามใช้ก๊าซไนโตรเจนอัดเข้าระบบจากถังโดยตรง ต้องต่อผ่านวาล์วควบคุมความดัน เพื่อป้องกันความดันเข้าระบบเกินขนาดอาจทำให้เกิดการระเบิดได้
6. ห้ามใช้เปลวไฟสำหรับเพิ่มความร้อนให้แก่ถังบรรจุสารทำความเย็น
7. ห้ามใช้หัวเปลวไฟตรวจรั่ว (halide torch) (หรืออุปกรณ์ตรวจหาอื่นๆโดยการใช้เปลวไฟเปลือย) ตรวจหาการรั่วของสารทำความเย็น
8. ห้ามบรรจุสารทำความเย็นเข้าถังบรรจุเกิน (ของเหลวไม่มากกว่า 80 % ของปริมาตรถังบรรจุ)

ข้อต้องทำ

1. ต้องต่อสายดินกับอุปกรณ์หรือเครื่องไฟฟ้า
2. ต้องใช้อุปกรณ์ที่ได้มาตรฐาน
3. ต้องตัดไฟฟ้าออกจากระบบก่อนการซ่อม
4. ต้องเสียบหรือขันข้อต่อสายไฟฟ้าให้แน่นเพื่อป้องกันความร้อนที่เกิดขึ้นอาจทำให้เกิดไฟไหม้
5. ต้องต่อสายดินเข้ากับระบบสารทำความเย็นก่อนบรรจุสาร
6. ต้องขันข้อต่อเฟร้ด้วยประแจวัดแรงเพื่อป้องกันไม่ให้ขันแน่นเกินไปจนเกิดรอยร้าวทำให้สารทำความเย็นรั่วออกมาได้
7. ต้องกู้คืนสารทำความเย็นทั้งหมดอย่างปลอดภัยเมื่อมีการซ่อมระบบสารทำความเย็น
8. ต้องไม่นำสารทำความเย็นที่กู้คืนไปบรรจุในระบบสารทำความเย็นอื่น
เว้นแต่มีการทำความสะอาด และตรวจสอบคุณสมบัติก่อนนำไปใช้
9. ต้องติดฉลากที่ระบุว่าได้ทำตามขั้นตอนหลังการเดินเครื่องและไม่มีสารทำความเย็นเหลืออยู่
ฉลากต้องลงวันที่ และลงลายมือชื่อ ต้องมั่นใจว่ามีฉลากติดบนอุปกรณ์ โดยระบุว่าอุปกรณ์มี
สารทำความเย็นติดไฟได้

ข้อปฏิบัติที่ดี (Good Practice)

เมื่อต้องการตัดระบบสารทำความเย็นที่ติดไฟได้เพื่อทำการซ่อมต้องขจัด และสุบสารทำความเย็นออกจากระบบก่อนโดยควรปฏิบัติตามขั้นตอนดังนี้

1. ขจัดสารทำความเย็นออกใส่ในถังเก็บ โดยเฉพาะ
2. ไล่วงจรสารทำความเย็นด้วยก๊าซเฉื่อยที่ไม่มีออกซิเจนปน (OFN)
3. สูบก๊าซออกจากวงจร
4. ไล่วงจรด้วยก๊าซเฉื่อยอีกครั้ง
5. เปิดวงจร โดยการตัด หรือเล่นประสาน

จบการนำเสนอ

ขอบคุณครับ