การทวนสอบ Thermo-hygrometer ด้วยสารละลายเกลืออิ่มตัว

นางธสร สิงหะเนติ

NIMT

"I AM NIMT"

Outline

- กรรมวิธีการวัดความชื้น
- การสอบย้อนกลับได้ทางความชื้นและการสอบเทียบ
- องค์ประกอบสำคัญสำหรับการสอบเทียบและทวนสอบ
- การทวนสอบ (Verification)
- การทวนสอบด้วยเกลืออิ่มตัว

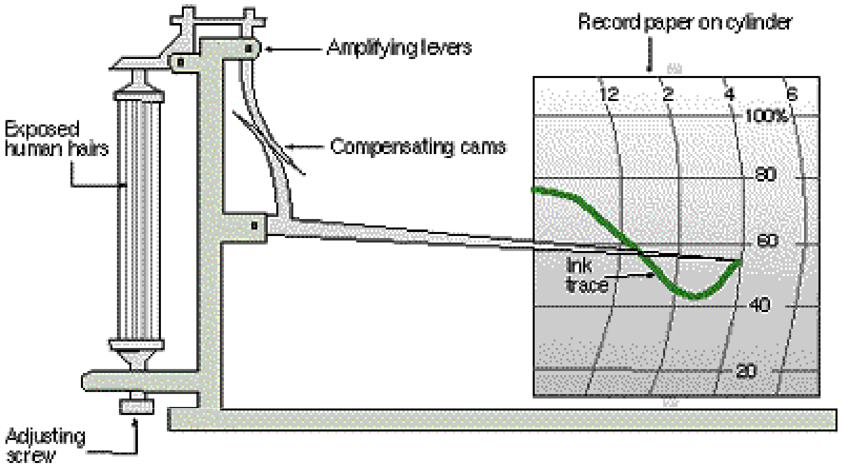
กรรมวิธีการวัดความชื้น

- การดูดซึม (Absorption method)
  - Hair hygrometer
  - Electronic thermo-hygrometer (capacitive probe type)
  - Dial hygrometer
- การควบแน่น (Condensation method)
  - Dew-point hygrometer/Chilled-mirror hygrometer
- การระเหย (Evaporation method)
  - Psychrometer

"I AM NIMT"

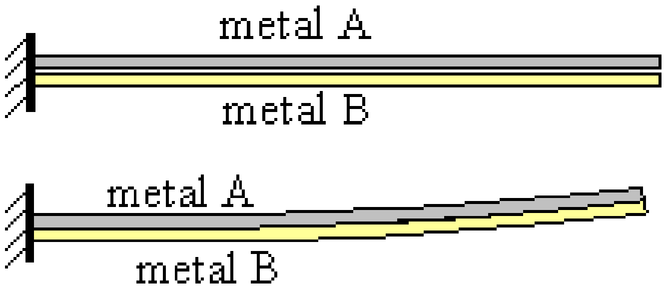
การดูดซึม (Absorption method)

- Hair hygrometer



© 1998 Wadsworth Publishing Company/ITP

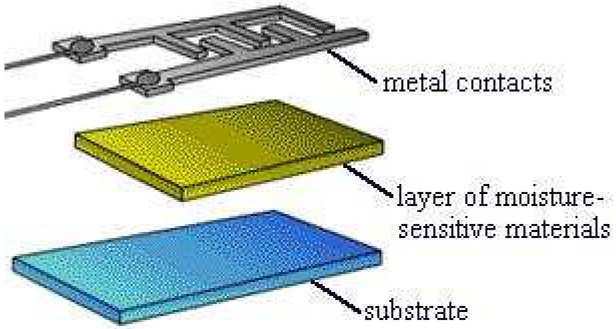
- Dial hygrometer



"I AM NIMT"

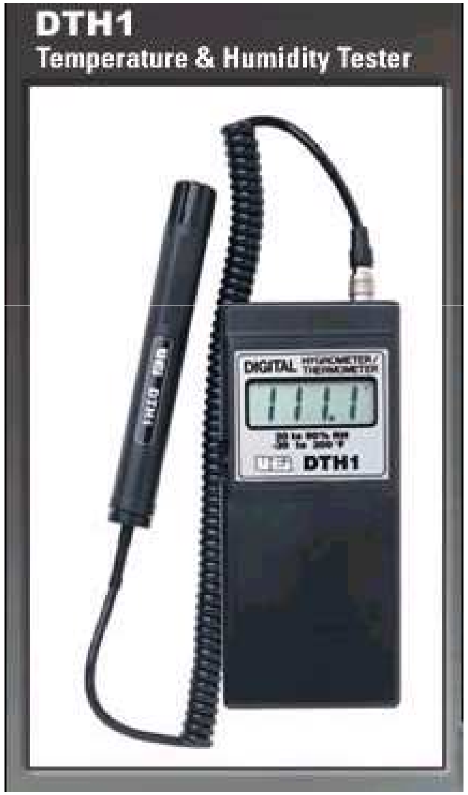
การดูดซึม (Absorption method)

- Electronic thermo-hygrometer



http://encyclopedia.che.engin.umich.edu/

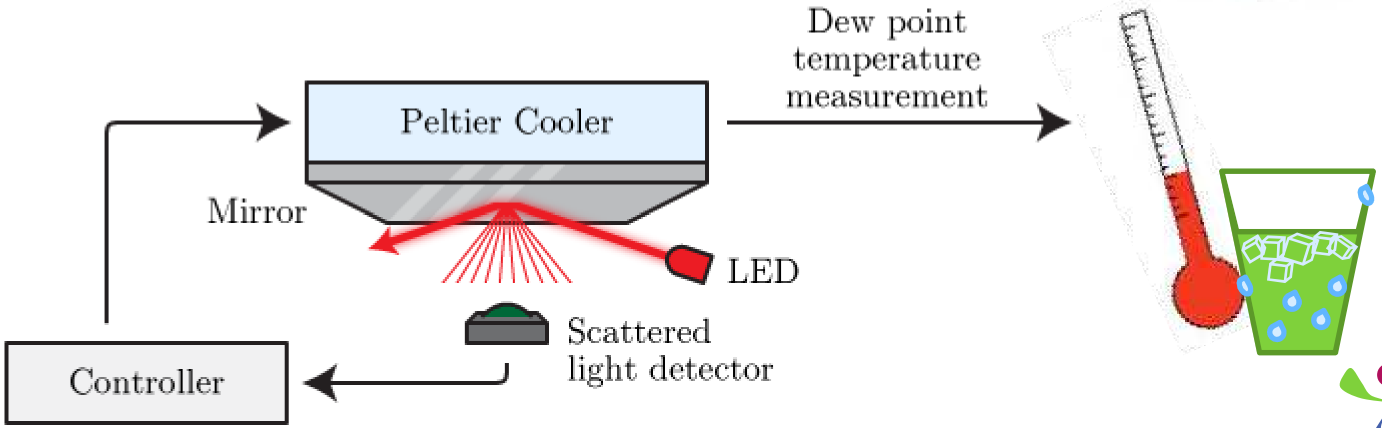
https://commons.wikimedia.org



"I AM NIMT"

การควบแน่น (Condensation method)

- Dew-point hygrometer/Chilled-mirror hygrometer

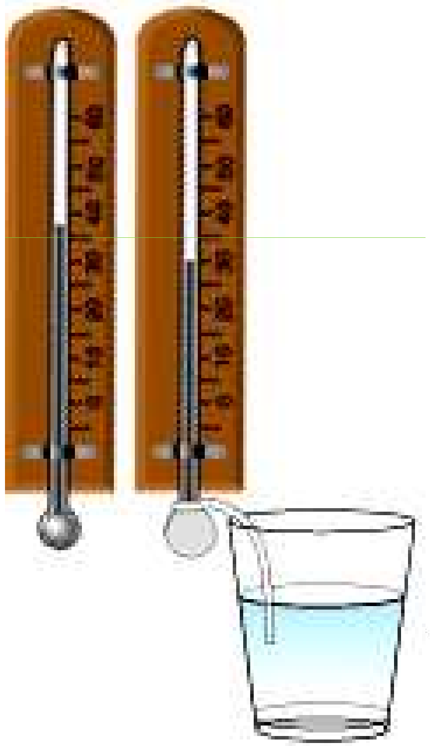


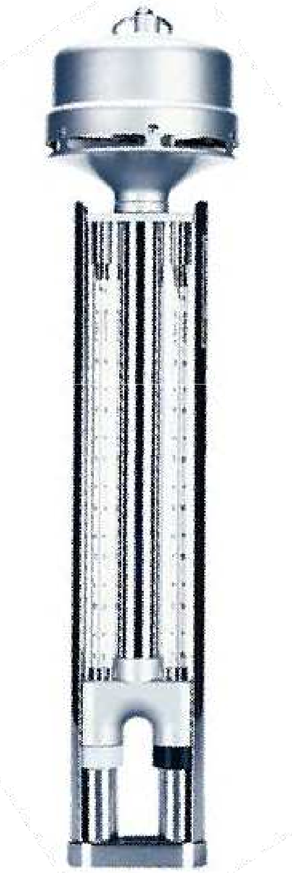
http://rs20.mine.nu/

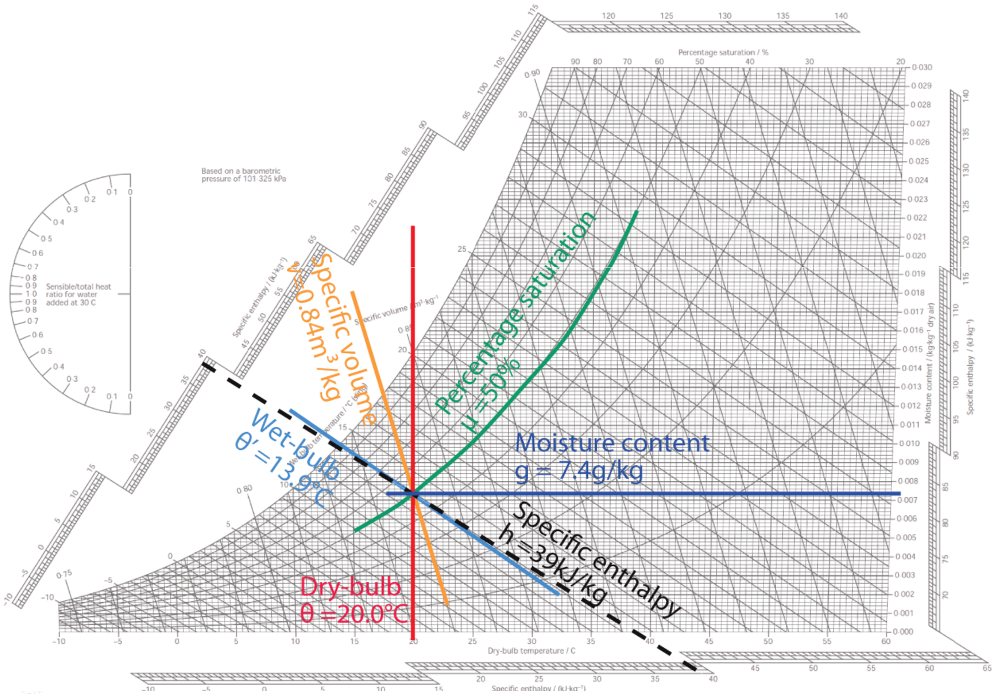
"I AM NIMT"

การระเหย (Evaporation method)

- Psychrometer

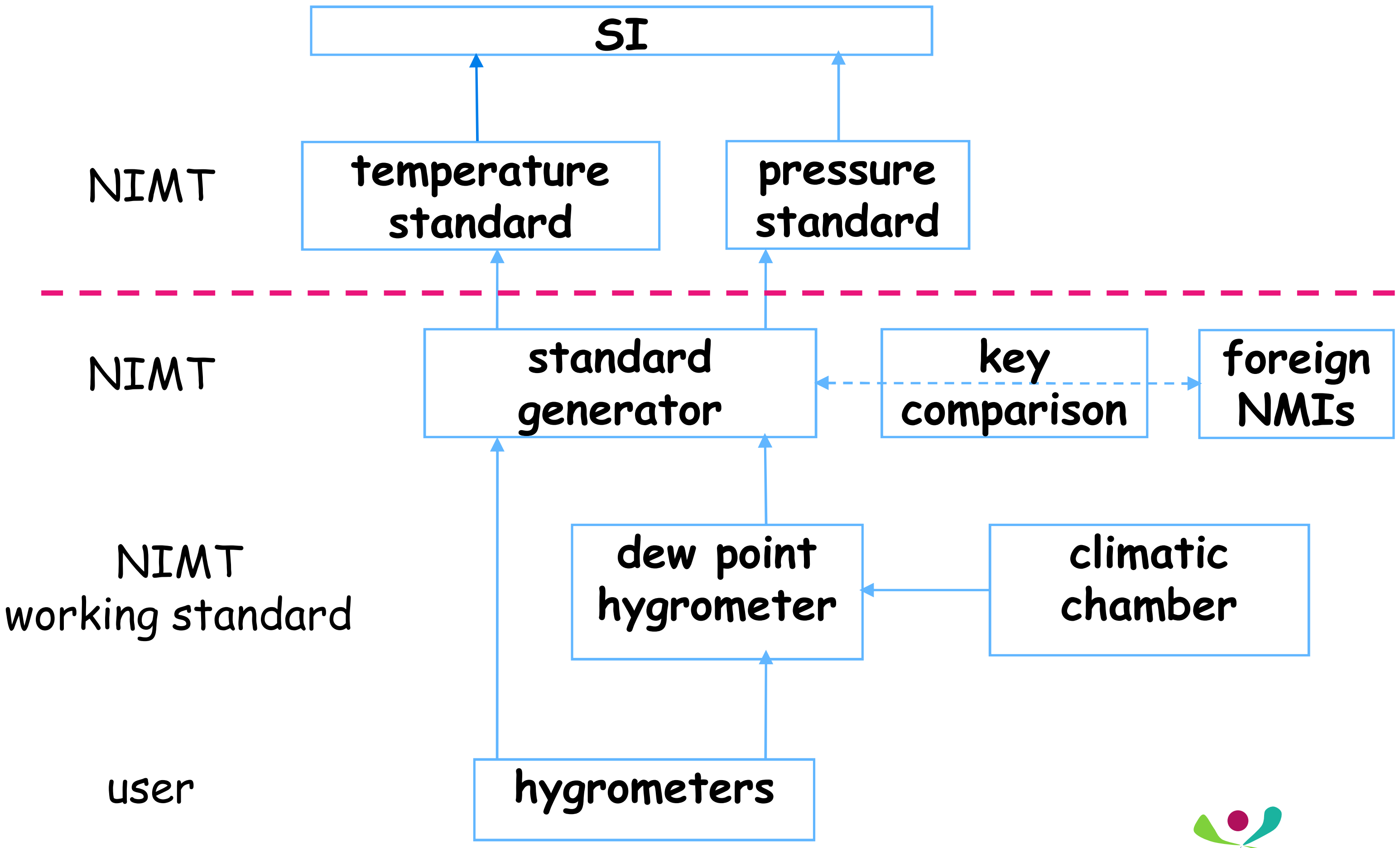




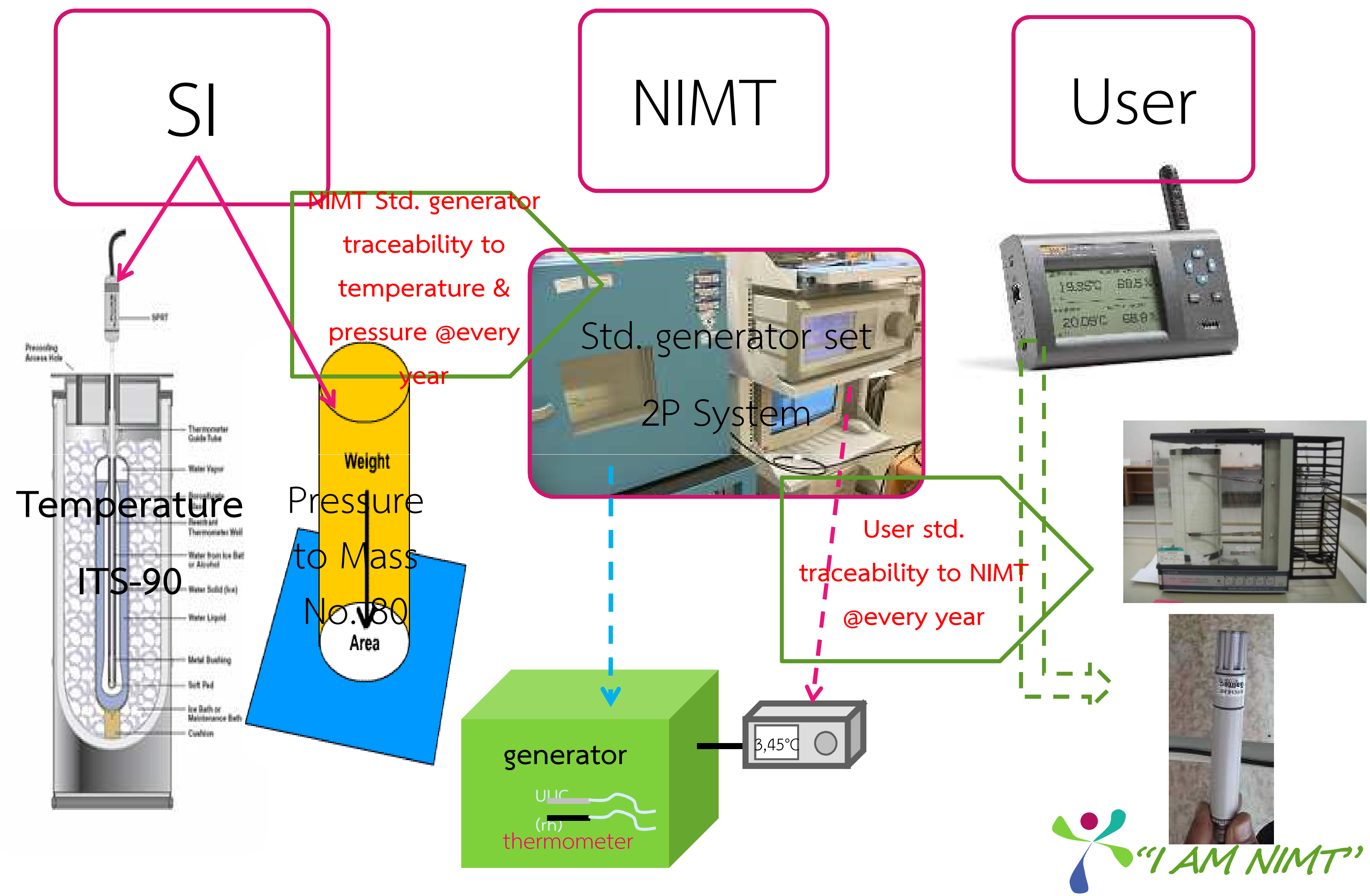


"I AM NIMT"

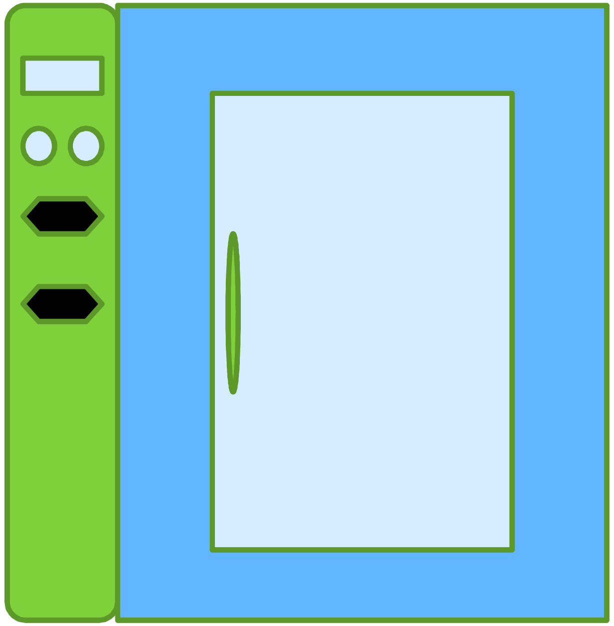
การสอบย้อนกลับได้ทางความชื้นและการสอบเทียบ



"I AM NIMT"

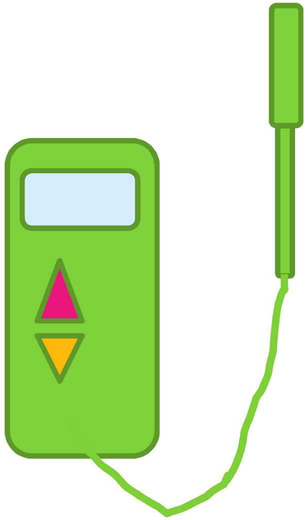

SI
NIMT
User
NIMT Std. generator traceability to temperature & pressure @every year
Std. generator set
2P System
Temperature
ITS-90
Weight
Pressure to Mass No.180
Area
User std. traceability to NIMT @every year
generator
thermometer
3,45°C
"I AM NIMT"

องค์ประกอบสำคัญสำหรับการสอบเทียบและทวนสอบ

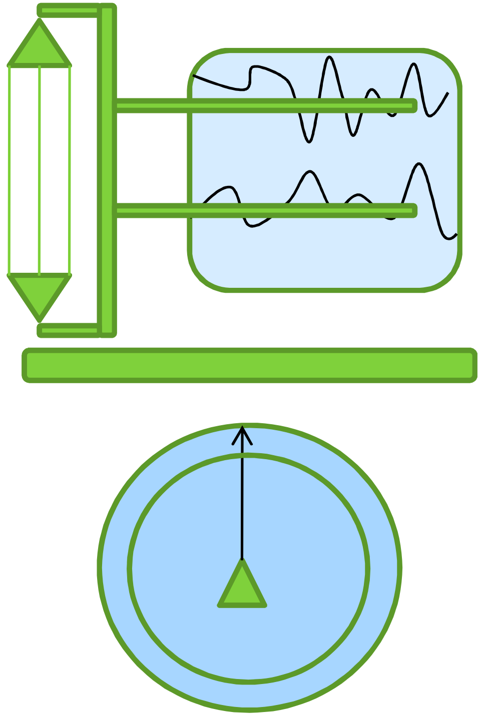


เครื่องกำเนิดความชื้น

หรือแหล่งกำเนิดความชื้น



หัววัดความชื้นมาตรฐาน



เครื่องมือที่ถูกวัดหรือ UUC

UUC = Unit Under Calibration

"I AM NIMT"

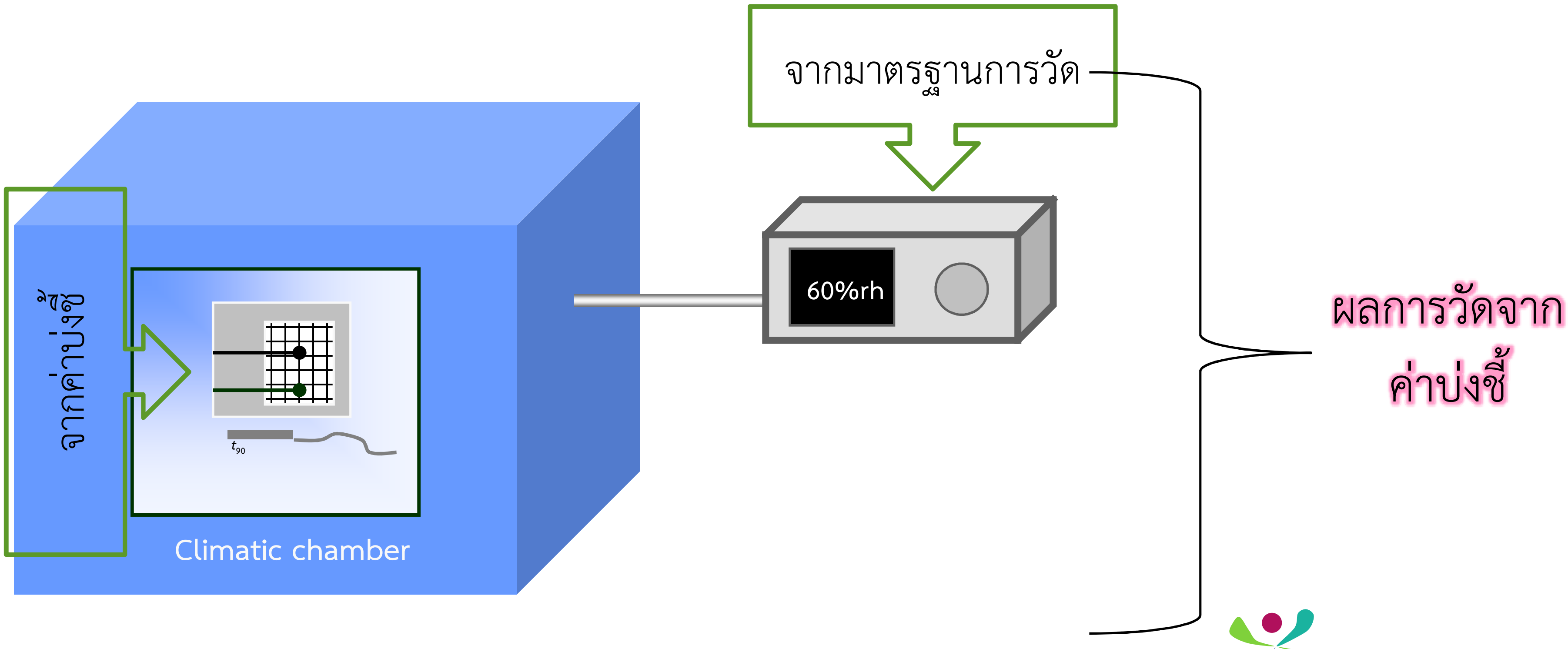
????ความแตกต่าง

- Calibration หรือ การสอบเทียบ
  - การปฏิบัติงานภายใต้เงื่อนไขที่ระบุ ซึ่งใน
    - ขั้นแรกสร้างความสัมพันธ์ระหว่างค่าปริมาณกับความไม่แน่นอนการวัดที่ได้จากมาตรฐานการวัด และค่าบ่งชี้กับความไม่แน่นอนการวัดที่เชื่อมความสัมพันธ์ค่าบ่งชี้นั้น
    - ขั้นตอนที่สอง จะใช้ข้อมูลดังกล่าวสร้างความสัมพันธ์ เพื่อให้ได้ผลการวัดจากค่าบ่งชี้

"I AM NIMT"

การสอบเทียบเครื่องมือวัดความชื้นอากาศ

ความสัมพันธ์ระหว่างค่าปริมาณกับความไม่แน่นอนการวัดที่ได้จากมาตรฐานการวัด และค่าบ่งชี้กับความไม่แน่นอนการวัดที่เชื่อมความสัมพันธ์ค่าบ่งชี้



“I AM NIMT”

Verification หรือ การทวนสอบ

บทบัญญัติของหลักฐานเชิงวัตถุวิสัย ซึ่งแสดงว่าสิ่งที่กำหนดเป็นไปตามข้อกำหนดที่ระบุ

เพื่อยืนยันค่าปริมาณและวิธีดำเนินการวัดที่เกี่ยวข้องตามอ้าง

- การทวนสอบไม่ใช่การสอบเทียบ
- การทวนสอบทุกอันไม่ใช่การตรวจสอบความสมเหตุสมผล (Validation)

เพื่อยืนยันสิ่งที่กำหนดผ่านระบบการวัด

- ข้อกำหนด → กระบวนการ วิธีดำเนินการ วัสดุ สารประกอบ หรือระบบวัด
- ข้อกำหนดอาจเป็นไปตามข้อกำหนดเฉพาะของผู้ผลิต

เพื่อยืนยันว่าเป็นไปตามความไม่แน่นอนตามการวัดเป้าหมาย

- ความไม่แน่นอนในการวัดถูกพิจารณาเมื่อเหมาะสม

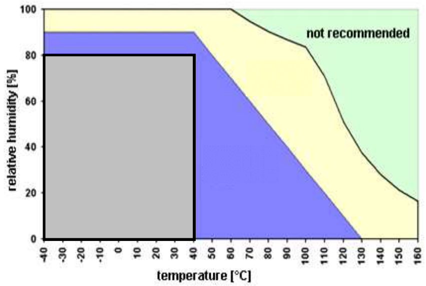
"I AM NIMT"

การทวนสอบ(Verification)

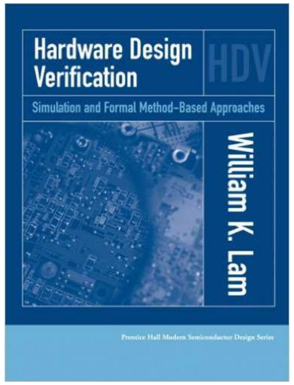
ทวนสอบเมื่อมีข้อสงสัย

ทวนสอบตามระยะเวลา

เช่น ทุก 6 เดือน



ทวนสอบตามมาตรฐาน



ทวนสอบตามข้อกำหนด

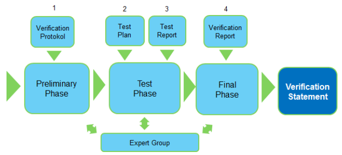
เฉพาะของผู้ผลิต

Symbol	Quantity	Minimum	Typical	Maximum	Units
Vs	Supply Voltage †		5.0	10	V
RH	Measuring Range †	1		99	%
Ta	Operating Temperature †	-40		100	°C
Tcc	Temperature Coefficient		0.23		T_{Decay}/°C
ta	Response time (33 – 76 % RH) †		5		S

† Information obtained from the Humirel HS1101 Manufacturer Datasheet Rev 7.

ทวนสอบตาม

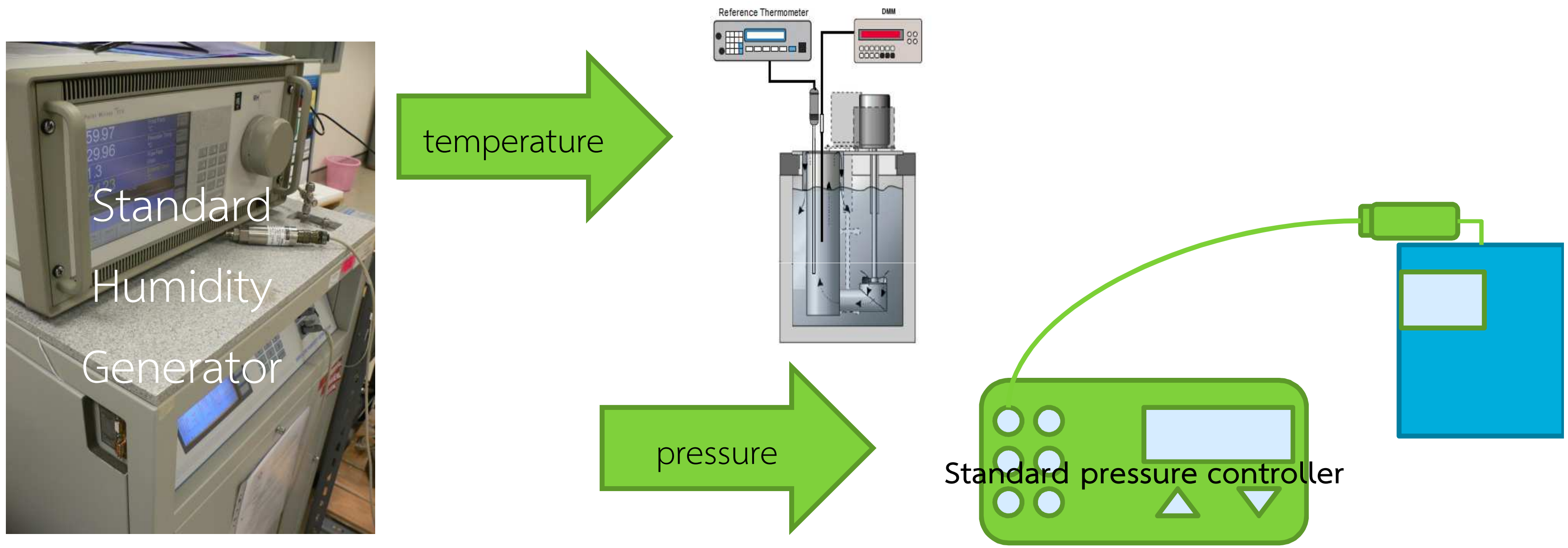
กระบวนการ



“I AM NIMT”

NIMT method for humidity verification

Primary standard: Generator

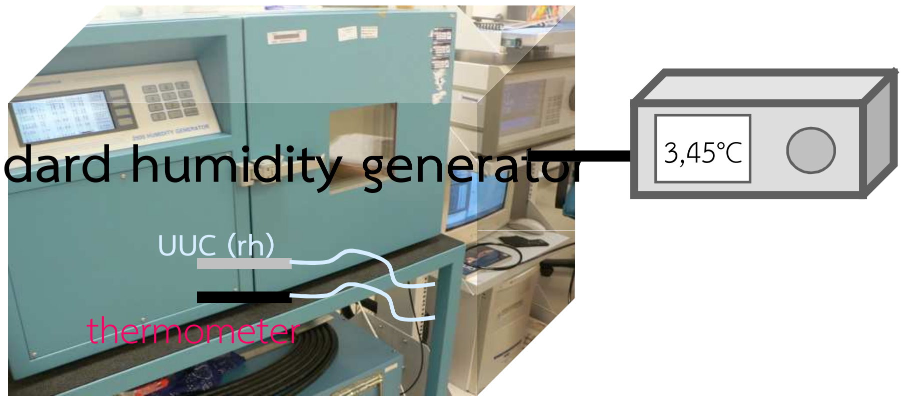


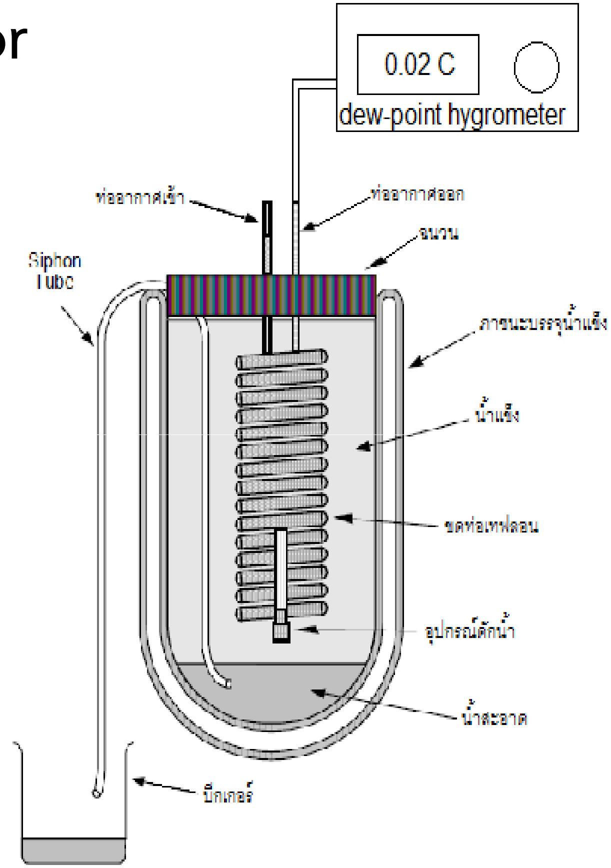
- ทวนสอบทุก 6 เดือน
- เกณฑ์การทวนสอบตามความแม่นยำของระบบวัด
- ใช้วิธีเดียวกับการสอบเทียบ แต่ไม่ได้รายงานผลเป็น certificate

"I AM NIMT"

NIMT method for humidity verification

Secondary standard: Humidity sensor





- ทวนสอบโดยเทียบกับมาตรฐานการวัดอื่นที่ทราบค่า

Dew-point hygrometer (Humidity sensor)

“I AM NIMT”

NIMT method for humidity verification

- ระยะเวลา → pressure sensor → ลักษณะเฉพาะของเครื่องมือวัด → การใช้งาน → อย่างน้อย 4 วัน/สัปดาห์ → ทวนสอบทุก 6 เดือน
- ความแม่นยำของระบบการวัด → unc = 0.5%rh → t = 0.03 C → P = 0.1 psi → ไม่ส่งผลกระทบต่อระบบการวัด
- เครื่องมือมาตรฐาน → ทราบค่า → Std. gen → ice point gen

"I AM NIMT"

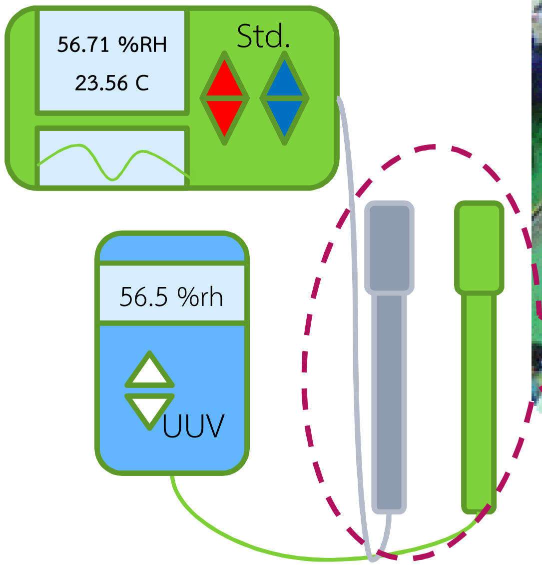
humidity verification: ในความเป็นจริง

- ระยะเวลา → มีมาตรฐานบอกไหม → QC หรือ ผู้ตรวจประเมินสั่งมา → 6 เดือนแล้วกัน
  - มากกว่า 6 เดือนได้ไหม → ได้ → <u>มีข้อมูลรองรับ</u>
- ความแม่นยำของสินค้า → มีข้อกำหนดชัดเจน
  - เกินกว่าข้อกำหนดได้ไหม → ได้ → <u>มีข้อมูลรองรับ</u>
- เครื่องมือทวนสอบ → เครื่องมือที่ถูกสอบเทียบ → ได้ → 1 อุณหภูมิ 1 ความชื้น
  - ครอบคลุมช่วงการวัดในการทวนสอบหรือไม่

"I AM NIMT"

humidity verification: ในความเป็นจริง

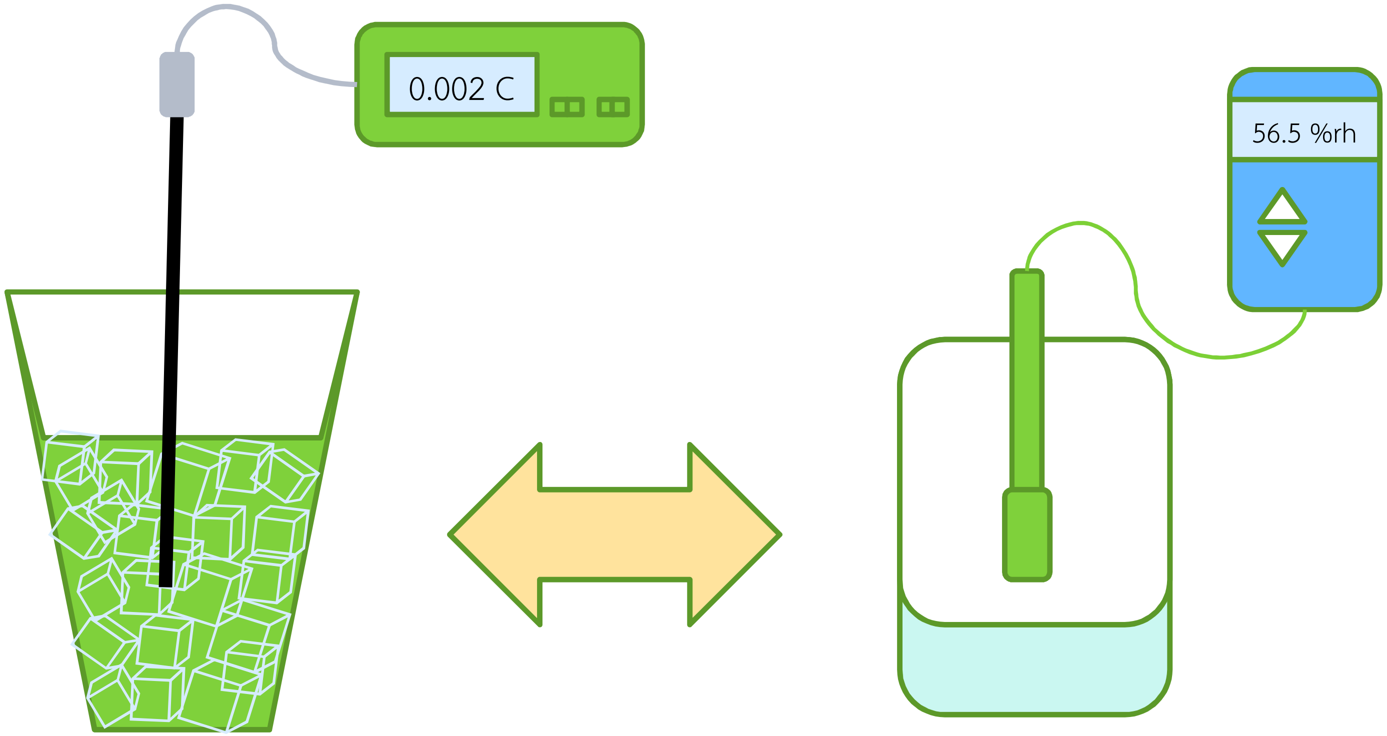
รู้ใช่ไหม
อากาศเป็นตัวกลางที่เคลื่อนที่เร็วที่สุด เร็วกว่าน้ำ แอลกอฮอล์และน้ำมัน



Std. = Standard humidity sensor
UUV = Unit under verification

"I AM NIMT"

เกลืออิ่มตัว (Saturated salt solution)



Ice point temperature = 0 °C

Sodium bromidc = 56.5 %rh

ทำไมทวนสอบด้วยเกลืออิ่มตัว

ข้อดีและข้อเสีย

ข้อดี

- ราคาถูก
- มีความสมดุลของอุณหภูมิเร็ว
- ขนย้ายได้ง่าย
- ไม่ต้องการแหล่งจ่ายพลังงาน

ข้อเสีย

- ไม่สามารถทำความชื้นที่ต่ำกว่า 10%
- ใช้งานไม่ได้เมื่อไม่มีการควบแน่น
- มีผลกระทบเนื่องจากการปนเปื้อน
- ต้องการการดูแลเป็นพิเศษ

"I AM NIMT"

Saturated Salt solution

Saturated Salt Solution	Equilibrium Relative Humidity at 20 °C
Lithium Chloride [LiCl]	11.0 %
Potassium Acetate [CH_3COOK]	23.0%
Magnesium Chloride [$MgCl_2$]	33.0%
Potassium Carbonate [K_2CO_3]	43.2%
Sodium Bromide [NaBr]	56.5%
Sodium Chloride [NaCl]	75.4%
Potassium Chloride [KCl]	85.0%
Barium Chloride [BaCl]	90.0%

"I AM NIMT"

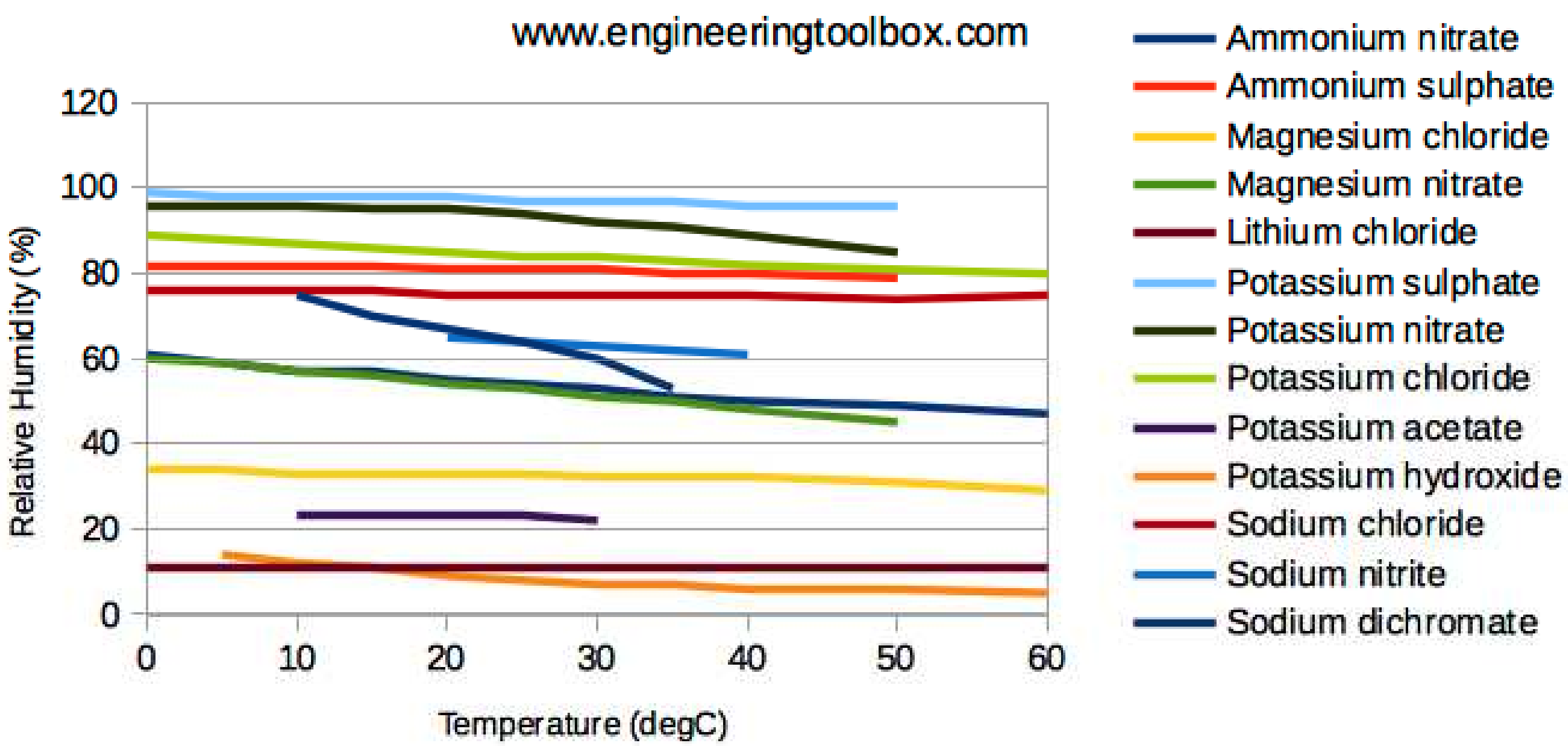
Saturated Salt Solution	Temperature (°C)										
	0	5	10	15	20	25	30	35	40	50	60
	Relative humidity (%)										
Ammonium nitrate			75	70	67	64	60	53			
Ammonium sulphate	82	82	82	82	81	81	81	80	80	79	
Magnesium chloride	34	34	33	33	33	33	32	32	32	31	29
Magnesium nitrate	60	59	57	56	54	53	51	50	48	45	
Lithium chloride	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11
Potassium sulphate	99	98	98	98	98	97	97	97	96	96	
Potassium nitrate	96	96	96	95	95	94	92	91	89	85	
Potassium chloride	89	88	87	86	85	84	84	83	82	81	80
Potassium acetate			23	23	23	23	22				
Potassium hydroxide		14	12	11	9	8	7	7	6	6	5
Sodium chloride	76	76	76	76	75	75	75	75	75	74	75
Sodium nitrite					65	64	63	62	61		
Sodium dichromate	61	59	57	57	55	54	53	51	50	49	47

อุณหภูมิมีผลต่อความชื้นสัมพัทธ์ที่ thermo-hygrometer วัดได้ ดังนั้นถ้าอุณหภูมิเปลี่ยน ความชื้นสัมพัทธ์เปลี่ยนแปลงตาม

http://www.engineeringtoolbox.com/

"I AM NIMT"

Humidities over Saturated Salt Solutions



"I AM NIMT"

T °C	Relative Humidity, %									
	Cesium Fluoride	Lithium Bromide	Zinc Bromide	Potassium Hydroxide	Sodium Hydroxide	Lithium Chloride	Calcium Bromide	Lithium Iodide	Potassium Acetate	Potassium Fluoride
0		7.75 ± 0.83				11.23 ± 0.54				
5	5.52 ± 1.9	7.43 ± 0.76	8.86 ± 0.89	14.34 ± 1.7		11.26 ± 0.47		21.68 ± 0.30		
10	4.89 ± 1.6	7.14 ± 0.69	8.49 ± 0.74	12.34 ± 1.4		11.29 ± 0.41	21.62 ± 0.50	20.61 ± 0.25	23.38 ± 0.53	
15	4.33 ± 1.4	6.86 ± 0.63	8.19 ± 0.61	10.68 ± 1.1	9.57 ± 2.8	11.30 ± 0.35	20.20 ± 0.50	19.57 ± 0.20	23.40 ± 0.32	
20	3.83 ± 1.1	6.61 ± 0.58	7.94 ± 0.49	9.32 ± 0.90	8.91 ± 2.4	11.31 ± 0.31	18.50 ± 0.50	18.56 ± 0.16	23.11 ± 0.25	
25	3.39 ± 0.94	6.37 ± 0.52	7.75 ± 0.39	8.23 ± 0.72	8.24 ± 2.1	11.30 ± 0.27	16.50 ± 0.20	17.56 ± 0.13	22.51 ± 0.32	30.85 ± 1.3
30	3.01 ± 0.77	6.16 ± 0.47	7.62 ± 0.31	7.38 ± 0.56	7.58 ± 1.7	11.28 ± 0.24		16.57 ± 0.10	21.61 ± 0.53	27.27 ± 1.1
35	2.69 ± 0.63	5.97 ± 0.43	7.55 ± 0.25	6.73 ± 0.44	6.92 ± 1.5	11.25 ± 0.22		15.57 ± 0.08		24.59 ± 0.94
40	2.44 ± 0.52	5.80 ± 0.39	7.54 ± 0.20	6.26 ± 0.35	6.26 ± 1.2	11.21 ± 0.21		14.55 ± 0.06		22.68 ± 0.81
45	2.24 ± 0.44	5.65 ± 0.35	7.59 ± 0.17	5.94 ± 0.29	5.60 ± 1.0	11.16 ± 0.21		13.49 ± 0.05		21.46 ± 0.70
50	2.11 ± 0.40	5.53 ± 0.31	7.70 ± 0.16	5.72 ± 0.27	4.94 ± 0.85	11.10 ± 0.22		12.38 ± 0.05		20.80 ± 0.62
55	2.04 ± 0.38	5.42 ± 0.28	7.87 ± 0.17	5.58 ± 0.28	4.27 ± 0.73	11.03 ± 0.23		11.22 ± 0.05		20.60 ± 0.56
60	2.03 ± 0.40	5.33 ± 0.25	8.09 ± 0.19	5.49 ± 0.32	3.61 ± 0.65	10.95 ± 0.26		9.98 ± 0.06		20.77 ± 0.53
65	2.08 ± 0.44	5.27 ± 0.23	8.38 ± 0.24	5.41 ± 0.39	2.95 ± 0.60	10.86 ± 0.29		8.65 ± 0.07		21.18 ± 0.53
70	2.20 ± 0.52	5.23 ± 0.21	8.72 ± 0.30	5.32 ± 0.50	2.29 ± 0.60	10.75 ± 0.33		7.23 ± 0.09		21.74 ± 0.56
75	2.37 ± 0.62	5.20 ± 0.19			1.63 ± 0.64	10.64 ± 0.38				22.33 ± 0.61
80	2.61 ± 0.76	5.20 ± 0.18				10.51 ± 0.44				22.85 ± 0.69
85		5.22 ± 0.17				10.38 ± 0.51				23.20 ± 0.80
90		5.26 ± 0.17				10.23 ± 0.59				23.27 ± 0.93
95		5.32 ± 0.16				10.07 ± 0.67				
100		5.41 ± 0.17				9.90 ± 0.77				

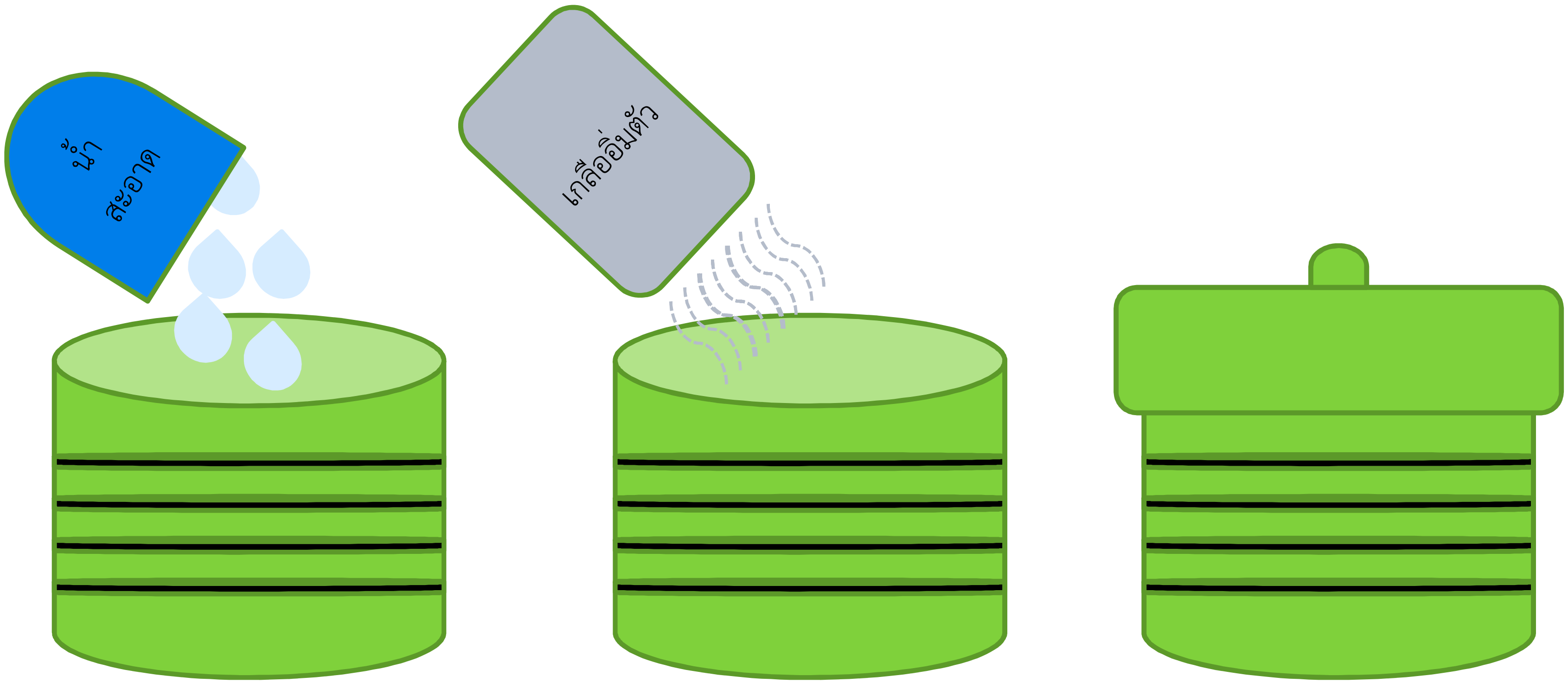
T °C	Relative Humidity, %									
	Magnesium Chloride	Sodium Iodide	Potassium Carbonate	Magnesium Nitrate	Sodium Bromide	Cobalt Chloride	Potassium Iodide	Strontium Chloride	Sodium Nitrate	Sodium Chloride
0	33.66 ± 0.33		43.13 ± 0.66	60.35 ± 0.55						75.51 ± 0.34
5	33.60 ± 0.28	42.42 ± 0.99	43.13 ± 0.50	58.86 ± 0.43	63.51 ± 0.72		73.30 ± 0.34	77.13 ± 0.12	78.57 ± 0.52	75.65 ± 0.27
10	33.47 ± 0.24	41.83 ± 0.83	43.14 ± 0.39	57.36 ± 0.33	62.15 ± 0.60		72.11 ± 0.31	75.66 ± 0.09	77.53 ± 0.45	75.67 ± 0.22
15	33.30 ± 0.21	40.88 ± 0.70	43.15 ± 0.33	55.87 ± 0.27	60.68 ± 0.51		70.98 ± 0.28	74.13 ± 0.06	76.46 ± 0.39	75.61 ± 0.18
20	33.07 ± 0.18	39.65 ± 0.59	43.16 ± 0.33	54.38 ± 0.23	59.14 ± 0.44		69.90 ± 0.26	72.52 ± 0.05	75.36 ± 0.35	75.47 ± 0.14
25	32.78 ± 0.16	38.17 ± 0.50	43.16 ± 0.39	52.89 ± 0.22	57.57 ± 0.40	64.92 ± 3.5	68.86 ± 0.24	70.85 ± 0.04	74.25 ± 0.32	75.29 ± 0.12
30	32.44 ± 0.14	36.15 ± 0.43	43.17 ± 0.50	51.40 ± 0.24	56.03 ± 0.38	61.83 ± 2.8	67.89 ± 0.23	69.12 ± 0.03	73.14 ± 0.31	75.09 ± 0.11
35	32.05 ± 0.13	34.73 ± 0.39		49.91 ± 0.29	54.55 ± 0.38	58.63 ± 2.2	66.96 ± 0.23		72.06 ± 0.32	74.87 ± 0.12
40	31.60 ± 0.13	32.88 ± 0.37		48.42 ± 0.37	53.17 ± 0.41	55.48 ± 1.8	66.09 ± 0.23		71.00 ± 0.34	74.68 ± 0.13
45	31.10 ± 0.13	31.02 ± 0.37		46.93 ± 0.47	51.95 ± 0.47	52.56 ± 1.5	65.26 ± 0.24		69.99 ± 0.37	74.52 ± 0.16
50	30.54 ± 0.14	29.21 ± 0.40		45.44 ± 0.60	50.93 ± 0.55	50.01 ± 1.4	64.49 ± 0.26		69.04 ± 0.42	74.43 ± 0.19
55	29.93 ± 0.16	27.50 ± 0.45			50.15 ± 0.65	48.02 ± 1.4	63.78 ± 0.28		68.15 ± 0.49	74.41 ± 0.24
60	29.26 ± 0.18	25.95 ± 0.52			49.66 ± 0.78	46.74 ± 1.5	63.11 ± 0.31		67.35 ± 0.57	74.50 ± 0.30
65	28.54 ± 0.21	24.62 ± 0.62			49.49 ± 0.94	46.33 ± 1.9	62.50 ± 0.34		66.64 ± 0.67	74.71 ± 0.37
70	27.77 ± 0.25	23.57 ± 0.74			49.70 ± 1.1	46.97 ± 2.3	61.93 ± 0.38		66.04 ± 0.78	75.06 ± 0.45
75	26.94 ± 0.29	22.85 ± 0.88			50.33 ± 1.3	48.80 ± 2.9	61.43 ± 0.43		65.56 ± 0.91	75.58 ± 0.55
80	26.05 ± 0.34	22.52 ± 1.0			51.43 ± 1.5	52.01 ± 3.7	60.97 ± 0.48		65.22 ± 1.1	76.29 ± 0.65
85	25.11 ± 0.39	22.63 ± 1.2					60.56 ± 0.54		65.03 ± 1.2	
90	24.12 ± 0.46	23.25 ± 1.4					60.21 ± 0.61		65.00 ± 1.4	
95	23.07 ± 0.52									
100	21.97 ± 0.60									

Humidity fixed point of binary saturated aqueous solutions by Lewis Greenspan

วิธีเตรียม

- ภาชนะบรรจุสารละลายเกลืออิ่มตัว (1)
- เทอร์โมมิเตอร์ (2)
- ตัวจับสำหรับหัววัดความชื้น (4)
- เกลืออิ่มตัว (6)
- น้ำสะอาดหรือน้ำกลั่น (8)

www.vaisala.com



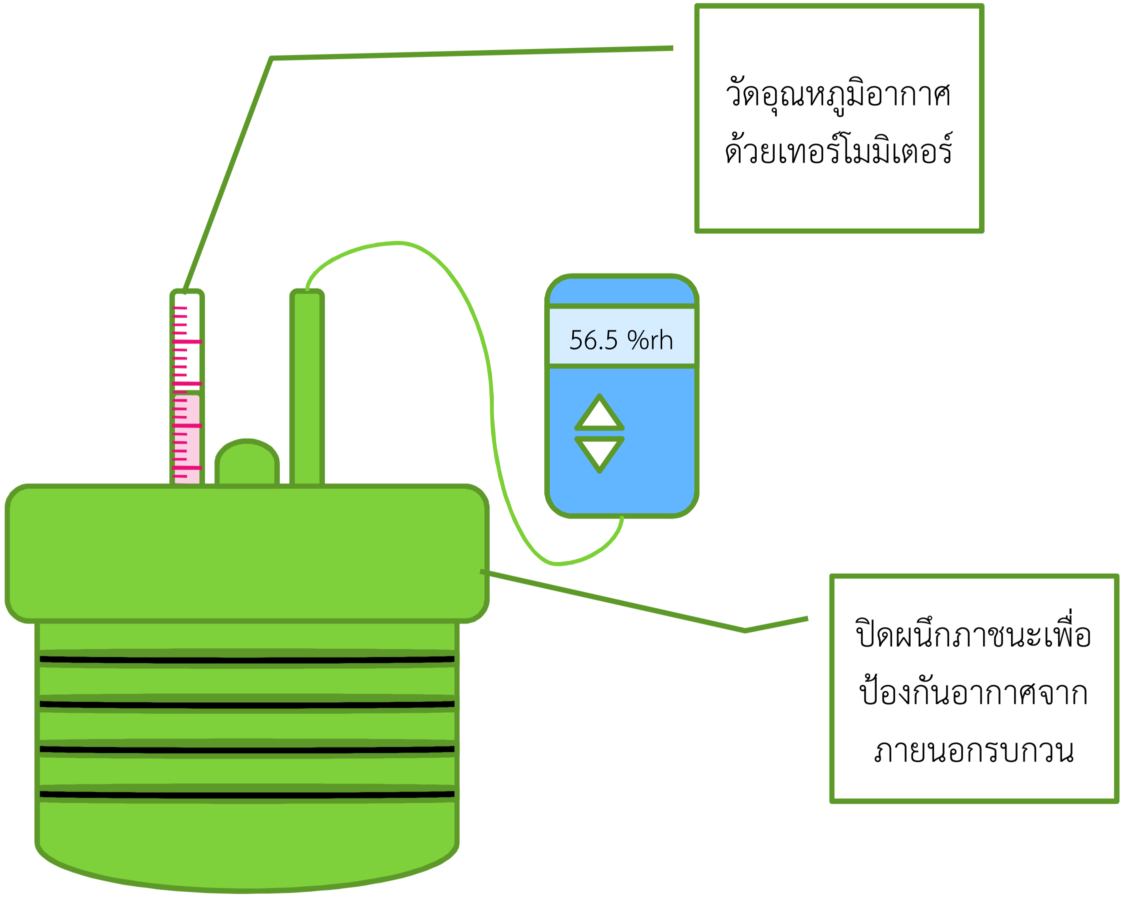
ใส่น้ำลงไปเล็กน้อย

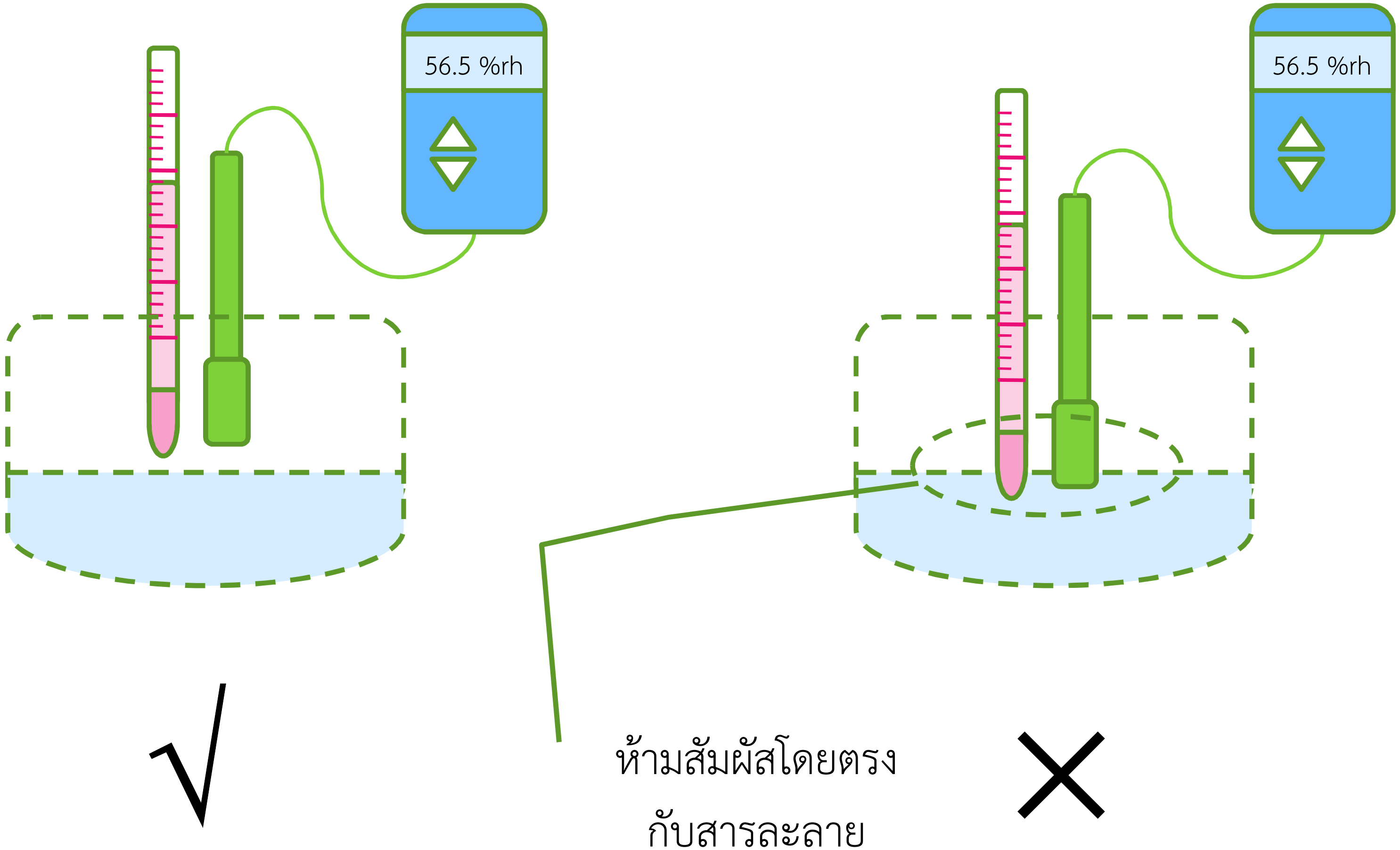
เทเกลือลงไปและคนให้เข้ากัน

ปิดฝาทิ้งไว้ไม่น้อยกว่า 24 hr.

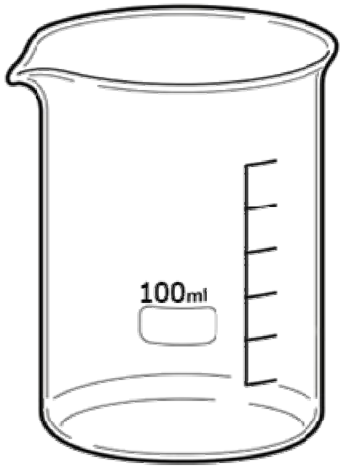
"I AM NIMT"

ลักษณะของสารละลายเกลืออิ่มตัว


วัดอุณหภูมิอากาศ
ด้วยเทอร์โมมิเตอร์
56.5 %rh
ปิดผนึกภาชนะเพื่อ
ป้องกันอากาศจาก
ภายนอกรบกวน


56.5 %rh
56.5 %rh
√
ห้ามสัมผัสโดยตรง
กับสารละลาย

ปรับให้เข้ากับความเป็นจริงของชีวิต



"I AM NIMT"

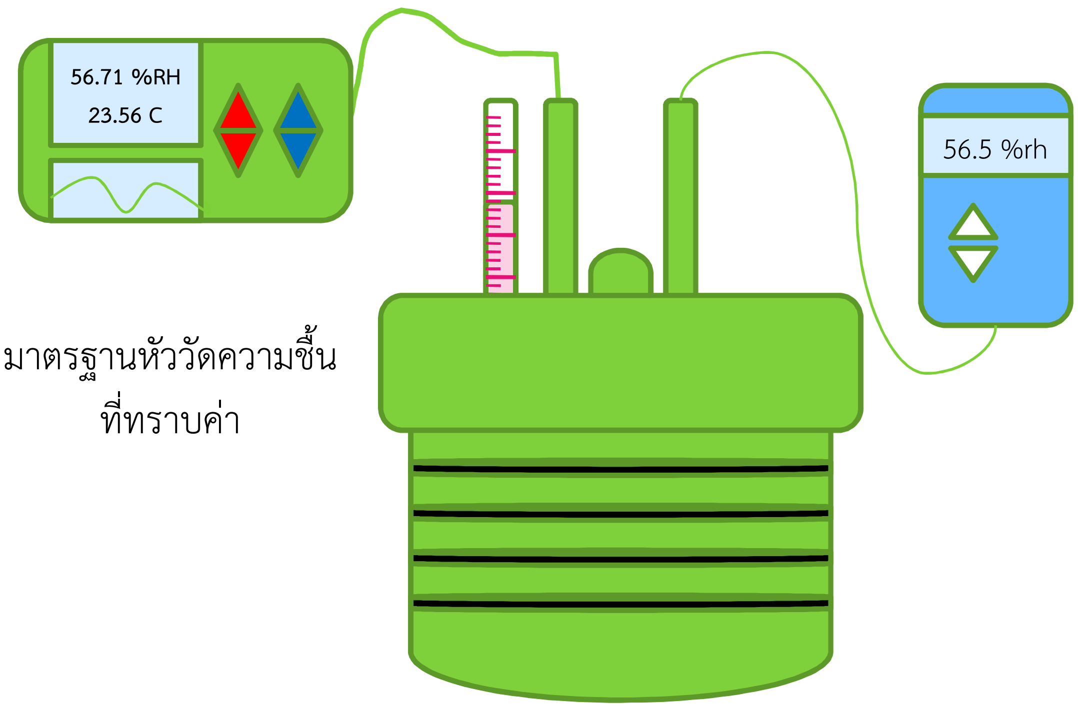
เกลืออิ่มตัวในรูปแบบต่างๆ

"I AM NIMT"

- เกลืออิ่มตัวให้ความชื้นสัมพัทธ์อยู่ในช่วง 30 % ถึง 90 %
- สารละลายจะถูกเตรียมขึ้นด้วยน้ำสะอาดเท่านั้น เช่น น้ำกลั่น
- เติมน้ำจนกระทั่งสารละลายเกลือละลายอย่างทั่วถึง และถ้ามีอุณหภูมิที่สูงเกินกว่าต้องการ ให้พยายามปรับอุณหภูมิจนเย็นตัวลง และควรปล่อยให้เครื่องวัดมีการอ่านค่าคงที่ หรือจนกว่าเกลืออิ่มตัวจะเข้าสู่จุดสมดุลย์
- ควรเตรียมสารละลายเกลือไว้ล่วงหน้า ก่อนการสอบเทียบ อย่างน้อย 1 วัน

Refer to User guide HMK15

ข้อแนะนำ



หัววัดความชื้นที่ต้องการทวนสอบ

มาตรฐานหัววัดความชื้นที่ทราบค่า

ข้อแนะนำ

- lithium chloride สร้างความชื้นอยู่ระหว่าง 11-14 ขึ้นอยู่กับสภาวะแวดล้อม โดย lithium chloride เป็นของแข็งซึ่งละลายในน้ำ และเริ่มเปลี่ยนเป็นสถานะของแข็งอีกครั้งเมื่ออุณหภูมิใกล้กับ 20 °C แต่เมื่ออุณหภูมิต่ำกว่า20 °C การให้ความเย็นอย่างรวดเร็วทำให้มันมีค่าที่ไม่คงที่
- Potassium nitrate และ Potassium sulfate ควรระวังเนื่องจากสามารถกัดกร่อนกับโลหะได้
- ค่าที่ได้จากการทดลองเมื่อนำมาเปรียบเทียบค่าจากในตารางแล้วจะพบว่ามีความแตกต่างที่โตกว่าในแต่ละจุด เป็นการยากที่จะจำลองการทดลองจนได้ค่าที่เท่ากันทุกค่าทศนิยม

"I AM NIMT"

คำถาม

NIMT

"I AM NIMT"

END

NIMT

"I AM NIMT"

สถาบันมาตรวิทยาแห่งชาติ

National Institute of Metrology (Thailand)