موجز في حساسات الرطوبة

Humidity and Moisture sensors

By:
Anas yasien

goanose86@yahoo.com

Humidity and moisture sensors

- The terms humidity and moisture are not interchangeable(يعني غير متكافئين).
- Humidity refers to the water content in gases such as in the atmosphere.
- Moisture is the water content in any solid or liquid.
- Other important, related quantities are
  - **dew point temperature**
  - **absolute humidity and**
  - **relative humidity.**
  - **الرطوبة النوعية (نسبة المزج)**
- These are defined as follows:

Humidity and moisture sensors

- Relative humidity is the ratio of the water vapor pressure of the gas (usually air) to the maximum saturation water vapor pressure in the same gas at the same temperature.

وهي النسبة بين كمية بخار الماء في الغاز إلى كمية بخار الماء اللازمة لتشبع الغاز عند نفس درجة الحرارة.

$$\phi = \frac{m_v}{m_{v,\text{saturated}}} = \frac{p_v}{p_{v,\text{sat}}}$$

حيث إن :

P_v الضغط الجزئي لبخار الماء

$P_{v,sat}$ الضغط الجزئي لبخار الماء المشبع

m_v كتلة بخار الماء في الهواء

m_{vsat} كتلة بخار الماء المشبع

Humidity and moisture sensors

- Absolute humidity is defined as the mass of water vapor per unit volume of wet gas in grams/cubic meter [g/m^3].

الرطوبة المطلقة = هي كتلة بخار الماء الموجودة في وحدة حجم الغاز

Humidity and moisture sensors

- الرطوبة النوعية(نسبة المزج):

$$\omega = \frac{m_v}{m_{air}} = 0.622 \frac{p_v}{p_{air}}$$

$$= 0.622 \frac{p_v}{p_{atm} - p_v}$$

Humidity and moisture sensors

- The **dew point temperature (T_d)** is defined as the temperature(درجة الحرارة) at which saturation(الإشباع أو التكثف) would occur if the air was cooled(نبرد) at a constant pressure.
  - درجة الحرارة التي يجب عندها أن نبرد الهواء حتى نصل إلى الإشباع ومن ثم التكثف .
  - بمعنى آخر هي درجة الحرارة التي يتكثف عندها بخار الماء من الغاز.

Types of Humidity and moisture sensors

طرق قياس الرطوبة

هناك ثلاث طرق رئيسية لقياس الرطوبة وهي:

١ - استخدام الهيجروميتر.

٢ - استخدام الطرق الكهربية والإلكترونية.

٣ - استخدام سيكروميتر المقلاع.

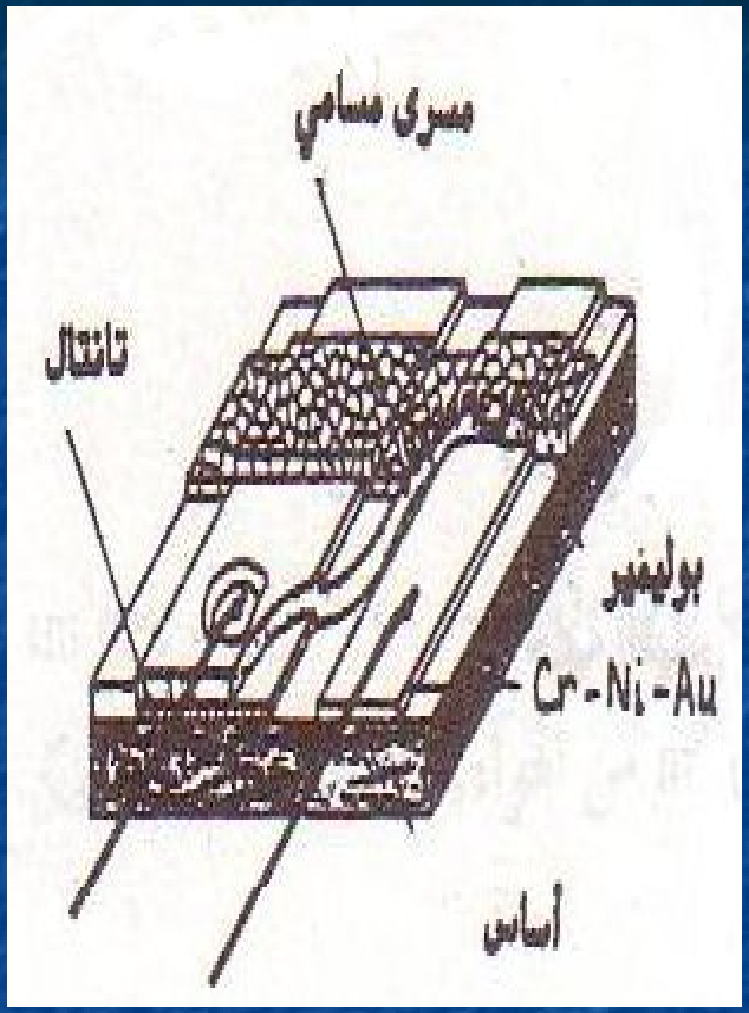
Hygrometers

أولاً/ الهيجروميتر Hygrometer

وهو جهاز لقياس نسبة الرطوبة في الهواء الجوي. ويطلق عليه أيضا هيومدستات والجزء الحساس فيه غالبًا مصنوع من مادة تتأثر بالرطوبة حيث تتمدد تلك المادة بزيادة الرطوبة وتنكمش بنقص الرطوبة(أي تتأثر طرديا بالرطوبة). ويطلق على هذه المادة بالعنصر الهيجروسكوبي.

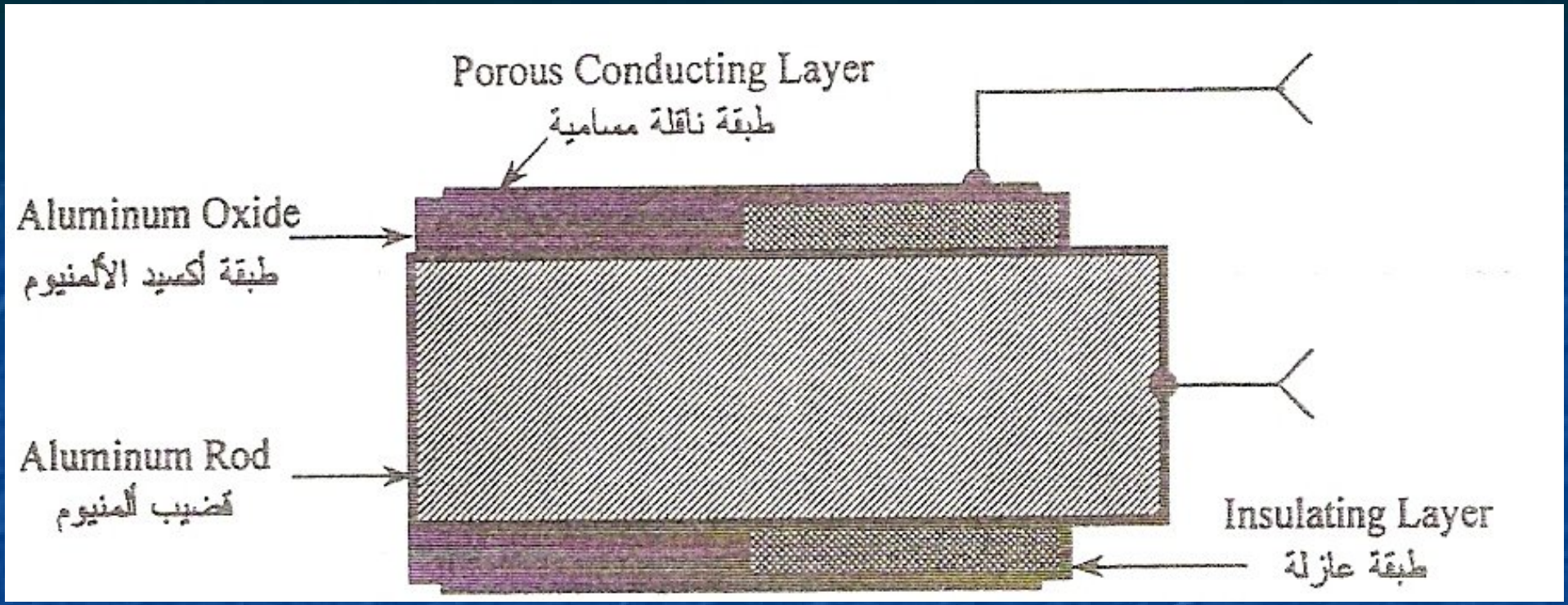
Impedance Hygrometers

- احد الأنواع وأبسطها عبارة عن بوليمر عازل كهربائيا ذو سماكة تصل لحتى بضعة ميكرومترات .
- تقوم هذه الطبقة بامتصاص الماء الموجود بالهواء،مما يؤدي لتغير ثابت العازلية للطبقة وبالتالي لتغير سعة المكثف المستخدمة لهذا العازل.
- من الأمثلة الشهيرة إستخدام مادة أكسيد الألمنيوم كعازل.
- العديد من الشركات تقوم بانتاج مثل هذا النوع القائم على امتصاص ذرات الماء ولاسيما شركة اوميغا **ohmic instrument corporation** بإستخدام أملاح ماصة.
- هذا النوع يقيس الرطوبة في درجات الحرارة التي تتراوح مابين ٧٠درجة و-٨٠ درجة مئوية.
- هناك العديد من الأنواع الأخرى للهيجرومترمنها condensation Hygrometers... .

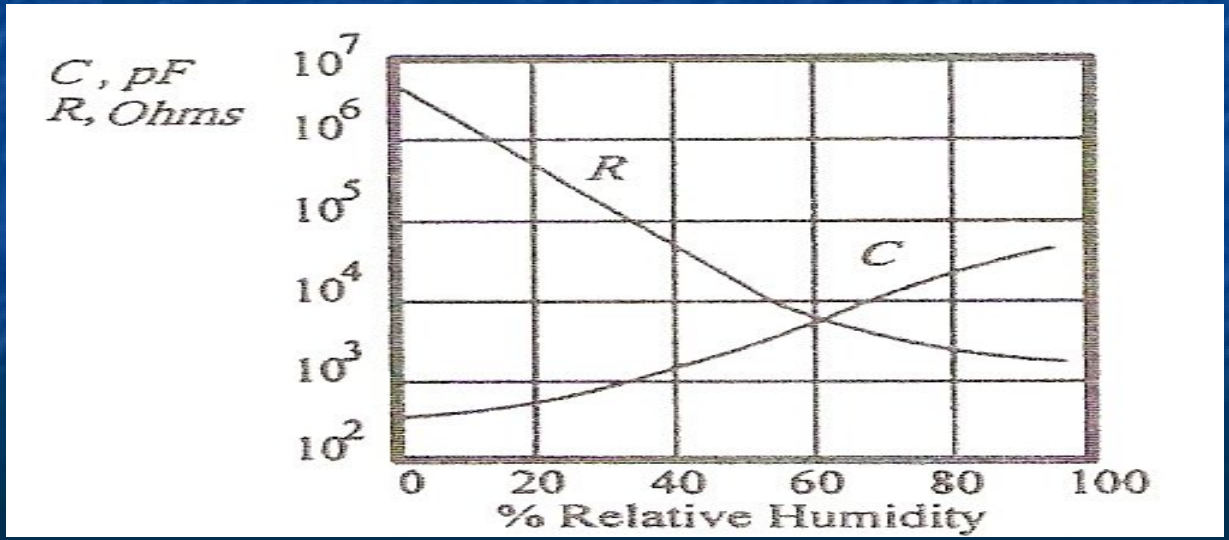


خلية قياس

هيجرومیتر



مقطع عرضي لحساس رطوبة من أكسيد الألمنيوم



الطرق الكهربية والإلكترونية

ثانياً/ الطرق الكهربية والالكترونية

وتعتمد هذه الطرق غالباً على التغير في المقاومة الكهربية لهذه المواد تبعاً للتغير في الرطوبة. وبالتالي فإن معرفة التيار أو جهده له دلالة على قيمة الرطوبة الموجودة في الهواء. وأهم العناصر الحساسة المستعملة في النظام الكهربائي هي:

١ - كلوريد الليثيوم (Lithium Chloride).

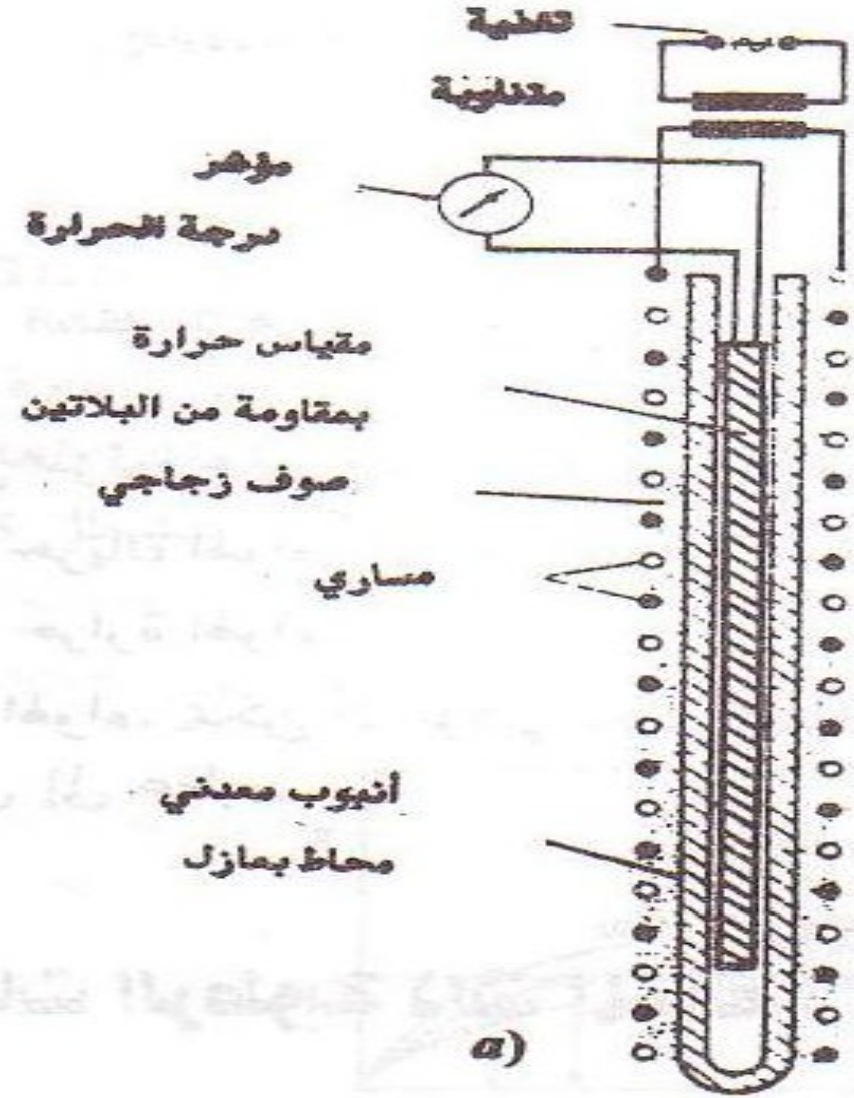
٢ - حبيبات الكربون (Carbon Particle) مغمور في مادة تتأثر بالرطوبة والتي فيها المقاومة الكهربية تقل عند زيادة نسبة الرطوبة.

وتتميز الطرق الكهربية والإلكترونية بأنه يمكن استخدامها لفصل وتشغيل دائرة كهربية وتعمل على فتح، إغلاق أو تشغيل مضخة ترطيب للتحكم في نسبة الرطوبة.

الطرق الكهربية و الإلكترونية:(مقياس باستخدام كلوريد الليثيوم)

- يتألف الحساس من أنبوب مغطى بقماش مشرب بمحلول كلوريد الليثيوم وتم لف مسبرين من معدن مقاوم للتآكل عليه.
- نطبق على المساري جهدا متناوبا(يؤدي لتوليد تيار في المحلول) يعمل على تسخين المحلول ومن ثم إطلاق بخار الماء.
- تستمر العملية إلى أن يصبح ضغط البخار الناتج عن المحلول مساويا إلى ضغط البخار للهواء المحيط(عملية توازن).

- عند عملية التوازن تتم عملية قياس الحرارة بواسطة مقياس حراري غالبا مايكون RTD **لأنه لا يتأثر بالرطوبة** (هنا يمكن معرفة درجة الحرارةالمحلول).
- بمعرفة درجة حرارة المحلول يمكن من خلال جداول محددة معرفة الرطوبة النسبية بشكل مباشر.



مسبر بكلور الليثيوم

a) مقطع تمثيلي b) الشكل الخارجي.

الرطوبة النسبية	درجة حرارة المحلول T (c°)
13.7	5
12.8	10
11.9	15
11.1	20
11.1	25
11.2	30
11.2	35
11.2	40
11.1	45
11.1	50
11.0	55
10.9	60
10.7	65

تابع :الطرق الكهربية والإلكترونية:(مقياس باستخدام كلوريد الليثيوم)

- مساويء هذا النوع :
- يتأثر بسرع جريان الهواء ،التي من الممكن أن تؤدي لتبريد المسبر وبالتالي إلى خطأ في القياس.
- طبيعة الهواء المحيط بالمقياس.

ثالثا : Psychrometer سكرومتر المقلاع

- يتألف من إثنين من الثيرمومترات، أحدهما يقوم بقياس درجة الحرارة الجافة Dry Bulb Temperature (درجة حرارة الهواء) (T) والآخر العنصر الحساس به مغطى بقطعة قماش أو خشب مبللة بالماء المقطر يقوم بقياس درجة الحرارة الرطبة Wet Bulb Temperature (Tw) الناتجة عن تبخر الماء المقطر.

ملاحظة:

إذا كان الماء غير نقي (يعني غير مقطر) فإن ذلك يؤدي لتراكم الأملاح فوق العنصر الحساس وبالتالي خطأ بالقياس.

Psychrometer: تابع

ومن التجهيزات التي تعتبر قياسية تجهيز مقلاع قياس الرطوبة حيث يركب على لوح واحد الثيرمومتر ذو الفقاعة مبللة وآخر ذو الفقاعة الجافة ويتأرجح اللوح بواسطة يد ذات ارتكاز. وهناك ترتيب آخر حيث يوضع الثيرمومتران عند مدخل مجرى المروحة تدار كهربائياً ومصممة بحيث تعطي سرعة الهواء التصميمية الصحيحة وهي ١٥٢ متراً في الدقيقة.

وبمعرفه درجه الحرارة الجافة (Dry Bulb Temperature) .

ودرجه الحرارة الرطبة (المبللة) (Wet Bulb Temperature) .

يمكن تحديد الرطوبة النسبية وذلك باستخدام الخريطة السيكرومترية (Psychrometric Chart).

Example

Suppose we measured

T (للهواء الجاف) = 25.0°C

T_w (للهواء الرطب) = 20.0°C

Then

$$T - T_w = 25.0°C - 20.0°C = 5.0°C$$

TABLE D.1 Dew-Point Temperature (°C)

AIR (DRY-BULB) TEMPERATURE (°C)	WET-BULB DEPRESSION (DRY-BULB TEMPERATURE MINUS WET-BULB TEMPERATURE)															
	0.5	1.0	1.5	2.0	2.5	3.0	3.5	4.0	4.5	5.0	7.5	10.0	12.5	15.0	17.5	20.0
−20	−25	−33														
−17.5	−21	−27	−38													
−15	−19	−23	−28													
−12.5	−15	−18	−22	−29												
−10	−12	−14	−18	−21	−27	−36										
−7.5	−9	−11	−14	−17	−20	−26	−34									
−5	−7	−8	−10	−13	−16	−19	−24	−31								
−2.5	−4	−6	−7	−9	−11	−14	−17	−22	−28	−41						
0	−1	−3	−4	−6	−8	−10	−12	−15	−19	−24						
2.5	1	0	−1	−3	−4	−6	−8	−10	−13	−16						
5	4	3	2	0	−1	−3	−4	−6	−8	−10	−48					
7.5	6	6	4	3	2	1	−1	−2	−4	−6	−22					
10	9	8	7	6	5	4	2	1	0	−2	−13					
12.5	12	11	10	9	8	7	6	4	3	2	−7	−28				
15	14	13	12	12	11	10	9	8	7	5	−2	−14				
17.5	17	16	15	14	13	12	12	11	10	8	2	−7	−35			
20	19	18	18	17	16	15	14	14	13	12	6	−1	−15			
22.5	22	21	20	20	19	18	17	16	16	15	10	3	−6	−38		
25	24	24	23	22	21	21	20	19	18	18	13	7	0	−14		
27.5	27	26	26	25	24	23	23	22	21	20	16	11	5	−5	−32	
30	29	29	28	27	27	26	25	25	24	23	19	14	9	2	−11	
32.5	32	31	31	30	29	29	28	27	26	26	22	18	13	7	−2	
35	34	34	33	32	32	31	31	30	29	28	25	21	16	11	4	
37.5	37	36	36	35	34	34	33	32	32	31	28	24	20	15	9	0
40	39	39	38	38	37	36	36	35	34	34	30	27	23	18	13	6
42.5	42	41	41	40	40	39	38	38	37	36	33	30	26	22	17	11
45	44	44	43	43	42	42	41	40	40	39	36	33	29	25	21	15
47.5	47	46	46	45	45	44	44	43	42	42	39	35	32	28	24	19
50	49	49	48	48	47	47	46	45	45	44	41	38	35	31	28	23

$T_d = 18°C$

TABLE D.2 Relative Humidity (Percent)

AIR (DRY-BULB) TEMPERATURE (°C)	WET-BULB DEPRESSION (DRY-BULB TEMPERATURE MINUS WET-BULB TEMPERATURE)																	
	0.5	1.0	1.5	2.0	2.5	3.0	3.5	4.0	4.5	5.0	7.5	10.0	12.5	15.0	17.5	20.0	22.5	25.0
−20	70	41	11															
−17.5	75	51	26	2														
−15	79	58	38	18														
−12.5	82	65	47	30	13													
−10	85	69	54	39	24	10												
−7.5	87	73	60	48	35	22	10											
−5	88	77	66	54	43	32	21	11	1									
−2.5	90	80	70	60	50	42	37	22	12	3								
0	91	82	73	65	56	47	39	31	23	15								
2.5	92	84	76	68	61	53	46	38	31	24								
5	93	86	78	71	65	58	51	45	38	32	1							
7.5	93	87	80	74	68	62	56	50	44	38	11							
10	94	88	82	76	71	65	60	54	49	44	19							
12.5	94	89	84	78	73	68	63	58	53	48	25	4						
15	95	90	85	80	75	70	66	61	57	52	31	12						
17.5	95	90	86	81	77	72	68	64	60	55	36	18	2					
20	95	91	87	82	78	74	70	66	62	58	40	24	8					
22.5	96	92	87	83	80	76	72	68	64	61	44	28	14	1				
25	96	92	88	84	81	77	73	70	66	63	47	32	19	7				
27.5	96	92	89	85	82	78	75	71	68	65	50	36	23	12	1			
30	96	93	89	86	82	79	76	73	70	67	52	39	27	16	6			
32.5	97	93	90	86	83	80	77	74	71	68	54	42	30	20	11	1		
35	97	93	90	87	84	81	78	75	72	69	56	44	33	23	14	6		
37.5	97	94	91	87	85	82	79	76	73	70	58	46	36	26	18	10	3	
40	97	94	91	88	85	82	79	77	74	72	59	48	38	29	21	13	6	
42.5	97	94	91	88	86	83	80	78	75	72	61	50	40	31	23	16	9	2
45	97	94	91	89	86	83	81	78	76	73	62	51	42	33	26	18	12	6
47.5	97	94	92	89	86	84	81	79	76	74	63	53	44	35	28	21	15	9
50	97	95	92	89	87	84	82	79	77	75	64	54	45	37	30	23	17	11

RH = 63%

Psychrometer

المراجع

- القياسات الفنية للمؤسسة العامة للتعليم الفني والتدريب المهني -المملكة العربية السعودية- .
- الحساسات للمهندس حسان موسى- دار شعاع للنشر-.
- MEASUREMENT, TRANSMITTERS AND FILTERING

Professor DaeRyookYang -Korea University-

Thank You. . .