جامعة المنارة

كلية: طب الأسنان

اسم المقرر: الفيزياء الطبية

الجزء العملي

رقم الجلسة (3)

عنوان الجلسة

(الرطوبة النسبية)

الفصل الدراسي الأول

العام الدراسي 2025-2026

مدرسو الجزء العملي

جدول المحتويات

Contents

العنوان	رقم الصفحة
الغاية من الجلسة	3
مقدمة	3
الأجهزة والأدوات	3
تنفيذ التجربة	4
جداول ملحقة	6

الغاية من الجلسة:

حساب الرطوبة النسبية في المختبر.

مقدمة:

يرتبط مصطلح الرطوبة بشكل عام ببخار الماء الناتج عن تبخر المياه من على سطح الأرض، وتجتمع هذه الأبخرة في طبقات الجو القريبة من الأرض وبالتالي تشكل ما يعرف بالرطوبة الجوية. تزداد نسبة الرطوبة بازدياد كمية التبخر ولذلك تكون الرطوبة عالية (خصوصاً في فصل الصيف) في المناطق الساحلية، مثل مدينة اللاذقية، مقارنةً بالمدن الداخلية أو الجبلية.

هناك نوعان للرطوبة وهما **الرطوبة المطلقة والرطوبة النسبية**.

أما **الرطوبة المطلقة** فتعرّف على أنها كمية بخار الماء الموجود في حجم معين من الهواء، ويرمز لها بالرمز f وتقاس بواحدة $(kg \cdot m^3)$، تدعى هذه الرطوبة أيضاً بالضغط الجزئي لبخار الماء في الهواء عند درجة حرارة معينة، حيث يرمز لها بالرمز P وتقاس بالواحدة $(mm \cdot Hg)$.

أما **الرطوبة العظمى** فهي كمية بخار الماء في المتر المكعب من الهواء المشبع ببخار الماء في درجة حرارة معينة، ويرمز لها بالرمز f_m وتقاس أيضاً بواحدة $(kg \cdot m^3)$، تدعى هذه الرطوبة أيضاً بالضغط الجزئي لبخار الماء المشبع في الهواء عند درجة حرارة معينة، ويرمز لها بالرمز P_m وتقاس بالواحدة $(mm \cdot Hg)$.

بالتالي فأنه يمكن تعريف الرطوبة النسبية e على أنها نسبة الرطوبة المطلقة f إلى الرطوبة العظمى f_m، أي أنَ:

$$e = \frac{f}{f_m} = \frac{P}{P_m} \qquad (1)$$

تمتلك الرطوبة الجوية تأثير كبير على حياتنا اليومية (خصوصاً في فصل الصيف)، فعلى سبيل المثال ترتبط ظاهرة التعرق الجسدي بمقدار الرطوبة النسبية في الهواء. أضف إلى ذلك فإن كمية
بخار الماء اللازمة لإشباع الهواء في رئتي الإنسان تتعلق بالرطوبة النسبية لهواء الشهيق، حيث بينت الدراسات الطبية بأن الحد الطبيعي للرطوبة النسبية للإنسان يتراوح ما بين $40\% - 60\%$.

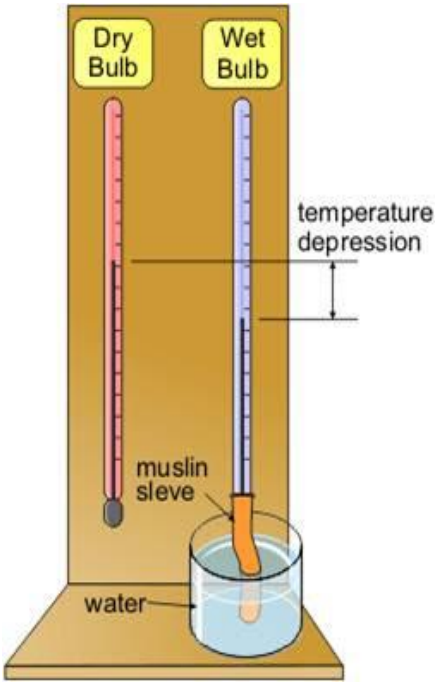
يرتبط حساب الرطوبة النسبية بما يعرف **بنقطة الندى** أو **درجة التكثف**، وهي درجة حرارة يبدأ عندها بخار الماء بالتكاثف والتحول إلى ماء (ندى)، وبالتالي تتساوى كل من الرطوبة المطلقة والرطوبة العظمى. وعليه فإن الضغط الجزئي لبخار الماء في درجة حرارة المختبر مساوٍ للضغط الجزئي لبخار الماء المشبع عند نقطة الندى، وبالتالي يمكن كتابة علاقة الرطوبة النسبية بالشكل التالي:

$$\text{الرطوبة النسبية} = \frac{\text{الضغط الجزئي لبخار الماء المشبع عند نقطة الندى}}{\text{الضغط الجزئي لبخار الماء المشبع عند درجة حرارة المختبر}} \qquad (2)$$

أي أنَ:

$$e = \frac{P}{P_m}$$

هناك طرق عديدة لقياس الرطوبة النسبية في الهواء، من أشهر هذه الأجهزة جهاز مكون من ميزاني حرارة متطابقين، كما هو موضح بالشكل (1).



الشكل(1): الأجهزة والأدوات اللازمة لقياس الرطوبة النسبية.

يحاط مستودع الميزان الأول بمادة ماصة للماء (قطن مثلاً)، في حين يبقى مستودع الميزان الثاني كما هو عليه. يتم لاحقاً غمر مستوعب الميزان الأول بالماء، مما يؤدي إلى انخفاض سوية الزئبق فيه مقارنةً بالميزان الثاني، وهو ما يعزى في الحالة العامة إلى الرطوبة النسبية في الهواء المحيط بالميزان. بالمقارنة ما بين قراءة ميزاني الحرارة وبالاعتماد على جداول خاصة، يمكن تحديد الرطوبة النسبية في المختبر بصورة تقريبية.

الأجهزة والأدوات (Apparatus):

1. ميزاني حرارة متماثلين.
2. حامل لتثبيت الميزانين.
3. قطن أبيض.
4. وعاء من الزجاج.
5. ماء مقطر أو ماء صافي.

تنفيذ التجربة (Carrying out the experiment):

1. قم بقياس درجة حرارة المختبر T_1 باستخدام ميزان الحرارة الجاف، متجنباً قدر الإمكان التيارات الهوائية (القادمة عبر الشباك أو مكيف أو ....).
2. سجل القيمة في الجدول المرافق.
3. قم بقياس درجة حرارة الماء باستخدام نفس الميزان، وتأكد من أنها مساوية لـ T_1.
4. قم بتثبيت كمية كافية من القطن الأبيض حول مستودع الميزان الرطب.
5. إملئ الإناء الزجاجي بالماء وضعه أسفل الميزان الرطب.
6. إغمر الميزان الرطب في الماء وانتظر فترة زمنية حتى يتبلل القطن بالكامل ثم ارفع الميزان خارج الماء.
7. انتظر عدة دقائق، ثم قس درجة حرارة الميزان الرطب T_2.

8. سجل درجة الحرارة هذه في الجدول المرافق.
9. إحسب الأن الفرق بين درجتي حرارة الميزان الجاف والميزان الرطب $(T_1 - T_2)$.
10. سجل القيمة في الجدول المرفق.
11. استخدم الجدول (P_1) من أجل حساب P_m من أجل درجة حرارة المختبر T_1.
12. استخدم الجدول (P_2) من أجل حساب P من أجل نقطة الندى.
13. إحسب الرطوبة النسبية e بالاعتماد على العلاقة (2).
14. سجل هذه القيم في الجدول المرافق.

$\frac{T_1}{[°C]}$	$\frac{T_2}{[°C]}$	$\frac{(T_1 - T_2)}{[°C]}$	$\frac{P_m}{[mm \cdot Hg]}$	$\frac{P}{[mm \cdot Hg]}$	e	$\bar{e}$	Δe	$\overline{\Delta e}$	$\frac{\overline{\Delta e}}{\bar{e}}$	$\frac{\overline{\Delta e}}{\bar{e}}\%$
$e = \bar{e} \pm \overline{\Delta e}$										

15. أعد التجربة مرتين ثم أحسب القيمة المتوسطة $\bar{e}$.
16. احسب كلاً من الخطأ المطلق والنسبي المرتكبين في القياس.
17. احسب لوغاريتماً، الخطأ المرتكب في القياس.
18. قارن بين القيمتين السابقتين للخطأ، المحسوب بالطريقة المتوسطة واللوغاريتمية.
19. عرف كلاً من الرطوبة المطلقة والرطوبة النسبية موضحاً الفرق بينهما.
20. عرف نقطة الندى.
21. **هل يشكل ارتفاع نسبة الرطوبة في الجو خطورة على صحة الإنسان؟ ولماذا؟**

الجدول(1): ضغط البخار المشبع للماء في درجات حرارة مختلفة.

ضغط البخار المشبع $mm.Hg$	درجة الحرارة ℃	ضغط البخار المشبع $mm.Hg$	درجة الحرارة ℃	ضغط البخار المشبع $mm.Hg$	درجة الحرارة ℃
28.25	28	11.98	14	4.60	0
29.94	29	12.78	15	4.92	1
31.73	30	13.62	16	5.29	2
33.57	31	14.51	17	5.68	3
35.33	32	15.46	18	6.10	4
37.59	33	16.46	19	6.54	5
39.75	34	17.51	20	7.01	6
42.02	35	18.62	21	7.51	7
44.40	36	19.79	22	8.04	8
46.90	37	21.20	23	8.60	9
49.51	38	22.32	24	9.20	10
52.26	39	23.69	25	9.84	11
55.13	40	25.13	26	10.51	12
–	–	26.65	27	11.23	13

جَامعة المَنارة
MANARA UNIVERSITY

الجدول(2): الفرق بين قراءة الترمومترين الجاف والرطب.

الفرق بين قراءة الترمومترين														قراءة الترمومتر الجاف
13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0	
–	–	–	–	–	1.3	2.2	3.1	4	5	6	7	8.1	9.2	10
–	–	–	–	–	1.7	2.6	3.5	4.5	5.5	6.5	7.6	8.1	9.8	11
–	–	–	–	–	2.1	3	4	5	6	7.1	8.7	9.2	10.5	12
–	–	–	–	–	2.5	3.5	4.5	5.5	6.5	7.6	8.9	10	11.2	13
–	–	–	–	–	3	4	5	6.1	7.1	8.2	9.4	10.7	11.9	14
–	–	–	–	–	3.5	4.5	5.5	6.6	7.8	9	9.1	11.4	12.7	15
–	–	–	–	–	4	5.1	6.2	7.2	8.5	9.7	10.1	12	13.5	16
–	–	–	–	–	4.6	5.6	6.8	8	9.2	10.4	11.7	13	14.4	17
–	–	–	–	–	5.2	6.3	7.4	8.6	9.9	12.2	12.5	13.9	15.4	18
–	–	–	–	–	5.9	7	8.1	9.4	10.7	11	13.4	14.9	16.4	19
–	–	–	–	–	6.6	7.7	8.8	10.2	11.5	12.9	14.3	15.9	17.4	20
–	–	–	–	–	7.3	8.4	9.6	12.4	12.4	13.8	15.3	16.9	18.5	21
–	–	–	–	–	8	9.1	10.5	11.9	13.3	14.8	16.4	18	19.7	22
–	–	–	–	–	8.8	10	11.4	12.8	14.3	15.9	17.5	19.2	20.9	23
–	–	–	–	–	9.6	10.9	12.3	13.8	15.3	17	18.7	20.4	22.2	24
–	–	–	–	–	10.5	11.8	13.3	14.8	16.4	18.1	19.9	21.7	23.5	25
5	–	7.6	8.9	10.2	11.5	12.8	14.1	15.4	16.7	18	19.3	23.1	25	26
6.6	–	9	10.2	11.4	12.6	13.8	15	16.2	17.4	18.6	19.8	24.3	26.5	27
8.2	–	10.4	11.5	12.6	13.7	14.8	15.9	17	18.1	19.2	20.3	–	–	28
9.8	–	11.8	12.8	13.8	14.8	15.8	16.8	17.8	18.8	19.8	20.8	–	–	29
11.4	–	13.2	14.1	15	15.9	16.8	17.7	18.6	19.5	20.4	21.3	–	–	30
13	–	14.6	15.4	16.2	17	17.8	18.6	19.4	20.8	21	21.8	–	–	31
14.6	–	16	16.7	17.4	18.1	18.8	19.5	20.2	20.9	21.6	22.3	–	–	32
16.2	–	19.4	18	18.6	19.2	19.8	20.4	21	21.6	22.2	22.8	–	–	33
17.8	–	18.8	19.3	19.8	20.3	20.8	21.3	21.8	22.3	22.8	23.3	–	–	34
19.8	–	20.2	20.6	21	21.4	21.8	22.2	22.6	23	23.4	23.8	–	–	35
21	–	21.6	21.9	22.2	22.5	22.8	23.1	23.4	23.7	24	24.3	–	–	