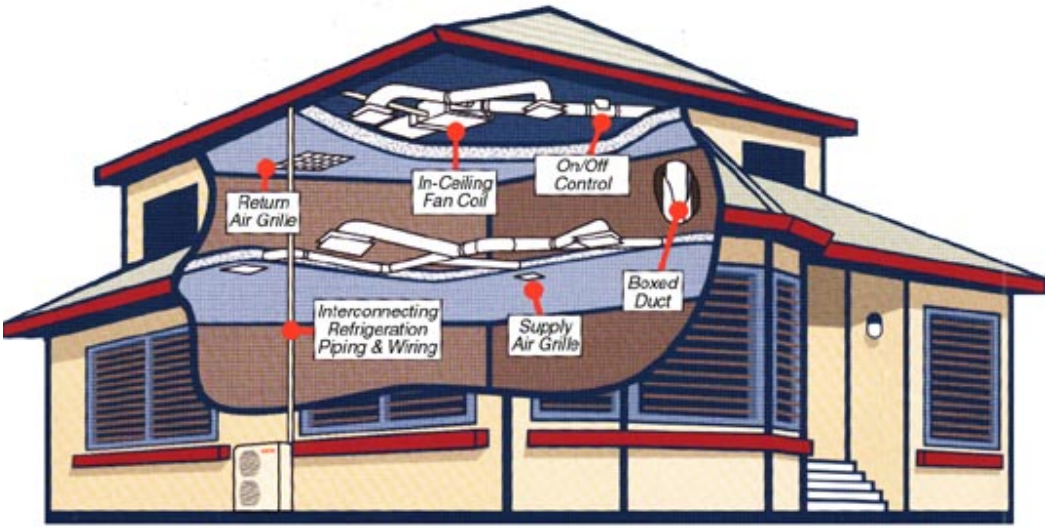
المملكة العربية السعودية
المؤسسة العامة للتعليم الفني والتدريب المهني
الإدارة العامة لتصميم وتطوير المناهج

تبريد وتكييف

أساسيات تقنية التبريد والتكييف - عملي

١١١ برد



جميع الحقوق محفوظة للمؤسسة العامة للتعليم الفني والتدريب المهني

الحمد لله وحده، والصلاة والسلام على من لا نبي بعده، محمد وعلى آله وصحبه، وبعد:

تسعى المؤسسة العامة للتعليم الفني والتدريب المهني لتأهيل الكوادر الوطنية المدربة القادرة على شغل الوظائف التقنية والفنية والمهنية المتوفرة في سوق العمل، ويأتي هذا الاهتمام نتيجة للتوجهات السديدة من لدن قادة هذا الوطن التي تصب في مجملها نحو إيجاد وطن متكامل يعتمد ذاتياً على موارده وعلى قوة شبابه المسلح بالعلم والإيمان من أجل الاستمرار قدماً في دفع عجلة التقدم التنموي، لتصل بعون الله تعالى لمصاف الدول المتقدمة صناعياً.

وقد خطت الإدارة العامة لتصميم وتطوير المناهج خطوة إيجابية تتفق مع التجارب الدولية المتقدمة في بناء البرامج التدريبية، وفق أساليب علمية حديثة تحاكي متطلبات سوق العمل بكافة تخصصاته لتلبي متطلباته ، وقد تمثلت هذه الخطوة في مشروع إعداد المعايير المهنية الوطنية الذي يمثل الركيزة الأساسية في بناء البرامج التدريبية، إذ تعتمد المعايير في بنائها على تشكيل لجان تخصصية تمثل سوق العمل والمؤسسة العامة للتعليم الفني والتدريب المهني بحيث تتوافق الرؤية العلمية مع الواقع العملي الذي تفرضه متطلبات سوق العمل، لتخرج هذه اللجان في النهاية بنظرة متكاملة لبرنامج تدريبي أكثر التصاقاً بسوق العمل، وأكثر واقعية في تحقيق متطلباته الأساسية.

وتتناول هذه الحقيبة التدريبية " أساسيات تقنية التبريد والتكييف – عملي " لمتدربي قسم" تبريد وتكييف " للكليات التقنية موضوعات حيوية تتناول كيفية اكتساب المهارات اللازمة لهذا التخصص.

والإدارة العامة لتصميم وتطوير المناهج وهي تضع بين يديك هذه الحقيبة التدريبية تأمل من الله عز وجل أن تسهم بشكل مباشر في تأصيل المهارات الضرورية اللازمة، بأسلوب مبسط يخلو من التعقيد، وبالاستعانة بالتطبيقات والأشكال التي تدعم عملية اكتساب هذه المهارات.

والله نسأل أن يوفق القائمين على إعدادها والمستفيدين منها لما يحبه ويرضاه، إنه سميع مجيب الدعاء.

الإدارة العامة لتصميم وتطوير المناهج

تشهد تكنولوجيا التبريد والتكييف تطوراً مضطرداً من حيث تطبيقاته في العديد من المجالات والصناعات، الأمر الذي يتطلب من العاملين في هذا المجال الإلمام التام بأسس وقواعد وقوانين تقنية التبريد والتكييف. وبلا شك فإن الدراسة النظرية وحدها لا يمكن أن تحقق هذا الهدف وعليه يصبح التطبيق العملي ضرورياً وفي غاية الأهمية لتمكين المتدرب من اكتساب المهارات التي تؤهله للقيام بتنفيذ الجدارات المختلفة في مجال تخصصه.

وفي هذه الحقيبة تم تصميم تجارب عملية لمقرر أساسيات التبريد والتكييف حيث تتكون هذه الحقيبة من وحدتين . الوحدة الأولى تعني بالجانب العملي لأسس تقنية التبريد والحقيبة الثانية تُعنى بأسس تقنية التكييف. عند نهاية كل من هاتين الحقيبتين توجد دراسة حالة عملية تمكن المتدرب من حساب حمل التبريد لغرفة تبريد لحفظ إحدى منتجات اللحوم و أيضاً دراسة حالة عملية لحساب الأحمال الحرارية المختلفة لإحدى قاعات الدراسة الكبرى.

ونتمنى من المولى عز وجل أن نكون قد وفقنا فيما قد يفيد أبناءنا الطلبة والله الهادي إلى سواء السبيل.

أساسيات تقنية التبريد والتكييف - عملي

أساسيات تقنية التبريد

جميع الحقوق محفوظة للمؤسسة العامة للتعليم الفني والتدريب المهني

تمهيد

من المعلوم أن كفاءة دورة التبريد الانضغاطية تعتمد على العديد من المتغيرات كدرجات الحرارة والضغوط ومعدل سريان وسيط التبريد والطاقة المستهلكة بواسطة الضاغط. ولكي يتمكن المتدرب في تخصص التبريد والتكييف من الفهم الصحيح لأداء دورات التبريد يلزمه القيام بإجراء بعض القياسات العملية ومن ثم عمل الحسابات البسيطة اللازمة وذلك حتى يتمكن من تكوين خلفية فنية عن تخصصه تساعده مستقبلا على القيام بالمهام المنوطه به من حيث تشغيل وصيانة معدات ونظم التبريد المختلفة.

هذه الوحدة تشكل الجانب العملي في التبريد لمقرر أساسيات تقنية التبريد والتكييف وتشتمل على عدد من التمارين والتجارب العملية الخاصة بدورات التبريد الانضغاطية مثل قياس الضغوط ودرجات الحرارة المناظرة، معدل سريان وسيط التبريد، التيار المسحوب بواسطة الضاغط....إلخ ــ في مواضع مختلفة من الدورة ـ ولمختلف ظروف التشغيل. بعدها يقوم المتدرب بتمثيل تلك القراءات على مخططات (p-h) ومن ثم القيام بحساب معامل الأداء وخلافه.

كذلك تحتوي هذه الوحدة على دراسة حالة عملية تمكن المتدرب من حساب حمل التبريد لغرفة تبريد لحفظ إحدى منتجات اللحوم واختيار مكونات وحدة التبريد اللازمة إضافة إلى ذلك توجد بعض التمارين الإضافية ليتدرب عليها الطالب.

الجدارة: القدرة على تحليل أداء دورة التبريد الانضغاطي.

الأهداف:

عندما تكمل هذه الوحدة تكون قادراً على:

١. أن تعرف مكونات ووظائف دورة التبريد الميكانيكية المختلفة.
٢. أن تقيس الضغط العالي والمنخفض لدورة التبريد الانضغاطي باستعمال مانومترات الضغط.
٣. أن تقيس درجات الحرارة عند مختلف نقاط دورة التبريد الانضغاطي باستخدام جهاز القياس (ثرمومتر).
٤. أن تمثل دورة التبريد الانضغاطي على خريطة وسيط التبريد (p-h).
٥. أن تحسب معامل الأداء لدورة التبريد الإنضغاطي.
٦. أن تمثل بيانياً معامل أداء الدورة مع درجة حرارة التبخير.
٧. حساب أحمال التبريد.

مستوى الأداء المطلوب:

أن لا تقل نسبة إتقان هذه الجدارة عن ٩٠٪.

الوقت المتوقع للتدريب:

٨ ساعات دراسية.

الوسائل المساعدة:

١. سوف تحتاج إلى الرجوع إلى موضوعات الوحدة الأولى من هذه الحقيبة.
٢. تنفيذ التدريبات العملية في المعمل.
٣. سوف تحتاج إلى الرجوع إلى الموضوع: القانون الأول والثاني للديناميكا الحرارية من مادة: أساسيات علم الحراريات والموائع.

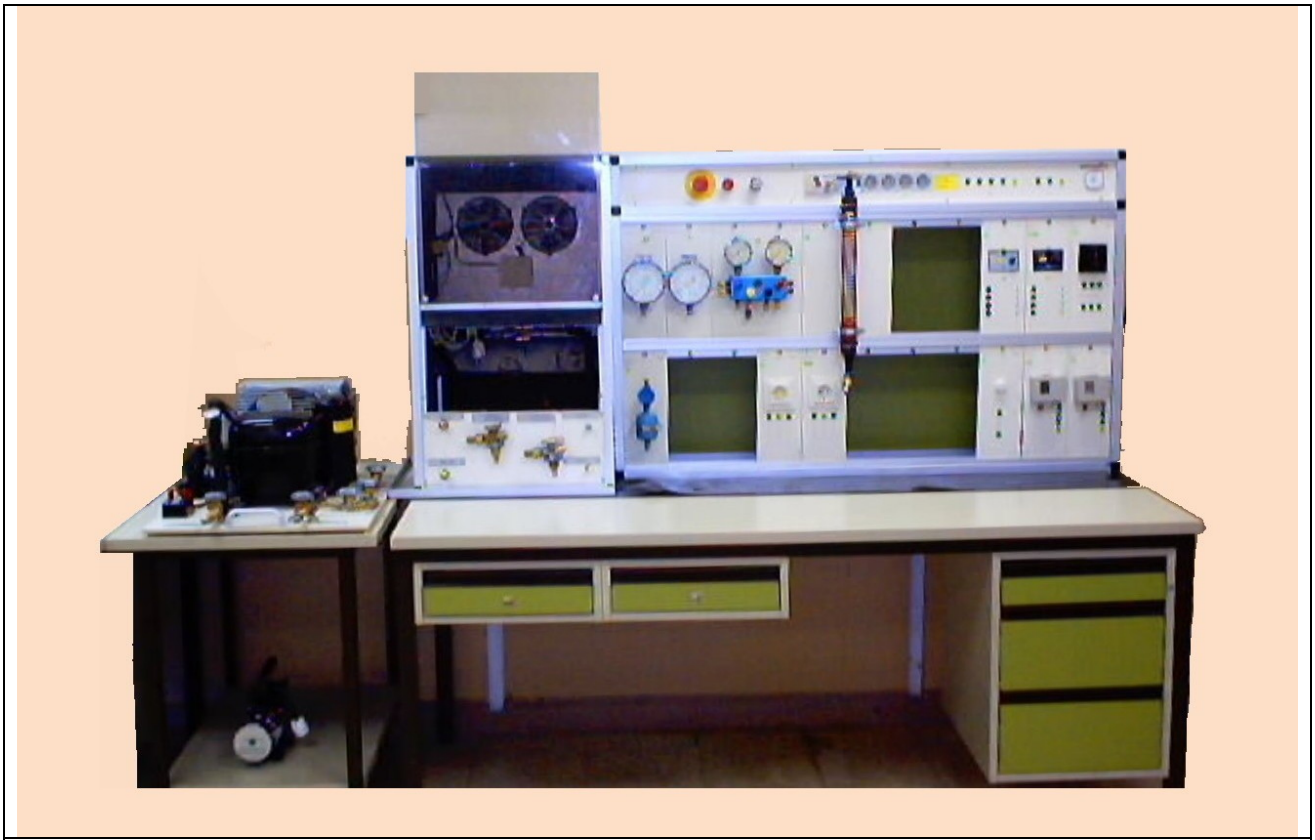
متطلبات الجدارة:

تم التدرب على المهارة: قياس درجة الحرارة، قياس الضغط وقياس كمية التدفق (معدل السريان) في مادة: القياسات.

وحدة التبريد التجريبية

تتكون وحدة التبريد التجريبية من منضدة تجارب مثبت عليها إطار هيكلي للتجارب بالإضافة إلى مصدر إمداد بالتيار الكهربائي ومبخر، كما تحتوي على منضدة نقالية صغيرة محمولة على عجلات وتحمل مجموعة الضاغط/المكثف لوحدة التبريد التجريبية.

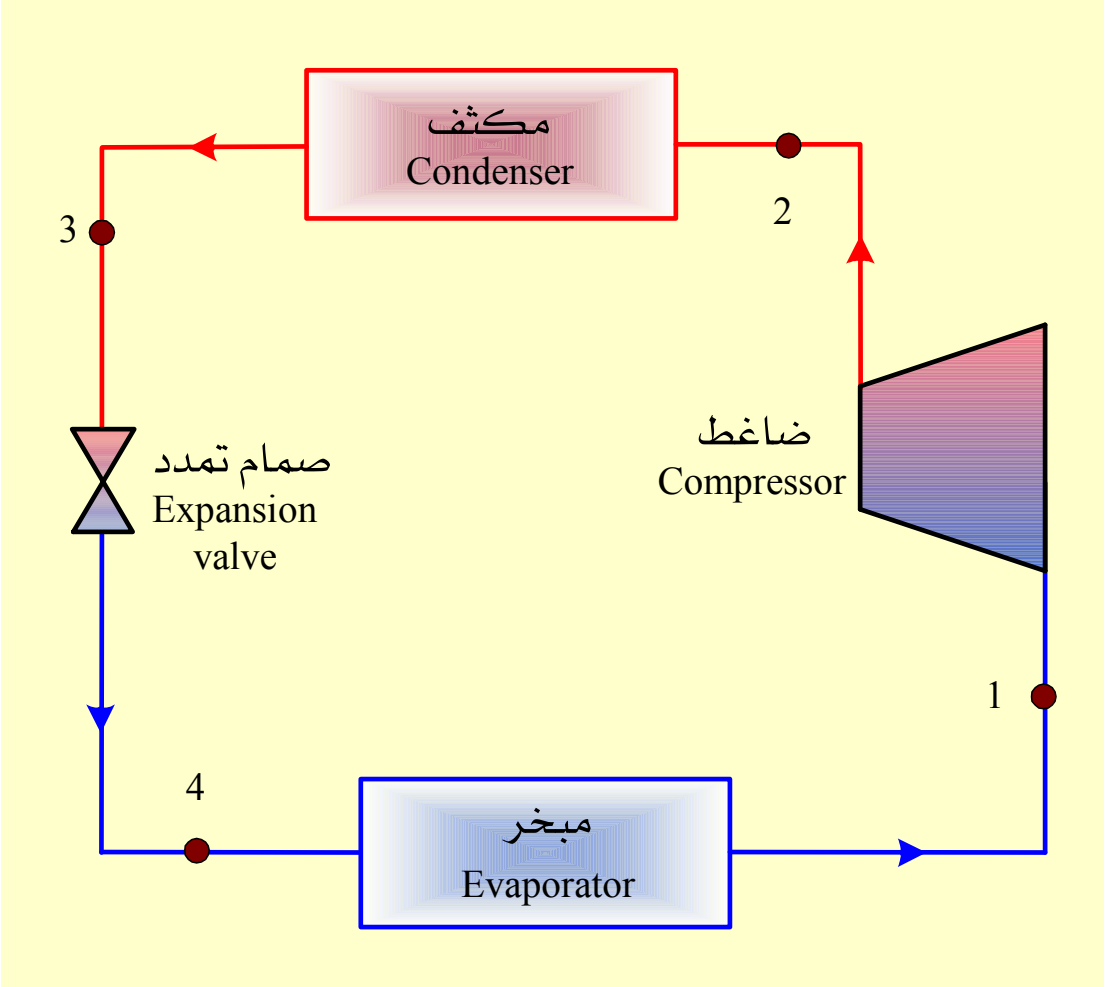
وتستخدم لإجراء التجارب لوحات تجارب تثبت عليها مكونات التجارب، تولج في السدابات القطاعية لإطار التجارب المذكور أعلاه، وتثبت عليه بمشابك ضغطية. ويتم تجهيز اتصال ألواح المكونات ببعضها بخراطيم مرنة مقاومة لتأثير وسيط التبريد، كما يتم إنجاز التوصيلات الكهربائية بكابلات عالية المرونة مزودة بمقابس مقاس ٤مم.



شكل (١ – ١): الوحدة التدريبية

مكونات دائرة التبريد الميكانيكية

يمكن تمثيل المكونات الميكانيكية لدورة التبريد بالشكل التالي:



شكل (١ – ٢): المكونات الأساسية للدائرة الميكانيكية

وهذه المكونات هي:

١ـ الضاغط (compressor)

وظيفته زيادة ضغط وسيط التبريد من الضغط المنخفض إلى الضغط العالي، والذي ينتج عنه ارتفاع درجة حرارة وسيط التبريد.

ويكون وسيط التبريد بعده في حالة بخار، ضغط عال، درجة حرارة عالية

(النقطة رقم (١) على الشكل)

ب- المكثف (Condenser)

وهو عبارة عن مبادل حراري الغرض منه نقل الحرارة من وسيط التبريد إلى الهواء الجوي لتحويل حالة وسيط التبريد من حالة االبخار إلى الحالة السائلة.

ويكون وسيط التبريد بعده في حالة سائلة، ضغط عال، درجة حرارة عالية

(النقطة رقم (٢) على الشكل)

ج- صمام التمدد (expansion valve)

وتعمل صمامات التمدد على خفض ضغط المكثف إلى ضغط المبخر(تسمى بعملية الخنقthrottling) وكذلك تتحكم في معدل سريان وسيط التبريد إلى المبخر ويتحول وسيط التبريد من سائل مشبع إلى خليط من بخار وسائل لوسيط التبريد بد عملية الخنق هذه.

ويكون وسيط التبريد بعده في حالة خليط، ضغط منخفض، درجة حرارة منخفضة

(النقطة رقم (٣) على الشكل)

د- المبخر(Evaporator)

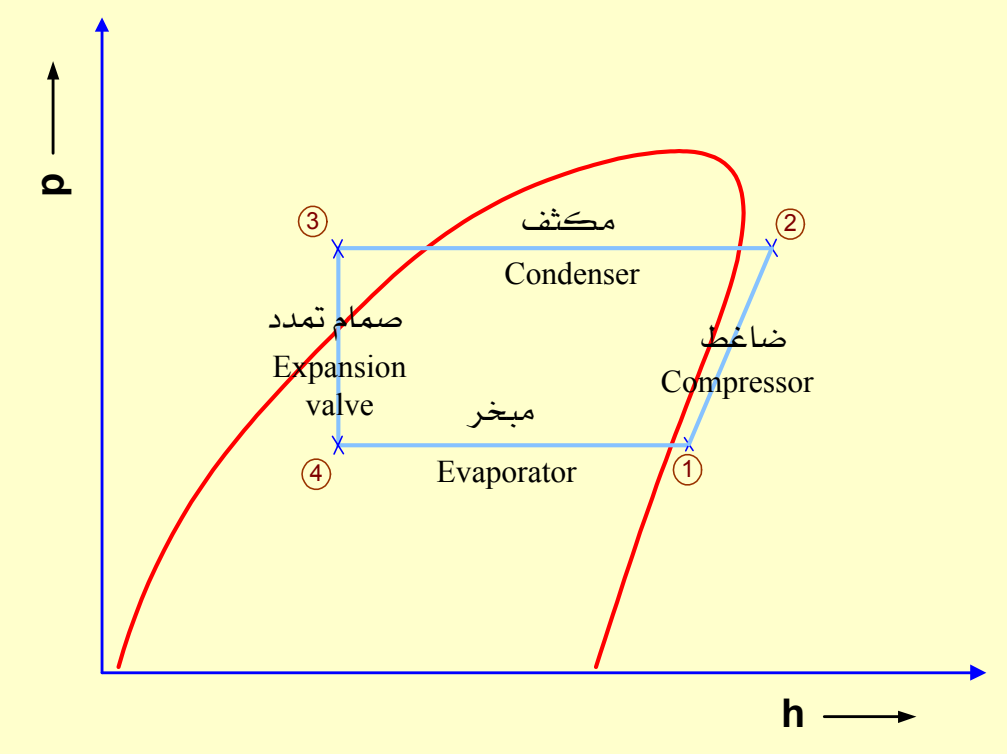
وهو عبارة عن مبادل حراري الغرض منه نقل الحرارة من الحيز المراد تبريده إلى وسيط التبريد المار خلال أنابيب المبخر.

ويكون وسيط التبريد بعده في حالة بخار، ضغط منخفض، درجة حرارة منخفضة

(النقطة رقم (٤) على الشكل)

تمثيل دائرة التبريد الحقيقية على خريطة وسيط التبريد

تمثل دائرة التبريد الحقيقية على خريطة وسيط التبريد (p-h) بالشكل التالي:



شكل (١ – ٣): تمثيل دائرة التبريد على خريطة وسيط التبريد(p-h)

- الضـــاغط: العملية 1 ← 2 عملية ضغط وسيط التبريد بالضاغط (مع ثبوت الإنتروبي $S = c$)
- المكـــثف: العملية 2 ← 3 عملية فقدان الحرارة بالمكثف (مع ثبوت الضغط $p = c$)
- صمام التمدد: العملية 3 ← 4 عملية الخنق خلال صمام التمدد (مع ثبوت الإنثالبي $h = c$)
- المبخـــــر: العملية 4 ← 1 عملية اكتساب الحرارة بالمبخر (مع ثبوت الضغط $p = c$)

مثال عملي

بعد إجراء قياسات على دورة تبريد إنضغاطي تعمل بصمام تمدد يدوي ومبخر ديناميكي حصلنا على القيم المدونة في الجدول (١ – ١).

المطلوب:

١. تمثيل دورة التبريد الانضغاطي على خريطة وسيط التبريد (P-h).

٢. حساب معامل الأداء للدورة(COP).

٣. حساب قيمتي التحميص و التبريد الدوني لدورة التبريد الانضغاطي، وإيجاد كفاءة الإنضغاط.

درجة حرارة الهواء المحيط ($°C$): $22°C$ نوع وسيط التبريد: $R12$ نوع صمام التمدد : *يدوي*

الرطوبة النسبية للهواء المحيط (%): 60% نوع المبخر: ☒ إستاتيكي ☑ ديناميكي

القراءات	الرمز	الوحدة	(١)	(٢)	(٣)
ضغط المكثف (ضغط التكثيف)	P_{Cond}	bar	0.9		
ضغط المبخر (ضغط التبخير)	P_{Evap}	bar	10		
درجة حرارة التكثيف	T_{Cond}	$°C$	-14		
درجة حرارة التبخير	T_{Evap}	$°C$	$+45$		
معدل سريان وسيط التبريد	$\dot{m}_R$	kg/s	0.0033		
درجة حرارة سائل وسيط التبريد (مدخل الصمام)	T_{V_i}	$°C$	$+22$		
درجة الحرارة عند مخرج المبخر	T_{E_o}	$°C$	-7		
درجة الحرارة عند مدخل الضاغط	T_{C_i}	$°C$	-11		
درجة الحرارة عند مخرج الضاغط	T_{C_o}	$°C$	$+60$		
درجة حرارة الهواء عند مدخل المبخر		$°C$	-3		
درجة حرارة الهواء عند مخرج المبخر		$°C$	-5		
التيار الكهربائي لوحدة التبريد		A	3		
القدرة الكهربائية لوحدة التبريد		W	440		

جدول (١ – ١): قيم القياس للمثال العملي

الحل:

١) تمثيل دورة التبريد الانضغاطي على خريطة وسيط التبريد (p-h).

الخطوات:

١. نحدد القيم اللازمة لتمثيل الدائرة على خريطة الـ(p-h) والمبينة في الجدول (١- ٢):

م	القراءات	الرمز	الوحدة	(١)
١	ضغط المكثف (ضغط التكثيف)	P_{Cond}	*bar*	0.9
٢	ضغط المبخر (ضغط التبخير)	P_{Evap}	*bar*	10
٣	درجة حرارة سائل وسيط التبريد (مدخل الصمام)	T_{V_i}	$^{\circ}C$	$+22$
٤	درجة الحرارة عند مدخل الضاغط	T_{C_i}	$^{\circ}C$	-11
٥	درجة الحرارة عند مخرج الضاغط	T_{C_o}	$^{\circ}C$	$+60$

جدول (١ – ٢): قيم القياس اللازمة لرسم دائرة التبريد على خريطة الـ (p-h).

٢. نرسم خط الضغط العالي والمنخفض للدائرة على الخريطة من القراءات:

أ. ضغط المكثف (ضغط التكثيف)

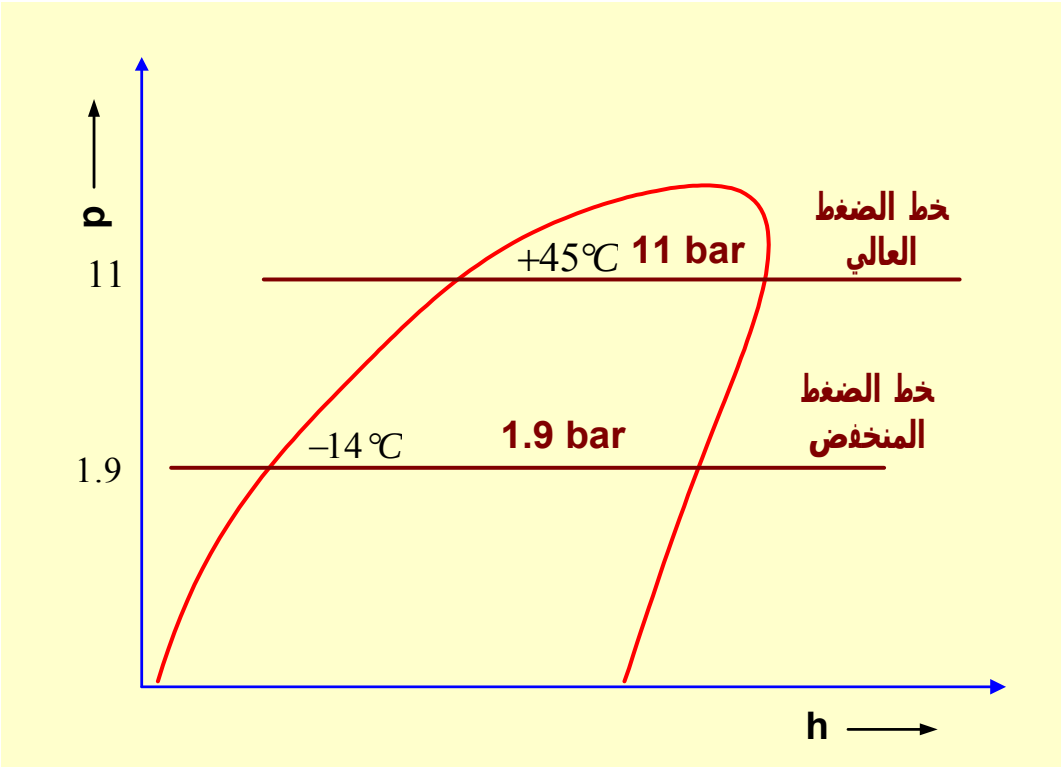
ب. ضغط المبخر (ضغط التبخير)

ملاحظة: لابد من إضافة 1*bar* لقيمة قراءة المانومتر، وهي عبارة عن قيمة تقريبية للضغط الجوي.

الضغط العالي = ضغط المكثف + 1*bar* = 11 *bar*

الضغط المنخفض = ضغط المبخر + 1*bar* = 1.9 *bar*

وعند رسم الخطوط على الخريطة سنلاحظ تطابق خطوط الضغط العالي والمنخفض مع خطوط درجة حرارة التكثيف والتبخير في منطقة التشبع كما هو مبين في الشكل (١ – ٤):



شكل (١ – ٤): رسم خطي الضغط العالي والمنخفض على خريطة الـ(p-h)

٣. من درجة الحرارة عند مدخل الضاغط($-11\ °C$) نحدد النقطة رقم (١) والتي تتقاطع مع خط الضغط المنخفض وذلك باتباع الخطوات التالية:

أ. نلاحظ أن درجة الحرارة ($-11\ °C$) تقع بين خط درجة الحرارة($-10\ °C$) وخط درجة حرارة التبخير ($-14\ °C$).

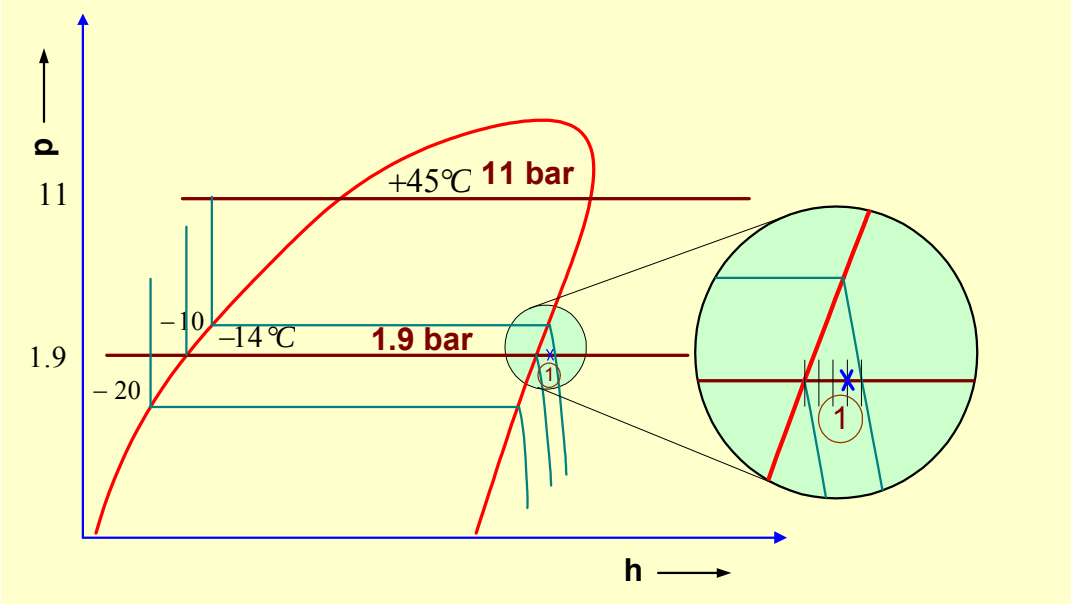
ب. نحدد نقطة تقاطع خط الضغط المنخفض مع خط درجة الحرارة($-10\ °C$).

ت. نلاحظ أن نقطة تقاطع خط الضغط المنخفض مع خط درجة الحرارة($-14\ °C$) هو خط التشبع.

ث. نقسم المسافة بين النقطتين إلى أربع أجزاء متساوية.

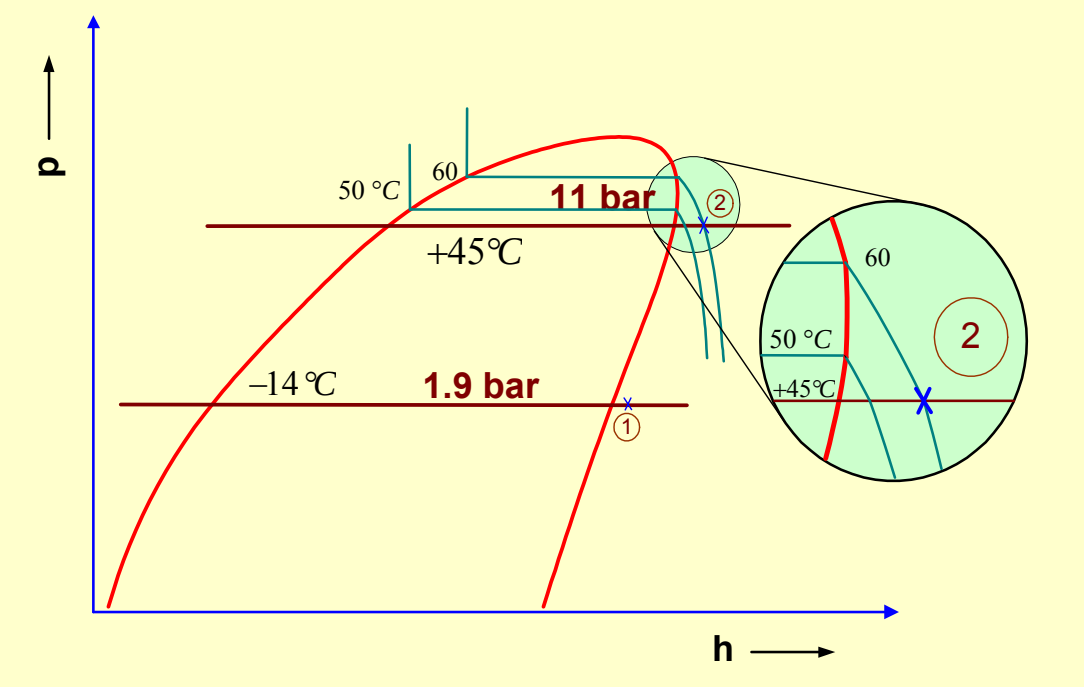
ج. النقطة الأولى من جهة خط درجة الحرارة($-10\ °C$) تمثل درجة الحرارة ($-11\ °C$).

لاحظ شكل (١ – ٥):



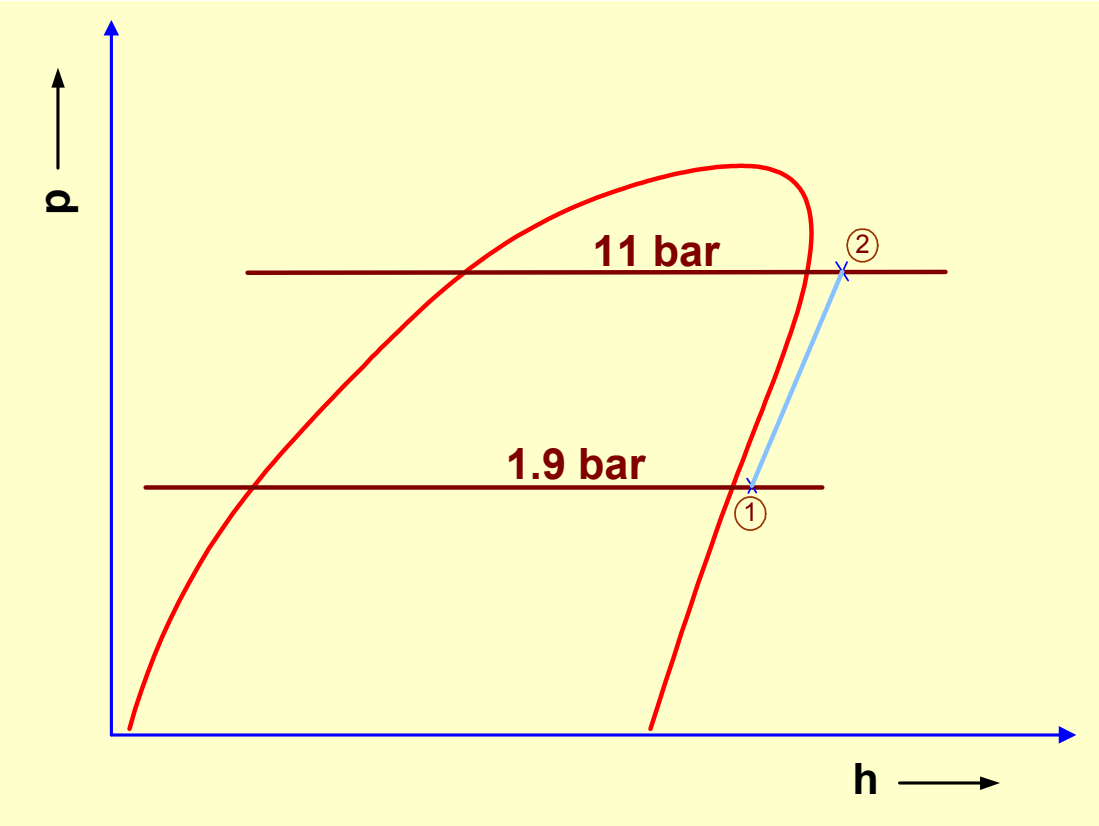
شكل (١ – ٥): تحديد النقطة رقم (١) على خريطة الـ(p-h)

٤. من درجة الحرارة عند مخرج الضاغط($60\ °C+$) نحدد النقطة رقم (٢) والتي تتقاطع مع خط الضغط العالي كما هو موضح بالشكل (١ – ٦):



شكل (١ – ٦): تحديد النقطة رقم (٢) على خريطة الـ(p-h)

٥. نصل بين النقطتين (١) وَ (٢) كما هو موضح بالشكل (١ – ٧):



شكل (١ – ٧): تحديد النقطة رقم (٢) على خريطة الـ(p-h)

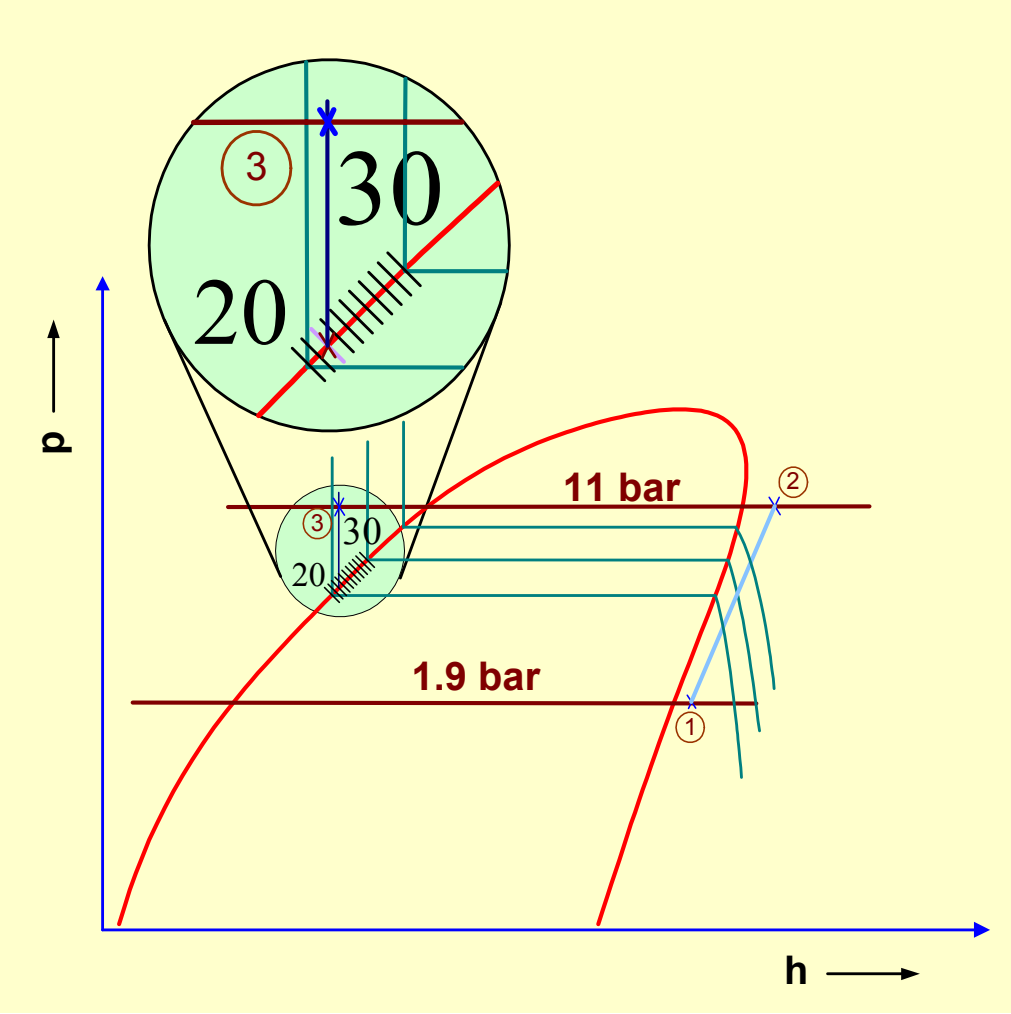
٦. من درجة حرارة سائل وسيط التبريد (مدخل الصمام) ($+22\ °C$)نحدد النقطة رقم (٣) والتي تتقاطع مع خط الضغط العالي وذلك باتباع الخطوات التالية:

أ. نلاحظ أن درجة الحرارة ($+22\ °C$) تقع بين خط درجة الحرارة($20\ °C$) وخط درجة الحرارة ($30\ °C$).

ب. نقسم المسافة بين النقطتين على خط التشبع ($20\ °C$ ، $30\ °C$) إلى عشرة أجزاء متساوية.

ت. النقطة الثانية من جهة خط درجة الحرارة($20\ °C$) تمثل درجة الحرارة ($+22\ °C$).

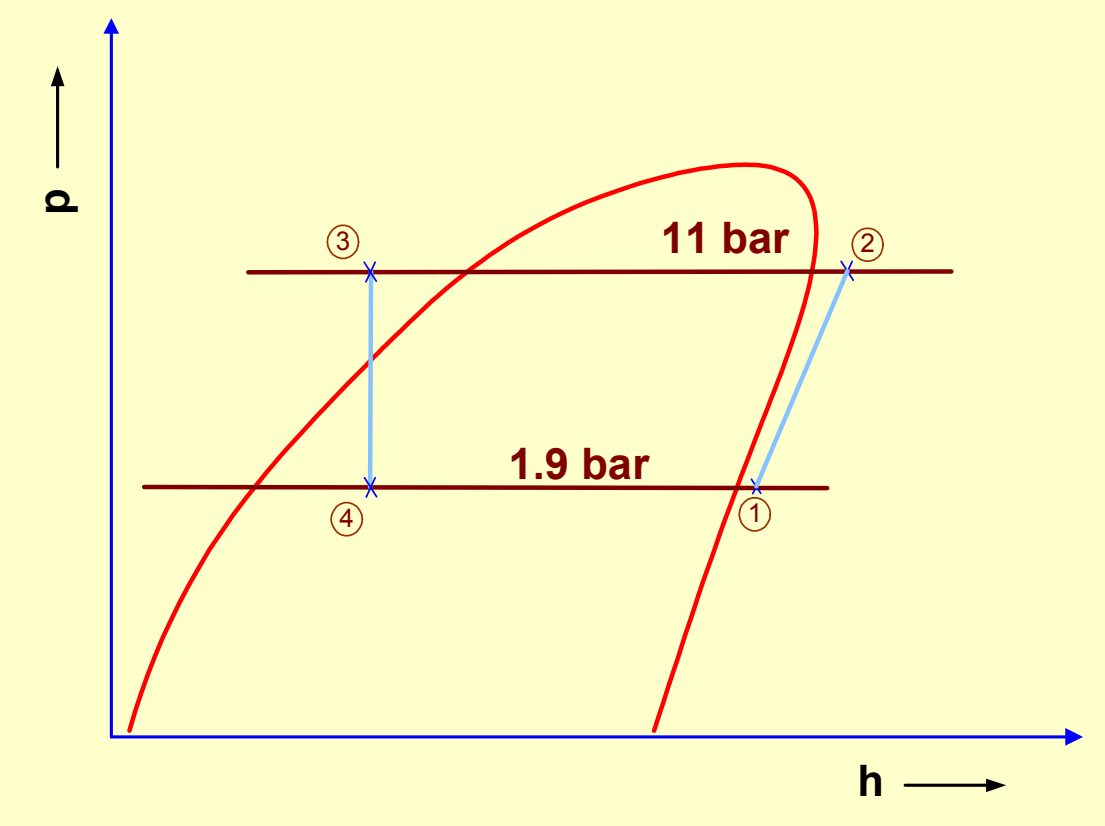
ث. نرسم خطاً عمودياً من النقطة ($+22\ °C$) إلى خط الضغط العالي ليقطعه في النقطة (٣) لاحظ شكل (١ – ٨):



شكل (١ – ٨): تحديد النقطة رقم (٣) على خريطة الـ(p-h)

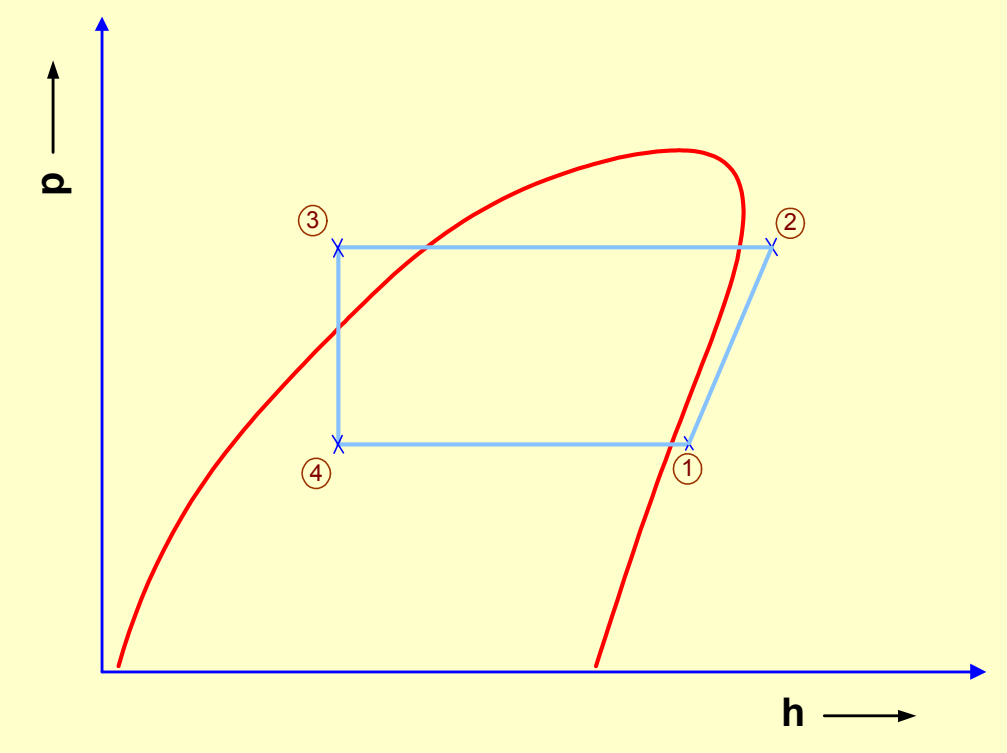
٧. من النقطة رقم (٣) نسقط عموداً يقطع خط الضغط المنخفض في نقطة رقم (٤).

لاحظ شكل (١ – ٩):



شكل (١ – ٩): تحديد النقطة رقم (٤) على خريطة الـ(p-h)

٨. وبتوصيل النقطة (٢) بالنقطة (٣) و النقطة (٤) بالنقطة (١) نكون قد أكملنا تمثيل الدائرة على خريطة وسيط التبريد(p-h) لتظهر كما في الشكل (١ – ١٠):



شكل (١ – ١٠): دائرة التبريد على خريطة وسيط التبريد(p-h)

٢) حساب معامل الأداء للدورة(COP).

تعريـــــــف:

معامل الأداء لدورة التبريد يعبر عن كفاءة الدورة، ويعرّف بأنه النسبة بين الحرارة المكتسبة في الحيز المراد تبريده إلى الطاقة الحرارية المكافئة للطاقة الداخلة للضاغط. وعليه يصبح:

معامل الأداء = الحرارة المكتسبة في المبخر/ طاقة الإنضغاط

$$COP = \frac{refrigeration\ effect}{heat\ of\ compressor}$$

الخطوات:

١. من خريطة الـ p-h، نحدد قيم العناصر التالية:

العنصر	الرمز	الوحدة	القيمة
طاقة الإنثالبي عند مدخل المبخر	h_{E_i}	kJ/kg	220
طاقة الإنثالبي عند مخرج المبخر	h_{E_o}	kJ/kg	350
طاقة الإنثالبي عند مدخل الضاغط	h_{C_i}	kJ/kg	347
طاقة الإنثالبي عند مخرج الضاغط	h_{C_o}	kJ/kg	382

جدول (١ – ٣): قيم طاقة الإنثالبي لدائرة التبريد

◇ نحصل على طاقة الإنثالبي عند مدخل المبخر باسقاط عمود من النقطة (٤) على محور السينات (h).

◇ نحصل على طاقة الإنثالبي عند مخرج المبخر بعد تحديد النقطة على خط الضغط المنخفض ثم إسقاط عمود منها. (راجع الخطوة رقم (٣) صفحة ٦، مع العلم بأن درجة الحرارة عند مخرج المبخر هي: $-7\ ^{\circ}C$).

◇ نحصل على طاقة الإنثالبي عند مدخل الضاغط بإسقاط عمود من النقطة (١) على محور السينات (h).

◇ نحصل على طاقة الإنثالبي عند مخرج الضاغط بإسقاط عمود من النقطة (٢) على محور السينات (h).

٢. نقوم بإجراء الحسابات المطلوبة لإيجاد التأثير التبريدي، طاقة الانضغاط ومعامل أداء الدورة، وندون النتائج النهائية في الجدول:

الحسابات:

$$RE = h_{E_o} - h_{E_i}$$
$$= 350 - 220 = 130 \quad kJ/kg$$

$$w_C = h_{C_o} - h_{C_i}$$
$$= 382 - 347 = 35 \quad kJ/kg$$

$$COP = \frac{RE}{w_C}$$
$$= \frac{130}{35} = 3.7$$

المطلوب	الرمز	الوحدة	القانون	القيمة
التأثيرالتبريدي	RE	kJ/kg	$RE = h_{E_o} - h_{E_i}$	130
طاقة الإنضغاط	w_C	kJ/kg	$w_C = h_{C_o} - h_{C_i}$	35
معامل أداء الدورة	COP		$COP = \frac{RE}{w_C}$	3.7

جدول (١ – ٤): جدول النتائج

٣) حساب قيمتي التحميص والتبريد الدوني لدورة التبريد الانضغاطي، وإيجاد كفاءة الإنضغاط.

تعريفات:

- تعرف الزيادة في درجة الحرارة عن درجة الغليان بالتحميص superheating فمثلا إذا كانت درجة حرارة سائل وسيط التبريد R12 عند الضغط الجوي هي $-25\ ^{\circ}C$ فإن مقدار التحميص هو $4.4\ ^{\circ}C$ حيث إن درجة غليان سائل وسيط التبريد R12 عند الضغط الجوي هي $29.4\ ^{\circ}C$.
- يعرف التبريد الدوني *subcooling* بمقدار الانخفاض في درجة حرارة سائل ما عن درجة الغليان فمثلا إذا كانت درجة حرارة سائل وسيط التبريد R12 عند الضغط الجوي هي $-35\ ^{\circ}C$ فإن مقدار التبريد الدوني هو $5.6^{\circ}C$ حيث إن درجة غليان سائل وسيط التبريد R12 عند الضغط الجوي هي $29.4\ ^{\circ}C$.

عليه فإن الزيادة في درجة حرارة وسيط التبريد ـ عند ضغط معين ـ عن درجة التشبع يعرف بالتحميص، والانخفاض عن تلك الدرجة يعرف بالتبريد الدوني.

الخطوات:

١. من قراءات الجدول (١ -١) نملأ الجدول التالي:

درجة حرارة الهواء المحيط ($^{\circ}C$): نوع وسيط التبريد: نوع صمام التمدد :

الرطوبة النسبية للهواء المحيط (%): نوع المبخر: ◇ إستاتيكي ◇ ديناميكي

القراءات	الرمز	الوحدة	(١)
درجة حرارة التكثيف	T_{Cond}	$^{\circ}C$	$+45$
درجة حرارة التبخير	T_{Evap}	$^{\circ}C$	-14
درجة الحرارة عند مدخل الضاغط	T_{C_i}	$^{\circ}C$	-11
درجة الحرارة عند مخرج الضاغط	T_{C_o}	$^{\circ}C$	$+60$
درجة حرارة سائل وسيط التبريد (مدخل الصمام)	T_{V_i}	$^{\circ}C$	$+22$

جدول (١ – ٥): جدول قيم القياس

٢. من خريطة الـ p-h، نحدد النقطة (S) ونوجد درجة الحرارة الأيزنتروبية (T_s)، وذلك باتباع الخطوات التالية:

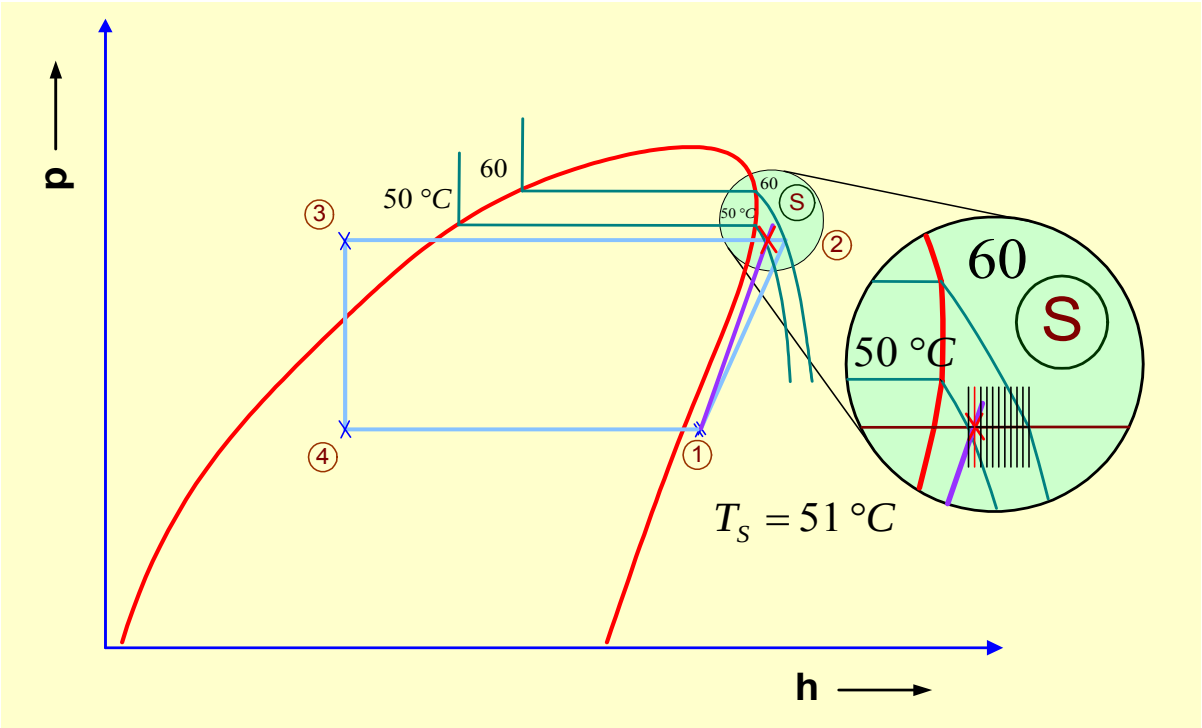
أ - من النقطة رقم (١) نرسم خطاً إلى أعلى موازياً لخطوط ثبات الانتروبي.

ب - نمد الخط حتى يقطع خط الضغط العالي في النقطة (S).

ج - نجزأ المسافة بين خطي درجة الحرارة اللذين يحصران النقطة (S) إلى عشرة أجزاء متساوية.

د - نحدد قيمة درجة الحرارة الأيزنتروبية(T_s) باستخدام هذه التجزئات.

لاحظ شكل (١ – ١١)



شكل (١ – ١١): دائرة التبريد على خريطة وسيط التبريد(p-h)

٣. ندون قيمة (T_s) في الجدول:

القراءة	الرمز	الوحدة	القيمة
درجة الحرارة الأيزنتروبية عند مخرج الضاغط	T_s	$°C$	51

٤. من القيم في الجداول السابقة؛ نوجد قيمتي التحميص والتبريد الدوني، ثم نوجد كفاءة الإنضغاط، وندونها في الجدول:

الحسابات:

$$\text{درجة التحميص} \begin{matrix} = T_{C_i} - T_{Evap} \\ = (-11) - (-14) = -11 + 14 = +3°C \end{matrix}$$

$$\text{درجة التبريد الدوني} \begin{matrix} = T_{Cond} - T_{V_i} \\ = (+22) - (+45) = -23°C \end{matrix}$$

$$\eta_s = \frac{T_s - T_{C_i}}{T_{C_o} - T_{C_i}}$$
$$= \frac{(51) - (-11)}{(60) - (-11)} = \frac{51 + 11}{60 + 11} = \frac{62}{71} = 0.87$$

المطلوب	الرمز	الوحدة	القانون	القيمة
درجة التحميص	-	$°C$	$T_{C_i} - T_{Evap}$	3
درجة التبريد الدوني	-	$°C$	$T_{Cond} - T_{V_i}$	23
كفاءة الإنضغاط	η_s	-	$\eta_s = \frac{T_s - T_{C_i}}{T_{C_o} - T_{C_i}}$	0.87

جدول (١ – ٦): جدول النتائج

وبهذا نكون قد أوجدنا جميع المطاليب

اختبار كشف التسريب

قبل بدء أي تجربة جديدة تم تجميع مكوناتها فإنه يلزم إجراء اختبار كشف التسريب في الوحدة.
وهناك عدة طرق لإجراء هذا الاختبار:

١. باستخدام اختبار الضغط:

يتم إجراء اختبار الضغط باستخدام غاز النيتروجين الجاف، ويتراوح ضغط الاختبار لوسيط التبريد بين 1bar فوق الجوي وحتى أعلى ضغط مسموح به للوحدة.
وعند بلوغ الضغط المحدد تبدأ عملية تغطية جميع الوصلات برغوة كاشفة لمواضع التسريب، وتتبين مواضع التسريب عند ظهور فقاعات من الرغوة الكاشفة. وينبغي تتبع مصادر هذه الفقاعات مهما صغر حجمها.

٢. باستخدام كاشف التسريب الإلكتروني:

وفي هذه الحالة لا نحتاج إلى استخدام غاز النيتروجين بل نستخدم غاز وسيط التبريد نفسه لإجراء هذا الاختبار، حيث يتم تسليطه بضغط 1bar فوق الجوي.
وتعمل هذه الأجهزة بشكل جيد حين يكون الهواء المحيط بمكان التجربة نقياً.

تفريغ وشحن وحدة التبريد

بعد إجراء اختبار كشف التسريب بواسطة غاز النيتروجين؛ يلزم تفريغ الوحدة من النيتروجين والبدء بعملية التفريغ للوحدة قبل عملية شحن الوحدة بوسيط التبريد.

الغرض من تفريغ الوحدة:

والغرض من تفريغ الوحدة هو جعل وحدة التبريد خالية تماماً من الهواء وبخار الماء لتكون جاهزة لاستقبال وسيط التبريد. وإذا لم تتم عملية التفريغ أو لم تتم بالشكل الصحيح فإن رطوبة الهواء ستؤدي إلى أعطال وتلف لبعض مكونات الوحدة.

طريقة التفريغ لوحدة التبريد:

يتم تفريغ الوحدة بواسطة مضخة التفريغ (Vacuum Pump) وهي أحد مكونات المحطة النقالية (Charging Station) الخاصة بتعبئة وسيط التبريد.

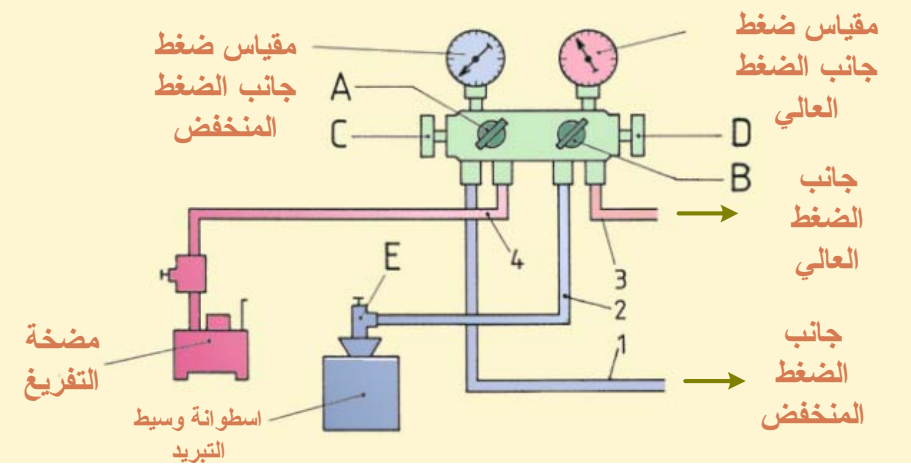
(أ) مضخة التفريغ.

(ب) المحطة النقالية.

شكل (١ – ١٢): أجهزة تفريغ وسيط التبريد

وتتم عملية التفريغ بالأسلوب الآتي:

١. قم بتوصيل مضخة التفريغ واسطوانة وسيط التبريد بالوحدة حسب الشكل (١ – ١٣).
٢. قم بإغلاق جميع الصمامات.
٣. قم بتوصيل جميع الليات: 1، 2، 3، 4 .



شكل (١ – ١٣): مانومترات الشحن والتفريغ

٤. تأكد من أن مضخة التفريغ بها زيت كافٍ، قبل تشغيلها.

٥. قم بتشغيل مضخة التفريغ.

٦. قم بفتح الصمامات: A، B، C، D على الترتيب.

٧. دع المضخة تعمل لمدة ٣٠ دقيقة.

٨. أغلق الصمامات: A ، B ، C ، D .

٩. أوقف مضخة التفريغ.

١٠. إفتح الصمام E (صمام أسطوانة وسيط التبريد).

١١. إفتح الصمامات: B ، C ، D لشحن الوحدة بوسيط التبريد حتى الضغط 1 bar تقريباً.

١٢. أغلق الصمامات: D، E على الترتيب.

١٣. قم بتشغيل الوحدة.

١٤. إفتح الصمام E بنسبة بسيطة لزيادة نسبة وسيط التبريد داخل الوحدة.

١٥. بعد فترة بسيطة لاحظ زجاجة البيان في الوحدة.

١٦. في حالة استمرار وجود فقاعات خلال زجاجة البيان، استمر بتزويد الوحدة بوسيط التبريد حتى اختفاء الفقاعات.

١٧. أغلق الصمامات: E ، B ، C على الترتيب.

يمكن الآن إجراء التجارب بشكل جيد.

التدريب العملي رقم (١)

الجدارة:

إجراء قياسات على دورة التبريد الانضغاطي التي تعمل بصمام تمدد يدوي ومبخر استاتيكي.

المواد والتجهيزات والأدوات المطلوبة:

جهاز قياس درجة الحرارة (ثرمومتر)، وحدة التبريد الانضغاطي التدريبية وتشمل:

م	الكمية	الوصف	الرمز على رسومات الدائرة الميكانيكية والكهربائية
١	١	وحدة تكثيف كاملة بضاغط ومكثف وخزان للسائل	$A1$
٢	١	مفتاح ضغط عال	$F1F$
٣	١	زجاجة بيان بمبين للرطوبة ومجفف للمرشح	$B3$
٤	١	مقياس سريان السوائل	$C1$
٥	١	صمام تمدد يدوي	$D1$
٦	١	مبخر استاتيكي	$E1$
٧	٢	مقياس ضغط (مانومتر)	$N1, N2$
٨	١	حساس لدرجة حرارة الغرفة (ثرموستات) منظم كهربائي ($+25/-5°C$)	$B1$
٩	١	مفتاح فصل	$S1$
١٠	١	موزع	
١١	٢	مقبس بملامسات حماية (بريزة أو فيش)	$X1, X2$
١٢	١	جهاز قياس شدة التيار (أميتر)	$P1$
١٣	١	جهاز قياس القدرة (واط ميتر)	$P2$
١٤	١	لي (خرطوم) توصيل مقاوم لتأثير وسيط التبريد قطر $40mm$ ($8/5 in$)، طول $915mm$	
١٥	٤	لي (خرطوم) توصيل مقاوم لتأثير وسيط التبريد قطر $72mm$ ($17/6 in$)، طول $915mm$	

جدول (١ – ٧): التجهيزات المطلوبة لوحدة التبريد

المطلوب:

إجراء قياسات على دورة التبريد الانضغاطي ومراقبة التغير عند ظروف تشغيل مختلفة نتيجة الزيادة التدريجية لتدفق وسيط التبريد بفتح الخانق اليدوي (صمام التمدد اليدوي).

الخطوات:

١. قم بتكوين الدائرة الميكانيكية حسب الرسم المرفق.
٢. قم بتكوين الدائرة الكهربائية حسب الرسم المرفق.
٣. تأكد من صحة توصيلات الدائرة الميكانيكية والدائرة الكهربائية.
٤. اختبر كشف التسريب للدائرة متبعاً الخطوات المذكورة في مقدمة هذه الوحدة.
٥. اشحن الدائرة بوسيط التبريد متبعاً الخطوات المذكورة في مقدمة هذه الوحدة.
٦. ابدأ تشغيل وحدة التبريد.
٧. قبل أخذ القياسات يلزمك التأكد من استقرار النظام وذلك بملاحظة عدم وجود فقاعات خلال زجاجة البيان، وكذلك ملاحظة ثبوت الضغط – لجانب الضغط المنخفض – نسبياً.
٨. قم بأخذ القياسات المطلوبة ودونها في جدول القياسات المرفق، ولاحظ الآتي:

أ - يقاس كل من ضغط التكثيف ودرجة حرارة التكثيف بواسطة مقياس الضغط (المانومتر) لجانب الطرد.

ملاحظة: لابد من إضافة $1bar$ لقيمة قراءة المانومتر، وهي عبارة عن قيمة تقريبية للضغط الجوي.

ب - يقاس كل من ضغط التبخير ودرجة حرارة التبخير بواسطة مقياس الضغط لجانب السحب.

ج - يقاس معدل سريان وسيط التبريد من جهاز قياس معدل السريان.

د - تقاس درجة الحرارة عند مخرج المبخر وكذلك عند كل من مدخل ومخرج الضاغط بواسطة ثرمومتر حساس.

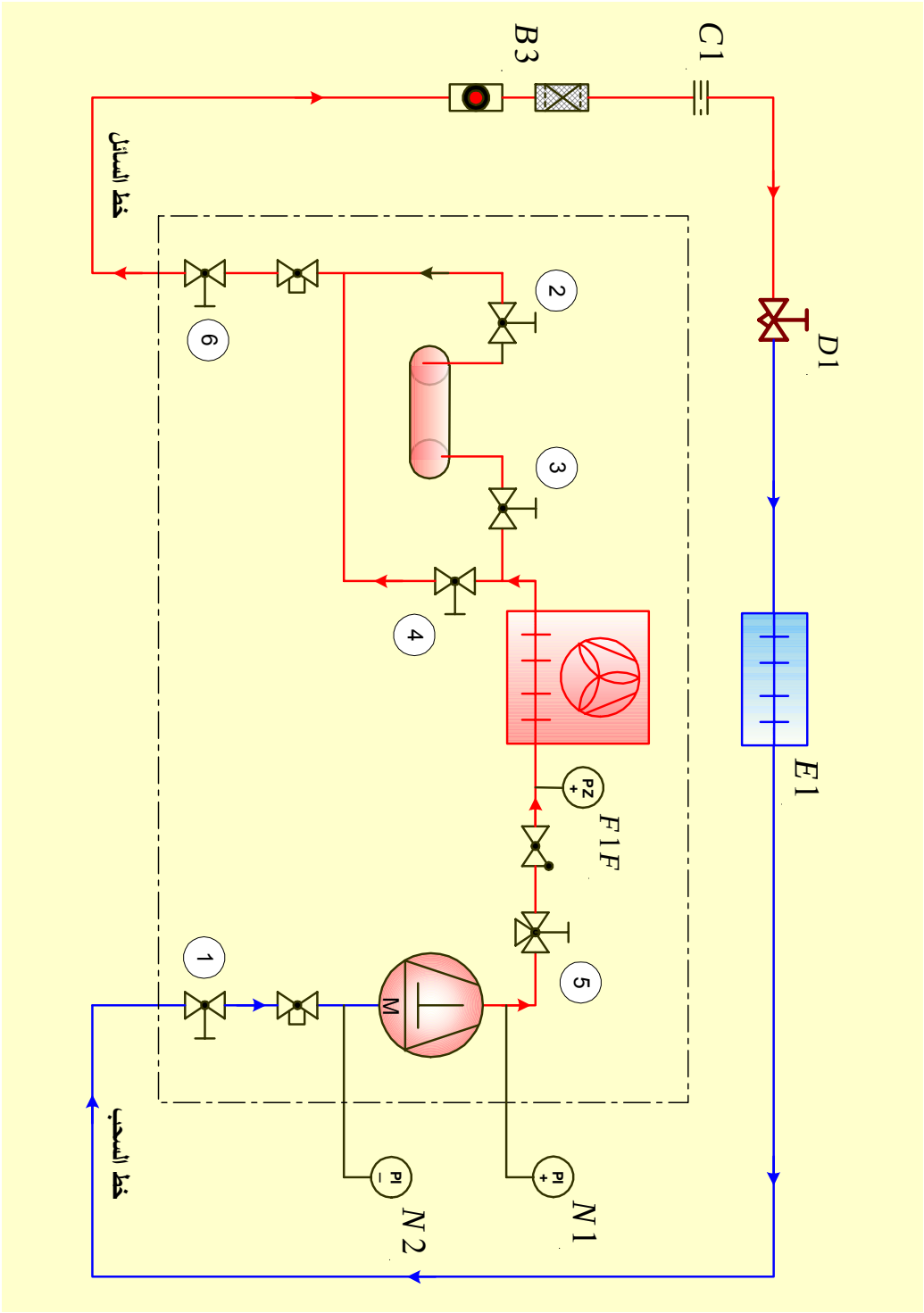
ه - تقاس درجة حرارة سائل وسيط التبريد قبل الصمام اليدوي بواسطة ثرمومتر حساس.

و - يقاس التيار الكهربائي لوحدة التبريد بمقياس التيار (الأميتر).

ز - تقاس القدرة الكهربائية لوحدة التبريد بمقياس القدرة (واط ميتر).

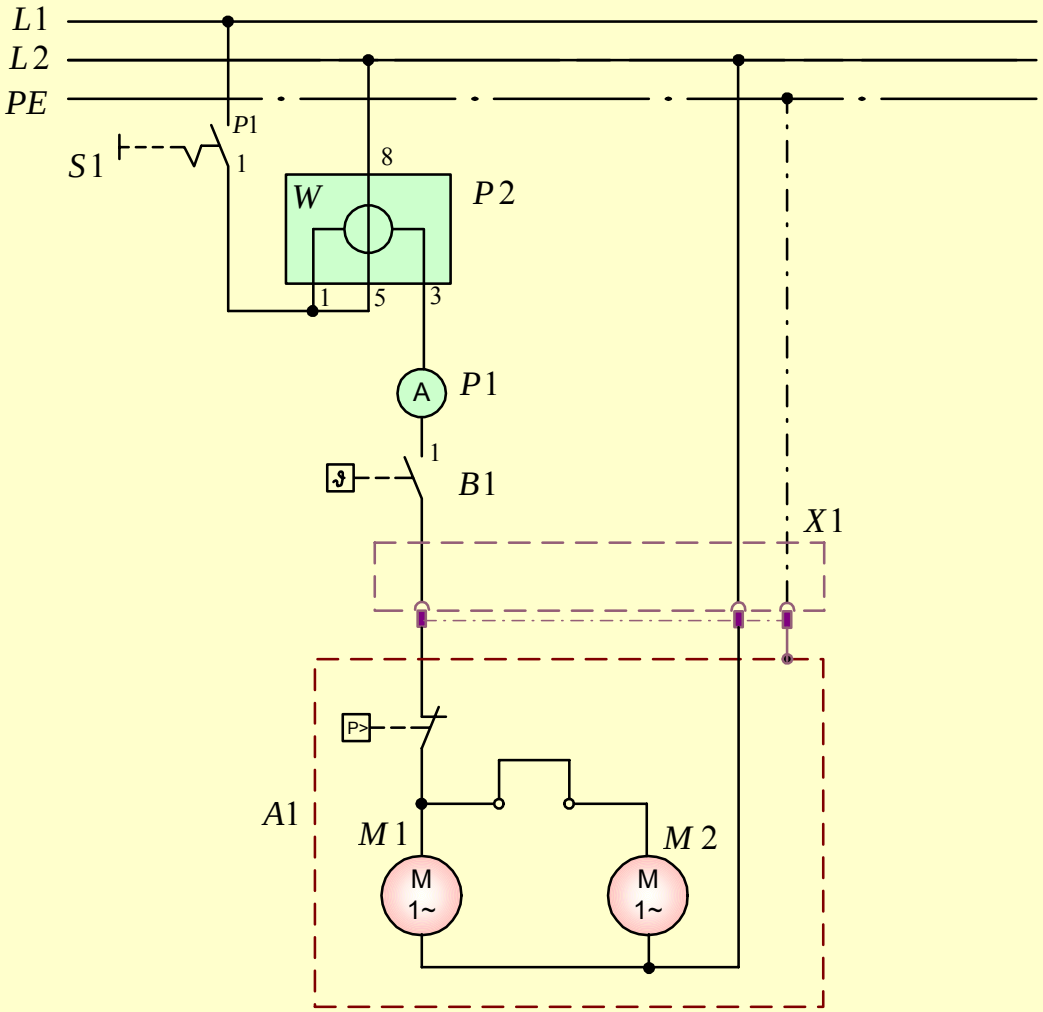
٩. كرر أخذ القياسات ثلاث مرات بعد زيادة فتح الخانق اليدوي بشكل تدرجي لكل مرة.

ملاحظة: بعد زيادة فتح الصمام اليدوي وقبل أخذ القياسات يلزمك التأكد من استقرار النظام.



الصمام رقم (٤) مغلق

شكل (١ – ١٤): الدائرة الميكانيكية



شكل (١ – ١٥): الدائرة الكهربائية

درجة حرارة الهواء المحيط ($°C$): نوع وسيط التبريد : نوع صمام التمدد :

الرطوبة النسبية للهواء المحيط (%): نوع المبخر: ◇ إستاتيكي ◇ ديناميكي

القراءات	الرمز	الوحدة	(١)	(٢)	(٣)	(٤)
ضغط المكثف (ضغط التكثيف)	P_{Cond}	bar				
ضغط المبخر (ضغط التبخير)	P_{Evap}	bar				
درجة حرارة التكثيف	T_{Cond}	$°C$				
درجة حرارة التبخير	T_{Evap}	$°C$				
معدل سريان وسيط التبريد	$\dot{m}_R$	kg/s				
درجة حرارة سائل وسيط التبريد (مدخل الصمام)	T_{V_i}	$°C$				
درجة الحرارة عند مخرج المبخر	T_{E_o}	$°C$				
درجة الحرارة عند مدخل الضاغط	T_{C_i}	$°C$				
درجة الحرارة عند مخرج الضاغط	T_{C_o}	$°C$				
درجة حرارة الهواء عند مدخل المبخر		$°C$				
درجة حرارة الهواء عند مخرج المبخر		$°C$				
التيار الكهربائي لوحدة التبريد		A				
القدرة الكهربائية لوحدة التبريد		W				

جدول (١ – ٨): قيم القياس

مراقبة التجربة:

من ملاحظتك للتغير الحاصل نتيجة زيادة الفتح للصمام اليدوي (التي تعني زيادة تدفق وسيط التبريد) اختر الإجابة الصحيحة مما يلي:

- ضغط المكثف: ◇ يزداد ◇ ينخفض
- ضغط المبخر: ◇ يزداد ◇ ينخفض
- درجة حرارة التكثيف: ◇ تزداد ◇ تنخفض
- درجة حرارة التبخير: ◇ تزداد ◇ تنخفض
- درجة الحرارة عند مخرج المبخر: ◇ تزداد ◇ تنخفض
- درجة الحرارة عند مخرج الضاغط: ◇ تزداد ◇ تنخفض
- درجة الحرارة عند مخرج الضاغط: ◇ تزداد ◇ تنخفض
- درجة حرارة الهواء عند مدخل المبخر: ◇ تزداد ◇ تنخفض
- درجة حرارة الهواء عند مخرج المبخر: ◇ تزداد ◇ تنخفض
- استهلاك التيار الكهربائي: ◇ يزداد ◇ ينخفض
- القدرة الكهربائية: ◇ تزداد ◇ تنخفض

ملاحظات: .....

.....

.....

.....

.....

.....

تعليمات

بعد الانتهاء من التدريب رقم (١) قيم نفسك وقدراتك بواسطة إكمال هذا التقييم الذاتي لكل عنصر من العناصر المذكورة، وذلك بوضع علامة (✓) أمام مستوى الأداء الذي أتقنته، وفي حالة عدم قابلية المهمة للتطبيق ضع العلامة في الخانة الخاصة بذلك.

اسم النشاط الذي تم التدرب عليه:

إجراء قياسات على دورة التبريد الانضغاطي التي تعمل بصمام تمدد يدوي ومبخر استاتيكي

العناصـــــر	مستوى الأداء (هل أتقنت الأداء)			
	غير قابل للتطبيق	لا	جزئياً	كلياً
١ - قياس الضغط العالي والمنخفض لدائرة التبريد				
٢ - قياس درجة حرارة التكثيف والتبخير لدائرة التبريد				
٣ - قياس درجة حرارة سائل وسيط التبريد				
٤ - قياس درجة الحرارة عند مخرج المبخر				
٥ - قياس درجة الحرارة عند مدخل الضاغط				
٦ - قياس درجة الحرارة عند مخرج الضاغط				
٧ - قياس معدل سريان وسيط التبريد				
٨ - قياس شدة التيار الكهربائي				
٩ - قياس القدرة الكهربائية				

يجب أن تصل النتيجة لجميع المفردات (البنود) المذكورة إلى درجة الإتقان الكلي أو أنها غير قابلة للتطبيق ، وفي حالة وجود مفردة في القائمة "لا" أو "جزئياً" فيجب إعادة التدرُّب على هذا النشاط مرة أخرى بمساعدة المدرب.

تقييم مستوى الأداء

اسم المتدرب: التاريخ:

رقم المتدرب: المحاولة: ١ ٢ ٣ ٤ ٥

كل بند أو مفردة يقيم بـ ١٠ نقاط.

العلامة: الحد الأدنى: ما يعادل ٨٠٪ من مجموع النقاط.

الحد الأعلى: ما يعادل ١٠٠٪ من مجموع النقاط.

بنود التقييم	النقاط
١ - قياس الضغط العالي والمنخفض لدائرة التبريد	
٢ - قياس درجة حرارة التكثيف والتبخير لدائرة التبريد	
٣ - قياس درجة حرارة سائل وسيط التبريد	
٤ - قياس درجة الحرارة عند مخرج المبخر	
٥ - قياس درجة الحرارة عند مدخل الضاغط	
٦ - قياس درجة الحرارة عند مخرج الضاغط	
٧ - قياس معدل سريان وسيط التبريد	
٨ - قياس شدة التيار الكهربائي	
٩ - قياس القدرة الكهربائية	

هذه المفردات يجب أن تكمل بدقة ١٠٠٪.

ملاحظات:.....

.....

توقيع المدرب: .....

التدريب العملي رقم (٢)

الجدارة:

تمثيل دورة التبريد الانضغاطي - التي تعمل بصمام تمدد يدوي ومبخر ديناميكي - على خريطة وسيط التبريد (P-h)، واستخدامها لحساب معامل الأداء للدورة(*COP*).

المواد والتجهيزات والأدوات المطلوبة:

ملابس العمل، قلم، مسطرة، آلة حاسبة، جدول القراءات للتدريب (١)، خريطة وسيط التبريد (P-h).

المطلوب:

تمثيل دورة التبريد الانضغاطي على خريطة وسيط التبريد (P-h)، وحساب التأثير التبريدي وطاقة الانضغاط للدورة ومن ثم حساب معامل الأداء للدورة(*COP*).

الخطوات:

١ - اختر إحدى القراءات (١) أو (٢) أو (٣) أو (٤) من التدريب السابق واملأ الجدول التالي:

درجة حرارة الهواء المحيط ($^{\circ}C$): نوع وسيط التبريد: نوع صمام التمدد :

الرطوبة النسبية للهواء المحيط (%): نوع المبخر: ◇ إستاتيكي ◇ ديناميكي

القراءات	الرمز	الوحدة	(١)	(٢)	(٣)	(٤)
ضغط المكثف (ضغط التكثيف)	P_{Cond}	*bar*				
ضغط المبخر (ضغط التبخير)	P_{Evap}	*bar*				
درجة حرارة سائل وسيط التبريد (مدخل الصمام)	T_{V_i}	$^{\circ}C$				
درجة الحرارة عند مخرج المبخر	T_{E_o}	$^{\circ}C$				
درجة الحرارة عند مدخل الضاغط	T_{C_i}	$^{\circ}C$				
درجة الحرارة عند مخرج الضاغط	T_{C_o}	$^{\circ}C$				

جدول (١ – ٩): قيم القياس اللازمة لرسم دائرة التبريد على خريطة الـ p-h.

٢ -ارسم دائرة التبريد على خريطة الـ p-h لوسيط التبريد معتمداً على القراءات في الجدول السابق.

٣. من خريطة الـ P-h، حدد قيم العناصر التالية:

العنصر	الرمز	الوحدة	القيمة
طاقة الإنثالبي عند مدخل المبخر	h_{E_i}	kJ/kg	
طاقة الإنثالبي عند مخرج المبخر	h_{E_o}	kJ/kg	
طاقة الإنثالبي عند مدخل الضاغط	h_{C_i}	kJ/kg	
طاقة الإنثالبي عند مخرج الضاغط	h_{C_o}	kJ/kg	

جدول (١ – ١٠): قيم طاقة الإنثالبي لدائرة التبريد

٤. قم بإجراء الحسابات المطلوبة لإيجاد التأثير التبريدي، طاقة الانضغاط ومعامل أداء الدورة، ودون النتائج النهائية في الجدول:

الحسابات: .....

.....

.....

.....

المطلوب	الرمز	الوحدة	القانون	القيمة
التأثير التبريدي	RE	kJ/kg	$RE = h_{E_o} - h_{E_i}$	
طاقة الإنضغاط	w_C	kJ/kg	$w_C = h_{C_o} - h_{C_i}$	
معامل أداء الدورة	COP		$COP = \frac{RE}{w_C}$	

جدول (١ – ١١): جدول النتائج

ملاحظات: .....

.....

.....

.....

التدريب العملي رقم (٣)

الجدارة:

حساب قيمتي التحميص و التبريد الدوني لدورة التبريد الانضغاطي - التي تعمل بصمام تمدد يدوي ومبخر استاتيكي - وإيجاد كفاءة الإنضغاط.

المواد والتجهيزات والأدوات المطلوبة:

ملابس العمل، قلم، مسطرة، آلة حاسبة، جدول القراءات وخريطة الـ P-h للتدريب (١).

المطلوب:

حساب قيمتي التحميص والتبريد الدوني لدورة التبريد الانضغاطي التي تعمل بصمام تمدد يدوي ومبخر استاتيكي، وإيجاد كفاءة الإنضغاط.

الخطوات:

١. من قراءات التدريب (١) املأ الجدول التالي:

درجة حرارة الهواء المحيط ($°C$): نوع وسيط التبريد: نوع صمام التمدد :

الرطوبة النسبية للهواء المحيط (%): نوع المبخر: ◇ إستاتيكي ◇ ديناميكي

القراءات	الرمز	الوحدة	(١)	(٢)	(٣)	(٤)
درجة حرارة التكثيف	T_{Cond}	$°C$				
درجة حرارة التبخير	T_{Evap}	$°C$				
درجة الحرارة عند مدخل الضاغط	T_{C_i}	$°C$				
درجة الحرارة عند مخرج الضاغط	T_{C_o}	$°C$				
درجة حرارة سائل وسيط التبريد (مدخل الصمام)	T_{V_i}	$°C$				

جدول (١ – ١٢): جدول قيم القياس

٢. من خريطة الـ P-h، حدد النقطة (S)، ثم دون قيمة (T_s) في الجدول:

القراءة	الرمز	الوحدة	القيمة
درجة الحرارة الأيزنتروبية عند مخرج الضاغط	T_s	$°C$	

٣. من القيم في الجداول السابقة؛ أوجد قيمتي التحميص والتبريد الدوني، ثم أوجد كفاءة الإنضغاط، ودونها في الجدول:

الحسابات: .....

.....

.....

.....

المطلوب	الرمز	الوحدة	القانون	القيمة
درجة التحميص	-	$°C$	$T_{C_i} - T_{Evap}$	
درجة التبريد الدوني	-	$°C$	$T_{Cond} - T_{V_i}$	
كفاءة الإنضغاط	η_s	-	$\eta_s = \frac{T_s - T_{C_i}}{T_{C_o} - T_{C_i}}$	

جدول (١ – ١٣): جدول النتائج

ملاحظات: .....

.....

.....

.....

.....

.....

تعليمات

بعد الانتهاء من التدريب رقم (٢) وَ (٣) قيم نفسك وقدراتك بواسطة إكمال هذا التقييم الذاتي لكل عنصر من العناصر المذكورة، وذلك بوضع علامة (✓) أمام مستوى الأداء الذي أتقنته، وفي حالة عدم قابلية المهمة للتطبيق ضع العلامة في الخانة الخاصة بذلك.

اسم النشاط الذي تم التدرب عليه:

إجراء حسابات على دورة التبريد الانضغاطي التي تعمل بصمام تمدد يدوي ومبخر إستاتيكي

العناصـــــر	مستوى الأداء (هل أتقنت الأداء)			
	غير قابل للتطبيق	لا	جزئياً	كلياً
١ - تمثيل دائرة التبريد على خريطة الـ(p-h).				
٢ - حساب معامل أداء الدورة (*COP*).				
٣ - حساب قيمة التحميص للدورة.				
٤ - حساب قيمة التبريد الدوني للدورة.				
٥ - حساب قيمة كفاءة الانضغاط (الكفاءة الإيزونتروبية).				

يجب أن تصل النتيجة لجميع المفردات (البنود) المذكورة إلى درجة الإتقان الكلي أو أنها غير قابلة للتطبيق ، وفي حالة وجود مفردة في القائمة "لا" أو "جزئياً" فيجب إعادة التدرُّب على هذا النشاط مرة أخرى بمساعدة المدرب.

تقييم مستوى الأداء

اسم المتدرب: التاريخ:

رقم المتدرب: المحاولة: ١ ٢ ٣ ٤ ٥

كل بند أو مفردة يقيم بـ ١٠ نقاط.

العلامة: الحد الأدنى: ما يعادل ٨٠٪ من مجموع النقاط.

الحد الأعلى: ما يعادل ١٠٠٪ من مجموع النقاط.

بنود التقييم	النقاط
١ - تمثيل دائرة التبريد على خريطة الـ(p-h). ٢ - حساب معامل أداء الدورة (*COP*). ٣ - حساب قيمة التحميص للدورة. ٤ - حساب قيمة التبريد الدوني للدورة. ٥ - حساب قيمة كفاءة الانضغاط (الكفاءة الإيزونتروبية).	
هذه المفردات يجب أن تكمل بدقة ١٠٠٪.	

ملاحظات:.....

.....

توقيع المدرب: .....

التدريب العملي رقم (٤)

الجدارة:

إجراء قياسات على دورة التبريد الانضغاطي التي تعمل بصمام تمدد يدوي ومبخر ديناميكي.

المواد والتجهيزات والأدوات المطلوبة:

جهاز قياس درجة الحرارة (ثرمومتر)، وحدة التبريد الانضغاطي التدريبية وتشمل:

م	الكمية	الوصف	الرمز على رسومات الدائرة الميكانيكية والكهربائية
١	١	وحدة تكثيف كاملة بضاغط ومكثف وخزان للسائل	$A1$
٢	١	مفتاح ضغط عال	$F1F$
٣	١	زجاجة بيان بمبين للرطوبة ومجفف للمرشح	$B3$
٤	١	مقياس سريان السوائل	$C1$
٥	١	صمام تمدد يدوي	$D1$
٦	١	مبخر ديناميكي	$E1$
٧	٢	مقياس ضغط (مانومتر)	$N1, N2$
٨	١	حساس لدرجة حرارة الغرفة (ثرموستات) منظم كهربائي ($+25/-5°C$)	$B1$
٩	١	مفتاح فصل	$S1$
١٠	١	موزع	
١١	٢	مقبس بملامسات حماية (بريزة أو فيش)	$X1, X2$
١٢	١	جهاز قياس شدة التيار (أميتر)	$P1$
١٣	١	جهاز قياس القدرة (واط ميتر)	$P2$
١٤	١	لي (خرطوم) توصيل مقاوم لتأثير وسيط التبريد قطر $40mm$ ($\frac{8}{5}in$) ، طول $915mm$	
١٥	٤	لي (خرطوم) توصيل مقاوم لتأثير وسيط التبريد قطر $72mm$ ($\frac{17}{6}in$) ، طول $915mm$	

جدول (١ – ١٤): التجهيزات المطلوبة لوحدة التبريد

المطلوب:

إجراء قياسات على دورة التبريد الانضغاطي ومراقبة التغير عند ظروف تشغيل مختلفة نتيجة الزيادة التدريجية لتدفق وسيط التبريد بفتح الخانق اليدوي (صمام التمدد اليدوي).

الخطوات:

١٠. قم بتكوين الدائرة الميكانيكية حسب الرسم المرفق.

١١. قم بتكوين الدائرة الكهربائية حسب الرسم المرفق.

١٢. تأكد من صحة توصيلات الدائرة الميكانيكية والدائرة الكهربائية.

١٣. اختبر كشف التسريب للدائرة متبعاً الخطوات المذكورة في مقدمة هذه الوحدة.

١٤. اشحن الدائرة بوسيط التبريد متبعاً الخطوات المذكورة في مقدمة هذه الوحدة.

١٥. ابدأ تشغيل وحدة التبريد.

١٦. قبل أخذ القياسات يلزمك التأكد من استقرار النظام وذلك بملاحظة عدم وجود فقاعات خلال زجاجة البيان، وكذلك ملاحظة ثبوت الضغط – لجانب الضغط المنخفض – نسبياً.

١٧. قم بأخذ القياسات المطلوبة ودونها في جدول القياسات المرفق، ولاحظ الآتي:

أ - يقاس كل من ضغط التكثيف ودرجة حرارة التكثيف بواسطة مقياس الضغط (المانومتر) لجانب الطرد.

ملاحظة: لابد من إضافة $1bar$ لقيمة قراءة المانومتر، وهي عبارة عن قيمة تقريبية للضغط الجوي.

ب - يقاس كل من ضغط التبخير ودرجة حرارة التبخير بواسطة مقياس الضغط لجانب السحب.

ج - يقاس معدل سريان وسيط التبريد من جهاز قياس معدل السريان.

د - تقاس درجة الحرارة عند مخرج المبخر وكذلك عند كل من مدخل ومخرج الضاغط بواسطة ثرمومتر حساس.

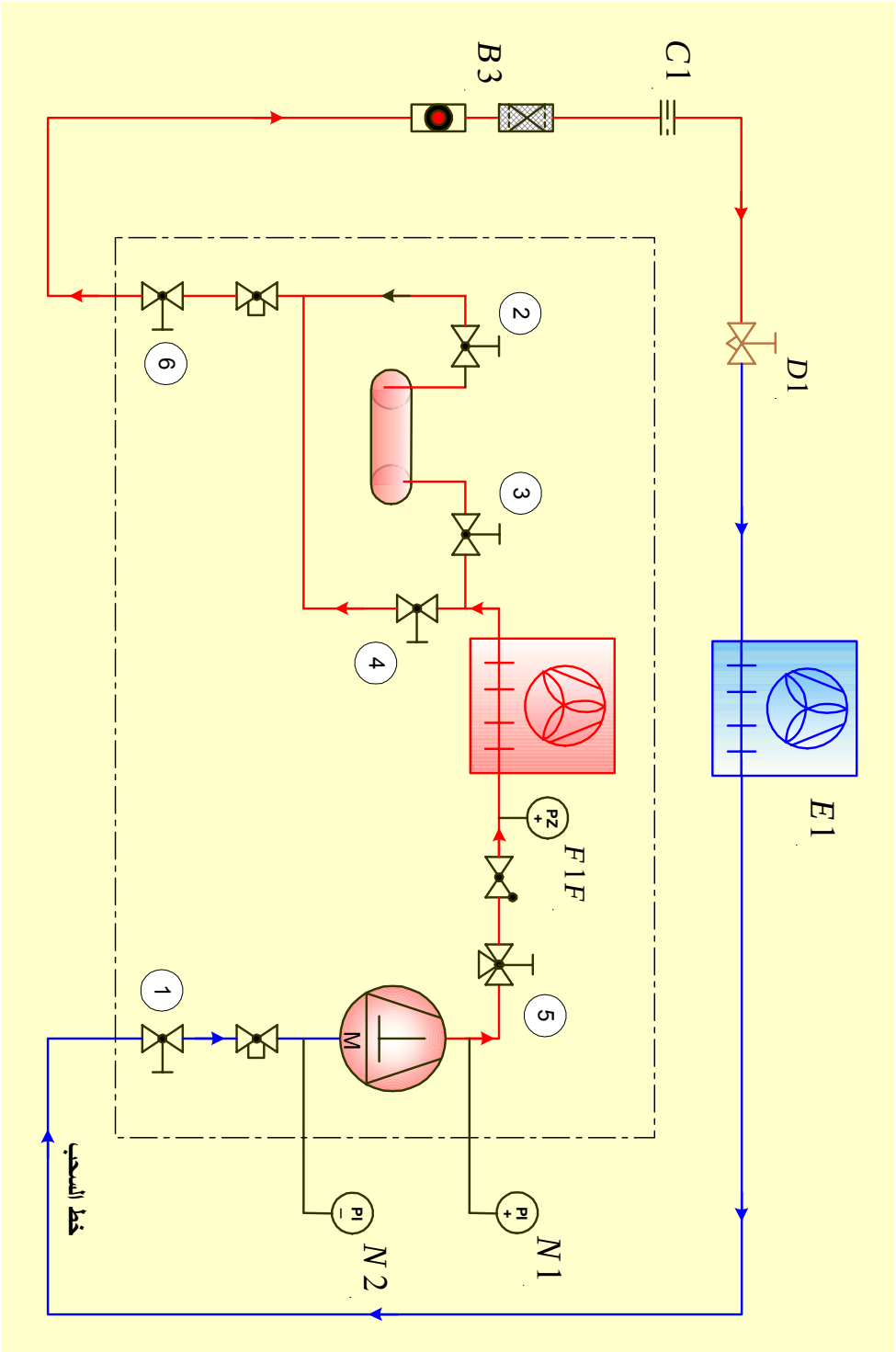
ه - تقاس درجة حرارة سائل وسيط التبريد قبل الصمام اليدوي بواسطة ثرمومتر حساس.

و - يقاس التيار الكهربائي لوحدة التبريد بمقياس التيار (الأميتر).

ز - تقاس القدرة الكهربائية لوحدة التبريد بمقياس القدرة (واط ميتر).

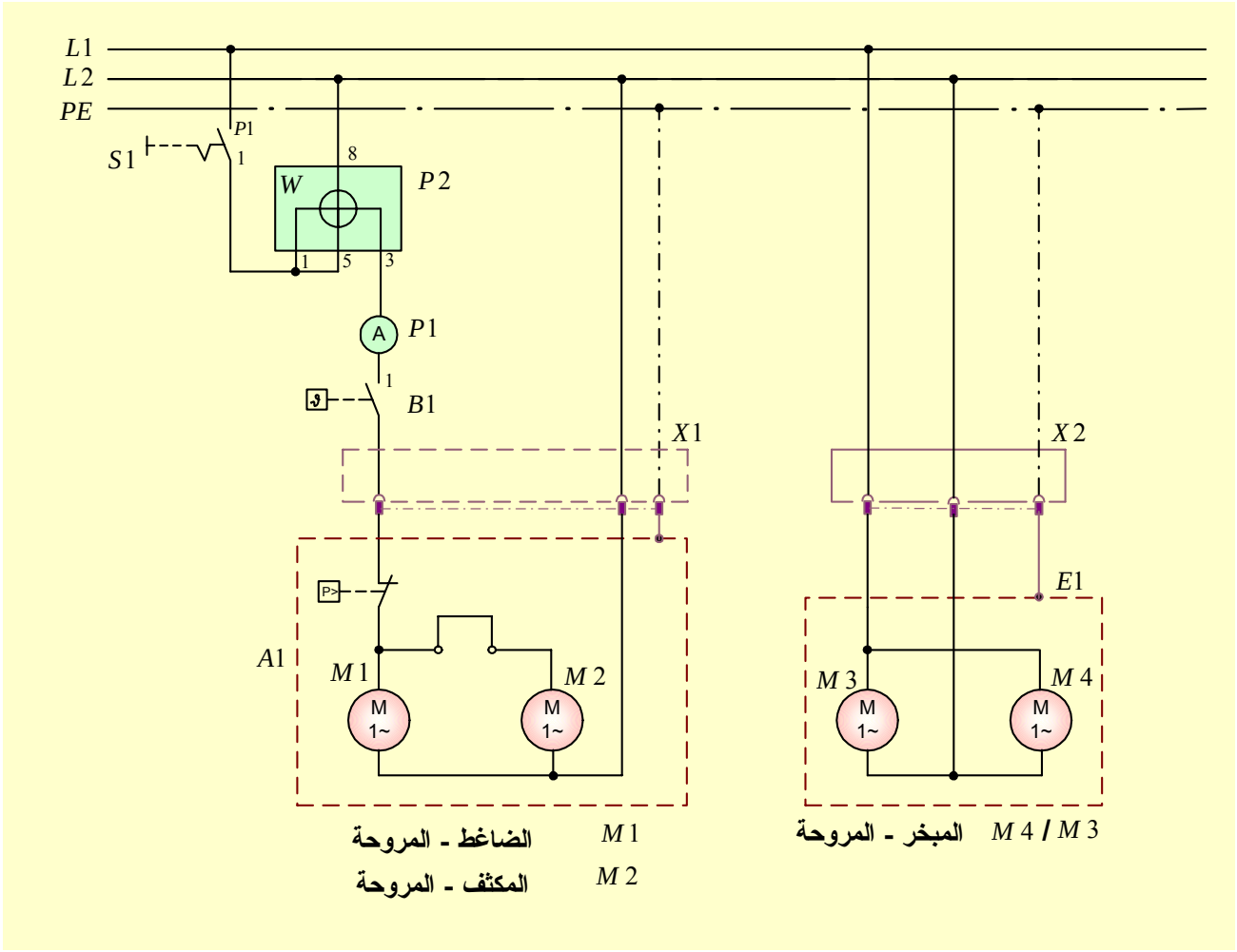
١٨. كرر أخذ القياسات ثلاث مرات بعد زيادة فتح الخانق اليدوي بشكل تدرجي لكل مرة.

ملاحظة: بعد زيادة فتح الصمام اليدوي وقبل أخذ القياسات يلزمك التأكد من استقرار النظام.



الصمام رقم (٤) مغلق

شكل (١ – ١٦): الدائرة الميكانيكية باستعمال صمام يدوي ومبخر ديناميكي



شكل (١ – ١٧): الدائرة الكهربائية

درجة حرارة الهواء المحيط ($°C$): نوع وسيط التبريد : نوع صمام التمدد :

الرطوبة النسبية للهواء المحيط (%): نوع المبخر : ◇ إستاتيكي ◇ ديناميكي

القراءات	الرمز	الوحدة	(١)	(٢)	(٣)	(٤)
ضغط المكثف (ضغط التكثيف)	P_{Cond}	bar				
ضغط المبخر (ضغط التبخير)	P_{Evap}	bar				
درجة حرارة التكثيف	T_{Cond}	$°C$				
درجة حرارة التبخير	T_{Evap}	$°C$				
معدل سريان وسيط التبريد	$\dot{m}_R$	kg/s				
درجة حرارة سائل وسيط التبريد (مدخل الصمام)	T_{V_i}	$°C$				
درجة الحرارة عند مخرج المبخر	T_{E_o}	$°C$				
درجة الحرارة عند مدخل الضاغط	T_{C_i}	$°C$				
درجة الحرارة عند مخرج الضاغط	T_{C_o}	$°C$				
درجة حرارة الهواء عند مدخل المبخر		$°C$				
درجة حرارة الهواء عند مخرج المبخر		$°C$				
التيار الكهربائي لوحدة التبريد		A				
القدرة الكهربائية لوحدة التبريد		W				

جدول (١ – ١٥): قيم القياس

مراقبة التجربة:

من ملاحظتك للتغير الحاصل نتيجة زيادة الفتح للصمام اليدوي (التي تعني زيادة تدفق وسيط التبريد) اختر الإجابة الصحيحة مما يلي:

- ضغط المكثف: ◇ يزداد ◇ ينخفض
- ضغط المبخر: ◇ يزداد ◇ ينخفض
- درجة حرارة التكثيف: ◇ تزداد ◇ تنخفض
- درجة حرارة التبخير: ◇ تزداد ◇ تنخفض
- درجة الحرارة عند مخرج المبخر: ◇ تزداد ◇ تنخفض
- درجة الحرارة عند مخرج الضاغط: ◇ تزداد ◇ تنخفض
- درجة الحرارة عند مخرج الضاغط: ◇ تزداد ◇ تنخفض
- درجة حرارة الهواء عند مدخل المبخر: ◇ تزداد ◇ تنخفض
- درجة حرارة الهواء عند مخرج المبخر: ◇ تزداد ◇ تنخفض
- استهلاك التيار الكهربائي: ◇ يزداد ◇ ينخفض
- القدرة الكهربائية: ◇ تزداد ◇ تنخفض

ملاحظات: .....

.....

.....

.....

.....

.....

تعليمات

بعد الانتهاء من التدريب رقم (٤) قيم نفسك وقدراتك بواسطة إكمال هذا التقييم الذاتي لكل عنصر من العناصر المذكورة، وذلك بوضع علامة (✓) أمام مستوى الأداء الذي أتقنته، وفي حالة عدم قابلية المهمة للتطبيق ضع العلامة في الخانة الخاصة بذلك.

اسم النشاط الذي تم التدرب عليه:

إجراء قياسات على دورة التبريد الانضغاطي التي تعمل بصمام تمدد يدوي ومبخر ديناميكي

العناصـــــر	مستوى الأداء (هل أتقنت الأداء)			
	غير قابل للتطبيق	لا	جزئياً	كلياً
١ - قياس الضغط العالي والمنخفض لدائرة التبريد				
٢ - قياس درجة حرارة التكثيف والتبخير لدائرة التبريد				
٣ - قياس درجة حرارة سائل وسيط التبريد				
٤ - قياس درجة الحرارة عند مخرج المبخر				
٥ - قياس درجة الحرارة عند مدخل الضاغط				
٦ - قياس درجة الحرارة عند مخرج الضاغط				
٧ - قياس معدل سريان وسيط التبريد				
٨ - قياس شدة التيار الكهربائي				
٩ - قياس القدرة الكهربائية				

يجب أن تصل النتيجة لجميع المفردات (البنود) المذكورة إلى درجة الإتقان الكلي أو أنها غير قابلة للتطبيق ، وفي حالة وجود مفردة في القائمة "لا" أو "جزئياً" فيجب إعادة التدرُّب على هذا النشاط مرة أخرى بمساعدة المدرب.

تقييم مستوى الأداء

اسم المتدرب: التاريخ:

رقم المتدرب: المحاولة: ١ ٢ ٣ ٤ ٥

كل بند أو مفردة يقيم بـ ١٠ نقاط.

العلامة: الحد الأدنى: ما يعادل ٨٠٪ من مجموع النقاط.

الحد الأعلى: ما يعادل ١٠٠٪ من مجموع النقاط.

بنود التقييم	النقاط
١ - قياس الضغط العالي والمنخفض لدائرة التبريد	
٢ - قياس درجة حرارة التكثيف والتبخير لدائرة التبريد	
٣ - قياس درجة حرارة سائل وسيط التبريد	
٤ - قياس درجة الحرارة عند مخرج المبخر	
٥ - قياس درجة الحرارة عند مدخل الضاغط	
٦ - قياس درجة الحرارة عند مخرج الضاغط	
٧ - قياس معدل سريان وسيط التبريد	
٨ - قياس شدة التيار الكهربائي	
٩ - قياس القدرة الكهربائية	

هذه المفردات يجب أن تكمل بدقة ١٠٠٪.

ملاحظات:.....

.....

توقيع المدرب: .....

التدريب العملي رقم (٥)

الجدارة:

تمثيل دورة التبريد الانضغاطي - التي تعمل بصمام تمدد يدوي ومبخر ديناميكي - على خريطة وسيط التبريد ، واستخدامها لحساب معامل الأداء للدورة.

المواد والتجهيزات والأدوات المطلوبة:

ملابس العمل، قلم، مسطرة، آلة حاسبة، جدول القراءات للتدريب (٤)، خريطة وسيط التبريد (P-h).

المطلوب:

تمثيل دورة التبريد الانضغاطي على خريطة وسيط التبريد (P-h)، وحساب التأثير التبريدي وطاقة الانضغاط للدورة ومن ثم حساب معامل الأداء للدورة (COP).

الخطوات:

١. اختر أحد القراءات (١) أو (٢) أو (٣) أو (٤) من التدريب (٤) واملأ الجدول التالي:

درجة حرارة الهواء المحيط ($°C$): نوع وسيط التبريد : نوع صمام التمدد :

الرطوبة النسبية للهواء المحيط (%): نوع المبخر: ◇ إستاتيكي ◇ ديناميكي

القراءات	الرمز	الوحدة	(١)	(٢)	(٣)	(٤)
ضغط المكثف (ضغط التكثيف)	P_{Cond}	bar				
ضغط المبخر (ضغط التبخير)	P_{Evap}	bar				
درجة حرارة سائل وسيط التبريد (مدخل الصمام)	T_{V_i}	$°C$				
درجة الحرارة عند مخرج المبخر	T_{E_o}	$°C$				
درجة الحرارة عند مدخل الضاغط	T_{C_i}	$°C$				
درجة الحرارة عند مخرج الضاغط	T_{C_o}	$°C$				

جدول (١ – ١٦): قيم القياس اللازمة لرسم دائرة التبريد على خريطة الـ p-h.

٢. ارسم دائرة التبريد على خريطة الـ P-h لوسيط التبريد معتمداً على القراءات في الجدول السابق.

٣. من خريطة الـ P-h، حدد قيم العناصر التالية:

العنصر	الرمز	الوحدة	القيمة
طاقة الإنثالبي عند مدخل المبخر	h_{E_i}	kJ/kg	
طاقة الإنثالبي عند مخرج المبخر	h_{E_o}	kJ/kg	
طاقة الإنثالبي عند مدخل الضاغط	h_{C_i}	kJ/kg	
طاقة الإنثالبي عند مخرج الضاغط	h_{C_o}	kJ/kg	

جدول (١ – ١٧): قيم طاقة الإنثالبي لدائرة التبريد

٤. قم بإجراء الحسابات المطلوبة لإيجاد التأثير التبريدي، طاقة الانضغاط ومعامل أداء الدورة، ودون النتائج النهائية في الجدول:

الحسابات: .....

.....

.....

.....

المطلوب	الرمز	الوحدة	القانون	القيمة
التأثير التبريدي	RE	kJ/kg	$RE = h_{E_o} - h_{E_i}$	
طاقة الإنضغاط	w_C	kJ/kg	$w_C = h_{C_o} - h_{C_i}$	
معامل أداء الدورة	COP		$COP = \frac{RE}{w_C}$	

جدول (١ – ١٨): جدول النتائج

ملاحظات: .....

.....

.....

.....

.....

.....

التدريب العملي رقم (٦)

الجدارة:

حساب قيمتي التحميص والتبريد الدوني لدورة التبريد الانضغاطي - التي تعمل بصمام تمدد يدوي ومبخر ديناميكي - وإيجاد كفاءة الإنضغاط.

المواد والتجهيزات والأدوات المطلوبة:

ملابس العمل، قلم، مسطرة، آلة حاسبة، جدول القراءات وَ خريطة الـ P-h للتدريب (٤).

المطلوب:

حساب قيمتي التحميص والتبريد الدوني لدورة التبريد الانضغاطي التي تعمل بصمام تمدد يدوي، وإيجاد كفاءة الإنضغاط.

الخطوات:

١. من قراءات التدريب (٤) املأ الجدول التالي:

درجة حرارة الهواء المحيط ($°C$): نوع وسيط التبريد : نوع صمام التمدد :

الرطوبة النسبية للهواء المحيط (%): نوع المبخر: ◇ إستاتيكي ◇ ديناميكي

القراءات	الرمز	الوحدة	(١)	(٢)	(٣)	(٤)
درجة حرارة التكثيف	T_{Cond}	$°C$				
درجة حرارة التبخير	T_{Evap}	$°C$				
درجة الحرارة عند مدخل الضاغط	T_{C_i}	$°C$				
درجة الحرارة عند مخرج الضاغط	T_{C_o}	$°C$				
درجة حرارة سائل وسيط التبريد (مدخل الصمام)	T_{V_i}	$°C$				

جدول (١ – ١٩): قيم القياس

٢. من خريطة الـ P-h، حدد النقطة (S)، ثم دون قيمة (T_s) في الجدول:

القراءة	الرمز	الوحدة	القيمة
درجة الحرارة الأيزنتروبية عند مخرج الضاغط	T_s	$°C$	

جدول (١ – ٢٠): درجة الحرارة الأيزنتروبية

٣. من القيم في الجداول السابقة؛ أوجد قيمتي التحميص والتبريد الدوني، ثم أوجد كفاءة الإنضغاط، ودونها في الجدول:

الحسابات: .....

.....

.....

.....

المطلوب	الرمز	الوحدة	القانون	القيمة
درجة التحميص	-	$°C$	$= T_{C_i} - T_{Evap}$	
درجة التبريد الدوني	-	$°C$	$= T_{Cond} - T_{V_i}$	
كفاءة الإنضغاط	η_s	-	$\eta_s = \frac{T_s - T_{C_i}}{T_{C_o} - T_{C_i}}$	

جدول (١ – ٢١): جدول النتائج

ملاحظات: .....

.....

.....

.....

.....

.....

تعليمات

بعد الانتهاء من التدريب رقم (٥) و (٦) قيم نفسك وقدراتك بواسطة إكمال هذا التقييم الذاتي لكل عنصر من العناصر المذكورة، وذلك بوضع علامة (✓) أمام مستوى الأداء الذي أتقنته، وفي حالة عدم قابلية المهمة للتطبيق ضع العلامة في الخانة الخاصة بذلك.

اسم النشاط الذي تم التدرب عليه:

إجراء حسابات على دورة التبريد الانضغاطي التي تعمل بصمام تمدد يدوي ومبخر ديناميكي

العناصـــــر	مستوى الأداء (هل أتقنت الأداء)			
	غير قابل للتطبيق	لا	جزئياً	كلياً
١ - تمثيل دائرة التبريد على خريطة الـ(p-h).				
٢ - حساب معامل أداء الدورة (*COP*).				
٣ - حساب قيمة التحميص للدورة.				
٤ - حساب قيمة التبريد الدوني للدورة.				
٥ - حساب قيمة كفاءة الانضغاط (الكفاءة الإيزونتروبية).				

يجب أن تصل النتيجة لجميع المفردات (البنود) المذكورة إلى درجة الإتقان الكلي أو أنها غير قابلة للتطبيق ، وفي حالة وجود مفردة في القائمة "لا" أو "جزئياً" فيجب إعادة التدرُّب على هذا النشاط مرة أخرى بمساعدة المدرب.

تقييم مستوى الأداء

اسم المتدرب: التاريخ:

رقم المتدرب: المحاولة: ١ ٢ ٣ ٤ ٥

كل بند أو مفردة يقيم بـ ١٠ نقاط.

العلامة: الحد الأدنى: ما يعادل ٨٠٪ من مجموع النقاط.

الحد الأعلى: ما يعادل ١٠٠٪ من مجموع النقاط.

بنود التقييم	النقاط
١ - تمثيل دائرة التبريد على خريطة الـ(p-h). ٢ - حساب معامل أداء الدورة (*COP*). ٣ - حساب قيمة التحميص للدورة. ٤ - حساب قيمة التبريد الدوني للدورة. ٥ - حساب قيمة كفاءة الانضغاط (الكفاءة الإيزونتروبية).	
هذه المفردات يجب أن تكمل بدقة ١٠٠٪.	

ملاحظات:.....

.....

توقيع المدرب: .....

التدريب العملي رقم (٧)

الجدارة:

إجراء قياسات على دورة التبريد الانضغاطي التي تعمل بأنبوبة شعرية.

المواد والتجهيزات والأدوات المطلوبة:

جهاز قياس درجة الحرارة (ثرمومتر)، وحدة التبريد الانضغاطي التدريبية وتشمل:

م	الكمية	الوصف	الرمز على رسومات الدائرة الميكانيكية والكهربائية
١	١	وحدة تكثيف كاملة بضاغط ومكثف وخزان للسائل	$A1$
٢	١	مفتاح ضغط عال	$F1F$
٣	١	زجاجة بيان بمبين للرطوبة ومجفف للمرشح	$B3$
٤	١	مقياس سريان السوائل	$C1$
٥	١	أنبوبة شعرية	$D1$
٦	١	مبخر	$E1$
٧	٢	مقياس ضغط (مانومتر)	$N1, N2$
٨	١	حساس لدرجة حرارة الغرفة (ثرموستات) منظم كهربائي ($+25/-5°C$)	$B1$
٩	١	مفتاح فصل	$S1$
١٠	١	موزع	
١١	٢	مقبس بملامسات حماية (بريزة أو فيش)	$X1, X2$
١٢	١	جهاز قياس شدة التيار (أميتر)	$P1$
١٣	١	جهاز قياس القدرة (واط ميتر)	$P2$
١٤	١	لي (خرطوم) توصيل مقاوم لتأثير وسيط التبريد قطر $40mm$ ($8/5 in$) ، طول $915mm$	
١٥	٤	لي (خرطوم) توصيل مقاوم لتأثير وسيط التبريد قطر $72mm$ ($17/6 in$) ، طول $915mm$	

جدول (١ – ٢٢): التجهيزات المطلوبة لوحدة التبريد

المطلوب:

إجراء قياسات على دورة التبريد الانضغاطي ومراقبة التغير عند ظروف تشغيل مختلفة نتيجة التغيير من مبخر إستاتيكي إلى مبخر ديناميكي.

الخطوات:

١. قم بتكوين الدائرة الميكانيكية حسب الرسم المرفق.
٢. قم بتكوين الدائرة الكهربائية حسب الرسم المرفق.
٣. تأكد من صحة توصيلات الدائرة الميكانيكية والدائرة الكهربائية.
٤. اختبر كشف التسريب للدائرة متبعاً الخطوات المذكورة في مقدمة هذه الوحدة.
٥. اشحن الدائرة بوسيط التبريد متبعاً الخطوات المذكورة في مقدمة هذه الوحدة.
٦. ابدأ تشغيل وحدة التبريد.
٧. قبل أخذ القياسات يلزمك التأكد من استقرار النظام وذلك بملاحظة عدم وجود فقاعات خلال زجاجة البيان، وكذلك ملاحظة ثبوت الضغط – لجانب الضغط المنخفض – نسبياً.
٨. قم بأخذ القياسات المطلوبة ودونها في جدول القياسات المرفق، ولاحظ الآتي:

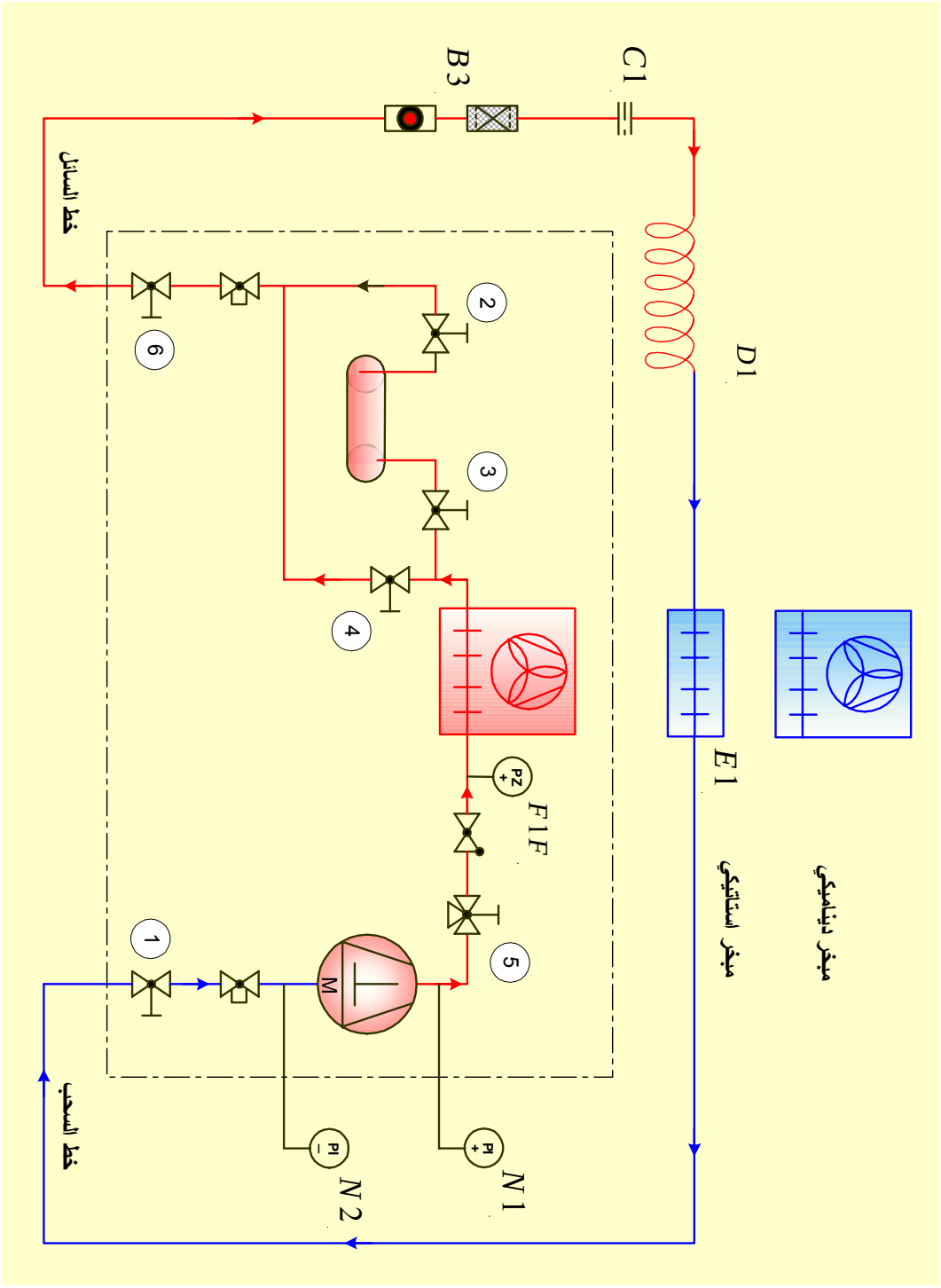
أ - يقاس كل من ضغط التكثيف ودرجة حرارة التكثيف بواسطة مقياس الضغط (المانومتر) لجانب الطرد.

ملاحظة: لابد من إضافة $1bar$ لقيمة قراءة المانومتر، وهي عبارة عن قيمة تقريبية للضغط الجوي.

ب - يقاس كل من ضغط التبخير ودرجة حرارة التبخير بواسطة مقياس الضغط لجانب السحب.
ج - يقاس معدل سريان وسيط التبريد من جهاز قياس معدل السريان.
د - تقاس درجة الحرارة عند مخرج المبخر وكذلك عند كل من مدخل ومخرج الضاغط بواسطة ثرمومتر حساس.
ه - تقاس درجة حرارة سائل وسيط التبريد قبل الأنبوبة الشعرية بواسطة ثرمومتر حساس.
و - يقاس التيار الكهربائي لوحدة التبريد بمقياس التيار (الأميتر).
ز - تقاس القدرة الكهربائية لوحدة التبريد بمقياس القدرة (واط ميتر).

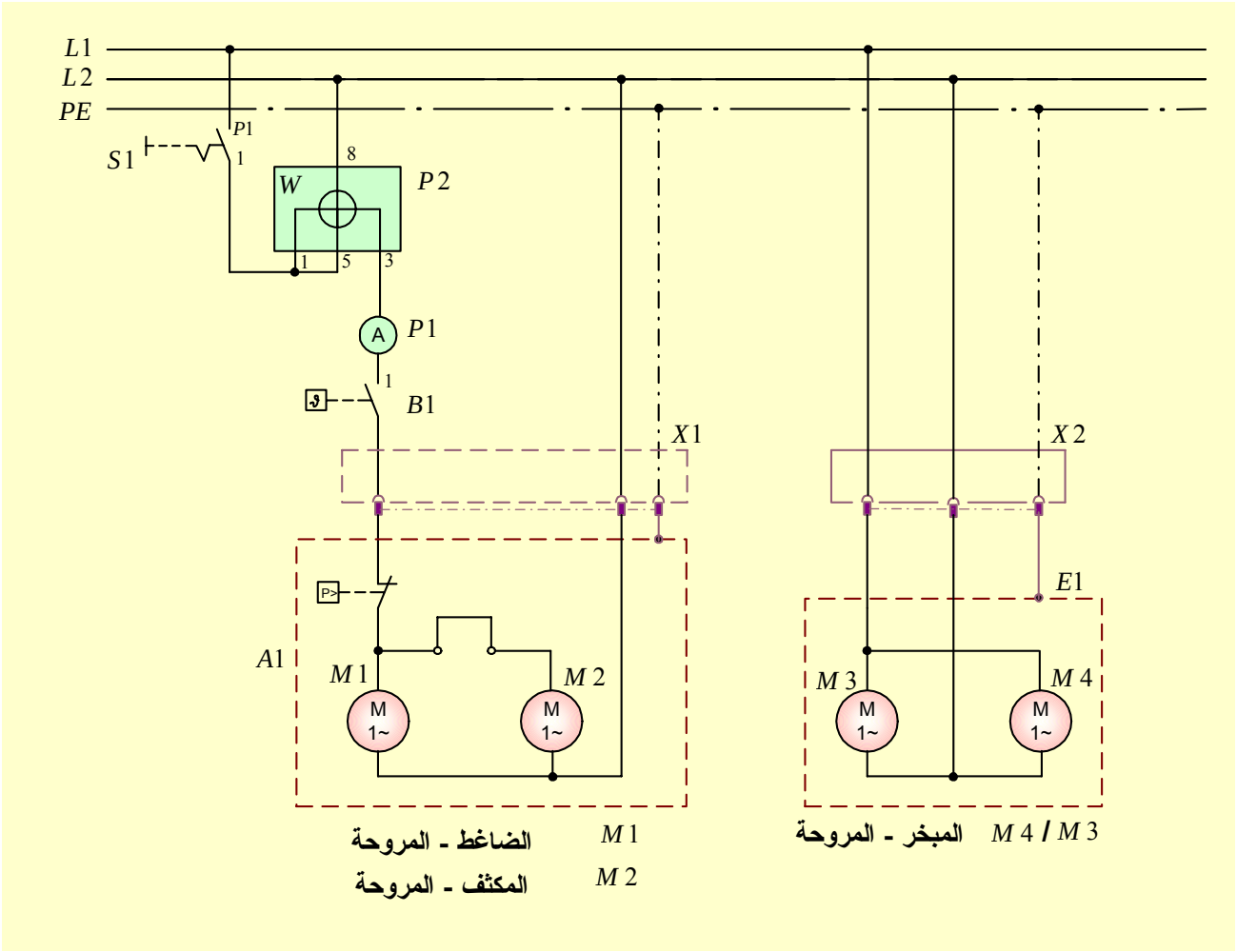
٩. كرر أخذ القياسات بعد تشغيل مروحة المبخر.

ملاحظة: بعد تشغيل مروحة المبخر وقبل أخذ القياسات يلزمك التأكد من استقرار النظام.



الصمامان (٢) وَ (٣) مغلقان.

شكل (١ – ١٨): الدائرة الميكانيكية باستخدام أنبوبة شعرية



شكل (١ – ١٩): الدائرة الكهربائية

درجة حرارة الهواء المحيط ($°C$): نوع وسيط التبريد : نوع صمام التمدد :

الرطوبة النسبية للهواء المحيط (%): نوع المبخر: ◇ إستاتيكي ◇ ديناميكي

القراءات	الرمز	الوحدة	مبخر استاتيكي	مبخر ديناميكي
ضغط المكثف (ضغط التكثيف)	P_{Cond}	bar		
ضغط المبخر (ضغط التبخير)	P_{Evap}	bar		
درجة حرارة التكثيف	T_{Cond}	$°C$		
درجة حرارة التبخير	T_{Evap}	$°C$		
معدل سريان وسيط التبريد	$\dot{m}_R$	kg/s		
درجة حرارة سائل وسيط التبريد (مدخل الصمام)	T_{V_i}	$°C$		
درجة الحرارة عند مخرج المبخر	T_{E_o}	$°C$		
درجة الحرارة عند مدخل الضاغط	T_{C_i}	$°C$		
درجة الحرارة عند مخرج الضاغط	T_{C_o}	$°C$		
درجة حرارة الهواء عند مدخل المبخر		$°C$		
درجة حرارة الهواء عند مخرج المبخر		$°C$		
التيار الكهربائي لوحدة التبريد		A		
القدرة الكهربائية لوحدة التبريد		W		

جدول (١ – ٢٣): قيم القياس

مراقبة التجربة :

من ملاحظتك للتغير الحاصل نتيجة التغيير من مبخر إستاتيكي إلى مبخر ديناميكي اختر الإجابة الصحيحة مما يلي:

- ضغط المكثف: ◇ يزداد ◇ ينخفض
- ضغط المبخر: ◇ يزداد ◇ ينخفض
- درجة حرارة التكثيف: ◇ تزداد ◇ تنخفض
- درجة حرارة التبخير: ◇ تزداد ◇ تنخفض
- معدل سريان وسيط التبريد : ◇ يزداد ◇ ينخفض
- درجة الحرارة عند مخرج المبخر: ◇ تزداد ◇ تنخفض
- درجة الحرارة عند مخرج الضاغط: ◇ تزداد ◇ تنخفض
- درجة الحرارة عند مخرج الضاغط: ◇ تزداد ◇ تنخفض
- درجة حرارة الهواء عند مدخل المبخر: ◇ تزداد ◇ تنخفض
- درجة حرارة الهواء عند مخرج المبخر: ◇ تزداد ◇ تنخفض
- استهلاك التيار الكهربائي: ◇ يزداد ◇ ينخفض
- القدرة الكهربائية: ◇ تزداد ◇ تنخفض

ملاحظات: .....

.....

.....

.....

.....

.....

تعليمات

بعد الانتهاء من التدريب رقم (٧) قيم نفسك وقدراتك بواسطة إكمال هذا التقييم الذاتي لكل عنصر من العناصر المذكورة، وذلك بوضع علامة (✓) أمام مستوى الأداء الذي أتقنته، وفي حالة عدم قابلية المهمة للتطبيق ضع العلامة في الخانة الخاصة بذلك.

اسم النشاط الذي تم التدرب عليه:

إجراء قياسات على دورة التبريد الانضغاطي التي تعمل بصمام يدوي

العناصـــــر	مستوى الأداء (هل أتقنت الأداء)			
	غير قابل للتطبيق	لا	جزئياً	كلياً
١ - قياس الضغط العالي والمنخفض لدائرة التبريد				
٢ - قياس درجة حرارة التكثيف والتبخير لدائرة التبريد				
٣ - قياس درجة حرارة سائل وسيط التبريد				
٤ - قياس درجة الحرارة عند مخرج المبخر				
٥ - قياس درجة الحرارة عند مدخل الضاغط				
٦ - قياس درجة الحرارة عند مخرج الضاغط				
٧ - قياس معدل سريان وسيط التبريد				
٨ - قياس شدة التيار الكهربائي				
٩ - قياس القدرة الكهربائية				

يجب أن تصل النتيجة لجميع المفردات (البنود) المذكورة إلى درجة الإتقان الكلي أو أنها غير قابلة للتطبيق ، وفي حالة وجود مفردة في القائمة "لا" أو "جزئياً" فيجب إعادة التدرُّب على هذا النشاط مرة أخرى بمساعدة المدرب.

تقييم مستوى الأداء

اسم المتدرب: التاريخ:

رقم المتدرب: المحاولة: ١ ٢ ٣ ٤ ٥

كل بند أو مفردة يقيم بـ ١٠ نقاط.

العلامة: الحد الأدنى: ما يعادل ٨٠٪ من مجموع النقاط.

الحد الأعلى: ما يعادل ١٠٠٪ من مجموع النقاط.

بنود التقييم	النقاط
١ - قياس الضغط العالي والمنخفض لدائرة التبريد	
٢ - قياس درجة حرارة التكثيف والتبخير لدائرة التبريد	
٣ - قياس درجة حرارة سائل وسيط التبريد	
٤ - قياس درجة الحرارة عند مخرج المبخر	
٥ - قياس درجة الحرارة عند مدخل الضاغط	
٦ - قياس درجة الحرارة عند مخرج الضاغط	
٧ - قياس معدل سريان وسيط التبريد	
٨ - قياس شدة التيار الكهربائي	
٩ - قياس القدرة الكهربائية	

هذه المفردات يجب أن تكمل بدقة ١٠٠٪.

ملاحظات:.....

.....

توقيع المدرب: .....

التدريب العملي رقم (٨)

الجدارة:

تمثيل دورة التبريد الانضغاطي - التي تعمل بأنبوبة شعرية - على خريطة وسيط التبريد (P-h)، واستخدامها لحساب معامل الأداء للدورة (*COP*).

المواد والتجهيزات والأدوات المطلوبة:

ملابس العمل، قلم، مسطرة، آلة حاسبة، جدول القراءات للتدريب (٧)، خريطة (P-h).

المطلوب:

تمثيل دورة التبريد الانضغاطي على خريطة وسيط التبريد (P-h)، وحساب التأثير التبريدي وطاقة الانضغاط للدورة ومن ثم حساب معامل الأداء للدورة (*COP*).

الخطوات:

١. من التدريب (٧) املأ الجدول التالي:

درجة حرارة الهواء المحيط ($°C$): نوع وسيط التبريد : نوع صمام التمدد :

الرطوبة النسبية للهواء المحيط (%): نوع المبخر: ◇ إستاتيكي ◇ ديناميكي

القراءات	الرمز	الوحدة	مبخر استاتيكي	مبخر ديناميكي
ضغط المكثف (ضغط التكثيف)	P_{Cond}	*bar*		
ضغط المبخر (ضغط التبخير)	P_{Evap}	*bar*		
درجة حرارة سائل وسيط التبريد (مدخل الأنبوبة)	T_{V_i}	$°C$		
درجة الحرارة عند مخرج المبخر	T_{E_o}	$°C$		
درجة الحرارة عند مدخل الضاغط	T_{C_i}	$°C$		
درجة الحرارة عند مخرج الضاغط	T_{C_o}	$°C$		

جدول (١ – ٢٤): قيم القياس اللازمة لرسم دائرة التبريد على خريطة الـ p-h.

٢. ارسم دائرتي التبريد على خريطة الـ p-h لوسيط التبريد معتمداً على القراءات في الجدول السابق.

٣. من خريطة الـ p-h، حدد قيم العناصر التالية:

العنصر	الرمز	الوحدة	القيمة	
			مبخر استاتيكي	مبخر ديناميكي
طاقة الإنثالبي عند مدخل المبخر	h_{E_i}	kJ/kg		
طاقة الإنثالبي عند مخرج المبخر	h_{E_o}	kJ/kg		
طاقة الإنثالبي عند مدخل الضاغط	h_{C_i}	kJ/kg		
طاقة الإنثالبي عند مخرج الضاغط	h_{C_o}	kJ/kg		

جدول (١ – ٢٥): قيم طاقة الإنثالبي لدائرة التبريد.

٤. قم بإجراء الحسابات المطلوبة لإيجاد التأثير ألتبريدي، طاقة الانضغاط ومعامل أداء الدورة، ودون النتائج النهائية في الجدول:

الحسابات: .....

.....

.....

.....

المطلوب	الرمز	الوحدة	القانون	القيمة	
				مبخر استاتيكي	مبخر ديناميكي
التأثير التبريدي	RE	kJ/kg	$RE = h_{E_o} - h_{E_i}$		
طاقة الإنضغاط	w_C	kJ/kg	$w_C = h_{C_o} - h_{C_i}$		
معامل أداء الدورة	COP		$COP = \frac{RE}{w_C}$		

جدول (١ – ٢٦): جدول النتائج

ملاحظات: .....

.....

.....

.....

التدريب العملي رقم (٩)

الجدارة:

حساب قيمتي التحميص وَ التبريد الدوني لدورة التبريد الانضغاطي - التي تعمل بأنبوبية شعرية - وإيجاد كفاءة الإنضغاط.

المواد والتجهيزات والأدوات المطلوبة:

ملابس العمل، قلم، مسطرة، آلة حاسبة، جدول القراءات وَ خريطة الـ P-h للتدريب (٧).

المطلوب:

حساب قيمتي التحميص والتبريد الدوني لدورة التبريد الانضغاطي التي تعمل بأنبوبة شعرية، وإيجاد كفاءة الإنضغاط.

الخطوات:

١. من قراءات التدريب (٧) املأ الجدول التالي:

درجة حرارة الهواء المحيط ($C°$): نوع وسيط التبريد : نوع صمام التمدد :

الرطوبة النسبية للهواء المحيط (%): نوع المبخر: ◇ إستاتيكي ◇ ديناميكي

القراءات	الرمز	الوحدة	مبخر استاتيكي	مبخر ديناميكي
درجة حرارة التكثيف	T_{Cond}	$°C$		
درجة حرارة التبخير	T_{Evap}	$°C$		
درجة الحرارة عند مدخل الضاغط	T_{C_i}	$°C$		
درجة الحرارة عند مخرج الضاغط	T_{C_o}	$°C$		
درجة حرارة سائل وسيط التبريد (مدخل الأنبوبة)	T_{V_i}	$°C$		

جدول (١ – ٢٧): قيم القياس

من خريطة الـ P-h، حدد النقطة (S)، ثم دون قيمة (T_s) في الجدول:

القراءة	الرمز	الوحدة	القيمة	
			مبخر استاتيكي	مبخر ديناميكي
درجة الحرارة الأيزنتروبية عند مخرج الضاغط	T_s	$°C$		

جدول (١ – ٢٨): درجة الحرارة الأيزنتروبية

٢. من القيم في الجداول السابقة؛ أوجد قيمتي التحميص والتبريد الدوني، ثم أوجد كفاءة الإنضغاط، ودونها في الجدول:

الحسابات: .....

.....

.....

.....

المطلوب	الرمز	الوحدة	القانون	القيمة	
				مبخر استاتيكي	مبخر ديناميكي
درجة التحميص	-	$^{\circ}C$	$= T_{C_i} - T_{Evap}$		
درجة التبريد الدوني	-	$^{\circ}C$	$= T_{Cond} - T_{V_i}$		
كفاءة الإنضغاط	η_s	-	$\eta_s = \frac{T_s - T_{C_i}}{T_{C_o} - T_{C_i}}$		

جدول (١ – ٢٩): جدول النتائج

ملاحظات: .....

.....

.....

.....

.....

تعليمات

بعد الانتهاء من التدريب رقم (٨) وَ (٩) قيم نفسك وقدراتك بواسطة إكمال هذا التقييم الذاتي لكل عنصر من العناصر المذكورة، وذلك بوضع علامة (✓) أمام مستوى الأداء الذي أتقنته، وفي حالة عدم قابلية المهمة للتطبيق ضع العلامة في الخانة الخاصة بذلك.

اسم النشاط الذي تم التدرب عليه:

إجراء حسابات على دورة التبريد الانضغاطي التي تعمل بأنبوبة شعرية

العناصـــــر	مستوى الأداء (هل أتقنت الأداء)			
	غير قابل للتطبيق	لا	جزئياً	كلياً
١ - تمثيل دائرة التبريد على خريطة الـ(p-h).				
٢ - حساب معامل أداء الدورة (*COP*).				
٣ - حساب قيمة التحميص للدورة.				
٤ - حساب قيمة التبريد الدوني للدورة.				
٥ - حساب قيمة كفاءة الانضغاط (الكفاءة الإيزونتروبية).				

يجب أن تصل النتيجة لجميع المفردات (البنود) المذكورة إلى درجة الإتقان الكلي أو أنها غير قابلة للتطبيق ، وفي حالة وجود مفردة في القائمة "لا" أو "جزئياً" فيجب إعادة التدرُّب على هذا النشاط مرة أخرى بمساعدة المدرب.

تقييم مستوى الأداء

اسم المتدرب: التاريخ:

رقم المتدرب: المحاولة: ١ ٢ ٣ ٤ ٥

كل بند أو مفردة يقيم بـ ١٠ نقاط.

العلامة: الحد الأدنى: ما يعادل ٨٠٪ من مجموع النقاط.

الحد الأعلى: ما يعادل ١٠٠٪ من مجموع النقاط.

بنود التقييم	النقاط
١ - تمثيل دائرة التبريد على خريطة الـ(p-h). ٢ - حساب معامل أداء الدورة (*COP*). ٣ - حساب قيمة التحميص للدورة. ٤ - حساب قيمة التبريد الدوني للدورة. ٥ - حساب قيمة كفاءة الانضغاط (الكفاءة الإيزونتروبية).	
هذه المفردات يجب أن تكمل بدقة ١٠٠٪.	

ملاحظات:.....

.....

توقيع المدرب: .....

التدريب العملي رقم (١٠)

الجدارة:

إجراء قياسات على دورة التبريد الانضغاطي التي تعمل بصمام تمدد أوتوماتيكي ومبخر ديناميكي.

المواد والتجهيزات والأدوات المطلوبة:

جهاز قياس درجة الحرارة (ثرمومتر)، وحدة التبريد الانضغاطي التدريبية وتشمل:

م	الكمية	الوصف	الرمز على رسومات الدائرة الميكانيكية والكهربائية
١	١	وحدة تكثيف كاملة بضاغط ومكثف وخزان للسائل	$A1$
٢	١	مفتاح ضغط عال	$F1F$
٣	١	زجاجة بيان بمبين للرطوبة ومجفف للمرشح	$B3$
٤	١	مقياس سريان السوائل	$C1$
٥	١	صمام تمدد أتوماتيكي	$D1$
٦	١	مبخر ديناميكي	$E1$
٧	٢	مقياس ضغط (مانومتر)	$N1, N2$
٨	١	حساس لدرجة حرارة الغرفة (ثرموستات) منظم كهربائي ($+25/-5°C$)	$B1$
٩	١	مفتاح فصل	$S1$
١٠	١	موزع	
١١	٢	مقبس بملامسات حماية (بريزة أو فيش)	$X1, X2$
١٢	١	جهاز قياس شدة التيار (أميتر)	$P1$
١٣	١	جهاز قياس القدرة (واط ميتر)	$P2$
١٤	١	لي (خرطوم) توصيل مقاوم لتأثير وسيط التبريد قطر $40mm$ ($\frac{8}{5}in$) ، طول $915mm$	
١٥	٤	لي (خرطوم) توصيل مقاوم لتأثير وسيط التبريد قطر $72mm$ ($\frac{17}{6}in$) ، طول $915mm$	

جدول (١ – ٣٠): التجهيزات المطلوبة لوحدة التبريد

المطلوب:

إجراء قياسات على دورة التبريد الانضغاطي ومراقبة التغير عند ظروف تشغيل مختلفة نتيجة التغيير التدرجي لضبط صمام التمدد الأوتوماتيكي.

الخطوات:

١. قم بتكوين الدائرة الميكانيكية حسب الرسم المرفق.
٢. قم بتكوين الدائرة الكهربائية حسب الرسم المرفق.
٣. تأكد من صحة توصيلات الدائرة الميكانيكية والدائرة الكهربائية.
٤. اختبر كشف التسريب للدائرة متبعاً الخطوات المذكورة في مقدمة هذه الوحدة.
٥. اشحن الدائرة بوسيط التبريد متبعاً الخطوات المذكورة في مقدمة هذه الوحدة.
٦. ابدأ تشغيل وحدة التبريد.
٧. قبل أخذ القياسات يلزمك التأكد من استقرار النظام وذلك بملاحظة عدم وجود فقاعات خلال زجاجة البيان، وكذلك ملاحظة ثبوت الضغط – لجانب الضغط المنخفض – نسبياً.
٨. قم بأخذ القياسات المطلوبة ودونها في جدول القياسات المرفق، ولاحظ الآتي:

أ - يقاس كل من ضغط التكثيف ودرجة حرارة التكثيف بواسطة مقياس الضغط لجانب الطرد.

ملاحظة: لابد من إضافة $1bar$ لقيمة قراءة المانومتر، وهي عبارة عن قيمة تقريبية للضغط الجوي.

ب - يقاس كل من ضغط التبخير ودرجة حرارة التبخير بواسطة مقياس الضغط لجانب السحب.

ج - يقاس معدل سريان وسيط التبريد من جهاز قياس معدل السريان.

د - تقاس درجة الحرارة عند مخرج المبخر وكذلك عند كل من مدخل ومخرج الضاغط بواسطة ثرمومتر حساس.

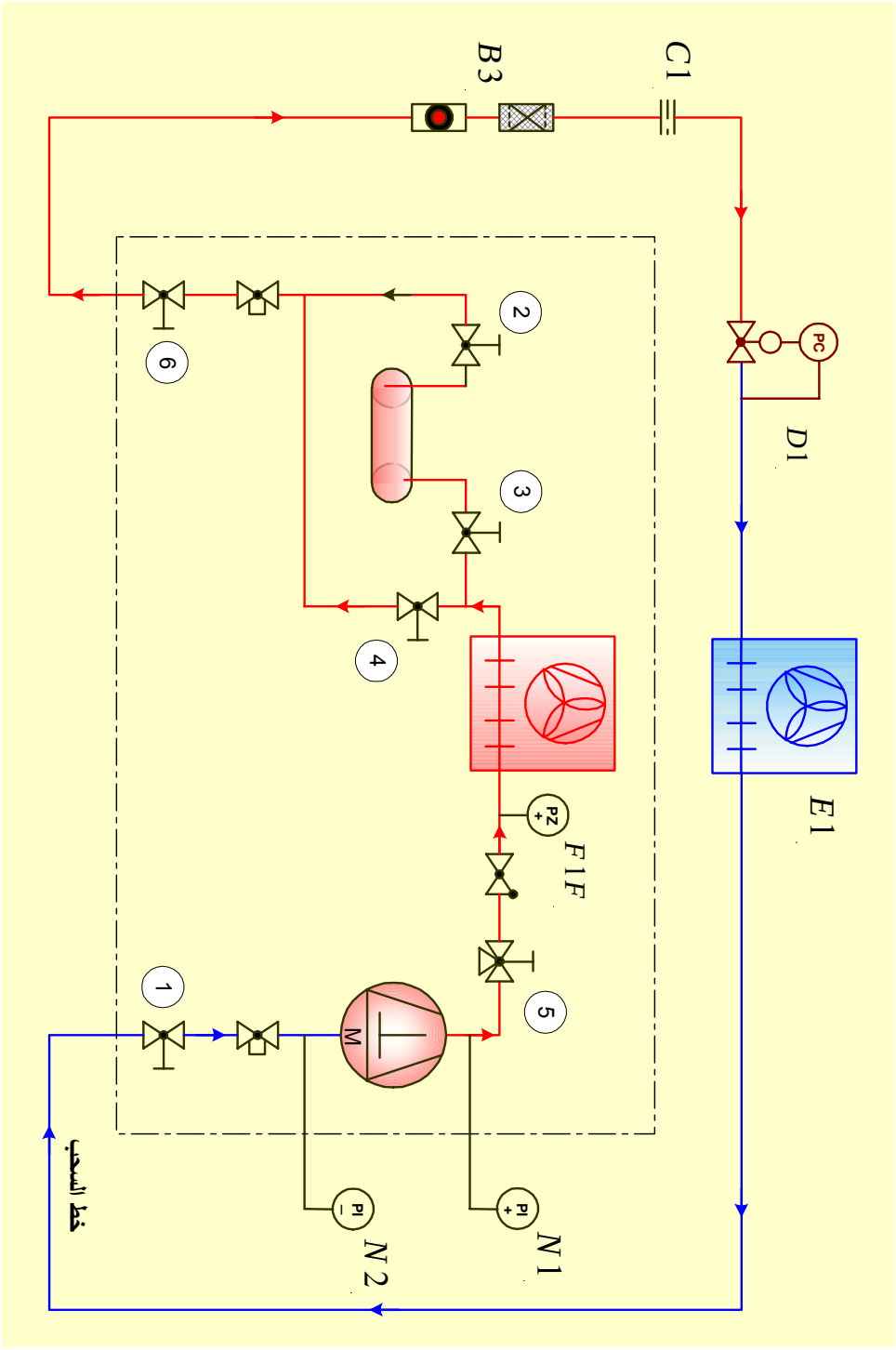
ه - تقاس درجة حرارة سائل وسيط التبريد قبل الصمام اليدوي بواسطة ثرمومتر حساس.

و - يقاس التيار الكهربائي لوحدة التبريد بمقياس التيار (الأميتر).

ز - تقاس القدرة الكهربائية لوحدة التبريد بمقياس القدرة (واط ميتر).

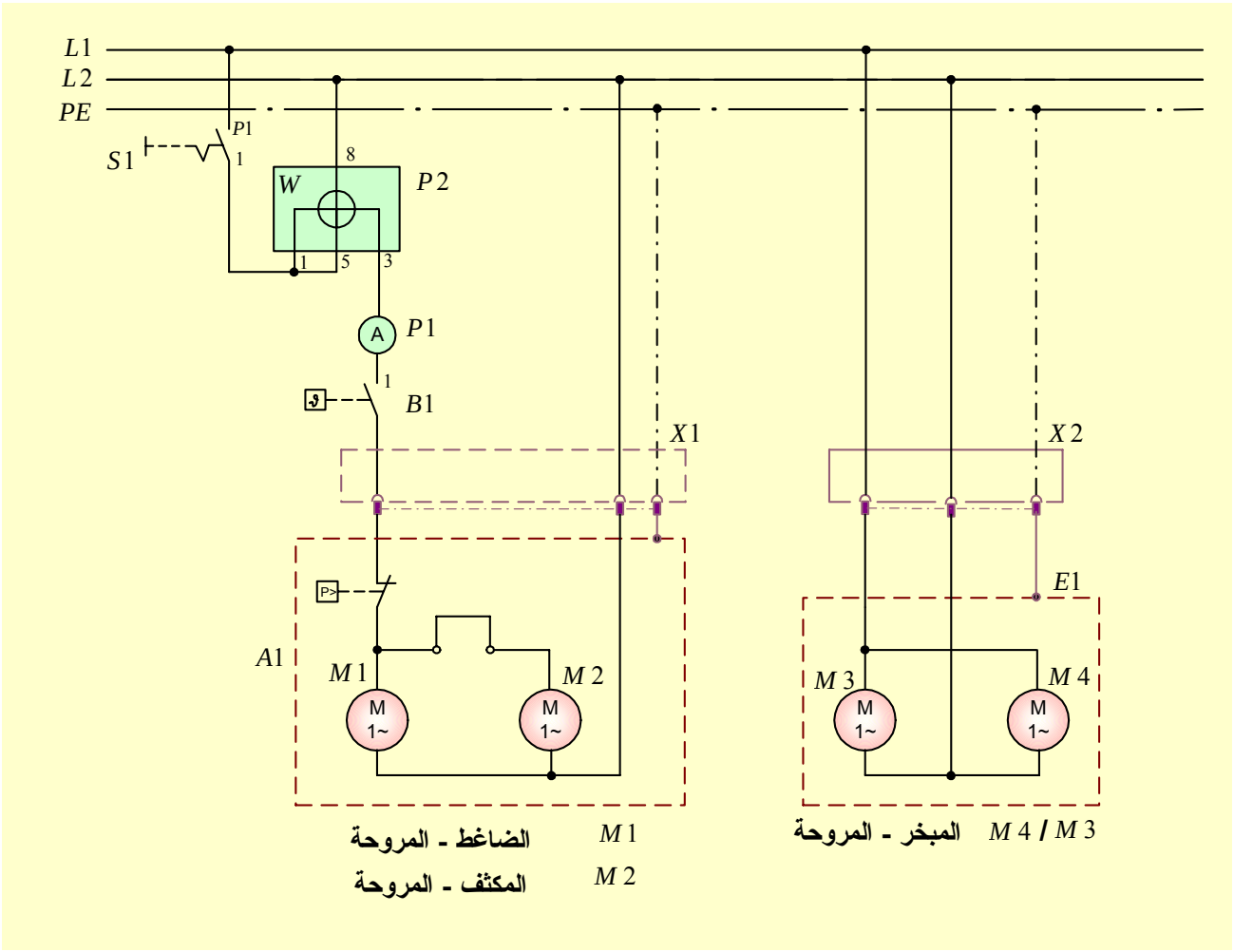
٩. أدر ضابط الصمام الأوتوماتيكي يميناً، ثم كرر أخذ القياسات.
١٠. أدر ضابط الصمام الأوتوماتيكي يساراً، ثم كرر أخذ القياسات.

ملاحظة: بعد تغيير ضبط الصمام وقبل أخذ القياسات يلزمك التأكد من استقرار النظام.



الصمام رقم (٤) مغلق

شكل (١ – ٢٠): الدائرة الميكانيكية باستخدام صمام تمدد أتوماتيكي.



شكل (١ – ٢١): الدائرة الكهربائية

درجة حرارة الهواء المحيط ($°C$): نوع وسيط التبريد : نوع صمام التمدد :

الرطوبة النسبية للهواء المحيط (%): نوع المبخر: ◇ إستاتيكي ◇ ديناميكي

القراءات	الرمز	الوحدة	(١)	بالإدارة يميناً	بالإدارة يساراً
ضغط المكثف (ضغط التكثيف)	P_{Cond}	bar			
ضغط المبخر (ضغط التبخير)	P_{Evap}	bar			
درجة حرارة التكثيف	T_{Cond}	$°C$			
درجة حرارة التبخير	T_{Evap}	$°C$			
معدل سريان وسيط التبريد	$\dot{m}_R$	kg/s			
درجة حرارة سائل وسيط التبريد (مدخل الصمام)	T_{V_i}	$°C$			
درجة الحرارة عند مخرج المبخر	T_{E_o}	$°C$			
درجة الحرارة عند مدخل الضاغط	T_{C_i}	$°C$			
درجة الحرارة عند مخرج الضاغط	T_{C_o}	$°C$			
درجة حرارة الهواء عند مدخل المبخر		$°C$			
درجة حرارة الهواء عند مخرج المبخر		$°C$			
التيار الكهربائي لوحدة التبريد		A			
القدرة الكهربائية لوحدة التبريد		W			

جدول (١ – ٣١): قيم القياس

مراقبة التجربة:

مـن ملاحظتـك للـتغير الحاصـل نتيجـة إدارة ضـابط الصـمام الأوتومـاتيكـي يمينـاً ويسـاراً اخـتر الإجابـة الصحيحة مما يلي:

	بالإدارة يميناً	بالإدارة يساراً
• معدل سريان وسيط التبريد:	◇ يزداد ◇ ينخفض	◇ يزداد ◇ ينخفض
• ضغط المكثف:	◇ يزداد ◇ ينخفض	◇ يزداد ◇ ينخفض
• ضغط المبخر:	◇ يزداد ◇ ينخفض	◇ يزداد ◇ ينخفض
• درجة حرارة التكثيف:	◇ تزداد ◇ تنخفض	◇ تزداد ◇ تنخفض
• درجة حرارة التبخير:	◇ تزداد ◇ تنخفض	◇ تزداد ◇ تنخفض
• درجة الحرارة عند مخرج المبخر:	◇ تزداد ◇ تنخفض	◇ تزداد ◇ تنخفض
• درجة الحرارة عند مخرج الضاغط:	◇ تزداد ◇ تنخفض	◇ تزداد ◇ تنخفض
• درجة حرارة الهواء عند مخرج الضاغط:	◇ تزداد ◇ تنخفض	◇ تزداد ◇ تنخفض
• درجة حرارة الهواء عند مدخل المبخر:	◇ تزداد ◇ تنخفض	◇ تزداد ◇ تنخفض
• درجة حرارة الهواء عند مخرج المبخر:	◇ تزداد ◇ تنخفض	◇ تزداد ◇ تنخفض
• استهلاك التيار الكهربائي:	◇ يزداد ◇ ينخفض	◇ يزداد ◇ ينخفض
• القدرة الكهربائية:	◇ تزداد ◇ تنخفض	◇ تزداد ◇ تنخفض

ملاحظات: .....

.....

.....

.....

.....

.....

تعليمات

بعد الانتهاء من التدريب رقم (١٠) قيم نفسك وقدراتك بواسطة إكمال هذا التقييم الذاتي لكل عنصر من العناصر المذكورة، وذلك بوضع علامة (✓) أمام مستوى الأداء الذي أتقنته، وفي حالة عدم قابلية المهمة للتطبيق ضع العلامة في الخانة الخاصة بذلك.

اسم النشاط الذي تم التدرب عليه:

إجراء قياسات على دورة التبريد الانضغاطي التي تعمل بصمام تمدد أتوماتيكي ومبخر ديناميكي

العناصـــــــر	مستوى الأداء (هل أتقنت الأداء)			
	غير قابل للتطبيق	لا	جزئياً	كلياً
١ - قياس الضغط العالي والمنخفض لدائرة التبريد				
٢ - قياس درجة حرارة التكثيف والتبخير لدائرة التبريد				
٣ - قياس درجة حرارة سائل وسيط التبريد				
٤ - قياس درجة الحرارة عند مخرج المبخر				
٥ - قياس درجة الحرارة عند مدخل الضاغط				
٦ - قياس درجة الحرارة عند مخرج الضاغط				
٧ - قياس معدل سريان وسيط التبريد				
٨ - قياس شدة التيار الكهربائي				
٩ - قياس القدرة الكهربائية				

يجب أن تصل النتيجة لجميع المفردات (البنود) المذكورة إلى درجة الإتقان الكلي أو أنها غير قابلة للتطبيق ، وفي حالة وجود مفردة في القائمة "لا" أو "جزئياً" فيجب إعادة التدرُّب على هذا النشاط مرة أخرى بمساعدة المدرب.

تقييم مستوى الأداء

اسم المتدرب: التاريخ:

رقم المتدرب: المحاولة: ١ ٢ ٣ ٤ ٥

كل بند أو مفردة يقيم بـ ١٠ نقاط.

العلامة: الحد الأدنى: ما يعادل ٨٠٪ من مجموع النقاط.

الحد الأعلى: ما يعادل ١٠٠٪ من مجموع النقاط.

بنود التقييم	النقاط
١ - قياس الضغط العالي والمنخفض لدائرة التبريد	
٢ - قياس درجة حرارة التكثيف والتبخير لدائرة التبريد	
٣ - قياس درجة حرارة سائل وسيط التبريد	
٤ - قياس درجة الحرارة عند مخرج المبخر	
٥ - قياس درجة الحرارة عند مدخل الضاغط	
٦ - قياس درجة الحرارة عند مخرج الضاغط	
٧ - قياس معدل سريان وسيط التبريد	
٨ - قياس شدة التيار الكهربائي	
٩ - قياس القدرة الكهربائية	

هذه المفردات يجب أن تكمل بدقة ١٠٠٪.

ملاحظات:.....

.....

توقيع المدرب: .....

التدريب العملي رقم (١١)

الجدارة:

تمثيل دورة التبريد الانضغاطي - التي تعمل بصمام تمدد أوتوماتيكي ومبخر ديناميكي - على خريطة وسيط التبريد (p-h)، واستخدامها لحساب معامل الأداء للدورة (COP).

المواد والتجهيزات والأدوات المطلوبة:

ملابس العمل، قلم، مسطرة، آلة حاسبة، جدول القراءات للتدريب (١٠)، خريطة وسيط التبريد (p-h).

المطلوب:

تمثيل دورة التبريد الانضغاطي على خريطة وسيط التبريد، وحساب التأثير التبريدي وطاقة الانضغاط للدورة ومن ثم حساب معامل الأداء للدورة.

الخطوات:

١. من التدريب (١٠) املأ الجدول التالي:

درجة حرارة الهواء المحيط ($°C$): نوع وسيط التبريد: نوع صمام التمدد :

الرطوبة النسبية للهواء المحيط (%): نوع المبخر: ◇ إستاتيكي ◇ ديناميكي

القراءات	الرمز	الوحدة	(١)	بالإدارة يميناً	بالإدارة يساراً
ضغط المكثف (ضغط التكثيف)	P_{Cond}	bar			
ضغط المبخر (ضغط التبخير)	P_{Evap}	bar			
درجة حرارة سائل وسيط التبريد (مدخل الصمام)	T_{V_i}	$°C$			
درجة الحرارة عند مخرج المبخر	T_{E_o}	$°C$			
درجة الحرارة عند مدخل الضاغط	T_{C_i}	$°C$			
درجة الحرارة عند مخرج الضاغط	T_{C_o}	$°C$			

جدول (١ – ٣٢): قيم القياس اللازمة لرسم دائرة التبريد على خريطة الـ p-h.

٢. ارسم دائرة التبريد على خريطة الـ P-h لوسيط التبريد معتمداً على القراءات في الجدول السابق.

٣. من خريطة الـ P-h، حدد قيم العناصر التالية:

العنصر	الرمز	الوحدة	القيمة		
			(١)	بالإدارة يميناً	بالإدارة يساراً
طاقة الإنثالبي عند مدخل المبخر	h_{E_i}	kJ/kg			
طاقة الإنثالبي عند مخرج المبخر	h_{E_o}	kJ/kg			
طاقة الإنثالبي عند مدخل الضاغط	h_{C_i}	kJ/kg			
طاقة الإنثالبي عند مخرج الضاغط	h_{C_o}	kJ/kg			

جدول (١ – ٣٣): قيم طاقة الإنثالبي لدائرة التبريد

٤. قم بإجراء الحسابات المطلوبة لإيجاد التأثير التبريدي، طاقة الانضغاط ومعامل أداء الدورة، ودون النتائج النهائية في الجدول:

الحسابات: .....

.....

.....

.....

المطلوب	الرمز	الوحدة	القانون	القيمة		
				(١)	بالإدارة يميناً	بالإدارة يساراً
التأثير التبريدي	RE	kJ/kg	$RE = h_{E_o} - h_{E_i}$			
طاقة الإنضغاط	w_C	kJ/kg	$w_C = h_{C_o} - h_{C_i}$			
معامل أداء الدورة	COP		$COP = \frac{RE}{w_C}$			

جدول (١ – ٣٤): جدول النتائج

ملاحظات: .....

.....

.....

.....

التدريب العملي رقم (١٢)

الجدارة:

حساب قيمتي التحميص والتبريد الدوني لدورة التبريد الانضغاطي - التي تعمل بصمام تمدد أتوماتيكي ومبخر ديناميكي - وإيجاد كفاءة الإنضغاط.

المواد والتجهيزات والأدوات المطلوبة:

ملابس العمل، قلم، مسطرة، آلة حاسبة، جدول القراءات وَ خريطة الـ P-h للتدريب (١٠) وَ (١١).

المطلوب:

حساب قيمتي التحميص والتبريد الدوني لدورة التبريد الانضغاطي التي تعمل بصمام تمدد يدوي، وإيجاد كفاءة الإنضغاط.

الخطوات:

١. من قراءات التدريب (١٠) للخانة (١) املأ الجدول التالي:

درجة حرارة الهواء المحيط ($C°$): نوع وسيط التبريد : نوع صمام التمدد :

الرطوبة النسبية للهواء المحيط (%): نوع المبخر: ◇ إستاتيكي ◇ ديناميكي

القراءات	الرمز	الوحدة	(١)
درجة حرارة التكثيف	T_{Cond}	$°C$	
درجة حرارة التبخير	T_{Evap}	$°C$	
درجة الحرارة عند مدخل الضاغط	T_{C_i}	$°C$	
درجة الحرارة عند مخرج الضاغط	T_{C_o}	$°C$	
درجة حرارة سائل وسيط التبريد (مدخل الصمام)	T_{V_i}	$°C$	

جدول (١ – ٣٥): قيم القياس

٢. من خريطة الـ P-h، حدد النقطة (S)، ثم دون قيمة (T_s) في الجدول:

القراءة	الرمز	الوحدة	القيمة
درجة الحرارة الأيزنتروبية عند مخرج الضاغط	T_s	$°C$	

جدول (١ – ٣٦): درجة الحرارة الأيزنتروبية

٣. من القيم في الجداول السابقة؛ أوجد قيمتي التحميص والتبريد الدوني، ثم أوجد كفاءة الإنضغاط، ودونها في الجدول:

الحسابات: .....

.....

.....

.....

المطلوب	الرمز	الوحدة	القانون	القيمة
درجة التحميص	-	$°C$	$T_{C_i} - T_{Evap}$	
درجة التبريد الدوني	-	$°C$	$T_{Cond} - T_{V_i}$	
كفاءة الإنضغاط	η_s	-	$\eta_s = \frac{T_s - T_{C_i}}{T_{C_o} - T_{C_i}}$	

جدول (١ – ٣٧): جدول النتائج

ملاحظات: .....

.....

.....

.....

.....

.....

تعليمات

بعد الانتهاء من التدريب رقم (١١) و (١٢) قيم نفسك وقدراتك بواسطة إكمال هذا التقييم الذاتي لكل عنصر من العناصر المذكورة، وذلك بوضع علامة (✓) أمام مستوى الأداء الذي أتقنته، وفي حالة عدم قابلية المهمة للتطبيق ضع العلامة في الخانة الخاصة بذلك.

اسم النشاط الذي تم التدرب عليه:

إجراء حسابات على دورة التبريد الانضغاطي التي تعمل بصمام تمدد أتوماتيكي ومبخر ديناميكي

العناصـــــر	مستوى الأداء (هل أتقنت الأداء)			
	غير قابل للتطبيق	لا	جزئياً	كلياً
١ - تمثيل دائرة التبريد على خريطة الـ(p-h).				
٢ - حساب معامل أداء الدورة (*COP*).				
٣ - حساب قيمة التحميص للدورة.				
٤ - حساب قيمة التبريد الدوني للدورة.				
٥ - حساب قيمة كفاءة الانضغاط (الكفاءة الإيزونتروبية).				

يجب أن تصل النتيجة لجميع المفردات (البنود) المذكورة إلى درجة الإتقان الكلي أو أنها غير قابلة للتطبيق ، وفي حالة وجود مفردة في القائمة "لا" أو "جزئياً" فيجب إعادة التدرُّب على هذا النشاط مرة أخرى بمساعدة المدرب.

تقييم مستوى الأداء

اسم المتدرب: التاريخ:

رقم المتدرب: المحاولة: ١ ٢ ٣ ٤ ٥

كل بند أو مفردة يقيم بـ ١٠ نقاط.

العلامة: الحد الأدنى: ما يعادل ٨٠٪ من مجموع النقاط.

الحد الأعلى: ما يعادل ١٠٠٪ من مجموع النقاط.

بنود التقييم	النقاط
١ - تمثيل دائرة التبريد على خريطة الـ(p-h). ٢ - حساب معامل أداء الدورة (*COP*). ٣ - حساب قيمة التحميص للدورة. ٤ - حساب قيمة التبريد الدوني للدورة. ٥ - حساب قيمة كفاءة الانضغاط (الكفاءة الإيزونتروبية).	
هذه المفردات يجب أن تكمل بدقة ١٠٠٪.	

ملاحظات:.....

.....

توقيع المدرب: .....

التدريب العملي رقم (١٣)

الجدارة:

إجراء قياسات على دورة التبريد الانضغاطي التي تعمل بصمام تمدد حراري بمعادلة داخلية، ومبخر ديناميكي.

المواد والتجهيزات والأدوات المطلوبة:

جهاز قياس درجة الحرارة (ثرمومتر)، وحدة التبريد الانضغاطي التدريبية وتشمل:

م	الكمية	الوصف	الرمز على رسومات الدائرة الميكانيكية والكهربائية
١	١	وحدة تكثيف كاملة بضاغط ومكثف وخزان للسائل	$A1$
٢	١	مفتاح ضغط عال	$F1F$
٣	١	زجاجة بيان بمبين للرطوبة ومجفف للمرشح	$B3$
٤	١	مقياس سريان السوائل	$C1$
٥	١	صمام تمدد حراري بمعادلة داخلية	$D1$
٦	١	مبخر ديناميكي	$E1$
٧	٢	مقياس ضغط (مانومتر)	$N1, N2$
٨	١	حساس لدرجة حرارة الغرفة (ثرموستات) منظم كهربائي ($+25/-5°C$)	$B1$
٩	١	مفتاح فصل	$S1$
١٠	١	موزع	
١١	٢	مقبس بملامسات حماية (بريزة أو فيش)	$X1, X2$
١٢	١	جهاز قياس شدة التيار (أميتر)	$P1$
١٣	١	جهاز قياس القدرة (واط ميتر)	$P2$
١٤	١	لي (خرطوم) توصيل مقاوم لتأثير وسيط التبريد قطر $40mm$ ($\frac{8}{5}in$) ، طول $915mm$	
١٥	٤	لي (خرطوم) توصيل مقاوم لتأثير وسيط التبريد قطر $72mm$ ($\frac{17}{6}in$) ، طول $915mm$	

جدول (١ – ٣٨): التجهيزات المطلوبة لوحدة التبريد

المطلوب:

إجراء قياسات على دورة التبريد الانضغاطي ومراقبة التغير عند ظروف تشغيل مختلفة نتيجة التغيير التدرجي لضبط صمام التمدد الحراري بمعادلة داخلية.

الخطوات:

١. قم بتكوين الدائرة الميكانيكية حسب الرسم المرفق.
٢. قم بتكوين الدائرة الكهربائية حسب الرسم المرفق.
٣. تأكد من صحة توصيلات الدائرة الميكانيكية والدائرة الكهربائية.
٤. اختبر كشف التسريب للدائرة متبعاً الخطوات المذكورة في مقدمة هذه الوحدة.
٥. اشحن الدائرة بوسيط التبريد متبعاً الخطوات المذكورة في مقدمة هذه الوحدة.
٦. ابدأ تشغيل وحدة التبريد.
٧. قبل أخذ القياسات يلزمك التأكد من استقرار النظام وذلك بملاحظة عدم وجود فقاعات خلال زجاجة البيان، وكذلك ملاحظة ثبوت الضغط – لجانب الضغط المنخفض – نسبياً.
٨. قم بأخذ القياسات المطلوبة ودونها في جدول القياسات المرفق، ولاحظ الآتي:

أ - يقاس كل من ضغط التكثيف ودرجة حرارة التكثيف بواسطة مقياس الضغط لجانب الطرد.

ملاحظة: لابد من إضافة $1bar$ لقيمة قراءة المانومتر، وهي عبارة عن قيمة تقريبية للضغط الجوي.

ب - يقاس كل من ضغط التبخير ودرجة حرارة التبخير بواسطة مقياس الضغط لجانب السحب.

ج - يقاس معدل سريان وسيط التبريد من جهاز قياس معدل السريان.

د - تقاس درجة الحرارة عند مخرج المبخر وكذلك عند كل من مدخل ومخرج الضاغط بواسطة ثرمومتر حساس.

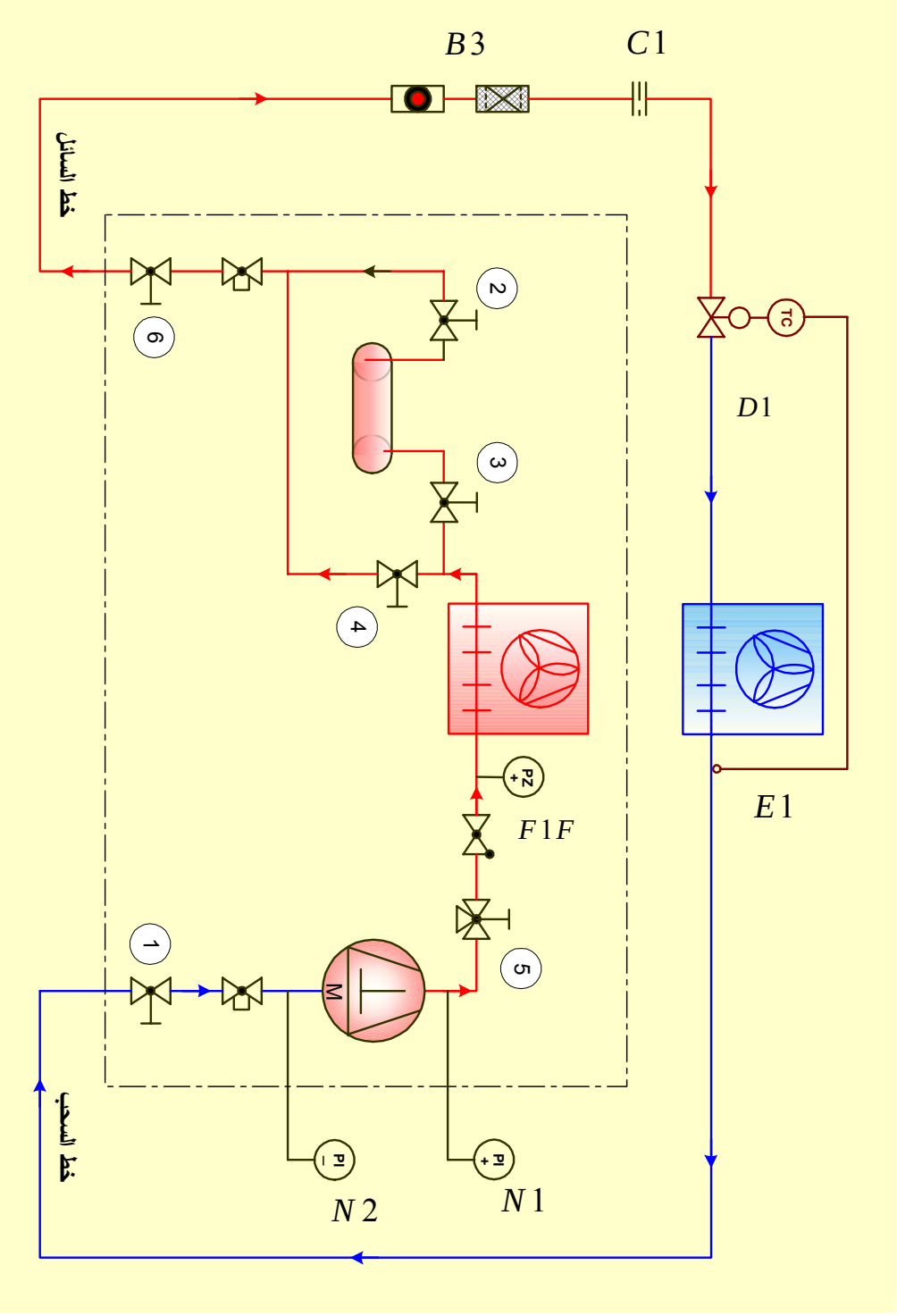
ه - تقاس درجة حرارة سائل وسيط التبريد قبل الصمام اليدوي بواسطة ثرمومتر حساس.

و - يقاس التيار الكهربائي لوحدة التبريد بمقياس التيار (الأميتر).

ز - تقاس القدرة الكهربائية لوحدة التبريد بمقياس القدرة (واط ميتر).

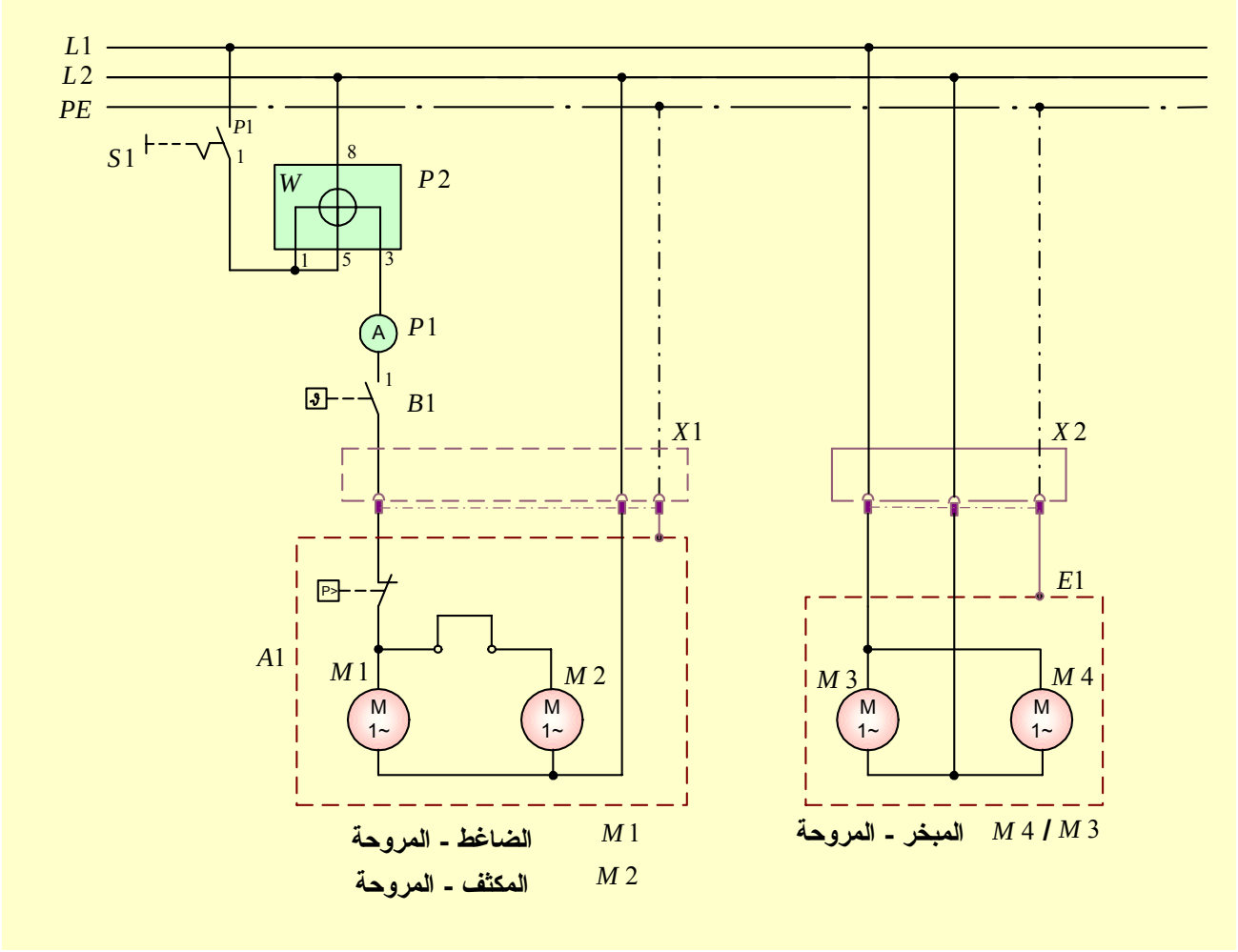
٩. أدر ضابط صمام التمدد الحراري يميناً، ثم كرر أخذ القياسات.
١٠. أدر ضابط صمام التمدد الحراري يساراً، ثم كرر أخذ القياسات.

ملاحظة: بعد تغيير ضبط الصمام وقبل أخذ القياسات يلزمك التأكد من استقرار النظام.



الصمام رقم (٤) مغلق

شكل (١ – ٢٢): الدائرة الميكانيكية باستخدام صمام تمدد حراري معادلة داخلية



شكل (١ – ٢٣): الدائرة الكهربائية

درجة حرارة الهواء المحيط (°C): نوع وسيط التبريد : نوع صمام التمدد :

الرطوبة النسبية للهواء المحيط (%): نوع المبخر: ◇ إستاتيكي ◇ ديناميكي

القراءات	الرمز	الوحدة	(١)	بالإدارة يميناً	بالإدارة يساراً
ضغط المكثف (ضغط التكثيف)	P_{Cond}	bar			
ضغط المبخر (ضغط التبخير)	P_{Evap}	bar			
درجة حرارة التكثيف	T_{Cond}	$°C$			
درجة حرارة التبخير	T_{Evap}	$°C$			
معدل سريان وسيط التبريد	$\dot{m}_R$	kg/s			
درجة حرارة سائل وسيط التبريد (مدخل الصمام)	T_{V_i}	$°C$			
درجة الحرارة عند مخرج المبخر	T_{E_o}	$°C$			
درجة الحرارة عند مدخل الضاغط	T_{C_i}	$°C$			
درجة الحرارة عند مخرج الضاغط	T_{C_o}	$°C$			
درجة حرارة الهواء عند مدخل المبخر		$°C$			
درجة حرارة الهواء عند مخرج المبخر		$°C$			
التيار الكهربائي لوحدة التبريد		A			
القدرة الكهربائية لوحدة التبريد		W			

جدول (١ – ٣٩): قيم القياس

مراقبة التجربة:

مـن ملاحظتـك للـتغير الحاصـل نتيجـة إدارة ضـابط صـمام التمـدد الحـراري يمينـاً ويسـاراً اخـتر الإجابـة الصحيحة مما يلي:

	بالإدارة يميناً	بالإدارة يساراً
• معدل سريان وسيط التبريد:	◇ يزداد ◇ ينخفض	◇ يزداد ◇ ينخفض
• ضغط المكثف:	◇ يزداد ◇ ينخفض	◇ يزداد ◇ ينخفض
• ضغط المبخر:	◇ يزداد ◇ ينخفض	◇ يزداد ◇ ينخفض
• درجة حرارة التكثيف:	◇ تزداد ◇ تنخفض	◇ تزداد ◇ تنخفض
• درجة حرارة التبخير:	◇ تزداد ◇ تنخفض	◇ تزداد ◇ تنخفض
• درجة الحرارة عند مخرج المبخر:	◇ تزداد ◇ تنخفض	◇ تزداد ◇ تنخفض
• درجة الحرارة عند مخرج الضاغط:	◇ تزداد ◇ تنخفض	◇ تزداد ◇ تنخفض
• درجة الحرارة عند مخرج الضاغط:	◇ تزداد ◇ تنخفض	◇ تزداد ◇ تنخفض
• درجة حرارة الهواء عند مدخل المبخر:	◇ تزداد ◇ تنخفض	◇ تزداد ◇ تنخفض
• درجة حرارة الهواء عند مخرج المبخر:	◇ تزداد ◇ تنخفض	◇ تزداد ◇ تنخفض
• استهلاك التيار الكهربائي:	◇ يزداد ◇ ينخفض	◇ يزداد ◇ ينخفض
• القدرة الكهربائية:	◇ تزداد ◇ تنخفض	◇ تزداد ◇ تنخفض

ملاحظات: .....

.....

.....

.....

.....

.....

تعليمات

بعد الانتهاء من التدريب رقم (١٣) قيم نفسك وقدراتك بواسطة إكمال هذا التقييم الذاتي لكل عنصر من العناصر المذكورة، وذلك بوضع علامة (✓) أمام مستوى الأداء الذي أتقنته، وفي حالة عدم قابلية المهمة للتطبيق ضع العلامة في الخانة الخاصة بذلك.

اسم النشاط الذي تم التدرب عليه:

إجراء قياسات على دورة التبريد الانضغاطي التي تعمل بصمام تمدد حراري ومبخر ديناميكي

العناصـــــــر	مستوى الأداء (هل أتقنت الأداء)			
	غير قابل للتطبيق	لا	جزئياً	كلياً
١ - قياس الضغط العالي والمنخفض لدائرة التبريد				
٢ - قياس درجة حرارة التكثيف والتبخير لدائرة التبريد				
٣ - قياس درجة حرارة سائل وسيط التبريد				
٤ - قياس درجة الحرارة عند مخرج المبخر				
٥ - قياس درجة الحرارة عند مدخل الضاغط				
٦ - قياس درجة الحرارة عند مخرج الضاغط				
٧ - قياس معدل سريان وسيط التبريد				
٨ - قياس شدة التيار الكهربائي				
٩ - قياس القدرة الكهربائية				

يجب أن تصل النتيجة لجميع المفردات (البنود) المذكورة إلى درجة الإتقان الكلي أو أنها غير قابلة للتطبيق ، وفي حالة وجود مفردة في القائمة "لا" أو "جزئياً" فيجب إعادة التدرُّب على هذا النشاط مرة أخرى بمساعدة المدرب.

تقييم مستوى الأداء

اسم المتدرب: التاريخ:

رقم المتدرب: المحاولة: ١ ٢ ٣ ٤ ٥

كل بند أو مفردة يقيم بـ ١٠ نقاط.

العلامة: الحد الأدنى: ما يعادل ٨٠٪ من مجموع النقاط.

الحد الأعلى: ما يعادل ١٠٠٪ من مجموع النقاط.

بنود التقييم	النقاط
١ - قياس الضغط العالي والمنخفض لدائرة التبريد	
٢ - قياس درجة حرارة التكثيف والتبخير لدائرة التبريد	
٣ - قياس درجة حرارة سائل وسيط التبريد	
٤ - قياس درجة الحرارة عند مخرج المبخر	
٥ - قياس درجة الحرارة عند مدخل الضاغط	
٦ - قياس درجة الحرارة عند مخرج الضاغط	
٧ - قياس معدل سريان وسيط التبريد	
٨ - قياس شدة التيار الكهربائي	
٩ - قياس القدرة الكهربائية	

هذه المفردات يجب أن تكمل بدقة ١٠٠٪.

ملاحظات:.....

.....

توقيع المدرب: .....

التدريب العملي رقم (١٤)

الجدارة:

تمثيل دورة التبريد الانضغاطي - التي تعمل بصمام تمدد حراري بمعادلة داخلية ومبخر ديناميكي - على خريطة وسيط التبريد (p-h)، واستخدامها لحساب معامل الأداء للدورة (COP).

المواد والتجهيزات والأدوات المطلوبة:

ملابس العمل، قلم، مسطرة، آلة حاسبة، جدول القراءات للتدريب (١٣)، خريطة وسيط التبريد (p-h).

المطلوب:

تمثيل دورة التبريد الانضغاطي على خريطة وسيط التبريد (P-h)، وحساب التأثير التبريدي وطاقة الانضغاط للدورة ومن ثم حساب معامل الأداء للدورة (COP).

الخطوات:

١. من التدريب (١٣) املأ الجدول التالي:

درجة حرارة الهواء المحيط ($°C$): نوع وسيط التبريد: نوع صمام التمدد :

الرطوبة النسبية للهواء المحيط (%): نوع المبخر: ◇ إستاتيكي ◇ ديناميكي

القراءات	الرمز	الوحدة	(١)	بالإدارة يميناً	بالإدارة يساراً
ضغط المكثف (ضغط التكثيف)	P_{Cond}	bar			
ضغط المبخر (ضغط التبخير)	P_{Evap}	bar			
درجة حرارة سائل وسيط التبريد (مدخل الصمام)	T_{V_i}	$°C$			
درجة الحرارة عند مخرج المبخر	T_{E_o}	$°C$			
درجة الحرارة عند مدخل الضاغط	T_{C_i}	$°C$			
درجة الحرارة عند مخرج الضاغط	T_{C_o}	$°C$			

جدول (١ – ٤٠): قيم القياس اللازمة لرسم دائرة التبريد على خريطة الـ p-h.

٢. ارسم دائرة التبريد على خريطة الـ p-h لوسيط التبريد معتمداً على القراءات في الجدول السابق.

٣. من خريطة الـ p-h، حدد قيم العناصر التالية:

العنصر	الرمز	الوحدة	القيمة		
			(١)	بالإدارة يميناً	بالإدارة يساراً
طاقة الإنثالبي عند مدخل المبخر	h_{E_i}	kJ/kg			
طاقة الإنثالبي عند مخرج المبخر	h_{E_o}	kJ/kg			
طاقة الإنثالبي عند مدخل الضاغط	h_{C_i}	kJ/kg			
طاقة الإنثالبي عند مخرج الضاغط	h_{C_o}	kJ/kg			

جدول (١ – ٤١): قيم طاقة الإنثالبي لدائرة التبريد

٤. قم بإجراء الحسابات المطلوبة لإيجاد التأثير التبريدي، طاقة الانضغاط ومعامل أداء الدورة، ودون النتائج النهائية في الجدول:

الحسابات: .....

.....

.....

.....

المطلوب	الرمز	الوحدة	القانون	القيمة		
				(١)	بالإدارة يميناً	بالإدارة يساراً
التأثير التبريدي	RE	kJ/kg	$RE = h_{E_o} - h_{E_i}$			
طاقة الإنضغاط	w_C	kJ/kg	$w_C = h_{C_o} - h_{C_i}$			
معامل أداء الدورة	COP		$COP = \frac{RE}{w_C}$			

جدول (١ – ٤٢): جدول النتائج

ملاحظات: .....

.....

.....

.....

التدريب العملي رقم (١٥)

الجدارة:

حساب قيمتي التحميص والتبريد الدوني لدورة التبريد الانضغاطي - التي تعمل بصمام تمدد حراري بمعادلة داخلية ومبخر ديناميكي - وإيجاد كفاءة الإنضغاط.

المواد والتجهيزات والأدوات المطلوبة:

ملابس العمل، قلم، مسطرة، آلة حاسبة، جدول القراءات وَ خريطة الـ P-h للتدريب (١٣) وَ (١٤).

المطلوب:

حساب قيمتي التحميص والتبريد الدوني لدورة التبريد الانضغاطي التي تعمل بصمام تمدد يدوي، وإيجاد كفاءة الإنضغاط.

الخطوات:

١. من قراءات التدريب (١٣) للخانة (١) املأ الجدول التالي:

درجة حرارة الهواء المحيط ($°C$): نوع وسيط التبريد: نوع صمام التمدد :

الرطوبة النسبية للهواء المحيط (%): نوع المبخر: ◇ إستاتيكي ◇ ديناميكي

القراءات	الرمز	الوحدة	(١)
درجة حرارة التكثيف	T_{Cond}	$°C$	
درجة حرارة التبخير	T_{Evap}	$°C$	
درجة الحرارة عند مدخل الضاغط	T_{C_i}	$°C$	
درجة الحرارة عند مخرج الضاغط	T_{C_o}	$°C$	
درجة حرارة سائل وسيط التبريد (مدخل الصمام)	T_{V_i}	$°C$	

جدول (١ – ٤٣): قيم القياس

٢. من خريطة الـ p-h، حدد النقطة (S)، ثم دون قيمة (T_s) في الجدول:

القراءة	الرمز	الوحدة	القيمة
درجة الحرارة الأيزنتروبية عند مخرج الضاغط	T_s	$°C$	

جدول (١ – ٤٤): درجة الحرارة الأيزنتروبية

٣. من القيم في الجداول السابقة؛ أوجد قيمتي التحميص والتبريد الدوني، ثم أوجد كفاءة الإنضغاط، ودونها في الجدول:

الحسابات: .....

.....

.....

.....

المطلوب	الرمز	الوحدة	القانون	القيمة
درجة التحميص	-	$°C$	$T_{C_i} - T_{Evap}$	
درجة التبريد الدوني	-	$°C$	$T_{Cond} - T_{V_i}$	
كفاءة الإنضغاط	η_s	-	$\eta_s = \frac{T_s - T_{C_i}}{T_{C_o} - T_{C_i}}$	

جدول (١ – ٤٥): جدول النتائج

ملاحظات: .....

.....

.....

.....

.....

.....

تعليمات

بعد الانتهاء من التدريب رقم (١٤) و (١٥) قيم نفسك وقدراتك بواسطة إكمال هذا التقييم الذاتي لكل عنصر من العناصر المذكورة، وذلك بوضع علامة (✓) أمام مستوى الأداء الذي أتقنته، وفي حالة عدم قابلية المهمة للتطبيق ضع العلامة في الخانة الخاصة بذلك.

اسم النشاط الذي تم التدرب عليه:

إجراء حسابات على دورة التبريد الانضغاطي التي تعمل بصمام تمدد حراري ومبخر ديناميكي

العناصـــــر	مستوى الأداء (هل أتقنت الأداء)			
	غير قابل للتطبيق	لا	جزئياً	كلياً
١ - تمثيل دائرة التبريد على خريطة الـ(p-h).				
٢ - حساب معامل أداء الدورة (*COP*).				
٣ - حساب قيمة التحميص للدورة.				
٤ - حساب قيمة التبريد الدوني للدورة.				
٥ - حساب قيمة كفاءة الانضغاط (الكفاءة الإيزونتروبية).				

يجب أن تصل النتيجة لجميع المفردات (البنود) المذكورة إلى درجة الإتقان الكلي أو أنها غير قابلة للتطبيق ، وفي حالة وجود مفردة في القائمة "لا" أو "جزئياً" فيجب إعادة التدرُّب على هذا النشاط مرة أخرى بمساعدة المدرب.

تقييم مستوى الأداء

اسم المتدرب: التاريخ:

رقم المتدرب: المحاولة: ١ ٢ ٣ ٤ ٥

كل بند أو مفردة يقيم بـ ١٠ نقاط.

العلامة: الحد الأدنى: ما يعادل ٨٠٪ من مجموع النقاط.

الحد الأعلى: ما يعادل ١٠٠٪ من مجموع النقاط.

بنود التقييم	النقاط
١ - تمثيل دائرة التبريد على خريطة الـ(p-h). ٢ - حساب معامل أداء الدورة (*COP*). ٣ - حساب قيمة التحميص للدورة. ٤ - حساب قيمة التبريد الدوني للدورة. ٥ - حساب قيمة كفاءة الانضغاط (الكفاءة الإيزونتروبية).	
هذه المفردات يجب أن تكمل بدقة ١٠٠٪.	

ملاحظات:.....

.....

توقيع المدرب: .....

التدريب العملي رقم (١٦)

الجدارة:

إجراء قياسات على دورة التبريد الانضغاطي التي تعمل بصمام تمدد يدوي ومبخر ديناميكي، وتمثيل معامل أداء دورة التبريد(COP) مع درجة حرارة التبخير عند معدلات سريان مختلفة لوسيط التبريد.

المواد والتجهيزات والأدوات المطلوبة:

ملابس العمل، قلم، مسطرة، آلة حاسبة، خريطة وسيط التبريد (p-h)، جهاز قياس درجة الحرارة (ثرمومتر)، وحدة التبريد الانضغاطي التدريبية وتشمل:

م	الكمية	الوصف	الرمز على رسومات الدائرة الميكانيكية والكهربائية
١	١	وحدة تكثيف كاملة بضاغط ومكثف وخزان للسائل	$A1$
٢	١	مفتاح ضغط عال	$F1F$
٣	١	زجاجة بيان بمبين للرطوبة ومجفف للمرشح	$B3$
٤	١	مقياس سريان السوائل	$C1$
٥	١	صمام تمدد يدوي	$D1$
٦	١	مبخر ديناميكي	$E1$
٧	٢	مقياس ضغط (مانومتر)	$N1, N2$
٨	١	حساس لدرجة حرارة الغرفة (ثرموستات) منظم كهربائي ($+25/-5°C$)	$B1$
٩	١	مفتاح فصل	$S1$
١٠	١	موزع	
١١	٢	مقبس بملامسات حماية (بريزة أو فيش)	$X1, X2$
١٢	١	جهاز قياس شدة التيار (أميتر)	$P1$
١٣	١	جهاز قياس القدرة (واط ميتر)	$P2$
١٤	١	لي (خرطوم) توصيل مقاوم لتأثير وسيط التبريد قطر $40mm$ ($8/5 in$) ، طول $915mm$	
١٥	٤	لي (خرطوم) توصيل مقاوم لتأثير وسيط التبريد قطر $72mm$ ($17/6 in$) ، طول $915mm$	

جدول (١ – ٤٦): التجهيزات المطلوبة لوحدة التبريد

المطلوب:

إجراء قياسات على دورة التبريد الانضغاطي ، وتمثيل معامل أداء دورة التبريد(*COP*) مع درجة حرارة التبخير عند معدلات سريان مختلفة لوسيط التبريد.

الخطوات:

١. قم بتكوين الدائرة الميكانيكية حسب الرسم المرفق.
٢. قم بتكوين الدائرة الكهربائية حسب الرسم المرفق.
٣. تأكد من صحة توصيلات الدائرة الميكانيكية والدائرة الكهربائية.
٤. اختبر كشف التسريب للدائرة متبعاً الخطوات المذكورة في مقدمة هذه الوحدة.
٥. اشحن الدائرة بوسيط التبريد متبعاً الخطوات المذكورة في مقدمة هذه الوحدة.
٦. ابدأ تشغيل وحدة التبريد.
٧. قبل أخذ القياسات يلزمك التأكد من استقرار النظام وذلك بملاحظة عدم وجود فقاعات خلال زجاجة البيان، وكذلك ملاحظة ثبوت الضغط – لجانب الضغط المنخفض – نسبياً.
٨. قم بأخذ القياسات المطلوبة ودونها في جدول القياسات المرفق، ولاحظ الآتي:

أ - يقاس كل من ضغط التكثيف ودرجة حرارة التكثيف بواسطة مقياس الضغط (المانومتر) لجانب الطرد.

ملاحظة: لابد من إضافة $1bar$ لقيمة قراءة المانومتر، وهي عبارة عن قيمة تقريبية للضغط الجوي.

ب - يقاس كل من ضغط التبخير ودرجة حرارة التبخير بواسطة مقياس الضغط لجانب السحب.

ج - يقاس معدل سريان وسيط التبريد من جهاز قياس معدل السريان.

د - تقاس درجة الحرارة عند مخرج المبخر وكذلك عند كل من مدخل ومخرج الضاغط بواسطة ثرمومتر حساس.

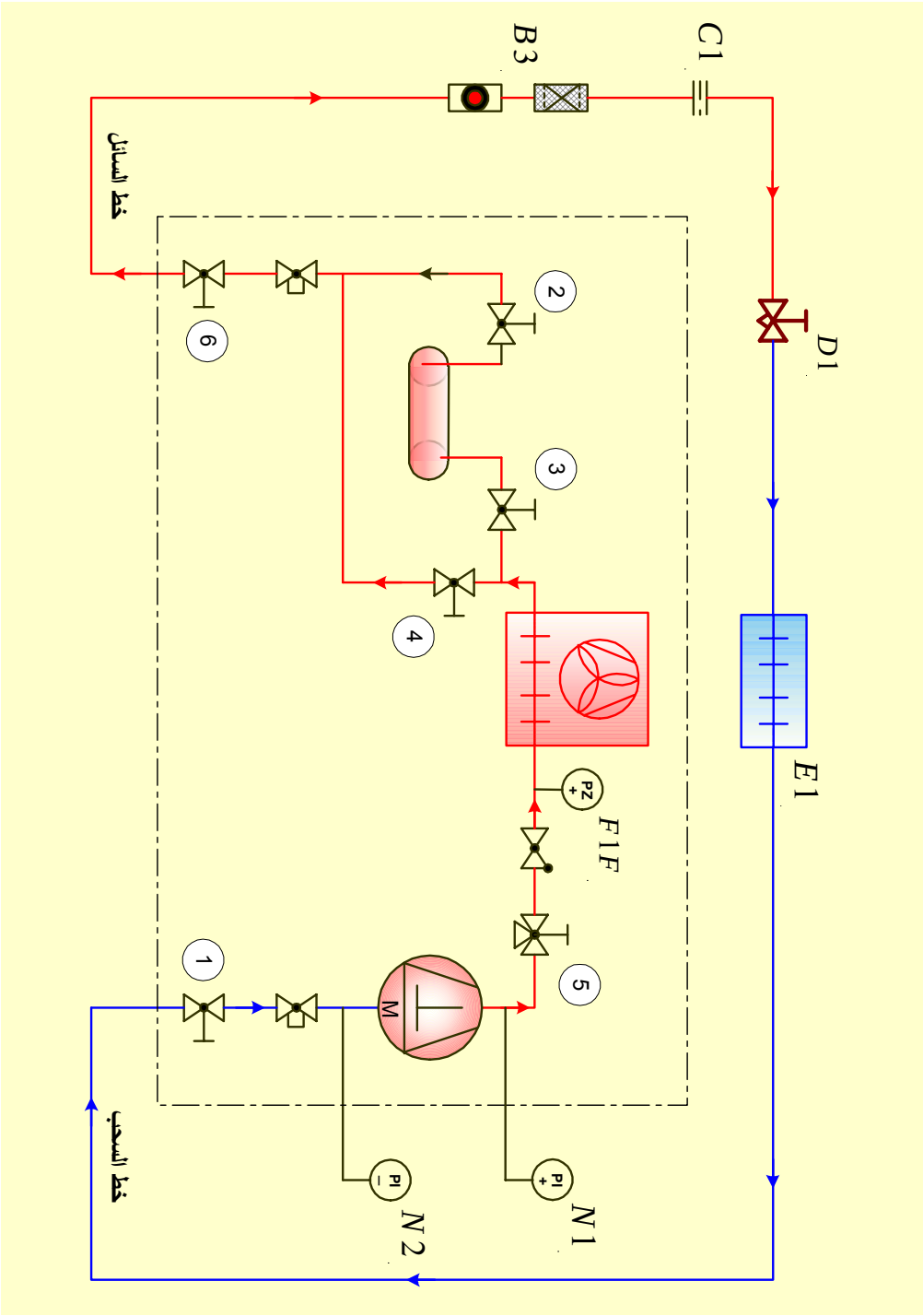
ه - تقاس درجة حرارة سائل وسيط التبريد قبل الصمام اليدوي بواسطة ثرمومتر حساس.

و - يقاس التيار الكهربائي لوحدة التبريد بمقياس التيار (الأميتر).

ز - تقاس القدرة الكهربائية لوحدة التبريد بمقياس القدرة (واط ميتر).

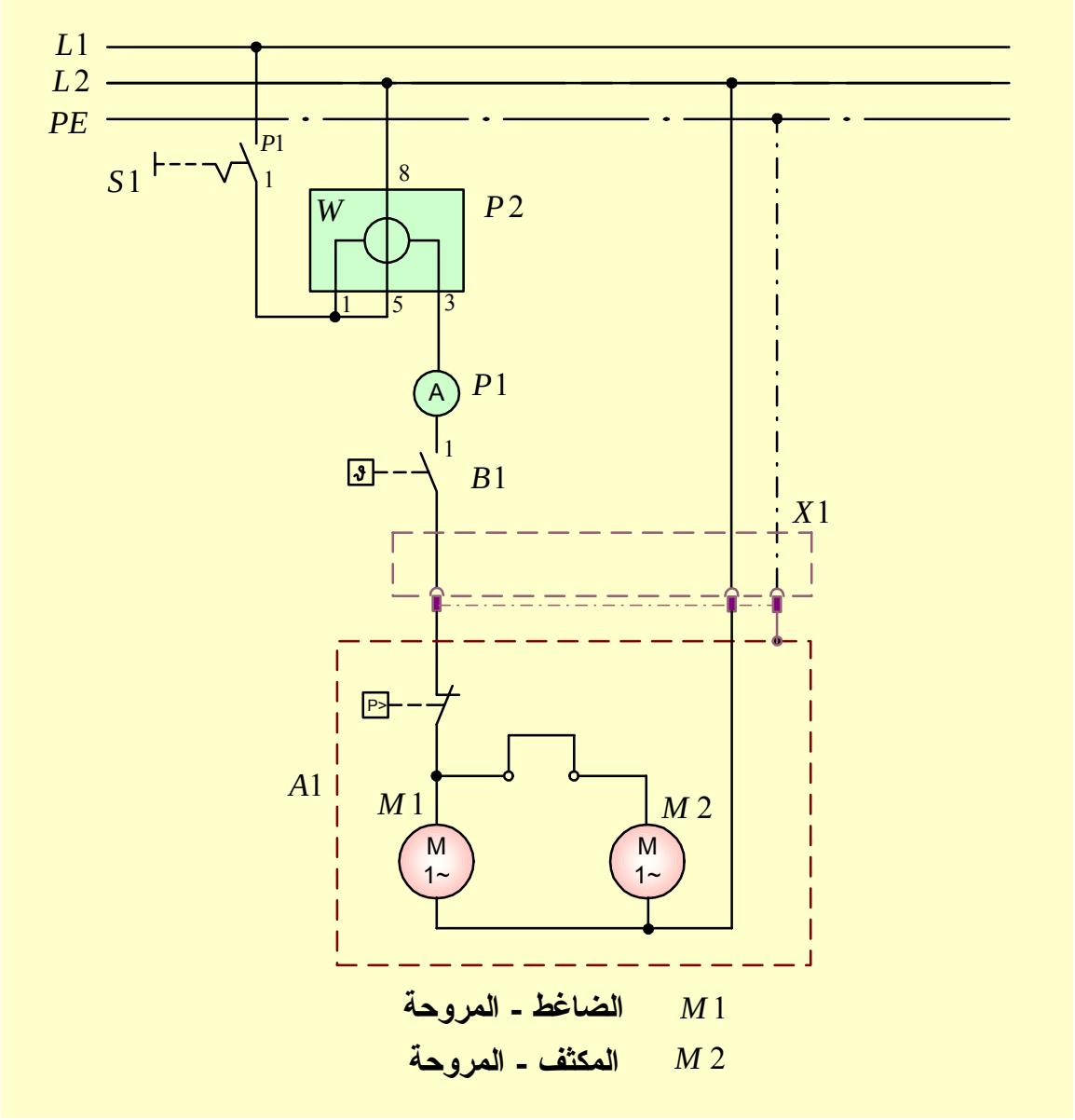
٩. كرر أخذ القياسات ثلاث مرات بعد زيادة فتح الخانق اليدوي بشكل تدرجي لكل مرة.

ملاحظة: بعد زيادة فتح الصمام اليدوي وقبل أخذ القياسات يلزمك التأكد من استقرار النظام.



الصمام رقم (٤) مغلق

شكل (١ – ٢٤): الدائرة الميكانيكية



شكل (١ – ٢٥): الدائرة الكهربائية

درجة حرارة الهواء المحيط ($°C$): نوع وسيط التبريد : نوع صمام التمدد :

الرطوبة النسبية للهواء المحيط (%): نوع المبخر: ◇ إستاتيكي ◇ ديناميكي

القراءات	الرمز	الوحدة	(١)	(٢)	(٣)	(٤)
ضغط المكثف (ضغط التكثيف)	P_{Cond}	bar				
ضغط المبخر (ضغط التبخير)	P_{Evap}	bar				
درجة حرارة التكثيف	T_{Cond}	$°C$				
درجة حرارة التبخير	T_{Evap}	$°C$				
معدل سريان وسيط التبريد	$\dot{m}_R$	kg/s				
درجة حرارة سائل وسيط التبريد (مدخل الصمام)	T_{V_i}	$°C$				
درجة الحرارة عند مخرج المبخر	T_{E_o}	$°C$				
درجة الحرارة عند مدخل الضاغط	T_{C_i}	$°C$				
درجة الحرارة عند مخرج الضاغط	T_{C_o}	$°C$				
درجة حرارة الهواء عند مدخل المبخر		$°C$				
درجة حرارة الهواء عند مخرج المبخر		$°C$				
التيار الكهربائي لوحدة التبريد		A				
القدرة الكهربائية لوحدة التبريد		W				

جدول (١ – ٤٧): قيم القياس

١٠. ارسم دائرة التبريد على خريطة الـ p-h لوسيط التبريد لكل قراءة مستخدماً قراءات الجدول السابق.

١١. من خريطة الـ p-h، حدد قيم العناصر التالية:

العنصر	الرمز	الوحدة	القيمة			
			(١)	(٢)	(٣)	(٤)
طاقة الإنثالبي عند مدخل المبخر	h_{E_i}	kJ/kg				
طاقة الإنثالبي عند مخرج المبخر	h_{E_o}	kJ/kg				
طاقة الإنثالبي عند مدخل الضاغط	h_{C_i}	kJ/kg				
طاقة الإنثالبي عند مخرج الضاغط	h_{C_o}	kJ/kg				

جدول (١ – ٤٨): قيم طاقة الإنثالبي لدائرة التبريد

١٢. قم بإجراء الحسابات المطلوبة لإيجاد التأثير التبريدي، طاقة الانضغاط ومعامل أداء الدورة، ودون النتائج النهائية في الجدول:

نموذج للحسابات:.....

.....

.....

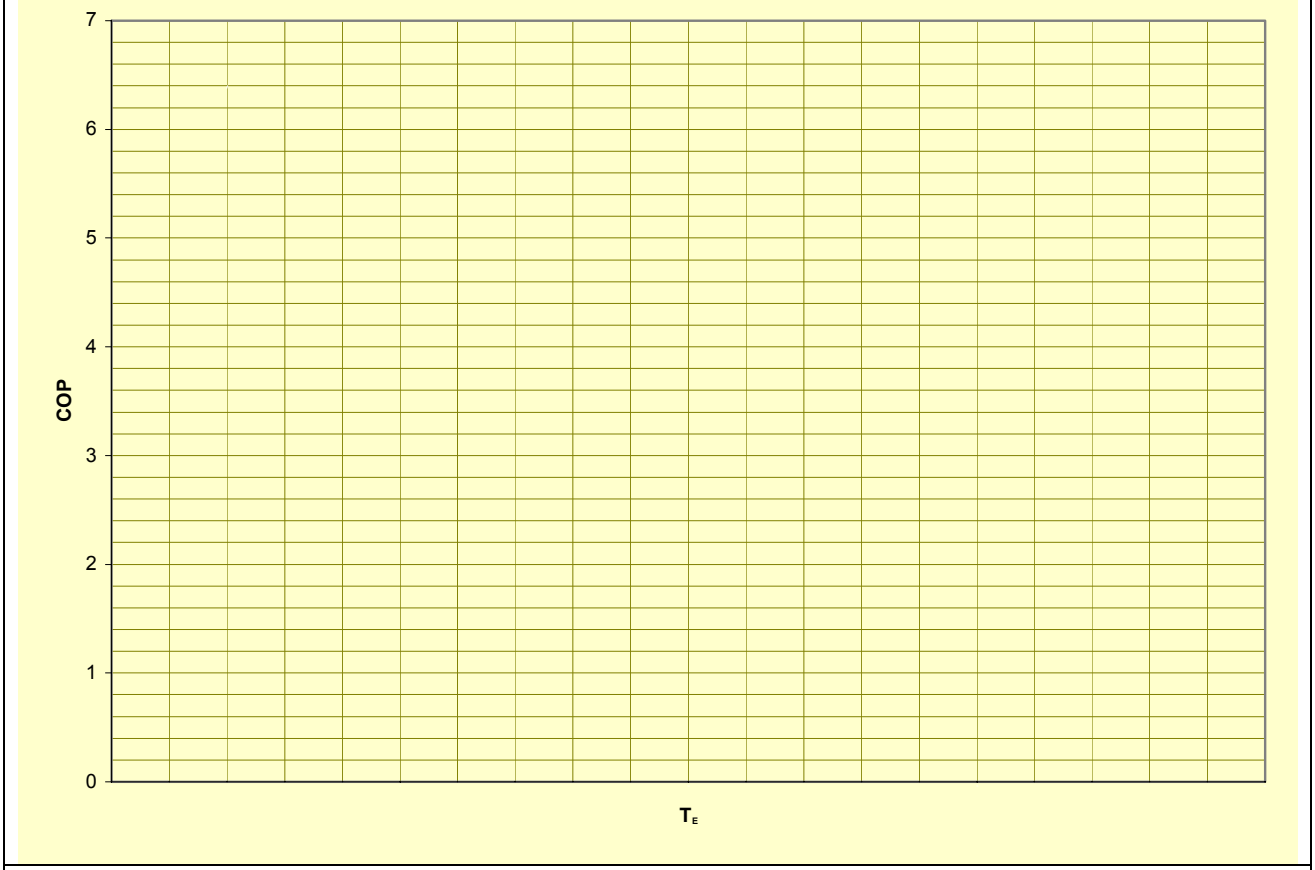
.....

المطلوب	الرمز	الوحدة	القانون	القيمة			
				(١)	(٢)	(٣)	(٤)
التأثير ألتبريدي	RE	kJ/kg	$RE = h_{E_o} - h_{E_i}$				
طاقة الإنضغاط	w_C	kJ/kg	$w_C = h_{C_o} - h_{C_i}$				
معامل أداء الدورة	COP		$COP = \frac{RE}{w_C}$				

جدول (١ – ٤٩): جدول النتائج

١٣. مثل بيانياً تغير معامل الأداء للدورة (COP) – على المحور الصادي - مع درجة حرارة التبخير (T_{Evap}) – على المحور السيني - ثم سجل ملاحظاتك.

(راجع الفصل الثاني من الوحدة الثانية من هذه الحقيبة)



شكل (١ – ٢٦): التمثيل البياني للعلاقة بين COP وَ درجة حرارة التبخير

ملاحظات: .....

.....

.....

.....

.....

تعليمات

بعد الانتهاء من التدريب رقم (١٦) قيم نفسك وقدراتك بواسطة إكمال هذا التقييم الذاتي لكل عنصر من العناصر المذكورة، وذلك بوضع علامة (✓) أمام مستوى الأداء الذي أتقنته، وفي حالة عدم قابلية المهمة للتطبيق ضع العلامة في الخانة الخاصة بذلك.

اسم النشاط الذي تم التدرب عليه:

تمثيل معامل أداء دورة التبريد(*COP*) مع درجة حرارة التبخير عند معدلات سريان مختلفة لوسيط التبريد

العناصـــــر	مستوى الأداء (هل أتقنت الأداء)			
	غير قابل للتطبيق	لا	جزئياً	كلياً
١ - إجراء القياسات لدورة التبريد				
٢ - تمثيل دائرة التبريد على خريطة الـ(p-h).				
٣ - حساب معامل أداء الدورة (*COP*).				
٤ - حساب قيمة التحميص للدورة.				
٥ - حساب قيمة التبريد الدوني للدورة.				
٦ - حساب قيمة كفاءة الانضغاط (الكفاءة الإيزونتروبية).				
٧ - تمثيل معامل أداء دورة التبريد(*COP*) مع درجة حرارة التبخير بيانياً.				

يجب أن تصل النتيجة لجميع المفردات (البنود) المذكورة إلى درجة الإتقان الكلي أو أنها غير قابلة للتطبيق ، وفي حالة وجود مفردة في القائمة "لا" أو "جزئياً" فيجب إعادة التدرُّب على هذا النشاط مرة أخرى بمساعدة المدرب.

تقييم مستوى الأداء

اسم المتدرب: التاريخ:

رقم المتدرب: المحاولة: ١ ٢ ٣ ٤ ٥

كل بند أو مفردة يقيم بـ ١٠ نقاط.

العلامة: الحد الأدنى: ما يعادل ٨٠٪ من مجموع النقاط.

الحد الأعلى: ما يعادل ١٠٠٪ من مجموع النقاط.

بنود التقييم	النقاط
١ - إجراء القياسات لدورة التبريد ٢ - تمثيل دائرة التبريد على خريطة الـ(p-h). ٣ - حساب معامل أداء الدورة (*COP*). ٤ - حساب قيمة التحميص للدورة. ٥ - حساب قيمة التبريد الدوني للدورة. ٦ - حساب قيمة كفاءة الانضغاط (الكفاءة الإيزونتروبية). ٧ - تمثيل معامل أداء دورة التبريد(*COP*) مع درجة حرارة التبخير بيانياً.	
هذه المفردات يجب أن تكمل بدقة ١٠٠٪.	

ملاحظات:.....

.....

توقيع المدرب: .....

حسابات الأحمال
Load Calculations

مقدمة

تحتوي هذه الوحدة على تمارين في كيفية إيجاد أحمال التبريد لغرفة تخزين لحوم للدواجن وذلك بإيجاد حمل المنتج ثم تحديد سعة المبخر وقدرة الضاغط.

دراسة حالة :تصميم ثلاجة تبريد لتخزين الدواجن لفترة طويلة.

الهدف:

١ ـ دراسة وتحديد مواصفات غرفة التبريد والمنتج.

٢ ـ حساب الأحمال الحرارية بوحدات SI لغرفة تبريد لتخزين الدواجن لمدة طويلة.

٣ ـ تحديد المواصفات اللازمة.

٤ ـ تحديد مكونات دائرة التبريد اللازمة.

١. المواصفات:

أ ـ الأبعاد

- الأبعاد الداخلية: L=40.00 m, W=28.00 m, H=3.00 m
- الأبعاد الخارجية: L=40.40 m, W=28.40 m, H=3.40 m
- أبعاد الباب: W=3.00 m, H=2.50 m

ب ـ معامل الحرارة

- المعامل الحراري الكلي للباب: $U = 0.19\ W/m^2K$
- العازل
- السمك: $0.20\ m$
- كثافة العازل: $64\ kg/m^3$
- المعامل الحراري الكلي للعازل: $U = 0.16\ W/m^2K$

ج ـ الأحمال الإضافية

أجهزة الإضاءة	عدد 52 لمبة قدرة كل لمبة 65 W لمدة 8 ساعات يوميا . المعامل 1.3
الرافعة الميكانيكية	العدد 2 تعمل لمدة 8 ساعات يوميا . القدرة 10 kW لكل رافعة
عدد العمال	2

د ـ مواصفات إضافية

الأحوال الخارجية

درجة حرارة الجو المحيط	$40°C$
الرطوبة النسبية للوسط المحيط	30 %
متوسط درجة حرارة التربة	$25°C$

المنتج المخزون / الأحوال الداخلية المطلوبة

المنتج المراد تخزينه	دجاج طازج
معدل التخزين في اليوم	800 kg/day
درجة حرارة المنتج الطازج	$15°C$
درجة حرارة التخزين المطلوبة	$-20°C$
الحرارة النوعية للمنتج قبل التجميد	$3.18\ kJ/kgK$
الحرارة النوعية للمنتج بعد التجميد	$1.76\ kJ/kgK$
الحرارة الكامنة للمنتج	$247\ kJ/kg$
أعلى درجة تجمد للمنتج	$-2.8°C$
الرطوبة النسبية (RH)	80-90%
معدل تغير الهواء لغرفة التبريد في اليوم	5

٢. حسابات الأحمال لغرفة التبريد:

حمل الجدران (Q_W)

البيان	U (W/m^2K)	A (m^2)	ΔT $(°C)$	Q_w (W)
الجدران الرأسية	0.16	460.34	60	4419.264
الباب	0.19	7.5	60	85.50
السقف	0.16	1147.36	60	11014.656
الأرضية	0.16	1147.36	45	8260.992
				23780.992

جدول (٣ – ٧): أحمال الجدران لغرفة التخزين

حمل التهوية (Q_v)

$$Q_v = V \times q/volume \times ACH$$

من الجداول عند $T = -20°C$

ورطوبة نسبية $RH = 50\%$

$q/volume = 171\ kJ/m^3$ من الجدول(٣ – ٨)

$$\therefore Q_v = \frac{(40 \times 28 \times 3) \times 171.0 \times 5}{24 \times 3600}$$

$$= 33.25kW$$

حمل المنتج (Q_{pr}) :

a) حمل المنتج قبل التجميد $Q = m. \times c_p \times \Delta T$

$$= 8000 \times 3.18 \times (15 - \{-2.8\})$$

$$= 452832kJ/day$$

b) حمل المنتج عند التجميد $Q = m \times h_{fg}$

$$= 8000 \times 247$$

$$= 1976000kJ/day$$

c) حمل المنتج بعد التجميد $Q = m. \times c_p \times \Delta T$

$$= 8000 \times 1.76 \times (-28 - \{-20\})$$

$$= 242176 kJ / day$$

حمل المنتج

$$Q_{pr.} = (a) + (b) + (c)$$
$$= 452832 + 1976000 + 242176$$
$$= 2761000\ kJ / day$$
$$= \frac{2671008\ \frac{kJ}{day}}{(24\ \frac{hr}{day} \times 3600\ \frac{s}{hr})}$$
$$= 30.914\ kW$$

درجة حرارة الهواء الخارجي ($°C$)	الرطوبة النسبية (%)	درجات الحرارة لغرفة التبريد ($°C$)										
		15	10	5	0	-5	-10	-15	-20	-25	-30	-35
5	70	0.0	0.0	0.0	9.1	19.2	28.7	37.8	46.1	55.1	64.2	73.3
	80	0.0	0.0	0.0	10.9	20.9	30.5	39.7	48.0	57.1	66.2	75.3
10	70	0.0	0.0	9.6	20.8	31.0	40.8	50.2	58.8	68.0	77.5	86.7
	80	0.0	0.0	12.0	23.3	33.5	43.4	52.8	61.5	70.8	80.1	89.6
15	70	0.0	10.5	22.8	34.4	44.6	54.8	64.4	73.4	82.9	92.6	102.0
	80	0.8	13.8	26.2	37.9	48.2	58.4	68.2	77.1	86.8	96.5	106.0
20	50	2.7	16.6	29.0	40.8	51.2	61.4	71.3	80.4	90.1	99.8	110.0
	60	7.0	20.9	33.5	45.4	55.8	66.1	76.1	85.3	95.1	105.0	115.0
30	50	16.8	30.9	43.7	55.9	66.4	77.0	87.2	96.6	107.0	117.0	127.0
	60	23.3	37.5	50.5	62.9	73.5	84.2	94.6	104.0	114.0	125.0	135.0
35	50	34.5	48.8	62.1	74.9	85.5	96.6	107.0	117.0	127.0	138.0	149.0
	60	42.7	57.2	70.6	83.7	94.4	106.0	116.0	127.0	137.0	148.0	159.0
40	50	56.4	70.1	83.9	97.4	108.8	120.0	131.0	141.0	152.0	163.0	174.0
	60	66.4	81.3	95.4	109.0	120.0	132.0	143.0	154.0	165.0	177.0	188.0
45	50	81.4	96.5	111.0	125.0	136.0	148.0	160.0	171.0	183.0	195.0	207.0
	60	96.5	112.0	127.0	141.0	153.0	165.0	177.0	189.0	201.	213.0	225.0

جدول (٣ – ٨): طاقة الانثالبي (kJ / m^3) عند مختلف درجات الغرفة ودرجات حرارة الهواء الخارجي

حمل الأشخاص Q_p :

بافتراض حمل الشخص الواحد 390W

عليه يحسب حمل الأشخاص من المعادلة التالية:

حمل الأشخاص = عدد الأشخاص× حمل الشخص الواحد× عدد ساعات العمل /(ساعات اليوم)

$$Q_p = \frac{2 \times 390 \times 8}{24}$$

$$= 260\ W \qquad = 0.260\ kW$$

حمل الإضاءة (Q_L):

- حمل الإضاءة (Q_L) يحسب من المعادلة التالية:

$$Q_L = \frac{N \times P \times PF \times t}{24}$$

$$= \frac{52 \times 65 \times 1.3 \times 8}{24}$$

$$= 1465\ W \qquad = 1.465\ kW$$

أحمال أخرى (Q_m)

$$Q_m = \frac{p \times t}{24}$$

$$= \frac{20 \times 8}{24} = 6.667\ kW$$

جملة الأحمال السابقة:

$$Q_t = Q_w + Q_v + Q_{pr} + Q_p + Q_l + Q_m$$

$$= 23.780 + 33.250 + 30.914 + 0.260 + 1.465 + 6.667$$

$$= 96.336\ kW$$

للتعويض عن أحمال المبخر الأخرى (Q_c) (حمل المراوح، سخانات إذابة الصقيع، سخانات التصريف...إلخ) نفرض له 12% من الأحمال السابقة أي:

$$Q_c = \frac{12 \times 96.336}{100}$$

$$= 11.560\ kW$$

الحمل الكلي لغرفة التبريد

$$Q_T = Q_t + Q_c$$

$$= 96.336 + 11.560$$

$$= 107.896\ kW$$

وبما أن عدد ساعات تشغيل غرفة التبريد يجب أن تقل عن $24hr$ (مدة راحة الضاغط)، وبفرض عدد ساعات تشغيل الوحدة بـ $18\ hr$ يوميا ومن هنا يحسب حمل غرفة التبريد (Q_{CR}) اللازم من المعادلة التالية:

$$Q_{CR} = \frac{Q_T \times 24}{t}$$
$$= \frac{107.896 \times 24}{18}$$
$$= 143.860\,kW\ (\approx 41\ TR)$$

٣ـ تحديد المواصفات اللازمة :

الاسم: غرفة تبريد

المعطيات

	الوحدة	خارجي	داخلي
الطول	m	40.40	40.00
العرض	m	28.40	28.00
الارتفاع	m	3.40	3.00
درجة الحرارة	$°C$	40	-20
الباب(الارتفاع×العرض)	m	2.50	3.00
الرطوبة النسبية	٪	50	85

مساحة غرفة التبريد	m^2	1120
حجم غرفة التبريد	m^3	3360
فرق درجات الحرارة	K	60

الجدران	معامل الحرارة الكلي	درجة الحرارة الخارجية
الجدران 1	$0.16\ W/m^2K$	$40\ °C$
الجدران 2	$0.16\ W/m^2K$	$40\ °C$
الجدران 3	$0.16\ W/m^2K$	$40\ °C$
الجدران 4	$0.16\ W/m^2K$	$40\ °C$
الباب	$0.19\ W/m^2K$	$40\ °C$
السقف	$0.16\ W/m^2K$	$40\ °C$
الأرضية	$0.16\ W/m^2K$	$25\ °C$

نوع المنتج المبرد	الكمية/اليوم	درجة التبريد
دجاج طازج	$800\,kg/day$	$15°C$

كتلة المنتج في الغرفة/اليوم	588000 kg/day	

معطيات إضافية

		ساعات التشغيل/اليوم
الأشخاص	2	18
الإضاءة	4.394 kW	8
أحمال إضافية	6.667 kW	8

ملخص حسابات الأحمال

الجدران	kW	23.780
حمل التهوية	kW	33.250
حمل المنتج	kW	30.194
حمل الأشخاص	kW	0.260
حمل الإضاءة	kW	1.465
أحمال إضافية	kW	6.667
تعويض أحمال المبخر الأخرى (12%)	kW	11.560
جملة أحمال الغرفة	kW	107.896
عدد ساعات تشغيل الوحدة /الساعة	hr	18
حمل الغرفة الحقيقي	kW	143.860

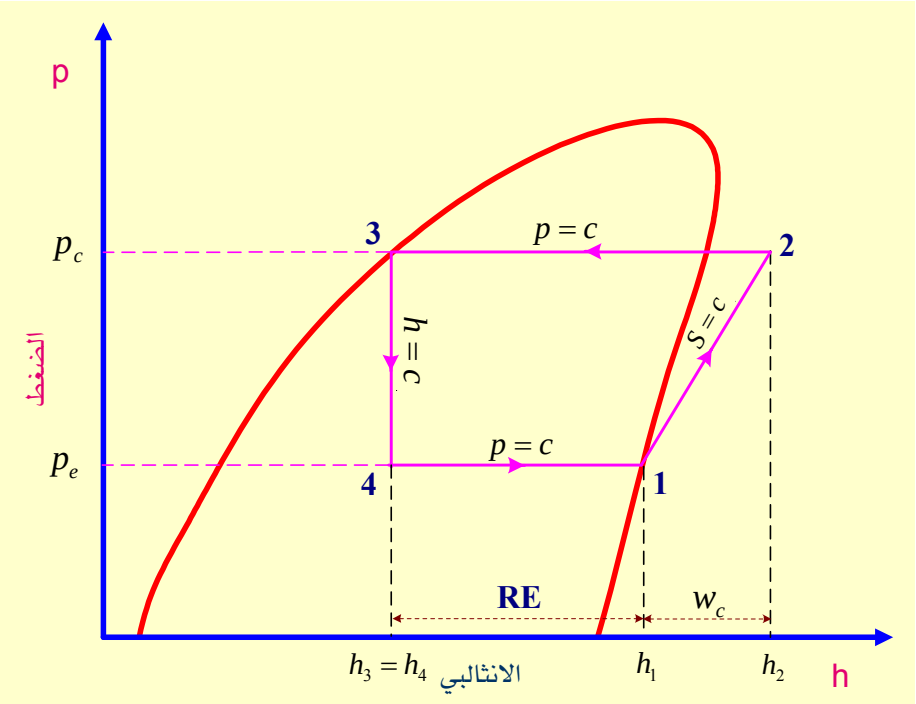
٤. اختيار الأجهزة:

أ ـ تحديد سعة المبخر Evaporator Capacity:

بفرض فرق درجات حرارة 10 K بين الجو المحيط والمكثف تكون حرارة المكثف هي $50°C$ وبفرض 7 K فرق درجات حرارة بين الغرفة $(-20°C)$ والمبخر تكون درجة حرارة التبخير $(-27°C)$. وحيث أن حمل التبريد كبير جداً (143.860 kW) عليه يمكن استعمال عدد 6 وحدات تكثيف و 6 مبخرات ، كل مبخر له حمل تبريد 24 kW تقريباً..

ب ـ اختيار الضاغط

وباستعمال خرائط p-h لوسيط التبريد R22



شكل (١ – ٢٦): دورة انضغاط البخار البسيطة

نجد أن:

$$h_1 = 394.01\ kJ/kg$$
$$h_2 = 434\ kJ/kg$$
$$h_3 = h_4 = 217\ kJ/kg$$

التأثير التبريدي $RE = h_1 - h_4 = 394 - 217 = 177\ kJ/kg$

شغل الانضغاط لكل kg $w_c = h_2 - h_1 = 434 - 394 = 40\ kJ/kg$

إذا اعتبرنا 6 مبخرات للحمل أعلاه (143.860 kW) يكون معدل سريان وسيط التبريد لكل مبخر (وحدة تكثيف):

$$\dot{m} = \frac{Q_e}{RE} = \frac{24}{177} = 0.136 kg/s$$

شغل الإنضغاط: $Wc = \dot{m} w_c = 0.136 \times 40 = 5.44 kW$

وافتراض $\eta_v = 0.80$ للكفاءة الحجمية و $\eta_{isent} = 0.80$ للكفاءة الايزونتروبية و $\eta_m = 0.75$ للكفاءة الميكانيكية، نجد أن خرج القدرة بالنسبة للضاغط (P_O) تساوي:

$$P_o = \frac{P_i}{\eta_v \times \eta_{isent} \times \eta_m}$$
$$= \frac{5.44}{0.80 \times 0.80 \times 0.75}$$
$$= 11.333 \ kW$$

معامل الأداء لدورة التبريد

معامل الأداء النظري لدورة التبريد (COP)

$$COP = \frac{Q_e}{W_{co}}$$
$$= \frac{24}{5.44}$$
$$COP = 4.4$$

معامل الأداء الكلي لدورة التبريد ($COP_{overall}$)

$$COP_{overall} = \frac{Q_e}{P_o}$$
$$= \frac{24}{11.333}$$
$$COP_{overall} = 2.1$$

تمارين

١ـ استعمل الحسابات السابقة واتمم اختيار كل من:

أ ـ المكثف	ب ـ صمام التمدد الحراري

٢ ـ أوجد أحمال التبريد المناسبة إذا تم استعمال الثلاجة السابقة لحفظ مخزون البطاطس.

- استعمل الكتلوجات المناسبة لتحديد كل من درجة حرارة التخزين للمنتج وكذلك الحرارة النوعية لهذا النوع من المنتج. استعمل نفس الأبعاد والمواصفات الأخرى.

٣ ـ شخص لديه ثلاجة أبعادها $6' \times 4' \times 4'$ وتتكون من قسمين. جزء منها لتخزين اللحوم عند $-15\ ^{\circ}C$ وحجم هذا القسم $0.2\,m^3$ والحجم الباقي لتخزين الخضروات عند درجة حرارة $5^{\circ}C$. العازل من بوليسترين بسمك 60 mm. افرض أن باب الفريزر يفتح 10 مرات في اليوم والباب الآخر (للخضروات) يفتح 20 مرة في اليوم. الثلاجة بها لمبة إضاءة قدرة 25 W وتعمل لمدة 10 دقائق في اليوم. الهواء الخارجي عند $40\ ^{\circ}C(db), 40\%\ RH$. بافتراض عدد ساعات مناسبة لعمل الضاغط، أوجد حمل التبريد اللازم وكذلك سعة الضاغط المناسبة.

إرشادات للطالب

١. على المتدرب الالتزام بالموعد المحدد لإجراء التدريب.
٢. على المتدرب الإلمام التام بإجراءات السلامة له وللآخرين والالتزام بها.
٣. يجب قبل أخذ القراءة الانتظار حتى استقرار النظام.
٤. تأكد من استخدامك للجهاز المناسب من حيث (الدقة، المدى، .....).
٥. تأكد من أخذك للقراءات بالطريقة الصحيحة.
٦. تأكد قبل استخدامك للجهاز بأنه سليم وجاهز للقياس (مثبت على الصفر).
٧. تتدرج التدريبات في إعطاء المعلومات بحيث تعطي المعلومات الأساسية أولا ثم تبدأ بالتوسع، وهذا يدعو المتدرب إلى الحرص على التركيز دائماً وعدم تفويت أي معلومة بحيث قد يسبب فقدها عدم فهمه للمعلومات الأخرى.
٨. عدم البدء بأي تجربة إلا بحضور المدرب.

أساسيات تقنية التبريد والتكييف

أساسيات تقنية التكييف (عملي)

جميع الحقوق محفوظة للمؤسسة العامة للتعليم الفني والتدريب المهني

مقدمة

تتم عمليات تكييف الهواء بإجراء المعالجات اللازمة للهواء من تبريد ، تسخين، ترطيب وإزالة رطوبة وخلافه. وفي هذه الوحدة تم تصميم تجارب عملية تمكن المتدرب من فهم ودراسة المعالجات المذكورة حيث يقوم بعمل تجارب لمختلف عمليات التكييف البسيطة مثل التبريد المحسوس، التسخين المحسوس، الترطيب وإزالة الرطوبة كذلك يقوم المتدرب بعمليات تكييف مركبة وتمثيلها على الخريطة السيكرومترية. ومن ثم القيام بعمل الحسابات اللازمة.

تشتمل الوحدة أيضاً على دراسة حالة عملية لحساب الأحمال الحرارية المختلفة لإحدى قاعات الدراسة الكبرى ومن ثم إيجاد حمل التبريد والتسخين الكلي للقاعة. إضافة إلى ذلك توجد بعض التمارين الإضافية ليتدرب عليها المتدرب.

الجدارة: القدرة على اختبار عمليات التكييف المختلفة.

الأهداف: عندما تكمل هذه الوحدة تكون قادراً على:

١. قياس درجة حرارة الهواء الجافة.
٢. قياس درجة حرارة الهواء الرطبة.
٣. قياس الرطوبة النسبية للهواء.
٤. أن تحدد خواص الهواء بمعرفة خاصيتين فقط من خواصه.
٥. أن تمثل عمليات التكييف المختلفة على خريطة السيكرومتري.
٦. أن تحسب سعة التسخين لملف التسخين.
٧. أن تحسب سعة التبريد لملف التبريد.
٨. أن تحسب كمية المياه المستهلكة خلال عملية الترطيب.
٩. أن تحسب كمية المياه المكثفة نتيجة إزالة الرطوبة.
١٠. أن تحدد خواص الهواء بعد عملية الخلط.

مستوى الأداء المطلوب:

أن لا تقل نسبة إتقان هذه الجدارة عن ٩٠٪.

الوقت المتوقع للتدريب:

١٠ ساعات دراسية.

الوسائل المساعدة:

١. سوف تحتاج إلى الرجوع إلى موضوعات الوحدة الثانية من هذه الحقيبة.
٢. تنفيذ التدريبات العملية في المعمل.
٣. سوف تحتاج إلى الرجوع إلى الموضوع: القانون الأول والثاني للديناميكا الحرارية من مادة: أساسيات علم الحراريات والموائع.

متطلبات الجدارة:

تم التدرب على المهارة: قياس درجة الحرارة، وقياس كمية التدفق (معدل السريان) في المادة: القياسات.

التدريب العملي رقم (١)

الجدارة:

تحديد خواص الهواء قبل وبعد إجراء عملية **تسخين محسوس** ومراقبة التغير الناتج من العملية.

المواد والتجهيزات والأدوات المطلوبة:

ملابس العمل، جهاز قياس درجة الحرارة الجافة، جهاز قياس درجة الحرارة الرطبة، جهاز قياس الرطوبة النسبية للهواء، وحدة التكييف التدريبية (سخان)، آلة حاسبة، قلم، مسطرة.

المطلوب:

مراقبة التغير لكل خاصية من خواص الهواء بعد إجراء عملية تسخين محسوس.

الخطوات:

١. قم بقياس خاصيتين من خواص الهواء قبل ملف التسخين:			
الخاصية الأولى:		الخاصية الثانية:	
رمزها:		رمزها:	
قيمتها:		قيمتها:	
وحدتها:		وحدتها:	

٢. قم بقياس خاصيتين من خواص الهواء بعد ملف التسخين:			
الخاصية الأولى:		الخاصية الثانية:	
رمزها:		رمزها:	
قيمتها:		قيمتها:	
وحدتها:		وحدتها:	

٣. باستخدام خواص الهواء قبل وبعد ملف التسخين؛ ارسم العملية (تسخين محسوس) على خريطة السيكرومتري.

٤. حدد خواص الهواء قبل ملف التسخين:

درجة الندى	الانثالبي	الحجم النوعي	الرطوبة النوعية	الرطوبة النسبية	درجة الحرارة الرطبة	درجة الحرارة الجافة
dp	h	v	ω	RH	wb	db
$°C$	kJ/k	m^3/kg	$\frac{kgH_2O}{kgair}$	%	$°C$	$°C$

٥. حدد خواص الهواء بعد ملف التسخين:

درجة الندي	الانثالبي	الحجم النوعي	الرطوبة النوعية	الرطوبة النسبية	درجة الحرارة الرطبة	درجة الحرارة الجافة
dp	h	v	ω	RH	wb	db
$°C$	kJ/k	m^3/kg	$\frac{kgH_2O}{kgair}$	%	$°C$	$°C$

٦. راقب تغير خواص الهواء بعد عملية التسخين:

حيث يشير كل سهم كما يلي : ← = ثبوت الخاصية ، ↑ = زيادة للخاصية ↓ = نقصان للخاصية

	درجة الحرارة الجافة	درجة الحرارة الرطبة	الرطوبة النسبية	الرطوبة النوعية	الحجم النوعي	الانثالبي	درجة الندى
	db	wb	RH	ω	v	h	dp
التسخين المحسوس							

ملاحظات: .....

.....

.....

التدريب العملي رقم (٢)

الجدارة:

حساب سعة ملف التسخين.

المواد والتجهيزات والأدوات المطلوبة:

ملابس العمل، جهاز قياس درجة الحرارة الجافة، جهاز قياس درجة الحرارة الرطبة، جهاز قياس الرطوبة النسبية للهواء، وحدة التكييف التدريبية (سخان)، آلة حاسبة، قلم، مسطرة.

المطلوب:

حساب سعة ملف التسخين بعد إجراء عملية تسخين محسوس للهواء.

الخطوات:

١. قم بقياس خاصيتين من خواص الهواء قبل مروره على ملف التسخين:			
الخاصية الأولى:		الخاصية الثانية:	
رمزها:		رمزها:	
قيمتها:		قيمتها:	
وحدتها:		وحدتها:	

٢. قم بقياس خاصيتين من خواص الهواء بعد ملف التسخين:			
الخاصية الأولى:		الخاصية الثانية:	
رمزها:		رمزها:	
قيمتها:		قيمتها:	
وحدتها:		وحدتها:	

٣. باستخدام خواص الهواء قبل وبعد ملف التسخين؛ ارسم العملية (تسخين محسوس) على خريطة السيكرومتري.

٤. حدد خواص الهواء قبل ملف التسخين:

درجة الندى	الانثالبي	الحجم النوعي	الرطوبة النوعية	الرطوبة النسبية	درجة الحرارة الرطبة	درجة الحرارة الجافة
dp	h	v	ω	RH	wb	db
$°C$	kJ/k	m^3/kg	$\frac{kgH_2O}{kgair}$	%	$°C$	$°C$

٥. حدد خواص الهواء بعد ملف التسخين:

درجة الندى	الانثالبي	الحجم النوعي	الرطوبة النوعية	الرطوبة النسبية	درجة الحرارة الرطبة	درجة الحرارة الجافة
dp	h	v	ω	RH	wb	db
$°C$	kJ/k	m^3/kg	$\frac{kgH_2O}{kgair}$	%	$°C$	$°C$

٦. أوجد كتلة الهواء المار على الملف لكل ثانية ($\dot{m}_a$):

$$\dot{m}_a = \frac{V \cdot A}{v_1}$$

حيث:

V : سرعة الهواء المار على السخان.

A : مساحة المقطع لمجرى الهواء.

v_1 : الحجم النوعي للهواء قبل مروره على السخان.

الناتج: $\dot{m}_a =$ Kg/s

٧. أوجد سعة ملف التسخين ($H.C.C$):

$$H.C.C = \dot{m}_a \cdot \Delta h$$

حيث: $\Delta h = h_2 - h_1$

الناتج: $H.C.C =$

ملاحظات: .....

.....

تعليمات

بعد الانتهاء من التدريب رقم (١) و (٢) قيم نفسك وقدراتك بواسطة إكمال هذا التقييم الذاتي لكل عنصر من العناصر المذكورة، وذلك بوضع علامة (✓) أمام مستوى الأداء الذي أتقنته، وفي حالة عدم قابلية المهمة للتطبيق ضع العلامة في الخانة الخاصة بذلك.

اسم النشاط الذي تم التدرب عليه:

إجراء عملية تسخين محسوس

العناصـــــر	مستوى الأداء (هل أتقنت الأداء)			
	غير قابل للتطبيق	لا	جزئياً	كلياً
١ - قياس درجة الحرارة الجافة للهواء.				
٢ - قياس درجة الحرارة الرطبة للهواء.				
٣ - قياس الرطوبة النسبية للهواء.				
٤ - رسم العملية على خريطة السيكرومتري.				
٥ - تحديد خواص الهواء.				
٦ - حساب كتلة الهواء المار على الملف لكل ثانية ($\dot{m}_a$).				
٧ - حساب سعة ملف التسخين.				

يجب أن تصل النتيجة لجميع المفردات (البنود) المذكورة إلى درجة الإتقان الكلي أو أنها غير قابلة للتطبيق، وفي حالة وجود مفردة في القائمة "لا" أو "جزئياً" فيجب إعادة التدرُّب على هذا النشاط مرة أخرى بمساعدة المدرب.

تقييم مستوى الأداء

اسم المتدرب: التاريخ:

رقم المتدرب: المحاولة: ١ ٢ ٣ ٤ ٥

كل بند أو مفردة يقيم بـ ١٠ نقاط.

العلامة: الحد الأدنى: ما يعادل ٨٠٪ من مجموع النقاط.

الحد الأعلى: ما يعادل ١٠٠٪ من مجموع النقاط.

بنود التقييم	النقاط
١ - قياس درجة الحرارة الجافة للهواء.	
٢ - قياس درجة الحرارة الرطبة للهواء.	
٣ - قياس الرطوبة النسبية للهواء.	
٤ - رسم العملية على خريطة السيكرومتري.	
٥ - تحديد خواص الهواء.	
٦ - حساب كتلة الهواء المار على الملف لكل ثانية ($\dot{m}_a$).	
٧ - حساب سعة ملف التسخين.	

هذه المفردات يجب أن تكمل بدقة ١٠٠٪.

ملاحظات:.....

.....

توقيع المدرب: .....

التدريب العملي رقم (٣)

الجدارة:

تحديد خواص الهواء قبل وبعد إجراء عملية تبريد محسوس ومراقبة التغير الناتج من العملية.

المواد والتجهيزات والأدوات المطلوبة:

ملابس العمل، جهاز قياس درجة الحرارة الجافة، جهاز قياس درجة الحرارة الرطبة، جهاز قياس الرطوبة النسبية للهواء، وحدة التكييف التدريبية (ملف تبريد)، آلة حاسبة، قلم، مسطرة.

المطلوب:

مراقبة التغير لكل خاصية من خواص الهواء بعد إجراء عملية تبريد محسوس.

الخطوات:

١. قم بقياس خاصيتين من خواص الهواء قبل ملف التبريد:			
الخاصية الأولى:		الخاصية الثانية:	
رمزها:		رمزها:	
قيمتها:		قيمتها:	
وحدتها:		وحدتها:	

٢. قم بقياس خاصيتين من خواص الهواء بعد ملف التبريد:			
الخاصية الأولى:		الخاصية الثانية:	
رمزها:		رمزها:	
قيمتها:		قيمتها:	
وحدتها:		وحدتها:	

٣. باستخدام خواص الهواء قبل وبعد ملف التبريد؛ ارسم العملية (تبريد محسوس) على خريطة السيكرومتري.

٤. حدد خواص الهواء قبل ملف التبريد:

درجة الندى	الانثالبي	الحجم النوعي	الرطوبة النوعية	الرطوبة النسبية	درجة الحرارة الرطبة	درجة الحرارة الجافة
dp	h	v	ω	RH	wb	db
$°C$	kJ/k	m^3/kg	$\frac{kgH_2O}{kgair}$	%	$°C$	$°C$

٥. حدد خواص الهواء بعد ملف التبريد:

درجة الندى	الانثالبي	الحجم النوعي	الرطوبة النوعية	الرطوبة النسبية	درجة الحرارة الرطبة	درجة الحرارة الجافة
dp	h	v	ω	RH	wb	db
$°C$	kJ/k	m^3/kg	$\frac{kgH_2O}{kgair}$	%	$°C$	$°C$

٦. راقب تغير خواص الهواء بعد عملية التبريد:

حيث يشير كل سهم كما يلي : ← = ثبوت الخاصية ، ↑ = زيادة للخاصية ↓ = نقصان للخاصية

	درجة الحرارة الجافة	درجة الحرارة الرطبة	الرطوبة النسبية	الرطوبة النوعية	الحجم النوعي	الانثالبي	درجة الندى
	dp	h	v	ω	RH	wb	db
التبريد المحسوس							

ملاحظات: .....

.....

.....

التدريب العملي رقم (٤)

الجدارة:

حساب سعة ملف التبريد.

المواد والتجهيزات والأدوات المطلوبة:

ملابس العمل، جهاز قياس درجة الحرارة الجافة، جهاز قياس درجة الحرارة الرطبة، جهاز قياس الرطوبة النسبية للهواء، وحدة التكييف التدريبية (سخان)، آلة حاسبة، قلم، مسطرة.

المطلوب:

حساب سعة ملف التبريد بعد إجراء عملية تبريد محسوس للهواء.

الخطوات:

١. قم بقياس خاصيتين من خواص الهواء قبل مروره على ملف التبريد:			
الخاصية الأولى:		الخاصية الثانية:	
رمزها:		رمزها:	
قيمتها:		قيمتها:	
وحدتها:		وحدتها:	

٢. قم بقياس خاصيتين من خواص الهواء بعد ملف التبريد:			
الخاصية الأولى:		الخاصية الثانية:	
رمزها:		رمزها:	
قيمتها:		قيمتها:	
وحدتها:		وحدتها:	

٣. باستخدام خواص الهواء قبل وبعد ملف التبريد؛ ارسم العملية (تبريد محسوس) على خريطة السيكرومتري.

٤. حدد خواص الهواء قبل ملف التبريد:

درجة الندى	الانثالبي	الحجم النوعي	الرطوبة النوعية	الرطوبة النسبية	درجة الحرارة الرطبة	درجة الحرارة الجافة
dp	h	v	ω	RH	wb	db
$°C$	kJ/k	m^3/kg	$\frac{kgH_2O}{kgair}$	%	$°C$	$°C$

٥. حدد خواص الهواء بعد ملف التبريد:

درجة الندى	الانثالبي	الحجم النوعي	الرطوبة النوعية	الرطوبة النسبية	درجة الحرارة الرطبة	درجة الحرارة الجافة
dp	h	v	ω	RH	wb	db
$°C$	kJ/k	m^3/kg	$\frac{kgH_2O}{kgair}$	%	$°C$	$°C$

٦. أوجد كتلة الهواء المار على الملف لكل ثانية ($\dot{m}_a$):

$$\dot{m}_a = \frac{V \cdot A}{v_1}$$

حيث:

V : سرعة الهواء المار على ملف التبريد.

A : مساحة المقطع لمجرى الهواء.

v_1 : الحجم النوعي للهواء قبل مروره على ملف التبريد.

الناتج: Kg/s $\dot{m}_a =$

٧. أوجد سعة ملف التبريد ($C.C.C$):

$$C.C.C = \dot{m}_a \cdot \Delta h$$

حيث: $\Delta h = h_1 - h_2$

الناتج: $C.C.C =$

ملاحظات: .....

.....

.....

تعليمات

بعد الانتهاء من التدريب رقم (٣) و (٤) قيم نفسك وقدراتك بواسطة إكمال هذا التقييم الذاتي لكل عنصر من العناصر المذكورة، وذلك بوضع علامة (✓) أمام مستوى الأداء الذي أتقنته، وفي حالة عدم قابلية المهمة للتطبيق ضع العلامة في الخانة الخاصة بذلك.

اسم النشاط الذي تم التدرب عليه:

إجراء عملية تبريد محسوس

العناصـــــر	مستوى الأداء (هل أتقنت الأداء)			
	غير قابل للتطبيق	لا	جزئياً	كلياً
١ - قياس درجة الحرارة الجافة للهواء.				
٢ - قياس درجة الحرارة الرطبة للهواء.				
٣ - قياس الرطوبة النسبية للهواء.				
٤ - رسم العملية على خريطة السيكرومتري.				
٥ - تحديد خواص الهواء.				
٦ - حساب كتلة الهواء المار على الملف لكل ثانية ($\dot{m}_a$).				
٧ - حساب سعة ملف التبريد.				

يجب أن تصل النتيجة لجميع المفردات (البنود) المذكورة إلى درجة الإتقان الكلي أو أنها غير قابلة للتطبيق ، وفي حالة وجود مفردة في القائمة "لا" أو "جزئياً" فيجب إعادة التدرُّب على هذا النشاط مرة أخرى بمساعدة المدرب.

تقييم مستوى الأداء

اسم المتدرب: التاريخ:

رقم المتدرب: المحاولة: ١ ٢ ٣ ٤ ٥

كل بند أو مفردة يقيم بـ ١٠ نقاط.

العلامة: الحد الأدنى: ما يعادل ٨٠٪ من مجموع النقاط.

الحد الأعلى: ما يعادل ١٠٠٪ من مجموع النقاط.

بنود التقييم	النقاط
١ - قياس درجة الحرارة الجافة للهواء.	
٢ - قياس درجة الحرارة الرطبة للهواء.	
٣ - قياس الرطوبة النسبية للهواء.	
٤ - رسم العملية على خريطة السيكرومتري.	
٥ - تحديد خواص الهواء.	
٦ - حساب كتلة الهواء المار على الملف لكل ثانية ($\dot{m}_a$).	
٧ - حساب سعة ملف التبريد.	
هذه المفردات يجب أن تكمل بدقة ١٠٠٪.	

ملاحظات:.....

.....

توقيع المدرب: .....

التدريب العملي رقم (٥)

الجدارة:

تحديد خواص الهواء قبل وبعد إجراء عملية ترطيب للهواء ومراقبة التغير الناتج من العملية.

المواد والتجهيزات والأدوات المطلوبة:

ملابس العمل، جهاز قياس درجة الحرارة الجافة، جهاز قياس درجة الحرارة الرطبة، جهاز قياس الرطوبة النسبية للهواء، وحدة التكييف التدريبية (مرطب ببخار الماء)، آلة حاسبة، قلم، مسطرة.

المطلوب:

مراقبة التغير لكل خاصية من خواص الهواء بعد إجراء عملية ترطيب ببخار الماء.

الخطوات:

١. قم بقياس خاصيتين من خواص الهواء قبل المرطب:			
الخاصية الأولى:		الخاصية الثانية:	
رمزها:		رمزها:	
قيمتها:		قيمتها:	
وحدتها:		وحدتها:	

٢. قم بقياس خاصيتين من خواص الهواء بعد المرطب:			
الخاصية الأولى:		الخاصية الثانية:	
رمزها:		رمزها:	
قيمتها:		قيمتها:	
وحدتها:		وحدتها:	

٣. باستخدام خواص الهواء قبل وبعد المرطب؛ ارسم العملية (ترطيب محسوس) على خريطة السيكرومتري.

٤. حدد خواص الهواء قبل المرطب:

درجة الندى	الانثالبي	الحجم النوعي	الرطوبة النوعية	الرطوبة النسبية	درجة الحرارة الرطبة	درجة الحرارة الجافة
dp	h	v	ω	RH	wb	db
$°C$	kJ/k	m^3/kg	$\frac{kgH_2O}{kgair}$	%	$°C$	$°C$

٥. حدد خواص الهواء بعد المرطب:

درجة الندى	الانثالبي	الحجم النوعي	الرطوبة النوعية	الرطوبة النسبية	درجة الحرارة الرطبة	درجة الحرارة الجافة
dp	h	v	ω	RH	wb	db
$°C$	kJ/k	m^3/kg	$\frac{kgH_2O}{kgair}$	%	$°C$	$°C$

٦. راقب تغير خواص الهواء بعد عملية الترطيب:

حيث يشير كل سهم كما يلي : ← = ثبوت الخاصية ، ↑ = زيادة للخاصية ↓ = نقصان للخاصية

	درجة الحرارة الجافة	درجة الحرارة الرطبة	الرطوبة النسبية	الرطوبة النوعية	الحجم النوعي	الانثالبي	درجة الندي
	db	wb	RH	ω	v	h	dp
ترطيب بالبخار							

ملاحظات: .....

.....

.....

.....

التدريب العملي رقم (٦)

الجدارة:

حساب استهلاك المياه لعملية ترطيب الهواء ببخار الماء.

المواد والتجهيزات والأدوات المطلوبة:

ملابس العمل، جهاز قياس درجة الحرارة الجافة، جهاز قياس درجة الحرارة الرطبة، جهاز قياس الرطوبة النسبية للهواء، وحدة التكييف التدريبية (مرطب ببخار الماء)، آلة حاسبة، قلم، مسطرة.

المطلوب:

حساب استهلاك المياه لعملية ترطيب الهواء ببخار الماء.

الخطوات:

١. قم بقياس خاصيتين من خواص الهواء قبل المرطب:			
الخاصية الأولى:		الخاصية الثانية:	
رمزها:		رمزها:	
قيمتها:		قيمتها:	
وحدتها:		وحدتها:	

٢. قم بقياس خاصيتين من خواص الهواء بعد المرطب:			
الخاصية الأولى:		الخاصية الثانية:	
رمزها:		رمزها:	
قيمتها:		قيمتها:	
وحدتها:		وحدتها:	

٣. باستخدام خواص الهواء قبل وبعد المرطب؛ ارسم العملية (ترطيب) على خريطة السيكرومتري.

٤. حدد خواص الهواء قبل المرطب:

درجة الندى	الانثالبي	الحجم النوعي	الرطوبة النوعية	الرطوبة النسبية	درجة الحرارة الرطبة	درجة الحرارة الجافة
dp	h	v	ω	RH	wb	db
$°C$	kJ/k	m^3/kg	$\frac{kgH_2O}{kgair}$	%	$°C$	$°C$

٥. حدد خواص الهواء بعد المرطب:

درجة الندى	الانثالبي	الحجم النوعي	الرطوبة النوعية	الرطوبة النسبية	درجة الحرارة الرطبة	درجة الحرارة الجافة
dp	h	v	ω	RH	wb	db
$°C$	kJ/k	m^3/kg	$\frac{kgH_2O}{kgair}$	%	$°C$	$°C$

٦. أوجد كتلة الهواء المار على المرطب لكل ثانية ($\dot{m}_a$):

$$\dot{m}_a = \frac{V \cdot A}{v_1}$$

حيث:

V : سرعة الهواء المار على المرطب.

A : مساحة المقطع لمجرى الهواء.

v_1 : الحجم النوعي للهواء قبل مروره على المرطب.

الناتج: $\dot{m}_a =$ Kg/s

٧. احسب كمية استهلاك المياه باللتر لكل ساعة ($\dot{m}_w$):

$$\dot{m}_w = 3600 \cdot \dot{m}_a \cdot \Delta W$$

حيث: $\Delta W = W_2 - W_1$

الناتج: $\dot{m}_w =$ l/hr

ملاحظات: .....

.....

.....

تعليمات

بعد الانتهاء من التدريب رقم (٥) و (٦) قيم نفسك وقدراتك بواسطة إكمال هذا التقييم الذاتي لكل عنصر من العناصر المذكورة، وذلك بوضع علامة (✓) أمام مستوى الأداء الذي أتقنته، وفي حالة عدم قابلية المهمة للتطبيق ضع العلامة في الخانة الخاصة بذلك.

اسم النشاط الذي تم التدرب عليه:

إجراء عملية ترطيب للهواء ببخار الماء

العناصـــــر	مستوى الأداء (هل أتقنت الأداء)			
	غير قابل للتطبيق	لا	جزئياً	كلياً
١ - قياس درجة الحرارة الجافة للهواء.				
٢ - قياس درجة الحرارة الرطبة للهواء.				
٣ - قياس الرطوبة النسبية للهواء.				
٤ - رسم العملية على خريطة السيكرومتري.				
٥ - تحديد خواص الهواء.				
٦ - حساب كتلة الهواء المار على المرطب لكل ثانية ($\dot{m}_a$).				
٧ - حساب كمية الماء المستهلك للترطيب.				

يجب أن تصل النتيجة لجميع المفردات (البنود) المذكورة إلى درجة الإتقان الكلي أو أنها غير قابلة للتطبيق ، وفي حالة وجود مفردة في القائمة "لا" أو "جزئياً" فيجب إعادة التدرُّب على هذا النشاط مرة أخرى بمساعدة المدرب.

تقييم مستوى الأداء

اسم المتدرب: التاريخ:

رقم المتدرب: المحاولة: ١ ٢ ٣ ٤ ٥

كل بند أو مفردة يقيم بـ ١٠ نقاط.

العلامة: الحد الأدنى: ما يعادل ٨٠٪ من مجموع النقاط.

الحد الأعلى: ما يعادل ١٠٠٪ من مجموع النقاط.

بنود التقييم	النقاط
١ - قياس درجة الحرارة الجافة للهواء.	
٢ - قياس درجة الحرارة الرطبة للهواء.	
٣ - قياس الرطوبة النسبية للهواء.	
٤ - رسم العملية على خريطة السيكرومتري.	
٥ - تحديد خواص الهواء.	
٦ - حساب كتلة الهواء المار على المرطب لكل ثانية ($\dot{m}_a$).	
٧ - حساب كمية الماء المستهلك للترطيب.	
هذه المفردات يجب أن تكمل بدقة ١٠٠٪.	

ملاحظات:.....

.....

توقيع المدرب: .....

التدريب العملي رقم (٧)

الجدارة:

تحديد خواص الهواء قبل وبعد إجراء عملية ترطيب أدياباتي ومراقبة التغير الناتج من العملية.

المواد والتجهيزات والأدوات المطلوبة:

ملابس العمل، جهاز قياس درجة الحرارة الجافة، جهاز قياس درجة الحرارة الرطبة، جهاز قياس الرطوبة النسبية للهواء، مرطب أدياباتي (مكيف صحراوي).

المطلوب:

مراقبة التغير لكل خاصية من خواص الهواء بعد إجراء عملية ترطيب أدياباتي.

الخطوات:

١. قم بقياس خاصيتين من خواص الهواء قبل المرطب الأدياباتي:			
الخاصية الأولى:		الخاصية الثانية:	
رمزها:		رمزها:	
قيمتها:		قيمتها:	
وحدتها:		وحدتها:	

٢. قم بقياس خاصيتين من خواص الهواء بعد المرطب الأدياباتي:			
الخاصية الأولى:		الخاصية الثانية:	
رمزها:		رمزها:	
قيمتها:		قيمتها:	
وحدتها:		وحدتها:	

٣. باستخدام خواص الهواء قبل وبعد المرطب الأدياباتي؛ ارسم العملية (ترطيب أدياباتي) على خريطة السيكرومتري.

٤. حدد خواص الهواء قبل المرطب الأدياباتي:

درجة الندى	الانثالبي	الحجم النوعي	الرطوبة النوعية	الرطوبة النسبية	درجة الحرارة الرطبة	درجة الحرارة الجافة
dp	h	v	ω	RH	wb	db
$°C$	kJ/k	m^3/kg	$\frac{kgH_2O}{kgair}$	%	$°C$	$°C$

٥. حدد خواص الهواء بعد المرطب الأدياباتي:

درجة الندى	الانثالبي	الحجم النوعي	الرطوبة النوعية	الرطوبة النسبية	درجة الحرارة الرطبة	درجة الحرارة الجافة
dp	h	v	ω	RH	wb	db
$°C$	kJ/k	m^3/kg	$\frac{kgH_2O}{kgair}$	%	$°C$	$°C$

٦. راقب تغير خواص الهواء بعد عملية الترطيب الأدياباتي:

حيث يشير كل سهم كما يلي : ← = ثبوت الخاصية ، ↑ = زيادة للخاصية ↓ = نقصان للخاصية

	درجة الحرارة الجافة	درجة الحرارة الرطبة	الرطوبة النسبية	الرطوبة النوعية	الحجم النوعي	الانثالبي	درجة الندي
	db	wb	RH	ω	v	h	dp
ترطيب أدياباتي							

ملاحظات: .....

.....

.....

التدريب العملي رقم (٨)

الجدارة:

حساب استهلاك المياه لعملية ترطيب الهواء أدياباتياً.

المواد والتجهيزات والأدوات المطلوبة:

ملابس العمل، جهاز قياس درجة الحرارة الجافة، جهاز قياس درجة الحرارة الرطبة، جهاز قياس الرطوبة النسبية للهواء، مرطب أدياباتي (مكيف صحراوي).

المطلوب:

حساب استهلاك المياه لعملية ترطيب الهواء ببخار الماء.

الخطوات:

١. قم بقياس خاصيتين من خواص الهواء قبل المرطب:			
الخاصية الأولى:		الخاصية الثانية:	
رمزها:		رمزها:	
قيمتها:		قيمتها:	
وحدتها:		وحدتها:	

٢. قم بقياس خاصيتين من خواص الهواء بعد المرطب:			
الخاصية الأولى:		الخاصية الثانية:	
رمزها:		رمزها:	
قيمتها:		قيمتها:	
وحدتها:		وحدتها:	

٣. باستخدام خواص الهواء قبل وبعد المرطب؛ ارسم العملية (ترطيب أدياباتي) على خريطة السيكرومتري.

٤. حدد خواص الهواء قبل المرطب:

درجة الندى	الانثالبي	الحجم النوعي	الرطوبة النوعية	الرطوبة النسبية	درجة الحرارة الرطبة	درجة الحرارة الجافة
dp	h	v	ω	RH	wb	db
$°C$	kJ/k	m^3/kg	$\frac{kgH_2O}{kgair}$	%	$°C$	$°C$

٥. حدد خواص الهواء بعد المرطب:

درجة الندى	الانثالبي	الحجم النوعي	الرطوبة النوعية	الرطوبة النسبية	درجة الحرارة الرطبة	درجة الحرارة الجافة
dp	h	v	ω	RH	wb	db
$°C$	kJ/k	m^3/kg	$\frac{kgH_2O}{kgair}$	%	$°C$	$°C$

٦. أوجد كتلة الهواء المار على المرطب لكل ثانية ($\dot{m}_a$):

$$\dot{m}_a = \frac{V \cdot A}{v_1}$$

حيث:

V : سرعة الهواء المار على المرطب.

A : مساحة المقطع لمجرى الهواء.

v_1 : الحجم النوعي للهواء قبل مروره على المرطب.

الناتج: $\dot{m}_a =$ Kg/s

٧. احسب كمية استهلاك المياه باللتر لكل ساعة ($\dot{m}_w$):

$$\dot{m}_w = 3600 \cdot \dot{m}_a \cdot \Delta W$$

حيث: $\Delta W = W_2 - W_1$

الناتج: $\dot{m}_w =$ l/hr

ملاحظات: .....

.....

.....

.....

تعليمات

بعد الانتهاء من التدريب رقم (٧) وَ (٨) قيم نفسك وقدراتك بواسطة إكمال هذا التقييم الذاتي لكل عنصر من العناصر المذكورة، وذلك بوضع علامة (✓) أمام مستوى الأداء الذي أتقنته، وفي حالة عدم قابلية المهمة للتطبيق ضع العلامة في الخانة الخاصة بذلك.

اسم النشاط الذي تم التدرب عليه:

إجراء عملية ترطيب للهواء أدياباتياً

العناصـــــر	مستوى الأداء (هل أتقنت الأداء)			
	غير قابل للتطبيق	لا	جزئياً	كلياً
١ - قياس درجة الحرارة الجافة للهواء.				
٢ - قياس درجة الحرارة الرطبة للهواء.				
٣ - قياس الرطوبة النسبية للهواء.				
٤ - رسم العملية على خريطة السيكرومتري.				
٥ - تحديد خواص الهواء.				
٦ - حساب كتلة الهواء المار على المرطب لكل ثانية ($\dot{m}_a$).				
٧ - حساب كمية الماء المستهلك للترطيب أدياباتياً.				

يجب أن تصل النتيجة لجميع المفردات (البنود) المذكورة إلى درجة الإتقان الكلي أو أنها غير قابلة للتطبيق ، وفي حالة وجود مفردة في القائمة "لا" أو "جزئياً" فيجب إعادة التدرُّب على هذا النشاط مرة أخرى بمساعدة المدرب.

تقييم مستوى الأداء

اسم المتدرب: التاريخ:

رقم المتدرب: المحاولة: ١ ٢ ٣ ٤ ٥

كل بند أو مفردة يقيم بـ ١٠ نقاط.

العلامة: الحد الأدنى: ما يعادل ٨٠٪ من مجموع النقاط.

الحد الأعلى: ما يعادل ١٠٠٪ من مجموع النقاط.

بنود التقييم	النقاط
١ - قياس درجة الحرارة الجافة للهواء.	
٢ - قياس درجة الحرارة الرطبة للهواء.	
٣ - قياس الرطوبة النسبية للهواء.	
٤ - رسم العملية على خريطة السيكرومتري.	
٥ - تحديد خواص الهواء.	
٦ - حساب كتلة الهواء المار على المرطب لكل ثانية ($\dot{m}_a$).	
٧ - حساب كمية الماء المستهلك للترطيب أدياباتياً.	
هذه المفردات يجب أن تكمل بدقة ١٠٠٪.	

ملاحظات:.....

.....

توقيع المدرب: .....

التدريب العملي رقم (٩)

الجدارة:

تحديد خواص الهواء قبل وبعد إجراء عملية تبريد وإزالة رطوبة ومراقبة التغير الناتج من العملية.

المواد والتجهيزات والأدوات المطلوبة:

ملابس العمل، جهاز قياس درجة الحرارة الجافة، جهاز قياس درجة الحرارة الرطبة، جهاز قياس الرطوبة النسبية للهواء، وحدة التكييف التدريبية (ملف تبريد)، آلة حاسبة، قلم، مسطرة.

المطلوب:

مراقبة التغير لكل خاصية من خواص الهواء بعد إجراء عملية إزالة رطوبة.

الخطوات:

١. قم بقياس خاصيتين من خواص الهواء قبل ملف التبريد:			
الخاصية الأولى:		الخاصية الثانية:	
رمزها:		رمزها:	
قيمتها:		قيمتها:	
وحدتها:		وحدتها:	

٢. قم بقياس خاصيتين من خواص الهواء بعد ملف التبريد:			
الخاصية الأولى:		الخاصية الثانية:	
رمزها:		رمزها:	
قيمتها:		قيمتها:	
وحدتها:		وحدتها:	

٣. باستخدام خواص الهواء قبل وبعد ملف التبريد؛ ارسم العملية (تبريد مع إزالة رطوبة) على خريطة السيكرومتري.

٤. حدد خواص الهواء قبل ملف التبريد:

درجة الندى	الانثالبي	الحجم النوعي	الرطوبة النوعية	الرطوبة النسبية	درجة الحرارة الرطبة	درجة الحرارة الجافة
dp	h	v	ω	RH	wb	db
$°C$	kJ/k	m^3/kg	$\frac{kgH_2O}{kgair}$	%	$°C$	$°C$

٥. حدد خواص الهواء بعد ملف التبريد:

درجة الندى	الانثالبي	الحجم النوعي	الرطوبة النوعية	الرطوبة النسبية	درجة الحرارة الرطبة	درجة الحرارة الجافة
dp	h	v	ω	RH	wb	db
$°C$	kJ/k	m^3/kg	$\frac{kgH_2O}{kgair}$	%	$°C$	$°C$

٦. راقب تغير خواص الهواء بعد عملية إزالة الرطوبة:

حيث يشير كل سهم كما يلي : ← = ثبوت الخاصية ، ↑ = زيادة للخاصية ↓ = نقصان للخاصية

	درجة الحرارة الجافة	درجة الحرارة الرطبة	الرطوبة النسبية	الرطوبة النوعية	الحجم النوعي	الانثالبي	درجة الندي
	db	wb	RH	ω	v	h	dp
إزالة الرطوبة							

ملاحظات :.....

.....

.....

التدريب العملي رقم (١٠)

الجدارة:

حساب معدل التكثيف لعملية إزالة الرطوبة بواسطة ملف تبريد.

المواد والتجهيزات والأدوات المطلوبة:

ملابس العمل، جهاز قياس درجة الحرارة الجافة، جهاز قياس درجة الحرارة الرطبة، جهاز قياس الرطوبة النسبية للهواء، وحدة التكييف التدريبية (ملف تبريد)، آلة حاسبة، قلم، مسطرة.

المطلوب:

حساب معدل التكثيف لعملية إزالة الرطوبة بواسطة ملف تبريد.

الخطوات:

١. قم بقياس خاصيتين من خواص الهواء قبل ملف التبريد:			
الخاصية الأولى:		الخاصية الثانية:	
رمزها:		رمزها:	
قيمتها:		قيمتها:	
وحدتها:		وحدتها:	

٢. قم بقياس خاصيتين من خواص الهواء بعد ملف التبريد:			
الخاصية الأولى:		الخاصية الثانية:	
رمزها:		رمزها:	
قيمتها:		قيمتها:	
وحدتها:		وحدتها:	

٣. باستخدام خواص الهواء قبل وبعد ملف التبريد؛ ارسم العملية (تبريد مع إزالة رطوبة) على خريطة السيكرومتري.

٤. حدد خواص الهواء قبل ملف التبريد:

درجة الندى	الانثالبي	الحجم النوعي	الرطوبة النوعية	الرطوبة النسبية	درجة الحرارة الرطبة	درجة الحرارة الجافة
dp	h	v	ω	RH	wb	db
$°C$	kJ/k	m^3/kg	$\frac{kgH_2O}{kgair}$	%	$°C$	$°C$

٥. حدد خواص الهواء بعد ملف التبريد:

درجة الندى	الانثالبي	الحجم النوعي	الرطوبة النوعية	الرطوبة النسبية	درجة الحرارة الرطبة	درجة الحرارة الجافة
dp	h	v	ω	RH	wb	db
$°C$	kJ/k	m^3/kg	$\frac{kgH_2O}{kgair}$	%	$°C$	$°C$

٦. أوجد كتلة الهواء المار على ملف التبريد لكل ثانية ($\dot{m}_a$):

$$\dot{m}_a = \frac{V \cdot A}{v_1}$$

حيث:

V : سرعة الهواء المار على المرطب.

A : مساحة المقطع لمجرى الهواء.

v_1 : الحجم النوعي للهواء قبل مروره على المرطب.

الناتج: $\dot{m}_a =$ Kg/s

٧. احسب معدل التكثيف باللتر لكل ساعة ($\dot{m}_w$):

$$\dot{m}_w = 3600 \cdot \dot{m}_a \cdot \Delta W$$

حيث: $\Delta W = W_1 - W_2$

الناتج: $\dot{m}_w =$ l/hr

ملاحظات: .....

.....

.....

.....

تعليمات

بعد الانتهاء من التدريب رقم (٩) و(١٠) قيم نفسك وقدراتك بواسطة إكمال هذا التقييم الذاتي لكل عنصر من العناصر المذكورة، وذلك بوضع علامة (✓) أمام مستوى الأداء الذي أتقنته، وفي حالة عدم قابلية المهمة للتطبيق ضع العلامة في الخانة الخاصة بذلك.

اسم النشاط الذي تم التدرب عليه:

إجراء عملية تبريد وإزالة رطوبة

العناصـــــر	مستوى الأداء (هل أتقنت الأداء)			
	غير قابل للتطبيق	لا	جزئياً	كلياً
١ - قياس درجة الحرارة الجافة للهواء.				
٢ - قياس درجة الحرارة الرطبة للهواء.				
٣ - قياس الرطوبة النسبية للهواء.				
٤ - رسم العملية على خريطة السيكرومتري.				
٥ - تحديد خواص الهواء.				
٦ - حساب كتلة الهواء المار على ملف التبريد لكل ثانية ($\dot{m}_a$).				
٧ - حساب معدل التكثيف لعملية إزالة الرطوبة بواسطة ملف تبريد.				

يجب أن تصل النتيجة لجميع المفردات (البنود) المذكورة إلى درجة الإتقان الكلي أو أنها غير قابلة للتطبيق، وفي حالة وجود مفردة في القائمة "لا" أو "جزئياً" فيجب إعادة التدرُّب على هذا النشاط مرة أخرى بمساعدة المدرب.

تقييم مستوى الأداء

اسم المتدرب: التاريخ:

رقم المتدرب: المحاولة: ١ ٢ ٣ ٤ ٥

كل بند أو مفردة يقيم بـ ١٠ نقاط.

العلامة: الحد الأدنى: ما يعادل ٨٠٪ من مجموع النقاط.

الحد الأعلى: ما يعادل ١٠٠٪ من مجموع النقاط.

بنود التقييم	النقاط
١ - قياس درجة الحرارة الجافة للهواء. ٢ - قياس درجة الحرارة الرطبة للهواء. ٣ - قياس الرطوبة النسبية للهواء. ٤ - رسم العملية على خريطة السيكرومتري. ٥ - تحديد خواص الهواء. ٦ - حساب كتلة الهواء المار على ملف التبريد لكل ثانية ($\dot{m}_a$). ٧ - حساب معدل التكثيف لعملية إزالة الرطوبة بواسطة ملف تبريد.	
هذه المفردات يجب أن تكمل بدقة ١٠٠٪.	

ملاحظات:.....

.....

توقيع المدرب: .....

التدريب العملي رقم (١١)

الجدارة:

تحديد خواص الهواء قبل وبعد إجراء عملية خلط للهواء ومراقبة التغير الناتج من العملية.

المواد والتجهيزات والأدوات المطلوبة:

ملابس العمل، جهاز قياس درجة الحرارة الجافة، جهاز قياس درجة الحرارة الرطبة، جهاز قياس الرطوبة النسبية للهواء، وحدة التكييف التدريبية المطورة.

المطلوب:

تحديد خواص الهواء قبل وبعد إجراء عملية خلط للهواء ومراقبة التغير الناتج من العملية.

الخطوات:

١. قم بقياس خاصيتين من خواص الهواء الراجع:			
الخاصية الأولى:		الخاصية الثانية:	
رمزها:		رمزها:	
قيمتها:		قيمتها:	
وحدتها:		وحدتها:	

٢. أوجد كتلة الهواء الراجع لكل ثانية ($\dot{m}_{a1}$):		
$\dot{m}_{a1} = \frac{V \cdot A}{v_1}$	حيث:	V : سرعة الهواء الراجع. A : مساحة المقطع لمجرى الهواء. v_1 : الحجم النوعي للهواء الراجع.
الناتج:	Kg/s	$\dot{m}_{a1} =$

٣. قم بقياس خاصيتين من خواص الهواء الخارجي:			
الخاصية الأولى:		الخاصية الثانية:	
رمزها:		رمزها:	
قيمتها:		قيمتها:	
وحدتها:		وحدتها:	

٤. أوجد كتلة الهواء الخارجي لكل ثانية ($\dot{m}_{a2}$):

$$\dot{m}_{a2} = \frac{V \cdot A}{v_2}$$

حيث: V : سرعة الهواء.

A : مساحة المقطع لمجرى الهواء.

v_2 : الحجم النوعي للهواء.

الناتج: $\dot{m}_{a2} =$ Kg/s

٥. باستخدام خواص الهواء السابقة لكل حالة؛ ارسم عملية الخلط على خريطة السيكرومتري:

أ. حدد النقطتين على الخريطة السيكرومترية.

ب. وصل بين النقطتين بخط مستقيم. ثم احسب طول هذا الخط: $L =$ mm

ت. أوجد نسبة كتلة الهواء الراجع إلى كتلة الهواء الكلي (الراجع والخارجي): $L_1 = \frac{\dot{m}_{a1}}{\dot{m}_{a1} + \dot{m}_{a2}}$

$L_1 =$ mm

ث. من النقطة (١) قس المسافة L_1 وحدد النقطة (٣).

٦. قم بقياس خاصيتين من خواص الهواء بعد الخلط، ثم حدد النقطة على الخريطة السيكرومترية:			
الخاصية الأولى:		الخاصية الثانية:	
رمزها:		رمزها:	
قيمتها:		قيمتها:	
وحدتها:		وحدتها:	

٧. قارن بين النتيجة التي حصلت عليها من الخطوة رقم (٥) والخطوة رقم (٦)، واكتب ملاحظاتك

ملاحظات: .....

تعليمات

بعد الانتهاء من التدريب رقم (١١) قيم نفسك وقدراتك بواسطة إكمال هذا التقييم الذاتي لكل عنصر من العناصر المذكورة، وذلك بوضع علامة (✓) أمام مستوى الأداء الذي أتقنته، وفي حالة عدم قابلية المهمة للتطبيق ضع العلامة في الخانة الخاصة بذلك.

اسم النشاط الذي تم التدرب عليه:

إجراء عملية خلط للهواء

العناصـــــر	مستوى الأداء (هل أتقنت الأداء)			
	غير قابل للتطبيق	لا	جزئياً	كلياً
١ - قياس درجة الحرارة الجافة للهواء.				
٢ - قياس درجة الحرارة الرطبة للهواء.				
٣ - قياس الرطوبة النسبية للهواء.				
٤ - رسم العملية على خريطة السيكرومتري.				
٥ - تحديد خواص الهواء.				
٦ - حساب كتلة الهواء المار لكل ثانية ($\dot{m}_a$).				

يجب أن تصل النتيجة لجميع المفردات (البنود) المذكورة إلى درجة الإتقان الكلي أو أنها غير قابلة للتطبيق ، وفي حالة وجود مفردة في القائمة "لا" أو "جزئياً" فيجب إعادة التدرُّب على هذا النشاط مرة أخرى بمساعدة المدرب.

تقييم مستوى الأداء

اسم المتدرب: التاريخ:

رقم المتدرب: المحاولة: ١ ٢ ٣ ٤ ٥

كل بند أو مفردة يقيم بـ ١٠ نقاط.

العلامة: الحد الأدنى: ما يعادل ٨٠٪ من مجموع النقاط.

الحد الأعلى: ما يعادل ١٠٠٪ من مجموع النقاط.

بنود التقييم	النقاط
١ - قياس درجة الحرارة الجافة للهواء.	
٢ - قياس درجة الحرارة الرطبة للهواء.	
٣ - قياس الرطوبة النسبية للهواء.	
٤ - رسم العملية على خريطة السيكرومتري.	
٥ - تحديد خواص الهواء.	
٦ - حساب كتلة الهواء المار لكل ثانية ($\dot{m}_a$).	
هذه المفردات يجب أن تكمل بدقة ١٠٠٪.	

ملاحظات:.....

.....

توقيع المدرب: .....

التدريب العملي رقم (١٢)

الجدارة:

تحديد خواص الهواء قبل وبعد إجراء عملية مركبة (تسخين أولي ، عملية ترطيب ، إعادة تسخين) ومراقبة التغير الناتج من العملية.

- ملاحظة: هذا النظام (تسخين ، ترطيب ، إعادة تسخين) هو أساس دورة التكييف الشتوية.

المواد والتجهيزات والأدوات المطلوبة:

ملابس العمل، جهاز قياس درجة الحرارة الجافة، جهاز قياس درجة الحرارة الرطبة، جهاز قياس الرطوبة النسبية للهواء، وحدة التكييف التدريبية (سخان أولي ، مرطب ، سخان)، آلة حاسبة، قلم، مسطرة.

المطلوب:

مراقبة التغير لكل خاصية من خواص الهواء بعد إجراء العملية.

الخطوات:

١. قم بقياس خاصيتين من خواص الهواء قبل السخان الأولي:			
الخاصية الأولى:		الخاصية الثانية:	
رمزها:		رمزها:	
قيمتها:		قيمتها:	
وحدتها:		وحدتها:	

٢. قم بقياس خاصيتين من خواص الهواء بعد السخان الأولى وقبل المرطب:			
الخاصية الأولى:		الخاصية الثانية:	
رمزها:		رمزها:	
قيمتها:		قيمتها:	
وحدتها:		وحدتها:	

٣. قم بقياس خاصيتين من خواص الهواء بعد المرطب وقبل السخان:			
الخاصية الأولى:		الخاصية الثانية:	
رمزها:		رمزها:	
قيمتها:		قيمتها:	
وحدتها:		وحدتها:	

٤. قم بقياس خاصيتين من خواص الهواء بعد السخان:			
الخاصية الأولى:		الخاصية الثانية:	
رمزها:		رمزها:	
قيمتها:		قيمتها:	
وحدتها:		وحدتها:	

٥. باستخدام خواص الهواء السابقة؛ ارسم العملية (تسخين أولي ، ترطيب ، إعادة تسخين) على خريطة السيكرومتري.

٦. حدد خواص الهواء قبل السخان الأولي:

درجة الندى	الانثالبي	الحجم النوعي	الرطوبة النوعية	الرطوبة النسبية	درجة الحرارة الرطبة	درجة الحرارة الجافة
dp	h	v	ω	RH	wb	db
$°C$	kJ/k	m^3/kg	$\frac{kgH_2O}{kgair}$	%	$°C$	$°C$

٧. حدد خواص الهواء بعد السخان الثاني:

درجة الندي	الانثالبي	الحجم النوعي	الرطوبة النوعية	الرطوبة النسبية	درجة الحرارة الرطبة	درجة الحرارة الجافة
dp	h	v	ω	RH	wb	db
$°C$	kJ/k	m^3/kg	$\frac{kgH_2O}{kgair}$	%	$°C$	$°C$

٨. راقب تغير خواص الهواء بعد العملية (تسخين أولي ، ترطيب ، إعادة تسخين):
حيث يشير كل سهم كما يلي : ← = ثبوت الخاصية ، ↑ = زيادة للخاصية ↓ = نقصان للخاصية

	درجة الحرارة الجافة	درجة الحرارة الرطبة	الرطوبة النسبية	الرطوبة النوعية	الحجم النوعي	الانثالبي	درجة الندي
	db	*wb*	*RH*	ω	*v*	*h*	*dp*
(تسخين أولي ، ترطيب ، إعادة تسخين)							

ملاحظات: .....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

تعليمات

بعد الانتهاء من التدريب رقم (١٢) قيم نفسك وقدراتك بواسطة إكمال هذا التقييم الذاتي لكل عنصر من العناصر المذكورة، وذلك بوضع علامة (✓) أمام مستوى الأداء الذي أتقنته، وفي حالة عدم قابلية المهمة للتطبيق ضع العلامة في الخانة الخاصة بذلك.

اسم النشاط الذي تم التدرب عليه:

إجراء عملية مركبة للهواء (تسخين أولي ، ترطيب ، إعادة تسخين)

العناصـــــــر	مستوى الأداء (هل أتقنت الأداء)			
	غير قابل للتطبيق	لا	جزئياً	كلياً
١ - قياس درجة الحرارة الجافة للهواء.				
٢ - قياس درجة الحرارة الرطبة للهواء.				
٣ - قياس الرطوبة النسبية للهواء.				
٤ - رسم العملية على خريطة السيكرومتري.				
٥ - تحديد خواص الهواء.				
٦ - حساب كتلة الهواء المار لكل ثانية ($\dot{m}_a$).				

يجب أن تصل النتيجة لجميع المفردات (البنود) المذكورة إلى درجة الإتقان الكلي أو أنها غير قابلة للتطبيق ، وفي حالة وجود مفردة في القائمة "لا" أو "جزئياً" فيجب إعادة التدرُّب على هذا النشاط مرة أخرى بمساعدة المدرب.

تقييم مستوى الأداء

اسم المتدرب: التاريخ:

رقم المتدرب: المحاولة: ١ ٢ ٣ ٤ ٥

كل بند أو مفردة يقيم بـ ١٠ نقاط.

العلامة: الحد الأدنى: ما يعادل ٨٠٪ من مجموع النقاط.

الحد الأعلى: ما يعادل ١٠٠٪ من مجموع النقاط.

بنود التقييم	النقاط
١ - قياس درجة الحرارة الجافة للهواء.	
٢ - قياس درجة الحرارة الرطبة للهواء.	
٣ - قياس الرطوبة النسبية للهواء.	
٤ - رسم العملية على خريطة السيكرومتري.	
٥ - تحديد خواص الهواء.	
٦ - حساب كتلة الهواء المار لكل ثانية ($\dot{m}_a$).	
هذه المفردات يجب أن تكمل بدقة ١٠٠٪.	

ملاحظات:.....

.....

توقيع المدرب: .....

التدريب العملي رقم (١٣)

الجدارة:

تحديد خواص الهواء قبل وبعد إجراء عملية مركبة (تبريد مع إزالة رطوبة ثم إعادة تسخين) ومراقبة التغير الناتج من العملية.

- ملاحظة: هذا النظام (تبريد مع إزالة رطوبة، إعادة تسخين) هو أساس دورة التكييف الصيفية للمناطق: الحارة ، رطبة.

المواد والتجهيزات والأدوات المطلوبة:

ملابس العمل، جهاز قياس درجة الحرارة الجافة، جهاز قياس درجة الحرارة الرطبة، جهاز قياس الرطوبة النسبية للهواء، وحدة التكييف التدريبية (ملف تبريد ، سخان)، آلة حاسبة، قلم، مسطرة.

المطلوب:

مراقبة التغير لكل خاصية من خواص الهواء بعد إجراء العملية.

الخطوات:

١. قم بقياس خاصيتين من خواص الهواء قبل ملف التبريد:			
الخاصية الأولى:		الخاصية الثانية:	
رمزها:		رمزها:	
قيمتها:		قيمتها:	
وحدتها:		وحدتها:	

٢. قم بقياس خاصيتين من خواص الهواء بعد ملف التبريد وقبل السخان:			
الخاصية الأولى:		الخاصية الثانية:	
رمزها:		رمزها:	
قيمتها:		قيمتها:	
وحدتها:		وحدتها:	

٣. قم بقياس خاصيتين من خواص الهواء بعد السخان:			
الخاصية الأولى:		الخاصية الثانية:	
رمزها:		رمزها:	
قيمتها:		قيمتها:	
وحدتها:		وحدتها:	

٤. باستخدام خواص الهواء السابقة؛ ارسم العملية (تبريد مع إزالة رطوبة ، إعادة تسخين) على خريطة السيكرومتري.

٥. حدد خواص الهواء قبل ملف التبريد:

درجة الندى	الانثالبي	الحجم النوعي	الرطوبة النوعية	الرطوبة النسبية	درجة الحرارة الرطبة	درجة الحرارة الجافة
dp	h	v	ω	RH	wb	db
$°C$	kJ/k	m^3/kg	$\frac{kgH_2O}{kgair}$	%	$°C$	$°C$

٦. حدد خواص الهواء بعد السخان:

درجة الندى	الانثالبي	الحجم النوعي	الرطوبة النوعية	الرطوبة النسبية	درجة الحرارة الرطبة	درجة الحرارة الجافة
dp	h	v	ω	RH	wb	db
$°C$	kJ/k	m^3/kg	$\frac{kgH_2O}{kgair}$	%	$°C$	$°C$

٧. راقب تغير خواص الهواء بعد العملية (تسخين أولي ، ترطيب ، إعادة تسخين):
حيث يشير كل سهم كما يلي : ← = ثبوت الخاصية ، ↑ = زيادة للخاصية ↓ = نقصان للخاصية

	درجة الحرارة الجافة	درجة الحرارة الرطبة	الرطوبة النسبية	الرطوبة النوعية	الحجم النوعي	الانثالبي	درجة الندي
	db	*wb*	*RH*	ω	*v*	*h*	*dp*
تبريد مع إزالة رطوبة، إعادة تسخين							

ملاحظات: .....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

تعليمات

بعد الانتهاء من التدريب رقم (١٣) قيم نفسك وقدراتك بواسطة إكمال هذا التقييم الذاتي لكل عنصر من العناصر المذكورة، وذلك بوضع علامة (✓) أمام مستوى الأداء الذي أتقنته، وفي حالة عدم قابلية المهمة للتطبيق ضع العلامة في الخانة الخاصة بذلك.

اسم النشاط الذي تم التدرب عليه:

إجراء عملية مركبة للهواء (تبريد مع إزالة رطوبة، إعادة تسخين)

العناصـــــر	مستوى الأداء (هل أتقنت الأداء)			
	غير قابل للتطبيق	لا	جزئياً	كلياً
١ - قياس درجة الحرارة الجافة للهواء.				
٢ - قياس درجة الحرارة الرطبة للهواء.				
٣ - قياس الرطوبة النسبية للهواء.				
٤ - رسم العملية على خريطة السيكرومتري.				
٥ - تحديد خواص الهواء.				
٦ - حساب كتلة الهواء المار لكل ثانية ($\dot{m}_a$).				

يجب أن تصل النتيجة لجميع المفردات (البنود) المذكورة إلى درجة الإتقان الكلي أو أنها غير قابلة للتطبيق ، وفي حالة وجود مفردة في القائمة "لا" أو "جزئياً" فيجب إعادة التدرُّب على هذا النشاط مرة أخرى بمساعدة المدرب.

تقييم مستوى الأداء

اسم المتدرب: التاريخ:

رقم المتدرب: المحاولة: ١ ٢ ٣ ٤ ٥

كل بند أو مفردة يقيم بـ ١٠ نقاط.

العلامة: الحد الأدنى: ما يعادل ٨٠٪ من مجموع النقاط.

الحد الأعلى: ما يعادل ١٠٠٪ من مجموع النقاط.

بنود التقييم	النقاط
١ - قياس درجة الحرارة الجافة للهواء.	
٢ - قياس درجة الحرارة الرطبة للهواء.	
٣ - قياس الرطوبة النسبية للهواء.	
٤ - رسم العملية على خريطة السيكرومتري.	
٥ - تحديد خواص الهواء.	
٦ - حساب كتلة الهواء المار لكل ثانية ($\dot{m}_a$).	
هذه المفردات يجب أن تكمل بدقة ١٠٠٪.	

ملاحظات:.....

.....

توقيع المدرب: .....

التدريب العملي رقم (١٤)

الجدارة:

تحديد خواص الهواء قبل وبعد إجراء عملية مركبة (تبريد، ترطيب ، إعادة تسخين) ومراقبة التغير الناتج من العملية.

- ملاحظة: هذا النظام (تبريد، ترطيب ، إعادة تسخين) هو أساس دورة التكييف الصيفية للمناطق: الحارة ، جافة.

المواد والتجهيزات والأدوات المطلوبة:

ملابس العمل، جهاز قياس درجة الحرارة الجافة، جهاز قياس درجة الحرارة الرطبة، جهاز قياس الرطوبة النسبية للهواء، وحدة التكييف التدريبية (ملف تبريد ، مرطب، سخان)، آلة حاسبة، قلم، مسطرة.

المطلوب:

مراقبة التغير لكل خاصية من خواص الهواء بعد إجراء العملية.

الخطوات:

١. قم بقياس خاصيتين من خواص الهواء قبل ملف التبريد:			
الخاصية الأولى:		الخاصية الثانية:	
رمزها:		رمزها:	
قيمتها:		قيمتها:	
وحدتها:		وحدتها:	

٢. قم بقياس خاصيتين من خواص الهواء بعد ملف التبريد وقبل المرطب:			
الخاصية الأولى:		الخاصية الثانية:	
رمزها:		رمزها:	
قيمتها:		قيمتها:	
وحدتها:		وحدتها:	

٣. قم بقياس خاصيتين من خواص الهواء بعد المرطب وقبل السخان:			
الخاصية الأولى:		الخاصية الثانية:	
رمزها:		رمزها:	
قيمتها:		قيمتها:	
وحدتها:		وحدتها:	

٤. قم بقياس خاصيتين من خواص الهواء بعد السخان:			
الخاصية الأولى:		الخاصية الثانية:	
رمزها:		رمزها:	
قيمتها:		قيمتها:	
وحدتها:		وحدتها:	

٥. باستخدام خواص الهواء السابقة؛ ارسم العملية (تبريد ، ترطيب ، إعادة تسخين) على خريطة السيكرومتري.

٦. حدد خواص الهواء قبل ملف التبريد:

درجة الندى	الانثالبي	الحجم النوعي	الرطوبة النوعية	الرطوبة النسبية	درجة الحرارة الرطبة	درجة الحرارة الجافة
dp	h	v	ω	RH	wb	db
$°C$	kJ/k	m^3/kg	$\frac{kgH_2O}{kgair}$	%	$°C$	$°C$

٧. حدد خواص الهواء بعد السخان:

درجة الندي	الانثالبي	الحجم النوعي	الرطوبة النوعية	الرطوبة النسبية	درجة الحرارة الرطبة	درجة الحرارة الجافة
dp	h	v	ω	RH	wb	db
$°C$	kJ/k	m^3/kg	$\frac{kgH_2O}{kgair}$	%	$°C$	$°C$

٨. راقب تغير خواص الهواء بعد العملية (تسخين أولي، ترطيب، إعادة تسخين):
حيث يشير كل سهم كما يلي : ← = ثبوت الخاصية ، ↑ = زيادة للخاصية ↓ = نقصان للخاصية

	درجة الحرارة الجافة	درجة الحرارة الرطبة	الرطوبة النسبية	الرطوبة النوعية	الحجم النوعي	الانثالبي	درجة الندي
	db	*wb*	*RH*	ω	*v*	*h*	*dp*
(تبريد ، ترطيب، إعادة تسخين)							

ملاحظات: .....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

تعليمات

بعد الانتهاء من التدريب رقم (١٤) قيم نفسك وقدراتك بواسطة إكمال هذا التقييم الذاتي لكل عنصر من العناصر المذكورة، وذلك بوضع علامة (✓) أمام مستوى الأداء الذي أتقنته، وفي حالة عدم قابلية المهمة للتطبيق ضع العلامة في الخانة الخاصة بذلك.

اسم النشاط الذي تم التدرب عليه:

إجراء عملية مركبة للهواء (تبريد، ترطيب ، إعادة تسخين)

العناصـــــر	مستوى الأداء (هل أتقنت الأداء)			
	غير قابل للتطبيق	لا	جزئياً	كلياً
١ - قياس درجة الحرارة الجافة للهواء.				
٢ - قياس درجة الحرارة الرطبة للهواء.				
٣ - قياس الرطوبة النسبية للهواء.				
٤ - رسم العملية على خريطة السيكرومتري.				
٥ - تحديد خواص الهواء.				
٦ - حساب كتلة الهواء المار لكل ثانية ($\dot{m}_a$).				

يجب أن تصل النتيجة لجميع المفردات (البنود) المذكورة إلى درجة الإتقان الكلي أو أنها غير قابلة للتطبيق ، وفي حالة وجود مفردة في القائمة "لا" أو "جزئياً" فيجب إعادة التدرُّب على هذا النشاط مرة أخرى بمساعدة المدرب.

تقييم مستوى الأداء

اسم المتدرب: التاريخ:

رقم المتدرب: المحاولة: ١ ٢ ٣ ٤ ٥

كل بند أو مفردة يقيم بـ ١٠ نقاط.

العلامة: الحد الأدنى: ما يعادل ٨٠٪ من مجموع النقاط.

الحد الأعلى: ما يعادل ١٠٠٪ من مجموع النقاط.

بنود التقييم	النقاط
١ - قياس درجة الحرارة الجافة للهواء.	
٢ - قياس درجة الحرارة الرطبة للهواء.	
٣ - قياس الرطوبة النسبية للهواء.	
٤ - رسم العملية على خريطة السيكرومتري.	
٥ - تحديد خواص الهواء.	
٦ - حساب كتلة الهواء المار لكل ثانية ($\dot{m}_a$).	
هذه المفردات يجب أن تكمل بدقة ١٠٠٪.	

ملاحظات:.....

.....

توقيع المدرب: .....

حسابات الأحمال
Load Calculations

مقدمة

تحتوي هذه الوحدة على تمارين في أحمال التكييف (تبريد وتسخين) لقاعة دراسية كبيرة حيث يتدرب المتدرب على استعمال المعادلات والجداول التي تمت دراستها مصحوبة بعد ذلك ببعض التمارين حول هذه الدراسة.

دراسة حالة: حساب الأحمال الحرارية لقاعة تدريس

المعلومات التالية لمدينة الرياض تم إيجادها من برنامج E20 –II والتابع لشركة CARRIER.

المعلومات في هذا البرنامج بالوحدات الإنجليزية وتم تحويلها إلى وحدات SI كما في الجدول التالي:

الموقع: مدينة الرياض

البيانات التصميمية:

اسم المدينة	الرياض	
القطر	المملكة العربية السعودية	
خط العرض	25.7°	
خط الطول	– 46.7°	
الارتفاع عن سطح البحر	2047 ft	624 m
درجة التصميم (db) ـ (صيفاً)	110°F	43.3°C
درجة التصميم (wb) ـ (صيفاً)	78°F	25.5°C
المدى اليومي الصيفي	32°F	0°C
درجة التصميم (wb) ـ (شتاءاً)	37°F	2.8 ≈ 3°C
متوسط الانعكاس الأرضي اليومي	0.20	0.20
موصلية التربة	$0.800\frac{BTU}{hr\ ft\ F}$	$0.1154\frac{W}{m\,K}$
التوقيت المحلي $(GMT +/- N\ hours)$	-3 hours	

جدول (٣ – ١): معلومات جغرافية عن مدينة الرياض

الهدف:

أ ـ حساب أحمال التبريد.

ب ـ حساب أحمال التسخين.

مواصفات القاعة:

أبعاد القاعة: $30\,m \times 20\,m \times 4m$

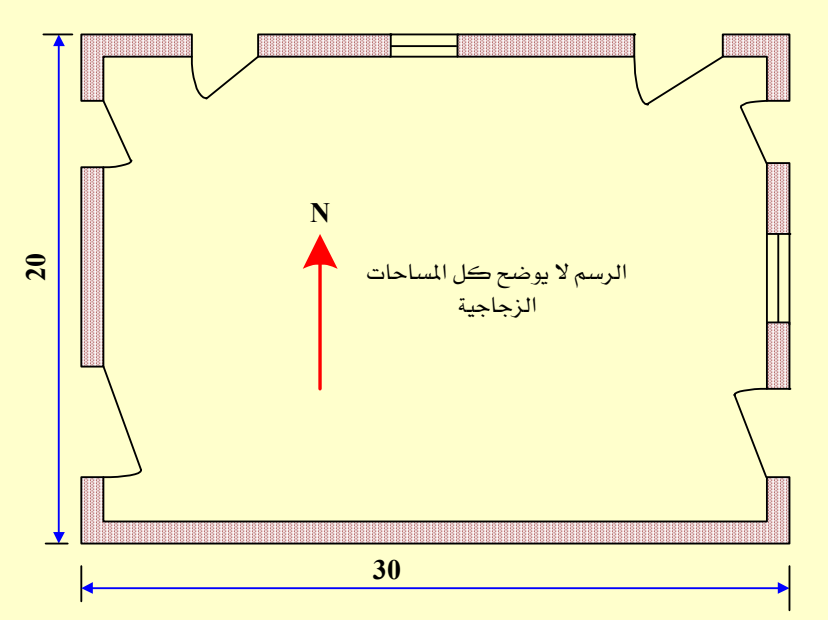
المساحات الزجاجية:

- من الناحية الشمالية $8\,m^2$
- من الناحية الشرقية $10\,m^2$
- من الناحية الغربية $10\,m^2$

الأبواب :

- من الناحية الشمالية $10\,m^2$
- من الناحية الشرقية $7\,m^2$
- من الناحية الغربية $7\,m^2$

مخطط القاعة:



شكل (٣ – ١): مخطط القاعة الدراسية

حساب أحمال التبريد:

شروط التصميم الخارجية $\omega_0 = 0.014\,kg/kg$ $RH = 24\%$ $26°C\,(wb),$ $43°C\,(db),$

شروط التصميم الداخلية $\omega_0 = 0.010\ kg/kg$ $RH = 49.5\%$ $18°C\,(wb),$ $25°C\,(db),$

لحساب معامل انتقال الحرارة الكلي من المعلومات التالية:

معامل انتقال الحرارة بالحمل الخارجي $h_o = 20\ W/m^2\,K$

معامل انتقال الحرارة بالحمل الداخلي $h_i = 10\ W/m^2\,K$

سمك جدار الحائط $x_w = 0.30\,m$

معامل التوصيل الحراري للحائط $k_w = 0.8\,W/m\,K$

سمك الطلاء $x_p = 0.16\ W/m\,K$

معامل التوصيل الحراري للطلاء $k_p = 0.16 W/mK$

إذن معامل انتقال الحرارة الكلي

$$\frac{1}{U} = \frac{1}{h_i} + \frac{1}{h_o} + 2\frac{x_p}{k_p} + \frac{x_w}{k_w}$$

$$U = 1.8 W/m^2\,K$$

أحمال الجدران (Q_w)

	A (m^2)	U (w/m^2K)	Δt (K)	Q (W)	
الحوائط الرأسية					
N	102	1.8	18	3305	
S	120	1.8	18	3888	
W	63	1.8	18	2041	
E	63	1.8	18	2041	
					11275
النوافذ					
N	8	5.6	18	806	
S	-	-	-	-	
W	10	5.6	18	1008	
E	10	5.6	18	1008	
					2822
الأبواب					
N	10	3.0	18	540	
S	-	-	-	-	
W	7	3.0	18	378	
E	7	3.0	18	378	
					1296
السقف	600	2.0	18	21600	**21600**
الأرضية	600	0.26	03	468	**468**
					37461

جدول (٣ – ٢): أحمال الجدران للقاعة الدراسية (صيفاَ)

أحمال الجدران + السقف + الأرضية 37461 W = 37.461 kW

أحمال الإضاءة:

تحسب أحمال الإضاءة من المعادلة التالية

$$Q_L = N \times P \times F \times (DF)$$

حيث أن :

عدد اللمبات: N

قدرة اللمبة الواحدة: $P\,[W]$

المعامل (حسب نوع اللمبة): F

للمبات الفلورسنت for florescent lamps 1.30 -1.25=

= 1.0 for bulb lamps للمبات العادية

DF معامل التباين

بما أن عدد اللمبات (فلورسنت) التي توجد بصالة الدراسة (المسرح) عددها 428 لمبة قدرة كل لمبة 20 W ، عليه يكون حمل الإضاءة باعتبار $DF = 0.80$ ،

$$Q_L = 428 \times 20 \times 1.25 \times (0.8)$$
$$= 8560W = 8.560kW$$

أحمال الأشخاص:

تعين الحرارة المحسوسة التي يعطيها شاغلو المكان بالمعادلة التالية:

$$Q_{p_s} = n \times q_{p_s} \times (D.F.)$$

وتعين الحرارة الكامنة التي يعطيها شاغلو المكان بالمعادلة التالية

$$Q_{p_L} = n \times q_{p_L} \times (D.F.)$$

حيث أن :

- عدد الأشخاص داخل المكان المكيف n
- معامل التباين (Diversity Factor) والذي يأخذ في الاعتبار عدم تواجد كل الأشخاص في نفس خطة حمل الذروة ويعين من الجداول DF
- معدل الحرارة المحسوسة التي يعطيها كل شخص q_{p_S}
- معدل الحرارة الكامنة التي يعطيها كل شخص q_{p_L}

وباعتبار سعة القاعة هي 500 شخص ومن الجداول يمكن إيجاد الحرارة المحسوسة والكامنة لكل شخص أي:

$$q_{p_s} = 72\ W \qquad q_{p_l} = 45W$$
$$Q_p = N \times (q/\ person) \times D.F.$$

الحمل المحسوس للأشخاص $Q_{p_s} = 500 \times 72 \times 0.8 = 28800\ W = 28.800\ kW$

الحمل الكامن للأشخاص $Q_{p_l} = 500 \times 45 \times 0.8 = 18000\ W = 18.800\ kW$

أحمال الأشخاص الكلي $Q_p = Q_{p_s} + Q_{p_l}$

$$Q_p = 28.800 + 18.000 = 46.800\ kW$$

حمل التهوية

يستعمل كثير من المصممين نظام معدل تغيير الهواء للغرفة /الساعة (N) حيث يحسب الحمل الكلي للتسرب أو التهوية (Q_v) بالمعادلة التالية

$$Q_v = \frac{ACH \times V \times \Delta h}{3600 \times v_o}$$

حيث:

حجم الحيز أو الغرفة $V = [m^3]$

حيث: معدل سريان الهواء الحجمي $\dot{V} = [m^3/s]$

الحجم النوعي للهواء الخارجي $v_o = [m^3/kg]$

معدل تغير الهواء في الساعة ACH

وبما أن ارتفاع القاعة $H = 4\ m$

ومساحة الأرضية $A = 30 \times 20 = 600\ m^2$

∴ حجم القاعة $V = AH = 600 \times 4 = 2400\ m^3$

معدل سريان هواء التهوية باعتبار $ACH = 3$ (من الجداول)

ومن الخريطة السيكرومترية (عند $43°C(db),\ 26°C(wb)$)

$$v_0 = 0.917\ m^3/kg$$

$$\dot{m} = \frac{ACH \times V}{3600 v_0}$$

$$\dot{m} = \frac{3 \times 2400}{3600 \times 0.917} = 2.18\, kg/s$$

من الخريطة السيكرومترية $h_N = 69.5\ kJ/kg$

$$h_0 = 79.5\ kJ/kg$$

$$h_R = 51.0\ kJ/kg$$

حمل التهوية المحسوس $Q_{v_s} = \dot{m}(h_N - h_R)$

$Q_{v_s} = 2.18\ (69.5 - 51.0) = 40.330\ \ kW$

حمل التهوية الكامن $Q_{vl} = \dot{m}(h_0 - h_N)$

$Q_{v_l} = 2.18\ (79.5 - 69.5) = 21.800\ \ kW$

حمل التهوية $Q_v = Q_{vs} + Q_{vl}$

$Q_v = 40.330 + 21.800 = 62.130\ \ kW$

أو

حمل التهوية $Q_v = \dot{m}(h_o - h_{R)}$

$Q_v = 2.18\ (79.5 - 51.0) = 62.130\ kW$

الكسب الإشعاعي خلال المساحات الزجاجية (Q_{rad})

يمكن التعبير عن كمية الحرارة المنتقلة خلال الأسطح الزجاجية بالمعادلة التالية:

$$Q_{rad} = A \times I \times (SC)$$

حيث:

الكسب نتيجة الإشعاع الشمسي خلال الزجاج $Q_{rad} = [kW]$

شدة الإشعاع الشمسي $I = (W / m^2)$

معامل التظليل $SC = [None]$

اتجاه المساحة الزجاجية Glass Dierction	المساحة الزجاجية $A\{m^2\}$	شدة الإشعاع (I) $\{W / m^2\}$	SC	Q_{rad} (W)
N	8	130	0.83	863
S	-	150	0.83	-
W	10	600	0.83	4980
E	10	660	0.83	4980
				10832

جدول (٣ – ٣): الكسب الإشعاعي للمساحات الزجاجية

الكسب الإشعاعي خلال المساحات الزجاجية $Q_{rad} = 10832\ W = 10.832\ kW$

تحليل أحمال التبريد (محسوس ، كامن) :- بوحدات (kW)

نوع الحمل	حمل محسوس $Q_s\{kW\}$	جمل كامن Q_l	الحمل الكلي Q_t	%
أحمال التوصيل	37.461	-	37.461	22.6
أحمال الإضاءة	8.560	-	8.560	05.2
الكسب الإشعاعي خلال المساحات الزجاجية	10.832	-	10.832	06.5
أحمال الأشخاص	28.800	18.000	46.800	28.2
حمل التهوية	40.330	21.800	62.130	37.5
	125.983	39.800	165.783	100

جدول (٣ – ٤): تحليل أحمال التبريد

معامل الحرارة المحسوس للغرفة $$SHF = \frac{Q_s}{Q_t} = \frac{125.983}{165.783} = 0.76$$

سعة ملف التبريد $$Q_{cc} = 165.783\ kW (\approx 50 TR)$$

حساب أحمال التبريد بالطريقة التقريبية العملية :

١ ـ طريقة مساحة الأرضية(Floor Area Method):

نفرض مساحة الأرضية $0.30\ kW/m^2$

$$A = 30 \times 20 = 600\, m^2$$

أذن الحمل الكلي للتبريد $$Q_{cc} = A \times (q\ \{kW/m^2\})$$

$$Q_{cc} = 600 \times 0.30 = 180\ kW (\approx 51.5\ TR)$$

٢ ـ نسبة خلط الهواء Air Mixing Ratio

كما سبق فإن معدل سريان الهواء الحجمي $$\dot{V} = \frac{ACH \times V}{3600}$$

$$\dot{V} = \frac{3 \times 2400}{3600} = 2\, m^3/s$$

و باعتبار نسبة الخلط 1:4 ، يكون حجم هواء التغذية

$$\dot{V}_s = 5 \times 2 = 10\ m^3/s$$

وحسب نظام ASHRAE بفرض : $OR = 5 \frac{TR}{m^3/s}$ أو $0.20 \frac{m^3/s}{TR}$

وبما أن الحجم الكلي لهواء التغذية $\dot{V}_s = 10\ m^3/s$

إذن حمل ملف التبريد الكلي $Q_{cc} = 10 \times 5 = 50\ TR$

ملحوظة: لاحظ تقارب القيم الثلاث

حساب أحمال التسخين :

شروط التصميم الخارجية $w_0 = 0.003\ kg/kg$ $RH = 53\%$ $0°C(wb),$ $3°C(db),$

شروط التصميم الداخلية $w_0 = 0.0084\,kg/kg$ $RH = 47\%$ $16°C(wb),$ $23°C(db),$

أحمال التوصيل (الجدران)

	A (m^2)	U (w/m^2K)	Δt (K)	Q (W)	
الحوائط الرأسية					
N	102	1.8	-20	-3672	
S	120	1.8	-20	-4320	
W	63	1.8	-20	-2268	
E	63	1.8	-20	-2268	
					-12528
النوافذ					
N	8	5.6	-20	-896	
S	-	-	-	-	
W	10	5.6	-20	-1120	
E	10	5.6	-20	-1008	
					-3136
الأبواب					
N	10	3.0	-20	-600	
S	-	-	-	-	
W	7	3.0	-20	-420	
E	7	3.0	-20	-420	
					-1440
السقف	600	2.0	-20	-24000	-24000
الأرضية	600	0.26	-5	-780	-780
					-41884

جدول (٣ – ٥): أحمال الجدران للقاعة الدراسية (شتاء)

أحمال الجدران + السقف + الأرضية: $-41884\ W = -44.884\ kW$

أحمال الإضاءة (من أحمال التبريد) $Q_L = 8.560\ kW$

أحمال الأشخاص :

الحمل المحسوس للأشخاص $Q_{p_s} = 28.800\ kW$

الحمل الكامن للأشخاص $Q_{p_l} = 18.800\ kW$

أحمال الأشخاص الكلي $Q_p = Q_{p_s} + Q_{p_l}$

$$Q_p = 28.800 + 18.000 = 46.800\ kW$$

وبما أن ارتفاع القاعة $H = 4\ m$

ومساحة الأرضية $A = 30 \times 20 = 600\ m^2$

∴ حجم القاعة $V = AH = 600 \times 4 = 2400\ m^3$

معدل سريان هواء التهوية باعتبار $ACH = 3$ (من الجداول)

ومن الخريطة السيكرومترية (عند $3°C(db),\ 0°C(wb)$)

$$v_0 = 0.784\ m^3/kg$$

$$\dot{m} = \frac{ACH \times V}{3600 v_0}$$

$$\dot{m} = \frac{3 \times 2400}{3600 \times 0.784} = 2.55\ kg/s$$

من الخريطة السيكرومترية

$$h_0 = 9.0\ kJ/kg$$

$$h_R = 44.5\ kJ/kg$$

$$h_N = 30.5\ kJ/kg$$

حمل التهوية المحسوس

$$Q_{v_s} = \dot{m}(h_N - h_R)$$

$$Q_{v_s} = 2.55\ (30.5 - 44.5) = -35.700\ kW$$

حمل التهوية الكامن

$$Q_{v_l} = \dot{m}(h_o - h_N)$$

$$Q_{v_l} = 2.55\ (9.0 - 30.5) = -54.826\ kW$$

حمل التهوية الكلي

$$Q_v = Q_{v_s} + Q_{vl}$$

$$Q_v = -35.700 + (-54.826) \quad \Rightarrow \quad Q_v = -90.526\ kW$$

الكسب الإشعاعي خلال المساحات الزجاجية (Q_{rad})

هذا الكسب لا يعتبر عند حساب أحمال التسخين نسبة لأن وقت تخمين أحمال التسخين يكون ليلاً.

تحليل أحمال التسخين (محسوس، كامن): بوحدات (kW)

نوع الحمل	حمل محسوس $Q_s\{kW\}$	جمل كامن Q_l	الحمل الكلي Q_t
أحمال التوصيل	−44.884	-	−44.884
أحمال الإضاءة	8.560	-	8.560
أحمال الأشخاص	28.800	18.000	46.800
حمل التهوية	−35.700	−54.826	-90.526
الحمل الكلي	-43.224	-36.826	-80.050

جدول (٣ – ٦): تحليل أحمال التسخين

حمل التسخين الكلي اللازم للتخلص من ناتج تسرب الحرارة إلى القاعة

$$= 80.050\,kW = 19.212\,kcal/s = 273324\ BTU/hr$$

تمارين

١. احسب حمل الإضاءة اللازم باعتبار مساحة الغرفة مبينا عدد اللمبات اللازمة (فلورسنت أو عادية) وذلك باعتبار شدة الإضاءة لكل متر مربع تساوي $40\ \frac{W}{m^2}$

٢. كم يكون حمل التهوية (صيفا وشتاء) إذا كان معدل التهوية للشخص الواحد يعادل5 L/s ؟

٣. إذا تم إضافة عازل للغرفة بسمك 100 mm ، ماهو التغير الذي يطرأ على حمل الحوائط الرأسية (صيفا وشتاء) إذا كان معامل التوصيل للعازل يساوي $0.035\frac{W}{m\,K}$.

٤. اذكر التغير الذي يطرأ على بعض أحمال التبريد عندما تتغير الأحوال الخارجية إلى:

$$30°C(db), 25°C(wb)$$

إرشادات للمتدرب

١. على المتدرب الالتزام بالموعد المحدد لإجراء التدريب.
٢. على المتدرب الإلمام التام بإجراءات السلامة له وللآخرين والالتزام بها.
٣. يجب قبل أخذ القراءة الانتظار حتى استقرار النظام.
٤. تأكد من استخدامك للجهاز المناسب من حيث (الدقة، المدى، .....).
٥. تأكد من أخذك للقراءات بالطريقة الصحيحة.
٦. تأكد قبل استخدامك للجهاز بأنه سليم وجاهز للقياس (مثبت على الصفر).
٧. تتدرج التدريبات في إعطاء المعلومات بحيث تعطي المعلومات الأساسية أولا ثم تبدأ بالتوسع، وهذا يدعو المتدرب إلى الحرص على التركيز دائماً وعدم تفويت أي معلومة بحيث قد يسبب فقدها عدم فهمه للمعلومات الأخرى.
٨. عدم البدء بأي تجربة إلا بحضور المدرب.

إرشادات للمدرب

١. على المدرب منع أي طالب غير مستوفٍ لشروط السلامة من الدخول للمختبر.
٢. على المدرب التأكد من جاهزية الوحدة والأدوات الأخرى لإجراء التدريبات قبل موعد إجراء الجربة.
٣. لابد من توفر كمية كافية من خرائط السيكرومتري لدى كل طالب.
٤. على المتدرب إحضار الأدوات كاملة (قلم ملون ، مسطرة ، آلة حاسبة).
٥. يجب التأكد من فهم المتدرب للخريطة السيكرومترية ومحتوياتها وطريقة رسم العمليات المختلفة للتكييف ؛ قبل الانتقال إلى التمارين المتقدمة.
٦. يلاحظ في التدريبات: (١ ، ٢) ، أن الخطوات الأولى لأداء التدريبين مكررة ، والمطلوب تغيير بعض مدخلات الجهاز ليعطي قراءات مختلفة. فمثلاً يمكن زيادة قدرة السخان الكهربائي أو سرعة المروحة أو استخدام ملف تبريد لتبريد الهواء قبل مروره على السخان..... وهكذا. وبإجراء مثل هذه التغييرات نحصل على قيم مختلفة عن التدريب السابق ليمارس المتدرب عملية الرسم على خريطة السيكرومتري بشكل مكثف.

وتجدر الإشارة هنا إلى بيان إمكانية تخطي الخطوات الأولى من التدريب الثاني بنقل جداول القراءات السابقة إلى جداول التدريب الثاني ثم إكمال التدريب ، وذلك إذا لاحظ المدرب عدم الحاجة لتكثيف التدريب على رسم خرائط السيكرومتري وتكراره لأي سبب يهدف لمصلحة الطالب.

٧. الكلام السابق في (٢) يمكن تطبيقه على كلٍ من:
(٣، ٤) وَ (٥ ، ٦) وَ (٧ ، ٨) وَ (٩ ، ١٠).

مصطلحات ورمــوز

معدل السريان	$\dot{m}$	kg/s	Mass flow rate
الكتلة	m	kg	mass
كمية ماء التكثيف/ الترطيب	$\dot{m}_w$	kg/s	Condensed water
معدل سريان الهواء	$\dot{m}_a$	kg/s	Air mass flow rate
الضغط	p	Pa	Total pressure
فرق الضغط	Δp	Pa	Pressure difference
ضغط الهواء	p_a	Pa	Air pressure
ضغط بخار الماء	p_v	Pa	Vapor pressure
ضغط المبخر	p_e	Pa	Evaporator pressure
ضغط المكثف	p_c	Pa	Condenser pressure
الثابت العام للغازات	$\overline{R}$	$J/Kmole-kg$	Universal gas constant
الثابت الخاص للغاز	R	J/kgK	Specific Gas constant
الحرارة النوعية	c_p	J/kgK	Specific heat
شغل الانضغاط	W_c	W	Compression work
حمل المبخر	Q_e	W	Evaporator load
حمل ملف التبريد	Q_{cc}	W	Cooling coil capacity
حمل ملف التسخين	Q_{hc}	W	Heating coil capacity
الحرارة المفقودة من المكثف	Q_c	W	Condenser heat transfer
معدل حمل الحرارة المحسوسة	Q_s	W	Sensible heat load
معدل حمل الحرارة الكامنة	Q_l	W	latent heat load
التأثير التبريدي	RE	J/kg	Refrigeration effect
معامل الأداء	COP	-	Coefficient of performance
حجم الهواء	V_a	m^3	Air vlome
حجم بخار الماء	V_v	m^3	Vapor volume
درجة حرارة الهواء	T_a	K	Air temperature
درجة حرارة البخار	T_v	K	Vapor temperature

درجة الحرارة الجافة	T_{db}	$°C$	Dry bulb temperature
درجة الحرارة الرطبة	T_{wb}	$°C$	Wet bulb temperture
الرطوبة النسبية	RH	%	Relative humidity
الرطوبة النوعية	ω	kg/kg	Specific humidity
الحمل الكلي	Q_t	W	Total load
طن التبريد	TR	TR	Ton of Refrigeration
حمل الجدران(حمل التوصيل)	Q_c	W	Wall gains (conductive heat gains)
حمل الإشعاع	Q_r	W	Radiation load
حمل الأشخاص	Q_p	W	Heat gains from people
حمل الاضاءة	Q_l	W	Heat gains from lghts
حمل التهوية	Q_v	W	Ventilation load
حمل الأجهزة	Q_e	W	Heat gains from equipment
أحمال مختلفة	Q_m	W	Miscellaneous loads
معامل الحرارة المحسوس	SHF	-	Specific heat factor
معامل التوصيل الحراري الكلي	U	W/m^2K	Overall heat transfer coefficient
درجة حرارة الغرفة أو الحيز المكيف	T_R	$°C$	Room or space temperature
درجة الحرارة الداخلية	T_i	$°C$	Internal temperature
درجة الحرارة الخارجية	T_o	$°C$	Outside temperature
درجة حرارة هواء التغذية	T_S	$°C$	Supply air temperature
فرق درجات الحرارة	ΔT	$°C$	Temperature difference
شدة الاشعاع	I	W/m^2	Radiation intensity
معامل الامتصاص	α	-	Absorptivity factor
معامل انتقال الحراري الداخلي	h_i	W/m^2K	Internal heat transfer coefficient
معامل انتقال الحراري الخارجي	h_o	W/m^2K	External heat transfer coefficient
طاقة الانثالبي	h	kJ/kg	Enthalpy
معامل التظليل	SC	-	Shading coefficient

حمل التهوية المحسوس	Q_{vs}	W	Ventilation load -sensible
حمل التهوية الكامنة	Q_{vl}	W	Ventilation load -latent
الحجم النوعي عند الأحوال الخارجية	v_o	m^3/kg	Specific volume@ outside conditions
الحرارة الكامنة للتبخير	h_{fg}	kJ/kg	Latent heat of vaporization
الحجم	V	m^3	volume
معدل السريان الحجمي	Q	m^3s^{-1}	Discharge (volume flow rate)
عدد	n, N	-	number
معامل اللمبات	F	-	Lamps factor
معامل التباين	DF	-	Diversity factor
الكفاءة	η	-	efficiency
كفاءة التشبع	η_s	-	Saturation efficiency
معامل التلامس لملف التبريد	η	-	Contact factor
معدل تغيير الهواء في الساعة	ACH	hr^{-1}	Air change per hour
الأنتروبي	S, s	J/kgK	Entropy
حمل التبريد	CL	W	Cooling load
معامل الجفاف	x	-	Dryness factor
قدرة الحصان	hp	hp	Horsepower

المراجع REFERENCES

م	المرجع
1.	د. رمضان أحمد محمود، ١٩٨٧ (تكييف الهواء -مبادىء وتطبيقات) كلية الهندسة - جامعة الإسكندرية ، منشأة المعارف بالإسكندرية
2.	د. رمضان أحمد محمود، ١٩٨٧ (تكييف الهواء -مسائل محلولة) كلية الهندسة - جامعة الإسكندرية، منشأة المعارف بالإسكندرية
3.	. رمضان أحمد محمود، ١٩٨٣ (التبريد - مبادىء وتطبيقات) كلية الهندسة - جامعة الإسكندرية، منشأة المعارف بالإسكندرية
4.	. رمضان أحمد محمود، ١٩٨٣ (أنظمة التبريد - مبادئ ـ مسائل محلولة) كلية الهندسة - جامعة الإسكندرية، منشأة المعارف بالإسكندرية
5.	سي.تي.كوزلنج، ترجمة د. حسن خصاف و م. رامز فرج بابو اسحق، ١٩٨٥ (تكييف الهواء ولتبريد التطبيقي) الجامعة التكنولوجية، مركز التعريب والنشر، بغداد.
6.	V. Paul Lang,1987 "Principles of Air Conditioning", 4th Edition , Delmar.
7.	Roy J.Dossat,1997"Principles of Refrigeration",4th Edition, Prentice Hall, Upper Saddle River, New Jersey, Columbus, Ohio
8.	T.D. Eastop & A.McConkey, 1996 "Applied Thermodynamics for Engineering Technologist" 5th Edition, Longman.
9.	Edward G. Pita, 1998 "Air Conditioning Principles And Systems" 3rd. Edition, Prentice Hall, New Jersey, Columbus, Ohio.
10.	Edward G. Pita, 1981 "Air Conditioning Principles And Systems: An Energy Approach" 3rd. Edition, John Willey & Sons, Inc.
11.	W. P Jones, 1997 "Air Conditioning Applications And Design" 2nd Edition, John Willey & Sons, Inc. New York-Toronto.
12.	Whitman. Johnson & Tomczyk, 2000 "Refrigeration And Air Conditioning Technology" 4th Edition, Delmar.
13.	Althouse. Turnquist. Bracciano, 1996 "Modern Refrigeration And Air Conditioning" The Goodheart-Willcox Company, Inc.
14.	Faye & Parker, 1994 "Heating, Ventilating And Air Conditioning" Analysis & Design. 4th Edition, , John Willey & Sons, Inc.
15.	Shan. K. Wang, 1994 "Handbook Of Air Conditioning And Refrigeration" McGraw-Hill.
16.	William C. Whitman, William M. Johnson, 1988"Refrigeration and Air Conditioning Technology , Concepts, Procedures and Troubleshooting Techniques", Revised Edition, Delmar.

الموضـــــــــوع	الصفحة
الوحدة التدريبية الأولى: أساسيات تقنية التبريد (عملي)	١
مقدمة	١
وحدة التبريد التجريبية	٣
مكونات دائرة التبريد الميكانيكية	٤
تمثيل دائرة التبريد الحقيقية على خريطة وسيط التبريد	٦
مثال عملي	٧
خطوات تمثيل دورة التبريد الانضغاطي على خريطة وسيط التبريد (p-h)	٨
خطوات حساب معامل الأداء للدورة(COP)	١٦
حساب قيمتي التحميص وَ التبريد الدوني لدورة التبريد الانضغاطي، وإيجاد كفاءة الإنضغاط	١٨
اختبار كشف التسريب	٢١
تفريغ وشحن وحدة التبريد	٢٢
التدريب العملي رقم (١)	٢٤
التدريب العملي رقم (٢)	٣٢
التدريب العملي رقم (٣)	٣٤
التدريب العملي رقم (٤)	٣٨
التدريب العملي رقم (٥)	٤٦
التدريب العملي رقم (٦)	٤٨
التدريب العملي رقم (٧)	٥٢
التدريب العملي رقم (٨)	٦٠
التدريب العملي رقم (٩)	٦٢
التدريب العملي رقم (١٠)	٦٧
التدريب العملي رقم (١١)	٧٥
التدريب العملي رقم (١٢)	٧٨
التدريب العملي رقم (١٣)	٨٢
التدريب العملي رقم (١٤)	٩٠

التدريب العملي رقم (١٥) ٩٢
التدريب العملي رقم (١٦) ٩٦
حسابات الأحمال ١٠٥
تمارين ١١٥
إرشادات للطالب ١١٦

الوحدة التدريبية الثانية: أساسيات تقنية تكييف الهواء (عملي) ١١٧
مقدمة ١١٧
التدريب العملي رقم (١) ١١٩
التدريب العملي رقم (٢) ١٢١
التدريب العملي رقم (٣) ١٢٥
التدريب العملي رقم (٤) ١٢٧
التدريب العملي رقم (٥) ١٣١
التدريب العملي رقم (٦) ١٣٣
التدريب العملي رقم (٧) ١٣٧
التدريب العملي رقم (٨) ١٣٩
التدريب العملي رقم (٩) ١٤٣
التدريب العملي رقم (١٠) ١٤٥
التدريب العملي رقم (١١) ١٤٩
التدريب العملي رقم (١٢) ١٥٣
التدريب العملي رقم (١٣) ١٥٨
التدريب العملي رقم (١٤) ١٦٣
حسابات الأحمال ١٦٨
تمارين ١٨٠
إرشادات للمتدرب ١٨١
مصطلحات ورموز ١٨٣
المراجع ١٨٦

تقدر المؤسسة العامة للتعليم الفني والتدريب المهني الدعم

المالي المقدم من شركة بي آيه إي سيستمز (العمليات) المحدودة

GOTEVOT appreciates the financial support provided by BAE SYSTEMS