



دورة تاهيل واعتماد مشرفي السلامة المهنية

شبكة الصحة والسلامة المهنية والبيئة العربية
المعهد الاردني للسلامة والصحة المهنية

شراكة نحو التميز

المخاطر الغير بائية
- الحرارة -



تقديم المدرب أحمد توماش فياض اجازة مزاولة المهنة رقم 410/2018/A3/Ap/81



الحرارة

- ان البيئة المريحة هي نتيجة للتحكم المتزامن لكل من درجة الحرارة والرطوبة النسبية او توزيع الهواء ضمن الحيز المحيط بالعمال
- تتضمن مجموعة العوامل متوسط الحرارة الاشعاعية بالاضافة الى حرارة الهواء المحيط بالعمال
- ان للعامل حرارة اشعاعية يتبادلها مع الاسطح المحيطة
- يتم تحريك الهواء في مكان العمل بطريقتين
 - حرارية
 - ميكانيكية



الحرارة

- ان الطاقة الحرارية تزداد عند ازدياد النشاطات البدنية الروتينية
- ان حرارة الجسم تزداد كلما ازداد النشاط البدني
- الحرارة المريحة ناتجة من عدة عوامل متغيرة تشمل

– الفصل من السنة

– درجات الحرارة والرطوبة والجافة

– العادات والممارسات المتوارثة



الحرارة

مثال :-

الظروف الحرارية الملائمة للناس في الولايات المتحدة الامريكية ليس من الضروري ان تتناسب مع الناس في بلدان اخرى مثل انجلترا سيجدون ان المناخ الذي اعتاد ان يسميه الامركان مناخا مريحا يعتبر حار لهم ويعود ذلك الى انهم يحتفظون داخل بيوتهم بدرجات حرارة اقل من تلك التي يحتفظ بها الامريكان

ومع ذلك فان اعطاء وصف المناطق الحرارية المريحة هو ضروري من اجل وضع تصاميم مناسبة لانظمة التكييف والتبريد والتدفئة



الحرارة

تقيم المعلومات التي تربط بين الطبيعة الجسمانية للشخص بالمظاهر الطبيعية للبيئة ليست بالمسألة السهلة ولا يقتصر الامر على مجرد اخذ عدد من القياسات لدرجة حرارة الهواء والذي يكون فيه اختلاف في درجات الحرارة بين جسمين او اكثر



خطر انتقال الحرارة - التبادول الحراري

هو انتقال الحرارة من جسم الى اخر وينتقل دائما من جسم ساخن الى جسم بارد ويعتمد بين جسم الانسان والمحيط الخارجي على عدة عوامل وهي:-

1. درجة حرارة الجسم
2. درجة حرارة المحيط الخارجي
3. درجة الرطوبة النسبية
4. سرعة حركة الهواء المحيط بالجسم
5. الحرارة السطحية للسطوح التي تحيط بالجسم البشري مثل ارضية الموقع والسقف والالات والعدد والحواجز



طرق انتقال الحرارة - التبادل الحراري

يتم التبادل الحراري بين جسم الانسان والمحيط الخارجي بطريقة او اكثر من الطرق التالية ويتم التحكم بها فسيولوجيا وجزئيا بواسطة قوانين الطبيعة العادية وهذه الطرق هي

1. التوصيل :- ويتم عند الملامسة المباشرة مع الجسم البشري وتعتمد على مقدرة توصيل المادة للحرارة مثل الجلوس على قطعة حديد في الشتاء او الجلوس على جذع شجرة
2. الحمل :- تنتقل الحرارة من مكان الى اخر عن طريق تحريك الغاز او السائل وينتج بسبب الفرق في الكثافة ويعتمد على حركة الهواء وحرارة الجسم وحرارة الهواء المحيط بالانسان

وتحت الظروف العادية يتم تبادل ما نسبته 25-30% من الحرارة



طرق انتقال الحرارة - التباين الحراري

3. الاشعاع :- يتم انتقال الطاقة الكهرومغناطيسية (الاشعاعية المرئية وتحت الحمراء) خلال الفراغ دون وجود اي مادة خلاله او من هذا الفضاء) مثل الشمس ويكون بين جسم الانسان والبيئة المحيطة به مثل الجدران والاثاث والماكينات والافران في اتجاهين وطول الوقت
4. تبخر العرق :- ينتج بواسطة التعرق بسبب تبخر العرق من سطح الجلد حامل معه الحرارة وتبلغ الحرارة المفقودة بواسطة التعرق حوالي 2.2 كيلو ج/غرام ماء متبخر ان مقدار الحرارة المفقودة بهذه الطريقة يعتمد على مقدار الماء المتبخر من سطح الجلد ودرجة حرارة المحيط الخارجي والرطوبة النسبية للهواء



طرق انتقال الحرارة - معمار الحرارة

1. الشمس :- ويتعرض الافراد الى حرارة الشمس عند العمل في

- اصلاح الاراضي والاعمال الزراعية وشق الطرق
- العمل بالمحاجر
- انشاء المباني والخزانات وغيرها
- اماكن العمل المغلقة من حيث تاثير حرارتها على الجدر او الاسقف

2. الافران الحرارية

- صناعة الحديد والصلب
- عمليات صهر المعادن
- عمليات الحدادة المختلفة
- صناعة الاسمدة وحامض الكبريتيك وصناعة الامونيا



طرق انتقال الحرارة - معادن الحرارة

3. اعمال اخرى

- معاصر الزيتون
- عمال الاطفاء
- عمال تنظيف الملابس
- عمليات توليد البخار

4. الحرارة المتولدة من الافراد العاملين انفسهم

5. الحرارة المتولدة من الكهرباء وتشغيل الماكينات والماتورات



طرق انتقال الحرارة - مصادر الحرارة

• مصادر الحرارة في جسم الانسان

تتولد الحرارة (الطاقة) داخل جسم الانسان عن عمليات الايض (التمثيل الغذائي) ويستفيد منها في

1. النشاط الميكانيكي (حركة العضلات)

2. خفض درجة حرارة الانسان وخاصة عند تعرضه لمحيط خارجي ذو حرارة منخفضة

3. التفاعلات الكيميائية التي تتم داخل الجسم باستمرار كعملية الهضم والتمثيل



خطر انتقال الحرارة - آلية التوازن الحراري

هناك مصدران من مصادر الحرارة التي تؤثر على درجة حرارة جسم الانسان

1. الحرارة الداخلية المتولدة عن عمليات الايض

2. الحرارة الخارجية المفروضة والمؤثرة على العامل من البيئة

الحرارة الناتجة عن عملية الايض نتيجة ثانوية لعمليات كيميائية تتم داخل الخلايا والانسجة والاعضاء المختلفة وتتأثر نتيجة البيئة المحيطة على معدل حرارة الجسم التي يتم تبادلها والحفاظ على درجة الجسم الطبيعية ما بين 36.8 و 37.8 مئوية



تأثير الحرارة على جسم الانسان

اولا :- في حال العمل في الاحوال الجوية احارة

1. الصدمة الحرارية

العمل في الحرارة العالية مع وجود رطوبة حيث يعطل امكانية جسم الانسان من التخلص من حرارته حيث يمنع من تبخر العرق وينتج عنه ارتفاع في درجة حرارة الجسم حيث تصل الى 40.5 او اكثر مما يسبب في انهيار مركز تنظيم الحرارة في الدماغ

2. الاجهاد الحراري

العمل في جو حار جدا بغض النظر عن مقدار الجهد العضلي الذي يبذله كما يمكنه التعرض لهذه الحالة اذا كان عمله يتطلب على جهد عضلي وتعني حدوث زيادة في كمية الدم الذاهبة الى الجلد نتيجة توسع وتمدد الاوعية الدموية وفي نفس الوقت ينقص وصول الدم الى الانسجة الحيوية وينتج زيادة في كمية التعرق والذي يؤدي الى نقص كمية الدم المار في الدورة الدموية مما ينتج زيادة في دقات القلب لزيادة تدفق الدم الى الدورة الدموية مما يؤدي الى اجهاد القلب



تأثير الحرارة على جسم الانسان

3. تقلصات الحرارة

تحدث في حال العمل في اجواء تتراوح درجة حرارتها بين 37-40 م حيث يحدث عرق شديد ينتج عنه نقص كبير في كمية الاملاح تقدر بحوالي 30 غم من الملح يرافقه نقص كبير في كمية الماء مما يصيب العامل بالعشط الشديد الذي يؤدي الى شرب الماء بدون املاح فيخف تركيز الملح في الجسم ويؤدي الى زيادة حساسية العضلات وتحدث تقلصان في العضلات الغير الارادية كعضلات الامعاء

4. الاعياء الحراري

اذا عمل في جو حار جدا وبذل مجهود كبير وتصبح الدورة الدموية غير كافية للقيام بتنظيم درجة حرارة الجسم ويظهر التعب على الفرد خاصة اذا كان الجو حار ورطب وردد التهوية حيث يتسارع النبض ويقل الضغط الشرياني مما يؤدي الى انخفاض تدفق الدم الى المراكز العصبية والقلب والعضلات وباقي اجزاء الجسم وعندها يشعر العامل بضعف ودوخة وصداع بينما يصبح الجلد رطبا وباردا



تأثير الحرارة على جسم الانسان

ثانيا:- في حال العمل في الاحوال الجوية الباردة يقوم الجسم بما يلي

1. انقباض الاوعية الدموية والتي تغذي الجلد والاطراف بغرض تقليل تسرب الحرارة من الجسم الى المحيط الخارجي
2. الارتعاش



طرق قياس درجات الحرارة (الصناعية)

كما قلنا ان الحرارة المريحة هي نتاج لتفاعل عدة عوامل بيئية مع الحرارة الناتجة عن عمليات الايض داخل جسم الانسان لذلك يجب ان يتم قياس حرارة الهواء وسرعته والرطوبة النسبية والحرارة الاشعاعية والحرارة الناتجة عن عمليات الايض

1. قياس درجة الحرارة الجافة (D.B)

2. قياس درجة الحرارة الرطبة (W.B)

3. قياس الرطوبة النسبية (R.H)

4. قياس درجة الحرارة الاشعاعية

5. قياس سرعة الهواء

6. قياس الاستقلاب



معايير الحرارة وقياس التعرض

1. معادلة الحرارة الرطبة الاشعاعية

يستخدم هذه المعيار (WBGT) لسهولة تحديده ولانه موافق عليه من قبل NIOSH ويتطلب تحديد هذا المعيار معرفة درجة حرارة الهواء الرطوبة والجافة ومعرفة درجة حرارة ميزان جلوب (الحرارة الاشعاعية) ويحدد WBGT للتعرض داخل مكان العمل او في الخارج دون التعرض لاشعة الشمس المعادلة $WBGT = TWB + TG$

واذا كان هذا التعرض لاشعة الشمس فان معيار WBGT يحسب $WBGT = TWB + TG + TA$

حيث TWB هي درجة حرارة الميزان الرطب

TG هي درجة حرارة ميزان جلوب الكروي

TA هي درجة حرارة الهواء بالميزان الجاف



معايير الحرارة وتقييم التعرض

2. معادلة الحرارة الفعال

هي معيار حسي (قيمة رقمية واحدة) لدرجة شعور شخص ما يرتدي ملابس خفيفة ويعمل في أعمال خفيفة ومتعرضا لعوامل مختلفة من درجة الحرارة والرطوبة وحركة الهواء وهي تعتمد على احساس الفرد بالشعور بالراحة او عدم الراحة مع انه لا يعطي انطباع حقيقي لتاثير الحرارة خاصة اثناء انجاز العمل الشاق او المتوسط او تكون البيئة حارة جدا يستعمل هذا المعيار لتحديد الراحة اكثر من تقييم تاثير الحرارة



معايير الحرارة وتقييم التعرض

3. القيم المعتبرة للراحة الحرارية

الحرارة المريحة هي الحرارة المناسبة للعمل في موقع العمل وتحدد بأربع عوامل

- درجة حرارة الهواء
 - درجة رطوبة النسبية
 - حركة الهواء
 - حرارة الاسطح القريبة من الجسم
- درجة الحرارة الفعالة المريحة للعمل عندما تكون درجة النسبة للهواء 100% والهواء ساكن تتراوح ما بين 19-24 صيفا و 17-22 شتاءا بنسبة 79% من العاملين
- تختلف لنوع العمل الذي يقوم به الفرد حيث كلما زاد الجهد قلت درجة الحرارة المريحة وهناك درجة حرارة تناسب كل نوع من الاعمال



معايير الحرارة وتقييم التعرض

درجة الحرارة المناسبة	نوع العمل
23-21	اعمال ذهنية مع الجلوس معظم الوقت
19	اعمال خفيفة مع الجلوس معظم الوقت
18	اعمال خفيفة مع الوقوف معظم الوقت
17	اعمال ثقيلة مع الوقوف معظم الوقت
16-15	اعمال جسمانية شاقة



السيطرة على الحرارة في بيئة العمل

1. أساليب السيطرة الهندسية

1. الاستبدال بان يتم استبدال العمليات الساخنة بعمليات باردة او اقل حرارة اذا امكن ذلك
2. العزل بان يتم ابعاد العمليات الصناعية ذات الحرارة العالية عن مجموع العاملين او وضعها في اماكن عمل مستقلة وان لا يتعرض اليها الا العاملين المباشرين بها
3. الحواجز الواقية بان يتم استخدام حواجز عاكسة للاشعة الحرارية على ان تعكس 80-85 % حسب مادة العاكس
4. التهوية حتى تقوم بتنظيم درجة الحرارة في المكان والتحكم في الرطوبة النسبية وسرعة الهواء وهي التي تؤدي الى شعور العامل بالراحة داخل مكان العمل



السيطرة على الحرارة في بيئة العمل

2. تنظيم العمل

1. اذا كان ممكنا عمل برنامج للعمليات الحارة بحيث يتم انجازها في الوقت البارد من اليوم مثل الصباح الباكر او المساء او الليل
2. جدولة برنامج الصيانة الروتيني للمناطق الحارة بان تتم في الشتاء
3. تعديل فترات العمل والاستراحات بان تكون الاستراحة اطول
4. اضافة اشخاص اخرين لتقليل فترة التعرض لكل عامل
5. اعطاء العامل حرية التوقف عن العمل عندما يشعر بعدم الراحة
6. توفير غرف باردة لفترات الاستراحة والاستشفاء
7. زيادة كمية المياه الماخوذة اثناء العمل
8. تعديل خطوات العمل بحيث لا يتم تشغيل العمليات الساخنة في نفس الوقت
9. تحويل العمل اليدوي الى الي ان امكن ذلك



السيطرة على الحرارة في بيئة العمل

2. التأقلم مع الحرارة

- العمل بالاجواء الحارة تؤدي الى ظاهرة التأقلم حيث الشخص الذي عمل في الحرارة العالية تكون نبضات قلبه منخفضة وحرارة جسمه اقل ومعدل تعرقه اعلى وملوحته اقل
- يجب ان يتم عملية التأقلم للعمال الجدد او الذين عادو الى عملهم بعد اجازة للعاملين في الاماكن الحالة
- ان الجهد العضلي المبذول وشد الحرارة مسؤولان في احداث التغيرات التي تتسبب في التأقلم الحراري فالعمل ساعتين في اليوم لمدة اسبوع يؤدي الى تأقلم تام مع الحرارة على ان يتم ذلك بزيادة كمية العمل المنجز بالتدريج خلال اسبوع وان تقليل كمية الماء او الملح المتناول سيققل من سرعة التأقلم



السيطرة على الحرارة في بيئة العمل

2. التأقلم مع الحرارة

في حال الانقطاع عن العمل فان التأقلم سيفقد بالتدريج مع بقاء اثاره لمدى شهرين ا ثلاث بعد اخر عمل انجره في الاجواء الحارة

يجب ان يتم تعريض العمال الذين لديهم خبرة سابقة بالعمل وكانوا منقطعين في اليوم الاول فقط 50 % اي بمعدل اربع ساعات واليوم الثاني 60% والثالث 80% والرابع 100%

اما العمال الجدد يتم تعرضه في اليوم الاول 20% وزيادة 20 % في كل يوم إضافي



العوامل التي تؤثر على الصحة والشخصية

1. العمر كلما زاد العمر بطء استجابة الغدد العرقية وتقل فاعلية السيطرة على درجة الحرارة
2. الجنس حيث تختلف الدرجة الحرارية المريحة بين الرجال والنساء
3. الوزن حيث الشخص البدين اصعب على التأقلم ويحتاج طاقة اكبر
4. اللياقة البدنية
5. تناول الكحول وبعض العلاجات الطبية والتدخين
6. الحالة المرضية
7. نسبة مساحة سطح الجسم الى وزنه حيث لا يسمح بالاحجام الصغيرة بالعمل وذلك بسبب انتاج الحرارة من التمثيل الغذائي اكثر



معدات واقية الشخصية

- استخدام ملابس تقي من الحرارة العالية ومن مواصفاتها ان تسمح للعرق بالتبخر وان يتخللها الهواس
- استخدام ملابس مملوئة بالماء البارد او الهواء او الثلج
- استخدام ملابس تعكس الحرارة كالخوذة الالامة الخاصة برجال الاطفاء والصداري وقفازات واحذية ونظارات وبدلات كاملة من مادة الاسبست وتعمل على عزل الجسم او اجزاء منه عن مصدر الحرارة



أجهزة قياس الحرارة

ميزان الحرارة الجاف

- يستخدم في قياس الهواء الجاف المحيط بجسم العامل وهو عبارة عن انبوب زجاجي مدرج يحتوي في داخله على مادة الزئبق
- انواعه هي
 1. 5 - 65 درجة مئوية ويستخدم للقياس في الاماكن الداخلية للعمل
 2. 5 - -40 درجة مئوية ويستخدم في الاماكن الخارجية للعمل
- من الاجهزة الحديثة المتطورة جهاز Anemo Thermo Meter



أجهزة قياس الحرارة

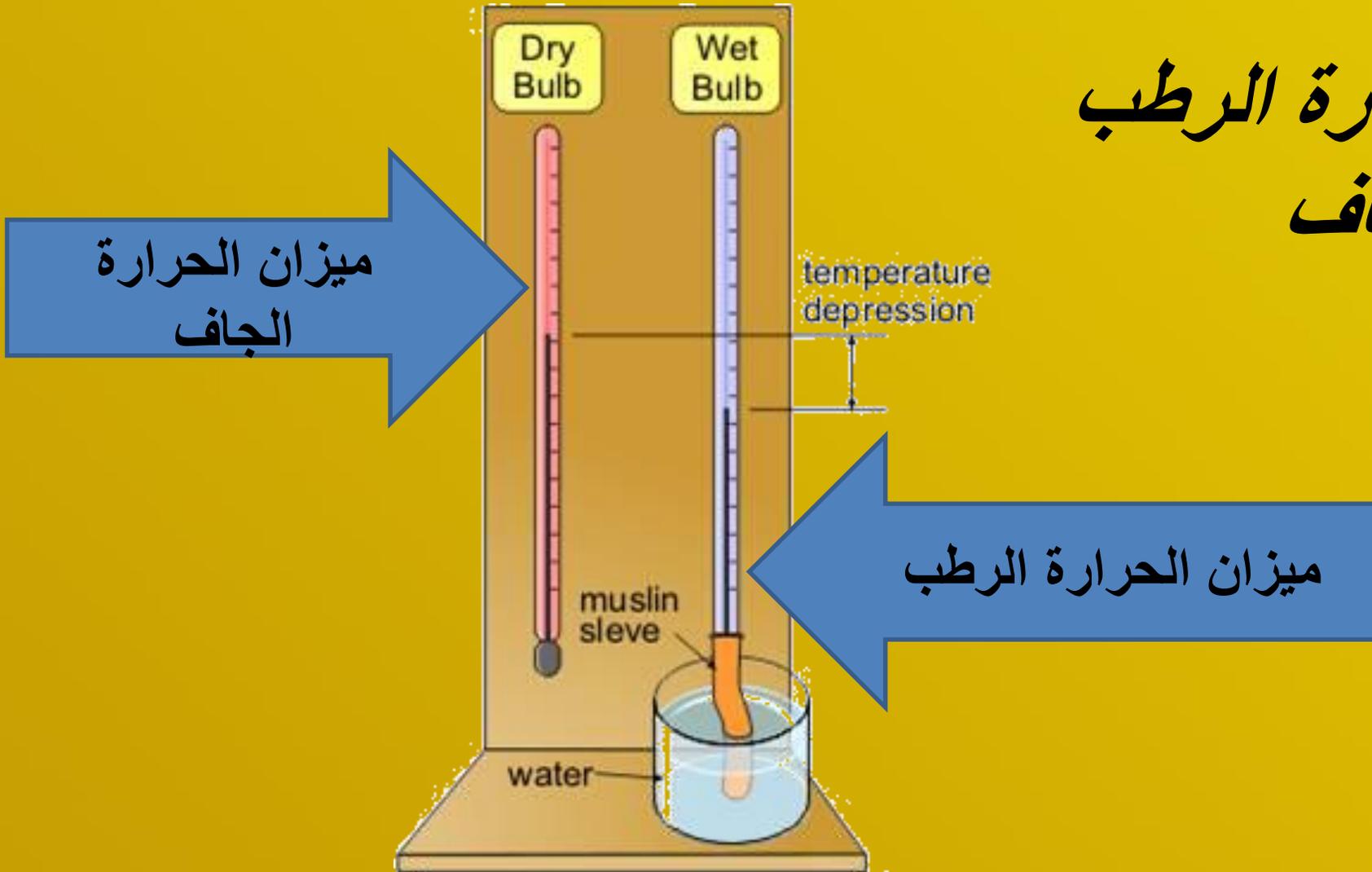
ميزان الحرارة الرطب

- يستخدم في قياس الهواء الرطب وهو شبيه تمام بالجاف والفرق بينهما بان الرطب يكون مغروس ومغطاة بقطن مبلل
- درجة حرارة الميزان الرطب تكون دائما اقل من درجة الميزان الجاف بسبب تبخر الماء الموجود على القطن نتيجة تحرك الهواء والذي ينتج فقدان للحرارة اثناء عملية التبخر



أجهزة قياس الحرارة

ميزان الحرارة الرطب
والجاف





أجهزة قياس الحرارة





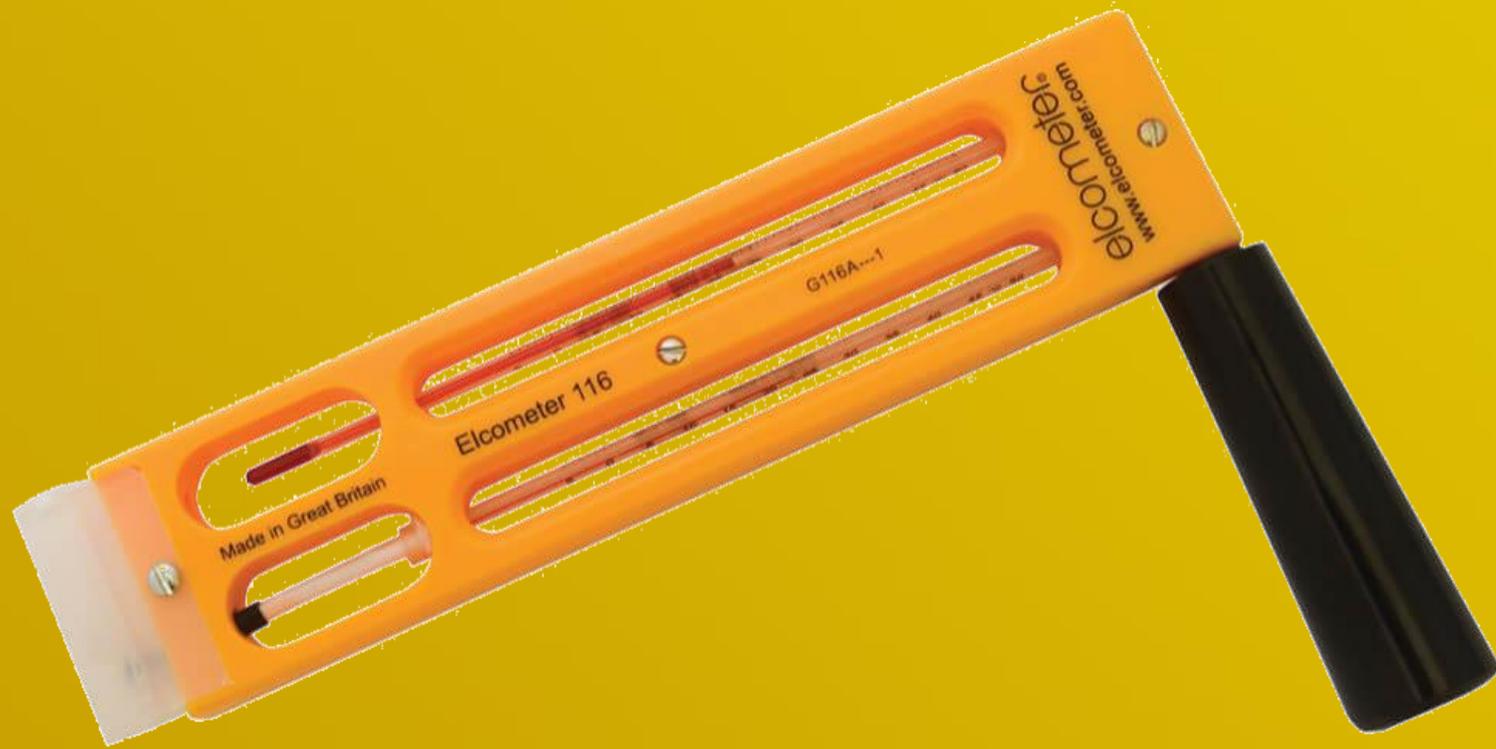
أجهزة قياس الحرارة

مقياس الرطوبة النسبية

- وتعرف بأنها كمية بخار الماء الموجود في الهواء
- وهو جهاز مكون من اطار بداخلة ميزان حرارة جاف و ميزان حرارة رطب مزود بمقبض يدوي قابل للدوار
- يستخدم عن طريق التلويح لمدة دقيقة واحدة على الاقل ثم تاخذ قراءة الميزان الرطب مباشرة وبعدها الميزان الجاف وباستخدام مسطر خاصة موجودة مع الجهاز او بواسطة رسم بياني خاص يمكن استخراج قيمة الرطوبة النسبية كما هو مبين في الصور التالية



أجهزة قياس الحرارة





أجهزة قياس الحرارة

الفرق بين درجات الحرارة في الميزان الجاف والمبلل (درجة مئوية)	الرطوبة النسبية (%)
لا يوجد	100
0.5	96
1	93
1.5	89
9	44
9.5	42
14.5	19
15	17
18	5



أجهزة قياس الحرارة



الأجهزة الحديثة
لقياس الرطوبة
النسبية



أجهزة قياس الحرارة





أجهزة قياس الحرارة

 VACKER



أجهزة قياس الحرارة

مقياس الحرارة الاشعاعية

- وتعرف بانها الحرارة الاشعاعية المنبعثة من الاسطح والاجسام الحالة
- يتم استخدام جهاز خاص مكون من ميزان حرارة زئبقي داخل كرة مفرغة مصنوعة من خليط النحاس والرصاص ومظلية باللون الاسود ليتم امتصاص اكبر قدر من الحرارة المنبعثة من الاسطح والاجسام الحارة الموجودة في بيئة العمل



أجهزة قياس الحرارة





أجهزة قياس الحرارة

مقياس سرعة الهواء

- هو انبوب زجاجي يحتوي على الكحول الاحمر يحتوي على مستودع سفلي كبير ويكون مغطى ببطقة من الفضة للوقاية من الحرارة الاشعاعية وفي اعلاه كذلك مستودع
- يتم وضع الميزان في ماء درجة حرارته لا تزيد عن 60 مئوية
- يرتفع الكحول ويصل الى المستودع العلوي وعند وصول الكحول الى نصف اليزان العلوي اخرجه من الماء الساخن وهو مدرج بعلامتين
- قم بتنشيف الميزان جيدا وعلقه في مكان العمل وعندما يبدأ الكحول بالنزول نتيجة التبريد
- قم بحساب الزمن بالثواني منذ بدء نزل الكحول الى العلامة السفلية



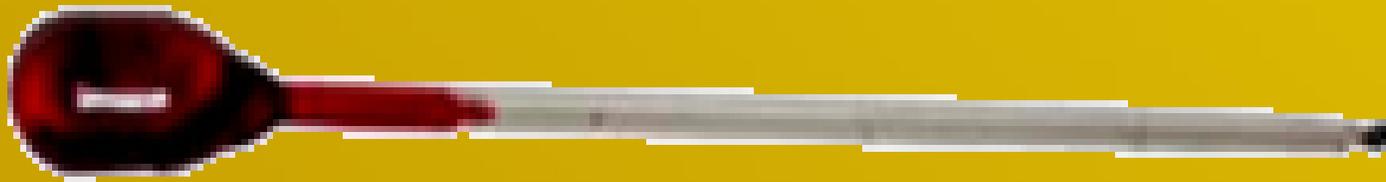
أجهزة قياس الحرارة

مقياس سرعة الهواء

- إذا كان مكان العمل بارد سيهبط الكحول بسرعة
- إذا كان حار سيكون نزول الكحول بطيئ
- ومن الاجهزة الحديثة الالكترونية ما يقيس سرعة الهواس مباشرة والحرارة ويسمى

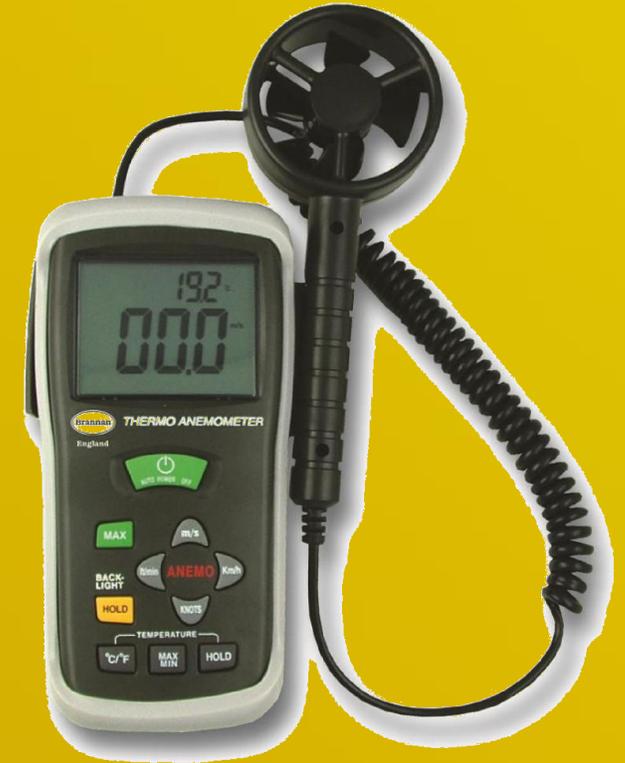
Anemo Thermometer

يسمى **Kata Thermometer Chart**





أجهزة قياس الحرارة





أجهزة قياس الحرارة

مراحل قياس الحرارة

1. مرحلة ما قبل القياس

1. التأكد من سلامة الأجهزة المراد استخدامها
2. تنظيف المعدات بشكل جيد في جميع الأجزاء
3. تسخين الماء zz عند استخدام ميزان الكاتا
4. اختيار الأجهزة المناسبة لقياس درجة الحرارة الإشعاعية على أن تكون مطلية بالفضة
5. استخدام ورق المنيوم على بصيلة ميزان الحرار العادي لقياس الحرارة الجافة لكي لا تتأثر بالحرارة الإشعاعية



أجهزة قياس الحرارة

مراحل قياس الحرارة

1. مرحلة ما قبل القياس

6. يتم وضع بصيلة الميزان في قطنة مغمورة بماء مقطر لقياس درجة حرارة الهواء الرطبة

7. تحضير علبة ماء مقطر لاستخدامها عند الحاجة

8. تحضير ورق تنشيف لاستخدامه لمسح بصيلات موازين الحرارة اثناء القياس



أجهزة قياس الحرارة

مراحل قياس الحرارة

2. مرحلة اخذ القياسات **يجب تجنب بعض المشاكل واهمها**

1. وجود بعض الاوساخ على بصيلة مقياس سرعة الرياح مما يؤدي الى زيادة زمن التبريد ونقصان في سرعة الهواء
2. وجود بعض الاوساخ على فتيلة الميزان الرطب او استخدام ماء غير مقطر مما يؤدي الى نقصان تبخر الماس من سطح الفتيلة
3. عدم تاثير حرارة جسم الانسان على القراءة عند اخذها
4. اخذ القراءة بشكل مباشر في ميزان الرطوبة النسبية
5. اخذ درجات حرارة الخارجية والظروف الجوية عند قياس الحرارة لاماكن العمل الداخلية



أجهزة قياس الحرارة

مراحل قياس الحرارة

3. مرحلة تدوين النتائج والحسابات

1. في بداية الامر نقوم بقياس سرعة الهواء

2. وتدوين قيم الحرارة التالية

• درجة حرارة الميزان الرطب TW

• درجة حرارة الميزان الاشعاعي TG

• درجة حرارة الميزان الجاف TD

3. الحكم على ملائمة الحرارة من خلال استخدام هذه المعادلات

• $WBGT=0.7TW+0.3TG$ وهذه المعادلة للعمل في الداخل

• $WBGT=0.7TW+0.2TG+0.1TD$ للعم في الخارج

• حيث ان WBGT هي مؤشر الحرارة الرطب والاشعاعي



أجهزة قياس الحرارة

مراحل قياس الحرارة

4. مرحلة ما بعد تدوين النتائج والحسابات

وبعد ان تتم عملية التدوين والحسابات نقوم بعملية تحليل وتقييم الحرارة المريحة للعامل بناء على الجهد الذي يبذله اثناء العمل والجدول التالي يبين درجات الحرارة المريحة بناء على الجهد المبذول وكمية الوقت المسموح له للعمل وما يعادلها من استراحة

الحرارة المريحة والملائمة مع اجمالي الجهد المبذول			
شاق	متوسط	خفيف	العمل والاستراحة
25	26	30	عمل متواصل
25.9	28	30.6	75% عمل 25% راحة
27.9	29.4	31.4	50% عمل 50% راحة
اكثر من 30	31.1	32.2	25% عمل 75% استراحة

انتهت المادة شكرا لتابعتم

I hope you have benefited

مدريكم أحمد توماش