# الباب الحادى والعشرون

## الضغط والحرارة

الضغط الغازى — قياس الضغط — معرفة حجم الغاز — تحويل درجات الحرارة من سنتجراد الى فهرنهيت وبالعكس

### الضغط الغازى

تمتاز المياه المعدنية والغازية الجيدة بعدد ماتحتويه من أحجام من غاز ثانى أوكسيد الكربون الذائب فيها ، فكلما قل العدد قلت قوة السائل وصار طعمه تافها ؛ لذلك تحرص مصانع المياه المعدنية الكبيرة على تعبئة منتجاتها بأحجام الغاز التى يشترط توافرها فى كل نوع منها ، وهى تختلف من ثلاثة إلى خمسة أحجام تقريبا .

وقد دلت الأبحاث على أنه إذا كانت درجة حرارة الماء المعد لاذابة غاز ثانى أوكسيد الكربون فيه هى ٤٥ فهرنيت ، فان هذا الماء يأخذ الحد الأقصى من الغاز بأقل ضغط ممكن . وقد لوحظ أن كل ما يمكن الحصول عليه من أحجام الغاز فى الزجاجة يختلف من ٤,٥ إلى ٥ أحجام وأنه لايمكن الاحتفاظ بها صحيحة بل يفقد جزء منها فى أثناء عملية النقل وذلك يتوقف على ما يأتى :

١ — خلو الزجاجة من الهواء الجوى ؛ إذ أن الهواء يعمل على حدوث صوت شديد مع فوران فى المياه وفقد فى الغاز .

٢ — درجة تشبع السائل بالغاز فكلما ارتفعت ازداد الفقد أثناء عملية النقل .

٣ — كمية وطبيعة مواد الرغوة المستعملة فى صناعه المياه الغازية

٤ — انخفاض درجة حرارة السائل ، فكلما انخفضت ساعد ذلك على إذابة الغاز، واحتفاظ السائل به ، فاذا صب مافى زجاجة فى كوب وكانت درجة حرارة الناتج مابين ٤٢ و ٥٠ فهرنيت ، فان مقدار مايفقد من الغاز لا يتعدى نصف حجم أما إذا كانت درجة الحرارة مرتفعة ( من ٧٠ — ٨٠ فهرنيت مثلا ) فان مقدار الفقد يزداد على حجمين من الغاز .

ولما كان من الصعب فى كثير من الدول عدا الولايات المتحدة الاحتفاظ بالمياه المعدنية أو الغازية على درجات حرارة منخفضة لحين استهلاكها ، فيرى بعض الباحثين أن إذابة الغاز فى الماء على درجات الحرارة العادية يؤدى إلى :

١ — قلة مايذاب من الغاز فى الماء .

٢ — قلة مايفقد منه فى أثناء عملية النقل لعدم ارتفاع درجة حرارة السائل .

وإن نتيجة ذلك اقتصاد فى عدد اسطوانات الغاز المستعملة مع الحصول فى النهاية على سائل يحتوى على عدد معين من أحجام الغاز يماثل تقريبا ذلك العدد الذى كان ينتظر الحصول عليه من الماء البارد المذاب فيه غاز ثانى أوكسيد الكربون ، وفقد جزءا من حجمه للأسباب السابق ذكرها.

## قياس الضغط

ويمكن قياس الضغط الذى يدفع به الغاز إلى جهاز الخلط Saturating Vessel والموجود فى الزجاجات والسيفونات بواسطة اجهزة خاصة تختلف فى الشكل والحجم ، يعبر عنها بالمانوميترات وهى تحتوى على لولب Spring يتصل برافعة متصلة بأجزاء أخرى فى المانوميتر تؤدى إلى عقرب يتحرك على ميناء مدرج يشبه ميناء الساعة فعند قياس الضغط يؤثر الغاز على اللولب فيحرك الرافعة التى تعمل على ذبذبة العقرب فيتحرك على الميناء حتى يثبت أمام رقم معين يبين مقدار الضغط بالأرطال على البوصة المربعة أو عدد « الجو Atmosphere » فى الماء الغازى الذى يقع عليه الاختبار .

وتختلف قراءة المانوميترات تبعا لاختلاف الدول ففى انجلترا والولايات المتحدة يبدأ الضغط الجوى العادى وهو ( ٧ و ١٤ رطلا على البوصة المربعة ) عند رقم الصفر المدرج على الميناء ، والأرقام التى تلى ذلك عبارة عن عدد أرطال الضغط على البوصة المربعة .

وفى المانيا يبدأ الضغط الجوى العادى عند الرقم ١ والأرقام التى تلى ذلك عبارة عن العدد الزائد من الجو .

فمثلا إذا كانت نتيجة قياس الضغط هى ٣ جو فان عقرب المانوميتر يجب أن يثبت على الأرقام الآتية :

فى المانوميتر الانجليزى على الرقم ٢٩ رطلا تقريبا
« الأمريكانى « ٢٩ « «
« الألمانى « ٢ جو
« الفرنسى « ٣ جو

وعلى العموم فلكل دولة نظامها وجميعها تؤدى إلى غرض واحد ، ولو اختلفت الطرق ، ويعتبر الضغط المناسب لتعبئة ماء الصودا والمياه المعدنية من ١٢٠ — ١٣٠ رطلا على البوصة المربعة

ويختلف الضغط المناسب لتعبئة السيفون من ١٥٠ — ٢٢٠ رطلا على البوصة المربعة على أن أحسنه ما كان على ١٦٠ رطلا .

ويختلف الضغط المناسب لتعبئة الغازوزة مثل الليمونادة وجنجر آل وجنجر بير وما شابهها من ٦٠ — ٩٠ رطلا على البوصة المربعة .

ويختلف الضغط المناسب لتعبئة Dry Ginger ، والمشروبات المماثلة من ١٠٠ — ١١٠ من الأرطال على البوصة المربعة .

ويختلف الضغط المناسب لـ American Soda Fountain من ١٥٠ — ١٦٠ رطلا على البوصة المربعة .

والأرقام السابقة هى التى يدونها مانومتر آلة التعبئة ، وهى تختلف فى الواقع عن الضغط الحقيقى الموجود فى الزجاجة المغلقة ، فهو يقل كثيرا فى الحالة الأخيرة ، ولعل ذلك يرجع إلى فقد حجم كبير من الغاز فى أثناء عملية التعبئة ، وللتحقق من ذلك قام " العالم ثورب " باجراء تجارب فوجد أن زجاجة الصودا التى عبئت على ضغط يختلف من ١٠٠ — ١٢٠ رطلا لا يزيد ضغطها فى الزجاجة على ٤٥ — ٥٥ رطلا .

وفى الوقت الحاضر أمكن إختراع آلات التعبئة الأوتوماتيكية ، وبها يقل الفاقد من الغاز فى أثناء عملية التعبئة .

## معرفة حجم الغاز

وقد أمكن وضع جداول لاستخراج عدد أحجام الغاز الموجودة فى الزجاجة وذلك :

١ — بتعيين درجة حرارة السائل الغازى الموجود فيها بوساطة الترمومتر .

٢ — مقدار ضغط الغاز بالرطل على البوصة المربعة وذلك بالاستعانة بآلة قياس الضغط ( صورة رقم ٥٨ )

ولتوضيح ذلك نورد المثال الآتى :

كانت درجة حرارة الماء الغازى فى زجاجة ما ٨١ فهرنهيت ومقدار الضغط فيها ٦٨ رطلا ، فاذا مد خط فى الجدول الآتى بعد من نقطة تبتدئ من الخانة المدون فيها درجة الحرارة وهى ٨١ ، وخط آخر من النقطة التى تبتدئ من الخانة المدون فيها الضغط بالأرطال وهى ( ٦٨ ) فى الجدول المذكور بحيث يتلاقى الخطان ، ويعملان زاوية قائمة ، فالرقم المدون فى مركز التقابل وهو ٤ هو عدد أحجام الغاز .

# جدول استخراج عدد أحجام الغاز

مقدار ضغط الغاز بالرطل

| ٧٠ | ٦٨ | ٦٦ | ٦٤ | ٦٢ | ٦٠ | ٥٨ | ٥٦ | ٥٤ | ٥٢ | ٥٠ | ٤٨ | ٤٦ | ٤٤ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| عدد أحجام الغـ | | | | | | | | | | | | | |
| ٥,٩ | ٥,٨ | ٥,٦ | ٥,٥ | ٥,٣ | ٥,٢ | ٥,١ | ٤,٩ | ٤,٧ | ٤,٦ | ٤,٥ | ٤,٤ | ٤,٢ | ٤,١ |
| ٥,٨ | ٥,٧ | ٥,٥ | ٥,٤ | ٥,٣ | ٥,١ | ٥,٠ | ٤,٨ | ٤,٧ | ٤,٦ | ٤,٤ | ٤,٣ | ٤,٢ | ٤,٠ |
| ٥,٧ | ٥,٥ | ٥,٤ | ٥,٣ | ٥,٢ | ٥,٠ | ٤,٩ | ٤,٧ | ٤,٦ | ٤,٥ | ٤,٣ | ٤,٢ | ٤,١ | ٣,٩ |
| ٥,٦ | ٥,٥ | ٥,٣ | ٥,٢ | ٥,١ | ٤,٩ | ٤,٨ | ٤,٧ | ٤,٥ | ٤,٤ | ٤,٣ | ٤,١ | ٤,٠ | ٣,٩ |
| ٥,٥ | ٥,٤ | ٥,٣ | ٥,١ | ٥,٠ | ٤,٨ | ٤,٧ | ٤,٦ | ٤,٤ | ٤,٣ | ٤,٢ | ٤,١ | ٤,٠ | ٣,٨ |
| ٥,٤ | ٥,٣ | ٥,٢ | ٥,٠ | ٤,٩ | ٤,٨ | ٤,٦ | ٤,٥ | ٤,٤ | ٤,٣ | ٤,٢ | ٤,٠ | ٣,٩ | ٣,٨ |
| ٥,٣ | ٥,٢ | ٥,١ | ٤,٩ | ٤,٨ | ٤,٧ | ٤,٦ | ٤,٤ | ٤,٣ | ٤,٢ | ٤,١ | ٣,٩ | ٣,٨ | ٣,٧ |
| ٥,٢ | ٥,١ | ٥,٠ | ٤,٨ | ٤,٧ | ٤,٦ | ٤,٥ | ٤,٤ | ٤,٢ | ٤,١ | ٤,٠ | ٣,٩ | ٣,٨ | ٣,٦ |
| ٥,٢ | ٥,٠ | ٤,٩ | ٤,٨ | ٤,٧ | ٤,٥ | ٤,٤ | ٤,٣ | ٤,٢ | ٤,١ | ٣,٩ | ٣,٨ | ٣,٧ | ٣,٦ |
| ٥,١ | ٤,٩ | ٤,٨ | ٤,٧ | ٤,٦ | ٤,٤ | ٤,٣ | ٤,٢ | ٤,١ | ٤,٠ | ٣,٨ | ٣,٧ | ٣,٦ | ٣,٥ |
| ٥,١ | ٤,٨ | ٤,٧ | ٤,٦ | ٤,٥ | ٤,٤ | ٤,٣ | ٤,٢ | ٤,٠ | ٣,٩ | ٣,٨ | ٣,٧ | ٣,٦ | ٣,٥ |
| ٤,٩ | ٤,٨ | ٤,٧ | ٤,٥ | ٤,٤ | ٤,٣ | ٤,٢ | ٤,١ | ٤,٠ | ٣,٩ | ٣,٨ | ٣,٦ | ٣,٥ | ٣,٤ |
| ٤,٨ | ٤,٧ | ٤,٥ | ٤,٤ | ٤,٣ | ٤,٢ | ٤,١ | ٤,٠ | ٣,٩ | ٣,٨ | ٣,٧ | ٣,٦ | ٣,٥ | ٣,٣ |
| ٤,٧ | ٤,٦ | ٤,٥ | ٤,٤ | ٤,٣ | ٤,٢ | ٤,١ | ٤,٠ | ٣,٩ | ٣,٧ | ٣,٦ | ٣,٥ | ٣,٤ | ٣,٣ |
| ٤,٧ | ٤,٥ | ٤,٤ | ٤,٣ | ٤,٢ | ٤,١ | ٤,٠ | ٣,٩ | ٣,٨ | ٣,٧ | ٣,٦ | ٣,٥ | ٣,٤ | ٣,٢ |
| ٤,٦ | ٤,٥ | ٤,٤ | ٤,٢ | ٤,١ | ٤,٠ | ٣,٩ | ٣,٨ | ٣,٧ | ٣,٦ | ٣,٥ | ٣,٤ | ٣,٣ | ٣,٢ |
| ٤,٥ | ٤,٤ | ٤,٣ | ٤,٢ | ٤,١ | ٤,٠ | ٣,٩ | ٣,٨ | ٣,٧ | ٣,٦ | ٣,٥ | ٣,٣ | ٣,٢ | ٣,١ |
| ٤,٤ | ٤,٣ | ٤,٢ | ٤,١ | ٤,٠ | ٣,٩ | ٣,٨ | ٣,٧ | ٣,٦ | ٣,٥ | ٣,٤ | ٣,٣ | ٣,٢ | ٣,١ |
| ٤,٤ | ٤,٣ | ٤,٢ | ٤,١ | ٤,٠ | ٣,٩ | ٣,٨ | ٣,٧ | ٣,٦ | ٣,٥ | ٣,٤ | ٣,٣ | ٣,١ | ٣,٠ |
| ٤,٣ | ٤,٢ | ٤,١ | ٤,٠ | ٣,٩ | ٣,٨ | ٣,٧ | ٣,٦ | ٣,٥ | ٣,٤ | ٣,٣ | ٣,٢ | ٣,١ | ٣,٠ |
| ٤,٣ | ٤,٢ | ٤,١ | ٤,٠ | ٣,٩ | ٣,٨ | ٣,٧ | ٣,٦ | ٣,٥ | ٣,٤ | ٣,٣ | ٣,١ | ٣,٠ | ٢,٩ |
| ٤,٢ | ٤,١ | ٤,٠ | ٣,٩ | ٣,٨ | ٣,٧ | ٣,٦ | ٣,٥ | ٣,٤ | ٣,٣ | ٣,٢ | ٣,١ | ٣,٠ | ٢,٩ |
| ٤,١ | ٤,٠ | ٣,٩ | ٣,٨ | ٣,٧ | ٣,٦ | ٣,٥ | ٣,٤ | ٣,٣ | ٣,٢ | ٣,١ | ٣,٠ | ٣,٠ | ٢,٨ |
| ٤,١ | ٤,٠ | ٣,٩ | ٣,٨ | ٣,٧ | ٣,٦ | ٣,٥ | ٣,٤ | ٣,٣ | ٣,٢ | ٣,١ | ٣,٠ | ٢,٩ | ٢,٨ |
| ٤,٠ | ٣,٩ | ٣,٨ | ٣,٧ | ٣,٦ | ٣,٥ | ٣,٤ | ٣,٣ | ٣,٢ | ٣,١ | ٣,٠ | ٢,٩ | ٢,٩ | ٢,٨ |
| ٤,٠ | ٣,٩ | ٣,٨ | ٣,٧ | ٣,٦ | ٣,٥ | ٣,٤ | ٣,٣ | ٣,٢ | ٣,١ | ٣,٠ | ٢,٩ | ٢,٨ | ٢,٧ |
| ٣,٩ | ٣,٨ | ٣,٧ | ٣,٦ | ٣,٥ | ٣,٤ | ٣,٣ | ٣,٢ | ٣,١ | ٣,١ | ٣,٠ | ٢,٩ | ٢,٨ | ٢,٧ |
| ٣,٨ | ٣,٧ | ٣,٧ | ٣,٦ | ٣,٥ | ٣,٤ | ٣,٣ | ٣,٢ | ٣,١ | ٣,٠ | ٢,٩ | ٢,٨ | ٢,٧ | ٢,٧ |
| ٣,٨ | ٣,٧ | ٣,٦ | ٣,٥ | ٣,٤ | ٣,٣ | ٣,٢ | ٣,٢ | ٣,١ | ٣,٠ | ٣,٠ | ٢,٩ | ٢,٨ | ٢,٧ |
| ٣,٧ | ٣,٦ | ٣,٦ | ٣,٥ | ٣,٤ | ٣,٣ | ٣,٢ | ٣,١ | ٣,٠ | ٢,٩ | ٢,٨ | ٢,٨ | ٢,٧ | ٢,٦ |
| ٣,٧ | ٣,٦ | ٣,٥ | ٣,٤ | ٣,٣ | ٣,٢ | ٣,١ | ٣,١ | ٣,٠ | ٢,٩ | ٢,٨ | ٢,٧ | ٢,٦ | ٢,٥ |
| ٣,٦ | ٣,٥ | ٣,٥ | ٣,٤ | ٣,٣ | ٣,٢ | ٣,١ | ٣,٠ | ٢,٩ | ٢,٨ | ٢,٧ | ٢,٧ | ٢,٦ | ٢,٥ |
| ٣,٥ | ٣,٥ | ٣٤ | ٣,٣ | ٣,٢ | ٣,٢ | ٣,١ | ٣,٠ | ٢,٨ | ٢,٨ | ٢,٧ | ٢,٧ | ٢,٦ | ٢,٥ |

## الموجودة فى زجاجات المـاء الغازى
### على البوصـــة المربعـــة

| درجة حرارة السائل الغازى | ٢٠ | ٢٢ | ٢٤ | ٢٦ | ٢٨ | ٣٠ | ٣٢ | ٣٤ | ٣٦ | ٣٨ | ٤٠ | ٤٢ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| غاز فى السائل | | | | | | | | | | | | |
| ٥٨ | ٢٫٤ | ٢٫٦ | ٢٫٧ | ٢٫٨ | ٣ | ٣٫١ | ٣٫٣ | ٣٫٤ | ٣٫٥ | ٣٫٧ | ٣٫٨ | ٣٫٩ |
| ٥٩ | ٢٫٤ | ٢٫٥ | ٢٫٧ | ٢٫٨ | ٢٫٩ | ٣٫١ | ٣٫٢ | ٣٫٣ | ٣٫٥ | ٣٫٦ | ٣٫٧ | ٣٫٩ |
| ٦٠ | ٢٫٣ | ٢٫٥ | ٢٫٦ | ٢٫٧ | ٢٫٩ | ٣٫٠ | ٣٫١ | ٣٫٣ | ٣٫٤ | ٣٫٥ | ٣٫٧ | ٣٫٨ |
| ٦١ | ٢٫٣ | ٢٫٤ | ٢٫٦ | ٢٫٧ | ٢٫٨ | ٣٫٠ | ٣٫١ | ٣٫٢ | ٣٫٣ | ٣٫٥ | ٣٫٦ | ٣٫٧ |
| ٦٢ | ٢٫٣ | ٢٫٤ | ٢٫٥ | ٢٫٦ | ٢٫٨ | ٢٫٩ | ٣٫٠ | ٣٫٢ | ٣٫٣ | ٣٫٤ | ٣٫٦ | ٣٫٧ |
| ٦٣ | ٢٫٢ | ٢٫٤ | ٢٫٥ | ٢٫٦ | ٢٫٧ | ٢٫٩ | ٣٫٠ | ٣٫١ | ٣٫٢ | ٣٫٤ | ٣٫٥ | ٣٫٦ |
| ٦٤ | ٢٫٢ | ١٫٣ | ٢٫٤ | ٢٫٦ | ٢٫٧ | ٢٫٨ | ٢٫٩ | ٣٫١ | ٣٫٢ | ٣٫٣ | ٣٫٥ | ٣٫٦ |
| ٦٥ | ٢٫٢ | ٢٫٣ | ٢٫٤ | ٢٫٥ | ٢٫٦ | ٢٫٨ | ٢٫٩ | ٣٫٠ | ٣٫١ | ٣٫٣ | ٣٫٤ | ٣٫٥ |
| ٦٦ | ٢٫١ | ٢٫٢ | ٢٫٤ | ٢٫٥ | ٢٫٦ | ٢٫٧ | ٢٫٨ | ٣٫٠ | ٣٫١ | ٣٫٢ | ٣٫٣ | ٣٫٥ |
| ٦٧ | ٢٫١ | ٢٫٢ | ٢٫٣ | ٢٫٤ | ٢٫٦ | ٢٫٧ | ٢٫٨ | ٣٫٩ | ٣٫٠ | ٣٫٢ | ٣٫٣ | ٣٫٤ |
| ٦٨ | ٢٫٠ | ٢٫٢ | ٢٫٣ | ٢٫٤ | ٢٫٥ | ٢٫٦ | ٢٫٧ | ٣٫٩ | ٣٫٠ | ٣٫١ | ٣٫٢ | ٣٫٣ |
| ٦٩ | ٢٫٠ | ٢٫١ | ٢٫٢ | ٢٫٤ | ٢٫٥ | ٢٫٦ | ٢٫٧ | ٢٫٨ | ٢٫٩ | ٣٫٠ | ٣٫٢ | ٣٫٣ |
| ٧٠ | ٢٫٠ | ٢٫١ | ٢٫٢ | ٢٫٣ | ٢٫٤ | ٢٫٥ | ٢٫٧ | ٢٫٨ | ٢٫٩ | ٣٫٠ | ٣٫١ | ٣٫٢ |
| ٧١ | ١٫٩ | ٢٫١ | ٢٫٢ | ٢٫٣ | ٢٫٤ | ٢٫٥ | ٢٫٦ | ٢٫٧ | ٢٫٨ | ٢٫٩ | ٣٫١ | ٣٫٢ |
| ٧٢ | ١٫٩ | ٢٫٠ | ٢٫١ | ٢٫٢ | ٢٫٤ | ٢٫٥ | ٢٫٦ | ٢٫٧ | ٢٫٨ | ٢٫٩ | ٣٫٠ | ٣٫١ |
| ٧٣ | ١٫٩ | ٢٫٠ | ٢٫١ | ٢٫٢ | ٢٫٣ | ٢٫٤ | ٢٫٥ | ٢٫٦ | ٢٫٨ | ٢٫٩ | ٣٫٠ | ٢٫١ |
| ٧٤ | ١٫٩ | ٢٫٠ | ٢٫١ | ٢٫٢ | ٢٫٣ | ٢٫٤ | ٢٫٥ | ٢٫٦ | ٢٫٧ | ٢٫٨ | ٢٫٩ | ٣٫٠ |
| ٧٥ | ١٫٨ | ١٫٩ | ٢٫٠ | ٢٫٢ | ٢٫٣ | ٢٫٤ | ٢٫٥ | ٢٫٦ | ٢٫٧ | ٢٫٨ | ٢٫٩ | ٣٫٠ |
| ٧٦ | ١٫٨ | ١٫٩ | ٢٫٠ | ٢٫١ | ٢٫٢ | ٢٫٤ | ٢٫٤ | ٢٫٥ | ٢٫٦ | ٢٫٧ | ٢٫٨ | ٢٫٩ |
| ٧٧ | ١٫٨ | ١٫٩ | ٢٫٠ | ٢٫١ | ٢٫٢ | ٢٫٣ | ٢٫٤ | ٢٫٥ | ٢٫٦ | ٢٫٧ | ٢٫٨ | ٢٫٩ |
| ٧٨ | ١٫٧ | ١٫٩ | ٢٫٠ | ٢٫١ | ٢٫٢ | ٢٫٣ | ٢٫٤ | ٢٫٥ | ٢٫٥ | ٢٫٦ | ٢٫٧ | ٢٫٨ |
| ٧٩ | ١٫٧ | ١٫٨ | ١٫٩ | ٢٫٠ | ٢٫١ | ٢٫٢ | ٢٫٣ | ٢٫٤ | ٢٫٥ | ٢٫٦ | ٢٫٧ | ٢٫٨ |
| ٨٠ | ١٫٧ | ١٫٨ | ١٫٩ | ٢٫٠ | ٢٫١ | ٢٫٢ | ٢٫٣ | ٢٫٤ | ٢٫٥ | ٢٫٦ | ٢٫٧ | ٢٫٨ |
| ٨١ | ١٫٧ | ١٫٨ | ١٫٩ | ٢٫٠ | ٢٫١ | ٢٫٢ | ٢٫٣ | ٢٫٣ | ٢٫٤ | ٢٫٥ | ٢٫٦ | ٢٫٧ |
| ٨١ | ١٫٦ | ١٫٧ | ١٫٩ | ١٫٩ | ٢٫٠ | ٢٫١ | ٢٫٢ | ٢٫٣ | ٢٫٤ | ٢٫٥ | ٢٫٦ | ٢٫٧ |
| ٨٣ | ١٫٦ | ١٫٧ | ١٫٨ | ١٫٩ | ٢٫٠ | ٢٫١ | ٢٫٢ | ٢٫٣ | ٢٫٤ | ٢٫٥ | ٢٫٦ | ٢٫٦ |
| ٨٤ | ١٫٦ | ١٫٧ | ١٫٨ | ١٫٩ | ٢٫٠ | ٢٫١ | ٢٫٢ | ٢٫٢ | ٢٫٣ | ٢٫٤ | ٢٫٥ | ١٫٦ |
| ٨٥ | ١٫٦ | ١٫٧ | ١٫٨ | ١٫٩ | ١٫٩ | ٢٫٠ | ٢٫١ | ٢٫٢ | ٢٫٣ | ٢٫٤ | ٢٫٥ | ٢٫٦ |
| ٨٦ | ١٫٥ | ١٫٦ | ١٫٧ | ١٫٨ | ١٫٩ | ٢٫٠ | ٢٫١ | ٢٫٢ | ٢٫٣ | ٢٫٤ | ٢٫٥ | ٢٫٦ |
| ٨٧ | ١٫٥ | ١٫٦ | ١٫٧ | ١٫٨ | ١٫٩ | ٢٫٠ | ٢٫١ | ٢٫١ | ٢٫٢ | ٢٫٣ | ٢٫٤ | ٢٫٥ |
| ٨٨ | ١٫٥ | ١٫٦ | ١٫٧ | ١٫٨ | ١٫٩ | ١٫٩ | ٢٫٠ | ٢٫١ | ٢٫٢ | ٢٫٣ | ٢٫٤ | ٢٫٥ |
| ٨٩ | ١٫٥ | ١٫٦ | ١٫٧ | ١٫٧ | ١٫٨ | ١٫٩ | ٢٫٠ | ٢٫١ | ٢٫٢ | ٢٫٣ | ٢٫٣ | ٢٫٤ |
| ٩٠ | ١٫٥ | ١٫٦ | ١٫٦ | ١٫٧ | ١٫٨ | ١٫٩ | ٢٫٠ | ٢٫١ | ٢٫١ | ٢٫٢ | ٢٫٣ | ٢٫٤ |

## تحويل درجات الحرارة من سنتجراد إلى فهرنهيت و بالعكس

(١) لتحويل درجات الحرارة السنتجراد إلى درجات حرارة فهرنهيت اتبع ما يأتى :

(أ) : إقسم درجة حرارة السنتجراد على ٥

(ب) : إضرب الناتج فى ٩

(ج) : أضف إلى الناتج السابق ٣٢

مثال : قيست درجة حرارة سائل ما فكانت ٢٠ سنتجراد ، فما هى حرارته بالدرجات الفهرنهيتية ؟

وللإجابة عن ذلك تتبع الخطوات السابقة .

(أ) : ٢٠ ÷ ٥ = ٤

(ب) : ٤ × ٩ = ٣٦

(ج) : ٣٦ + ٣٢ = ٦٨ درجة فهرنهيتية .

(٢) لتحويل درجات الحرارة الفهرنهيتية إلى درجات حرارة سنتجراد اتبع ما يأتى :

(أ) إطرح من درجة الحرارة الفهرنهيتية ٣٢

(ب) إقسم الناتج على ٩

(ج) إضرب الناتج السابق فى ٥

مثال : قيست درجة حرارة سائل ما فكانت ٧٧ فهرنهيت ، فما هى حرارته بالدرجات السنتجراد؟

وللإجابة على ذلك اتبع الخطوات السابقة .

(أ) : ٧٧ — ٣٢ = ٤٥

(ب) : ٤٥ ÷ ٩ = ٥

(ج) : ٥ × ٥ = ٢٥ درجة سنتجراد .

*
* *