وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
جامعة القادسية / كلية التربية
قسم الفيزياء

دراســة نظرية للخصائص الحرارية لغاز كلوريد الهيدروجين (HCl) تحت ضغط ثابت وحجم ثابت

بحث تخرج مقدم الى مجلس كلية التربية–جامعة القادسية– قسم الفيزياء

وهو جزء من متطلبات نيل شهادة البكالوريوس في الفيزياء

من قبل الطالبان :

(حيدر سالم هاشم) و(علي حسون افندي)

بإشـــــراف

الاســـــــتاذ: مشتاق طـــــالب

١٤٣٨هـ ٢٠١٧م

﴿ هُوَ اللَّهُ الَّذِي لَا إِلَهَ إِلَّا هُوَ الْمَلِكُ الْقُدُّوسُ السَّلَامُ الْمُؤْمِنُ الْمُهَيْمِنُ الْعَزِيزُ الْجَبَّارُ الْمُتَكَبِّرُ سُبْحَانَ اللَّهِ عَمَّا يُشْرِكُونَ ﴾

صدق الله العلي العظيم

الحشر - الآية - ٢٣

الإهداء ..

الى علة كياني ... ورفيقة احزاني

واسمي وعنواني ... وسعادتي ونجاحي

الى ... احب الناس ... وعنوان الوفاء

الى ... من تحت قدميها الجنة والحناء

.....والدتي

شكر وتقدير

ان طبيعة العلاقات الانسانية والحياة الاجتماعية مترابطة في مختلف الجوانب . . . ولكي يحقق الانسان عمل ما او يقدم جهداً ليصل الى نتيجة لابد له من الاستعانة بالآخرين

قال تعالى ((وتعاونوا على البر والتقوى . . . . .))

اقدم شكري وتقديري لكل من ساعدني في كتابة بحثي هذا وقدم لي المشورة والتوجيه من الاساتذة المخلصين وخصوصاً الاستاذ (مشتاق طالب) مشرف البحث والى جميع الطلبة المتعاونين معي

الخلاصة:

Abstract

يهدف البحث الى اظهار الاستيعاب الفيزياوي للسعة الحرارية تحت ضغط ثابت وحجم ثابت ٠ ثم تبين لنا السعة الحرارية تحت ضغط ثابت تكون دائما اكبر من السعة الحرارية تحت حجم ثابت بسبب وجود شغل من نوع ضغط – حجم عند تسخين المادة تحت ضغط ثابت ٠ حيث لاحظنا الزيادة في السعة الحرارية تحت ضغط ثابت يعود الى وجود العلاقة $C_{V=R}$ - C_P ٠ وعليه يكون الشغل المبذول هو عبارة عن حاصل ضرب الضغط في التغير في الحجم بحيث P Δ V = R ΔT ٠ ولتغير في درجة الحرارة مقداره درجة مئوية واحدة فأن الشغل المنجز هو (R الثابت العام للغازات) وهذه تمثل الطاقة الاضافية اللازمة لتسخين مول من الغاز المثالي تحت ضغط ثابت زيادة عن الطاقة اللازمة للتسخين تحت حجم ثابت ٠ كذلك لاحظنا ان قيم السعة الحرارية تحت ضغط تعتمد على درجة الحرارة حسب العلاقة ٠

$$c_p = a + bT + cT^2$$

المحتويات

ت	الموضوع	رقم الصفحة
١-١	مقدمة الفصل الاول	١
١-٢	السعة الحرارية للمواد الصلبة	٢
١-٣	السعة الحرارية للغاز المثالي	٣
١-٤	الحرارة النوعية	٥
١-٥	غاز كلوريد الهيدروجين	٨
١-٦	اعتماد السعة الحرارية على درجة الحرارة	٩
١-٧	الحرارة ودرجة الحرارة	١٠
١-٨	طرق انتقال الحرارة	١١
٢-١	مقدمة الفصل الثاني	١٢
٢-٢	حساب السعة الحرارية تحت ضغط ثابت لغاز كلوريد الهيدروجين	١٣
٢-٣	حساب السعة الحرارية تحت حجم ثابت لغاز كلوريد الهيدروجين	١٥

المحتويات

ت	الشكل	رقم الصفحة
١-١	الحرارة النوعية المولية التجريبية cv و cp للنحاس كدوال لدرجة الحرارة	٤
١-٢	يوضح التغير العام للحرارة النوعية مع درجات الحرارة	٦
٢-١	يوضح تغير السعة الحرارية تحت ضغط ثابت لغاز كلوريد الهيدروجين مع درجة الحرارة	١٤
٢-٢	يوضح تغير السعة الحرارية تحت حجم ثابت لغاز كلوريد الهيدروجين مع درجة الحرارة	١٦
٢-٣	تغير السعة الحرارية تحت ضغط ثابت وحجم ثابت لغاز كلوريد الهيدروجين مع درجة الحرارة	١٨

المحتويات

ت	الجدول	رقم الصفحة
٢-١	يوضح حسابات تغير السعة الحرارية تحت ضغط ثابت لغاز كلوريد الهيدروجين مع درجة الحرارة (T)	١٣
٢-٢	يوضح حسابات تغير السعة الحرارية تحت حجم ثابت لغاز كلوريد الهيدروجين مع درجة الحرارة (T)	١٥

الفصل الاول

(١-١) المقدمة

(١-٢) السعة الحرارية للمواد الصلبة

(١-٣) السعة الحرارية لغاز الميثان

(١-٤) الحرارة النوعية

(١-٥) غاز كلوريد الهيدروجين

(١-٦) اعتماد السعة الحرارية على درجة الحرارة

(١-٧) الحرارة ودرجة الحرارة

(١-٨) طرق انتقال الحرارة

الفصل الثاني

(٢-١) المقدمة

(٢-٢) حساب السعة الحرارية تحت ضغط ثابت لغاز كلوريد الهيدروجين

(٢-٣) حساب السعة الحرارية تحت حجم ثابت لغاز كلوريد الهيدروجين

الفصل الاول

Chapter One

المقدمة

Introduction

(١-١)المقدمة :- Introduction

السعة الحرارية Heat capacity مصطلح من علم الديناميكا الحرارية يرمز له عادة ب C٠ وهي قيمة تبين مدى قابلية جسم ما لتخزين الطاقة الحرارية حيث ترمز C لقيمة الطاقة الحرارية Q التي يجب امداد جسم او نظام ما بها لرفع درجة حرارته درجة مئوية واحدة ٠ وعلى هذا الاساس فأن وحدة التحميل الحراري هي الجول لكل كلفن ٠ بالنسبة للمواد الصلبة والسوائل لا تختلف السعة الحرارية عند ضغط ثابت عن تلك المقاسة عند حجم ثابت ٠ اما بالنسبة للغازات فنميز بين السعة الحرارية عند ضغط ثابت والسعة الحرارية عند حجم ثابت ، حيث تتمدد الغازات كثيرا بالحرارة ٠

السعة الحرارية عند حجم ثابت :

$$c_v = \left(\frac{\varphi U}{\varphi T}\right)$$

(١-١) .....

السعة الحرارية عند ضغط ثابت :

$$c_P = \left(\frac{\varphi H}{\varphi T}\right)\text{P}$$

(١-٢)

هذا هو التعريف الثرموديناميكي للحرارة النوعية لغاز حيث تعني U الطاقة الداخلية للمادة ، اما في حالة ثبات الضغط فتعني H انثالبي المادة (وهي طاقة اعم من الطاقة الداخلية) ٠وطبقا لهذا التعريف تكون السعة الحرارية هي معدل تغير

الطاقة الداخلية للمادة بتغير درجة الحرارة ، او معدل تغير انثالبي المادة بتغير درجة الحرارة (انظر معادلة الحالة)٠

(١-٣) السعة الحرارية للمواد الصلبة

ينطبق قانون دولون – بتي للحرارة النوعية على المواد الصلبة للفلزات الثقيلة في درجات الحرارة العالية ، حيث يعطي سعة حرارية مولية ثابتة قدرها

$C_{mol} = 3R \approx 25J(mol.K)$ للمادة الصلبة ، حيث R هو ثابت الغازات العام٠

ولكن نموذج دولون – بتي يفشل في حساب السعة الحرارية للمواد الصلبة في درجات الحرارة المنخفضة ٠ وفشل كذلك نموذج اينشتاين ولكن نجح في ذلك نموذج ديباي وهو يبدي اعتمادا للسعة الحرارية على درجة الحرارة في درجات الحرارة المنخفضة بالعلاقة T^3 ٠

وطبقا لنموذج ديباي تعتمد السعة الحرارية المولية لمادة صلبة على خاصية للمادة تسمى " درجة ديباي " D θ،

$$C_V(T) = 9R.(\frac{T}{\theta D})^3 \int_0^{\frac{\theta D}{T}} \frac{x^4.\ e^x}{(e^x - 1)^2}\ dx$$

.....(١-٣)

سبق نموذج ديباي نموذج لأينشتاين ولكن اتضح ان نموذج اينشتاين لا يعطي قيما تتفق مع القياسات ٠ والفرق بين النموذجين هو ان اينشتاين اعتبر ان الذرات في المادة تهتز بنفس تردد واحد ، بينما اعتبر ديباي ان الذرات في المادة يمكن ان تهتز بترددات مختلفة ، واتى هذا النموذج بالصيغة النظرية الحقيقية التي تتفق مع التجربة وعلى الاخص في درجات الحرارة المنخفضة ٠

(١-٣)السعة الحرارية لغاز مثالي

العلاقة بين السعة الحرارية عند ثبات الضغط Cp والسعة الحرارية عند ثبات الحجم C v٠ على الاخص في الغازات تعتمد السعة الحرارية على الظروف المحيطة ٠ ولهذا نفرق بين السعة الحرارية عند ثبات الضغط Cp وبين السعة الحرارية للغاز عند ثبات الحجم Cv ٠

فعند ثبات الحجم يحدث تغير الحالة عن طريق امداد الغاز بحرارة من الخارج فتعمل على ارتفاع درجة حرارة الغاز ، وهذا معناه زيادة طاقة حركة جزيئات الغاز ٠ اما في حالة امداد الغاز بحرارة من الخارج مع المحافظة على ثبات الضغط فنجد ان الغاز يقوم باداء شغل حيث يزداد حجم الغاز ٠ ويحدث ذلك بسبب تمدد الغاز تحت وقع الحرارة وبسبب محافظتنا على ثبات الضغط ٠

اي انه في حالة ثبات الضغط يستهلك جزء من الحرارة التي تمد بها الغاز من الخارج في اداء شغل حجمي ٠ لذلك لا بد من امداد الغاز بكمية اكبر من الحرارة في حالة ثبات الضغط لرفع درجة حرارته درجة واحدة عن كمية الحرارة الواجب امدادها للغاز في حالة ثبات الحجم لرفع درجة حرارته درجة واحدة ٠

بالنسبة لغاز مثالي تنطبق المعادلة :

$$C_P = C_V + NK_B = C_V + nR$$

.....(١-٤)

حيث :

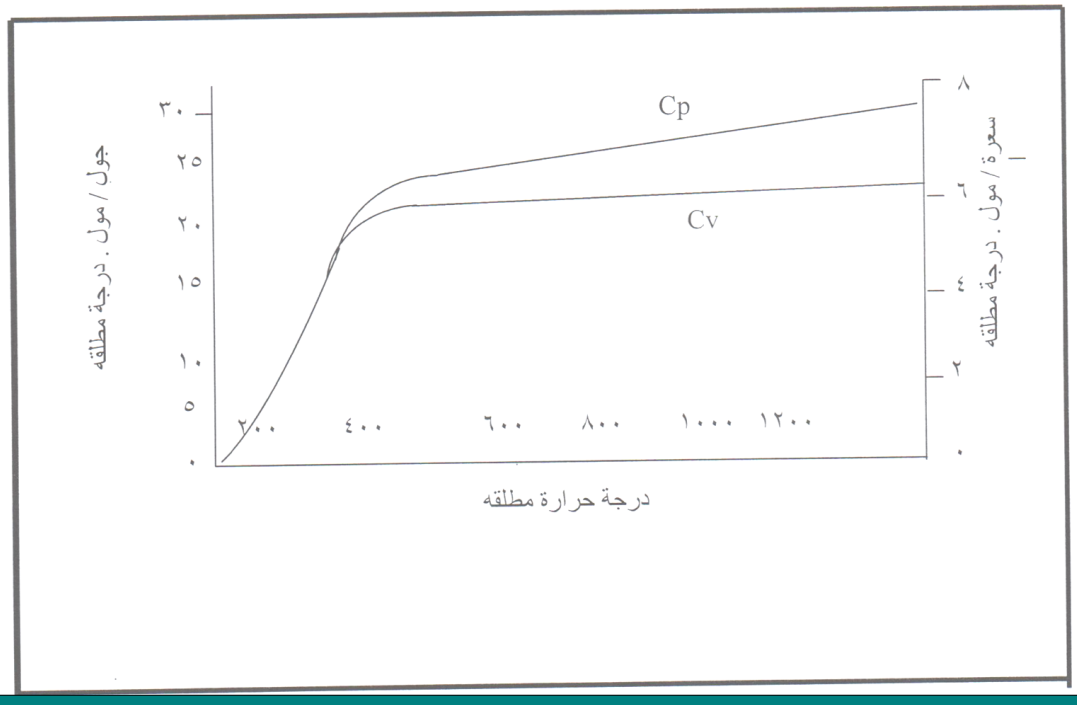
N عدد الجسيمات ، k B ثابت بولتزمان ، N كمية المادة بالمول ، R= NAKB ثابت الغازات العام ٠

بالنسبة لواحد مول من الغاز تنطبق المعادلة :

(١-٥)

$$C_{mol,p} = C_{mol,V} + R$$

ومن ابسط السعات الحرارية واكثرها شيوعا في الثرموداينمك هما السعة الحرارية لحجم ثابت C v والسعة الحرارية تحت ضغط Cp والشكل (١-١) يبين تغير الحرارة النوعية المولية Cp , Cv مع تغير درجات الحرارة لمعدن النحاس عند ضغط قدرة الضغط جوي واحد ٠ فعند درجات حرارة منخفضة تكون Cp,Cv متساويين تقريبا وبالقرب من درجة الصفر المطلق ٠ ان هذا السلوك هو صفة مميزة لمعظم المواد الصلبة على الرغم من تباينها الكبير في درجات الحرارة التي عندها يحدث الانخفاض الحاد للحرارة النوعية المولية وكذلك اسلوب هذا الانخفاض حيث يتناسب مع T للمواد المعدنية ومع T3 للمواد العازلة وعند درجات حرارة مرتفعة تستمر Cp بالزيادة بينما تكون Cv ثابتة تقريبا والتي تساوي (٢٥) جول / مول ٠ كلفن ٠ لقد وجد ان قيمة Cv هذه هي اعظم قيمة يمكن ان تبلغها معظم المواد الصلبة عند درجات حرارة عالية جدا ٠ اما لاغراض القياسات الفعلية فيكون تعيين الحرارة النوعية عند ضغط ثابت اكثر ملائمة من ذلك للحرارة النوعية عند حجم ثابت ولكن الفرق بينهما صغير جدا للمواد الصلبة ، لذلك يمكن اهماله في كثير من الحالات واعتبار Cv مساوية الى Cp ٠



الشكل (١-١) الحرارة النوعية المولية التجريبية C_P ، C_V للنحاس كدوال لدرجة الحرارة

(١-٤)الحرارة النوعية :- Specific Heat

تعرف الحرارة النوعية بانها كمية الحرارة اللازمة لرفع درجة حرارة وحدة الكتل من الجسم درجة واحدة ووحدتها k-1 JKg -1 ٠

$$Q = M \,.S\,.\theta \qquad .....(١-٦)$$

حيث ان

Q : الحرارة النوعية

S: السعة الحرارة

M: الكتلة

والسعة الحرارية لاي كيان يحتوي على مول واحد تدعى بالسعة الحرارية المولية٠ ان وحدة السعة الحرارية هي الجول او السعرة حيث ان السعرة الواحدة تساوي (٤,١٨ جول) والحرارة النوعية (Q) تعرف من خلال العلاقة

$$Q = \frac{dQ}{dT} \qquad .....(١-٧)$$

حيث ان Dq : هي كمية الحرارة اللازمة لرفع درجة مول واحد بمقدار (Dt) ان كمية الحرارة ليست دالة للحالة هي دالة للمسار الذي يسلكه الكيان للوصول الى الحالة النهائية عند تسخينه وان وحدات الحرارة النوعية للمواد الصلبة هي (جول /مول . كلفن) او (ملي جول / مول . كلفن) ٠

وهناك نوعان من العمليات التي تتم عند الحرارة النوعية في حالة الغازات وهما :-

١- عند ضغط ثابت ٠

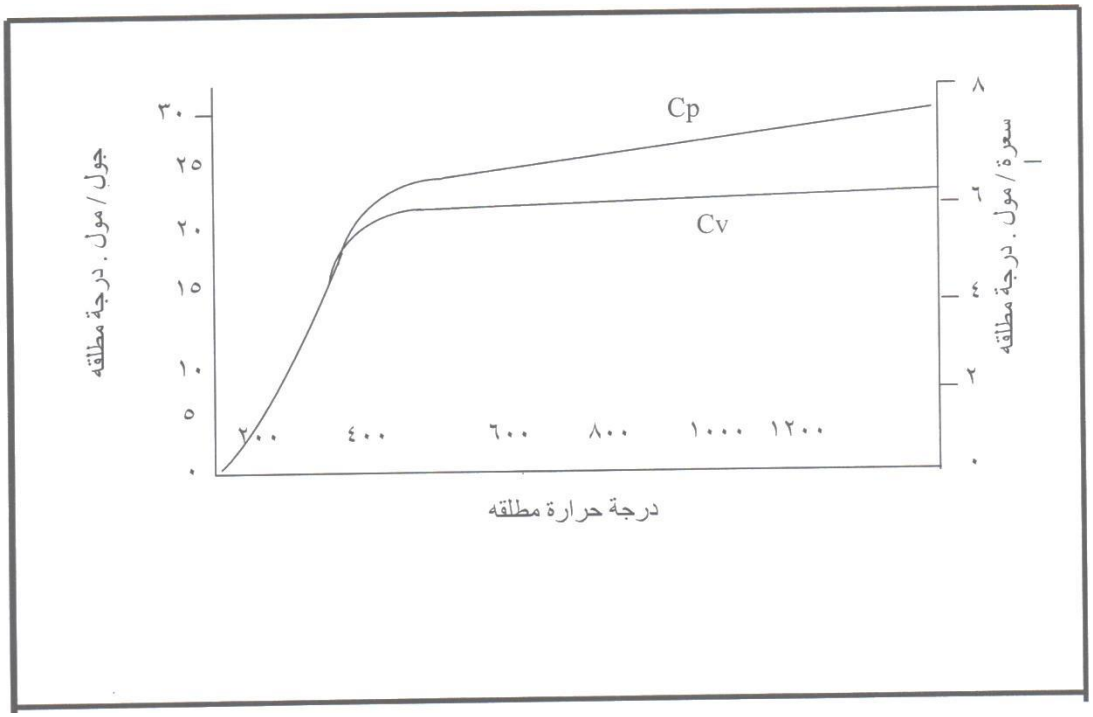
$$C_P = (\frac{dQ}{dT})_P \quad .....(١-٨)$$

٢- عند حجم ثابت ٠

$$C_P = (\frac{dQ}{dT})_V \quad .....(١-٩)$$

اما بالنسبة للكيان الصلب تكون قيمة Cp مقاربة لقيمة Cv خاصة عند درجات الحرارة الواطئة كما موضح في الشكل (١-١)

وللاغراض العملية يتم حساب Cp يدل من Cv لان المواد الصلبة او السائلة تحتاج الى ضغط خارجي هائل لحفظ الحجم ثابت اثناء تسخينها ٠



الشكل (١-٢) يوضح التغيير العام الحرارة النوعية مع درجات الحرارة

ان الشكل (١-١) يبين السلوك العام لتغيير درجة الحرارة النوعية (Cv) مع درجة الحرارة لجميع المواد الصلبة تقريبا ٠ وان الاختلاف الوحيد بين المواد الصلبة في الحرارة النوعية يظهر في درجات الحرارة الواطئة ٠

ومن خلال الشكل (١-٢) يمكن استنتاج مجموعة حقائق :

١- في درجات الحرارة العالية فأن الحرارة النوعية لا تعتمد على درجة الحرارة وانها تساوي (٣R) وتساوي (25 Joul mol. K) ٠
٢- كلما قلت درجة الحرارة فأن الحرارة النوعية تقل بصورة واضحة وتقترب من الصفر ٠ ففي درجات الحرارة الواطئة والقريبة من الصفر المطلق تتناسب الحرارة النوعية مع T3 للعوازل و T في المعادن ٠

ان التفسير النظري لهذه الحقائق العلمية كان من اهم المشاكل النظرية في بداية القرن الماضي فتغير الحرارة النوعية مع درجة الحرارة لا يمكن ان يفسر على اساس النظريات الفيزياوية الكلاسيكية الا ان الفيزياء الكمية اعطت نتائج متقدمة تنطبق مع نتائج القياسات التجريبية ٠

وهناك عدة نماذج تفسر الحرارة النوعية مع درجة الحرارة ٠ منها نموذج انشتاين والذي اشار الى ان ذرات المادة الصلبة مرتبطة بجاراتها بقوة توافقية فعندها تزود المادة بالحرارة فان ذارة المادة سوف تتذبذب حول موقعها ويكون لكل ذرة طاقة حركية وطاقة كامنة واذا تصورنا بان المادة عبارة عن مجموعة من المتذبذبات المتحركة فان المعادلة سوف تكون بالشكل التالي :-

(١-١٠) ....

$$E = K_B T$$

وكذلك نموذج ديباي الذي اخذ بنظر الاعتبار حركة الشبيكة ككل بدلا من اعتبار كل ذرة تتذبذب بصورة مستقلة عن بعضها كما افترض انشتاين ٠ اي ان ديباي اعتبر ذرات المادة الصلبة وكأنها متذبذبات متقاربة تتذبذب جماعيا ٠

(١-٥)غاز كلوريد الهيدروجين

الخواص الكيميائية

هيدروجين والذي يعني انه يتأين ويعطي أيون حمض احادي البروتون حمض الهيدروكلوريك، الاخر الذي يتكون عند تفكك هذا الحمض هو أيون الكلورايد ، لهذا يستخدم الايون ٠ H (واحد بروتون) واحد في حمض ٠ (الهيدروكلوريك لتحضير املاح الكلورايد مثل كلوريد الصوديوم) ملح الطعام حمض من بين الستة H3O+ الهيدرونيوم الهيدوكلوريك المائي يتحد أيون الهيدروجين مع جزيء ماء ليكون ايون المونوبروتي الاقل قابلية لتفاعل الاكسدة احماض المعدنية القوية ، حمض الهيدروكلوريك هو حمض الا انه الاقل خطورة لانه يحتوي على ايون الكلورايد غير المتفاعل والاختزال ٠ وبالرغم من قوة الحمض بتركيزه لفترات السام ٠ محلول حمض الهيدروكلوريك المتوسط القوة ثابت في حالة التخزين ويحتفظ وغير لتحديد كميات القواعد (titration) الكيميائي طويلة ٠ كما أنه الحمض المفضل في المعايرة بالتحليل الذي يميز الاحماض القوية ٠ يستخدم حمض (end point) النهاية وذلك لوضوح نقطة ، (bases) الهيدروكلوريك عادة في الكيمياء التحليلية لتحضير (هضم) العينات لتحليلها ٠ حمض الهيدروكلوريك المتأكسد وغاز الهيدروجين ، كما يتفاعل مع المركز يذيب العديد من المعادن ويكون كلورايد المعدن الكالسيوم واوكسيد النحاس مكونا كلوريدات ذائبة يمكن تحليلها المركبات القاعدية مثل كربونات ٠

الخصائص الفيزيائية

الماء مكونا بذلك يتواجد هذا الحمض في الظروف العادية على شكل غاز وينحل الغاز بسهولة في كمية الغاز المذاب في الماء ، ويوجد الحمض بتراكيز مختلفة تعتمد على HCL حمض كلوريد الهيدروجين (% و ٣٧% الكثافة ١,١٨ جم /سم٣) عند تركيز ٣٨ % ٣٢ تجاريا بثلاثة تراكيز هي ٢٨ % و درجة الغليان ٤٨ درجة مئوية ٠

درجة الانصهار – ٢٦ درجة مئوية ٠

في البنزين والكحول حمض الهيدروكلوريك ذو توصيل رديء للتيار الكهربي ، يذوب حمض الهيدروكلوريك والايثر بينما لا يذوب في الهيدروكربونات ٠

الحمض ذو لون اصفر حمض الهيدروكلوريك سائل عديم اللون وذو رائحة لاذعة كريهة ٠ (عندما يكون فهذا يعني أنه يحتوي على شوائب من معادن مذابة فيه)

(١-٦)اعتماد السعة الحرارية على درجة الحرارة ٠

في الواقع انه من غير الممكن تخمين القيم العددية للسعات الحرارية اعتمادا على الدينمية الحرارية ٠ الا انه في بعض الحالات وبالاعتماد على الميكانيك الاحصائي (Statistical Mechanics) يكون من الممكن حساب السعات الحرارية لبعض المواد من المعلومات الطيفية ونتائج هذه الطريقة تكون جيدة بالنسبة للجزيئات الغازية البسيطة ، الا ان الطريقة المباشرة للحصول على السعات الحرارية هي بواسطة القياسات المسعرية وهي الطريقة المستخدمة لتعيين معظم السعات الحرارية ٠ في الحقيقة ان السعات الحرارية ، خصوصا بالنسبة للجزيئات الغازية المعقدة (المتعددة الذرات) ، تتغير مع درجة الحرارة ولهذا فأن هناك معادلات وضعية (Emperical Equations) لربط السعات الحرارية المقاسة لهذه الغازات على مدى معين من درجات الحرارة ، ومن هذه المعدلات الوضعية المعادلة التالية :

$$c_p = a + bT + cT^2 \qquad \text{.....(١١-١)}$$

اما السعة الحرارية تحت حجم ثابت تحسب من العلاقة التالية :

$$C_P - C_V = R$$

(١-٧)الحرارة ودرجة الحرارة ٠

الحرارة في الفيزياء والكيمياء (بالانجليزية : heat) هي احدى اشكال الطاقة والتي يترافق معها حركة الذرات او الجزيئات او اي جسيم يدخل في تركيب المادة ٠ بالامكان الحصول على الحرارة عن طريق التفاعلات الكيمياوية مثل الاحتراق ، أو التفاعلات النووية كالاندماج النووي الذي يحدث في الشمس أو الاشعاع الكهرومغناطيسي كما يحدث في المواقد الكهرومغناطيسية (ميكروويف) أو الميكانيكي (الحركي) مثل الآلات والاحتكاك ٠ يمكن للحرارة ان تنتقل بين الاجسام عن طريق الاشعاع او التوصيل حراري أو الحمل الحراري ٠ لا يمكن للحرارة أن تنتقل بين جسمين أو نقطتين في جسم واحد الا أن كانت درجات الحرارة بينهما مختلفة ٠

درجة الحرارة هي مقياس لمدى سخونة جسم ما أو برودته ٠ تسمى كمية الحرارة اللازمة لرفع درجة حرارة جسم ما درجة مئوية واحدة بالسعة الحرارية ٠ السعة الحرارية لكل مادة محددة ومعروفة ٠ الحرارة اللازمة لرفع درجة حرارة وحدة الكتلة من مادة ما درجة واحدة تسمى بالحرارة النوعية وهي تعتمد على حالة المادة وتركيبها الكيماوي ٠ عند اختراق الوقود تصدر كمية من الحرارة تعرف باسم

القيمة الحرارية للوقود ٠ خلال عملية تحول مادة نقية من حالة الى اخرى يتم فقد حرارة أو اكتسابها دون أي تغير في درجات الحرارة وتعرف كمية الحرارة المفقودة أو المكتسبة أبان عملية التحول باسم الحرارة الكامنة وتعتمد بشكل مباشر على نوعية المادة وحالتها الابتدائية والنهائية ٠

من الخواص الحرارية للمواد حرارة التبخر وحرارة الانصهار وهي تختلف من مادة الى مادة ونقيسها بوحدة جول /كيلو جرام أو جول /مول ٠

من الخواص الحرارية للمواد ايضا نقطة التبخر ونقطة الانصهار وهي تختلف ايضا باختلاف المادة ٠ نقيس هذه بدرجة مئوية أو كلفن ٠

(١-٨)طرق انتقال الحرارة

- التوصيل Conduction

الطريقة التي تنتقل بها الحرارة في الاجسام الصلبة (وكذلك في السوائل ،والغازات) تنتقل الطاقة بالتلامس في الموصلات الجيدة good conductoes بسرعة ، ويحدث ذلك أساسا بتبادل حركة الاكترونات الحرة ، فضلا عن تبادل اهتزاز الذرات وتصادم الذرات أو الجزيئات ببعضها البعض ٠

- الحمل Convection

الطريقة التي تنتقل بها الحرارة في السوائل والغازات اذا سخن غاز أو سائل فأنه يتمدد فتقل كثافته ويرتفع الى الاعلى (مثلما في أناء ماء موضوعا على النار ٠ أو ارتفاع الهواء الساخن الى الاعلى) ، وينخفض الغاز أو السائل الابرد ليحتل مكانه ٠ وهكذا ينشأ تيار الحمل ٠

- الاشعاع radiation

طريقة انتقال الحرارة في الفراغ دون أن يكون للوسط أي دور ٠ مثال ذلك انتشار أشعة الشمس ووصولها الين الارض ، حيث تتحرك الاشعة في الفراغ ٠ ويستخدم مصطلح (الاشعاع) كثيرا للاشارة الى الطاقة الحرارية نفسها التي تسمى بخلاف ذلك الطاقة الحرارية المشعة radiant heat energy ٠ يأخذ الشعاع شكل موجة كهرومغناطيسية مثل اشعة الضوء والاشعة تحت الحمراء التي تصدر من الاجسام الساخنة ٠

الفصل الثاني

Chapter Two

النتائج والاستنتاجات

(٢-١) المقدمة Introduction

من الجدير بالذكر ان هناك العديد من العوامل المختلفة التي لها تاثير واضح على الخصائص الحرارية في المواد الصلبة ومن اهم هذه العوامل درجة الحرارة ولذلك تم التركيز على دراسة تأثير درجة الحرارة على السعة الحرارية تحت ضغط لغاز كلوريد الهيدروجين ٠

البحث الحالي يتضمن حسابات السعة الحرارية تحت ضغط ثابت وحجم ثابت وقد تم تطبيق معادلة (١-١١) ومعادلة (١-١٢) في ذلك ٠

صنفت الحسابات النظرية المتعلقة بحساب السعة الحرارية في الوسط الصلب الى ما ياتي :

١- حساب السعة الحرارية تحت ضغط ثابت لغاز كلوريد الهيدروجين ٠
٢- حساب السعة الحرارية تحت حجم ثابت لغاز كلوريد الهيدروجين ٠

(٢-٢)حساب السعة الحرارية تحت ضغط ثابت لغاز كلوريد الهيدروجين ٠

تم حساب السعة الحرارية تحت ضغط ثابت لغاز كلوريد الهيدروجين بالاعتماد على معادلة (١-١١) علما أن المقادير المستخدمة في هذه الحسابات هي :

a=28.17

b= 1.82 x 10^{-3}

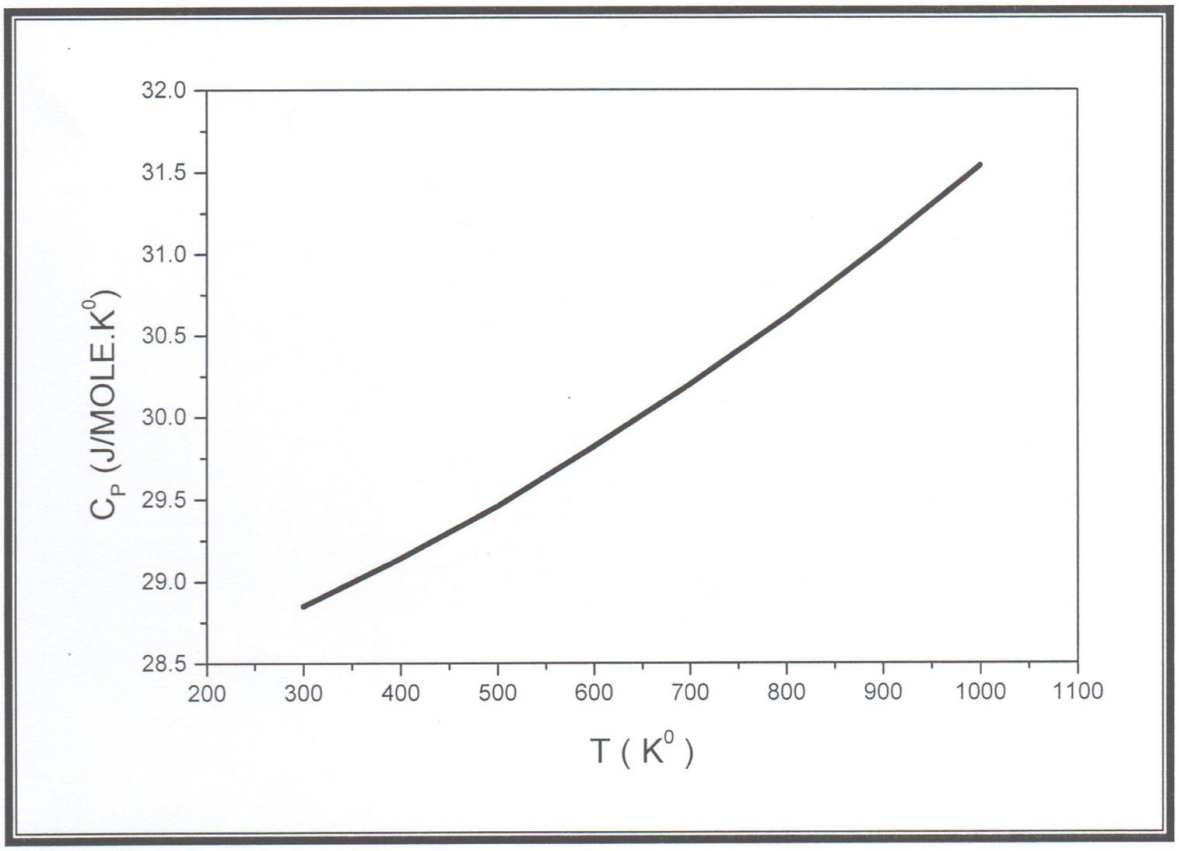
c=15.5 x 10^{-7}

R=8.314$\frac{j}{mole.k}$

الجدول (٢-١) يوضح حسابات تغير السعة الحرارية تحت ضغط ثابت لغاز كلوريد الهيدروجين مع درجة الحرارة (T) والموضحة بيانيا في الشكل (٢-١) ٠

T (k)	Cp (J\ mole.k)
٣٠٠	٢٨,٨٥
٤٠٠	٢٩,١٤
٥٠٠	٢٩,٤٦
٦٠٠	٢٩,٨٢
٧٠٠	٣٠,٢٠
٨٠٠	٣٠,٦١
٩٠٠	٣١,٠٦
١٠٠٠	٣١,٥٤

الجدول (٢-١) يوضح حسابات تغير السعة الحرارية تحت ضغط ثابت لغاز كلوريد الهيدروجين مع درجة الحرارة (T) ٠



الشكل (٢-١) يوضح تغير السعة الحرارية تحت تاثيرضغط ثابت لغاز كلوريد الهيدروجين مع درجة الحرارة

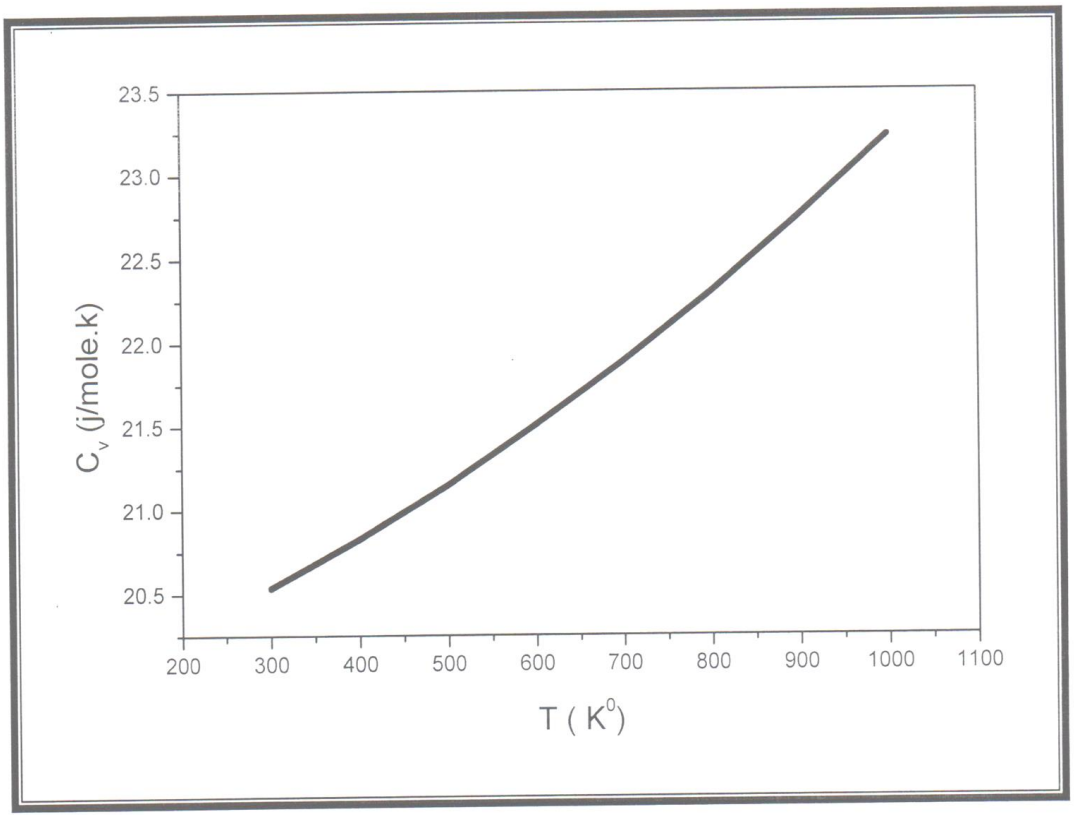
(٢-٣) حساب السعة الحرارية تحت حجم ثابت لغاز كلوريد الهيدروجين٠

تم حساب السعة الحرارية تحت حجم ثابت لغاز كلوريد الهيدروجين وقد تم تطبيق معادلة (١-١١) ومعادلة (١-١٢) ٠

الجدول (٢-٢) يوضح حسابات تغير السعة الحرارية تحت حجم ثابت لغاز كلوريد الهيدروجين مع درجة الحرارة (T) والموضحة بيانيا في الشكل (٢-٢) ٠

T (K)	C_V (J\MOLE.K)
٣٠٠	٢٠,٥٣٦
٤٠٠	٢٠,٨٢٦
٥٠٠	٢١,١٤٦
٦٠٠	٢١,٥٠٦
٧٠٠	٢١,٨٨٦
٨٠٠	٢٢,٢٩٦
٩٠٠	٢٢,٧٤٦
١٠٠٠	٢٣,٢٢٦

الجدول (٢-٢) يوضح حسابات تغير السعة الحرارية تحت حجم ثابت لغاز كلوريد الهيدروجين مع درجة الحرارة (T) ٠

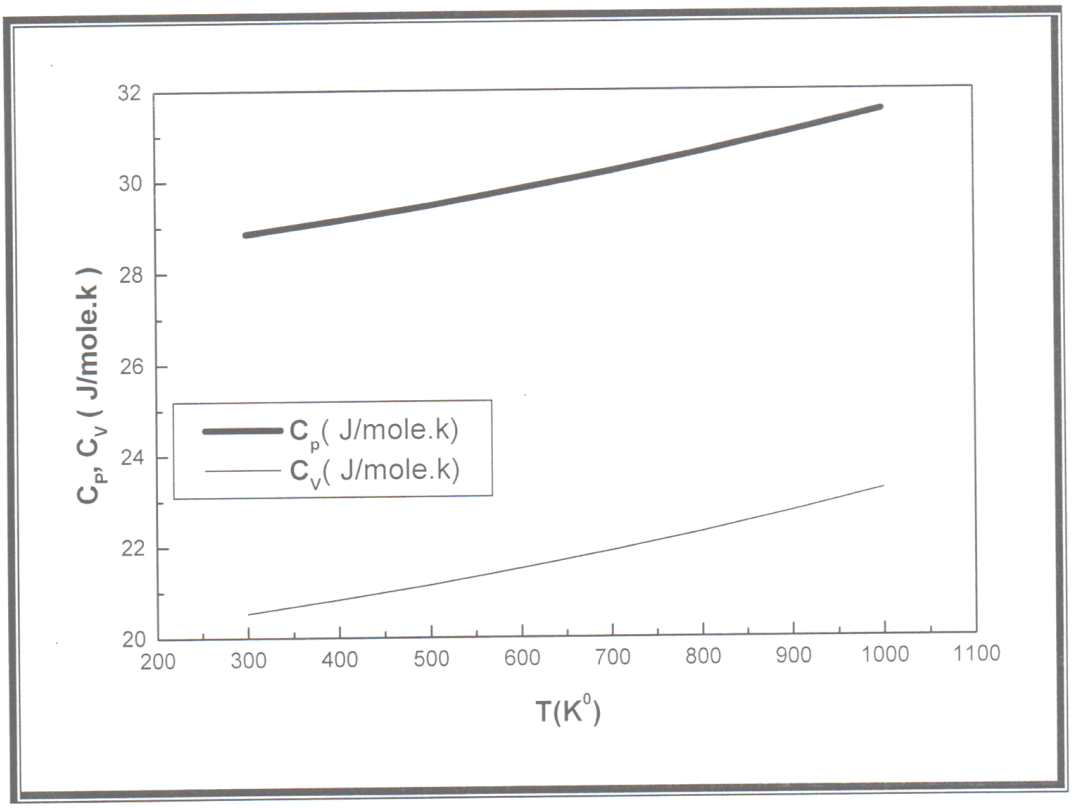


الشكل (٢-٢) يوضح تغير السعة الحرارية تحت حجم ثابت لغاز كلوريد الهيدروجين مع درجة الحرارة ٠

تبين لنا السعة الحرارية تحت ضغط ثابت تكون دائما اكبر من السعة الحرارية تحت حجم ثابت كما موضح بالشكل (٢-٣) بسبب وجود شغل من نوع ضغط – حجم عند تسخين المادة تحت ضغط ثابت ٠ وعليه يكون تشغيل المبذول هو عبارة عن حاصل ضرب الضغط في التغير في الحجم بحيث R T=PV ٠ ولتغير في درجة الحرارة مقداره درجة مئوية واحدة فان الشغل المنجز هو R (الثابت العام للغازات) وهذه تمثل الطاقة الاضافية اللازمة لتسخين مول من الغاز المثالي تحت ضغط ثابت زيادة عن الطاقة اللازمة للتسخين تحت حجم ثابت ٠ كذلك لا حظنا ان قيم السعة الحرارية تحت ضغط ثابت والسعة الحرارية تحت حجم ثابت تعتمدان على درجة الحرارة حسب العلاقة :-

$$c_p = a + bT + cT^2 \qquad \ldots\ldots (٢-١)$$

$$C_P - C_V = R \qquad \ldots\ldots (٢-٢)$$



الشكل (٢-٣) يوضح تغير السعة الحرارية تحت ضغط ثابت وحجم ثابت لغاز كلوريد الهيدروجين مع درجة الحرارة ٠

المصادر

١-د. ليلى محمد نجيب ، د. محمود شاكر سعيد ، الكيمياء الفيزياوية ، جامعة الموصل ١٩٩٠

٢-د.ليلى محمد نجيب ، السيد خالد الغنام ، مجموعة مسائل في الكيمياء الفيزياوية مترجم ، جامعة الموصل ١٩٨٥

٣-د. يحيى نوري – فيزياء الحالة الصلبة ، دار الكتب للطباعة والنشر جامعة الموصل ، لسنة ٢٠٠٠

٤-د. مؤيد جبرائيل فيزياء الحالة الصلبة الجزء الاول ، جامعة بغداد ١٩٨٧

٥-د. مؤيد جبرائيل ، فيزياء الحالة الصلبة ، الجزء الثاني ، مديرية دار الكتب للطباعة والنشر ، جامعة الموصل – العراق (١٩٨٩)