المحاضرة الثالثة

الحالة الصلبة للمادة solid state

في هذه الحالة تكون المسافات الفاصلة بين الجزيئات اقل مما هي عليه في الحالتين السائلة والغازية .اي ان متوسط المسار الحر اقل مما هو عليه في السائل والغاز , ونتيجة لذلك فان قوى التجاذب بين الجزيئات كبيرة جدا وليس ادل على مقدار قوى الجذب التي تمسك الجزيئات بعضها الى بعض من المقاومة الهائلة التي يبديها السلك المعدني الرقيق عند محاولة قطعه الى قسمين .

ان كل جزيء في المادة الصلبة يكون مقيدا بموضعه بشدة بسبب قربه من الجزيئات المحيطة به وتعرضه لقوى جذب ماسكة كبيرة ولهذا السبب فان الجسم الصلب يحتفظ بشكله ثابتا . وفي الحقيقة ان الجزيئات ليست ساكنه في مواضعها بل انها تتحرك حركة عشوائية ذات طبيعة اهتزازية وليست انتقالية كما في الحالتين السائلة والغازية .

وبصورة عامة فان المواد الصلبة تكون على نوعين :

النوع الاول وهو المادة البلورية وتكون فيها جميع الجزيئات مرتبة بدقة وفق نمط هندسي يتكرر بانتظام . وهذا النمط يتوقف على طبيعة الجزيئات التي يتألف منها الجسم البلوري ومن الامثلة المألوفة على التركيب البلوري هو ملح الطعام (بلورة كلوريد الصوديوم) وحجر الماس (بلورة الكاربون) . والنوع الثاني وهوة المادة غير البلورية وتكون فيها الجزيئات مثبته في مواضعها تقريبا ولكن ليست مرتبه وفق نمط محدد ومن الامثلة على ذلك الزجاج واللدائن والشمع .

خواص اخرى للمادة

ـ الكثافة والوزن النوعي : Density and Specific Gravity

الكثافة هي خاصية من خواص المادة وتعرف بانها كتلة وحدة الحجوم او كمية المادة الموجودة في وحدة الحجم ويرمز لها بالرمز (ρ) وتعطى بالعلاقة

$$\rho = \frac{m}{V}$$

حيث ρ الكثافة

m الكتلة

V الحجم

تقاس الكتلة في النظام الدولي للوحدات SI بوحدة Kg\m3 وتعطى أيضا بوحدة gm\cm3 .

ونظرا لان المادة تتمدد بزيادة درجة الحرارة فان الكثافة تقل عادة بالتسخين .

وقد وجد ان كثافة العنصر الصلب تزداد بزيادة عدده الكتلي (اي عدد البروتينات وعدد النيوترونات في ذرة العنصر) ولكن هذه الزيادة ليست منتظمة والسبب في ذلك هو حجم الجزيئات والتباعد فيما بينهما وكمثال بسيط هو ان كثافة النحاس هي 8.92 gm\ cm3 وكثافة الالمنيوم هي 2.7 gm\cm3 والنسبة بين الكثافتين هي $\frac{8.92}{2.7}$ = 3.3 تقريبا بينما العدد الكتلي للنحاس هو 63 والعدد الكتلي للألمنيوم هو 27 والنسبة بين الكتلتين هي $\frac{63}{27}$ = 2.3 تقريبا فلو كانت المسافات بين الذريات هي نفسها لكان ينبغي ان تكون النسبتان متساويتان . وهذا يعني ان العناصر ذات الكثافة العالية مثل الذهب والرصاص تكون ذراتها متراصة مع بعضها .

اما كثافة السوائل بصورة بصورة عامة اقل مما هو عليه في المواد الصلبة وهذا يشير الى كبر المسافات البينية بين الجزيئات وصغر قوى الجذب بينهما .اما كثافة الغازات فهي اقل كثيرا مما في الحالتين السائلة والصلبة وهذا يعني ان المسافات الفاصلة بين الجزيئات اكبر بكثير مما هي عليه في الحالتين المذكورتين وهذا ما يجعل جزيئات الغاز حرة الحركة تقريبا .

اما الوزن النوعي فهو مرتبط بالكثافة ويعرف بانه النسبة بين كثافة المادة الى كثافة الماء عند $4c^o$ وتعرف أيضا بانها الكثافة النسبية وتعطى بالعلاقة :

$SG=\rho\backslash\rho_{H2O}$

SUBSTANCE	DENSITY (G/CM ^{3})
AIR	0.0013
WOOD (OAK)	0.85
WATER	1.00
ICE	0.93
ALUMINUM	2.7
LEAD	11.3
GOLD	19.3
ETHANOL	0.94
METHANOL	0.79

جدول يبين كثافة بعض المواد في الطبيعة بوحدة $gm\backslash cm^3$

خاصية الوزن : Weight

يعرف وزن الجسم في اي نقطة في الفضاء بانه محصلة قوة الجذب المسلطة علية من قبل جميع الاجسام في الكون .

وفي الحقيقة ان الجاذبية هي تأثير عام ينجم عنه ان جميع الاجسام في الكون تجذب بعضها البعض .ومقدار قوة الجذب بين اي جسمين يتحدد بقانون الجذب العام لنيوتن الذي ينص على (اي جسمين في الكون يجذب احدهما الاخر بقوة تتناسب طرديا مع حاصل ضرب كتلتيهما وعكسيا مع مربع البعد بينهما ويمكن التعبير رياضيا عن هذا القانون كالاتي

$$F= G \frac{m_1 m_2}{r^2}$$

حيث F تمثل قوة التجاذب بين جسمين كتلتهما m_1,m_2 والمسافة الفاصلة بينهما r و G هو ثابت الجاذبية العام وله نفس المقدار بالنسبة لاي جسمين في الكون مهما اختلفت كتلتهما وتباعدهما وقيمة G هي

$G= 6.6732x10^{-11}\ N.m^2\backslash Kg^2$

ان هذا القانون لا يفسر ما هي الجاذبية ولا سبب وجود قوة الجذب وانما يمكننا من حساب قوة الجذب بين اي جسمين ولكي يمكن فهم القانون بصورة افضل يجب ان نوضح ان التجاذب بين جسمين يكون متبادلا اي ان الجسم الاول يؤثر على الجسم الثاني بقوة تتجه نحو الجسم الاول على امتداد الخط الواصل بينهما . وكذلك يؤثر الجسم الثاني على الاول بقوة تتجه نحو الجسم الثاني على امتداد نفس الخط الواصل بينهما .وهاتان القوتان متساويتان بالمقدار ومتعاكستين بالاتجاه احداهما تسمى الفعل والاخرى تسمى رد الفعل .

ان ضاله مقدار ثابت الجاذبية G هو السبب في ان قوة التجاذب بين الجسام العادية تكون ضعيفة جدا بحيث يتعذر الاحساس بها ولكن عندما تكون الاجسام ذات كتل هائلة مثل الشمس والارض والقمر فان قوى الجذب المتبادلة تكون كبيرة جدا .وفي الحقيقة ان هذه القوى بالذات هي المسؤولة عن بقاء القمر في مداره وكذلك الاحتفاظ بالكواكب السيارة في مداراتها حول الشمس .

ام قوة جذب الارض لأي جسم موجود على سطحها يمثل وزن ذلك الجسم بالنسبة للأرض ويمكن التعبير عن وزن الجسم على سطح الارض بصورة رياضية باستخدام قانون الجذب العام . نفرض ان قوة جذب الارض على الجسم (اي وزنه) W وان كتله الجسم هي M وان المسافة المقاسة من مركز الارض الى مركز الجسم هي (R+h) حيث R هي نصف قطر الارض و (h) هي ارتفاع الجسم عن سطح الارض وعليه فان

$$W= G \frac{mM}{(R+h)^2} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ 1$$

ويتضح من هذه المعادلة ان وزن الجسم يقل كلما زاد بعده عن الارض ويمكن ان يتلاشى اذا اصبح البعد كبيرا جدا . وعلى هذا الاساس يمكن اعتبار المنطقة المحيطة الارض والتي يظهر فيها اثار الجاذبية الارضية انها تمثل مجال الجاذبية وتعرف شدة مجال الجاذبية في لي نقطة بانها قوة الجذب المؤثرة على الكتلة m هي W فان قوة الجذب المؤثرة على وحدة الكتلة هي

$$\frac{W}{m} = g \quad \ldots\ldots\ldots\ldots 2$$

وهذه المعادلة توضح العلاقة بين كتله الجسم ووزنه وبتعويض المعادلة 2 في 1 نحصل على شدة مجال الجاذبية الارضية (g) في اي نقطة فوق سطح الارض

$$g = G\frac{M}{(R+h)^2} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots 3$$

ويتضح من هذه المعادلة ان (g) تقل كلما ازدادت قيمة (h) . وحيث ان السفر الى الفضاء الخارجي اصبح حقيقة واقعة فقد امكن التوصل الى مناطق تنعدم فيها اثار الجاذبية الارضية تماما ويصبح وزن الجسم صفر اما كتلته فلا تتغير وتبقى كما هي على سطح الارض .

مثال :

1-احسب عدد ذرات الزئبق في قطرة من الزئبق قطرها 1mlm ؟ علما ان الوزن الجزيئي الكيلو غرامي M هو 202kg\kmol وان كثافة الزئبق ρ =13600 kg\m^3

الحل /

ان حجم قطرة الزئبق V يمكن ايجادها من العلاقة

$$V = \frac{3}{4}\pi r^3$$

حيث r نصف قطر القطرة = 0.0005 m= 0.05 cm= 0.5 mlm

$$V = \frac{3}{4}\pi(0.0005)^3$$

وعليه فان

V= 5.24 x 10-10 m3 حجم القطرة

وكتلة القطرة يمكن ايجادها من العلاقة

$$\rho = \frac{m}{V}$$

$m = 13600 \times 5.24 \times 10^{-10}$

$m = 7.1 \times 10^{-6}$ kg

ان كتلة الذرة الواحدة من الزئبق يمكن الحصول عليها بتقسيم كتلة الكيلو مول الواحد من الزئبق (M) على عدد الذرات (A_v) التي يتالف منها الكيلو مول الواحد والذي يمثل عدد أفوكادرو وعليه كتلة ذرة الزئبق تساوي

$$\frac{M}{A_v} = \frac{202}{6.02x10^{26}} = 3.36 \times 10^{-25} \text{ kg}$$

فلو رمزنا لعدد الذرات بالرمز n فان حاصل ضرب عدد الذرات في كتله الذرة الواحدة ينتج كتلة القطرة

$7.1 \times 10^{-6} = 3.36x10^{-25}$ n

$n = 2.1 \times 10^{19}$ atom عدد ذرات الزئبق في القطرة