كلية العلوم

القسم : **علم الحياة**

السنة : **الثالثة**

المادة : الكيمياء الفيزياء الحيوية

المحاضرة : الاولى/نظري/د.مروة

{{ مكتبة A to Z }}

Facebook Group : مكتبة A to Z

كلية العلوم ، كلية الصيدلة ، الهندسة التقنية ، تكنلوجيا المعلومات 2026

يمكنكم طلب المحاضرات برسالة نصية (SMS) أو عبر (What's app-Telegram) على الرقم 0931497960

المحاضرة الأولى	الكيمياء الفيزيائية الحيوية	الإثنين: 18/3/2024
قسم علم الحياة السنة الثالثة – الفصل الثاني 2023 – 2024	الفصل الأول مفاهيم وتعاريف أساسية	د. مروة رباح

تربط الكيمياء الفيزيائية بين علم الكيمياء الذي يدرس المادة وتحولاتها وعلم الفيزياء الذي يدرس الطاقة وتحولاتها. لذلك تتناول الكيمياء الفيزيائية بالدراسة تأثير العوامل الفيزيائية المختلفة في الأفعال المتبادلة بين جزيئات المادة. فالكيمياء الفيزيائية هي علم تطبيق طرائق الفيزياء على المسائل الكيميائية، وهو يشمل كل من الدراسة الكيفية والكمّية, التجريبية منها والنظرية، لمعرفة المبادئ العامة التي تُحدّد سلوك المواد.

كما يعتبر الترموديناميك الكيميائي واحداً من أهم فروع الكيمياء الفيزيائية لا سيما أنه يوضح تأثير هذه العوامل الفيزيائية في تحولات المادة، ولقد لخّص العلماء الترموديناميك في ثلاثة قوانين بسيطة وشاملة تتناول جميع الأشكال الحسيّة للكون.

تهتم الكيمياء الفيزيائية بدراسة بنية المادة وعمليات التغيّر الكيميائي حيث يمكن تقسيم حقول المواضيع التي تعالجها إلى ثلاثة أقسام أساسية:

الترموديناميك، الكيمياء الكوانتية، والحركية الكيميائية، فعندما يُطبق الترموديناميك على المسائل الكيميائية فإنه يهتم أولاً بوضع التوازن الكيميائي وبالتغيرات المتبادلة للطاقة. أما الكيمياء الكوانتية فتشرح نظرياً الروابط على المستوى الجزيئي، وهي تتعامل فقط مع الجمل الذرية والجزيئية الأكثر بساطة، ويمكن توسيع نطاقها بطريقة تقريبية لتشمل الروابط في البُنى الجزيئية الأكثر تعقيداً. أما الكيمياء الحركية فتدرس سرعات وآليات العمليات الجارية عند الوصول إلى التوازن.

لذا من الضروري تحديد بعض مفاهيم الكيمياء الفيزيائية تحديداً دقيقاً قابل الدخول في دراسة القوانين الترموديناميكية ونتائجها، وبالتالي في دراسة كيفية تطبيق هذه القوانين على الحالات الحسيّة.

1) الجملة:

هي الحيز الخاضع للدراسة والمحدّد بشكل جيد (فيزيائيّاً أو تخيليّاً) داخل سطح أو عدة سطوح مغلقة تضم في داخلها المادة الخاضعة للتحولات الترموديناميكية ويحدّد وضعها باستخدام عدد من المتحولات مثل: درجة الحرارة والضغط والتركيز و ... إلخ. نذكر كمثال: كمية من الماء موضوعة في كأس زجاجي، فالماء هذا هو الجملة الموصوفة أعلاه، وكذلك الهيدروجين الموضوع في أسطوانة معدنية مغلقة هو مثال لهذه الجملة أيضاً. وتقسم الجملة إلى:

1. بسيطة: إذا حوت مادة نقية ذات صفات فيزيائية وكيميائية محددة. مثل: الماء النقي، غاز H_2.
2. معقدة: إذا حوت مركبات كثيرة مثل: ماء البحر، قطفة من مادة هيدروكربونية.
3. حقيقية: إذا خضعت الجملة إلى القوانين الفيزيائية التجريبية.
4. مثالية: عندما يكون وجودها افتراضياً لا يمكن تحقيقه إنما يمكن الاقتراب من فقط عند شروط محددة.
5. متجانسة: إذا خلت من السطوح الفاصلة بين أجزائها المختلفة أي إذا حوت طوراً واحداً، وتتميز بأن قيم متحولاتها ثابتة عبر كل أجزائها.
6. غير متجانسة: إذا حوت سطح فصل بين أجزائها أي إذا حوت أكثر من طور وتتميز بأن خواصها تتغير فجأة، مثال: (بنزين + ماء) ، (زيت + ماء) ، (ماء + ثلج)

- إن الجمل الغازية متجانسة دوماً سواء كانت بسيطة أم معقدة، وذلك لأن الغازات قابلة للامتزاج فيما بينها بأية نسبة كانت بينما الجمل الصلبة فهي غير متجانسة

دوماً، أما الجمل السائلة فتكون متجانسة أو غير متجانسة حسبما تكون السوائل قابلة للامتزاج فيما بينها أم لا.

2) **الوسط المحيط:** تعرف الأجزاء من الفراغ والجمل الأخرى المحيطة بالجملة الأصلية التي يمكن أن تتبادل معها المادة والطاقة بالوسط المحيط أما الجملة والوسط الخارجي فيشكلان معاً الكون.

3) **تصنيف الجمل:**

1-جملة مفتوحة: وهي التي تستطيع تبادل المادة والطاقة مع الوسط المحيط(الوسط الخارجي)، مثال على ذلك: كأس يحوي كلوريد الصوديوم، فإن التبخر البطيء للماء يغير طاقة الجملة وكتلتها.

2-جملة مغلقة: وهي التي تتسمح بتبادل الطاقة فقط مع الوسط المحيط دون المادة (أي لا تسمح بتبادل المادة). مثال على ذلك: غاز موضوع في أسطوانة مغلقة، وهي لا يتم فيها أي تحول كيميائي (تفاعل) أي أن التحولات ذات طبيعة فيزيائية.

3-جملة معزولة: وهي الجملة التي لا تتبادل لا المادة ولا الطاقة مع الوسط المحيط (الوسط الخارجي)، ومثال على ذلك: كمية من مادة ما داخل وعاء ديوار (الترمس).

4) **مقادير الحالة:**

تتحددّ حالة الجملة بدءاً من قيم بعض المقادير الفيزيائية والكيميائية التي تسمى مقادير الحالة مثل $(P, T, V, m, d, H, U, \vec{V}, \vec{F}, g)$ كما تسمى هذه المقادير ترموديناميكية عند استخدامها في تحديد الحالة الترموديناميكية للجملة وتقسم إلى:

- سلمية: تقاس بأعداد سلمية، مثل: درجة الحرارة، والكثافة والحجم والطاقة...

- متجهة: فهي التي تتضمن فكرة الاتجاه كالسرعة والتسارع والقوة.

والمقادير السلمية نوعان:

- مقادير سعوية extensive: وهي مقادير تتناسب قيمتها مع كمية المادة في الجملة ومع حجم الجملة وتخضع لقواعد الجمع الجبري، مثل: الكتلة (m) – الحجم (V) – الانتالبية (المحتوى الحراري) (H) – الطاقة الداخلية (U).
- مقادير شدّية intensive: وهي مقادير مستقلة عن كمية المادة في الجملة وعن حجم الجملة، وهي لا تخضع لقواعد الجمع الجبري، أي إذا كانت لا تتغيّر عند تقسيم الجملة، وإنما تأخذ قيمة واحدة عند شروط محددة، مثل: درجة الغليان الانصهار والكثافة وضغط البخار والكمون الكيميائي واللزوجة والخواص الجزيئية (الحجم المولي، السعة الحرارية الجزيئية، ... الخ) أي أنها لا تتعلق بكمية المادة.
- إنّ النسبة بين خاصتين سعويتين تساوي خاصة شدّية، مثال عن ذلك الكثافة وهي مقدار شدة، نحصل عليها من حاصل قسمة الكتلة على الحجم.

5) الضغط

يمثل الضغط (P) تأثير الوسط الخارجي في الجملة ويقدر بالقوة التي يطبقها الوسط الخارجي (الهواء عادةً) ناظمياً على وحدة المساحة من الجملة التي يحيط بها:

$$P = \frac{F}{S} \qquad (1)$$

حيث (F) القوة التي يؤثر بها الوسط الخارجي ناظمياً على سطح الجملة المغمورة فيه (S) مطبقاً عليه الضغط (P)، ووفقاً لقانون الحركة الثاني في الميكانيك، فإن القوة المؤثرة على جسم متحرك تساوي حاصل ضرب كتلة هذا الجسم (m) في تسارع حركته (a):

$$\vec{F} = m.\vec{a} \qquad (2)$$

أما وزن الجسم فيمثل القوة الناتجة عن تحركه في حقل الجاذبية الأرضية، لذلك فهو يساوي جداء كتلة الجسم في التسارع الأرضي (g) :

$$W = m.g \qquad (3)$$

لذلك، بالتعويض عن، القوة في العلاقة (1) بقيمتها من العلاقة (3) نستنتج أن الضغط الذي تولده كتلة مقدارها (m) على سطح مساحته (S) يساوي:

$$P = \frac{m.g}{S} \qquad (4)$$

يقاس الضغط عادة بواسطة بارومتر زئبقي وهو عبارة عن أنبوب مغلق من أحد نهايتيه أما النهاية الأخرى المفتوحة فهي مغمورة في حوض يحتوي زئبق والأنبوب مفرغ من جميع الغازات ما عدا الكمية الصغيرة من بخار الزئبق الشكل (1)، وكوحدة الضغط يؤخذ الضغط الجوي عند سطح البحر عند درجة حرارة الصفر مئوية ويسمى هذا الضغط ضغطاً قياسياً أو الجو ويرمز له بـ atm (جو) وهو يساوي ضغط عمود من الزئبق ارتفاعه(0.76) متراً مقاساً في أنبوب توريشيلي Torricelli (1643).

يُحسب ضغط هذا العمود من الزئبق بواسطة العلاقة (4) بعد حساب كتلته (m) التي تساوي جداء حجمه (V) في كثافة الزئبق (d) عند شروط التجربة والتي تساوي $13595.1\ \mathrm{Kg.m^{-3}}$:

$$m = V.\rho = S_{(m^2)} \times 0.76_{(m)} \times 13595.1_{(Kg.m^{-3})}$$

إن تسارع الجاذبية الأرضية يساوي وسطياً $g = 9.816\ \mathrm{m.sec^{-2}}$

لذلك بالتعويض في العلاقة (4) نجد:

$$1_{(atm)} = \frac{S \times 0.76_{(m)} \times 13595.1_{(Kg/m^3)} \times 9.81_{(m/sec^2)}}{S}$$
$$= 101325\ \mathrm{Kg.m.sec^{-2}/m^2}$$

$$= 101325\ \mathrm{N/m^2} = 101325\ \mathrm{Pa}$$

حيث يشير الرمز N إلى النيوتن:

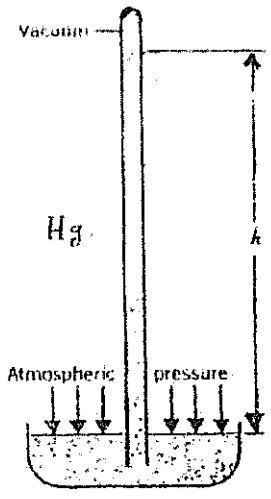
$$1\ \mathrm{N} = 1\ \mathrm{Kg.m.sec^{-2}} \qquad (5)$$

أي أن، الجو وحدة للضغط تساوي $(\mathrm{N/m^2})\ 101325$، وبالتالي فالنيوتن هو قوة. وهناك وحدة أخرى للضغط هي البار (bar) تكافئ $10^5\ \mathrm{N/m^2}$ لذلك:

$$1\ \mathrm{atm} = 1.013\ \mathrm{bar}$$

6) الضغط الجوي القياسي:

لتحديد الضغط الجوي لا بد لنا من اختيار مستوى مرجعي، وقد عدّ سطح البحر مرجعاً أساسياً لقياس الضغط الجوي القياسي، ويعرف الضغط الجوي القياسي بأنه الضغط الذي يسببه عمود من الزئبق طوله (760 mm) ومساحة مقطعه واحدة المساحة تم قياسه في الدرجة (0 °C) عند سطح البحر والذي يكافئ وزن عمود من الهواء أوله عند سطح البحر وآخره عند طبقات الجو العليا حيث الخلاء، انظر الشكل (1).



$$P_{\mathrm{atm}} = P_{\mathrm{Hg}}$$

الشكل (1) البارومتر. الضغط الجوي يكافئ ارتفاع عامود من الزئبق $h = 76\ \mathrm{cm}$ عند سطح البحر

يمكن حساب قيمة الضغط الجوي القياسي بواحدة الجملة الدولية (SI) عند درجة حرارة (0 °C) وفق الجملة المكثية (MKS) والجملة السغثية (cgs).

$$P = \frac{S.h.d.g}{S}$$

$$(MKS)\quad P = \frac{1_{(m^2)} \times 0.76_{(m)} \times 13.595 \times 10^3_{(Kg/m^3)} \times 9.81_{(m/sec^2)}}{1_{(m^2)}}$$

$$= 101325\ N/m^2 = 101325\ Pa = 1.01325\ bar \qquad (6)$$

$$(cgs)\quad P = \frac{1_{(cm^2)} \times 76_{(cm)} \times 13.595_{(gr/cm^3)} \times 981_{(cm/sec^2)}}{1_{(cm^2)}}$$

$$= 1013000\ dyne/cm^2 \qquad (7)$$

1atm=760mmHg=760torr=101325pa=1.01325bar

إنّ حساب قيمة الضغط الجوي عند الارتفاعات المختلفة، يتطلب حساب قيمة وزن عمود الهواء على ارتفاع، وليكن (h).

$$P = \frac{F}{S} = \frac{m.g}{S} = \frac{(d.V)g}{S} = \frac{d(S.h)g}{S} = d.h.g \qquad (I)$$

وبما أن الضغط يتغير بتغير الارتفاع، فإنه من أجل تغير dh للأعلى نجد أن:

$$dP = -dh.g.d \qquad (II)$$

إشارة الناقص بسبب تناقص قيمة الضغط عند الارتفاع، وحيث أن الكثافة تساوي وفقاً لمعادلة الحالة للغاز المثالي $d = \frac{P.M}{R.T}$ وبتعويضها بالعلاقة (II) نجد أن:

$$dP = \frac{-PMg}{RT}\, dh$$

$$\frac{dP}{P} = -\frac{Mg}{RT}\, dh$$

وبمكاملة هذه العلاقة من $(h = 0)$ الموافق للضغط $(p^0 = 1\ \text{atm})$ عند مستوى سطح البحر إلى الارتفاع h حيث الضغط P:

$$\int_{p^0}^{P} \frac{dP}{P} = -\frac{Mg}{Rt} \int_{h=0}^{h} dh$$

$$\ln \frac{P}{p^0} = -\frac{Mg}{RT} h$$

$$P = p^0 . e^{-\frac{Mg}{RT} h}$$

مثال:

إذا كان ضغط غاز داخل وعاء يساوي $(114\ \text{mm.Hg})$ ، احسب قيمة هذا الضغط معبراً عنها بالوحدات التالية: $(\text{atm}, \text{N/m}^2, \text{bar}, \text{dyn/cm}^2, \text{torr})$

الحل:

1. وفقاً لتعريف الضغط الجوي: $1\ \text{atm} = 760\ \text{mm.Hg}$

$$P = 114\ \text{mm.Hg} = \frac{114}{760} = 0.15\ \text{atm}$$

2. وعند التعبير عن الضغط بوحدة (N/m^2):

$$1\ \text{atm} = 101325\ \text{N.m}^{-2}$$

لذلك:

$$P = 114\ \text{mm.Hg} = \frac{114}{760} \times 101325 = 15198.75\ \text{N.m}^{-2}$$

3. وبطريقة مماثلة:

$$P = \frac{114}{760} \times 1.013 = 0.15195\ \text{bar}$$

4. لنعبر عن الضغط بوحدة $dyn.cm^{-2}$:

$$P = \frac{114}{760} \times 1013000 = 151950\ dyn/cm^2$$

5. وأخيراً، وفقاً لتعريف الـ (torr) فإن: $P = 114\ mm.Hg = 114\ torr$

انتهت المحاضرة الأولى.....