كلية العلوم

القسم : الفيزياء

السنة : الثالثة

المادة : فيزياء احصائية

المحاضرة:الاولى/نظري/

{{ مكتبة A to Z }}

Facebook Group : مكتبة A to Z

2025

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

المبادئ الأساسية في الاحتمالات والإحصاء

مفهوم الاحتمال: Probability

ليكن x متحول عشوائي و Ω فضاء العينة المعطى بالشكل: $\Omega = \{x_1, x_2, ...x_{n-1}, x_n\}$

نفرض $n(x)$ عدد مرات ظهور الحدث x عند إجراء تجربة ما عدد محدود من المرات قدره N مرة.

ندعو المقدار $\frac{n(x)}{N}$ بتواتر ظهور الحدث x .

يتحول التواتر إلى احتمال عند إجراء التجربة عدد لانهائي من المرات. ونصوغ ذلك بالعبارة:

$$p(x) = \lim_{N \to \infty} \frac{n(x)}{N} \quad ; 0 \le p(x) \le 1$$

قاعدة ١: احتمال اجتماع مجموعة أحداث يساوي مجموع احتمالات الحدوث

$$p(\cup x_i) = \sum_i p(x_i)$$

قاعدة ٢: احتمال تقاطع مجموعة أحداث يساوي مجموع جداء احتمالات الحدوث

$$p(\cap x_i) = \prod_i p(x_i)$$

(قاعدة الـ $n \cdot m$): ليكن A و B حدثين مستقلين وكان $p(A) = n$ و $p(B) = m$ عندئذ نكتب

$$p(A \cap B) = p(A).p(B) = n.m$$

مثال: عند رمي حجر نرد ثلاث مرات متتالية، أو عند رمي ثلاث حجارة مرة واحدة. نلاحظ أن الأحداث مستقلة (لايؤثر ظهور رقم على أحدها في ظهور بقية الأرقام على الأخرى). فما هو احتمال ظهور مجموعة الأرقام التالية (1,1,1)

$$p(A \cap B \cap C) = p(A).p(B).p(C) = \frac{1}{6}\frac{1}{6}\frac{1}{6} = \frac{1}{216}$$

مثال: لدينا ثلاث مدن (A,B,C)، ويوجد ثلاث طرق للوصول من A إلى B ، وأربع طرق للوصول من B إلى C .

فيكون عدد طرق الوصول من A إلى C هو $N = n.m = 3.4 = 12$

تابعي التوزع والكثافة:

١- حالة التوزع المنفصل: نفرض x متحول عشوائي يأخذ قيم منفصلة، وليكن $W(x)$ تابع التوزع المفروض.

فإذا أمكننا كتابة $W(x)$ بالشكل التالي: $W(x) = \sum_x \omega(x)$ عندئذ ندعو $\omega(x)$ تابع كثافة توزع الحالة المنفصلة.

٢- حالة التوزع المستمر: نفرض x متحول عشوائي يأخذ قيم متصلة، وليكن $F(x)$ تابع التوزع المفروض.

فإذا أمكننا كتابة $F(x)$ بالشكل التالي: $F(x) = \int_x f(x)dx$ عندئذ ندعو $f(x)$ تابع كثافة توزع الحالة المستمرة.

تابعي التوزع والكثافة الاحتماليين:

يُدعى تابع توزع الحالتين (المنفصلة والمستمرة)، تابع توزع احتمال إذا حقق الشرط الواحدي. ويُدعى حينئذ تابع كثافته بتابع الكثافة الاحتمالي. كما يلي:

$$F(x) = \int_x f(x)dx = 1 \qquad W(x) = \sum_x \omega(x) = 1$$

الشروط الرياضية لتابع كثافة الاحتمال:

١- أن يكون مستمر ومعين وقابل للاشتقاق في كل نقطة من مجال التعريف. وإذا وجد عدد محدود من نقاط عدم التعيين، فيعامل عندئذ معاملة التابع المستمر.

٢- أن يكون موجب (متزايد).

٣- أن يحق الشرط الواحدي.

قاعدة التراتيب: Permutations

لإيجاد عدد طرق ترتيب (تباديل مرتبة) لـ n عنصر مأخوذاً منهم r عنصر في كل مرة نستخدم العلاقة التالية:

$$P_r^n = \frac{n!}{(n-r)!} = \frac{n(n-1)(n-2).....(n-r+1)(n-r)!}{(n-r)!} = n(n-1)(n-2).....(n-r+1)$$

ج- العيوب المانحة والأخذة:

وتنشا عن قدرة بعض الشوائب على إعطاء الالكترونات وتسمى بالشوائب المانحة وأخرى تستطيع استقبال الالكترونات فتسمى بالشوائب الأخذة وتحصل هذه العيوب في أشباه الموصلات

العيوب المانحة:عند إدخال شائبة من العمود الخامس في الجدول الدوري مثل الفسفور للعناصر مع البنية البلورية لعنصر من العمود الرابع في الجدول لدوري مثل الكاربون أو السيلكون سيزيد إلكترون إثناء عملية تشكيل الرابطة التكافئية و هذا ما يزيد في عملية التوصيل الكهربائي للمادة المركبة.

اليوب المانحة :على العكس فان إدخال شائبة من العمود الثالث يجعل الرابط التكافئي مختل ويشكل ما يسمى بالثقوب أو العيوب الأخذة حيث يمكن لهذا الثقب من الانتقال من مكان لأخر مشكلا توصيلا كهربائيا من نوع أخر .

تعتبر هذه العيوب من أهم العيوب قاطبة في فيزياء الحالة الصلبة فمنها تصنع أشباه

الموصلات التي تعطينا الثنائيات والترانزستورات والمضخات وتدخل في صناعة كل

الأجهزة الالكترونية الحديثة دون استثناء.

قد يعتري ظهر الجبان ذباب /
ويقود أسراب الصقور غراب / وليسود وجه البدر فحم حلكهم
وعليه مدعاة النفاق ثياب .
وترى الأساطين قد تعالى مجدهم
والحر مرد حاله أصحاب

مثال: أوجد (مع التمثيل) عدد طرق تنضيد الحروف (A,B,C) مأخوذاً حرفاً حرفاً في المرة الاولى، وحرفين حرفين في الثانية وثلاثة حروف في الثالثة.

من أجل حرف حرف $\left.\begin{matrix} n=3 \\ r=1 \end{matrix}\right\} \Rightarrow P_1^3 = \frac{3!}{(3-1)!} = 3 \quad \Leftrightarrow \quad \{A,B,C\}$

من أجل حرفين حرفين $\left.\begin{matrix} n=3 \\ r=2 \end{matrix}\right\} \Rightarrow P_2^3 = \frac{3!}{(3-2)!} = 6 \quad \Leftrightarrow \quad \begin{Bmatrix} AB,AC,BC \\ BA,CA,CB \end{Bmatrix}$

من أجل ثلاثة حروف $\left.\begin{matrix} n=3 \\ r=3 \end{matrix}\right\} \Rightarrow P_3^3 = \frac{3!}{(3-3)!} = 6 \quad \Leftrightarrow \quad \begin{Bmatrix} ABC,BCA,CAB \\ CBA,ACB,BAC \end{Bmatrix}$

يلاحظ هنا أن الترتيب مهم، حيث نحصل على مجموعة جديدة عند أي تبديل بين عنصرين من مكوناتها.

مثال: أوجد عدد الكلمات المكونة من ثلاثة أحرف، التي يمكن تشكيلها من الحروف (م، ل، ح).

$\left.\begin{matrix} n=3 \\ r=3 \end{matrix}\right\} \Rightarrow P_3^3 = \frac{3!}{(3-3)!} = 3! = 6 \quad \Leftrightarrow \quad \begin{Bmatrix} \text{لحم} , \text{لمح} , \text{محلم} \\ \text{مح} , \text{حلم} , \text{حمل} \end{Bmatrix}$

قاعدة التوافيق: *Combinations*

لإيجاد عدد طرق تباديل n عنصر متمايز مأخوذاً منهم r عنصر في كل مرة نستخدم العلاقة التالية:

$$C_r^n = \binom{n}{r} = \frac{n!}{r!(n-r)!} = \frac{P_r^n}{r!}$$

نلاحظ هنا أنه ليس لترتيب العناصر أهمية ضمن المجموعة الواحدة

مثال: أوجد (مع التمثيل) عدد طرق انتخاب وفد من بين ثلاثة أعضاء مرشحين (A,B,C) في الحالات التالية:
الوفد مكون من عضو واحد ، الوفد مكون من عضوين، الوفد مكون من ثلاثة أعضاء.

من أجل عضو واحد $\left.\begin{matrix} n=3 \\ r=1 \end{matrix}\right\} \Rightarrow C_1^3 = \frac{3!}{1!(3-1)!} = 3 \quad \Leftrightarrow \quad \{A,B,C\}$

من أجل عضوين $\left.\begin{matrix} n=3 \\ r=2 \end{matrix}\right\} \Rightarrow C_2^3 = \frac{3!}{2!(3-2)!} = 3 \quad \Leftrightarrow \quad \{AB,AC,BC\}$

من أجل ثلاثة أعضاء $\left.\begin{matrix} n=3 \\ r=3 \end{matrix}\right\} \Rightarrow C_3^3 = \frac{3!}{3!(3-3)!} = 1 \quad \Leftrightarrow \quad \{ABC\}$

مثال: يُراد تشكيل لجنة مكونة من 5 أشخاص من بين 8 رجال و 6 سيدات. والمطلوب:
١- أوجد عدد طرق التشكيل بغض النظر عن الاسم والجنس.
٢- أوجد عدد طرق التشكيل إذا اقتضت الضرورة وجود 3 رجال وسيدتين في اللجنة بغض النظر عن الاسم.

الحل: ١- نطبق عبارة التوافيق بحيث نختار 5 أشخاص من 14 شخص

$$\binom{14}{5} = \frac{14!}{5!(14-5)!} = \frac{14!}{5!\,9!} = 2002$$

٢- عدد طرق اختيار 3 رجال من 8 رجال $\binom{8}{3} = \frac{8!}{3!(8-3)!} = \frac{8!}{3!\,5!} = 56$

عدد طرق اختيار سيدتين من 6 سيدات $\binom{6}{2} = \frac{6!}{2!(6-2)!} = \frac{6!}{2!\,4!} = 15$

فيكون عدد طرق تشكيل اللجنة $N = 56 \times 15 = 840$

قاعدة التباديل ذات التوزع المسبق: لإيجاد عدد طرق تباديل N عنصر موزعة مسبقاً على m مجموعة بالشكل

$$N = \sum_{i=1}^{m} n_i = n_1 + n_2 + \ldots\ldots\ldots + n_{m-1} + n_m$$

أ- العيوب البنيوية: وتمثل الانزياح عن الترتيب البلوري المثالي وتظهر بشكل

- فجوات (vacancies) : فالفجوة عبارة عن موقع شبكي نظامي خال من الذارت حيث يتم هجرة جسيم من موقعه الشبكي إلى سطح البلورة ويسمى هذا النوع من العيوب بعيوب شوتكي (schottky defect) والذي يعرف على انه فقدان إحدى الذارت من موقعها الأصلي تاركة ورائها حيزا من الفراغ ويحدث عيب شوتكي عادة في البلوارت الأيونية مثل كلوريد الصوديوم .

- حشوات (ذارت بينية) :فالحشوة عبارة عن جسيم من جسيمات البلورة غادر

موقعه النظامي الأصلي مخلفا وراءه فجوة ومتخذا في مكان بيني أو حشوي بين

الذارت القريبة ويسمى هذا النوع من العيوب بعيب فرنك (frenkel defect) .

ويحدث عادة في البلورات الفلزية وبلورات أشباه الموصلات.

وأحيانا يحصل لا ترتيب في البلورة وهو أن تتبادل ذرتين مختلفتين متجاورتين أو

أكثر المواقع فيما بينها وهذه الحالة تدخل ضمن العيوب النقطية أذا لم تتجاوز عدة

أبعاد ذرية

ب-العيوب الكيمائية: وتنشا عن وجود شوائب ذات طبيعة كيميائية مختلفة عن طبيعة البلورة أو حتى وجود نظائر العناصر المكونة للبلورة مما يؤدي إلى اضطراب دورية الشبكة البلورية

تظهر هذه العيوب بشكل:

شوائب استبدالية أو تعويضية(Substitutional impurities) : وهي عبارة عن ذرة أو ايون دخيل يحتل موقع الذرة الأصلي في الشبكة البلورية

الشائبة البينية (Interstitial impurities) وهي عبارة عن ذرة دخيلة أو ايون دخيل يحتل موضعا حشويا (بينيا) بين الذرات

، فمن المعروف إن المركبات الكيميائية الأيونية مثل كلوريد الصوديوم تكون متوازنة

أيونيا إي أن عدد الايونات الموجبة يساوي عدد الايونات السالبة وأي تغير يحدث عن هذه النظامية يعطي تركيبا كيميائيا لا نظاميا نتيجة زيادة أو نقص في عدد احد نوعي الايونات (الموجبة أو السالبة) ، فإذا كان هناك زيادة في الايونات تتشكل عيوبا حشوية و إذا كان هناك نقص في الايونات تتشكل عيوبا فجوية .

نستخدم العلاقة التالية:

$$W = C^{N}_{n_1,n_2,\ldots,n_m} = \binom{N}{n_1!n_2!\ldots\ldots n_m!} = \frac{N!}{\prod_{i=1}^{m} n_i!} = \frac{N!}{n_1!n_2!\ldots\ldots n_m!}$$

البرهان: نطبق قاعدة التوافيق (التباديل غير المرتبة).

عدد طرق اختيار المجموعة الأولى (المكونة من n_1 عنصر) من أصل m مجموعة:

$$W_1 = C^{N}_{n_1} = \binom{N}{n_1} = \frac{N!}{n_1!\,(N-n_1)!}$$

عدد طرق اختيار المجموعة الثانية (المكونة من n_2 عنصر) من أصل الباقي $(m-1)$ مجموعة:

$$W_2 = C^{N-n_1}_{n_2} = \binom{N-n_1}{n_2} = \frac{(N-n_1)!}{n_2!(N-n_1-n_2)!}$$

عدد طرق اختيار المجموعة الثالثة (المكونة من n_3 عنصر) من أصل الباقي $(m-2)$ مجموعة:

$$W_3 = C^{(N-n_1-n_2)}_{n_3} = \binom{N-n_1-n_2}{n_3} = \frac{(N-n_1-n_2)!}{n_3!(N-n_1-n_2-n_3)!}$$

وهكذا ... عدد طرق اختيار المجموعة المتبقية الأخيرة رقم m (المكونة من n_m عنصر):

$$W_m = C^{(N-n_1-n_2-\ldots-n_{m-1})}_{n_m} = \binom{N-n_1-n_2\ldots.-n_{m-1}}{n_m} = \frac{(N-n_1-n_2\ldots.-n_{m-1})!}{n_m!\,(N-n_1-n_2\ldots.-n_{m-1}-n_m)!} = \frac{n_m!}{n_m!\,0!} = 1$$

وبما أن طرق الاختيار منفصلة (مستقلة) يكون عدد طرق الاختيار الإجمالي:

$$W = W_1W_2W_3\ldots W_m = \frac{N!}{n_1!\,\cancel{(N-n_1)!}}\,\frac{\cancel{(N-n_1)!}}{n_2!\,\cancel{(N-n_1-n_2)!}}\,\frac{\cancel{(N-n_1-n_2)!}}{n_3!\,(N-n_1-n_2-n_3)!}\ldots\frac{\cancel{n_m!}}{n_m!\,0!} = \frac{N!}{\prod_{i=1}^{m} n_i!}$$

مثال: أوجد عدد طرق توزع 4 كتب مختلفة A,B,C,D على 3 طلاب بحيث يأخذ الأول كتابان، والثاني كتاب واحد، والثالث كتاب واحد.

$$P^{4}_{2,1,1} = \frac{4!}{2!\,1!\,1!} = 12 \Leftrightarrow \begin{Bmatrix}(AB,C,D),(AC,B,D),(AD,B,C),(BC,A,D),(BD,A,C),(CD,A,B),\\(AB,D,C),(AC,D,B),(AD,C,B),(BC,D,A),(BD,C,A),(CD,B,A),\end{Bmatrix}$$

مثال: اوجد عدد طرق توزع 10 كتب مختلفة على 3 طلاب بحيث يأخذ الأول 4 كتب، والثاني كتاب واحد، والثالث 5 كتب.

$$P^{10}_{4,1,5} = \frac{10!}{4!\,1!\,5!} = 1260$$

مثال: أوجد عدد طرق توزع 10 طلاب على ٤ قاعات اذا علمت أن القدرة الاستيعابية للقاعة الأولى طالب واحد فقط والقاعة الثانية طالبان اثنان فقط والثالثة ثلاث طلاب والرابعة أربع طلاب.

$$P^{10}_{1,2,3,4} = \frac{10!}{1!\,2!\,3!\,4!} = 12600$$

مثال: أوجد عدد طرق التباديل الممكنة لحروف كلمة إحصاء في اللاتينية Statistiques

الحل: عدد حروف الكلمة $n = 12$. وبما أنها موزعة مسبقاً على مجموعات من الأحرف المتماثلة بالشكل:

$$(S=3\,,\,t=3,\,a=1\,,\,i=2\,,\,q=1\,,\,u=1\,,\,e=1)$$

$$P^{12}_{3,3,1,2,1,1,1} = \frac{12!}{3!\,3!\,1!\,2!\,1!\,1!\,1!} = 6652800$$

القيمة الوسطى (التوقع الرياضي):

١- حالة التوزع المنفصل:

العيوب البلورية

Crystal Defects

مقدمة :

في البلورات المثالية تترتب الذارت بشكل دوري منتظم من دون أي خلل أو عيب إلا انه في الحقيقة لا توجد بلورة مثالية خالية من العيوب البلورية.

البلورة المثالية ليست موجودة حتى في أفضل البلوارت فالعيوب هي خروج عن الترتيب الدوري والنظامي لعقد الشبكة البلورية المكونة للمادة .

إن المقصود بمصطلح العيب في فيزياء الحالة الصلبة هو اي انح ا رف او اختلال في استمرارية الترتيب المنتظم للذارت في الشبكة البلورية .

تلعب العيوب البلورية دورا مهما في فيزياء الحالة الصلبة فتألق البلوارت الضوئي مرتبط بوجود العيوب البلورية وكثيرا من الخواص الميكانيكية والكهربائية والمغناطيسية.

تصنيف العيوب البلورية :

هناك ثلاثة أنواع من العيوب البلورية تقسم حسب حجومها وهي:-

١. العيوب النقطية (Point Defects)
٢. العيوب الخطية(Line Defects)
٣. العيوب السطحية(Surface Defects)

١- العيوب النقطية:

يعرف العيب النقطي بأنه انحراف أو اختلال في موقع ذرة أو مواقع عدد قليل من الذارت المتجاورة داخل المادة الصلبة ، أما سبب تسمية هذا الخلل بالعيب النقطي لأنه يحدث في منطقة صغيرة جدا بالمقارنة مع حجم البلورة. يمكن تصنيف العيوب النقطية إلى ثلاثة تصنيفات:

تحسب القيمة الوسطى لمتحول عشوائي منفصل x تابع كثافته $\omega(x)$ بالعلاقة $\bar{x}=\dfrac{\sum_x x\,\omega(x)}{\sum_x \omega(x)}$ واذا كان $\omega(x)$ تابع كثافة احتمال، أي يحقق الشرط الواحدي $\sum_x \omega(x)=1$، فتحسب قيمة $\bar{x}$ بالشكل التالي: $\boxed{\bar{x}=\sum_x x\,\omega(x)}$

٢- حالة التوزع المستمر:

تحسب القيمة الوسطى لمتحول عشوائي مستمر x تابع كثافته $f(x)$ بالعلاقة $\bar{x}=\dfrac{\int_x x\,f(x)\,dx}{\int_x f(x)\,dx}$ واذا كان $f(x)$ تابع كثافة احتمال، أي يحقق الشرط الواحدي $\int_x f(x)\,dx=1$، فتحسب قيمة $\bar{x}$ بالشكل التالي: $\boxed{\bar{x}=\int_x x\,f(x)\,dx}$

خواص القيمة الوسطى:

١- القيمة الوسطى لعدد ثابت هي مقدار ثابت. $\bar{A}=A=cte$

٢- القيمة الوسطى لمتحول عشوائي هي مقدار ثابت. $\bar{x}=cte$

٣- القيمة الوسطى لمجموع متحولات عشوائية يساوي مجموع قيمها الوسطى. $\overline{x+y+z}=\bar{x}+\bar{y}+\bar{z}$

٤- القيمة الوسطى لجداء متحولات عشوائية يساوي جداء قيمها الوسطى. $\overline{x.y.z}=\bar{x}.\bar{y}.\bar{z}$

الانحراف عن القيمة الوسطى: ويمثل بُعد المتحول العشوائي بالقيمة المطلقة عن القيمة الوسطى ويعطى بالعلاقة:

في حالة التوزع المنفصل $\Delta x_i=|x_i-\bar{x}_i|$ ، وفي حالة التوزع المستمر $\Delta x=|x-\bar{x}|$

وسطي الانحراف عن القيمة الوسطى: يُحسب من تعريف القيمة الوسطى:

١- في حالة التوزع المنفصل: $\overline{\Delta x}=\dfrac{\sum_x \Delta x\,\omega(x)}{\sum_x \omega(x)}$ وإذا كان $\omega(x)$ تابع كثافة احتمال، يصبح الوسطي بالشكل:

$$\overline{\Delta x}=\sum_x \Delta x\,\omega(x)=\sum_x (x_i-\bar{x})\,\omega(x)=\underbrace{\sum_x x_i\,\omega(x)}_{\bar{x}}-\bar{x}\underbrace{\sum_x \omega(x)}_{1}=\bar{x}-\bar{x}=0$$

١- في حالة التوزع المستمر: $\overline{\Delta x}=\dfrac{\int_x \Delta x\,f(x)\,dx}{\int_x f(x)\,dx}$ وإذا كان $f(x)$ تابع كثافة احتمال، يصبح الوسطي بالشكل:

$$\overline{\Delta x}=\int_x \Delta x\,f(x)\,dx=\int_x (x-\bar{x})\,f(x)\,dx=\underbrace{\int_x x\,f(x)\,dx}_{\bar{x}}-\bar{x}\underbrace{\int_x f(x)\,dx}_{1}=\bar{x}-\bar{x}=0$$

نستنتج مما سبق أن البارامتر الإحصائي (وسطي الانحراف عن القيمة الوسطى $\overline{\Delta x}$) لايعطي أي قيمة مضافة للتوزع. لذا لابد من تعريف بارامتر جديد يفيد في معرفة الخواص الإحصائية للجملة المدروسة.

التشتت (وسطي القيمة التربيعية للانحراف): $\overline{\Delta x^2}$

يعطى التشتت بدلالة الفرق بين وسطي القيمة التربيعية للمتحول $\overline{x^2}$ (الانحراف المعياري) ومربع القيمة الوسطى $\bar{x}^2$ بالشكل التالي:

$$\overline{\Delta x^2}=\overline{(x-\bar{x})^2}=\overline{(x^2-2x\bar{x}+\bar{x}^2)}=\overline{x^2}-\overline{2x\bar{x}}+\overline{\bar{x}^2}=\overline{x^2}-2\bar{x}^2+\bar{x}^2 \Rightarrow \boxed{\overline{\Delta x^2}=\overline{x^2}-\bar{x}^2}$$

يُحسب وسطي القيمة التربيعية (الانحراف المعياري) بطريقة القيمة الوسطى من أجل توزع منفصل أو مستمر لتابع توزع احتمال بالشكل:

$\overline{x^2}=\sum_x x^2\,\omega(x)$ للمنفصل . و $\overline{x^2}=\int_x x^2 f(x)\,dx$ للمستمر.

مثال: أوجد قيمة الثابت C ليكون $f(x)$ تابع كثافة احتمال. ثم أوجد قيمة المقادير التالية: $\bar{x}$ و $\overline{x^2}$ و $\overline{\Delta x^2}$.

علما أن $f(x)=Ce^{-x}\ ;\ x\geq 0$

الحل: لكي يكون $f(x)$ تابع كثافة احتمال يجب أن يحقق الشرط الواحدي

يكفي لمنع عبور المزيد من الإلكترونات من البلورة السالبة إلى البلورة الموجبة وهذا الفرق في الجهد يسمى الجهد الحاجز (أوجهد الحاجز الداخلي) Internal Potential Barrier وتكون قيمته بين (٠,١ - ١ فولت) وقيمته عمليا بالنسبة للجرمانيوم تساوي ٠,٣ فولت وللسيليكون ٠,٧ فولت في درجة الحرارة الاعتيادية ، ويتغير مقدار فرق الجهد هذا بتغير درجة الحرارة ونسبة الشوائب المضافة .

ونتيجة لاختلاف اتجاه حركة الالكترونات عن اتجاه حركة الفجوات الموجبة ، يمر تيار كهربائي في الوصلة الثنائية في هذه الحالة ولكنة تيار ضعيف

❖ مرور التيار الكهربائي عبر الوصلة الثنائية

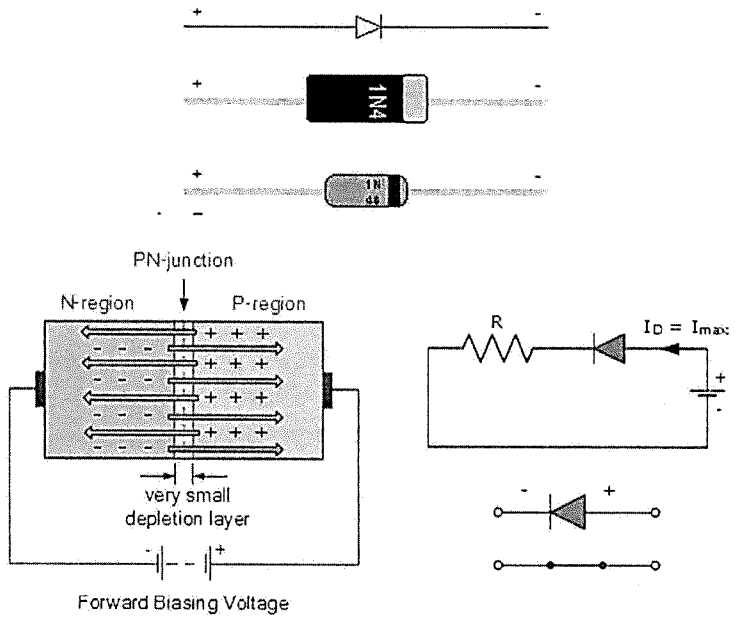
من الشكل المرسوم لاحظ التوصيل ، حيث يتم توصيل الوصلة الثنائية بمصدر للتيار الكهربائي (بطارية) بحيث يتصل القطب السالب للبطارية بالبلورة السالبة والقطب الموجب للبطارية بالبلورة الموجبة وتسمى هذه الطريقة بالوصل بالانحياز الأمامي وفيها تمرر الوصلة الثنائية التيار الكربائي .

ومبدأ العمل:

يعتمد المبدأ الأساسي في عمل الديود على: عندما يطبق فرق جهد بين طرفيه أكبر من جهد عتبي معين (قيمة محددة) فإنه يعمل على إمرار التيار خلاله، أما إذا كان الجهد بين طرفيه أدنى من تلك القيمة فإنه لا يمرر التيار أبداً.

أما عند الوصل بشكل معاكس فإن الوصلة لن تمرر التيار ويسمى الانحياز العكسي .

يطلق على الوصلة الثنائية في الدارات الالكترونية اسم الديود ويرمز



$$\int_0^{\infty} C\,e^{-x}dx = 1 \Rightarrow -C\left[e^{-x}\right]_0^{\infty} = 1 \Rightarrow -C(0-1) = 1 \Rightarrow C = 1$$

القيمة الوسطى $\bar{x} = \int_0^{\infty} x\,e^{-x}dx = \Gamma(2) = 1.\Gamma(1) = 1$ ، والانحراف المعياري $\overline{x^2} = \int_0^{\infty} x^2 e^{-x}dx = \Gamma(3) = 2.\Gamma(2) = 2.1.\Gamma(1) = 2$

فيكون التشتت $\overline{\Delta x^2} = \overline{x^2} - \bar{x}^2 = 2 - 1 = 1$

دراسة بعض التوزعات الخاصة:

توزع برنولي:

يُعطى تابع توزع برنولي بالاعتماد على قاعدة منشور ثنائي الحد لنيوتن

$$\boxed{(p+q)^N = \sum_{n=0}^{N}\binom{N}{n}p^n q^{N-n}} \qquad ;\binom{N}{n} = C_n^N == \frac{N!}{n!(N-n)!} = \frac{P_n^N}{n!}$$

يمكن منها استنتاج المتطابقات الشهيرة (مربع مجموع حدين) و (مكعب مجموع حدين) و .....

مثال: أوجد منشور ثنائي حد نيوتن من أجل $N = 5$.

$$(p+q)^5 = \binom{5}{0}p^0 q^5 + \binom{5}{1}p^1 q^4 + \binom{5}{2}p^2 q^3 + \binom{5}{3}p^3 q^2 + \binom{5}{4}p^4 q^1 + \binom{5}{5}p^5 q^0$$
$$= q^5 + 5p\,q^4 + 10p^2 q^3 + 10p^3 q^2 + 5p^4 q + p^5$$

يُعطى تابع كثافة توزع برنولي بالعلاقة:

$$\boxed{\omega(n) = \binom{N}{n}p^n q^{N-n} \qquad ; n \le N}$$

حيث $p \le 1$ احتمال ظهور الحادثة n مرة من أصل N مرة. و $q \le 1$ لأن $q = 1 - p$ يمثل احتمال عدم ظهور الحادثة $(N-n)$ مرة من أصل N مرة.

وهو تابع كثافة احتمال لأنه يحقق الشرط الواحدي (باعتباره يمثل صيغة منشور ثنائي الحد لـ نيوتن) كما يلي:

$$\sum_{n=0}^{N}\omega(n) = \sum_{n=0}^{N}\binom{N}{n}p^n q^{N-n} = (p+q)^N = (p+1-p)^N = 1$$

- إيجاد $\bar{n}$:

نشتق تابع التوزع $(p+q)^N = \sum_{n=0}^{N}\binom{N}{n}p^n q^{N-n}$ بالنسبة لـ p ونضرب الطرفين بـ p فنجد:

$$N(p+q)^{N-1} = \sum_{n=0}^{N} n\binom{N}{n}p^{n-1}q^{N-n} \Rightarrow Np(p+q)^{N-1} = \sum_{n=0}^{N} n\underbrace{\binom{N}{n}p^n q^{N-n}}_{\omega(n)} = \bar{n} \Rightarrow \boxed{\bar{n} = Np}$$

- إيجاد $\overline{n^2}$:

نشتق تابع التوزع $(p+q)^N = \sum_{n=0}^{N}\binom{N}{n}p^n q^{N-n}$ مرتين بالنسبة لـ p ونضرب الطرفين كل مرة بـ p

لذا نشتق قيمة $\bar{n}$ مرة ثانية فنجد:

$$N(p+q)^{N-1} + N(N-1)p(p+q)^{N-2} = \sum_{n=0}^{N} n^2\binom{N}{n}p^{n-1}q^{N-n} \Rightarrow Np + N(N-1)p^2 = \sum_{n=0}^{N} n^2\underbrace{\binom{N}{n}p^n q^{N-n}}_{\omega(n)} = \overline{n^2} \Rightarrow$$

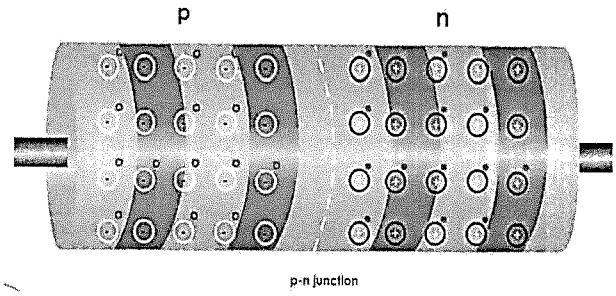
$$\boxed{\overline{n^2} = Np + N^2p^2 - Np^2}$$

- إيجاد $\overline{\Delta n^2}$: نعوض في العبارة

$$\boxed{\overline{\Delta n^2} = \overline{n^2} - \bar{n}^2 = Np + N^2p^2 - Np^2 - N^2p^2 = Np(1-p) = Npq = \bar{n}\,q}$$

الوصلة الثنائية P-N Junction

هي عبارة عن قطعة الكترونية تتكون من رقاقتين "بلورتين" تصنع من مادة نصف ناقلة ، البلورة الأولى "N" تكون بنيتها غنية بالإلكترونات (سالبة) والبلورة الثانية "P" تكون خاصية بنيتها غنية بالفجوات (موجبة). يتم تصنيعهما بعملية تسمى تشويب حيث نُدخل مادة مشوبة مناسبة في بنية شبه موصل مثل السيليكون ، فينتج "النوع إن" و "النوع بي" . عند وصل الرقاقتين تتشكل (منطقة عزل) بين الرقاقتين ليتكون لدينا صمام ثنائي Diode .



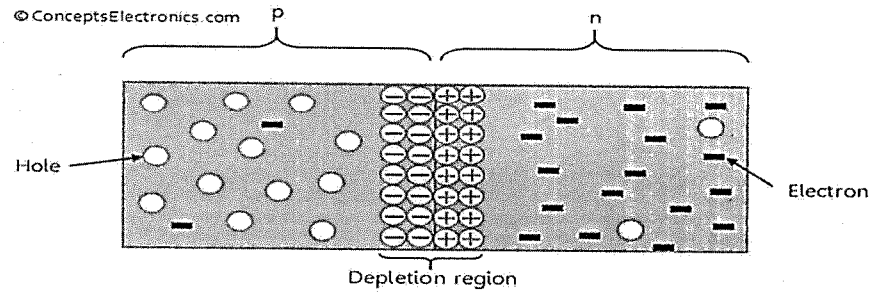
p-n junction

❖حركة الإلكترونات في الوصلة الثنائية

من أي البلورتين تنتقل الإلكترونات الحرة إلى البلورة الاخرى؟

لقد وجدنا أنه من الممكن تكوين بلورة واحدة من مادة شبة موصلة تحتوي على منطقتين متجاورتين واحدة من النوع السالب والأخرى من النوع الموجب

وتسمى نقطة العبور أو نقطة الاتصال بين تلك المنطقتين المتجاورتين باسم الوصلة الثنائية . كما في الشكل والذي نرى من خلاله بان بعض الإلكترونات الموجودة في المنطقة السالبة تتحرك عبر الوصلة لتملأ بعض الفجوات في المنطقة الموجبة ،ونتيجة لذلك تتكون منطقة صغيرة على جانبي المنطقة الفاصلة سمكها تقريبا (٢) ميكرون وتسمى منطقة الجهد الحاجز Potential Barrier كما في الشكل



Situation after the formation of depletion region

❖ الجهد الحاجز في الوصلة الثنائية

كيف تنشأ منطقة الجهد الحاجز ؟

من المعلوم أن البلورتين الموجبة والسالبة متعادلتين كهربائيا قبل الالتحام ، ونتيجة لالتحامهما يتم فقد بعض الإلكترونات من البلورة السالبة ، واكتساب البلورة الموجبة لتلك الإلكترونات ، فتصبح البلورة السالبة ذات جهد موجب والبلورة السالبة ذات جهد سالب ، وينشأ نتيجة لذلك فرق جهد في المنطقة القريبة من التلامس يتزايد تدريجيا حتى يصل إلى حد معين -

مثال: تلقى قطعة نقدية معدنية أربع مرات متتالية، أو تلقى أربع قطع نقدية معدنية متمايزة معا.

المطلوب: ١- احسب أعداد كافة الأحداث الممكنة.

٢- احسب احتمالات وقوع كافة الأحداث الممكنة.

الحل: نرتب النتائج الممكنة بالشكل التالي (n_H, n_T) حيث يشير n_H لعدد مرات ظهور الصورة و n_T لعدد مرات ظهور الكتابة فنحصل على فضاء العينة التالي: $\{(4_H,0_T),(0_H,4_T),(3_H,1_T),(1_H,3_T),(2_H,2_T)\}$.

وهو يعبر عن العدد الجهري لحالات التوزع الممكنة (عدد حالات التوزع الماكروية الممكنة).

نحسب عدد الحالات الميكروية الموافقة لكل حالة توزع ماكروية ممكنة على حدة باستخدام قاعدة التراتيب مسبقة التوزع. ونمثلها بالمسقط المعبرة عن الصورة H أو الكتابة T الظاهرة على كل قطعة نقدية كما يلي:

$$P^4_{4H,0T}=\frac{4!}{4!\,0!}=1 \Leftrightarrow \{(H,H,H,H)\}$$

$$P^4_{0H,4T}=\frac{4!}{0!\,4!}=1 \Leftrightarrow \{(T,T,T,T)\}$$

$$P^4_{3H,1T}=\frac{4!}{3!\,1!}=4 \Leftrightarrow \{(H,H,H,T),(H,H,T,H),(H,T,H,H),(T,H,H,H)\}$$

$$P^4_{1H,3T}=\frac{4!}{1!\,3!}=4 \Leftrightarrow \{(T,T,T,H),(T,T,H,T),(T,H,T,T),(H,T,T,T)\}$$

$$P^4_{2H,2T}=\frac{4!}{2!\,2!}=6 \Leftrightarrow \begin{Bmatrix}(T,T,H,H),(T,H,T,H),(H,T,H,T)\\(H,H,T,T),(T,H,H,T),(H,T,T,H)\end{Bmatrix}$$

نلاحظ أن العدد الإجمالي للحالات الميكروية (المجهرية) هو 16 حالة. كما هو موضح على فضاء العينة:

$$\left\{(\underbrace{4_H,0_T}_{1}),(\underbrace{0_H,4_T}_{1}),(\underbrace{3_H,1_T}_{4}),(\underbrace{1_H,3_T}_{4}),(\underbrace{2_H,2_T}_{6})\right\}$$

٢- لحساب احتمالات وقوع كافة الأحداث الممكنة:

نفرض $P(n)$ احتمال حدث ظهور الصورة H عدد $n=0,1,2,3,4$ من المرات

فيكون $q(n)$ احتمال حدث ظهور الكتابة T عدد $n=0,1,2,3,4$ من المرات

ونظراً لتناظر أوجه القطع النقدية المتمايزة فتكون الاحتمالات متساوية $P(n)=q(n)=1/2$.

وحيث أن الأحداث مستقلة (لاتوثر نتيجة إلقاء إحداها على نتائج إلقاء البقية) نعتبر عدد مرات الإلقاء $N=4$

وبتطبيق تابع كثافة برنولي التالي نجد أن:

$$\omega(n)=\binom{N}{n}p^n q^{N-n} \quad ;(n=0,1,2,3,4)\le N=4 \quad \wp \quad P=q=\frac{1}{2}$$

احتمال ظهور الصورة صفر مرة يساوي احتمال ظهورها أربع مرات. والعكس صحيح بالنسبة للكتابة.

$$\omega(0)=\binom{4}{0}\left(\frac{1}{2}\right)^0\left(\frac{1}{2}\right)^{4-0}=\frac{4!}{0!(4-0)!}\left(\frac{1}{2}\right)^0\left(\frac{1}{2}\right)^4=\frac{1}{16}=\omega(4)=\binom{4}{4}\left(\frac{1}{2}\right)^4\left(\frac{1}{2}\right)^{4-4}$$

احتمال ظهور الصورة مرة واحدة يساوي احتمال ظهورها ثلاث مرات. والعكس صحيح بالنسبة للكتابة.

$$\omega(1)=\binom{4}{1}\left(\frac{1}{2}\right)^1\left(\frac{1}{2}\right)^{4-1}=\frac{4!}{1!(4-1)!}\left(\frac{1}{2}\right)^1\left(\frac{1}{2}\right)^3=\frac{4}{16}=\frac{1}{4}=\omega(3)=\binom{4}{3}\left(\frac{1}{2}\right)^3\left(\frac{1}{2}\right)^{4-3}$$

احتمال ظهور الصوزة مرتين يساوي احتمال ظهور الكتابة مرتين

$$\omega(2)=\binom{4}{2}\left(\frac{1}{2}\right)^2\left(\frac{1}{2}\right)^{4-2}=\frac{4!}{2!(4-2)!}\left(\frac{1}{2}\right)^2\left(\frac{1}{2}\right)^2=\frac{6}{16}=\frac{3}{8}=\omega(2)=\binom{4}{2}\left(\frac{1}{2}\right)^2\left(\frac{1}{2}\right)^{4-2}$$

فنجد مجموع احتمالات الظهور لكل من الصورة والكتابة على حدة

$$\sum_{n=0}^{4}\omega(n)=2\frac{1}{16}+2\frac{4}{16}+\frac{6}{16}=1$$

مكوناتها كيميائيا ، يمكننا دراستها إذا تكونت في حالة بلورية ، ثم تدرس البلورات بعد ذلك بملاحظة أشكالها بدقة .

و قد أدى معرفة تركيب البلورات المعروفة بشبه الموصلات ، إلى اكتشاف و انتشار استعمال الترانزستور . و لما كانت هناك حاجة إلى مواد جديدة تستطيع مقاومة الحرارة الشديدة ، لحماية مركبات الفضاء عند دخولها المجال الارضي ، فقد أمكن تطوير المواد بنجاح كبير ، وذلك بملاحظة ترتيب الذرات في المواد الصلبة ، و الذي يعطينا مواد ذات درجات انصهار عالية .

تابع توزع بواسون:

يُعطى تابع توزع بواسون بالعلاقة: $W(x)=\sum_{x=0}^{x}\frac{a^x}{x!}e^{-a}$; $0\le x<\infty$ و $a=cte$

نعرف تابع كثافة توزع بواسون بالعلاقة:

$$\omega(x)=\frac{a^x}{x!}e^{-a} \quad ; 0\le x<\infty$$

وهو تابع كثافة احتمال لأنه يحقق الشرط الواحدي:

$$\sum_{x=0}^{x}\omega(x)=e^{-a}\sum_{x=0}^{\infty}\frac{a^x}{x!}=e^{-a}e^{+a}=1 \qquad ;\sum_{x=0}^{\infty}\frac{a^x}{x!}=1+a+\frac{a^2}{2!}+\frac{a^3}{3!}+.....+\frac{a^x}{x!}+.....=e^{+a}$$

- إيجاد $\overline{x}$:

$$\overline{x}=\sum_{x=0}^{x}x\,\omega(x)=\sum_{x=0}^{x}x\frac{a^x}{x!}e^{-a}=0+e^{-a}\sum_{x=1}^{\infty}x\frac{a^x}{x!}=e^{-a}\sum_{x=1}^{\infty}x\frac{a\,a^{x-1}}{x(x-1)!}=a\,e^{-a}\sum_{x=1}^{\infty}\frac{a^{x-1}}{(x-1)!}=a\,e^{-a}e^{+a}=a$$

- إيجاد $\overline{x^2}$:

$$\overline{x^2}=\sum_{x=0}^{x}x^2\,\omega(x)=0+\sum_{x=1}^{\infty}x^2\frac{a^x}{x(x-1)!}e^{-a}=e^{-a}\sum_{x=1}^{\infty}x\frac{a^x}{(x-1)!}$$

$$=e^{-a}\left[\sum_{x=1}^{\infty}x\frac{a^x}{(x-1)!}-\sum_{x=1}^{\infty}\frac{a^x}{(x-1)!}+\sum_{x=1}^{\infty}\frac{a^x}{(x-1)!}\right]=e^{-a}\left[\sum_{x=1}^{\infty}(x-1)\frac{a^x}{(x-1)!}+\sum_{x=1}^{\infty}\frac{a^x}{(x-1)!}\right]$$

$$=e^{-a}\left[0+\sum_{x=2}^{\infty}(x-1)\frac{a^x}{(x-1)!}+\sum_{x=1}^{\infty}\frac{a^x}{(x-1)!}\right]=e^{-a}\left[\sum_{x=2}^{\infty}\frac{a^2a^{x-2}}{(x-2)!}+\sum_{x=1}^{\infty}\frac{a\,a^{x-1}}{(x-1)!}\right]$$

$$=e^{-a}\left[a^2\sum_{x=2}^{\infty}\frac{a^{x-2}}{(x-2)!}+a\sum_{x=1}^{\infty}\frac{a^{x-1}}{(x-1)!}\right]=e^{-a}\left[a^2e^{+a}+ae^{+a}\right]=e^{-a}e^{+a}\left[a^2+a\right]=a^2+a$$

- إيجاد $\overline{\Delta x^2}$: نعوض في العبارة

$$\overline{\Delta x^2}=\overline{x^2}-\overline{x}^2=a^2+a-a^2=a$$

تابع توزع غوص الطبيعي:

يُعطى تابع توزع غوص بالعلاقة: $F(x)=\int_{-\infty}^{+\infty}\sqrt{\frac{\alpha}{\pi}}e^{-\alpha x^2}dx$; $-\infty<x<+\infty$

فيكون تابع كثافة توزع غوص: $f(x)=\sqrt{\frac{\alpha}{\pi}}e^{-\alpha x^2}$; $-\infty<x<+\infty$ وتمثيله كما بالشكل ( )

وهو تابع كثافة احتمال لأنه يحقق الشرط الواحدي كما يلي:

$$\int_{-\infty}^{+\infty}f(x)dx=\sqrt{\frac{\alpha}{\pi}}\int_{-\infty}^{+\infty}e^{-\alpha x^2}dx=\sqrt{\frac{\alpha}{\pi}}\,2\int_{0}^{+\infty}x^0\,e^{-\alpha x^2}dx=\sqrt{\frac{\alpha}{\pi}}\,2\frac{1}{2}\sqrt{\frac{\pi}{\alpha}}=1$$

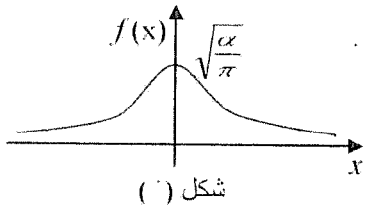
- إيجاد $\overline{x}$:

$$\overline{x}=\int_{-\infty}^{+\infty}x\,f(x)dx=\sqrt{\frac{\alpha}{\pi}}\int_{-\infty}^{+\infty}x\,e^{-\alpha x^2}dx=0$$

- إيجاد $\overline{x^2}$:

$$\overline{x^2}=\int_{-\infty}^{+\infty}x^2f(x)dx=\sqrt{\frac{\alpha}{\pi}}\,2\int_{0}^{+\infty}x^2\,e^{-\alpha x^2}dx=\sqrt{\frac{\alpha}{\pi}}\,2\,\frac{1}{4}\sqrt{\frac{\pi}{\alpha^3}}=\frac{1}{2\alpha}$$

- إيجاد $\overline{\Delta x^2}$: نعوض في العبارة $\boxed{\overline{\Delta x^2}=\overline{x^2}-\overline{x}^2=1/2\alpha}$



شكل ( )

و الروابط الايونية التساهمية نوعان متطرفان من الروابط ، و معظم المواد تحتوي على روابط جزء منها أيوني و الجزء الآخر تساهمي ، و على ذلك يعتمد شكل البلورة على التناسق بين القوتين .

المعادن :

المجموعة الأخيرة من البلورات و هي البلورات المعدنية . و تعتمد خواص المعادن على الحقيقة التي تعرف بأن المعادن يمكن ثنيها دون أن تنكسر (فهي لدنة) ، كما انها موصلة جيدة للكهرباء . و تعتمد الروابط بين الذرات في المعادن على التماسك الضعيف للالكترونات المدارية ، و هي المسؤولة عن توصيل الكهرباء خلال المعادن . و تفقد الذرات هذه الالكترونات في حالة تكوين الأيونات . و أيونات المعادن دائما موجبة الشحنة . و يمكن للروابط أن تنشا نتيجة اشتراك الالكترونات بين كل زوجين متجاورين من الايونات ، أو نتيجة التجاذب الالكتروستاتيكي بين الالكترونات الحرة ، و الأيونات الموجبة . من المعروف أن الأيونات الموجبة تتنافر مع بعضها بعضا ، و ذلك لتماثل شحناتها الكهربائية.

و ذرات المعادن تتماسك بوهن مثل الكرات اللزجة ، و تثبت كل ذرة في مكانها بوساطة الذرات المجاورة . و ليس فقط بالذرات القريبة منها . و نتيجة أن الذرات تترابط مع بعضها ككل ، و ليس مع ذرات معينة مجاورة ، فغن المعادن يمكن ثنيها دون أن تنكسر بلوراتها ، و في هذه الحالة تنزلق الذرات حول بعضها فقط .

تطبيقات علمية

في عام ١٩١٢ ، اكتشف العالم الانجليزي وأبراج أن أشعة إكس تنحني أو تحيد عن مسارها إذا مرت خلالها البلورات . و قد تمكن العلماء بهذه الطريقة من دراسة التركيب الداخلي للبلورات ، لأن حيود أشعة إكس يعتمد على ترتيب الذرات داخل البلورات . و لقد ساعدت معرفة التركيب الداخلي للبلورات كثيرا في اكتشاف عناصر جديدة ، و بعض الجزيئات العضوية المعقدة التركيب ، التي يصعب معرفة

العلاقة بين التوزعات:

- **استنتج من برنولي (باستخدام التقريبات المناسبة) تابع كثافة بواسون.**

لإيجاد تابع كثافة توزع بواسون من كثافة برنولي نفرض التقريب التالي: $n \ll N$ الموافق لـ $p \ll 1$

نوجد القيمة التقريبية للتوافيق

$$\binom{N}{n} = \frac{N!}{n!(N-n)!} = \frac{N(N-1)(N-2).....(N-n+1)(N-n)!}{n!(N-n)!} \approx \frac{N.N.N.....N}{n!} = \frac{N^n}{n!}$$

كما نوجد قيمة المقدار q^{N-n}

$$Lnq^{N-n} = (N-n)Ln(1-p) \approx -Np \quad ; p \ll 1 \quad \Rightarrow \quad q^{N-n} \approx e^{-Np}$$

بالتعويض في كثافة برنولي نجد:

$$\omega(n) \approx \frac{N^n}{n!} p^n e^{-Np} = \frac{(Np)^n}{n!} e^{-Np}$$

و هذا يطابق تابع كثافة توزع بواسون (بفرض أن $a = Np$) المعطى بالصيغة

$$\omega(n) \approx \frac{a^n}{n!} e^{-a} \quad ; 0 \le n < \infty$$

- **استنتج من بواسون (باستخدام التقريبات المناسبة) تابع كثافة غوص الطبيعي.**

لإيجاد تابع كثافة توزع غوص الطبيعي ننشر لغارتم تابع كثافة توزع بواسون باستخدام منشور تايلور بجوار القيمة الوسطى $\bar{x} = a$. ونكتفي بالحدود الثلاثة الأولى من المنشور فقط.

$$Ln\omega(x) = Ln\omega(x)\Big|_{x=a} + \frac{(x-a)}{1!}\frac{dLn\omega(x)}{dx}\Big|_{x=a} + \frac{(x-a)^2}{2!}\frac{d^2Ln\omega(x)}{dx^2}\Big|_{x=a} + ... \qquad (a)$$

نوجد قيمة $Ln\omega(x)$ ومشتقاته، ثم نعوض في حدود المنشور

$$\omega(x) = \frac{a^x}{x!}e^{-a} \Rightarrow Ln\omega(x) = xLna - a - Lnx!$$

وباستخدام تقريب ستيرلنغ $Lnx! \approx xLnx - x$

$$Ln\omega(x) \approx xLna - a - xLnx + x$$

$$\frac{dLn\omega(x)}{dx}\Big|_{x=a} = \frac{d}{dx}\left[xLna - a - xLnx + x\right]_{x=a} = \left[Lna - Lnx - 1 + 1\right]_{x=a} = 0$$

$$\frac{d^2Ln\omega(x)}{dx^2}\Big|_{x=a} = \frac{d}{dx}\left[Lna - Lnx\right]_{x=a} = \left[-\frac{1}{x}\right]_{x=a} = -\frac{1}{a}$$

بتعويض كل بقيمته في (a) نجد:

$$Ln\omega(x) \approx Ln\omega(a) + 0 + \frac{(x-a)^2}{2!}\left(-\frac{1}{a}\right) \Rightarrow Ln\frac{\omega(x)}{\omega(a)} \approx -\frac{\Delta X^2}{2a} \quad ; \quad \Delta X^2 = (x-a)^2$$

$$\Rightarrow \omega(x) \approx \omega(a)e^{-\frac{\Delta X^2}{2a}}$$

و هذا يطابق تابع كثافة توزع غوص الطبيعي المعطى بالصيغة $f(x) = Ae^{-\alpha x^2} \quad ; -\infty < x < +\infty$

بلورات أيونية :

بلورات أشد صلابة ، و درجة انصهارها أعلى من المجموعة الأولى ، و محلولها موصل للكهرباء ، و تعرف بالبلورات الأيونية ، و هي تتكون من أيونات متماسكة مع بعضها بقوى الكتروستاتيكية .

و يعتمد ترتيب الأيونات في البلورات الأيونية ، على قاعدتين بسيطتين :

- الاولى هي أن الايون يحاط بأيونات مختلفة معه في الشحنة (الشحنات الموجبة تحاط بالسلبة ، و العكس بالعكس) .
- الثانية هي أن الأيونات تلتصق مع بعضها بشدة ، دون أن تكسر القاعدة الأولى .

و يلتصق الأيون بأقرب الأيونات المجاورة له . و تعتبر الصخور و الملح (كلوريد الصوديوم + كل -) أمثلة شائعة لهذا النوع . و الصوديوم (ص +) و الكلور (كل -) مرتبان دوريا كما لو كانا في أركان مكعب ، و هذه المكعبات الصغيرة تلتصق مع بعضها بعضا لتكون مكعبا كبيرا ، يتكون من صفوف أيونات الصوديوم ، و الكلور متتابعة . و يعرف تركيب المكعب الكبير بالمكعب التشابكي . و إذا رسمنا بمقياس رسم ، بحيث تلامس الأيونات بعضها بعضا ، فإن الشكل سيبدو معقدا جدا ، و لذلك فانه من المعتاد أن تميز مراكز الأيونات في التنظيم الشبكي . و بهذه الطريقة يمكننا بسهولة رؤية الأيونات في ثلاث محاور

بلورات تساهمية :

البلورات صلبة جدا ، ودرجة انصهارها عالية مثل الماس و الكوارتز . و تعرف بالبلورات التساهمية أو المتجانسة ، نسبة إلى الرابطة الكيميائية التي تربط ذراتها مع بعضها بعضا . و الروابط التساهمية تبقى الذرات مثبتة في اماكنها بشدة . و على سبيل المثال ، تحاط كل ذرة من ذرات الكربون في الماس ، بأربع ذرات كربون اخرى و تكون متماسكة بشدة مع بعضها بعضا بوساطة الرابطة التساهمية ، و تمثل أركان هرم رباعي منتظم . و يختلف هذا النوع تماما عن الرابطة الأيونية ، ففيه تكون الذرات ليست متلاصقة ، و لكن تكون في مدارات الالكترونات متداخلة مع بعضها بعضا ، و يكون التركيب الناتج على ذلك أقوى و أصلب و اصعب في كسره .

مكتبة A to Z