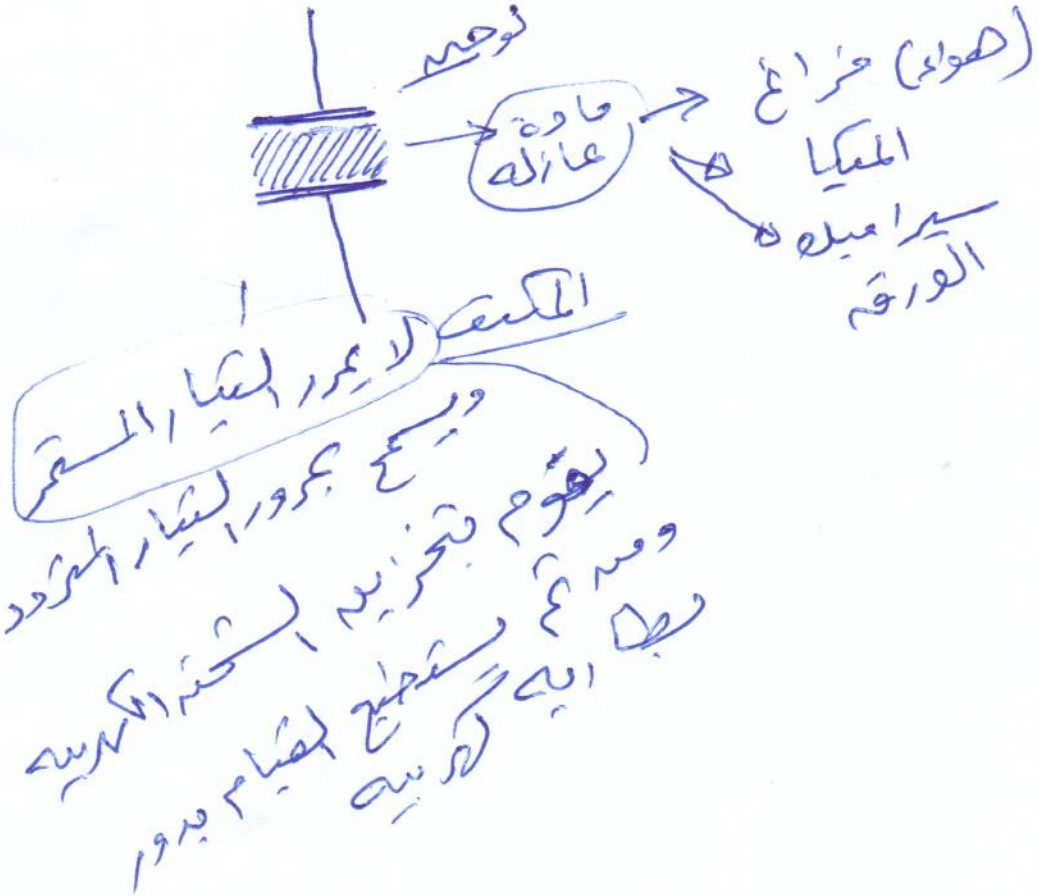
الاحد
٢٠١٧/١٢/١٠
١٤٣٩/٣/٢٢

محاضرة جواهد ؟

ع ← ؟

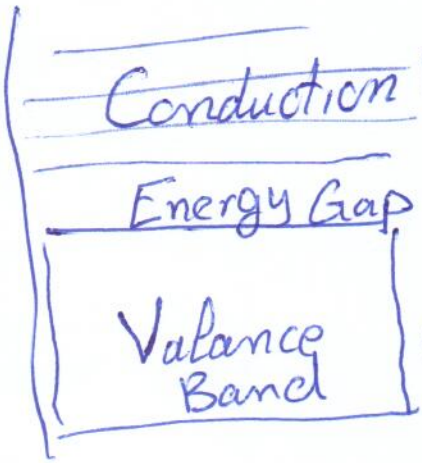
خواص العزل الكهربى للمواد
Dielectric properties of the materials



(2)

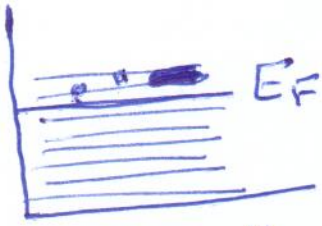
نظرية المناطق (النطاقات) الطاقة

Energy band Theory نظرية نطاقات الطاقة



في المواد الموصلة كهربية) لا توجد طاقة محظورة ويوجد تعمير الإلكترونات في منطقة التوصيل وهي المسئولة عن التوصيل الكهربي في المادة الموصلة

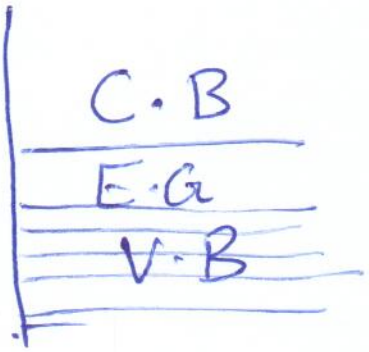
في المواد شبه الموصلة نجد أنه يوجد طاقة محظورة بين منطقة التوصيل ومنطقة التكافؤ وقيمة طاقة المحظورة تعتمد على نوع المادة

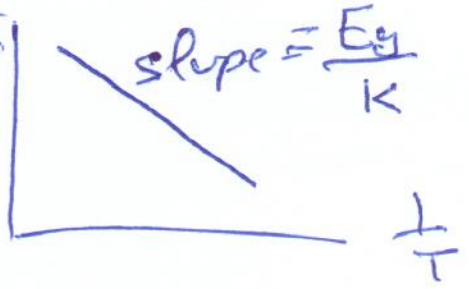


المواد الموصلة

$$I = I_0 e^{-E_g/kT}$$

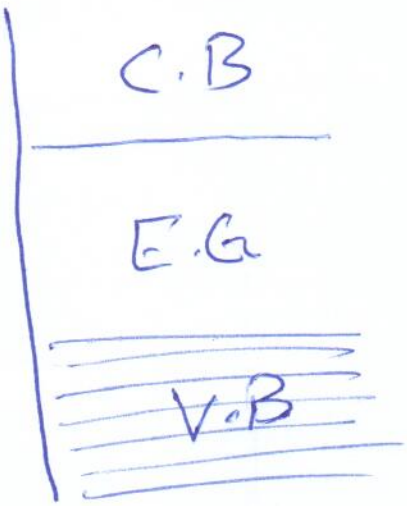
$$\ln I = \ln I_0 - \frac{E_g}{k}\frac{1}{T}$$





فى درجة حرارة الصفر المطلق فلا يوجد
الكترونات فى منطقة التوصيل فى المادة
شبه الموصلة ، وبالتالى تصبح المادة
شبه الموصلة مادة عازلة
وبالتسخين تتحرر الكترونات من منطقة
التكافؤ إلى منطقة التوصيل
وتبدأ المادة فى التوصيل الكهربى

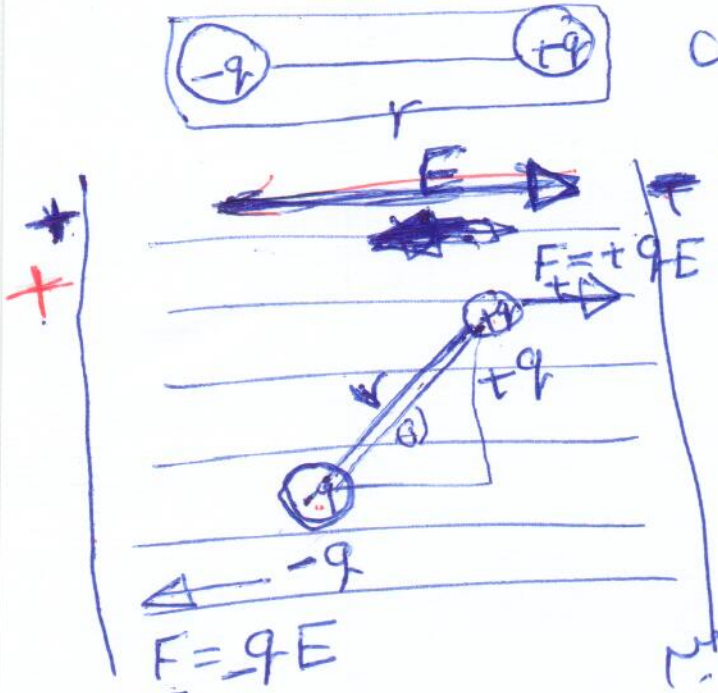
فى المواد العازلة



تحتاج طاقة القفزة
كبيرة جداً لدرجة أن
الطاقة الحرارية المعطاة
للمادة لا تستطيع أن
تنقل الكترون من منطقة
التكافؤ إلى منطقة التوصيل
وبالتالى لا يوجد أى الكترون فى منطقة التوصيل
وبالتالى المادة تصبح عازلة كهربيا

Electric dipole moment العزم الكهربي

الثنائي الكهربي Electric dipole متكون من شحنتين متماثلتين في القيمة ومختلفتين في الاشارة q ، $-q$ وبينهما مسافة ثابتة ولتكن r

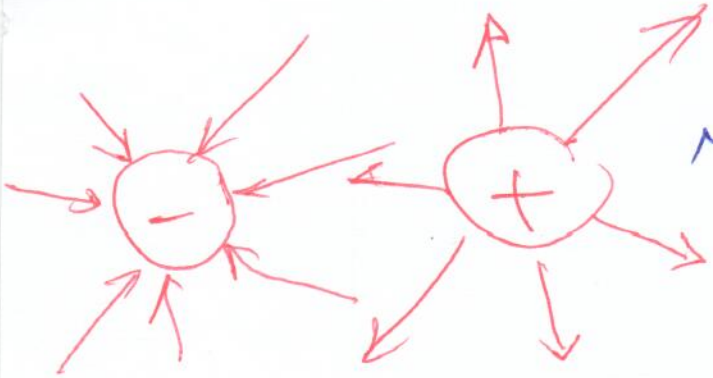


عند وضع الثنائي الكهربي في مجال كهربي خارجي شدته E كما في الشكل فانه يتأثر بقوتين

$$F_+ = +qE$$

$$F_- = -qE$$

تعملان في اتجاهين متضادين وليستا على خط عمل واحد وبالتالي ينشأ عزم ازدواج يعمل على دوران الثنائي ويحرفه



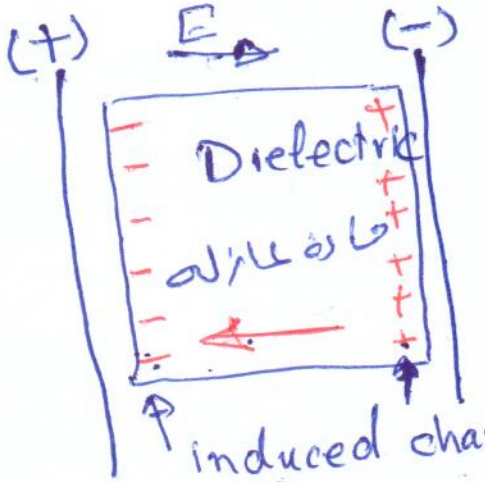
$$\tau = F\, r \sin\theta$$

$$\tau = (qr) E \sin\theta$$

هذا المقدار $q.r$ (حاصل الضرب بالشعاع X المسافة بينهما) هو عزم الدوران المؤثر على الشحنات عند وضعها في مجال كهربي منتظم وبعمل زاوية $\theta = 90^\circ$ ولذلك يسمى بالعزم الكهربي Electric dipole moment

---

الاستقطاب Polarization



عند وضع مادة عازلة في مجال كهربي خارجي تظهر شحنات على السطح الخارجي للمادة العازلة (دون أن تترك المادة العازلة) هذه العملية تسمى استقطاب. والشحنات التي استحثت للظهور على السطح تولد مجال كهربي داخلي في اتجاه مضاد للمجال الخارجي فتقلل من تأثيره

Polarization شدة الاستقطاب

هى مجموع العزوم الكهربى لوحدة الحجوم من المادة

تابع

$$P = \frac{\sum_{i=1}^{N} \mu_i}{\Delta V}$$

μ_i = electric dipole moment

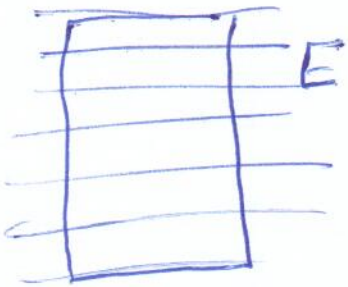
اذا كان لدينا عدد N عزم ثنائى فى وحدة الحجوم فان شدة الاستقطاب تعطى بالعلاقة

$$\boxed{P = N\mu}$$

D الكثافة الفيضية الكهربى

Electric flux density or Electric displacement

الازاحة الكهربية



$$D = \varepsilon E$$

عند وضع مادة عازلة فى مجال كهربى شدته E فان كثافة الفيض الكهربى D تعطى بالعلاقة

$$D = \varepsilon E$$

حيث ε تمثل السماحية الكهربية للوسط
permittivity
وتسمى أيضا بثابت العزل الكهربى
Dielectric constant

$B = \mu H$

السماحية المغناطيسية
permeability

عكس ثابت صفات المادة

$$D = \varepsilon E = \varepsilon_r \varepsilon_0 E$$

$$\varepsilon = \varepsilon_r \varepsilon_0 \quad ; \quad \varepsilon_r = \frac{\varepsilon}{\varepsilon_0}$$

ε = ثابت العزل المطلق للمادة

ε_0 = ثابت العزل للفراغ وهو قيمة ثابتة

ε_r = ثابت العزل النسبى للمادة $= \frac{\varepsilon}{\varepsilon_0}$
relative permitivity
relative dielectric constant

عند وضع مادة عازلة بين لوحين مشحونين فإن P تمثل محصلة الازاحة الكهربية D فى المادة العازلة

$$D = \varepsilon_0 E + P \qquad \varepsilon_0 = 8.86 \times 10^{-12}$$

$$\therefore \varepsilon_0 \varepsilon_r E = \varepsilon_0 E + P$$

$$\boxed{P = \varepsilon_0(\varepsilon_r - 1) E}$$

تلك هي صورة من علاقة 1/1 P هي متجه
بالمجال الكهربي $\vec{E}$ أو E

الاستقطابية والاستقطابية
Polarization and Polarizability

لو وضعنا مادة في مجال كهربي خارجي
لها استقطابية معينة فإنها تتأثر
وذلك بوجود عزم كهربي مستحث
induced electric dipole moment μ_{ind}

$$\mu_{ind} = \alpha E$$

الاستقطابية

α = polarizability = induced electric dipole moment per unit field

العزم الكهربي المستحث μ_{ind} لوحدة المجال الكهربي الخارجي
لو لدينا N ثنائي قطب وحدة الحجم في م٣

الاستقطاب الحثي

Induced polarization

$$P = N \mu_{in} = N \alpha E$$

حيث الاستقطاب الحثي

وفي تلك الحالة تكون الازاحة الكهربية

$$D = \varepsilon_0 E + P = \varepsilon_0 E + N\alpha E$$

$$= (\varepsilon_0 + N\alpha) E = \varepsilon E$$

$$\therefore \varepsilon = \varepsilon_0 + N\alpha$$

بالقسمة على ε_0 نحصل

$$\varepsilon_r = \frac{\varepsilon}{\varepsilon_0} = 1 + \frac{N\alpha}{\varepsilon_0}$$

حيث ε_r ثابت العزل النسبي

N عدد الجزيئات في وحدة الحجوم

N = No. of Dipole moment per unit volume

$$= \frac{\rho N_A}{M}$$

N_A = عدد أفوجادرو

ρ = كثافة المادة

M = الوزن الجزيئي لكتلة الغاز

$$\therefore \varepsilon_r = 1 + \frac{\rho N_A \alpha}{M \varepsilon_0}$$

هذه المعادلة صحيحة لأنه عليه لما نستنتج
فيه α بدلالة فيه ثابت لعزل البشر ع
للمادة) وهو سهل لغيبه في الحل.

القابلية الكهربية والاستقطاب
Polarization and electric susceptibility

~~Aqui~~ 1

$M \propto H$

$M = \chi H$

قابلية المغناطيس

$P = \chi \varepsilon_0 E$

القابلية الكهربية

$$\chi = \frac{P}{\varepsilon_0 E}$$

$P = N \mu_{in} = N \alpha E$

$$\chi = \frac{N\alpha}{\varepsilon_0}$$

$D = \varepsilon_0 E + P = \varepsilon E$

$= \varepsilon_0 E + \varepsilon_0 \chi E = (1+\chi)\varepsilon_0 E$

$\varepsilon = (1+\chi)\varepsilon_0$

$$\varepsilon_r = \frac{\varepsilon}{\varepsilon_0} = 1 + \chi$$