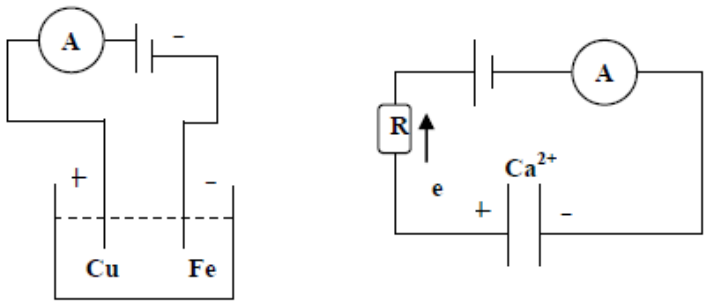
توصيلة المواد

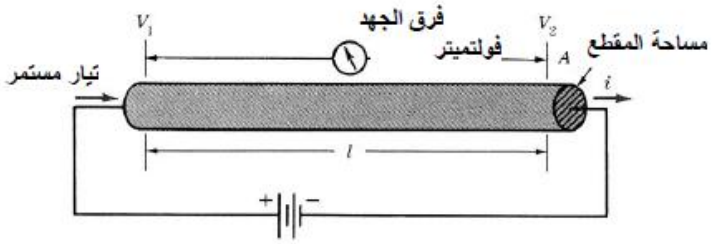
إن توصيلية المواد تعتمد على نوع المادة وعلى نوع الرابطة بين ذا رتها وهناك ثلاثة حقائق مهمة حول توصيل المواد وهي الإستقطاب وسريان التيار وتوليد المجال المغناطيسي:

اولا : الاستقطاب : عند وضع مادة في مجال كهربائي(سلك معدني مثلاً في دائرة كهربائية) فإن الإليكترونات والأيونات أو أي منهما تتعرض لقوة تسمى قوة كولوم وبذلك تتحرك الإليكترونات والأيونات في إتجاه القوة، جالبة معها الشحنة الكهربائية فإذا كانت الشحنة ليس لها القدرة على الإنتقال في الوسط لمسافات كبيرة نتيجة لمقاومة المادة كما في الروابط الأيونية عند درجة الح ا رة العادية فإن الشحنة تتجمع على نهاية طرفي المادة ويقال أن المادة أو المعدن في حالة إستقطاب كما بالشكل 1. وعند قطع التيار الكهربائي فإن الأيونات ترجع الى حالة الإتزان السابقة.

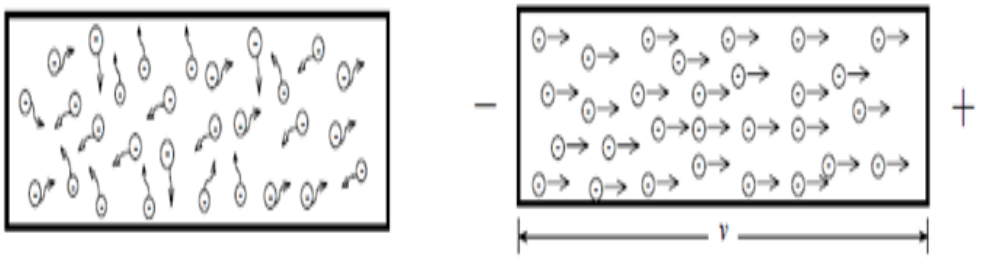


الشكل 1: **الإستقطاب في الخلايا الكهربائية السائلة وفي المعادن**

ثانيا: سريان التيار (التوصيلية الكهربائية): عندما تكون الإليكترونات والأيونات حرة الحركة لمسافات كبيرة نتيجة لوجود فرقجهد بين طرفي المادة فإنها توصف بالمادة الموصلة للكهرباء، ومن الأمثلة على ذلك النحاس والفضة والذهب والألمنيوم وغيرها .وسبب توصيلها هو وجود العديد من الإليكترونات الحرة التى يمكن لها الحركة تحت تأثير مجال كهربائي أي فرق جهد كما بالشكل 2 .



الشكل 2 : **توصيل التيار الكهربائي في موصل**



الشكل 3 : موصل كهربائي قبل وجود جهد وبعده(حركة الالكترونات).

عندما يسلط مجال كهربائي مؤثر على المادة الصلبة فانه يسبب سريان حاملات الشحنة الكهربائية (الالكترونات) ، وتكون الموصلية الكهربائية نتيجة لهذا التأثير ، ويمكن كتابة العلاقة بين المقاومية الكهربائية (σ) والمجال الكهربائي المؤثر (E) وكثافة التيار الكهربائي (J) وكالاتي :-

$$\mathbf{J} = \sigma \mathbf{E} \quad \text{.....(1)}$$

$$J = n\, e\, v_d \qquad \text{.....(2)}$$

حيث ان :-

(n) عدد حاملات الشحنة الكهربائية (الالكترونات) لوحدة الحجم .

(e) شحنة الإلكترون .

(vd) متوسط سرعة الانجراف التي سببها المجال الكهربائي .

$$\sigma E = nev_d$$

$$\sigma = nev_d / E \quad \text{.....(3)}$$

لكن حركية الشحنة الكهربائية (μ) هي نسبة متوسط سرعة الانجراف إلى المجال الكهربائي المسلط .

المسلط .

$$\mu = \frac{v d}{E}$$

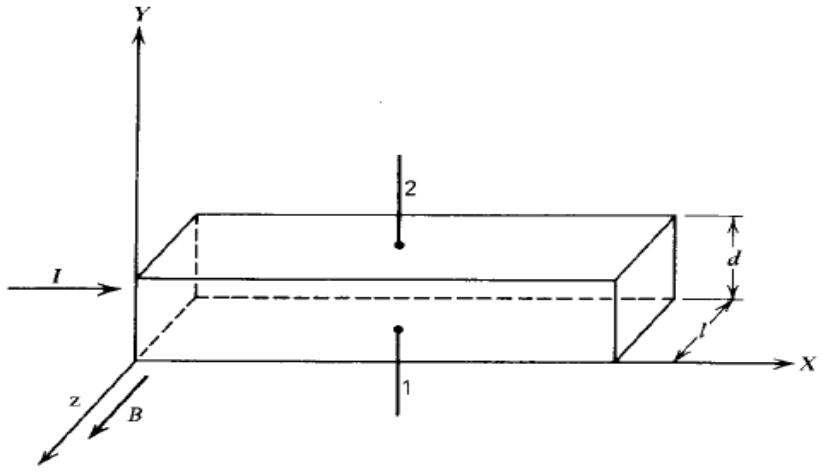
$$\sigma = ne\mu \qquad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots(4)$$

** مع الملاحظ أن إضافة مواد إلى المعادن لتكوين السبائك يقلل من توصيلتها الكهربائية، ولذلك يفضل في بعض الأحيان الإستعانة بالتشغيل على البارد لتقسية المعدن عن إضافة مواد أخرى عندما تكون التوصيلة لها الأولوية في خواص المادة أو كما ان زيادة درجة الحرارة الموصل يزيد من اهتزاز نوات الذرات الموجب مما يعمل على إنبعات موجات حرارية، وهذا يقلل من توصيليته.

ثالثا : الاستقطاب المغناطيسي : الخاصية الثالثة لحركة الإليكترونات يمكن توضيحها كما يأتي : عندما يكون هناك تيار كهربائي يمر في سلك دائ ري فإن مجالا مغناطيسياً يتكون حوله، وبمقارنة ذلك بوضعية الذرة فان دوران الإليكترونات حول النوات في مداراتها أو دورنها حول نفسها على محورها (spin) ينتج عن هذه الحركة مجال مغناطيسي ضعيف جداً وتكون الذرة في حالة اتزان . وعندما يكون هناك مجال مغنطيسي خارجي فإن إليكترونات الذرات تترتب على إتجاهين متوازيين وهو ما يسمى بالاستقطاب المغناطيسي.

ثاثير هول Hall Effect

يمكن تحديد نوع شبه الموصل (وكذلك المعادن) بإستخدام أثر هول . ويتلخص هذا الأثر في أنه عند مرور تيار كهربي شدته I في قطعة من شبه الموصل موضوعة في مجال مغناطيسي عرضي كثافة فيضه B يتولد مجال كهربي ε في إتجاه عمودي على كل من I ، B فإذا كان التيار I في الإتجاه الموجب للمحور X (**لاحظ الشكل ادناه**) وكان B في الإتجاه الموجب للمحور Z فإنه تتولد قوة موثرة على حاملات الشحنة في الإتجاه السالب



للمحور Y. فإذا كان شبه الموصول من النوع الإلكتروني (أي أن الإلكترونات هي التي تحمل التيار) تقع الإلكترونات تحت تأثير قوة إلى أسفل (في إتجاه الوجه السفلي) وبذلك يصبح الوجه السفلي مشحون بشحنه سالبة بالنسبة للوجه العلوي . ويتكون بالتالي فرق جهد V_H يعرف بإسم جهد هول **Hall Voltage** بين الوجهين **1** ، **2** . وبالتالي ينتج مجال كهربي شدته $V_H/d=\varepsilon$ حيث d هي المسافة بين الوجهين . وعند حدوث الإتزان يؤثر هذا المجال الكهربي المستحدث على حاملات الشحنة بقوة تعادل القوة المغناطيسية أي أن:

$$e\varepsilon = Bev \qquad 1$$

حيث v السرعة الإنسياقية المتوسطة لحاملات الشحنة . وحيث أن كثافة التيار .

$$J=\rho v=\frac{I}{ld} \qquad 2$$

حيث ρ هي كثافة الشحنة الفراغية . l هو عرض القطعة شبه الموصلة في إتجاه المجال المغناطيسي فإنه يمكن تحديد الجهد V_H بإستخدام العلاقتين (1) و (2) كالأتي :

$$V_H=\varepsilon d=Bvd=\frac{BdJ}{\ell}=\frac{BI}{\rho l} \qquad 3$$

وبقياس كل من V_H ، B ، ℓI فإنه يمكن تحديد كثافة الشحنة $\mathcal{S}$ بإستخدام هذه العلاقة الأخيرة .

ولأي مادة موصلة او شبة موصلة ، تتناسب فولتية هول طرديا مع شدة التيار وشدة المجال المغناطيسي. وكما في العلاقة الآتية :-

$$V_h = R_h \frac{IB}{d}$$

حيث ان :

(V_h) فولتية هول

(R_h) ثابت هول يعتمد على نوع المادة أو عدد ونوع حاملات الشحنة الكهربائية (الالكترونات أو الفجوات الموجبة) .

(I) ، (B) التيار الكهربائي والمجال المغناطيسي على التوالي.

(d) سمك المادة.

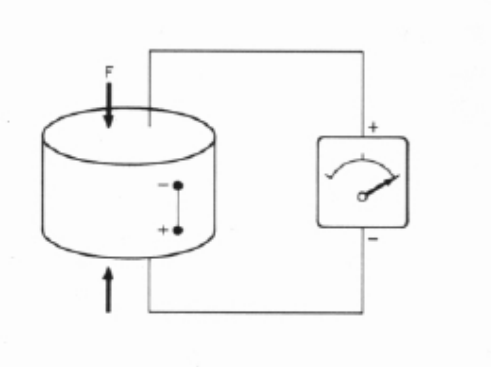
$$R_h = \frac{1}{ne}$$

إن إشارة ثابت هول يعتمد على نوع المادة ونوع حاملات الشحنة فإذا كانت الكترونات ستكون الإشارة سالبة وإذا كانت الفجوات ستكون الشارة موجبة . كما أن المواد المختلفة تنتج فولتيات هول كهربائية مختلفة. ولهذا يستعمل العلماء تأثير هول بمثابة أداة تجريبية لمعرفة الخصائص الكهربائية للمواد المختلفة. فالفلزات على سبيل المثال، تنتج فولتية أقل بكثير من المواد شبه الموصلة.

<u>البيزوكهربائية</u>

الكهرباء الإنضغاطية والتي تعرف باسم Piezoelectricity هي ظاهرة فيزيائية طبيعية تظهرها بعض المواد وبالأخص البلورات وبعض أنواع السيراميك حيث تمتلك هذه المواد قدرة على توليد فرق جهد كهربائي عندما تتعرض لإجهاد ميكانيكي. حيث انه إذا ما تم الضغط على سطح المادة بقوة فان انفصال للشحنات الكهربائي يحدث عبر الشبكة البلورية للمادة. ونتيجة للانفصال في الشحنات ينتج على طرفي المادة فرق جهد كهربائي. ومصطلح الكهرباء الإنضغاطية جاء من تعريب كلمة piezo وهي كلمة يونانية piezein والتي تعني الضغط ومن هنا كانت التسمية تعكس طبيعة الظاهرة نفسها حيث ان الكهرباء تنتج بالضغط على المادة.

كما إن هذه المواد إذا ما تعرضت لمجال كهربائي خارجي فان المادة نفسها تنضغط أو تنكمش بقدر يتناسب مع شدة المجال الكهربائي، بمعنى أخر انه إذا وضعت المادة التي لها خاصية الكهرباء الإنضغاطية Piezoelectricity بين طرفي فرق جهد كهربائي فإنها تنكمش. وعلى سبيل المثال بلورة lead zirconate titanate تتغير أبعادها بنسبة 0.1% عن حجمها الأصلي.



تطبيقات الخاصية الكهروضغطية

1 - صناعة السيارات (جهاز توازن العجل، التحكم اللاسلكي في فتح وغلق السيارة، أجهزة الإستشعار المسئولة عن فتح أكياس الهواء).
2 - صناعة أجهزة الحاسب الآلي (ناقل البيانات من وإلي القرص الصلب).
3 - في المجال التجاري والاستهلاك العام (رؤوس ماكينات الطباعة، جهاز قياس الانفعال الميكانيكي، اللحام الفوق صوتي، جهاز أنذار الحرائق).
4 - المجال الطبي (مضخات الإنسولين، العلاج بالذبذبات الفوق صوتية).
5 - -المشعل الكهربائي الانضغاطي (مسدس الغاز المعروف).

أنواع خزف الشائعة التي بها هذه الخاصية هي تايتنات الباريوم($BaTiO_3$) ، تايتنات الرصاص ($PbTiO_3$)، زيريكونات تايتنات الرصاص($Pb(ZrTi)O_3$) ، نيوبات البوتاسيوم .($KNbO_3$)

الفيروكهربائية Ferro electricity وهي الخاصية التي تشبه الخاصية الفيرومغناطيسية التي تمتلكها بعض المواد ، وتتمثل هذه الصفة باكتساب المادة ذاتيا لعزم ثنائي كهربائيا عند خفض درجة حرارتها الى ما دون درجة حرارية معينة ، ويحدث انتقال المادة إلى الصفة الفيروكهربائية عند درجة حرارية معينة تسمى (درجة حرارة الانتقال أو الدرجة الحرجة) والتي عندها ستتشوه ألشبكه البلورية ذاتيا وتتحول إلى تراكيب أكثر تعقيدا .إن جميع المواد التي تظهر الصفة الفيروكهربائية تمتلك صفة البيزوكهربائية والعكس غير صحيح.