بسم الله الرحمن الرحيم

جامعة السودان للعلوم والتكنولوجيا

كلية العلوم

قسم المختبرات العلمية – فيزياء

بحث تكميلي لنيل درجة البكالريوس شرف في الفيزياء

بعنوان :

الموصلية الفائقة وتطبيقاتها

Super Conductivity and Applications

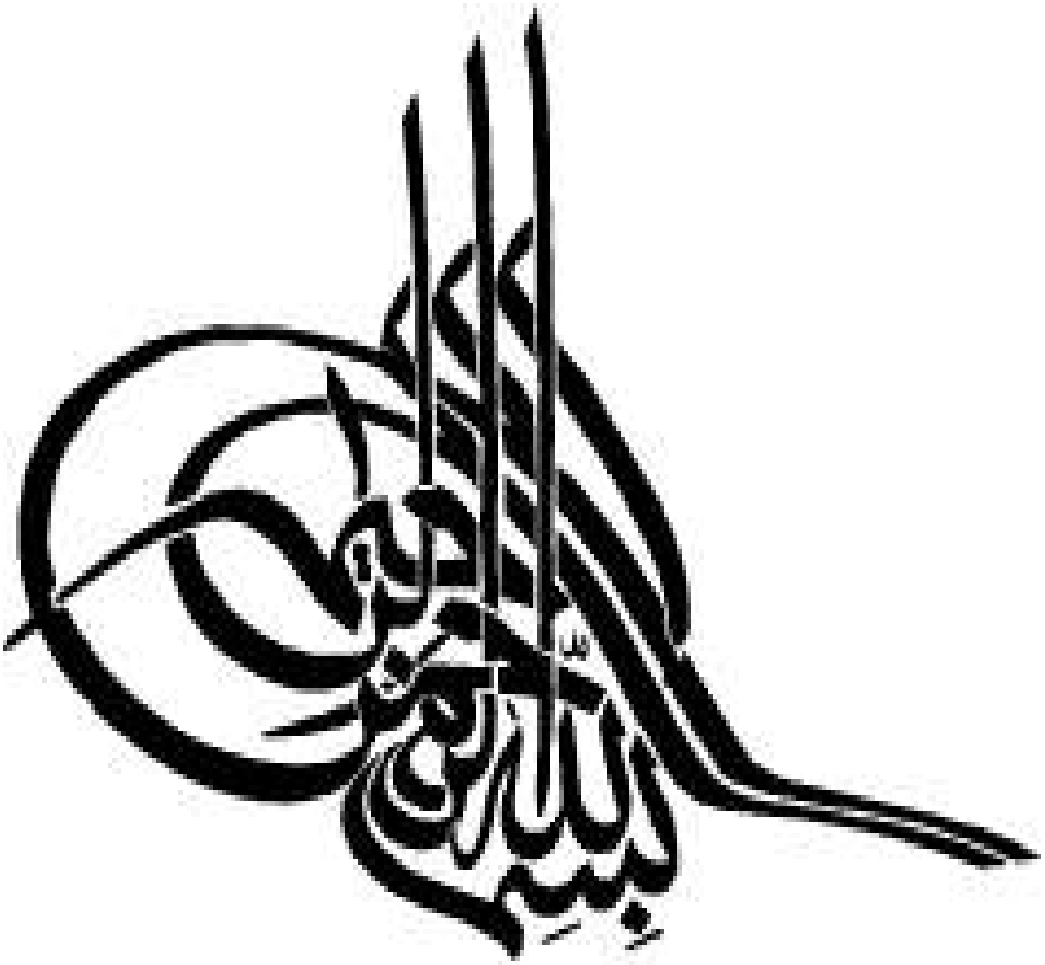
إعداد/

- **نسـيبة محمد إبراهيم محمد**
- **منـال أحمد آدم عبد الجبار**
- **سوسن صالح آدم عبد الله**

إشرافالبروفسير/

مبارك درار عبد الله

سبتمبر 2015



الآية

ٹ ڈ

چچ چ ډ ډ ت ټ ټ ټ ڈ ڈ ژ ژ ڑ ڑ چ

صدق الله العظيم

سورة البقرة الآية (32)

الإهداء

إلي امي.....المعين الذي نستمد منه العطاء

إلي ابي.....الذي يكافح دوما من أجل الأبناء

إلي إخوتي.....القلوب الطاهرة رمز النقاء

إلي اساتذتي.....وهم نبراساً نستمد منهم الضياء

إلي رفقاء دربي ....."اصدقائي" فخر الاخوة والوفاء

إليكم جميعاً ..... نهدي ثمرة جهدنا هذا يحمل في طياته لكم الثناء

الشكر والعرفان

الحمد لله رب العالمين والصلاة والسلام علي أشرف المرسلين

سيدنا محمد علي آلهوصحبه أجمعين

الشكر كل الشكر لله أولاً و آخيراً

ومن بعده لعباده الذين أختصهم بقضاء حوائج الناس

حببهم في الخير وحبب الخير إليهم

و بأسمى آيات الشكر والعرفاننتوجه بالشكر

لـ قادة كلية العلوم وقسم المختبرات العلمية

وخالص الشكر للأستاذ الجليل

البروفسير / مبارك درار عبد الله

الذي ما توانى في تقديم جهده وغزير علمه ومفيد نصحه

وا رشاده لناليخرج هذا البحث بهذه الصورةحفظه الله وسدد خطاه

كما لا يفوتنا أن نتوجه بالشكر الجزيل

للأستاذ/علي سليمان

والأستاذ/فرح ابوزيد

لإمدادهم يد العون لنا جزاهماالله عنا ألف خير

وأيضا الشكر لإخوتي ورفقاء دربي

جمعتني بهم أروعاللحظات في رحاب العلم والمعرفة

الا وهم "كوكبة المختبرات العلمية فيزياء "

الباحثون

مستخلص البحث

استعرض هذا البحث الخواص الفيزيائية للموصل الفائق . كما تعرض للتطبيقات المختلفة له في المجالات الطبية و النقل والإتصالات والطاقة .وبين أهمية هذه التطبيقات وضرورة التوسع فيها .

Abstract

In this research the physical properties for supper conductive material has been investigated .also different types of application of supper conductive in different fields such as medical , transport , communication systems and energy investigated .and the importance of this applications in our life .

فهرست المواضيع

رقم الموضوع	الموضوع	رقم الصفحة
1	الآية	أ
2	الإهداء	ب
3	الشكر والعرفان	ج
4	مستخلص البحث	د
5	Abstract	هـ
6	فهرست المواضيع	و
7	فهرست الجداول	ح
8	فهرست الصور والأشكال	ط
	الباب الأول	
9	(1-1) مقدمة	1
10	(1-2) أهداف البحث	1
11	(1-3) فرضيات البحث	1
12	(1-4) مشكلة البحث	3
13	(1-5) محتوى البحث	3
	الباب الثاني : فيزياء الموصل الفائق	
14	(2-1) مقدمة	4
15	(2-2) تعريف الموصل الفائق	4
16	(2-3) آلية التوصيل الفائق	5
17	(2-4) معادلة لندن	7
18	(2-5) المغنطيسية الفائقة	11
19	(2-6) ظاهرة ميزنر"التنافر المغنطيسي"	11
20	(2-7) انواع وانماط الموصل الفائق حسب الحساسية للمجال المغنطيسي	13
	الباب الثالث : التطبيقات	
21	(3-1) مقدمة	16
22	(3-2) التطبيقات الطبية	16
23	(3-3) التطبيقات الصناعية	17

24	(3-4) التطبيقات العسكرية	17
25	(3-5) التطبيقات فيالحواسيبالإلكترونية	18
26	(3-6) التطبيقات في القطارات الحوامة	18
27	(3-7) التطبيقات الكهربية وتخزين الطاقة	19
الباب الرابع : خواص دائرة الترانزستور		
28	(4-1) مقدمة	20
29	(4-2) الأجهزة والأدوات	20
30	(4-3) القراءات	21
31	(4-4)المناقشة والتحليل	22
32	(4-5) الإستنتاج	22
33	(4-6)الخاتمة والتوصيات	23
35	المصادر والمراجع	24

فهرست الجداول

رقم الجدول	اسمالجدول	رقم الصفحة
1	(4-3-1) قراءات للتيارات والجهود الخارجة من الترانزستور لقيم مختلفة لتيار الدخل	21

فهرست الأشكال

رقم الشكل	اسم الشكل او الصورة	رقم الصفحة
1	(2-1) تفاعل الإلكترون الحر الذي يتحرك خلال الشبيكة مع الأيونات الموجبة	6
2	(2-2) تمثيل بياني لأزواج كوبر	6
3	(2-3) موصل فائق وموصل مضاد لظاهرة ميزنر	12
4	(2-4)الحد الطوري بيت الحالة العادية والحالة فائقة التوصيل للنمط الأول في المستوى T-H	14
5	(2-5) منحنى مغنطة موصل فائق من النمط الأول تحت H_c	14
6	(2-6) منحنى مغنطة موصل فائق من النمط الثاني تحت H_{c1}	15
7	(4-1) :ائرة كهربية لدراسة خواص الترانزستور	20
8	(4-2) رسم بياني يوضح تيار المجمع I_C والجهد بين طرفي المجمع والباعث V_{CE}	22

الباب الأول

الإطار العام

الباب الأول

(1-1) مقدمة:

عرفت الذرة بأنها أصغر وحدة في بناء المادة وتتكون من إلكترونات تحمل شحنة سالبة وبروتونات ذات شحنة موجبة ونيوترونات متعادلة الشحنة حيث تتركز الشحنة الموجبة في حيز كروي ثقيل وصغير جدا يسمي النواة .

وبواسطة نموذج رذرد فورد وجد أن الذرة تتكون من نواة مركزية تحمل شحنة موجبة تدور حولها إلكترونات سالبة وأن كتلة الإلكترون مهملة بالنسبة لكتلة النواة ويرجع إستقرار الذرة إلي قوة التجاذب الكهربي بين النواة والإلكترونات و التي تعادلها قوة الطرد المركزية الناشئة عن دوران الإلكترونات في مدارات حول النواة المركزية .

و قد أحدثت نظريات الذرة ثورة هائلة في مفاهيم العلماء ومن ضمن هذه المفاهيم ظاهرة التوصيل الكهربيالتي فسر ها العلماء بأنها ناتجة عن مرور الإلكترونات خلال مادة .

و بذلك تم تصنيف المواد إلي مواد عازلة وشبه موصلة وموصلة و فائقة التوصيل ،وذلك حسب خواص المادة .

فالمواد العازلة يكون مقدار فجوة الطاقة فيها كبير جدا مقارنة بالمواد شبه الموصلة حيث أن فجوة الطاقة بالمواد شبه الموصلة قليل ويمكن أن تتأثر بدرجات الحرارة والمجال الكهربي وعند حدوث ذلك فإن المواد تصبح مواد موصلة وبذلك يمكن التحكم بالمواد شبه الموصلة .

أما المواد الموصلة فلا توجد بها فجوة طاقة فنطاق التوصيل ونطاق التكافؤ يحدث بينهما تداخلو ايضا قد تكون المواد فائقة التوصيل وهي تفاعل إلكترونات إضافية بالنسبة للمادة حيث

تنعدم المقاومة و الفيض المغناطيسي داخل بعض المواد عند تبريدها إلي درجات حرارة منخفضة أقل من درجة معينة تسمى بدرجة الحرارة الحرجة (T_c).

(1-2) أهداف البحث:

يهدف هذا البحث إلي إلقاء النظر علي ظاهرة التوصيل الفائق وتطبيقاتها في شتي المجالات و منها المجالات الطبية والمجالات العسكرية و المجالات الصناعية ومجالات تخزين الطاقة الكهربائية و القطارات الحوامة و الحواسيب الإلكترونية...

(1-3) فرضيات البحث:

تعتمد فرضية البحث على ان خاصية الموصل الفائق تعطي فرصة في تطبيقات هامة لها اثر في خدمة الانسان، حيث تمكن من نقل الطاقة الكهربية عبر مسافات بعيدة دون فاقد، تهدر

الطاقة المتولدة أو أي جزء منها على شكل حرارة حيث لا يوجد أي نوع من أنواع الإحتكاك من حوامل الشحنات والذرات في المادة . فهي تمكن من مرور تيو عالٍ جدا (مقدا ه مائة مليون أمبير /سم2) في ملف مصنوع من مادة فائقة التوصيل الكهربي دون ما ينتج بناء مغنطيسيات عملاقة لها مجال مغنطيسي هائل مع الإستغناء عن القلب الحديدي اللازم للمغنطيسيات العادية وبذلك يمكن إستخدامها في تطبيقات كثيرة .**[1]**

(1-4) مشكلة البحث:

تتمثل مشكلة البحث في عدم الإلمام الكافي بظاهرة التوصيل الفائق ودراستها وتوفير البيئة المناسبة لها في السودان ، لذلك يصعب علينا الحصول على مادة فائقة التوصيل وتطبيقها في إحدى المجالات المذكورة مسبقاً .

(1-5) محتوى البحث:

هذا البحث يحتوي على أربعةأبو اب وهي :

الباب الأول و يتناول هذا الباب المقدمة وأهداف البحث وفرضيات البحث ومشكلة البحث ومحتوى البحث . أما **الباب الثاني**فيتحدث عن فيزياء الموصل الفائق في حين يتحدث **البابالثالث** عن التطبيقات الطبية والصناعية و العسكرية ومجالات تخزين الطاقة الكهربية والقطارات الحوامة و الحواسيب الإلكترونية للموصل الفائق ويتحدث **الباب الرابع** عن الجزء العملي ومناقشة وتحليل النتائج و الإستنتاج والخاتمة التوصيات بالإضافة للملحقات والمصادر والمراجع.

البـــاب الثـــانـي

فيزيـاء الموصـل الفائـق

الإطـــار النظـــري

الباب الثاني

(2-1) مقدمة :

هذا الباب يتناول موضوع الموصلية الفائقة وتعريفها . ويتعرض لآلية التوصيل والخواص الكهربية والمغنطيسية في فيزياء الجوامد للموصل الفائق .

عند درجة حرارة معينة تعرف بدرجة حرارة التحول "الدرجة الحرجة" تصبح مقاومة الموصل مساوية للصفر . وقد كان الإعتقاد السائد أن الدرجة الحرجة لجميع المواد فائقة التوصيل هي درجة حرارة موحدة تقدر بـ 273 درجة مئوية ولكن بعد إجراء التجارب تم التوصل إلى ان درجة التحول تختلف بإختلاف المادة الموصلة كيميائياً .

(2-2) تعريف الموصل الفائق :

تحدث ظاهرة التوصيل الفائق عند إنعدام المقاومة الكهربية والفيض المغنطيسي داخل بعض المواد عند تبريدها إلى درجات حرارة منخفضة وتسمى درجة الحرارة التي عندها او عند درجات حرارة ادنى منها بـ الدرجة الحرجة ويرمز لها بالرمز T_c.فالمواد التي في حالتها العادية Normal State تتحول إلى حالة التوصيل الفائق Super Conductivity State عندما تنخفض درجة حرارتها إلى درجة الحرارة الحرجةT_cاو أقل وتختلف قيمة T_cمن مادة إلى اخرى.

وبذلك تكون المادة الموصلة قد فقدت مقاومتها ، وتصنيفها ضمن المواد ذات المغنطيسية العكسية " الديامغنطيسية "**[1]**

ويمكن اثبات خاصية إنعدام المقاومة من العلاقة :

$$\vec{J} = \sigma \vec{E} \quad (2\text{-}2\text{-}1)$$

حيث تمثل:

J كثافة التيار الكهربي و σ الموصلية الكهربية

في حين تعبر E عن شدة المجال الكهربي .

وتعطى الموصلية والمقاومة النوعية بالعلاقات :

$$\rho = \frac{1}{\sigma} = \frac{E}{J} \quad (2\text{-}2\text{-}2)$$

حيث ينعدم المجال الكهربي داخل الموصل الفائق لذا تكون

$$\rho = 0 \quad ، \quad E = 0$$

$$\sigma = \frac{J}{E} = \infty \quad (2\text{-}2\text{-}3)$$

اي ان موصلية الموصل الفائق لا نهائية .[2]

(2-3) آلية التوصيل الفائق :

يحدث التوصيل في الموصل الإلكتروني بإنتقال الإلكترونات تحت تأثير المجال ليسري تيار كهربي . تبين المقاومة "التشتت والتصادم "الذي يحدث للإلكترونات بالفعل البيني مع مكونات البلورة وتصادمها مع الشوائب وعيوب البلورة ، ولكن عند الصفر المطلق تسكن حركة الإلكترونات وتظهر بعض المقاومة المتبقية في جميع الموصلات المعتادة.

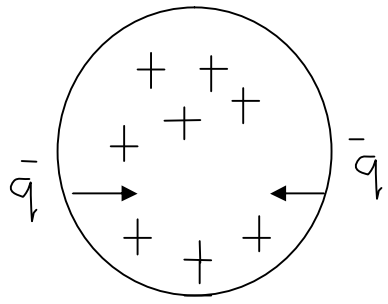
ويمكن فهم آلية التوصيل الفائق من تفاعل الإلكترون الحر الذي يتحرك خلال البلور ة مع الأيونات الموجبة التي تجذبها بعيداً عن أماكن إتزانها مولدة شحنة موجبة تجذب بها إلكترونات اخرى فـ بالتالي ينشأ تجاذب بين الإلكترونات ، فإذا زادت قوى التجاذب عن قوى التنافر فإنه يتيح لإلكترونات الإتحاد تكوين ازواج تعرف بـ **ازواج كوبر** حيث ترتبط هذه الإلكترونات بمقدار طاقة الترابط E_b.**[3]**

فإذا بذلت طاقة فإن الإلكترونات تعود لطبيعتها . ويسمى الفرق في الطاقة بين المنسوب الأعلى لزوج الإلكترونات والأدنى المناظر للحالة العادية بفجوة الطاقة E_g.

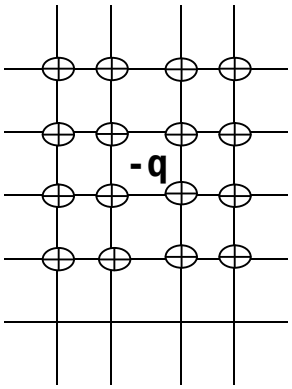
وتعطى بـ

$$E_g=2E_b$$

g= gap ، b =bound



شكل(2-2): تمثيل بياني لأزواج كوبر



شكل (2-1): تفاعل الإلكترون الحر الذي يتحرك خلال الشبيكة مع الأيونات الموجبة

(2-4) معادلات لندن :

توضح هذه المعادلات الفرق بين المواد ذات التوصيل العادي والمواد ذات التوصيل التام ومن ثم المواد فائقة التوصيل . ويمكننا إستنباط الصيغة الرياضية لشدة المجال المغنطيسي من معادلات حركة الإلكترون ومن معادلات ماكسويل ، وحسب قانون نيوتن نجد أن :

$$m\frac{dV}{dt} = Ee$$

وهي تمثل معادلة حركة إلكترون يسير في مجال كهربي شدته E

نجد ان :

$$\overrightarrow{\qquad\qquad} = (\frac{e}{m})E\frac{dV}{dt} \quad (1-4-2)$$

وحسب تعريف كثافة التيار نجد أن :

$$J = nev$$

$$V = \frac{1}{ne}J$$

$$\overrightarrow{\qquad\qquad} \frac{dV}{dt} = \frac{dJ}{dt}\frac{1}{ne} \quad (2-4-2)$$

$$\frac{dJ}{dt} = \frac{ne^2}{m}E$$

وبتعويض المعادلة (2-4-1) في المعادلة (2-4-2):

$$E = \frac{m}{e}\frac{dV}{dt} = \frac{m}{ne^2}\frac{dJ}{dt}$$

$$E = A\frac{dJ}{dt} \qquad \longrightarrow \quad (3-4-2)$$

$$A = \frac{m}{ne^2} \quad (4\text{-}4\text{-}2)$$

حيث ان :

$$E = A\frac{dJ}{dt}$$

تمثل **معادلة لندن الأولى** .

وحسب معادلات ماكسويل نجد أن :

جهد المجال المغنطيسي المتجهيA يعرف بدلالة الإندفاع P عبر العلاقة :

$$P = mv + \frac{q}{C}A$$

$$V = \frac{1}{m}\left(P - \frac{q}{C}A\right)$$

وبما أن :

$$J = nve \quad (5\text{-}4\text{-}2)$$

ونسبة لأن الإندفاع ينعدم في حالة الموصلية الفائقة ، أي أن :

$$P = 0$$

ولأن :

$$q = e$$

$$v = \frac{-eA}{mc}$$

إذن :

$$J = nev = \frac{-ne^2 A}{mc}$$

$$\vec{J} = \frac{-c}{4\pi\lambda^2} A \quad (6\text{-}4\text{-}2)$$

حيث ان :

$$\lambda^2 = \frac{mc^2}{4\pi ne^2} \quad (7\text{-}4\text{-}2)$$

وبأخذ إلتواء الطرفين نجد أن :

$$\nabla \times J = \frac{-c}{4\pi\lambda^2}(\nabla \times A) = \frac{-c}{4\pi\lambda^2} B$$

حيث ان :

$$\vec{B} = Ac\nabla \times J \quad (8\text{-}4\text{-}2)$$

هذه المعادلة تعرف بـ **معادلة لندن الثانية** .

حسب معادلة ماكسويل نجد ان :

$$\beta = \frac{4\pi}{c} \nabla \times J \quad (9\text{-}4\text{-}2)$$

بأخذ إلتواء الطرفين نجد أن :

$$\beta \times \nabla \times \nabla = \frac{4\pi}{c} \nabla \times J \quad (10\text{-}4\text{-}2)$$

وحسب مبادئ المتجهات نجد أن:

$$\nabla \times \nabla \times B = \nabla(\nabla . B) - \nabla^2 B = -\nabla^2 B$$

وحسب معادلة ماكسويل تكون:

$$\nabla . B = zero$$

بتعويض $\nabla . B$في المعادلة(2-4-10)وتعويض(2-4-8)نحصل على:

$$B = -cA\nabla \times J$$

$$-\nabla^2 B = \frac{1}{\lambda^2} B \quad (2\text{-}4\text{-}11)$$

وحل هذه المعادلة هو:

$$B(X) = ce^{-X/\lambda}$$

عند X=0 خارج الموصل

$$B(X=0) = B_0$$

$$B_0 = c$$

المجال خارج الموصل الفائق=B_0

إذن:

$$B = B0e^{-X/\lambda}$$

حيث:

λ هي عمق توغل لندن.**[4]**

(2-5) المغنطيسية الفائقة :

عند تعريض الموصل الفائق لمجال مغنطيسي فإنه يولد تيار بحيث يولد بدوره مجال مغنطيسي معاكس للمجال الخارجي ليعمل على طرده للخارج .وهناك نو عان من المواد فائقة التوصيل هما:

المواد فائقة التوصيل ذات درجة الحرارة المنخفضة :

Low Temperature Super Conductivity "LTC"

تعرف هذه المواد بالمواد فائقة التوصيل التقليدية مثل الزئبق ، حيث تمتاز بإنخفاض درجة حرارتها الحرجة (في المدى 140-0 كلفن) .

المواد فائقة التوصيل ذات درجة الحرارة العالية :

High Temperature Super Conductivity "HTC"

ونلاحظ ان هذه المواد تمتاز بإرتفاع درجة حرارتها الحرجة وتكون في المدى (اكثر من 140كلفن) .**[2]**

(2-6) ظاهرة ميزنر "التنافر المغنطيسي :

توضح هذه الظاهرة أن المواد عند التحول لموصل فائق تكون حساسة جدا للمجال المغنطيسي ، حيث تنفر المجال المغنطيسي وتعكسه مهما ضعفت شدته . ويمكن تفسير ذلك بأنه عند إنتقال المادة من الحالة العادية إلى حالة المقاومة الصفرية فإنها تنشأ خلال هذه العملية تيارات سطحية وذلك بسبب التغييرات المفاجئة للروابط الذرية والجزيئية في المادة الموصلة حيث تؤدي هذه

التيارات إلى إلغاء المجال المغنطيسي داخل الموصل وعليه ينشأ تأثير مغنطيسي عكسي على اي جسم يقترب من الموصل **.[3]**

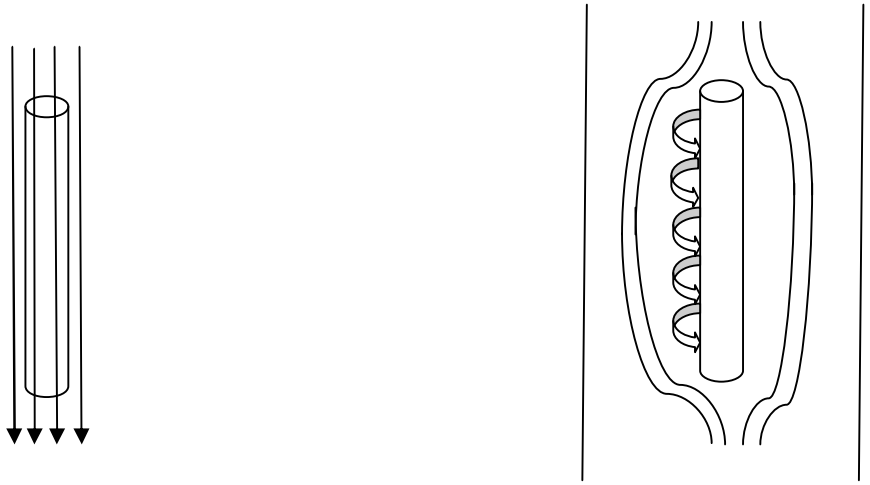
ويلاحظ ان سلوك الموصل الفائق في المجال المغنطيسي يشبه تماما ً سلوك المادة الديامغنطيسية من حيث تنافرها مع المجال ، إذ يعتمد الحث المغنطيسي B في اي مادة على المجال المغنطيسي المؤثر H والعزم المغنطيسي Mوفقاً للمعادلة

$$B = M + H\,\mu_0$$

وبتطبيق أثر ميزنر للموصل الفائق يكون B=0 وبالتالي تكون

$$M = -\,\mu_0 H$$

أي ان القابلية المغنطيسية سالبة ولذلك فالموصل الفائق مادة ديا مغنطيسية تامة .



$T > T_C$ $T < T_C$

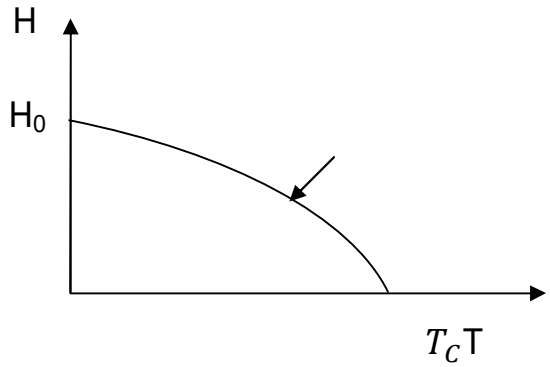
موصل فائقموصل مضاد

شكل (2-3): يوضحموصل فائق وموصل مضادلظاهرة ميزنر

فإذا بردنا كرة لتصبح فائقة التوصيل نجد انه في وجود مجال مغنطيسي ثابت وعند درجة حرارة أسفل T_cتطرد خطوط الحث المغنطيسي خارج الكرة.فإذا كان لدينا موصل فائق عند درجة حرارة أقل من درجته الحرجة ومطبق عليه مجال مغنطيسيH نجد ان الطاقة تستنفذ في إنشاء مجال خارجي بالتيارات الكهربية والتي تلقي المجال المغنطيسي في باطن الموصل الفائق ،إذا كان المجال المطبق كبير فإن المادة تعود إلى حالتها العادية من حيث دواعي الطاقة ويتمكن المجال من إختراقها وذلك لأنه على الرغم من أن الحالة العادية لها طاقة حرة كبيرة مقارنة بحالة التوصيل الفائق تحت T_cفي مجال H=0 إلا أنه عند مجال كبير ودرجة كافية تكون الزيادة في الطاقة الحرة كبيرة من التغيير الناشئ عن خفض طاقة المجال المغنطيسي عندما تختفي التيارات الساترة بما يسمح لخطوط المجال المغنطيسي بإختراق العينة. ويتم الإختراق عند زيادة شدة المجال على الأبعاد الهندسية للعينات أي عندما تكون العينة على هيئة إسطوانة طويلة ونحيفة ويوازي محددها مع إتجاه المجال فإن النوعين من السلوك يظهران ويمثل كل منهما نمطاً محدداً من الموصلات الفائقة . **[3]**

(2-7) انواع وانماط الموصل الفائق حسب الحساسية للمجال المغنطيسي :

هناك نمطان :**النمط الأول** له قيمة حرجة واحدة فعند تطبيق مجال مغنطيسي له قيمة حرجة H_c(T) تزداد بإنخفاض درجة الحرارة تحت T_cفعندئذ لا يحدث إختراق للفيض داخل العينة.فإذا زادت شدة المجال عن H_c فإن العينة تعود إلى الحالة العادية وتخترق بالكامل وذلك بواسطة خطوط الفيض المغنطيسي ويوضح الشكل **(2-4)** هذه العملية في المستوى H-T.



الحالة العادية (T) H_C

حالة فائقة التوصيل

شكل (2-4):يوضح الحد الطوري بينالحالة العادية والحالة فائقة التوصيل

نجد أن الحد الطوري بين الحالتين **العادية** (أ) و**فائقة التوصيل** (ب)في موصل فائق من هذا النمط يتم الإختراق عن طريق رسم قيمة كثافة المغنطة الديامغنطيسيةM مع شدة المجال المغنطيسيH .

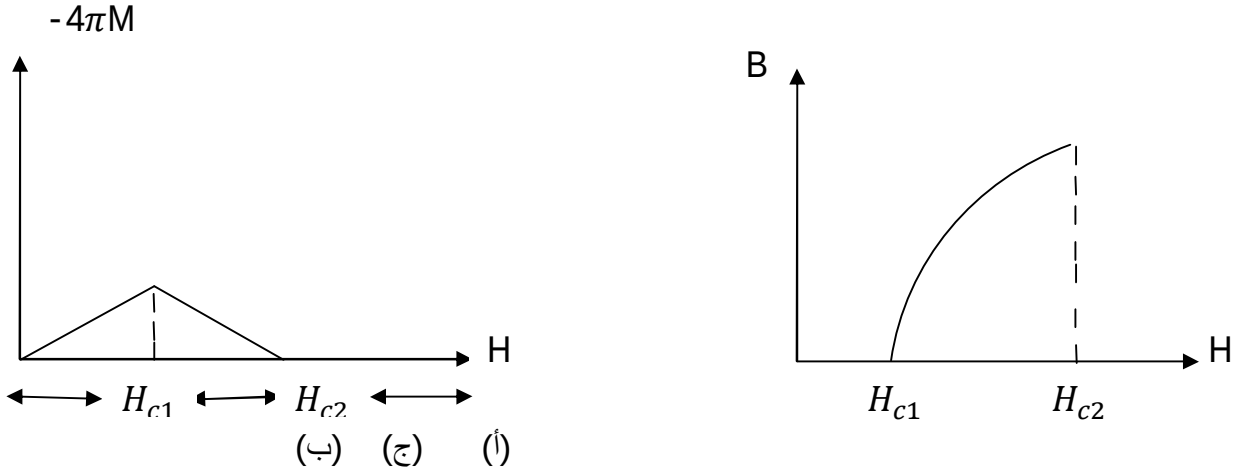
شكل (2-5): يوضحمنحنى مغنطة موصل فائق التوصيل من النمط الأول تحت H_c

حيث لا يتم إختراق المجال . أي أن B=0 أو (M=-H/4π).**[5]**

أما **النمط الثاني** فله قيمتان حرجتان عند تطبيق مجال مغنطيسي ذي شدة أقل من قيمة سفلى للمجال الحرج (T)H_{c1} فإنه لايكون إختراق لخطوط الفيض إذا زاد المجال الخارجي عن قيمة

عليا للمجال الحرج H_{c2}بحيث أن$H_c(T) > H_{c1}(T)$والعينة ترتد إلى الحالة **العادية**ويخترقها المجال بشكل كامل.

أما إذا وقعت شدة المجال المغنطيسي بينH_{c1}(T) وH_{c2}(T)فإن إختراق الفيض المغنطيسي للعينة يكون جزئياً والتركيب المجهري للعينةيكون معقداً سواءاً في المناطق **العادية**(أ) أو المناطق **فائقة التوصيل**(ب) ،ونواجه بما يعرف **بالحالة المختلطة** (ج)،ومنحنى المغنطة المناظر لسلوك هذا النمط توضحه الأشكال أدناه



شكل (2-6): يوضحمنحنى مغنطة موصل فائق من النمط الثاني تحت H_{c1}

حيث يكون السلوك مثل حالة النمط الأول وفيما بينH_{c1} و H_{c2}تتحدرM بنعومة نحو الصفر وترتفع B بنعومة نحو M .**[5]**

الباب الثالث

التطبيقات

الباب الثالث

(3-1)مقدمة:

يمكن نقل الطاقة الكهربية عبر مسافات بعيدة دون فاقد للطاقة المتولدة او اي جزء منها في شكل حرارة حيث لا يوجد اي نوع من الاحتكاك من حاملات الشحنة والذرات في المادة .

إمكانية مرور تيار عالي جداً (لمئة مليون أمبير في 1 سم مربع)في ملف مصنوع من مادة فائقة التوصيل الكهربي دون الحاجة الى تبريد يتيح بناء مغنطيسيات عملاقة لها مجال مغنطيسي هائل مع الاستغناء عن القلب الحديدي اللازم للمغنطيسيات العادية . وهذا الباب يختص بالتعريف لبعض تطبيقات الموصل الفائق.

(3-2)التطبيقات الطبية:

عند دراسة الإشارات الكهربية والمغنطيسية الصغيرة جداً المتولدة من المخ او القلب او الجهاز العصبي عند اذن يجب توفير جو خالي من المجالات المغنطيسية الخارجية وقد تمت الاستفادة من قدرة كاشف الاسكويدsquid اختصارا ل (super conducting quantum interference device). الهائلة لقراءة المجالات المغنطيسية المتناهية الصغر مع استخدام الدرع المغنطيسي وبذلك يمكننا صنع جهازاً متكاملاً يمكنه أن يحل محل الاجهزة المستخدمة حالياً لهذه الاغراض ويفوقها في الدقة حيث يتميز جهاز الاسكويد فائق التوصيل بـ مقدرته الهائلة علىتحويل المجال المغنطيسي الضعيف جداً لتيارات قوية**[5.]**

(3-3) التطبيقات الصناعية:

يتم استخدام المغنطيسيات القوية لفصل الشوائب عن الأطعمة وعن المواد الخام وذلك مثل اوكسيد الالمونيوم وكربونات الكالسيوم وهناك تقنيات تستخدم تلك المغنطيسياتللوصول إلى درجات حرارة منخفضة تصل الى10^{-6} كلفن .

وايضا يتم استخدامها في المصانع لرفع الآلات والأجزاء الحديدية الثقيلة ونقلها من مكان إلى آخر وقد تم صنع مواد ذات احجام كبيرة للسنتمتر المربع عند درجة حرارة 77كلفن في مجال مغنطيسي شدته 1 تسلا أما عند إزاحة المجال فإن شدة التيار تصل الى17 ألف أمبير للسنتمتر المربع . **[5]**

(3-4) التطبيقاتالعسكرية:

قدرةالموصلاتالفائقةعليالمجالاتالمغنطيسيةجعلتمنهامرشحةلإستعمالهافيالراداراتالعسكريةفمنالمعلومأن دقةالصورالتييوفرهاالرادارتعتمدعلىقدرتهعلىالتحليلغير أنتلكالقدرةتتأثرسلباًبالمجالاتالمغنطيسيةالمجاورةو حتىتتصورالمشكلةراقبمايحصللجهازالتلفازعندمايتمتشغيلجهازكهربائييعتمدعلىالتيارالمترددحيثأنالصورة سوفتصابببالتشوشوالسببفيذلكهوأنالمجالاتالمغنطيسيةالمجاورةقدأفسدتالجوعلىحركةالإلكتروناتالمهبطية وهيالمسؤولةعنالصورةوهذابالضبطمايحدثعندالرادارغيرانالراداراكثرحساسية .

وقدتمالاقتراحبإستعمالالدروعالمغنطيسيةلحلهذهالمشكلة،والدروعالمستخدمةهناعبارةعناسطواناتذاتمقا ساتمختلفةمصنوعةمنموادفائقةالتوصيليوضعبداخلهامصدرالإلكتروناتالمهبطيةفيحميهامنالمجالاتالخار جيةويجعلالصورةالراداريةفيغايةالوضوح.

وايضايتماستخدامكاشفاسكويدللكشفعناوراقالأعطالالمتمثلةفيالشقوقوالشروخفيأجساماالطائراتالعسكريةوا
لمدنيةعليحدسواءمستخدمافيذلكطرقالكشف غير الإتلافي NON DESTRUCTIVE
(TESTING) حيثتجدانللكاشفالقدرةالتامةللكشفعنعيوبيزيدعمقهاعن 10سم .**[8]**

(3-5) التطبيقات في الحواسيب الالكترونية:

يستخدم اثر جوزيفسون في صناعة وصلات تتألف من طبقة رقيقة عازلة تفصلها طبقات من مادة فائقة التوصيل وهذه الوصلة قادرة على تحويل الجهود الكهربية بسرعة كبيرة وتستهلك طاقة أقل وبذلك يمكن صنع حواسيب صغيرة الحجم وذات كفاءة .

كما أن هذا الاثر يمكنه توليد تيار متذبذب ويمكن أن يحل محل بعض النبائض الالكترونية العادية .**[5]**

(3-6) التطبيقاتفيالقطاراتالحوامة :

وهيالقطاراتالتيتسيرمرتفعةعنالارضكمالو كانتتحلق، حيثيسيرالقطاربسرعةكبيرةمحلقاًفوقالارضبقوةالتنافرالمغنطيسيةفوقطريقموجهويُزودالقطاربملفاتمنالالموذ يومحاملاً لتياركهربيوتقومالمغنطيسيةالفائقةالتوصيلفيجسرالقطار بتوليدمجالاتمضادةترفعجسمالقطارأكملهوذ لكنظراً للخواصالمغنطيسية. **[5]**

(3-7)التطبيقات الكهربية وتخزين الطاقة :

يمكن إستخدام الموصل الفائق في توليد مجال مغطيسي ذو كثافة عالية جداً تمكنه من توليد طاقة كهربية ضخمة دون اي فقد في الطاقة.

تستخدم أسلاك من شبكة النيوديوم – تيتانيوم المبردة بالهيليوم السائل ويمكن ايضا استخدام النيتروجين السائل في عملية التبريد وامتصاص الحرارة الناشئة .**[5]**

الباب الرابع

خواص دائرة الترانزستور

الإطـار العملي

البابالرابع

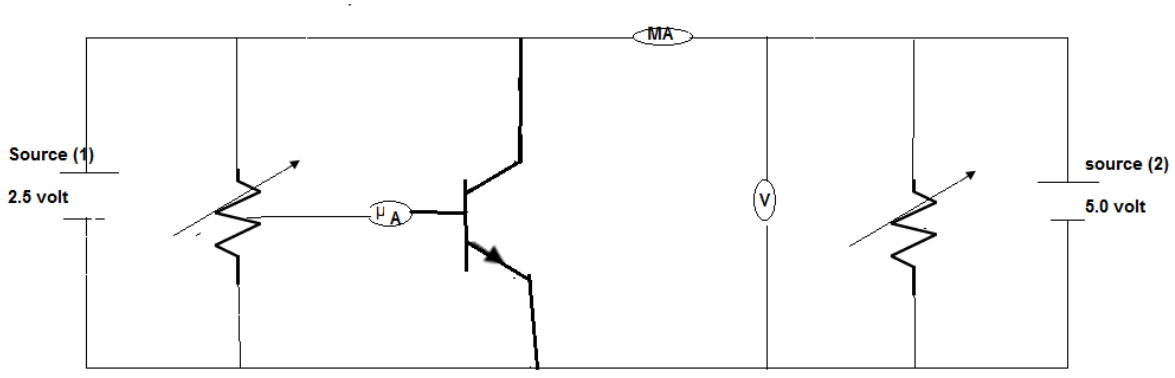
خواص دائرة الترانزستور

(4-1)مقدمة:

فيهذاالبابتمإختياردائرةترانزيستوربإيجادالعلاقةبينشدةالتيارالخارجوالجهدالخارج .وأجريتالتجربةفيمعملالنووية بجامعةالسودانللعلوموالتكنولوجيا .

(4-2)الأجهزةوالادوات:

صممتالدائرةأدناهلدراسةخصائصالجهدوالتيارلترانزيستوروالتيتحتويعلىجهازفولتمتروجهازمايكروأمبيرو جهاز مليأمبير **[9]** ، بالإضافةإلى مصدرينومقاومتينمتغيرتين (بمقدار 1كيلوأوم) ترانزيستور (BC107B) وأسلاك توصيل، وسجلتالنتائجفيالجدولالتاليعندقيممختلفةلتيارالخرجوجهدالخرجورسمتالعلاقةبيانياً بينتيارالمجمع I_c والجهد بينطرفيالمجمعوالباعث V_{c_E} .



شكل (4-1): يوضح دائرة كهربية لدراسة خواص الترانزستور.

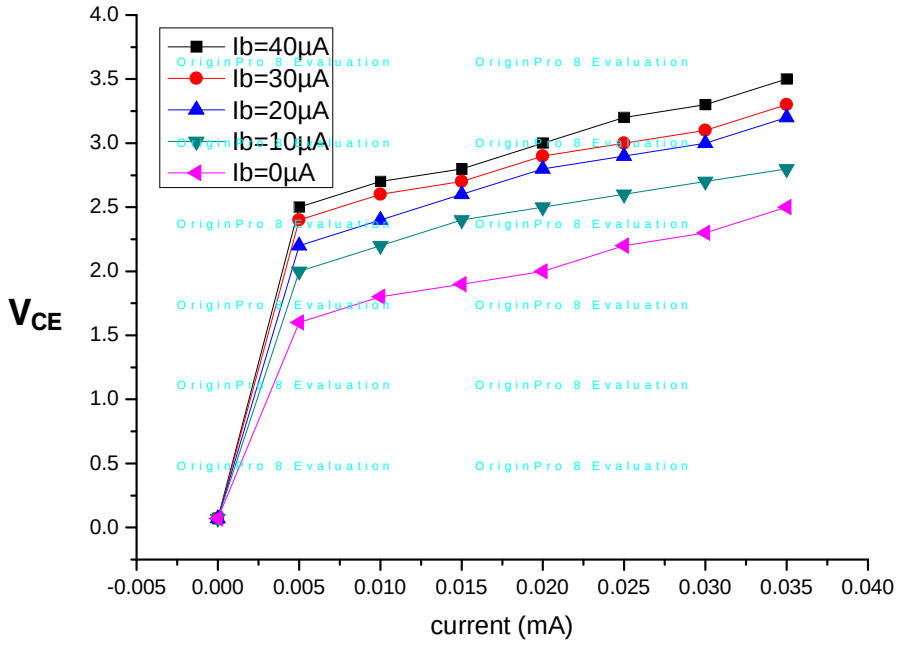
(4-3)القراءات:

فيهذاالبندتمإستعراضالقرآءاتللتياراتو الجهوللخار جة

I_cو V_{c_E}للترانزستورلقيممختلفةللتيار الداخل I_B.**[8]**

جدول (4-3-1):القراءات للتيارات و الجهود (I_Cو V_{CE})الخارجة من الترانزستور لقيم مختلفةلتيار الدخل I_B.

I_B= 0 μA								
V_{CE}/volt	0.07	1.6	1.8	1.9	2.0	2.2	2.3	3.5
I_C/MA	0.000	0.005	0.010	0.015	0.020	0.025	0.030	0.035
I_B=10 μA								
V_{CE}/volt	0.07	2.0	2.2	2.4	2.5	2.6	2.7	2.8
I_C/MA	0.000	0.005	0.010	0.015	0.020	0.025	0.030	0.035
I_B= 20 μA								
V_{CE}/volt	0.07	2.2	2.4	2.6	2.8	2.9	3.0	3.2
I_C/MA	0.000	0.005	0.010	0.015	0.020	0.025	0.030	0.035
I_B= 30 μA								
V_{CE}/volt	0.07	2.4	2.6	2.7	2.9	3.0	3.1	3.3
I_C/MA	0.000	0.005	0.010	0.015	0.020	0.025	0.030	0.035
I_B= 40 μA								
V_{CE}/volt	0.07	2.5	2.7	2.8	3.0	3.2	3.3	3.5
I_C/MA	0.000	0.005	0.010	0.015	0.020	0.025	0.030	0.035



شكل (4-2): رسم بياني يوضح العلاقة بين التيار المجمع I_Cو الجهد بين طرفي المجمع و الباعث V_{CE}.

(4-4) المناقشة والتحليل:

يتضح من شكل **(4-2)** أن شدة التيار الخارج I_Cتزيد بزيادة جهد الخرج V_{C_E}. ويلاحظ أن قيمة جهد الخرج V_{C_E}تزيد بزيادة شدة التيار الداخل I_B عندما تكون شدة التيار الخارج ثابتة وعندما تكون V_{C_E} ثابتة فإن شدة التيار الخارجI_C تنقص بـ زيادةI_B.

(4-5)الإستنتاج:

يوضح البحث أن الموصل الفائق له تطبيقات عديدة في مجال الطب والنقل والطاقة وغيرها من المجالات.

(4-6) الخاتمة والتوصيات:

من الضروري أن يتعرف طلاب الفيزياء على ظاهرة التوصيل الفائق والتطبيقات المختلفة لها للإستفادة منها في الحياة العملية وعمل بحوث على كافة المستويات في الجامعات والمعاهد السودانية المختلفة وهذا يتطلب توفير الإمكانيات اللازمة والبيئة المناسبة لذلك حتي يتثني الوصول إلي البحث العلمي المطلوب والإلمام الكافي بهذه الظاهرة وتطبيقها في شتى المجالات .

المصادر والمراجع :

[1]أ.دمحمد محمد الزيدية، خواص المواد الصلبة، جمهورية مصر ، القاهرة ، دار النشر مدينة نصر ، الطبعة الأولى ، 2008.

[2]أ.د أحمد سالم صالح ، مبادئي فيزياء الحالة الصلبة ، جامعة اليرموك ، دار صفاء للنشر والتوزيع ، الطبعة الأولى ، 2014 .

[3]أ.د رأفت كامل واصف ، اساسيات فيزياء الجوامد ، جامعة القاهرة ، دار النشر للجامعات المصرية ، الطبعة الثالثة ، 2008 .

[4]أ.د مبارك درار عبد الله ، الجوامد التطبيقية ، جامعة السودان للعلوم والتكنولوجيا ، كلية العلوم ، 2009 .

[5]أ.د محمد أمين سليمان و(آخرون) ، فيزياء الجوامد ، القاهرة ، مدينة نصر ، دار الفكر العربي ، الطبعة الأولى ، 2005 .

[6]أ.د عبد الفتاح الشاذلي ، فيزياء الجوامد ، القاهرة ، مدينة نصر، الدار العربية للنشر والتوزيع ، الطبعة الأولى ، 2003.

[7]أ.د أحمد فؤاد باشا و(آخرون) ، اساسيات العلوم الفيزيائية ، القاهرة ، مدينة نصر ، دار الفكر العربي ، 2008 .

[8]www.wikipedia.org

[9]معمل الفيزياء النووية بجامعة السودان للعلوم والتكنولوجيا .