اسم التجربة (8): دراسة مضخم الباعث المشترك ومنحنى الاستجابة الترددية له

الغاية من التجربة:

1- دراسة تركيب و مبدأ عمل مضخم ترانزستور الوصلة ثنائي القطبية .

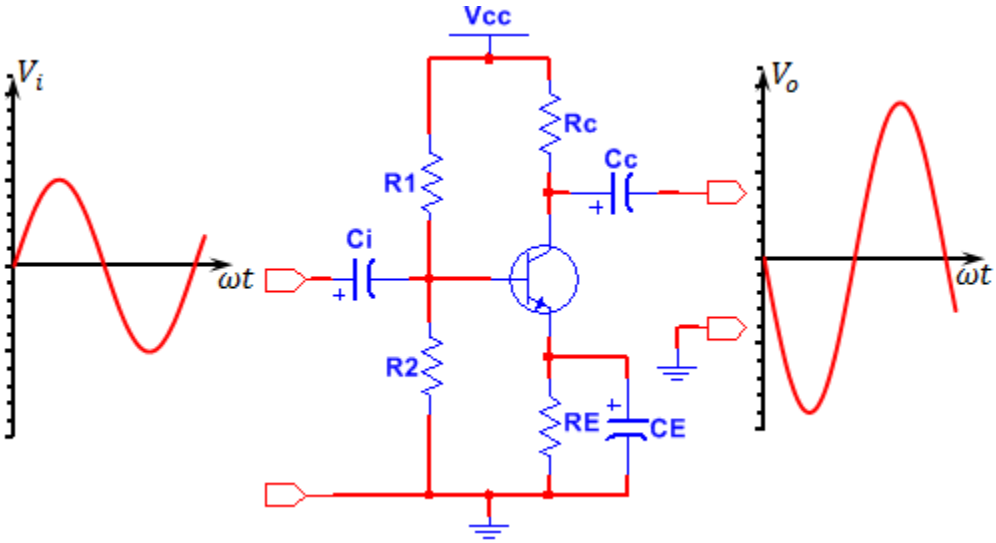
2- دراسة منحنى الاستجابة الترددية لمضخم الباعث المشترك.

الأدوات المستعملة:

ترانزستور ثنائي القطبية، مقاومات ثابتة (عدد4)، متسعات ثابتة (عدد 3)، مجهز قدرة مستمر، مولد إشارة جيبية، جهاز راسم إشارة، لوح توصيلات.

نظرية التجربة:

تدعى العملية التي يتم من خلالها زيادة شدة إشارة من دون تغيير أو تشويه في شكلها بالتضخيم (Amplification)، والدائرة التي تقوم بعملية تضخيم إشارة الإدخال تدعى بالمضخم (Amplifier). ويكاد لا يخلوا أي جهاز الكتروني في أيامنا هذه من دائرة مضخم، ومن امتلتها أجهزة التلفاز، المذياع، الهاتف النقال، المسجلات الصوتية، المضخم الصوتي، الحواسيب وغيرها. يستعمل ترانزستور الوصلة ثنائي القطبية بشكل واسع في دوائر التضخيم (التكبير) الموجي، الشكل التالي يوضح دائرة مضخم ترانزستور الوصلة ثنائي القطبية من نوع (NPN) باستعمال دائرة تحييز مقسم الجهد والفولتية الداخلة والخارجة، وفيما يلي وظيفة كل عنصر من عناصر تلك الدائرة:



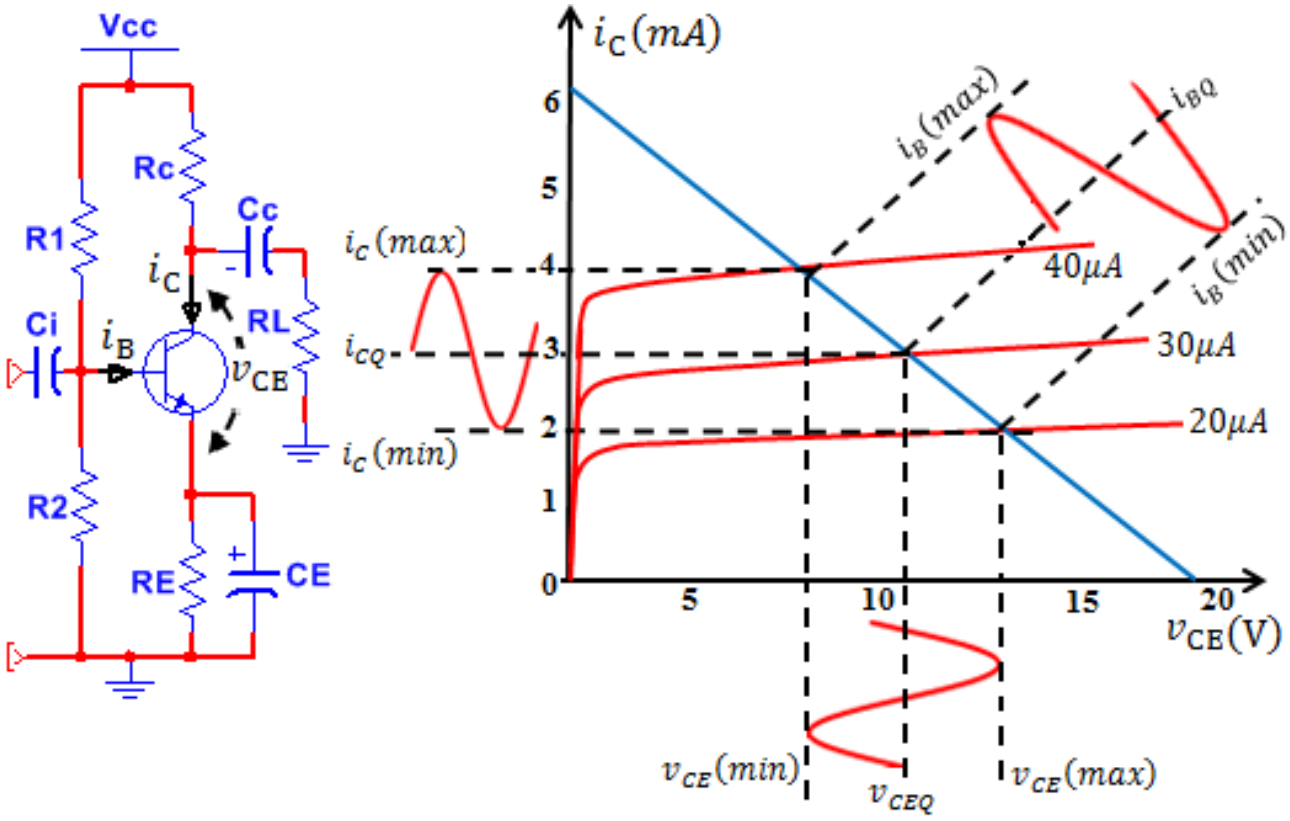
- R_E مقاومة تعمل على زيادة استقرارية الدائرة (الثبوت النسبي لموضع نقطة العمل الساكنة).
- R_C مقاومة تعمل على تحديد التيار المار في الترانزستور لتفادي مرور تيار يفوق تحمله.
- C_C ، C_i متسعات اقران، حيث تعمل C_i على السماح بدخول الإشارة الإدخال المتناوبة وتمنع أي إشارة مستمرة من الدخول إلى المضخم، و تعمل C_C على جعل فولتية الإخراج خالية من أي مركبة مستمرة.
- C_E متسعة إمرار تعمل على زيادة الكسب من خلال تأريض R_E في ظروف العمل المتناوبة.

تسمى النسبة بين فولتية الإخراج الى فولتية الادخال بكسب الفولتية و تعطى بالعلاقة $A_v = \frac{V_{out}}{V_{in}}$

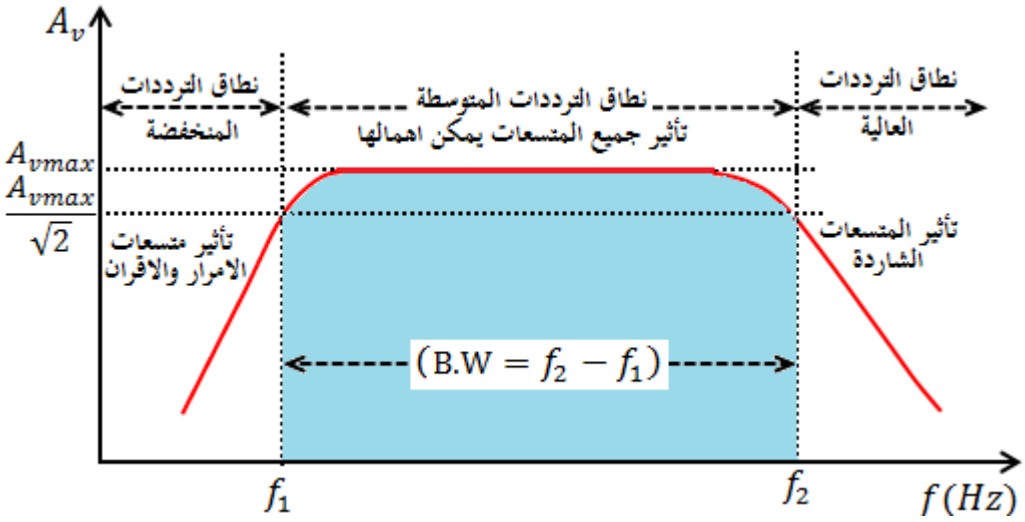
الشكل التالي يوضح التيارات المختلفة (المستمرة والمتناوبة) داخل دائرة المضخم والتمثيل البياني لها على منحنى خواص الإخراج للمضخم. نلاحظ ان تيار القاعدة الكلي i_B هو عبارة عن تيار القاعدة الساكن I_B (غياب إشارة الإدخال) مضافاً اليه تيار الإدخال المتناوب i_B (القادم عبر المتسعة Cin) أي ان ($i_B=I_B+i_B$)، وباعتبار ان الترانزستور عامل في المنطقة الفعالة فان تيار الجامع الساكن I_C سيكون متناسباً خطياً مع تيار القاعدة الساكن ($I_C=\beta_{dc}I_B$) وكذلك الحال بالنسبة لتيار الجامع المتناوب ($ic=\beta_{ac}i_B$) حيث βdc و βac هما معاملا كسب التيار المستمر والمتناوب على الترتيب، وبالنتيجة يكون تيار الجامع الكلي هو ($i_C=I_C+ic$). يمكننا شرح عمل المضخم الموضح منحنى خواصه في ادناه بالاعتماد على منحنى الخواص وكما يلي:

1- في ظروف العمل الساكنة (غياب إشارة الإدخال) فان دائرة تحييز مجزئ الجهد تجعل قيمة الجهد والتيار ثابتا عن قيم $(I_{CQ}, V_{CEQ}, I_{BQ})$ وهي في حالة الدائرة بحدود $(3mA, 10V, 30\mu A)$ بالترتيب.

2- في حالة وجود إشارة إدخال جيبية $(i_{in} = 10sin\omega t)$، فان ذلك يتسبب بتغير تيار القاعدة جيبيا ضمن المدى $[(40-20)\mu A]$، والذي بدوره يتسبب بتغير تيار الجامع جيبيا ضمن المدى $[(4-2)mA]$، اي ان تيار الإدخال تم تضخيمه بحدود (100) مرة. ويرافق تغير تيار الجامع تغير في فولتية الإخراج وبصورة معاكسة.



الاستجابة الترددية للمضخم: يقصد بالاستجابة الترددية منحنى العلاقة بين كسب الفولتية لمضخم ما وتردد إشارة الإدخال، الشكل التالي يوضح تغير كسب المضخم مع التردد، حيث يلاحظ ان الكسب يزداد تدريجياً مع زيادة التردد إلى ان يصل إلى قيمة عظمى (A_{vmax}) ، وبعدها ينخفض الكسب تدريجياً.



شكل (6–21) الاستجابة الترددية للمضخم

ان الانخفاض في الكسب عند الترددات الواطئة يعود إلى الممانعة العالية التي تبديها متسعات الإقران (C_i , C_C) للإشارة الداخلة والخارجة من المضخم، بالإضافة إلى ان تأثير متسعة الامرار(C_E) يكون قليلاً في الترددات الواطئة (تأريضها للمقاومة RE يكون قليلاً) مما يؤدي إلى التقليل من كسب المضخم، ان تلك التأثيرات السلبية تتناقص مع الزيادة في التردد مما تؤدي إلى زيادة تدريجية في الكسب مع زيادة التردد. اما عند الترددات العالية فان السبب في النقصان التدريجي في الكسب يعود إلى تأثير ما يعرف بالمتسعات الشاردة (Parasitic capacitances) التي تنشأ بين اطراف الترانزستور في الترددات العالية. يعطى كسب المضخم بالعلاقة

يسمى (f_1) بتردد القطع الأدنى (lower cut-off frequency)، والتردد (f_2) بتردد القطع الأعلى (upper cut-off frequency) وهما الترددان التي يكون عندها الكسب $\left(A_v = A_{vmax}/\sqrt{2}\right)$، ويعرف عرض النطاق (Band-Width) بالعلاقة:

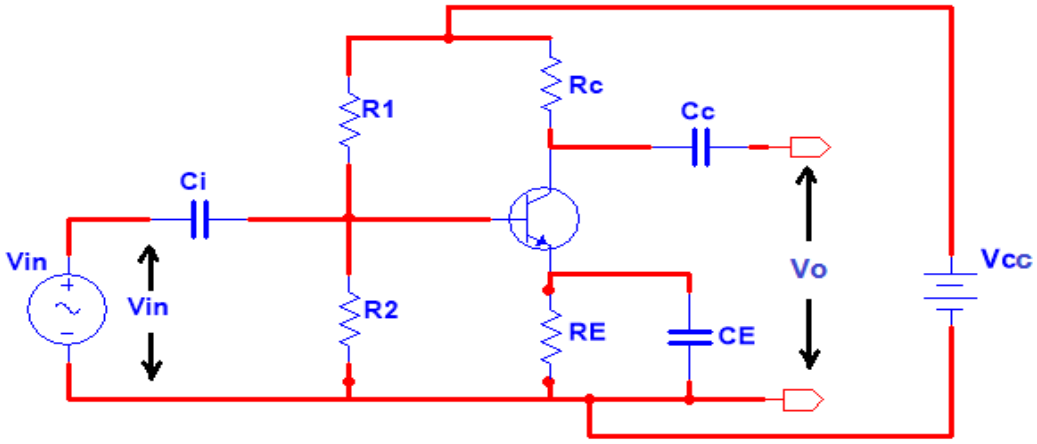
$$BW = f_2 - f_1$$

هناك طريقة ثانية للتعبير عن كسب الفولتية وهو استعمال كسب الفولتية بوحدة الدسبيل $A_{v(dB)}$، حيث يعرف كسب الفولتية بوحدة الديسبيل بالصيغة:

$$A_{v(dB)} = 20LogA_v$$

طريقة العمل:

1- اربط دائرة مضخم الباعث المشترك كما في الشكل ادناه:



2- باستعمال مولد الإشارة ثبت فولتية الادخال عند $(V_{in} = 0.1V_{p-p})$، وتردد الادخال عند $(f_{in} = 5kHz)$، باستعمال راسم الإشارة احسب قيمة فولتية الإخراج (V_o) و فرق الطور (θ) بين الإشارة الخارجة والاشارة الداخلة، ومنها احسب كسب الفولتية للمضخم,وكسب الفولتية بوحدة (dB) وثبت النتائج في الجدول ادناه.

3- ارفع المتسعة (C_E) واعد الخطوات في الفقرة السابقة وثبت النتائج في الجدول ادناه.

Vin=0.1Vp-p	Vo p-p	فرق الطور θ	Av=Vo/Vin	Av(dB)=20Log(Av)
بوجود المتسعة CE				
بغياب المتسعة CE				

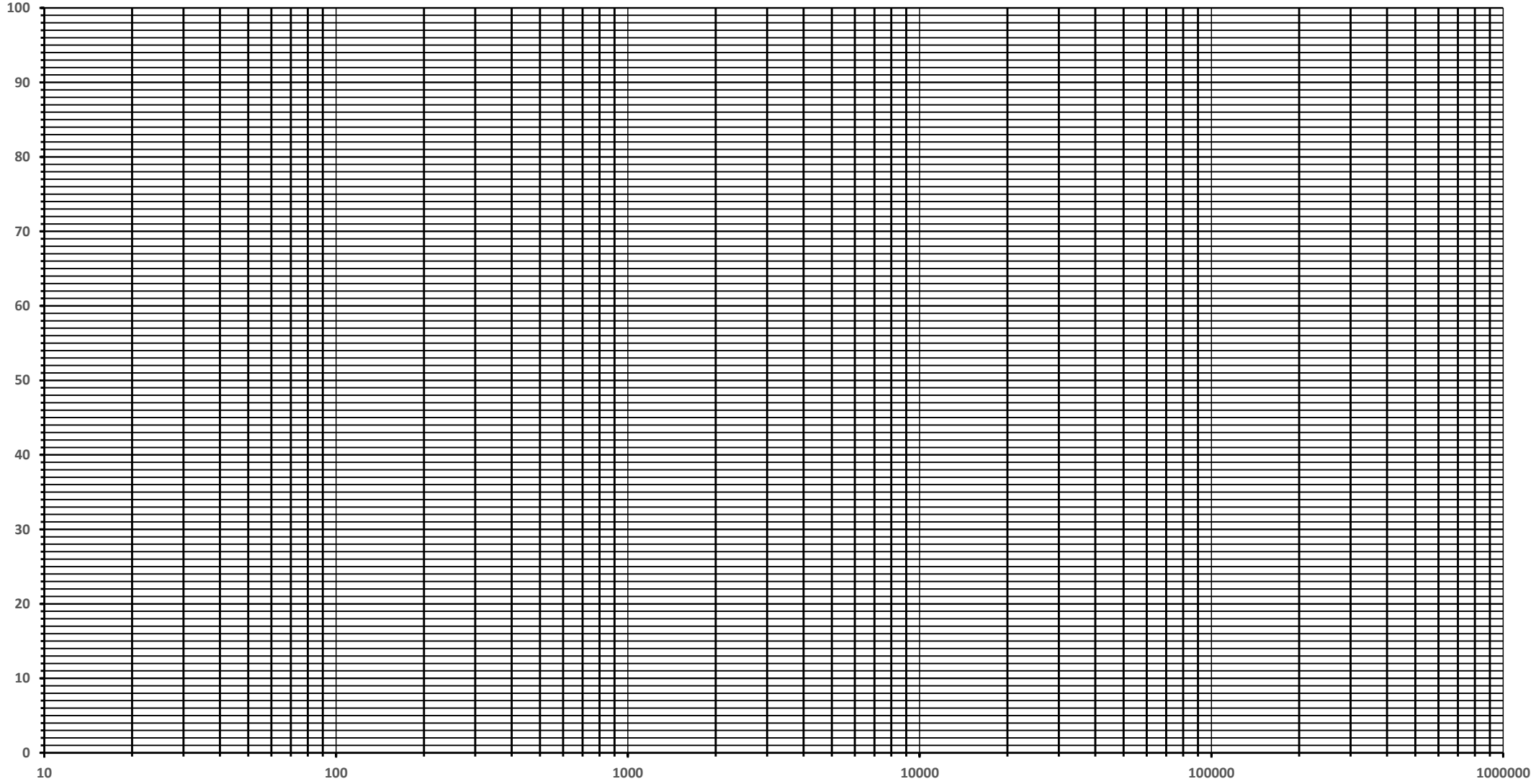
4- لرسم منحنى الاستجابة الترددية للمضخم قم بارجاع المتسعة CE وثبت جهد فولتية الادخال عند (0.1V) وغير تردد الادخال بخطوات و ثبت قيمة فولتية الإخراج وكسب الفولتية في جدول التالي:

fin (Hz)	Vo(Vp-p)	Av=Vo/Vin

5- بالاعتماد على الجدول السابق ارسم منحنى الاستجابة الترددية على ورقة البياني اللوغارتمية المرفقة ومنها اوجد تردد القطع الأول والثاني و عرض النطاق للمضخم.

الاسئلة:

1- ارسم دائرة مضخم الباعث المشترك بانحياز مقسم الجهد مع ذكر وظيفة كل عنصر من عناصر الدائرة.
2- بالاعتماد على جدول قراءاتك، اذكر قيمة كسب الفولتية للمضخم بغياب المتسعة CE ومن ثم بوجودها، واشرح سبب الاختلاف ان وجد.
3- وضح المقصود بمنحنى الاستجابة الترددية للمضخم مع الرسم والتأشير.
4- بالاعتماد على البياني الخاص منحنى الاستجابة الترددية الذي رسمته اذكر: قيمة فولتية الادخال، اقصى قيمة لفولتية الإخراج، اقصى كسب للفولتية، تردد القطع الأول، تردد القطع الثاني، عرض النطاق للمضخم.


100
90
80
70
60
50
40
30
20
10
0
10
100
1000
10000
100000
1000000

جامعة بغداد

كلية التربية للعلوم الصرفة / ابن الهيثم

قسم الفيزياء

تقرير مقدم الى مختبر الالكترونيات/المرحلة الثالثة

العام الدراسي (2025-2026)

اسم التجربة:.....

اسم الطالب:.....

الشعبة: .....**الدراسة:**.....

المجموعة:.....**اليوم:**.....**الساعة:**.....

اسماء الشركاء فى التجربة:

1. ..... 3. .....
2. ..... 4. .....

تاريخ اجراء التجربة:.....

تاريخ تسليم التقرير:.....

الفقرة	النظرية وطريقة العمل	الحسابات والنتائج	الرسم البياني	الاسئلة	المناقشة	الدرجة النهائية
الدرجة الممنوحة						
الدرجة القصوى	2	2	2	2	2	10