الاهتزاز الطبيعي المخمد

الغرض من التجربة: أيجاد التردد الطبيعي المخمد لكتلة معينة

وصف الجهاز: يتكون الجهاز من كتلة قيمتها $2.225kg$ تضطجع على وسادة هوائية بشكل أفقي ومثبتة من أحد طرفيها بثلاثة نوا بض تستند إلى جسم الجهاز وعند **سحب الكتلة إلى** حد معين ثم تركها **تأخذ** الكتلة بالاهتزاز وفقا إلى التردد الطبيعي لها ويتلاشى الاهتزاز بعد فترة وجيزة من الزمن نتيجة التخميد الناشئ من الهواء محيط ويمكن تغير قيمة الكتلة الأساسية بوضع كتل قياسية قيمة كل منها $500g$ ويمكن قياس الوقت الذي تستغرقه الكتلة في الاهتزاز لعدد معين من الذبذبات بواسطة ساعة توقيت يدوية.

وعندما يراد إجراء تخميد محدد على الكة فانه يتم إيصال التيار الكهربائي إلى قطبي ملف كهربي لتوليد فيض مغناطيسي كاف لتخميد الاهتزاز ويمكن تغيير قيمة الفيض المغناطيسي في الملف وبالتالي التحكم بمعامل التخميد وهناك راسمة تقوم برسم الاهتزاز المخمد وعلى ورق خاص بذلك.

الحسابات والنتائج:

I	X_1	X_2	δ	ξ	C	ω_d
0						
0.2						
0.4						
0.4						
0.6						
0.8						
1						
1.2						

المناقشة : المطلوب ارسم العلاقة بين:

1) I & ξ 2) C & ξ 3) δ & ξ 4) ω_d & ξ

الاهتزاز القسري المخمد

الغرض من التجربة :

تسليط قوة اهتزازية لمنظومة اهتزازية من الدرجة الاولى لإيجاد $(x / f_\circ / k)$ وكذلك نسبة التردد (ω/ω_n) ورسم العلاقة بينهما.

وصف الجهاز :

يتكون الجهاز من كتلة قيمتها $2.225kg$ تضطجع على وسادة هوائية بشكل أفقي ومثبتة من أحد طرفيها بثلاثة نوابض تستند إلى جسم الجهاز وعند سحب الكتلة إلى حد معين ثم تركها تأخذ الكتلة بالاهتزاز وفقا إلى التردد الطبيعي لها ويتلاشى الاهتزاز بعد فترة وجيزة من الزمن نتيجة التخميد الناشئ، الهواء المحيط ويمكن تغير قيمة الكتلة الأساسية بوضع كتل قياسية قيمة كل منها $500g$ ويمكن قياس الوقت الذي تستغرقه الكتلة في الاهتزاز لعدد معين من الذبذبات بواسطة ساعة توقيت يدوية.

وعندما يراد إجراء تخميد محدد على الكتة فانه يتم إيصال التيار الكهربائي إلى قطبي ملف كهربي لتوليد فيض مغناطيسي كاف لتخميد الاهتزاز ويمكن تغيير قيمة الفيض المغناطيسي في الملف وبالتالي التحكم بمعامل التخميد وهناك راسمة تقوم برسم الاهتزاز المخمد وعلى ورق خاص بذلك. وعندما يراد جعل الكتلة تهتز نتردد داخلي فان هناك كتلة غير متزنة مثبتة على محرك كهربائي ضمن الكتلة الأساسية للجهاز يقوم ذلك المحرك بتدوير الكتلة الغير متزنة وبالتالي ينشأ تردد داخلي تهتز الكتلة وفقا له وكذلك يمكن إنشاء اهتزاز قسري للكتلة عن طريق محرك كهربائي خارجي يقوم بتسليط قوة خارجية بشكل نبضي على الكتلة .

الحسابات والنتائج:

1. حساب التردد الطبيعي للمنظومة $\omega_n = 5.8\ rad/\sec$
2. حساب قيمة النابض k
3. حساب قيمة السرعة الزاوية ω المتولدة من تأثير القوة المسلطة على كآمات المنظومة من خلال العلاقة $\omega = 2\pi N / 60$
4. تسجيل قيمة x
5. تسجيل قيمة y_o=7.5 mm
6. تغيير قيمة السرعة الزاوية N
7. تكرار الخطوات أعلاه لكل قيمة السرعة الزاوية N

N $r.p.m$	ω	$\frac{\omega}{\omega_n}$	Xo	$\frac{x_o}{f_o / k}theory$	$\frac{x_o}{y_o}\exp.$
110	11.51				
105	10.99				
100	10.47				
95	9.94				
90	9.42				
85	8.89				
80	8.37				
75	7.85				

المناقشة : المطلوب رسم العلاقة بين $\frac{\omega}{\omega_n}$ **و** $\frac{x_o}{f_o / k}$ العملي والنظري وتوضيح حالة الرنين.

الاهتزاز القسري لمنظومة عتبة مزودة بنابض ومهملة التخميد

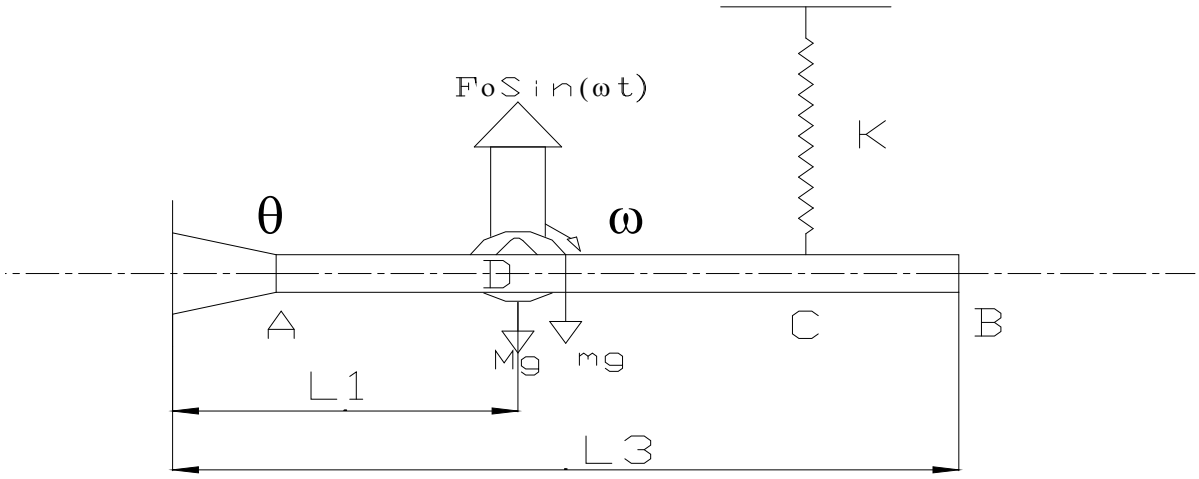
Forced vibration of a rigid body-spring system with negligible damping

المقدمة: عند تأثير قوة قسرية على المنظومة فأنها سوف تهتز بتردد القوة القسرية المؤثرة عليها وعند تساوي التردد القسري مع التردد الطبيعي للمنظومة بإهمال التخميد فان ظاهرة الرنين سوف تحصل وتهتز المنظومة بعنف وعند تجاوز قيمة التردد القسري لقيمة التردد الطبيعي فان السعة الاهتزازية للمنظومة سوف تقل وتبتعد عن منطقة الخطر.

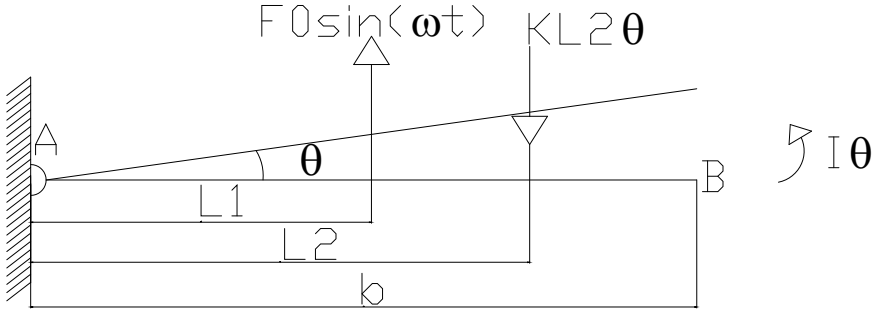
الغرض من التجربة : الاطلاع على تصرف المنظومة واهتزازها لمدى من الترددات القسرية وتعيين التردد الطبيعي الأساسية تجريبيا ومقارنته مع التردد الطبيعي المحسوب نظريا.

النظرية : المنظومة المبينة بالشكل رقم 1 مكونة :

1. عتبة AB بطول مقداره b وكتلته m مثبتة مفصليا من الرف الأيسر (pivot end) وحرة من الطرف الأخر.
2. نابض معامل مرونة k مثبت عند النقطة c على العتبة.
3. محرك كهربائي متغير السرعة يحوي على أقراص غير متزنة ومثبت على العتبة عند النقطة D له كتلة مقدارها M بضمنها أقراص عدم الاتزان.



يمكن كتابة معادلة الحركة للمنظومة على النحو التالي:



الأجهزة المختبرية :

1. يتكون الجهاز الخاص بالتجربة الشكل رقم 2 من إطار حديدي تثبت عليه عتبة من اليسار بمفصل يسمح بالدوران ومن اليمين بنابض وكما مبين الشكل.
2. محرك كهربائي مزود بقرصي عدم اتزان.
3. اسطوانة تسجيل إشارة الاهتزاز مزودة بورق بياني وبمحرك ثابت السرعة.
4. وحدة سيطرة لاعطاء المحرك الكهربائي سرعة متغيرة.
5. ساعة توقيت لحساب زمن الدورة الواحدة ومن ثم التردد.

طريقة العمل :

1. بعد تثبيت الجهاز المختبري وملحقاته يتم تشغيل المحرك الكهربائي بسرعة تتراوح بين 0−1500 دورة/دقيقة.
2. يتم تسجيل الإشارة على ورق بياني لكل ω
3. يتم احتساب زمن 20 ذبذبة من حلال ساعة توقيت لإيجاد زمن الذبذبة الواحدة ومن ثم التردد.
4. ينظم الجدول التالي:

سرعة المحرك $rev/\min$	الزمن t لـ 20 ذبذبة	$F=\frac{20}{t}(Hz)$	$\omega=2\pi F$	$x(mm)$
100				
200				
300				
400				
500				
600				
700				
800				

الحسابات والنتائج:

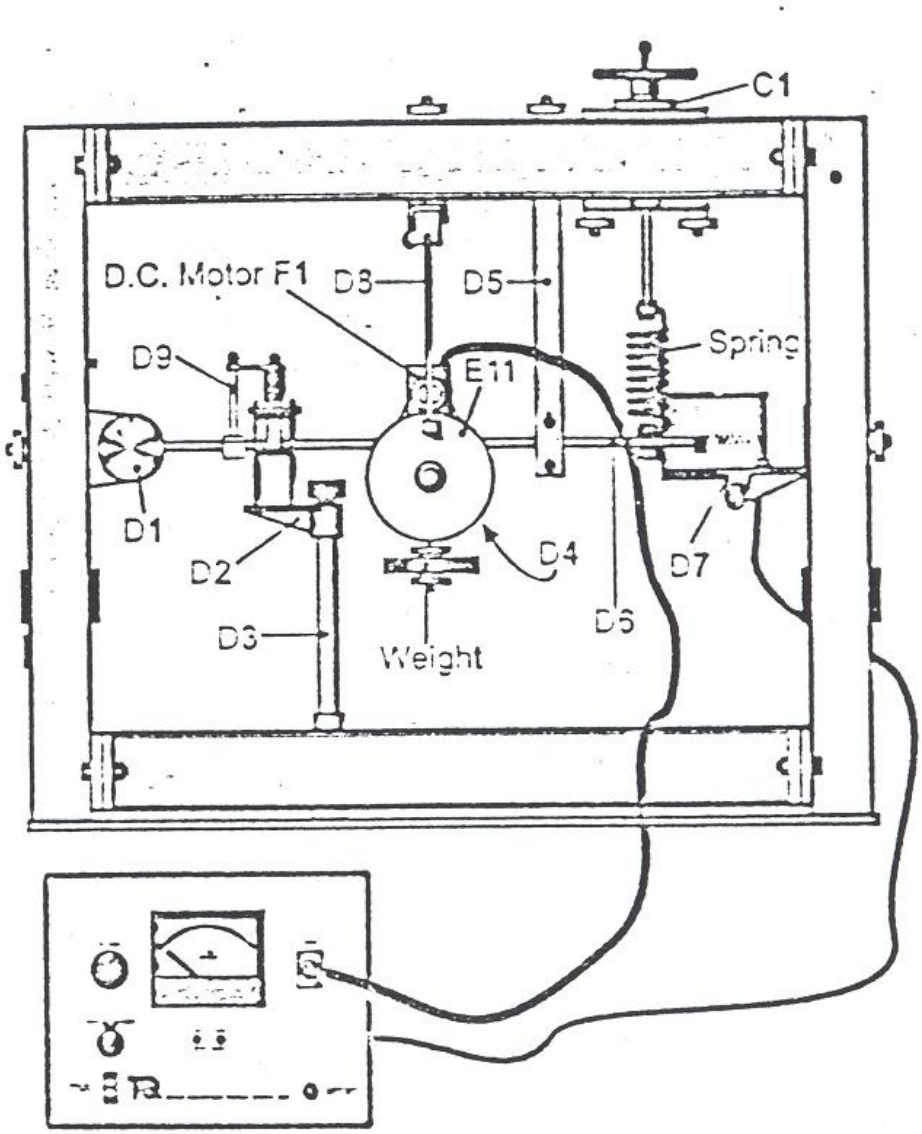
1. يتم أيجاد قيمة ω_n تجريبيا من رسم الإزاحة العظمى من الورق البياني x عند قيمة كل ω وعندها تكون قيمة $\omega_n=$ ω في منتصف الرنين أي عند أعلى قيمة لـ x (يلاحظ أن قيمة x لا تصل مالانهاية لوجود تخميد تم إهماله)
2. يتم احتساب قيمة ω_n نظريا من معادلة الحركة وعلى النحو الأتي $\omega_n=\sqrt{\frac{kL_2{}^2}{I}}$

المناقشة :

1. تقارن النتائج العملية لـ ω_n مع النظرية ويتم مناقشة الفرو قات المستحصلة.
2. يتم مناقشة المنحني المرسوم بين x و ω

ملاحظة :

كتلة المحرك مع الأقراص M kg	
كتلة العتبة m kg	
الطول L_1 (m)	
الطول L_2 (m)	
طول العتبة b (m)	
معامل المرونة للنابض k (N/m)	



الجهاز المختبري

مختبر الاهتزازات
الاهتزاز العرضي القسري المخمد لمنظومة عتبة
Damped forced transverse vibration of a beam system

المقدمة

تعتبر قوى التخميد في المنظومات الاهتزازية قوى معيقة للحركة الاهتزازية والتي من خلالها تقلل من الحركة الاهتزازية تدريجيا للمنظومة . في الواقع ان التخميد يحصل في كافة المنظومات الاهتزازية والذي قد يسبب بفعل الاحتكاك او مقاومة الحركة عن طريق اللزوجة للزيت كما في التجربة الحالية

الغرض من التجربة

معرفة تصرف المنظومة وسعاتها الاهتزازية عند قيم مختلفة نسبة التردد القسري الاني للتردد الطبيعي للمنظومة و تعين مناطق الرنين بالاضافة الى الاطلاع على تصرف منحني فرق الطور مع قيم مختلفة نسبة التردد القسري الاني للتردد الطبيعي

الجانب النظري :

1- يمكن ايجاد التردد الطبيعي الاساسي للمنظومة باستخدام معادلة دنكرلي (Dunkerley Equ.) وعلى النحو الاتي :

حيث ان: ω هي التردد الطبيعي للمنظومة بوجود المحرك الكهربائي والعتبة
ω_1 هي التردد الطبيعي للمنظومة تحوي المحرك الكهربائي فقط
ω_b هي التردد الطبيعي للعتبة وحدها

حيث ان E معامل يونك لمعدن العتبة
I العزم الثاني بمقطع العتبة
m_0 كتلة العتبة فقط
M كتلة المحرك مع ملحقاته

وان معادلة الحركة للمنظومة هي :

الاجهزة المختبرية:

1- عتبة مثبتة مفصليا من الطرفين على اطار حديدي وكما مبين في الشكل.
2- منظومة تخميد.
3- محرك كهربائي متغير السرعة مزود بقرصي عدم اتزان.
4- مايكرومتر مع دائرة كهربائية لاعطاء اشارة عند التماس.
5- Stropescobe.
6- وحدة سيطرة لاعطاء المحرك الكهربائي سرع مختلفة.

طريقة العمل:

1- بعد تثبيت المحرك على العتبة واكمال الدائرة الكهربائية ،نظم المايكرومتر بحيث يمس نقطة التماس والمنظومة في حالة سكون وان تراعي ان التماس يحصل عند اعطاء الـ stropescobe نبضة ضوئية ثم دون قراءة المايكرومتر.

2- دور المحرك الكهربائي بسرع مختلفة وعند كل سرعة يحصل فيها اهتزاز نظم الميكروميتر بحيث يمس نقطة التماس اثناء اهتزاز العتبة وعندها الـ stropescobe يعطي نبضة ضوئية دليل على التماس، ثم اطرح كل قراءة تحصل عليها من القراءة التي حصلت عليها عندما كانت المنظومة في وضع سكون، فأن هذا الفارق في القراءتين يعطي السعة الاهتزازية اللحظية العظمى للمنظومة عند كل تردد قسري.

3- لقياس زاوية الطور ثبت stropescobe امام قرص عدم الاتزان ونظم التردد النبضي الضوئي بحيث يظهر القرص متوقفا عن الدوران والاشارة الموجودة عليه تحدد قيمة زاوية الطور.

4- يمكن اعادة التجربة بتغيير قيمة التخميد من خلال التحكم بمساحة مكبس المخمد.

النتائج المستحصلة:

ينظم جدول عند كل حالة تخميد (بدون تخميد ، تخميد واطي ، تخميد عالي) وعلى النحو التالي:

Motor speed (rev/min)	$\omega/\omega n$	Phase angle log(˚)	Amplitude x max.(mm)
500			
600			
700			
800			
900			
980			
1000			
1010			
1020			
1040			
1050			
1055			
1060			
1075			
1100			
1200			
1300			
1400			
1500			
1800			
2000			
2500			

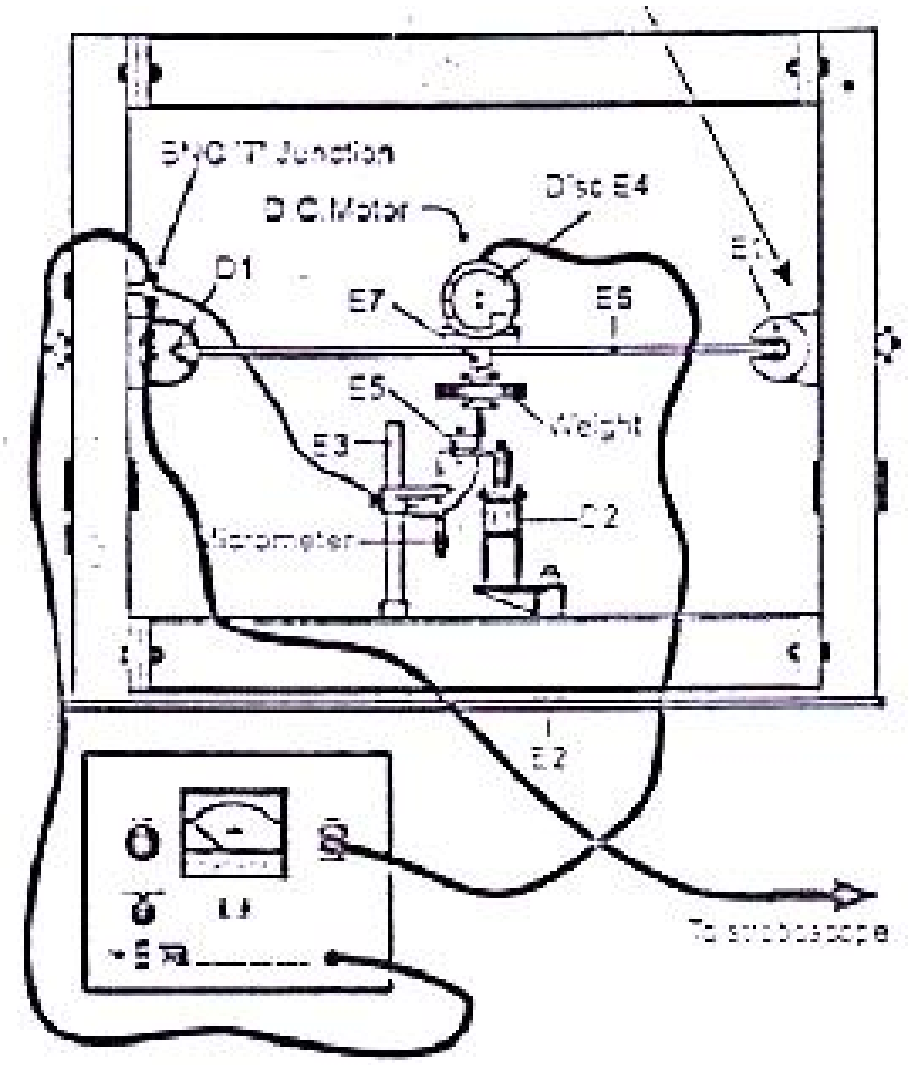
جدول بالنتائج المختبرية

النتائج والمناقشة

1- يتم رسم منحني بين سعة الاهتزاز وقيمة نسبة (W/Wn) ولمدى من السرع المستخدمة ولحالة التخميد الواطيء والعالي وبدون التخميد.
2- يتم رسم منحني بين زاوية الطور وقيمة نسبة (W/Wn) ولمدى من السرع المستخدمة .
3- يتم مناقشة تصرف المنحنيات في (1+ 2) اعلاة .

ملاحظة

معامل يونك للعتبة (N/m2) =
ابعاد مكقطع العتبة (mm*mm)=
كتلة العتبة (kg m) =
كتلة المحرك مع ملحقاته(kg M)=



الجهاز المختبري المستخدم في التجربة

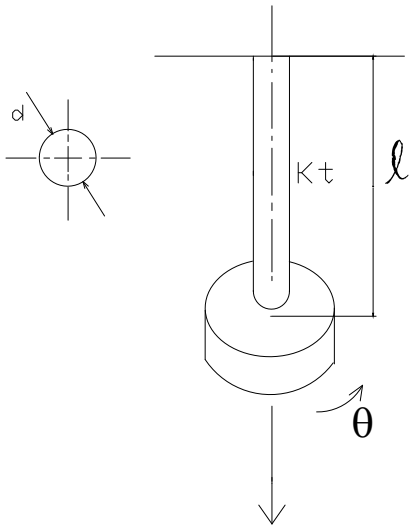
مختبر الاهتزازات
تجربة رقم (5) /الاهتزاز الحر لمنظومة التوائية

الغرض من التجربة:

الاستعانة بتذبذب لي حر غير مخمد لبندول مكون من حدافة معلقة بقضيب من اعلى الجهاز لتعيين عزم القصور الذاتي للحدافة بالنسبة لمحور التذبذب الرأسي وحساب (ξ).

نظرية التجربة:

تكون معادلة حركة ذبذبة لي ناتجة عن ازاحة زاوية (θ) لبندول اللي الموضح بالشكل هي :



$$I\ddot{\theta} + Kt = 0 \qquad (1)$$

حيث I = عزم القصور الذاتي للجسم المعلق بالقضيب بالنسبة لمحور التذبذب الرأسي.
K_t = جساءة اللي للقضيب.

Torsional stiffness

(2)

Natural speed

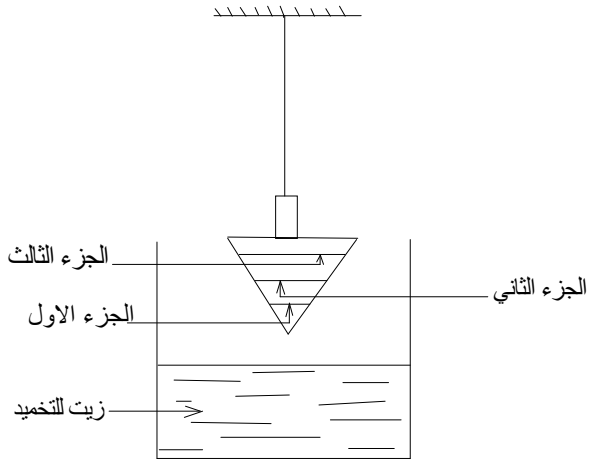
but:

for (undammed vib.) (3)

for damped vib.

وصف الجهاز:

يتكون الجهاز من حدافة ثقيلة بها جزء مخروطي بالاسفل معلقة بقضيب رأسي مقبوض بواسطة كلابات من طرف مثبت في حامل بأعلى الجهاز.



خطوات العمل:

1- علق الحدافة بالقضيب في الهواء بعيدا عن الزيت الموجود بالاناء السفلي وقس الزمن الدوري (τ) بعد احداث ذبذبة لي بزاوية معينة (θ).
2- غير قيمة زاوية اللي (θ)وقس قيمة (τ)في كل حالة.
3- اغمر الحز الاول للحدافة (القرص) داخل الزيت وقس الزمن الدوري (τd) بعد احداث ذبذبة لي بزاوية معينة(θ).
4- غير مقدار الجزء المغمور من القرص داخل الزيت وسجل مقدار (τd) لكل حالة.
5- غير قيمة زاوية اللي (θ) وأعد الخطوة (3) و (4) .

الحسابات والمناقشة:

اوجد قيمة كل من : ξ ، ωd ، I، ωn ، τ

الحالة	$\deg\theta$	$\sec\tau$	ωn	ωd	ξ
غير مخمد	10				
	20				
	30				

حالة التخميد	$\deg\theta$	$\sec\tau$	ωn	ωd	ξ
مغمور الحز الاول	10				
	20				
	30				
مغمور الحز الثاني	10				
	20				
	30				
مغمور الحز الثالث	10				
	20				
	30				