University of M'sila
Faculty of Technology
Department of Electrical Engineering
(Date 19/01/2025)

normal session exam in Vibrations and Waves

academic year 2024/2025
field: ST
module: vibrations and waves
(duration : 1h30min)

theoretical questions(5pts)

*Indicate whether each of the following statements is **true** or **false**:

1- the frequency of a weakly damped free vibration is greater than the natural frequency of the system?
2- The motion diminishes to zero in both weak and heavy damping cases.
3- The final position of the mass is always the equilibrium position in the case of solid friction.
4- The amplitude of an undamped system will not change with time.

*Fill in the **blanks**:

5- The logarithmic decrement denotes the rate at which the _____ of a free damped vibration decreases.
6- The damping force in solid damping is given by _____.
7- The damped natural frequency can be expressed in terms of the undamped natural frequency as _____.

*Select the **appropriate** answer out of the multiple choices given:

8- The natural frequency of a system with mass *m* and stiffness *k* is given by: a. $\frac{k}{m}$ b. $\sqrt{\frac{k}{m}}$ c. $\sqrt{\frac{m}{k}}$
9- For a critically damping system, the motion will be: **a.** periodic **b.** aperiodic **c.** harmonic
10- In solid friction, the amplitude of motion is reduced in each cycle by: a. $\frac{\mu mg}{k}$ b. $\frac{2\mu mg}{k}$ c. $\frac{4\mu mg}{k}$

Exercise №1(3pts)

Consider the SDOF system $(k+m+\alpha)$ with $m = 500g$, $k = 50N.m^{-1}$, and $\alpha = 0.5kg.s^{-1}$ fill in the table below:

Quantity	Symbol	Value with its unit
Natural angular frequency	ω_0	
Pseudo angular frequency	ω_a	
Critical damping coefficient	δ_c	
Damping ratio	ξ	
damping coefficient	δ	
Logarithmic decrement	D	

Exercise №2(4pts)

A metal block of mass m, placed on a horizontal and rough surface, is attached to a spring of stiffness k as shown in fig.1 below and is given an initial displacement of $10\ cm$ from its equilibrium position. After five cycles of oscillation in $2\ s$, the final position of the metal block is found to be $1\ cm$ from its equilibrium position.

1- Calculate the pseudo period T_0 and deduce the pseudo angular frequency ω_0.
2- Calculate the amplitude decay Δx per cycle and deduce the solid friction coefficient μ. $(g = 9.81m.s^{-2})$

Exercise №3(8pts)

Consider a rigid bar, of length l and negligible mass, pivoted at the bottom end and carries a point mass m at the other end. A spring of stiffness k and a damper α are connected to m horizontally as shown in fig.2. Assuming that the spring is unstretched when the bar is vertical (equilibrium position), and the system is rotating about the pivot point O during its motion with a small angle θ $(\cos\theta \approx 1\ and\ \sin\theta \approx \theta)$, so find:

1- $U(\theta)$, $T(\dot{\theta})$, Lagrange's function $\mathcal{L}(\theta,\dot{\theta})$ and dissipation function $D(\dot{\theta})$.
2- Extract the differential equation of motion.
3- Deduce the condition of oscillation in the undamped system.
4- If so what's the regime of oscillation in the system?
5- We applied a harmonic horizontal force on the mass m.
Is the resonance possible?

We give $\alpha = 0.5kg.s^{-1}, m = 4kg, k = 140N.m^{-1}, l = 1m, g = 10m.s^{-2}$?

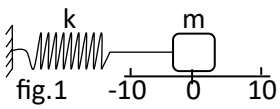


fig.1

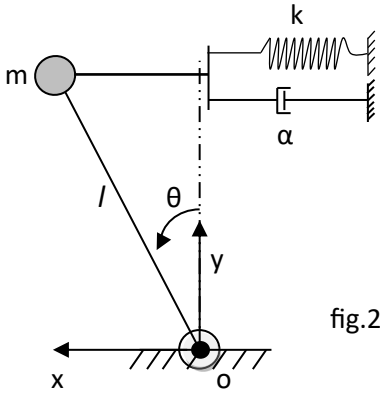


fig.2

good luck

جامعة محمد بوضياف بالمسيلة
كلية التكنولوجيا
قسم الهندسة الكهربائية
(التاريخ: 2025/01/19)

امتحان الدورة العادية في الاهتزازات والأمواج

السنة الجامعية 2025/2024
ميدان التكنولوجيا
المادة: الاهتزازات والأمواج
(المدة: 1سا و30د)

أسئلة عامة(5ن)

*أشر بـ **صح** أو **خطأ** على كل عبارة من العبارات التالية:

1- تردد الاهتزاز الحر ضعيف التخامد أكبر من التردد الطبيعي للنظام.
2- تتلاشى الاهتزازات إلى الصفر في كل من حالتي التخامد الضعيف والتخامد الثقيل.
3- الموضع النهائي للكتلة هو دائمًا موضع التوازن في حالة الاحتكاك الصلب.
4- السعة العظمى للاهتزاز في النظام الحر غير المخمّد لا تتغير عبر الزمن.

*إملأ الفراغات بما **يناسب**:

5- يعبر التناقص اللوغاريتمي على النسبة التي تنخفض بها _____ الاهتزاز في حالة التخامد الضعيف.
6- تعطى قوة الاحتكاك الصلب بالعبارة: _____.
7- يمكن أن نعبر عن شبه النبض في حالة التخامد الضعيف بواسطة النبض الطبيعي على النحو التالي: _____.

*إختر الإجابة **الصحيحة** من بين الخيارات المتعددة التالية:

8- يعطى النبض الطبيعي للنظام (k, m) بالعبارة: a. $\frac{k}{m}$ b. $\sqrt{\frac{k}{m}}$ c. $\sqrt{\frac{m}{k}}$

9- في حالة التخامد الحرج يؤدي النظام حركة: a- دورية b- لا دورية c - توافقية

10- في حالة الاحتكاك الصلب، تتناقص سعة الاهتزاز في الدورة الواحدة بمقدار: a. $\frac{\mu mg}{k}$ b. $\frac{2\mu mg}{k}$ c. $\frac{4\mu mg}{k}$

التمرين الأول (3ن)

نعتبر النظام ذو درجة واحدة من الحرية $(k + m + \alpha)$ حيث أن $m = 500g$ و $k = 50N.m^{-1}$ و $\alpha = 0.5kg.s^{-1}$. إملأ الجدول أسفله:

المقدار	الرمز	القيمة مع الوحدة
النبض الطبيعي	ω_0	
شبه النبض	ω_a	
معامل التخامد الحرج	δ_c	
نسبة التخامد	ξ	
معامل التخامد	δ	
التناقص اللوغرتمي	D	

التمرين الثاني (4ن)

جسم معدني كتلته m ينزلق على سطح أفقي خشن ويتصل بنابض ثابت مرونته k كما هو مبين في الشكل1 في الأسفل. نعطي للجسم المعدني إزاحة ابتدائية مقدارها $10\ cm$ بالنسبة إلى وضع التوازن. بعد خمس دورات كاملة من الاهتزاز استغرقت $2\ s$، نلاحظ أن الجسم يتوقف عن الحركة على بعد $1\ cm$ من موضع توازنه.

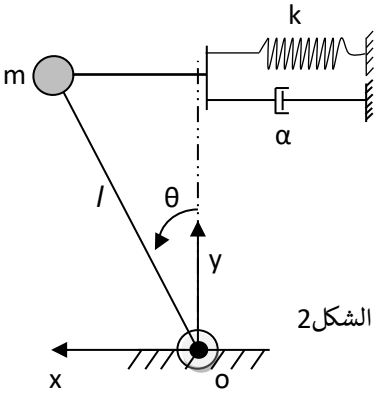
1- أحسب شبه الدور T_0 ثم استنتج شبه النبض ω_0.
2- أحسب مقدار التناقص في السعة العظمى Δx الحاصل في الدورة الواحدة ثم استنتج معامل الاحتكاك الصلب μ. $(g = 9.81m.s^{-2})$

التمرين الثالث(8ن)

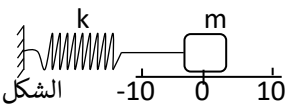
تتمفصل ساق معدنية صلبة، طولها l وكتلتها مهملة، عند الطرف السفلي وتحمل كتلة نقطية m عند الطرف العلوي. يتصل بالكتلة نابض ثابت مرونته k ومخمد α موضوعين أفقيًا كما هو موضح في الشكل 2. على افتراض أن النابض بدون استطالة في الوضع الشاقولي للساق (وضع التوازن)، وأن النظام يدور حول نقطة التمفصل O بزاوية θ صغيرة $(\cos\theta \approx 1\ and\ \sin\theta \approx \theta)$، جد إذن :

1- $U(\theta)$ و$T(\dot{\theta})$ ودالة لاغرونج $\mathcal{L}(\theta, \dot{\theta})$ وكذا دالة التبدد $D(\dot{\theta})$.
2- اشتق المعادلة التفاضلية للحركة
3- استنتج شرط وجود الاهتزازات الحرة في النظام في غياب التخامد.
4- إذا كان كذلك فما هي حالة الاهتزازات في النظام المعتبر؟
5- نطبق على الكتلة m قوة أفقية توافقية. هل يمكن أن نشاهد الرنين في النظام؟

يعطى: $\alpha = 0.5kg.s^{-1}, m = 4kg, k = 140N.m^{-1}, l = 1m\ and\ g = 10m.s^{-2}$ ؟



الشكل2



الشكل 1

بالتوفيق