
UNIVERSITI SAINS MALAYSIA

Kursus Semasa Cuti Panjang
Sidang Akademik 2006/2007

JUN 2007

EMM 322E/3 – Noise and Vibration
Hingar dan Getaran

Masa : 3 jam

ARAHAN KEPADA CALON :

Sila pastikan bahawa kertas soalan ini mengandungi **LAPAN (8)** mukasurat dan **ENAM (6)** soalan serta **DUA (2)** lampiran yang bercetak sebelum anda memulakan peperiksaan.

Sila jawab **LIMA (5)** soalan sahaja.

Lampiran A : Rajah 1 (Masa gemaan optimum pada 500 Hz)
Jadual 1 (Masa gemaan optimum T/T_{500})
Jadual 2 (Pengecilan berkaitan turas-turas pemberat)

Lampiran B : Rajah 2 (Lengkungan sama kenyaringan)

Calon dibenarkan menjawab semua soalan dalam **Bahasa Inggeris** ATAU **Bahasa Malaysia** ATAU kombinasi kedua-duanya.

Setiap soalan mestilah dimulakan pada mukasurat yang baru.

- Q1. [a] For a harmonic plane wave propagating in the +x direction, show that the particle velocity leads particle displacement by 90° . Also, what is the phase relationship between acoustic pressure and particle displacement when the wave is propagating in the -x direction?**

Bagi gelombang satah harmonik yang bergerak pada arah +x, tunjukkan bahawa halaju zarah mendahului sesaran zarah dengan 90° . Tentukan hubungan fasa antara tekanan akustik dengan sesaran zarah apabila gelombang bergerak pada arah -x?

(40 markah)

- [b] A plane wave in air has intensity of 10 W/m^2 . Calculate the force on a perfectly reflecting wall of area 10 m^2 due to impact of the wave on the surface of the wall.**

Satu gelombang satah di udara mempunyai keamatan 10 W/m^2 . Kirakan daya yang dikenakan pada permukaan 10 m^2 yang memantul dengan sempurna selepas hentaman gelombang pada permukaan dinding itu.

(30 markah)

- [c] An air-conditioning unit operates with an intensity level, $IL = 73 \text{ dB}$. If it is operated in a room with an ambient $IL = 68 \text{ dB}$, calculate the resultant IL .**

Sebuah penyaman udara beroperasi dengan paras keamatan, $IL = 73 \text{ dB}$. Jika ia digunakan di dalam bilik dengan paras keamatan sekitar, $IL = 68 \text{ dB}$, kirakan paras keamatan paduan.

(30 markah)

- Q2. [a] If the incident sound power at a boundary is 10 W and the sound power reflection coefficient, $\alpha_1 = 0.70$, determine the sound power transmitted across the boundary.**

Jika kuasa bunyi yang menuju ke arah satu sempadan adalah 10 W dan pekali pantulan kuasa bunyi, $\alpha_1 = 0.70$, tentukan kuasa bunyi yang dihantar melintasi sempadan tersebut.

(20 markah)

- [b] Explain the relationship between hearing sensitivity and sound frequencies based on equal loudness curves in Appendix B.**

Huraikan hubungan antara kepekaan pendengaran dan frekuensi bunyi berdasarkan lengkungan sama kenyaringan pada Lampiran B.

(40 markah)

- [c] A result of A-weighted sound pressure level measurement is shown in Figure Q2[c]. Determine the total of C-weighted sound pressure level for the components.

Satu keputusan pengukuran paras tekanan bunyi dengan pemberat A ditunjukkan dalam Rajah S2[c]. Tentukan jumlah paras tekanan bunyi dengan pemberat-C bagi komponen tersebut.

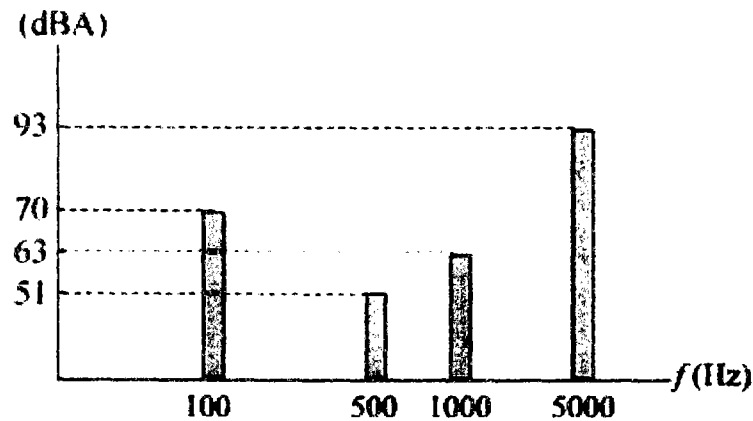


Figure Q2[c]
Rajah S2[c]

(40 markah)

- Q3. A $(10 \times 25 \times 4) \text{ m}^3$ room has to be used as a lecture room for 200 people. It has two 4 m^2 doors made of thick wood, and 16 glass windows that always open with size of 1.5 m^2 each. Other surfaces are made from concrete.

- Determine the reverberation time for 250 Hz, 500 Hz and 1000 Hz.
- Explain whether the room is suitable for lecture if there is no acoustic correction.
- If absorption material with absorption coefficient $\alpha = 0.9$ is added to the ceiling, determine the noise reduction. Calculate only for the frequency of 500 Hz.

Sebuah bilik berukuran $(10 \times 25 \times 4) \text{ m}^3$ akan digunakan sebagai bilik kuliah untuk 200 orang. Ada 2 pintu daripada papan tebal berukuran 4 m^2 setiap satu dan 16 tingkap cermin yang sentiasa dibuka berukuran 1.5 m^2 setiap satu. Permukaan-permukaan lain adalah daripada konkrit.

- Tentukan masa gemaan bagi 250 Hz, 500 Hz dan 1000 Hz.
- Nyatakan sama ada bilik ini sesuai untuk syarahan jika tiada pembetulan akustik dilakukan.
- Jika bahan penyerap dengan pekali penyerapan, $\alpha = 0.9$ ditambah pada siling, tentukan penurunan hingar. Kirakan hanya untuk frekuensi 500 Hz.

Bahan	Pekali penyerapan α		
	250 Hz	500 Hz	1000 Hz
Konkrit	0.01	0.02	0.02
Papan tebal	0.18	0.10	0.07
Cermin	0.06	0.04	0.03
Orang dengan kerusi kayu	0.15	0.40	0.45

Table Q3 Sound absorption coefficient

Jadual S3 Pekali penyerapan bunyi

(100 markah)

- Q4. [a] Figure Q4[a] shows a spring-dashpot-mass system with a mass of 1 kg, stiffness of 2 kN/m and damping coefficient of 0.1 Ns/m. The mass is subjected to an initial displacement of 0.002m downward and an initial velocity of 0.1 m/s upward. Determine the displacement of the mass after 2 seconds.

Rajah S4[a] menunjukkan sistem spring-peredam-jisim dengan jisim 1 kg, kekakuan 2 kN/m dan pekali redaman 0.1 Ns/m. Jisim dikenakan anjakan awal 0.002m ke bawah dan halaju awal 0.1 m/s ke atas. Tentukan anjakan jisim selepas 2 saat.

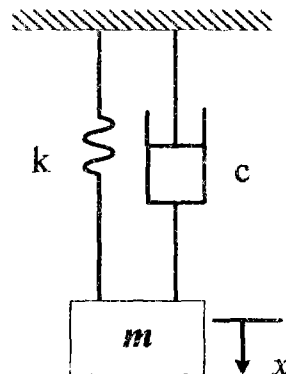


Figure Q4[a]

Rajah S4[a]

(70 Markah)

[b] Figure Q4[b] shows a mass m connected to two dashpots with damping coefficient of c_1 and c_2 and two springs with stiffeners of k_1 and k_2 .

- Draw the free-body diagram labeling all the active forces.
- Write the equation of motion of the system
- Determine the un-damped and damped natural frequency of the system.

Rajah S4[b] menunjukkan jisim m yang disambungkan kepada dua peredam dengan pekali redaman c_1 dan c_2 dan dua spring dengan kekakuan k_1 dan k_2

- Lukiskan rajah badan bebas dan labelkan daya-daya yang aktif.
- Tuliskan persamaan gerakan untuk sistem.
- Tentukan frekuensi jati bagi kes tanpa redaman dan kes yang diredam.

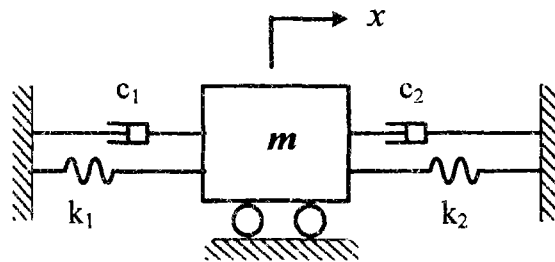


Figure Q4[b]
Rajah S4[b]

(30 Markah)

Q5. [a] A motor with a mass of 200 kg is rotating with an unbalanced mass of 0.5 kg and eccentricity of 0.01m. The motor is mounted on four springs and dashpots. The stiffness of each spring is 4 kN/m and the damping coefficient of each dashpot is 0.4 Ns/m. Determine the following.

- The rotating speed in r.p.m. where resonance can occur.
- The maximum vertical force transmitted to the floor at resonance.
- Give two suggestions on how the force transmitted to the floor can be reduced.

Sebiji motor berjisim 200 kg berputar dengan jisim tak imbang 0.5 kg dan kesipian 0.01m. Motor itu disokong oleh empat spring dan peredam. Kekakuan setiap spring ialah 4 kN/m dan pekali peredam bagi setiap peredam ialah 0.4 Ns/m. Tentukan yang berikut:

- i) Kelajuan putaran di dalam putaran seminit di mana salun boleh berlaku.*
- ii) Daya maksimum menegak yang dihantar ke lantai ketika salun.*
- iii) Berikan dua cadangan bagaimana daya yang dihantar ke lantai boleh dikurangkan.*

(50 markah)

[b] A quarter model of a car is shown in the figure Q5[b] below consisting of a mass, $m = 400$ kg, a dashpot with damping coefficient of $c = 2$ Ns/m and stiffness of 20 kN/m. The car is traveling on undulating road which can be modeled as a wave with an amplitude of 0.05m and wavelength of 10 metres.

- i) At what speed will the car experience the maximum vibration**
- ii) If the car is traveling at 60 km/h, determine the amplitude of oscillations of the car.**

Model suku kereta ditunjukkan di dalam Rajah S5[b] di bawah yang terdiri daripada jisim $m = 400$ kg, peredam dengan pekali redaman $c = 2$ Ns/m dan spring dengan kekakuan = 20 kN/m. Kereta tersebut bergerak di atas jalan yang beralun yang boleh dimodel seperti gelombang dengan amplitud 0.05 m dan panjang gelombang 10 meter.

- i) Pada kelajuan berapakah anjakan menjadi maksimum*
- ii) Jika kereta tersebut bergerak pada 60 km/j, tentukan anjakan kereta.*

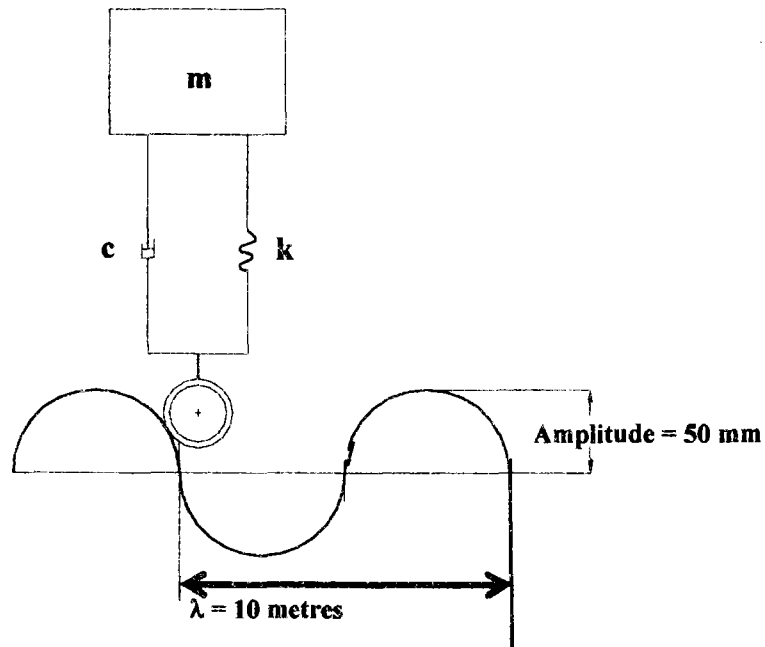


Figure Q5[b]
Rajah S5[b]

(50 markah)

Q6. [a] Figure Q6[a] shows a two-mass system and has the following system constants:

$$k = 8000 \text{ N/m} \quad m = 2 \text{ kg}$$

The first natural frequency of the system has been determined as

$$\omega_1^2 = \frac{k}{m} = 400 \text{ (rad/s)}^2 \text{ with the } \chi_1 = +1 \text{ and the second natural frequency}$$

$$\omega_2^2 = 4 \frac{k}{m} = 1600 \text{ (rad/s)}^2 \text{ with modal fraction } \chi_2 = -\frac{1}{2}.$$

- i) Determine the amplitudes of the first and second mode if the first mass is excited by the harmonic force $F = 50 \sin 30t$.
- ii) Sketch the natural mode shapes of the system for the first and second natural frequency.

Rajah S6[a] menunjukkan sistem dua jisim dan mempunyai pemalar-pemalar sistem seperti berikut:

$$k = 8000 \text{ N/m} \quad m = 2 \text{ kg}$$

Frekuensi jati pertama sistem telah ditentukan sebagai

$$\omega_1^2 = \frac{k}{m} = 400 \text{ (rad/s)}^2 \text{ dan pecahan mod } \chi_1 = +1 \text{ dan frekuensi jati kedua}$$

$$\omega_2^2 = 4\frac{k}{m} = 1600 \text{ (rad/s)}^2 \text{ dengan pecahan mod } \chi_2 = -\frac{1}{2}.$$

- i) Tentukan amplitud anjakan bagi mod pertama dan kedua jika jisim pertama diuja $F = 50 \sin 30t$ oleh daya harmonik.
- ii) Lakarkan bentuk-bentuk mod jati bagi frekuensi jati pertama dan frekuensi jati kedua bagi sistem-sistem.

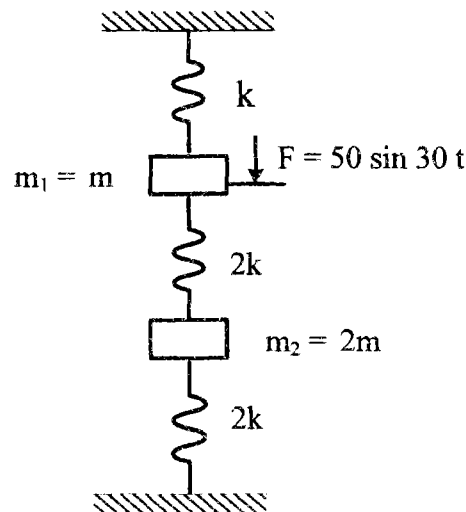


Figure Q6[a]
Rajah S6[a]

(80 Markah)

- [b] *Using sketches wherever possible, explain the principles of dynamic vibration absorber with particular reference to the zone in which the vibration of the primary mass can be theoretically reduced to zero.*

Dengan menggunakan lakaran di mana boleh, jelaskan prinsip penyerap getaran dinamik dengan merujuk kepada zon di mana getaran jisim utama secara teorinya boleh dikurangkan kepada sifar.

(20 Markah)

LAMPIRAN A

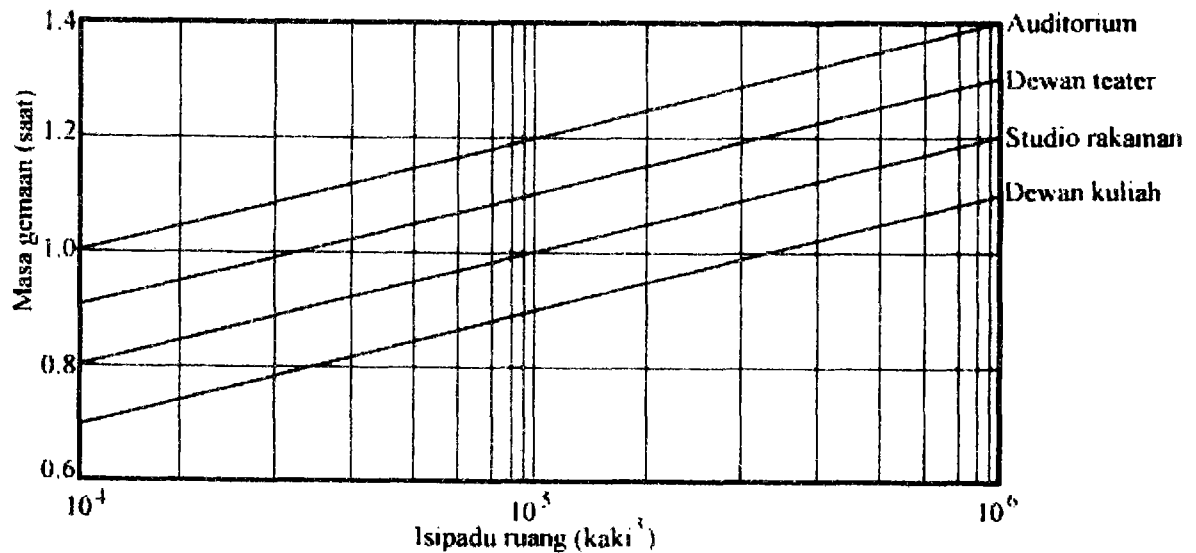


Figure 1: Optimum reverberation time at 500 Hz

Rajah 1: Masa Gemaan Optimum pada 500 Hz

Table 1: Optimum reverberation time T/T_{500}

Jadual 1: Masa Gemaan Optimum T/T_{500}

Frekuensi (Hz)	250	500	1000	2000
T/T_{500} (Ucapan)	1.0	1.0	1.0	1.0
T/T_{500} (Muzik)	1.2	1.0	0.95	0.9

Table 2: Attenuation associated with weighting filters

Jadual 2: Pengecilan berkaitan turas-turas pemberat

Frequency (Hz)	A weighting (dB)	B weighting (dB)	C weighting (dB)
25	-44.7	-20.4	-4.4
50	-30.2	-11.6	-1.3
100	-19.1	-5.6	-0.3
250	-8.6	-1.3	0
500	-3.2	-0.3	0
800	-0.8	0	0
1000	0	0	0
2000	+1.2	-0.1	-0.2
2500	+1.3	-0.2	-0.3
4000	+1.0	-0.7	-0.8
5000	+0.5	-1.2	-2.0
8000	-1.1	-2.9	-3.0

LAMPIRAN B

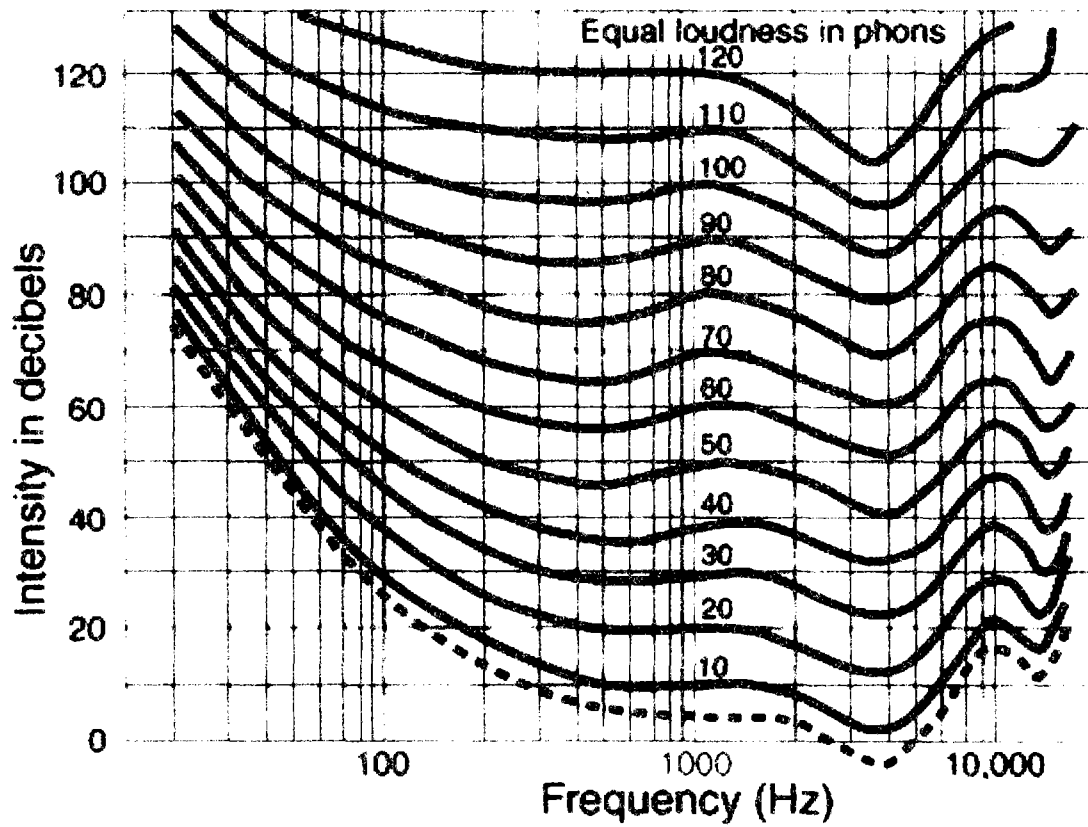


Figure 2: Equal Loudness Curves
Rajah 2: Lengkungan sama kenyaringan