
UNIVERSITI SAINS MALAYSIA

Peperiksaan Semester Kedua
Sidang Akademik 2006/2007

April 2007

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

Masa : 3 jam

ARAHAN KEPADA CALON :

Sila pastikan bahawa kertas soalan ini mengandungi **ENAM (6)** mukasurat dan **ENAM (6)** soalan serta **TIGA (3)** 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)

Lampiran C : Petua Cramer (Cramer's Rule)

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.

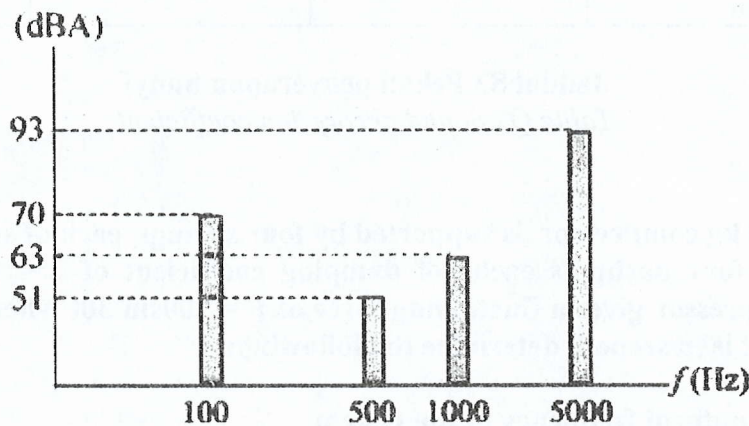


Figure Q2[c]
Rajah S2[c]

(40 markah)

- Q3. A $(10 \times 25 \times 4)$ m³ room has to be used as a lecture room for 200 people. It has two 4 m² doors made of thick wood, and 16 glass windows that always open with size of 1.5 m² 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 250 Hz.

Sebuah bilik berukuran $(10 \times 25 \times 4)$ m³ akan digunakan sebagai bilik kuliah untuk 200 orang. Ada 2 pintu daripada papan tebal berukuran 4 m² setiap satu dan 16 tingkap cermin yang sentiasa dibuka berukuran 1.5 m² setiap satu. Permukaan-permukaan lain adalah daripada konkrit.

- Tentukan masa gema 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 250 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

Jadual S3 Pekali penyerapan bunyi
Table Q3 Sound absorption coefficient

(100 markah)

Q4. [a] A 50 kg compressor is supported by four springs, each of stiffness 7500 N/m and four dashpots each of damping coefficient of $c = 125$ Ns/m. If the compressor gives a fluctuating force of $F = 200\sin 30t$ where F is in Newton and t is in second, determine the following:

- i) natural frequency of the system
- ii) damping ratio
- iii) steady state amplitude
- iv) phase angle
- v) expression for the force transmitted to the base and the maximum transmitted force

Sebuah pemampat berjisim 50 kg di sokong oleh empat spring dengan kekakuan bagi setiap spring adalah 7500 N/m dan empat peredam dengan pekali redaman $c=125$ Ns/m setiap peredam. Jika pemampat memberikan daya berkala $F=200\sin 30t$ di mana F di dalam Newton dan t di dalam saat, tentukan yang berikut:

- i) frekuensi jati sistem
- ii) nisbah redaman
- iii) amplitud keadaan mantap
- iv) sudut fasa
- v) persamaan untuk daya yang di hantar ke lantai dan nilai maksimum daya yang di hantar ke lantai.

(70 markah)

[b] Discuss TWO methods that can be used to reduce the transmitted force to the base from a vibrating machine. Use sketches and the relevant equations in your answer wherever possible.

Bincangkan DUA kaedah utama yang boleh digunakan untuk mengurangkan daya yang dihantar ke lantai daripada sebuah mesin yang bergetar. Gunakan lakaran dan persamaan yang berkaitan di mana boleh.

(30 markah)

Q5. Figure Q5 shows a two-degrees of freedom mass-spring-dashpot system. For the system shown ($m_1 = m_2 = m$ and $k_1=k_2=k_3=k_4=k$), determine the following

- the equation of motion of each mass
- the mass and stiffness matrix
- the characteristic frequency equation
- the associated natural frequencies and mode shape. For each mode shape a sketch of the relative displacement of the masses is required

Rajah S5 menunjukkan sistem dua darjah kebebasan. Bagi sistem yang ditunjukkan, tentukan yang berikut:

- persamaan gerakan untuk setiap jisim
- matrik jisim dan kekakuan
- persamaan cirian frekuensi
- frekuensi jati dan bentuk mod bagi sistem. Bagi setiap bentuk mod, lakaran yang menunjukkan anjakan relatif diperlukan.

(100 markah)

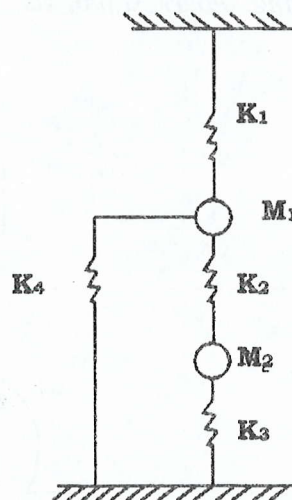


Figure Q5
Rajah S5

Q6. A dynamic vibration absorber (DVA) can be used to reduce the vibration of a primary system by attaching a secondary mass-spring system. Figure Q6 shows a motor with a mass of 50 kg located on a cantilever which gives a static deflection of 20 mm. The motor is operating a 1200 rpm with an unbalanced mass of 0.2kg and eccentricity of 0.1m. A (DVA) is designed to be attached to the motor body with the secondary mass limited to 0.5 kg for practical purposes. Using an undamped DVA, determine

- the suitable stiffness of the spring
- the natural frequency of the system before and after the DVA is attached

- c) the displacement amplitude of vibration displacement of the system before and after the installation of DVA. To assist your calculation, Appendix C includes the Cramer's rule.

Give your comment on the suitability of the installed DVA.

Sebuah penyerap getaran dinamik boleh digunakan untuk mengurangkan getaran bagi sebuah sistem utama dengan dipasangkan sistem jisim-spring kedua. Rajah S6 menunjukkan sebuah motor berjisim 50 kg dipasang pada hujung rasuk julur dengan lenturan statik 20 mm. Motor tersebut berputar pada kelajuan 1200 putaran seminit dengan jisim takimbang 0.2 kg dan kesipian 0.1m. Sebuah penyerap getaran dinamik di rekabentuk supaya dipasang kepada badan motor tersebut dengan jisim kedua di hadkan kepada 0.5 kg bagi tujuan praktik. Dengan menggunakan penyerap getaran tanpa redaman, tentukan yang berikut:

- nilai kekakuan spring yang sesuai
- frekuensi jati sistem sebelum dan selepas penyerap getaran dinamik di pasang
- amplitude sesaran getaran sebelum dan selepas penyerap getaran dinamik di pasang. Bagi membantu pengiraan, Lampiran C mengandungi Petua Cramer.

Berikan ulasan anda tentang keberkesanan sistem penyerap getaran yang dipasang tersebut.

(100 markah)

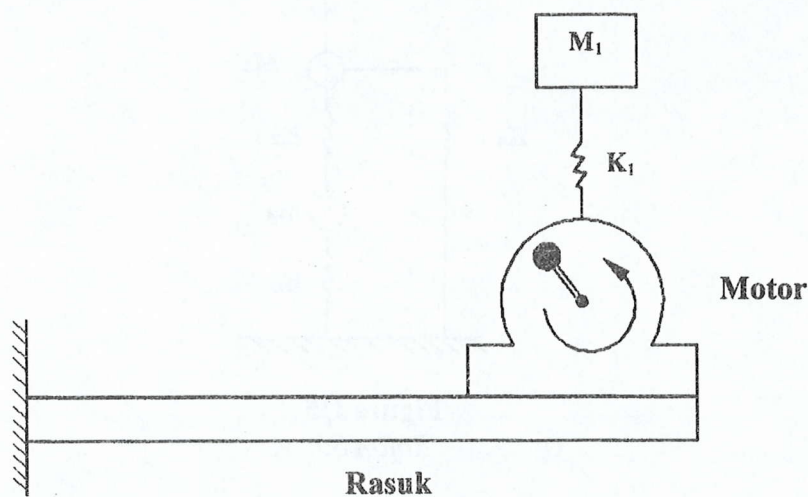


Figure Q6
Rajah S6

LAMPIRAN A

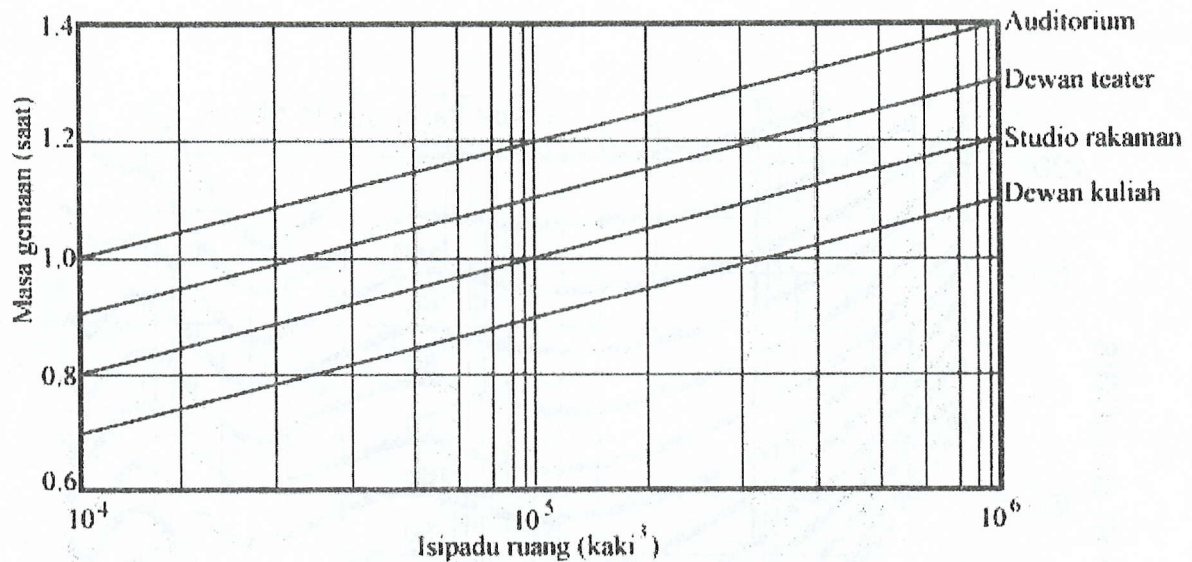


Figure 1: Optimum reverberation time at 500 Hz
 Rajah 1: Masa Gemaan Optimum pada 500 Hz

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

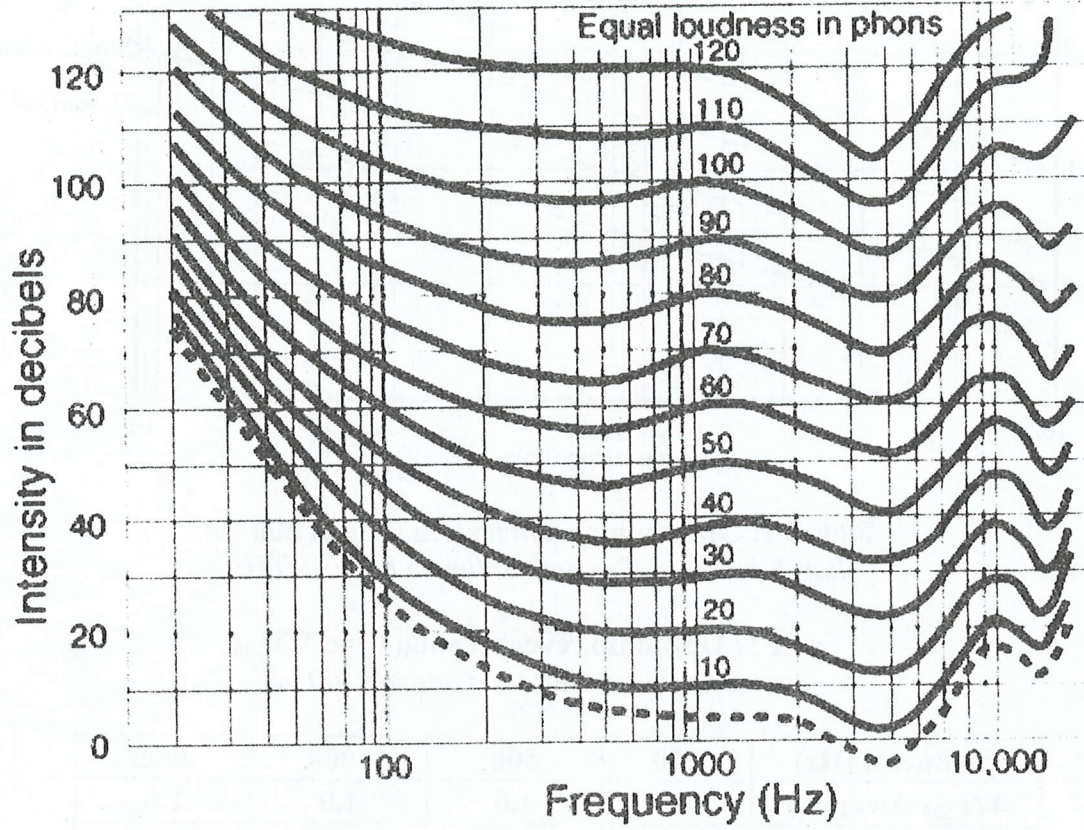


Figure 2: Equal Loudness Curves
Rajah 2: Lengkungan sama kenyaringan

THEOREM

If the system of equations

**Cramer's Rule for
Two Unknowns**

$$a_1x + b_1y = k_1$$

$$a_2x + b_2y = k_2$$

Is such that

$$\begin{vmatrix} a_1 & b_1 \\ a_2 & b_2 \end{vmatrix} \neq 0$$

Then the system has a unique solution. This solution is

$$x = \frac{\begin{vmatrix} k_1 & b_1 \\ k_2 & b_2 \end{vmatrix}}{\begin{vmatrix} a_1 & b_1 \\ a_2 & b_2 \end{vmatrix}}, \quad y = \frac{\begin{vmatrix} a_1 & k_1 \\ a_2 & k_2 \end{vmatrix}}{\begin{vmatrix} a_1 & b_1 \\ a_2 & b_2 \end{vmatrix}}$$

THEOREM

If the system of equations

**Cramer's Rule for
Three Unknowns**

$$a_1x + b_1y + c_1z = k_1$$

$$a_2x + b_2y + c_2z = k_2$$

$$a_3x + b_3y + c_3z = k_3$$

Is such that

$$\begin{vmatrix} a_1 & b_1 & c_1 \\ a_2 & b_2 & c_2 \\ a_3 & b_3 & c_3 \end{vmatrix} \neq 0$$

Then the system has a unique solution. This solution is

$$x = \frac{\begin{vmatrix} k_1 & b_1 & c_1 \\ k_2 & b_2 & c_2 \\ k_3 & b_3 & c_3 \end{vmatrix}}{\begin{vmatrix} a_1 & b_1 & c_1 \\ a_2 & b_2 & c_2 \\ a_3 & b_3 & c_3 \end{vmatrix}}, \quad y = \frac{\begin{vmatrix} a_1 & k_1 & c_1 \\ a_2 & k_2 & c_2 \\ a_3 & k_3 & c_3 \end{vmatrix}}{\begin{vmatrix} a_1 & b_1 & c_1 \\ a_2 & b_2 & c_2 \\ a_3 & b_3 & c_3 \end{vmatrix}}, \quad z = \frac{\begin{vmatrix} a_1 & b_1 & k_1 \\ a_2 & b_2 & k_2 \\ a_3 & b_3 & k_3 \end{vmatrix}}{\begin{vmatrix} a_1 & b_1 & c_1 \\ a_2 & b_2 & c_2 \\ a_3 & b_3 & c_3 \end{vmatrix}}$$