③ معامل النوعية (Q) specific modulus

هو النسبة بين متوسط الطاقة المخزونة الى الطاقة المفقودة خلال دورة واحدة في جهاز مضاعل مضروبًا في (2π) - [وهو مجرد من الوحدات] :

$$Q = 2\pi \left(\frac{\text{معدل الطاقة الكلية المخزونة خلال دورة واحدة}}{\text{معدل الطاقة المفقودة خلال نفس الدورة}} \right) \quad \text{---(20)}$$

وحيث ان الطاقة المخزونة في الجهاز خلال دورة واحدة تمثلها الكمية $\langle E \rangle$.
أما الطاقة المفقودة لكل دورة فانها تساوي القيمة المطلقة لمعدل تغير الطاقة الكلية في وحدة الزمن $\left| \left\langle \frac{dE}{dt} \right\rangle \right|$ مضروبًا في زمن الدورة الواحدة T.
أي أن :

$$Q = 2\pi \frac{\langle E \rangle}{\left| \left\langle \frac{dE}{dt} \right\rangle \right| T} \quad \text{---(21)}$$

$$\therefore \frac{d\langle E \rangle}{dt} = \frac{R}{m} \langle E \rangle$$

نعوض المعادلة الاخيرة بالمعادلة (21) فنحصل على :

$$\therefore Q = 2\pi \frac{\langle E \rangle}{\left| \frac{R}{m} \langle E \rangle \right| T} = \frac{2\pi m}{RT}$$

$$\therefore \omega = \frac{2\pi}{T} \; , \; r = \frac{R}{2m} \; , \; \Delta = rT$$

$$\therefore Q = \frac{2\pi m}{RT} = \frac{\omega m}{R} = \frac{\pi}{rT} = \frac{\pi}{\Delta} = \frac{\omega}{2r} \quad \text{---(22)}$$

أسئلة حول الفصل الرابع

س1) جهاز تردده الطبيعي بدون اضمحلال 20 Hz ، وتردده الطبيعي بوجود الاضمحلال 16 Hz . أحسب:
① التناقص اللوغارتمي ② زمن الاسترخاء ③ معامل النوعية

س2) جد معادلة الجهاز التوافقي الفعل $\frac{d^2x}{dt^2} + 2\frac{dx}{dt} + 5x = 0$ تحت الشروط $x=5$ ، $\frac{dx}{dt} = -3$ في اللحظة الزمنية $t=0$.
ثم أعطِ تفسيراً فيزيائياً للنتائج التي حصلت عليها

س3) إذا كانت قوة الاحتكاك التي تقاوم حركة الجهاز المؤلف من جسم ونابض هي (7.5 N) لليوتن ، حيث أن N هي السرعة اللحظية للجهاز.
ⓐ برهن أن حركة هذا الجهاز هي حركة اهتزازية مضمحلة
ⓑ جد الزمن الدوري للاهتزاز المضمحل
ⓒ التناقص اللوغارتمي ⓓ معامل النوعية ⓔ زمن الاسترخاء
علماً أن كتلة الجهاز هي (24 kgm) وأن ثابت النابض (40 N/m)

س4) جسم كتلته (30 kgm) علق بطرف نابض حلزوني فأدى الاستطالة بمقدار (0.5 m) . أزيح هذا الجسم نحو الأسفل بإزاحة (0.75 m) عن موضع التوازن ثم ترك حراً.
ⓐ وضح طبيعة الحركة الناتجة (هل هي توافقية غير مضمحلة أم مضمحلة أو حرجة أو زائدة الاضمحلال).
ⓑ جد موقع الجسم في أي لحظة زمنية إذا كانت القوة المقاومة لحركة الجهاز والناتجة من اللزوجة تساوي (10 V) لليوتن. حيث أن V هي السرعة اللحظية للجسم.

س5) جهاز مضمحل يبدأ أول سعة له وقدرها (5 cm) وتنقص الى (5 mm) فيغير الاتجاه بعد أكماله 100 ذبذبة. فإذا كان الزمن الدوري له 2.3 sec . جد: ⓐ التناقص اللوغارتمي ⓑ زمن الاسترخاء ⓒ معامل النوعية.

س6) مهتز مضمحل معادلة حركته هي $\frac{d^2y}{dt^2} + 10\frac{dy}{dt} + 15y = 0$ جد الحل العام لهذه المعادلة وأنهي التغير الفيزيادي لذلك.

س7) جسم كتلته (0.2 kgm) معلق بنهاية نابض حلزوني له ثابت مقداره 80 N/m أذا كان الجسم يتأثر بقوة تعاكسه تتناسب عدديا مع bv حيث v هي سرعة الجسم لأنه يتحرك بوحدة متر لكل ثانية و b مقدار ثابت. أ) أكتب معادلة الحركة للمهتز

ب) أذا كان التردد المضمحل يساوي $\frac{\sqrt{3}}{2}$ من قيمة التردد الطبيعي غير المضمحل فما هي قيمة b.

ج) ما هي قيمة ثابت النوعية Q للمهتز، وما هو مقدار النقص في سعة الاهتزاز بعد انجاز (10) هزات.

س8) علق جسم كتلته (5 kgm) في طرف نابض عمودي فأحدث استطالة مقدارها 62.5 m 62.5 m ثم سحب الجسم بعد ذلك الى أسفل مسافة (3 cm) وترك.

أ) عين موضع الجسم في أية لحظة زمنية، أذا تغير لقوة معيقة تتناسب عدديا مع السرعة وبقدر سرعة لأنية 4 مرات.

ب) ما هي طبيعة حالة الحركة.

انتهى الحل بتاريخ ٢٠١٤/٤/١٢

(2) مهتز متحرك بدأ أول سعة له 10 cm وتناقص إلى 5 cm بعد 20 ذبذبة، فإذا كان الزمن الدوري للاهتزاز يساوي 2 sec. أوجد: a) ثابت الإخماد اللوغاريتمي b) معامل التوهين c) زمن الاسترخاء

$X_0 = 10$ cm $X_{20} = 5$ cm $n = 20$ $T = 2$ sec.

a) $\Delta = ?$ b) $Q = ?$ c) $t = ?$

a)

$$\Delta = \frac{1}{n} \ln \frac{X_0}{X_n}$$

$\ln 2 = 0.693$

$$\Delta = \frac{1}{20} \ln \frac{10}{5} = 3.47 \times 10^{-2}$$

b)

$$Q = \frac{\pi}{r T} = \frac{\pi}{\Delta}$$

$$Q = \frac{\pi}{3.47 \times 10^{-2}} = 90.65$$

c)

$$t = \frac{1}{r}$$

$$\Delta = r T \Rightarrow r = \frac{\Delta}{T} = \frac{3.47 \times 10^{-2}}{2} = 1.785 \times 10$$

$$\therefore t = \frac{1}{r} = \frac{T}{\Delta} = \frac{1}{1.785 \times 10^{-2}} = 56 \text{ sec.}$$

أسئلة حول الفصل الرابع

س١) وجد تردد الطنين بدون اضمحلال 20 Hz ، وتردد الطنين بوجود الاضمحلال 16 Hz . أحسب ① التناقص اللوغاريتمي ② عامل التوهين ③ زمن الاسترخاء.

الحل: $f = 16\ Hz$ ، $f_0 = 20\ Hz$

① $\Delta = rT$

$$T = \frac{1}{f} = \frac{1}{16} \text{ sec.}$$

$$w = \sqrt{w_0^2 - r^2} \Rightarrow r = \sqrt{w_0^2 - w^2} = \sqrt{(2\pi f_0)^2 - (2\pi f)^2}$$

$$r = 2\pi\sqrt{20^2 - 16^2} = 2\pi\sqrt{400 - 256}$$

$$r = 2\pi\sqrt{144} = 2\pi \times 12 = 24\pi$$

$$\therefore \Delta = rT = 24\pi \times \frac{1}{16} = \frac{3}{2}\pi$$

② $$Q = \frac{\pi}{\Delta} = \frac{\pi}{\frac{3}{2}\pi} = \frac{2}{3}$$

③ $$t = \frac{1}{r} = \frac{1}{24\pi} \text{ sec.}$$