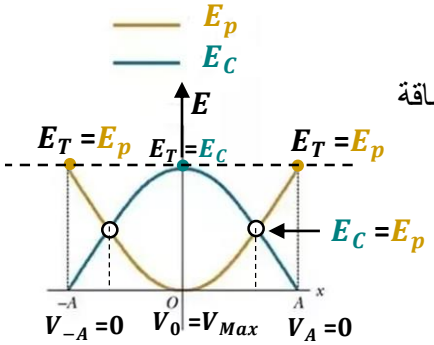
وثيقة 12	الطاقة في الهزاز التوافقي ENERGY IN HARMONIC OSCILLATOR	DOC12

1. تبادل الطاقة في الهزاز التوافقي



- **عند أقصى إزاحة $(x = \pm A)$:** الطاقة الكلية طاقة كامنة.
- **عند وضعية التوازن $(x = 0)$:** الطاقة الكلية طاقة حركية.
- **في المجالين $[-A \quad 0[$ و $]0 \quad A]$:** الطاقة الكلية تساوي مجموع الطاقة الحركية و الكامنة.
- تتساوي الطاقتين الحركية والكامنة عند نقاط تقاطع المنحنيين(O).

2. تغيرات الطاقة بدلالة الزمن

أ. الطاقة الكامنة

تكتب عبارة الطاقة الكامنة بدلالة الإزاحة كما يلي:

$$E_P(x) = \frac{1}{2}kx^2$$

بتعويض عبارة الإزاحة اللحظية في عبارة الطاقة الكامنة نجد:

$$E_P(t) = \frac{1}{2}kA^2\cos^2(\omega_0 t - \theta)$$

ب. الطاقة الحركية

نعوض عبارة السرعة المعممة في عبارة الطاقة الحركية، نجد:

$$E_C = \frac{1}{2}m\dot{x}^2 = \frac{1}{2}m(-A\omega_0\sin(\omega_0 t - \theta))^2$$

$$= \frac{1}{2}m\omega_0^2 A^2\sin^2(\omega_0 t - \theta)$$

لكن من خلال عبارة النبض للجملة $m-k$: $(\omega_0^2 = \frac{k}{m} \Rightarrow k = m\omega_0^2)$ يمكن كتابة عبارة الطاقة الحركية على الشكل:

$$E_P(x) = \frac{1}{2}kA^2\sin^2(\omega_0 t - \theta)$$

ت. الطاقة الكلية (الميكانيكية)

ومنه عبارة الطاقة الكلية للهزاز التوافقي:

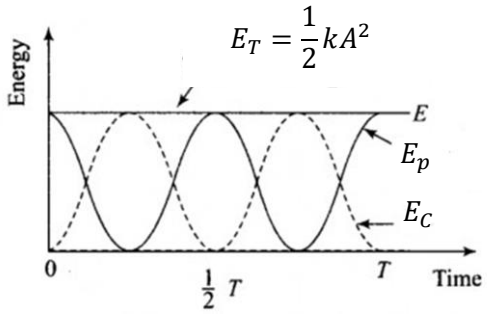
$$E_T = E_p + E_C$$

$$= \frac{1}{2}kA^2\cos^2(\omega_0 t - \theta) + \frac{1}{2}kA^2\sin^2(\omega_0 t - \theta)$$

$$= \frac{1}{2}kA^2\left[\cos^2(\omega_0 t - \theta) + \sin^2(\omega_0 t - \theta)\right]$$

$$= \frac{1}{2}kA^2 = Cte$$

وبالتالي الهزاز التوافقي عبارة عن جملة فيزيائية ذات طاقة كلية ثابتة (وهذا بسبب غياب التخامد لعدم وجود الإحتكاك)، وهي تتناسب مع مربع سعة الإهتزازات. تتغير الطاقتين الكامنة والحركية للهزاز التوافقي مع الزمن، لكن مجموعهما يبقى ثابتا، هناك تبادل ثنائي ودائم بين شكلي الطاقتين أثناء الحركة (الشكل).


$E_T = \frac{1}{2}kA^2$
Energy
E
E_p
E_C
0
$\frac{1}{2}$ T
T
Time