CHAPTER - 13 Oscilation दोलन

Points to remember

PERIODIC MOTION

A motion that repeats itself at regular intervals of time is called periodic motion.

e.g. (i) Revolution of earth around sun in its orbit.

आवर्त गति

वह गति जो नियमित समय अंतराल पर स्वयं को दोहराती है, आवर्त गति कहलाती है।

जैसे (I) अपनी कक्षा में सूर्य के चारों ओर पृथ्वी की परिक्रमा।

Periodic function

Those mathematical functions which repeat their value after a fixed interval.

e.g. sine, cosine, tan, sec, cosec, cot

आवर्ती फलन

वे गणितीय फलन जो एक निश्चित अंतराल के बाद अपना मान दोहराते हैं।

जैसे Sine, Cosine, tan, sec, Cosec, Cot

Time Period

The minimum time interval after which a motion repeats itself.e.g. (i) time period for revolution of earth= 365.25 days (ii) For trigonometric functions =2π

आवर्तकाल

वह न्यूनतम समय अन्तराल जिसके बाद कोई गति स्वयं को दोहराती है ।

(i) पृथ्वी की परिक्रमा की आवर्तकाल 365.25 दिन

(i) त्रिकोमितीय फलनों के लिए = 2π

Oscillation or Vibrations

A to and fro motion or a periodic and bounded motion is known as oscillations or vibrations

Every oscillatory motion is periodic, but every periodic motion need not be oscillatory. e.g. Circular motion is a periodic motion, but it is not oscillatory.

दोलन या कंपन

माध्य स्थिति के सापेक्ष आगे-पीछे की आवर्ती गति को दोलन या कंपन के रूप में जाना जाता है।

प्रत्येक दोलन गति आवर्ती होती है, लेकिन प्रत्येक आवर्त गति को दोलनशील होना आवश्यक नहीं है । जैसे वृताकार गति एक आवर्ती गति है, लेकिन यह दोलानशील नहीं है ।

Harmonic function:

A periodic and bounded mathematical function is known as harmonic function.

e.g. sine and cosine

आवर्ती फलन

एक आवधिक और सिमित गणितीय फलन को आवर्ती फलन के रूप में जाना जाता है ।

जैसे : Sine and Cosine

Simple harmonic motion

Simple harmonic motion is the simplest form of oscillatory motion.

Def: The oscillatory motion in which restoring force acting on the particle is directly proportional to the displacement and always directed towards the mean position.

Equation of SHM $y=A\sin(\omega t+\emptyset)$ $x=A\cos(\omega t+\emptyset)$

Here y or x = displacement at any time A= amplitude

$\omega t+\emptyset$ = phase

ω = angular frequency

$\emptyset$ = phase constant (or phase angle)or initial phase or epoch i.e. phase at t=0

Some definitions

quantities	definitions	formula
(i) Frequency (ν)	The number of repetitions that occur per unit time.	v = 1/T unit: s-1 or hertz (Hz)
(ii) Displacement (x or y)	It refers to change with time of any physical property under consideration.	e.g. For an oscillating simple pendulum, the angle from the vertical. $y = A \sin(\omega t + \varphi)$.
(iii) Amplitude(A)	It is a positive constant which represents the magnitude of the maximum displacement of the particle from its mean position.	
(iv) Phase	It describes the state of motion (position and direction) at a given time.	

सरल आवर्त गति

सरल आवर्त गति दोलन गति का सबसे सरल रूप है ।

परिभाषा : दोलन गति जिसमें कण पर कार्य करने वाला

प्रत्यानयन बल विस्थापन के समानुपाती होता है और हमेशा माध्य स्थिति की ओर निर्देशित होता है ।

SHM का समीकरण $y=A\sin(\omega t+\emptyset)$

$x=A\cos(\omega t+\emptyset)$

यहाँ y या x = किसी भी समय विस्थापन

A = आयाम

$\omega t+\emptyset$ = चरण या कला

w = कोणीय आवृति

ϕ = कला स्थिरांक (या कला कोण) या प्रारंभिक कला (t = 0)

संख्या	परिभाषाएं	सूत्र
(i) आवृति (ν)	प्रति इकाई समय में होने वाली पुनरावृति की संख्या ।	v = 1/T इकाई: s-1 या हर्टज (Hz)
(ii) विस्थापन (x या y)	यह विचाराधीन किसी भी भौतिक गुण के समय के साथ परिवर्तन को संदर्भित करता है ।	जैसे एक दोलनशील सरल लोलक के लिए, उर्ध्वाधर से कोण । y = A sin (ωt + φ).
(iii) आयाम (A)	यह एक घनात्मक स्थिरांक है जो कण के उसकी मध्य स्थिति से अधिकतम विस्थापन के परिमाण को दर्शाता है ।	
(iv) कला	एक निश्चित समय पर गति की स्थिति (स्थिति और दिशा) का वर्णन करता है ।	

Acceleration

In SHM, the acceleration is proportional to the displacement and is always directed towards the mean position.

a = $-\omega^2 x$

FORCE

$F=ma$

$F=-ky$ Here k= $m\omega^2$

Simple harmonic motion is the motion executed by a particle subject to a force, which is proportional to the displacement of the particle and is directed towards the mean position.

त्वरण

SHM में, त्वरण विस्थापन के समानुपाती होता है और हमेशा माध्य स्थिति की ओर निर्देशित होता है ।

a = $-\omega^2 x$

बल

$F=ma$

$F=-ky$ यहाँ k= $m\omega^2$

सरल आवर्त गति एक बल के अधीन कण द्वारा निष्पादित गति है, जो कण के विस्थापन के समानुपाती होती है और माध्य स्थिति की ओर निर्देशित होती है ।

Energy of simple harmonic oscillator

A particle executing simple harmonic motion has kinetic and potential energies, both varying between the limits, zero and maximum.

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

(1) Average Value of Kinetic Energy,$<K>=(¼)kA^2$

(2) Average Value of Potential Energy ,$<U>=(¼)kA^2$

(3) Total energy remains constant.

(4) Frequency of K and U is double of SHM whereas frequency of E=0

(5) Potential energy U(t), kinetic energy K(t) and the total energy E as functions of time t.

(6) Potential energy U(x), kinetic energy K(x) and the total energy E as functions of position x .

Phase Relation Between Displacement, Velocity And Acceleration

The phase difference between (a)Displacement and velocity = $\pi/2$

(b) Velocity and Acceleration = $\pi/2$

(c) Acceleration and displacement =π

सरल आवर्त दोलन की उर्जा

सरल आवर्त गति निष्पादित करने वाले एक कण में गतिज और स्थितिज उर्जाए होती हैं, दोनों अलग-अलग होती है ।

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

(1) गतिज उर्जा का औसत मान,$<K>=\frac{1}{4}kA^2$

(2) स्थितिज उर्जा का औसत मान ,$<U>=\frac{1}{4}kA^2$

(3) कुल उर्जा स्थिर रहती है ।

(4) K और U की आवृति SHM से दुगुनी होती है

(5) स्थितिज उर्जा U(t), गतिज उर्जा K(t) और कुल उर्जा E समय t के फलन है ।

(6) स्थितिज उर्जा U(x), गतिज उर्जा K(x) और कुल उर्जा E विस्थापन के फलन है ।

विस्थापन और वेग बिच कालांतर = $\frac{\pi}{2}$

वेग और त्वरण के बिच कालांतर = $\frac{\pi}{2}$

त्वरण और विस्थापन के बिच कालांतर = π

Simple Pendulum

" A system of a small massive body suspended by a light, inextensible string from a rigid (fixed) support and capable of oscillating in one vertical plane is known as a simple pendulum."

Time period $T = 2\pi\sqrt{\frac{\text{Displacement}}{\text{Acceleration}}}$

$= 2\pi\sqrt{\frac{L}{g}}$

Oscillations of a loaded spring

or Time period $T = 2\pi\sqrt{\frac{\text{Inertia factor}}{\text{Spring Factor}}}$

$= 2\pi\sqrt{\frac{m}{k}}$

सरल लोलक

किसी पूर्णत: प्रत्यास्थ, लम्बे, पतले, भार रहित और अवितान्य धागे से एक भरी कण लटका दिया जाए तथा कण उस धागे से लटककर घर्षण रहित दोलन करे उसे आदर्श लोलक (Ideal pendulam) कहते हैं ।

समयांतराल $T = 2\pi\sqrt{(\text{विस्थापन/त्वरण})}$

$= 2\pi\sqrt{\frac{L}{g}}$

भारित स्थिरता का दोलन

$T = 2\pi\sqrt{(\text{Inertia factor})/\text{Springfactor})}$

$T = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k}}$

MULTIPLE CHOICE QUESTIONS:
बहुविकल्पीय प्रश्न:

1. **What is the time period of a pendulum that completes 10 oscillations in 20 seconds?**

   20 सेकंड में 10 दोलन पूरा करने वाले लोलक की समयावधि क्या है?

   a. 1 second b. 2 seconds
   c. 10 seconds d. 0.5 seconds

2. **Which of the following quantities remains constant for a simple harmonic oscillator?**

   a. Velocity b. Frequency
   c. Amplitude d. Displacement

   एक सरल आवर्त दोलित्र के लिए निम्नलिखित में से कौन सी राशि नियत रहती है?

   a.वेग b. आवृत्ति
   c. आयाम d. विस्थापन

3. **If the frequency of a wave is 50 Hz, what is its time period?**

   यदि किसी तरंग की आवृत्ति 50 हर्ट्ज है, तो उसकी समयावधि क्या है?

   a. 50 s b. 0.02 s
   c. 0.05 s d. 200 s

4. **In simple harmonic motion, what is the relationship between displacement and time?**

   a. Linear b. Exponential
   c. Quadratic d. Inverse

   सरल आवर्त गति में, विस्थापन और समय के बीच क्या संबंध है?

   a. रेखीय b. घातीय
   c. द्विघात d. श्लोक में

5. **What is the SI unit of frequency?**

   आवृत्ति की SI इकाई क्या है?

   a. Hertz (Hz) b. Joule (J)
   c. Newton (N) d. Pascal (Pa)

6. **If the amplitude of a pendulum is doubled, what happens to its time period?**

   a. It remains the same
   b. It becomes half
   c. It doubles
   d. It becomes four times

   यदि एक लोलक का आयाम दोगुना कर दिया जाए, तो इसकी समयावधि क्या होगी?

   a. यह वैसा ही रहता है
   b. यह आधा हो जाता है
   c. यह दोगुना हो जाता है
   d. यह चार गुना हो जाता है

7. **Which of the following motions is an example of periodic motion?**

   a. Oscillation of a pendulum
   b. Straight-line motion
   c. Free fall of an object
   d. Rolling of a ball

   निम्नलिखित में से कौन सी गति, आवर्त गति का उदाहरण है?

   a. लोलक का दोलन
   b. सरल-रेखा गति
   c. किसी वस्तु का मुक्त रूप से गिरना
   d. गेंद का लुढ़कना

8. **If the frequency of a wave is 60 Hz, what is its wavelength if the wave speed is 180 m/s?**

   यदि किसी तरंग की आवृत्ति 60 हर्ट्ज है, यदि तरंग की गति 180 मीटर/सेकेंड है तो इसकी तरंगदैर्घ्य क्या है?

   a. 30 m b. 18 m
   c. 36 m d. 3 m

9. **Which of the following equations represents simple harmonic motion?**

   निम्नलिखित में से कौन सा समीकरण सरल आवर्त गति का प्रतिनिधित्व करता है?

   a. $y = 2x + 5$ b $y = 3\sin(2\pi t)$
   c. $y = ex$ d. $y = x2$

10. **What is the relationship between frequency and the time period of a wave?**

    a. Inverse proportion
    b. Direct proportion
    c. No relationship
    d. Exponential relationship