EMRS TGT Tier II Descriptive Science Sample Questions with Model Solution 5

Q1. वायु में ध्वनि तरंग 330 m/s की चाल से चलती है। यदि तरंग की आवृत्ति 660 Hz है, तो उसकी तरंगदैर्घ्य की गणना कीजिए तथा आवृत्ति और तरंगदैर्घ्य के बीच संबंध समझाइए।

उत्तर

परिचय

ध्वनि एक यांत्रिक अनुदैर्ध्य तरंग है जो कणों के कंपन के कारण किसी माध्यम में प्रसारित होती है। तरंग की चाल, आवृत्ति और तरंगदैर्घ्य के बीच का मूल संबंध विभिन्न परिस्थितियों में ध्वनि के व्यवहार को समझने के लिए आवश्यक है।

तरंगदैर्घ्य की गणना

तरंग समीकरण है:

तरंग की चाल = आवृत्ति × तरंगदैर्घ्य

दिया गया है:

चाल (v) = 330 m/s

आवृत्ति (f) = 660 Hz

तरंगदैर्घ्य (λ) = v ÷ f

λ = 330 ÷ 660

λ = 0.5 मीटर

अवधारणात्मक व्याख्या

तरंगदैर्घ्य ध्वनि तरंग में दो क्रमिक संपीड़नों या विरलनों के बीच की दूरी को दर्शाता है। आवृत्ति प्रति सेकंड होने वाले कंपनों की संख्या को बताती है।

किसी निश्चित माध्यम में चाल स्थिर रहती है, इसलिए तरंगदैर्घ्य और आवृत्ति एक-दूसरे के व्युत्क्रमानुपाती होते हैं। इसका अर्थ है कि यदि आवृत्ति बढ़ती है, तो तरंगदैर्घ्य उसी अनुपात में घटती है। अतः उच्च आवृत्ति की ध्वनियों की तरंगदैर्घ्य कम होती है, जबकि निम्न आवृत्ति की ध्वनियों की तरंगदैर्घ्य अधिक होती है।

निष्कर्ष

ध्वनि तरंग की तरंगदैर्घ्य 0.5 मीटर है। आवृत्ति और तरंगदैर्घ्य के बीच व्युत्क्रमानुपाती संबंध पिच और तरंग के गुणों में होने वाले अंतर को स्पष्ट करता है।

Q2. विस्थापन–समय तथा वेग–समय ग्राफों का उपयोग करते हुए समान रूप से त्वरित गति के समीकरणों को ग्राफीय विधि से व्युत्पन्न कीजिए। वेग–समय ग्राफ के अंतर्गत आने वाले क्षेत्रफल का भौतिक महत्व भी बताइए।

उत्तर

विस्थापन–समय ग्राफ

समान रूप से त्वरित गति करने वाली वस्तु के लिए विस्थापन–समय (s–t) ग्राफ एक वक्र (परवलय) होता है जो ऊपर की ओर खुलता है। यह वक्र दर्शाता है कि वस्तु समान समयांतरालों में क्रमशः अधिक दूरी तय करती है, जिससे स्पष्ट होता है कि उसका वेग निरंतर बढ़ रहा है।

वेग–समय ग्राफ तथा समीकरणों की व्युत्पत्ति

समीकरणों की व्युत्पत्ति के लिए वेग–समय (v–t) ग्राफ का उपयोग किया जाता है। मान लें कि कोई वस्तु प्रारंभिक वेग u से चलना शुरू करती है और समान त्वरण a से समय t तक गति करती है तथा अंतिम वेग v प्राप्त करती है। इस स्थिति में v–t ग्राफ एक सीधी रेखा होता है जिसकी ढाल ऊपर की ओर होती है।

(1) प्रथम समीकरण (वेग–समय संबंध) वेग-समय ग्राफ की ढाल (या प्रवणता) वस्तु के त्वरण को दर्शाती है।

- ढाल = (वेग में परिवर्तन) / (समय)
- **a = (v - u) / t**
- इसे पुनर्व्यवस्थित करने पर गति का प्रथम समीकरण: **v = u + at**

(2) द्वितीय समीकरण (विस्थापन–समय संबंध) वेग-समय ग्राफ के नीचे का क्षेत्रफल का भौतिक महत्व यह है कि यह वस्तु का कुल विस्थापन दर्शाता है। समान त्वरण की स्थिति में, सीधी रेखा के नीचे बना क्षेत्रफल एक समलंब के आकार का होता है। कुल क्षेत्रफल ज्ञात करने के लिए इस समलंब को एक आयत और एक त्रिभुज में विभाजित किया जा सकता है।

- आयत का क्षेत्रफल = $u \times t$
- त्रिभुज का क्षेत्रफल = $(1/2) \times$ आधार $\times$ ऊँचाई = $(1/2) \times t \times (v - u)$
- चूँकि $(v - u) = at$, त्रिभुज का क्षेत्रफल = $(1/2) \times t \times at = (1/2)at^2$
- दोनों क्षेत्रफलों को जोड़ने पर कुल विस्थापन मिलता है: **$s = ut + (1/2)at^2$**

(3) तृतीय समीकरण (विस्थापन–वेग संबंध) हम कुल विस्थापन की गणना पूरे समलंब चतुर्भुज का क्षेत्रफल सीधे इस सूत्र से भी कर सकते हैं:

क्षेत्रफल = [(समांतर भुजाओं का योग) / 2] × ऊँचाई

- **$s = [(u + v) / 2] \times t$**
- पहले समीकरण से, हम जानते हैं कि $t = (v - u) / a$. इस व्यंजक को t के स्थान पर प्रतिस्थापित करने पर:
- $s = [(u + v) / 2] \times [(v - u) / a]$
- $2as = (v + u)(v - u)$
- $2as = v^2 - u^2$
- इसे फिर से व्यवस्थित करने पर तीसरा समीकरण प्राप्त होता है: **$v^2 = u^2 + 2as$**

भौतिक महत्व

वेग–समय ग्राफ के अंतर्गत आने वाला क्षेत्रफल सीधे-सीधे वस्तु द्वारा तय किया गया कुल विस्थापन दर्शाता है। इससे स्पष्ट होता है कि ग्राफीय निरूपण गति की गुणात्मक (कैसे बदल रही है) तथा मात्रात्मक (कितनी दूरी तय हुई) दोनों प्रकार की समझ प्रदान करता है।

Q3. न्यूटन के गुरुत्वाकर्षण के नियम का उपयोग करके गुरुत्वीय त्वरण का व्यंजक व्युत्पन्न कीजिए। स्पष्ट कीजिए कि इसका मान ऊँचाई और गहराई के साथ क्यों बदलता है।

उत्तर

परिचय

गुरुत्वीय त्वरण वह त्वरण है जो किसी पिंड को पृथ्वी के गुरुत्वाकर्षण आकर्षण के कारण प्राप्त होता है। इसका व्यंजक न्यूटन के सार्वत्रिक गुरुत्वाकर्षण के नियम से निकाला जा सकता है।

व्युत्पत्ति

न्यूटन के नियम के अनुसार, पृथ्वी (द्रव्यमान M) और किसी पिंड (द्रव्यमान m) के बीच, दूरी R पर गुरुत्वाकर्षण बल होता है:

गुरुत्वाकर्षण बल = $G M m / R^2$

यह बल पिंड के भार के बराबर होता है:

भार = m g

दोनों व्यंजकों को बराबर रखने पर:

$m g = G M m / R^2$

m को निरस्त करने पर:

$g = G M / R^2$

अतः, गुरुत्वीय त्वरण पृथ्वी के द्रव्यमान और त्रिज्या पर निर्भर करता है।

ऊँचाई और गहराई के साथ परिवर्तन

अधिक ऊँचाई पर, पृथ्वी के केंद्र से दूरी बढ़ जाती है, इसलिए g घट जाता है।

पृथ्वी की सतह के नीचे गहराई पर जाने पर प्रभावी त्रिज्या घटती है और g क्रमशः कम होता जाता है, तथा पृथ्वी के केंद्र पर शून्य हो जाता है।

निष्कर्ष

गुरुत्वीय त्वरण का मान पृथ्वी के केंद्र से दूरी पर निर्भर करता है। इसी कारण इसका मान ऊँचाई और गहराई के साथ परिवर्तित होता है।

Q4. गतिज ऊर्जा और स्थितिज ऊर्जा के व्यंजक व्युत्पन्न कीजिए। स्पष्ट कीजिए कि उनका परस्पर रूपांतरण ऊर्जा संरक्षण के नियम का पालन कैसे करता है।

उत्तर

परिचय

ऊर्जा कार्य करने की क्षमता है। यांत्रिक ऊर्जा दो प्रकार की होती है — गतिज ऊर्जा (गति के कारण) और स्थितिज ऊर्जा (स्थिति के कारण)। इनके व्युत्पन्न से भौतिक तंत्रों में ऊर्जा परिवर्तन को समझने में सहायता मिलती है।

गतिज ऊर्जा की व्युत्पत्ति

किसी वस्तु पर किया गया कार्य = बल × विस्थापन होता है।

न्यूटन के द्वितीय नियम तथा गति के समीकरणों का उपयोग करने पर, जब किसी वस्तु को विराम अवस्था से वेग v तक त्वरित किया जाता है, तो किया गया कार्य इस प्रकार प्राप्त होता है:

गतिज ऊर्जा = $\frac{1}{2}$ m v^2

स्थितिज ऊर्जा की व्युत्पत्ति

जब किसी पिंड को गुरुत्वाकर्षण के विरुद्ध h ऊंचाई तक उठाया जाता है, तो किया गया कार्य ऊंचाई से गुणा किए गए बल के बराबर होता है:

स्थितिज ऊर्जा = m g h

ऊर्जा अंतररूपांतरण

मुक्त पतन में, स्थितिज ऊर्जा घटती है जबकि गतिज ऊर्जा बढ़ती है। उच्चतम बिंदु पर, गतिज ऊर्जा शून्य होती है और स्थितिज ऊर्जा अधिकतम होती है। भूमि स्तर पर, स्थितिज ऊर्जा शून्य हो जाती है और गतिज ऊर्जा अधिकतम होती है।

पूरे गति के दौरान कुल यांत्रिक ऊर्जा नियत रहती है।

निष्कर्ष

व्युत्पत्तियाँ दर्शाती हैं कि ऊर्जा गतिज और स्थितिज रूपों के बीच परिवर्तित होती है, जबकि कुल ऊर्जा संरक्षित रहती है।

Q5. प्रत्यावर्ती धारा को विस्तार से समझाइए। AC की आवृत्ति, आवर्तकाल और कोणीय आवृत्ति के बीच संबंध व्युत्पन्न कीजिए।

उत्तर

परिचय

प्रत्यावर्ती धारा (AC) वह विद्युत धारा है जो अपने परिमाण और दिशा को आवर्त रूप से बदलती रहती है। इसे संचरण की सुविधा के कारण घरेलू और औद्योगिक विद्युत प्रणालियों में व्यापक रूप से उपयोग किया जाता है।

प्रत्यावर्ती धारा की प्रकृति

AC में, वोल्टेज और धारा समय के साथ साइनोसॉइडल रूप में परिवर्तित होते हैं। धारा अधिकतम मान तक बढ़ती है, फिर शून्य तक घटती है, दिशा बदलती है, और इस चक्र को निरंतर दोहराती रहती है।

आवर्तकाल और आवृत्ति

आवर्तकाल AC का एक पूरा साइकिल पूरा करने में लगने वाला समय है। आवृत्ति प्रति सेकंड साइकिल की संख्या है। आवृत्ति, 1 को आवर्तकाल से भाग देने पर प्राप्त मान के बराबर होती है।

कोणीय आवृत्ति

कोणीय आवृत्ति फेज कोण के परिवर्तन की दर को दर्शाती है और इसे इस प्रकार दिया जाता है:

कोणीय आवृत्ति = $2\pi \times$ आवृत्ति

चूंकि आवृत्ति, 1 को आवर्तकाल से भाग देने पर प्राप्त मान के बराबर होती है:

कोणीय आवृत्ति = 2π / आवर्तकाल

निष्कर्ष

प्रत्यवर्ती धारा समय के साथ साइनोसॉइडल रूप में परिवर्तित होती है, और इसकी आवृत्ति, आवर्तकाल तथा कोणीय आवृत्ति परस्पर संबंधित होते हैं। ये संबंध एसी परिपथों और विद्युत शक्ति प्रणालियों के विश्लेषण में मूलभूत महत्व रखते हैं।