

अध्याय 3

सरल रेखा में गति

3.1 भूमिका

- 3.2 स्थिति, पथ-लंबाई एवं विस्थापन
- 3.3 औसत वेग तथा औसत चाल
- 3.4 तात्कालिक वेग एवं चाल
- 3.5 त्वरण
- 3.6 एकसमान त्वरण से गतिमान वस्तु का शुद्धगतिकी संबंधी समीकरण
- 3.7 आपेक्षिक वेग

सारांश
विचारणीय विषय
अभ्यास
अतिरिक्त अभ्यास
परिशिष्ट 3.1

3.1 भूमिका

विश्व की प्रत्येक वस्तु प्रत्यक्ष या अप्रत्यक्ष रूप से गतिमान रहती है। हमारा चलना, दौड़ना, साइकिल सवारी आदि दैनिक जीवन में दिखाई देने वाली क्रियाएँ गति के कुछ उदाहरण हैं। इतना ही नहीं, निद्रावस्था में भी हमारे फेफड़ों में वायु का प्रवेश एवं निष्कासन तथा हमारी धर्मनियों एवं शिराओं में रुधि का संचरण होता रहता है। हम पेंडों से गिरते हुए पत्तों को तथा बाँध से बहते हुए पानी को देखते हैं। मोटरगाड़ी और वायुयान यात्रियों को एक स्थान से दूसरे स्थान को ले जाते हैं। पृथकी 24 घंटे में एक बार अपनी अक्ष के परितः घूर्णन करती है तथा वर्ष में एक बार सूर्य की परिक्रमा पूरी करती है। सूर्य अपने ग्रहों सहित हमारी आकाशगग्न नामक मंदाकिनी में विचरण करता है, तथा जो स्वयं भी स्थानीय मंदाकिनियों के समूह में गति करती है।

इस प्रकार समय के सापेक्ष वस्तु की स्थिति में परिवर्तन को गति कहते हैं। समय के साथ स्थिति कैसे परिवर्तित होती है? इस अध्याय में हम गति के बारे में पढ़ेंगे। इसके लिए हमें वेग तथा त्वरण की धारणा को समझना होगा। इस अध्याय में हम अपना अध्ययन वस्तु के एक सरल रेखा के अनुदिश गति तक ही सीमित रखेंगे। इस प्रकार की गति को सरल रेखीय गति भी कहते हैं। एकसमान त्वरित सरल रेखीय गति के लिए कुछ सरल समीकरण प्राप्त किए जा सकते हैं। अंततः गति की आपेक्षिक प्रकृति को समझने के लिए हम आपेक्षिक गति की धारणा प्रस्तुत करेंगे।

इस अध्ययन में हम सभी गतिमान वस्तुओं को अतिसूक्ष्म मानकर बिंदु रूप में निरूपित करेंगे। यह सन्निकटन तब तक मान्य होता है जब तक वस्तु का आकार निश्चित समय अंतराल में वस्तु द्वारा चली गई दूरी की अपेक्षा पर्याप्त रूप से कम होता है। वास्तविक जीवन में बहुत-सी स्थितियों में वस्तुओं के आमाप (साइज़) की उपेक्षा की जा सकती है और बिना अधिक त्रुटि के उन्हें एक बिंदु-वस्तु माना जा सकता है।

शुद्धगतिकी में, हम वस्तु की गति के कारणों पर ध्यान न देकर केवल उसकी गति का ही अध्ययन करते हैं। इस अध्याय एवं अगले अध्याय में विभिन्न प्रकार की गतियों का वर्णन किया गया है। इन गतियों के कारणों का अध्ययन हम पाँचवें अध्याय में करेंगे।

3.2 स्थिति, पथ-लंबाई एवं विस्थापन

पहले आपने पढ़ा है कि किसी वस्तु की स्थिति में परिवर्तन को गति कहते हैं। स्थिति के निर्धारण के लिए एक संदर्भ बिंदु तथा अक्षों के एक समुच्चय की

आवश्यकता होती है। इसके लिए एक समकोणिक निर्देशांक-निकाय का चुनाव सुविधाजनक होता है। इस निकाय में तीन परस्पर लम्बवत् अक्ष होते हैं जिन्हें x -, y - तथा z -अक्ष कहते हैं। इन अक्षों के प्रतिच्छेद बिंदु को मूल बिंदु (O) कहते हैं तथा यह संदर्भ बिंदु होता है। किसी वस्तु के निर्देशांक (x , y , z) इस निर्देशांक निकाय के सापेक्ष उस वस्तु की स्थिति निरूपित करते हैं। समय नापने के लिए इस निकाय में एक घड़ी रख देते हैं। घड़ी सहित इस निर्देशांक-निकाय को निर्देश तंत्र (frame of reference) कहते हैं।

जब किसी वस्तु के एक या अधिक निर्देशांक समय के साथ परिवर्तित होते हैं तो वस्तु को गतिमान कहते हैं। अन्यथा वस्तु को उस निर्देश तंत्र के सापेक्ष विरामावस्था में मानते हैं।

किसी निर्देश तंत्र में अक्षों का चुनाव स्थिति विशेष पर निर्भर करता है। उदाहरण के लिए, एक विमा में गति के निरूपण के लिए हमें केवल एक अक्ष की आवश्यकता होती है। दो/तीन विमाओं में गति के निरूपण के लिए दो/तीन अक्षों की आवश्यकता होती है।

किसी घटना का वर्णन इसके लिए चुने गए निर्देश-तंत्र पर निर्भर करता है। उदाहरण के लिए, जब हम कहते हैं कि सड़क पर कार चल रही है तो वास्तव में 'कार की गति' का वर्णन हम स्वयं से या जमीन से संलग्न निर्देश तंत्र के सापेक्ष करते हैं। यदि हम कार में बैठे किसी व्यक्ति से संलग्न निर्देश तंत्र के सापेक्ष कार की स्थिति का वर्णन करें तो कार विरामावस्था में होगी।

एक सरल रेखा में किसी वस्तु की गति के विवरण हेतु हम एक अक्ष (मान लीजिए x -अक्ष) को इस प्रकार चुन सकते हैं कि वह वस्तु के पथ के संपाती हो। इस प्रकार वस्तु की स्थिति को हम अपनी सुविधानुसार चुने गए किसी मूल बिंदु (मान लीजिए चित्र 3.1 में दर्शाए गए बिंदु O) के सापेक्ष निरूपित करते हैं। बिंदु O के दायीं ओर के निर्देशांक को हम धनात्मक तथा बायीं ओर के स्थिति-निर्देशांक को ऋणात्मक कहेंगे। इस पद्धति के अनुसार चित्र 3.1 में बिंदु P और Q के स्थिति-निर्देशांक क्रमशः: +360 m और +240 m हैं। इसी प्रकार बिंदु R का स्थिति-निर्देशांक -120 m है।

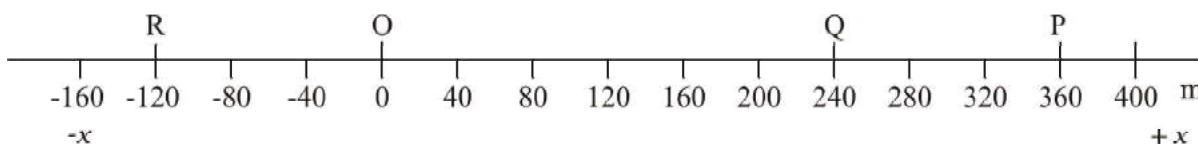
पथ-लंबाई

कल्पना कीजिए कि कोई कार एक सरल रेखा के अनुदिश गतिमान है। हम x -अक्ष इस प्रकार चुनते हैं कि यह गतिमान कार के पथ के संपाती हो। अक्ष का मूल बिंदु वह है जहाँ से कार चलना शुरू करती है अर्थात् समय $t=0$ पर कार $x=0$ पर थी (चित्र 3.1)। मान लीजिए कि भिन्न-भिन्न क्षणों पर कार की स्थिति बिंदुओं P , Q तथा R से व्यक्त होती है। यहाँ हम

गति की दो स्थितियों पर विचार करेंगे। पहली में कार O से P तक जाती है। अतः कार द्वारा चली गई दूरी $OP = +360$ m है। इस दूरी को कार द्वारा चली गई पथ-लंबाई कहते हैं। दूसरी स्थिति में कार पहले O से P तक जाती है और फिर P से Q पर बाप्स आ जाती है। गति की इस अवधि में कार द्वारा चली गई पथ-लंबाई $= OP + PQ = 360\text{ m} + (+120\text{ m}) = +480\text{ m}$ होगी। क्योंकि पथ-लंबाई में केवल परिमाण होता है दिशा नहीं, अतः यह एक अंदिश राशि है (अध्याय 4 देखिए)।

विस्थापन

यहाँ यह प्रासंगिक होगा कि हम एक दूसरी उपयोगी भौतिक राशि विस्थापन को वस्तु की स्थिति में परिवर्तन के रूप में परिभाषित करें। कल्पना कीजिए कि समय t_1 व t_2 पर वस्तु की स्थिति क्रमशः x_1 व x_2 है। तब समय $(=t_2-t_1)$ में उसका



ERROR: undefined
OFFENDING COMMAND: '~

STACK: