अध्याय

1

अन्वेषण — माध्यमिक विज्ञान के संसार में प्रवेश

0907CH01

मध्य स्तर पर विज्ञान ने आपको जिज्ञासु बनने, संसार का निकटता से अवलोकन करने, प्रश्न पूछने, साथ ही वस्तुओं के कार्य करने की प्रणालियों को जानने के लिए प्रेरित किया। अपनी इस यात्रा में हमने यह जाना कि विज्ञान का आरंभ जिज्ञासा और विस्मय से हुआ और सावधानीपूर्वक किए गए प्रयोगों के माध्यम से विकसित हुआ है। हमने सजीव और निर्जीव संसार के विविध विचारों के बीच संबंध स्थापित किया। अब हम माध्यमिक स्तर में प्रवेश कर रहे हैं तो यह यात्रा सतत रहेगी परंतु इसमें गहन अध्ययन और अन्वेषण पर विशेष ध्यान दिया जाएगा। विज्ञान केवल इस विषय तक सीमित नहीं है कि हम उसे जानते हैं अपितु यह भी है कि हम उसे किस प्रकार जानते है, किस प्रकार अवलोकन मापन का आधार बनते हैं, पैटर्न को किस प्रकार प्रतीकों और समीकरणों के रूप में अभिव्यक्त करते हैं एवं जटिल प्रणालियों को दर्शाने के लिए किस प्रकार मॉडल निर्मित किए जाते हैं। इसके साथ हम यह भी समझते हैं कि किस प्रकार विचारों का परीक्षण, संशोधन एवं कभी-कभी उन्हें अस्वीकार भी किया जाता है। हमारी माध्यमिक स्तर की विज्ञान की पाठ्यपुस्तक ***अन्वेषण*** में हम और गहनता के साथ अध्ययन करेंगे, सावधानीपूर्वक अवधारणाओं पर विचार करेंगे। इसके साथ हम यह भी समझेंगे कि वैज्ञानिक विचार प्रकृति, प्रौद्योगिकी और उनके मध्य हमारे अस्तित्व को समझने में किस प्रकार सहायक होते हैं।

इस पाठ्यपुस्तक के दृष्टिकोण को स्पष्ट करने हेतु, पृष्ठ क्रमांकों को अत्यंत विचारपूर्वक अभिकल्पित किया गया है एवं आवर्धक लैंस व दिशासूचक द्वारा उन्हें फ्रेम में दर्शाया गया है। आवर्धक लैंस सूक्ष्म अवलोकन के प्रतीक हैं — पैटर्न को समझना और उन सूक्ष्म बातों पर ध्यान देना जो सामान्यत: हमारी दृष्टि से छूट जाती हैं।

वहीं दिशासूचक यंत्र हमें स्मरण कराता है कि अन्वेषण के लिए सही दिशा भी महत्त्वपूर्ण है, जैसे— उपयुक्त मॉडलों का चयन करना, सही प्रश्न पूछना और यह समझना कि हमारे विचारों की सीमा कहाँ तक है। इसके साथ ही हमें यह अवगत कराते हैं कि विज्ञान में अन्वेषण का अर्थ, उद्देश्यहीन भटकना नहीं है अपितु हमारे संसार को ध्यानपूर्वक और उद्देश्य के साथ समझने का प्रयास करना है।

प्राकृतिक रूप से हमारा संसार जटिल है और इसका गहनता से अध्ययन सामान्यत: असंभव है। इस जटिलता को समझने के लिए विज्ञान मॉडलों का उपयोग करता है। ये वास्तविक प्रणालियों के सरल रूप में अध्ययन करने के तरीके हैं जिनका ध्यान किसी दिए गए प्रश्न के लिए सबसे महत्त्वपूर्ण अवधाराणाओं तक सीमित रहता है। भौतिकी में एक गतिशील कार को एक बिंदु से दर्शाया जा सकता है जबकि रसायन में परमाणुओं और अणुओं को गोलों और आबंधों से चित्रित किया जा सकता है। जीव विज्ञान के अंतर्गत कोशिकाओं के महत्त्वपूर्ण भागों को उनके चित्रों द्वारा दर्शाया जा सकता है और पृथ्वी विज्ञान में पृथ्वी को विभिन्न परतों में विभाजित करके एक समतल गोले के रूप में निरूपित किया जा सकता है। इस प्रकार के मॉडलों के निर्माण के लिए कुछ धारणाएँ बनानी होती हैं और कुछ निश्चित विवरणों को जानबूझकर उपेक्षित करना होता है। उदाहरण के लिए — एक गिरते हुए पिंड की गति के अध्ययन में गुरुत्व के मूल प्रभाव को समझने के लिए वायु प्रतिरोध की उपेक्षा की जा सकती है। जीव विज्ञान में हृदय द्वारा रक्त को पंप करने के अध्ययन हेतु कई एकल कोशिकाओं के कार्य को अनदेखा कर दिया जाता है जिससे संपूर्ण अंग को एक कार्यशील तंत्र के रूप में देखा जा सकता है। ये चयन कोई त्रुटियाँ नहीं होते बल्कि जानबूझकर किए जाते हैं ताकि विषय को पर्याप्त रूप से सरल बनाया जा सके और जिससे आवश्यक उत्तर प्राप्त करना संभव हो सके।

उदाहरण 1.1 — क्रिकेट का एक शॉट। कल्पना कीजिए कि एक क्रिकेट की गेंद को छक्का लगाने के लिए बल्ले से मारा जाता है। यदि आप इसका एक सरल मॉडल तैयार करना चाहते है तो आप इनमें कौन-से विवरण सम्मिलित करेंगे? और किन विवरणों को अनावश्यक मानकर छोड़ देंगे?

उत्तर — हमें यह प्रश्न पूछना चाहिए, "क्या गेंद सतह पर टकराए बिना सीमारेखा को पार कर जाएगी?" इसके लिए बल्ले का ब्रांड, गेंद का रंग, मैदान पर घास की मात्रा आदि का कोई विशेष प्रभाव नहीं पड़ेगा। दूसरी ओर गेंद का द्रव्यमान, उसकी गति और उसे किस दिशा में मारा गया है, ये पक्ष अत्यंत महत्त्वपूर्ण होंगे। वायु प्रतिरोध, गेंद का घूर्णन और सीम पर धागों की सिलाई आदि प्रभाव न्यून होते हैं जिन्हें एक सरल मॉडल में उपेक्षित किया जा सकता है। जैसे-जैसे हम अधिक जटिल मॉडल बनाते हैं वैसे-वैसे ही हम अधिक सटीकता हेतु अतिरिक्त विवरणों को जोड़ते हैं।

क्रियाकलाप 1.1 — आइए, मॉडल बनाएँ

मान लीजिए आप अपने विद्यालय से घर तक साइकिल चलाकर जाते हैं। आपको विद्यालय से घर तक पहुँचने में लगने वाले समय पर एक मॉडल तैयार करना है। आप अपने मॉडल में किन विवरणों को सम्मिलित करेंगे और किन विवरणों को अनदेखा करेंगे? सुझाव दीजिए कि कुछ विवरणों को अनदेखा करना वास्तव में क्यों उपयोगी हो सकता है।

जब आप विज्ञान का अन्वेषण अधिक गहनता के साथ करेंगे तो आप समझेंगे कि इसमें भाषा का उपयोग अत्यंत सजगता और सटीकता से किया जाता है। हम अपने दैनिक जीवन में अनेक शब्द, जैसे — बल, कार्य, कोशिका अथवा अभिक्रिया का उपयोग करते हैं। इनका विज्ञान में एक विशिष्ट अर्थ होता है। सामान्यत: ये अर्थ इस कारण से बहुत विशिष्ट होते हैं क्योंकि वैज्ञानिक विचारों को स्पष्टता और सटीकता के साथ संप्रेषित किया जा सके। समस्त विश्व के वैज्ञानिकों के अवलोकनों का वर्णन करने, परिणामों की तुलना करने, सामूहिक रूप से नवीन विचारों का विकास करने में, विज्ञान इन विशिष्ट शब्दों, **प्रतीकों** और इकाईयों की एक साझेदारी वाली भाषा का उपयोग करता है।

वैज्ञानिक-परिचय

भारतीय डाक टिकट पर अंकित मेघनाद साहा

तारों का सरलीकृत अध्ययन — सामान्यतः विज्ञान में शुरुआत कुछ विवरणों को अनदेखा करने से होती है। जब भौतिकविद **मेघनाद साहा** ने तारों से आने वाले प्रकाश का अध्ययन किया तो इन्होंने तारे के भीतर प्रत्येक परमाणु, अभिक्रिया और गति हेतु मॉडल निर्माण का प्रयास नहीं किया। यद्यपि इन्होंने तारे के पदार्थ को एक उष्ण गैस की तरह माना और अनेक जटिल प्रक्रियाओं की उपेक्षा करते हुए केवल तापमान, दाब और परमाणुओं के आयन बनने की प्रकिया पर ध्यान केंद्रित किया। इस सरलीकृत अध्ययन से इन्हें यह समझने में सहायता हुई कि किस प्रकार तारों का रंग उनके ताप से गहराई से जुड़ा हुआ होता है।

© NCERT not to be republished

मात्राएँ, जैसे — द्रव्यमान, वेग, बल, और विद्युत धारा जैसी भौतिक राशियों को m, v, F और I जैसे **प्रतीकों** से निरूपित करते हैं और प्रत्येक का एक निर्धारित मात्रक होता है।

यहाँ तक कि विज्ञान के तथ्यों और आवधारणाओं को और भी सटीक बनाने के लिए विज्ञान प्राय: गणित की सहायता लेता है। इससे राशियों के मध्य संबंधों को स्पष्ट रूप से व्यक्त किया जा सकता है एवं इनका सावधानीपूर्वक परीक्षण किया जा सकता है। यह कभी-कभी चुनौतीपूर्ण भी प्रतीत हो सकता है परंतु यह ध्यान रखना अत्यंत आवश्यक है कि विज्ञान में गणित के समावेश को बाधा के रूप में नहीं समझना चाहिए। यद्यपि यह एक ऐसी भाषा है जो हमें संसार के बारे में और अधिक स्पष्ट रूप से विचार करने में सहायता करती है। एक समीकरण केवल परिकलन का साधन नहीं है अपितु इस विषय का संक्षिप्त विवरण है कि कुछ राशियाँ आपस में किस प्रकार संबंधित हैं। उदाहरण के लिए — जब गति के वर्णन हेतु राशियाँ, जैसे — दूरी, समय और वेग का प्रयोग करते हैं तो इस प्रश्न का उत्तर मिल जाता है कि कुछ समय पश्चात एक पिंड कहाँ होगा। इसी प्रकार गणितीय व्यंजकों का उपयोग, रासायनिक अभिक्रियाओं की दर, जनसंख्या वृद्धि के पैटर्न, निकाय के भीतर ऊर्जा का परिवर्तन आदि के वर्णन के लिए किया जाता है। विज्ञान में गणित के उपयोग को सीखने का अर्थ समीकरणों को याद करना नहीं है अपितु इसका अर्थ यह है कि पहले स्थिति को समझना, उससे संबंधित महत्त्वपूर्ण राशियाँ पहचानना और इसके पश्चात गणितीय संबंधों का उपयोग करके सोच समझकर तर्क देना है। इस प्रकार से गणित केवल संख्यात्मक उत्तर प्राप्त करने का साधन मात्र नहीं रहता अपितु विचार करने की एक सशक्त भाषा बन जाता है। यदि आप पहले स्थितियों और उनमें सम्मिलित राशियों पर ध्यान केंद्रित करते हैं तो समीकरण बाधाओं की भाँति कम अपितु आपके विज्ञान के अन्वेषण में सहायक एवं मार्गदर्शक अधिक प्रतीत होंगे।

जिज्ञासा-सूत्र

प्रकाश के वेग को 'c' से क्यों निरूपित किया जाता है?

वैज्ञानिक प्रतीक प्राय: इतिहास से संबंधित होते हैं और वे सदैव सुविधा के लिए बनाए गए संक्षिप्त रूप नहीं होते अपितु अंतर्राष्ट्रीय सहमतियों पर आधारित होते हैं। उदाहरण के लिए — प्रकाश की गति को सामान्यत: प्रतीक c द्वारा व्यक्त किया जाता है क्योंकि यह लैटिन शब्द *सेलेरिटास* (celeritas) से लिया गया है। इसका अर्थ गति है। वर्तमान में प्रकाश की गति को एक निश्चित भौतिक स्थिरांक माना जाता है जिसका मान ठीक 299792458 m/s के रूप में परिभाषित किया जाता है।

आइए, और आगे बढ़ें

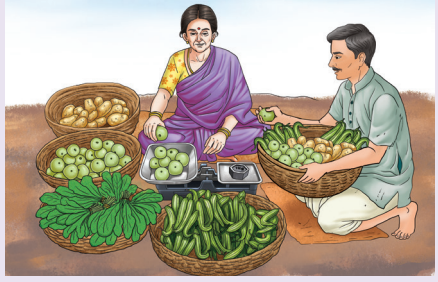
वायुयान ईंधन की गलत गणना

एक प्रसिद्ध घटना में एक यात्री विमान का ईंधन उड़ान के मध्य में ही समाप्त हो गया जो ईंधन मापन इकाइयों की गड़बड़ी के कारण हुआ। उड़ान के लिए कुल 22,300 किलोग्राम ईंधन की आवश्यकता थी लेकिन ईंधन भरने वाले कर्मचारी दल (ग्राउंड क्रू) द्वारा आवश्यक ईंधन की गलत गणना कर दी गई। ऐसा इसलिए हुआ क्योंकि उन्होंने ईंधन के घनत्व की गणना किलोग्राम प्रति लीटर के स्थान पर पाउंड प्रति लीटर में कर दी। फलस्वरूप विमान में 15,000 लीटर ईंधन की कमी हो गई। सौभाग्य से विमान का फिसलन के साथ आपातकालीन अवतरण सफल रहा जिससे विमान को तो क्षति पहुँची परंतु कोई भी जनहानि नहीं हुई थी। पाउंड और किलोग्राम अलग-अलग इकाई हैं। मानक इकाइयों (SI) का प्रयोग वैज्ञानिक और तकनीकी कार्यों में आवश्यक है जिससे त्रुटियों और रूपांतरण संबंधित समस्याओं से सरलता से बचा जा सकता है।

जिज्ञासा-सूत्र

किलोग्राम का उपयोग सभी मापन कार्यों में क्यों किया जाता है?

जब हम चावल और सब्जियाँ खरीदते हैं तो यह अपेक्षा करते हैं कि एक किलोग्राम का तात्पर्य सभी स्थानों पर समान मात्रा में होगा। (चित्र 1.1) कल्पना कीजिए कि यदि हम सभी स्थानों पर अलग-अलग भार मात्रक का उपयोग करें तो कितनी भ्रम की स्थिति उत्पन्न होगी। सौभाग्य से मापन, स्थानीय वस्तुओं या व्यक्तिगत विचारों पर आधारित नहीं होते हैं अपितु अंतर्राष्ट्रीय मानकों पर आधारित होते हैं। मानक इकाइयों से वैज्ञानिक परिणामों की तुलना संभव हो पाती है और दैनिक जीवन व व्यापार में निष्पक्षता सुनिश्चित होती है।



चित्र 1.1 — तराजू का उपयोग करते हुए सब्जी विक्रेता

© NCERT not to be republished

प्रेक्षणों की पुनरावृत्ति से मापनों को अधिक परिष्कृत किया जाता है और प्रयोगों द्वारा विचारों की पुष्टि की जाती है जिसके परीक्षण से हम संसार के विषय में अपने ज्ञान को व्यवस्थित ढंग से विकसित कर सकते हैं। मध्य स्तर पर आप नियम, सिद्धांत और आधारभूत सिद्धांत जैसे शब्दों से परिचित होंगे जिनका विज्ञान में विशिष्ट अर्थ होता है। सामान्यत: एक **नियम** प्रकृति के अवलोकन के एक नियमित पैटर्न का वर्णन करता है जिसे प्राय: शब्दों या गणितीय संबंधों के रूप में व्यक्त किया जाता है। उदाहरण के लिए — न्यूटन के गति नियम ये स्पष्ट करते हैं कि एक बस के अचानक रुकने पर हमें झटका क्यों लगता है। **सिद्धांत**, एक कदम आगे बढ़ कर यह व्याख्या करता है कि ये पैटर्न क्यों उत्पन्न होते हैं और सामान्यत: समय के साथ एकत्रित साक्ष्यों व उपलब्ध प्रमाणों पर आधारित होते हैं। उदाहरण के लिए — परमाणु सिद्धांत व्याख्या करता है कि अणु कैसे बनते हैं। **आधारभूत सिद्धांत** व्यापक विचार होते हैं जो दी गई परिस्थितियों को समझने में हमें सहायता करते हैं, जैसे — सीढ़ियाँ चढ़ते समय ऊर्जा के संरक्षण का सिद्धांत लागू होता है।

स्मरण रखिए कि विज्ञान में एक सिद्धांत का तात्पर्य अनुमान या बिना परीक्षण का विचार नहीं होता अपितु यह एक सावधानीपूर्वक किए गए परीक्षण और विवेचनात्मक जाँच पर आधारित एक स्पष्टीकरण होता है। विज्ञान में विचार स्थिर नहीं माने जाते; नए प्रमाण प्राप्त होने पर उनमें परिवर्तन और परिष्करण होता रहता है। यही अवधारणा विज्ञान को विश्वसनीय बनाती है।

सोचिए और बताइए

1. उस पूर्वानुमान के विषय में विचार कीजिए जो वर्तमान में आपने या आपके परिवार के किसी सदस्य ने किया हो (जैसे — क्रिकेट मैच के परिणाम का पूर्वानुमान)। क्या यह पूर्वानुमान प्रमाणों और तर्कों पर आधारित था या मात्र अनुमान पर? विचार कीजिए कि वैज्ञानिक सोच किस प्रकार से ऐसे पूर्वानुमानों में सुधार ला सकती है?

विज्ञान की एक अत्यधिक सराहनीय विशेषता इसकी **पूर्वानुमान** करने की सशक्त क्षमता है। जब नियम, सिद्धांत और मॉडल भली प्रकार से स्थापित हो जाते हैं तो हमें यह अनुमान लगाने में सक्षम बनाते हैं कि नवीन अथवा भिन्न परिस्थितियों में क्या परिणाम प्राप्त होंगे, यहाँ तक कि उन परिस्थितियों में भी जहाँ प्रयोग करना संभव नहीं हो पाता। गति संबंधी विचारों का उपयोग करते हुए हम पूर्वानुमान लगा सकते हैं कि एक किक मारी हुई फुटबॉल (लात से मारी गई फुटबॉल) कितनी दूर तक जाएगी। रासायनिक अभिक्रियाओं के ज्ञान का उपयोग करके हम यह आकलन कर सकते हैं कि किसी अभिक्रिया में कार्बन डाइऑक्साइड की कितनी मात्रा उत्पन्न होगी या एक सेंकी हुई ब्रेड कितनी नरम रहेगी। जैविक सिद्धांतों का उपयोग करके हम यह अनुमान लगा सकते हैं कि दौड़ते समय व्यक्ति की श्वांस लेने की प्रक्रिया किस प्रकार परिवर्तित होगी। याद रखिए कि ये पूर्वानुमान केवल अनुमान नहीं हैं अपितु प्रमाणों और सावधानीपूर्ण चिंतन पर आधारित तर्कयुक्त अपेक्षाएँ हैं। जब पूर्वानुमान एवं अवलोकन समानता प्रदर्शित करते हैं तो अंतर्निहित विज्ञान में विश्वास की भावना बढ़ती है परंतु इससे भी अधिक महत्त्वपूर्ण यह है कि जब वे समानता प्रदर्शित नहीं करते हैं तो वैज्ञानिक उनकी धारणा, मॉडल और मापन का पुनः परीक्षण करते हैं। इस प्रकार पूर्वानुमान एक सशक्त साधन है जो अन्वेषण को आगे बढ़ाता है और संसार की गहन समझ को प्रेरित करता है।

उदाहरण 1.2 — हम पूर्वानुमान किस प्रकार लगाएँ?

वर्षा ने अपनी सहेली मेघना को बताया, "आज दोपहर में वर्षा होगी क्योंकि बादल काले दिखाई दे रहे हैं।" उन प्रश्नों के विषय में सोचिए जो मेघना द्वारा वर्षा से पूछे जा सकते हैं जिससे इस पूर्वानुमान को वैज्ञानिक रूप से परीक्षण योग्य बनाया जा सके।

उत्तर — उत्तम वैज्ञानिक प्रश्न, मापन योग्य प्रमाणों और पिछले पैटर्न पर आधारित होते हैं। ऐसे प्रश्न जिनका उत्तर केवल हाँ या ना में होता है, वे बहुत उपयोगी नहीं होते है। मेघना, वर्षा से ऐसे प्रश्न पूछ सकती है, जैसे (ये केवल उदाहरण हैं) "जब पिछली बार वर्षा हुई थी तो आकाश की स्थिति क्या थी? आज आर्द्रता का स्तर कितना है? क्या विगत समय में यह 80 प्रतिशत थी? आज वायु की गति और दिशा क्या है? क्या तापमान वैसे ही कम हो गया है जैसा वर्तमान में हुई वर्षा से पूर्व हुआ था?" ऐसे प्रश्न मापन योग्य आँकड़ों और पूर्व के पैटर्न से संबंधित होते हैं जो केवल 'बादल काले दिखाई दे रहे हैं' जैसी साधारण वाक्य से कहीं आगे जाते हैं।

© NCERT not to be republished

आइए, और आगे बढ़ें

मौसम संबंधी पूर्वानुमान कभी-कभी त्रुटिपूर्ण क्यों हो जाते हैं?

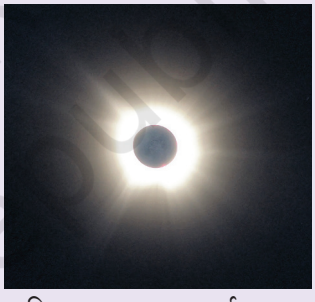
मौसम अनेक परिवर्तनशील कारकों पर निर्भर करता है, जैसे— ताप, दाब, आर्द्रता और वायु। मौसम का पूर्वानुमान, मापनों और मॉडल का उपयोग करता है। इसके पश्चात भी समय के साथ परिस्थितियों में होने वाले सूक्ष्म परिवर्तन भी वृहद हो सकते हैं। इसी कारण से परिणाम पूरी तरह परिवर्तित हो जाते हैं। फलस्वरूप पूर्वानुमान सामान्यत: कुछ घंटों, यहाँ तक कि कुछ दिनों के लिए तो विश्वसनीय रहते है किंतु जैसे ही समय की गति बढ़ती है वैसे ही इनकी विश्वसनीयता में कमी होती जाती है।

यहाँ तक कि अति सफल वैज्ञानिक सिद्धांतों की भी अपनी सीमाएँ होती हैं और जब उन्हें नई परिस्थितियों पर परखा जाता है या जब मापन अधिक सटीक होते जाते हैं तो वे भी असफल हो सकते हैं। इस प्रकार की विफलताएँ विज्ञान की दुर्बलताएँ नहीं होतीं अपितु इसकी सबसे बड़ी शक्ति होती हैं। जब पूर्वानुमान प्रेक्षणों से मेल नहीं खाते तो वैज्ञानिक किसी विचार को 'मत' या 'विश्वास' के आधार पर नहीं अपितु प्रमाणों के आधार पर अस्वीकृत करते हैं। कोई भी वैज्ञानिक सिद्धांत अंतिम नहीं होता है और न ही ऐसा होता है जिस पर कोई सवाल नहीं उठाया जा सके। प्रकृति द्वारा स्वयं सुधार किए जाने के प्रति यह खुलापन ही विज्ञान को उस संसार को समझने में सहायक बनाता है जिसमें हम रहते हैं।

जिज्ञासा-सूत्र

सोशल मीडिया पर तीव्र गति से फैलने वाले (वायरल) दावों की जाँच — क्या ग्रहण के समय भोजन करना हानिकारक है?

एक सामान्य रूप से प्रचलित धारणा है कि "ग्रहण के दौरान भोजन नहीं खाना चाहिए, क्योंकि वह हानिकारक हो जाता है।" एक सरल वैज्ञानिक प्रश्न पूछकर इसे अप्रमाणित सिद्ध किया जा सकता है। एक ग्रहण केवल छायाओं का खेल होता है (चित्र 1.2)। ग्रहण के समय वास्तव में कौन-कौन से भौतिक परिवर्तन होते हैं? क्या ताप में कोई महत्त्वपूर्ण परिवर्तन आता है? यदि भोजन को ग्रहण की छाया में छोड़ दिया जाए तो क्या वह खराब हो जाता है? इन प्रश्नों के आधार पर हम इस निष्कर्ष पर पहुँचते हैं कि इस दावे का समर्थन करने वाला कोई भौतिक, रासायनिक या जैविक प्रमाण नहीं है।



चित्र 1.2 — खग्रास सूर्य ग्रहण

जैसे-जैसे आप कक्षा 9 व 10 में विज्ञान के माध्यम से अपनी यात्रा को सतत बनाए रखेंगे वैसे-वैसे आप के मस्तिष्क में चिंतन की ऐसी आदतें विकसित होंगी जो कक्षा से बाहर भी बहुत उपयोगी होंगी। एक सहायक कार्यनीति यह है कि सर्वप्रथम जिस स्थिति का अध्ययन किया जा रहा है उसे उचित प्रकार से समझा जाए। इसके पश्चात पदार्थ की उन राशियों की पहचान की जाए जो आवश्यक हैं। अंततः एक अनुमानित आकलन द्वारा यह जाँच की जाए कि उत्तर का उचित अर्थ बनता है या नहीं। तर्किक विचार के प्रारंभिक चरणों में सदैव सटीक मान आवश्यक नहीं होते हैं। सामान्यतः एक सन्निकट मान आकलन के लिए पर्याप्त होता है कि परिणाम उचित हैं, अनुचित हैं या असंभव हैं। सीखने से आप में एक सहज प्रज्ञा जागृत होती है जो त्रुटियों को पहचानने में सहायता करती हैं। इसके साथ ही आपके अपने स्वयं के विचारों पर आत्मविश्वास विकसित होता है। सामान्यत: विज्ञान में ध्यानपूर्वक तर्क को सटीक गणनाओं से अधिक महत्त्व दिया जाता है।

© NCERT not to be republished

आइए, और आगे बढ़ें

एक चार सदस्यीय परिवार के लिए एक माह में कितना चावल पर्याप्त होगा?

एक सामान्य अनुमान लगाने के लिए हम यह मान लेते हैं कि सभी सदस्यों की कैलोरी या ऊर्जा की पूर्ति केवल चावल द्वारा ही होती है (चित्र 1.3)। एक औसत वयस्क व्यक्ति को लगभग 2000–2500 kcal ऊर्जा की आवश्यकता होती है। ज्ञात कीजिए कि 100 g पका हुआ चावल कितनी ऊर्जा प्रदान करेगा और इस गणना का उपयोग करके यह अनुमान लगाइए कि संपूर्ण परिवार की दैनिक ऊर्जा की आवश्यकता क्या होगी। इसका उद्देश्य सटीक संख्या निकालना नहीं है अपितु ये जाँच करना है कि उत्तर का कोई सही अर्थ बनता भी है या नहीं, जैसे— एक माह के लिए 100 g चावल की मात्रा बहुत कम है जबकि कुछ टन चावल की मात्रा बहुत अधिक होगी। इस प्रकार का अनुमान विज्ञान को भोजन और संसाधनों से जुड़े दैनिक जीवन के प्रश्नों से जोड़ता है तथा यह दर्शाता है कि अनुमान आधारित तर्क करना एक महत्त्वपूर्ण वैज्ञानिक कौशल है।

चित्र 1.3— गैस स्टोव पर पकते हुए चावल

उदाहरण 1.3— अनुमान लगाइए कि एक दिन में आप कितने लीटर वायु श्वास में लेते हैं। इसका अनुमान यहाँ से प्रारंभ कीजिए कि एक मिनट में आप कितनी बार श्वास लेते हैं और एक श्वास में वायु का कितना आयतन प्रयुक्त होता है। आपका उद्देश्य सटीक उत्तर प्राप्त करना नहीं है अपितु एक उचित अनुमान लगाना है।

उत्तर— विश्राम की स्थिति में हम एक मिनट में लगभग 12–15 बार श्वास प्रति मिनट लेते हैं और एक दिन में $60 \times 24 = 1440$ मिनट होते हैं। अत: हम लगभग 18–22 हजार श्वास प्रतिदिन लेते हैं अर्थात लगभग 20 हजार श्वास प्रतिदिन हमें एक श्वास में वायु के प्रयुक्त आयतन का अनुमान लगाना है। इसके आकलन की एक विधि यह है कि एक सामान्य रबर के गुब्बारे को भरने में लगभग 4 से 5 बार श्वास भरनी पड़ती है और जब गुब्बारा फूल जाता है तो उसका आयतन लगभग 2 लीटर हो जाता है। अतः एक श्वास का आयतन लगभग 0.5 लीटर होता है। इस प्रकार हम एक दिन में लगभग 10,000 लीटर वायु श्वास में लेते हैं। अब यह समझना कठिन है कि ये अनुमान तर्कसंगत है या नहीं। परंतु यदि हम अपने गुब्बारे के उदाहरण पर पुनः विचार करें तो पता चलता है कि एक गुब्बारे को फुलाने में लगभग 20 सेकंड लगते हैं तो हम एक मिनट में लगभग 3 गुब्बारे फुला सकते हैं। इस प्रकार $\frac{3 \text{ गुब्बारे}}{\text{मिनट}} \times \frac{2 \text{ लीटर}}{\text{गुब्बारा}} \times \frac{1440 \text{ मिनट}}{\text{प्रतिदिन}}$ के अनुसार गुणा करने पर लगभग 8640 लीटर मात्रा प्राप्त होती है जो कि गणना के उद्देश्य से पूर्व के अनुमानित मान 10,000 लीटर के बहुत समीप है। स्वाभाविक रूप से यदि लगातार गुब्बारे फुलाते रहें तो शीघ्र ही बहुत अधिक थक जाएँगे जबकि आराम से श्वास लेने में ऐसा नहीं होगा।

सोचिए और बताइए

2. एक ऐसी स्थिति का वर्णन कीजिए जहाँ अनुमानित उत्तर ही पर्याप्त हो और एक ऐसी स्थिति भी जहाँ आपको बहुत सटीक मान की आवश्यकता हो।

कक्षा 10 के पश्चात यदि आप विज्ञान पढ़ने का निर्णय लेते हैं तो इसे भौतिकी, रसायन, जीव विज्ञान और पृथ्वी विज्ञान जैसी शाखाओं में विभाजित किया जाएगा। कक्षा 9 और 10 में भी जो अध्याय हैं वे इनमें से कुछ क्षेत्रों पर ध्यान केंद्रित करेंगे। हमने कुछ रोचक तथ्यों को प्रमुखता से दर्शाया है जिन्हें आप

© NCERT not to be republished

अगले एक सोपान ऊपर से सीख सकते हैं। यद्यपि स्मरण रखिए कि प्राकृतिक संसार की ऐसी कोई विभाजन रेखाएँ नहीं होती हैं। ये विभाजन केवल ज्ञान को व्यवस्थित करने में सहायता करने के लिए हमारे द्वारा बनाई गई हैं एवं ये एक-दूसरे से स्वतंत्र नहीं हैं। वर्तमान की अधिकाश वास्तविक समस्याएँ, जैसे जलवायु परिवर्तन को समझना, औषधियों को विकसित करना या सतत प्रौद्योगिकी को अभिकल्पित करना आदि कई विषयों के विचारों को एक साथ मिलाकर ही हल किया जा सकता है। विज्ञान का गणित, प्रौद्योगिकी, कला और सामाजिक विज्ञान के साथ स्वाभाविक रूप से संबंध है। संसार को पूर्णतः समझने के लिए हमें ज्ञान और अभिव्यक्ति की अनेक शैलियों को जोड़ना होता है जो एक दूसरे को पूर्ण करते हैं।

सोचिए और बताइए

3. किसी दैनिक उपयोग की वस्तु (संभवतः एक प्रेशर कुकर या मोबाइल फोन) अथवा कोई वास्तविक समस्या (संभवतः आपके विद्यालय के पास एक ट्रैफिक जाम की स्थिति) का चयन कीजिए। एक रूपरेखा तैयार कीजिए जिसमें सूचीबद्ध हो कि भौतिकी, रसायन विज्ञान, जीव विज्ञान, पृथ्वी विज्ञान, या गणित से किस प्रकार के दृष्टिकोण उपरोक्त समस्या से संबंधित हैं। यह भी दर्शाइए कि आपके उदाहरण में विज्ञान की कम-से-कम दो शाखाएँ परस्पर किस प्रकार जुड़ी हुई हैं।

आइए, और आगे बढ़ें

मास्क वास्तव में किस प्रकार कार्य करता है ?

वास्तविक समस्याओं को हल करने के लिए विज्ञान की कई शाखाओं के ज्ञान की आवश्यकता होती है। कोविड-19 महामारी के समय हम सभी ने सुरक्षा उद्देश्य से मास्क का प्रयोग किया (चित्र 1.4)। एक मास्क किस प्रकार कार्य करता है इसे समझने के लिए भौतिकी (कणीय गति व वैद्युत स्थैतिक आकर्षण), रसायन (बहुलक रेशों के गुणधर्म), जीव विज्ञान (विषाणु की आमाप और प्रकृति), और गणित (वायुप्रवाह और निस्यंदन दक्षता के प्रतिरूपण) आदि अवधारणाओं की आवश्यकता होती है।

चित्र 1.4 — शल्य चिकित्सा हेतु मास्कों का संग्रह

अंततः जैसा कि हमने प्रत्येक पाठ्यपुस्तक में उल्लेख किया है कि विज्ञान केवल तथ्यों, समीकरणों या प्रयोगों का संग्रह नहीं होता है यह एक ऐसी मानवीय गतिविधि है जो जिज्ञासा, सृजनात्मकता, सहयोग और सावधानीपूर्वक प्रश्न पूछने से आकार लेती है। विज्ञान तब विकसित होता है जब लोग प्रश्न पूछते हैं, विचारों का परीक्षण करते हैं, परिणामों को साझा करते हैं और त्रुटियों से सीखते हैं। विज्ञान समय के साथ अनेक लोगों के योगदान से विकसित होता है जो विभिन्न संस्कृतियों और पीढ़ियों से संबंधित होते हैं। भले ही आप कक्षा 10 से आगे विज्ञान विषय का चयन न करे तब भी वैज्ञानिक दृष्टिकोण आपके जीवन में अत्यंत उपयोगी रहेगा। आपको अपने आस-पास की प्रौद्योगिकी को समझने में, सूचनाओं का आलोचनात्मक मूल्यांकन करने में और उस संसार को भी समझने में सहायता करेगा जिसमें आप रहते हैं। इस अन्वेषण की यात्रा के प्रारंभ में विज्ञान आपको केवल संसार के विषय में सीखने के लिए ही नहीं अपितु यह जानने के लिए भी प्रोत्साहित करता है कि हम उसे समझने का प्रयास किस प्रकार करते हैं।

अन्वेषण की अपनी यात्रा पर निकल पड़िए — प्रमाणों के आवर्धक लैंस द्वारा गहराई से निरीक्षण करते हुए और जिज्ञासा के दिशा-सूचक से मार्गदर्शित होते हुए।

अन्वेषण की शुभ यात्रा!

© NCERT not to be republished