परमाणु सिद्धान्त के बारे में ग़लतफ़हमियाँ

उमा सुधीर

परमाणु सिद्धान्त वैसे तो रसायनविज्ञान में एक आधारभूत अवधारणा है, लेकिन विद्यालय की पाठ्यपुस्तक में इसे जिस तरह प्रस्तुत किया गया है यह विद्यार्थियों को एक सतही समझ और कई ग़लतफ़हमियों के साथ आगे ले जाता है। क्या शिक्षक पाठ्यपुस्तक में दी गई व्याख्याओं और चित्रणों की सीमाओं और चुनौतियों को पहचानते हैं?

परमाणु सिद्धान्त हालाँकि अमूर्त है, पर यह आधुनिक रसायनशास्त्र के केन्द्र में है। अध्ययन दिखाते हैं कि मिडिल और हाई स्कूल के कई विद्यार्थी इस सिद्धान्त के बारे में अपनी पाठ्यपुस्तकों से जानकारी रटने में अच्छे हो सकते हैं लेकिन उनमें कई ग़लतफ़हमियाँ भी होती हैं। अक्सर वे इस सिद्धान्त की बारीक़ियों को समझने में असमर्थ रहते हैं या यह समझने में कठिनाई महसूस करते हैं कि यह अन्य अवधारणाओं या वैज्ञानिक शाखाओं के साथ कैसे सम्बन्धित है। इन चुनौतियों का एक कारण विद्यालय की पाठ्यपुस्तकों में इस सिद्धान्त को प्रस्तुत करने के तरीक़े से जुड़ा है। इन पुस्तकों में व्याख्याएँ और चित्रांकन करने का तरीक़ा अक्सर भ्रान्तिपूर्ण होता है या ग़लतियों से भरा होता है। इसके अलावा, पाठ्यपुस्तकें अन्य विषयों के लिए इस सिद्धान्त की प्रासंगिकता और अन्य अवधारणाओं (जैसे गर्मी और तापमान) के साथ इसके सम्बन्धों पर प्रकाश नहीं डालती हैं। अगर यह सतही तौर से पढ़ाया जाता है, तो विद्यार्थी इस अवधारणा का उपयोग करके अवलोकित घटनाओं की व्याख्या करने या उनसे सम्बन्धित समस्याओं का समाधान करने में असमर्थ रहते हैं।

जून 2007 में एकलव्य, इन्दौर द्वारा आयोजित कार्यशाला के लक्ष्यों में से एक था - कक्षा-8 से 10 के 22 शिक्षकों को विद्यालय की पाठ्यपुस्तक में इस सिद्धान्त से सम्बन्धित व्याख्याओं और चित्रणों की चुनौतियों से परिचय कराना। शिक्षकों से तीन प्रश्न पूछे गए, जिनके जवाब उन्होंने लगभग 20 मिनट में दिए। प्राप्त उत्तरों के विश्लेषण से कुछ महत्त्वपूर्ण अन्तर्दृष्टि मिली।

धातुओं के गुणधर्म

पहला प्रश्न था : ताँबा और पारा दोनों धातु हैं। जहाँ ताँबा कमरे के तापमान पर ठोस रहता है, वहीं पारा द्रव होता है (**देखें चित्र-1**)। इसके अलावा, ताँबा, पारे की तुलना में ऊष्मा

और विद्युत का बेहतर सुचालक होता है। ताँबे और पारे के बारे में निम्नलिखित में से कौन-सा कथन सही है-

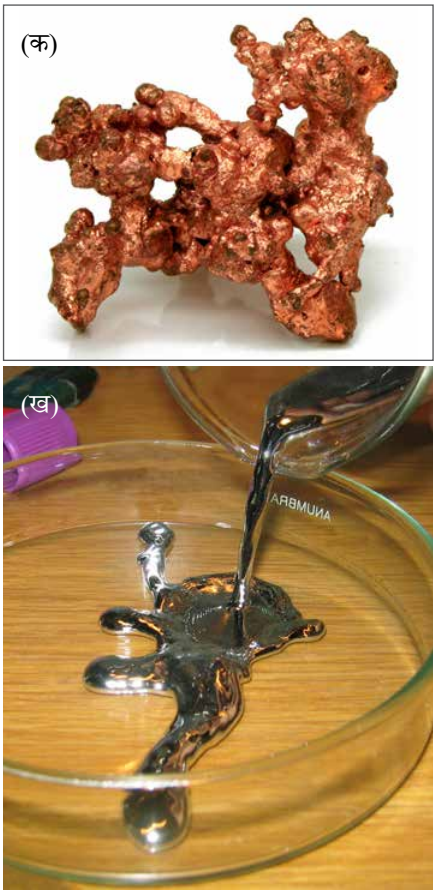
(क) पारे के परमाणुओं की तुलना में ताँबे के परमाणु अधिक लोचदार होते हैं।

(ख) पारे के परमाणु द्रव होते हैं जबकि ताँबे के परमाणु ठोस होते हैं।

(ग) पारे के परमाणु की तुलना में ताँबे का परमाणु विद्युत का बेहतर चालक है।

(घ) इनमें से कोई भी नहीं। फिर, आप इन दो धातुओं के बीच दिख रही भिन्नताओं की व्याख्या कैसे करेंगे?

इस प्रश्न का उत्तर देने की कोशिश करने



चित्र-1 : ताँबे (**क**) और पारे (**ख**) के परमाणु एक-दूसरे से किस प्रकार भिन्न हैं?

(a) Credits: Spinningspark. URL: https://commons.wikimedia.org/wiki/File:NatCopper.jpg. License: CC-BY-SA. (b) Credits: Bionerd. URL: https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Pouring_liquid_mercury_bionerd.jpg. License: CC-BY.

वाले 18 शिक्षकों में से कई ने तीन ग़लत विकल्पों(**क, ख** और **ग**) में से एक-या-एक से अधिक को चुना। केवल आठ ने सही विकल्प (**घ**) को चुना। इनमें से तीन ने अपने चयन के लिए कोई वज़ह नहीं दी। चार ने विभिन्न विस्तृत कारण दिए थे। केवल एक उत्तर ऐसा था जिसे सही माना जा सकता था : *"चूँकि यह गुणधर्म तत्वों के हैं यानी परमाणु के समूहों के, न कि किसी एक विशेष परमाणु के।"* वे शिक्षक जिन्होंने ग़लत विकल्पों का चयन किया, ऐसा लगता है कि वे मानते हैं परमाणु के समूहों में दिखाई देने वाले गुणधर्म एकल परमाणुओं में भी पाए जाते हैं। दूसरे शब्दों में, ऐसा लगता है कि वे सोचते हैं कि परमाणु तत्व का सबसे छोटा कण है, जो उस तत्व के सभी भौतिक और रासायनिक गुणों का प्रदर्शन करता है।

इस ग़लत धारणा के पीछे क्या कारण हो सकता है? इसका एक कारण शिक्षकों द्वारा अपने विद्यार्थियों को परमाणु की अवधारणा का परिचय देने के लिए बार-बार उपयोग किए जाने वाली छवि से जुड़ा हो सकता है। जो है किसी ईंट या चॉक के टुकड़े को तब तक छोटा-छोटा तोड़ते जाओ जब तक कि इन्हें इनकी 'ईंटगिरी' या 'चॉकगिरी' खोए बिना और छोटा न तोड़ा जा सके। इस सजीव चित्रण से विद्यार्थियों के मन में सम्भवतः यह छवि बनती है कि आकार को छोड़कर एक परमाणु बिल्कुल वैसा ही होता है जैसा उसका बड़ा टुकड़ा होता है, जिसका वह पहले हिस्सा था। यह विचार इतना प्रभावशाली होता है कि ऐसा लगता है कि धात्विक बन्धन और उसके गुणधर्मों (जो न सिर्फ़ यह बताते हैं कि क्यों एक धातु विद्युत चालक है बल्कि यह भी बताते हैं कि क्यों यह चमकदार, अघातवर्धनीय (लोचदार) आदि है) के बारे में विद्यार्थियों और शिक्षकों ने जो सीखा होता है वह धरा-का-धरा रह जाता है। इस भ्रम का एक कारण यह भी हो सकता है कि डॉल्टन (जिन्होंने परमाणु सिद्धान्त दिया) के विपरीत हमारी अणुओं की समझ मात्रात्मक नियमों से विकसित सिद्धान्त नहीं है। एक और कारण से ज्ञान खाँचों में बँटा हो सकता है। यह अक्सर उन मूल्यांकन विधियों द्वारा मज़बूत होता है जिन्हें यह जाँचने या पता करने के लिए डिज़ाइन नहीं किया गया है कि बच्चों ने विभिन्न अवधारणाओं के बीच के सम्बन्धों और सुसंगतता की ज़रूरत को वास्तव में कितना सीखा है।

गैस का तापमान

दूसरा प्रश्न था : हाइड्रोजन के एक अलग किए हुए अणु का तापमान क्या होता है?

11 शिक्षकों ने इस प्रश्न का उत्तर देने की कोशिश की। इनमें में से चार ने कहा कि हाइड्रोजन अणु का तापमान 'कमरे के तापमान' के बराबर होगा। एक उत्तर था '0°C' और एक उत्तर था हाइड्रोजन का 'क्रान्तिक तापमान'। एक शिक्षक ने PV = nRT सूत्र का उपयोग करने का प्रयास किया, लेकिन मामला T = PV/nR से आगे नहीं बढ़ा। एक अन्य शिक्षक ने *'गैसों के गतिज सिद्धान्त'* का उल्लेख किया, लेकिन आगे की अधिक व्याख्या नहीं दी। एक शिक्षक का उत्तर था : *"अकेले (एकल) अणु का तापमान गैस की पूरी मात्रा के तापमान के समान होगा।"* यह तापमान के बारे में इस भ्रमित सोच के एक कारण का ख़ुलासा करता है। 22 शिक्षकों में से केवल दो शिक्षकों ने कुछ हद तक सही उत्तर दिया। उनमें से एक ने कहा : *"एक एकाकी अणु के तापमान को मापना सम्भव नहीं है।"* दूसरे का उत्तर था : *"पूर्वानुमान और मापन नहीं कर सकते।"* हालाँकि, ये उत्तर भी मापन की समस्या पर केन्द्रित थे।

इन शिक्षकों में से कई गैसों के गतिज सिद्धान्त से परिचित थे। सम्भावना है कि वे इस सिद्धान्त से सम्बन्धित समीकरणों को बड़ी आसानी से हल कर सकते थे। फिर भी, उनमें से किसी को भी यह अजीब नहीं लगा कि उनसे एक हाइड्रोजन के एक अणु के तापमान के बारे में पूछा जा रहा है। उन्होंने इस बात को नज़रअन्दाज़ किया कि किसी पदार्थ का तापमान (चाहे वह ठोस, द्रव या गैसीय अवस्था में हो) एक व्युत्पन्न

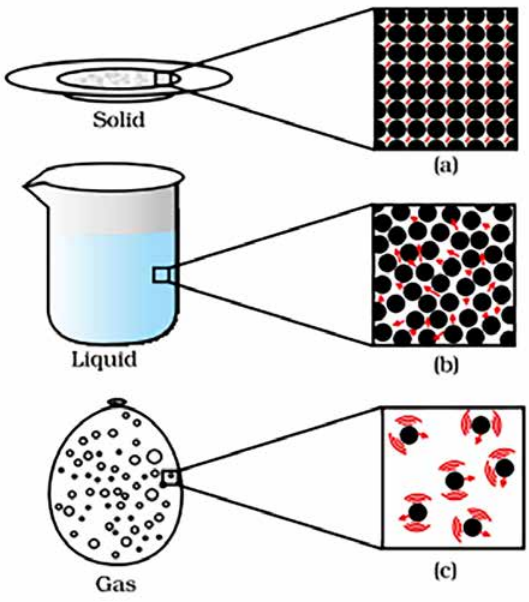


Fig.1.5: *a, b and c show the magnified schematic pictures of the three states of matter. The motion of the particles can be seen and compared in the three states of matter.*

चित्र-2 : पाठ्यपुस्तकों में भ्रामक चित्र पदार्थ की प्रकृति के बारे में ग़लत धारणाओं को प्रभावित कर सकते हैं। ऐसे चित्रण का यह एक उदाहरण है। यह NCERT की कक्षा-9 की विज्ञान पाठ्यपुस्तक के पहले अध्याय 'हमारे आस-पास के पदार्थ' में शामिल है।

राशि है जो हमें समूह में अणुओं की औसत ऊर्जा (गतिज ऊर्जा, इसलिए वेग) के बारे में कुछ बताती है। उनके उत्तर उस ग़लत धारणा पर आधारित दिखाई दिए जिसका यह मानना था कि तापमान एकल अणुओं का अन्तर्निहित गुणधर्म है जो सीधे मापनीय (चाहे यह कितनी ही अशुद्ध हो) है, बिल्कुल वैसे ही जैसे किसी मेज़ की लम्बाई।

द्रव्य की अवस्थाएँ

आख़िरी प्रश्न NCERT की नौवीं कक्षा की पाठ्यपुस्तक से एक चित्र के सन्दर्भ में था (**चित्र-2 देखें**)। शिक्षकों से अनुरोध किया गया था कि वे निम्नलिखित प्रश्नों का उत्तर देने से पहले चित्र ध्यानपूर्वक देखें :

(क) दिए गए चित्र से जितनी सम्भव हो सके जानकारी निकालने का प्रयास करें।

(ख) द्रव्य (पदार्थ) की अवस्थाओं के ठोस से द्रव और द्रव से गैस में बदलने पर घनत्व में हुए परिवर्तन की तुलना करें।

(ग) आपको क्या लगता है कि चित्र के तीन हिस्सों में अणुओं या परमाणुओं के बीच क्या है?

(घ) तीनों पदार्थों की अवस्थाओं में कणों के विन्यास के स्तर पर तुलना करें।

पहला भाग **(क)** पाठ्यपुस्तक के चित्र में व्याप्त त्रुटियों को देखने के लिए शामिल किया गया था। लेकिन किसी भी शिक्षक ने ऐसा नहीं किया। इसकी बजाय, उन्होंने इस हिस्से के उत्तर में पदार्थों की अवस्थाओं (ठोस, द्रव और गैस) के बारे में वे जो कुछ भी जानते थे लिख दिया।

दूसरा भाग **(ख)** चित्र के दो पहलुओं पर ध्यान दिलाने के लिए शामिल किया गया था :

- किसी (क्रिस्टलीय) ठोस के द्रव में बदलने पर उसके घनत्व में आई कमी को चित्र में बहुत बढ़ा-चढ़ाकर पेश किया गया है। इस प्रकार, चित्रण इस तथ्य को प्रतिबिम्बित नहीं करता है कि पदार्थ की अवस्था में परिवर्तन आने पर मुख्यतः कणों के विन्यास में अधिक परिवर्तन होता है, कणों के बीच की दूरी में उतना परिवर्तन नहीं आता है। इसका एक उदाहरण धातुओं में देखा जा सकता है, जहाँ विन्यास में कमी यह बताती है कि क्यों धात्विक बन्ध पिघलने पर भी बने रहते हैं और पिघली हुई धातुएँ क्यों चमकदार और विद्युत चालक बनी रहती हैं।
- चित्रण द्रव के गैस में बदलते समय घनत्व की व्यापक कमी को ठीक से प्रस्तुत नहीं करता है। हम एक सरल उदाहरण पानी का लेते हैं, जब पानी का एक 'मोल' तरल अवस्था में 18 mL होता है और गैसीय अवस्था में 22,400 mL होता है (यदि हम STP पर किसी गैस के सन्दर्भ में सोचें तो यह 22.4 लीटर जगह घेरता है, हालाँकि यह पानी के लिए शायद पूरी तरह से सटीक न हो)। तब, इस अवस्था परिवर्तन के कारण आयतन में हज़ार गुना वृद्धि हो सकती है।

अधिकांश शिक्षकों ने इस हिस्से का उत्तर देते समय कहा कि कणों का घनत्व ठोस > द्रव > गैस के क्रम में घटता है।

तीसरे भाग **(ग)** का सही उत्तर है कि अणुओं या परमाणुओं (या कणों) के बीच 'कुछ नहीं' होता है। इस प्रश्न के उत्तर ने कुछ भ्रम और कुछ स्पष्टता का ख़ुलासा किया। तीन शिक्षकों ने इसका उत्तर 'हवा' दिया। दिलचस्प बात यह है कि विज्ञान शिक्षा में अनुसन्धान यह बताता है कि अधिकांश बच्चे मानते हैं कि गैस के अणु के बीच हवा मौजूद होती है। क्या विद्यार्थियों में यह भ्रम अपूर्ण रूप से पढ़ाए गए सिद्धान्त से सम्बन्धित हो सकता है? सात शिक्षकों ने 'अन्तर-आणविक बल' कहा, छह शिक्षकों ने 'अन्तर-आणविक दूरियाँ' कहा और दो शिक्षकों ने इन दोनों उत्तरों को मिलाकर कहा। क्या यह सम्भव है कि शिक्षकों ने इस प्रश्न का उत्तर 'कुछ नहीं' देने से बचने के लिए इन शब्दों का उपयोग किया?

चौथे भाग **(घ)** को पदार्थ की तीन अवस्थाओं की कण प्रकृति में सबसे महत्त्वपूर्ण अन्तरों में से एक पर ध्यान आकर्षित करने के लिए शामिल किया गया

था। कणों (परमाणुओं, अणुओं या आयनों) की व्यवस्था ठोस में अत्यन्त ही व्यवस्थित होती है, द्रव में कम व्यवस्थित होती है और गैसों में व्यवस्था बहुत ही बेतरतीब होती है। इस प्रकार, यह प्रश्न शिक्षकों को यह जाँचने के लिए आमंत्रित करता है कि क्या पाठ्यपुस्तक के चित्र से यह स्पष्ट होता है कि कण, ठोस में केवल कम्पनात्मक गति को ही दिखा सकता है, जबकि द्रव या गैस में स्थानान्तर गति को भी दिखा सकता है। हालाँकि, किसी भी उत्तर ने इन पहलुओं को नहीं छुआ। फिर से, शिक्षकों ने इस सवाल का उत्तर ठोस, द्रव और गैस में व्यवस्था और अव्यवस्था के बारे में पाठ्यपुस्तक के कथनों के साथ दिया।

इन उत्तरों से ऐसा लगता है कि शायद शिक्षकों ने चित्रण को इतना ध्यानपूर्वक या आलोचनात्मक तरीक़े से देखा नहीं या इन चित्रों का विद्यार्थियों के बीच ग़लत अवधारणाओं को मज़बूत करने के इसके प्रभाव के बारे में पर्याप्त चिन्तन नहीं किया। यह सम्भावना भी है कि घनत्व में मात्रात्मक बदलाव के चित्रण पर अधिक सटीक और सीधे प्रश्न, अधिक सटीक उत्तर दिला सकते थे *(जैसे कि पाठ्यपुस्तक के चित्र में गैस के कणों के घनत्व का चित्रण द्रव से दस गुना, सौ गुना या हज़ार गुना है?)*।

चलते-चलते

इस संक्षिप्त परीक्षण का उद्देश्य शिक्षकों को आलोचनात्मक रूप से यह जाँचने के लिए आमंत्रित करना था कि स्कूल की पाठ्यपुस्तक में परमाणु सिद्धान्त को कैसे प्रस्तुत किया गया है। क्या पाठ्यपुस्तक में दिए गए स्पष्टीकरण और चित्रण वास्तव में बच्चों को परमाणु सिद्धान्त जैसी मूलभूत अवधारणाओं को समझने और वास्तविक दुनिया में अवलोकनों पर लागू करने में मदद करने के अपने उद्देश्य को पूरा करते हैं?

परीक्षण के उत्तरों से यह प्रतीत होता है कि अधिकांश शिक्षक पाठ्यपुस्तक की जानकारी के साथ पर्याप्त गहराई से नहीं जुड़े थे। इसके अलावा, आश्चर्य की बात यह है कि कई शिक्षकों के मन में उसी तरह की ग़लतफ़हमियाँ थीं जैसी कि मिडिल और हाई स्कूल के विद्यार्थियों के बीच व्याप्त हैं। हो सकता है कि उनमें ये ग़लतफ़हमियाँ बचपन में विकसित हुई हों और वयस्क होने के बाद भी वे बरक़रार रहीं। यदि ऐसा है, तो यह इस आम धारणा का खण्डन करेगा कि विद्यार्थियों को पाठ्यपुस्तक की बातों/कथनों को रटवाने वाले शैक्षणिक और मूल्यांकन तरीक़े उन्हें इन बातों की सटीक समझ अपने आप विकसित करवाने के लिए पर्याप्त हैं।

यह छोटा-सा अध्ययन शिक्षकों को इस बात पर अधिक गहराई से चिन्तन करने में मदद कर सकता है कि वे परमाणु सिद्धान्त कैसे पढ़ाते हैं। साथ ही, यह पूछने और उत्तर देने के लिए कि पाठ्यपुस्तक के व्याख्यानों और चित्रणों में भ्रम और त्रुटियों की पहचान करना उनके शैक्षणिक और मूल्यांकन दृष्टिकोण का कैसे गाइड करता है?

मुख्य बिन्दु

- अध्ययन दिखाते हैं कि मिडिल और हाई स्कूल के कई विद्यार्थी परमाणु सिद्धान्त का वर्णन सटीकता से कर सकते हैं, लेकिन इसके बारे में कई ग़लत धारणाओं को बनाए रखते हैं।
- अक्सर, विद्यार्थी यह समझने में असमर्थ रहते हैं कि ये सिद्धान्त दूसरी अवधारणाओं या वैज्ञानिक शाखाओं से कैसे जुड़े हुए हैं।
- इन भ्रान्तियों में से कुछ पाठ्यपुस्तकों में ग़लत या भ्रान्तिपूर्ण व्याख्यानों और चित्रणों के कारण हो सकती हैं। शिक्षकों के द्वारा ये अनदेखे रह सकते हैं।
- कुछ शिक्षकों में भी परमाणु सिद्धान्त की उसी प्रकार की ग़लत धारणाएँ हो सकती हैं जो मिडिल और हाई स्कूल के विद्यार्थियों में होती हैं।
- ऐसी ग़लतफ़हमियों की पहचान करना और पाठ्यपुस्तक की व्याख्याओं और चित्रणों के साथ अधिक गम्भीरता से जुड़ना शिक्षकों को ऐसे शैक्षणिक और मूल्यांकन तरीक़े विकसित करने में मार्गदर्शन कर सकता है, जो बच्चों को इस सिद्धान्त को अधिक सटीक रूप से समझने और लागू करने में मदद करने में अधिक प्रभावी हैं।

Notes:

1. This article was first published in Sandarbh, Issue 60, pg. 35-41. This version is restructured and revised for conciseness. URL: https://www.eklavya.in/magazine-activity/sandarbh-magazines/300-sandarbh-from-issue-51-to-60/sandarbh-issue-60/1211-parmanu-sidhant-or-shikshako-ki-bhrantiyan.
2. Source of the image used in the background of the article title: Breaking chalk. Credits: Viktoria Goda, Pexels. URL: https://www.pexels.com/photo/blue-red-and-yellow-chalk-1107495/. License: CC0.

उमा सुधीर एकलव्य, मप्र के विज्ञान शिक्षा कार्यक्रम से जुड़ी हैं।

अनुवाद : राम कुमार सरोज **पुनरीक्षण :** उमा सुधीर **कॉपी एडिटर :** अनुज उपाध्याय