होशंगाबाद विज्ञान शिक्षण कार्यक्रम

शिक्षक निर्देशिका

यह निर्देशिका परीक्षण, टिप्पणी व संशोधन के लिये होशंगाबाद जिले के शिक्षकों को प्रस्तुत की जा रही है ।

चीजें क्यों तैरती हैं ?

बाल वैज्ञानिक
कक्षा आठ (खंड दो)

जुलाई 1982

यह तो हम जानते ही हैं कि लोहे का ठोस टुकड़ा पानी में डूब जाता है परन्तु लोहे का बना लोटा या जहाज तैराया जा सकता है। हम यह भी जानते हैं कि आमतौर पर लकड़ी की बनी कोई भी वस्तु, चाहे वह एक गुटका हो या नाव, पानी में डूबती नहीं। ऐसा क्यों? इस अध्याय में इन्हीं प्रश्नों के उत्तर समझाने का प्रयास किया गया है।

किसी पदार्थ का स्वयं तैरना या डूबना उनके आपेक्षिक घनत्व पर निर्भर करता है। किन्तु डूबने वाले पदार्थ की भी कुछ वस्तुएं बनाई जा सकती हैं जो तैरती हैं। इस बात को समझने के लिए हमें आर्किमीडीज का नियम जानना आवश्यक है। अतः अध्याय में पहले पदार्थ के आपेक्षिक घनत्व की अवधारणा को स्पष्ट करवाकर हम तैरने वाली वस्तुओं के विशेष गुणधर्म यानी आर्किमीडीज के नियम तक पहुंचते हैं।

इस अध्याय में हमने घनत्व की परिभाषा का उपयोग करना उचित नहीं समझा? इसका कारण निर्देशिका के अंत में स्पष्ट किया है। शुरु के कुछ प्रश्नों की सहायता से बच्चों को "घने" शब्द के वैज्ञानिक अर्थ से परिचित करवाने की चेष्टा की गई है। कुछ समान आयतन वाली वस्तुओं के भार का अनुमान लगाते हुए उनसे केवल घनेपन की तुलना करवाई है।

प्रश्न (१२) भी इसी प्रकार का प्रश्न है। आशा थी कि किट में सीमेंट के गुटके दिए जायेंगे। परन्तु यदि किट में गुटके नहीं पहुंचे हैं तो बच्चे बराबर आयतन वाले सीमेंट और लोहे के गुटके के वजन की तुलना नहीं कर पायेंगे। इस परिस्थिति में इस प्रश्न को छोड़ सकते हैं।

छपाई में सुधार :—

प्रयोग १ की तालिका के स्तंभ ५ के शीर्षक को इस प्रकार लिखें:—

$$\frac{\text{वस्तु का वजन}}{\text{वस्तु द्वारा विस्थापित पानी का वजन}}$$

निष्कर्ष तक पहुंचने की सांख्यिकीय प्रक्रिया

प्रयोग १ के प्रश्न (२५) की ओर विशेष ध्यान दें क्योंकि यह एक महत्वपूर्ण वैज्ञानिक पहलू को उभारता है। इस पाठ्यक्रम के अंतर्गत आपने कई स्थानों पर देखा होगा कि किसी भी निष्कर्ष पर पहुंचने के लिए हम अधिक से अधिक आंकड़े इकट्ठा करवाते हैं और उनकी ओर बच्चों का ध्यान आकर्षित कराते हुए सामूहिक चर्चा करवाने पर जोर देते हैं। चर्चा के दौरान हम इस बात को उभारने का प्रयास करते हैं कि यदि अधिकतम आंकड़े लगभग समान हैं तो उनके आधार पर ही हम कोई निश्चित निष्कर्ष निकाल सकते हैं। जो आंकड़े अपवाद के रूप में दिखाई देते हैं उनके लिए हम अधिक सावधानी के साथ दुबारा प्रयोग करवाते हैं। इसके बाद भी यदि कुछ शंकास्पद आंकड़े रह जाते हैं तो

उनका तार्किक कारण ढूंढने की कोशिश की जाती है। परन्तु कारण न भी मिलने पर हम उस निष्कर्ष को स्वीकार कर लेते हैं जिसकी ओर अधिकतम आंकड़े संकेत करते हों। उदाहरण के तौर पर हम प्रयोग १ को ही लेते हैं। मानलो एक टोली ने अनजाने में लोहे की ऐसी वस्तु से प्रयोग किया जो अन्दर से खोखली है पर ऊपर से ठोस लगती है और तालिका (१६) में अपने अवलोकन भर दिए। इस टोली का यह आंकड़ा स्तंभ (५) के अन्य आंकड़ों से संभवतः काफी भिन्न होगा। सामूहिक चर्चा के दौरान यह आंकड़ा अपवाद बन जाएगा। इस अपवाद का कारण ढूंढने पर यदि यह पता लग जाए कि यह वस्तु वास्तव में अन्दर से खोखली है तो उस टोली को इसकी जगह किसी ठोस वस्तु से प्रयोग करने को कहा जा सकता है। परन्तु यदि कारण न भी पता चले तो बाकी के सब आंकड़े, जो घटबढ़ की सीमा के अन्दर हैं, हमें लोहे का आपेक्षिक घनत्व बता देंगे। वैज्ञानिक पद्धति के अनुसार किसी भी निष्कर्ष तक पहुंचने की यही प्रक्रिया है।

प्रायः देखा गया है कि बच्चे लोहे के बांट से यह प्रयोग करते हैं जिसके नीचे अन्य किसी धातु की मोहर (सील) लगी रहती है। इस कारण से भी उनका आंकड़ा लोहे की बनी अन्य वस्तुओं के आंकड़ों से भिन्न आता है।

आपेक्षित घनत्व की इकाई

प्रश्न (२७) में आपेक्षिक घनत्व की इकाई का पता लगाने को कहा गया है। इसके लिए यह समझना आवश्यक है कि यदि किसी भौतिक राशि (Physical quantity) की परिभाषा में अन्य भौतिक राशियों का उपयोग किया जाता है तो उसकी इकाई भी उन्हीं राशियों की इकाईयों द्वारा पता की जा सकती है। उदाहरण के लिए चाल की इकाई "गति के ग्राफ" अध्याय में इसी विधि से निकाली गई थी। इसी प्रकार आपेक्षिक घनत्व का सूत्र देखते हुए उसकी इकाई $\frac{\text{ग्राम}}{\text{ग्राम।}}$ या $\frac{\text{कि.ग्रा.}}{\text{कि.ग्रा}}$ इत्यादि होगी। चूंकि यह अनुपात केवल संख्या मात्र है अतः आपेक्षिक घनत्व की इकाई ही नहीं होती। अन्य भी कई भौतिक राशियां आपको मिलेंगी जिनकी इकाई नहीं होती। जैसे, "गति के ग्राफ" की निर्देशिका में बताया गया है कि ग्राफ की ढलान की कोई इकाई नहीं होती।

छपाई में सुधार

बाल वैज्ञानिक खण्ड २ के पृष्ठ ५६ पर एक पहेली के दूसरे वाक्य को, इस प्रकार पढ़ें:—

इसके अलावा लोहे की ही एक गेंद दी गई है जिसका भी वजन एक कि. ग्रा. है।

आर्किमीडीज की कहानी

यह एक बहुत रोचक कहानी है जो हमें बताती है कि एक साधारण से अवलोकन के आधार पर आर्किमीडीज ने न केवल अपनी समस्या का हल ढूंढ लिया बल्कि आगे बढ़कर कुछ ऐसे महत्वपूर्ण नियम स्थापित

किए जिनसे उसका नाम विज्ञान के इतिहास में अमर हो गया। प्रश्न (३०) के संदर्भ में आर्किमीडीज के इस सरल प्रयोग का पूरा ऐतिहासिक विवरण शायद आप जानते ही होंगे। इतिहास में दिया गया है कि जब वह स्नान करने के लिए हौज में उतरा तो पानी को बाहर विस्थापित होते देख तत्काल उसे सूझ गया कि केवल मुकुट द्वारा पानी विस्थापित करके ही वह उसकी शुद्धता की जांच कर सकता है। उसने सोच लिया कि यदि मुकुट के वजन के बराबर वजन वाले चांदी और सोने के दो टुकड़ों को अलग-अलग पानी में डालकर उनके द्वारा विस्थापित पानी को नाप लें और फिर मुकुट द्वारा विस्थापित पानी से तुलना करें तो वह यह बता पाएगा कि—(१) सोने का आपेक्षिक घनत्व चांदी के आपेक्षिक घनत्व से अधिक है और कितने गुना अधिक है, (२) मुकुट में यदि चांदी मिली है तो कितनी ? क्योंकि मुकुट शुद्ध सोने का होता तो उतना ही पानी विस्थापित करता जितना बराबर वजन वाला सोने का टुकड़ा करता है। परन्तु यदि उसमें चांदी मिली हो तो उसका आयतन उस सोने के टुकड़े के आयतन से अधिक होगा और वह उससे अधिक पानी विस्थापित करेगा। फिर विस्थापित पानी के अन्तर के आधार पर सरलतापूर्वक यह पता लग सकता है कि मुकुट में कितनी चांदी मिली है। इसी तर्क के आधार पर बच्चे प्रश्न (२९) वाली पहेली का उत्तर दे सकते हैं। प्रश्न (२९) या (३०) का उत्तर वे स्वयं दे दें तो हम जान लेंगे कि किसी ठोस पदार्थ के आपेक्षिक घनत्व की अवधारणा उन्हें पूरी तरह से स्पष्ट हो गयी है।

छपाई में सुधार:—

प्रयोग ३ की तालिका के अन्तिम स्तंभ के शीर्षक को इस प्रकार लिखें :—

द्रव का आपेक्षिक घनत्व $\frac{\text{ग-क}}{\text{ख-क}}$

आपेक्षिक घनत्वों के मानक मान

प्रयोग २ व ३ में बच्चों को विभिन्न पदार्थों का आपेक्षिक घनत्व मालूम करने को कहा गया है। अनेक वैज्ञानिकों ने अच्छे-से-अच्छे उपकरणों की सहायता से बहुत सावधानी पूर्वक विभिन्न पदार्थों के आपेक्षिक घनत्व अनेक बार मालूम किए हैं। नीचे बनी तालिका में कुछ पदार्थों के आपेक्षिक घनत्वों के मानक मान दिए गए हैं :—

क्रमांक	पदार्थ का नाम	आपेक्षिक घनत्व	क्रमांक	पदार्थ का नाम	आपेक्षिक घनत्व
१	सोना	१९.३	७	संगमरमर	२.५
२	सीसा	११.३	८	कांच	२.४
३	तांबा	८.९	९	पारा	१३.६
४	चांदी	१०.५	१०	मोम	०.९
५	लोहा	७.८	११	मिट्टी का तेल	०.८
६	अल्युमिनियम	२.७	१२	कार्क	०.२

यह अपेक्षा न की जाए कि बच्चों के आंकड़े इस तालिका के आंकड़ों से मेल खायेंगे। कुछ अन्तर होना तो स्वाभाविक है। क्योंकि जिन उपकरणों से बच्चे यह प्रयोग करते हैं वे उतने अच्छे नहीं हैं।

यदि किट में दिए गए अप्लावी बर्तन का पेंदा वक्राकार है तो हो सकता है कि उसमें से हमेशा पानी टपकता रहे और बच्चों को विस्थापित पानी इकट्ठा करने में कठिनाई हो। ऐसी स्थिति में अप्लावी बर्तन का पेंदा ठोक कर चपटा किया जा सकता है।

छपाई में सुधार:—

पृष्ठ ६३ के ऊपर खाली स्थान में प्रश्न (४६) जोड़िए—
इस प्रयोग से पानी में तैरने वाली वस्तुओं का जो विशेष गुणधर्म तुम समझ पाए हो उसे अपनी कापी में लिखो। (४६)

इसी प्रयोग के प्रश्न (४७) में बच्चों से एक सामूहिक तालिका बनवाई जाती है। यह तालिका भी तैरने वाली वस्तुओं का विशेष गुणधर्म ज्ञात करने के लिए सांख्यिकीय प्रक्रिया से बनवाई गई है। इस प्रक्रिया का वर्णन प्रयोग १ के संदर्भ में हम पहले कर चुके हैं। इस गुणधर्म को यानी आर्किमीडीज के नियम को—जिसके अनुसार हर तैरने वाली वस्तु उतना पानी विस्थापित करती है जितना उसका अपना वजन होता है।—हमने जानबूझकर लिखा नहीं है। हम अपेक्षा करते हैं कि बच्चे इस निष्कर्ष तक स्वयं पहुंच पायेंगे।

अध्याय के अंत में दी गई पहेलियों को बच्चे तभी बूझ पायेंगे जब आपेक्षिक घनत्व की अवधारणा तथा आर्किमीडीज के नियम को वे पूरी तरह से समझ पायेंगे और उनके आधार पर सही उत्तर ढूंढने के लिए वे अपनी तर्कशक्ति का उपयोग करेंगे। उदाहरण के लिए दूसरी पहेली बूझने के लिए निम्नलिखित दो तर्कों के आधार पर हम सही उत्तर दे पाते हैं :—

१ पानी में तैरता हुआ लोटा आर्किमीडीज के नियमानुसार उतना पानी विस्थापित करता है जिसका वजन उसके अपने वजन के बराबर होता है।

२ परन्तु डूबी स्थिति में जितना पानी वह विस्थापित करता है उसका वजन लोटे के वजन से कम होता है चूंकि लोटे की धातु का आपेक्षिक घनत्व १ से अधिक है।

घनत्व की अवधारणा में कठिनाई

इस अध्याय में हमने जानबूझकर बच्चों को घनत्व की अवधारणा से अवगत नहीं करवाया है और केवल आपेक्षिक घनत्व की ही चर्चा की है। इस बात को लेकर कई शिक्षकों ने हमसे कई बुनियादी प्रश्न पूछे हैं जिनका उत्तर देने के लिए हम कुछ विस्तार में स्पष्टीकरण देना चाहेंगे। घनत्व की परिभाषा न देने का प्रमुख कारण यह है कि घनत्व को "इकाई आयतन की संहति" कहने से पहले संहति (Mass) की अवधारणा

स्पष्ट करानी पड़ती है। अब तक के पाठ्यक्रम में हमनें यह नहीं करवाया है क्योंकि संहति को "पदार्थ का परिमाण" बताना तब तक निरर्थक है जब तक हम यह नहीं दिखा सकते कि पदार्थ का परिमाण नापा कैसे जा सकता है और साथ ही हम संहति व भार के अंतर को स्पष्ट करने की स्थिति में नहीं होते। वैसे भी संहति की यह प्रचलित परिभाषा अपूर्ण है और भ्रांति पैदा कर सकती है। संहति वास्तव में जड़त्व (Inertia) का एक माप है और यह न्यूटन के गति संबंधी नियमों से जुड़ा हुआ है। हमारे मत में इस अवधारणा का स्पष्टीकरण तभी संभव है जब हम गति संबंधी कई एक प्रयोग कर लेंगे और उनके माध्यम से बच्चों को गुरुत्व बल के अतिरिक्त अन्य बलों के कारण उत्पन्न त्वरण व गति की अवधारणाओं से परिचित करा देंगे। केवल इतना कह देने से काम नहीं चलेगा कि वस्तु का भार गुरुत्व से उत्पन्न त्वरण के साथ बदलता है या कि उसका मान चांद और पृथ्वी पर भिन्न-भिन्न होता है और इसी कारण से भार संहति से कुछ भिन्न गुण है। संहति एक महत्वपूर्ण अवधारण है और उसे आवश्यक पूर्व तैयारी के बाद उच्चतर कक्षाओं में प्रस्तुत करना चाहिये।

आपेक्षिक घनत्व की अवधारणा हमारे लिये यहां अधिक उपयोगी है क्योंकि इसकी परिभाषा घनत्व के बिना भी दी जा सकती है। आपेक्षिक घनत्व को पदार्थ के वजन और समान आयतन वाले पानी के वजन का अनुपात भी कहा जा सकता है अतः पदार्थ के घनत्व की चर्चा करने की कोई आवश्यकता नहीं होती।

किट सूची

प्रयोग क्रमांक	किट की सामग्री		स्थानीय स्तर पर प्राप्त की जाने वाली सामग्री	
	नाम	टोलीवार संख्या	नाम	टोलीवार संख्या
एक खेल	उफननली रंगीन बटन आलपिन	१ २ ३	मिट्टी का तेल रेत, माचिस	लगभग १० मि. ली.
१, २	अप्लावी बर्तन बीकर लोहे का गुटका या बांट तराजू व बांट अल्यूमिनियम का गुटका मोम व लकड़ी के गुटके	१ १ १ १ १ १	कांच की गोलियां पत्थर, कार्क, इत्यादि अगर अल्यूमिनियम का गुटका न हो तो दस पैसे के ३० सिक्के।	
३ ,,,	तराजू व बांट	१	थोड़ा मूंगफली का तेल, सरसों का तेल, मिट्टी का तेल, नमका का घोल, और हो सके तो थोड़ा डीजल, एक छोटी कांच की शीशी, जिसका वजन कम से कम १० ग्राम हो और जिसमें एक बार में लगभग ५० मि. ली. द्रव आ सके।	
४	बीकर, तराजू व बांट, अप्लावी बर्तन, लकड़ी का गुटका	एक-एक	..	..
५	बीकर	१	सिगरेट की पन्नी	१
६	परखनली, उफननली, चम्मच	एक-एक	रेत नमक	थोड़ी १० ग्राम
७ लक्टोमीटर	एक छेदी कार्क कांच की नली धागा प्लास्टिक बोतल साधारण कार्क उफननली	१ १ १ मीटर १ २ १	लोहे की कीलें, पानी से भरी बाल्टी	