प्रयोग 7

किसी अपमार्जक की सान्द्रता में परिवर्तन से पृष्ठ–तनाव में होने वाले परिवर्तन का अध्ययन

प्रयोग की रूपरेखा

7.1 प्रस्तावना
उद्देश्य
7.2 सिद्धांत
7.3 आवश्यकताएँ
7.4 कार्य–विधि
7.5 प्रेक्षण
7.6 परिकलन
7.7 परिणाम

7.1 प्रस्तावना

प्रयोग 6 में आपने किसी द्रव या तनु विलयन के पृष्ठ–तनाव का निर्धारण किया है। इस प्रयोग में आप भिन्न सान्द्रता वाले अपमार्जक विलयनों के पृष्ठ–तनाव का निर्धारण करेंगे और अपमार्जक विलयनों की सान्द्रता में परिवर्तन के साथ पृष्ठ–तनाव में परिवर्तन का अध्ययन करेंगे।

उद्देश्य

इस प्रयोग के अध्ययन और उसको करने के बाद, आप

- भिन्न सान्द्रता वाले अपमार्जक विलयनों के पृष्ठ–तनाव का निर्धारण कर सकेंगे।

7.2 सिद्धान्त

इस प्रयोग का मूल सिद्धांत प्रयोग 6 के समान है। इस प्रयोग में हम भिन्न सान्द्रताओं वाले अपमार्जक विलयनों के पृष्ठ–तनाव का निर्धारण करेंगे और सान्द्रता में परिवर्तन के साथ पृष्ठ–तनाव में परिवर्तन का अध्ययन करेंगे।

समीकरण 6.8 से आप जानते हैं कि,

$$\frac{\gamma_1}{\gamma_2} = \frac{(V/n_1)\times d_1 \times g}{(V/n_2)\times d_2 \times g} = \frac{d_1/n_1}{d_2/n_2} = \frac{n_2 d_1}{n_1/n_2}$$

जिसमें γ_1 और γ_2 क्रमशः दो द्रवों के पृष्ठ तनाव हैं और d_1 और d_2 उनके घनत्व हैं। इस प्रकार, किसी द्रव के पृष्ठ–तनाव को निर्धारित करने के लिए संदर्भ द्रव

(reference liquid) (अर्थात् जल) के पृष्ठ–तनाव के अतिरिक्त दो द्रवों के समान आयतन से प्राप्त बूंदों की संख्या और उनके घनत्व ज्ञात होने चाहिए।

7.3 आवश्यकताएँ

उपकरण	संख्या
ट्राउबे स्टैलग्मोमीटर	1
तोल बोतल/आपेक्षिक घनत्व बोतल	1
रबर की डाट	1
रबर की नली (छोटा टुकड़ा)	1
पिंच कॉक	1
क्लैंप स्टैंड	1
थर्मामीटकर $(110^\circ) - \frac{1}{10}$ डिग्री भाग तक अंशाकित	1
बड़ा बीकर अथवा कांच की द्रोणी (छोटा टब)	1

इसके अतिरिक्त आपका भिन्न सान्द्रता वाले अपमार्जक विलयनों का उपयोग करना होगा। साथ ही आसुत जल भी उपलब्ध रहेगा।

7.4 कार्य–विधि

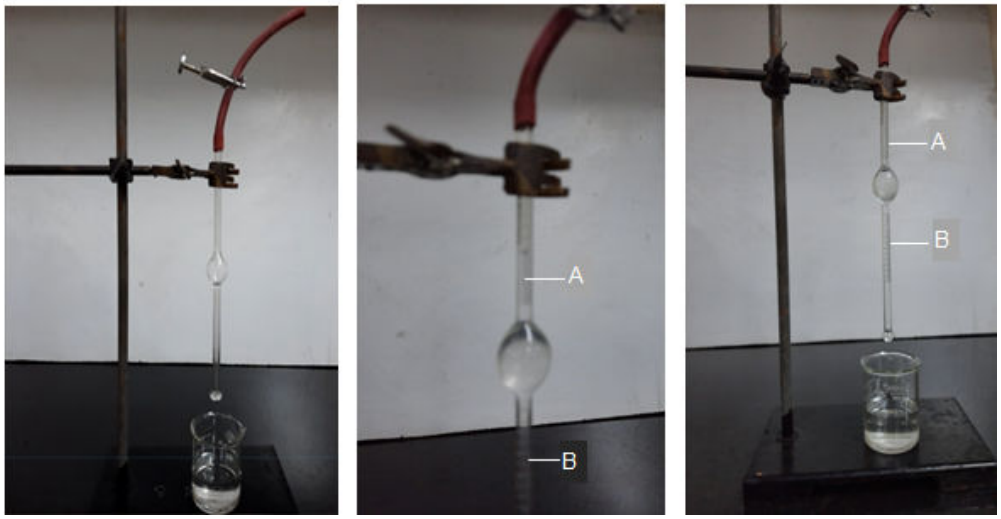
क्रोमिक अम्ल बनाने के लिए पोटैशियम डाइक्रोमेट ($K_2Cr_2O_7$) को सान्द्र H_2SO_4 में घोला जाता है।

प्रयोग आरंभ करने से पहले स्टैलग्मोमीटर को क्रोमिक अम्ल विलयन से धो लेना चाहिए ताकि भीतरी केशिका पृष्ठ पर चिपके तेल, ग्रीज़ आदि साफ हो जाएं। उसके बाद आसुत जल से धोने के बाद अंत में ऐसीटीन अथवा ऐल्कोहॉल से खंगाल लीजिए और फिर हवा प्रवाहित कर सुखा लीजिए।

1. स्टैलग्मोमीटर के ऊपरी सिरे पर पेंचदार पिंच कॉक के साथ छोटी सी रबर की नलिका लगा लीजिए।

2. फिर स्टैलग्मोमीटर को क्लैंप की सहायता से चित्र 7.1 क) में दिखाए गए अनुसार स्टैंड पर लगा दीजिए। तत्पश्चात् स्टैलग्मोमीटर के नीचे एक बीकर रखिए जो आसुत जल से आधा भरा हुआ हो।

3. रबर नली की सहायता से चूसकर स्टैलग्मोमीटर में निशान "A" से कुछ ऊपर तक आसुत जल भर लीजिए। देखें चित्र 7.1 ख)।



क) ख) ग)

चित्र 7.1: पृष्ठ–तनाव निर्धारित करने का उपकरण।

4. फिर पिंच कॉक बंद कर दीजिए और स्टैलग्मोमीटर को बीकर में प्रविष्ट कीजिए।

5. अब पिंच कॉक को धीरे–से खोलिए ताकि अपमार्जक विलयन द्रव धीरे–धीरे निकले। हवा के अंतर्वाह को इस प्रकार नियंत्रित कीजिए ताकि प्रति मिनट बूंदों के बनने की संख्या 15 से अधिक न हो, देखें चित्र 7.1 ग)।

6. चिह्न "A" और "B" के बीच के जल के निश्चित आयतन के प्रवाहित होने से प्राप्त बूंदों की संख्या गिन लीजिए। अर्थात् तल के, जल के चिह्न A से चिह्न B तक पहुंचने से प्राप्त बूंदों की संख्या गिन लीजिए।

7. अब स्टैलग्मोमीटर को दुबारा भरिए और फिर से प्राप्त बूंदों को गिन लीजिए। यह क्रिया तीन बार दोहराइए। प्राप्त परिणामों को प्रेक्षण तालिका 7.2 में लिख लीजिए।

8. अब स्टैलग्मोमीटर को बीकर निकालकर भली–भांति धोकर सुखा लीजिए।

9. उसमें दिए गए अपमार्जक विलयन (जैसे S_1) आदि को भरकर दुबारा तोल–बोतल में सेट कर लीजिए। द्रव/दिए गए अपमार्जक विलयन के समान आयतन के चिह्न A से B तक पहुंचने में प्राप्त बूंदों की संख्या गिन लीजिए।

   इस प्रक्रिया को तीन बार दोहराइए और परिणाम को प्रेक्षण तालिका में रिकॉर्ड कर लीजिए।

10. अब दिए गए अपमार्जक विलयन को भिन्न सान्द्रताओं में तनु कर लीजिए और उपर दी गई कार्य–विधि को सभी तनु अपमार्जक विलयनों (S_2, S_3 ,S_4 आदि) के साथ कीजिए और प्रेक्षण तालिका में रिकॉर्ड कर लीजिए।

प्रयोग करते समय निम्नलिखित सावधानियां रखनी चाहिए।

सावधानियां

1. उपयोग से पहले स्टैलग्मोमीटर को धोकर सुखा लेना चाहिए।

2. द्रव को स्टैलग्मोमीटर में भरते समय हवा का कोई बुलबुला नहीं बनना चाहिए।

3. बूंदों को गिनने के प्रक्रम के पूरे समय स्टैलग्मोमीटर को उर्ध्वाधर स्थिति में रखना चाहिए।

4. बूंद बनने की क्रिया मंद दर पर नियंत्रित करनी चाहिए और यह दर पन्द्रह बूंद प्रति मिनट से अधिक नहीं होनी चाहिए।

आप अपने प्रेक्षणों को नीचे दिए गए स्थान में लिख सकते हैं :

7.5 प्रेक्षण

ताप, t = ... °C

t^0C पर जल का घनत्व = d_w =..... kg dm^{-3}

t^0C पर जल का पृष्ठ तनाव = γ_w =..... N m^{-1}

(पिछले प्रयोग की सारणी 6.3 से γ_w के मान का प्रयोग कीजिए)

आपेक्षिक घनत्व का प्रयोग कभी–कभी घनत्व के स्थान पर किया जाता है। किसी पदार्थ के घनत्व के जल के घनत्व के साथ अनुपात को **आपेक्षिक घनत्व** कहते हैं। आपेक्षिक घनत्व दो घनत्वों का अनुपात है, अतः उसे मात्रकों के बिना व्यक्त किया जता है।

आपेक्षिक घनत्व = द्रव का घनत्व(kg dm^{-3} में) / जल का घनत्व(kg dm^{-3} में)

जल का घनत्व kg dm^{-3} होता है, इसलिए किसी द्रव अथवा विलयन का आपेक्षिक घनत्व उसका वह घनत्व होता है, जिसे मात्रकों के बिना व्यक्त किया जाता है।

सारणी 7.2

अपमार्जक विलयन के समान आयतन से बनी बूंदों की संख्या					
क्रमांक	जल	अपमार्जक विलयन			
		S_1	S_2	S_3	S_4
i	.....	.....	.....	.....	.....
ii	.....	.....	.....	.....	.....
iii	.....	.....	.....	.....	.....
औसत	..... n_{w_1}	..... n_{s_1}	..... n_{s_2}	..... n_{s_3}	..... n_{s_4}

रिक्त आपेक्षिक घनत्व बोतल का द्रव्यमान $= w_1 =$.....g

आपेक्षिक घनत्व बोतल + अपमार्जक विलयन का द्रव्यमान $= w_2 =$.....g

आपेक्षिक घनत्व बोतल + जल का द्रव्यमान $= w_3 =$.....g

अब आप नीचे दिए गए प्रकार से परिकलन कर सकते हैं।

7.6 परिकलन

विलयन S_1 का घनत्व $= d_{S_1} = \frac{\text{अपमार्जक विलयन का द्रव्यमान}}{\text{जल का द्रव्यमान}} \times$ जल का घनत्व

$$d_{S_1} = \frac{w_2 - w_1}{w_3 - w_1} \times d_w$$

अपमार्जक विलयन (S_1) का आपेक्षिक पृष्ठ–तनाव $= \frac{\gamma_{S_1}}{\gamma_w} = \frac{d_{s_1} \times n_w}{d_w \times n_{s_1}}$

अपमार्जक विलयन (S_1) का निरपेक्ष पृष्ठ–तनाव $= \gamma_{S_1} = \gamma_w \times \frac{d_{s_1} \times n_w}{d_w \times n_{s_1}} = ...N\ m^{-1}$

इसी प्रकार, अन्य अपमार्जक विलयन का घनत्व निर्धारण और पृष्ठ–तनाव परिकलन कीजिए और $\gamma_{S_2}, \gamma_{S_3}$..... ज्ञात कीजिए।

विभिन्न तापों पर जल के पृष्ठ–तनाव, γ_w आपकी सुविधा के लिए सारणी 7.2 में फिर से दिए गए हैं।

सारणी 7.2 : विभिन्न तापों पर जल का पृष्ठ–तनाव

ताप/^{0}C	पृष्ठ तनाव $10^3 \gamma$ /N m^{-1}
0	75.83
5	75.09
10	74.36
15	73.62
20	72.88
21	72.73
22	72.58
23	72.43
24	72.29
25	72.14
26	71.99
27	71.84
28	71.69
29	71.55
30	71.70
35	70.66
40	69.92
45	69.18
50	68.45
55	67.71
60	66.97
100	61.80

प्राप्त परिणामों को इस प्रकार दर्शाया गया है।

निम्नलिखित पदों से आप आपेक्षिक घनत्व के मापन द्वारा विलयन के घनत्व तथा जल के घनत्व के बीच संबंध का सत्यापन कर सकते हैं।

$= \frac{\text{अपमार्जक विलयन का घनत्व}}{\text{जल का घनत्व}}$

$= \frac{\text{अपमार्जक विलयन का द्रव्यमान / अपमार्जक विलयन का आयतन}}{\text{जल का द्रव्यमान / जल का समान आयतन}}$

$= \frac{\text{अपमार्जक विलयन का द्रव्यमान}}{\text{जल का द्रव्यमान}}$

जल और अपमार्जक विलयन के द्रव्यमानों को मापने के लिए एक ही आपेक्षिक घनत्व बोतल का प्रयोग किया जाता है। इसलिए दोनों का आयतन समान होता है। अतः

$\text{अपमार्जक विलयन का घनत्व} = \frac{\text{अपमार्जक विलयन का द्रव्यमान}}{\text{जल का द्रव्यमान}} \times \text{जल का घनत्व}$

यह संबंध केवल तब लागू होता है, जब जल और अपमार्जक विलयन के द्रव्यमानों को मापने के लिए एक ही आपेक्षिक घनत्व–बोतल का प्रयोग किया जाता है।

7.7 परिणाम

i) ------- °C ताप पर अपमार्जक विलयनों (S_1, S_2, S_3 S_4) के निरपेक्ष पृष्ठ–तनाव इस प्रकार हैं:

γ_{s_1} = ... N m^{-1}

γ_{s_2} = ... N m^{-1}

γ_{s_3} = ... N m^{-1}

γ_{s_4} = ... N m^{-1}

ii) इसी प्रकार, आप एक ही अपमार्जक की भिन्न सान्द्रताओं वाले विलयनों के पृष्ठ–तनाव मान $\gamma_{s_1}, \gamma_{s_2}, \gamma_{s_3}, \gamma_{s_4}$ ज्ञात करने के बाद,सान्द्रता मानों (C_1, C_2, C_3, C_4) के सम्मुख पृष्ठ–तनाव का ग्राफ आलेखित कीजिए। इस ग्राफ पर अपन परामर्शदाता के साथ विचार–विमर्श करें तथा अपमार्जक विलयन की सान्द्रता के साथ पृष्ठ–तनाव के परिवर्तन के संबंध में संभावित कारण ज्ञात कीजिए।

ignou THE PEOPLE'S UNIVERSITY