Fluid Mechanics & Machineries

Six semester RAC

Second Chapter

Understand the properties of fluids

শিখনফল

এই পাঠ শেষে শিক্ষার্থীরা...

- Fluid কি ব্যাখ্যা করতে পারবে।
- Fluid বৈশিষ্ট্য ব্যাখ্যা করতে পারবে।
- কৈশিক উচ্চতা ব্যাখ্যা করতে পারবে।

২.১ Fluid বা প্রবাহী কাকে বলে

যে-সব পদার্থ এক স্থান হতে অন্য স্থানে ধারাবাহিক ভাবে প্রবাহিত হওয়ার ক্ষমতা আছে তাকে Fluid বা প্রবাহী বলে ।

যেমনঃ পানি , তেল, গ্যাস

২.২ প্রবাহীর প্রকারভেদ
(Classification of fluids)

প্রবাহীকে তিন ভাগে ভাগ করা যায় :

(ক) তরল (Liquid)

(খ) বাষ্প (Vapor)

(গ) গ্যাস (Gas)

(ক) তরল (Liquid)

এটি এমন এক ধরনের প্রবাহী, যা যে পাত্রে রাখা যায় সে পাত্রের আকার ধারণ করে এবং এটিকে সাধারণত সংকোচন করা যায় না।

যেমন- বিভিন্ন ধরনের তেল, পানি ইত্যাদি।

(খ) বাষ্প (Vapor)

এটি এমন এক ধরনের প্রবাহী, যা যে পাত্রে রাখা যায় সে পাত্রে পূর্ণ করে অবস্থান করে এবং এটিকে সংকোচন করা যায়। বিভিন্ন ধরনের তরল প্রবাহীকে একটি নির্দিষ্ট স্বতন্ত্র তাপমাত্রায় উন্নীত করলে, তাদের বাষ্প অবস্থার প্রবাহী সৃষ্টি হয়।

(গ) গ্যাস (Gas)

এটি এমন এক ধরনের প্রবাহী, যা যে পাত্রে রাখা যায় সে পাত্র পূর্ণ করে অবস্থান করে এবং এটিকে সংকোচন করা যায়।

যেমন- হাইড্রোজেন, নাইট্রোজেন, অক্সিজেন ইত্যাদি।

২.৩ তরল, বাষ্প ও গ্যাসীয় প্রবাহীর তুলনামূলক পার্থক্য (Compare the liquid, vapor and gas)

তরল	বাষ্প	গ্যাসীয়
এটি পাত্রের আকতি গ্রহণ করে	এটি পাত্রের পূর্ণ আয়তন গ্রহণ করে	এটি পাত্রের পূর্ণ আয়তন গ্রহণ করে
অসংকোচনশীল	সংকোচনশীল	সংকোচনশীল
স্থির অবস্থায় মুক্ততল থাকে	এর কোন মুক্ততল নেই	এর কোনা মুক্ততল নেই
অণু মধ্যে আকর্ষণ আছে	অণু মধ্যে আকর্ষণ নেই।	অণু মধ্যে আকর্ষণ নেই।

২.৪ Fluid এর বিভিন্ন গুণাবলির বর্ণনা

প্রবাহীর অনেক গুণাবলি আছে, তাদের মধ্যে গুরুত্বপূর্ণ হল

(i) ঘনত্ব (Density or mass density)
(ii) আপেক্ষিক ওজন (Specific weight)
(iii) আপেক্ষিক আয়তন (Specific volume)
(iv) আপেক্ষিক গুরুত্ব (Specific gravity)
(v) সংকোচনশীলতা (Compressibility)
(vi) ভেপার প্রেসার (Vapor pressure)
(vii) কৈশিকতা (Capillarity)
(viii) পৃষ্ঠটান (Surface tension)
(ix) সান্দ্রতা (Viscosity)

(i) ঘনত্ব (Density)

একক আয়তনেরভরকেঘনত্ববলে

$$\text{ঘনত্ব} = \frac{\text{ভর}}{\text{আয়তন}}$$

$$\rho = \frac{m}{V}$$

$$\rho = \frac{kg}{m^3} \text{ (একক)}$$

(ii) আপেক্ষিক ওজন (Specific weight)

স্বাভাবিতাপমাত্রা ও চাপকোনাপ্রবাহীরএককআয়তনেরওজনকেআপেক্ষিকওজনবলে।

আপেক্ষিকওজনকেω অক্ষরদিয়েপ্রকাশকরাহয়।

আপেক্ষিকওজন= $\frac{\text{ওজন}}{\text{আয়তন}}$

$\omega = \frac{w}{V} = \frac{mg}{V}$ * $\rho = \frac{m}{V}$

$= \rho g$

$\omega = \frac{kg}{m^3}$(একক)

পানিরআপেক্ষিকওজন

$\omega = 1\text{gm}/cm^3$

$=0.001\ \text{kg}/cm^3$

$=1000\ \text{kg}/m^3$

$=9.81\ \text{KN}/m^3$

(iii) আপেক্ষিক আয়তন (Specific volume)

একক ভরের প্রবাহী কর্তৃক দখলকৃত আয়তনকে আপেক্ষিক আয়তন বলে। একে Vs দিয়ে প্রকাশ করা হয়।

$$\mathrm{Vs} = \frac{v}{m}$$

$$= \frac{m^3}{kg}$$

(iv) আপেক্ষিকগুরুত্ব (Specific gravity)

কোনাপ্রবাহরিঘনত্বঅথবাওজন ও সমআয়তনেরআদর্শপদার্থেরঘনত্বঅথবা ওজনেরঅনুপাতকেওই প্রবাহীরআপেক্ষিকগুরুত্ববলে। একে s দিয়েপ্রকাশকরাহয়।

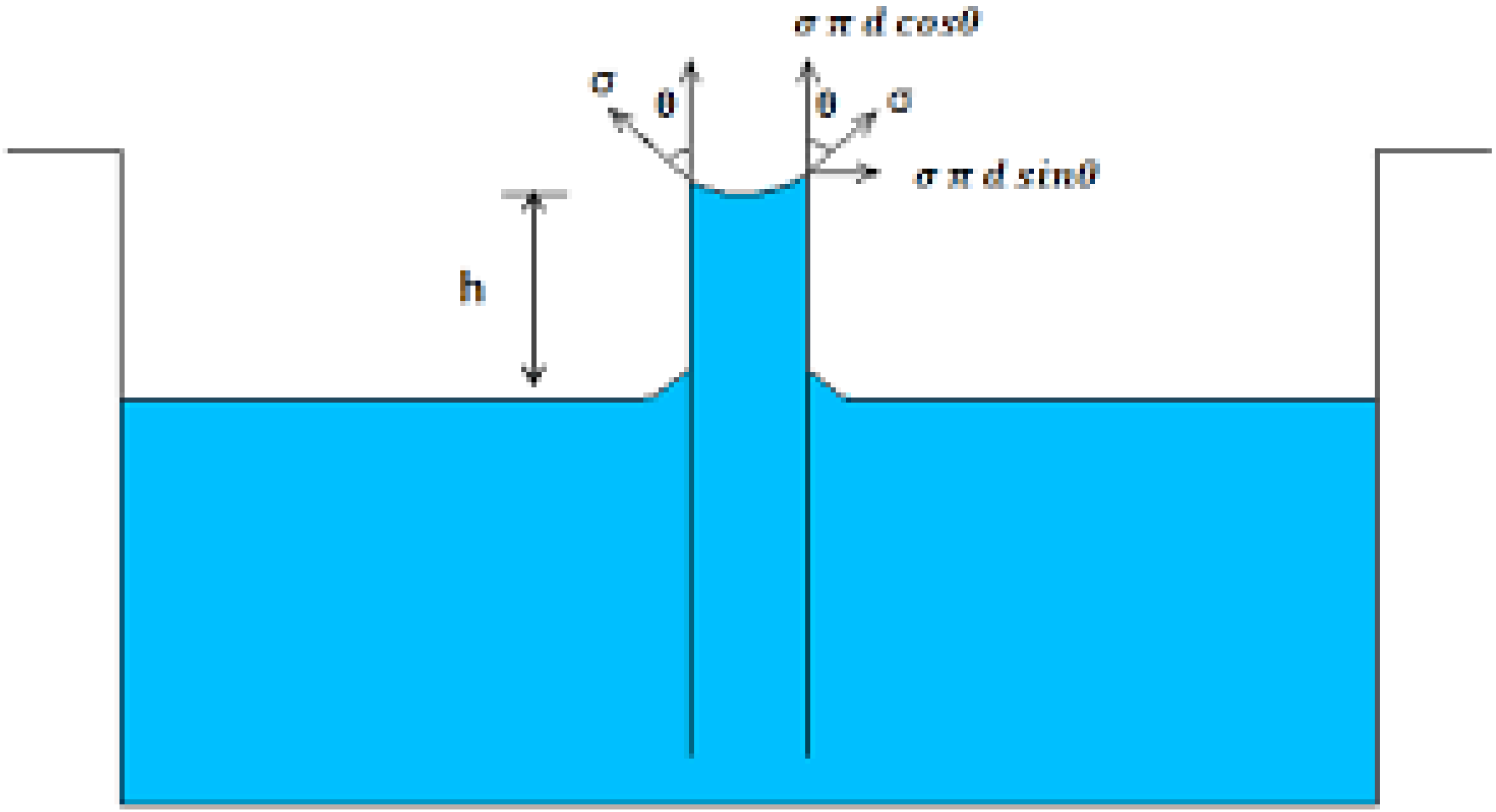
$$S=\frac{\rho}{\rho_s}$$

(v) সংকোচনশীলতা (Compressibility) ঃ প্রবাহীতে চাপ দিলে তার আয়তন কমে যাওয়াকে সংকোচনশীলতা বলে। তরলের ক্ষেত্রে এই সংকোচন অত্যন্ত কম বলে তা অগ্রাহ্য করা হয়।

(vi) ভেপার প্রেসার (Vapor pressure) ঃ বায়ুমণ্ডলে খোলা তরলের বষ্পীভূত হওয়ার একটি বিশেষ প্রবণতা আছে। এটি ঘটে তরল পৃষ্ঠ হতে পরমাণু মুক্ত হওয়ার জন্য। তরল তলের ওপরে সামান্য জায়গা রেখে এই তরলকে যদি পাত্র দিয়ে আবদ্ধ করা হয়। তবে ওই ফাঁকা স্থানে ভেপার জমা হতে থাকবে এবং পাত্রের গায়ে এবং তরল পৃষ্ঠে চাপ প্রদান করবে। এই চাপকে ভেপার প্রেসার বলা হয়।

(vii) কৈশিকতা (Capillarity)

দুই মুখ খোলা একটি কৈশিক নলকে আংশিকভাবে পানিতে ডুবালে পানি নলের মধ্যে - বাইরের লেভেল হতে ওপরে উঠে। তরল পদার্থের যে গুণের জন্য কৈশিক নলের তরল উপরে ওঠে বা নিচে নামে সে গুণকে বলা হয় কৈশিকতা।


σ π d cosθ
σ
θ
θ
σ
σ π d sinθ
h

(viii) পৃষ্ঠটান

কোন তরলের পৃষ্ঠের উপর একটি রেখা কল্পনা করলে ওই রেখার একক দৈর্ঘ্য রেখার অভিলম্বভাবে এবং পৃষ্ঠের স্পর্শকরূপে রেখার উভয় পাশে যে বল ক্রিয়া করে, তাকে ওই তরলের পৃষ্ঠটান বলে।

(ix) সান্দ্রতা (Viscosity)

সান্দ্রতা তরল প্রবাহের বাধার পরিমাপ । এটি প্রবাহ হার নিয়ন্ত্রণ করে। যে ধর্মের জন্য তরল এর অভ্যন্তরে গতির বিরুদ্ধে বাধার সৃষ্টি করে, তাকে তরলের সান্দ্রতা বা ভিসকোসিটি (Viscosity) বলে ।

প্রমাণকরযেh= $\frac{4\,\sigma\,cos\,\theta}{\omega d}$

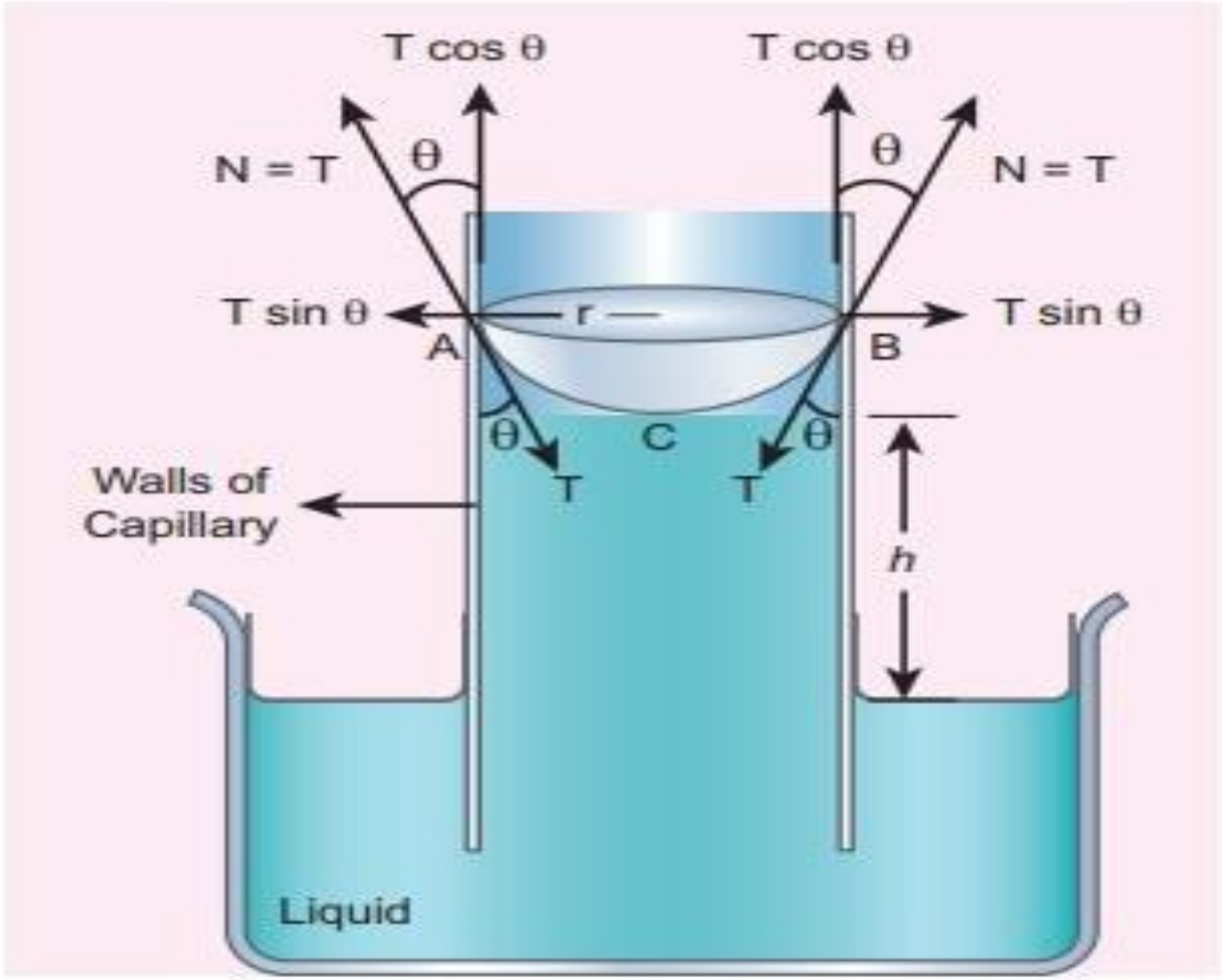
ধরি

কৈশিক উচ্চতা =h

কৈশিক নলের ব্যাস= d

কৈশিক নলের একক দৈঘের সারফেস টেনসন = $\mathbf{T=\sigma}$

পানির বা তলের স্পর্শ কোণ = θ



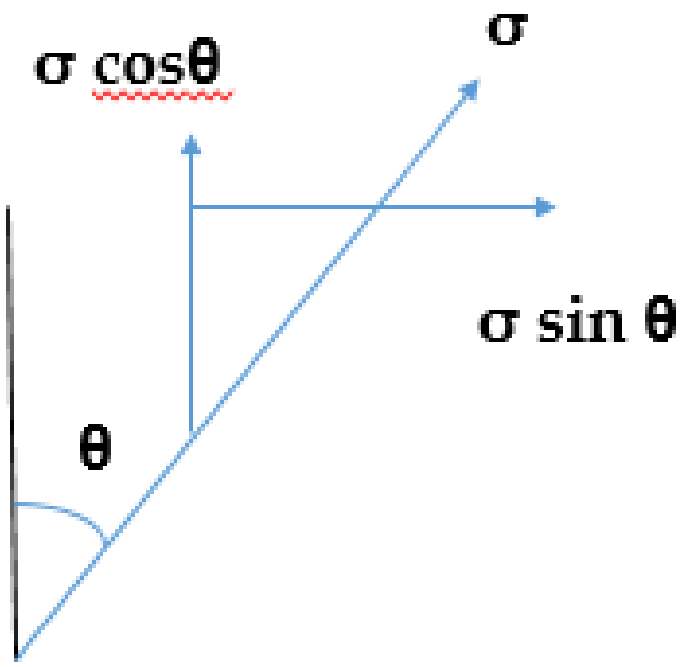


Figure 7.31 Capillary rise by surface tension

কৈশিকনলেরক্ষেত্রফল $= \frac{\pi d^2}{4}$

পানিরউপরিতলহতেকৈশিকনলেরভেতরেপানিরআয়তন= কৈশিকউচ্চতা× কৈশিকনলেরক্ষেত্রফল

$= h \times \frac{\pi d^2}{4}$

আপেক্ষিকওজন $= \frac{W}{V}$

$\omega = \frac{W}{V}$

$W = \omega v = \omega \left(h \times \frac{\pi d^2}{4}\right)$ .....(1)

সারফেসটেনসনবলেরউলম্বঅংশহতেপাই = $\sigma \cos \theta \times \pi d$ ....(2)

পানিরনিম্নমুখিওজন = সারফেসটেনসনবলেরউলম্বঅংশ

or ω h × $\frac{\pi d^2}{4}$ = σ cos θ×πd

or ω hd = 4 σ cos θ

h= $\frac{4\,\sigma\,cos\,\theta}{\omega d}$

অনুশীলন

১। প্রবাহী বলতে কী বুঝায়?

২। Fluid এর বিভিন্ন গুণাবলি বর্ণনা কর

৩। প্রমাণকরযে $h = \frac{4\,\sigma\,cos\,\theta}{\omega d}$

ধন্য