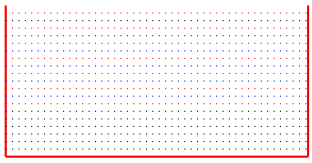
পদার্থের গাঠনিক ধর্ম

✓আলোচনার বিষয়বস্তু

- সান্দ্রবলের উপর তাপমাত্রার প্রভাব
- স্টোকসের সূত্র
- প্রান্তবেগ,প্রান্তবেগ নির্ণয়
- প্রান্তবেগের সূত্র
- সৃজনশীল প্রশ্ন

Effect Of Temparature On Viscosity

সান্দ্রবলের উপর তাপমাত্রার প্রভাব

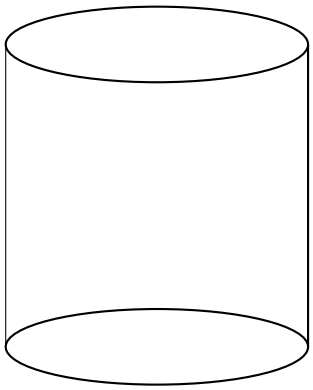


সান্দ্রবলের প্রভাব তরলের জন্য একরকম গ্যাসের জন্য আরেকরকম। তাপমাত্রা বাড়ালে তলের পদার্থের অণুগুলোর মাঝে আন্তঃআণবিক বল কমে যাবে। আন্তঃআণবিক বল মূলত সংশক্তি বল তৈরি করে।(পদার্থের নিজ অণুর মাঝে যে আকর্ষণ বল, সেটাই সংশক্তি বল)।ফলে একটি তরলের স্তর দিয়ে আরেকটি তরলের স্তরের চলাচল সহজ হবে। মানে, মুক্ত প্রবাহ বাড়বে। অর্থাৎ, সান্দ্র বল কমলে মুক্ত প্রবাহ বেড়ে যায়।

কিন্তু গ্যাসের ক্ষেত্রে তরলের উল্টো ঘটনা ঘটে। তাপমাত্রা বাড়ালে গ্যাসের অণুগুলোর ছুটোছুটি খুব বেড়ে যায়। ফলে গ্যাসের এক স্তরের উপর দিয়ে আরেক স্তরের চলাচল বাধা পায়। মানে, তাপমাত্রা বাড়ালে গ্যাসের স্তরসমূহের মাঝে মুক্ত প্রবাহ কমে যায়।

স্টোকসের সূত্র

➤Stokes' law:



Cylinder

কোনো সান্দ্র মাধ্যম (তরল বা গ্যাস) দিয়ে যদি কোনো বস্তু গতিশীল হয় তাহলে এটি এর স্পর্শে থাকা প্রবাহী পদাথের স্তরগুলোকে টেনে নিয়ে যেতে থাকে । এতে প্রবাহীর বিভিন্ন স্তরের মধ্যে আপেক্ষিক গতির সৃষ্টি হয় । ফলে গতিশীল বস্তুটির উপর একটি সান্দ্র বল কাজ করে । এ বল বস্তুর গতিকে মন্থর করতে চায় ।

স্টোক্স প্রমাণ করেন যে, ব্যাসার্ধের কোনো গোলক η সান্দ্রতার তরলের ভেতর দিয়ে চলার সময় বেগ প্রাপ্ত হলে তরলের সান্দ্রতার জন্য গোলকের গতিকে বাধাদানকারী বল F হবে,

$$F = 6\pi r\eta v \tag{1}$$

✓ স্টোকসের সূত্র(For Math):

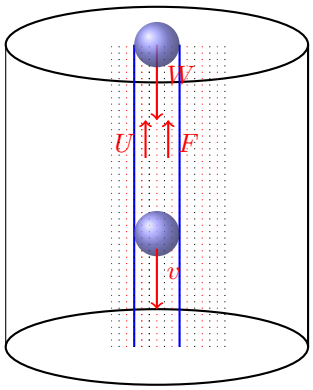
$$F = 6\pi r\eta v$$

এখানে,

F=সান্দ্র বল
r=গোলকের ব্যাসার্ধ
η=সান্দ্রতাঙ্ক বা সান্দ্রতা সহগ
v=গোলকের বেগ

এ বল প্রবাহীর সান্দ্রতাঙ্কের সমানুপাতিক, গোলকের বেগের সমানুপাতিক এবং গোলকের ব্যাসার্ধের সমানুপাতিক । এ বল গোলকটি যে দিকে গতিশীল তার বিপরীত দিকে ক্রিয়া করবে। একে স্টোকসের সূত্র বলে। কোনো বস্তু যদি অভিকর্ষের প্রভাবে কোনো তরলের মধ্য দিয়ে পতিত হয়, তাহলেও স্টোকসের সূত্র প্রযোজ্য(1) হয়। তখন η হয় তরলের সান্দ্রতায়।

$$F \propto r$$
$$F \propto v$$
So,$F \propto rv$
Here,$6\pi\eta = Constant for$
Stock's Formula



Cylinder

U=প্লবতা বল
W=ওজন বল
F=সান্দ্র বল
$W > U + F$
বলটি যতই নিচের দিকে আসবে,বেগ ততই বৃদ্ধি পাবে,ফলে নিচের দিকে নামতে থাকলে সান্দ্র বলও বাড়তে থাকবে($F \propto v$)। সান্দ্র বল বাড়তে বাড়তে একপর্যায়ে $W = U + F$ হবেই, সেটা সিলিন্ডারের খুব নিচেও হতে পারে, মাঝামাঝিতেও হতে পারে,বা যেকোনো জায়গায়। অর্থাৎ বলটির লব্ধিবেগ = 0 হবে। ফলে বলটির লব্ধিত্বরণও 0 হবে। এরপর কিন্তু বলটির আর ত্বরণ নিয়ে নামতে পারবে না, সমবেগে নিচে নামবে(গতিজড়তার কারণে)। আর এই বেগটিই(সমবেগটি) **প্রান্তবেগ** নামে পরিচিত।

প্রান্তবেগ:একটি গোলক-আকৃতির বস্তুকে তরলের মধ্যে ছেড়ে দিলে, ত্বরণ নিয়ে চলতে চলতে একপর্যায়ে লব্ধিবল 0 হওয়াতে শেষ পর্যন্ত বস্তুটি যে সমবেগ প্রাপ্ত হয়,সেটাই হলো প্রান্তবেগ।

প্রান্তবেগের শর্ত: বস্তুর ত্বরণ শূন্য হওয়া বা $W = U + F$ হওয়া

প্রান্তবেগ,প্রান্তবেগ নির্ণয়

Rezaul Karim Rifat,SDS-JU

➤Determination of Terminal Velocity

We have:
প্রান্তবেগের শর্ত:

$$W = U + F$$

$$\text{or}, mg = V\rho g + 6\pi\eta r v$$

or, $\quad \text{V } \rho_{\text{sphere}} g = V\rho_{\text{fluid}} g + 6\pi\eta r v$

$$v = \frac{V\rho_{\text{sphere}} g - V\rho_{\text{fluid}} g}{6\pi\eta r}$$

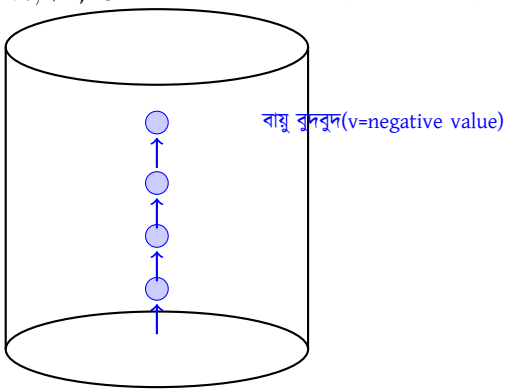
$$\text{or,} \quad v = \frac{2r^2 g(\rho_{\text{sphere}} - \rho_{\text{fluid}})}{9\eta} \quad \text{where,} \quad V = \frac{4\pi r^3}{3}$$

প্রান্তবেগের সূত্র

✓ প্রান্তবেগের সূত্র:

$$v = \frac{2r^2 g(\rho_{\text{sphere}} - \rho_{\text{fluid}})}{9\eta} \quad \text{where,} \quad V = \frac{4\pi r^3}{3} \tag{2}$$

v=+ve,হলে, বস্তুটি নিচের দিকে পড়ছে সমবেগে বা প্রান্তবেগে, অর্থাৎ এটি একটি কঠিন বস্তুর আচরণ নির্দেশ করে।
v=-ve,হলে,বস্তুটি উপরের দিকে সমবেগে বা প্রান্তবেগে উঠছে, অর্থাৎ এটি একটি বুদবুদ বা বুদবুদের মতো আচরণ করছে।



Cylinder

সৃজনশীল প্রশ্ন

4mm ব্যাসার্ধের একটি লোহার বল কেরোসিন তেলের মধ্যে $4\times10^{-2}ms^{-1}$ অন্তবেগ বা প্রান্তবেগ নিয়ে পড়ছে।লোহা ও কেরোসিন তেলের ঘনত্ব যথাক্রমে $7.8\times10^{3}kgm^{-3}$ এবং $0.8\times10^{3}kgm^{-3}$। [পানির সান্দ্রতা গুণাঙ্ক $0.00102\ \text{Nsm}^{-2}$]

গ)কেরোসিনের সান্দ্রতা গুণাঙ্ক নির্ণয় করো।

ঘ)গাণিতিক বিশ্লেষণের সাহায্যে দেখাও যে লোহার বলটি পানির ভিতর দিয়ে পড়লে তার অন্তবেগ বৃদ্ধি পায়।

Solution:

গ)

লোহার বলের ব্যাসার্ধ,r=$4\ \times 10^{-3} m$

লোহার বলের ঘনত্ব,ρ_{sphere}=$7.8 \times 10^{3} kgm^{-3}$

অন্তবেগ,v=$4 \times 10^{-2} ms^{-1}$

কেরোসিন তেলের ঘনত্ব,ρ_{fluid}=$0.8 \times 10^{3} kgm^{-3}$

অভিকর্ষজ ত্বরণ,g=$9.8\ \mathrm{ms}^{-1}$

সান্দ্রতা গুণাঙ্ক, η =?

We know:

$$v = \frac{2r^2 g(\rho_{sphere} - \rho_{fluid})}{9\eta}$$

$$or, \eta = \frac{r^2 g(\rho_{sphere} - \rho_{fluid})}{9v}$$

$$\eta = 6.0978 Nsm^{-2} (Answer)$$

ঘ)

পানির সান্দ্রতা গুণাঙ্ক, $\eta' = 0.00102 Nsm^{-2}$

পানিতে লোহার বলের অন্তবেগ,

$$v' = \frac{2r^2 g(\rho_{sphere} - \rho_{fluid})}{9\eta'}$$

$$v' = 236.47 ms^{-1} (Answer)$$