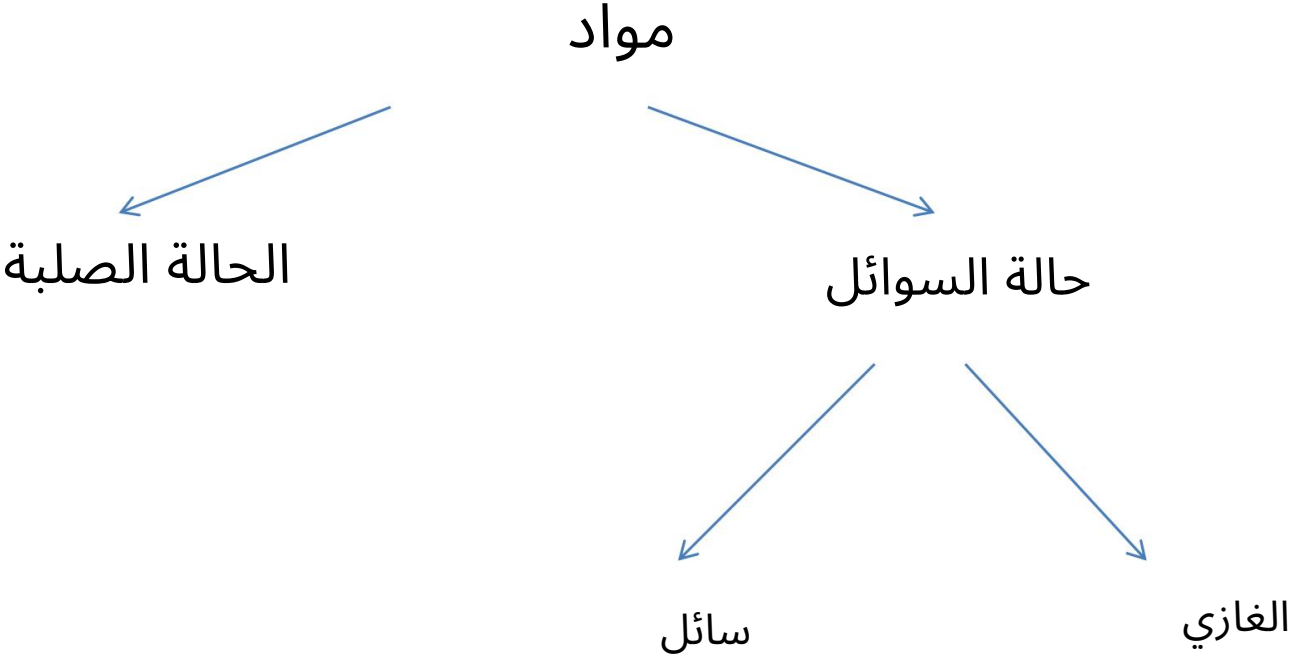


الفيزياء

د. جاسر ابراهيم حسن

2022

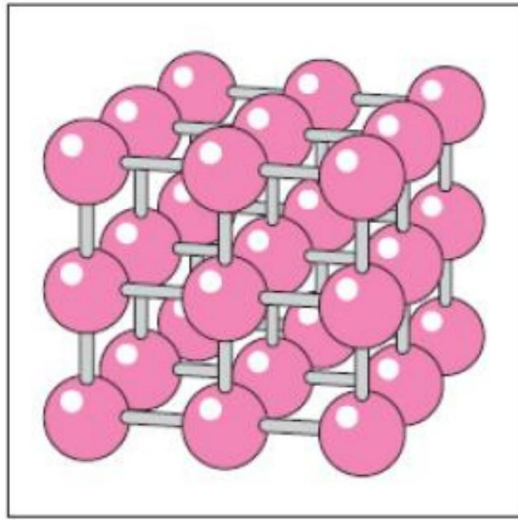
خصائص المواد



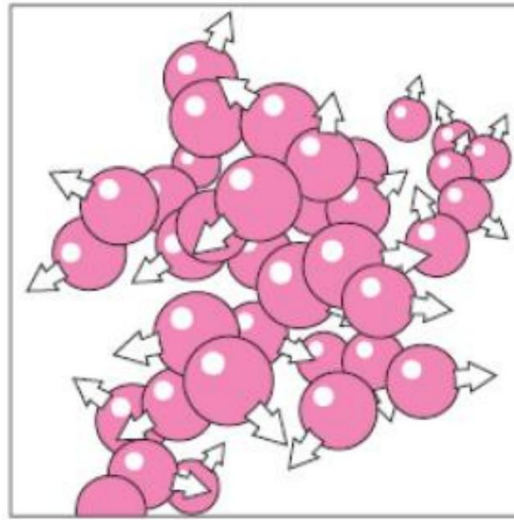
• **صلب:** يتم ترتيب الجزيئات في المادة الصلبة في نمط يتكرر طوال الوقت.

• **السائل:** يمكن للجزيئات الموجودة في السوائل أن تدور وتتحول بحرية. • الغاز: في المرحلة الغازية ، تكون الجزيئات متباعدة عن بعضها البعض ،

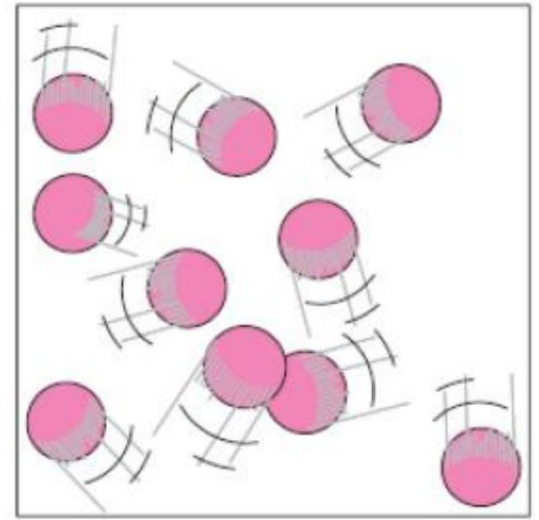
والترتيب الجزيئي غير موجود.



(a)



(b)



(c)

ترتيب الذرات في مراحل مختلفة: (أ) تكون الجزيئات في مواضع ثابتة نسبيًا في مادة صلبة ، (ب) مجموعات الجزيئات تتحرك حول بعضها البعض في المرحلة السائلة ، (ج) تتحرك الجزيئات الفردية بشكل عشوائي في طور الغازي .

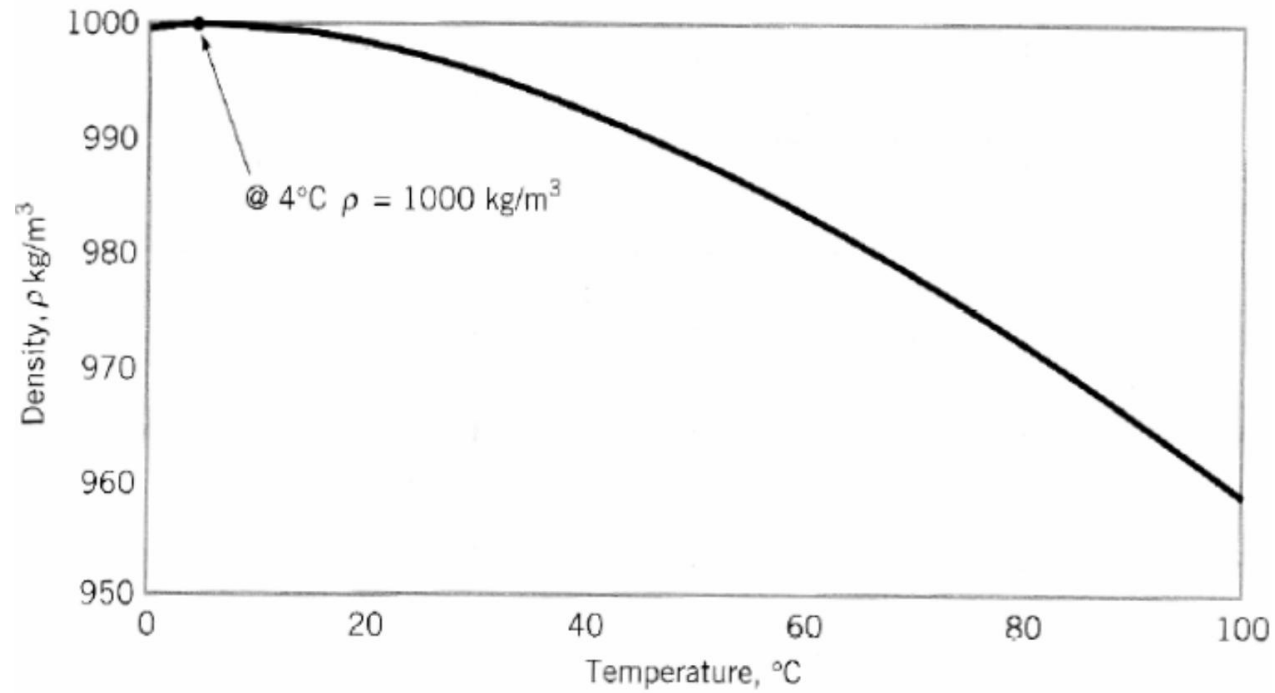
-الكثافة: (ρ)

• يتم تعريفه على أنه كتلة لكل وحدة حجم.

$$\rho = \text{الكتلة} / \text{الحجم}$$

في نظام BG يحتوي " ρ " على وحدات من البزاقات / قدم والوحدات في النظام الدولي للوحدات هي kg / m^3 .

تتأثر كثافة الغاز بشدة بكليهما الضغط ودرجة الحرارة ، ولكن التغيرات في الضغط ودرجة الحرارة للسوائل لها تأثير ضئيل بشكل عام على قيمة الكثافة.



كثافة الماء كدالة في درجة الحرارة.

التغير في كثافة الماء مع تغيرات كبيرة في درجات الحرارة.

الحجم المحدد ، " V " هو الحجم لكل وحدة كتلة وبالتالي

مقلوب الكثافة - أي ،

$$\rho = 1 / V$$

الوزن النوعي :

يتم تعريفه على أنه وزن سائل لكل وحدة حجم. وبالتالي ، يرتبط الوزن النوعي بالكثافة من خلال المعادلة

$$\gamma = \rho \cdot g$$

حيث g هي عجلة الجاذبية (9.8 م / ث²).

في نظام BG يحتوي على وحدات lb / ft^3 وفي النظام **الدولي** للوحدات تكون الوحدات N / m^3 .

• الثقل النوعي: (SG)

يتم تعريفه على أنه نسبة كثافة السائل إلى كثافة الماء عند 4 درجات مئوية (39.2 درجة فهرنهايت) ، وعند هذه الدرجة تكون كثافة الماء 1.94 رخويات / قدم مكعب أو 1000 كجم / م³.
في شكل المعادلة ، يتم التعبير عن الجاذبية النوعية

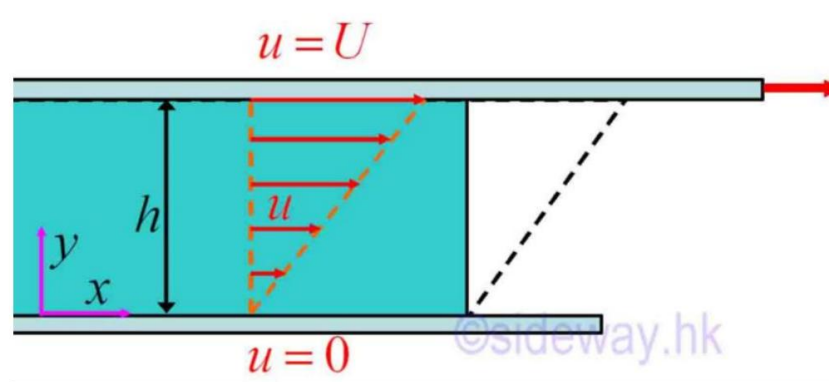
كما:

$$SG = \frac{\rho}{\rho_{H_2O@4\text{ }^{\circ}\text{C}}} \quad SG = \rho / 1000$$

نظرًا لأن SG هي نسبة الكثافة ، فهي إذن كمية بلا أبعاد ولا تعتمد قيمتها على نظام **الوحدات المستخدمة**.

2- اللزوجة

- إنها خاصية تصف مقاومة المائع لـ
الحركة إما أنها مقاومة داخلية بين طبقات المائع أو بين المائع والحدود الصلبة.



- بالنسبة للسوائل ، وجد أن إجهاد القص يتناسب مع
معدل إجهاد القص (تدرج السرعة)

Shear stress $\tau \propto \dot{\gamma}$ $\tau \propto \frac{du}{dy}$ $\tau = \mu \frac{du}{dy}$

$$\text{Shear stress} = \tau = \mu \frac{du}{dy}$$

• حيث يسمى ثابت التناسب اللزوجة المطلقة أو اللزوجة الديناميكية أو ببساطة لزوجة المائع

• يمكن الاستنتاج بسهولة أن أبعاد اللزوجة

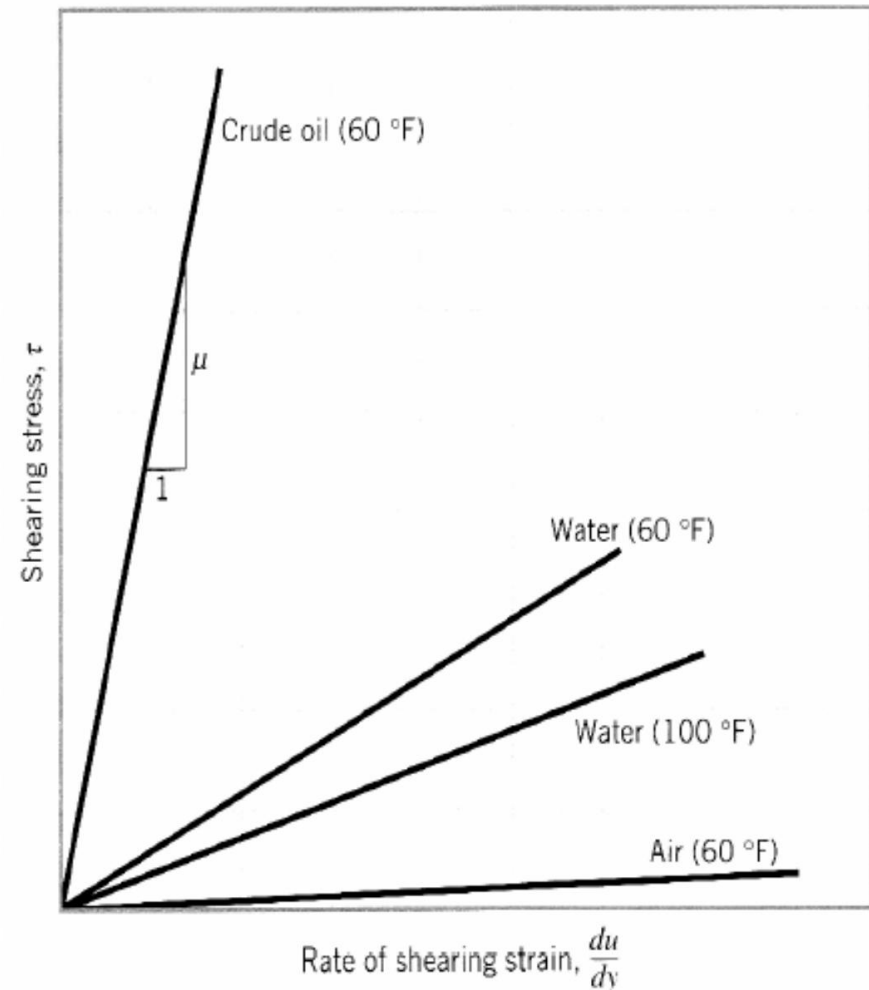
هي ، $\text{ML}^{-1}\text{T}^{-1}$ وبالتالي ، يتم إعطاء اللزوجة في وحدات BG كـ lb.s / ft^2 وفي SI كـ Ns / m^2 أو Pa.s.

السوائل النيوتونية وغير النيوتونية

According to $\tau = \mu \frac{du}{dy}$ plots of τ versus $\frac{du}{dy}$ should be linear with the slope equal to the **viscosity** as illustrated in Fig. 1.4. The actual value of the viscosity depends on the particular fluid, and for a particular fluid the viscosity is also highly dependent on temperature as illustrated in Fig. 1.4 with the two curves for water.

*Fluids for which the shearing stress is linearly related to the rate of shearing strain (also referred to as rate of angular deformation) are designated as **Newtonian fluids**.*

Fortunately most common fluids, both liquids and gases, are Newtonian.



■ **FIGURE 1.4** Linear variation of shearing stress with rate of shearing strain for common fluids.

Fluids for which the shearing stress is not linearly related to the rate of shearing strain are designated as **non-Newtonian fluids**. The simplest and most common of non-Newtonian fluids are shown in Fig. 1.5. The slope of the shearing stress versus rate of shearing strain graph is denoted as the apparent viscosity, μ_{ap} .

For **Newtonian fluids** the apparent viscosity is the same as the viscosity and is independent of shear rate.

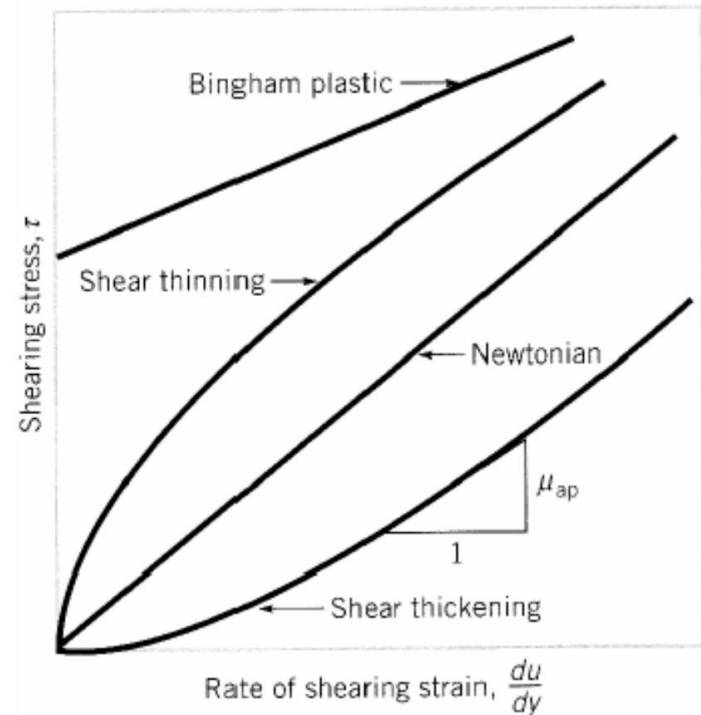


FIGURE 1.5 Variation of shearing stress with rate of shearing strain for several types of fluids, including common non-Newtonian fluids.

• اللزوجة الحركية

• تعرف بأنها نسبة اللزوجة المطلقة إلى كثافة المائع.

$$\nu = \frac{\mu}{\rho}$$

• أبعاد اللزوجة الحركية هي L^2 / T و BG

النظام متر مربع / ثانية و SI متر مربع / ثانية.

ملاحظة مهمة: غالبًا ما يتم التعبير عن اللزوجة الديناميكية في نظام CGS المتري (سنتيمتر-جرام -ثانية)

بوحدة ديناميكية. ق / سم². هذا المزيج يسمى "اتزان".

في نظام ، CGS تحتوي اللزوجة الحركية على وحدات ، cm^2 / s وهذا
تركيبية تسمى "ستوك".

وحدات اللزوجة الحركية

$$\text{Kinematic viscosity} = \nu = \mu / \rho$$

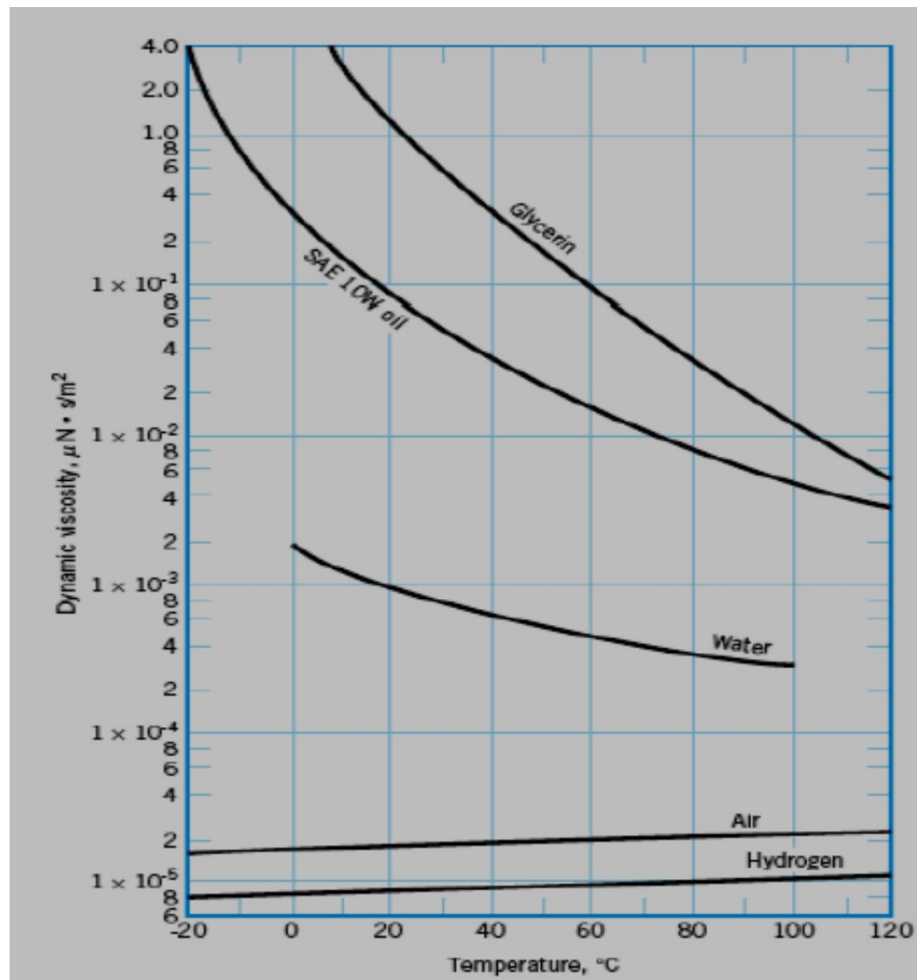
The most common unit of kinematic viscosity is the centistoke (cSt)

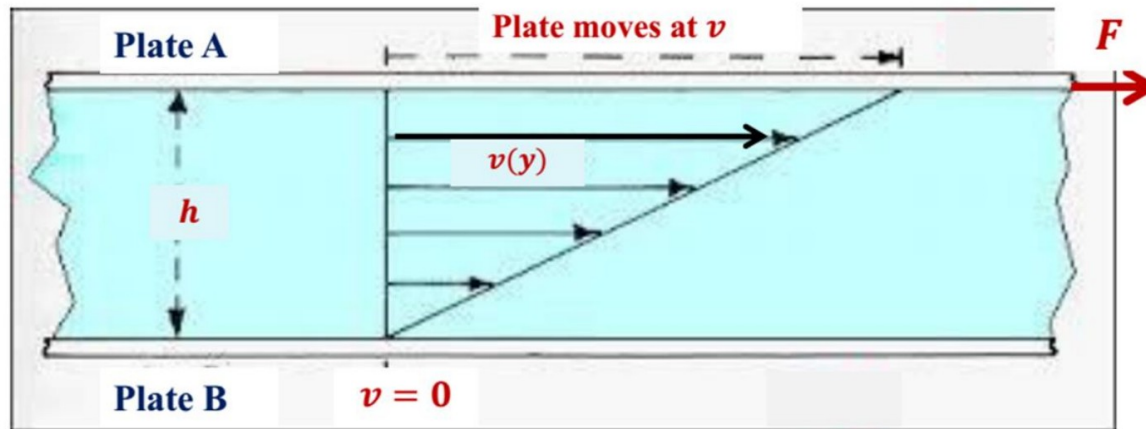
$$1 \text{ cSt} = \frac{1 \text{ cP}}{1 \text{ g / cm}^3} = 10^{-6} \frac{\text{m}^2}{\text{s}} = 1.08 \times 10^{-5} \frac{\text{ft}^2}{\text{s}}$$

at 68°F = 20°C, water has a kinematic viscosity of 1.004 ≈ 1 cSt. To

من أجل اللزوجة الديناميكية : $1 \text{ pa.s} = 10 \text{ poise} = 1000 \text{ cp}$ للزوجة
الحركية : $1 \text{ m}^2 / \text{s} = 10^4 \text{ St} = 10^6 \text{ cSt}$

تأثير درجة الحرارة على اللزوجة





$$\text{Shear stress} = F/A$$

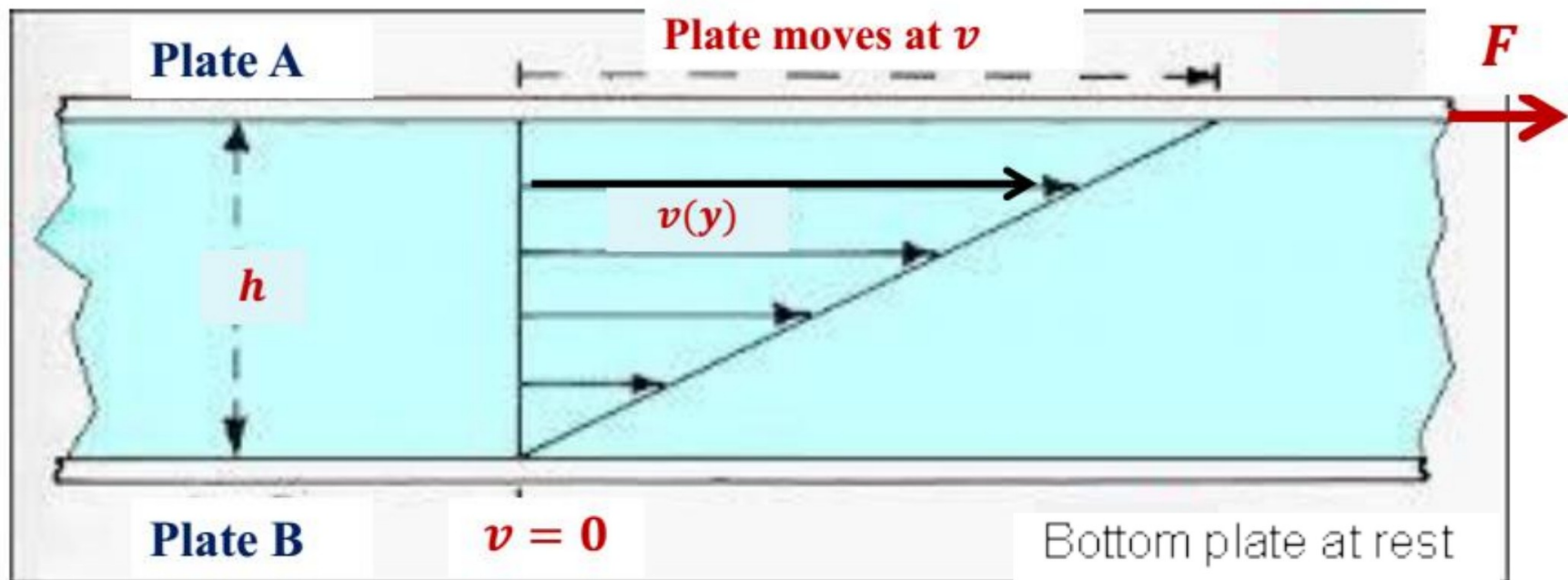
$$\text{Shear stress} = \tau = \mu \frac{du}{dy} = F/A$$

$$F = \eta A \frac{dv}{dy}$$

F : The force required to move a plate

A : Area of the plate

$\frac{dv}{dy}$: the velocity gradient



$$F = \eta A \frac{dv}{dy}$$

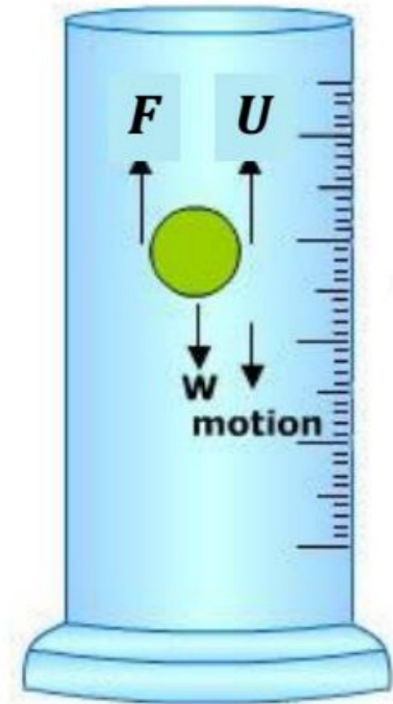
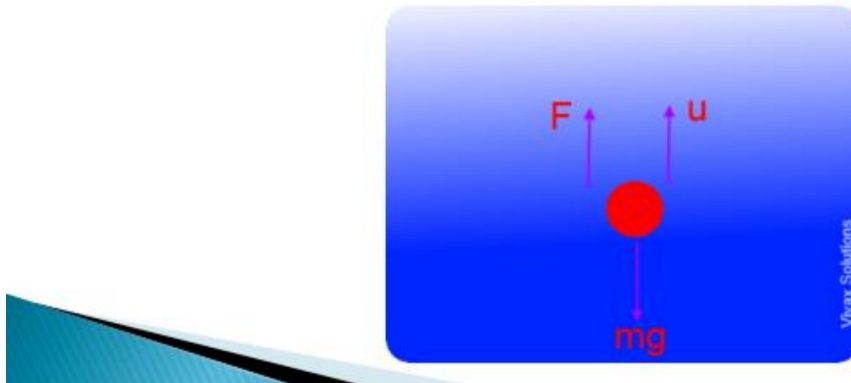
$$F = \eta A \left(\frac{v - 0}{h} \right)$$

Stoke's Law

Stoke's Law

- ▶ **Stokes' law** and terminal velocity. When any object rises or falls through a fluid it will experience a viscous drag, whether it is a parachutist or spacecraft falling through air, a stone falling through water or a bubble rising through fizzy lemonade.

- ▶ Consider the movement of a ball inside a viscous fluid:
- ▶ **Radius : r**
- ▶ **Coefficient of Viscosity : η**
- ▶ **Density of the ball : ρ_s**
- ▶ **Density of the liquid : ρ_l**
- ▶ **Acceleration due to Gravity : g**



Stoke's Law

The ball is subjected to the influence of three forces: they are the **weight**, **up thrust** and the viscous force - drag or liquid friction.

W: Weight of the ball :

$$\mathbf{W} = m\mathbf{g} = \frac{4}{3} \pi r^3 \rho_s \mathbf{g}$$

U: Up thrust on the ball by the liquid
(**Buoyancy force**)

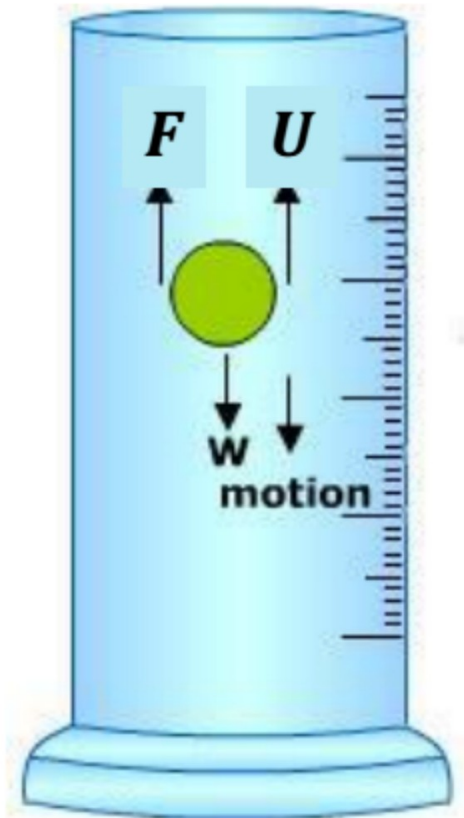
$$\mathbf{U} = V \rho_L \mathbf{g} = \frac{4}{3} \pi r^3 \rho_L \mathbf{g}$$

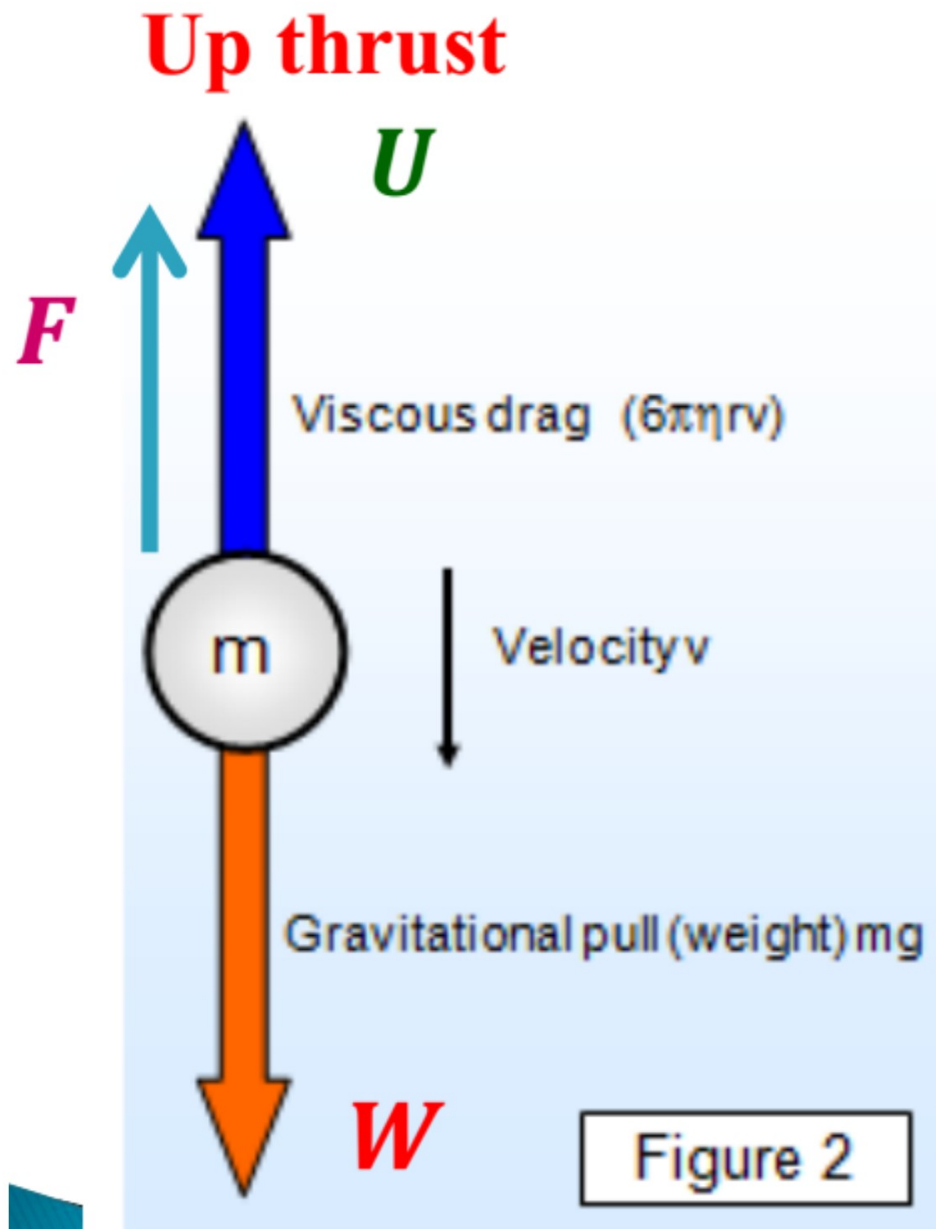
Stoke's Law

- ▶ According to **Stokes Law**,
Viscous force: $F = 6 \pi \eta r v$,
- ▶ where v is the velocity at a given a time.

$$W = U + F$$

$$\frac{4}{3} \pi r^3 \rho_s g = \frac{4}{3} \pi r^3 \rho_L g + 6 \pi \eta r v$$





$$W = U + F$$

$$\eta = \frac{2}{9} \frac{r^2}{v} (\rho_s - \rho_L) g$$