رؤية الأستاذ
محمد السيد رمضان
خبير الفيزياء

# مراجعة ليلة الامتحان على
# الموائع المتحركة

فيزياء ثاني ثانوي

☆ سريان الموائع : يقصد بسريان الموائع ( سوائل أو غازات ) تحركها فى الأنابيب .

☆ أنواع السريان :

① السريـــان الهـــادئ ( المستقر أو المنتظم أو الإنسيابى أو الطبقى ) :
هو تحرك السائل بسرعات صغيرة بحيث تنزلق طبقاته المتجاورة فى نعومة و يسر .

② السريـــــان المضطرب ( الدوامـى ):
يحدث عندما تزداد سرعة سريان السائل بحيث تتعدى قيمة معينة و تتميز بوجود دوامات مثل سريان الماء فى الأنهار أو خلف بوابات القناطر .

ملحـــوظة : نتيجة انتشار الغاز من حيز صغير إلى حيز كبير أو من ضغط عال إلى ضغط أقل فإنه يتحرك حركة دوامية .

## السريان الهادئ

➢ شروط السريان الهادئ :
① أن يملأ السائل الأنبوبة تماماً .
② أن تكون كمية السائل التى تدخل الأنبوبة من أحد طرفيها مساوية لكمية السائل التى تخرج من الطرف الآخر فى نفس الزمن ( لأنه غير قابل للإنضغاط ) .
③ لا تتغير سرعة سريان السائل عند أى نقطة فى الأنبوبة مع مرور الزمن .
④ لا توجد دوامات للسائل و لا توجد قوى احتكاك كبيرة بين طبقات السائل .

### خط الإنسياب

هو خط تخيلى يفرض لتوضيح المسار الذى يتخذه أى كمية صغيرة من السائل أثناء إنتقاله من نقطة لأخرى فى أنبوبة السريان .

➢ مميزات خطوط الإنسياب :
① لا تتقاطع .
② تتزاحم فى السرعات الكبيرة و تتباعد فى السرعات الصغيرة .
③ المماس لخط الإنسياب عند أى نقطة يحدد اتجاه السرعة اللحظية لكمية صغيرة من السائل عند تلك النقطة .
④ عدد خطوط الإنسياب ثابت خلال الأنبوبة .

ملحوظة : يمكن إعتبار أنبوبة السريان كحزمة من خطوط الإنسياب .

كثافة خطوط الانسياب عند نقطة : عدد خطوط الإنسياب التى تمر عمودياً بوحدة المساحات المحيطة بتلك النقطة .

✪ معدل الانسياب الحجمي لسائل ( $Q_v$ ) : هو حجم السائل النساب خلال مساحة معينة فى الثانية .

$$Q_v = A . v$$

و يقاس بوحدة ( $m^3 / s$ )

بينما حجم السائل المنساب فى أى زمن t يحسب من العلاقة

$$Vol = A\ v\ t$$

✪ معدل الانسياب الكتلي لسائل ( $Q_m$ ) : هو كتلة السائل النساب خلال مساحة معينة فى الثانية .

$$Q_m = \rho . A . v$$

و يقاس بوحدة ( $kg / s$ )

بينما كتلة السائل المنساب فى أى زمن t يحسب من العلاقة

$$m = \rho\ A\ v\ t$$

# ✪ معادلة الاستمرارية ✪

◈ استنتاج العلاقة بين سرعة سريان سائل فى أنبوبة و مساحة مقطعها :

❶ نفرض مستويين عموديين على خطوط الإنسياب عند كل من ( أ ) ، ( ب ) و أن مساحة مقطع الأنبوبة عند ( أ ) هى $A_1$ و سرعة سريان السائل هى ( $V_1$ ) و أن مساحة مقطع الأنبوبة عند ( ب ) هى $A_2$ و سرعة سريان السائل هى ( $V_2$ ) .

❷ المعدل الحجمى لإنسياب السائل خلال $A_1$ هو ( $Q_{v1}$ )
و خلال $A_2$ هو ( $Q_{v2}$ ) و بذلك يكون

$$Q_{v1} = A_1 V_1 \quad ، \quad Q_{v2} = A_2 V_2$$

❸ المعدل الكتلى لإنسياب السائل خلال $A_1$ هو ( $Q_{m1}$ )
و خلال $A_2$ هو ( $Q_{m2}$ ) و بذلك يكون

$$Q_{m1} = \rho A_1 V_1 \quad ، \quad Q_{m2} = \rho A_2 V_2$$

❹ ∵ السريان مستقر فيكون المعدل الكتلى ثابتاً

$$\therefore \rho A_1 V_1 = \rho A_2 V_2 \qquad \therefore Q_{m1} = Q_{m2}$$

$$\therefore \boxed{A_1 V_1 = A_2 V_2} \quad \text{أ،} \quad \boxed{\frac{V_1}{V_2} = \frac{A_2}{A_1}}$$

و تسمى اى من المعادلتين الأخيرتين بمعادلة الإتصال أو الإستمرار .

☆ الصـــــورة اللفظيـــة لمعـــــادلة الإتصـــــــال :

عند سريان سائل فى أنبوبة سرياناً مستقراً فإن سرعة السريان عند نقطة تتناسب عكسياً مع مساحة مقطع الأنبوبة عند تلك النقطة .

➤➤ تفســـــــير معـــــادلـة الإتصـــــــال :

نتصور سائل يسرى فى أنبوبة و نعتبر كتلة صغيرة من ( $\Delta m$ ) تحسب من العلاقة :

$$\Delta m = \rho \Delta V$$

حيث $\rho$ كثافة السائل و $\Delta V$ التغير فى حجم السائل .

و يتعين التغير فى حجم السائل $\Delta V$ من العلاقة

$$\Delta V = A_1 \Delta x_1 \quad \text{----►} \quad (1)$$

حيث $\Delta x_1$ المسافة التى يتحركها السائل فى زمن $\Delta t$

و تتعين هذه المسافة من العلاقة

$$\Delta x_1 = V_1 \Delta t \quad \text{------►} \quad (2)$$

بالتعويض من ( 2 ) فى ( 1 )

$$\therefore \Delta V = A_1 V_1 \Delta t \quad \text{----►} \quad (3)$$

و نظراً لأن السائل غير قابل للإنضغاط فإن نفس هذا الحجم لابد أن ينتقل للجانب الآخر من الأنبوبة حيث مساحة مقطعها ( $A_2$ ) بسرعة ( $V_2$ ) فى زمن قدره ( $\Delta t$ ) و يكون

$$\therefore \Delta V = A_2 V_2 \Delta t \quad \text{----►} \quad (4)$$

و من تلك المعادلات نستنتج أن كلاً من المعدل الحجمى و الكتلى مقدار ثابت لأى مساحة مقطع و هذا يسمى قانون بقاء الكتلة و الذى يؤدى إلى معادلة الإتصال أو الإستمرارية .

## ملاحظـــــات هـــــــــــامة :

❶ إذا تفرع السائل المار فى أنبوبة إلى عدة فروع غير متساوية فى مساحة المقطع فإن :

$$A_1V_1 = A_2V_2 + A_3V_3 + .....$$

أما إذا كانت الفروع متساوية فى مساحة المقطع و عددها n فإن :

$$A_1V_1 = n\ A_2V_2$$

❷ عندما يسرى سائل سريانا ً مستقرا ً فإن :

المعدل الحجمى لإنسياب السائل عند الطرف المتسع = المعدل الحجمى لإنسياب السائل عند الطرف الضيق .

المعدل الكتلى لإنسياب السائل عند الطرف المتسع = المعدل الكتلى لإنسياب السائل عند الطرف الضيق .

عدد خطوط الإنسياب عند الطرف المتسع = عدد خطوط الإنسياب عند الطرف الضيق .

كثافة خطوط الإنسياب عند الطرف المتسع > كثافة خطوط الإنسياب عند الطرف الضيق .

سرعة الإنسياب عند الطرف المتسع > سرعة الإنسياب عند الطرف الضيق .

## ◆◆◆ تعليلات هـــــــــــامة :

س[1] علل : رغم صغر مساحة مقطع الشعيرة الدموية مقارنة بمساحة مقطع الشريان إلا أن سرعة الدم فى الشعيرة أصغر من سرعة الدم فى الشريان ؟ ( أو يسهل تبادل غازى $O_2$ ، $CO_2$ فى الشعيرات الدموية ) ؟

جـ لآنه طبقاً للمعادلة $A_1V_1 = n\ A_2V_2$ يكون مجموع مساحات مقاطع الشعيرات المتفرعة من الشريان ( $nA_2$ ) أكبر من مساحة مقطع الشريان $A_1$ فتكون سرعة الدم فى الشعيرة أصغر من سرعة الدم فى الشريان .

س[2] علل : يستخدم رجال الإطفاء خراطيم لها طرف مسحوب فى إطفاء الحرائق ؟

جـ حتى تزداد سرعة إنسياب الماء لأن السرعة تتناسب عكسياً مع مساحة المقطع طبقاً لمعادلة الإتصال $A_1V_1 = A_2V_2$ .

س[3] علل : فى السريان المستقر ينساب السائل ببطء فى الأنبوبة عندما تكون مساحة مقطعها كبيرة و ينساب بسرعة أكبر عندما تكون مساحة مقطعها أكبر ؟

جـ لآنه طبقاً لمعادلة الإتصال $A_1V_1 = A_2V_2$ فإن سرعة السائل عند أى نقطة فى الأنبوبة تتناسب عكسيا ً مع مساحة مقطع الأنبوبة عند تلك النقطة ( $V\ \alpha\ \frac{1}{A}$ ) .

س[4] علل : فى السريان الهادئ يكون معدل الإنسياب الحجمى ثابت عند أى مقطع ؟

جـ لأن السائل غير قابل للإنضغاط لذلك فإن كمية السائل التى تدخل الأنبوبة من أحد طرفيها مساوية لكمية السائل التى تخرج من الطرف الآخر فى نفس الزمن .

س[5] علل : تقل مساحة مقطع عمود الماء المنساب من فوهة الخرطوم عندما نوجه فوهته رأسيا ً إلى أسفل ؟

جـ لآنه عندما توجه فوهة الخرطوم لأسفل تزداد سرعة سريان الماء فى إتجاه الجاذبية و طبقاً لمعادلة الإتصال $A_1V_1 = A_2V_2$ فتقل مساحة مقطع عمود الماء المنساب ( $V\alpha\ \frac{1}{A}$ ) .

## أمثلة محلـــــولة

مثـــــال (1) ( مصر 1993 ) أنبوبة مياة تدخل منزلاً نصف قطرها 1.5سم و سرعة جريان الماء بها 0.2 م / ث وإذا أصبح نصف قطر الأنبوبة عند نهايتها 0.5 سم فاحسب كلاً من :

1 – سرعة الماء عند الطرف الضيق .

2 – حجم الماء المنساب فى الدقيقة عند أى مقطع فيها ( $\pi$ = 3.14 ) .

الحـــــل

$\because A_1 V_1 = A_2 V_2 \quad \therefore \pi r_1^2 V_1 = \pi r_2^2 V_2$

$\therefore (1.5 \times 10^{-2})^2 \, 0.2 = (0.5 \times 10^{-2})^2 V_2 \quad \therefore V_2 = 1.8 \text{ m / s}$

$\because V = A_1 V_1 t \quad \therefore V = \pi r_1^2 v_1 t = 3.14 \times (1.5 \times 10^{-2})^2 \times 0.2 \times 60 = 84.78 \times 10^{-4} \ m^3$

**********

مثـــــال (2) ( مصر 2010 ) ماء يسرى خلال أنبوبة قطرها ( 2 ) سم بسرعة متوسطة ( 3 ) م / ث تم إغلاق نهاية الأنبوبة بسدادة بها عشر فتحات نصف قطر كل فتحة ( 1 ) مم احسب سرعة تدفق الماء من كل فتحة .

الحـــــل

$\because A_1 V_1 = n A_2 V_2 \quad \therefore 1 \times 10^{-4} \times 3 = 10 \times 1 \times 10^{-6} \times V_2 \quad \therefore V_2 = 30 \text{ m / sec}$

**********

مثـــــال (3) أنبوبة ( A B ) تتفرع إلى فرعين ( B C ) ، ( B D ) كما بالشكل . قطر الأنبوبة عند النقطة A = 45 سم و عند B = 30 سم و عند C = 20 سم و عند D = 15 سم أوجد :

1 – معدل دخول الماء عند A إذا علم أن سرعة دخول الماء عند A = 2 م / ث .

2 – احسب سرعة الماء عند B ، D إذا علم أن سرعة الإنسياب عند C = 4 م / ث .

( $\pi$ = 3.14 ) .

الحـــــل

1 - عند A يكون : $\because Q_v = A V \quad \therefore Q_v = \pi \times r^2 \times 2$

$\therefore Q_v = 3.14 \times (22.5 \times 10^{-2})^2 \times 2 = 0.3179 \text{ m}^3 / \text{sec}$

2 – نوجد السرعة عند B من العلاقة :

$\because A_1 \ _1 = A_2 V_2 \quad \therefore \pi r_A^2 V_A = \pi r_B^2 V_B$

$\therefore (22.5 \times 10^{-2})^2 \times 2 = (15 \times 10^{-2})^2 V_B \quad \therefore V_B = 4.5 \text{ m / s}$

3 – نوجد السرعة عند D من العلاقة :

$\because A_B V_B = A_C V_C + A_D V_D \quad \therefore \pi r_B^2 V_B = \pi r_C^2 V_C + \pi r_D^2 V_D$

$\therefore (15 \times 10^{-2})^2 \times 4.5 = (10 \times 10^{-2})^2 \ 4 + (7.5 \times 10^{-2}) \times V_D \quad \therefore V_D = 10.88 \text{ m / s}$

**********

مثـــــال (4) ( الأزهر 2010 ) شريان رئيسى يتدفق فيه الدم بسرعة 0.08 م / ث يتفرع إلى 128 شعيرة دموية قطر كل منها $\frac{1}{8}$ قطر الشريان احسب سرعة الدم فى كل شعيرة

الحـــــل

$\because r_{\text{شعيرة}} = \frac{1}{8} r_{\text{شريان}} \quad \therefore r_{\text{شريان}} = 8 \, r_{\text{شعيرة}}$

$\because A_1 V_1 = n A_2 V_2 \quad \therefore \pi (8 \, r_{\text{شعيرة}})^2 \times 0.08 = 128 \times \pi \times r_{\text{شعيرة}}^2 \times V_2$

$\therefore V_2 = 0.04 \text{ m / sec}$

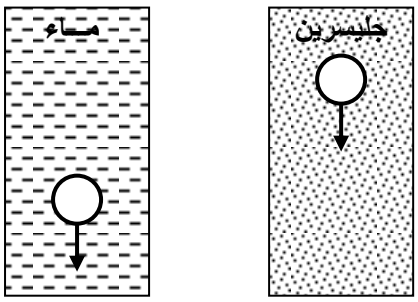
# اللزوجـــــــــــة

يمكن إدراك معنى اللزوجة مما يلى :

* عند صب حجمين متساويين من الماء و الجليسرين فى قمعين متماثلين و قياس سرعة الإنسياب نجد أن سرعة انسياب الماء تكون أكبر من سرعة انسياب الجليسرين .

* * إذا كان لدينا كأسان متماثلان يحويان حجمين متساويين من الماء و العسل نلاحظ أنه عند تقليب كل من السائلين بساق زجاجية نجد أن حركة الساق فى الماء تكون أسهل و هذا يعنى أن مقاومة الماء لحركة الساق اقل من العسل كما يستمر الماء فى الحركة لمدة اطول بعد رفع الساق .

* * * عند اسقاط كرتين معدنيتين متماثلتين كل منهما على حدة فى مخبارين متماثلين بهما حجمان متساويان من الماء و الجليسرين و حساب الزمن الذى تستغرقه كل منهما للوصول للقاع نجد أن الزمن فى حالة الماء يكون أقل و هذا يعنى أن الجليسرين يقاوم حركة الكرة خلاله أكبر من الماء .



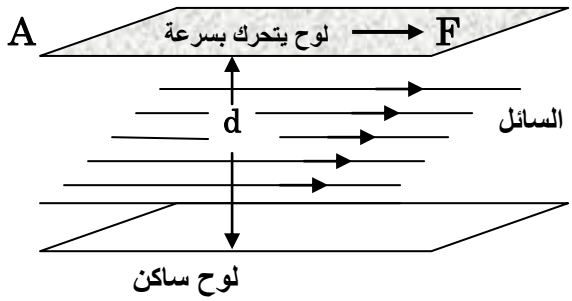

الإستنتاج :

1 – بعض السوائل كالماء و الكحول تكون قابليتها للإنسياب أو الحركة كبيرة فى حين أن مقاومتها لحركة الجسم فيها صغيرة .
و مثل هذه السوائل يقال أن لزوجتها صغيرة .

2 – بعض السوائل ( كالعسل و الجليسرين ) قابليتها للإنسياب أو الحركة صغيرة و مقاومتها لحركة الأجسام داخلها كبيرة .
و مثل هذه السوائل يقال أن لزوجتها كبيرة .

## تفســـــــير خـــــــاصية اللزوجـــــــة :

❶ نتصور كمية من سائل محصورة بين لوحين مستويين أحدهما سفلى ساكن و الآخر علوى متحرك بسرعة ( V ) و أن السائل مكون من عدة طبقات رقيقة و المسافة الرأسية بين اللوحين ( d ) .




❷ تعمل قوى الإحتكاك بين اللوح العلوى و الطبقة العلوية الملاصقة له و الناشئة عن التلاصق بين جزيئات سطح المستوى الصلب و جزيئات السائل المجاور لها على إكسابها نفس سرعة اللوح العلوى ( V ) و لنفس السبب تكون الطبقة السفلية الملامسة للوح السفلى تكون ساكنة مثل اللوح السفلى .

❸ توجد قوى شبيهة بالإحتكاك بين كل طبقة من طبقات السائل و الطبقة التى تعلوها فتعوق إنزلاقها بعضها فوق بعض مما ينشأ عنه فرق نسبى فى السرعة بين كل طبقة والتى تعلوها تتراوح سرعة طبقات السائل من الصفر إلى ( V ) فى الإتجاه من أسفل إلى أعلى و يسمى هذا النوع من السريان السريان الطبقى أو السريان اللزج .

**تعريف اللزوجة** هى خاصية للمادة تتسبب فى وجود قوى إحتكاك بين طبقات المادة تعوق إنزلاقها فوق بعضها البعض كما تعوق حركة الأجسام الأخرى فيها .

## العـــــوامل التى تتوقف عليها قوة اللزوجـــــة ( F ) :

لكى يستمر اللوح العلوى المتحرك ( و بالتالى طبقة السائل الملاصقة له ) متحركاً بنفس سرعته ( V ) يجب ان نؤثر عليه بقوة خارجية مماسية و تساوى قوة اللزوجة ( F ) و قد وجد أن هذه القوة تتوقف على العوامل الآتية :-

❶ المساحة المشتركة بين طبقات السائل ( A ) ------► ( 1 ) $F \propto A$ عند ثبوت بقية العوامل

❷ فرق السرعة بين طبقتى السائل ( V ) ------► ( 2 ) $F \propto V$ عند ثبوت بقية العوامل

❸ المسافة الفاصلة بين طبقتى السائل ( d ) ------► ( 3 ) $F \propto \frac{1}{d}$ عند ثبوت بقية العوامل

$\therefore F \propto \frac{A \times V}{d}$ $\quad\therefore F = const. \frac{A \times V}{d}$

$\therefore \boxed{F = \eta_{VS} \frac{A \times V}{d}}$ ، أ $\therefore \boxed{\eta_{VS} = \frac{F \times d}{A \times V}}$

تعريف معامل اللزوجة :

**يقدر بالقوة المماسية المؤثرة على وحدة المساحات بحيث ينتج عنها فرق فى السرعة مقداره الوحدة بين طبقتين من السائل البعد العمودى بينهما الوحدة .**

وحدات قيـــاس معـــامل اللزوجـة :

**① نيوتن ث / م$^{2}$ .　　② كجم / م ث .　　③ باسكال . ث .**

## ملاحظات هامة

**① قوة اللزوجة قوة مماسية فيكون الضغط الناتج عنها صفراً .**

**② لزوجة سائل خاصية مميزة للسائل تتوقف على نوع مادته و درجة الحرارة .**

سؤال ما معنى أن : **معامل اللزوجة للجليسرين عند ( 20 ˚C ) = 0.8 نيوتن ث / م$^{2}$ ( أو كجم / م ث او باسكال . ث )**

جـ **معنى ذلك أنه عند ( 20 ˚C ) تكون القوة المماسية المؤثرة على وحدة المساحات من سطح الجليسرين و التى ينتج عنها فرق فى السرعة مقداره 1 م / ث بين طبقتين من الجليسرين البعد العمودى بينهما 1 متر تكون مساوية 0.8 نيوتن .**

## أمثلة محلـــولة

مثـــــال (1) **لوح مستو مساحته 0.1 م$^{2}$ وضع على سطح مستو بحيث يفصل بينهما طبقة من الزيت سمكها 0.01 مم فإذا كان معامل اللزوجة للزيت 1.5 نيوتن ث / م$^{2}$ فاحسب القوة المماسية اللازمة لتحريك اللوح على السطح بسرعة ثابتة مقدارها 1 مم / ث ؟**

الحـــــل

**القوة اللازمة لتحريك اللوح بسرعة ثابتة يجب أن تساوى قوة اللزوجة ( F )**

$$\because \quad F = \eta_{VS} \frac{A \times \mathbf{V}}{d} \qquad \therefore \quad F = \frac{1.5 \times 0.1 \times 1 \times 10^{-3}}{0.01 \times 10^{-3}} = 15 \ N$$

**********

مثـــــال (2) **حوض به عسل إرتفاعه 8 سم و معامل لزوجته 0.8 كجم / م ث إحسب القوة اللازمة لتحريك لوح طوله متر و عرضه نصف متر بسرعة أفقية قدرها 2 م / ث إذا كان اللوح على السطح الخالص للعسل . و إذا كان العسل فى الحوض مغطى بسطح صلب و يلامسه إحسب القوة اللازمة لتحريك نفس اللوح السابق : -**

**1 – فى منتصف العسل .　　2 – على عمق 6 سم .**

**ثم احسب الضغط الناشئ عن القوة فى كل حالة مما مضى .**

الحـــــل

$$\because \quad \mathbf{F} = \eta_{VS} \frac{A \times \mathbf{V}}{d} \qquad \therefore \quad F = \frac{0.8 \times 1 \times 0.5 \times 2}{8 \times 10^{-2}} = 10 \ N$$

**عندما يكون اللوح فى المنتصف تختلف قوة اللزوجة نتيجة الإحتكاك على وجهى اللوح المتحرك**

$$\because \quad \mathbf{F} = \eta_{VS} \frac{A \times \mathbf{V}}{d} \qquad \therefore \quad F = 2 \times \frac{0.8 \times 1 \times 0.5 \times 2}{4 \times 10^{-2}} = 40 \ N$$

**عندما يكون اللوح على عمق 6 سم فيكون 6 سم من أعلى و 2 سم من أسفل :**

$$\therefore \quad F = \frac{0.8 \times 1 \times 0.5 \times 2}{6 \times 10^{-2}} + \frac{0.8 \times 1 \times 0.5 \times 2}{2 \times 10^{-2}} = 53.33 \ N$$

**الضغط = صفر فى كل الحالات لأن قوة اللزوجة مماسية**

# تطبيقـــات على اللزوجـــة فى الحـــياة العملية

## أولاً : تزييـــــت و تشحيم الآلات :-

أهمية التزييت أو التشحـــيم :

1. **خفض كمية الحرارة المتولدة أثناء الإحتكاك .**
2. **حماية أجزاء الآلة من التآكل .**

الشروط الواجـــب توافرهـــا فى زيوت التشحـــيم :

1. **أن تكون ذات لزوجة عالية و مناسبة .**
2. **لها القدرة على الإلتصاق بأجزاء الآلة .**
3. **لا تنساب بعيداً عن أجزاء الآلة .**

**سؤ ا ل** علل **لا يصلح الماء فى عملية التزييت أو التشحيم ؟**

**جـ لأن لزوجته صغيرة فيكون إلتصاقة بالأجزاء المعدنية ضعيف فينساب بعيداً عن أجزاء الآلة .**

## ثانياً : المركـــبات المتحـركـــة ( تحديد سرعـــة السيارات لتوفير استهلاك الوقود ) :

**أ – فى السرعات *الصغيرة و المتوسطة* تكون مقاومة الهواء للأجسام المتحركة فيه و الناتجة عن لزوجة الهواء تتناسب طردياً مع *سرعة* الأجسام المتحركة خلاله فتكون المقاومة صغيرة و بالتالى يكون الوقود المستهلك هو فقط اللازم للتحريك .**

**ب – فى السرعات *الكبيرة* فإن مقاومة الهواء و الناتجة عن اللزوجة تتناسب طردياً مع *مربع السرعة* و هذا يعنى زيادة الشغل الكلى الذى تبذله الآلة و بالتالى زيادة استهلاك الوقود و ذلك إذا زادت سرعة السيارة عن حد معين لذا ينصح سائقو السيارات بالحد من السرعة لتوفير استهلاك الوقود .**

## ثالثاً : فى الطـــــب ( لقيـــاس سرعة ترســـيب الدم ):

هدفه : **معرفة إذا كان حجم كرات الدم الحمراء طبيعياً أو غير طبيعياً .**

الأســـاس العلمى لقـــياس سرعة ترســـيب الدم :

**هو أن السرعة النهائية التى تكتسبها كرات الدم الحمراء عند سقوطها خلال البلازما نتيجة لزوجتها تزداد بزيادة نصف قطرها .**

**القوى المؤثرة على كرة الدم الحمراء عند سقوطها سقوطاً حراً فى البلازما :**

**1 وزنها لأسفل . 2 قوة دفع السائل لها لأعلى . 3 قوة الإحتكاك بينها و بين السائل لأعلى نتيجة لزوجة السائل .**

**و محصلة هذه القوى وجد أن كرة الدم الحمراء تتحرك بسرعة نهائية تزداد بزيادة نصف قطرها .**

## كيف يفيد ذلك فى تشخيص بعض الأمراض .....؟

**1 – المعدل الطبيعى لسرعة ترسيب الدم للإنسان 15 mm بعد ساعة ، 30 mm بعد ساعتين .( الرقم ليس للحفظ )**

**2 – فى بعض الأمراض تتلاصق كرات الدم الحمراء فيزيد حجمها و نصف قطرها و بالتالى تزيد سرعة ترسيبها عن المعدل الطبيعى مثل الحمى الروماتيزمية .**

**3 – فى أمراض اخرى تتكسر كرات الدم الحمراء أى يقل حجمها و نصف قطرها و تقل بالتالى سرعة ترسيبها عن المعدل الطبيعى مثل الأنيميا ( فقر الدم ) .**

لاحظ عزيزى الطالب أن **مرض الأنيميا يمكن تشخيصة بوسيلتين :**

**1 - عن طريق قياس كثافة الدم . 2 - عن طريق قياس سرعة ترسيب الدم .**

### تعليلات هـــامة :

س[1] علل : **يفقد الجسم الصلب جزء من كمية تحركه إذا تحرك فى سائل ؟**

جـ **بسبب لزوجة السائل فينشا قوى احتكاك بين الجسم والسائل فيقل سرعة الجسم فتقل كمية تحركه .**

س[2] علل : **زيادة سرعة سيارة عن حد معين يسبب زيادة كبيرة فى إستهلاك الوقود ؟**

جـ **عند زيادة السرعة عن الحد المعين فإن مقاومة الهواء الناتج عن لزوجته تتناسب طرديا مع مربع سرعة السيارة مما يؤدى إلى زيادة كبيرة فى إستهلاك الوقود لبذل شغل كاف ضد مقاومة الهواء .**

# مسائل زي الفل

## السريان

1. أزهر 2006 : سائل ينساب بسرعة 2 م / ث خلال أنبوبة نصف قطرها ( r ) احسب سرعة انسياب السائل عند نقطة يصبح نصف قطر الأنبوبة عندها ( $\frac{1}{4}$ r ) علماً بأن الأنبوبة مفتوحة الطرفين . [ 32 م / ث ]

2. أزهر2001 : يحقن محلول بمحقن مساحة سطح مكبسه 2.5 سم$^{2}$ فإذا كان معدل تدفق المحلول 10 سم$^{3}$ / ث فإحسب سرعة سريان المحلول فى المحقن و نصف قطر الإبرة اللازم إستخدامها لتكون سرعة المحلول عند خروجه منها $\frac{40}{\pi}$ م / ث .

[ 0.04 م / ث ، $0.5 \times 10^{-3}$ م ]

3. أزهر 2008 : يتدفق سائل بمعدل $5 \times 10^{-3}$ م$^{3}$ / ث في أنبوبة ( A ) تتفرع إلى فرعين ( B ) ، ( C ) مساحة مقطع كل منهما على الترتيب 15 سم$^{2}$ ، 20 سم$^{2}$ فإذا علمت أن سرعة سريان السائل فى الفرع ( B ) 2 م / ث احسب معدل سريان السائل فى الفرع ( C ) . [ $2 \times 10^{-3}$ م$^{3}$ / ث ]

4. مصر 2002 : إذا علمت أن نصف قطر الأنبوبة عند أ هو 30 سم و سرعة دخول الماء عند نفس النقطة 2 م / ث و سرعة إنسيابه عند جـ = 4 م / ث و سرعة إنسيابه عند ﴿ = 3 م / ث حيث نصف قطر الأنبوبة عند ب هو 20 سم و عند جـ 15 سم و عند د 10 سم و عند ﴿ 5 سم

إحسب كلاً من :

1 – المعدل الحجمى لدخول الماء عند أ .

2 - سرعة الماء عند كلاً من ب ، د .

( $\pi$ = 3.14 )

[ 0.5652 م$^{3}$ / ث ، 4.5 م / ث ، 8.25 م / ث ]

## اللزوجـــــة :

5. أزهر 2001 : صفيحة مستوية مساحتها = 0.01 م$^{2}$ معزولة عن صفيحة أخرى كبيرة بطبقة من سائل سمكها 2 مم . فإذا أثرت قوة مقدارها 2.5 نيوتن عل الصفيحة الأولى فتحركت بسرعة 12.5 سم / ث فما معامل لزوجة السائل ؟

[ 4 Kg $m^{-1}$ $s^{-1}$ ]

6. لوحان مستويان متوازيان بينهما مسافة 2.5 سم مملوءة بالجليسرين الذى معامل لزوجته 0.785 كجم / م ث ما هى القوة اللازمة لتحريك لوح مستوى رقيق مساحته 0.75 م$^{2}$ بين اللوحين بسرعة مقدارها 0.5 م / ث .

1 – إذا كان اللوح فى منتصف المسافة بين اللوحين .

2 – إذا كان اللوح على بعد 1 سم من أحد اللوحين . [ 47.1 ، 49.06 نيوتن ]

7. مصر 2008 : طبقة من سائل لزج سمكها 8 سم موضوعة بين لوحين مستويين افقيين و متوازيين إذا كان معامل لزوجة السائل 0.8 كجم / م ث أوجد :

1 – القوة اللازمة لتحريك لوح رقيق مساحته 0.5 م٢ بسرعة 2 م / ث و موازياً للمستوين و يبعد عن أحدهما مسافة 2 سم .

2 – الضغط الناشئ عن هذه القوة المؤثرة على اللوح الرقيق . [ 53.3 نيوتن ، صفر ]