كلية العلوم

القسم : **الفيزياء**

السنة : **الثالثة**

المادة : ميكانيك الموائع

المحاضرة : الثانية/نظري/

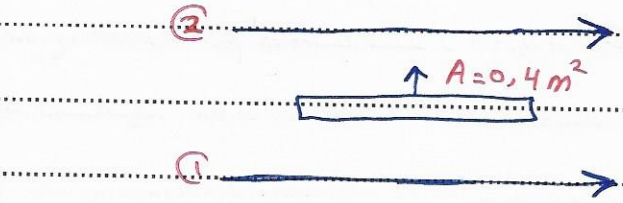
{{ مكتبة A to Z }}

Facebook Group : مكتبة A to Z

يمكنكم طلب المحاضرات برسالة نصية (SMS) أو عبر (What's app-Telegram) على الرقم 0931497960

المسألة الأولى:

سحبت صفيحة سمكها 1mm بين صفيحتين ثابتتين يبلغ سمك الفجوة بينهما 2mm وكانت الصفيحة المتحركة تتوسط الفجوة مساحة الصفيحة المتحركة $0,4\ m^2$ ما مقدار القوة اللازمة لسحب الصفيحة بسرعة $1\ m.s^{-1}$ إذا كانت الفجوة بين الصفيحتين الثابتتين مملوءة بزيت لزوجته $1,48.10^{-2}\ N.s/m^2$



سمك الفجوة على جانبي الصفيحة المتحركة 0,5mm. نلاحظ أن القص الذي يتولد على جانبي الصفيحة المتحركة يجب أن يأخذ ضعف المساحة $A = 2 \times 0,4 = 0,8\ m$

باستخدام المعادلة

$$\tau = -\mu \frac{du}{dy}$$

$$\frac{F}{A} = -\mu \frac{du}{dy}$$

بإجراء مكاملة بين النقطتين 1 و 2 نجد أن:

$$\frac{F}{A}\int_{y_1}^{y_2} dy = -\mu \int_{u_1}^{u_2} du$$

$u_2 = 0,0$ | $\frac{F}{A} = \mu \, u_1 / y_2$

$y_1 = 0,0$ |

$$F = A\mu \frac{u_1}{y_2}$$

$$= (1,48 \times 10^{-2} \times 0,8 \times 1) / 0,5 \times 10^{-3}$$

$$= 23,68 N$$

مسألة الثانية:

يجري مائع فوق صفيحة ستوي فإذا كانت علاقة السرعة u بالبعد y تعطى بالمعادلة من درجة ثانية

$$u = \frac{3}{4} y - y^2$$

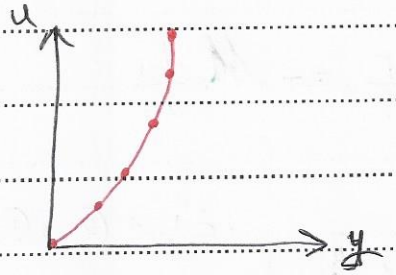
ارسم منحني توزع السرعة ثم احسب مقدار اجهاد القص بعد $0,15m$ علماً أن لزوجة المائع كينماتية تساوي $14,34$ stoke وكثافته $950 kg/m^3$ ~~kg/m^3~~

الحل:

نفوض في معادلة توزع السرعة مختلف قيم للبعد y

y	0,0	0,05	0,1	0,125	0,15	0,17
u	0,0	0,035	0,065	0,078	0,090	0,1

* $y = f(x)$ (u بدلالة y)



~~نلاحظ أن السرعة تساوي صفر لحظة نقطة التماس المائع على سطح الصفيحة~~

نلاحظ أن السرعة تساوي صفر لحظة نقطة التماس المائع على سطح الصفيحة

وتزداد ~~بازدياد البعد~~ بازدياد البعد حسب معادلة توزع السرعة المعطاة

TEL:0931497960 - Facebook Group: A to Z مكتبة

بالطفي

$$\tau = +\mu \frac{du}{dy}$$

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

نقوم بتحويل معامل اللزوجة كينماتية إلى m^2/s :

$$1 stoke = 10^{-4}\ m^2 s^{-1}$$

$$14,34 \times 10^{-4}\ m^2 s^{-1}$$

$$\mu = 14,34 \times 10^{-4} \times 950 = 1,362\ N s/m^2$$

للحصول على قيمة $\frac{du}{dy}$ نفاضل معادلة السرعة

$$\frac{du}{dy} = \frac{3}{4} - 2y$$

وباعتبار قيمة $y = 0,15$ فيكون لدينا

$$\frac{du}{dy} = 0,45\ (m/s)/s$$

$$\tau = 1,362 \times 0,45$$

$$\tau = 0,613\ N/m^2$$

الانضغاطية :

تعرف بأنها النسبة مقدار التغير بالقوة المسلطة (الضغط) على وحدة المساحة إلى مقدار التغير النسبي الحاصل في حجم نتيجة تأثير القوة :

$$E = \frac{dp}{-\left(\frac{dv}{v}\right)} = -v \frac{dp}{dv} \quad *$$

تشير إشارة السالبة إلى تناقص الحجم عند زيادة الضغط وباتخاذ واحدة الكتلة من الغاز (1kg) تصبح الكثافة

$$1kg: \rho = \frac{m}{v} = \frac{1}{V} \quad ** \quad , \quad V = \frac{1}{\rho}$$

TEL:0931497960 - Facebook Group: A to Z مكتبة

$$\rho . V = 1 .$$

باجراء تفاضل على العلاقة $\rho . V = 1$:

$$V\, d\rho + \rho\, dV = 0.$$

$$\Rightarrow dV = -\left(\frac{V}{\rho}\right) d\rho$$

$$dV = -\left(\frac{1}{\rho^2}\right) d\rho \quad ***$$

بعوض عن قيم V و dV في معادلة (*) ينتج لدينا أن قيمة المرونة الحجمية

$$E = \rho \frac{d\rho}{d\rho}$$

يلاحظ من المعادلة السابقة أن قيمة E المرونة تعتمد على علاقة الضغط بالكثافة وبما أن الكثافة تعتمد بدورها على درجة الحرارة فإن قيمة E تتعلق بدرجة الحرارة.

أخذ معامل المرونة الحجمي وحدة قياسي N/m^2

أن المرونة السوائل ضئيلة جداً مقارنة مع المرونة الغازات

أن قيمة معامل المرونة للغازات أقل بكثير من السوائل.

ضغط البخار:

يرمز له بالرمز p_v وهو مقدار ضغط توازن البخار مع السائل أي الضغط الناجم عن التبخر الجزيئي للسائل في الوعاء المغلق

يبلغ السائل حالة الغليان عند تساوي ضغط بخاره مع ضغط محيطه فتظهر فقاعات الغليان محاولة إلى التبخر ويعتمد مقدار ضغط البخار على درجة الحرارة حيث يزداد ارتفاع درجة حرارة. ضغط بخار الماء مثلاً في درجة حرارة $20^\circ c$

درجة حرارة

هو $2,34\ N/m^2$ بينما مقدار ضغط في $100^\circ c$ هو $0,13\ kgN/m^2$ وهذا يعني أن الماء يغلي عند درجة حرارة $100^\circ c$ بسبب بلوغ ضغط بخاره الضغط الجوي على الرغم من أن ضغط البخار هي خاصية ليس لها علاقة بجريان المائع في

TEL:0931497960 - Facebook Group: A to Z مكتبة

في الأحوال الاعتيادية لا أن الخفاض ضغط السائل الجاري في أنبوبة الضخ قد يصل إلى مقدار ضغط بخاري مما يؤدي لظهور التجويف وهي ظهور فقاعات في السائل نتيجة تبخر جزيئاته. ظهور هذه الفقاعات يؤدي إلى معاندة عملية الضخ

الموائع الساكنة:

هو فرع من ميكانيك الموائع الذي يعنى بدراسة القوى المؤثرة في الموائع الساكنة وخلافاً لجريان الموائع تنعدم اجهادات القص لذا يختفي تأثير اللزوجة (اللزوجة) في المائع الساكن

يقتضي هذا العلم على الضغط وارتفاع السائل وكثافة هذا السائل ولها أهمية كبرى في خزانات السوائل

1- خاصية الضغط:

قوى مسلطة على واحدة المساحة يرمز له بالرمز p وواحدته N/m^2 وبأخذ القانون

$$p = \frac{F}{A}$$

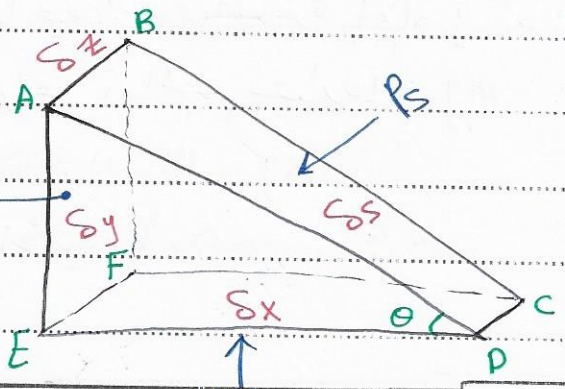
يتغير مقدار الضغط من نقطة لأخرى بالمائع لذا يعرف متوسط الضغط الذي يؤثر في مساحة صغيرة δA وبالتالي $p = \frac{\delta F}{\delta A}$

عندما تقترب قيمة مساحة δA من الصفر يصبح الضغط المؤثر وفقاً لصيغة تفاضلية

$$p = \lim_{\delta A \to 0} \left(\frac{\delta F}{\delta A} \right)$$

وبالصيغة تفاضلية $p = \frac{dF}{dA}$

قاعدة باسكال:



(شكل (1))

TEL:0931497960 - Facebook Group: A to Z مكتبة

لنأخذ حجماً صغيراً من السائل أو الجاسم كما موضح بالشكل (1) ولندرس العلاقة بين P_x (ضغط) المؤثرة باتجاه x و P_y مؤثرة باتجاه y و P_s مؤثرة باتجاه عمودي على السطح المائل

إذا كان هذا السائل ساكن سيؤثر P_x عمودياً على السطح ABEF بشكل عمودي و يؤثر P_s باتجاه عمودي على السطح المائل ABCD ولابقاء حالة التوازن فإن محصل قوى الضغط الخارجية المطبقة وناتجة عن الضغط في كل اتجاه يجب أن يساوي الصفر علماً أن قوى الضغط ممدودة بحيث يكون السائل واقعين المؤثرين في اتجاه x هما: $(P_x . \delta y . \delta z)\ (-P_s . \delta_s \delta_z \sin\theta)$

تبين أن إشارة الناقص إلى أن القوة الثانية قوة معاكسة للقوة الأولى وبالتالي ليتم التوازن يجب أن يكون محصلة قوتين تساوي الصفر

$$(P_x . \delta_s \delta_z) + (-P_s . \delta y\, \delta z \sin\theta) = 0.$$

من الشكل $\sin\theta = \frac{\delta y}{\delta_s}$

بالتعويض بالمعادلة السابقة نجد أن

$$P_x \delta y \delta_z - P_s \delta y \delta z = 0.$$

$$P_x = P_s .$$

وضحنا بعض القوى المؤثرة باتجاه y فهناك قوة ثالثة ناتجة (ناجمة) عن ثقل الجزء أو الجسم مقدارها $-mg$

m: كتلة السائل kg

g: جاذبية الأرضية m/s^2

TEL:0931497960 - Facebook Group: A to Z مكتبة

وبالتعويض عن كتلة بـ حالة الحجم وكثافة ρ تصبح القوة :

$$\left[-\rho \frac{1}{2}(\delta x \delta y \delta s) g\right]$$

يصبح مجمل القوى المطبقة :

$$P_y \delta x \delta z + \left(-P_s \delta s \delta z \cos\theta\right) + \left(-\rho \frac{1}{2}(\delta x \delta y \delta s) g\right) = 0.$$

$$\cos\theta = \frac{\delta x}{\delta s}.$$

ومن المعلوم أن δx و δy و δz مقادير صغيرة لذلك يمكن تقريبها إلى الصفر لهذا يهمل الحد الثالث من المعادلة السابقة أو بالتعويض عن $\cos\theta$ نجد أن :

$$P_y \delta x \delta z - P_s \delta x \delta z = 0.$$

$$P_y = P_s$$

$$\Rightarrow P_x = P_y = P_s$$

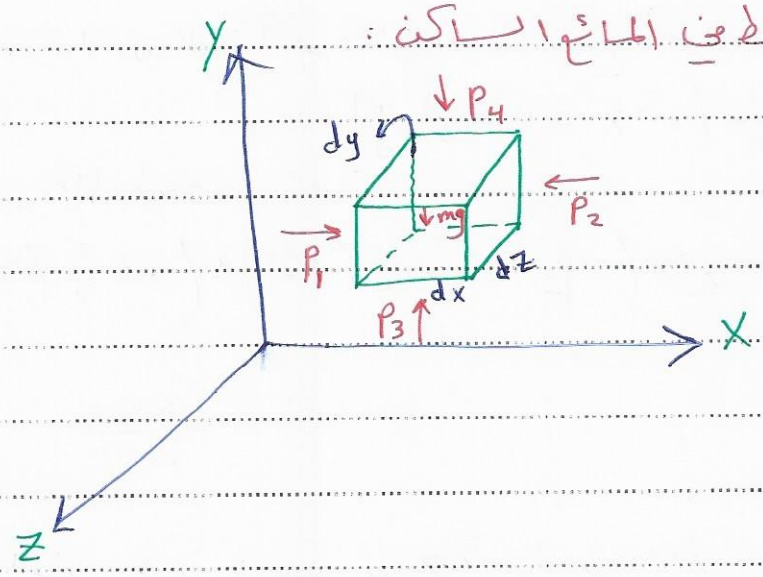
من المعادلة الأخيرة $P_x = P_y = P_s$ سنتج أن ضغوط المؤثرة لجميع اتجاهات على نقطة في المائع الساكن تكون متساوية وهذا استنتاج وهو قاعدة باسكال والذي ينص على أن الضغط يؤثر في أي نقطة في المائع الساكن وفي جميع الاتجاهات .

سؤال: استنتج قاعدة باسكال أو أثبت أن الضغط يؤثر في أي نقطة في المائع الساكن في جميع الاتجاهات

الجواب بالفقرة السابقة :

TEL:0931497960 - Facebook Group: A to Z مكتبة

تغيرات الضغط في المائع الساكن :



يمكن حساب مقدار تغيرات ضغط في المائع الساكن باجراء موازنة للقوى مؤثرة على جسيم متناهي الصغر حجمه dz, dy, dx فاذا كان ضغط p يؤثر في مركز الجسيم وكان مقدار تغير الضغط باتجاه $X = \frac{dp}{dx}$ ليصبح مقدار تغير الكلي بين المركز وأحد أوجه يساوي تغير الضغط مضروباً بالمسافة بين المركز والوجه

$$\left[\left(\frac{\partial p}{\partial x}\right)\frac{dx}{2}\right]$$

وعليه أن الضغط p_1 يؤثر في السطح $dy\,dz$ ويؤثر الضغط p_2 باتجاه معاكس في حالة $dy\,dz$ ولكن باتجاه معاكس فيمكن كتابة p_2 و p_1 بدلالة p وفقاً للعلاقات رياضية تالية

$$p_1 = p - \left(\left(\frac{\partial p}{\partial x}\right)\frac{dx}{2}\right)$$

$$p_2 = p + \left(\left(\frac{\partial p}{\partial x}\right)\frac{dx}{2}\right)$$

TEL:0931497960 - Facebook Group : A to Z مكتبة

وبالاستمرار حالة التوازن فأن محصلة القوى وفق الاتجاه x يساوي الصفر

$\Sigma F = 0$

$\Sigma F = p_1 dy dz + (-p_2 dy dz)$

$p_1 - p_2 = 0$ فينتج لدينا

ونعوض عن p_1 و p_2 فنجد أن

$$\left(p - \frac{\partial p}{\partial x}\frac{dx}{2}\right) - \left(p + \frac{\partial p}{\partial x}\frac{dx}{2}\right) = 0$$

$$-2\frac{\partial p}{\partial x}\frac{dx}{2} = 0$$

$$\frac{\partial p}{\partial x} dx = 0 \Rightarrow \frac{\partial p}{\partial x} = 0 \Big/ \frac{\partial p}{\partial z} = 0$$

هذا يعني أن مقدار الضغط لن يتغير في اتجاهين x و z أي أن الضغط يتساوى بالمقدار عند أي نقطتين تقعان على المستوى x في الماء.

فيما يخص القوى المؤثرة وفق الاتجاه y يجب إضافة قوة ثقل $-mg$ وبالتالي يكون لدينا

$$p_3 dx dz - p_4 dx dz - mg = 0$$

$$\left(p - \frac{\partial p}{\partial y}\frac{dy}{2}\right) dx dz - \left(p + \frac{\partial p}{\partial y}\frac{dy}{2}\right) dx dz - mg = 0$$

نعوض عن الكتلة m بدلالة الكثافة فينتج لدينا

$$\left(p - \frac{\partial p}{\partial y}\frac{dy}{2}\right) dx dz - \left(p + \frac{\partial p}{\partial y}\frac{dy}{2}\right) dx dz$$

$$dx dz - \rho\, dx dy dz\, g = 0$$

TEL:0931497960 - Facebook Group: A to Z مكتبة

وبتبسيط لمعادلة فينتج لدينا

$$\frac{\partial p}{\partial y} = -\rho g$$

أي أن مقدار الضغط p لا يتغير بالاتجاهين x و z.
مقدار تغير الضغط في الاتجاه العمودي.

انتهت المحاضرة

TEL:0931497960 - Facebook Group: A to Z مكتبة

مكتبة A to Z