كلية الهندسة الميكانيكية والكهربائية
السنة: الثالثة تصميم ميكانيكي

المادة: ميكانيك الموائع/ 1/
الفصل: الثاني 2015 – 2016

التاريخ: 19/6/2016
المدة: ساعتان

أولاً – السؤال الأول: أجب بنعم أو لا فقط على الأسئلة التالية (الخطأ يلغي الصواب) (6 درجات)

1 – يتناسب معامل المرونة الحجمي طرداً مع التغير النسبي للكثافة.

2 – تتناقص اللزوجة الحركية والتحريكية للهواء بازدياد درجة الحرارة.

3 – إذا وقع مركز ثقل الجسم الطافي أخفض من مركز الحجم المغمور فإن الطفو يكون مستقراً دوماً.

4 – تنعدم المركبة المماسية لشعاع السرعة على سطح أنبوبة التيار .

5 – يزداد الضغط باتجاه مركز الانحناء عند جريان سائل ضمن كوع.

6 – في الجريانات المستقرة يتطابق خط التيار مع خط المسار .

ثانياً – عرف ما يلي :

– السائل المثالي – اللزوجة – التناقضة الهيدروستاتيكية – الوزن الظاهري – خط التيار – خط المسار

ثالثاً : أجب على الأسئلة التالية (15 درجة ، ثلاث درجات لكل فقرة) :

أ – مثل بيانيا تغير إجهاد القص كتابع لسرعة تغير الشكل (حسب تصنيف السوائل وفق خضوعها لقانون نيوتن) .

ب – بين بالرسم توزع الضغط المطلق المؤثر على الجهة الداخلية لجدار خزان يحوي سائلاً غير متجانس متغير الكثافة بشكل مفاجئ مكون من ثلاث سوائل كثافاتها هي ($\rho_3 > \rho_2 > \rho_1$) والخزان مفتوح إلى الهواء الجوي .

ج – عرف الطفو المتوازن واكتب شرط الاستقرار .

د – بين مع الرسم كيف يستخدم المانومتر التفاضلي .

هـ – قارن بين طريقة لاغرانج وطريقة اويلر لدراسة حركة السوائل واذكر علاقة التسارع المادي معرفاً كل حد من حدودها .

رابعاً : (10 درجات)

استخرج معادلة الاستمرار العامة لجريان ثلاثي البعد قابل للانضغاط وغير مستقر (مع الرسم الواضح) .

خامساً : حل التمارين التالية (13 درجة ، 6 درجات لـ 1 وسبع درجات لـ 2)

1 – صندوق مستطيل مفتوح من أعلى كتلته 3000kg قاعدته أبعادها $3\times4m$ وارتفاع الصندوق 1,5m يطفو فوق سطح ماء عذب كثافته $\rho = 1000\ kg/m^3$ والمطلوب:

1 – إلى أي عمق يغوص الصندوق في الماء؟

2 – ماوزن الثقل اللازم وضعه في الصندوق ليغوص إلى عمق 1m؟

سلم تصحيح مقرر ميكانيك الموائع / 1 /

لطلاب السنة الثالثة تصميم ميكانيكي – الفصل الثاني 2015 – 2016

أولاً (5 درجات):

1 – خطأ 2 – خطأ 3 – صح 4 – خطأ 5 – خطأ 6 – صح

ثانياً: (5 درجات) : درجة واحدة لكل تعريف

– **السائل المثالي** : هو السائل الذي يمكن إهمال مقاومته لتغير شكله (سائل مهمل اللزوجة ، عديم اللزوجة)

– **اللزوجة** :هي الصفة الفيزيائية المميزة للسوائل الحقيقية أنها تبدي مقاومة ضد تغير شكلها (تبدي مقاومة ضد حركة الأجسام بداخلها).

– **التناقضة الهيدروستاتيكية** : إذا احتوت عدة أوعية مختلفة الأشكال والأحجام نفس السائل وإلى نفس الارتفاع فإن الضغط المطبق على قعور الأوعية المختلفة له نفس القيمة .

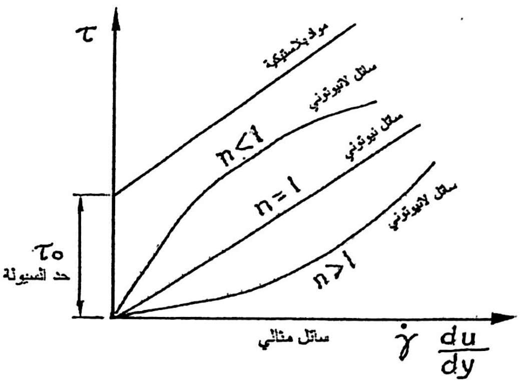
– **الوزن الظاهري** : يتعرض كل جسم مغمور في سائل لنقصان في وزنه يساوي إلى دافعة أرخميدس المؤثرة عليه ويدعى وزنه في هذه الحالة بالوزن الظاهري $F'_G = F_G - F_a$.

– **خط التيار** : هو المنحني الذي يكون (في لحظة زمنية) المماس عليه في أي نقطة من نقاطه منطبقاً على شعاع السرعة

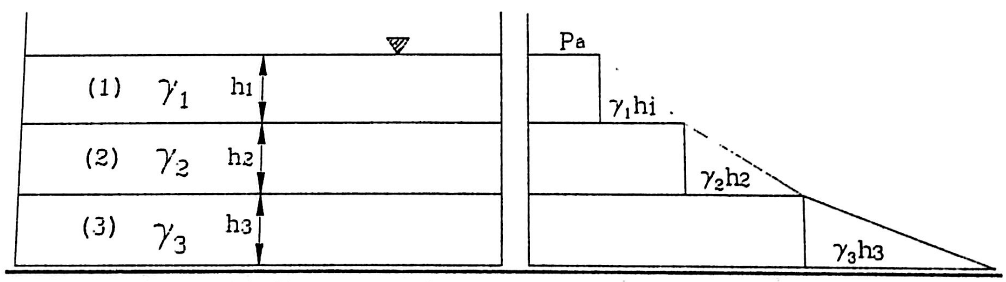
– **خط المسار** : هو الطريق الذي تسلكه جزيئة سائلية خلال فترة زمنية ما .

السؤال الثاني (9 درجات) :

أ –



ب –



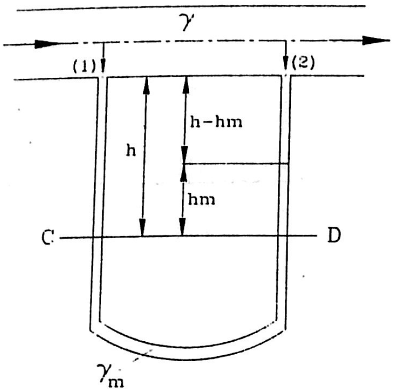
ج – الطفو المتوازن عندما تكون دافعة أرخميدس (قوة الرفع الهيدروستاتيكية) مساوية لوزن الجسم ويكون محور الطفو شاقولياً

شرط الاستقرار : $h_m = \frac{J_0}{V} - e > 0$

حيث h_m هو البعد بين M_c و S_k ، e هو البعد بين S_k و S_v

د – المانومترات التفاضلية:

تستخدم لقياس فرق الضغط بين نقطتين وهو عبارة عن أنبوبة بشكل حرف U يوصل كل طرف منها إلى إحدى النقطتين المراد قياس فرق الضغط بينهما.



المطلوب إيجاد $\Delta P = P_1 - P_2$

γ_m الوزن النوعي لسائل المقياس

γ الوزن النوعي للسائل المدروس

$$P_C = P_D$$

$$P_1 + \gamma \cdot h = P_2 + \gamma(h - h_m) + \gamma_m h_m$$

$$P_1 - P_2 = \gamma_h - \gamma_h + \gamma_m h_m - \gamma h_m$$

$$= h_m(\gamma_m - \gamma)$$

هـ

طريقة لاغرانج (الطريقة المادية)	طريقة أويلر (الطريقة المكانية)
تعتمد على تتبع حركة كل جزيء سائلي على مساره	تعتمد على تحديد سرعة الجزيئات في النقاط المختلفة من حقل الجريان
	تدرس السرعة وتغيرها مع الزمن في تلك النقاط
تربط السرعة والقيم الهدروديناميكية بجزيء معين	تربط هذه القيم بالمكان والزمان
متحولات لاغرانج	متحولات أويلر

يعطى التسارع المادي بالعلاقة :

$$\vec{b} = \frac{\partial \vec{v}}{\partial t} + \vec{v}\,\frac{\partial \vec{v}}{\partial \vec{r}}$$

$\frac{\partial \vec{v}}{\partial t}$ التسارع المكاني يمثل تغير شعاع السرعة في نقطة ما مع الزمن .

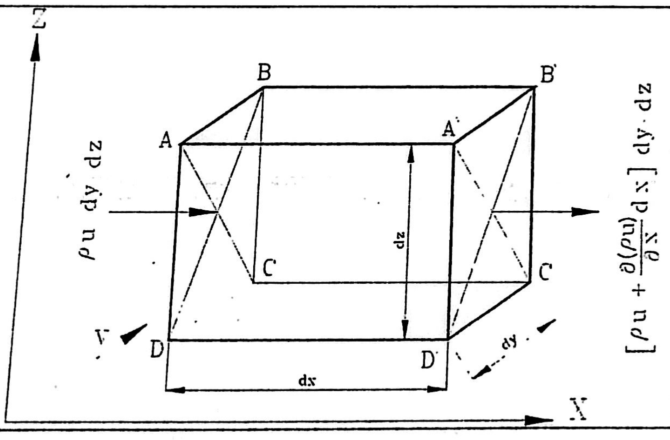
$\vec{v}\,\frac{\partial \vec{v}}{\partial \vec{r}}$ تسارع الحمل يمثل تغير شعاع السرعة لجزيء أثناء حركته .

السؤال الثالث (10 درجات) :

معادلة الاستمرار العامة

نعتبر الحركة العامة غير المستقرة لسائل قابل للانضغاط: $\rho = f(x,y,z,t)$ ، $\vec{v} = f(x,y,z,t)$ ونقتطع من داخل حقل الجريان جزيئاً حجمياً ، نفرضه للسهولة بشكل متوازي مستطيلات أضلاعه dx, dy, dz توازي المحاور الإحداثية x , y , z كما في الشكل:

بما أن أبعاد العنصر الحجمي صغيرة فيمكن اعتبار أن كثافة التيار الكتلي موزعة بانتظام.



تعطى كمية السائل التي تدخل إلى العنصر الحجمي عبر السطح ABCD خلال الزمن dt باتجاه المحور x بالعلاقة:

$$dm_1 = (\rho u) dy \cdot dz \cdot dt$$

وبنفس الوقت تخرج من الوجه المقابل $A'\,B'\,C'\,D'$ خلال نفس الزمن dt و باتجاه المحور x كمية من السائل تعطى بالعلاقة:

$$dm_2 = \left(\rho u + \frac{\partial(\rho u)}{\partial x} dx \right) dy \cdot dz \cdot dt$$

وبالتالي يكون الفرق بين الكتلة الداخلة إلى العنصر الحجمي والكتلة الخارجة منه باتجاه المحور X هي:

$$dm_x = \frac{\partial(\rho u)}{\partial x} dx \cdot dy \cdot dz \cdot dt$$

وبنفس الطريقة نوجد فرق الكتلة الداخلة و الخارجة إلى العنصر الحجمي باتجاه Z و y

$$dm_y = \frac{\partial(\rho v)}{\partial y} dx \cdot dy \cdot dz \cdot dt$$

$$dm_z = \frac{\partial(\rho w)}{\partial z} dx \cdot dy \cdot dz \cdot dt$$

بجمع العلاقات الثلاث السابقة نحصل على فرق الكتلة الداخلة و الخارجة إلى العنصر الحجمي :

$$dm_j = \left[\frac{\partial(\rho u)}{\partial x} + \frac{\partial(\rho v)}{\partial y} + \frac{\partial(\rho w)}{\partial z} \right] dx \cdot dy \cdot dz \cdot dt$$

هذا الفرق في كتلة السائل يجب أن يعادله بموجب قانون انحفاظ الكتلة تغير في كتلة السائل داخل الجزيء الحجمي الناتج عن تغير الكثافة مع الزمن .

فإذا كانت كثافة السائل في اللحظة t هي $\rho(x,y,z,t)$ فإن كثافة السائل في اللحظة t+dt ستكون $\rho + \frac{\partial \rho}{\partial t} \cdot dt$ و بالتالي فإن تغير الكتلة الكلي للعنصر الحجمي خلال زمن dt :

$$\left[\left(\rho + \frac{\partial \rho}{\partial t} \cdot dt \right) - \rho \right] dx \cdot dy \cdot dz = dm_n$$

$$dm_n = \frac{\partial \rho}{\partial t} \cdot dx \cdot dy \cdot dz \cdot dt$$

و لكن مبدأ مصونية الكتلة يقتضي:

$$dm_j + dm_n = 0$$

أي:

$$\left(\frac{\partial(\rho u)}{\partial x} + \frac{\partial(\rho v)}{\partial y} + \frac{\partial(\rho w)}{\partial z} \right) dx \cdot dy \cdot dz \cdot dt + \frac{\partial \rho}{\partial t} dx \cdot dy \cdot dz \cdot dt = 0$$

و بالاختصار على dx, dy, dz, dt نجد:

$$\boxed{\frac{\partial \rho}{\partial t} + \frac{\partial(\rho u)}{\partial x} + \frac{\partial(\rho v)}{\partial y} + \frac{\partial(\rho w)}{\partial z} = 0}$$

وهي معادلة الاستمرار العامة لجريان ثلاثي البعد قابل للانضغاط وغير مستقر.

السؤال الرابع حل التمارين التالية (13 درجة)

1- وزن الصندوق = وزن السائل المزاح

$1000.g.(3.4.h)=3000.g \Rightarrow h=\dfrac{3000}{3.4.1000}=0,25\ m$

$$1000.g.(3.4.1)=G+3000.g$$

وزن الثقل الاضافي

$$G=1000.9,81.12-3000.9,81=88290\ N$$

2- الجريان ثنائي البعد مستقر

المعادلة التفاضلية لخطوط لتيار في حالة الجريان مستوي :

$$\frac{dx}{u}=\frac{dy}{v} \Rightarrow u.dy=v.dx \Rightarrow \frac{dx}{x}=-\frac{dy}{y} \Rightarrow \frac{dx}{x}+\frac{dy}{y}=0$$

وبالمكاملة نجد : $x.y=c$ حيث c هو ثابت المكاملة ومن أجل خط التيار المار من النقطة $(1,1)$ فإن $c=1$ وبالتالي فإن معادلة خط التيار المار من النقطة المذكورة هي : $x.y-1=0$ وهي معادلة قطع زائد متساوي الساقين .

$$b_x=u\frac{\partial u}{\partial x}+v\frac{\partial u}{\partial y} \quad ; \quad b_y=u\frac{\partial v}{\partial x}+v\frac{\partial v}{\partial y}$$

$$u=x \Rightarrow \frac{\partial u}{\partial x}=1 \quad ; \quad \frac{\partial u}{\partial y}=0 \quad ; \quad v=-y \Rightarrow \frac{\partial v}{\partial x}=0 \quad ; \quad \frac{\partial v}{\partial y}=-1$$

$$b_x=x.1+0=x \quad ; \quad b_y=0+(-y).(-1)=y$$

$$b=\sqrt{b_x^2+b_y^2}=\sqrt{x^2+y^2}$$

من أجل النقطة المحددة

$$b=\sqrt{1+1}=\sqrt{2}\ [m/s^2]$$

حل المسألة الأولى (12 درجة) .

$$F_p=\gamma.A.Z_s=1000.9,81.81.7,5=5959575\ [N]$$

$$A=9\ .\ 9=81\ [m^2] \qquad Z_s=3+4,5=7,5\ [m]$$

$$e=\frac{I}{y_s.A} \quad ; \quad y_s=Z_s=7,5\ [m] \qquad I=\frac{b^4}{12}$$

$$I=\frac{9^4}{12}=546,75\ [m^4] \Rightarrow e=\frac{546,75}{7,5.81}=0,9\ [m]$$

$$R.b=F_p.\left(\frac{b}{2}-e\right) \Rightarrow R=\frac{5959575.(4,5-0,9)}{9}=2383830\ [N]$$