/ /

ميكانيك الموائع

تعاريف

* حجم المائع: هو حيز من الفراغ يشغله المائع

حجم المائع يعتبر كبيراً بالنسبة لأبعاد الجزيئات وكبيراً بالنسبة لأبعاد حركة المائع

* الجريان المستقر: يكون فيه سرعة جسيمات المائع ثابتة مع مرور الزمن في النقطة نفسها

من خط الانسياب وله خواص:

1- السرعة ثابتة في جميع نقاط المائع مع مرور الزمن

2- خط السرعة ينتج من نقطة إلى أخرى مع مرور الزمن

* خط الانسياب: هو المسار الذي تتحرك عليه جسيمات المائع أثناء جريانه وليس أي نقطة في مجرى الجريان

في كل نقطة من نقاطه تتماس السرعة في تلك النقطة

* أنبوب التدفق: أنبوب وهمي يحتوي على جزيئات المائع

الكثافة أو الكتلة الحجمية:

$$\rho = \frac{m}{V} \quad (kg.m^{-3})$$

الضغط: القوة على السطح

$$P = \frac{F}{S}$$

أشكال وحيدات المائع المثالي

1- غير قابل للانضغاط: كتلة الحجم ثابتة مع مرور الزمن

2- عديم اللزوجة: قوى الاحتكاك الداخلي بين جزيئاته مهملة عندما تتحرك بالنسبة لبعضها البعض وبالتالي لا يوجد ضياع للطاقة

3- جريانه مستقر: أي أن حركة جسيماته لها خطوط انسياب محددة وسرعة جسيماته عند نقطة معينة تكون ثابتة مع مرور الزمن

4- جريانه غير دوراني: لا تتحرك جسيمات السائل حركة دورانية حول خط الانسياب

* معدل التدفق الكتلي (المعدل الكتلي) لمائع Q: هو كتلة كمية المائع التي تجتاز مقطع الأنبوب في وحدة الزمن

$$Q = \frac{m}{\Delta t} \quad (kg.s^{-1})$$

* معدل التدفق الحجمي (المعدل الحجمي) لمائع Q': هو حجم كمية المائع التي تجتاز مقطع الأنبوب في وحدة الزمن

$$Q' = \frac{V}{\Delta t} \quad (m^3.s^{-1})$$

للمدرس أنس أحمد

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

العلاقة بين المتدفق الكتلي والحجمي:

$$\frac{Q_{كتلي}}{Q'_{حجمي}} = \frac{\frac{m}{\Delta t}}{\frac{V}{\Delta t}} = \rho$$

مائع

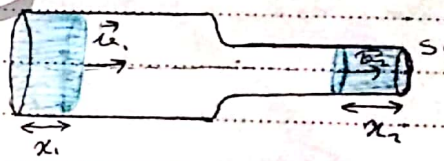
$$\Rightarrow Q = \rho Q'$$

سؤال:

برهن أن جريان مائع تتناسب فيه

سرعة المقطع

أو: استنتج معادلة الاستمرارية



كتلة المائع الذي عبر المقطع S_1 بسرعة v_1

خلال المدة Δt

$V_1 = S_1 . x_1$

المسافة = السرعة × الزمن

$x_1 = v_1 \Delta t$

$V_1 = S_1 . v_1 \Delta t$

حجم المائع الذي عبر المقطع S_2 بسرعة v_2

خلال المدة Δt

$V_2 = S_2 . x_2 = S_2 . v_2 \Delta t$

السرعة التي تكون

$Q' = const$

$Q'_1 = Q'_2$

$\frac{V_1}{\Delta t} = \frac{V_2}{\Delta t}$

$Q' = V_1 = V_2$

$Q' = S_1 v_1 \Delta t = S_2 v_2 \Delta t$

$Q' = S_1 v_1 = S_2 v_2 = const$

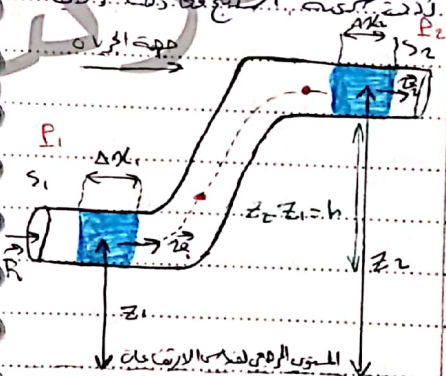
معادلة الاستمرارية

$\frac{v_1}{v_2} = \frac{S_2}{S_1}$

سؤال: برهن أن ضغط المائع ينقص كلما

زادت سرعته. استنتج معادلة برنولي

جهة الجريان



إن العمل الكلي المبذول لنقل كتلة المائع

الموجود في المقطع الأول إلى المقطع الثاني يساوي تغير

حجم النقل × مجموع الضغطين المؤثرين

العمل المبذول

$W_{12} = W_h = -mg(E_{p2} - E_{p1})$

$W_{12} = mgz_1 - mgz_2$

مجموع الضغطين المؤثرين

S_1

F_1 تأثير المقطع S_1

الجهة المعاكسة لجهة الجريان

عند Δx_1 خلال المدة Δt

مجموع الضغطين

$W_1 = F_1 . \Delta x_1 = P_1 S_1 \Delta x_1$

$W_1 = P_1 \Delta V_1 = P_1 \Delta V$

$W_1 = P_1 \Delta V$

S_2

F_2 تأثير المقطع

تعاكس جهة الجريان

عند Δx_2 خلال المدة Δt

مجموع الضغطين

$W_2 = -F_2 . \Delta x_2 = -P_2 S_2 \Delta x_2$

$W_2 = -P_2 \Delta V_2 = -P_2 \Delta V$

$W_2 = -P_2 \Delta V$

العمل الكلي

$W_{12} = W_{ext} + W_h + W_2$

$P_1 \Delta V + mgz_1 = mgz_2 + P_2 \Delta V$

$\sum W_{F_{ext}} = \Delta E_k = E_{k2} - E_{k1}$

$-mgz_2 + mgz_1 + P_1 \Delta V - P_2 \Delta V = \frac{1}{2}mv_2^2 - \frac{1}{2}mv_1^2$

بقسمة الطرفين على الحجم الكلي

$P_1 \Delta V + \frac{1}{2}mv_1^2 + mgz_1 = P_2 \Delta V + \frac{1}{2}mv_2^2 + mgz_2$

بقسمة الطرفين على ΔV

$P_1 + \frac{1}{2}\rho v_1^2 + \rho g z_1 = P_2 + \frac{1}{2}\rho v_2^2 + \rho g z_2$

$P + \frac{1}{2}\rho v^2 + \rho g z = const$

معادلة برنولي

حسب نظرية برنولي:

إن مجموع الضغط والطاقة الحركية لواحدة الحجم

والطاقة الكامنة الثقالية لواحدة الحجم في أي

مقطع بأنبوب عند أي نقطة من تيار طرط الانسياب

لمائع مثالي متحرك

الصديق أنس أحمد

Farah Notebook

Farah Notebook

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

تطبيقات توفيلي

الحالة الأولى: إظهار العلاقة بين علاقة توفيلي

كيف تتحول في حالة $z_1 = z_2$ إلى

(جزء) نقصان الضغط للماء عندما تخرج

سرعته في الأنبوب أفقي

$p_1 + \frac{1}{2}\rho v_1^2 + \rho g z_1 = p_2 + \frac{1}{2}\rho v_2^2 + \rho g z_2$

$\rho g z_1 = \rho g z_2$ لأنبوب أفقي

$p_1 - p_2 = \frac{1}{2}\rho v_2^2 - \frac{1}{2}\rho v_1^2$

$p_1 - p_2 = \frac{1}{2}\rho [v_2^2 - v_1^2]$

$v_2 > v_1 \Rightarrow p_1 > p_2$

$p_1 > p_2$ ناتج

الحالة الثانية: إظهار العلاقة

يوجد في السابق معادلة الماء في الضغط

ماء ساكن $v_1 = v_2 = 0$

$p_1 + \frac{1}{2}\rho v_1^2 + \rho g z_1 = p_2 + \frac{1}{2}\rho v_2^2 + \rho g z_2$

$p_1 - p_2 = \rho g z_2 - \rho g z_1$

$p_1 - p_2 = \rho g (z_2 - z_1)$

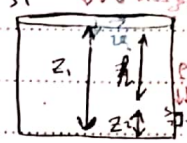
$p_1 - p_2 = \rho g h$ ماء

معادلة الماء في الضغط ماء ساكن

الحالة الثالثة: إظهار أن سرعة قذف الماء

من فتحة في أسفل خزان مملوء بالماء

$v_2 = \sqrt{2gz}$



$p_1 + \frac{1}{2}\rho v_1^2 + \rho g z = \text{const}$

$p_1 + \frac{1}{2}\rho v_1^2 + \rho g z_1 = p_2 + \frac{1}{2}\rho v_2^2 + \rho g z_2$

$p_1 = p_2 = p_0$ ضغط الهواء

$\rho g z_1 = \frac{1}{2}\rho v_2^2 + \rho g z_2$

$\frac{1}{2}\rho v_2^2 = \rho g z_1 - \rho g z_2$

$\frac{1}{2}\rho v_2^2 = \rho g (z_1 - z_2)$

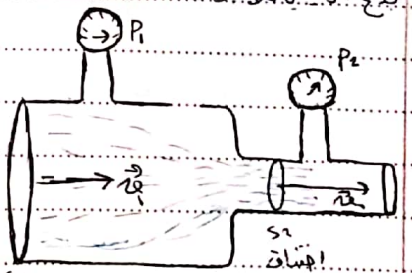
$v_2^2 = 2g(z_1 - z_2)$

$v_2 = \sqrt{2gh}$ هذا هو

الحالة الرابعة: برهن أن أنبوب منتوري يمكن

الضغط في الاختناق أقل من الضغط في

الجزء الرئيسي للأنبوب



$p_1 + \frac{1}{2}\rho v_1^2 = p_2$

$\frac{1}{2}\rho v_1^2 = p' g h$

$v_1^2 = \frac{p' g h}{\frac{1}{2}\rho}$

$v_1 = \sqrt{\frac{2p'gh}{\rho}}$

التدفق الحجمي: معدل الجهة المنسوب الحجي

$Q' = \frac{V}{\Delta t} \xrightarrow{\text{التدفق}} \Delta t = \frac{V}{Q'}$

$Q' = \frac{V}{\Delta t} = \frac{S \Delta x}{\Delta t} = S v$

سرعة التدفق $v = \frac{Q'}{S}$

سرعة دخول السائل v_1 سرعة دخول السائل v_1

$Q' = S_1 v_1 = S_2 v_2 = \text{const}$

مدخول مدخول

دخول $v_1 = \frac{Q'}{S_1} = \frac{S_2 v_2}{S_1}$

خروج $v_2 = \frac{Q'}{S_2} = \frac{S_1 v_1}{S_2}$

$p_1 + \frac{1}{2}\rho v_1^2 + \rho g z = \text{const}$

$p_1 + \frac{1}{2}\rho v_1^2 + \rho g z_1 = p_2 + \frac{1}{2}\rho v_2^2 + \rho g z_2$

$z_1 = z_2$

$p_1 + \frac{1}{2}\rho v_1^2 = p_2 + \frac{1}{2}\rho v_2^2$

$p_1 - p_2 = \frac{1}{2}\rho v_2^2 - \frac{1}{2}\rho v_1^2$

معادلة الاستمرارية

$S_1 v_1 = S_2 v_2 \Rightarrow v_2 = \frac{S_1 v_1}{S_2}$

$p_1 - p_2 = \frac{1}{2}\rho \left[\frac{S_1^2 v_1^2}{S_2^2} - v_1^2\right]$

$p_1 - p_2 = \frac{1}{2}\rho \left[\frac{S_1^2}{S_2^2} - 1\right] v_1^2$

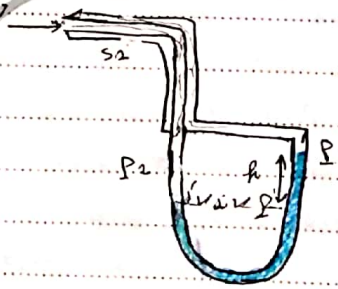
$S_1 > S_2 \Rightarrow p_1 > p_2$ معادلة فنتوري

$S_1 = S_2$ سرعة الماء

الحالة الخامسة: برهن أن سرعة الماء

في أنبوب ينتوب

$v_1 = \sqrt{\frac{2p'gh}{\rho}}$



$p_1 + \frac{1}{2}\rho v_1^2 + \rho g z = \text{const}$

$p_1 + \frac{1}{2}\rho v_1^2 + \rho g z_1 = p_2 + \frac{1}{2}\rho v_2^2 + \rho g z_2$

$z_1 = z_2$ $v_2 = 0$

الصدر أحمد

CamScanner الممسوحة ضوئيا بـ

* عند ثقب الخزان P_1 ضغط الدخول
ضغط الخروج P_2 ، $P_1 - P_2$ فرق الضغط
تمرين 1:
1) تمرين الحافة
$P + \frac{1}{2}\rho v^2 + \rho g z = const$
2) تمرين الفتحة
$P_1 + \frac{1}{2}\rho v_1^2 + \rho g z_1 = P_2 + \frac{1}{2}\rho v_2^2 + \rho g z_2$
3) نزل المجهول ونخرج 2 عامل مشترك
$P_1 ?$
$P_1 = P_2 + \frac{1}{2}\rho v_2^2 + \rho g z_2 - \frac{1}{2}\rho v_1^2 - \rho g z_1$
$P_1 = P_2 + \frac{1}{2}\rho (v_2^2 - v_1^2) + \rho g (z_2 - z_1)$
4) نعوض في الواحدة كاملة
$P_1 = ?$ $P_2 = P_a$ ضغط جوي
$P_2 = ?$ $P_1 = P_a$
$z_2 - z_1 = h$ إذا z ؟ نعوض
$z_1 - z_2 = h$ إذا z
التحويلات اللازمة:
$cm \xrightarrow{10^{-2}} m$ ، $g \xrightarrow{10^{-3}} kg$
$cm^2 \xrightarrow{10^{-4}} m^2$ ، $\rho = \frac{m}{V}$ (kg.m³)
$cm^3 \xrightarrow{10^{-6}} m^3$ ، $g\,cm^{-3} \times 10^3 \rightarrow kg/m^3$
$L \xrightarrow{10^{-3}} m^3$ لتر

أولا: الإجابة الصحيحة:
1- عندما تهب رياح أعلى سقف منزل فإن سرعة الهواء فوقه:
a) تزداد b) تنقص
c) تبقى دون تغير d) تنعدم
2- ويمكن تفسير النتيجة وفق:
a) مبدأ باسكال b) مبدأ أرخميدس
c) قاعدة الليفر d) معادلة الاستمرارية
$P + \frac{1}{2}\rho v^2 + \rho g z = const$ معادلة برنولي
3- تبقى السفن المتوازنة:
a) عندما يكون مركز الثقل أعلى مركز الدفع
b) عندما يكون مركز الثقل أسفل مركز الدفع
c) عندما يكون مركز الثقل مركز الدفع
d) عندما يكون مركز الثقل أسفل مركز الدفع
8- حجم جزء مغطى من مكعب متجانس طوله a وكثافة مادته ρ موضوع في الماء كثافته ρ_e فإن كثافة المكعب ρ حتى يكون مستقرا هي:
a) $\frac{1}{2}\rho_e$ b) ρ_e c) $\frac{1}{4}\rho_e$ d) $2\rho_e$
$S_1 v_1 = S_2 v_2$ ، $v_2 = 4v_1$
$S_1 v_1 = \frac{1}{4} S_1 v_2$

9- معادلة الاستمرارية
$S_a v_a = S_b v_b$
عند تطبيق العلاقة على السفينة
كلما انخفضت عن الماء
$v_b > v_a \Rightarrow S_b < S_a$
كلما ارتفعت عن الماء
$v_a < v_b \Rightarrow S_b > S_a$
10- يندفع الماء بسرعة كبيرة من ثقب صغير
حدث في خزان مملوء بالماء
معادلة الاستمرارية
$S_a v_a = S_b v_b$
S ↑ v ↓
$S_b < S_a \Rightarrow v_b > v_a$
6- تستطيع طائرات سرعات الإقلاع والهبوط على الماء الارتفاعات وسرعات كبيرة.
7- معادلة الاستمرارية
$S_a \cdot v_a = S_b \cdot v_b$
S ↑ v ↓
S ↑ E_k ↑

ثانيا: علل علميا سقوط العلامات التالية:
1- اختلاف سرعة جريان الماء في مقاطع مختلفة المساحة في مجرى في مياه أفقي.
معادلة الاستمرارية
$S_1 v_1 = S_2 v_2$ v ↑ S ↓ تناسب عكسي
v ↑ كلما اتجهنا نحو الأسفل
2- اندفاع بهتار النواعير المتوجه إلى خارج السيارة عندما تتحرك بسرعة معينة
حسب معادلة برنولي
$P + \frac{1}{2}\rho v^2 + \rho g z = const$
P ↓ عند v ↑
الضغط خارج السيارة أقل منه داخل السيارة
3- عدم تقاطع خطوط انسياب الهواء بالقرب من جناح الطائرة
لأنه في كل نقطة من تقاطع الانسياب يكون لجزيء الهواء سرعة محددة واتجاه محدد
4- ينقص مقطع عمود الماء المندفع من الخزان عندما تكون فوهته مائلة إلى الأسفل، ويزداد مقطعه عندما تكون فوهته مائلة إلى الأعلى

للمدرس أنس أحمد

Farah Notebook
Farah Notebook
الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

1- تكون حمامة فتحات الخارج موقعة الخارج ضيقة ؟

معادلة الاستمرارية

$S_1 v_1 = S_2 v_2$

$S_2 < S_1 \Rightarrow v_2 > v_1$

2- عند ما جهة الانعاصير ينخفض يصبح الضغط في البيوت

معادلة برنولي

$P + \frac{1}{2}\rho v^2 + \rho g z = cte$

المسألة الأولى

لملء خزان حجمه 600L بالماء نستعمل أنبوب مقطعه $5cm^2$ فتستغرق العملية 300s

1- احسب معدل التدفق الحجمي Q'

2- احسب سرعة تدفق الماء من فتحة الأنبوب

3- كم تظهر سرعة تدفق الماء من فتحة الأنبوب إذا انقص قطرها إلى ربع ما كان عليه

$V = 600L = 600 \times 10^{-3} m^3$

$S = 5cm^2 = 5.10^{-4} m^2$

$\Delta t = 300s$

1- $Q' = \frac{V}{\Delta t} = \frac{600.10^{-3}}{300}$

$Q' = 2.10^{-3} m^3 s^{-1}$

2- $Q' = S.v$

$v = \frac{Q'}{S}$

$v = \frac{2.10^{-3}}{5.10^{-4}} = 4 m.s^{-1}$

3- $S' = \frac{1}{4} S$

قبل $S v = S' v'$

$v' = \frac{S v}{S'}$

$v' = \frac{S v}{\frac{1}{4} S}$ $v' = 4v$

$v' = 4 \times 4 = 16 m.s^{-1}$

المسألة الثانية

ترفع جهة الماء من أرضي جرار بواسطة مضخة مقطعها $S_1 = 10cm^2$ إلى خزان يقع على سطح بناء، جاذ اعلمت أن مضخة الأنبوب الذي يدخل في الخزان العلوي $S_2 = 5cm^2$

وأن معدل الضخ $Q' = 0,005 m^3 s^{-1}$

المطلوب:

1- احسب سرعة الماء عند دخوله الأنبوب

2- احسب قيمة ضغط الماء عند دخوله الأنبوب علماً أن الضغط الجوي $2 \times 10^5 Pa$ والارتفاع بين الفوهتين 20m

3- احسب الحل الميكانيكي اللازم لضخ 100L من الماء في الخزان العلوي

$\rho_{H_2O} = 1000 kg/m^3$ $g = 10 m.s^{-2}$

$S_1 = 10cm^2 = 10.10^{-4} m^2$

$S_2 = 5cm^2 = 5.10^{-4} m^2$

$Q' = 0,005 = 5.10^{-3} m^3 s^{-1}$

1- $v_1 = ? \quad v_2 = ?$

$Q' = S_1 v_1 = S_2 v_2 = cte$

$v_1 = \frac{Q'}{S_1} = \frac{5.10^{-3}}{10.10^{-4}} = 5 m.s^{-1}$

$v_2 = \frac{Q'}{S_2} = \frac{5.10^{-3}}{5.10^{-4}} = 10 m.s^{-1}$

2- $v_1 = 5 m.s^{-1}$ $v_2 = 10 m.s^{-1}$

$z = 20m$ $P_2 = P_{atm} = 10^5 Pa$

$P + \frac{1}{2}\rho v^2 + \rho g z = cte$

$P_1 + \frac{1}{2}\rho v_1^2 + \rho g z_1 = P_2 + \frac{1}{2}\rho v_2^2 + \rho g z_2$

$P_1 = P_2 + \frac{1}{2}\rho (v_2^2 - v_1^2) + \rho g (z_2 - z_1)$

$P_1 = 10^5 + \frac{1}{2} \times 1000 (100 - 25) + 1000 \times 10 \times 20$

$P_1 = 100000 + 37500 + 200000$

$P_1 = 337500 Pa$

3- $W_{tot} = ? \quad \Delta V = 100L = 100.10^{-3} = 10^{-1} m^3$

$P_1 = 337500 Pa \quad P_2 = P_{atm} = 1,15 Pa$

$W_{tot} = (P_1 - P_2) \Delta V$

$W = P.V$ حالة غاز

$m = 100.10^{-3} = 100 kg$

$W_{tot} = (337500 - 100000) \times 10^{-1} = 100 \times 20$

$= 237500 \times 10^{-1} - 20000$

$= 23750 - 20000$

$= 3750 J$

$W_{tot} = 3750 J$

Farah Notebook

لمحمد يس أحمد

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

المسألة الثالثة

ينتهي أنبوب ماء مساحة مقطعه $1cm^2$ إلى رشاش الاستحمام فيه 25 ثقباً متماثلاً مساحة مقطع كل ثقب $0,1cm^2$.

علمت أن سرعة تدفق الماء في الأنبوب المطلوب $50cm.s^{-1}$

1. احسب معدل التدفق الحجمي للماء.
2. احسب سرعة تدفق الماء من كل ثقب

$S_1 = 1cm^2 = 1.10^{-4}m^2$

$S_2 = 0,1cm^2 = 10^{-1}.10^{-4} = 10^{-5}m^2$

$n = 25$

$v_1 = 50cm.s^{-1} = 5.10^{-1}m.s^{-1}$

$Q' = S_1 v_1 = 10^{-4} \times 5 \times 10^{-1} = 5 \times 10^{-5} m^3.s^{-1}$

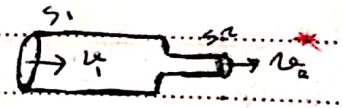
1. $Q' = S_1 v_1 = n S_2 v_2$

$Q' = S_1 v_1$

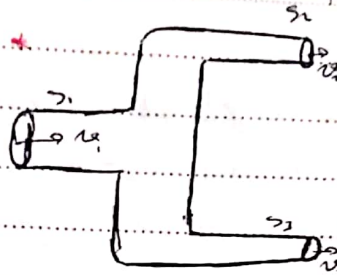
2. $v_2 = \frac{Q'}{n S_2} = \frac{5 \times 10^{-5}}{25 \times 10^{-5}}$

$v_2 = 2m.s^{-1}$

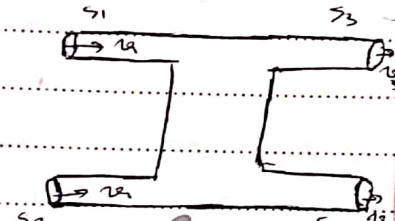
ملاحظة على نص المسألة ③



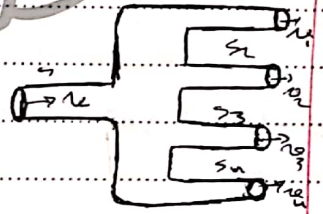
$Q' = S_1 v_1 = S_2 v_2$



$Q' = S_1 v_1 = S_2 v_2 + S_3 v_3$



$Q' = S v = n S_1 v_1$



$Q' = S v = n S_1 v_1$

عددان

المسألة الرابعة

مجرى أنبوبي الشكل مساحة مقطعه $1,25cm^2$ وركب عليه إبرة مساحة مقطعها $4 \times 10^{-2} cm^2$ المطلوب:

1. احسب سرعة تدفق المحلول عند مقطع الحقن حينما يكون معدل التدفق $5 \times 10^{-5} m^3.s^{-1}$
2. احسب سرعة تدفق المحلول لحظة خروجه من فوهة الإبرة

$S_1 = 1,25cm^2 = 125.10^{-2}.10^{-4} = 125.10^{-6}m^2$

$S_2 = 4.10^{-2}.10^{-4} = 4.10^{-6}m^2$

$Q' = 5.10^{-5} m^3.s^{-1}$ $v_1 = ?$

1. $Q' = S_1 v_1 = S_2 v_2 = cst$

$v_1 = \frac{Q'}{S_1} = \frac{5.10^{-5}}{125.10^{-6}.10^{-1}} = \frac{1}{25.10^{-1}} = \frac{4}{100} m.s^{-1}$

$v_1 = 0,4m.s^{-1}$

2. $v_2 = \frac{Q'}{S_2} = \frac{5.10^{-5}.10}{4.10^{-6}} = \frac{50}{4}$

$v_2 = 12,5m.s^{-1}$

أنس أحمد المدرس

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

التمرين (7) صفحة

يخرج الماء داخل الأنابيب الموصلة من الكل من (a) إلى (b) حيث يدخل هذا الأنبوب عند (a) ونصف قطره $r_1 = 5cm$ والسرعة الداخلية $r_2 = 10cm$ عند (b) بين (a) و (b): $h = 50cm$

1- احسب سرعة خروج الماء عند النقطة (b)

علما أن سرعة خروج الماء عند النقطة (a) $v_a = 4 m.s^{-1}$

2- احسب قيمة فرق الضغط $(P_a - P_b)$

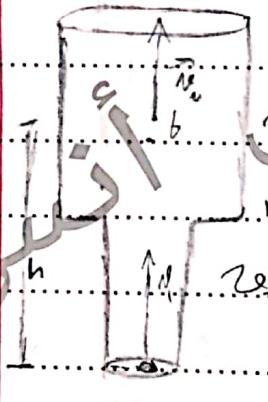
$(\rho_{H_2O} = 1000 kg.m^{-3})$

$r_1 = 5cm = 5.10^{-2} m$

$v_a = 4 m.s^{-1}$

$r_2 = 10cm = 10.10^{-2} m$

$v_b = ?$



$Q_1 = S_1 v_1 = S_2 v_2 = const$

$v_2 = \frac{S_1 v_1}{S_2} = \frac{\pi r_1^2 v_1}{\pi r_2^2}$

$v_2 = \frac{25.10^{-4} \times 4}{10^{-2}} = 1 m.s^{-1}$

2

$P_a - P_b = ?$

$P_1 - P_2 = ?$

$P + \frac{1}{2}\rho v^2 + \rho g z = const$

$P_1 + \frac{1}{2}\rho v_1^2 + \rho g z_1 = P_2 + \frac{1}{2}\rho v_2^2 + \rho g z_2$

$P_1 - P_2 = \frac{1}{2}\rho v_2^2 + \rho g z_2 - \frac{1}{2}\rho v_1^2 - \rho g z_1$

$P_1 - P_2 = \frac{1}{2}\rho [v_2^2 - v_1^2] + \rho g [z_2 - z_1]$ ($z_2 - z_1 = h$)

$P_1 - P_2 = \frac{1}{2} 1000 [1 - 16] + 1000 \times 10 \times 0.5$

$P_1 - P_2 = -7500 + 5000$

$P_1 - P_2 = -2500 Pa$

للمدرس أنور أحمد

Farah Notebook

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner