

111 年公務人員高等考試三級考試試題

類 科：機械工程

科 目：流體力學

李函老師解題

一、試利用牛頓系流體 (Newtonian fluid) 受剪應力與角變化率之線性關係分析動力黏滯係數 μ 及運動黏滯係數 ν 之因次。(20 分)

【解題關鍵】

《考題難易》★

《破題關鍵》牛頓黏性定律及因次之應用

【擬答】

$$\tau = \mu \frac{du}{dy} \Rightarrow \mu = \frac{\tau}{\left(\frac{du}{dy}\right)} \sim \frac{N/m^2}{\left(\frac{m/s}{m}\right)} = \frac{N \cdot s}{m^2} = Pa \cdot s$$

$$\nu = \frac{\mu}{\rho} \sim \frac{\left(\frac{N \cdot s}{m^2}\right)}{\left(\frac{kg}{m^3}\right)} = \frac{\left(\frac{kg \cdot (m/s^2) \cdot s}{m^2}\right)}{\left(\frac{kg}{m^3}\right)} = m^2/s$$

二、寫出 (不必推導) 雷諾傳輸定理 (R.T.T.)，並解釋各項之物理意義。(20 分)

【解題關鍵】

《考題難易》★

《破題關鍵》雷諾傳輸定理之應用

【擬答】

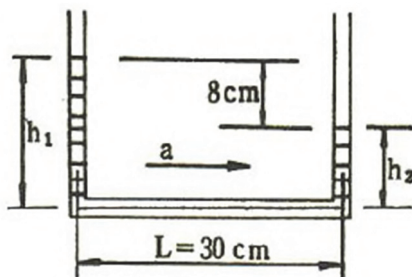
假設 B 代表任一流體外延參數， b 代表該參數單位質量之大小， m 為流體質量，則 $B = mb$ 。故固定且不變形之控制體積的雷諾傳輸定理 (R. T. T.) 通用形式為

$$\frac{DB_{sys}}{Dt} = \frac{\partial}{\partial t} \int_{C.V.} b\rho dV + \int_{C.S.} b\rho \vec{V} \cdot d\vec{A}$$
，其中各項之物理意義如下：

- (1) $\frac{DB_{sys}}{Dt}$ ：系統之外延參數隨時間之變化率。
- (2) $\frac{\partial}{\partial t} \int_{C.V.} b\rho dV$ ：控制體積之外延參數隨時間之變化率。
- (3) $\int_{C.S.} b\rho \vec{V} \cdot d\vec{A}$ ：控制體積之外延參數在控制表面上之淨流出率。

公職王歷屆試題 (111 高考三級)

三、一 U 型管加速器中，液體之比重為 4.0。今將此加速器安裝於汽車內，其底管（長度為 30cm）之左右兩側垂直管如下圖所示。某次汽車測試試跑時，觀測到兩垂直側管內液面高差為 8 cm，求此時汽車的加速度 a 為若干 (m/s^2)？U 型管之內徑為 1 cm，重力加速度以 $9.81 m/s^2$ 計。（20 分）



【解題關鍵】

《考題難易》★

《破題關鍵》剛體運動之流體壓力變化之流體作線性加速度運動

【擬答】

$$\tan \theta = \frac{a}{g} = \frac{\Delta h}{L} = \frac{h_1 - h_2}{L} \Rightarrow \frac{a}{9.81} = \frac{8}{30} \Rightarrow a = 2.616 (m/s^2)$$

四、一均勻薄層流在傾角為 θ 之斜坡上往下流動速度如下：

$$u(y) = \frac{\rho g}{\mu} y \left[d - \frac{y}{2} \right] \sin \theta$$

式中， y 表垂直坡面之座標， d 為水流斷面深度， u 為沿著坡面流下之速度， g 表重力加速度， μ 為流體之動力黏滯係數， ρ 為流體密度。求：（每小題 10 分，共 20 分）

(一) 單位寬度之體積流率 q

(二) 平均速度 (\bar{V}) 和最大速度 (u_{\max}) 之比值，即 $\frac{\bar{V}}{u_{\max}} = ?$

【解題關鍵】

《考題難易》★★

《破題關鍵》傾斜面之穩定薄層流之應用

【擬答】

(一) $u(y) = \frac{\rho g}{\mu} y \left(d - \frac{y}{2} \right) \sin \theta$ ，設此流動截面寬度 (z 方向之深度) 為 w ，則流場任一截面之單位

寬度體積流率為 $q = \frac{Q}{w} = \frac{\int u(y) dA}{w} = \frac{\int u(y) \cdot w dy}{w} = \int u(y) dy$

$$\therefore q = \int_0^d \left[\frac{\rho g}{\mu} y \left(d - \frac{y}{2} \right) \sin \theta \right] dy = \frac{\rho g}{3\mu} d^3 \sin \theta$$

(二) 平均速度 $\bar{V} = \frac{Q}{A} = \frac{Q}{wd} = \frac{q}{d} = \frac{\rho g}{3\mu} d^2 \sin \theta$

將 $u(y) = \frac{\rho g}{\mu} y \left(d - \frac{y}{2} \right) \sin \theta$ 作一次微分可得 $\frac{du}{dy} = \frac{\rho g}{\mu} (d - y) \sin \theta$

令 $\frac{du}{dy} = 0$ 可得極值發生在 $y = d$ 處，故最大速度為 $u_{\max} = \frac{\rho g}{2\mu} d^2 \sin \theta$

\therefore 平均速度與最大速度之比值 $\frac{\bar{V}}{u_{\max}} = \frac{2}{3}$



112年 虛實整合



多元學習新型態

突破傳統上課形式 **5大方式**彈性又便利

| 面授學習 | 直播學習 | 在家學習 | 視訊學習 | Wifi學習 |

◆學習◆
零時差

同類科各班別
皆可同步直播上課

◆服務◆
零死角

服務緊貼需求
隨時掌握學習狀況



線上
課業諮詢



老師
申論批閱



雙師資
雙循環



多元
補課方式



上榜生
經驗親授



時事
專題講座



歷屆試題
練習



班導師
制度

各班服務略有不同，詳情請洽全國志光、保成、學儒門市

志光 學儒 保成

我變強的祕密

工科題庫班

解析 題目觀念

精選易錯題型
加強觀念解析

強化 解題技巧

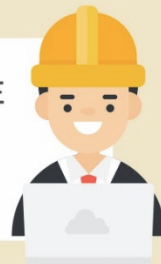
以題目授課
加強應考實力

增快 答題速度

加強快速審題
增加取分機會

題庫班老師會將考試內容做統整，並講解解題需注意的點，讓學生在考場上遇到相似題型，不會不知如何著手以及解省時間。

110年高考&鐵路高員電子工程 李O憲 **考取2種考試**



五、已知一不可壓縮流體所形成流場之速度勢能函數 $\phi(x,y) = ax^2 + bxy + cy^2 + dx + ey + f$ ，

其中 a, b, c, d, e, f 均為常數。(每小題10分，共20分)

(一)求該流場分別在 x, y 方向之速度分量 u 及 v 。

(二)求該流場滿足連續方程式之條件。

【解題關鍵】

《考題難易》★

《破題關鍵》速度勢能函數及連續方程式之應用

【擬答】

$$(一) u = \frac{\partial \phi}{\partial x} = \frac{\partial}{\partial x}(ax^2 + bxy + cy^2 + dx + ey + f) = 2ax + by + d$$

$$v = \frac{\partial \phi}{\partial y} = \frac{\partial}{\partial y}(ax^2 + bxy + cy^2 + dx + ey + f) = bx + 2cy + e$$

$$(二) \nabla \cdot \vec{V} = 0 \Rightarrow \frac{\partial u}{\partial x} + \frac{\partial v}{\partial y} = 0 \Rightarrow \frac{\partial}{\partial x}(2ax + by + d) + \frac{\partial}{\partial y}(bx + 2cy + e) = 0 \Rightarrow a = -c$$
，此即為流場滿足連續方程式之條件。

志光 學儒 保成

我同時考取4種工科考試



跟著**連過4榜**的學長 掌握關鍵科目解題技巧



不考取不放棄! 我選擇**考取班**

推薦給正在準備工科考試的你!

基本電學是全部學科的根基，跟著老師的課程，
從解釋概念到掌握電路的解題技巧，成為你的上榜關鍵秘笈。

盧○源

普考 電力工程 / 鐵路特考 佐級電子工程 / 國營聯招新進職員 電機(二) / 地方特考 四等 電力工程(高市)



鐵路特考

高普考

地方特考

自來水評價人員

台電僱員

中油僱員

國營聯招職員級