

110 年公務人員高等考試三級考試試題

考試別：高等考試

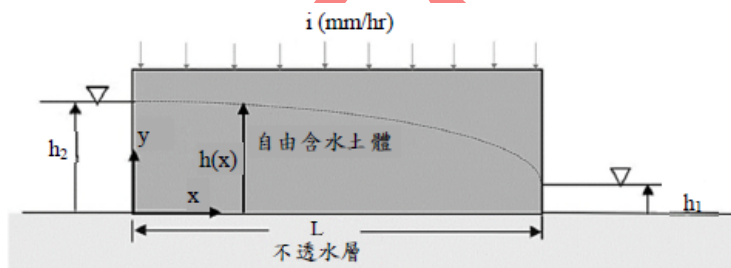
等 別：三等考試

類科別：水利工程、環境工程、機械工程

科 目：流體力學

劉明老師與李函老師

- 一、於一自由含水土體之表面有穩定降雨強度 $i(\text{mm/hr})$ ，若無地表逕流產生，給定土壤之水力傳導度 K 、上游水位 h_2 、下游水位 h_1 、土體長度 L ，且土體內滲流符合達西定律 (Darcy's Law)。
- (一)推求土層中之地下水面線剖面 $h(x)$ 。(15 分)
- (二)推求土層中之寬流量 $q(x)$ 。(10 分)



【解題關鍵】

1. 《考題難易》★★★★
2. 《破題關鍵》了解地下滲流控制方程式與達西定律之應用。
3. 《使用學說》將地下水流動之控制方程式轉換為一維流動方程式及達西定律之公式。

【擬答】

(一)

因土體表面均勻補助量 i ，則定量流情況下之土體滲流控制方程式為

$$\frac{d^2 h^2}{dx^2} = -\frac{2i}{K}$$

積分得通解如下：

$$h^2 = -\frac{2i}{K}x^2 + ax + b$$

式中 a 與 b 為常數，

當 $x=0$ ， $h=h_2$ 。當 $x=L$ ， $h=h_1$ 。得

$$b = h_2^2 \quad a = \left(\frac{h_2^2 - h_1^2}{L}\right) + \frac{iL}{K}$$

將 a 與 b 代回前面 h^2 之方程式可得地下水面線剖面 $h(x)$

$$h^2 = h_2^2 + \left(\frac{h_2^2 - h_1^2}{L}\right)x + \frac{ix}{K}(L-x) \quad \text{-----1}$$

(二)

達西定律

$$q = hV = -hK \frac{\partial h}{\partial x} \quad \text{-----2}$$

上式中 V 為速度將式(1)對 x 微分得

$$2h \frac{dh}{dx} = \left(\frac{h_2^2 - h_1^2}{L}\right) + \frac{i}{K}(L-2x) \quad \text{-----3}$$

將式(3)帶入式(2)因此得土層中之寬流量 $q(x)$ 為

$$q = hV = -hK \frac{\partial h}{\partial x} = K \frac{h_2^2 - h_1^2}{2L} + i(x-L/2)$$



為你專屬設計的學習模式， 讓你靈活學習、輕鬆準備！

我們都在 **志光學儒保成** 成功找到工科人的工頂人生

多元學習模式



面授學習

直接，有效

- 實際面對面教學，現場解決您的疑惑。
- 優質專業名師，幫您統整、分析考試重點資訊。
- 定期的大小測驗，您可隨時檢視學習效果。



雲端函授

自主，彈性

- 不用煩惱通勤問題，課程教材直接送到家。
- 反覆聽課，不怕觀念聽不懂。
- 完全自由，可自主安排學習進度。



視訊學習

便利，專注

- 安靜舒適的上課環境，提高您的專注力。
- 看課時間能自由預約，無須擔心時間衝突。
- 可依需求暫停、倒轉或快轉，深度學習超簡單。



專業名師指導，提升解題順暢度！

本以為適合闖蕩，但發現穩定的生活才是我想要的。老師的教材都有明確分析與統整，再加上會由老師出申論題讓考生做練習，增加寫題目的敏感及順暢度。考前還有總複習課程，精準預測範圍、統整考前重點。

全國探花 李○庭 109年鐵路員級機械工程



選對好老師，中年轉職好順利！

我遭遇公司裁員，覺得公職夠穩定，決定踏上國考之路。隔了20幾年重拾書本，選擇好的補習班讓我事半功倍。熱力學老師跟流體力學老師，我非常推崇，只要照著老師講的記下來、寫下來，這樣就夠了。

1年考取 古○芳 109年高考機械工程



題庫班老師的講解，對我幫助很大！

畢業後工作，累的要死薪水卻不怎麼樣。剛好朋友推薦鐵路特考，就挑戰看看。我覺得機械原理的題庫班對我幫助很大，跟著老師一起解，不懂的地方聽老師講解，覺得聽完很多疑問就會解開並且對我幫助很大。

優秀考取 謝○軒 109年鐵路佐級機械工程



志光學儒保成

公職工科+國營事業

1+1 更有力

準備公職的同時，可報考國營事業考試，善用重疊考科，一次準備就能多次上榜！

上榜路徑大公開！一年內超過**8次**上榜機會！

初等考 1月 ● 最容易上手的公職考試	關務特考 4月 ● 考科少於同職等考試	鐵路特考 6月 (110年因疫情延至9月) ● 佐級錄取率最高	高普考 7月 (110年因疫情延至10月) ● 主流考試，缺額眾多	調查局特考 8月 (110年因疫情延至10月) ● 三等月薪76,000起
地方特考 12月 ● 考科同高普考	自來水評價人員 不定期舉辦 ● 只考選擇題	台電考試 不定期舉辦 ● 考科少、好準備	中油僱員 不定期舉辦 ● 只考2科，多為選擇題	國營事業職員級 不定期舉辦 ● 國營退休潮，缺額多，工科類科競爭者少

錄取率高

109年
工科錄取率
最高達**19.42%**

電力工程 高考 19.42% 普考 17.33%	電子工程 高考 9.04% 普考 9.39%	機械工程 高考 18.27% 普考 13.70%	資訊工程 高考 12.92% 普考 10.47%
---------------------------------------	-------------------------------------	---------------------------------------	---------------------------------------

公職王歷屆試題 (110 高考)

二、(一)說明自由水面及底床邊界分別為流線之條件為何？(10 分)

(二)流場之流況為穩定流或均勻流之判別方程式為何？分別以管流舉例說明穩定流而非均勻流，及均勻流而非穩定流之實際流況。(15 分)

【解題關鍵】

1. 《考題難易》★★
2. 《破題關鍵》須了解流線、穩定流與非穩定流、均勻流與非均勻流之定義與特性。

【擬答】

(一)自由水面：水面上任一點之速度方向均與流線相切。

底床邊界：邊界垂直方向之速度為零，且切線方向之速度亦為零。

(二)1. 穩定流： $\frac{\partial B}{\partial t} = 0$ ，均勻流： $\frac{\partial B}{\partial x} = \frac{\partial B}{\partial y} = \frac{\partial B}{\partial z} = 0$ ，其中 B 為流體性質。

2. 假設此管流為理流體，則：

(1) 穩定流而非均勻流：例如漸縮管流，速度為常數，不隨時間改變，但各個位置速度皆不相同。

(2) 均勻流而非穩定流：例如裝有閘門之管流，當閘門逐漸打開時，在任何瞬間，流體在各點之速度相同，但會隨著時間而改變。

三、二維尤拉方程式 (Euler equation) 表示如下：

$$\rho \left(\frac{\partial u}{\partial t} + u \frac{\partial u}{\partial x} + w \frac{\partial u}{\partial z} \right) = - \frac{\partial (p + \gamma z)}{\partial x}$$

$$\rho \left(\frac{\partial w}{\partial t} + u \frac{\partial w}{\partial x} + w \frac{\partial w}{\partial z} \right) = - \frac{\partial (p + \gamma z)}{\partial z}$$

其中 u 與 w 分別為 x (水平方向，向右為正) 與 z (垂直方向，向上為正) 二個方向的速度分量， t 為時間， ρ 為流體密度， p 為壓力， $\gamma (= \rho g)$ 為單位重， g 為重力加速度。一矩形 (水平長 L ，高 H) 半滿油槽在固定水平加速度為 $a_x (> 0)$ ，及固定垂直加速度為 $a_z (> 0)$ 作用下，並假定油槽內流體各位置之加速度皆相同。

(一)由以上公式推求油槽內液面坡度為何？(15 分)

(二)油槽內最大壓力位於何處？其值為何？(10 分)

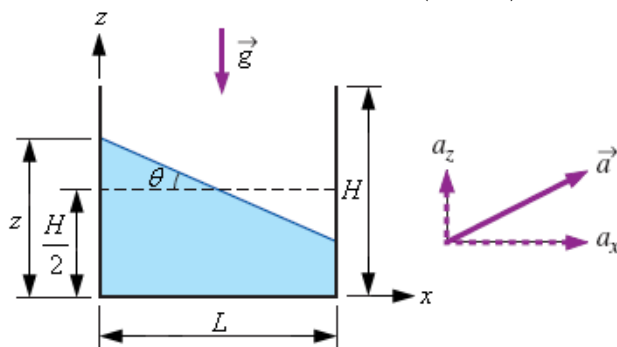
【解題關鍵】

1. 《考題難易》★★★★
2. 《破題關鍵》須了解剛體運動之流體壓力變化，並分解成 x 方向及 z 方向來分析。

【擬答】

(一)液面坡度(等壓面斜率) $\frac{dz}{dx} = -\tan \theta = -\frac{a_x}{g + a_z}$ 。

(二)油槽內最大壓力位於油槽左下角，其值為 $P = P_{atm} + \rho(g + a_z)z$ 。



- 四、渠道中設置一寬頂堰 (broad-crested weir)，B 為堰之長度，已知其單寬流量為 $q(\text{m}^2/\text{s})$ ，其下游邊緣為自由跌水 (free overfall)，即此處渠底與空氣接觸。
- (一) 試求寬頂堰均勻段之臨界水深 (critical depth) y_c 。(10 分)
- (二) 試求寬頂堰下游端之邊緣水深 (brink depth) y_b 。(15 分)

【解題關鍵】

1. 《考題難易》★★★★
2. 《破題關鍵》須了解寬頂堰與自由跌水之定義及特性，並配合動量方程式、流體靜力學、連續方程式及臨界流等相關公式求解。

【擬答】

動量方程式 $P_c A_c - P_b A_b = \rho Q (V_b - V_c)$ ，其中假設 $P_b = 0$ ， $P_c = \frac{1}{2} \rho g y_c$ ， $A_c = w y_c$

$$\therefore \frac{1}{2} g y_c^2 = q (V_b - V_c) \dots \textcircled{1}$$

連續方程式 $\begin{cases} q = V_b y_b \Rightarrow V_b = \frac{q}{y_b} \dots \textcircled{2} \\ q = V_c y_c \Rightarrow V_c = \frac{q}{y_c} \end{cases}$ ，將 $\textcircled{2}$ 代入 $\textcircled{1}$ 可得 $\frac{1}{2} g y_c^2 = q^2 \left(\frac{1}{y_b} - \frac{1}{y_c} \right) \dots \textcircled{3}$

臨界水深 $y_c = \left(\frac{q^2}{g} \right)^{1/3} \Rightarrow q^2 = g y_c^3 \dots \textcircled{4}$ ，將 $\textcircled{4}$ 代入 $\textcircled{3}$ 可得 $y_b = \frac{2}{3} y_c$

(一) $y_c = \left(\frac{q^2}{g} \right)^{1/3}$ 。

(二) $y_b = \frac{2}{3} y_c = \frac{2}{3} \left(\frac{q^2}{g} \right)^{1/3}$ 。