

類 科：地質
科 目：水文地質學
考試時間：2小時

座號：_____

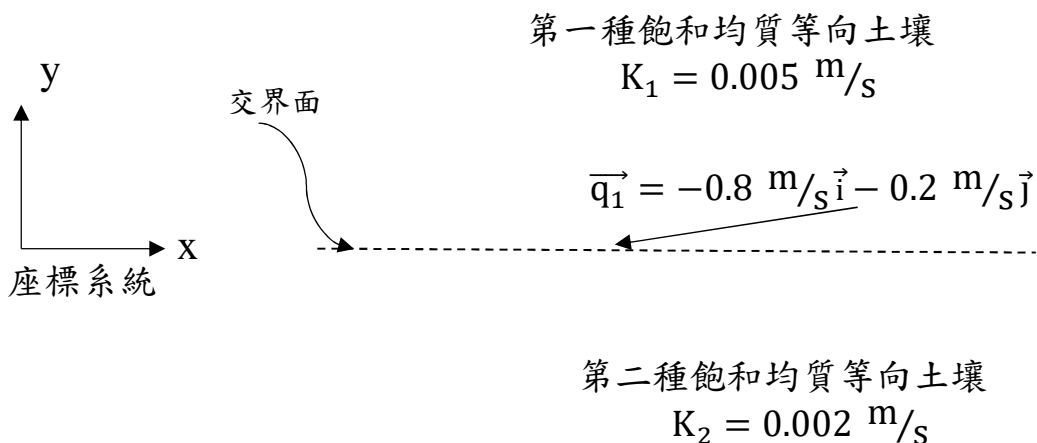
※注意：(一)可以使用電子計算器。

(二)不必抄題，作答時請將試題題號及答案依照順序寫在試卷上，於本試題上作答者，不予計分。

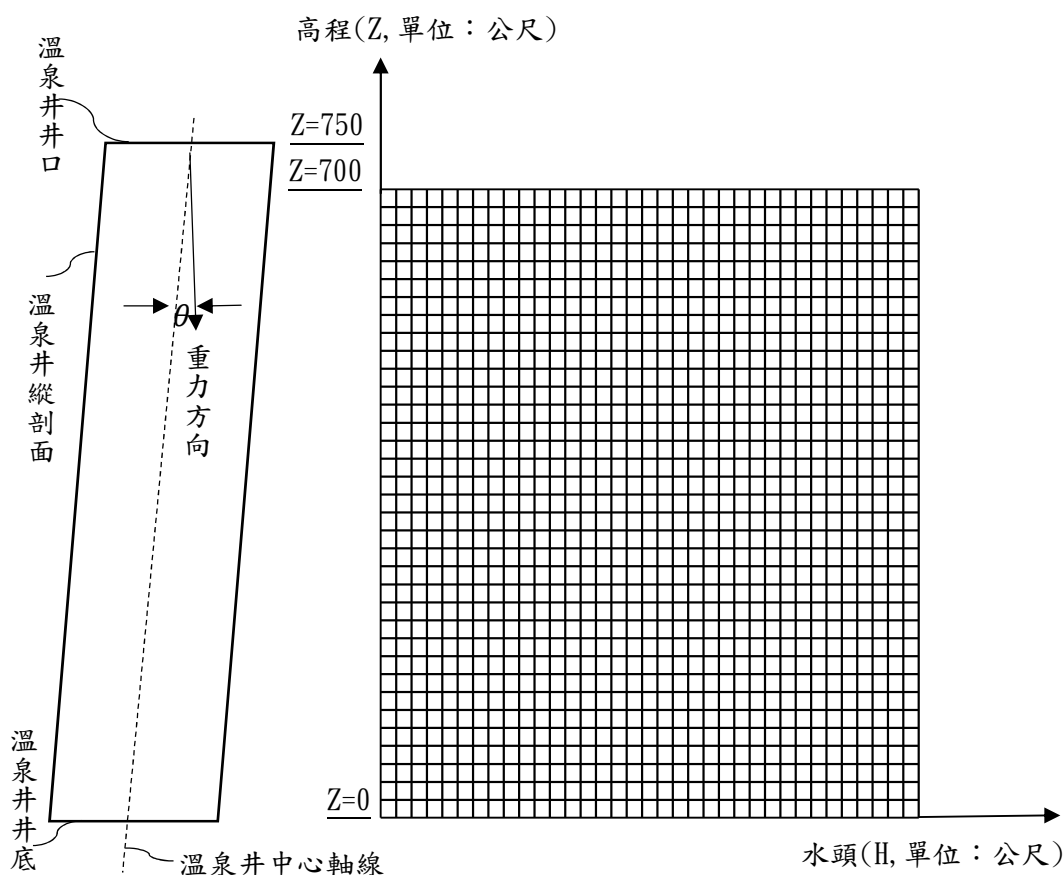
(三)本科目除專門名詞或數理公式外，應使用本國文字作答。

- 一、已知一儀器被用來測量土壤孔隙率 (n)，此儀器由兩個密閉容器 (體積分別為 V_1 及 V_2) 所組成，此兩容器被一個具閥門開關的連通管連接。假設一開始先將體積為 V_2 的容器抽成真空，並將連通管上閥門關閉。將一完全烘乾過的土壤 (體積為 V_s) 置入體積為 V_1 的容器中，此時該容器中測得的空氣壓力為 P_1 ，在維持此儀器設備的溫度為定值下，同時將連通管的閥門打開，讓 V_1 及 V_2 容器連通，最終兩容器內空氣壓力達到平衡為 P_2 。請問若 $V_2 = 0.55V_1$ ， $V_s = 0.3V_1$ ，及 $P_2 = 0.6P_1$ ，請以理想氣體中波義爾定律 (Boyle's law) 計算此烘乾後的土壤孔隙率。(20分)
- (註：波義爾定律公式 $PV = \text{常數}$ ，其中 P 為容器中氣體壓力， V 為容器中空氣體積)

- 二、當溫泉水在兩緊鄰的具均質等向性質的不同水文地質的飽和土壤中流動時，若溫泉水由第一種土壤中流通進入第二種土壤時，請說明此時溫泉水流經二個不同土壤介面時，其水流運動的兩個物理條件為何？請依你的物理條件，於下圖中所給的土壤水文地質參數 (水力傳導係數， K) 數值及第一種飽和均質等向土壤中溫泉水的流速向量，決定第二種飽和均質等向土壤中溫泉水的流速向量及於交界面處的運動方向。(30分)



三、已知一口溫泉井，當初鑿井商打井時，發生鑽井的中心軸偏斜，以致下井管後，整個井管中心軸線與重力方向（即負Z軸方向）夾 6.594° ，所以，當完井後，整支溫泉井即呈偏斜方式。完成後，量到井深（從井口到井底）為755公尺，且地質資料分析得知在井口下約100公尺到150公尺處為一不透水岩層，另在井口下750公尺處以下地層為一岩盤。在井口下井內100.33公尺到755公尺平均水溫達 45°C ，碳酸氫根濃度達 350 mg/L 。此井的開篩為從井口下井內151公尺開到井底。完井後，井內靜水位面停在井口下井內50.33公尺，且溫泉井的負責人為求謹慎的使用溫泉水，長期在井口下井內151公尺及井底監測該兩處的長期靜態壓力水頭（Static Pressure Head）分別為100公尺及700公尺，請於下圖中，以做圖方式呈現：含水層中的隨高程改變的壓力水頭、位置水頭（Elevation Head）及總水頭（Total Head）等三條水頭曲線（假設含水層為均質等向的水文地質特性）。（20分）



四、在水文地質模型，對水流流經多孔介質或裂隙時，其水流平均流速的理論公式如下：

(1)水流流經毛細管束 (A bundle of capillary tubes) 的平均流速 (達西流速)

$$q_x = -\rho g \frac{n\bar{R}^2}{8\mu T} \frac{dH}{dx} \quad (\text{式1})$$

(2)水流流經裂隙 (Fracture) 的平均流速 (達西流速)

$$q_x = -\rho g \frac{\bar{e}^2}{12\mu} \frac{dH}{dx} \quad (\text{式2})$$

(式1) 及 (式2) 中， ρ 為水的密度、 g 為重力加速度、 n 為孔隙率、 μ 為水的黏滯性、 T 為毛細管束的平均擾曲度 (Tortuosity)、 $\frac{dH}{dx}$ 為水流總水頭的梯度、 \bar{R}^2 為毛細管束的平均半徑平方、 \bar{e}^2 為水流於岩盤斷面的裂隙平均開度平方 (average of square aperture open)。

其中 (式1) 源自物理模型中波義秀定律 (Poiseuille's law for flow through a bundle of capillary tubes)。

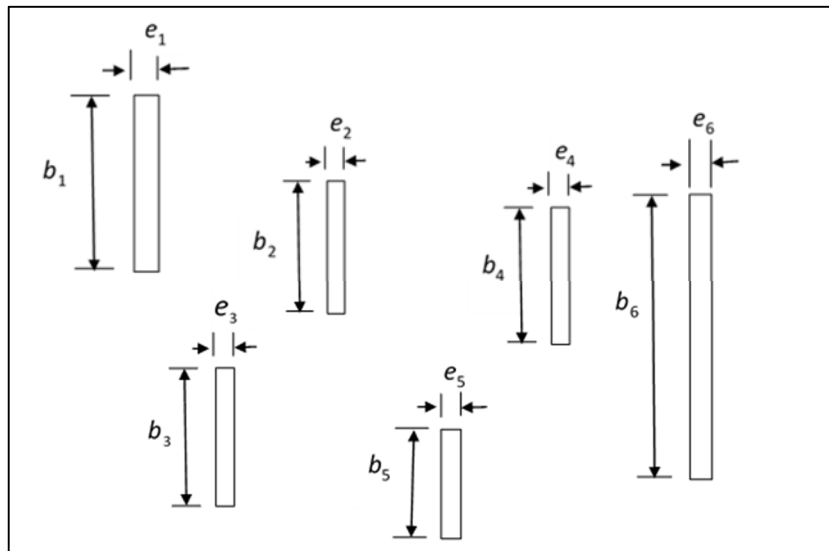
(一)請問 (式2) 源自物理模型中那一個定律？(10分)

(二)若今有一個岩盤裂隙如下圖所示，其中裂隙的幾何條件如下表所列：

裂隙編號	1	2	3	4	5	6
裂隙開度 e(cm)	0.5	0.8	1.2	1.0	1.5	1.1
裂隙寬度 b(cm)	5	3	4	4.2	2.5	12

而總水頭梯度為-0.005、水流的密度為 $\rho = 1000 \text{ kg/m}^3$

黏滯係數 $\mu = 1.002 \times 10^{-3} \text{ kg/m.s}$ ，求圖中斷面下的平均流速 (達西流速)。(20分)



水流流經岩體斷面裂隙分布示意圖