

經濟部所屬台灣中油股份有限公司 102 年新進博士級人員甄試試題

類 別：石油工程

專業科目：油層與生產工程

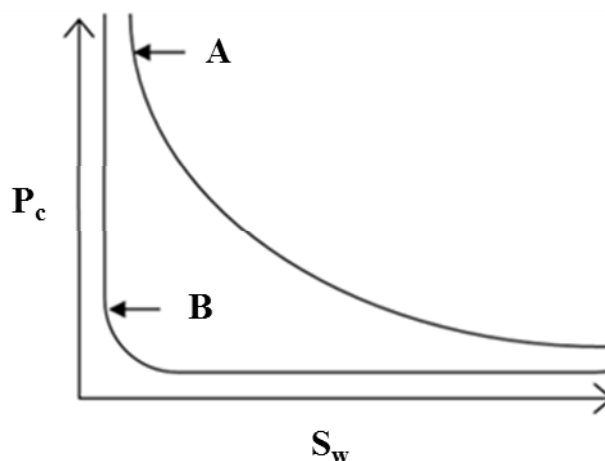
注 意 事 項	<ol style="list-style-type: none">1.本試題共 5 頁 (A4 紙 5 張)。2.本試題共 11 題，合計 100 分，各題配分標示於題後。須用藍、黑色鋼筆或原子筆在答案卷指定範圍內標題號(不必抄題)依題目順序作答，於本試題或其他紙張作答者不予計分。3.考試結束前離場者，試題須隨答案卷繳回，俟該節考試結束後，始得索取。4.考試時間：150 分鐘
------------------	---

一、水沖排 (Water Flooding) 時，油水流動比值 (Mobility Ratio) 之大小，對原油之採收效率 (Recovery Efficiency) 有何影響？(5 分)

二、油氣增產 (Improved Oil Recovery, IOR) 之增產效率，可以 $E_R = E_A \times E_V \times E_D$ 來表示 (其中 $E_A = \text{Areal Sweep Efficiency}$, $E_V = \text{Vertical Sweep Efficiency}$, $E_D = \text{Displacement Efficiency}$)，請問聚合物沖排 (Polymer Flooding) 與混溶沖排 (Miscible Flooding) 主要各可改善上述何種項目？(5 分)

三、油氣井油管及其他管件常見之腐蝕有甜蝕 (Sweet Corrosion) 及酸蝕 (Sour Corrosion) 二類，請說明各是何種物質引發此類腐蝕。(5 分)

四、圖一為 A, B 兩個油田其儲油層岩石之代表性毛細壓力曲線，如果此二油田除毛細壓力曲線外，其他條件均相同，施行水沖排時，何者會有較高的採收率？請說明其原因。(5 分)



圖一 A, B 兩油田岩心毛細壓力曲線

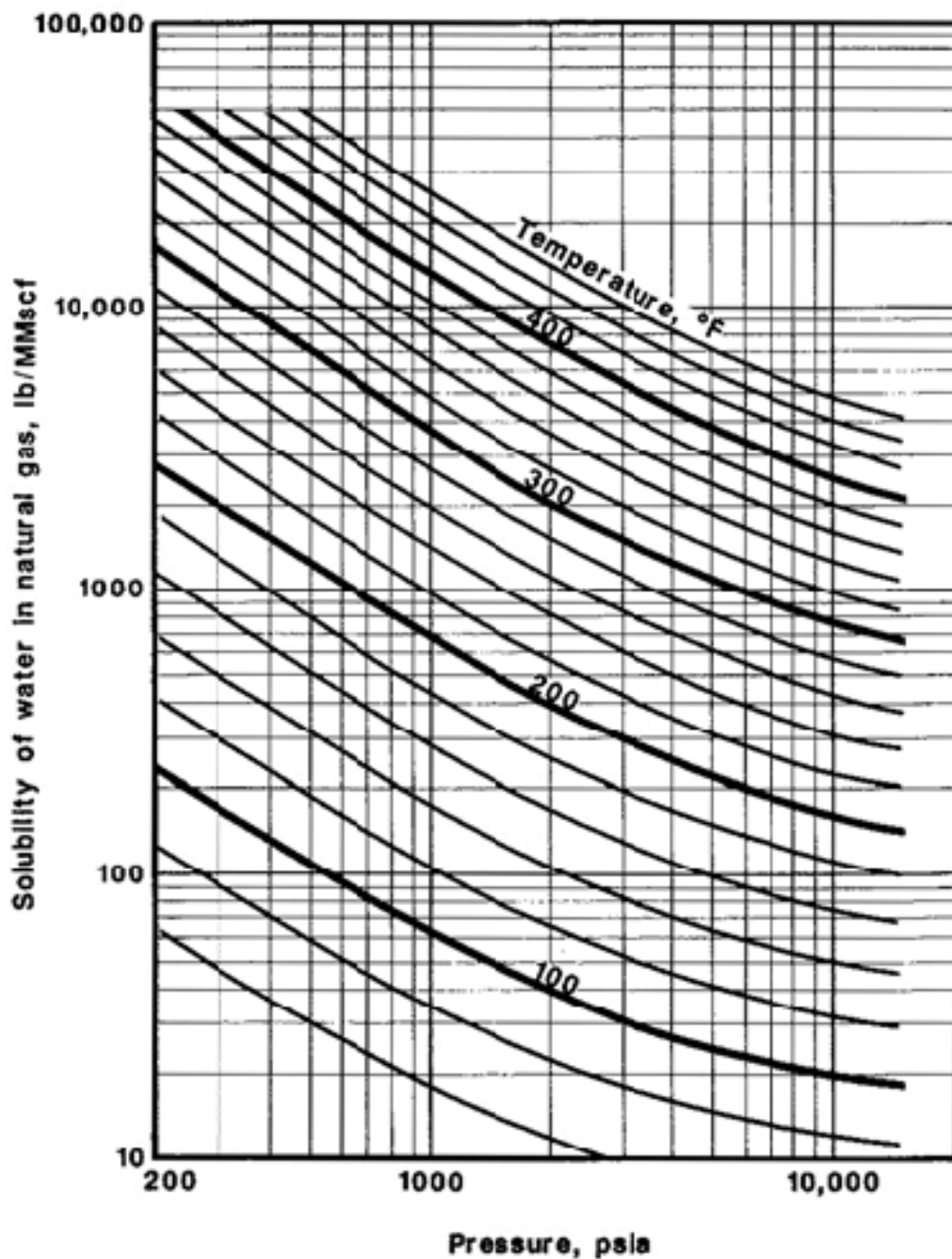
五、請繪出典型的 Water Wet 型態的油水相對滲透率曲線 (Relative Permeability Curves)，並請說明於相對滲透率曲線上的各個端點 (Endpoints) 所代表的意義。(8 分)

六、原油最基本的PVT參數為 B_o (Oil Formation Volume Factor)、 R_s (Solution Gas Oil Ratio) 與 B_g (Gas Formation Volume Factor)。

1. 請分別繪出 B_o , R_s , B_g 隨壓力變化之趨勢，並說明這三個參數在Saturated及Undersaturated狀態下的不同特性。(每一參數3分，合計9分)
2. 請簡單說明 $B_o + (R - R_s) B_g$ 公式所代表之意義。其中 R 為Producing Gas Oil Ratio。(5分)

七、某氣井氣層靜壓為 3,000 psia，溫度為 200°F，如其地面分離器之操作壓力為 500 psia，溫度為 80°F：

1. 若該井尚未出水，產氣量為 100,000 SCM/D，請利用圖二計算該井每日伴產水量 (Kl/D)。(6分)(註：1 SCM = 35.3 SCF, 1 lbm = 0.454 Kg, 1 Kl = 1,000 liters)
2. 若該井已出水，請列出剛開始出水時之初期徵兆。(4分)



圖二 天然氣之飽和水蒸氣含量圖

八、為了要利用黑油模組的油層模擬器，進行某具有水驅之天然氣層（Gas Reservoir with Water Drive）之模擬計算，以預測未來的天然氣產率，已經搜集到之資料如下表，

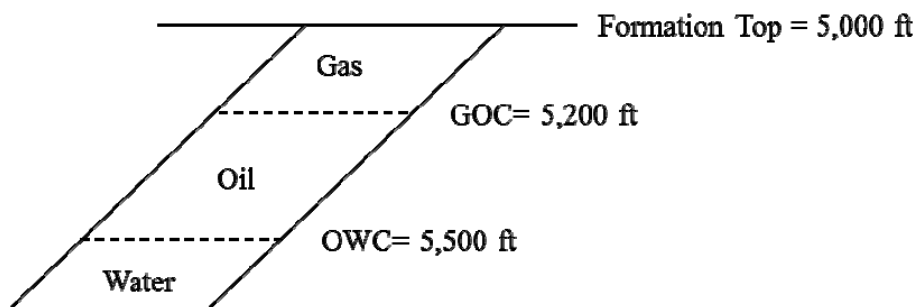
Reservoir Properties	
Pressure, p_i (psi) at Reference Depth (ft)	2,505 psi at 8,679 ft
Porosity, ϕ (fraction)	0.19
Formation Thickness, h (ft)	148
Permeability, k (md)	440
Reservoir Temperature, T ($^{\circ}$ F)	225
Initial Water Saturation, S_{wi} (fraction)	0.2
Total Compressibility, c_t (psi^{-1})	3.27×10^{-4}
Wellbore Radius, r_w (ft)	0.35

請問：

1. 除了表內的資料外，還需要哪些地質、工程及相關的資料，才能進行油層模擬計算？（5分）
2. 利用黑油模組的模擬器進行天然氣地層的模擬計算時，請分別說明天然氣地層沒有與水層連接（無含水層）以及有與水層連接（有含水層）的數值模式在設定上有何不同？（5分）

九、某油氣田發現時同時擁有油（Oil）及氣帽（Gas Cap），其型態如圖三所示。氣油界面（GOC）位於 5,200 ft，油水界面（OWC）位於 5,500 ft，地層頂部深度（Formation Top）為 5,000 ft。假設水、油、氣的壓力梯度（ dP/dD ）分別為 0.45 psi/ft、0.35 psi/ft、0.08 psi/ft。

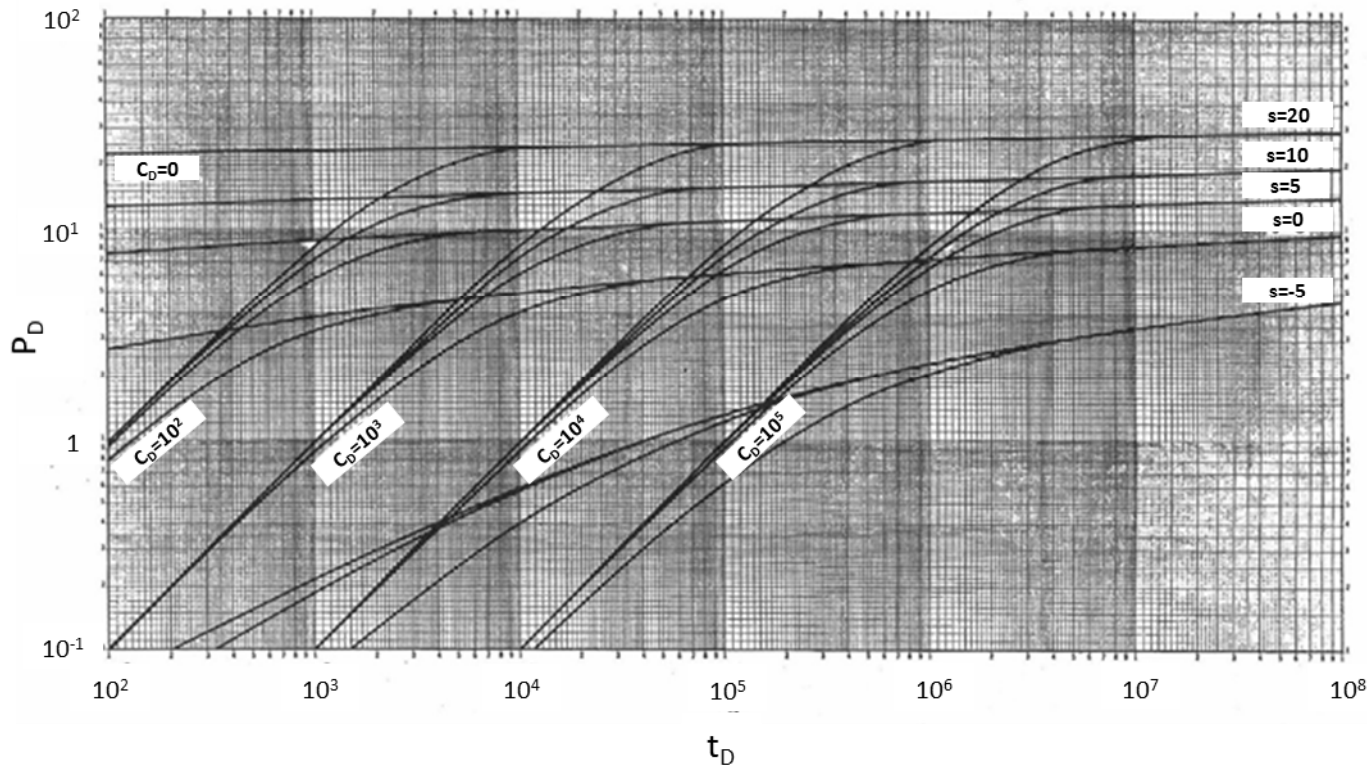
1. 請計算深度 5,000 ft 處的壓力為多少？（8分）
2. 若鑽井時泥漿柱壓以水之壓力梯度來設計，當鑽入此氣層頂部時，會不會發生衝噴（Kick）現象？（2分）為什麼？（3分）



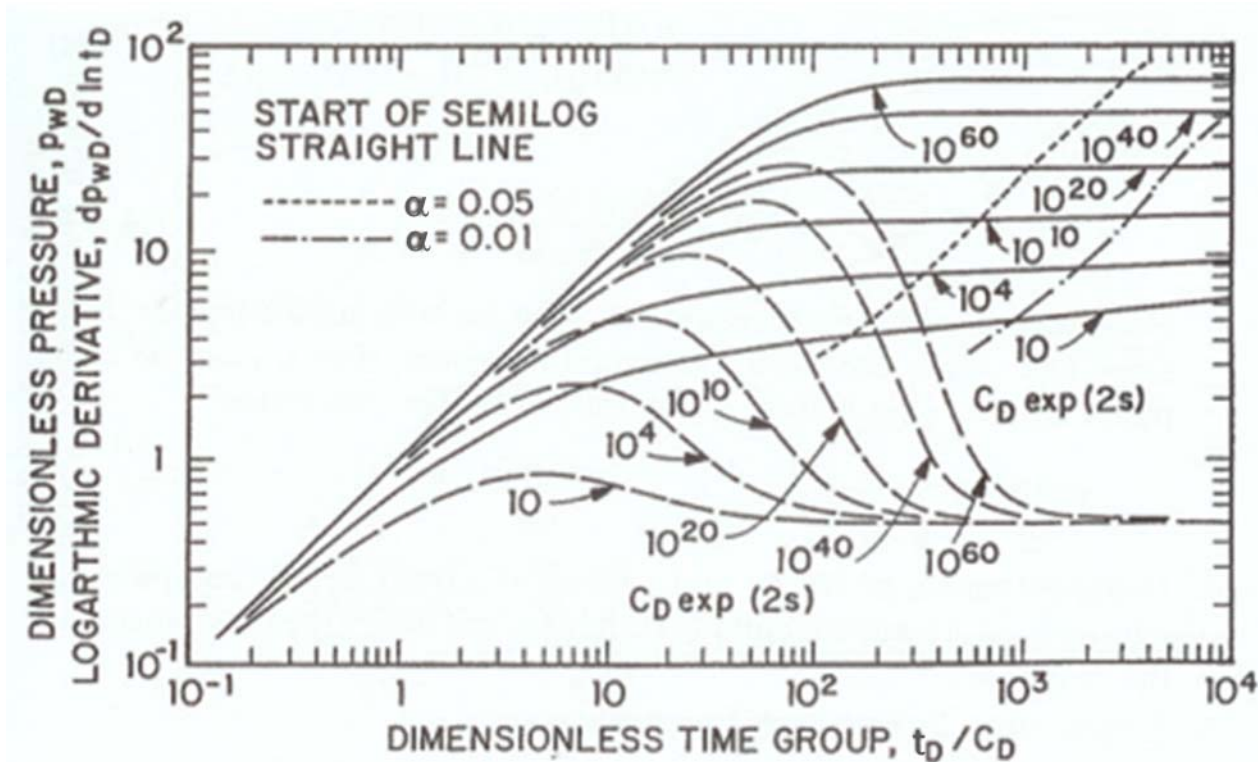
圖三 某油氣田油氣水界面位置

十、某一石油礦區的目前產率為 450 STB/D，該礦區的石油產率遞降率（Effective Decline Rate）為每年 35.6%（Loss Ratio = 0.356），如果經濟極限產率（Economic Limit on Production）為 60 STB/D，請依據 Continuous Decline Rate 為定值之假設，計算該礦區尚可生產多久？（5分）還可生產多少石油？（5分）

十一、當鑽探井鑽進至預定深度，若經電測施測後，發現地層可能含有石油或天然氣，通常會進行壓力測試，如鑽桿測試 (Drill Stem Test, DST) 或暫態壓力測試 (Transient Pressure Test) 等，並利用很多方法來分析這些施測結果，典型曲線符合法 (Type Curves Matching) 即為其中之一。以下兩圖 (圖四與圖五) 即為基本典型曲線的範例，其座標軸均為無因次 (Dimensionless) 參數所構成。



圖四 典型曲線一 (取材自 Ramey, 1970)



圖五 典型曲線二 (取材自 Bourdet et al., 1983)

1. 請寫出每一個典型曲線之無因次座標軸 ($P_D, t_D, P_{wD}, dP_{wD}/dlnt_D, t_D/C_D$) 所代表之有因次的參數式 (如: $t_D = 2.64 \times 10^{-4} kt / \mu c \phi r_w^2$)。(3分)
2. 請寫出推導以上兩張典型曲線所根據的偏微分方程式, 並描述 (或寫出) 求解該偏微分方程式的起始與邊界條件。(6分)
3. 由於以上兩張典型曲線圖是根據定產率測試 (或生產) 所得之結果, 這些典型曲線當然可以應用於井壓下降 (Pressure Drawdown) 資料的分析及解釋。但若現場的測試資料是井壓上昇 (Pressure Buildup) 時所得到的, 應如何利用上述的典型曲線來分析及解釋? (註: 請列出典型曲線符合法的每一步驟, 並請以第一個典型曲線為例, 說明分析井壓上昇資料與井壓下降資料的不同。)(6分)