

密業計算習 辭解

美國阿海阿大學工業化學博士
前北京工業大學教授

張澤珪 著



國立編譯館

中華民國三十六年五月初版

◆(9304.2)

密業計算習題詳解一冊

定價 國幣 伍元

印刷地點外另加運費

著 者 張 澤 奎

發 行 人 朱 經 農
上海河南中路

印 刷 所 商 務 印 書 館
印刷廠

發 行 所 商 務 印 書 館
各地

* 版 翻 *
* 權 印 *
* 所 必 *
* 有 究 *

自序

甚矣，科學研究之足貴也。夫瓷，我國之特產，名聞世界者久矣，故世界咸以“China”名之。雖然，豈吾國製瓷之術獨精耶，抑原料之供給，得天獨厚耶？！不然，何泰西各國，以較次之原料，且能得優美之成品；而我國以瓷著稱者，其技術今反後進諸國（以瓷言）之不若耶？！其故，蓋一則恃天賦之厚與父子相傳經驗得來之技巧，一則崇尚科學研究耳。由經驗得來之技巧，多屬一成不變，原料稍有變更，即屬無所施其技；根據科學研究則不然。

鄙人習瓷，久未能用；惟瓷之配合，實為化學工業之一部，今猶好之。因於去夏將安氏“窯業檢驗與計算法”（A. A. Andrews—Ceramic Tests and Calculations）一書，與林君維傑合譯，由商務印書館出版。林君參用此書，其作業問題上，得以解決者不少，恆欣欣然舉以相告。於是，余對於“窯業計算”應用於窯業作業，必大有裨益之念，益堅。因將窯業計算法之綱領，撮要編述，並選擬習題若干，詳解之，以為愛好窯業者作進一步之輔助。其中，如外人不惜重價，以購買我國古瓷，如何分析其釉料，然後由計算以求得配製之方法而做造之（如第 33 題）；如何由坯，釉，之分子式以計算原料配合量（如第 27, 28, 29 題）；如何作有系統有計劃之研究而減少盲目之試驗（如第 38, 42 題）；又如欲作一定大小之器物，如何由乾燥收縮與燒成收縮之測定，在濕時預留地位（如第 53 題）等等，各種方法，無不具備。並另選練習題及答案三十三則，俾學者可自行練習而熟思之。古語云“熟能生巧”，於窯業計算，亦何莫不然。我國學校功課，切於實際應用之練習太少，故學者往往有實際之問題而無法解決。因感書本知識，為不切實用；實亦無怪其然。此篇之作，即欲補救此病，所列皆切於實用之題。學者苟能一面由分析結果，作配合試驗之實習，一面將依有系統之配合作成之成品，一一比較之，當可得到極有興趣之結果，或從而引起新穎之發明，將吾國陶瓷技術，發揚而光大之，則作者之始願償矣。至其能助學者以解決窯業上之一般普通問題，則屬當然之事也。

考關於密業計算之書，在英美不過一二部，在德法日，亦均不過此數；故此項書籍，實彌足珍貴。惟我國習密業者不多，且習之者大半改就他業；此項書籍，作者更少，故至今猶付闕如。作者以對此特感興趣，故於暇時，草成是篇。學殖荒蕪，蓋已有年；足見在他國有用者，在我國反無實用之地，人才將何由而出！嗚呼，如此者，又豈特密業一門而已哉？惟願此次大戰後，舉國上下，皆能重視科學，重視工業，重視生產，則不特學術界之幸，亦工業前途之福也。是爲序。

中華民國二十八年六月

張澤堉謹識於重慶旅次

引 言

陶瓷家利用各種成分複雜之原料，並巧爲配合之，以製坯體，釉料與色彩，實屬一種特殊之技術，非對於所用之各原料，有深切之知識不爲功。

以一般陶瓷器製作家言，雖對於各種陶瓷原料有深切之認識者，頗不乏人，但多數乃由多年之實地經驗而得來；故多數陶瓷器製作家，雖對於其所用原料之成分與化學性質，多不明瞭，而因長時間之使用，對於數種習用原料，亦能尋出如何配合之方法，使其所作之器物，至少可出現於市場，甚且可得佳品。

雖然，此種由經驗而成功之專門技術家，如用其所慣用之原料以製造，固可不生問題；但一旦若須使用一種新原料，或被迫而必須立即改用一種新原料以代替其常用之原料時，則必感受相當之困難。反之，如應用其所習用之原料，而欲製造一種特別用途之器物，亦必難即成功。蓋陶瓷器，無論種類爲何，乃一種化學成品，其製造與其原料之配合，亦爲一種化學工作，苟因化學物理之訓練，而能得到相當之臂助，實應盡量利用之也。

此項科學之應用於陶瓷製造，乃較近代之發展，亦如科學之應用於其他實用技術然，其效用極著。蓋利用科學之研究以爲助，則吾人始有途徑可尋，並得藉以探求新發現，而明瞭一向未能解釋之奧妙也。

本書之作，即欲使此項科學工具，可供任何知識之陶瓷技術家研究之用，而使此項技術，迅速前進。有志研究者，只須具有高中或高中以上程度之化學知識，並對於化學基本原理，能領悟即可。微此，則其中計算之方法與理由，必感相當之困難。至所用數學，則並不艱深，習過普通算術，斯可矣。

據教授陶瓷製造之經驗，知徒具高中或高中以上之化學知識，欲求其能應用於陶瓷製造，而成一陶瓷技術專家，殊不可能。但具此等化學知識者，苟對本書加以深切之研究與體會，其助益當非淺鮮。即進而研究各種成分之原料配合，亦非難事矣。

目 次

自序

引言

第一章 物理性質之計算	1
第一節 物理性質計算綱要	1
第二節 可塑性狀與乾燥性狀	3
(甲) 密度與比重	3
(乙) 可塑外體體積之測定法	6
(丙) 乾收縮	7
(丁) 可塑水:收縮水與氣孔水	7
習題一(1—11)	9
第三節 燒成性狀	18
(甲) 比重	18
(乙) 外體體積	19
(丙) 氣孔	19
習題二(12—16)	20
第二章 泥漿計算法	26
習題三(17—19)	28
第三章 分析與原料配合量之關係	31
第一節 化學分析與分子式間之計算	34
(甲) 由化學分析以計算分子式	34
(乙) 由分子式以求化學分析	36
習題四(20—22)	36
練習題(1—8)	40
第二節 窯業當量	42
習題五(23—26)	44

練習題(9—10)	47
第三節 合子式與原料配合量間之計算	47
(甲)由分子式以求原料配合量	47
(乙)由原料配合量以求分子式	51
習題六(27—33)	54
第四節 熔塊釉	60
(甲)已知釉與熔塊之分子式，計算二者之原料配合量 百分數	62
(乙)已知熔塊釉之原料配合量，計算其分子式	63
第五節 釉之成分與溫度之關係	72
習題七(34—35)	74
練習題(11—24)	78
第四章 密業原料配合之計算方法	83
第一節 簡單直線式	83
第二節 方形式	85
第三節 三角式	87
第四節 氧之比率	90
習題八(36—44)	91
練習題(25)	101
第五章 礦物組成計算法	102
第一節 用示性分析以求黏土類之礦物組成法	102
練習題(26—29)	106
第二節 用示性分析以求原料配合量	108
練習題(雜類習題)(30—33)	111
第三節 用元素分析以求黏土類之礦物組成	112
習題九(雜類習題)(45—55)	115
附錄	127
表一 密業原料內常見各原子之原子量	127
表二 普通密業原料之名稱，分子式，分子量與當量	128
練習題(答案)	130

窯業計算習題詳解

第一章 物理性質之計算

第一節 物理性質計算綱要

可塑時與 乾燥時之 各性狀	比 重	{	真比重(true specific gravity)
			可塑外體比重(plastic bulk specific gravity)
			乾塑外體比重(dry bulk specific gravity)
	體 積	{	真體積(true volume)
			可塑外體體積(plastic bulk volume)
			乾塑外體體積(dry bulk volume)
	乾燥收縮	{	體積收縮(volume shrinkage)
			線收縮(linear shrinkage)
	水 份	{	收縮水(shrinkage water)
			氣孔水(pore water=dry pore space)
可塑水(water of plasticity or total water)			
.....			
燒成後之 各性狀	比 重	{	真比重(true specific gravity)
			外觀比重(apparent specific gravity)
			外體比重(bulk specific gravity)
	體 積	{	真體積(true volume)
			外觀體積(apparent volume)
			外體體積(bulk volume)
	燒成收縮	{	體積收縮(volume shrinkage)
			線收縮(linear shrinkage)
	氣 孔	{	開氣孔(open pore space)…吸收(absorption)
			閉氣孔(sealed pore space)…孔洞(porosity)

注意——(1)自可塑狀態至乾燥狀態之變遷,乃可逆性;但自乾燥狀態至燒成狀態之變遷,乃不可逆性(irreversible)。

(2)計算物理性質時,爲簡便計,每須利用字母以代表。所有體積,以立方厘米計,皆以“ V ”代表之。其右下方所附之字母,則示該樣品之狀態(如可塑狀態,乾狀態或燒成狀態),而所指體積,則或爲外體體積,或爲外觀體積,或爲真體積。

茲將各代表字母列下,以便應用:

“ S ”代表一樣品懸於液體中之重量(suspended wt.)。

“ W ”代表一飽和樣品(saturated sample)在空氣中之重量。

“ P ”=可塑時重量; “ D ”=乾重量; “ B ”=燒成後之重量。

V_p = 可塑時體積(plastic volume);

V_{db} = 乾外體體積(dry bulk volume);

V_{dt} = 乾真體積(dry true volume);

V_{bb} = 燒後外體體積(burned bulk volume);

V_{ba} = 燒後外觀體積(burned apparent volume);

V_{bt} = 燒後真體積(burned true volume)。

.....

W_o = 乾樣品用油(oil)浸至飽和之重量。

W_w = 燒後樣品用水(water)浸至飽和之重量。

.....

S_o = 乾樣品用油(oil)浸至飽和,懸於油中之重量。

S = 燒後樣品用水(H_2O)浸至飽和,懸於水中之重量。

$(SG)_o$ = 油之比重。

.....

T = 裝油後,容積計(volumeter)之重量。

K_p = 裝油及可塑樣品後,容積計之重量。

K_d = 裝油及“用油浸至飽和之乾樣品”後,容積計之重量。

K_b = 裝油及“用油浸至飽和之燒成樣品”後,容積計之重量。

.....

所有重量,以克(gram.)計;所有體積(或容積),以立方厘米(c.c.)

計。

第二節 可塑性狀與乾燥性狀

(甲) 密度與比重 (density and specific gravity)一物之密度，即每單位體積之質量 (mass per unit volume) 也：

$$D(\text{density}) = \frac{M(\text{mass})}{V(\text{volume})};$$

在厘米克秒 (C. G. S.) 制，密度乃每立方厘米所容質量之克數 (number of grams)，

在英制，則為每立方呎所容質量之磅數 (number of pounds per cubic foot)。

至比重，則為一物之密度，與某標準物 (尋常為水) 之密度之比。一立方呎之水，重 62.4 磅；故如密度係按英制測定，則某物質一立方呎之重量，必以 62.4 除之，方可得其比重。

$$\text{比重} = \frac{\text{密度}}{\text{水之密度}} = \frac{\text{密度}}{62.4}.$$

阿基米得氏 (Archimedes) 之原理 —— “一物體浸於液體內，則其重量必減；所減之重，則恰如其所代置 (displace) 之液體之重。”

故欲測定金屬或非多孔性 (non-porous) 物質之比重；其事甚易；只須將樣品在空氣中稱之，並懸於水中稱之即可。蓋所減輕之重量，即為所代置之水之重量；此減損之重量，如以克計，即等於體積之立方厘米數也。

如 D = 在空氣中之重量； S = 懸於水中之重量；

$$\text{則} \quad \frac{D}{(D-S)} = \text{比重} \dots\dots\dots (1)$$

$(D-S)$ = 減損之重量 = 樣品所代置之水之重量 (wt. of water displaced)。

欲測定一乾泥樣品之體積與比重，則比較困難；蓋 (一) 因乾泥樣品，在水中必鬆散，(二) 因其為多孔性也。

故油，常用以代水；其比重約為 0.8。一立方厘米之油，重為 0.8 克。樣品浸於油內，固亦換置 (displace) 等體積之油；但所換置之油之重，較等體積之水之重為少。

如 S_o = 泥樣用油浸透後(氣孔均為油所填充)懸於油內之重量,

則
$$\text{比重(對油言)} = \frac{D}{(D - S_o)};$$

$(D - S_o)$ = 減損之重量 = 樣品所代置之油之重量(wt. of oil displaced)。

由
$$\text{比重} = \frac{\text{重量(克)}}{\text{體積(立方厘米)}};$$

故
$$\frac{(D - S_o)}{(SG)_o} = \text{樣品所代置之油之容積(即等於泥粒之真容積 } V_t \text{)}。$$

而
$$\text{比重(對水言)} = \frac{D}{(D - S_o)} = \frac{D \times (SG)_o}{(D - S_o)} \dots \dots \dots (2)$$

當樣品浸於油內時,因其氣孔皆為油所填充,故僅泥粒本身,方能代置油分。而氣孔中油之重量,在油內應為零。故此乃測定泥粒 (clay grains) 真體積與真比重之一法。惟有種泥樣,不易令其完全飽和,故用此方法測定之比重結果,恆較用比重瓶 (pycnometer) 測得者為低。蓋油未浸透之氣孔,必仍為空氣所填充,以此重量較輕,故比重亦較低也。在上列公式 $\left[\frac{D - S_o}{(SG)_o} = V_t \right]$ 內,惟 S_o 一項,受油未浸透,空氣填充之影響。 S_o 變小,則 $\frac{D - S_o}{(SG)_o}$ 或泥粒之真體積即變大,蓋竄入之空氣,具有浮力也。

故測真體積 (V_t) 之一法(浸於油內)為: $V_t = \frac{D - S_o}{(SG)_o}$; 而真比重 (TSG)

$$= \frac{D}{\frac{D - S_o}{(SG)_o}} = \frac{D \times (SG)_o}{D - S_o}。$$

測真比重 (TSG) 之又一法:

定未燒及已燒泥樣真比重最普通之法,乃用比重瓶 (pycnometer or specific gravity bottle) 之方法。其法如下:

(1) 將樣品研碎,使可篩過 100 眼孔之篩。

(2) 在攝氏 100 度乾燥之。

(3) 取一淨潔而乾燥之比重瓶,在攝氏 21° 下稱定之。

(4) 用紙作漏斗,將乾燥粉碎之樣品,裝入比重瓶內,裝至半滿,亦在攝氏 21° 下稱定之。

(5) 加蒸餾水於比重瓶;以遮蓋其中之樣品;除去竄入之空氣。

(6) 浸於攝氏 21 度之水中，水面高出比重瓶內之水面。

(7) 迨內容物達攝氏 21 度，將其取出；用曾經煮沸之蒸餾水而在同溫度者裝滿之。

(8) 將比重瓶塞，仔細塞入，擠出多餘之水，使經由比重瓶塞內之毛細管而出。注意瓶內不可有氣泡。

(9) 另作一稱定，但依同法，僅用曾經煮沸之蒸餾水裝入，而稱定之。

設 D = 粉碎泥樣之乾重量；

b = 瓶內滿盛以水之重量；

c = 瓶內有泥樣並有水之重量。

則 $(c-b)$ = 泥樣多於同體積水之重量；或泥樣之重減所代置之水之重。

而 $D - (c-b)$ 或 $(D - c + b)$ = 泥樣所代置之水之重 (wt. of water displaced)。= 泥粒之真體積 (立方厘米) (vol. of water displaced)。

$$\therefore \underline{(TSG) = \frac{D}{D - c + b} \cdot}$$

外體體積 (bulk volume) 與 外體比重 (bulk specific gravity)：

外體體積：如乾泥樣外，敷以石蠟 (paraffin)，則其浸於液體中之懸重必較小；而所減損之重之體積必較大。蓋外敷石蠟，則封入之空氣必多也。

$$\therefore \frac{D - S_o}{(SG)_o} = \text{樣品之外體體積 (exterior or bulk volume)}。$$

此為實驗求得外體體積之方法。

	比 重
輕石油質 (light petroleum)	0.795—0.805
石 蠟 (paraffin)	0.870—0.910
水	1.000

如上泥樣，外敷石蠟，則浸於水中，亦無不可。因改敷石蠟之泥樣，在水中亦不致鬆散；而石蠟之比重，恰在輕石油質與水之比重之間；故其差錯，與用輕石油質亦相彷彿也。

外體比重：如不用真體積而用外體體積以求比重，則所得之比重(外

體比重),必較真比重或“泥粒本身之比重”為小,因比重 = $\frac{\text{重量}}{\text{體積}}$ 也。

求乾泥樣外體體積之又一法:

(1) 將乾泥樣浸於油中,揩去表面剩餘之油,稱之 (W_o),

(2) 懸於油中稱之 (S_o)。

則 $W_o = D(\text{乾重量}) + \text{氣孔內油之重};$

$(D - S_o) = \text{泥粒所代置之油之重} = \text{與泥粒同體積之油之重};$

$(D - S_o) + \text{氣孔內油之重} = \text{與樣品外體積同體積之油之重}(\text{wt. of oil whose volume equals the exterior vol of the sample}).$

$$= (W_o - S_o)_o$$

$$\therefore \text{外體體積 (立方厘米)} = \frac{(W_o - S_o)}{(SG)_o}$$

$$\text{而 外體比重} = \frac{D}{\frac{(W_o - S_o)}{(SG)_o}} = \frac{D \times (SG)_o}{(W_o - S_o)}$$

.....

(乙) 可塑外體體積 (plastic bulk volume, V_p) 之測定法

許氏容積計 (Schurecht's volumeter):

現用容積計之最佳者,實即一放大之比重瓶;其口徑之大,足使一小塊樣品之一吋見方,7.5 厘米 (cm.) 長者,可以放入。其上口有一密切之玻塞,塞上有毛細管之開口。軟性樣品放入時,則可用勺輔助之。

試驗方法:

(1) 稱定可塑樣品 (P),

(2) 稱定容積計 + 油十勺 (T),

(3) 稱定容積計 + 油十勺 + 可塑樣品 (K_p),

$$\text{因 } V = \frac{W}{SG}, \therefore \text{可塑外體體積 } \underline{V_p} = \frac{\{P - (K_p - T)\}}{(SG)_o} = \frac{T - K_p + P}{(SG)_o}$$

其中 $\{P - (K_p - T)\} = \text{樣品所代置同體積之油之重量}。$

此公式之由來,與上述關於真比重者同理。

$$\text{而 可塑外體比重 (plastic bulk specific gravity)} = \frac{P}{V_p}。$$

乾外體體積 (dry bulk volume), 亦可用同一器具,依類似方法測定

之。如下：

(1) 浸樣品於油中三小時，稱之(W_o)，

(2) 稱定容積計+油之重(T)，

(3) 稱定容積計+油+ W_o 之重(K_d)，

$$\text{則乾外體體積 } V_{db} = \frac{W_o - (K_d - T)}{(SG)_o} = \frac{T - K_d + W_o}{(SG)_o}$$

.....

(丙) 乾收縮

體積收縮 (volume shrinkage)，較線收縮 (linear shrinkage) 爲可靠，因：

1. 樣品之收縮，並非依比例向各方均勻進展，
2. 歪斜，偏扭，常可使各面變成非直線也。

$$\text{乾體積收縮百分率 (根據於乾體積)} = \frac{V_p - V_{db}}{V_{db}} \times 100\%$$

(丁) “可塑水”：“收縮水”與“氣孔水”(water of plasticity: shrinkage water and pore water)

黏土之乾燥可分爲兩期：

1. 收縮期與 2. 氣孔水期

黏土在可塑狀態時，黏土顆粒間，爲水所隔離，而顆粒本身，亦有脹大之可能。故在收縮期間，樣品之形體，逐漸縮小，而各顆粒，亦漸次接近；即顆粒本身，亦有收縮之可能。此種現象，將繼續至各顆粒極相接近之時爲止。

在氣孔水期，則所餘之“可塑水”，始自氣孔內或各顆粒之孔間逸出。

“可塑水”：黏土樣品在其可塑性最良時之重與在攝氏 110 度下乾燥至重量不變時之重之差，謂之“可塑水量”。

當樣品爲空氣乾燥時，仍含一小部分之潮濕水分 (hygroscopic water)，其量恆不定。

“可塑水”並不包括化學結合水 (chemically combined water)；此項化學結合水，須至脫水期間 (dehydration period)，始被逐出也。

“收縮水”：乃“可塑水”之一部；其與泥粒分離，乃在乾燥期間——即在可塑性狀最良時至泥樣停止收縮時之間也。

在此時（即泥樣停止收縮之時），此仍稍濕之泥樣，其外體體積，與乾樣之外體體積無異（因無收縮，則外體體積必同也）。

“氣孔水”：亦“可塑水”之一部，乃在泥樣收縮停止後，仍留於氣孔者。其體積等於乾泥樣氣孔之容積。

“氣孔水”與“收縮水”之測定法

“氣孔水”與“收縮水”之測定法有二：

1. 將泥樣之長（濕）測定，並在乾燥期間，時時權定其重量，測定其線收縮。收縮停止之一點，乃用直接測定法測定。從與此點相當時間之重量，即可計算“收縮水”與“氣孔水”間之體積關係。此項結果，最好用圖解法表示之。但此法甚繁而不準確（見 Bourry: Treatise of Ceramic Industry 第 240 頁）。

2. 美國標準局之測定方法——可塑體積與乾體積，皆用容積計測定，並稱定可塑重量與乾重量。兩體積之差即為“收縮水”（2）。兩重量之差，即為“可塑水”（1）。“可塑水”體積與“收縮水”體積之差，即“氣孔水”之體積（1）-（2）。

此三項，皆可以“乾泥之真體積”（dry true clay volume），“乾外體體積”（dry bulk volume），“可塑體積”，“乾重量”，或“全體水”（total water）表示之。

如以“乾泥之真體積”表示，則

$$\begin{aligned} \text{“可塑水量”百分率} &= \frac{\text{可塑水量}}{\text{真體積}} \times 100\% = \frac{(P-D)}{\left(\frac{D}{TSG}\right)} \times 100\% \\ &= \frac{(P-D) \times TSG \times 100\%}{D} \dots\dots\dots (1) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{“收縮水”百分率} &= \frac{\text{收縮水}}{\text{真體積}} \times 100\% = \frac{(V_p - V)}{\left(\frac{D}{TSG}\right)} \times 100\% \\ &= \frac{(V_p - V) \times TSG \times 100\%}{D} \dots\dots\dots (2) \end{aligned}$$

“氣孔水”百分率 = (1) - (2)。

“線收縮”與“體積收縮”之比較：

（參考：Purdy-Bulletin, No. 9, Illinois Geological Survey）

如一單位立方體收縮，而每邊減短“ a ”，則每邊之新長度為 $(1-a)$ 。如此立方體體積之減小，以 x 表示之，則新體積必為 $(1-x)$ 。因此立方體之每邊，現已為 $(1-a)$ ，則其體積，自亦可以 $(1-a)^3$ 代表之。

則是 $(1-a)^3 = (1-x)$ ，或 $x = 1 - (1-a)^3$

而 $a = 1 - \sqrt[3]{(1-x)}$ ；〔因 $\sqrt[3]{(1-a)^3} = \sqrt[3]{(1-x)}$ 〕

$$1-a = \sqrt[3]{1-x} \therefore a = 1 - \sqrt[3]{1-x}$$

同理，平面收縮亦然，

令 $Y =$ 單位平方面之收縮，則 $(1-a)^2 = 1-Y$ ；

$$\therefore Y = 1 - (1-a)^2, \text{ 或 } a = 1 - \sqrt{1-Y}.$$

習 題 一

(1) 乾樣品之乾後重量為 400 克，乾外體體積 = 275 c.c.，乾真比重 = 2.6。

(a) 問氣體體積與體積百分率，如以真體積表示之，為何？

(b) 問氣體體積與體積百分率，又如以乾外體體積表示之，為何？

(c) 問油浸透之樣品，在空氣中之重量為何？

(d) 問油浸透之樣品，又懸於油中之重量為何？

解： $D = 400$ 克， $V_{ab} = 275$ 立方厘米， $TSG = 2.6$

$$(a) V_{dt} = \frac{D}{TSG} = \frac{400}{2.6} = 153.84 \text{ 立方厘米；}$$

$$\text{氣孔容積 } V = V_{ab} - V_{dt} = 275 - 153.84 = \underline{121.16} \text{ 立方厘米}$$

$$\text{而 氣孔容積百分率} = \frac{121.16}{153.84} \times 100\% = \underline{78.75\%} \text{ (以真體積表示之)}$$

$$(b) 275:121.16 = 100\%:x$$

$$x = \frac{121.16 \times 100}{275} \% = \underline{44.05\%} \text{ (以乾外體體積表示之)}$$

(c) $W_o = D +$ 氣孔內油之重量

$$\therefore W_o = 400 + (0.8 \times 121.16) = 400 + 96.928 = \underline{496.928}.$$

(d) 泥粒所代置之油之重 = $V_{dt} \times 0.8 = 153.84 \times 0.8 = 123.072$

$$S_o = D - \text{泥粒所代置之油之重} = 400 - 123.072 = \underline{276.928}.$$

$$\left. \begin{array}{l} (2) \text{ 乾樣品之乾後重量} = 653.6 \text{ 克} \\ \text{油浸透後之重量} = 723.2 \text{ 克} \\ \text{外體體積} = 344.9 \text{ 立方厘米} \end{array} \right\}$$

(a) 問氣孔之容積為何?

(b) 氣孔容積百分率, 以外體體積表示之, 為何?

(c) 氣孔容積百分率, 以真體積表示之, 為何?

(d) 真比重為何?

(e) 油浸透樣品, 懸於油內之重量為何?

解:

$$D = 653.6 \text{ 克}$$

$$W_o = 723.2 \text{ 克}$$

$$V_b = 344.9 \text{ 立方厘米}$$

$$\begin{aligned} (a) \text{ 氣孔容積 } V &= \frac{(W_o - D)}{0.8} = \frac{\text{氣孔內油重}}{\text{油之比重}} = \frac{723.2 \times 653.6}{0.8} \\ &= \frac{69.6}{0.8} = 87 \end{aligned}$$

$$(b) 344.9:87=100\%:x$$

$$x = \frac{8700}{344.9} \% = \underline{\underline{25.22\%}}$$

$$(c) V_t = V_b - V(\text{氣孔}) = 344.9 - 87.0 = 257.9 \text{ 立方厘米}$$

$$257.9:87=100\%:x$$

$$x = \frac{8700}{257.9} \% = \underline{\underline{33.73\%}}$$

$$(d) \text{ 比重} = \frac{D}{V_t} = \frac{653.6}{257.9} = \underline{\underline{2.53}}$$

$$(e) \text{ 泥粒所代置之油之重} = 0.8 \times V_t = 0.8 \times 257.9 = 206.32 \text{ 克,}$$

$$S_o = D - \text{泥粒所代置之油之重} = 653.6 - 206.32 = 447.28 \text{ 克.}$$

(3) 已知下列混合物之比重, 試求其體積。

長石 20%, 其比重為 2.6;

鉛白 30%, 其比重為 6.4;

碳酸鈣 10%, 其比重為 3.2;

黏土 40%, 其比重為 2.5。

100%