

五年制工業專科學校教科書

# 礦物學實習

編著人 張奕華

著作人 國立編譯館  
補助機關 國家科學委員會

幼獅書店印行

# 實習須知

一、學期開始時，由學生自行分爲若干組，每組四人，由教師編列號碼，排定桌次。

二、每次實習時，各組應先檢查領用之工具、模型、標本、儀器及藥品等是否相符，否則立即向管理人員洽換。

三、實習以前，學生應先將本次實習內容詳細閱讀，以免臨時措手。

四、實習時，應首重觀察，進而思考；工作時必須仔細認真，其所得結果始能正確。

五、在實習室中應遵守實習規則，不得遲到、早退、高聲講話，並須聽從教師或管理人員之指導。

六、製圖及所得結果，應先書於稿紙之上，然後謄清，以保持實習報告用紙之整潔。

七、實習報告應自己撰寫，不得向他人抄襲，並應於下課前當堂呈繳之。

八、實習時，如有偶發事件，須立刻報告教師或管理人員，俾做適當之處理。

九、實習完畢，應將所用工具、模型、標本、儀器等，交管理人員點驗，如有遺失或破損時，應照價賠償。

十、實習室清潔工作，應由各組學生輪流擔任，於實習完畢後行之。

# 礦物實習目錄

## 實習須知

一、	軸率之計算	1
二、	對稱面及對稱軸之測定	3
三、	等軸晶系之主要晶形	5
四、	正方晶系之主要晶形	7
五、	六方晶系之主要晶形	9
六、	斜方晶系之主要晶形	11
七、	單斜晶系之主要晶形	13
八、	三斜晶系之主要晶形	15
九、	空間格子之結構	17
十、	礦物之一般物理性	19
十一、	礦物比重之測定	21
十二、	礦物螢光之測定	23
十三、	消光及多色性之觀察	25
十四、	一軸晶薄片干涉圈之檢查	27
十五、	二軸晶薄片干涉圈之檢查	29
十六、	一軸晶光性正負之測定	33
十七、	二軸晶光性正負之測定	35
十八、	礦石薄片之製作	37
十九、	礦物放射性之測定	41
二十、	結晶體之原子結構模型	45
廿一、	礦物在石膏板上之反應	51
廿二、	礦物在木炭上之吹燒反應	53
廿三、	珠球試驗	55

廿四、開口管及閉口管之反應.....	57
廿五、焰色反應.....	59
廿六、鏡檢分析.....	61
廿七、斑點分析.....	63
廿八、錫石之鑑定法.....	65
廿九、銅礦石之鑑定.....	67
三十、鐵礦石之鑑定.....	69
卅一、黃鐵礦與白鐵礦之鑑別.....	71
卅二、方解石、霏石及白雲石之鑑別.....	73

# 實習一

## 軸率之計算

\_\_\_\_科，\_\_\_\_年級，組別 \_\_\_\_。

姓名 \_\_\_\_\_，實習日期 \_\_\_\_。 評分 \_\_\_\_\_，評閱人\_\_\_\_\_。

實習項目：測定結晶體之面角，求算標軸之比。

應用物品：結晶模型三，接觸測角器一。

操作程序：

(1)測角器之使用方法：實習開始前先由教師講解之。

(2)一模型之二水平軸彼此等長，三軸互相直交，且端末均位於隅角。一模型之三水平軸彼此等長，交角為 $60^\circ$ ，均與第四軸直交，且端末亦均位於各隅角。

(A)先將縱軸（ $c$  軸）直立，一水平軸  $a$  向前，繪製成圖，並將晶軸之位置及相交之情形分別繪出。

（圖一）

（圖二）

(B)將接觸測角器置於晶體之水平稜線中間，沿 $ca$ 及 $a-c$ 之交角反覆測量三次，然後確定其精密度數為 $2\theta$ 。

第一次測量結果為\_\_\_\_\_。 第一次測量結果為\_\_\_\_\_。

第二次測量結果為\_\_\_\_\_。 第二次測量結果為\_\_\_\_\_。

第三次測量結果為\_\_\_\_\_。 第三次測量結果為\_\_\_\_\_。

確定度數為\_\_\_\_\_。 確定度數為\_\_\_\_\_。

(C)將所得之數字代入下列公式：

$$a : c = 1 : \sqrt{\frac{1}{2}} \tan \theta$$

$$a : c = 1 : \sqrt{\frac{3}{4}} \tan \theta$$

即得：

即得：

(3)一模型之三軸彼此不等長，但互相垂直，且端末均位於各隅角。

(A)先將縱軸直立，*a* 軸向前，繪製成圖，並繪出三軸之位置及相交之情形。

(圖三)

(B)先使接觸測角器沿 *ac* 及 *a-c* 二稜反覆測量二稜線之交角為  $2\theta$ ，然後再沿 *ab* 及 *a-b* 二稜反覆測量二稜線之交角為  $2\theta'$ 。

第一次測量結果為 \_\_\_\_\_。 第一次測量結果為 \_\_\_\_\_。

第二次測量結果為 \_\_\_\_\_。 第二次測量結果為 \_\_\_\_\_。

第三次測量結果為 \_\_\_\_\_。 第三次測量結果為 \_\_\_\_\_。

確定度數為 \_\_\_\_\_。 確定度數為 \_\_\_\_\_。

(C)將所得數字代入下列公式：

$$a : c = 1 : \tan \theta$$

$$a : b = 1 : \tan \theta'$$

即得：

問題：

(1)在上列實習中，其主要不同之點何在？

(2)在實習(3)中，若以 *b* 軸之標軸為 1，試求其 *a : b : c* 之數值。

## 實習二

### 對稱面及對稱軸之測定

\_\_\_\_科，\_\_\_\_年級，組別\_\_\_\_。

姓名\_\_\_\_，實習日期\_\_\_\_。 評分\_\_\_\_，評閱人\_\_\_\_。

實習項目：測定對稱面、對稱軸之種類、位置及數目。

應用物品：結晶模型七具，六面體、八面體、六八面體、六方柱、三角柱、斜方柱及單斜柱。

操作程序：

(1)對稱面之測定：

(A)六面體：

軸對稱面之數目為\_\_\_\_。 對角對稱面之數目為\_\_\_\_。

(圖一)

(圖二)

(B)八面體：

軸對稱面之數目為\_\_\_\_。 軸間對稱面之數目為\_\_\_\_。

(圖三)

(圖四)

(2)對稱軸之測定：

(A)六面體：

三次對稱軸之數目為\_\_\_\_。 四次對稱軸之數目為\_\_\_\_。

(圖五)

(圖六)

問題：

(1)試繪製六八面體之頂圖 (Top figure)，然後以固定之符號將各種對稱軸繪於其所在之位置，以粗、細線表示主、副對稱面，並計算其每種之數目。

四次對稱軸有\_\_\_\_。

三次對稱軸有\_\_\_\_。

二次對稱軸有\_\_\_\_。

主對稱面有\_\_\_\_。

副對稱面有\_\_\_\_。

(圖七)

(2)試繪製六方柱、三角柱、斜方柱及單斜柱之立體圖，並於其底軸面尋求固有之對稱要素，進而以白雲母底軸面之蝕像決定其所屬為何種晶系。

(圖八)

(圖九)

(圖十)

(圖十一)



# 實習三

## 等軸晶系之主要晶形

\_\_\_\_科，\_\_\_\_年級，組別 \_\_\_\_。

姓名\_\_\_\_，實習日期\_\_\_\_。 評分\_\_\_\_，評閱人\_\_\_\_。

實習項目：觀察稜、隅角之種類及數目，測量面角之度數，寫出各晶面之密氏符號，尋出對稱要素並比較完面形與半面形間之關係。

應用物品：四六面體、三角三八面體、偏稜三八面體、五角十二面體、偏菱三四面體及三角三四面體之結晶模型各一具。六面體及八面體、六面體及十二面體，八面體及十二面體、六面體及四面體、八面體及五角十二面體之結晶模型各二具。接觸測角器一組。

操作程序：

(I)完面形：

(A)四六面體：

稜\_\_條，長者\_\_條，短者\_\_條。

隅角有\_\_，\_\_面合成者\_\_，\_\_面合成者\_\_。

面角\_\_，( ) $\wedge$ ( )；\_\_，( ) $\wedge$ ( )。

對稱面\_\_，對稱軸有\_\_種，共\_\_條。

(圖一)

(B)三角八面體：

稜\_\_條，長者\_\_，短者\_\_。

隅角有\_\_，\_\_面合成者\_\_，\_\_面合成者\_\_。

面角\_\_，( ) $\wedge$ ( )；\_\_，( ) $\wedge$ ( )。

對稱面\_\_，對稱軸有\_\_種，共\_\_條。

(圖二)

(C)偏菱三八面體：

稜\_\_條，長者\_\_，短者\_\_。

隅角有\_\_，\_\_面合成者\_\_，\_\_面合成者\_\_。

面角\_\_，( ) $\wedge$ ( )；\_\_，( ) $\wedge$ ( )。

對稱面\_\_，對稱軸有\_\_種，共\_\_條。

(圖三)

(2)半面形：

(A)五角十二面體：  
對稱面\_\_，對稱軸  
有\_\_種，共\_\_條。

(B)偏稜三四面體：  
對稱面\_\_，對稱軸  
有\_\_種，共\_\_條。

(C)三角三四面形：  
對稱面\_\_，對稱軸  
有\_\_種，共\_\_條。

(圖四)

(圖五)

(圖六)

(3)聚形：

(A)六面體及八面體

(B)六面體及十二面體

(C)八面體及十二面體

(圖七)

(圖八)

(圖九)

(D)六面體及四面體

(E)八面體及五角十二面體

(圖十)

(圖十一)

問題：

(1)二相同單體結晶所合成之聚形，何以有數種不同之形式？

(2)半面晶與完面晶所合成之聚形，其對稱關係屬於何者？

(3)試比較完面形與相對應之半面形（(1)之(A)、(B)、(C)與(2)之(A)、(B)、(C)），在對稱要素上之關聯性。

# 實習四

## 正方晶系之主要晶形

\_\_\_\_科，\_\_\_\_年級，組別\_\_\_\_。

姓名\_\_\_\_，實習日期\_\_\_\_。 評分\_\_\_\_，評閱人\_\_\_\_。

實習項目：測量面角度數，計算軸率數值，尋求對稱要素，比較各晶類之對稱關係，記入各晶面之密氏符號。

應用物品；第一正方雙錐體、複正方雙錐體、正方偏三角面體、正方偏方錐體各一具，第一正方雙錐及第一正方柱、第一正方雙錐及第二正方柱之聚形各一具。

操作程序：

(1)完面形：

(A)第一正方雙錐：

面角  $(111) \wedge (1\bar{1}\bar{1})$  為\_\_\_\_，

$$a : c = 1 : \sqrt{\frac{1}{2}} \tan \theta =$$

\_\_\_\_對稱面\_\_\_\_，\_\_\_\_對稱面\_\_\_\_。

\_\_\_\_次對稱軸\_\_\_\_，\_\_\_\_次對稱軸\_\_\_\_。

(B)複正方雙錐：

面角  $(hkl) \wedge (h\bar{k}\bar{l})$  為\_\_\_\_，

$$a : c = 1 : \tan \theta =$$

\_\_\_\_對稱面\_\_\_\_，\_\_\_\_對稱面\_\_\_\_。

\_\_\_\_次對稱軸\_\_\_\_，\_\_\_\_次對稱軸\_\_\_\_。

(圖一)

(圖二)

(2)半面形：

(A)正方偏三角面體：

(B)正方偏方錐體：

面角 ( )  $\wedge$  ( ) 爲 \_\_, 面角 ( )  $\wedge$  ( ) 爲 \_\_,  
 ( )  $\wedge$  ( ) 爲 \_\_。 ( )  $\wedge$  ( ) 爲 \_\_。  
 \_\_ 對稱面 \_\_, \_\_ 次對稱軸 \_\_。 \_\_ 次對稱軸 \_\_, \_\_ 次對稱軸 \_\_。

(圖三)

(圖四)

(3) 聚形 :

(A) 第一正方錐及第一正方柱。 (B) 第一正方錐及第二正方柱。

面角  $(111) \wedge (110)$  爲 \_\_。 面角  $(111) \wedge (11\bar{1})$  爲 \_\_。

軸率  $a:c = 1 : \underline{\hspace{2cm}}$ 。 軸率  $a:c = ] : \underline{\hspace{2cm}}$ 。

(圖五)

(圖六)

問題 :

(1) 正方雙錐體有幾種形式? 試求其軸率數值, 以做比較。

(2) 第一正方錐及第二正方柱之聚形, 其方位應如何確定? 如稍不慎, 將成何種結果? 兩種情況有何不同之點? 試舉結晶學上之具體數值比較之。

(3) 完面形與半面形在對稱要素上, 有何關聯性。

# 實習五

## 六方晶系之主要晶形

\_\_\_\_科，\_\_\_\_年級，組別\_\_\_\_。

姓名\_\_\_\_，實習日期\_\_\_\_。 評分\_\_\_\_，評閱人\_\_\_\_。

實習項目：觀察結晶體之稜線及隅角，測量面角度數，計算軸率數值，尋求對稱關係。

應用物品：第一六方雙錐體，複六方雙錐體，六方偏方體，複三角錐體，菱面體、偏三角面體、六方柱與菱面體之聚形、菱面體與偏三角面體之聚形各一具。接觸測角器一組。

操作程序：

(1)第一六方雙錐體：\_\_\_\_對稱面有\_\_，\_\_\_\_對稱面有\_\_，\_\_對稱面有\_\_。\_\_次對稱軸有\_\_，\_\_次對稱軸有\_\_。

面角為\_\_\_\_， $a:c = 1 : \sqrt{\frac{3}{4}} \tan \theta =$

(2)複六方雙錐體：\_\_\_\_對稱面有\_\_，\_\_\_\_對稱面有\_\_，\_\_\_\_對稱面有\_\_。\_\_次對稱軸有\_\_，\_\_次對稱軸有\_\_。

面角為\_\_\_\_， $a:c = 1 : \tan \theta =$

(3)複三角錐體：\_\_\_\_對稱面有\_\_，\_\_\_\_對稱面有\_\_。\_\_次對稱軸有\_\_，\_\_次對稱軸有\_\_。

面角為\_\_\_\_， $a:c = 1 : \tan \theta =$

(圖一)

(圖二)

(圖三)

- (4)菱面體：\_\_\_對稱面有\_\_\_，\_\_\_次對稱軸有\_\_\_，\_\_\_次對稱軸有\_\_\_。
- (5)六方偏方體：\_\_\_次對稱軸有\_\_\_，\_\_\_次對稱軸有\_\_\_。
- (6)偏三角面體：\_\_\_對稱面有\_\_\_，\_\_\_次對稱軸有\_\_\_，\_\_\_次對稱軸有\_\_\_。

(圖四)

(圖五)

(圖六)

- (7)第一六方柱與負菱面體之聚形：記入各晶面之密氏符號。
- (8)正菱面體與偏三角面體之聚形：記入各晶面之密氏符號。

(圖七)

(圖八)

問題：

- (1)試比較第一、第二及第三六方雙錐體之軸率數值與對稱關係。
- (2)下列晶體之對稱關係有何不同？試比較之。
- (A)菱面體與三角雙錐體。
- (B)六方偏方體與偏形六面體。
- (3)左石英與右石英之結晶應如何確定？試繪圖比較之。

# 實習六

## 斜方晶系之主要晶形

\_\_\_\_科，\_\_\_\_年級，組別\_\_\_\_。

姓名\_\_\_\_，實習日期\_\_\_\_。 評分\_\_\_\_，評閱人\_\_\_\_。

實習項目：測量面角度數，計算軸率數值，尋求對稱關係，確定雙晶面及雙晶軸之方位。

應用物品：斜方雙錐體、短軸坡面、斜方櫛及硫黃、瀉利鹽、十字石、異極礦之結晶模型各一具；接觸測角器一組。

操作程序：

(1)斜方雙晶體：\_\_對稱面有\_\_；\_\_次對稱軸有\_\_。

面角為\_\_及\_\_； $a:b:c = ( ) : 1 : ( )$ 。

(2)短軸坡面：\_\_對稱面有\_\_；\_\_次對稱軸有\_\_。

(3)斜方櫛：\_\_對稱面有\_\_；\_\_次對稱面有\_\_。

面角為\_\_( ) $\wedge$ ( )，\_\_( ) $\wedge$ ( )，及\_\_( ) $\wedge$ ( )。

(圖一)

(圖二)

(圖三)

(4)硫黃之結晶：記入各晶面之密氏符號。

(5)十字石之結晶：記入各晶面之密氏符號及雙晶面之方位。

(圖四)

(圖五)

(6) 瀉利鹽之結晶：

記入晶面符號，尋求對稱關係。

(7) 異極礦之結晶：

記入晶面符號，尋求對稱關係。

(圖六)

(圖七)

問題：

(1) 上述瀉利鹽與異極礦之結晶在外形上有何類似之點？其對稱要素在本質上有何不同。

(2) 比較正方櫛與斜方櫛之外形及對稱要素。



# 實習七

## 單斜晶系之主要晶形

\_\_\_\_科，\_\_\_\_年級，組別\_\_\_\_。

姓名\_\_\_\_，實習日期\_\_\_\_。 評分\_\_\_\_，評閱人\_\_\_\_。

實習項目：測量面角度數，計算軸角及軸率數值，尋求對稱關係，記入晶面符號，確定雙晶面及雙晶軸之方位。

應用物品：半雙錐體、半正軸坡面、斜軸坡面、半雙錐體及單斜柱之聚形，石膏及正長石之雙晶各一具；接觸測角器一組。

操作程序：

(1)單晶：

(A)半雙錐體：面角為 __ ( ) ^ ( ) ； $\beta$ 為 __。 $a:b:c = ( ) :$ 1: ( )。	(B)半正軸坡面：面角 為__ ( ) ^ ( ) ，及__ ( ) ^ ( ) ) ； $\beta$ 為__。 $a:b$ = 1: ( )。	(C)斜軸坡面：面角 為__ ( ) ^ ( ) ) ； $\beta$ 為__。 $a:b:c = \infty:1:($ )。
__對稱面有__，__次對稱 軸有__。	__對稱面有__，__次 對稱軸有__。	__對稱面有__，__ 次對稱軸有__。

(圖一)

(圖二)

(圖三)

(2)聚形：