

Elementos de simetria (grau de simetria)

Classe cristalina

Sistema cristalino

Cruz axial

Significado do símbolo da classe cristalina

Formas cristalinas (nome, aberta ou fechada)

Diagrama de Wulff

Símbolos de faces

Uma zona e as faces pertencentes a ela

AS 32 CLASSES CRISTALINAS

Sistema Cristalino	Classe Cristalina	Grau de Simetria
Triclínico	1	Sem simetria
	$\bar{1}$	i
Monoclínico	2	1E2
	m	1m
	2/m	1E2, 1m, i
Ortorrômbico	222	3E2
	mm2	1E2, 2m
	2/m2/m2/m	3E2, 3m, i
Tetragonal	4	1E4
	$\bar{4}$	1E $\bar{4}$
	4/m	1E4, 1m, i
	422	1E4, 4E2
	4mm	1E4, 4m
	$\bar{4}2m$	1E $\bar{4}$, 2E2, 2m
	4/m2/m2/m	1E4, 4E2, 5m, i
Trigonal	3	1E3
	$\bar{3}$	1E $\bar{3}$
	32	1E3, 3E2
	3m	1E3, 3m
	$\bar{3}2/m$	1E $\bar{3}$, 3E2, 3m, i
Hexagonal	6	1E6
	$\bar{6}$	1E $\bar{6}$
	6/m	1E6, 1m, i
	622	1E6, 6E2
	6mm	1E6, 6m
	$\bar{6}m2$	1E $\bar{6}$, 3E2, 3m
	6/m2/m2/m	1E6, 6E2, 7m, i
Isométrico (Cúbico)	23	4E3, 3E2
	2/m $\bar{3}$	4E $\bar{3}$, 3E2, 3m, i
	432	4E3, 3E4, 6E2
	$\bar{4}3m$	4E3, 3E $\bar{4}$, 6m
	4/m $\bar{3}2/m$	4E $\bar{3}$, 3E4, 6E2, 9m, i

TABELA A3.1 Formas dos sistemas triclinico, monoclinico e ortorrômbico

Número de faces	Nome da forma	Grupos pontuais (classe cristalina)								Forma exclusiva para
		1	$\bar{1}$	2	<i>m</i>	$2/m$	222	<i>mm2</i>	$2/m2/m2/m$	
1	Péδιο	+		+	+				+	
2	Pinacoide		+	+	+	+	+	+		+
2	Domo			+	+				+	
2	Esfenoide									
4	Prisma					+	+	+		+
4	Disfenoide						+			222
4	Pirâmide							+		<i>mm2</i>
8	Bipirâmide								+	$2/m2/m2/m$

TABELA A3.2 Formas do sistema tetragonal

Número de faces	Nome da forma	Grupos pontuais (classe cristalina)							Forma exclusiva para
		4	$\bar{4}$	$4m$	422	$4mm$	$\bar{4}2m$	$4/m2/m2/m$	
1	Péδιο	+				+			
2	Pinacoide		+	+	+		+	+	
4	Prisma tetragonal	+	+	+	+	+	+	+	
4	Pirâmide tetragonal	+				+			
4	Disfenoide tetragonal		+				+		
8	Prisma ditetragonal				+	+	+	+	
8	Bipirâmide tetragonal			+	+		+	+	
8	Trapezoedro tetragonal				+				422
8	Escalenoedro tetragonal						+		$\bar{4}2m$
8	Pirâmide ditetragonal					+			$4mm$
16	Bipirâmide tetragonal							+	$4/m2/m2/m$

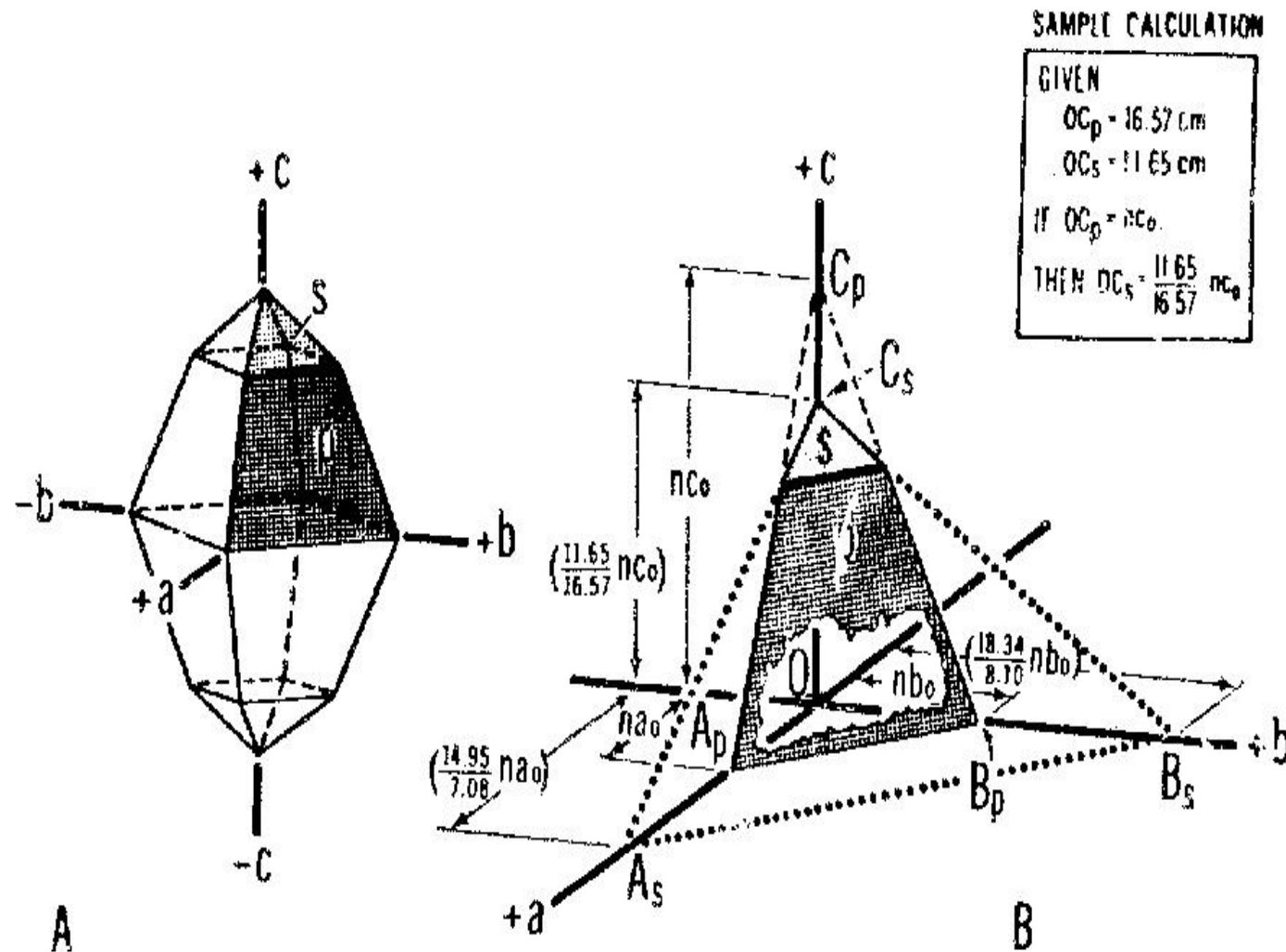
TABELA A3.3 Formas do sistema hexagonal

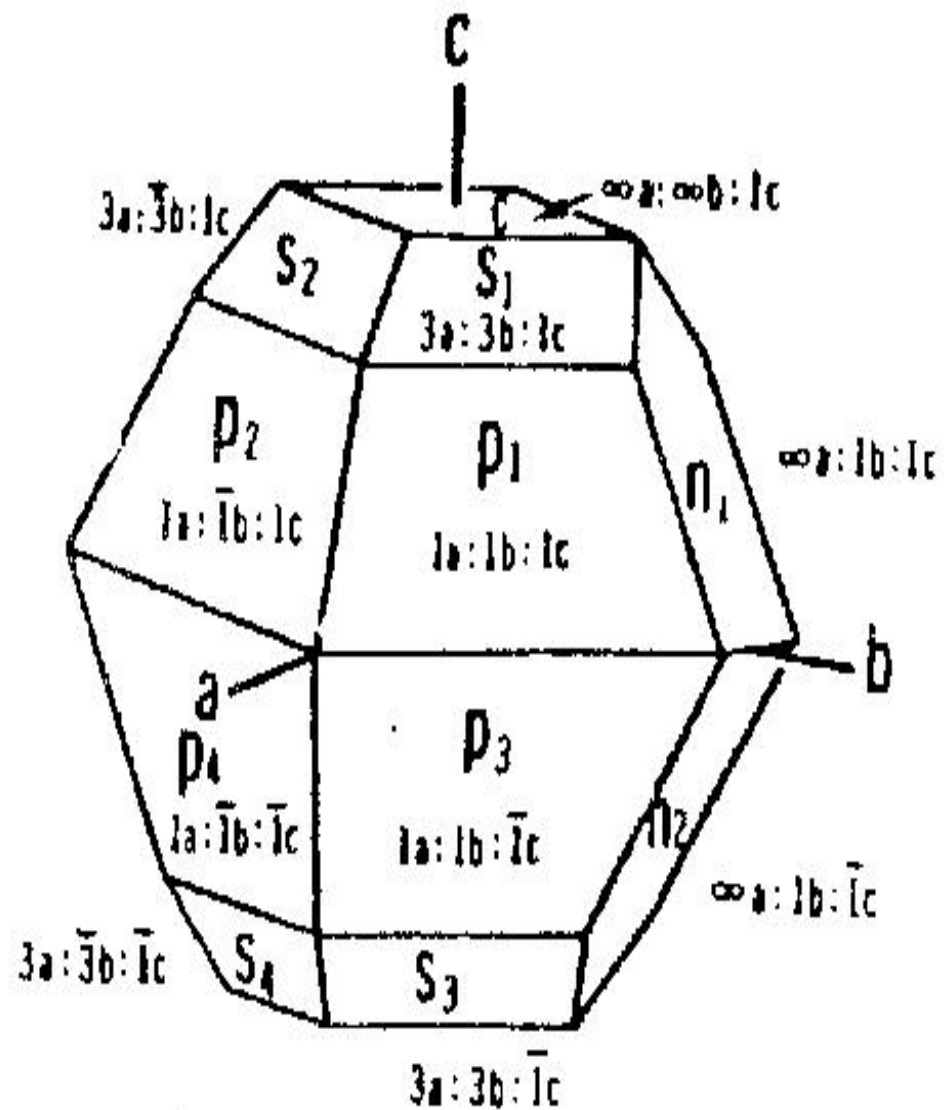
Número de faces	Nome da forma	Grupos pontuais (classe cristalina)											Forma exclusiva para	
		3	$\bar{3}$	32	3m	$\bar{3}2/m$	6	$\bar{6}$	6/m	622	6mm	$\bar{6}m2$		6/m2/m2/m
1	Péδιο	+			+		+				+			
2	Pinacoide		+	+		+		+	+	+		+	+	
3	Prisma trigonal	+		+	+			+				+		
3	Pirâmide trigonal	+			+									
6	Prisma ditrigonal			+	+							+		
6	Prisma hexagonal		+	+	+	+	+		+	+	+	+	+	
6	Bipirâmide trigonal			+				+				+		
6	Romboedro		+	+		+								
6	Trapezoedro trigonal			+										
6	Pirâmide ditetragonal				+									32
6	Pirâmide hexagonal				+		+				+			3m
12	Bipirâmide hexagonal					+		+	+		+	+		
12	Escalenoedro hexagonal					+							+	
12	Prisma dihexagonal					+			+	+				$\bar{3}2/m$
12	Bipirâmide ditrigonal										+			
12	Trapezoedro hexagonal								+					$\bar{6}/m2$
12	Pirâmide dihexagonal									+				6mm
24	Bipirâmide dihexagonal												+	6/m2/m2/m

TABELA A3.4 Formas do sistema isométrico

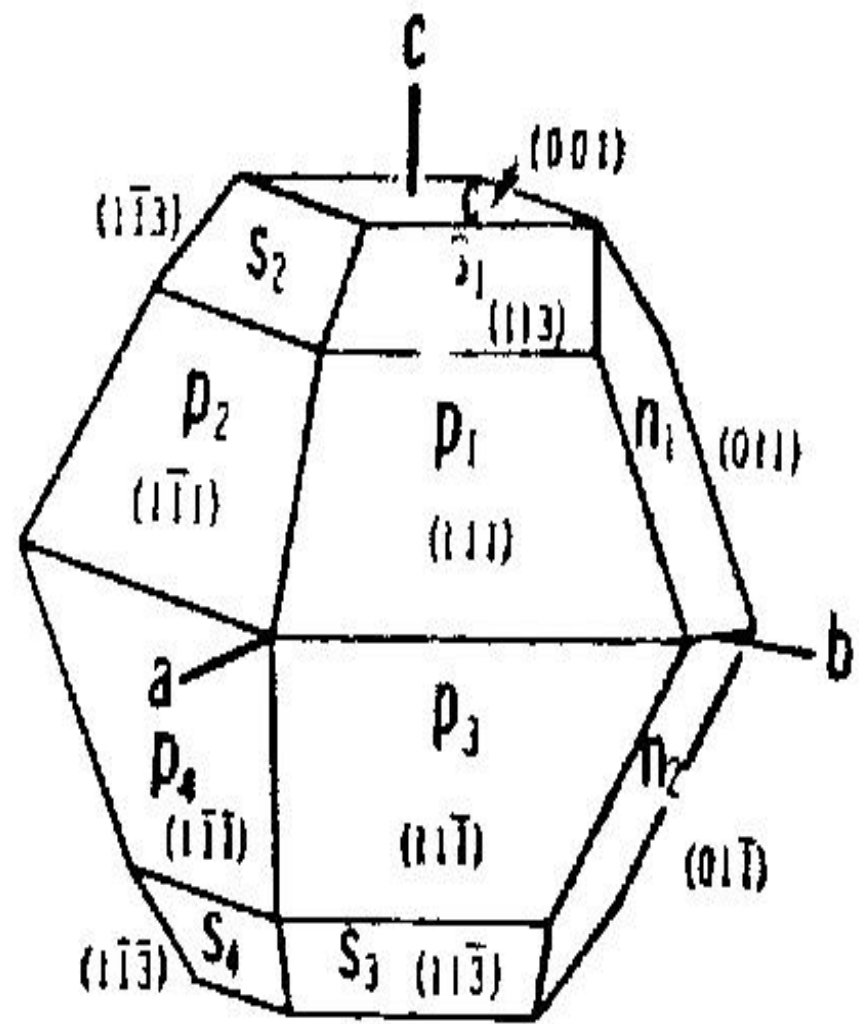
Número de faces	Nome da forma	Grupos pontuais (classe cristalina)					Forma exclusiva para
		23	432	$2/m\bar{3}$	$\bar{4}3m$	$4m\bar{3}2/m$	
4	Tetraedro	+			+		
6	Cubo	+	+	+	+	+	
8	Octaedro		+	+		+	
12	Dodecaedro	+	+	+	+	+	
	Piritoedro	+		+			
	Tristetraedro	+			+		
	Dodecaedro deltoide	+			+		
	Tetartoide	+					23
24	Tetrahexaedro		+		+	+	
	Trapezoedro		+	+		+	
	Trisoctaedro		+	+		+	
	Hexatetraedro				+		$\bar{4}3m$
	Diploide			+			$2/m\bar{3}$
	Giroide		+				432
48	Hexaoctaedro					+	$4/m\bar{3}2/m$

Face paramétrica = face fundamental = (111)





A Parâmetros de Weiss



B Índices de Miller

Intercepts for Faces in Figure 3-2A

Face	Intercept on Axis		
	a	b	c
P_1	4.60	5.66	10.77
p_1	4.60	-5.66	10.77
p_2	4.60	5.66	-10.77
p_4	4.60	-5.66	-10.77
s_1	8.28	10.18	6.46
s_2	8.28	-10.18	6.46
s_3	8.28	10.18	-6.46
s_4	8.28	-10.18	-6.46
n_1	∞	4.53	8.62
n_2	∞	4.53	-8.62
c	∞	∞	2.98

6. Para um determinado cristal foram medidos os seguintes interceptos, em cm:

Eixo	Face paramétrica	Face A	Face B	Face C	Face D	Face E
a	0,393	0,405	0,324	0,340	0,117	0,247
b	0,742	0,765	1,224	∞	0,330	0,234
c	0,353	0,728	0,194	0,611	0,314	∞

a. Sendo os eixos cristalográficos normais entre si, a qual sistema cristalino pertence este cristal?

Calcule os índices de Miller para as faces A até E (lembre que os índices de Miller são números inteiros e muito simples: normalize!)

b. Calcule a relação axial a:b:c (normalize de forma que b = 1).

	a	b	c
(111)	0,343	0,242	0,353

A →	$\frac{0,405}{0,343}$	$\frac{0,765}{0,242}$	$\frac{0,728}{0,353}$
-----	-----------------------	-----------------------	-----------------------

	1,030	1,031	2,062
--	-------	-------	-------

PARÂMETROS
DE
WEISS

	1	1	2
--	---	---	---

	$\frac{1}{1}$	$\frac{1}{1}$	$\frac{1}{2}$
--	---------------	---------------	---------------

	1	1	0,5
--	---	---	-----

ÍNDICES
DE
MILLER

	(2	2	1)
--	----	---	----

(111)

a
0,393

b
0,742

c
0,353

A →

0,393
0,405

0,742
0,765

0,353
0,728

0,970

0,970

0,485

(2

2

1)

(111)

^a
0,393

^b
0,742

^c
0,353

B

→ 0,393
0,324

0,742
1,224

0,353
0,194

1,213

0,606

1,820

(2

1

3)

(111)

$0,393^a$

$0,742^b$

$0,353^c$

C → 0,393

0,742

0,353

0,340

2

0,611

1,156

0

0,578

(2

0

1)

(111)

a

0,393

b

0,742

c

0,353

D →

0,393

0,742

0,353

0,117

0,330

0,314

3,359

2,248

1,124

(3

2

1)

(111)

a
0.393

b
0.742

c
0.353

E

0.393

0.742

0.353

0.247

0.234

0

1.591

3.171

0

(1

2

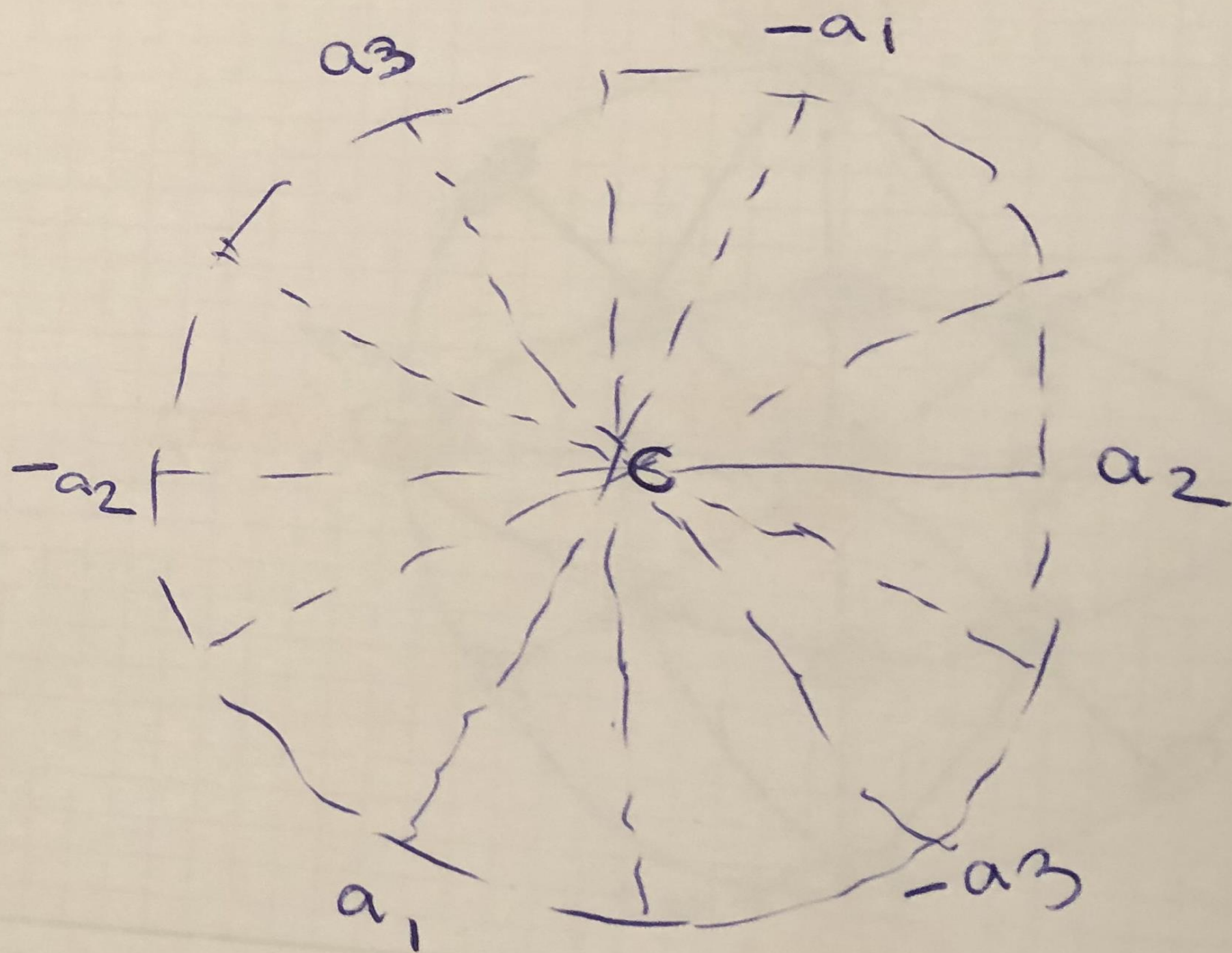
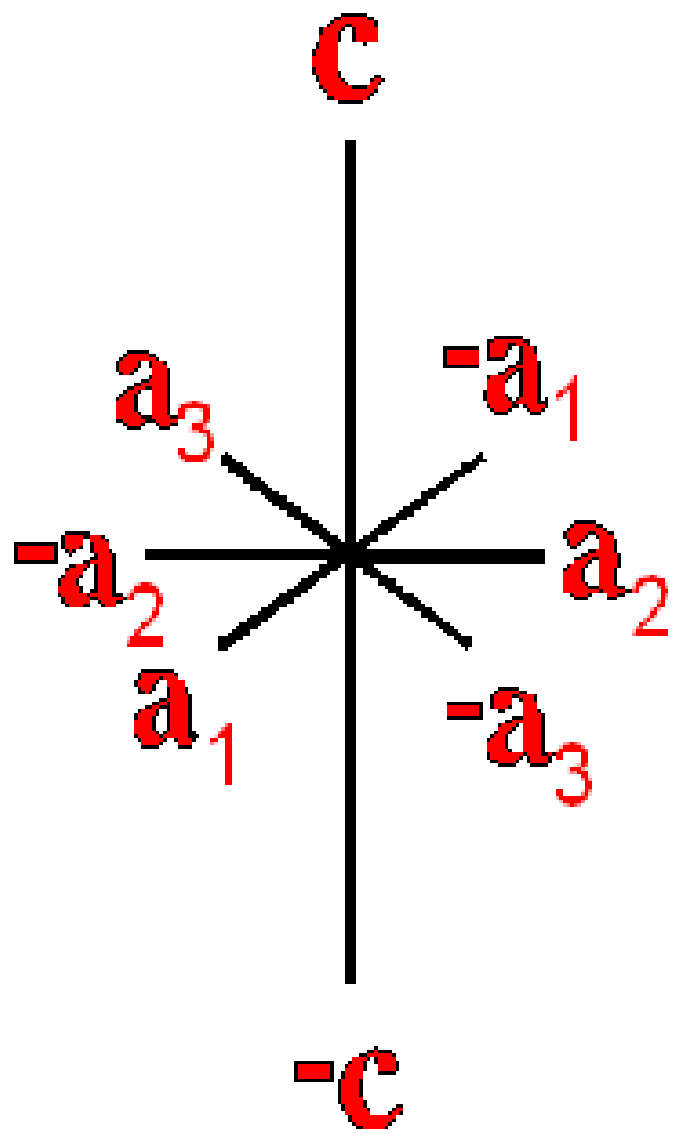
0)

12. O quartzo - SiO_2 - apresenta espécies polimórficas de alta e baixa temperatura, respectivamente, o quartzo β , de classe cristalina 622, e o quartzo α , de classe cristalina 32. Em rochas vulcânicas ácidas, tipicamente de alta temperatura (ca. 800-850° C), o quartzo frequentemente ocorre como fenocristais, com a forma $\{10\bar{1}1\}$ bem desenvolvida. Em pegmatitos, formados a temperaturas significativamente mais baixas (600° C) desenvolvem-se três formas principais: ¶

$m\{10\bar{1}0\}$, $r\{10\bar{1}1\}$ e $z\{01\bar{1}1\}$. Sabendo-se o ângulo interfacial: ¶

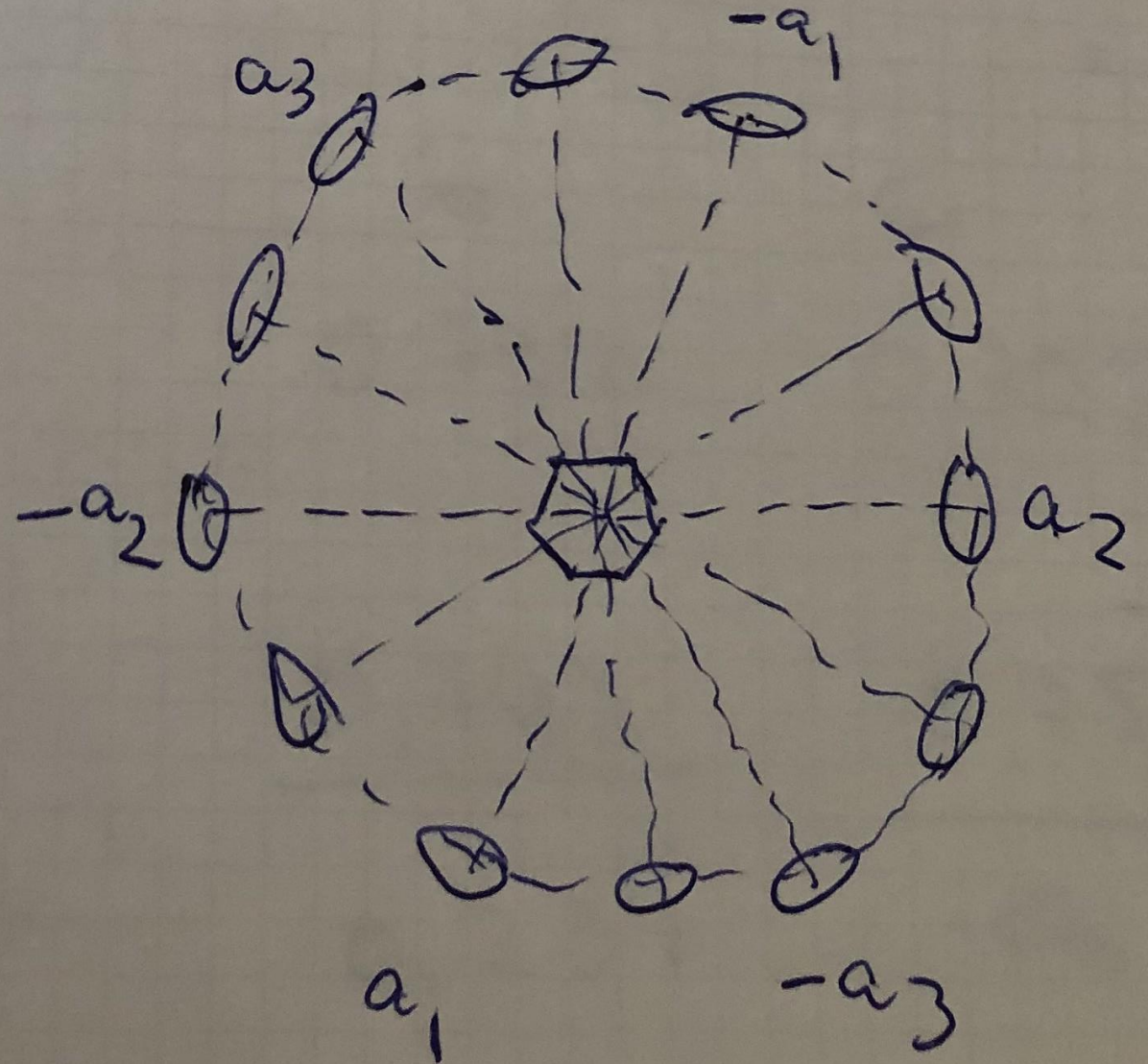
$$(10\bar{1}0) \wedge (10\bar{1}1) = 38^\circ 13' \text{ ¶}$$

- Projete a forma do cristal (fenocristal) de quartzo de rochas vulcânicas ácidas, de alta temperatura. Que forma é essa? Faça um esboço, e desenhos de cortes, um perpendicular, o outro paralelo ao eixo c. ¶
- Projete as formas que compõem um cristal de quartzo de baixa temperatura. Que formas são essas? ¶
- Compare as formas de cristais de alta e baixa temperatura. Quais as semelhanças e diferenças entre ambos? Que modificações ocorrem na transformação de quartzo de alta para de baixa temperatura? ¶



QUARTZO β

6 2 2
b b bissettrizes
C $a_1 a_2 a_3$ $a_1 a_2 a_3$



QUARTZO β

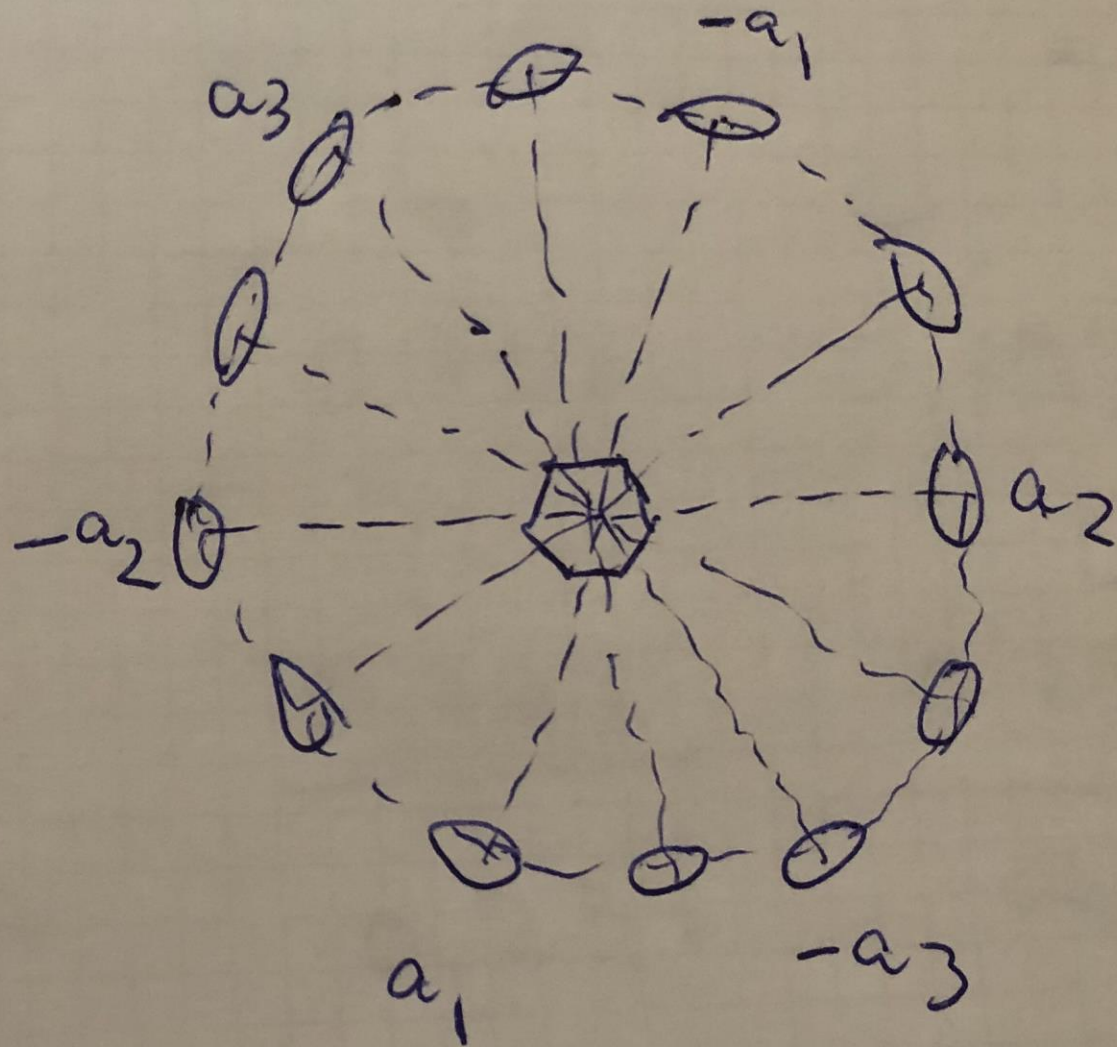
6 2 2

\downarrow \downarrow \downarrow
 bissectrices

C $a_1 a_2 a_3$ $a_1 a_2 a_3$

$\{10\bar{1}1\}$

$$(10\bar{1}0) \wedge (10\bar{1}1) = 38^\circ 13'$$

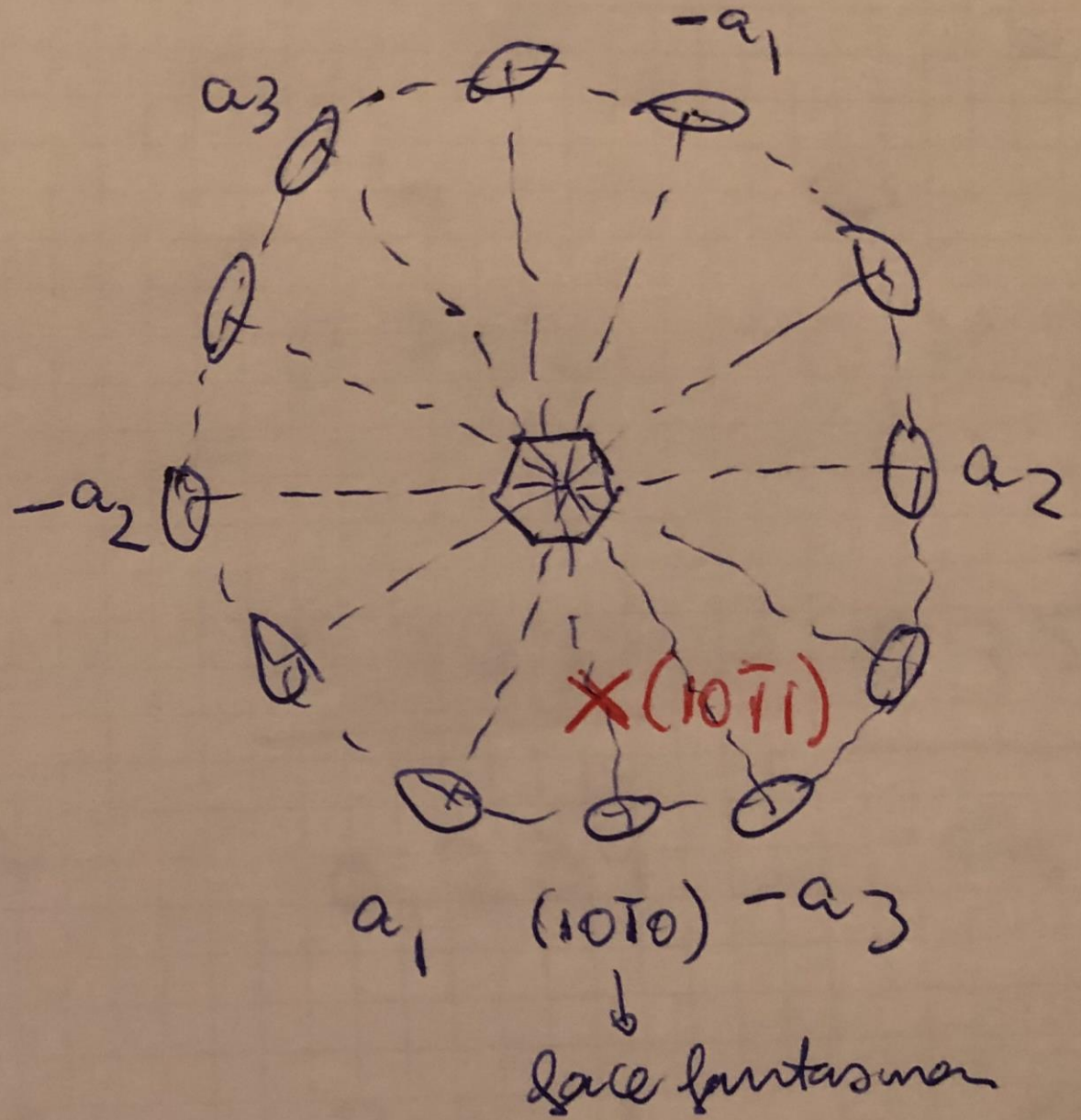


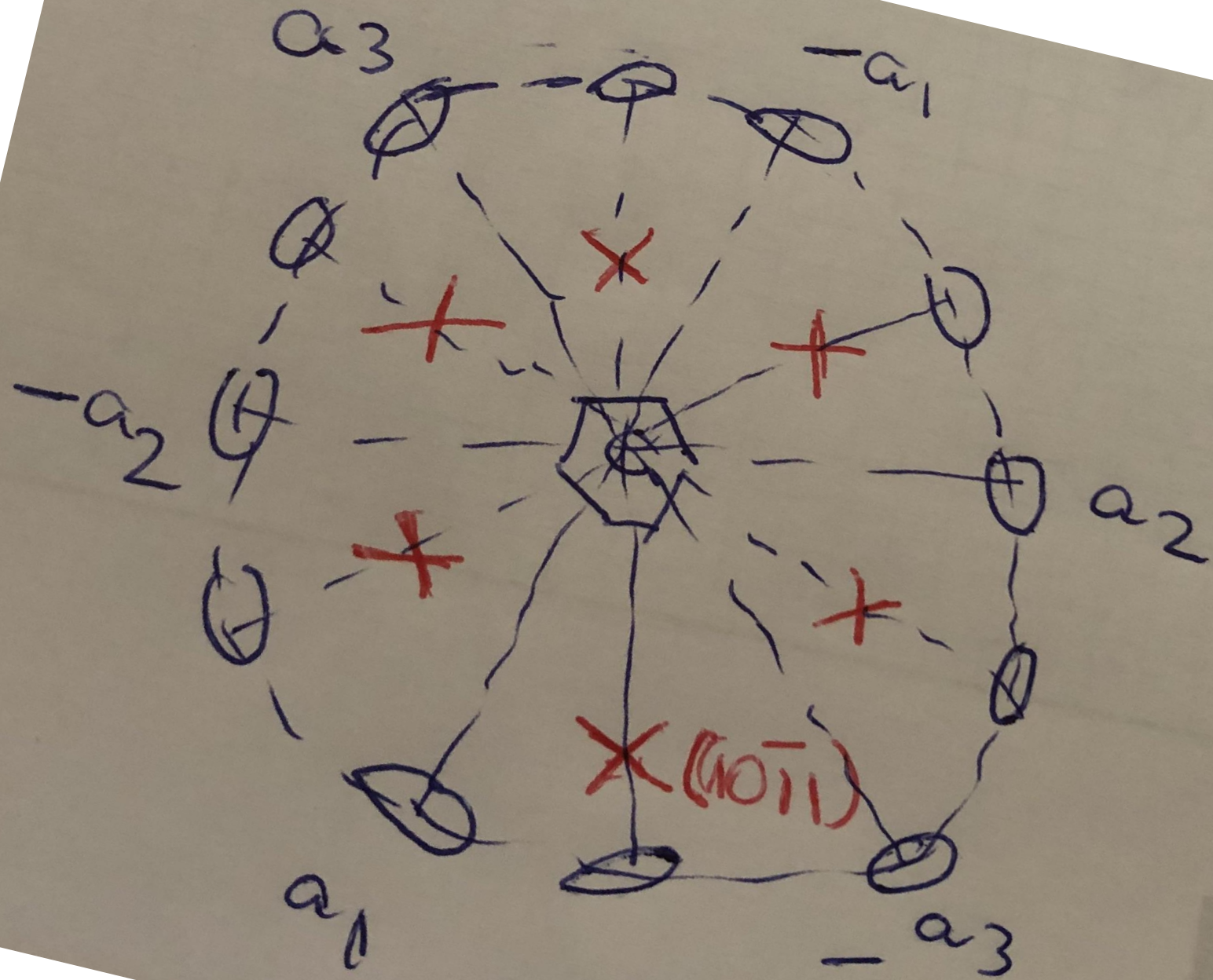
QUARTZO β

$6 \quad 2 \quad 2$
 $\downarrow \quad \downarrow$
 $b \quad b \quad \text{bissetrizes}$
 $c \quad a_1 a_2 a_3 \quad a_1 a_2 a_3$

$\{10\bar{1}1\}$

$(10\bar{1}0) \wedge (10\bar{1}1) = 38^\circ 13'$





QUARTZO β

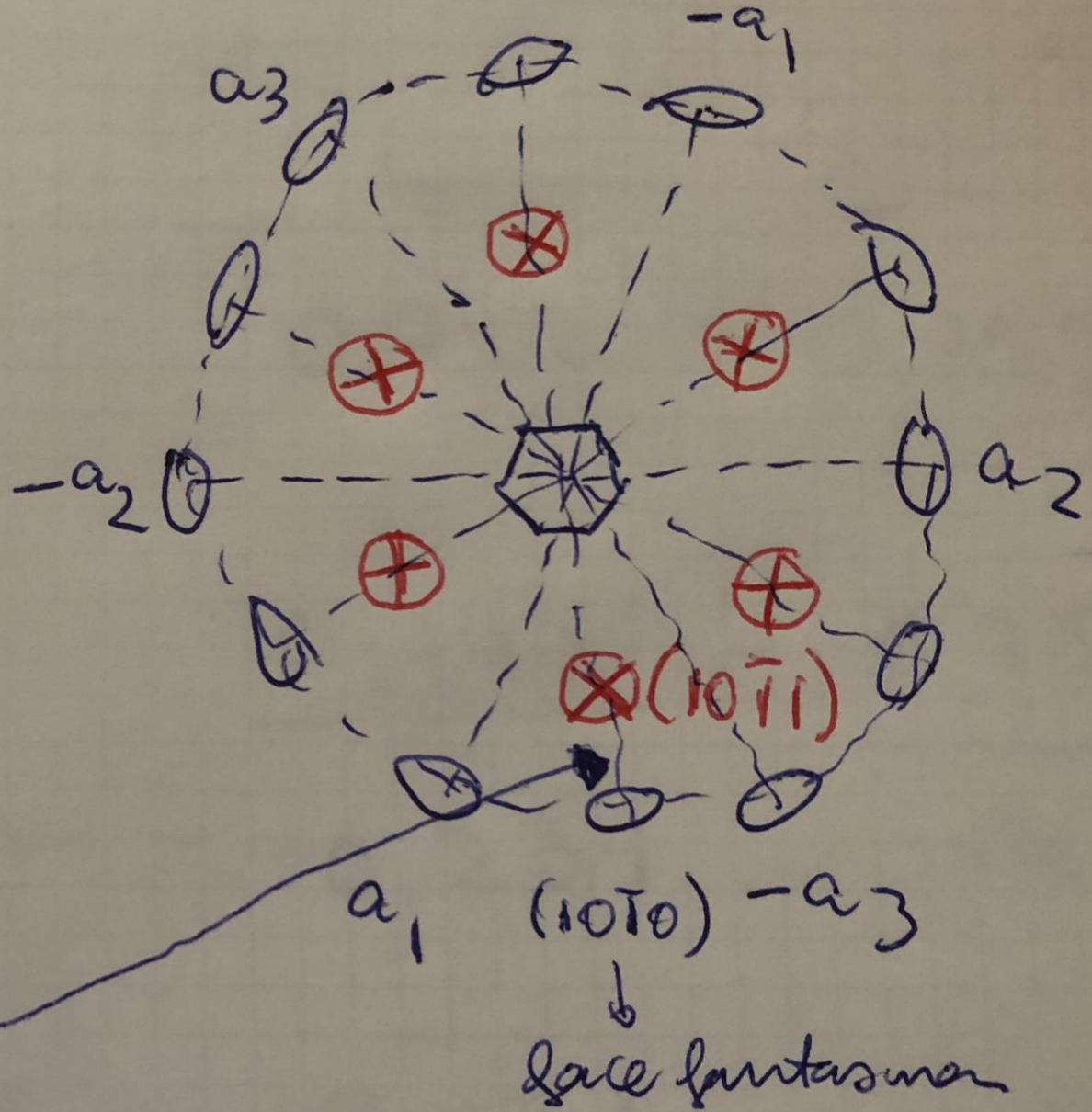
6 2 2

↓ ↓ bissetrizes

C $a_1 a_2 a_3$ $a_1 a_2 a_3$

$\{10\bar{1}1\}$

$(10\bar{1}0) \wedge (10\bar{1}1) = 38^\circ 13'$



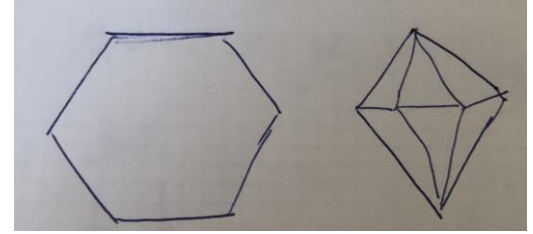
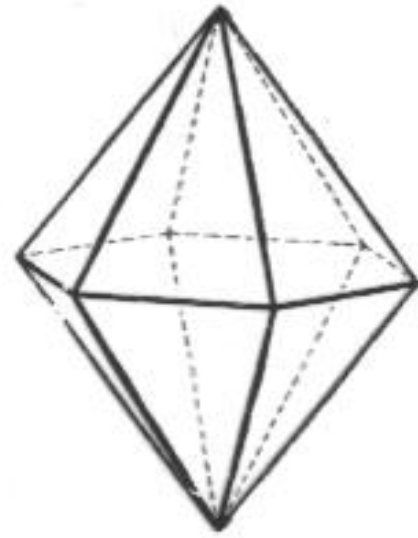
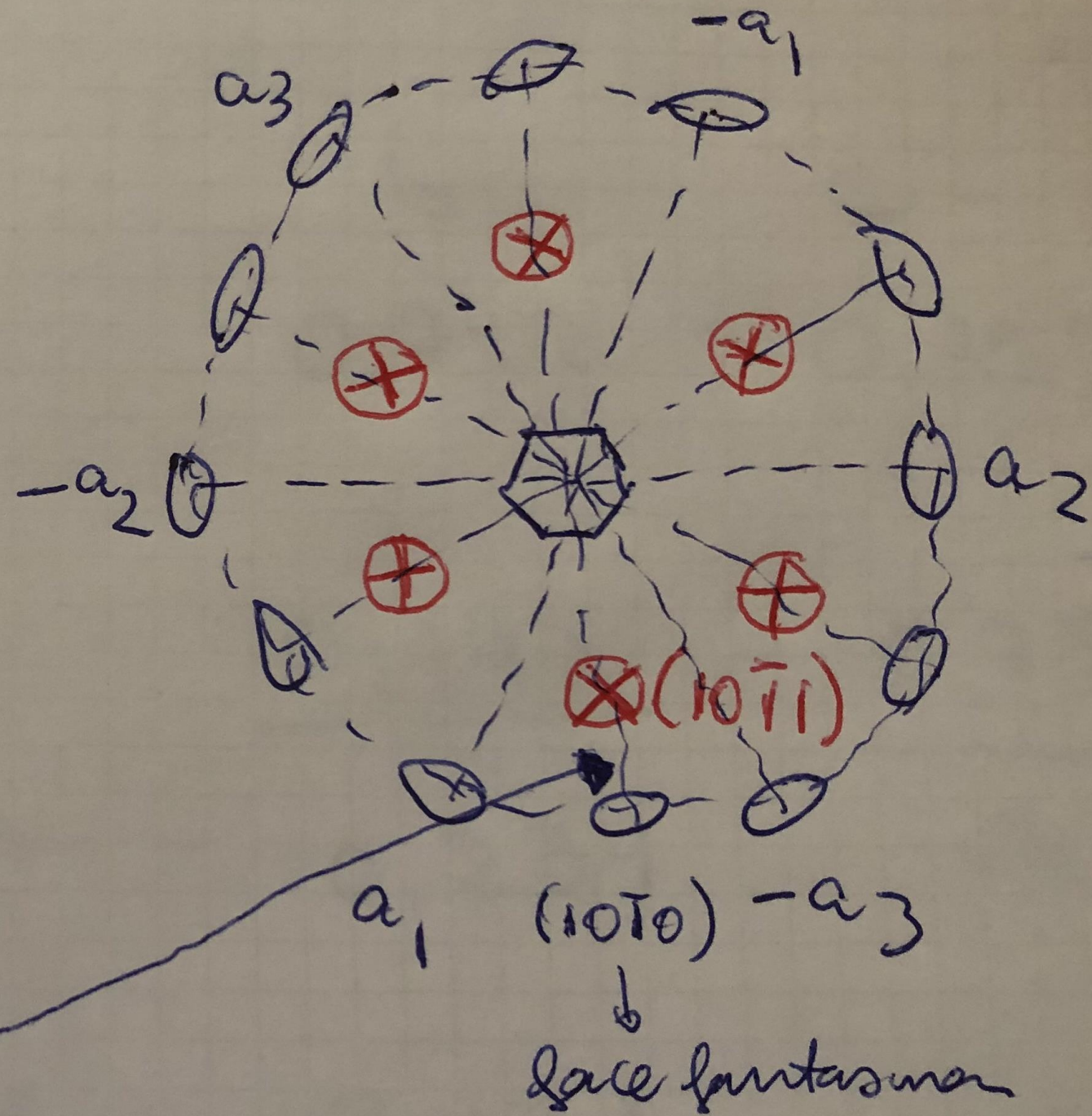


Fig. 27. Hexagonal dipyramid.

BIPIRÂMIDE
 HEXAGONAL
 $\{10\bar{1}1\}$

TABELA A3.3 Formas do sistema hexagonal

Número de faces	Nome da forma	Grupos pontuais (classe cristalina)											Forma exclusiva para	
		3	$\bar{3}$	32	3m	$\bar{3}2/m$	6	$\bar{6}$	6/m	622	6mm	$\bar{6}m2$		6/m2/m2/m
1	Péδιο	+			+		+				+			
2	Pinacoide		+	+		+		+	+	+		+	+	
3	Prisma trigonal	+		+	+			+				+		
3	Pirâmide trigonal	+			+									
6	Prisma ditrigonal			+	+							+		
6	Prisma hexagonal		+	+	+	+	+		+	+	+	+	+	
6	Bipirâmide trigonal			+				+				+		
6	Romboedro		+	+		+								
6	Trapezoedro trigonal			+										
6	Pirâmide ditetragonal				+									32
6	Pirâmide hexagonal				+		+				+			3m
12	Bipirâmide hexagonal					+			+	+		+	+	
12	Escalenoedro hexagonal					+							+	
12	Prisma dihexagonal					+				+	+			$\bar{3}2/m$
12	Bipirâmide ditrigonal											+		
12	Trapezoedro hexagonal								+					$\bar{6}/m2$
12	Pirâmide dihexagonal									+				6mm
24	Bipirâmide dihexagonal												+	6/m2/m2/m

12. O quartzo - SiO_2 - apresenta espécies polimórficas de alta e baixa temperatura, respectivamente, o quartzo β , de classe cristalina 622, e o quartzo α , de classe cristalina 32. Em rochas vulcânicas ácidas, tipicamente de alta temperatura (ca. 800-850° C), o quartzo frequentemente ocorre como fenocristais, com a forma $\{10\bar{1}1\}$ bem desenvolvida. Em pegmatitos, formados a temperaturas significativamente mais baixas (600° C) desenvolvem-se três formas principais: ¶

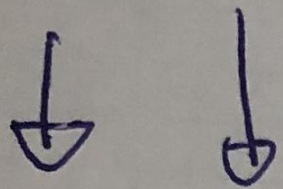
$m\{10\bar{1}0\}$, $r\{10\bar{1}1\}$ e $z\{01\bar{1}1\}$. Sabendo-se o ângulo interfacial: ¶

$$(10\bar{1}0) \wedge (10\bar{1}1) = 38^\circ 13' \text{ ¶}$$

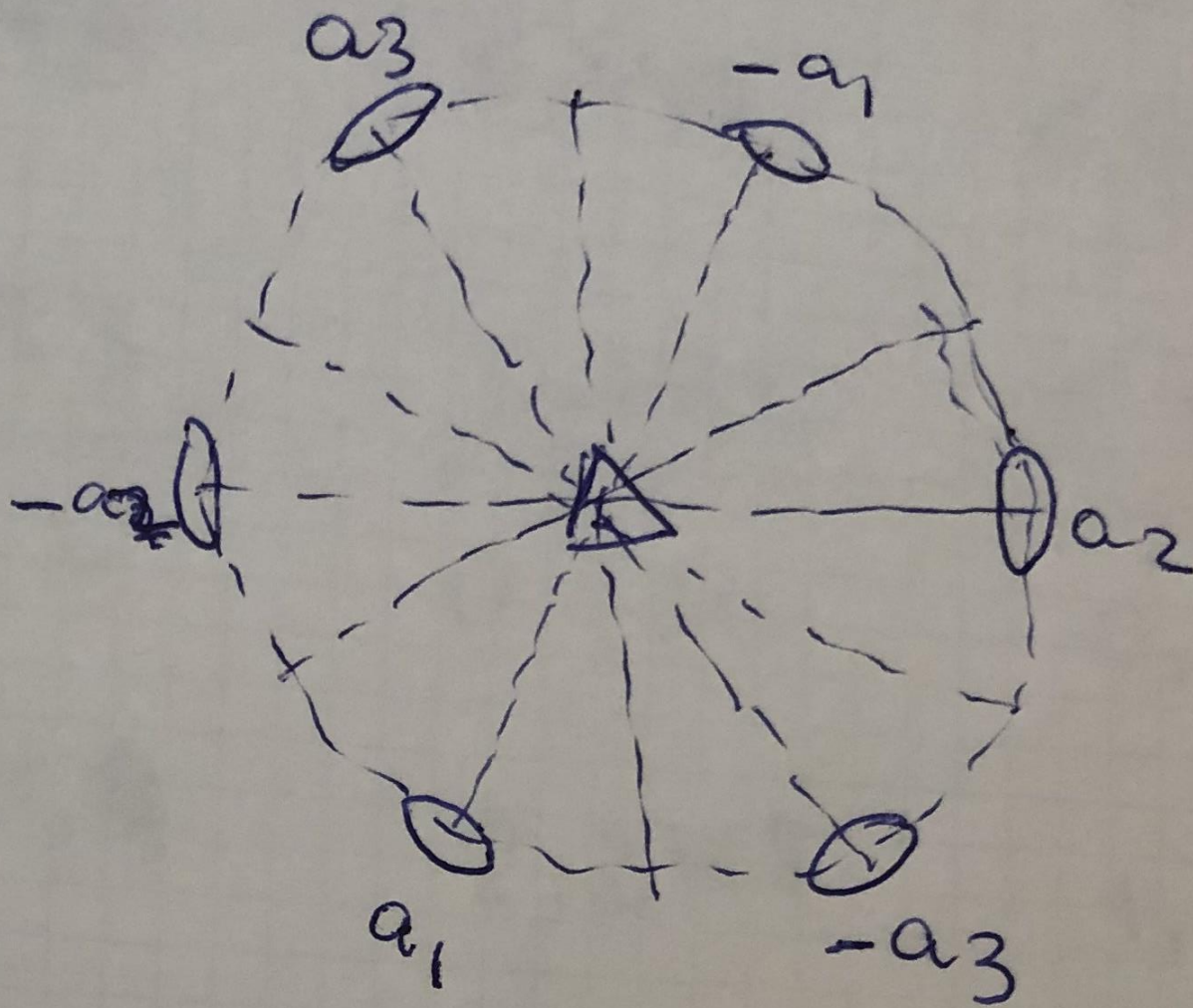
- Projete a forma do cristal (fenocristal) de quartzo de rochas vulcânicas ácidas, de alta temperatura. Que forma é essa? Faça um esboço, e desenhos de cortes, um perpendicular, o outro paralelo ao eixo c. ¶
- Projete as formas que compõem um cristal de quartzo de baixa temperatura. Que formas são essas? ¶
- Compare as formas de cristais de alta e baixa temperatura. Quais as semelhanças e diferenças entre ambos? Que modificações ocorrem na transformação de quartzo de alta para de baixa temperatura? ¶

QUARTZ α

3 2



c $a_1 a_2 a_3$



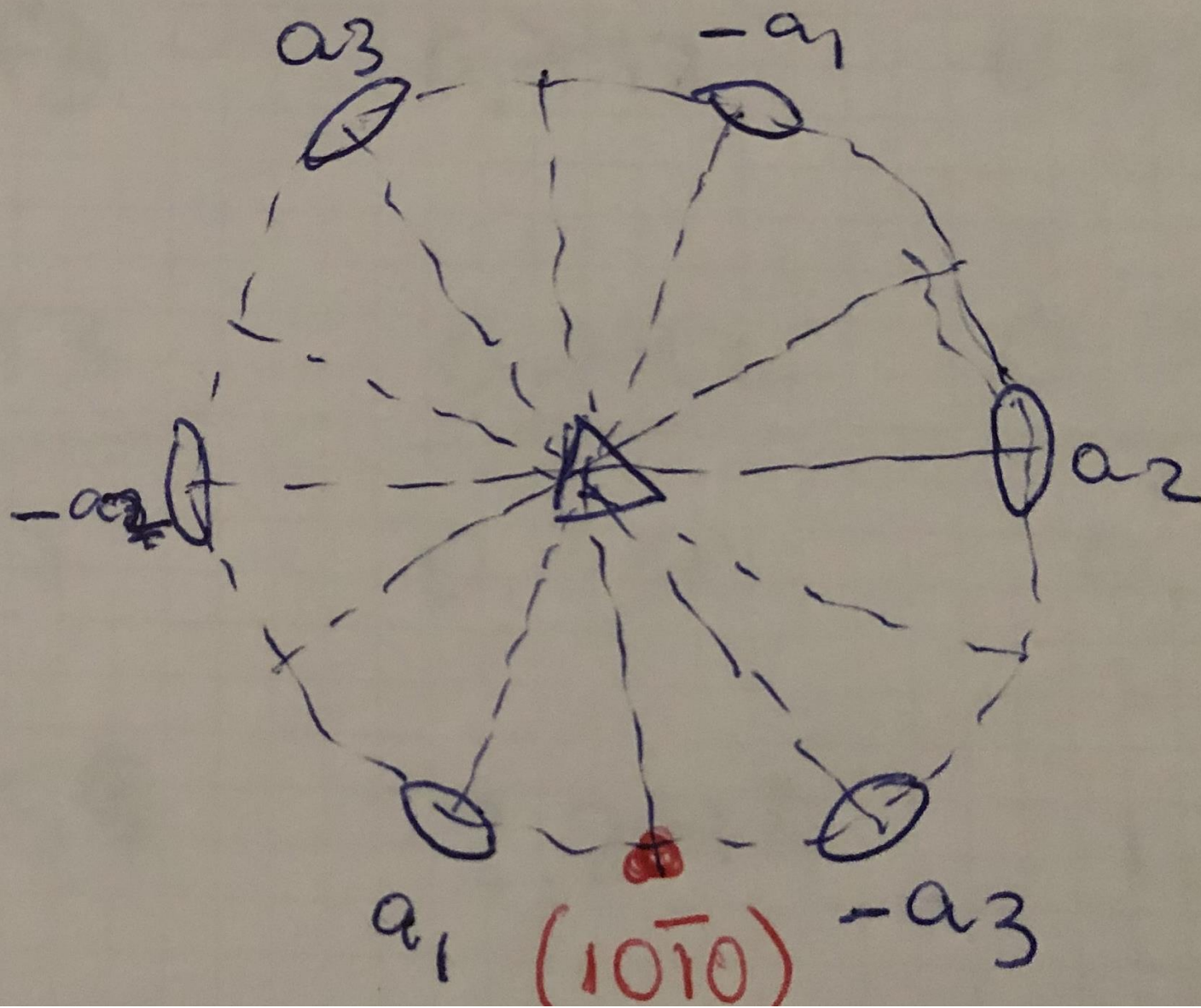
QUARTZO 2

3 2

↓ ↓

c a₁ a₂ a₃

m {10 $\bar{1}$ 0}



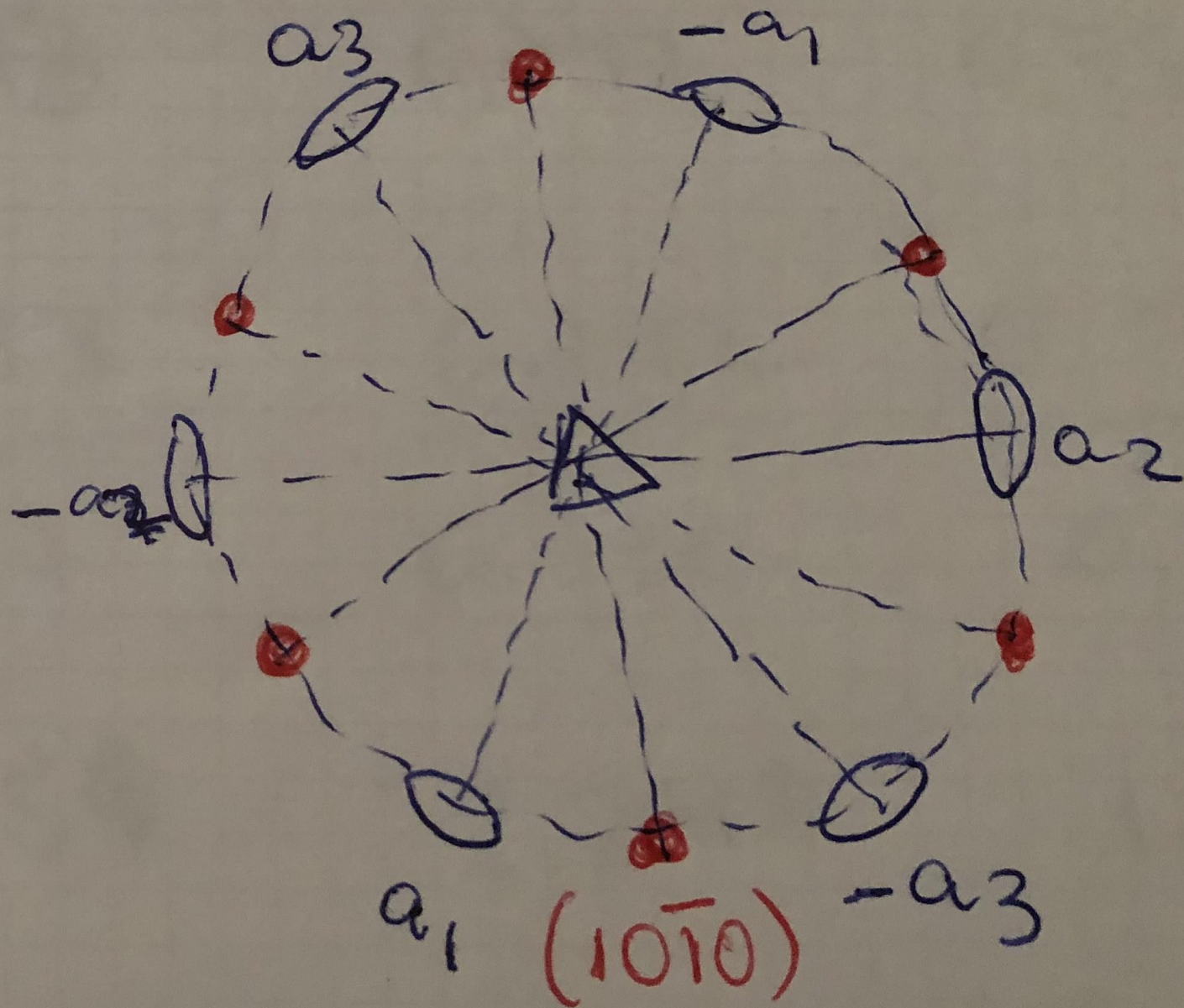
QUARTZO 2

3 2

↓ ↓

c a₁ a₂ a₃

m {10 $\bar{1}$ 0}



QUARTZ 2

3 2

↓ ↓

c a₁ a₂ a₃

m {10 $\bar{1}$ 0}

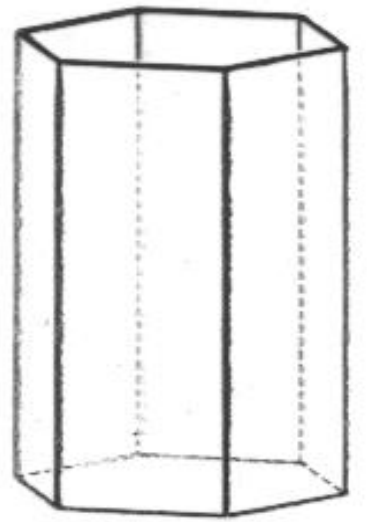
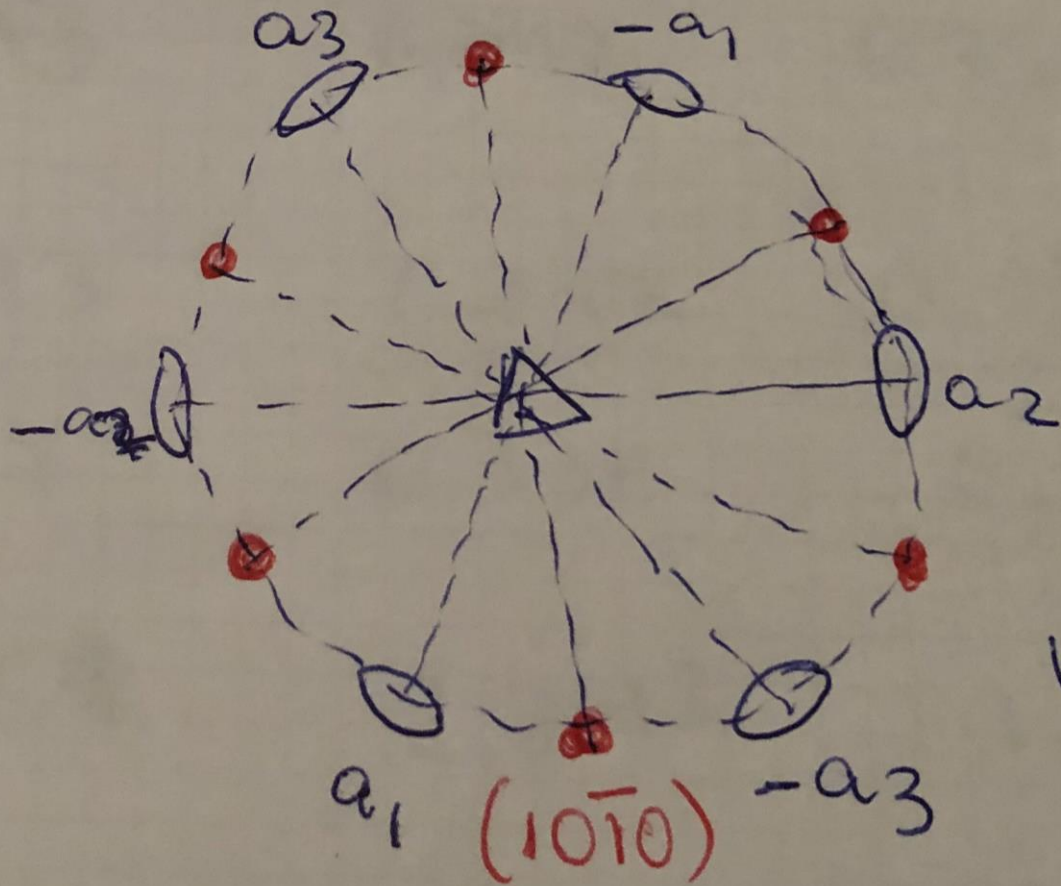
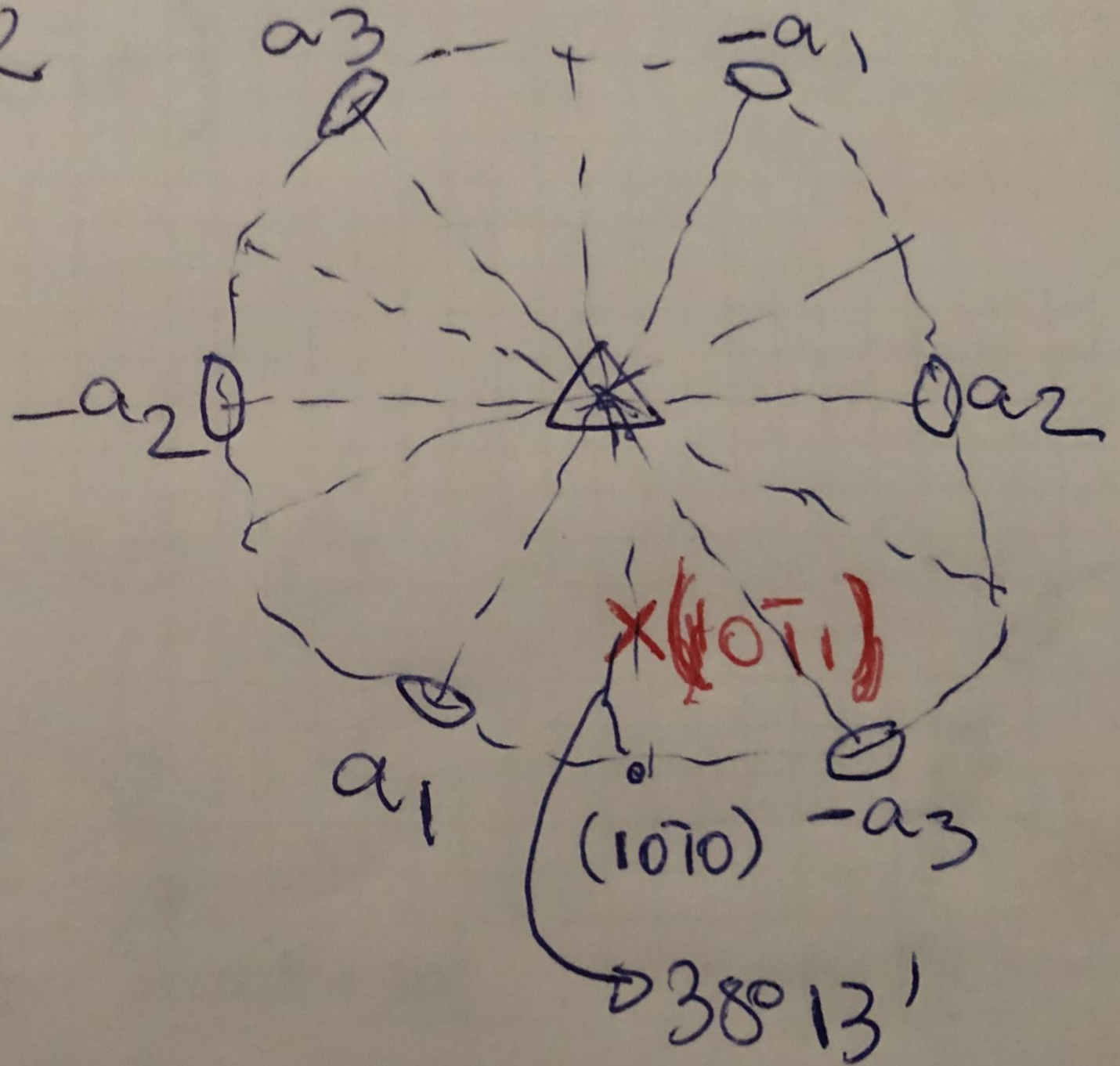


Fig. 20. Hexagonal prism.

PRISMA
HEXAGONAL
{10 $\bar{1}$ 0}

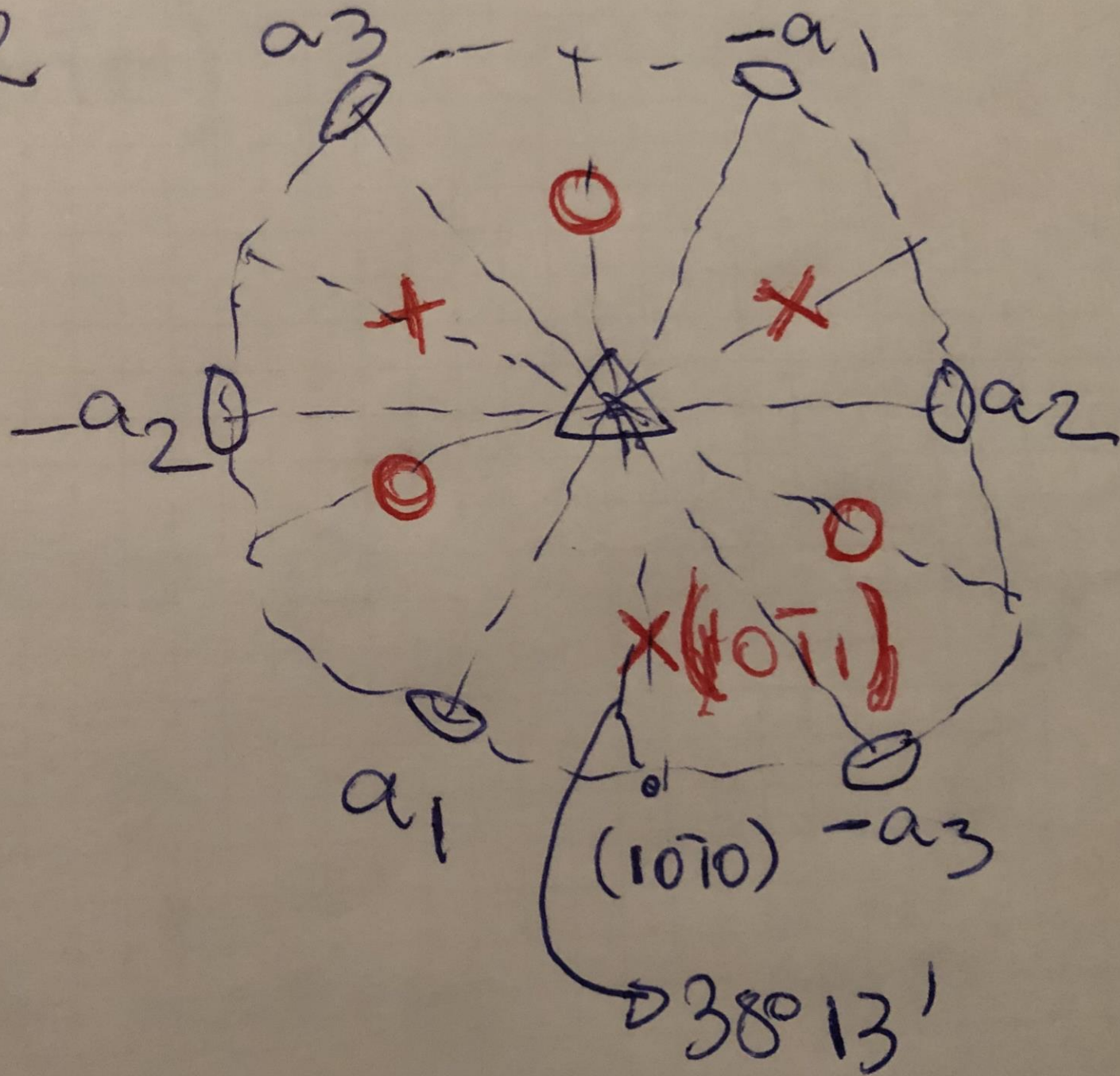
QUARTZ 2

$\{10\bar{1}1\}$



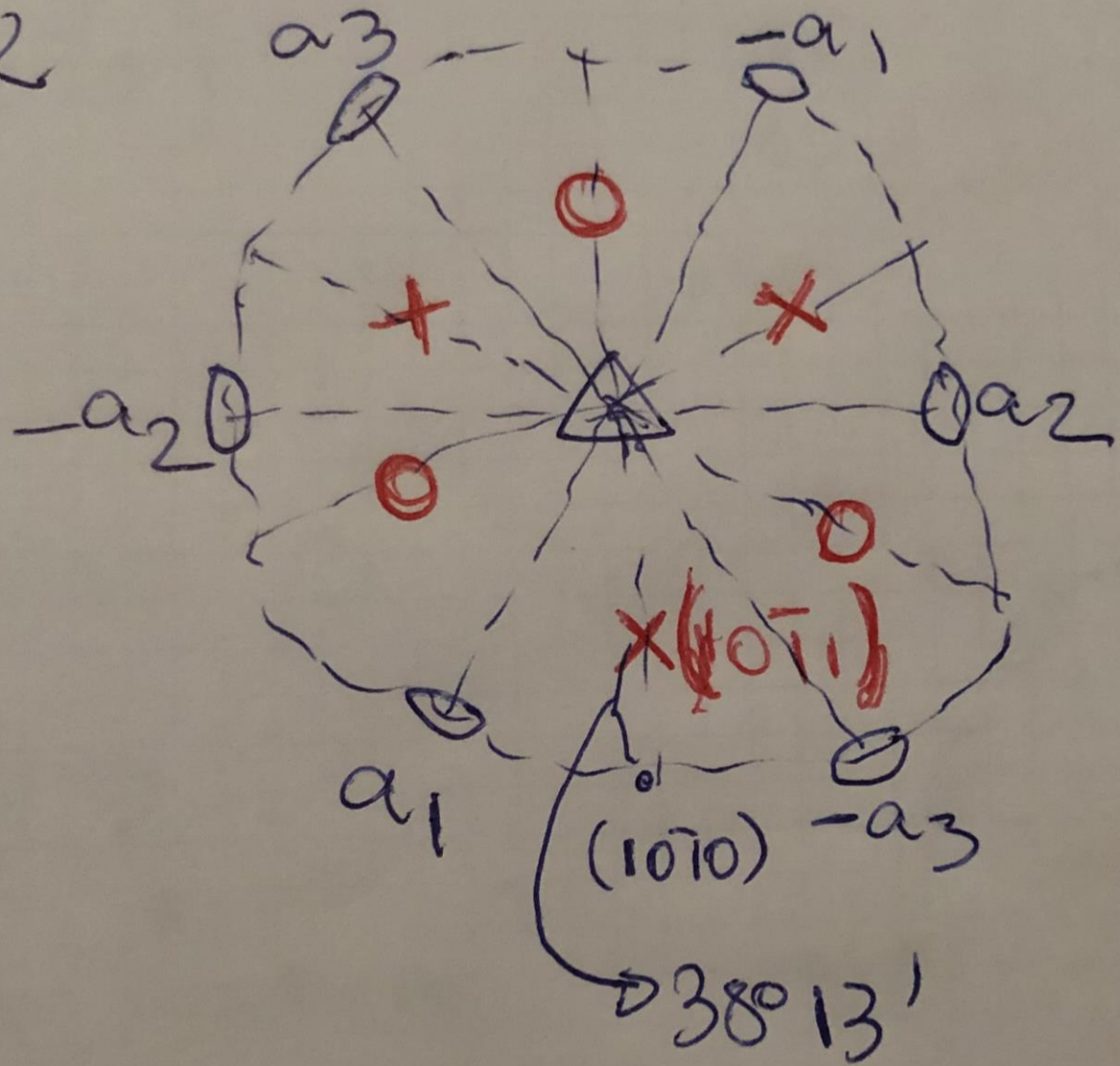
QUARTZ 2

$\{10\bar{1}1\}$



QUARTZO 2

$\{10\bar{1}1\}$



RHOMBOEDRO
 $\{10\bar{1}1\}$

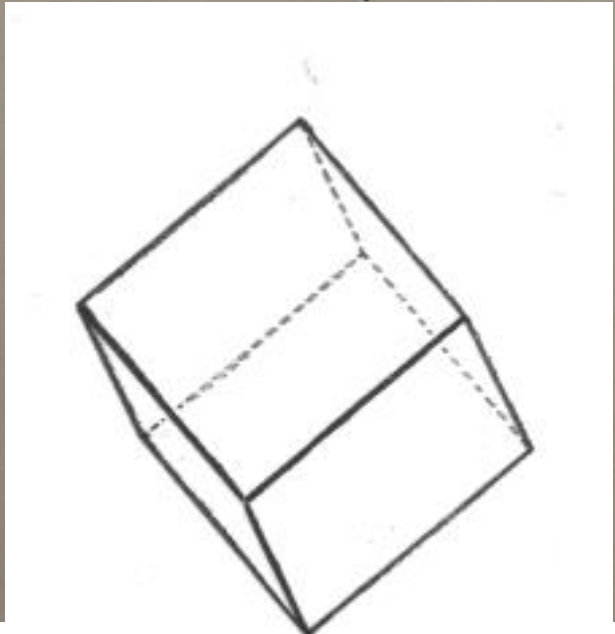


Fig. 21.
Rhombohedron.

TABELA A3.3 Formas do sistema hexagonal

Número de faces	Nome da forma	Grupos pontuais (classe cristalina)											Forma exclusiva para	
		3	$\bar{3}$	32	3m	$\bar{3}2/m$	6	$\bar{6}$	6/m	622	6mm	$\bar{6}m2$		6/m2/m2/m
1	Péδιο	+			+		+				+			
2	Pinacoide		+	+		+		+	+	+		+	+	
3	Prisma trigonal	+		+	+			+				+		
3	Pirâmide trigonal	+			+									
6	Prisma ditrigonal			+	+							+		
6	Prisma hexagonal		+	+	+	+	+		+	+	+	+	+	
6	Bipirâmide trigonal			+				+				+		
6	Romboedro		+	+		+								
6	Trapezoedro trigonal			+										
6	Pirâmide ditetragonal				+									32
6	Pirâmide hexagonal				+		+				+			3m
12	Bipirâmide hexagonal					+			+	+		+	+	
12	Escalenoedro hexagonal					+							+	
12	Prisma dihexagonal					+				+	+			$\bar{3}2/m$
12	Bipirâmide ditrigonal											+		
12	Trapezoedro hexagonal								+					$\bar{6}/m2$
12	Pirâmide dihexagonal									+				6mm
24	Bipirâmide dihexagonal												+	6/m2/m2/m

12. O quartzo - SiO_2 - apresenta espécies polimórficas de alta e baixa temperatura, respectivamente, o quartzo β , de classe cristalina 622, e o quartzo α , de classe cristalina 32. Em rochas vulcânicas ácidas, tipicamente de alta temperatura (ca. 800-850° C), o quartzo frequentemente ocorre como fenocristais, com a forma $\{10\bar{1}1\}$ bem desenvolvida. Em pegmatitos, formados a temperaturas significativamente mais baixas (600° C) desenvolvem-se três formas principais: ¶

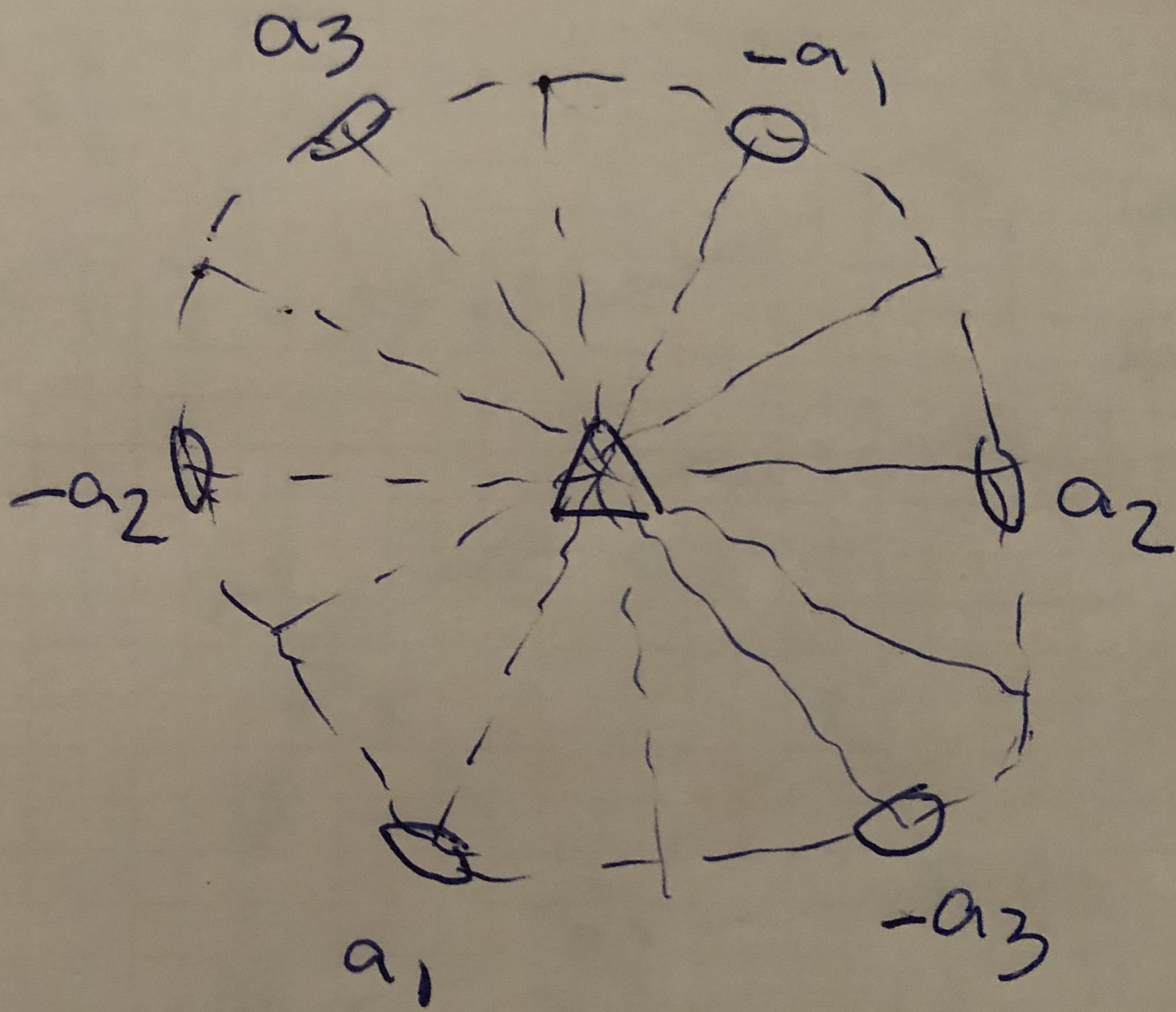
$m\{10\bar{1}0\}$, $r\{10\bar{1}1\}$ e $z\{01\bar{1}1\}$. Sabendo-se o ângulo interfacial: ¶

$$(10\bar{1}0) \wedge (10\bar{1}1) = 38^\circ 13' \text{ ¶}$$

- Projete a forma do cristal (fenocristal) de quartzo de rochas vulcânicas ácidas, de alta temperatura. Que forma é essa? Faça um esboço, e desenhos de cortes, um perpendicular, o outro paralelo ao eixo c. ¶
- Projete as formas que compõem um cristal de quartzo de baixa temperatura. Que formas são essas? ¶
- Compare as formas de cristais de alta e baixa temperatura. Quais as semelhanças e diferenças entre ambos? Que modificações ocorrem na transformação de quartzo de alta para de baixa temperatura? ¶

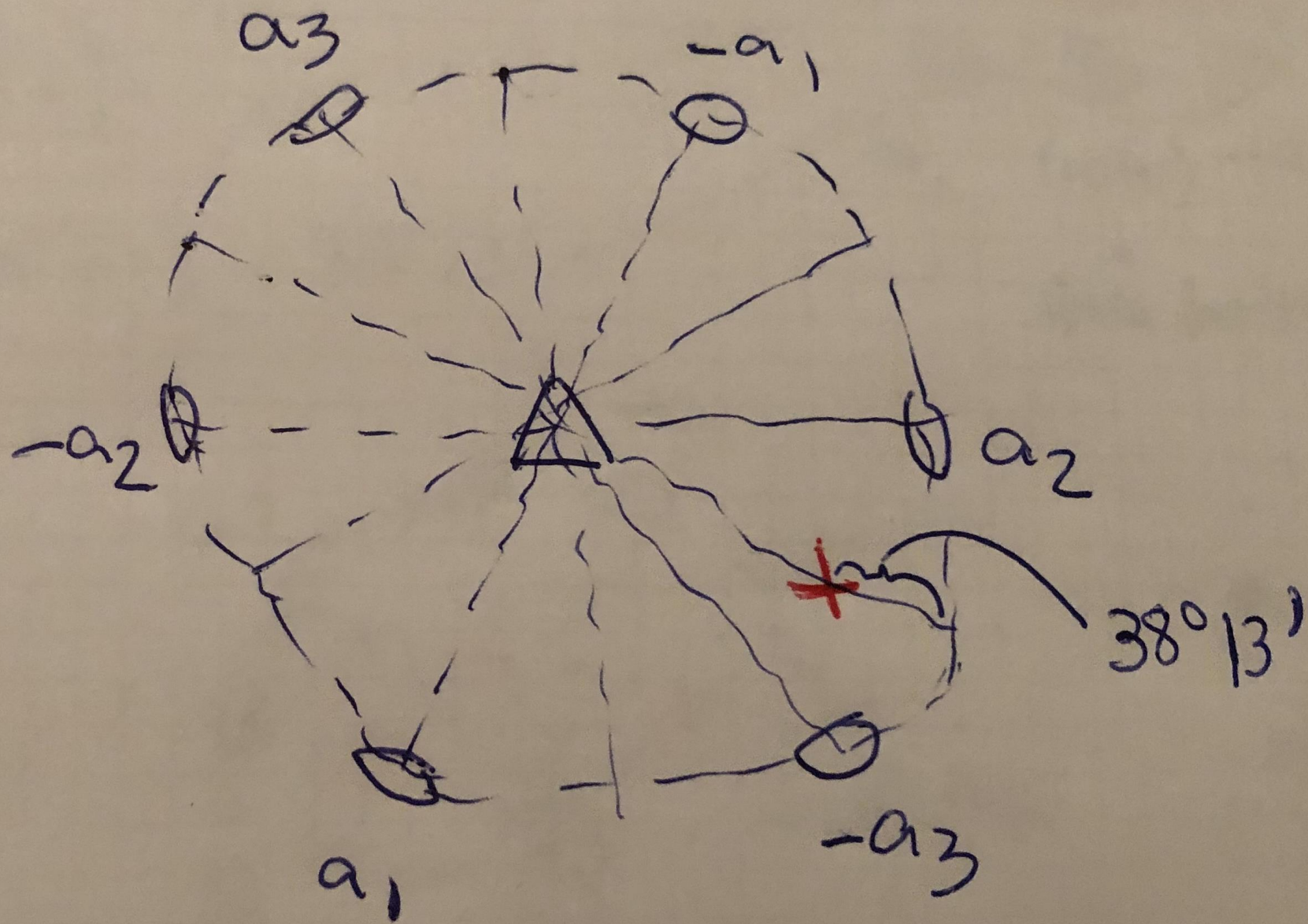
QUANTO α

$z \{01\bar{1}1\}$



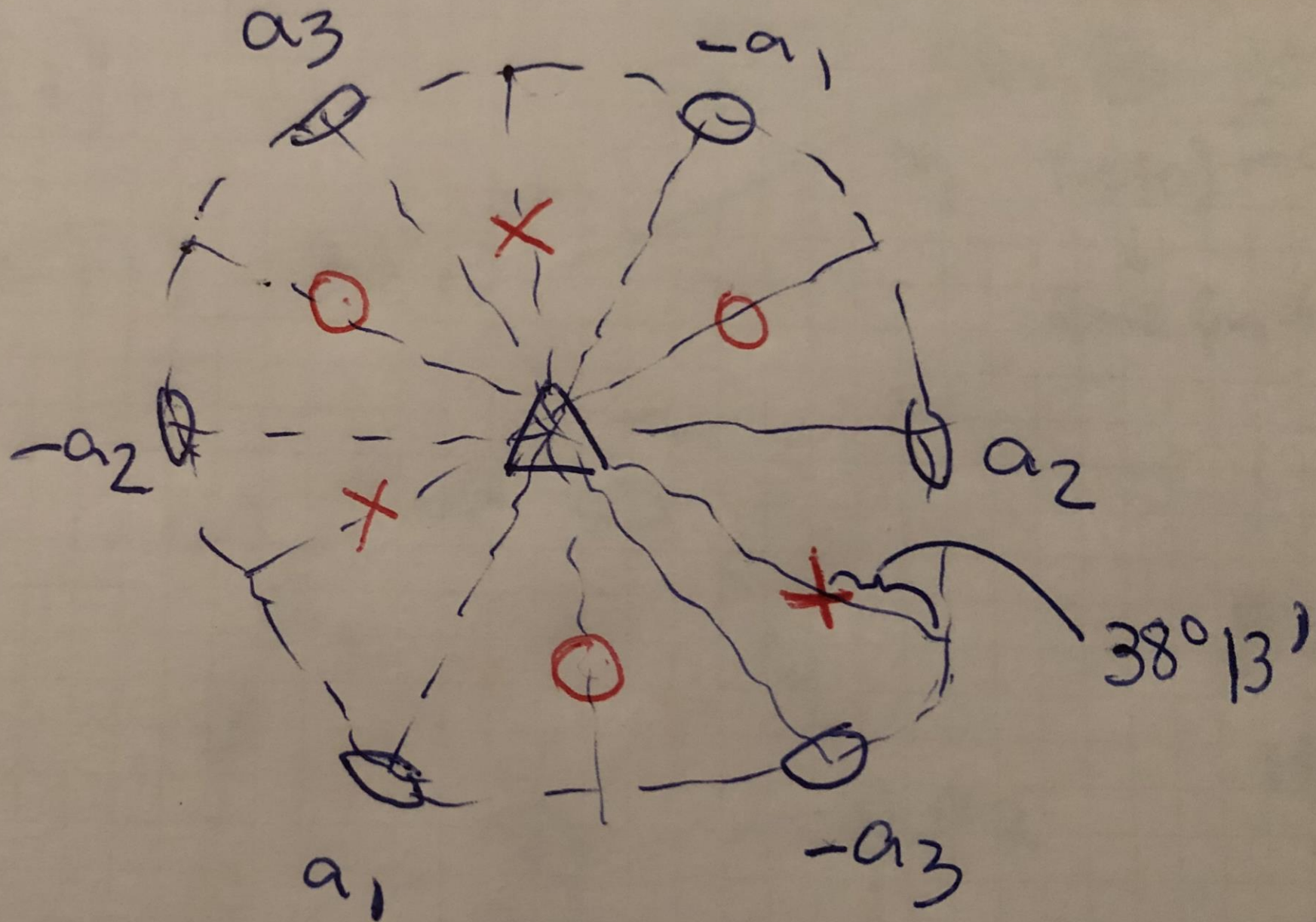
QUARTZ α

$z \{01\bar{1}1\}$

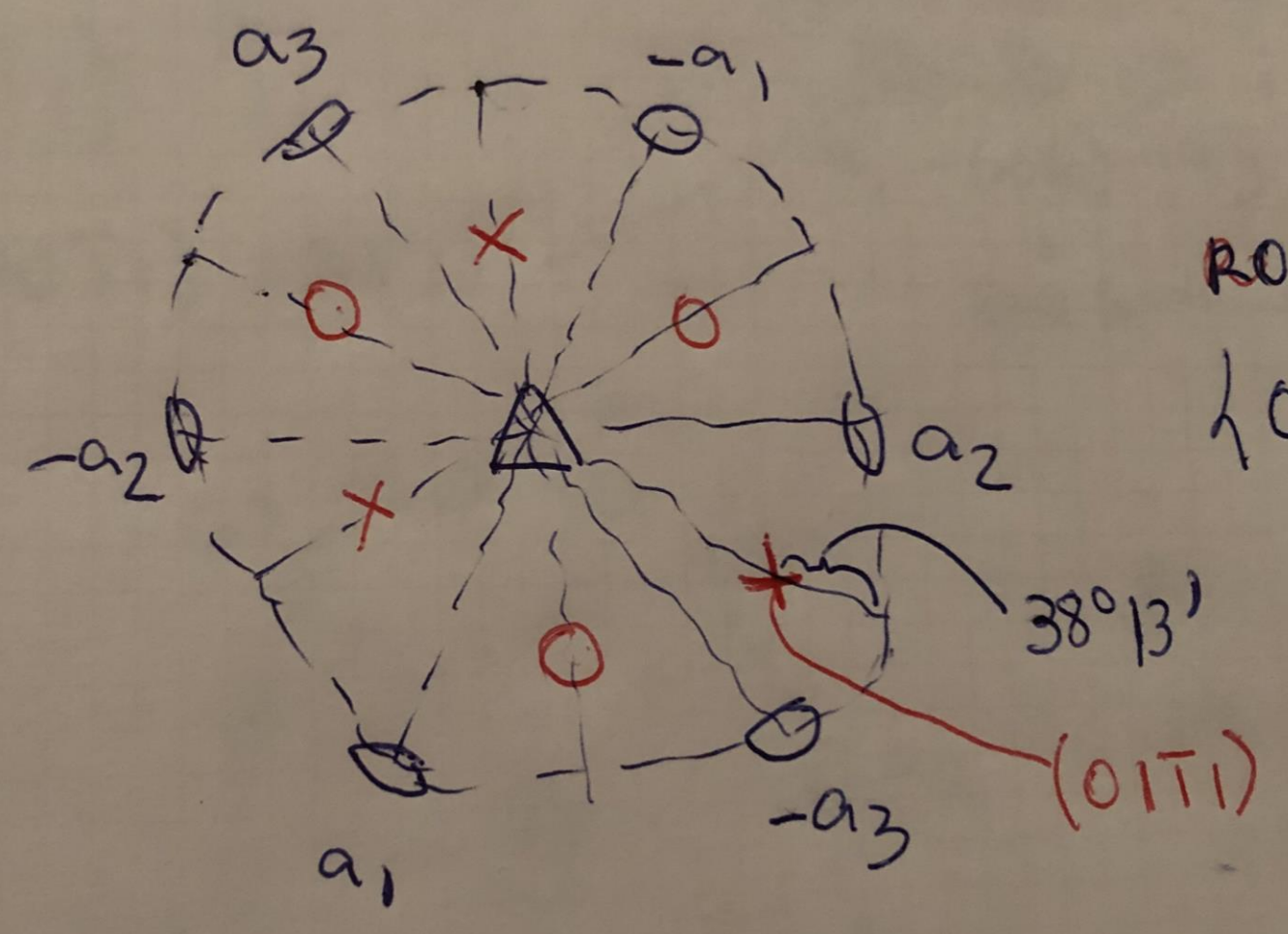


QUARTZ α

$Z \{01\bar{1}1\}$



QUARTZO α
 $\{01\bar{1}1\}$



ROMBOEDRO
 $\{01\bar{1}1\}$

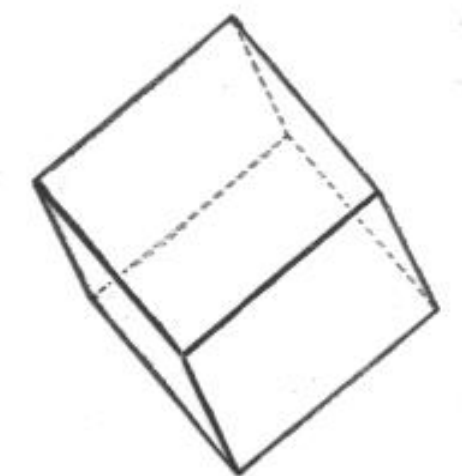
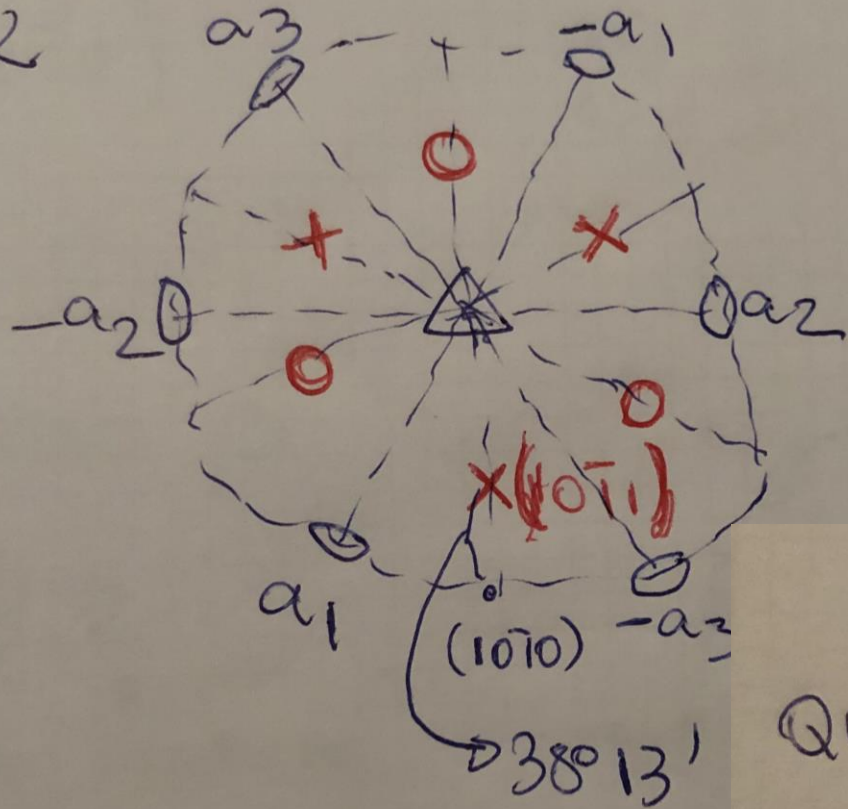


Fig. 21.
 Rhombohedron.

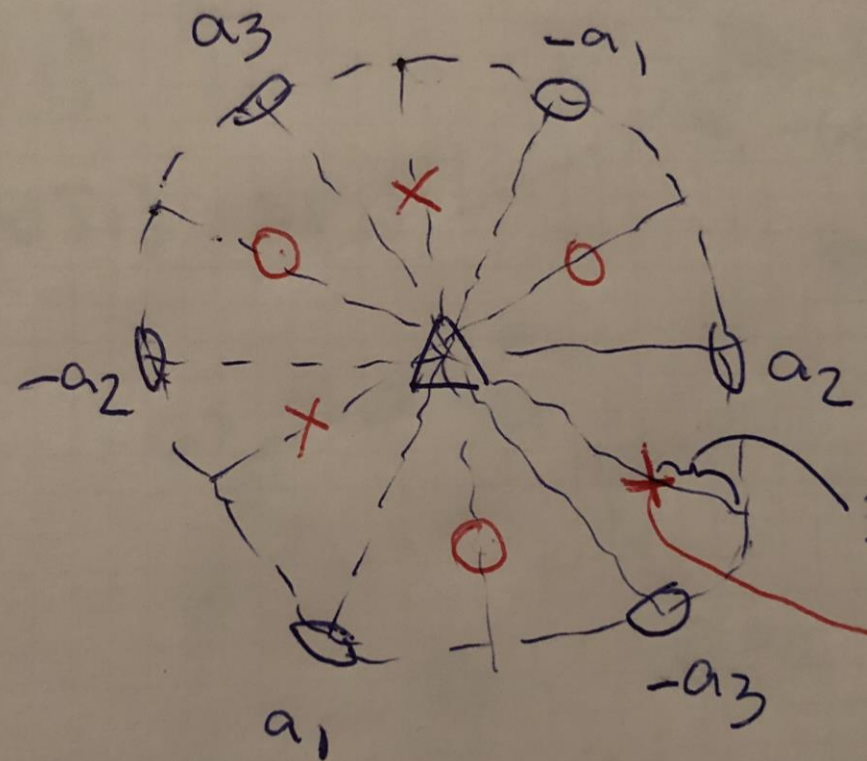
QUARTZO α

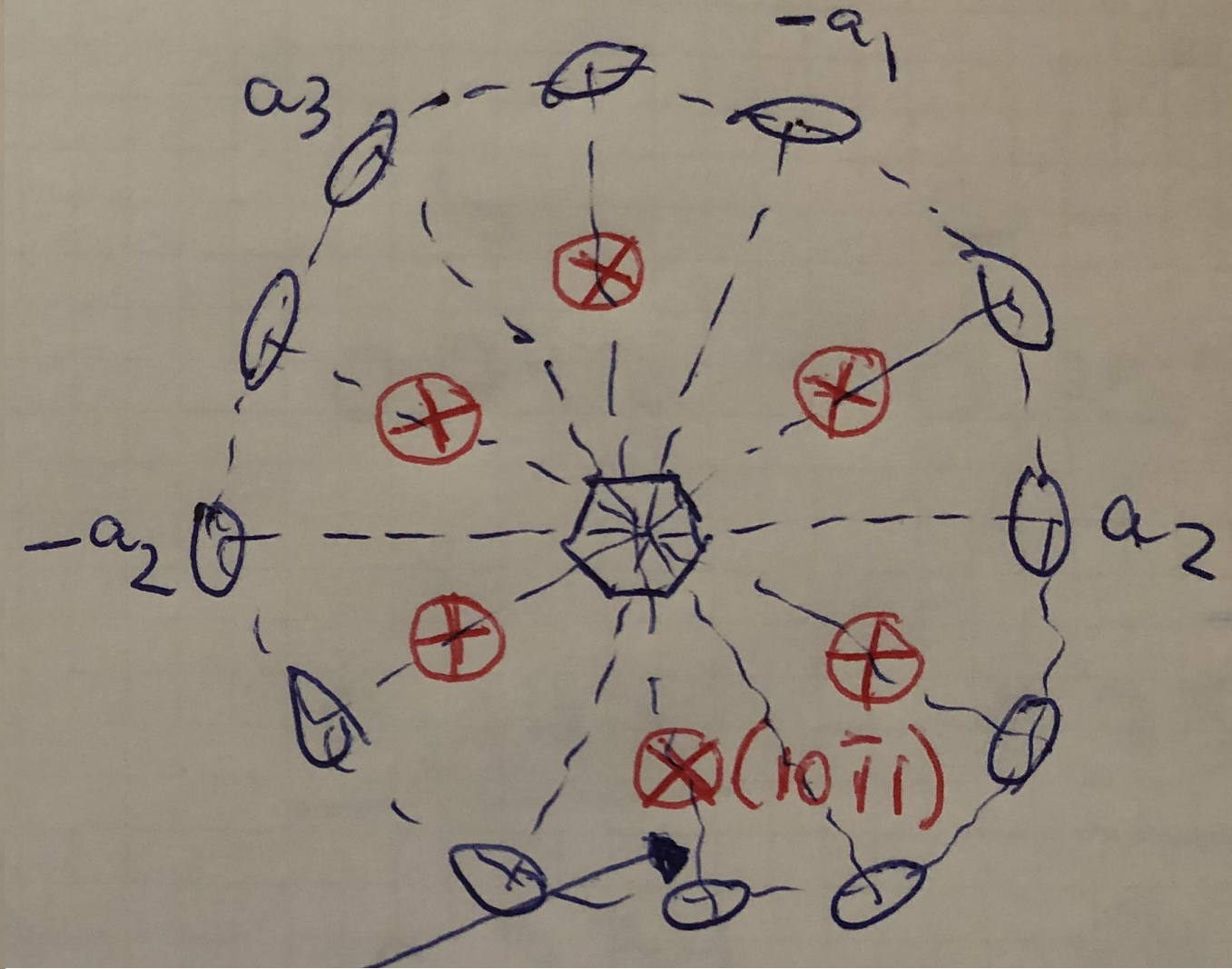
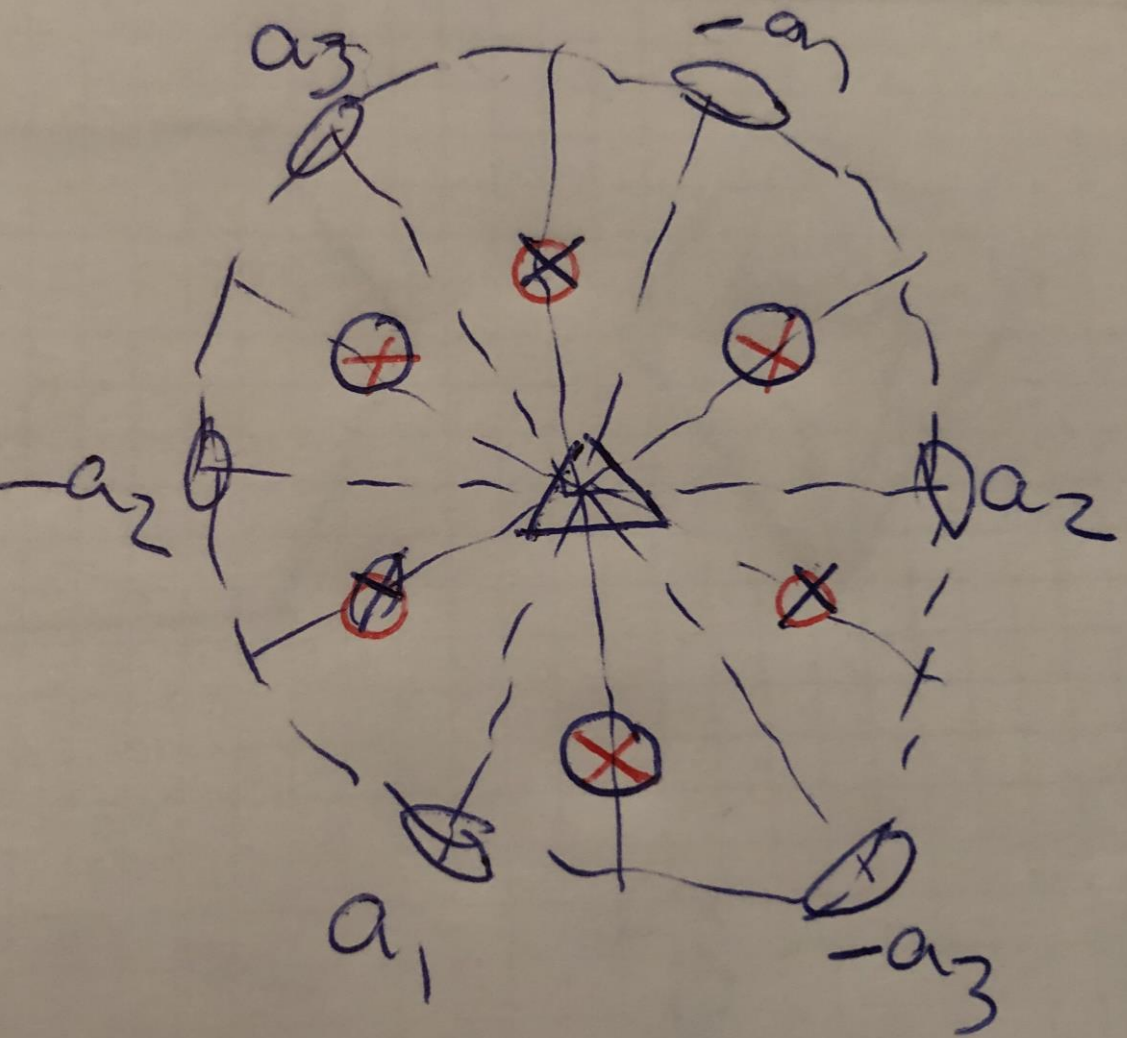
$\{10\bar{1}1\}$

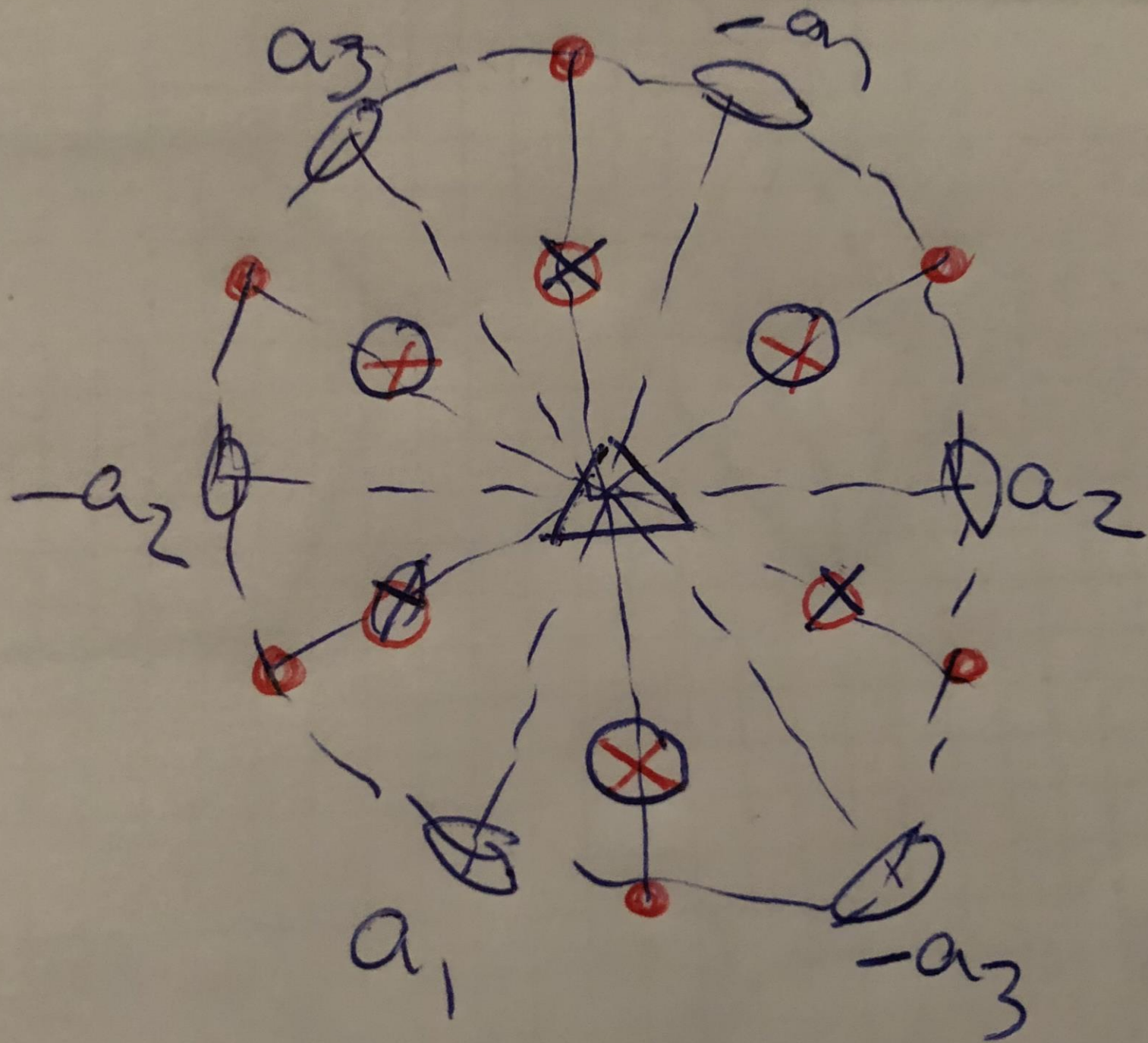


QUARTZO α

$\{01\bar{1}1\}$







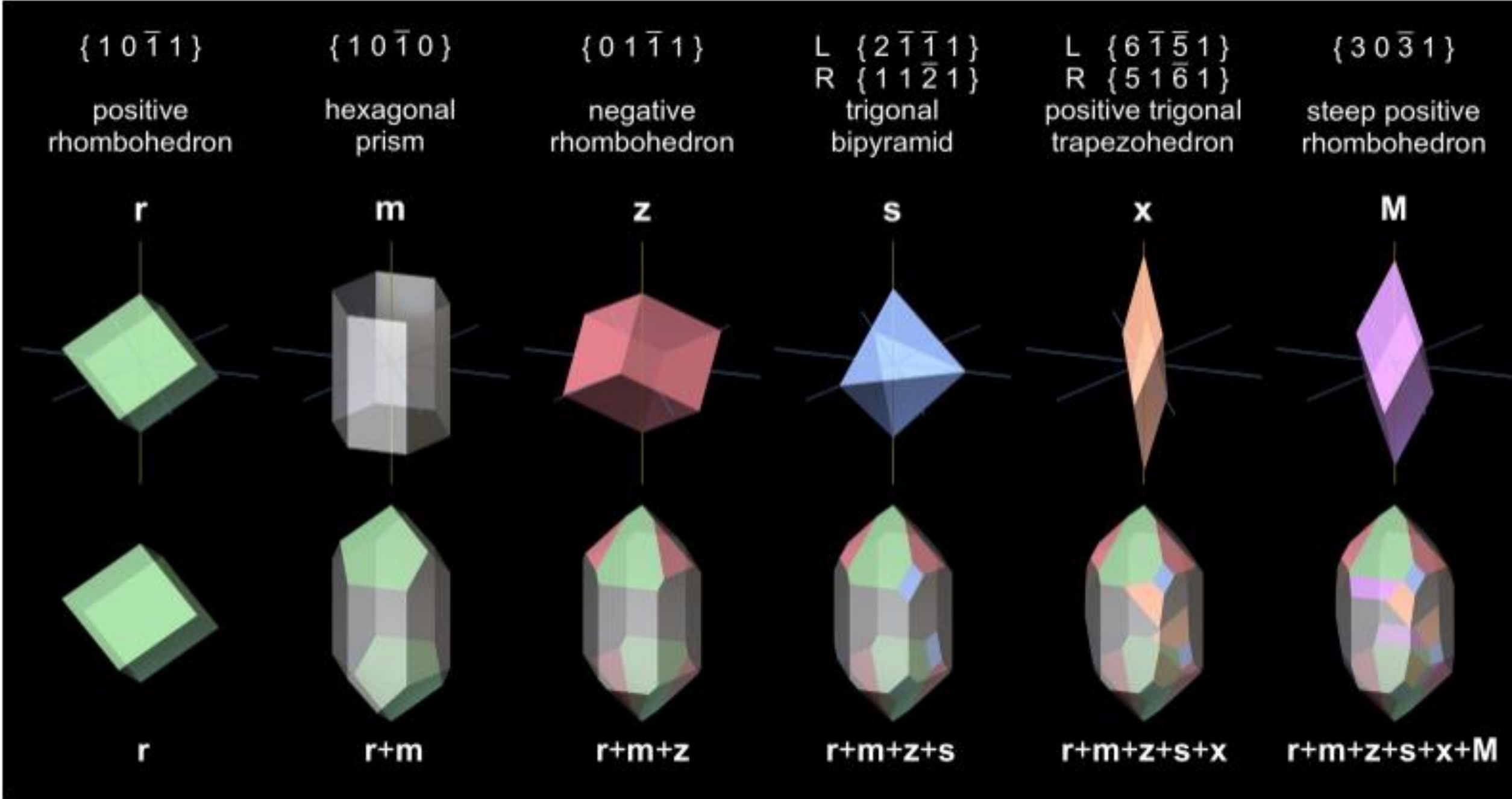


Fig.4: Common Crystallographic Forms of Quartz



a



b



c



d