結晶とフォノン
演習 1

(1) K = 0

$rac{t}{T}$	s-6	s-5	s-4	s-3	s-2	s-1	s	s+1	s+2	s+3	s+4	s+5	s+6
0/24	(5)	(5)											
1/24		$\overline{\mathbb{Q}}$											
2/24		(-)	(0)	(0)	0	$\bigcirc$	$\bigcirc$	0	$\bigcirc$	$\bigcirc$	$\bigcirc$		(3)
3/24	(0)							O					
4/24	0	٩	٩	٩	٩	Ō	Ō	٩	٩	٩	٩	0	0
5/24	<u>()</u>	0	<u></u>	<u></u>	<u></u>	<u></u>	<u></u>	Ō	<u></u>	<u></u>	<u></u>	0	<u></u>
6/24	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7/24	<u> </u>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	$\bigcirc$
8/24			Õ	Õ	Õ	Õ	Õ	$\bigcirc$	$\bigcirc$	$\bigcirc$	$\bigcirc$		
9/24													
10/24													
11/24													
12/24													
13/24	(2)												
14/24	$\widehat{\mathbb{C}}$			$\bigcirc$	$\widehat{\mathbb{O}}$	$\widehat{\mathbb{O}}$	$\widehat{\mathbb{O}}$	$\widehat{\Theta}$	$\widehat{\mathbb{O}}$			$\bigcirc$	$\widehat{\mathbb{C}}$
15/24													
16/24	$\bigcirc$	٥	$\hat{\bigcirc}$	$\hat{\bigcirc}$	$\hat{\bigcirc}$	$\hat{\bigcirc}$	$\hat{\bigcirc}$	$\bigcirc$	$\bigcirc$	$\hat{\odot}$	$\hat{\odot}$		
17/24	Õ	Õ	0	0	0	0	0	Õ	Õ	0	0	O	Õ
18/24	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
19/24	( <u>)</u>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	( <u>)</u>	<u>()</u>
20/24	<u>(</u> )	Õ	<u>(</u> )	<u>(</u> )	<u>()</u>	<u>()</u>	<u>()</u>	<u>(</u> )	<u>(</u> )	<u>(</u> )	<u>(</u> )	<u>()</u>	(C)
21/24	0	(i)			( <u>(</u> )	<u>(</u> )	<u>(</u> )	<u>(</u> )	( <u>(</u> )				<u>(i)</u>
22/24	(0)	(O)	( <u>0</u> )	(O)	0	(O)	0	(D)	0	(D)	(D)	(O)	0
23/24		(a)	(D)	(G)	(D)	(G)	(G)	(G)	(G)	(D)	(0)	(0)	0
24/24	$\widehat{\Theta}$	$\widehat{\mathbb{O}}$	O	$\bigcirc$	$\bigcirc$	$\bigcirc$	$\bigcirc$	$\bigcirc$	$\bigcirc$	$\bigcirc$	$\bigcirc$		$\bigcirc$

結晶とフォノン
演習 1

(2)  $K = \pi/3a$ 

$\frac{t}{T}$	s-6	s-5	s-4	s-3	s-2	s-1	s	s+1	s+2	s+3	s+4	s+5	s+6
0/24		٩	( )		٦	٩		٩	( َ		( َ )	٩	
1/24		(	Õ			Ō		(	Õ			Õ	
2/24	$\bigcirc$	$\bigcirc$	0			0	O	0	0			0	$\bigcirc$
3/24		$\overline{\mathbb{Q}}$	0			Õ	$\bigcirc$	$\widehat{\mathbb{O}}$	0			0	
4/24	Ō	$\bigcirc$	Ō	$\hat{\mathbb{O}}$		$\hat{\bigcirc}$	Õ	$\bigcirc$	0	$\hat{\bigcirc}$		$\tilde{\bigcirc}$	Õ
5/24	0	$\bigcirc$	$\bigcirc$	Õ	(a)		Ō	$\bigcirc$		Õ			<u></u>
6/24	0	$\bigcirc$	$\bigcirc$	0			0	0	$\bigcirc$	0			0
7/24	$\bigcirc$		0	0			0	$\hat{\mathbb{O}}$	0	0			$\bigcirc$
8/24	$\bigcirc$	Õ	<u>(</u> )	Õ	$\bigcirc$		$\bigcirc$	Õ	(3)	Õ			$\bigcirc$
9/24		Ō		Õ	0			Ō		٩	0		
10/24		0	0	<u>(</u> )	0		$\bigcirc$	0	$\bigcirc$	( <u>)</u>	0		
11/24			<u>(</u>	(C)	Ō			Õ	٩	( <u>)</u>	Ō		
12/24			٩	(D)	٥	$\bigcirc$		$\bigcirc$	Õ	(D)	٥		
13/24			O		<u>()</u>	Õ			Ō			$\bigcirc$	
14/24			0	(0)	( <u>)</u>	0		$\widehat{\mathbb{C}}$	0		( <u>0</u> )	0	
15/24			Õ	٦	( <u>)</u>	Ō			Õ	٩		<u></u>	
16/24			$\tilde{\bigcirc}$	Õ	<u>()</u>	٩	$\hat{\mathbb{O}}$		$\tilde{\Box}$	٩		٩	$\tilde{\Box}$
17/24	Õ		$\tilde{\mathbb{C}}$	Õ		<u>(</u> )	Õ			Õ		<u>(</u> )	Õ
18/24	0	$\widehat{\mathbb{G}}$	$\widehat{\Theta}$	0	( <u>)</u>	( <u>)</u>	0	$\bigcirc$	$\overline{\bigcirc}$	0	( <u>)</u>	( <u>(</u> )	0
19/24	O			Ò	Ō		Ō			Ò	٦		O
20/24	٥	$\hat{\mathbb{O}}$		$\hat{\mathbb{O}}$	Õ		Õ	$\bigcirc$		$\hat{\bigcirc}$	Õ		٥
21/24	<u>(</u>	0			0		0	0			0		
22/24	( <u>0</u> )	0			0	( <u>)</u>	( <u>)</u>	0			0	0	( <u>)</u>
23/24	( <u>)</u>	0			0	Ō	(C)	Ō			0	<u>(</u>	
24/24	$\bigcirc$	Õ	$\hat{\bigcirc}$		$\hat{\bigcirc}$	Ō	$\bigcirc$	Ō	$\bigcirc$		$\bigcirc$	Õ	$\bigcirc$

結晶とフォノン 演習1

(3)  $K = \pi/2a$ 

$\frac{t}{T}$	s-6 $s-5$ $s-4$ $s-3$ $s-2$ $s-1$ $s$ $s+1$ $s+2$ $s+3$ $s+4$ $s+5$ $s+6$	-
0/24	8080808080808	
1/24	6090609060906	
2/24	6 6 6 6 6 6 6 6 6	
3/24		
4/24		
5/24		
6/24		
7/24	000000000000000000000000000000000000000	
8/24		
9/24		
10/24		
11/24	9060906090609	
12/24		
13/24	9 0 6 0 9 0 6 0 9 0 6 0 9	
14/24		
15/24		
16/24		
17/24	09080908080	
18/24	09080908080	
19/24	09080908080	
20/24		
21/24		
22/24		
23/24	80808080808	
24/24	8080808080808	

結晶とフォノン 演習 1

(4)  $K = \pi/a$ 

$\frac{t}{T}$	s-6	s-5	s-4	s-3	s-2	s-1	s	s+1	s+2	s+3	s+4	s+5	s+6
0/24			(3)										
1/24	$\bigcirc$		O										
2/24	$\overline{\mathbb{G}}$		O		O		( <u>)</u>		O		O		(0)
3/24			O		$\tilde{\mathbb{O}}$		0		<u>( )</u>				
4/24	٥		Õ		Õ		Õ	$\tilde{\bigcirc}$	Ō	$\tilde{\bigcirc}$	٩	$\hat{\bigcirc}$	٩
5/24	<u></u>	0	0	Õ	0	0	Ō	0	0	Õ	0	Õ	O)
6/24	$\odot$	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7/24	$\bigcirc$	Ō	0	Ō	0	Ō	Õ	Ō	0	Ō	0	Ō	0
8/24		Õ		Õ	$\bigcirc$	Õ		Õ	$\bigcirc$	Õ		٩	
9/24		<u>()</u>		0		0		0		<u>(i)</u>			
10/24		( <u>)</u>		<u>(</u> )		<u>(</u> )	(E)	<u>(</u> )		<u>(</u> )		( <u>)</u>	
11/24						(A) (B) (B)	(2)	(O) (O) (O)					
12/24		( <u>)</u>											
13/24		( <u>)</u>		( <u>)</u>						()		()	
14/24		Õ		$\overline{\mathbb{O}}$		$\overline{\mathbb{O}}$	$(\overline{\bullet})$	$\widehat{\mathbb{O}}$		$\bigcirc$		$\bigcirc$	
15/24		( <u>)</u>		( <u>)</u>				Ō		٩		Ō	
16/24		Õ	$\bigcirc$	٩	$\tilde{\Box}$	Õ	$\hat{\mathbb{O}}$	Õ	$\tilde{\Box}$	Õ	$\tilde{\bigcirc}$	Õ	
17/24	Õ	Õ	Õ	Ō	Õ	Ō	Õ	Ō	Õ	Õ	Õ	Õ	$\bigcirc$
18/24	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
19/24	Ō	Õ	Ō	Õ	Ō	Õ	Ō	Õ	<u></u>	0	Õ	Õ	<u></u>
20/24	٩	$\tilde{\Box}$	٩		Õ	$\tilde{\Box}$	Õ	$\bigcirc$	٩		٩		Õ
21/24			٩		<u>(</u> )		Ō		٩				
22/24	0		( <u>)</u>		(D) (D) (D)		(i) (i) (j)	( <u>-</u> )	(a) (b) (c) (d)		(A) (A) (B)		
23/24			( <u>)</u>		9		0		9		(3)		(3)
24/24	Ö				$\bigcirc$		$\bigcirc$		$\bigcirc$		$\bigcirc$		$\bigcirc$