

해 시 계



한국 교육 과정 평가원

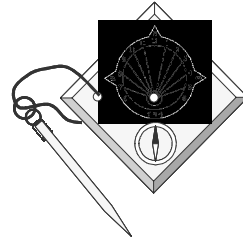
해 시 계

1	실험1. 휴대용 평면 해시계 만들기
	■ 참고자료
5	1. 해시계의 종류
6	2. 시각선 결정 방법
8	3. 해시계의 정확서에 대한 논의
11	실험2. 종이로 만드는 간단한 해시계
15	실험3. Analemmatic sundial
16	■ Analemmatic 해시계란?
16	■ 태양의 적위란 무엇인가?
19	■ Analemmatic 해시계
20	■ 타원(Ellips)
22	■ Analemmatic 해시계의 크기는 어떻게 정할까?
23	■ Analemmatic 해시계를 어떻게 만들까?
26	■ 날짜표(scale of dates) 그리기
28	■ 해시계는 어떤 시각을 보여줄까?
29	■ Analemmatic 해시계는 어떻게 사용하는가?
34	실험4. 손가락 해시계 만들기
34	■ 일반적인 고리 해시계(Universal Ring Dial)
35	■ 해시계를 만드는 방법
39	실험5. 간단한 적도의 해시계 만들기

실험 1. 휴대용 평면해시계 만들기

1. 이 실험은

가
600

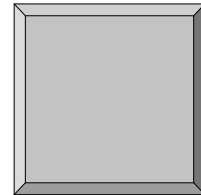


2. 준비물

(4.5x4.5), , (No.300), ,
(), , 가 , (),
()

3. 제작 방법

6 8mm



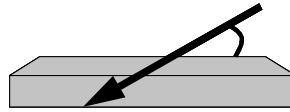
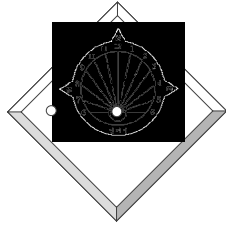
.()

(N)

()

(N

)

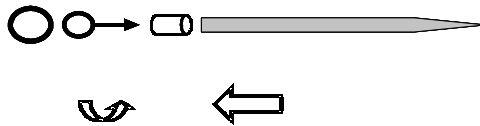


(30cm)

2.5 3cm

()

가



가

4. 사용 방법

NS

NS

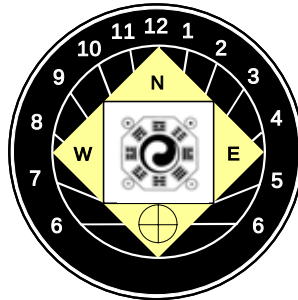
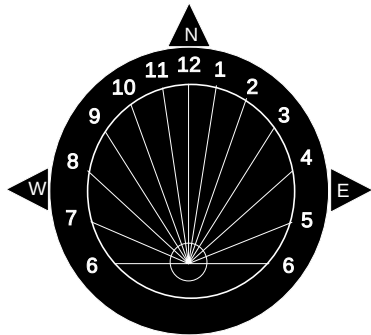


5. 주의 사항

가

가

6. 시각판(인쇄용)

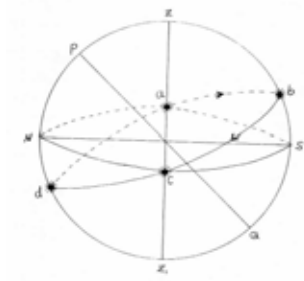


7. 생각해 봅시다.

a, b, c, d

가? (, 가)

구 분	a	b	c	d
시 간				



가?

구 분	a~b	b~c	c~d	d~a
각 도				

가?

?

가

가?

6

6

12

가?

N-S

N-S

가?

참고자료

1. 해시계의 종류

() 가 , 가
 , , ,
 , , ,
 가
 가

구 면 해 시 계				
평 면 해 시 계				

가 . ,
 (Horizontal Sundial), (Vertical
 Sundial), (Analemmatic Sundial),
 Sundial), Capuchin Sundial, Quadrant Dial, (Equatorial
 Dial), (Cylinder
 Dial), (Perforated Ring Dial) .

:
 - <http://www.sundials.co.uk/>
 - <http://www.sundialsoc.org.uk/>

2. 시각선 결정 방법

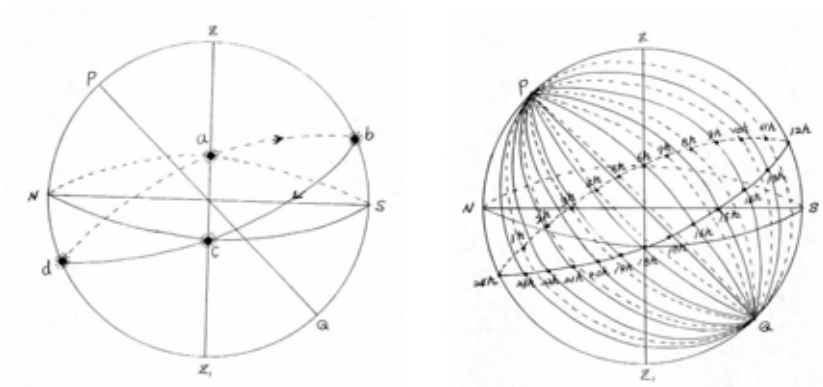
1 1
1 15°

가

()

, a
6 , b 12 , c
18 , d 24
24

()



()

L , H

$$\tan \theta = \sin L \times \tan H$$

$$\theta = \tan^{-1} (\sin L \times \tan H)$$

시각차(12시)	시간각(H)	위도 37.5°의 (서울) 시각선
0	0°	0.0
1	15°	± 9.3
2	30°	± 19.4
3	45°	± 31.3
4	60°	± 46.5
5	75°	± 66.2
6	90°	± 90.0



위도37.5°(서울)의
시각선(예시)

90 - (,

가 .

$$\tan \theta = \cos L \times \tan H$$

$$\theta = \tan^{-1} (\cos L \times \tan H)$$

가

가

가

가

가

가

()

15°

가

()

(0°) 0 ,

15° 가 . 135°

9 .

127° ()

12 가 12 32 (1° 4) .

32 ()

가 .

()

가 , 12 가

가 ,

() 6.5°W . 가

() 6.5°

가 ,

12

12 (11) 6.5° 12

가 .

()

가

()

()

가 ,

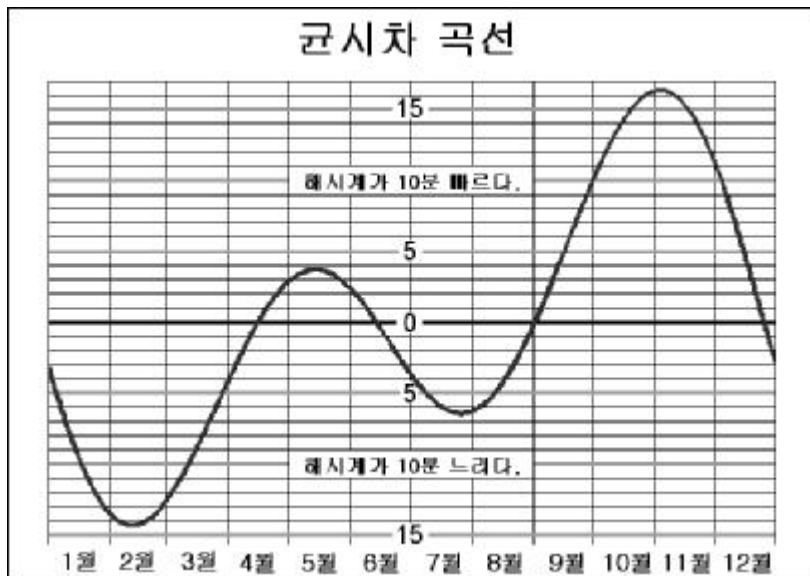
가 (+)

가 (-)

가

가 .





:

1.

2.

3.

정확한 시각 = 관측한 시각 - 균시차 + 표준시간과의 차이(+32분)

(2004 12 1)

(+)9

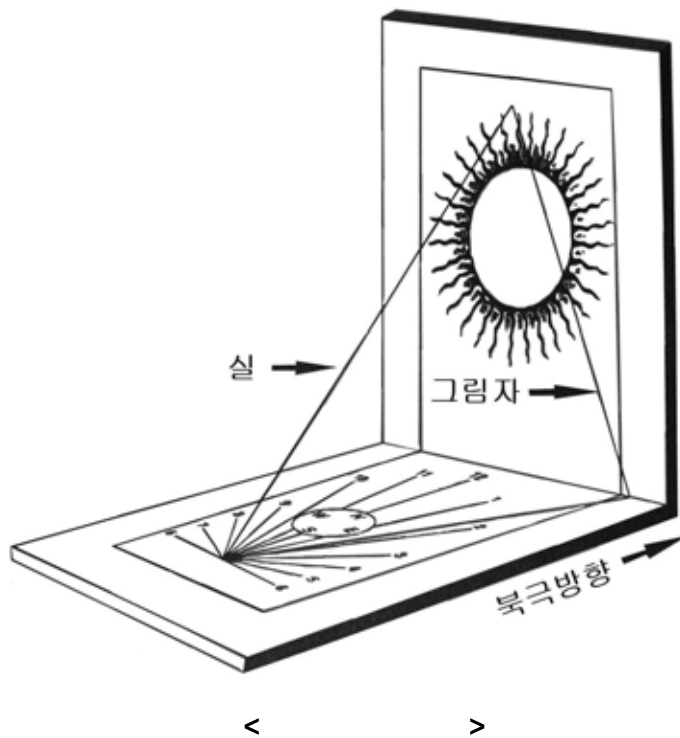
23

실험 2. 종이로 만드는 간단한 해시계

1. 이 실험은

가

600



2. 필요한 것들

가 , ()

3. 이렇게 하세요

가 가 .

“ ● ” .

.

(N)

“ ○ ”

.

4. 사용 방법

.

NS NS

.

5. 주의 사항

.

.

가 , .

.

6. 생각해 봅시다

: () ()

: () ()

가?

?

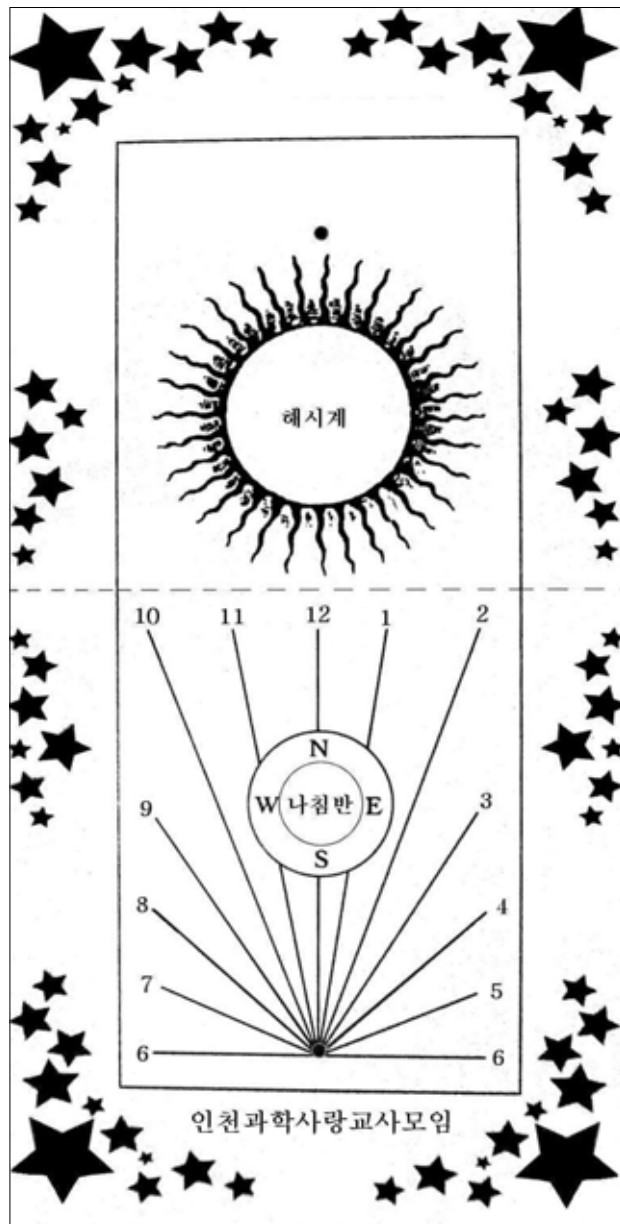
가? 6 6 12

가 가 ?

() ()

NS
가?

NS



< >

실험 3. Analemmatic sundial



1. 이 실험은

가 ,
가 가 ,
가 .
가 .
!
가 .
가
가 가
가 가
가 가
(afternoon) , (night) (morning),

Analemmatic sundial

가 .
가

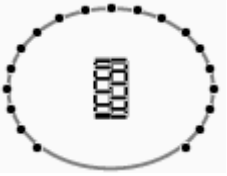
가 .

■ Analemmatic 해시계란?

Analemmatic

가

Analemmatic

	일반적인 해시계	Analemmatic 해시계
		
형태	시각선이 중심에서 퍼진다.	시각선이 타원형
영침	지구 자전축에 평행하게 고정	수직, 날짜에 따라 변화

■ 태양의 적위란 무엇인가?

가

가 . 1
P 가 . φ
가 가

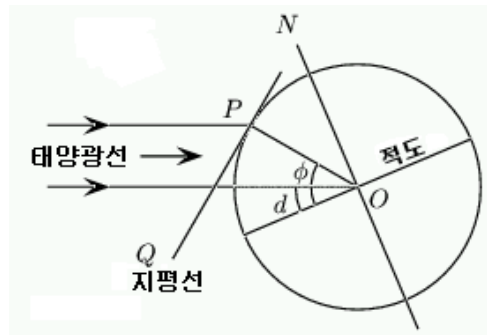


그림 1: 태양의 적위 계산

연습 1 :

) ψ

(

$$\psi = d + 90 - \phi \quad (1)$$

1

d

가

d

(+) 가

$d = 0$

$d = 23.5^\circ$,

$d = -23.5^\circ$ 가

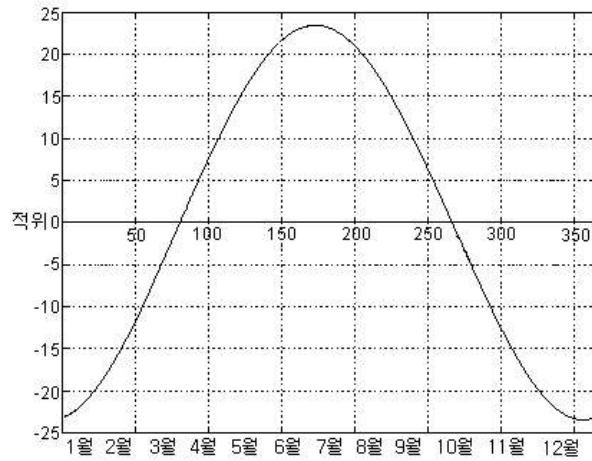
$\phi = 0^\circ$

$\psi = d + 90 - \phi$

$d = 0$

2

2

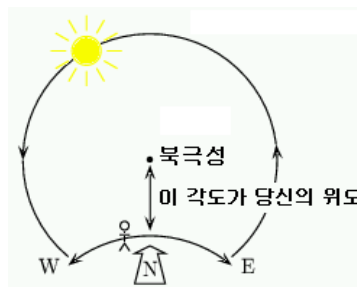


2:

φ

날짜		적위(d)	날짜		적위(d)
1월	1일	-23.13	7월	1일	23.00
2월	1일	-17.30	8월	1일	18.00
3월	1일	-8.00	9월	1일	8.50
4월	1일	4.25	10월	1일	-2.90
5월	1일	15.00	11월	1일	-14.00
6월	1일	22.00	12월	1일	-21.70
6월	21일	23.44	12월	21일	-23.44

2 :



3:

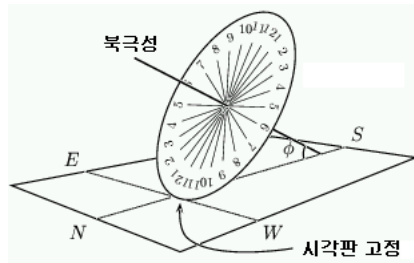
$$90^\circ - d$$

(gnomon)

(Equatorial sundial)

4

가 가



4:

(Equatorial sundial)

Analemmatic

가

가

가

▣ Analemmatic 해시계

Analemmatic

$E-W$ (x-)

가 M

$N-S$

가 $m = M \sin(\varphi)$

가

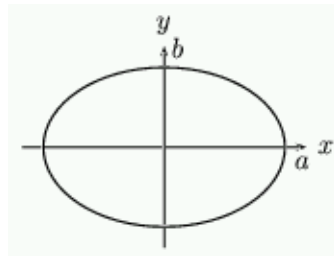
y-

“ () ”

가

12

■ 타원(Ellips)



5:

Analemmatic

가

(x, y) x y
가 .

$$\frac{x^2}{a^2} + \frac{y^2}{b^2} = 1 \quad (2)$$

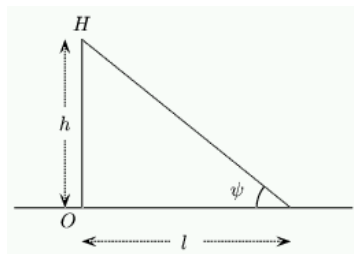
$a = b$. $y = 0$
 $x^2 = a^2$ $x = \pm a$ 가 . $a > b$ 가 x -
 y - .

가 Θ
 . $x = a \cos(\Theta)$ $y = b \sin(\Theta)$;

$$\frac{x^2}{a^2} + \frac{y^2}{b^2} = \cos^2(\Theta) + \sin^2(\Theta) = 1 \quad (3)$$

x y . Θ 0°
 360° $(a \cos(\Theta), b \sin(\Theta))$ 가

▣ Analemmatic 해시계의 크기는 어떻게 정할까?



7:

(Gnomon) 가 . . OH
가 h .

예제 3 : (1)
가 d l

$$l = h \tan(\varphi - d) \quad (6)$$

가 가 $\varphi = 37.5^\circ$ 가 .
 $d = 0$, $h = 1.8m$
, $l = 1.8 \times \tan(37.5^\circ) = 1.38m$ 가 . 6
21 $d = 23.44^\circ$

$$l = 1.8 \times \tan(37.5^\circ - 23.44^\circ) = 0.45m \text{가}$$

가 h 1
가 가 ($d = 23.5^\circ$) 가
(가 1 가)
.
 m

▣ Analemmatic 해시계를 어떻게 만들까?

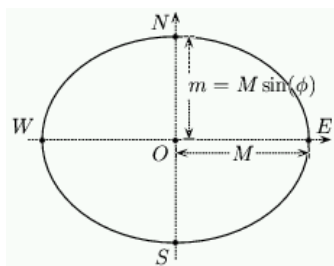
Analemmatic

.

1. .

2. (scale of dates) .

▲



8 : Analemmatic

1. - .

2. - .

3. - , - .

8 O E M $M=1$ 8 .

4. m 가

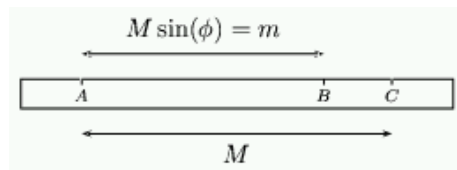
ϕ 가 . m

$$m = M \sin(\phi) \quad (7)$$

, $\phi = 37.5^\circ N$, $M = 1$ $m = 0.61$
() .

5. Analemmatic

,
가 M
A C . A $M \sin(\phi)$
B .



9 : (ruler)

6. 가
24
0° 1 15°, 2 30°
9 - 45°가 .

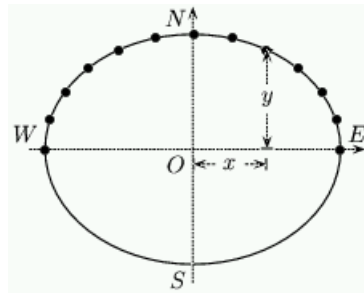
Θ . WE(-) O

$$x = M \sin(\Theta) \quad (8)$$

. NS(-) O .

$$y = m \cos(t) = M \sin(\phi) \cos(\Theta) \quad (9)$$

$$x^2 + \frac{y^2}{\sin^2(\phi)} = M^2 \quad (10)$$



10 :

Θ

가

예제 4 :

가

$$\arctan\left(\frac{\tan(\Theta)}{\sin(\varphi)}\right)$$

7.

6

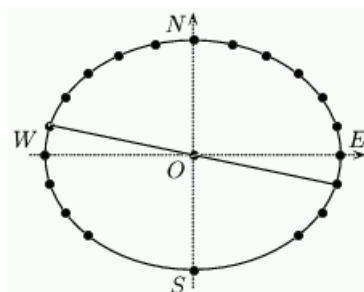
6

가

11

O

7



11 :

6

6

■ 예제 : 우리나라 서울

3

time	6 A.M.	7 A.M.	8 A.M.	9 A.M.	10 A.M.	11 A.M.
θ	-90°	-75°	-60°	-45°	-30°	-15°
x	-1.00	-0.97	-0.87	-0.71	-0.50	-0.26
y	0.00	0.16	0.30	0.43	0.53	0.59

time	12 정오	1 P.M.	2 P.M.	3 P.M.	4 P.M.	5 P.M.	6 P.M.
θ	0°	15°	30°	45°	60°	75°	90°
x	0.00	0.26	0.50	0.71	0.87	0.97	1.00
y	0.61	0.59	0.53	0.43	0.30	0.16	0.00

3 - (37.5°N)

■ 날짜표(scale of dates) 그리기

Analemmatic

(gnomon)

1

가

(NS)

2

O

Z

. Z

d

. d

Z

$$Z = M \tan(d) \cos(\varphi) \quad (11)$$

Analemmatic

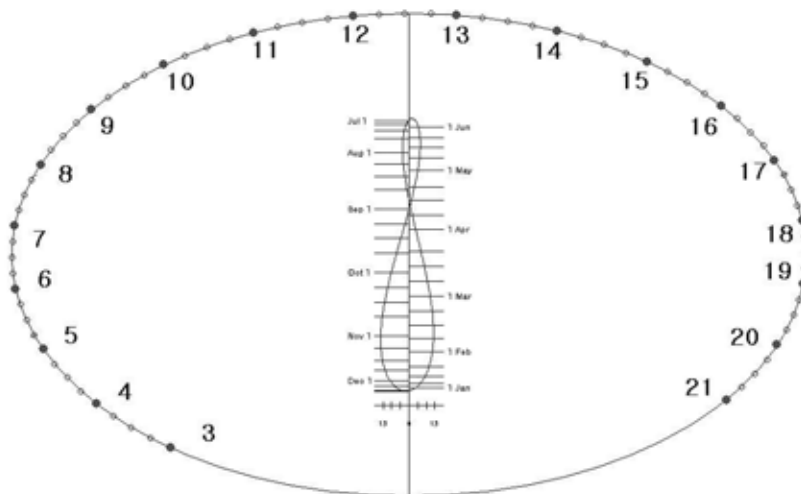
Z

날짜	Z	날짜	Z
1월 1일	-0.34	7월 1일	0.34
2월 1일	-0.25	8월 1일	0.26
3월 1일	-0.11	9월 1일	0.12
4월 1일	0.06	10월 1일	-0.04
5월 1일	0.21	11월 1일	-0.20
6월 1일	0.32	12월 1일	-0.32
6월 21일	0.34	12월 21일	-0.34

4 - (37.5°N) Analemmatic Z

12

Analemmatic



12 :

■ Analemmatic 해시계는 어떻게 사용하는가?

(gnomon)

4

$$d=0$$

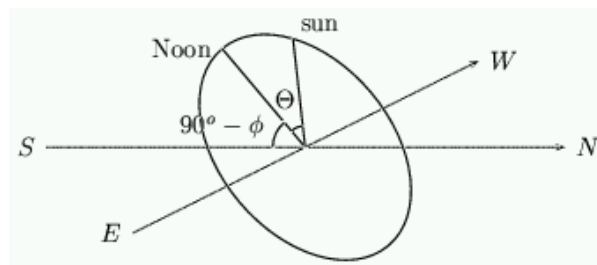
가 가

$$\Theta = 0^\circ$$

x

Θ 가

$$\Theta = 15^\circ \times x$$



14 :

?

$$d=0$$

$$90^\circ - \phi$$

6

6

R

, x -

(x, y)

, y -

$$x = R \sin(\Theta), \quad y = R \cos(\Theta) \sin(\phi) \quad (12)$$

가 y-

z

$$\cot(z) = \frac{y}{x} = \sin(\varphi) \cot(\Theta) \quad (13)$$

z

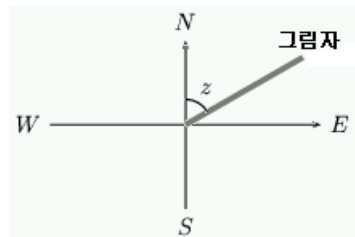
3

Θ

$$15^\circ z \times 3 = 45^\circ$$

$$\cot(\Theta) = 1$$

$$\cot(z) = \sin(\varphi) \quad (14)$$



15 :

$$d \neq 0$$

가 N-S

z

$$(13)$$

$$\cot(z) = \sin(\varphi) \cot(\Theta) - \frac{\tan(d) \cos(\varphi)}{\sin(\Theta)} \quad (15)$$

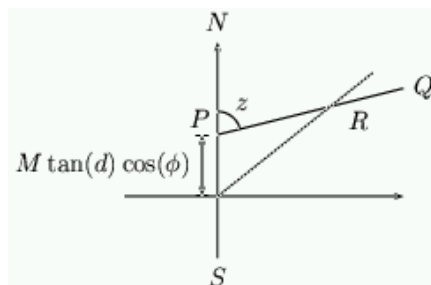
$$d = 0$$

$$(13)$$

N-S

$M \tan(d) \cos(\varphi)$

가



16 :

P

PQ 가

$$y = M \tan(d) \cos(\varphi) + x \cot(z) \quad (16)$$

(13)

z

$$d = 0$$

16

(13)

$$y = x \sin(\varphi) \cot(\Theta) \quad (17)$$

R

$$x \sin(\varphi) \cot(\Theta) = M \tan(d) \cos(\varphi) + x(\sin(\varphi) \cot(\Theta) - \frac{\tan(d) \cos(\varphi)}{\sin(\Theta)}) \quad (18)$$

$$x = M \sin(\Theta) \quad (19)$$

$$y = x \sin(\varphi) \cot(\Theta)$$

$$y = M \cos(\Theta) \sin(\varphi) \quad (20)$$

$$d = 0$$

가

가 d

$$M \tan(d) \cos(\varphi)$$

(x, y)

R

$$(M \sin(\Theta), M \cos(\Theta) \sin(\varphi)) \quad (21)$$

$$x^2 + \frac{y^2}{\sin^2(\varphi)} = M^2 \quad (22)$$

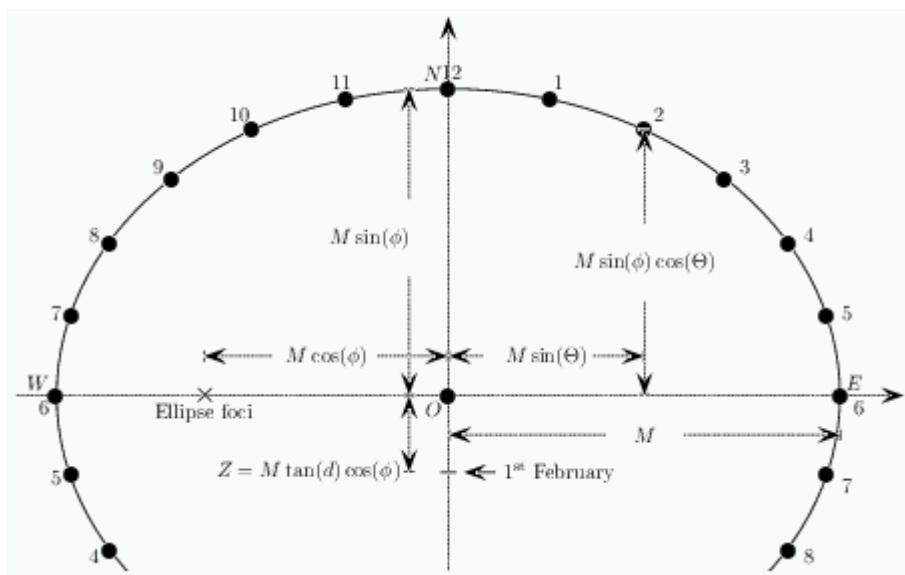
(21)

$$\Theta = 15^\circ \times \text{hour} \quad (21)$$

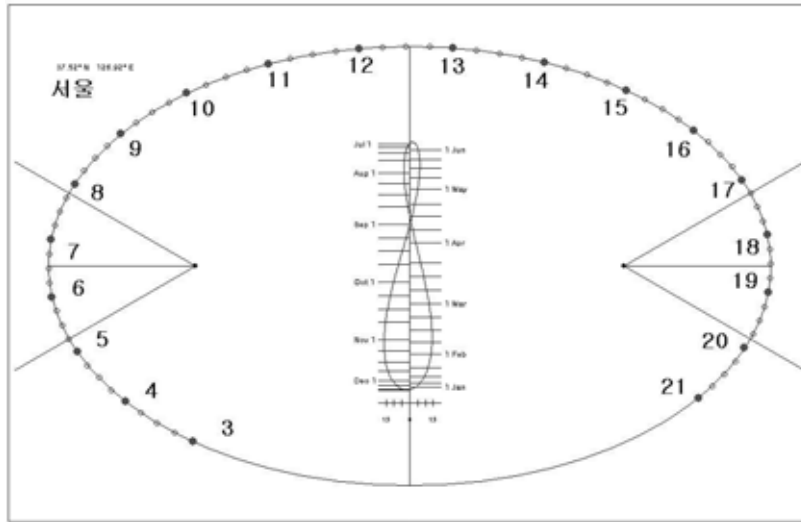
$$M_{tan}(d) \cos(\varphi)$$

17

12 Analemmatic (37.52°N, 126.92°E) . 135°E 12 가



17 : (Overall summary)



실험 4. 손가락 해시계 만들기

■ 이 실험은

가

Analemmatic

Fred Sawyer
가
(Gnomon)

Mario Arnaldi

가

“ 가

가

가

가

■ 일반적인 고리 해시계(Universal Ring Dial)

가 가

가

가

가

가

가

가

30

가

가

■ 해시계를 만드는 방법

가

가

가

가

4

1

가

가

가

가

가

가

가

가



오후

오전

그림 122 시계 손가락

가
 가 (가) 1
 가 4 1 1
 가
 가 가 2 가 가
 가 가 가 가
 가 2 가

기울이기 전에 위에서 본 그림

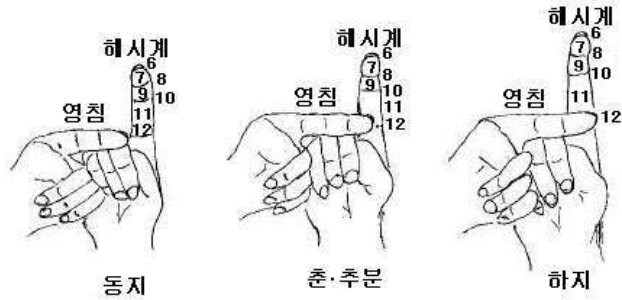


그림 125 날짜에 따른 영침의 위치

1 가 3

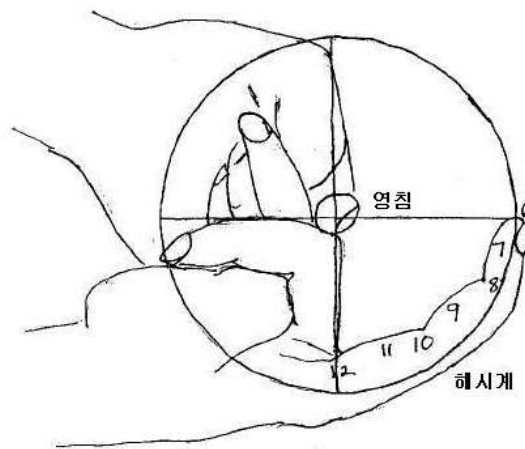


그림 126 북극에서 보았을 경우

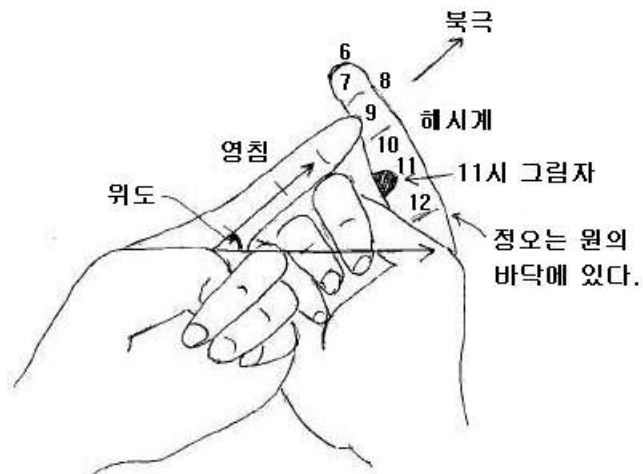
[illegible]

그림 129 완성된 해시계를 옆에서 본 그림

가 6 가 6 .
가 가 . , 가
. 12
. 가

■ 결론

Terl

가

가

가

Karen Robinson

가

가

실험 5. 간단한 적도의 해시계 만들기

1. 이 실험은

가

가

.

2. 준비물

가

, 가 , ,

,

3. 제작 방법

가

가 ,

.



가

(gnomon)

.



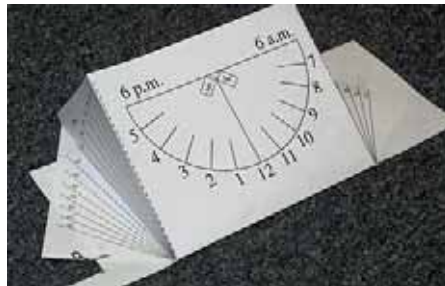
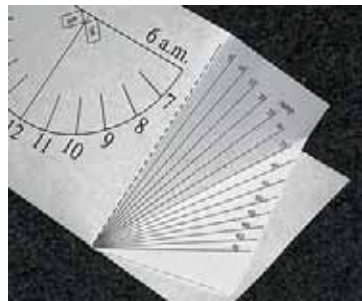
.



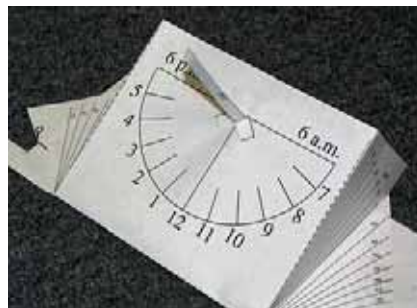
가



(: - 37.5°N)



7.



4. 사용 방법

가 가

.

.

가 가

.

가

.

.

가

가

.

이 페이지를 복사하여 사용하세요.

