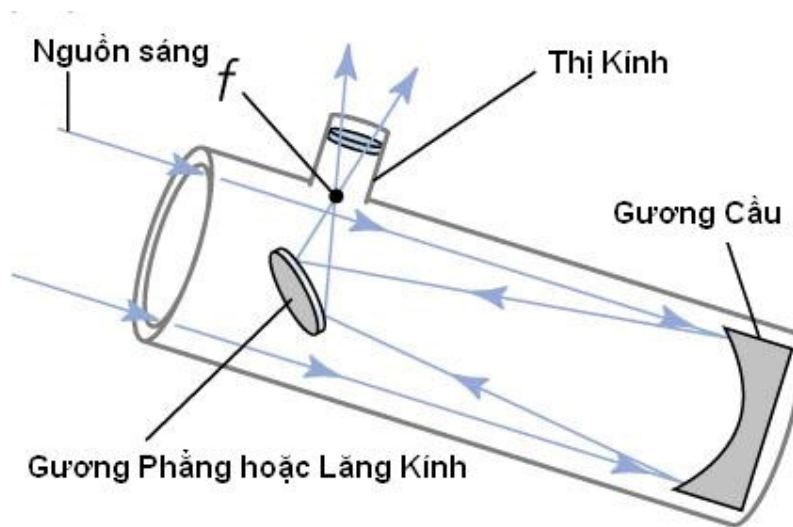


## HƯỚNG DẪN MÀI GƯƠNG CHO KTV PHẢN XẠ

### Cấu Tạo Kính Thiên Văn Phản Xạ

Cấu tạo của kính thiên văn phản xạ loại đơn giản gồm có các thành phần chính:

- Gương cầu lõm.
- Bộ phận đổi hướng tia sáng để thuận tiện cho việc quan sát thường làm bằng gương phẳng hoặc lăng kính.
- Thị kính là thấu kính hội tụ có tiêu cự ngắn (thường là một hệ thấu kính)

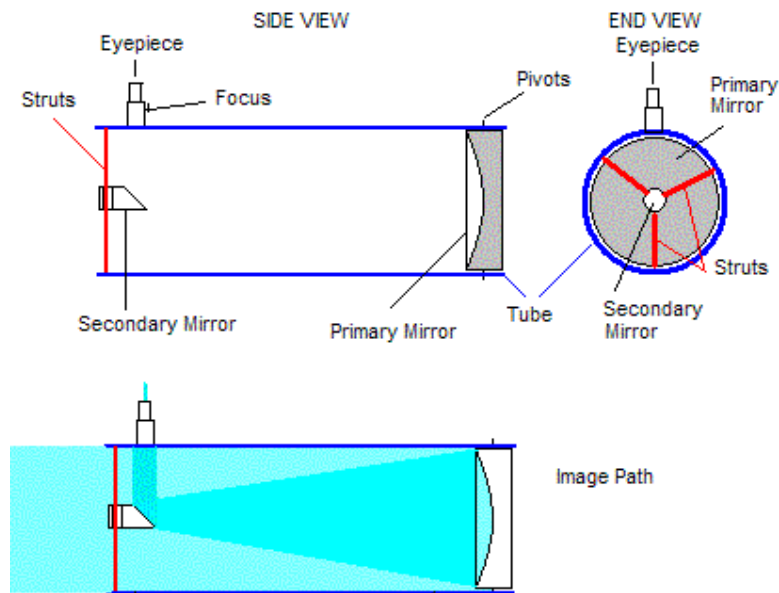


(Nguồn :Academy Artworks)

#### Nguyên lý:

- Ánh sáng từ ngoài chiếu qua ống kính, đến gương cầu sẽ được hội tụ tiêu cự của gương có chiều dài bằng 1/2 bán kính cong.
- Thị kính dùng để quan sát ảnh nằm trên mặt phẳng tiêu cự của gương cầu.

Độ phóng đại khi thiên thể ở vô cực  $K = f_1/f_2$  với  $f_1$  là tiêu cự gương cầu  $f_2$  là tiêu cự vật kính.



Ảnh : wikipedia

Đối với thị kính chúng ta có thể dùng thấu kính của các thiết bị quang học để chế lại, hoặc cũng có thể mua thị kính cho kính thiên văn một cách dễ dàng.

**Bộ phận quan trọng nhất của một kính thiên văn phản xạ là gương cầu, chúng ta sẽ phải tiến hành mài nó bằng tay.**

## MÀI GƯƠNG CHO KÍNH THIÊN VĂN PHẢN XẠ

### Phần 1. Tổng quan.

Nguyên lý tạo gương cầu rất đơn giản : 2 bề mặt cứng, ma sát với nhau theo **mọi phương một cách ngẫu nhiên** sẽ mòn dần và trở thành 2 mặt cầu, một lõm, một lồi (Mặt phẳng là một trường hợp riêng của mặt cầu với bán kính cong là vô cùng !). Bằng cách thay đổi biên độ mài, tư thế mài, ta sẽ điều chỉnh được bán kính cong của gương theo ý muốn.

Sau đó gương cầu sẽ được sửa thành dạng parabol vì chỉ với dạng này hình ảnh thiên thể mới được phản chiếu lại chính xác, không bị cầu sai. ( Mọi chùm tia song song với quang trục gương parabol đều hội tụ về tiêu điểm gương.)

Tùy theo yêu cầu sử dụng, ta sẽ tiến hành xác định kích cỡ của gương và kính thiên văn định chế tạo và đặt phôi kính và dụng cụ theo yêu cầu.

Thông thường bề dày phôi kính không nên nhỏ hơn  $1/10$  đường kính gương để chống tình trạng loạn thị do gương bị cong vênh.

Các bước tiến hành tuần tự như sau :

- 1. Tính toán các thông số kính, chuẩn bị dụng cụ, nguyên liệu :** tiêu cự, độ sâu tâm gương, bàn mài, bột mài...dụng cụ đo.

2. **Mài phá** : theo đường kính gương tạo độ lõm ở tâm gương bằng đĩa thép và bột mài thô cho đến khi độ sâu tâm gương đạt yêu cầu. Mài theo dây cung  $1/4D$  để hạ thấp vùng trung gian .
3. **Đúc đĩa mài** bằng gạch và thạch cao theo dạng lõm của gương vừa mài phá.
4. **Mài thô** gương với đĩa vừa đúc cho đến khi đĩa mài mòn đều và gương bắt đầu tiếp xúc tốt. Mặt gương Gương bắt đầu có dạng cầu nhưng rất thô, nhám.
5. **Mài tinh** : Mài bằng bột mịn dần để làm mịn bề mặt gương. Cuối công đoạn này khi nghiêng gương đi khoảng  $60^\circ$  ta có thể nhìn thấy nó phản chiếu ánh đèn sáng.
6. **Đúc đĩa mài bóng** bằng nhựa đường.
7. **Mài bóng** bằng đĩa mài bóng cho đến khi bề mặt gương hoàn toàn không còn vết rỗ li ti.
8. **Máy test Ronchi, Foucault, Kiểm tra** dạng cầu và khuyết tật bề mặt của gương bằng máy test
9. **Mài tạo dạng** parabol.
10. **Tráng bạc**.

## Phần 2. Chi tiết

### 1. Tính toán kính, chuẩn bị dụng cụ

#### I. Tính các thông số của kính.

Để thuận tiện xử dụng, người ta thường chọn tiêu cự vật kính khoảng 0.5 – 1.25m. Kính sẽ không quá dài, lắp đặt đơn giản. Tiêu cự cũng không nên quá ngắn, độ KH giảm và quan trọng nhất là gương sẽ khá sâu (R nhỏ) và dạng cầu lúc đó sẽ khá xa với dạng parabol cần có. Theo TL Nga TC tối thiểu để gương cầu không lệch quá dạng parabol 1/8 bước sóng ánh sáng:

Minimum relationship F/D for the spherical mirrors

D mm	80	115	150	200
f/D	6.55	7.39	8.08	8.89

Nếu f/D bé hơn bảng trên, gương buộc phải sửa dạng parabol. Việc tạo dạng (figuring) này cũng không dễ với các bạn mới tập làm.

Ở đây, ta dùng Kính Newton trường rộng 250mm của HAAC làm ví dụ.

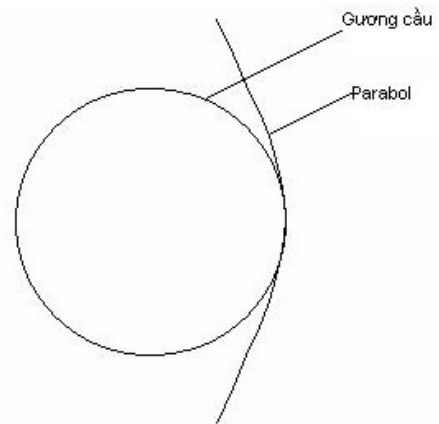
Đây là Kính có trường nhìn đủ lớn để quan sát và chụp ảnh các cụm sao, thiên hà, các vật thể tối có góc nhìn lớn.

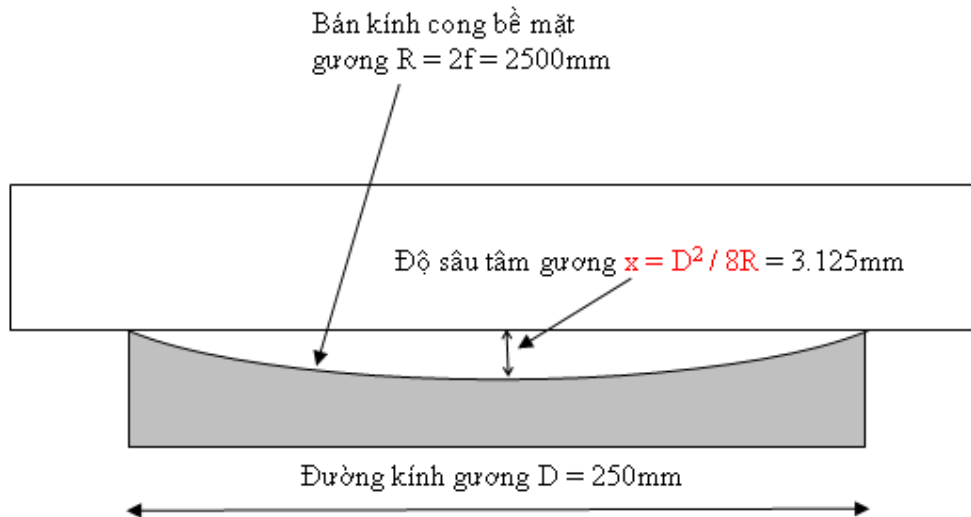
Các thông số thiết kế :

- Chọn Đường kính gương D = 250mm
- Chọn Tỉ số tiêu cự F = 5
- Tiêu cự  $f = D \times F = 1250\text{mm}$
- Độ phân giải góc (Angular Resolution -SA) =  $206.265.000 \times w / D = 0.458 \text{ arcsec}$
- Độ phóng đại tối đa  $G_{\max} = D \times 2 = 500x$
- Độ phóng đại tối thiểu  $G_{\min} = D / D_{\text{eye}} = 35.7x$  ( $D_{\text{eye}}$  : đường kính con người mắt = 7mm)
- Trường nhìn tối đa (ứng với độ phóng đại nhỏ nhất) với thị kính 35mm độ mở  $50^\circ$  là  $1.4^\circ$

Với trường nhìn này, ta có thể quan sát các cụm sao lớn có góc nhìn gấp 3 lần mặt trăng.

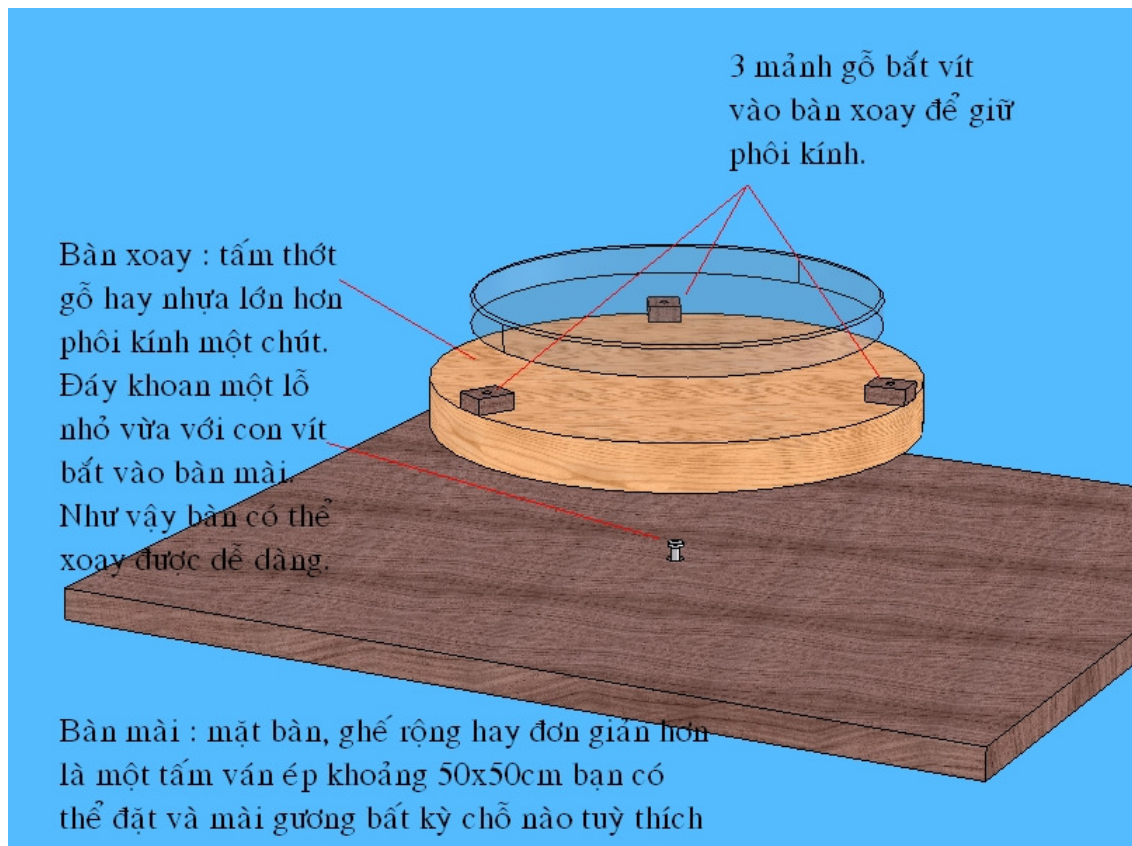
- Bán kính cong bề mặt gương  $R = 2f = 2500\text{mm}$
- Độ sâu tâm gương  $x = D^2 / 8R = 3.125\text{mm}$ .





## II. Chuẩn bị dụng cụ :

### a. Bàn làm việc.



- Bàn mài : Mặt bàn, ghé đủ vững chắc, không rung động hay đơn giản hơn là một tấm ván ép 50x60cm và ta có thể đặt và mài ở đâu tùy thích. bắt 1 con vít gỗ vào giữa bàn mài làm tâm xoay cho bàn xoay.
- Bàn xoay : Dùng một thớt gỗ tròn đường kính khoảng 300mm chiều dày khoảng 20mm làm bàn xoay. Khoan 1 lỗ nhỏ ở giữa đáy bàn để lắp vào vít trên bàn mài. Cách lắp này rất tiện khi tháo lắp làm vệ sinh.

- Đĩa mài phá : tận dụng một đĩa thép tròn nào đó có đường kính khoảng  $0.5-0.7D$  để mài theo đường kính và  $0.3-0.5D$  để mài theo dây cung. ( đơn giản hơn, chỉ dùng một đĩa  $0.5D$  cho cả 2 công đoạn.)



Hình . Tận dụng một khạp sành cũ, lật đáy lên làm bàn mài.

**b. Bột mài.****1. Bột mài thô và tinh :** Có 2 loại bột thường dùng là

Mài thô, phá lôm dùng bột carborundum. Cỡ hạt được gọi theo cỡ rây dùng tách cỡ hạt.

VD : bột cỡ 320 grit được lấy qua rây có 320 lỗ/ 1” vuông. Số càng to bột càng mịn. Ta thường dùng cỡ 60-80grit để phá lôm và mài thô, sau đó tuần tự dùng bột mịn hơn 220, 320grit.

Bột oxid nhôm. Cho công đoạn mài tinh phân loại theo đường kính trung bình tính bằng micron. Thường dùng 20 và 9micron. Bột oxid nhôm không cứng và kết cấu không “sắc cạnh” như bột carbo nên tốc độ mài hơi chậm hơn nhưng bề mặt gương ít bị xước và “mịn” hơn, mài bóng sẽ nhanh hơn .

Đây là bản thông số các loại bột mài thường dùng theo TC Mỹ U.S. Commercial Standard CS 271-65 trích từ trang

[http://www.stellafane.com/atm/atm\\_mirror\\_ref/atm\\_grit.htm#Grit Size Table](http://www.stellafane.com/atm/atm_mirror_ref/atm_grit.htm#Grit%20Size%20Table) .

Các cỡ hạt in đậm là loại thông dụng nhất. Bạn không cần có đủ tất cả các cỡ hạt như vậy, nhưng nếu bạn có càng nhiều cỡ hạt mài, thao tác mài sẽ nhanh hơn.

Current Sizes			Historical Measures	
Standard Grit # <i>(Note 1)</i>	Average Micron Size <i>(Note 2)</i>	Maximum Micron Size <i>(Note 3)</i>	American Optical Powder Number <i>(Note 4)</i>	Elutriative Time (Minutes) <i>(Note 5)</i>
<b>40</b>	420	660		
<b>60</b>	254	406	M60	
<b>80</b>	165	292		
100	122	203	M100	
<b>120</b>	102	165		
180	76	114	M180	1
<b>220</b>	63	102		
240	50	85		
280	39	70		
<b>320</b>	32	60		
360	28	55		
	<b>25</b>			
400	22	45	M302	5
<b>500</b>	<b>20</b>	40	M302½	10
	18			
<b>600</b>	<b>15</b>	35	M303	20
800	<b>12</b>	30	M303½	40
900	<b>9</b>	23		
1000	7	23	M304	60
1200	<b>5</b>		M305	
	<b>3</b>			



	1			
--	---	--	--	--

Note 1: U.S. Department of Commerce Commercial Standard CS 271-65, #8 through #240.

Note 2: Average Size is used in "naming" the grit.

Note 3: Typical; range of particle sizes varies by manufacturer.

Note 4: Proprietary scheme referred to in many older telescope making books.

Note 5: Elutriative Time is the time it takes particles to settle in a standard water column.

Các loại bột mua không có số hoặc tự nghiền từ đá mài bạn có thể phân loại cho nó bằng cách so sánh với cỡ hạt của giấy nhám (giấy ráp) có mã số tương ứng. Các bạn chú ý đến cột 5 của bảng trên chỉ thời gian lắng hạt trong nước. Ta có thể dùng chỉ tiêu này để lọc cỡ hạt mài trong trường hợp bột mài bị lẫn hạt to gây xước gương, bột tự nghiền, hay tách cỡ hạt mịn từ bùn mài từ các bước mài thô. Đây là phương pháp rất hiệu nghiệm và "kinh tế" trong hoàn cảnh "amateur" như chúng ta ; thừa thời gian nhưng thiếu tiền và phương tiện.!

### **PP Tách cỡ hạt mài bằng cách cho lắng trong nước:**

Cho vài muỗng bột mài vào xô hay ca nhựa lớn, khuấy kỹ rồi để yên cho bột lắng xuống đáy. Bột mài sẽ tự phân tầng : bột thô nằm dưới đáy, bột mịn nằm trên.

Sau khoảng 10 phút gạn nhẹ hay dùng ống xiphông rút bớt lớp nước trong bên trên ra, dùng muỗng hớt lớp bột mịn bên trên ra, bỏ lớp dưới đáy lẫn nhiều hạt thô.

Với bột tinh, hạt bột rất mịn và khá ít ta nên dùng cốc thủy tinh : Khuấy đều và để lắng trong 1 phút. Dùng ống xiphông hút lớp bùn lơ lửng bên trên ra cốc khác . Để lắng 1h và gạn bỏ nước trong, Ta có loại bột mịn tạm gọi là "bột 1 phút ".

Tiếp tục làm như thế với thời gian lắng 10 phút, 30 phút ta có "bột 10 phút" , "bột 30 phút". Bột này có kích cỡ khoảng 20 và 9 micron dùng rất tốt cho giai đoạn mài tinh cuối . đặc biệt là hoàn toàn không gây xước gương vì không bị lẫn cỡ hạt thô.

Mặt gương mài bằng bột này rất mịn và ít bị dính.

Tuỳ theo loại bột có tỉ trọng khác nhau nên thời gian lắng có thể khác nhau đôi chút.

Bột mài càng tinh thì số lượng bột dùng càng ít nên trong thực tế ta có thể chỉ dùng duy nhất một loại bột mài thô !!!

Dùng tấm nilon lớn lót bàn mài. Sau khi mài phá xong , rửa bột mịn bám trên bàn, đổ mài vào một xô lớn., tiến hành lắng lọc để lấy bột mịn hơn cho đợt mài kế tiếp

**2. Bột mài bóng** thường dùng của dân ATM thế giới là oxid cerium CeO có màu hồng cam, có kích cỡ trung bình khoảng 3micron. Ở Việt nam, đến nay chúng tôi vẫn chưa tìm ra nơi bán ! Thay vào đó là bột oxid sắt ( bột đỏ Red Rouge), màu đỏ sậm thường dùng như bột màu trong ngành xây dựng. Bột này khá rẻ nhưng do mịn và mềm hơn oxid Cerium nên tốc độ mài bóng chậm hơn 2-3 lần. Bù lại, theo nhiều TL kinh điển, bề mặt gương mài bằng bột đỏ mịn hơn so với bột CeO.

Để an toàn, bột đỏ mua về cũng được lọc tinh trong nước theo phương pháp đã nêu trên. Vài TG đề nghị cho bột vào một túi vải mịn, túm lại rồi khuấy vào nước. Sau đó để lắng và dùng phần bột mịn lắng trong nước.

### **Lưu trữ và xử dụng.**

Bột mài mua về, bạn nên tách riêng ra ngay, tuần tự từ loại mịn nhất, cho vào lọ nhựa đậy kín nắp và ghi nhãn để không nhầm lẫn.





Khi dùng đến loại nào mới lấy ra để tránh dây bẩn gây xước gương.

Các loại bột mịn từ 20 micron trở xuống, nên cho vào bình, lọ nhỏ giọt nhỏ ( như lọ alcol hay oxy già chẳng hạn), cho thêm khoảng 3 phần nước vào và dùng như một dung dịch huyền phù. Như vậy sẽ dễ

xử dụng hơn, bột mịn để phân bố đều trên mặt gương hơn.

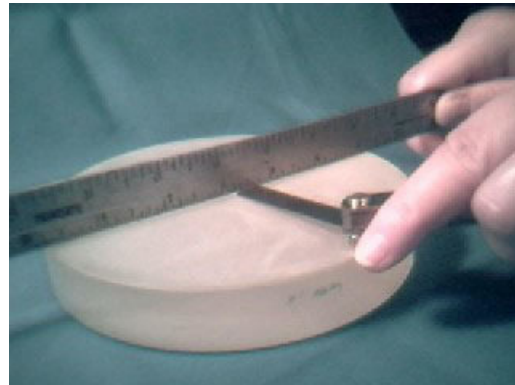
**c. Dụng cụ đo.** Để kiểm tra độ sâu và tình bán kính cong của gương .

**Thước đo đơn giản** theo

[http://www.stellafane.com/atm/atm\\_grind/atm\\_measure\\_sag.htm](http://www.stellafane.com/atm/atm_grind/atm_measure_sag.htm) chỉ là một thước thẳng và bộ căn lá chuẩn.



Đặt thước dọc theo đường kính gương và đo độ sâu bằng các lá căn chuẩn tại tâm gương.



Nếu không có căn lá, ta có thể dùng giấy đã biết độ dày (Dùng thước cặp hay nhờ người đo bề dày 10 tờ giấy và chia 10 ) cắt thành băng khoảng 10mm chiều rộng. Xếp thành một xấp giấy và dùng thay căn lá.

**Thước đo chính xác.**

Để đo chính xác hơn ta có thể chế một thước đo độ sâu dùng đồng hồ Dial Indicator : Dùng một thanh nhôm thẳng khoan lỗ và lắp đồng hồ như hình bên.

Đồng hồ Dial Indicator ở TP HCM thường được gọi là đồng hồ so, (loại Trung quốc giá khoảng 50.000đ) có bán tại các cửa hàng dụng cụ cơ khí. Với đồng hồ này, độ chính xác đo đạt  $\pm 0,01\text{mm}$ .

Đồng hồ này còn được dùng trong máy Test foucault.





### Spherometer.

Với thước đo độ sâu, mỗi vị trí khác nhau trên gương sẽ có độ sâu khác nhau, ta phải tính toán lại, còn với spherometer, chỉ số đo sẽ giống nhau tại mọi điểm trên gương cầu, rất thuận tiện khi xử dụng. Nhưng lại không dùng được trong giai đoạn phá lõm đầu theo đường kính gương. Cấu tạo gồm một đế thép tròn, khoan lỗ tại tâm để lắp dial indicator.

### Cách dùng spherometer :

- Chuẩn 0 : Đặt đế spherometer lên mặt phẳng, thường là mặt sau của phiê kính đang mài. Lắp đồng hồ Indicator dial vào đế, chỉnh đồng hồ xuống thấp cho đến khi kim nhỏ chỉ khoảng 2mm. Siết chặt vis giữ đồng hồ. Xoay vành ngoài đồng hồ cho vạch 0 về đúng vị trí kim dài . Kéo nhẹ trục đồng hồ lên khoảng 1mm, thả xuống để kiểm tra lại điểm 0, xoay chỉnh lại vành ngoài nếu bị lệch 0.
- Đặt spherometer lên mặt gương. Đọc chỉ số màu đỏ ( không phải số đen) để biết độ sâu của gương tại điểm đó. Rê nhẹ spherometer để kiểm tra tiếp các vị trí khác.  
Chú ý : chỉ số đọc được là độ sâu s tương ứng với đường kính ngoài D của đế spherometer.

Bán kính cong của gương tính theo công thức

$$R = D^2 / 8s$$

Bạn phải đo chính xác D để tránh sai số.



### PP kiểm tra tiêu cự gương không cần dùng Spherometer hay thước đo độ sâu.

Việc chế tạo Spherometer hay thước đo độ sâu có vẻ hơi khó đối với những bạn không chuyên về cơ khí. Hai PP sau đây giúp các bạn đo tiêu cự gương rất dễ dàng với độ chính xác không kém dụng cụ chuyên nghiệp :

1/ Soi ảnh Mặt trời : Gương sau khi phá lõm có thể đo tiêu cự ngay bằng cách tắm ướt bề mặt gương. Nước sẽ lấp đầy các vết rỗ và gương sẽ phản xạ ánh sáng khá tốt. Ảnh mặt trời hứng trên màn sẽ không nét do dạng gương và bề mặt không tốt nhưng vẫn đủ để xác định tiêu cự với độ chính xác khoảng 2-3cm với mặt gương mài thô.!

Khi càng mài tinh, độ chính xác sẽ gia tăng .

2/ Soi bóng đèn : Khi không có mặt trời, bạn có thể dùng pp này.

Trong phòng, hơi tối một chút, dùng 1 đèn pin, đặt ngay cạnh mắt, hướng về phía mặt gương đã tẩm ướt, sao cho mắt có thể nhìn thấy ảnh (ánh sáng) phản chiếu trên gương.

Đời nhẹ đèn sang một bên, nếu ảnh chuyển động cùng chiều với vật thì ta đang ở phía trong tâm của gương và ngược lại. Ảnh rất mờ, không rõ, nhưng nhận thấy chuyển động của nó lại rất dễ dàng,

Di chuyển mắt và đèn về phía tâm gương và thử di chuyển ngang lần nữa cho đến khi ảnh không chuyển động theo đèn thì ta đang ở đúng tâm gương.

Đo khoảng cách R này và chia 2 ta có tiêu cự f của gương.

Độ chính xác của PP này hơi kém hơn PP soi ảnh mặt trời một chút, nhưng cũng thừa đủ cho giới amateur chúng ta. !

## 2. Mài phá lõm

**Thao tác mài cơ bản** : Một số thuật ngữ thường dùng sẽ để nguyên gốc tiếng Anh để các bạn không bỏ ngỡ khi đọc TL tiếng Anh.

**Stroke** : thao tác đẩy và ấn gương (hay đĩa mài) trượt trên đĩa mài (gương) tới và lui

**Normal stroke** : thao tác mài cơ bản, chỉ có chuyển động tịnh tiến tới, lui.

**W stroke** : ngoài chuyển động tịnh tiến, còn có chuyển động ngang. Tâm gương (đĩa mài) nằm phía trên sẽ chuyển động theo hình W.

**TOT** : Tool On Top : tư thế đĩa mài nằm trên, sẽ làm cho gương bị bẹt ra, tiêu cự tăng lên

**MOT** : Mirror On Top : tư thế mài gương nằm trên, sẽ làm cho gương sâu hơn, tiêu cự giảm đi.

Để điều chỉnh tiêu cự gương, chỉ cần chọn tư thế mài và biên độ mài phù hợp.

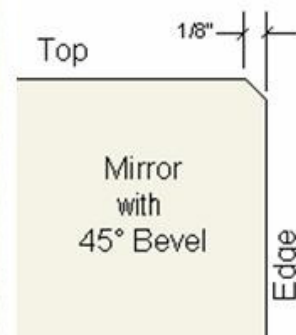
Khi đã đạt tiêu cự mong muốn, luân phiên đổi vị trí gương và đĩa mài TOT, MOT.TOT.. sau mỗi 15 phút mài, gương sẽ giữ nguyên tiêu cự và có dạng cầu chuẩn.

**Xoay gương và đĩa mài** : Sau khoảng 10- 15 lần stroke ta xoay bàn xoay một góc khoảng 10-20o và đĩa mài một góc tương tự về phía ngược lại.

**Biên độ mài** theo các hướng dẫn dưới đây chỉ là giá trị trung bình, nghĩa là không cần và cũng không nên tuyệt đối chính xác .Chính yếu tố ngẫu nhiên về góc xoay bàn và biên độ mài, gương sẽ được mài đều theo mọi hướng (không có hướng ưu tiên) và sẽ có dạng cầu.

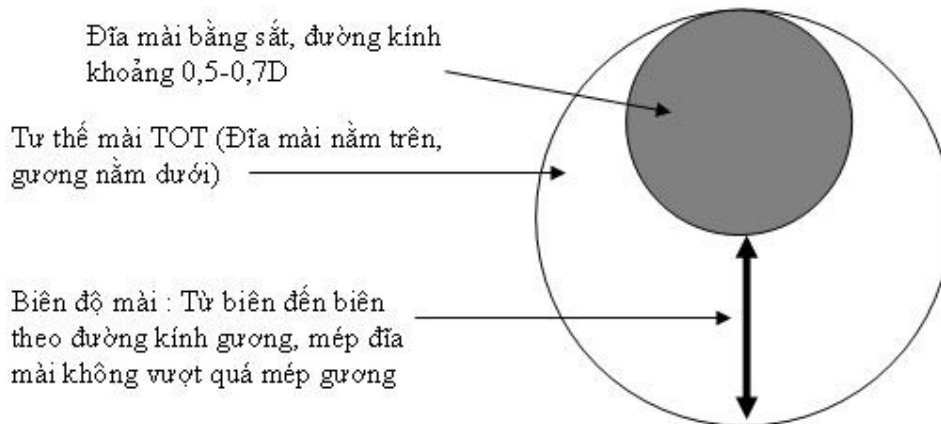
### Trước khi tiến hành mài gương các bạn chú ý :

- Đừng để gương khô nước, bụi thủy tinh và bột mài không có lợi cho sức khỏe nếu hít phải.
- Bùn mài, nếu không “tái chế” để lấy bột mịn hơn, không nên đổ xuống cống, dễ gây tắc cống, rất khó thông.
- Chỗ làm việc tránh gió mạnh, luôn sạch, chỉ để duy nhất 1 loại bột đang mài. Vệ sinh thật kỹ gương, đĩa mài, bàn xoay và toàn bộ chỗ làm việc trước khi chuyển sang bột mịn hơn để tránh nhiễm bụi bẩn gây xước gương.
- Bo cạnh gương : Cạnh gương phải được mài vát 45° sâu vào khoảng 2-3mm để tránh mẻ cạnh gây xước vùng biên gương.



Dùng thanh đá mài dao, bắt đầu bằng mặt đá thô mài dọc theo cạnh gương cho đến khi đạt độ sâu 2-3mm. Dùng mặt đá mịn, mài lại cho hết nhám. nếu lỡ tay làm mẻ cạnh gương “lem nhem” cũng không sao, bạn chỉ việc bo tiếp cho đến khi không còn nguy cơ mẻ tiếp nữa. Mẻ trong khi bo cạnh còn hơn xước gương trong khi mài.! Trong quá trình mài, mặt gương bị hạ thấp xuống, bạn phải bo lại cạnh nếu cần.

### I. Mài phá theo đường kính .



I

### Mài TOT

Rắc một ít bột mài thô vào giữa gương, xịt một ít nước lên, dùng đĩa mài xoa đều bột lên vùng giữa gương và bắt đầu mài. Đây là công đoạn gây tiếng ồn khá lớn.. Khi bạn nghe tiếng ồn êm hơn là lúc cần phải rắc thêm bột mới và xịt nước vào gương . Một lần như thế được gọi là một lần “làm ướt” (Wet)

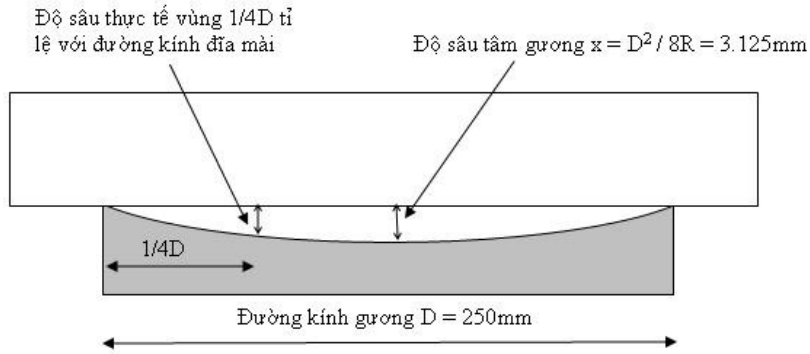
Hạt mài phá vỡ thủy tinh và cũng vỡ vụn ra dưới tác động của đĩa mài. Sau khoảng 5-10 lần làm ướt, bùn mài tích lũy khá nhiều trên gương làm giảm hiệu quả mài, bạn nên rửa sạch gương và đĩa. Thời gian mài sẽ tỉ lệ với thể tích vùng thủy tinh cần phá đi trên gương, tốc độ, lực mài và chất lượng bột mài. Gương sẽ bị phá lõm vùng giữa khá nhanh trong khi vùng biên hầu như không bị tác động. Với gương 100mm f 1000mm có thể đạt độ sâu 0.5mm sau 1h mài, gương lớn, độ sâu lớn như gương 250mm, F5 có thể mất khoảng 6h mài.

Kiểm tra bằng thước đo độ sâu để kịp dừng khi đạt đến khoảng 90% độ sâu mong muốn. Độ dư còn lại ta sẽ mài bằng đĩa gạch.

### II. Mài theo dây cung.

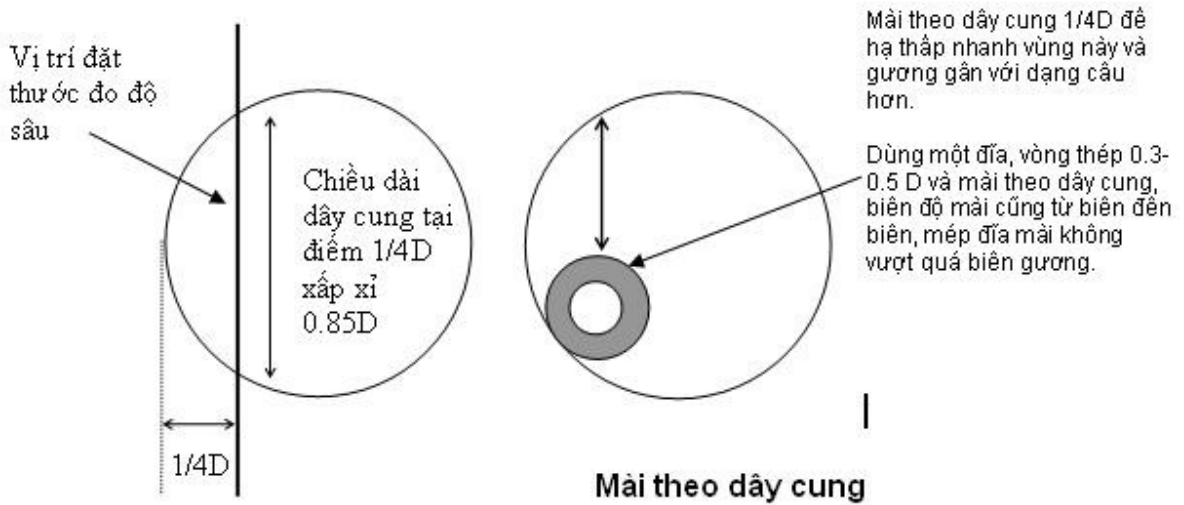
Sau công đoạn 1 tùy theo đường kính đĩa mài, độ sâu vùng 1/4D sẽ khác nhau.





Độ sâu lý thuyết gần đúng là  $X_{1/4} = (0.85xD)^2/8R = 2.25\text{mm}$

Bạn kiểm tra độ sâu thực tế, nếu gần bằng hoặc lớn hơn 90% độ sâu cần đạt thì bỏ qua công đoạn này.



Phương pháp mài theo dây cung

Sau khi mài phá lõm gương đã có dạng gần cầu và đạt được độ sâu khoảng 90% độ sâu cần thiết. Bài sau chúng ta sẽ chuyển sang bước kế tiếp - Đúc Đĩa Mài

**3.Đúc đĩa mài bằng gạch và thạch cao (hoặc xi măng)**

Đĩa mài được đúc theo dạng lõm của gương vừa được mài phá và sẽ được sử dụng trong các bước mài thô và mài tinh tạo mặt bóng của gương.

Ta cần một đĩa mài có dạng cong lồi theo bề mặt của gương vừa phá lõm xong. Với đĩa mài này, ta sẽ mài thô, và mài tinh mặt gương.

Qua thử nghiệm nhiều phương thức làm đĩa mài khác nhau, tôi chọn kiểu đúc thạch cao vì :

- Nguyên liệu rẻ tiền, dễ kiếm : gạch vỡ nhặt quanh nhà, thạch cao chỉ 2.000đ/Kg
- Thạch cao mềm và ít gây xước hơn cát và xi măng.

- Khá bền, dày và lâu mòn hơn đồng xu thép. Với gạch thạch anh rất cứng, có thể mài 2-3 gương 150mm mà chưa mòn hết gạch.
- Đơn giản chỉ cần đục một lần, không phải dùng keo epoxy.

Chỉ có một khuyết điểm là thời gian chờ cho thạch cao khô hoàn toàn hơi lâu : từ 3-5 ngày tùy thời tiết.

Bạn có thể tham khảo tại trang [http://theastropages.com/atm/tutorials\\_tool.htm](http://theastropages.com/atm/tutorials_tool.htm)

## Tiến hành :

### I- Cắt gạch

Gạch lát nền nhà, loại có phủ men hay không đều được chỉ cần đủ cứng, ít mài mòn. Nhờ thợ cắt thành từng viên vuông cạnh khoảng 2cm (không cần chính xác). Mài sơ cạnh gạch để phá những điểm có nguy cơ mẻ vỡ.

- Cắt một mảnh bao xốp mỏng, tròn bằng đường kính gương để lót mặt gương
- Xếp gạch lên mảnh bao mặt trên gạch úp xuống, khoảng cách giữa các hàng gạch khoảng 2-3mm. Gạch ở biên bị thừa cạnh có thể cắt bớt bằng kèm hay dùng búa chặt.

**Chú ý :** Gạch được bố trí không đối xứng trên gương, tâm gương nằm cách tâm viên gạch giữa khoảng 1/4 cạnh gạch. (xem hình). Như vậy khi mài, gương sẽ không bị hiện tượng vành lồi hay lõm quanh tâm gương.

Không nhất thiết gạch phải lát kín bề mặt đĩa. Bạn có thể bỏ qua những góc nhỏ hơn 1/3 viên gạch mà không ảnh hưởng đến chất lượng mài. (xem hình)

- Lấy từng viên gạch lên bôi keo và dán vào vị trí cũ, tạo thành một "vi gạch". Như vậy, gạch sẽ được giữ không xô lệch khi đổ thạch cao.
- Dùng băng keo nhựa hoặc cắt giấy bìa thành băng, dán quanh gương tạo thành khuôn cao hơn mặt gương khoảng 2-3cm. Bôi nhẹ một ít dầu ăn lên mặt gương để chống dính.
- Đặt vi gạch lên mặt gương, chỉnh lại cho đúng vị trí.

### II-Trộn và đổ thạch cao.

Dùng một ca hay thau nhựa nhỏ để trộn thạch cao. Cho nước vào thau, vừa rắc từ từ bột thạch cao vào nước vừa khuấy đều cho đến khi thạch cao sệt lại. Tỷ lệ nước và thạch cao tùy thuộc vào loại thạch cao và điều kiện lưu trữ. Nhẹ nhàng đổ thạch cao vào giữa khuôn cho đến khi đầy khuôn. Dùng que gỗ, xăm nhẹ vào thạch cao để các bọt khí dễ thoát ra. Dùng bay làm phẳng bề mặt thạch cao.

Để yên khoảng 30 phút. Thạch cao sẽ nóng lên và đông dần lại. Dùng móng tay kiểm tra thử độ cứng của thạch cao có đủ để tháo khuôn.

### III- Tháo khuôn.

Thận trọng tháo băng quanh khuôn. Dùng dao nhọn tỉa bớt phần thạch cao dư bám quanh cạnh gương. Ấn nhẹ cạnh đĩa để trượt đĩa ra khỏi mặt gương.

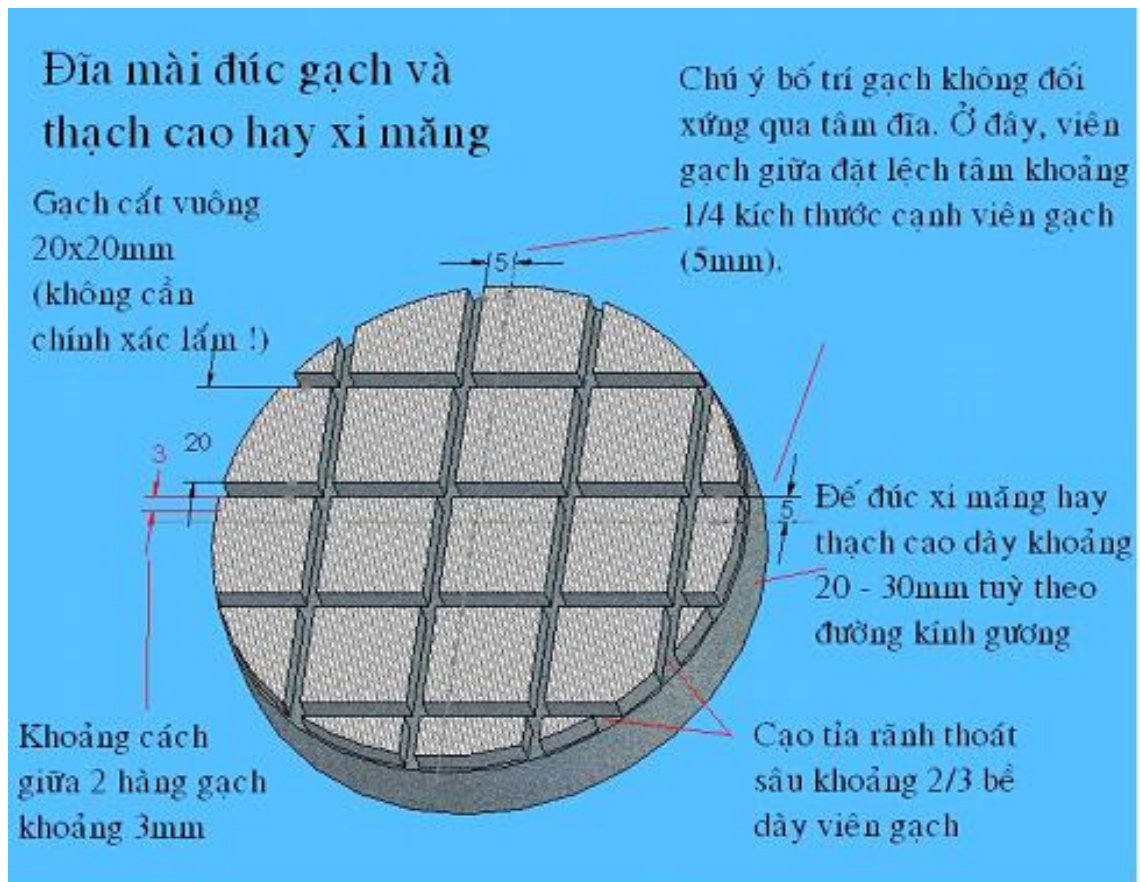
Đặt đĩa xuống mặt bàn, dùng dao và que gỗ nhỏ thận trọng tỉa thạch cao bám giữa các viên gạch, tạo thành rãnh sâu khoảng 2/3 chiều cao viên gạch. Đây là các rãnh thoát để nước và bột mài lưu thông dễ dàng, gương ít bị dính và mài dễ hơn. Tháo khuôn chậm, thạch cao quá cứng, sẽ khó tạo rãnh.

### IV- Phơi khô.

Đặt đĩa mài dựa nghiêng khoảng 70o trên cạnh ở nơi thoáng gió cho đến khi thạch cao cứng và khô hoàn toàn. Bạn sẽ mất khoảng 3-4 ngày, khi đó, mặt thạch cao sẽ không



còn mát lạnh như khi còn ướt, và có thể dán dính được bằng keo lên bề mặt. Nếu dùng xi măng, thời gian chờ đông khoảng 5-6 giờ. Sau khi cạo, tĩa rãnh thoát, bạn nên trộn một ít hồ dầu loãng ( xi măng và nước) tưới vào rãnh để tăng độ bám gạch và ít bị mẻ vỡ xi măng, cát vào gương khi mài.



Hình . Đĩa mài đúc gạch,xi măng và gương 100mm đã qua mài tinh.



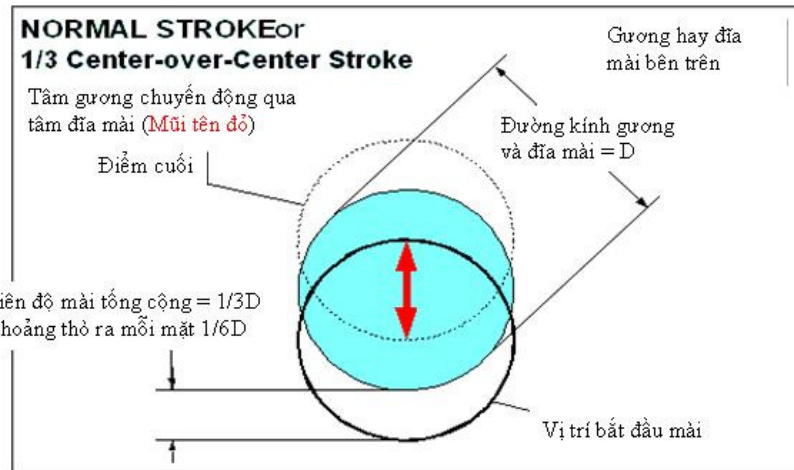
Hình. Đĩa mài đúc gạch và thạch cao cho gương 235mm.

**Chú ý :** đã bỏ bớt nhiều viên ở góc do kích thước nhỏ, nhưng vẫn không ảnh hưởng đến chất lượng mài.

**Sau khi đúc xong đĩa mài ta sẽ chuyển sang bước kế tiếp là mài thô để chỉnh mặt cầu của gương**

#### 4. Mài thô

Dù đúc theo mặt lõm của gương, nhưng bề mặt lát gạch của đĩa mài vẫn bị lồi lõm, nghiêng không đều. Bề mặt gương cũng chưa có dạng cầu mà chỉ lõm theo độ sâu tính toán. Ta sẽ tiếp tục mài thô bằng đĩa này trên gương. Các “điểm cao” sẽ bị hạ thấp, bề mặt gương và đĩa mài sẽ tiếp xúc tốt tại mọi điểm. Phần này chúng tôi dựa theo trang [Stellafane.com](http://Stellafane.com) , vì các thao tác rất đơn giản, dễ thực hiện và ít gây sai sót. Thao tác mài dùng trong giai đoạn này là **Normal stroke 1/3D center over center** : Mài kiểu tịnh tiến qua tâm gương và đĩa mài , biên độ mài tổng cộng là 1/3 đường kính gương .



Mài Normal stroke 1/3D center over center

Vài TL khác dùng W stroke tác dụng nhanh hơn nhưng rất khó kiểm soát, dễ gây biến dạng bề mặt gương. Vì độ sâu ở giai đoạn phá lõm chỉ bằng 90% độ sâu tính toán, ta sẽ bắt đầu mài theo tư thế MOT, gương bên trên để tiếp tục phá sâu gương đến độ sâu tính toán. Ta dùng tiếp bột mài thô như công đoạn trước. Dùng bình xịt nước (loại dùng để là (ủi) quần áo hay tưới cây kiếng ) xịt nước làm ướt bề mặt đĩa mài. Rắc một ít bột mài lên và bắt đầu mài.

### Chú ý

\_Thao tác tiếp xúc gương và đĩa mài thật nhẹ nhàng, tránh va chạm mạnh, xoa nhẹ cho bột phân bố đều trước khi mài.

\_Xoay gương và đĩa mài ngược chiều nhau theo những góc ngẫu nhiên (10-20o) để tránh tình trạng độ cong không đều gây loạn thị. Sau vài lần làm ướt, bạn sẽ thấy các vùng không tiếp xúc tốt ( không bị mài) trên đĩa bị thu hẹp lại.

Sau khoảng 1-2 giờ mài , toàn bộ bề mặt đĩa sẽ mòn đều. Bạn phải thường xuyên kiểm tra lại độ sâu của gương để biết điểm dừng và đổi tư thế mài. Nếu độ sâu hạ thấp quá chậm, bạn có thể tăng biên độ mài lên một chút khoảng gần 1/2D để phá sâu nhanh hơn. Khi đã đạt độ sâu mong muốn, ta sẽ tuần tự thay đổi tư thế mài TOT, MOT vẫn với biên độ 1/D sau mỗi 15 phút mài để duy trì tiêu cự không đổi cho đến khi đạt yêu cầu Pencil Test : gương và đĩa mài tiếp xúc hoàn toàn tức là có dạng cầu chuẩn.

### Pencil Test

- Rửa sạch và lau khô bề mặt gương.
- Dùng bút chì vẽ một mạng lưới ô vuông trên mặt gương, không cần thẳng, đều. (hình)
- Xịt một ít nước, mài bằng normal stroke 1/3D và xoay gương như trong một chu kỳ làm ướt, nhưng không dùng bột mài.
- Dùng giấy thấm khô bề mặt gương và kiểm tra lại mạng lưới ô vuông trên mặt gương. Những vùng các vạch chì vẫn còn rõ nét là vùng tiếp xúc không tốt.. Bạn phải



điều chỉnh lại tư thế và biên độ mài cho đến khi tất cả các vạch đều mờ như nhau hoặc biến mất. (hình)

- Các vạch mờ ở biên gương nhưng vẫn rõ ở giữa : Gương có một vùng “lõm” ở giữa và tiếp xúc không tốt. Chuyển sang tư thế TOT để hạ thấp vùng biên gương.
- Các vạch mờ ở tâm gương nhưng vẫn rõ ở biên : Gương có một vùng “lồi” ở giữa. Chuyển sang tư thế MOT để hạ thấp vùng tâm gương. Tiến hành Pencil Test ở giai đoạn này sẽ tiết kiệm thời gian, công sức và cả bột mài tinh do không phải trở lại mài thô khi mài tinh mới phát hiện ra dạng gương quá lệch cầu.



Vẽ các ô lưới bằng viết chì



Gương tốt là khi các ô lưới mờ đều hoặc biến mất

## 5. Mài tinh.

Trước hết, bạn hãy bắt đầu bằng cách :

- Đóng nắp và cất bột mài thô.
- Vệ sinh thật kỹ toàn bộ chỗ làm việc, bàn mài, bàn xoay gương và đĩa mài. Thao tác vệ sinh này bạn phải thực hiện trước và sau khi làm việc, trước khi chuyển sang loại bột mài khác tinh hơn để tránh gây xước gương. Đĩa mài nên chà rửa cẩn thận từng rãnh bằng bàn chải (bàn chải chà răng cũ) dưới vòi nước (hình)
- Kiểm tra cạnh gương và bo lại nếu mặt vát không còn đủ 2mm.

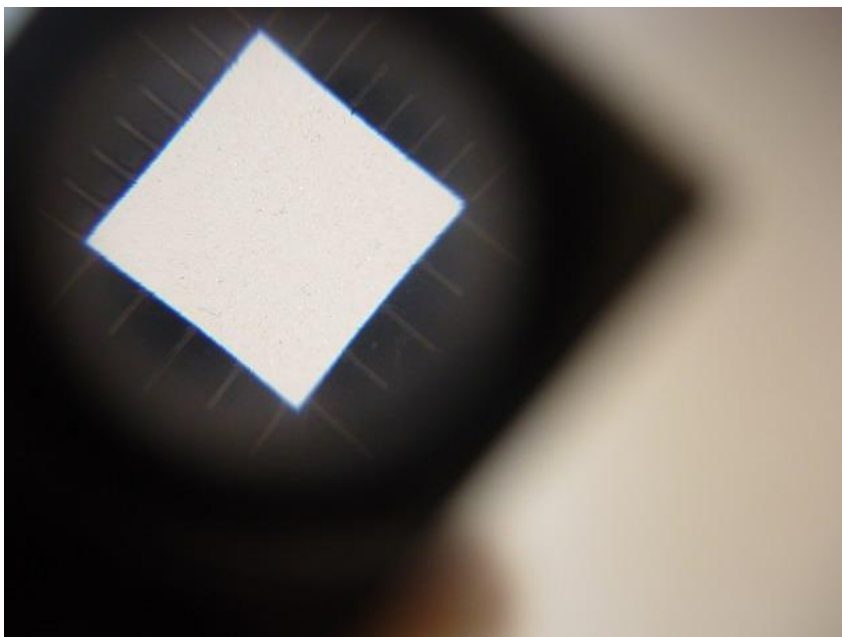


Vệ sinh đĩa mài

Từ bước này, bạn nên có một kính lúp tiêu cự ngắn khoảng 20-30mm để kiểm tra độ mịn và các vết xước trên bề mặt gương. Tốt nhất là dùng loại kính lúp có đế tiêu cự 25mm có bán tại các nhà sách, dùng rất tiện hình ảnh lúc nào cũng rõ, không phải chỉnh khoảng cách. Đáy gương hướng về nguồn sáng tán xạ (bóng đèn tube) đặt kính lên bề mặt gương, mắt đặt sát mặt kính rê nhẹ kính để kiểm tra toàn bộ bề mặt gương.



Kính lúp kiểm tra bề mặt gương



Bề mặt gương lúc này rất thô, nhám. Ta sẽ tiếp tục mài bằng các loại bột ngày càng mịn hơn để làm mịn bề mặt gương.



Thao tác mài vẫn là Normal stroke 1/3D. Việc thay đổi tư thế mài TOT, MOT sau khoảng 15 phút mài lúc này gần như không có tác dụng làm thay đổi tiêu cự gương mà tác dụng chủ yếu là giữ cho gương có dạng cầu tốt.

Thời gian mài cho mỗi loại bột tùy thuộc rất nhiều vào độ tinh của bột, khoảng cách giữa 2 cấp bột. Thông thường, với gương 100-150mm mất khoảng 2-3h cho mỗi loại bột.

Với bột càng mịn, áp lực mài phải càng nhẹ và cẩn thận tránh gây xước.

Sau khoảng 1 h mài, bạn nên kiểm tra lại độ mịn bề mặt và dạng cầu bằng Pencil test.

Bề mặt sẽ mịn hơn rất nhiều và bạn sẽ nhận ra các vết rỗ, xước lớn do công đoạn mài thô trước đó để lại. Theo thời gian mài, các vết xước sẽ “đứt quãng” thành các vết rỗ, nhỏ dần đi và biến mất.

Và đó là lúc ta có thể chuyển sang dùng bột mịn hơn. Bề mặt gương sau giai đoạn mài tinh cuối khi kiểm tra bằng kính lúp phải mịn đều từ trong ra ngoài. Khi nhìn chếch nghiêng khoảng 20-30o có thể nhìn thấy ảnh phản chiếu của các vật sáng như dây tóc bóng đèn chẳng hạn.

### Một số vấn đề thường gặp khi mài thô và tinh.

1. Khó hoặc không thể điều chỉnh tiêu cự gương như ý muốn : Biên độ mài không đúng, thường là quá lớn  $1/3 + 1/3 D$  thay vì  $1/6 + 1/6 D = 1/3 D$ .

Ví dụ : với gương 150mm mép gương (đĩa mài) bên trên không vượt quá  $1/6 D = 25\text{mm}$  so với mép đĩa mài (gương) bên dưới, và do đó tổng biên độ mài sẽ là  $1/3 D = 50\text{mm}$ .

2. Độ cong đo bằng spherometer không đều tại các vùng biên gương : Xoay gương và đĩa mài không đúng. Lỗi thường gặp là xoay cả bàn mài gồm cả gương và đĩa mài theo một chiều với một góc nào đó rồi xoay gương (đĩa mài) bên trên theo chiều ngược lại một góc tương đương. Như vậy gương (đĩa mài) bên trên gần như đã bị trả về vị trí cũ và chỉ bị mài mòn theo một chiều, vi phạm nguyên tắc ngẫu nhiên. Cách xoay đúng là xoay gương (đĩa mài) bên trên theo chiều ngược lại một góc khoảng gấp đôi góc xoay ban đầu.

Ví dụ : xoay cả bàn mài gồm cả gương và đĩa mài về hướng 11h, sau đó xoay gương (đĩa mài) bên trên về hướng 1h. (hướng giờ trên đồng hồ)

3. **Các vùng trên gương có độ mịn khác nhau :**

Gương và đĩa mài tiếp xúc không tốt. Bạn nên kiểm tra bằng Pencil Test thường xuyên hơn để kịp thời xử lý. Điều chỉnh bằng cách thay đổi tư thế mài cho phù hợp (xem lại phần Pencil Test).

**Gạch trên đĩa mài bố trí không phù hợp** gây nên những vành đồng tâm có độ mịn khác nhau trên gương. Bạn phải đúc lại đĩa mài khác.

4. **Xước gương.** Bạn cần chú ý và đánh giá vết xước mới xuất hiện hay là vết xước cũ do bột mài thô trước đó để lại. Bạn không nhận ra khi nó lẫn vào bề mặt còn thô, nhám, khi bề mặt mịn hơn, nó mới lộ ra. Bạn cứ tiếp tục mài cho đến khi nó biến



mất..Nếu các vết xước liên tục xuất hiện (bạn nên dùng bút đánh dấu để biết chắc là vết xước mới) có lẽ bột mài đã bị nhiễm bẩn (bạn nên lọc lại bột trước khi mài tiếp) hoặc cạnh gạch bị mẻ, vỡ cần phải bỏ lại.

Gương xước sâu và nhiều rất khó mài hết bằng bột mài tinh do mất nhiều thời gian và hao bột. Bạn nên quay lại bước mài thô trước đó để xử lý.

**Xước tại vùng biên** : cạnh gương bo không tốt.Nhiều TL cho biết một vài vết xước dù khá sâu vẫn không ảnh hưởng nhiều đến chất lượng gương, nhưng một mạng lưới các vết xước thì không thể chấp nhận được. Bạn nên cân nhắc điểm này trước khi quyết định mài thô trở lại.

5. **Gương bị dính đĩa mài** : Rất dễ xảy ra khi mài với bột rất mịn và gương hơi bị khô. Khi mài, nhiệt sinh ra do ma sát làm gương và đĩa mài trở nên dính, cảm giác mài nặng dần. Bạn nên trượt đĩa mài (gương ) sang một bên và xịt thêm nước vào, nếu không gương sẽ bị dính chặt vào đĩa rất khó lấy ra.Khi gặp trường hợp này, bạn ngâm ngay gương vào chậu nước và thêm một ít nước rửa chén bát. Dựng gương và đĩa mài gần như thẳng đứng trên tấm vải mềm, dùng sức nặng cả thân mình, tì tay lên cạnh gương để trượt nó ra khỏi đĩa mài. Gương rất dễ bị xước sâu sau những lần dính như vậy.

## 6. Mài bóng

Lúc này gương đã hoàn tất quá trình mài tinh, bề mặt gương khi soi dưới kính lúp tiêu cự ngắn khoảng 15-20 cm không nhận ra được các vết rỗ nữa, nghiêng 1 góc 30-40 độ đã có thể thấy được ảnh phản chiếu các vật. Tương tự khâu mài thô và mài tinh, ta cần phải đúc một đĩa mài cho quá trình mài bóng.

### Đúc đĩa mài bóng:

Đĩa mài bóng được đúc bằng thạch cao và nhựa đường. Ta đúc đĩa thạch cao trước, sau đó sẽ phủ lên đĩa thạch cao một lớp nhựa đường.

### Đĩa thạch cao:

Phương pháp đúc đĩa thạch cao cũng tương tự như đúc đĩa mài tinh, nhưng lần này ta có thể đúc theo mặt lõm hay mặt phẳng của gương đều được, đồng thời trong khuôn ta chỉ đổ thạch cao chứ không lót gạch như trước.

### Chuẩn bị nhựa đường: