

## صنع مزولة شمسية

### نشاط لفصل بالمرحلة الثالثة

#### تنبيه:

إن الهدف التربوي من عمليات الصنع هذه، هو السماح لتلاميذ المرحلة الثالثة باستيعاب مبدأ طريقة عمل المزولة الشمسية. لذا فإن النماذج المقدمة تفتقر إلى الدقة وإمكانية الاشتغال في الظروف الخاصة التي تمتلكها المزاويل الشمسية عظمة الحجم. ولتشير المزولة الشمسية إلى الساعة يجب الانتباه إلى:

- خط الطول؛ إدارة المائدة الاستوائية بزاوية ميقاتية تساوي خط طول المكان؛ ساعة واحدة = ١٥ درجة.
- معادلة الزمن؛ لا تقوم الأرض بدورها السنوي بمعدل سرعة ثابت. فمسارها يكون على صورة إهليلج (قليل التمدد) حيث تشغل الشمس إحدى بؤراته. ومن هذا المنطلق، فإنه في بعض الفترات في العام، تزيد سرعتها، وفي البعض الآخر تقل. إن مدة دوراتها حول محورها تستغرق دائما ٢٣ ساعة و ٥٨ دقيقة بالنسبة للنجوم، وينبغي عليها "للحاق بالشمس" أن تدور بصورة أسرع أو أبطأ حسب التاريخ. إن "معادلة الزمن" هذه تشير إلى تأخر أو تقدم الشمس بالنسبة لكل ٢٤ ساعة. وهكذا فإن الشمس الساعة ١٢ ظهرا تمر بالهجرة (خط نصف النهار) يوم ١٥ ابريل، و ١٣ يونيو، و ١ سبتمبر، و ٢٥ ديسمبر. وتتأخر لمدة ١٤ دقيقة يوم ١٢ فبراير، ولمدة ٦ دقائق يوم ٢٦ يوليو، وتقدم بـ ٤ دقائق في يوم ٤ مايو، ولمدة ٦ دقائق في يوم ٣ نوفمبر. إن تلك المعادلة مجدولة بالكتب المتخصصة.
- فرق التوقيت الشرعي؛ + ساعة في الشتاء؛ + ٢ في الصيف بالنسبة لساعة الشمس.

#### الليل والنهار

#### وجهتا نظر عن الليل والنهار

##### من الفضاء

من كوكب بعيد، تدور الأرض حول محورها جنوب-شمال في ٢٤ ساعة، في اتجاه مباشر (مثل بزال-آلة لولبية لتزع سدادة الزجاج- يتقدم نحو الشمال). يكون النهار على الوجه المضيئ والليل على الوجه الواقع في ظل الأرض نفسها. لا ترى نقطة الشمس إلا إذا كانت أعلى الأفق الخاص بها، بمعنى المسطح المماسي للكرة الأرضية. وبالنسبة لهذه النقطة، تظهر الشمس من الشرق وتختفي في الغرب.

##### من الأرض

في نصف الكرة الشمالي، بالنسبة لليوم، تشرق الشمس من الأفق الشرقي. وفي الظهيرة (الساعة الشمسية)، تنتقل الشمس إلى الجنوب، وفي المساء تغرب أسفل الأفق الغربي. ثم يأتي الليل (وتضيئ الشمس الجزء الآخر من الكرة الأرضية). وتبعا للموسم يتغير المسار قليلا: جنوب شرقي- < جنوب- < جنوب غربي في الشتاء؛ وتشرق متأخرا وتغرب باكرا وتبقى منخفضة في الأفق. شرق- < جنوب- < غرب في فصلي الربيع والخريف شمال شرقي- < جنوب- < جنوب غربي في الصيف وتشرق باكرا وتغرب متأخرا وترتفع عاليا في السماء. تستغرق ٢٤ ساعة للقيام بدورة كاملة والرجوع إلى نفس خط الطول.

#### مبدأ طريقة عمل المزولة الشمسية

ساق (قصبية)، وهي تمثل عقرب المزولة، موجه حسب المحور جنوب-شمال. نراقب ظلها على مائدة عمودية عليها، يطلق عليها المائدة الاستوائية، وذلك لأنها عندئذ موازية لخط الاستواء. يدور العقرب حول نفسه في ٢٤ ساعة. وظله، المواجه

للشمس يقوم بدورة في ٢٤ ساعة، بمعدل  $360/24 = 15^\circ$  في الساعة.

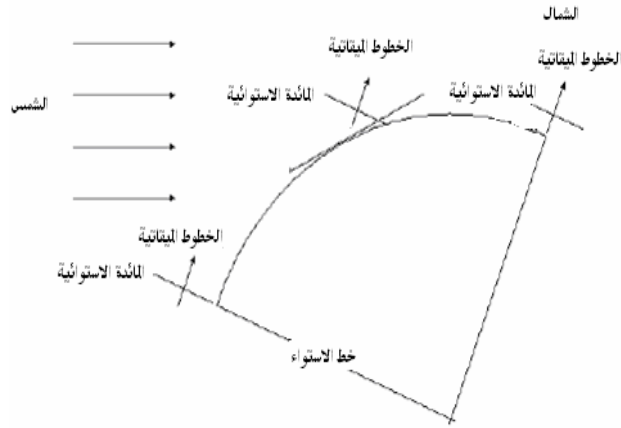
وبالتالي يتمثل النوع الأول من المزولة الشمسية في عقرب يعبر المائدة الاستوائية المرسوم عليها الخطوط الميقاتية كل  $15^\circ$ .  
ولكن...

ينبغي التمكن من وضع المزولة الشمسية على أرض أفقية.

يقوم العقرب بعمل زاوية مع السطح الأفقي تعادل خط عرض المكان: صفر عند خط الاستواء، و  $48^\circ$  بباريس، و  $16^\circ$  بجوادلوب، و  $90^\circ$  بالقطب.

إن المائدة الاستوائية عمودية على العقرب والخطوط الميقاتية تقوم بعمل زاوية  $15^\circ$  بين بعضها البعض.

ينبغي اسقاط تلك الخطوط على السطح الأفقي (انظر أسفل)



### المزولة الشمسية الأفقية

#### صنع واستخدام المزولة الشمسية الأفقية

الهدف: اتباع حركة الشمس والقمر على مر الأيام.

الأدوات: لوح صغير من الخشب يبلغ سمكه ١ سم تقريبا، وأبعاده (شكل A4 بحيث نحصل على المزولة ومنحنى معادلة الزمن على نفس الحامل)

- ورق بحجم اللوح (لرسم الخطوط الميقاتية عليه، كما يمكن القيام برسمها على الحامل مباشرة)

- للعقرب: برستول (ورق مقوى صقيل) تبلغ أبعاده ١٠ سم × ٥ سم، أو خامرة أخرى سهلة القص واللصق.

صمغ للصق الورق بالخشب أو ٤ مسامير للتثبيت، قاطعة، مقص، منقلة، ممحاة، مسطرة مدرجة، بوصلة (عرضيا)، ساعة يد مضبوطة تبعا

للتوقيت المحلي، معادلة الزمن، مزولة شمسية (ساق مثبتة عموديا)

Bibliographie (علم الفهرسة)

نشاط، صناعة واستخدام المزولة الشمسية

(١) رسم المحاور:

١,١ رسم خط يقسم الورقة إلى جزئين متساويين طوليا وسيكون المحور شمال-جنوب الذي سنطلق عليه N-S

١,٢ وضع النقطة O على المحور N-S على بعد ٢ سم من حواف الورقة

١,٣ رسم الخط المستقيم العمودي على المحور N-S والذي يمر بالنقطة O

(٢) رسم خط اعتدال الربيع أو الخريف

٢,١ رسم القطعة OL ويبلغ طوله  $L = ٦$  سم، بحيث يقوم بعمل زاوية  $\lambda = ١٦^\circ$  مع المحور ON (حيث يكون L هو طول العقرب الذي يتوقف فقط على حجم المزولة الشمسية التي نريد صنعها و  $\lambda$  هو خط طول المكان)

٢,٢ رسم القطعة LB العمودي على OL التي تمر بالنقطة L. ونسمي نقطة تقاطع LB مع المحور N-S النقطة B.

٢,٣ رسم الخط الذي يمر بالنقطة B العمودي على المحور N-S. إن هذا المستقيم هو مستقيم اعتدال الربيع أو الخريف. كتابة اعتدال الربيع أو الخريف في جهة اليمين من مستقيم من اعتدال الربيع والخريف (الشكل ١)

(٣) رسم الخطوط الميقاتية

(a) قياس طول القطعة LB، ووضع النقطة C على المحور N-S بحيث يكون طول BC مساويا لطول LB (الشكل ٢)

(b) ضع المنقلة لرسم من المقطة C أنصاف المستقيمات -بالخفيف جدا- التي تقوم بعمل زوايا  $١٥^\circ$ ،  $٣٠^\circ$ ،  $٤٥^\circ$ ،  $٦٠^\circ$ ،  $٧٥^\circ$  على التوالي مع المحور N-S. سجل النقاط B1، B2، B3، B4، B5 وهي نقاط تقاطع أنصاف المستقيمات هذه مع مستقيم اعتدال الربيع أو الخريف. يتم القيام بنفس الخطوات بجهتي نصف المستقيم CO. سوف نطلق على نقاط التقاطع التي سنحصل عليها بالنصف الشرقي من الورقة B'1، B'2، B'3، B'4 (الشكل ٢). إن تلك النقاط هي مواضع طرف ظل العقرب عندما تنتقل الشمس في المسطح الاستوائي إلى خط اعتدال الربيع (٢١ مارس) وخط اعتدال الخريف (٢٢ سبتمبر).

(c) يطلق XII على المستقيم OB.

رسم أنصاف المستقيمات OB1، OB2، OB3، OB4

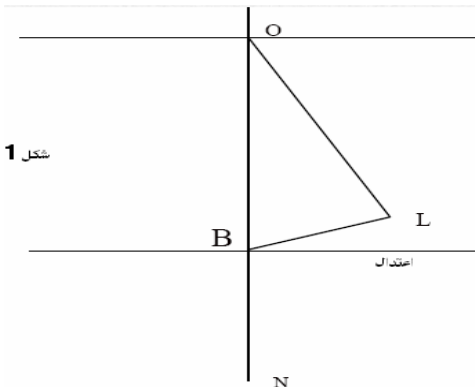
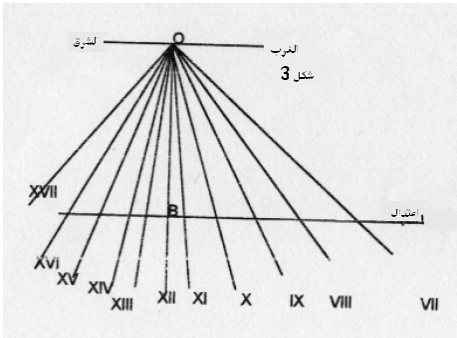
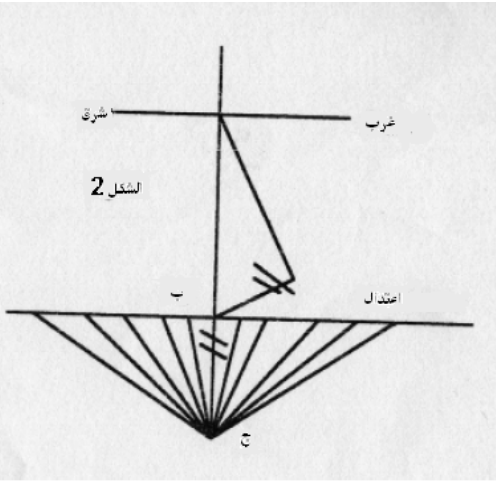
وهي تمثل الخطوط الميقاتية VII، VIII، IX، X، XI على التوالي.

رسم المستقيمات OB'1، OB'2، OB'3، OB'4 وهي تمثل

الخطوط الميقاتية XIII، XIV، XV، XVI، XVII

على التوالي (الشكل ٣)

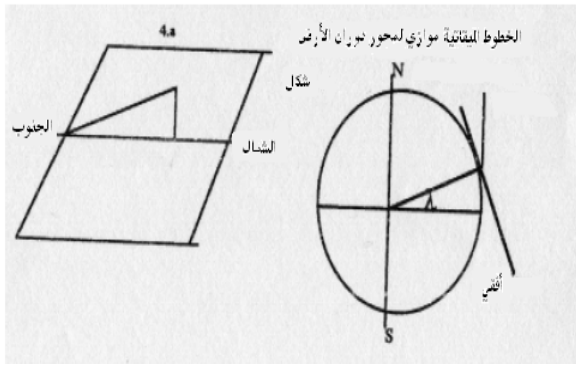
مسح خطوط البناء حتى يتم الاحتفاظ بالخطوط الميقاتية فقط.



#### ٤) صنع العقرب

- ٤,١ إنه مثلث قائم الزاوية، وتره يساوي طول العقرب، وأحد زاويتيهِ خط عرض المكان، استخدام النموذج للحصول على عقرب بالثني.
- ٤,٢ يتم تثبيت (عن طريق اللصق) العقرب تبعا للمحور N-S، مع مطابقة الأصل O بإحداثيات النموذج مع النقطة O بالورقة. (ما يهم في هذه المرحلة هي الزاوية التي تساوي خط عرض المكان وطول العقرب فقط، وما الباقي سوى مسألة تثبيت وتجميل).
- ٥) لصق (أو استخدام المسامير المثبتة) ورقة الخطوط الميقاتية على اللوح الصغير مع مطابقة المحور N-S بالورقة مع محور التماثل باللوح.

٦) تركيز المزولة الشمسية آليا: القيام بمطابقة المحور N-S مع اتجاه الشمال-الجنوب الجغرافي، وبالتالي سيصبح العقرب



موازيا لمحور دوران الأرض (الشكل ٥.أ)

انتبه، فالبوصلة تشير إلى الشمال المغناطيسي وهو مختلف عن الشمال الجغرافي

(يطلق على الزاوية بين هذين الاتجاهين الانحراف المغناطيسي).

يمكن تحديد اتجاه الشمال-الجنوب الجغرافي من خلال دراسة المزولة الشمسية (دراسة مقدمة ببطاقة أخرى)، أو من خلال ساعة اليد بفضل الملاحظة التي تم القيام بها بالفقرة ٥.ب.

٧) توقيت المزولة الشمسية والتوقيت المحلي

٧,١ تشير المزولة الشمسية إلى وضع الشمس بالضبط بالنسبة للمشاهد

الموجود على سطح الأرض. ترتبط نشاطات الإنسان بالشمس. ومع ذلك،

فإن الفترات التي تحددها الحركة الظاهرية للشمس ليست متساوية تبعا لفترات السنة.

فطول النهار يختلف على مدار العام. (ويرجع ذلك إلى ميل محور القطبين بالنسبة لفلك

البروج وقانون الأسطح). أما ساعات اليد فتشير لنا إلى المدد الزمنية التي تكون

متساوية دائما وهو ما يعد كذلك مهما جدا للنشاط البشري. ولهذا السبب فهناك

فرق بين توقيت المزولة الشمسية الذي نطلق عليه H وتوقيت ساعة اليد التي ستطلق عليه h.

$E + H = h$  + تصحيح خط الطول + (وعرضيا فرق التوقيت الذي يفرضه التشريع على مثال التوقيت الصيفي والتوقيت الشتوي

في فرنسا)، حيث تكون h هي الوقت الذي تشير إليه ساعة اليد، و H هي الوقت الذي تشير إليه المزولة الشمسية، و E هي

معادلة الزمن (الشكل ٥.٨)

بالنسبة لـ Pointe à Pitre (نقطة مرجعية أو محددة)، يعادل تصحيح خط الطول ٦ دقائق، ومن هنا تصبح المعادلة

$$E + H = h + 6 \text{ دقائق}$$

تصحيح خط الطول =  $L - n^\circ$  شبكة، يتم التعبير عن خط الطول بالساعات والدقائق، ويتم حساب L إيجابيا من جهة الغرب)

٧,٢ تسمح لنا تلك العلاقة من خلال معرفتنا بمعادلة الزمن بتحديد موضع المزولة الشمسية والتوصل إلى اتجاه الشمال-الجنوب

الجغرافي (اتجاه خط الطول)

مثال: في يوم السبت ١٦ فبراير، نقرأ  $E = 13$  دقيقة

ومن هنا تكون h (توقيت ساعة اليد)  $H = 6 + 13 = 19$  ساعة ١٩ دقيقة

عندما ستشير ساعتنا إلى الساعة ١٢ و ١٩ دقيقة سوف نوجه المزولة الشمسية حتى يصبح ظل العقرب متطابقا مع خط XII (في حالة إذا لم تختف الشمس وراء سحابة في هذه اللحظة، وإلا سنضطر إلى البدء من جديد بعد مرور ساعة ووضع ظل العقرب عند خط XIII عندما يصبح الوقت الذي تشير إليه ساعة اليد الواحدة ظهرا و ١٩ دقيقة).

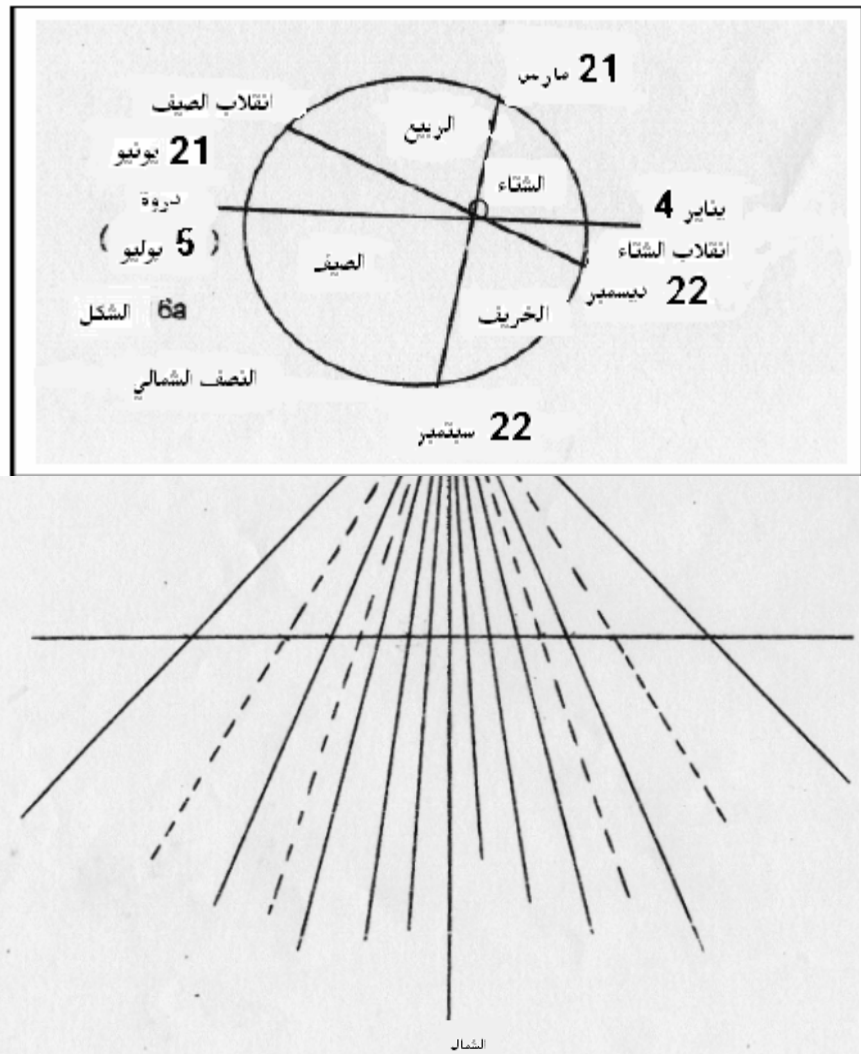
إن التحديد الدقيق لدائرة خط الطول يسمح لنا بدراسة التوقيت الصحيح لممرور النجوم بدائرة خط الطول الخاصة بالمكان الذي يتم المشاهدة منه.

كما يمكننا كذلك مقارنة الشمال الجغرافي بالشمال المغناطيسي.

**عمل يتم القيام به على مدار العام:** تسجيل طول الظل عند المرور بدائرة خط الطول الخاصة بمكان المشاهدة.

التواريخ الجديرة بالملاحظة: انقلاب الشمس الشتائي يوم ٢٢ ديسمبر؛ الحضيض (أقرب نقطة إلى الأرض من فلك القمر) ٤ يناير؛ اعتدال الربيع ٢١ مارس؛ انقلاب الشمس الصيفي ٢١ يونيو؛ الأوج (أقصى نقطة أو أقصى حد في بعد القمر أو الشمس عن الأرض) ٥ يوليو، اعتدال الخريف ٢٢ سبتمبر (الشكل ٨.ب).

وكذلك مشاهدة مرور الشمس بسمت الرأس (يحدث ذلك في حدود ٥ مايو و ٧ أغسطس تقريبا. من ٥ مايو (\*تقريبا) إلى ٧ أغسطس (\*تقريبا) تنتقل الشمس إلى الشمال وتوجه ظلال المصاييح إلى الجنوب. \*تختلف تلك التواريخ من سنة إلى أخرى.



رسم بياني تم الحصول عليه لخطوط توقيت المزولة الشمسية الأفقية (١٤°١٦' شمال؛ ٣٢°٦١' غرب)

يمكن تحميل البرنامج Shadows 1.6.2 المجاني من على موقع [www.cadrams-solaires.org](http://www.cadrams-solaires.org)

وبالتالي تحصل على منحني معادلة الزمن.

هذا المستند معد بالتعاون مع جمعية AEST (جمعية لتدريس العلوم الطبيعية والتقنية الصناعية بـ Guadeloupe) في

إطار نشاطاتها علم الفلك والتحضير لخسوف الشمس يوم ٢٦ فبراير بالـ Guadeloupe.