كلية العلوم
College of Science

قسم الفيزياء والفلك
Department of Physics and Astronomy

مذكرة عملي 102 فلك

102 Ast Lab

المحتوى

عملي 1 : بعد الكواكب عن الشمس وأحجامها وكتلتها

عملي 2: تحقيق قوانين كبلر (الجزء الأول)

عملي 3: تحقيق قوانين كبلر (الجزء الثاني)

عملي 4: التلسكوبات

عملي 5: التقاويم

عملي 6: حساب وقت شروق وغروب وزوال الشمس

عملي 7: سرعة الأرض المدارية

عملي 8: خارطة السماء

عملي 1 : بعد الكواكب عن الشمس وأحجامها وكتلتها

الهدف

مقارنة بين بعد الكواكب عن الشمس وأحجامها وكتلتها.

مقدمة

تدور الكواكب حول الشمس في مدارات ومدد مختلفة. أقرب هذه الكواكب إلى الشمس هو عطارد حيث يبلغ متوسط بعده عنها حوالى 60 مليون كم، وأبعدها نبتون على متوسط مسافة قدرها 4.5 بليون كم. تقع الأربعة كواكب الأولى التي هي: عطارد والزهرة والأرض والمريخ على مقربة من الشمس، وعلى مسافات متقاربة، بينما الكواكب الخمسة التالية وهي: المشتري وزحل وأورانوس ونبتون وبلوتو فهي بعيدة عن الشمس وتتباعد كثيرا فيما بينها. ونظرا لهذه المسافات الشاسعة التي تقدر بملايين أو بلايين الكيلومترات؛ فقد أدخل الفلكيون وحدة جديدة لقياس هذه المسافات، وبالطبع يجب أن تكون هذه الوحدة أكبر بكثير من الكيلومتر؛ وذلك لاختزال تلك الأرقام الكبيرة وسهولة التعامل معها. سُميت هذه الوحدة "وحدة فلكية" وبُنيت على أساس متوسط البعد بين الأرض والشمس الذي يبلغ 150 مليون كم.

أما أحجام الكواكب فهي تتفاوت فيما بينها. أصغرها حجما عطارد، وأكبرها المشتري حيث يبلغ متوسط نصف قطرهما 2400 ، 71500 كم على التوالي. أما الشمس فتفوق الجميع حجما بمراحل كبيرة، ويمكن أن تحوي داخلها وبسهولة جميع الكواكب. اعتاد الفلكيون أن يقيسوا حجم الكوكب وكتلته نسبة إلى حجم وكتلة الأرض؛ وذلك لاختزال الأرقام الكبيرة، عند قياس الحجم والكتلة بالوحدات المتعارف عليها في الأرض.

خطوات العمل

قم بعمل ما يلي في ورقة تقرير العملي المرفقة

أولاً: التمثيل البياني لبعد الكواكب عن الشمس

أكمل الجدول (1) وذلك بحساب بعد كل كوكب عن الشمس بالوحدة الفلكية.

1) ضع الورقة في وضع أفقي، ثم في طرفها ضع نقطة تمثل مركز الشمس، وارسم منه خطاً مستقيماً خفيفاً يمتد إلى الطرف الآخر للورقة.
2) مثل جزء من مدار كل كوكب طبقاً لبعده عن الشمس وذلك باختيار مقياس رسم مناسب، وليكن مثلا 1CM = 2A.U . هل واجهت صعوبة في ذلك؟ ما هي؟ .
3) حاول الآن تمثيل أبعاد الكواكب الأربعة الأولى فقط باختيار مقياس رسم مناسب آخر.

ثانياً: مقارنة أحجام الكواكب ببعضها:

1) أكمل الجدول (2) وذلك بحساب نصف قطر كل كوكب بالنسبة لنصف قطر الأرض.
2) اختر مقياس رسم مناسب لجميع الكواكب، ومثّل بموجبه قرص كل كواكب (باعتبار أن شكل الكوكب تام الكروية).

ثالثا: مقارنة حجم الكوكب بحجم الشمس

1) في ورقة أخرى، اختر مقياس رسم آخر مناسب ومثّل بموجبه قرص الشمس، ثم مثّل داخلها جميع الكواكب وبنفس المقياس. ماذا تلاحظ؟

رابعا: مقارنة كتلة الشمس والكوكب بكتلة الأرض

1) اكمل الجدول (3) بحساب كتلة الجرم بالنسبة لكتلة الشمس، ثم سجل استنتاجاتك وملاحظاتك.

عملي 2: تحقيق قوانين كبلر (الجزء الأول)

الهدف

تحقيق قوانين كبلر باستخدام مدار مركبة فضائية تدور حول القمر، وإيجاد كتلة قمر.

مقدمة

تنص قوانين كبلر على:

1- مدار كل كوكب حول الشمس قطع ناقص، تقع الشمس في مستوى المدار وفي أحد بؤرتيه.

2- الخط الواصل بين أي كوكب والشمس يرسم مساحات متساوية في الفضاء في أزمنة متساوية.

3- مربع مدة دورة الكوكب حول الشمس تتناسب طرداً مع مكعب نصف طول المحور الأكبر لمدار الكوكب. أي أن:

$$P^2 \alpha a^3 \qquad (1)$$

وعندما نختار السنة النجمية وحدة لمدة دوران الكوكب حول الشمس، والوحدة الفلكية وحدة لطول لمحور الأكبر لمدار الكوكب، فإن المعادلة السابقة ستؤول إلى:

$$P^2 = a^3 \qquad (2)$$

عمم نيوتن هذه القوانين لدوران جسم حول جسم آخر ليصبح قانون كبلر الثالث على الصيغة:

$$P^2 = \frac{4\pi^2}{G}\frac{a^3}{(m+M)} \qquad (3)$$

حيث أن:

M , M كتلة الجسمين ، G ثابت الجذب العام ويساوي: $6.668 \text{ X } 10^{-11} \text{ M}^3 \text{ KG}^{-1} \text{ SEC}^{-2}$

إذا كانت كتلة أحد الجسمين صغيرة جداً بالنسبة لكتلة الآخر فيمكن إهمالها أي أن:

$$P^2 = \frac{4\pi^2}{G}\frac{a^3}{m} \qquad (4)$$

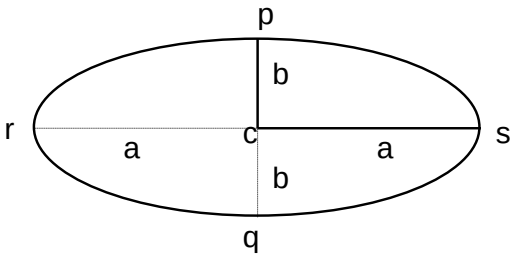
إذا قسنا الكتلة هنا بالنسبة لكتلة الشمس و P بالسنوات النجمية و A بالوحدات الفلكية فإن المقدار $\frac{4\pi^2}{G}$ يساوي واحد (تحقق من ذلك) أي أن:

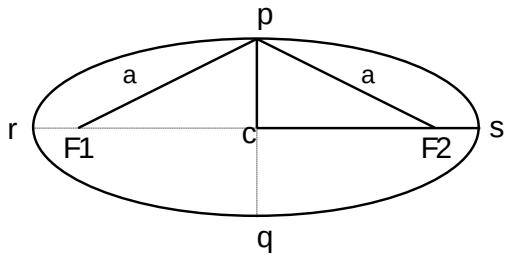
$$P^2 = \frac{a^3}{m} \qquad (5)$$

الخطوات

أطلقت مركبة الفضاء EXPLORER 35 في 19 يوليو 1967م ووصلت إلى مدارها الإهليليجي حول القمر في 22 يوليو. كان الغرض من هذه المركبة هو قياس الأشعة السينية الشمسية والجسيمات القوية والرياح الشمسية في فضاء مابين الكواكب وتفاعلها مع القمر وكذلك الخواص المغناطيسية للقمر. الجدول المرفق يحوي عينة من معلومات عن موقع المركبة في مدارها بالنسبة لمركز القمر. الفرق الزمني بين كل معلومة 30 دقيقة. ووحدة هذه البيانات ممثلة في الرسم المرفق وعليه حدد التالي:

1) حدد المحور الأصغر للمدار وليكن PQ، وهو المنصف العمودي للمحور الأكبر. (يمكنك استخدام طريقة الطي للتحديد).
2) حدد مركز القطع C وهو تقاطع المحورين. ثم قس طول نصف المحور الأكبر وليكن A.
3) حدد البؤرتين F_1 و F_2 باستخدام المعلومة $PF_1 = PF_2 = A$.
4) قس طول البعدين الحضيضي R_P والأوجي R_A. ثم جد قيمتهما بالكيلومتر والوحدة الفلكية.

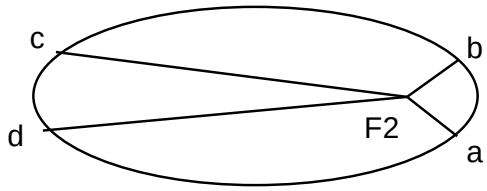




5) احسب اهليليجية (تفلطح) المدار E من العلاقة:

$$\mathbf{e} = \frac{\mathbf{FC}}{\mathbf{a}}$$

6) حقق قانون كبلر الثاني وذلك بإثبات أن المساحات التي يمسحها القمر الصناعي في نفس الزمن هي مساحات متساوية. طبق هذا بحساب مساحة مثلثين رأسهما عند البؤرة، وقاعدة أحدهما عند الحضيض مثلاً والآخر عند الأوج. مع ملاحظة أن القاعدة في المثلثين يجب أن تمثل المسافة التي يقطعها القمر الصناعي في نفس الزمن، 30 دقيقة مثلاً.



7) حقق قانون كبلر الثالث وذلك بإثبات أن العلاقة طردية بين مكعب نصف المحور الأكبر A ومربع مدة الدورة P حيث قيمتها 11.5 ساعة، (احسبها بالسنوات). ثابت التناسب هنا هو كتلة القمر (M)، احسبها بالنسبة لكتلة الشمس من العلاقة (5).

8) احسب سرعة المركبة عند الحضيض وعند الأوج، ثم اوجد متوسط سرعتها المدارية من العلاقة:

$$V = 30\sqrt{m}\sqrt{\left(\frac{2}{r} - \frac{1}{a}\right)}$$

جدول معلومات عن موقع EXPLORER 35

الوقت المنصرم	X نصف قطر الأرض	Y نصف قطر الأرض		الوقت المنصرم	X نصف قطر الأرض	Y نصف قطر الأرض
0 00	-3.62	1.04		6 00	-0.27	4.86
0 30	-3.25	0.20		6 30	-0.84	5.01
1 00	-2.6	-0.65		7 00	-1.38	5.04
1 30	-1.55	-1.37		7 30	-1.89	4.95
2 00	-0.03	-1.59		8 00	-2.37	4.77
2 30	1.45	-0.79		8 30	-2.80	4.50
3 00	2.09	0.58		9 00	-3.17	4.14
3 30	2.11	1.82		9 30	-3.49	3.69
4 00	1.82	2.81		10 00	-3.69	3.15
4 30	1.37	3.59		10 30	-3.81	2.52
5 00	0.85	4.16		11 00	-3.81	1.83
5 30	0.28	4.58		11 30	-3.65	1.06

عملي 3: تحقيق قوانين كبلر (الجزء الثاني)

راجع عملي 2: تحقيق قوانين كبلر (الجزء الأول)

عملي 4: التلسكوبات

الهدف

دراسة عامة عن الأجهزة التلسكوبات البصرية وأهم خصائصها.

مقدمة

يختلف علم الفلك عن العلوم التجريبية الأخرى بأن أغلب الدراسة في علم الفلك تعتمد على رصد الأجرام السماوية بواسطة التلسكوبات الفلكية. وحديثاً بدأ علم الفلك بدراسة بعض الأجرام السماوية عن طريق عمل بعض التجارب عليها ، ولقد أرسلت المركبات الفضائية الى القمر والى معظم كواكب مجموتنا الشمسية وهبطت على سطح بعضها، وقد أفادتنا تلك التجارب في معرفة تكون وتطور مجموعتنا الشمسية . كما أن دراسة الأشعة الكونية والرياح النجمية والشمسية القادمة إلينا من الفضاء الخارجي أفادت بمعرفة الكون وتطوره وتحسين وتطوير دراسة النجوم.

الرصد الفلكي

يترتب على الرصد الفلكي مايلي :

1. تحديد موضع مصدر الإشعاع في الكون.
2. تحليل الأشعة (توزيع الطاقة حسب طول الموجة).
3. قياس إستقطاب الضوء.
4. دراسة تغير هذه المواصفات مع الزمن.

ومن هذه الدراسة بإمكان الفلكي إستخراج المعلومات المهمة مثل التركيب الكيماوي والحركة الفضائية والمجال المغناطيسي والأحوال الطبيعية عن المصدر الضوئي.

الأشعة الكهرومغناطيسية

هناك نظريتان تفسر ماهية الأشعة الكهرومغناطيسية، إما أن تكون هذه الأشعة مكونة من جسيمات صغيرة تسمى فوتونات، وإما موجات توصف بطول موجي λ أو تردد معين F . وتسير هذه الأشعة بسرعة $3X10^8$ M/S. وتتراوح أطوال الموجات الكهرومغناطيسية من 0.00001 أنجستروم إلى أكثر من 100 كم. والأشعة التي تصل إلينا من النجوم يمكن أن تكون في جميع الأطوال الموجية (ذات الطاقات المختلفة) أو من بعض أجزاء الطيف الكهرومغناطيسي. وبالطبع فإن الفلكي لا يستطيع دراسة هذه الأشعة القادمة من النجوم إلا بمساعدة الأجهزة اللازمة للكشف عن هذه الأشعة ، وعين الإنسان لا تكشف إلا جزءا بسيطاً من هذا الطيف وهو الجزء المرئي.

جدول (1): الأشعة الكهرومغناطيسية

نوع الأشعة	مدى طول موجتها	نوع الأشعة	مدى طول موجتها
راديوية	km 100 - mm 10	فوق بنفسجي	A 4000 - A 100
ميكروويف	mm 10 - mm 1	سينية	A 100 - A 0.1
تحت حمراء	mm 1 - A 7000	جاما	A 0.1 - A 0.00001
مرئي	A 7000 - A 4000		

التلسكوبات البصرية

كما ذكرنا سابقا أن خصائص الموجات الكهرومغناطيسية تختلف عـــن بعضها البعض حسب طولها الموجي، فعند رصد نوع معين من الأشـعة الكهرومغناطيسية فلا بد من وجود أجهزة مصممة ومناسبة لرصدهـا؛ أي أن الأجهزة المستخدمة للأشعة تحت الحمراء تكون غير مجديـة لاستخدامها في الضوء المرئي، فبالتالي فإن لكل جزء من أجزاء الطيف أجهزته المناسبة، وتكون جـميع هذه الأجهزة متساوية تماماً في ماهية عملها، فجميعها تجمع ثم تحلل ثم تسجل الطاقة. وبسبب الاخـتـلاف في الأجهزة فمن الطبيعي أن نتكلم عن التلسكوب البصـري والتلسكوب الراديوي والتلسكوب تحت الأحمر و التلسكوب السيني ... إلى آخـــره، ومـن ذلك تنطـلق بعض الفروع المختلفة لعلم الفلك مثل الفلك البصـري والفلك الراديـوي والفلك تحـت الأحمر والفـلك الـسيني ... وهكذا حسب دراسة ذلك الجزء من الطيف الذي تم فيه الرصد. وكما ذكرنا سابقاً فإن معظم الأشـعة الكهـرومغناطيسية لاتصـل الى الأرض وتُحجب بسبب الغلاف الجوي باستثناء النافذة البصرية والنافذة الراديوية وعليه فإن من الممكن استخـدام التلسكوبات البصريـة والراديويـة وبعـض التلسكوبات تحت الحمراء من على سطح الأرض ولكن بقيـة التلسكوبات الأخـرى تحمـل الى خارج الغـلاف الجوي الأرضي حتى يتمكن من دراسة الأشعة الأخرى.

ولكن التلسكوبات البصرية نالت كبير الاهتمام في تاريخ علم الفلك لأنه يعتمد على الجزء المحسوس من الطيف وهو الجزء المرئي . وبدون أدنى شك فإن أول كاشف طبيعي لهذا الجزء من الطيف هو عين الانسان التي تعتبر تلسكوب مثالي ولا يمكن تقليده حتى الآن، ولكن العين البشـرية لها مدى معيـن للرؤيـة حيث أن التلسكوبات الفلكية تتفوق عليها في تجميع الطاقة وتسـجيـلها.

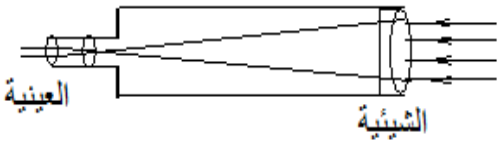
يتكون التلسكوب من جزأين رئيسين هما الشيئية والـكاشـف:

الشيئية: الغـرض من الشـيئية تجمـيع أقصـى كـمية من الطاقة المـمكنة وتكوين أحسن صـورة للجسم المراد دراسـته. فكمية الطاقة المتجـمعـة وقوة تحليله تعتمدان على كبر قطـر الشـيئيـة. ويجب أيضاً أن تكون الشيئية على أحسن درجة من الدقة البصرية وألا تتأثر هذه الدقة عند تركيبها، وكلما زاد قطـر الشيئية كلما زادت تكلفتها وصعب تركيبها وهذا الذي حدا بعدم إمكانية صنع تلسكوب بمرآة واحدة قطرها أكثر من 6 متر.

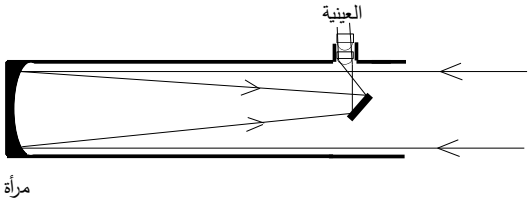
الـكاشـف: المشاهدة والتصوير وقياس شدة الطاقة الضوئية ودراسة طيف النجوم من التقنيات المختلفة المستعملة في دراسة النجـوم ولا يتأتى ذلك إلا باستخدام كاشف معين؛ إما عينية أو كاميرا أو فوتوميتر لقياس الضـوء أو مطياف لقياس شـدة الضـوء في أطوال موجـية مخـتـلفـة. والعين البشرية توصف بأنها تلسكوب مثالي، الشيئية فيه هو بؤبؤ أو عدسة العين، وشبكية العين تجتمع فيها صفات الكاشف والمحلل. قطر عدسة العين يبلغ حوالى 7MM على المتوسط وأخفت نجم يشاهد بالعين هو من القدر6.

وتتفرع التلسكوبات البصرية إلى نوعين رئيسين هما تلسكوب كاسـر وتلسكوب عاكس:

التلسكوب الكاسـر: يسـتخدم التلسكوب الكاسـر قوانين انكسار الضـوء عند مروره مـن خـلال العـدســة الشيئية. وتتكون صـورة الجرم في هذا التلسكوب فـي الجهة الأخرى بالنسبة لجهة الجرم نفسه، لذلك وضع الكاشف في مكان صـورة الجرم لا تؤثر على كمية الضوء الآتي من الجرم السماوي والتي تسقط على العدسة، كما لا توجـد أية صـعوبة في تركيب الكاشف أو في وضع الراصد عند رصده للسماء. وأكبر تلسكوب كاسـر يصل قطره الى 102 سـم وبعده البؤري 1936 CM ، وصـنع في عام 1897 م ويوجد في مرصـد يركس .

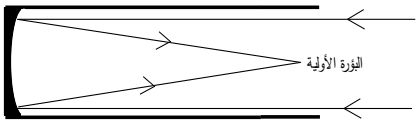


الفكرة الأساسية للتلسكوب الكاسر

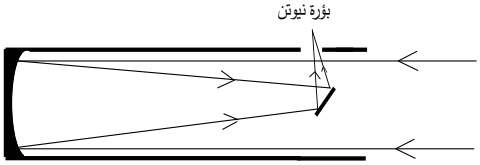


الفكرة الأساسية للتلسكوب العاكس

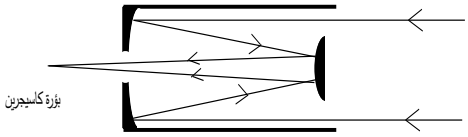
التلسكوب العاكس: يستخدم قوانين انعكاس الضوء من على سطح مرآة تمثل شيئية التلسكوب، وتتكون صورة الجرم في هذا التلسكوب في جهة الجرم نفسه، لذلك وضع الكاشف في مكان صورة الجرم تؤثر على كمية الضوء الساقط على المرآة ، كما توجد صعوبة في تركيب الكاشف أو في وضع الراصد عند رصده للسماء. لهذا السبب عملت عدة أنواع من التلسكوبات العاكسة جميعها تحاول جعل صورة الجرم في موقع مريح للراصد أو لوضع كاشفٍ معين. الشكل (1) يوضح مكان البؤرة في بعض أنواع من هذه التلسكوبات.



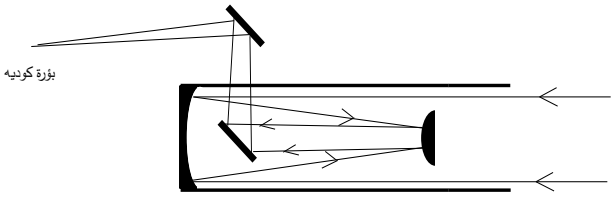
تلسكوب أساسي البؤرة



تلسكوب نيوتن



تلسكوب كاسجرين



تلسكوب كودية

شكل (1): الأنواع المختلفة للتلسكوبات

جدول (2): مقارنة بين التلسكوب الكاسر والعاكس

الميزة	الكاسر	العاكس
التكلفة	مناسب لقطر 75 مم وغالي لقطر 120 مم وأكثر	مناسب لقطر 200 مم وأكثر
الجودة الضوئية	جيد ولكن يوجد زيغ لوني	يختلف من تلسكوب لآخر ويخلو من الزيغ اللوني
الوزن	ثقيل للأحجام الكبيرة	مناسب
التنقل	بسيط	صعب
الثبات	غير كافي بشكلٍ عام	جيد ويحسن ببساطة
الصيانة	لايحتاج	تحتاج المرآة لتلميع كل 5 الى 10 سنوات
الراحة للراصد	غير مريح خاصةً بالقرب من السمت	مريح جداً

خصائص التلسكوبات البصرية

قوة تجميع التلسكوب P

الهدف الأول من صناعة التلسكوبات هو تجميع أقصي كمية من الطاقة الضوئية عند البؤرة حتى نتمكن من مشاهدة أو تصوير أوعمل دراسات أخرى للأجرام السماوية التي لاترسل إلينا إلا ضوء ضئيل. وصلاحية أو قوة الشيئية لتجميع الطاقة عند البؤرة تتناسب طردياً مع مساحة الشيئية . وتقاس قوة تجميع التلسكوب بالنسبة لعين الإنسان حيث أن قطرعدسة عين الإنسان تساوي تقريبا 0.7 سم . وتعطى العلاقة بين قطر الشيئية D بالسنتيمتر وقوة التجميع P كالآتي:

$$P = \frac{D^2}{0.49}$$

2. الرقم البؤري F /

نسبة البعد البؤري F للشيئية الى قطرها يسمى الرقم البؤري:

$$F/ = \frac{F}{D}$$

عادةً الرقم البؤري للتلسكوب العاكس يتراوح ما بين 4 الى 8 وللتلسكوب الكاسر يتراوح ما بين 10 الى 15. كما يبين من تعريف هذا الرقم يدل طول التلسكوب إذا كان القطر ثابت. وأيضا يزداد اللمعان السطحي للجسم القرصي كلما يقل الرقم البؤري ولذلك التلسكوب من الرقم البؤري الأصغر يحتاج أقل وقت لتصوير هذا الجسم.

3. قوة التكبير M

هي النسبة بين البعد البؤري للشيئية الى البعد البؤري للعينية:

$$M = \frac{F}{f}$$

وحيث أن العينية يمكن تغييرها في التلسكوب فإن التكبير بالتالي سيتغير حسب العينية المستخدمة، ويتناسب عكسياً مع بعدها البؤري F . يبدو كأننا نستطيع الحصول على أي تكبير نرغبه ، ولكن في الحقيقة هناك حد أدنى وحد أقصى للتكبير لأي تلسكوب تحكمه العلاقتين:

$$M_{min} = 1.18\ D$$
$$M_{max} = 11.8\ D$$

4. قوة التحليل R

قوة التحليل هي صلاحية التلسكوب للتفريق بين جسمين قريبين أو نقطتين قريبتين على سطح جسم وتقاس بالثواني القوسية . وتعطى بالعلاقة الآتية:

$$R = \frac{11.58}{D}$$

5. القدر الظاهري الأخفت

أقصى قدر ظاهري يمكن رؤيته بالتلسكوب حيث أن القدر 6 هو أقصى قدر ظاهري يمكن رؤية النجوم عنده بالعين المجردة.

$$m = 6.59 + [5\log(D)]$$

الدربيل

بعد دراسة السماء بالعين المجردة يستحسن التدريب على معرفة السماء بإستخدام الدربيل. يفيد هذا الجهاز في مشاهدة الخسوف وضوء الأرض على سطح القمر والمذنبات والحشود النجمية والسدم.

عادة يوجد على الدربيل رقمين يفصلهما علامة X . الرقم الأول هو قطر الشيئية بوحدات مليميتر، والرقم الثاني هو قوة التكبير. فمثلا الدربيل 50 X 7، 50 هو قطر الشيئية في مليميتر و7 قوة تكبيره. بعض الدرابيل التي تصلح لدراسة السماء هى من المواصفات الآتية: 100 X 14, 80 X 11, 50 X 7, 40 X 6

جدول (3) : تلسكوبات الهواة

نوع الجهاز	استعماله
دربيل 50 X 7 الى 80 X 11	للتعرف على السماء، رصد الخسوف والمذنبات والحشود النجمية والسدم والأقمار الصناعية، إستتار النجوم والكواكب وراء القمر
كاسر بقطر أقل من 50 مم	غير مفيد لرصد السماء

كاسر بقطر 50 الى 60 مم أو عاكس بقطر 100 الى 115 مم	للتعرف على السماء، تصوير الشمس أو القمر
كاسر بقطر 75 الى 100 مم	للتعرف على السماء، تصوير الشمس والقمر، رصد النجوم المزدوجة والنجوم المتغيرة
عاكس بقطر 200 مم	جهاز ممتاز جداً بإمكانيات عديدة لرصد السماء والتصوير الفلكي
عاكس بقطر 300 مم الى 500 مم	تلسكوب للهاوي الخبير والمختص

تركيب تلسكوب بسيط (تلسكوب جاليلو)

الأدوات

1. عدستان مختلفتا القطر أحد سطحيهما محدب والآخر مستو. العدسة الكبيرة (الشيئية) بعدها البؤري 400 MM وعدسة صغيرة (العينية) بعدها البؤري 25 MM .
2. اسفنجة اسطوانية مفرغة الوسط بطول حوالى 3.5 CM
3. اسطوانة كرتونية صغيرة مفرغة الوسط بطول حوالى 2.5 CM
4. انبوبتان كرتونيتان بطول حوالى 40 CM ومختلفتا القطر قليلا.
5. غطاء بلاستيكي بقطر أكبر قليلا من العدسة الكبيرة.

الخطوات

1. انظر الى مكونات التلسكوب أدناه. أدخل أحد الانبوبتين داخل الأخرى.
2. مرفق مع المجموعة قس قطر الشيئية بدقة ولأقرب عُشر من السنتيمتر. انتبه من ملامسة سطح العدسة بيديك. أحسن طريقة لقياس قطرها هو أن تضعها على ورقة بيضاء نظيفة وتمسكها بمنديل ثم تحدد محيطها على الورقة، ارفعها وقس قطر الدائرة التي رسمتها وهذ يمثل قطر العدسة. انظر شكل 1.
3. ضع العدسة داخل الغطاء البلاستيكي الأحمر بحيث يكون سطحها المستو إلى الأسفل.
4. أغلق طرف الأنبوبة الكبيرة بالغطاء البلاستيكي (سيكون السطح المحدب للعدسة باتجاه فتحة الأنبوبة).
5. أمسك العينية من طرفها انتبه من ملامسة سطح العدسة بيديك وأدخلها داخل الإسفنجة باتجاه سطحها المستو إلى الأسفل، ثم ادفعها إلى الداخل باستخدام الاسطوانة الصغيرة بحيث يستوي طرفها مع سطح الاسفنجة.
6. ادفع الاسفنجة داخل الانبوبة الصغيرة بحيث يستوي سطحها مع حافة الانبوبة. انظر شكل 2.
7. الآن يكون التلسكوب جاهز للاستخدام، حاول أن تجربه في مشاهدة بعض الأجسام البعيدة. ماذا تلاحظ؟.
8. احسب الآتي للتلسكوب: قوة التحليل، قوة التجميع، أقصى قدر ظاهري يمكن مشاهدته، أقصى تكبير.
9. أعد حساباتك للتلسكوب الثابت بالقسم، حيث أن قطره: 15 CM (تلسكوب كاسر). ثم رتب نتائجك في كما في الجدول أدناه.

نوع التلسكوب	التلسكوب المستخدم	التلسكوب الكاسر
قطر الشيئية D		
قوة التجميع P		
قوة التحليل R		
التكبير M		
أدنى تكبير M_{MIN}		
أقصى تكبير M_{MAX}		
أقصى قدر ظاهري M		

المرجع:

1. LAROUSE ASTRONOMY KSU 520 LA
ED. PHILIPPE DE LA COTARDIERE, MARK R MORRIS, HAMLYN 1986.

عملي 5: التقاويم

الهدف

دراسة التقاويم المختلفة وخاصة التقويمين الميلادي والهجري

تعريف التقويم

التقويم هو الطريقة التي يستخدمها الإنسان لضبط الوقت. ويتكون التقويم عادةً من ثلاث وحدات رقمية تمثل ثلاث فترات زمنية هي اليوم والشهر والسنة . ومن الواضح أن الظاهرة التي تفيد لهذا الغرض هي الظاهرة التي تتكرر بفترات متساوية أي الظاهرة الدورية ، ولكنه من الصعب معرفة هل الفترة ثابتة أو متغيرة إلا بالمقارنة بين عدة فترات ليتبين لنا عندها مدى الثبات النسبي لهذه الفترة.

وفي الحقيقة أن التقاويم أنواع عديدة من الصعب ذكرها في هذا المكان. ولكثير من الأمم تقويمها الخاص بها سواءً كان شمسياً أو قمرياً أو خليطاً بينهما أو ربما قمرياً نجمياً؛ أي طبقاً لمنازل القمر. وتختلف أيضاً في أمور أخرى مثل: طريقة الكبس، ومتوسط طول السنة، وعدد الأشهر ، وغيرها.....

التقويم الجولياني

بدأ هذا التقويم سنة 46 ق.م. ويعتمد هذا التقويم على دوران الأرض حول الشمس. ووحدات هذا التقويم هي اليوم الشمسي / الشهر الميلادي / السنة الفصلية.

والسنة الفصلية كما ذكرنا تساوي 365.2422 يوم. ولكي يتفادى الكسر في هذه السنة فقد جعلت السنة 365 يوم لثلاث سنوات متتالية (سنة بسيطة) بحيث تجمع الكسور في السنة الرابعة لتصبح 366 يوم (سنة كبيسة) أي السنة التي تقبل القسمة على 4 تعتبر سنة كبيسة. يضاف اليوم الزائد في السنة الكبيسة إلى شهر فبراير ليصبح 29 يوماً. بهذه الطريقة أصبح متوسط طول السنة الجولياني يساوي 365.25 يوم وهذا يعني أن السنة الجولياني تزيد عن السنة الفصلية بمقدار 0.0078 يوم وهو يساوي 11دقيقة 14 ثانية؛ أي يوم كامل كل 128.21 سنة ، وهذا يعني أن التاريخ طبقاً للتقويم الجولياني سيكون متأخراً قليلاً عن التاريخ الحقيقي المرتبط بالسنة الفصلية. وعدد الشهور حسب هذا التقويم 12 شهراً ثابة في أطوالها ماعدا الشهر الثاني (أنظر جدول 1).

التقويم الجريجوري

بالرغم من ضآلة الفرق بين السنة الجولياني والسنة الفصلية إلا أن عملية تراكم الخطأ مع مرور السنوات كانت واضحة ولايمكن أن تتماشى مع الواقع . وبالفعل في 1582/10/5م أي بعد مرور حوالي 16 قرناً من بدء التاريخ الجولياني لوحظ أنه تأخر عن التاريخ الحقيقي بمقدار 10 أيام ؛ الأمرالذي أدى إلى لزوم ضبطه حيث أضيف هذا الفرق ليصبح التاريخ الجديد مساويا 1582/10/15م وهو التاريخ المفترض أن يكون. ومثل التقويم الجولياني جعلت السنة الجريجورية 365 يوما

لثلاث سنوات متتالية (سنة بسيطة) بحيث تجمع الكسور في السنة الرابعة لتصبح 366 يوما (سنة كبيسة). ولكي لانرجع إلى نفس مشكلة التأخر عن التاريخ الحقيقي فقد أشترط للقرون (السنوات المئين) في هذاالتقويم أن تقبل القسمة على 400 بدلاً من 4 لتصبح سنة كبيسة . بهذه الطريقة أصبحت السنة في التقويم الجريجوري 365.2425 يوم مقابل 365.2422 يوم في السنة الفصلية أي بفرق قدره 0.0003 يوم أو يوم واحد كل 3333 سنة. فمنذ يوم ضبط هذا التقويم حتي يومنا هذا أصبح التاريخ الحالي متأخراً بمقدار 3 ساعات تقريبا عن التاريخ الحقيقي، أو بشكل أدق يتأخرالتقويم الجريجوري عن التقويم الحقيقي بمقدار 26 ثانية كل سنة . وكما في التقويم الجولياني فإن عدد شهور هذاالتقويم 12 شهراً. وبما أن هذاالتقويم يعتمد على حركة الأرض حول الشمس نجد أن الفصول الأربعة تأتي تقريباً في وقت محدد طبقاً لشهوره (أنظر جدول 2)

وفي نصف الكرة الجنوبي تكون الفصول عكس ما هي عليه في نصف الكرة الشمالي . أي أن الربيع في النصف الشمالي يقابله الخريف في النصف الجنوبي ، والصيف يقابله الشتاء.

وهناك شهور سريانية تستخدم في بعض الدول العربية وهي مطابقة للأشهر الإفرنجية تماماً وتختلف عنها بالاسم فقط (جدول 1).

التقويم الهجري (القمري)

وحدات الزمن المستخدمة في هذا التقويم هي اليوم الشمسي/ الشهر القمر الهجري / السنة القمرية الهجرية. وبداية هذا التقويم من تاريخ هجرة الرسول صلى الله عليه وسلم من مكة المكرمة إلى المدينة المنورة، وهذا يقابل 622/7/15م.

ويعتمد التقويم الهجري على حركة القمر حول الأرض بالنسبة للشمس. والسنة القمرية تتكون من 12 شهراً ويبدء أول يوم في هذا الشهر من الليلة التي يشاهد فيها القمر هلالاً بعد غروب الشمس.

وهناك تقويم هجري شمسي وهو تقويم شمسي إلا أنه يبدء مع بداية التقويم الهجري أي في 1/1/1هـ.

التقويم الشمسي

وحدات هذا التقويم هي(اليوم الشمسي / الشهر الشمسي / السنة الفصلية). ويعتمد على حركة الأرض حول الشمس. وشهورها الـ 12 تأخذ أسمائها حسب البرج الذي فيه الشمس (جدول 3). واليوم الزائد في السنة الكبيسة يضاف إلى الشهر الأخير وهو الحوت ليصبح 29 يوماً. وتكبس السنة في هذا التقويم طبقا للقاعدة لهذا الغرض في التقويم الجريجوري. وحسب بداية هذا التقويم هناك تقويم شمسي ميلادي يتطابق في بدايته مع التقويم الجريجوري. وهناك تقويم شمسي يتكون من 12 فصلاً أو شهراً تختلف أطوالها اختلافاً بيناً. ويغلب استخدامه بين المزارعين وأهل البوادي والبحارة في منطقة الجزيرة العربية والخليج العربي.

وأسماء فصوله طبقاً للاسم الدارج للنجم أو النجوم التي تنزل فيها الشمس موضحة في (جدول 4).

الأيام الجولیانیة والأيام الهجرية

طريقة لعد الأيام بدءًا من تاريخ 4713/1/1 قبل الميلاد عند الظهر . يستخدم الرمز JD للتاريخ الجولياني. ويستخدم الرمز HD لعد الأيام بدءًا من تاريخ الهجرة أو 622/7/15م

جدول 1: الشهور الميلادية وعدد أيامها

الاسم الافرنجي	عدد أيامه	الاسم السرياني	الاسم الافرنجي	عدد أيامه	الاسم السرياني
1 . يناير	31	كانون الثاني	2. فبراير	29/28	شباط
3. مارس	31	إذار	4. إبريل	30	نيسان
5. مايو	31	أيار	6. يونيو	30	حزيران
7. يوليو	31	تموز	8. أغسطس	31	آب
9. سبتمبر	30	أيلول	10. أكتوبر	31	تشرين الأول
11. نوفمبر	30	تشرين الثاني	12. ديسمبر	31	كانون الأول

جدول 2: مطابقة الفصول الأربعة مع الشهور الميلادية والشمسية

الفصل	فترته في الميلادي	فترته في الشمسي
الربيع	من 21 مارس إلى 20 يونية	الحمل، الثور، الجوزاء
الصيف	من 21 يونية إلى 20 سبتمبر	السرطان، الأسد، السنبلة
الخريف	من 21 سبتمبر إلى 20 ديسمبر	الميزان، العقرب، القوس
الشتاء	من 21 ديسمبر إلى 20 مارس	الجدي، الدلو ، الحوت

جدول 3: الشهور الشمسية وبدايتها في التقويم الميلادي

الشهر الشمسي	عدد أيامه	بدايته في الميلادي	الشهر الشمسي	عدد أيامه	بدايته في الميلادي
1. الحمل	31	21 مارس	2. الثور	31	21 ابريل
3. الجوزاء	31	22 مايو	4. السرطان	31	22 يونية
5. الأسد	31	23 يولية	6. السنبلة	31	23 أغسطس
7. الميزان	30	23 سبتمبر	8. العقرب	30	23 أكتوبر
9. القوس	30	22 نوفمبر	10. الجدي	30	22 ديسمبر
11. الدلو	30	21 يناير	12. الحوت	29 أو	20 فبراير

جدول 4: الأسماء الدارجة لمنازل الشمس

الاسم الدارج	عدد الأيام	بدايته بالميلادي	الاسم الدارج	عدد الأيام	بدايته بالميلادي
الذراعين	26	4/16	سهيل	53	8/24
الثريا	39	5/12	الوسمي	52	10/16
التويبع	13	6/20	المربعانية	39	12/7
الجوزاء	26	7/3	الشبط	26	1/15
المرزم	13	7/29	العقارب	39 أو 40	2/10
الكليبين	13	8/11	الحميمين	26	3/21

خطوات العمل

التحويل من ميلادي الى هجري

Y / M / D تعني اليوم / الشهر / السنة على الترتيب

إحسب Y ، M كالآتي:

IF M>2 THEN Y=Y AND M=M

IF M=1 OR 2 THEN Y=Y-1 AND M=M+12

J = INT [(365.25) (Y)] + INT [(30.6001) (M+1)] + D + 1720994.5

الآن احسب الأيام الجولیانیة J D

A = INT (Y ÷ 100)

B = 2 - A + INT (A ÷ 4)

JD = J + B

ثم احسب الأيام الهجرية:

HD = JD - 1948437.5

فتكون السنة:

Y' = HD ÷ 354.3667

Y = INT (Y') + 1

ويكون الشهر:

M' = (12) (FRAC (Y))

M = INT (M') + 1

ويكون اليوم:

D = (29.5305) (FRAC(M'))

D = INT (D)

ملحوظة:

IF D = 0 THEN M=M-1 AND D=30

التحويل من هجري الى ميلادي

احسب الأيام الهجرية والجولیانية كالآتي:

HD = INT [(Y-1) (354.3667) + 0.5] + INT [(M-1) (29.5305) + 0.5] + D

JD = HD + 1948437.5

J = JD + 0.5

H = INT [(J - 1867216.25) ÷ (36524.25)]

PUT A = J ; IF J<2299161

PUT A = J + 1 + H - INT (H ÷ 4) ; IF J>2299161

وبعدها احسب الآتي:

B = A + 1524

C = INT [(B-122.1) ÷ (365.25)]

E = INT (365.25 C)

F = INT [(B-E) ÷ (30.6001)]

فيكون اليوم:

D = B - E - INT [(30.6001) (F)]

ويكون الشهر:

M = F - 13 ; IF F>13.5

M = F - 1 ; IF F<13.5

وتكون السنة:

Y = C - 4716 ; IF M>2.5

Y = C - 4715 ; IF M<2.5

3- إيجاد يوم الأسبوع

أوجد باقي القسمة (R) للمقدار: (JD + 2.5) ÷7 ثم قارنه بالآتي:

إذا كانت R = 0 فاليوم السبت

إذا كانت R = 1 فاليوم الأحد

إذا كانت R = 2 فاليوم الاثنين

إذا كانت R = 3 فاليوم الثلاثاء

إذا كانت R = 4 فاليوم الأربعاء

إذا كانت R = 5 فاليوم الخميس

إذا كانت R = 6 فاليوم الجمعة

عملي 6: حساب وقت شروق وغروب وزوال الشمس

الهدف

حساب مواقع محددة للشمس في مسارها اليومي، ومنها نحسب وقت زوالها وشروقها وغروبها وكذلك أوقات صلاة الفجر والعصر والعشاء.

حركة الشمس الظاهرية

تعتمد أوقات الصلوات الخمس على موقع الشمس بالنسبة لأفق المنطقة. وأوقات ظهور الشمس عند هذه المواقع الخمس تتغير كل يوم وبالتالي يبدأ وقت كل صلاة في لحظات مختلفة خلال السنة.

تلف الأرض حول محورها وتدور حول الشمس ولكننا على سطح الأرض لا نشعر بهاتين الحركتين ولكن نشاهد أثرهما على مواقع الأجرام السماوية التي تقع خارج الأرض. ومقدار هذا التأثير يعتمد على بعد الجسم عن الأرض. وسندرس الآن هذا التأثير على الشمس.

تبدو ظاهرة الشروق والغروب نتيجة للف الأرض حول محورها من الغرب إلى الشرق. فالشمس تشرق وتغرب وتتحرك في السماء خلال يوم واحد على مسار موازي لخط الاستواء السماوي، ومسارها خلاله يسمى المسار اليومي للشمس.

إن ظاهرة الشروق والغروب ظاهرة ناتجة عن لف الأرض حول محورها، وظاهرة اختلاف مواقع الشمس في السماء ناتج عن دوران الأرض حول الشمس. كلما تتجه الشمس شمالا تبكر في الشروق وتتأخر في الغروب بالنسبة للمناطق التي في النصف الشمالي من الكرة الأرضية. والعكس للمناطق في النصف الجنوبي. وأيضاً كلما تتجه الشمس جنوباً تتأخر في الشروق وتبكر في الغروب بالنسبة للمناطق التي في النصف الشمالي من الكرة الأرضية. والعكس للمناطق في النصف الجنوبي.

تعريف أوقات الصلاة

من دراسة حركة الشمس الظاهرية أمكن معرفة مدارها الظاهري بدقة عالية. وعليه وضعت معادلات حسابية يمكن منها حساب موقعها في أي تاريخ ووقت. وبمراجعة الأحاديث النبوية الشريفة سنجد أن أوقات الصلوات تعتمد على حركة الشمس ومواضعها خلال اليوم. وسنعتمد هنا التعريف المتبع في تقويم أم القرى لدخول وقت الصلاة كالآتي :

الفجر: يبدأ عند التمييز بين الخيط الأبيض من الخيط الأسود، وهذا يسمى بالشفق الصباحي، ويبدء فلكياً عندما يكون مركز الشمس تحت الأفق الشرقي بمقدار 18 درجة .

الإشراق: يبدأ عندما تبرز الحافة العليا لقرص الشمس من الأفق الشرقي.

الظهر: يبدأ عندما تصل الشمس إلى أقصى ارتفاع لها في السماء، أو بمعنى أدق عند عبور مركزها لخط الزوال.

العصر: يبدء عندما يساوي ظل الجسم طول الجسم نفسه زائد طول الظل وقت الظهر.

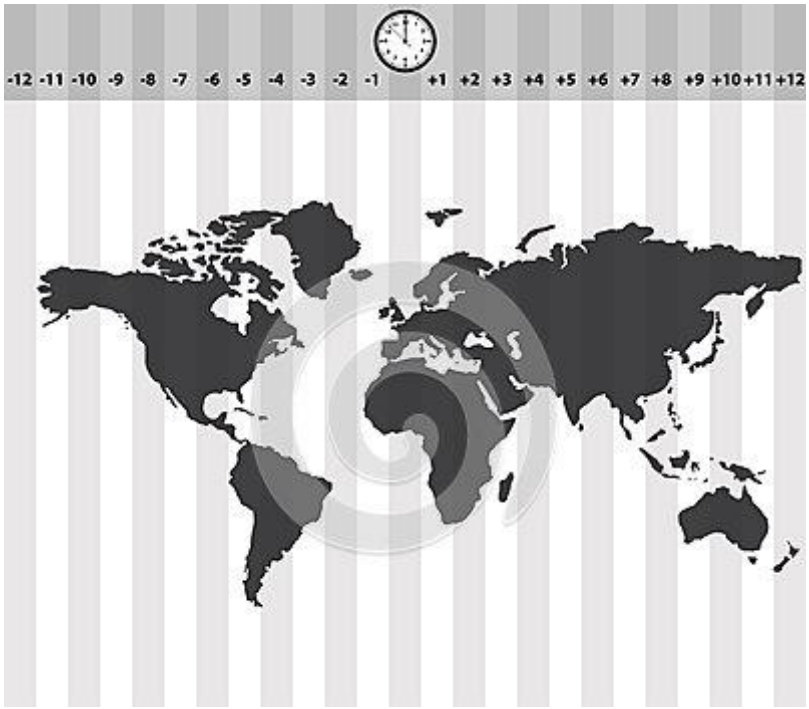
المغرب: يبدأ عندما تختفي الحافة العليا لقرص الشمس في الأفق الغربي.

العشاء: يبدأ بعد ساعة ونصف من بداية وقت صلاة المغرب. ويستثنى شهر رمضان من هذه القاعدة حيث تضاف ساعتين

خلاله على وقت المغرب، وقد يكون ذلك تسهيلاً للصائمين، وإلا فإن وقت العشاء قد بدء في وقته حسب التعريف السابق .
ويجدر بالذكر هنا أنه يمكن إستخدام أوقات الصلاة لسنة ميلادية معينة في أي سنة ميلادية أخرى سواءً ماضية أو قادمة. ويرجع السبب في ذلك لأن كلاً من أوقات الصلاة والسنة الميلاديـة مبني على أساس حركة الشمس الظاهرية حول الأرض.

بعض الاصطلاحات الفلكية

1) الوقت العالمي (UT): هو الوقت عند خط طول صفر وعادة يسمى توقيت جرنتش.
2) الوقت المحلي (LT): هو الوقت عند خط طول معين.
3) الوقت المدني (ZT): قُسم العالم إلى 24 منطقة زمنية تتبع كل منها خط طول معياري يبدء من خط جرنتش ثم خط طول 15^0 ومضاعفاتـه في كـلا الإتجاهين شرق وغرب جرنتش؛ أي أن الوقت يزداد بإنتظام بمقدار ساعة عن توقيت جرنتش كلما إتجهنا شرقاً ويتناقص بنفس القدر بإتجـاه الغرب. وكل منطقة يخضع توقيتها حسب خط الطول المعياري المار فيها أو بالقرب منها (وتشذ بعض المناطق عن هذا الاتفاق وتتبع خط طول معياري لايندرج تحت مضاعفات الـ 15). هذا التوقيت يسمى التوقيت المدني، وهو بالطبع توقيت إتفاقي القصد منه تيسير أمور الحياة وذلك بتوحيد التوقيت لجميع مدن المنطقة، شكل (1).
بالنسبة لنا في السعودية فإن التوقيت المدني يتبـع خط طول 45^0 شرقاً وهـو توقيت الساعة التي في معصمك سواءً كنت هنا في الرياض أو سـافرت الى أي مدينة أخرى مهما بعدت داخل السـعودية أو في نطاق منطقـة الخط 45^0 الزمنية. ومن الواضح أن الفرق بين التوقيت هنا وتوقيت جرنـتش هو 3 ساعات



شكل (1): المناطق التوقيتية في العالم

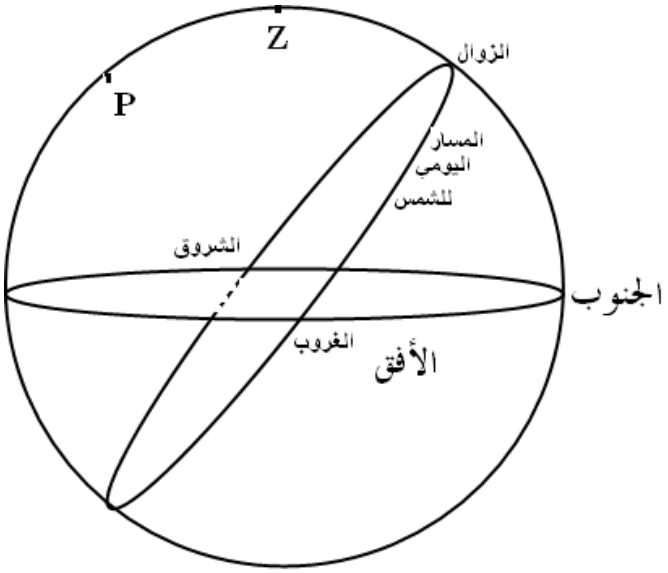
4) زاوية الميل δ التي تقيس زاوية بعد الجرم عن خط الإستواء السماوي شمالاً أو جنوباً. وتتراوح مقداره بين 90 درجة

شمالا إلى 90 درجة جنوبا. أما بالنسبة للشمس فمدارها الظاهري (دائرة البروج) ليس موازياً لخط الاستواء السماوي؛ وإنما تسير حوله مقتربة منه جداً حتى تتقاطع معه، وتتباعد عنه صاعدةً شمالاً لأقصى درجة مقدارها 23.5 ، وهابطة جنوباً لنفس الدرجة.

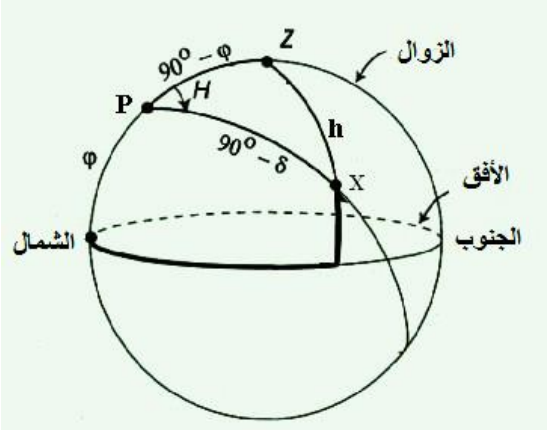
5) معادلة الوقت E : الشمس الحقيقية غير منتظمة السرعة ولاتعطي مؤشر دقيقاً وثابتاً للوقت؛ الأمر الذي حدا بالفلكيين لتخيل شمس تسير بسرعة منتظمة وعلى خط الاستواء السماوي وتتم دائماً دورة كاملة في مدة 24 ساعة شمسية. والفرق بين زاوية الساعة للشمس الحقيقية والشمس المتوسطة هو مايعرف بمعادلة الوقت.

طريقة حساب أوقات الصلاة

كما ذكرنا أعلاه أن وقت الصلاة مرتبط بموقع معين للشمس في مسارها اليومي في الكرة السماوية كما في الشكل (2). يوضح الشكل نقطة السمت Z وهي النقطة الوهمية الواقعة فوق الراصد، P هي القطب الشمالي السماوي.



شكل (2)



شكل (3)

في الشكل (3): تقع الشمس عند النقطة X التي تبعد عن نقطة السمت Z مسافة قدرها H وهذه المسافة تسمى البعد السمتي وهي البعد من الجرم السماوي إلى السمت Z. بحل المثلث الكروي PZX باستخدام علاقة جيب التمام، وذلك لاستنتاج قيمة H للوقت المطلوب كما يلي:

$$\cos h = \cos(90-\phi)\cos(90-\delta) + \sin(90-\phi)\sin(90-\delta)\cos h$$

أي أن:

$$\cos h = \sin\phi \sin\delta + \cos\phi \cos\delta \cos h$$

حيث ϕ خط عرض الموقع

$$\therefore\ H = \cos^{-1}\left[\frac{\cos h - \sin\phi\ \sin\delta}{\cos\phi\ \cos\delta}\right] \qquad \text{degree}$$

نحولها إلى درجات بقسمتها على 15؛ لأن كل 15 درجة = ساعة واحدة

$$H = \frac{1}{15}\cos^{-1}\left[\frac{\cos h\ -\ \sin\phi\ \sin\delta}{\cos\phi\ \cos\delta}\right] \qquad \text{hour}$$

وهذه هي العلاقة الأساسية لحساب زاوية الساعة للشمس عند جميع أوقات الصلاة وتختلف قيمة البعد السمتي H للشمس حسب وقت الصلاة كالآتي:

	الفجر	الشروق	العصر	المغرب
قيمة h	108	90.8	$90 - \tan^{-1}\left(\frac{1}{1+\tan(\phi-\delta)}\right)$	90.8

ومن ثم نجد وقت صلاة الظهر من العلاقة:

$$T_d = 12 - E - [4(L - Lo)]$$

<u>انتبه:</u> الحد $[4\ (L - Lo)]$ بالدقائق، E بالدقائق، 12 بالساعات ويجب توحيد الوحدات قبل إجراء أي عملية حسابية.

نحسب وقت كل صلاة من العلاقة:

$$T = T_d \pm H$$

تُستخدم إشارة الجمع لصلاتي العصر والمغرب وإشارة الطرح لوقتي الفجر والشروق.

جدول معادلة الوقت E وزاوية ميل الشمس δ خلال سنة كاملة

NO.	JD	DATE	DELTA (δ) (DEGREE)	EQU. OF TIME (E) (MINUTE)
	244			
	8622.5	01 JAN	- 23.08	- 3.29
	8632.5	11	- 21.95	- 7.71
	8642.5	21	- 20.11	- 11.16
	8652.5	31	- 17.65	- 13.38
	8662.5	10 FEB	- 14.66	- 14.25
	8672.5	20	- 11.26	- 13.82
	8682.5	01 MAR	- 7.57	- 12.30
	8692.5	11	- 3.70	- 9.97
	8702.5	21	- 0.25	- 7.11
	8712.5	31	+ 4.17	- 4.09
	8722.5	10 APR	+ 7.96	- 1.24
	8732.5	20	+ 11.53	+ 1.20
	8742.5	30	+ 14.78	+ 3.00
	8752.5	10 MAY	+ 17.63	+ 3.6
	8762.5	20	+ 19.99	+ 3.6
	8772.5	30	+ 21.78	+ 2.4
	8782.5	09 JUNE	+ 22.94	+ 0.6
	8792.5	19	+ 23.43	- 1.34
	8802.5	29	+ 23.23	- 3.47
	8812.5	09 JULY	+ 22.35	- 5.22
	8822.5	19	+ 20.84	- 6.26
	8832.5	29	+ 18.74	- 6.41
	8842.5	08 AUG	+ 16.13	- 5.56
	8852.5	18	+ 13.09	- 3.73
	8862.5	28	+ 9.70	- 1.11
	8872.5	07 SEP	+ 6.06	+ 2.40
	8882.5	17	+ 2.25	+ 5.64
	8892.5	27	+ 1.64	+ 9.12
	8902.5	07 OCT	- 5.51	+ 12.25
	8912.5	17	- 9.26	+ 14.70
	8922.5	27	- 12.79	+ 16.13
	8932.5	06 NOV	- 15.99	+ 16.33
	8942.5	16	- 18.74	+ 15.16
	8952.5	26	- 20.95	+ 12.58
	8962.5	06 DEC	- 22.50	+ 8.81
	8972.5	16	- 23.32	+ 4.2
	8982.5	26	- 23.36	- 0.75

مثال محلول

احسب وقت شروق وغروب وزوال الشمس في مدينة الرياض يوم 1417/6/5هـ (17/ أكتوبر /1996م)

معطيات لابد منها:

1) خط العرض: $\phi = 24.6^o$	2) خط الطول: $L = 46.7^o$	3) خط الطول المعياري: $L_0 = 45^0$
4) زاوية ميل الشمس: $\delta = -9.26$	5) معادلة الوقت (بالدقائق): $E = 14.7$	

وقت الظهر	$T_D = 12:00 - E - 4(L - L_0) = 12:00 - 14.7 - 4(46.7-45) = 11:38$
زاوية الساعة للشمس وقت الفجر	$H_F = \frac{1}{15}\cos^{-1}\left[\frac{\cos h \ - \sin\phi \ \sin\delta}{\cos\phi \ \cos\delta}\right]$ $H_F = \frac{1}{15}\cos^{-1}\left[\frac{\cos 108 \ - \sin 24.6 \ \sin -9.26}{\cos 24.6 \ \cos -9.26}\right] = 7.04 = 7:03$
زاوية الساعة للشمس وقت الشروق والغروب	$H_S = H_M = \frac{1}{15}\cos^{-1}\left[\frac{\cos 90.8 \ - \sin 24.6 \ \sin -9.26}{\cos 24.6 \ \cos -9.26}\right] = 5.77 = 5:46$
زاوية الساعة للشمس وقت العصر	$h_A = 90 - \tan^{-1}\left(\frac{1}{1+\tan(\phi - \delta)}\right)$ $= 90 - \tan^{-1}\left(\frac{1}{1+\tan(24.6+9.26)}\right) = 59.1^o$ $H_A = \frac{1}{15}\cos^{-1}\left[\frac{\cos 59.1 \ - \sin 24.6 \ \sin -9.26}{\cos 24.6 \ \cos -9.26}\right] = 3.31 = 3:19$
وقت الفجر	$T_F = T_D - H_F = 11:38 - 7:03 = 4:35$
وقت الشروق	$T_S = T_D - H_S = 11:38 - 5:46 = 5:52$
وقت العصر	$T_A = T_D + H_A = 11:38 + 3:19 = 14:57$
وقت الغروب	$T_M = T_D + H_M = 11:38 + 5:46 = 17:24$
وقت العشاء	$T_I = T_M + 1:30 = 17:24 + 1:30 = 18:54$

عملي 7: سرعة الأرض المدارية

الهدف

إيجاد سرعة دوران الأرض حول الشمس باستخدام طيف نجم، ومن ثم إيجاد متوسط بعدها عن الشمس.

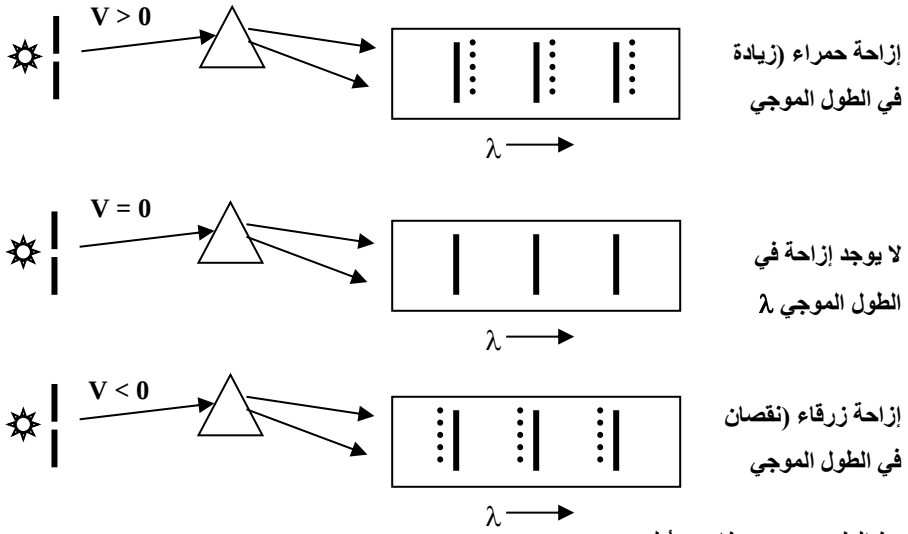
ظاهرة دُبلر (Doppler effect)

تتعلق هذه الظاهرة بالعلاقة بين موقع خطوط طيف الجسم والسرعة النسبية القطرية بين الجسم والراصد. بعد إجراء التجارب العديدة ودراستها عرف أن أماكن خطوط الطيف لطول موجة معينة تختلف كلما تغيرت السرعة القطرية النسبية، أو بمعنى آخر تنزاح عن مواقعها. وبسبب هذا الاختلاف في موقع خط الطيف فإن الطول الموجي λ له سيختلف عن الطول الحقيقي بمقدار $\Delta\lambda$ زيادة أو نقصانا. الزيادة تعني أن خط الطيف ينزاح جهة الطول الموجي الأكبر الذي هو الأحمر وتسمى إزاحة حمراء Red shift ، والنقصان يعني إزاحة جهة الطول الموجي الأقصر وهو الأزرق وتسمى إزاحة زرقاء Blue shift . فإذا كانت السرعة النسبية القطرية بين الجسم والراصد V فإن العلاقة بينها وبين الطول الموجي والاختلاف في الطول الموجي أو الإزاحة $\Delta\lambda$ هي:

$$v = c\frac{\Delta\lambda}{\lambda}$$

حيث أن C سرعة الضوء.

شكل (1) يوضح الإزاحة في خطوط الطيف. لاحظ أن الإزاحة موجبة إذا كان المصدر يبتعد عن الراصد، وسالبة إذا كان المصدر يقترب من الراصد؛ لذلك تكون سرعة الاقتراب سالبة وسرعة الابتعاد موجبة .



شكل (1): الإزاحة في خط الطيف حسب ظاهرة دُبلر

نظرية التجربة

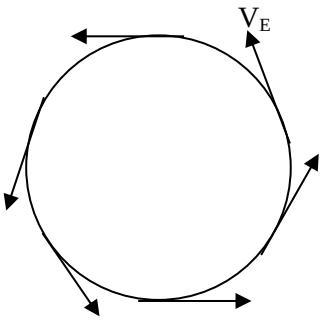
حُققت ظاهرة دُبلر وعرفت بشكل مؤكد على سطح الأرض. وإذا اتفقنا على أن هذه الظاهرة ليست محلية وصحيحة على الأرض

فقط بل إنها صحيحة في أي مكان في هذا الكون الواسع، فإن هذا الاتفاق سيمكننا من إيجاد سرعة الأرض حول الشمس. وفي هذه التجربة سوف نستخدم علاقة دُبلر مباشرة لإيجاد سرعة الأرض حول الشمس ومنها نوجد متوسط بعد الأرض عن الشمس، وذلك برصد نجم ثابت يقع في مستوى مدار الأرض حول الشمس حيث نأخذ طيفه في لحظة اقترابه أو ابتعاده عن الأرض وبسرعة الأرض حول الشمس. لكن تحقيق هذا الشرط تكتنفه الصعوبات الآتية:

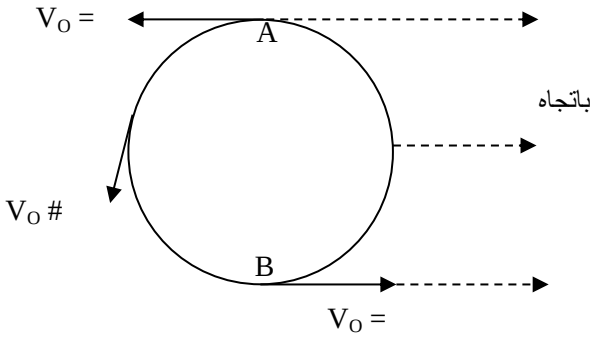
1. لا يوجد نجم ثابت.
2. غالبية النجوم لا تقع على مستوى مدار الأرض حول الشمس.
3. حركة الأرض حول محورها.
4. مدار الأرض حول الشمس ليس دائرياً وبالتالي فإن سرعة دوران الأرض ليست ثابتة بل تتغير من لحظة إلى أخرى.

من الممكن إهمال الصعوبتين 3 و 4 لأن سرعة دوران الأرض حول محورها صغيرة جداً بالنسبة لسرعتها حول الشمس، فسرعة الأرض حول محورها تساوي تقريباً 0.47 كم/ثانية بينما سرعتها حول الشمس (كما سنجدها في هذا العملي) تساوي 30 كم/ثانية تقريباً ، لذلك تأثير حركتها المحورية ضئيل وإهمالها لا يبعدنا عن الحقيقة. أما بالنسبة لمدار الأرض فإن بعد الأرض عن الشمس يتراوح بين 147 و 152 مليون كم وبالتالي فإن أقصى وأدنى سرعة لدوران الأرض حول الشمس تتراوح بين 30.51 و 29.01 كم/ثانية ، أي أن الفرق بسيط مما يمكننا من إهمال تفلطح (اهليليجية) المدار واعتباره مداراً دائرياً.

يتضح من شكل (2) أن متجه سرعة الأرض يمس مدارها عند موقعها في أي لحظة، فبالتالي فإن مركبة سرعة الأرض V_O في جهة النجم تتأثر بإزاحة خط الطيف. هناك موقعان فقط هما A و B تكون عندهما مركبة سرعة الأرض V_O باتجاه النجم مساوية لسرعة الأرض V_E نفسها، وعليه يمكن إيجاد سرعة الأرض من علاقة دُبلر مباشرة. لذلك يؤخذ طيف النجم عندما تكون الأرض في هذين الموقعين، انظر شكل (3).



شكل (2): متجه سرعة الأرض يكون مماسا لمدارها



شكل (3): متجه سرعة الأرض باتجاه النجم الواقع في مستوى مدار الأرض حول الشمس

إذا كانت V_S هي السرعة القطرية للنجم، فأقصى وأدنى سرعة قطرية نسبية تعطيا كالآتي:

$$V_A = V_S + V_O \qquad V_B = V_S - V_O$$

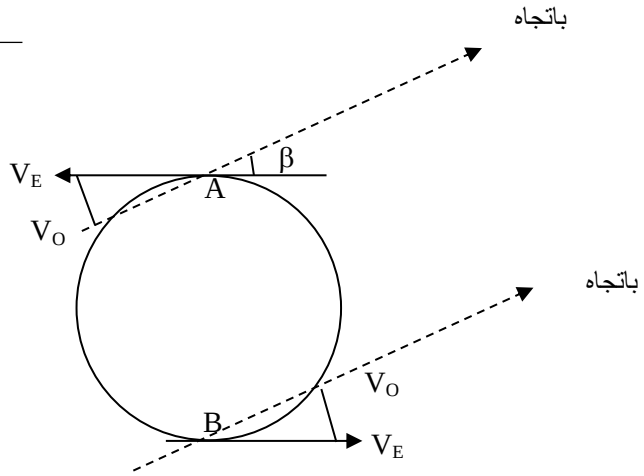
بطرح وجمع هاتين المعادلتين نحصل على:

$$V_o = \frac{(V_a - V_b)}{2} \qquad V_s = \frac{(V_a + V_b)}{2}$$

النجم المختار في هذه التجربة هو نجم السماك الرامح Arcturus لا يقع في مستوى مدار الأرض، بل يقع مائلاً عن هذا المستوى بزاوية β قدرها 30.8^{O} (ومع ذلك فإن الموقعين السابقين A , B سيظلان أنسب موقع لأخذ طيف النجم)، ففي هذه الحالة فإن مركبة سرعة الأرض في جهة النجم V_O ستتأثر في إزاحة خط الطيف كما في شكل (4).

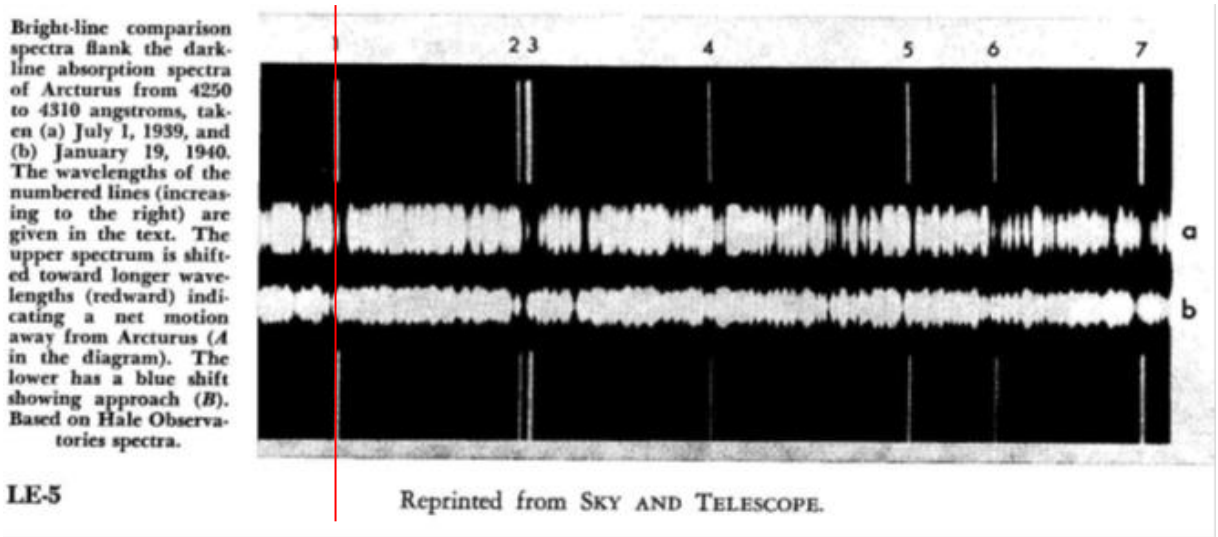
السرعة المدارية للأرض (حول الشمس) V_E تعطى بالعلاقة:

$$V_e = \frac{V_o}{\cos\beta}$$



مثال:

اوجد سرعة دوران الأرض حول الشمس باستخدام طيف النجم السماك الرامح (الشكل أدناه) الذي يقع على زاوية 30.8^{0} من مستوى مدار الأرض حول الشمس .



الحل:

يجب علينا أولا وقبل الشروع في العمل أن نحسب مقياس الطيف (الرسم) لطيف النجم في الشكل أعلاه وذلك بقسمة فرق الطول الموجي بين أي خطي مقارنة (مثلا الخط الأول والسابع) على المسافة بينهما كالتالي:

$$s = \frac{\lambda_7 - \lambda_1}{X} = \frac{4307.91 - 4260.48}{172\ \text{mm}} = 0.276\ \text{A}^{O}/\text{mm}$$

الآن، اختر خط مقارنة (الخط الأول مثلا λ_1=4260 A^{O}) وابدأ العمل عليه

عند الموقع A للأرض في مدارها

1. قس المسافة بين خط المقارنة المختار وبين الخط الامتصاص المقابل له في طيف النـجم باستخدام مسطرة ميليمترية بدقة عالية ولتكن هذه المسـافة XA ، هذه المسافة تمثل الإزاحة الظاهرية في الطول الموجي

$X_A = 1.2$ mm

2. احسب السرعة النسبية القطرية عند الموقع A للأرض في مسارها

$$\Delta\lambda_a = S\,X_a = 0.276 \times 1.2 = 0.331 \quad A^0$$

$$v_a = c\frac{\Delta\lambda_a}{\lambda_1} = 3\times10^5 \times \frac{0.331}{4260.48} = 23.31 \quad \text{km/sec}$$

عند الموقع B للأرض في مدارها

3. اعد الخطوتين 2،1 وذلك عند الموقع B للأرض في مدارها

$$X_b = 1.5\,\text{mm}$$

$$\Delta\lambda_b = S\;X_b = 0.276 \times 1.5 = 0.414 \quad A^0$$

$$v_b = c\frac{\Delta\lambda_b}{\lambda_1} = 3\times10^5 \times \frac{0.414}{4260.48} = 29.15 \quad \text{km/sec}$$

4. جد سرعة الأرض في اتجاه رصد السماك الرامح من العلاقة:

$$V_o = \frac{(V_a + V_b)}{2} = \frac{(23.31 + 29.15)}{2} = 26.23 \quad \text{Km/sec}$$

5. وسرعة نجم السماك الرامح من العلاقة:

$$V_s = \frac{(V_a - V_b)}{2} = \frac{(23.31 - 29.15)}{2} = -2.92 \quad \text{Km/sec}$$

6. احسب سرعة الأرض في اتجاه حركتها حول الشمس من العلاقة:

$$V_e = \frac{26.23}{\cos 30.8} = 30.54 \quad \text{Km/sec}$$

7. باعتبار أن مدار الأرض دائري، احسب متوسط بعد الأرض عن الشمس من العلاقة:

$$\text{earth's orbit} = \text{earth's revolution in second} \times \text{earth's velocity in km/s}$$

$$2\pi a = P\;V_e$$

$$a = \frac{P\;V_e}{2\pi} = \frac{3.16\times10^7 \times 30.54}{2\times3.14} = 153\text{x}10^6 \quad \text{Km}$$

المراجع

- laboratory exercises in astronomy - The earth's orbital velocity
Darrel Hoff, from Sky and Telescope LE-5.

عملي 8: خارطة السماء

الهدف

معرفة عامة عن خارطة السماء.

مقدمة

النظر المتأمل إلى السماء يكشف أنها تحوي أجساما مختلفة، منها القمر والكواكب والنجوم والحشود النجمية والسدم والمجرات، بعضها خافت وبعضها لامع. وإذا تأملنا النجوم في ليلة صافية حالكة السواد نلاحظ أن النجوم تختلف في ألوانها من الأبيض حتى الأحمر مروراً بالأزرق والأصفر والبرتقالي. واختلاف اللون يرجع إلى اختلاف درجة حرارة سطح النجم. وكذلك تختلف النجوم في لمعانها، وعليه فقد رقمت النجوم حسب لمعانها بحيث أن ألمع نجم في السماء يقابل الرقم -1.5 وأخفت نجم يرى بالعين المجردة يقابل الرقم 6 . وتسمى هذه الأرقام بإصطلاح الفلك أقدار فنقول نجم قدره 3 ونجم قدر 2 .. مثلاً.

ولو أدمنا النظر إلى السحب أو قمم الجبال أو الأشجار في ليلة مظلمة صافية لتخيلنا أننا ترى أشكالاً وهمية سواءً كانت لإنسان أو حيوان أو خلافهما، وكذلك لو أدمنا النظر إلى منطقة معينة في السماء ووصلنا بين نجومها بخطوط وهمية، لخيل لنا أننا نشاهد صورة وهمية. ولو نظرنا إلى منطقة ثانية لربما خيل لنا صورة وهمية أخرى...وهكذا فإننا سندعوا كل منطقة حسب الشكل الوهمي الذي تخيلناه بها. وهذا في الحقيقة ما فعله الأقدمون قبلنا، فقد قسموا السماء إلى 88 منطقة، وسموا كل واحدة منها حسب الصورة الوهمية التي تخيلوها بها، فنقول كوكبة الجبار وكوكبة الجاثي وكوكبة العقاب ... وهكذا (جدول 1 وجدول 2). وتبرز فائدة هذا التقسيم في سهولة التعرف على النجوم وتحديد المواقع والأزمنة. الكوكبة الواقعة في مسار الشمس الظاهري تسمى برجاً، حيث أن مسار الشمس يمر بـ 12 برجاً وهي البروج المعروفة وهي كما يلي:

الفصل	البرج	عدد أيامه	بدايته	الفصل	البرج	عدد أيامه	بدايته
أبراج الربيع	1. الحمل	31	21 مارس	أبراج الخريف	7. الميزان	30	23 سبتمبر
	2. الثور	31	21 ابريل		8. العقرب	30	23 أكتوبر
	3. الجوزاء	31	22 مايو		9. القوس	30	22 نوفمبر
ابراج الصيف	4. السرطان	31	22 يونية	أبراج الشتاء	10. الجدي	30	22 ديسمبر
	5. الأسد	31	23 يولية		11. الدلو	30	21 يناير
	6. السنبلة	31	23 أغسطس		12. الحوت	29 أو	20 فبراير

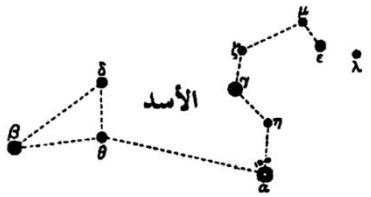
تسمية النجوم

تحوي كل كوكبة مجموعة من النجوم، يعطى كل نجم حرفا يونانيا (... ,γ ,β ,α)، ويكون الترتيب أبجديا حسب اللمعان غالبا، الألمع ثم الأقل لمعانا. وإذا لم تكفي هذه الأحرف، تعطى بقية النجوم أحرفا لاتينية (… A, B, C,) أو أرقاما، وينسب هذا النجم إلى الكوكبة التي يتبعها، مثل: ، α الأسد، β الأسد... α الحمل، β الحمل....وهكذا.

النجوم اللامعة والمشهورة لها اسماء خاصة بها مثل: قلب الأسد (α الأسد)، السماك الأعزل (α السنبلة)، الدبران (α الثور)، الشرطين (γ الحمل) ...وهكذا.

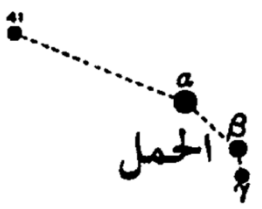
نجوم برج الأسد:

α الأسد (قلب الأسد)، β الأسد، γ الأسد، δ الأسد .... وهكذا، مع ملاحظة أن ترتيب الأحرف أبجديا حسب اللمعان.



نجوم برج الحمل:

α الحمل، β الحمل، γ الحمل ....



رصد السماء في ليلة واحدة

إذا رصدنا السماء بدقة في ليلة صافية لعدة ساعات فسوف نكتشف أن شكل السماء يتغير خلال نفس الليلة الواحدة، ويلاحظ ذلك بتحرك جميع نجوم السماء بسرعة واحدة من الشرق إلى الغرب في مسارات موازية ومتمركزة حول نقطة لا تتحرك. تكمل السماء دورة واحدة خلال 24 ساعة؛ أي أن سرعة هذه الحركة اليومية للسماء تساوي 360 درجة خلال يوم واحد (24 ساعة) أي 15 درجة لكل ساعة.

والتفسير البسيط لهذه الظاهرة اليومية هو أن الأرض تلف حول محورها من الغرب إلى الشرق والراصد على سطحها لا يشعر بهذه الحركة فيبدو له كأن السماء تدور من الشرق إلى الغرب. والنقطتان الواقعتان على امتداد محور الأرض تسميا القطب الشمالي السماوي والقطب الجنوبي السماوي.

الخارطة السماوية

الخارطة المرفقة في صفحة 11 تمثل خارطة السماء حول خط الاستواء السماوي. النقاط السوداء تمثل النجوم، حيث أن النقاط الكبيرة تمثل نجوما لامعة، والعكس صحيح. والنجوم اللامعة في كل منطقة موصلة فيما بينها بخطوط وهمية. للحصول على الخارطة واضحة ومكبرة، تجمع الصفحات الأربع من 7 إلى 10 وتلصق بجانب بعضها البعض.

ولتحديد شكل السماء عند الساعة الثامنة مساء لأي تاريخ ولأي موقع على سطح الأرض نتبع الخطوات التالية:

1. يُحدد خط طول وعرض الموقع، التاريخ، الساعة.
2. يُعمل خطا عاموديا على المحور السيني عند التاريخ المطلوب، هذا العامود يمثل خط الزوال عند الساعة الثامنة مساء لذلك التاريخ.
3. لتحديد الأفق الشرقي: يعد 6 ساعات بدءا من خط الزوال الذي حُدد في الخطوة السابقة وبإتجاه اليسار ثم يُعمل عامود على المحور السيني.
4. لتحديد الأفق الغربي: بنفس الطريقة السابقة، يعد 6 ساعات أيضاً ولكن بإتجاه اليمين ثم يُعمل عاموداً على المحور السيني.
5. جميع النجوم المحصورة بين الأفقين الشرقي والغربي سوف تشاهد عند الساعة والتاريخ المطلوبين.

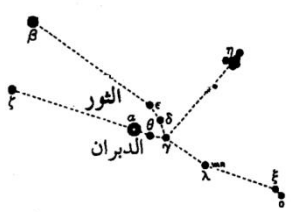
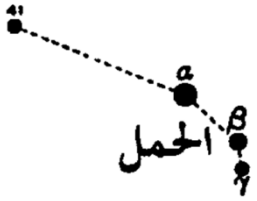
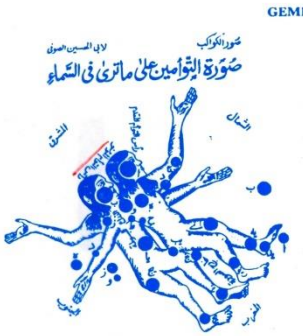
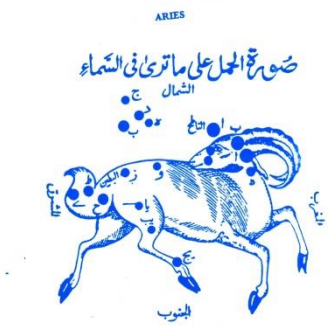
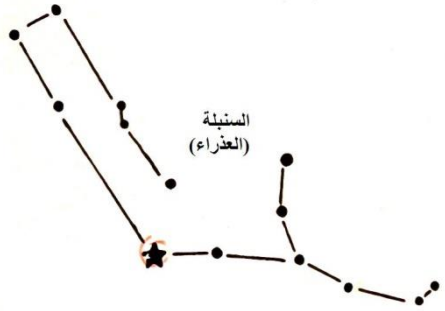
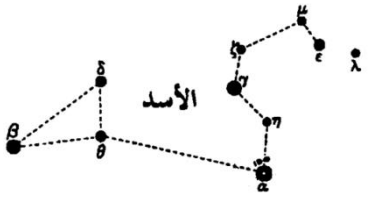
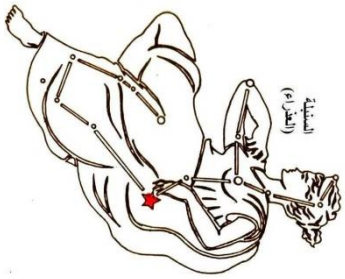
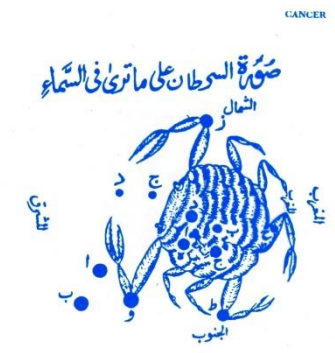
خط الاستواء السماوي و مسار الشمس الظاهري وخط الزوال

امتداد مستوى خط الاستواء الأرضي سيقطع الكرة السماوية في دائرة كبيرة تسمى خط الاستواء السماوي. يقع خط الاستواء السماوي على زاوية 90 درجة من النجم القطبي. وهو الخط الأفقي الذي يتوسط الخارطة السماوية. أما الخط المنحنى خلال الخارطة فهو يمثل مسار الشمس الظاهري بين النجوم. أما خط الزوال فهو لخط المار بالنجم القطبي والسمت (هي النقطة الوهمية في السماء وفوق الراصد مباشرة)، ويتقاطع مع الأفق عند نقطتين هما الشمال والجنوب.

المراجع:

1. Sky publishing corporation خرائط النجوم من
2. Astronomy by James B Kaler, Harper Collins College Publishers 1994.

جدول 1: مقارنة بين البروج كما في الخرائط السماوية وصورها التخيلية كما رسمها الصوفي

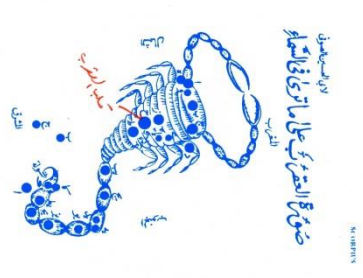
		
		
		
		

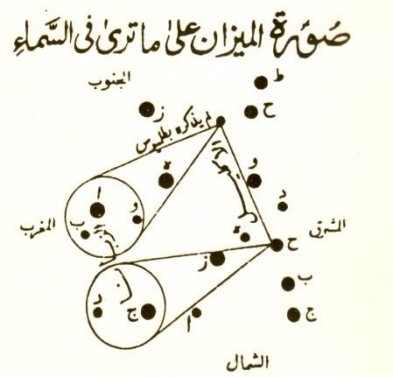
القوس

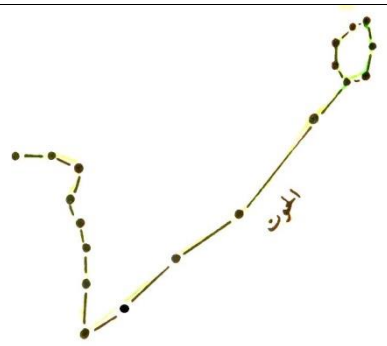
العقرب

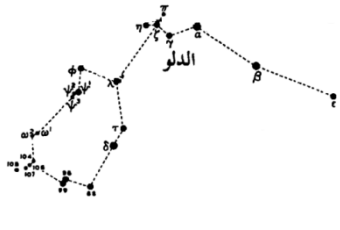
الميزان

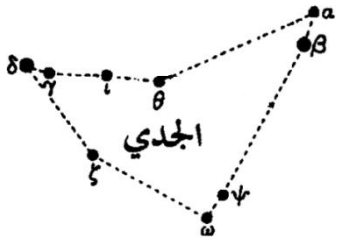
SAGGITARIUS
صورة الرامي على ما ترى في السماء
الشمال
الجنوب

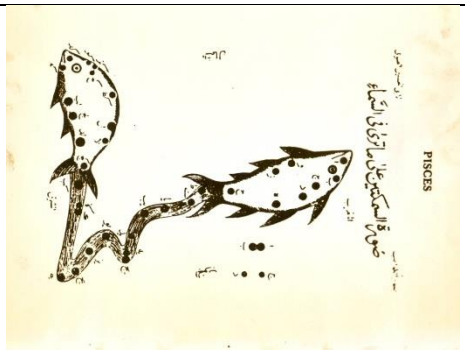

صورة العقرب على ما ترى في السماء
SCORPIUS


صورة الميزان على ما ترى في السماء
الجنوب
المغرب
الشرق
الشمال

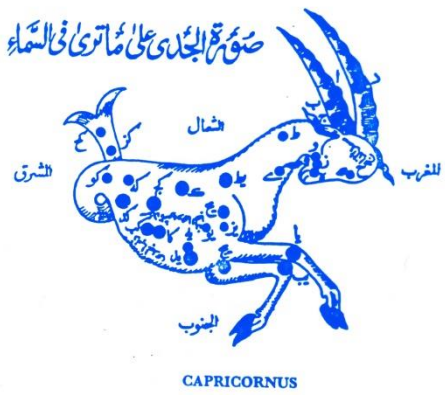

الحوت


الدلو

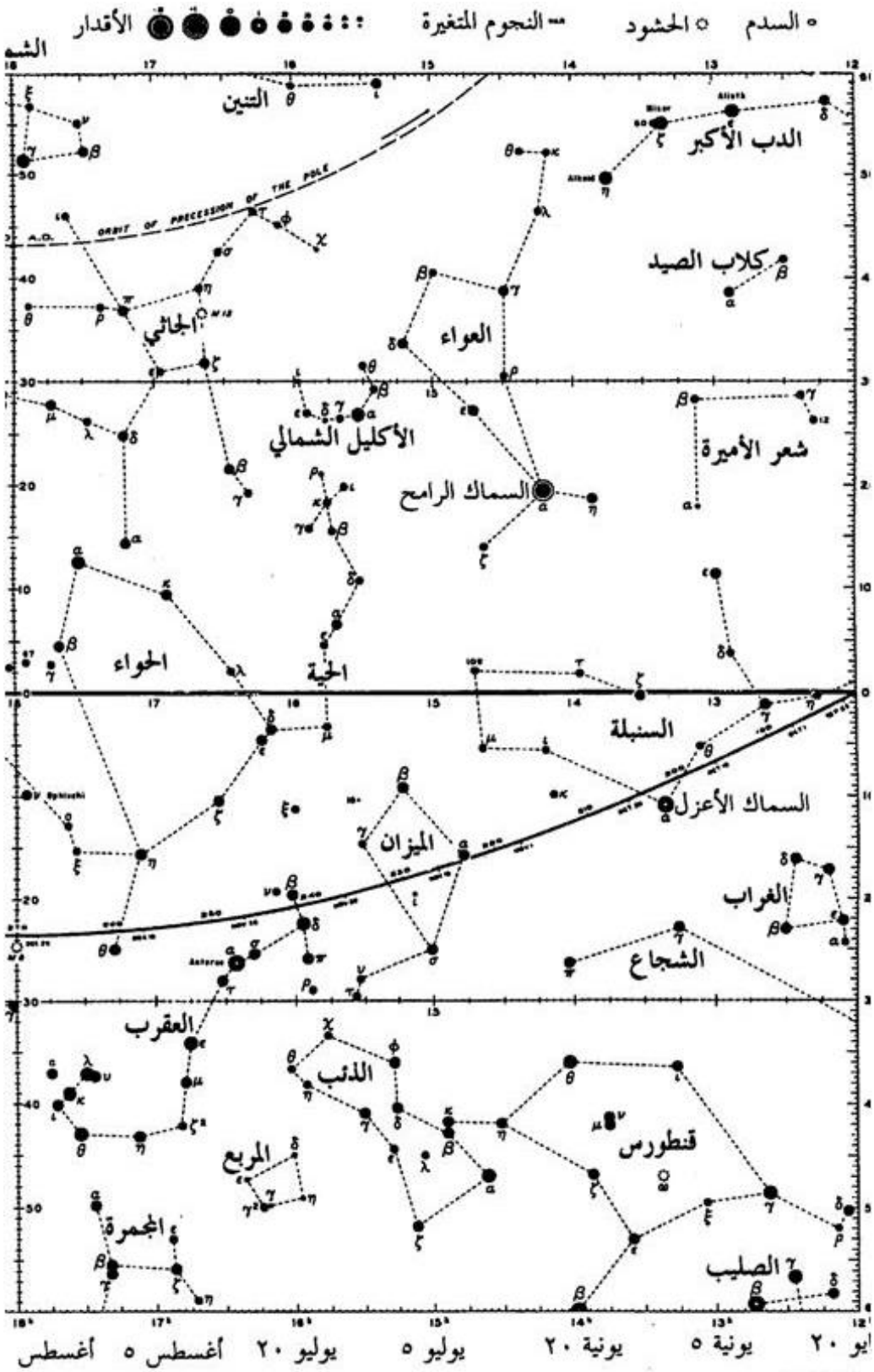

الجدي

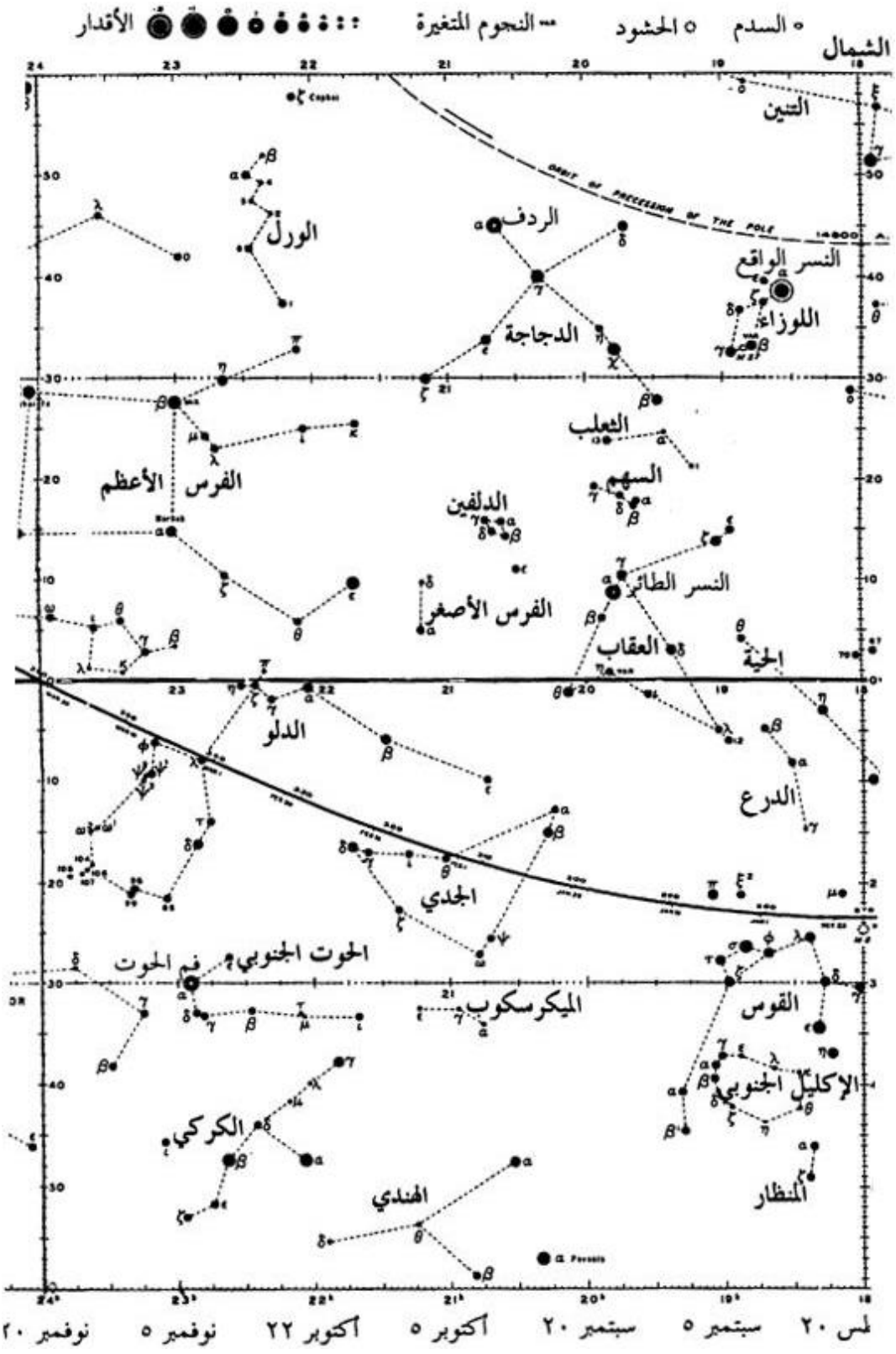

PISCES

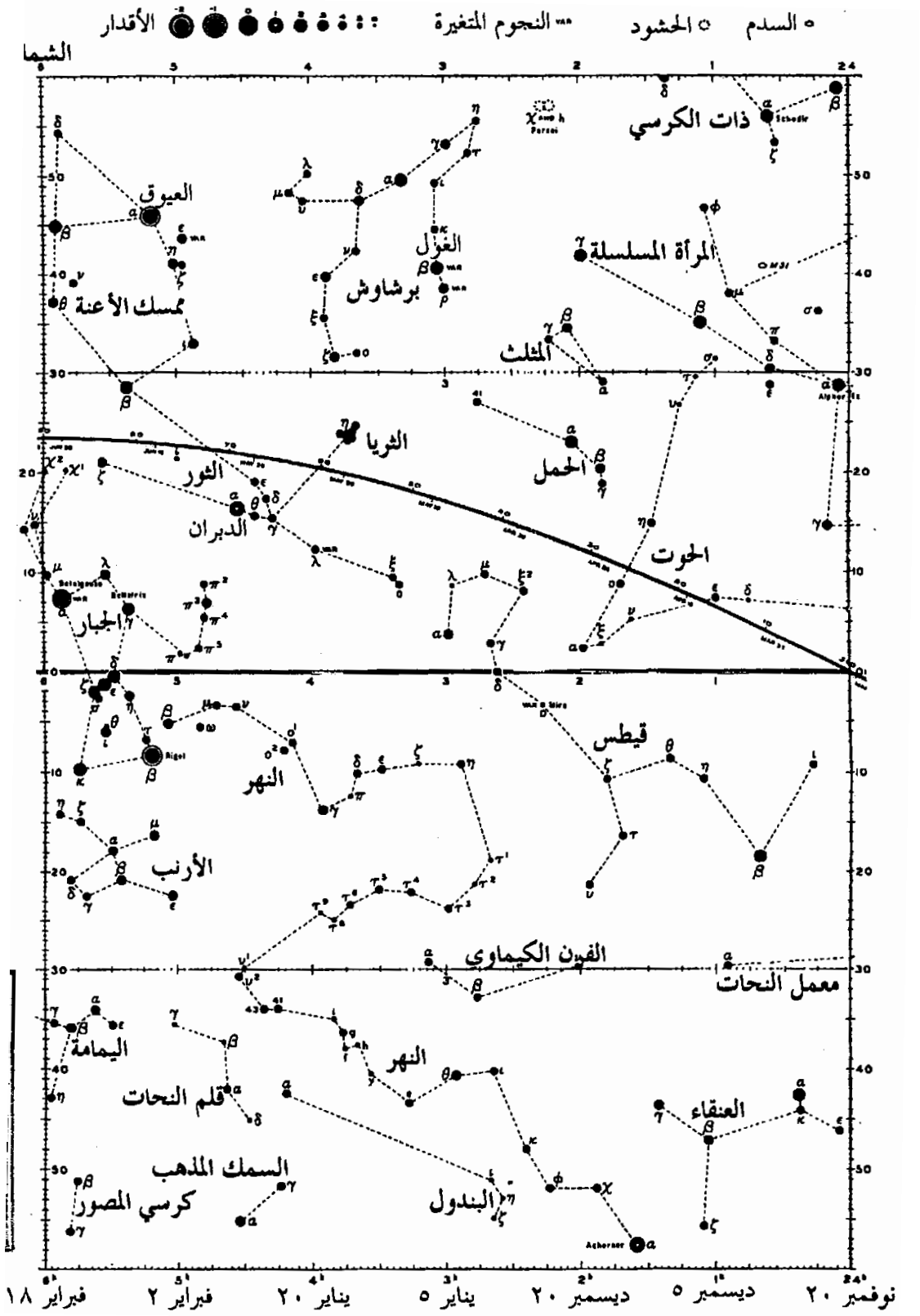
صورة الساكب على ما ترى في السماء
الشمال
الشرق

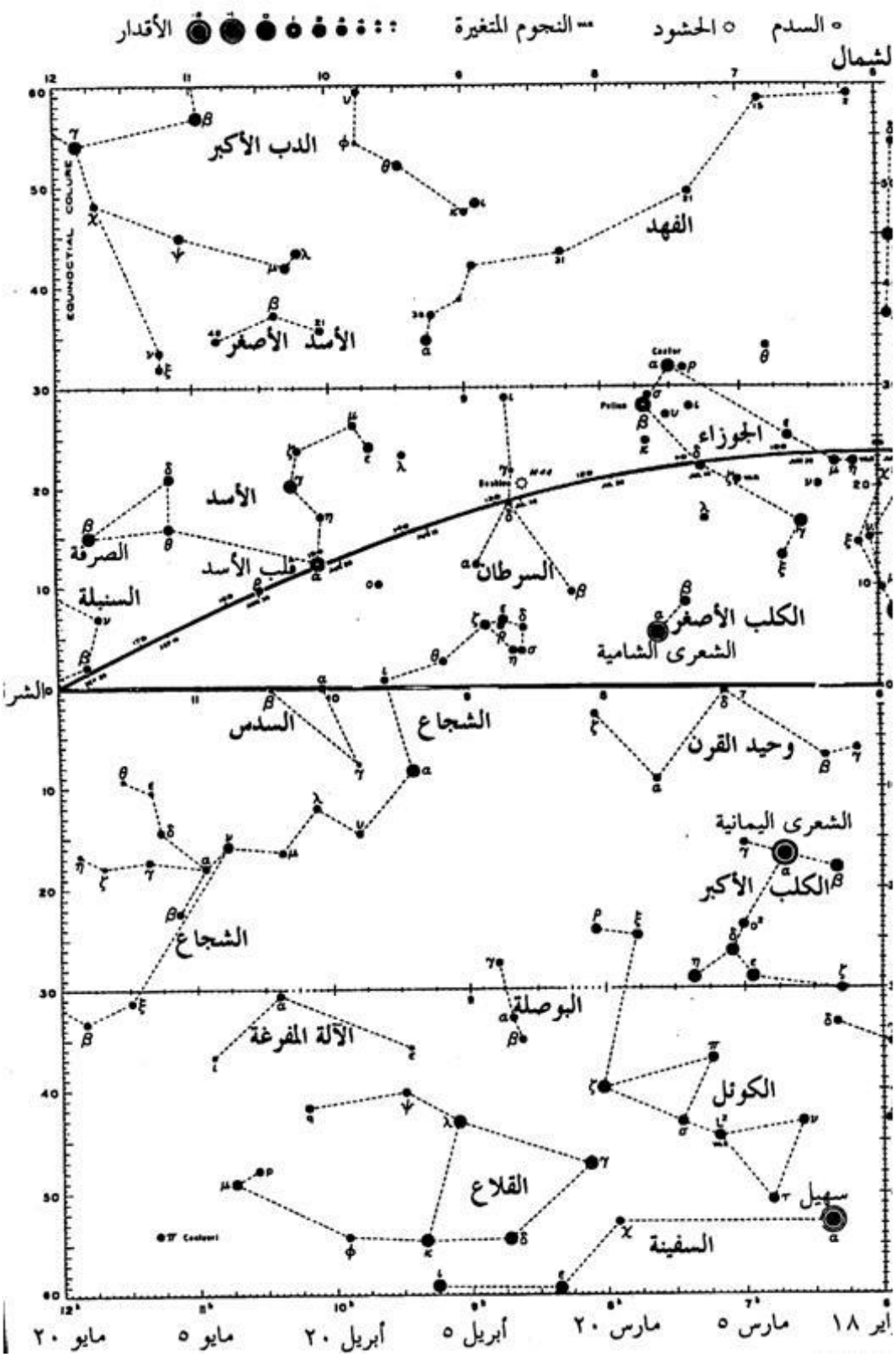

صورة الجدي على ما ترى في السماء
الشمال
الشرق
المغرب
الجنوب
CAPRICORNUS

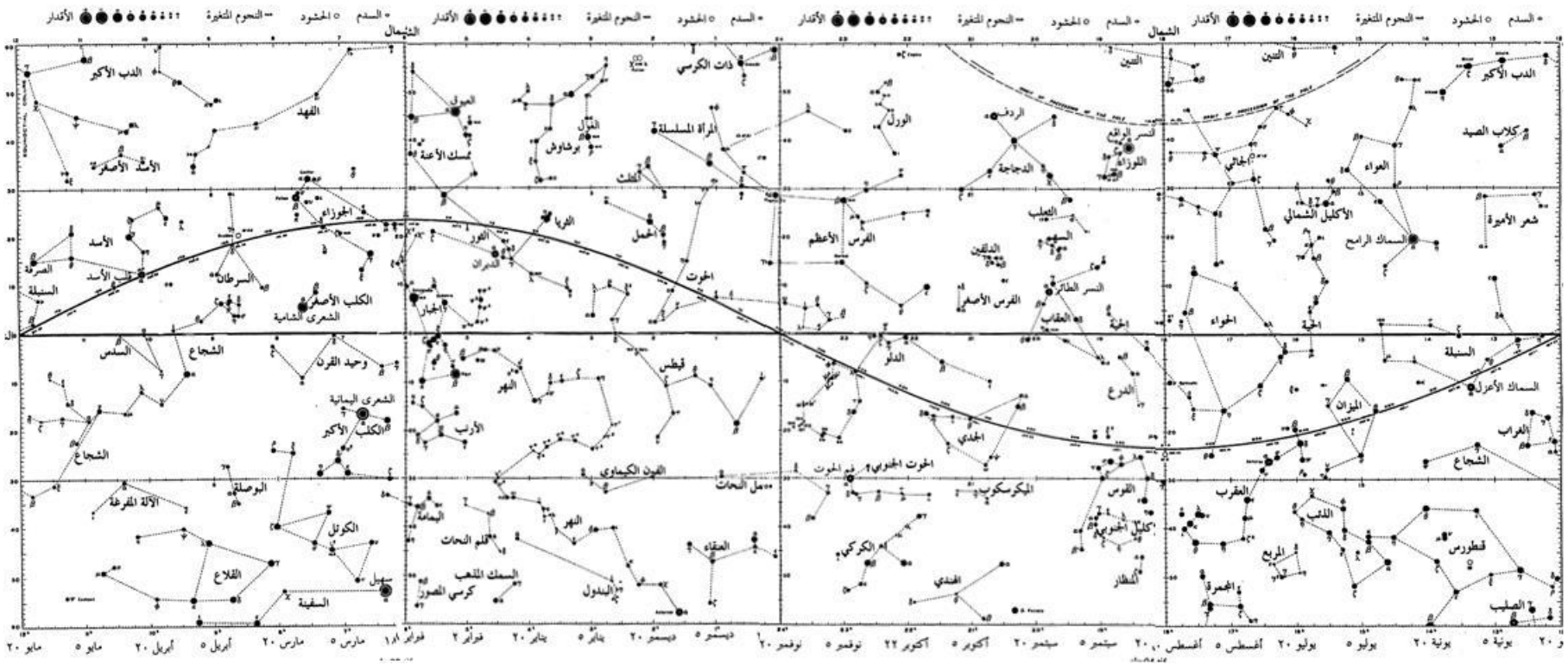
جدول 2: الصور التخيلية لبعض الكويكبات كما رسمها الصوفي


السدم
الحشود
النجوم المتغيرة
الأقدار
الشمال
التنين
الدب الأكبر
كلاب الصيد
الجاثي
العواء
الأكليل الشمالي
السماك الرامح
شعر الأميرة
الحواء
الحية
السنبلة
السماك الأعزل
الميزان
الغراب
الشجاع
العقرب
الذئب
قنطورس
المربع
المجمرة
الصليب
ORBIT OF PRECESSION OF THE POLE
يونية ٢٠
يونية ٥
يوليو ٢٠
يوليو ٥
أغسطس ٢٠
أغسطس ٥


الأقدار
النجوم المتغيرة
الحشود
السدم
الشمال
التنين
الورل
الردف
النسر الواقع
اللوزاء
الدجاجة
الثعلب
السهم
الفرس الأعظم
الدلفين
النسر الطائر
الفرس الأصغر
العقاب
الحية
الدلو
الدرع
الجدي
الحوت الجنوبي
فم الحوت
الميكرسكوب
القوس
الإكليل الجنوبي
الكركي
الهندي
المنظار
سبتمبر ٢٠
سبتمبر ٥
أكتوبر ٢٠
أكتوبر ٥
أكتوبر ٢٢
نوفمبر ٥
نوفمبر ٢٠


السدم
الحشود
النجوم المتغيرة
الأقدار
الشما
ذات الكرسي
العيوق
الغول
برشاوش
المرأة المسلسلة
ممسك الأعنة
المثلث
الثريا
الثور
الحمل
الدبران
الحوت
الجبار
قيطس
النهر
الأرنب
الفدن الكيماوي
معمل النحات
اليمامة
النهر
قلم النحات
العنقاء
السمك المذهب
كرسي المصور
البندول
فبراير ١٨
فبراير ٢
يناير ٢٠
يناير ٥
ديسمبر ٢٠
ديسمبر ٥
نوفمبر ٢٠


السدم
الحشود
النجوم المتغيرة
الأقدار
لشمال
الدب الأكبر
الفهد
الأسد الأصغر
الجوزاء
الأسد
الصرفة
السنبلة
قلب الأسد
السرطان
الكلب الأصغر
الشعرى الشامية
الشرا
السدس
الشجاع
وحيد القرن
الشعرى اليمانية
الكلب الأكبر
الشجاع
البوصلة
الآلة المفرغة
الكوثل
القلاع
سهيل
السفينة
مايو ٢٠
مايو ٥
أبريل ٢٠
أبريل ٥
مارس ٢٠
مارس ٥
أير ١٨


الأقدار
النجوم المتغيرة
السدم
الحشود
الشمال
الدب الأكبر
الفهد
الأسد الأصغر
الأسد
السرطان
الجوزاء
السنبلة
الكلب الأصغر
الشعرى الشامية
الشجاع
السدس
وحيد القرن
الشعرى اليمانية
الكلب الأكبر
الوصلة
الآلة المقرفة
الكوتل
القلاع
السفينة
ذات الكرسي
المرأة المسلسلة
برشاوش
الحمل
الحوت
الثريا
الثور
الجبار
النهر
الأرنب
قيطس
الغول الكيماوي
ملء النحات
اليمامة
قلم النحات
السمك المنقب
كرسي الصور
الهدول
العقاب
التنين
الورل
الدجاجة
الفرس الأعظم
الدلفين
السهم
النسر الطائر
القرس الأصغر
العقاب
الحية
الدلو
الدرع
الجدي
الحوت الجنوبي
المكروسكوب
القوس
كلب الجنوبي
الكركي
الهندي
الطاووس
الدب الأكبر
كلاب الصيد
الجاثي
العواء
الأكليل الشمالي
شعر الأميرة
السماك الرامح
الحواء
الحية
السنبلة
السماك الأعزل
الميزان
الغراب
الشجاع
العقرب
الذئب
المربع
قطورس
الجمرة
الصليب
مارس ٥
مارس ٢٠
أبريل ٥
أبريل ٢٠
مايو ٥
مايو ٢٠
يونية ٥
يونية ٢٠
يوليو ٥
يوليو ٢٠
أغسطس ٥
سبتمبر ٥
سبتمبر ٢٠
أكتوبر ٥
أكتوبر ٢٢
نوفمبر ٥
ديسمبر ٥
ديسمبر ٢٠
يناير ٥
يناير ٢٠
فبراير ٢
فبراير ١٨

المطلوب

تحديد شكل السماء يوم 20 نوفمبر في مدينة الرياض (خط عرض 25^{O} شمالا) الساعة 8 مساء:

1- اطبع الصفحة الثانية من الملف المرفق SKY CHARTS بصيغة PDF.

2- حدد خط الزوال، الأفقين الشرقي والغربي.

3- صِل بين النجوم للحصول على الكوكبات وسجل اسم كل كوكبة، (استعن بخارطة السماء صفحة 11).

4- ما هي الأبراج المشاهدة في التاريخ والمكان المذكورين.

5- **ما هي الكوكبة الواقعة في السمت في التاريخ والمكان المذكورين.**