

# جامعة جِجل، كلية العلوم الدّقيقة و الإعلام الآلي، قسم الفيزياء

الأربعاء 20 ماي 2015  
المدة ساعة و نصف

إمتحان في مقياس علم الفلك و الفيزياء الفلكية  
السنة الثّانية فيزياء

## (I) أسئلة نظرية ( 8 ن):

- (1) - عرف القطر الظاهري لجُرم سماوي و التّزنج التّجيمي، إستعن برسومات بيانية لشرح ذلك.
- (2) - ماذا نقصد بالعالم الفلكية، أذكر نوعين منها.
- (3) - ما هي مصادر المعلومات في علم الفلك.
- (4) - أذكر نوعين من النظّارات الفلكية، إشرح كيف تعمل. ما هي عبارة التّظخيم لكل واحدة منها.
- (5) - أذكر أربع أنواع من المناظير الفلكية.
- (6) - للبرهان على قوانين كبلر إستعملنا ميكانيكا نيوتن. إشرح ذلك باختصار.
- (7) - ممّا تتكوّن المجموعة الشمسية ؟ ، ما هي أصناف الكواكب، أذكر مثالين لكل صنف.
- (8) - على أيّ أساس تُصنّف النّجوم ؟ ، أذكر خمسة أنواع منها.
- (9) - ماهي المكوّنات الكيميائية الأساسية للنّجوم، أذكر نسبها المئوية.
- (10) - أذكر الطبقات المكوّنة للنّجوم، ماهو مصدر طاقتها و في أيّ مستوى يتمّ إنتاجها.

## (II) تمرين: كوكب المشتري وأقماره الطّبيعية ( 5 ن)

كوكب المشتري هو أول كواكب المجموعة الشمسية من حيث الحجم و الكتلة. يحتوي هذا الأخير على 63 قمرا طبعيا، أهمها الأقمار الجاليلية و هي : إيو (IO) ، أوروبا (EUROPE) ، جانيماد (GANYMEDE) و كاليسثو (CALLISTO). سميت هذه الأقمار بهذا الاسم لأنّها أكتشفت من طرف العالم جاليلي. الهدف من هذا التمرين هو حساب كتلة المشتري باستعمال قوانين كبلر.

- (1) - إلى أي صنف من أصناف الكواكب ينتمي كوكب المشتري ؟
- (2) - ما الفرق بين الكوكب و القمر ؟
- (3) - أذكر قوانين كبلر الثلاثة. بناءا على أيّ معطيات إستنتج كبلر هذه القوانين ؟ أيّ من قوانين كبلر يمكنكنا من حساب كتلة كوكب المشتري ؟ علّل إجابتك ؟
- (4) - باستعمال هذا القانون، إملء الجدول التالي :

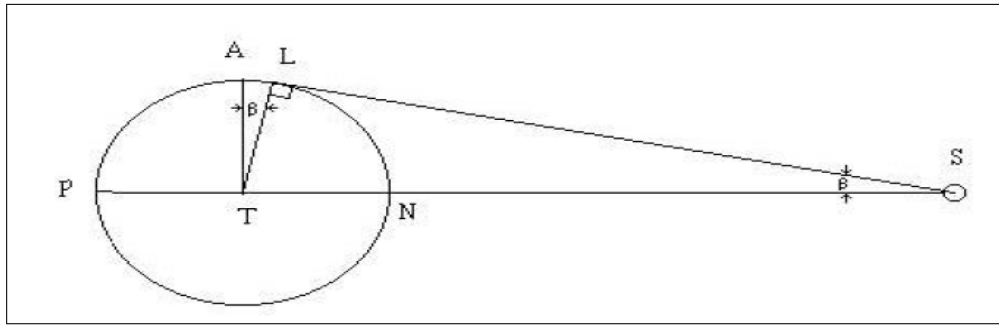
كتلة المشتري (kg)	الدور (يوم)	نصف القطر الأعظم (km)	إسم القمر
	1,769	421 800	IO
	3,551	671 100	EUROPE
	7,155	1 070 400	GANYMEDE
	16,689	1 882 700	CALLISTO

مع العلم أنّ ثابت الجاذبية العالمي يساوي  $G = 6.672 \cdot 10^{-11} \text{ kg}^{-1} \text{ m}^3 \text{ s}^{-2}$ .

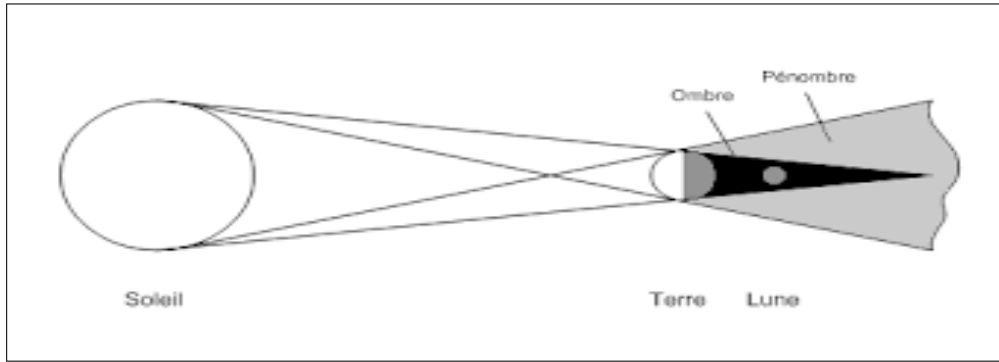
(5) - أحسب القيمة المتوسطة لكتلة كوكب المشتري، إنحرافها المعياري وكذلك الخطأ النسبي.

### (III) مسألة: ظاهرتي الخسوف والكسوف (7 ن)

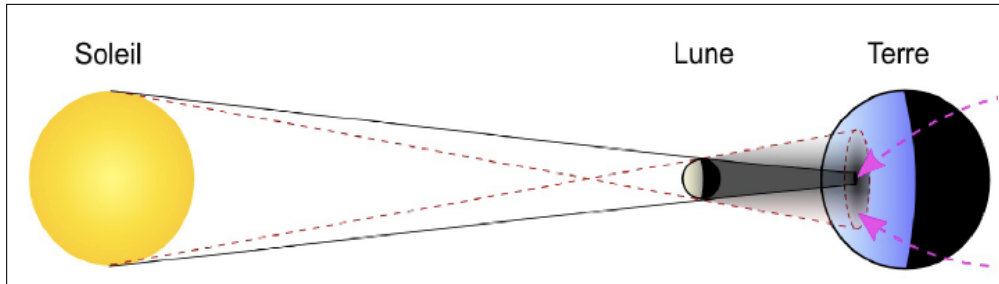
- (1) - لحساب المسافة بين الأرض والقمر، تُرسل حزمة من أشعة الليزر من سطح الأرض تجاه القمر لتعكس بواسطة عاكس مثبت على سطح هذا الأخير. إذا كان الزمن المستغرق لذهاب وعودة هذه الحزمة هو  $\tau = 2.56 \text{ s}$ ، فما هي المسافة بين الأرض والقمر، علماً أن سرعة الضوء هي  $c = 299792458 \text{ m/s}$ .
- (2) - إذا كان القطر الظاهري للقمر هو  $\alpha = 30'$ ، فما هو قطره الحقيقي؟ (استعمل علاقة القطر الظاهري).
- (3) - أحسب المسافة بين الأرض والشمس باستعمال علاقة التزيح الشمسي، أنظر الشكل (1)، علماً أن تزيح الشمس يساوي  $\beta = 8.98'$  و نصف قطر الأرض يساوي  $R = 6370 \text{ km}$ . ماهي قيمة هذه المسافة بالوحدات التالية:  $ua$ ،  $al$  وكذلك  $pc$ ؟
- (4) - إذا كان القطر الظاهري للشمس هو  $\alpha = 0.5^\circ$ ، فأحسب قطرها الحقيقي؟
- (5) - إشرح ظاهرة الخسوف باختصار. ما هو طول مخروط ظل الأرض (الملون بالأسود في الشكل (2)) عند خسوف القمر؟
- (6) - أحسب قطر المكان (على سطح الأرض) الذي يُشاهد فيه ظاهرة كسوف الشمس وأحسب قطر المكان الذي يتم فيه الكسوف الكلي، استعن بالشكل (3).



تزيح الشمس : ( S ، T و L تمثل مراكز الشمس، الأرض و القمر على الترتيب) - FIGURE 1



خسوف القمر - FIGURE 2



كسوف الشمس - FIGURE 3

محمّد الصّادق زيدي  
بالتّوفيق

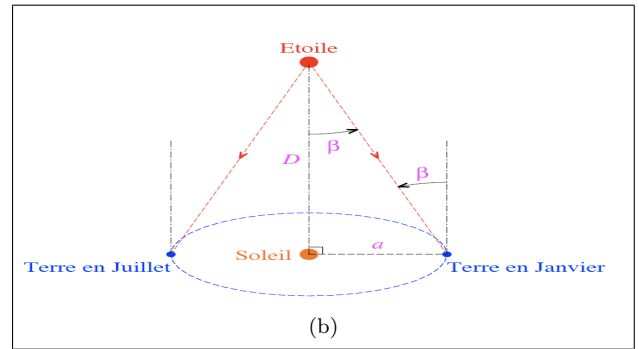
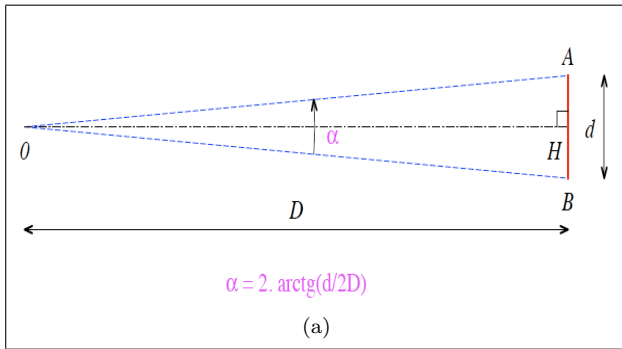
# جامعة جيجل، كلية العلوم الدقيقة والإعلام الآلي، قسم الفيزياء

تصحيح إمتحان علم الفلك و الفيزياء الفلكية، للسنة الثانية فيزياء ( 2014/2015 )

## (I) أسئلة نظرية ( 8 ن ):

(1) - تعريف القطر الظاهري و التزيح النجمي ( 1 ن ) :

- (أ) القطر الظاهري هو الزاوية ( $\alpha$ ) التي من خلالها نرى الجسم  $AB$ ، أنظر الشكل (a).  $\alpha = 2 \arctan(d/(2D)) \approx d/D$ .
- (ب) التزيح النجمي هي الزاوية  $\beta$ ، حيث أن  $a$  هي المسافة بين الأرض و الشمس و  $D$  هي المسافة بين النجم المعني و الشمس، أنظر الشكل (b). لدينا  $D = a/\tan(\beta) \approx a/\beta$ .



الشكل (a) : القطر الظاهري و الشكل (b) : التزيح النجمي - FIGURE 1

(2) - **العالم الفلكية ( 0.5 ن )** : هي نظام لتعليم الأجرام السماوية، يتميز بمستوي مرجعي موجه، نقطة مرجعية ومحاور موجهة حسب صنف المعلم. نذكر منها : (أ) العالم الأفقية، (ب) العالم الاستوائية، (ج) العالم المسيرة للشمس...

(3) - **مصادر المعلومات في علم الفلك ( 0.5 ن )** : هي الأمواج الكهرومغناطيسية مثل الضوء المرئي،  $X$ ،  $IR$ ،  $UV$ ،  $Radio$  ...

(4) - **النظارات الفلكية ( 1 ن )** : نظارتى جاليلي و كبلر.

(أ) تتكون نظارة جاليلي من عدسة مقربة بعدها المحرق  $f_1$ ، تسمى الجسمية، تلعب دور مجّع الضوء الآتي من الجسم المراد رصده. و من عدسة مبعّدة بعدها المحرق  $f_2$ ، تدعى العينية، تعمل على تطخيم الصورة المحرقة. تطخيم هذه النظارة :  $G = -f_1/f_2$ .

(ب) تتكون نظارة كبلر من عدسة مقربة بعدها المحرق  $f_1$ ، تسمى الجسمية، تلعب دور مجّع الضوء الآتي من الجسم المراد رصده. و من عدسة مقربة بعدها المحرق  $f_2$ ، تدعى العينية، تعمل على تطخيم الصورة المحرقة. تطخيم هذه النظارة :  $G = -f_1/f_2$ .

(5) - **المنظير الفلكية ( 0.5 ن )** : مثل منظار نيوتن، منظار كسوجران (Cassegrain)، المنظير الفضائية (هابل)، المنظير الشمسية ...

(6) - **البرهان على قوانين كبلر باستعمل ميكانيكا نيوتن ( 1 ن )** :

(أ) باستعمال المبدأ الأساسي للتحرّيك، نتحصّل على معادلة الحركة التآلية :

$$m \frac{d^2 \vec{r}}{dt^2} = - \frac{mMG \vec{r}}{r^2}$$

طويلة العزم الحركي هي  $r^2 \frac{d\theta}{dt} = ||\vec{\sigma}||$  .

(ج) باستعمال المعادلتين السابقتين، نتحصل على المعادلة التفاضلية للحركة والتي حلها من الشكل :

$$r(\theta) = \frac{p}{1 + e \cos(\theta - \theta_0)}, \quad p = \frac{\sigma^2}{MG}, \quad e = \frac{\epsilon \sigma^2}{MG}.$$

تسمى  $e$  الانحراف المداري. إذا كان  $e = 0$  فإن المسار يكون دائري وإذا كان  $0 < e < 1$  فإن المسار يكون قطع ناقص كما في حالة الكواكب (هذا برهان القانون الأول).

(د) عنصر المساحة للقطاع الناقص هو :  $\frac{1}{2} r^2 d\theta = \frac{\sigma}{2} dt$  إذن :

$$\int_{t_1}^{t_1+\Delta t} \frac{1}{2} r^2 d\theta = \frac{\sigma}{2} \int_{t_1}^{t_1+\Delta t} dt = \int_{t_2}^{t_2+\Delta t} \frac{1}{2} r^2 d\theta = \frac{\sigma}{2} \int_{t_2}^{t_2+\Delta t} dt = \frac{\sigma}{2} \Delta t$$

و هو البرهان على قانون المساحات (القانون الثاني). بنفس الطريقة يمكن البرهان على القانون الثالث.

(7) - تتكون المجموعة الشمسية من ( 1 ن ) : الشمس، الكواكب الثمانية (عطارد، الزهرة، ...، نبتون)، أقمار الكواكب الطبيعية و هي 175 (مثل القمر، ...)، الكواكب القزمة الخمسة (بلوتو، ...)، الكويكبات، الكواكب الفتية، المذنبات و الغبار الكوني ... تنقسم الكواكب إلى نوعين : (أ) الكواكب الصخرية مثل الأرض و عطارد (ب) الكواكب العملاقة الغازية مثل المشتري و زحل.

(8) - تصنيف النجوم ( 1 ن ) : تصنف النجوم على أساس كتلتها، قطرها، لونها، حرارتها، صنفها الطيفي، حقلها المغناطيسي، ... أنواع النجوم : الأقزام الحمراء، الأقزام الصفراء، الأقزام البيضاء، الأقزام السوداء، العملاقة الحمراء، العملاقة الزرقاء، النجوم التوترونية و الثقوب السوداء.

(9) - المكونات الكيميائية الأساسية للنجوم ( 0.5 ن ) : الهيدروجين 71% ، الهيليوم 27% و عناصر ثقيلة 2% .

(10) - (أ) طبقات النجوم ( 1 ن ) : النواة، المنطقة الإشعاعية، منطقة التحويل، الغلاف الضوئي، الغلاف اللوني و الهالة. (ب) مصدر طاقتها : هو الهيدروجين عن طريق الانصهار النووي بروتون-بروتون و ذلك يتم على مستوى النواة.

## (II) تمرين: كوكب المشتري وأقماره الطبيعية ( 5 ن )

(1) - ينتمي كوكب المشتري إلى مجموعة الكواكب العملاقة الغازية ( 0.5 ن ) .

(2) - الكوكب يدور حول الشمس، القمر يدور حول الكوكب و النظام كوكب-قمر يدور حول الشمس ( 0.75 ن ) .

(3) - (أ) قوانين كبلر الثلاثة ( 1.5 ن ) :

(١) مسارات الكواكب حول الشمس عبارة عن قطع ناقص.

(٢) قانون المساحات : المساحات المقطوعة في أزمنة متساوية تكون متساوية.

(٣) قانون الدور :  $A^3/T^2 = cste$  ، حيث أن  $A$  هو نصف القطر الأعظم و  $T$  هو زمن دورة كاملة للكوكب حول الشمس.

(ب) إستنادا على نتائج رصد العالم الدانيماركي تيكو براهي ، إستنتج كبلر هذه القوانين.

(ج) يمكننا قانون كبلر الثالث من حساب كتلة كوكب المشتري لأنه يربط بين الدور، نصف القطر الأعظم لأحد أقماره و كتلته

كما يلي :  $T^2/A^3 = 4\pi^2/(GM)$  حيث أن  $M$  هي كتلة المشتري و ثابت الجاذبية العالمي يساوي  $G = 6.672 \cdot 10^{-11} \text{ kg}^{-1} \text{ m}^3 \text{ s}^{-2}$  .

(4) - باستعمال هذا القانون، كتلة المشتري تعطى بـ :  $M = (4\pi^2 A^3)/(GT^2)$  . إذن : ( 1.5 ن )

كُتلة المشتري ( $kg$ )	الدَّور (يوم)	نصف القطر الأعظم ( $km$ )	إسم القمر
$1.90082 \times 10^{27}$	1,769	421 800	IO
$1.89993 \times 10^{27}$	3,551	671 100	EUROPE
$1.89887 \times 10^{27}$	7,155	1 070 400	GANYMEDE
$1.89915 \times 10^{27}$	16,689	1 882 700	CALLISTO

- (5) - (أ) القيمة المتوسطة لكتلة هي :  $< M > = 1.89969 \times 10^{27}$  ، (ب) الانحراف المعياري هو :  $\sigma_M = 7.5676 \times 10^{23}$  ،  
 (ج) الخطأ النسبي هو :  $\Delta M/M = 0.039836\%$  ( 0.75 ن ) .

### (III) مسألة: ظاهرتي الخسوف والكسوف ( 7 ن )

- (1) - المسافة بين سطح الأرض و سطح القمر ( 1 ن ) :  $L_1 = c \times \tau/2 = 383734.35 \text{ km}$   
 (2) - أقطر الحقيقي للقمر ( 1 ن ) :  $\alpha = 30' = \pi/360 \text{ rd}$  و  $\alpha = 2 \arctan(d_1/(2(L_1 + d_1/2)))$  إذن  
 $d_1 = 2L_1 \tan(\alpha/2)/(\tan(\alpha/2) - 1) = 3363.41 \text{ km}$ .  
 (3) - المسافة بين الأرض و الشمس ( 1 ن ) :  $TS = R + L_1 + d_1/2$  و  $\beta = 8.98' = 0.00261218 \text{ rd}$  (TS)  
 $TS = (R + L_1 + d_1/2)/\sin(\beta) \approx (R + L_1 + d_1/2)/\beta = 1.49985 \times 10^8 \text{ km} \approx 150 \times 10^6 \text{ km}$ .  
 حيث أن TS هي المسافة بين مركزي الأرض و الشمس و TL هي المسافة بين مركزي الأرض و القمر. إذن :  
 $TS = 1 \text{ ua} = 0.0000157895 \text{ al} = 4.83871 \times 10^{-6} \text{ pc}$ .  
 (4) - القطر الحقيقي للشمس ( 1 ن ) :

$$D_1 = 2(TS - R) \tan(\alpha/2) = 1.30895 \times 10^6 \text{ km}.$$

- (5) - ظاهرة الخسوف ( 1.5 ن ) : يحدث الخسوف عندما تكون الأرض بين الشمس و القمر و القمر يكون داخل المخروط الملون بالأسود في الشكل (3) . طول مخروط الظل (الذي قاعدته تمر بمركز الأرض) هو

$$\tan(\omega/2) = \frac{R}{x} = \frac{D_1/2}{TS + x} \Rightarrow x = \frac{2RTS}{D_1 - 2R} = 1.4743 \times 10^6 \text{ km}.$$

حيث أن  $\omega$  هي زاوية قمة المخروط.

- (6) - ظاهرة الكسوف ( 1.5 ن ) :

(أ) قطر المكان، على سطح الأرض، الذي يتم فيه كسوف الشمس هو :

$$X_1 = -\frac{(d_1 + D_1)(d_1 + 2L_1)}{d_1 + 2(L_1 + R - TS)} = 3380.74 \text{ km} \quad (1)$$

(ب) قطر المكان، على سطح الأرض، الذي يتم فيه كسوف الشمس الكلي هو :

$$X_2 = d_1 - (D_1 - d_1)(L_1 + d_1/2)/(TS - L_1 - d_1/2 - R) = 0 \text{ km} \quad (2)$$

إذن لا يوجد كسوف كلي.

# جامعة جِبل، كلية العلوم الدّقيقة و الإعلام الآلي، قسم الفيزياء

الأربعاء 10 جَوَان 2015  
المدة ساعة و نصف

إمتحان إستدراكي في مقياس علم الفلك و الفيزياء الفلكية  
السنة الثّانية فيزياء

## (I) أسئلة نظرية ( 13 ن):

- (1) عرّف الميكانيكا السماوية.
- (2) ما الفرق بين الكواكب و النّجوم ؟ أذكر مثالا لكل صنف. كيف نفرّق بينها (الكواكب و النّجوم) بالعين المجردة ؟
- (3) ما هي القوى المسؤولة عن التّوازن الهيدروليكي للنّجوم ؟
- (4) ما هي الأطوار التي يمرّ بها كوكب الزّهرة (*Phases de Venus*) ؟ من أوّل من لاحظ ذلك و كيف ؟
- (5) ما هو عمر المجموعة الشمسية ؟ على أيّ أساس حدّد ذلك ؟
- (6) ما هي مراحل تشكّل المجموعة الشمسية، مع ذكر إسم التّموذج الفلكي الذي يصف ذلك.
- (7) إذا كان التّزيح (*parallaxe*) النجمي لنجم هو  $\beta = 1''$ ، فما هو بعده عن الشّمس بالكيلومتر (*km*) و السنة الضوئية (*pc*) .
- (8) عرّف المجرّة. أذكر أنواعها.
- (9) ما الفرق بين الكوكب و المذنب (*Comete*) ؟
- (10) لماذا يسمّى دوران الشّمس حول نفسها بالدوران التفاضلي (*rotation differentielle*) ؟ كيف أكتشف ذلك ؟
- (11) في سنة 2006 أجمع معظم علماء الفلك على حذف كوكب بلوتو (*Pluton*) من قائمة الكواكب. لماذا ؟
- (12) ما الفرق بين المنظار (التلسكوب) و التّطارات الفلكية.

## (II) مسألة: دراسة النّجوم المزدوجة ( 7 ن)

- نعتبر جملة مكوّنة من نجم مزدوج (*Etoile double*). النجم المزدوج هو عبارة عن جملة مكوّنة من نجمين *A* و *B*، حيث أنّ كتلة النجم *B* صغيرة جدًا (تُكاد أن تكون مهملة) مقارنة بكتلة النجم *A*. التّزيح النجمي لهذه الجملة هو  $\beta = 0,379''$  (و هو التّزيح النجمي لكل نجم بالتّقريب).
- (1) ما هي حركة النجم *B* بالنسبة للنجم *A*.
  - (2) عرّف التّزيح النجمي و أذكر عبارته.
  - (3) أحسب المسافة بين النجم المزدوج و الشّمس بـ : *km*، *ua*، *al* و *pc*.
  - (4) إذا كان القطر الظاهري لهذا النجم هو  $\alpha = 7,7''$ . ما هي المسافة بين *A* و *B* بـ : *km*، *ua* و *al*.
  - (5) أذكر قانون كبلر الذي يربط بين الدور *T* (زمن دورة كاملة للنجم *B* حول *A*) و المسافة بين *A* و *B*.
  - (6) ما هي كتلة النجم *A* إذا كان الدور *T* 49,5 سنة ؟ و ما هي كتلته بدلالة كتلة الشّمس ؟ مع العلم أنّ ثابت الجاذبية العالمي يساوي  $G = 6,672 \times 10^{-11} \text{ kg}^{-1} \text{ m}^3 \text{ s}^{-2}$  و كتلة الشّمس هي  $1,989 \times 10^{30} \text{ kg}$ .

# جامعة جيجل، كلية العلوم الدقيقة و الإعلام الآلي، قسم الفيزياء

السنة الثانية فيزياء، 10 جوان 2015

تصحيح الإمتحان الإستدراكي في مقياس علم الفلك و الفيزياء الفلكية

## (I) أسئلة نظرية ( 13 ن):

(1) تعريف الميكانيكا السماوية (1 ن) : أليكانيكاً السماوية هي دراسة و وصف حركة الأجسام الفلكية مثل النجوم والكواكب (الأفلاك بصفة عامة) تحت تأثير قوى الجاذبية و بالإستعانة بقوانين الفيزياء (ميكانيكا نيوتن، النسبية العامة، ...) و الرياضيات (الهندسة التفاضلية، ...).

(2) الفرق بين الكواكب و النجوم (1,5 ن) : الكواكب هي أجرام سماوية تدور حول نجم معين. شكلها كروي (أو شبه كروي)، و هي بذاتها مظلمة تستمد نورها من الشمس (مثل الأرض). أما النجوم فهي مصدر الطاقة و النور. و بصفة عامة حجمها و كتلتها أعظم من حجم و كتلة الكواكب (مثل الشمس). المعايير التي نفرق بها بين الكواكب و النجوم بالعين المجردة :

- ◀ الكواكب تتبع نفس مسار الشمس.

- ◀ الكواكب تظهر على شكل نقاط ذات إضاءة ثابتة.

- ◀ النجوم تظهر على شكل نقاط مضيئة متألئة.

- ◀ الكواكب تتحرك لكن النجوم تبقى ثابتة في زمن قصير (شهور).

(3) ما هي القوى المسؤولة عن التوازن الهيدروليكي للنجوم (1 ن) : الضغط الناتج عن قوى الجاذبية (و هو موجه من الخارج نحو طبقة التواة) و الضغط الناتج عن الانصهار النووي داخل طبقة التواة (و هو موجه من طبقة التواة نحو الخارج).

(4) الأطوار التي يمر بها كوكب الزهرة (1 ن) : يمر كوكب الزهرة بنفس أطوار القمر (هلال، بدر، ...) و لكن يتم ذلك على مدار 584 يوم. و قد لاحظ ذلك لأول مرة في تاريخ البشرية العالم غاليلي (في سنة 1610) باستعمال نظارته الفلكية.

(5) عمر المجموعة الشمسية (1 ن) : هو 4.56 مليار سنة كما تتنبأ به الكثير من النماذج الفلكية. حدد ذلك بواسطة التأريخ الإشعاعي لبعض صخور الأرض و بعض النيازك...

(6) مراحل تشكّل المجموعة الشمسية حسب نظرية السديم العظيم هي (1,5 ن) :

- ◀ ذوبان السديم الأصلي و إنقسامه إلى نجم و كواكب بدائية.

- ◀ بفعل الانضغاط الناتج عن الجاذبية تنطلق التفاعلات النووية في هذا النجم (الشمس).

- ◀ بفعل الضغط الناتج عن قوى الجاذبية و الضغط الناتج عن الانصهار النووي، يتوازن النجم (الشمس) هيدروليكيًا.

- ◀ بمرور الزمن، تتحول الكواكب البدائية إلى كواكب سيّارة...

(7) لدينا  $\beta = 1'' = 4,84814 \times 10^{-6} \text{ rd}$  ، و  $a = 1 \text{ ua} = 150 \times 10^6 \text{ km}$  (المسافة بين الأرض و الشمس). إذن فالمسافة  $D$  بين الشمس و هذا النجم هي ( 1 ن ) :  $D = a/\beta = 3,09397 \times 10^7 \text{ km} = 0,998056 \text{ pc} \approx 1 \text{ pc}$ .

(8) **الجزرات ( 1 ن )** : هي عبارة عن تجمع كبير للنجوم، الغازات، الغبار الكوني، المادة السوداء... و تحتوي بعضها على ثقب أسود. تصنف على أساس شكلها إلى مجرات إهليجية و حلزونية...

(9) المذنبات عبارة عن أجسام صغيرة (مقارنة بالكواكب) تتكون من نواة جليدية و غبار، شكلها ليس كروي مثل الكواكب. لكنها تدور حول نجم ما مثلها ( 1 ن ) .

(10) لأن سرعتها الدورانية الاستوائية مختلفة عن سرعتها الدورانية القطبية، أكتشف ذلك بملاحظة حركة البقع الشمسية ( 1 ن ) .

(11) لأنه في سنة 2005 تم إكتشاف كويكب اخر أكبر منه (كويكب *Iris*)، فتم تغيير تعريف الكواكب و ألحق هذين الأخيرين بمجموعة الكواكب الفتية ( 1 ن ) .

(12) المناظير تعتمد على عدسة مقربة و مرآة، أما النظارات الفلكية فتعتمد على عدسات فقط ( 1 ن ) .

## (II) مسألة :دراسة النجوم المزدوجة ( 7 ن)

(1) حركة النجم  $B$  بالنسبة للنجم  $A$  إهليجية ( 1 ن ) .

(2) تعريف التزيح النجمي (أنظر تصحيح الامتحان) ( 1 ن ) .

(3) المسافة بين النجم المزدوج و الشمس هي :  $D = 81676554,12 \times 10^6 \text{ km} = 544510,36 \text{ ua} = 8,59753 \text{ al} = 2,634 \text{ pc}$  ( 1,25 ن ) .

(4) المسافة بين  $A$  و  $B$  هي ( 1,25 ن ) :  $AB = 3049,0391 \times 10^6 \text{ km} = 20,32692 \text{ ua} = 0,00032095 \text{ al}$  .

(5) قانون كبلر الذي يربط بين الدور  $T$  (زمن دورة كاملة للنجم  $B$  حول  $A$ ) و المسافة بين  $A$  و  $B$  هو ( 1 ن ) :  $T^2/(AB)^3 = 4\pi^2/(GM_A)$  .

(6) كتلة النجم  $A$  هي ( 1,5 ن ) :  $M_A = 4\pi^2(AB)^3/(GT^2) = 6,8758854 \times 10^{30} \text{ kg} = 3,457 M_s$  (  $M_s$  هي كتلة الشمس).

# جامعة جيجل، كلية العلوم ————— قسم الفيزياء

الخميس 26 ماي 2016

المدة ساعة و خمس و أربعون دقيقة

إمتحان في مقياس علم الفلك و الفيزياء الفلكية

السنة الثانية فيزياء

## (I) أسئلة نظرية ( 9 ن):

- (1) إشرح ظاهرتي خسوف القمر و خسوف الشمس (إستعن برسومات بيانية).
- (2) فرضية السديم الشمسي (*nébuleuse solaire*) هي نظرية تصف تشكّل النظام الشمسي. إشرحها باختصار.
- (3) إشرح ظاهرة عبور كوكب الزهرة (*passage de vénus*).
- (4) أذكر وظائف جهاز الاسترلاب (*Astrolabe*).
- (5) أذكر ثلاث أنواع من التقويمات الفلكية، إشرح كلّ منها باختصار.
- (6) إذا كان التزيح النجمي لنجم النسر الطائر (*Altair*) هو  $\beta = 0.195''$ ، فما هو بعده عن الأرض بـ: *al* و *pc*.
- (7) أذكر وسيلتين من وسائل الرصد في علم الفلك مع ذكر مبدأ عمليتهما.
- (8) أذكر كلّ من مبدأ غاليلي، قوانين كبلر و قوانين نيوتن.
- (9) ما الفرق بين النجم و الكوكب؟ إشرح كيف يبقى النجم في حالة توازن هيدروستاتيكي.
- (10) عرّف باختصار: الثقب الأسود، النجم النيوتروني، السوبرنوفا و المجرة.

## (II) مسألة: كوكب المريخ وأقماره الطبيعية ( 11 ن)

كوكب المريخ هو أحد كواكب المجموعة الشمسية الذي يمكن رؤيته بالعين المجردة. تبلغ كتلته حوالي عشر كتلة الأرض، و حجمه حوالي نصف حجمها. يستغرق هذا الكوكب 1.88 سنة ليدور دورة كاملة حول الشمس. لهذا الأخير قمرين طبيعيين صغيرين نسبيا هما: فوبوس (*Phobos*) و ديموس (*Deimos*)، حيث يبلغ قطريهما حوالي 28 km و 16 km على التوالي. في هذه المسألة، سنتطرق إلى بعض خواص هذا الكوكب و أقماره الطبيعية.

- (1) أذكر كواكب المجموعة الشمسية، ما هي أصنافها؟ أذكر ثلاث منها لها أقمار طبيعية.
- (2) إلى أي صنف من أصناف الكواكب ينتمي كوكب المريخ؟ ما هي رتبته تبعا لبعده عن الشمس؟
- (3) علّل باختصار الطبيعة الإهليجية لمسار كوكب المريخ حول الشمس.
- (4) أذكر القانون الذي يمكننا من حساب كتلة كوكب ما. بإستعمال هذا الأخير، إملأ الجدول التالي:

كتلة المريخ ( $kg$ )	الدور (ساعة)	نصف القطر الأعظم ( $km$ )	إسم القمر
	7.7	$9.38 \times 10^3$	Phobos
	30.2	$23.5 \times 10^3$	Deimos

ما هي القيمة المتوسطة و كذلك الخطأ النسبي لكتلة كوكب المريخ.

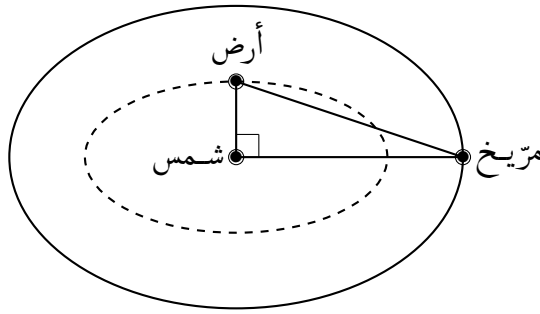
(5) بإستعمال قانون كيبلر الثالث، أحسب المسافات: مريخ-شمس و مريخ-أرض (أنظر الشكل أدناه).

(6) إذا كان القطر الظاهري للمريخ هو  $\alpha = 5.14077''$ ، فما هو قطره الحقيقية.

(7) في الحقيقة، مسار المريخ ليس إهليجيًا مثاليًا بل هناك بعض التذبذبات. لما يعود ذلك؟

(8) أحسب ثقل شخص يزن  $70 kg$  على سطح الأرض ثم على سطح المريخ، ماذا تلاحظ؟

(9) ما هو الزمن الكافي لسقوط كتلة  $1 kg = m$  سقوطًا حرًا من إرتفاع  $10 m$  على سطح كوكب المريخ، فوبوس و ديموس. ماذا تستنتج.



### (III) ملحقات :

• ملاحظة هامة: تؤخذ قيمة  $\pi = 3.14$  في كل الإمتحان.

• وحدات القياس في علم الفلك:  $ua \approx 150 \times 10^6 km$  ،  $al \approx 9500 \times 10^9 km$  ،  $pc \approx 31000 \times 10^9 km$  .

• ثابت الجاذبية العالمي يساوي  $G = 6.672 \times 10^{-11} kg^{-1} m^3 s^{-2}$  .

• تقدر كتلة الشمس بـ:  $M_s = 1.9892 \times 10^{30} kg$  .

• تقدر كتلة الأرض بـ:  $M_t = 5.9736 \times 10^{24} kg$  .

• تقدر المسافة أرض-شمس بـ:  $1 ua$  .

• يبلغ قطر كوكب الارض حوالي  $12800 km$  .

• تقدر كتل الاقمار فوبوس و ديموس، على التوالي، بـ:  $10.8 \times 10^{15} kg$  و  $2 \times 10^{15} kg$  .

محمد الصادق زبيدي  
بالتوفيق

# جامعة جيجل، كلية العلوم الدقيقة و الاعلام الآلي

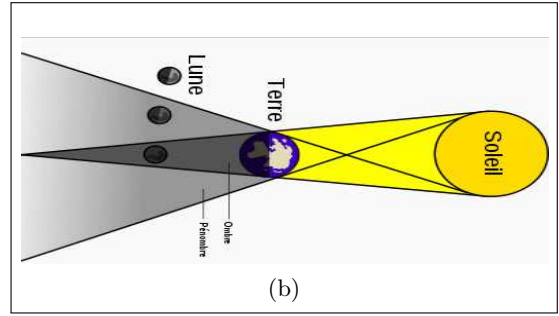
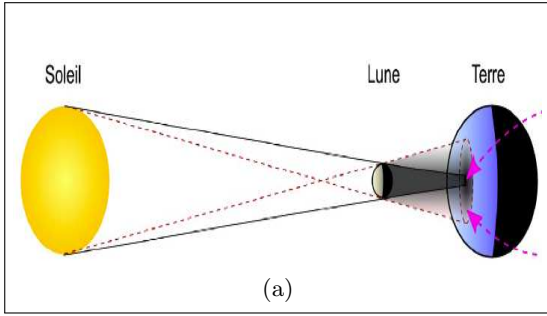
## قسم الفيزياء

الخميس 26 ماي 2016  
المدة ساعة و خمس و أربعون دقيقة

تصحيح إمتحان علم الفلك و الفيزياء الفلكية  
السنة الثانية فيزياء

### (I) أسئلة نظرية ( 10 ن):

(1) ظاهرتي خسوف القمر وكسوف الشمس ( 1 ن) : (أ) تحدث ظاهرة خسوف القمر عندما تكون الجملة شمس-أرض-قمر بهذا الترتيب على إستقامة واحدة (تقريبا)، و يكون القمر (كليًا أو جزئيًا) داخل مخروط ظل الأرض، أنظر الشكل (b) . (ب) تحدث ظاهرة كسوف الشمس عندما تكون الجملة أرض-قمر-شمس بهذا الترتيب على إستقامة واحدة (تقريبا)، و يكون الملاحظ من على سطح الأرض موجود في مخروط ظل القمر، أنظر الشكل (a) .



(2) فرضية السديم الشمسي ( 1 ن) : تنص هذه الفرضية على أنّ النظام الشمسي كان في البدء عبارة عن سديم (دخان) عظيم، أغلب مادته مكونة من الهيدروجين. أدت قوى الجاذبية بين عناصره إلى إنطباعه، و من ثمّ إرتفاع درجة حرارته و زيادة سرعته الدورانية و كذلك تسطّيح شكله. بمرور الزمن (ملايين السنين!) و تحت تأثير هذه العوامل، انفصل مركز هذا الأخير عن أطرافه ليتكوّن لدينا الشمس (النجم) و الكواكب الابتدائية حولها. عند وصول درجة حرارة نواة الشمس الابتدائية إلى بعض ملايين الدرجات المئوية، انطلقت تفاعلات الانصهار النووي مؤدية إلى توازن هذه الأخيرة هيدروليكيًا، و مشكلة مصدر طاقتها الأساسي. يمكن تلخيص مراحل تشكّلها بـ:

- ذوبان السديم الأصلي و إنقسامه إلى نجم و كواكب ابتدائية دائية.
- بفعل الانضغاط الناتج عن الجاذبية تنطلق التفاعلات النووية في هذا النجم (الشمس).
- بفعل الضغط الناتج عن قوى الجاذبية و الضغط الناتج عن الانصهار النووي، تتوازن الشمس هيدروليكيًا.
- بمرور الزمن، تتحوّل الكواكب الابتدائية إلى كواكب سيّارة... الخ.

(3) عبور كوكب الزهرة ( 1 ن) : هي من الظواهر النادرة، حيث يرى كوكب الزهرة (كبكعة صغيرة مظلمة) و هو يـمـرّ بجوار قرص الشمس. تستمرّ هذه الظاهرة لزمان قصير.

(4) وظائف جهاز الاسترلاب ( 1 ن ) : هو من الأجهزة التي كانت تستعمل قديما (قبل عصر النهضة) في علم الفلك. يستعمل هذا الأخير لتحديد مواقع النجوم، حساب الزوايا المثلثية، تحديد الاتجاه (القبلة مثلاً)، ... الخ.

(5) التقويمات الفلكية ( 1 ن ) : (أ) التقويم الشمسي ( 12 شهر و 365 يوم)، مرتبط بدوران الأرض حول الشمس (مثل التقويم الجريجوري و تقويم يوليوس قيصر). (ب) التقويم القمري ( 12 شهر و 355 يوم)، مرتبط بدوران القمر حول الأرض (مثل التقويم الهجري). (ج) التقويم الشمسو-قمري ( 12 أو 13 شهر حسب السنة، و 365 يوم)، مرتبط بدوران القمر حول الأرض لكن يصحح ليكون عدد أيامه كعدد أيام السنة الشمسية (مثل التقويم العبري)، ... الخ.

(6) بعد نجم النسر الطائر عن الأرض ( 1 ن ) :

$$9.44907 \times 10^{-7} rd = 0.0000541667^0 = 0.195'' = \beta \approx \sin \beta$$

و لدينا حسب علاقة التزيح التجمي:  $\beta \approx \sin \beta = \frac{\text{المسافة بين الشمس-الأرض}}{\text{المسافة بين الأرض-الطائر}} = \frac{1 \text{ ua}}{X}$

إذن، فبعد نجم النسر الطائر عن الأرض هو:  $X = 1 \text{ ua} / \beta = 322.051 \text{ ua} = 16.71 \text{ al} = 5.12 \text{ pc}$

(7) وسائل الرصد في علم الفلك ( 1 ن ) : (أ) النظارة الفلكية: تعتمد في عملها على عدسة مقربة كجسمية و عدسة مقربة أو مبعدة كعينية (مثل كل من نظارتي غاليلي و كبلر). (ب) المنظار: يعتمد في عمله على مرآة عاكسة كجسمية و عدسة مقربة كعينية (مثل منظار نيوتن أو كسجران).

(8) (أ) مبدأ غاليلي ( 1 ن ) : كل قوانين الفيزياء تحافظ على نفس الشكل في العالم العطالية. (ب) قوانين كبلر: - مسارات الكواكب حول الشمس إهليجية - قانون المساحات - النسبة بين مربع الدور و مكعب نصف القطر الأعظم ثابتة (ج) قوانين نيوتن: - مجموع القوى الخارجة المطبقة على جملة يساوي الكتلة في التسارع - مبدء الفعل و رد الفعل - الكتلة العطالية تساوي الكتلة الجاذبية.

(9) (أ) الفرق بين الكواكب و النجوم ( 1 ن ) : الكواكب هي أجرام سماوية تدور حول نجم معين. شكلها كروي (أو شبه كروي)، و هي بذاتها مظلمة تستمد نورها من الشمس (مثل الأرض). أما النجوم فهي مصدر الطاقة و النور. و بصفة عامة حجمها و كتلتها أعظم من حجم و كتلة الكواكب (مثل الشمس). (ب) القوى المسؤولة عن التوازن الهيدروليكي للنجوم: الضغط الناتج عن قوى الجاذبية (و هو موجه من الخارج نحو طبقة النواة) و الضغط الناتج عن الانصهار النووي داخل طبقة النواة (و هو موجه من طبقة النواة نحو الخارج).

(10) الثقب الأسود ( 1 ن ) : الثقب الأسود هو جسم سماوي مضغوط و كثيف جداً، بحيث أن حقل جاذبيته لا يسمح لأي شكل من أنواع الطاقة أو الاشعاعات بالمرور. النجم النوتروني: هو نجم كثافة مادته عالية جداً، فكثافتها تقارب كثافة النواة الذرية (مثلاً، نجم نوتروني نصف قطره  $10 \text{ km}$  يمكن أن تصل كتلته  $1.5$  من كتلة الشمس). السوبرنوفا: عندما يصل نجم ثقيل إلى نهاية حياته، ينفجر. تسمى هذه الظاهرة بالسوبرنوفا. المجرة: هي تجمع هائل من النجوم، الغاز، الغبار الكوني، و المادة السوداء، تحتوي في أغلبها على ثقب أسود في مركزها (يمكن أن تكون إهليجية، حلزونية، ... الخ).

## (II) مسألة: كوكب المريخ وأقماره الطبيعية (10 ن)

(1) كواكب المجموعة الشمسية (1 ن) : عطارد، الزهرة، الأرض، المريخ، زحل، المشتري، أورانوس و نبتون. الكواكب صنفين و هما صخرية و غازية. كل من الأرض، زحل، المشتري، أورانوس و نبتون لهم أقمار طبيعية.

(2) ينتمي كوكب المريخ إلى مجموعة الكواكب الصخرية. رتبته هي الرابعة (1 ن) .

(3) نبرهن عن الطبيعة الإهليجية لمسار كوكب المريخ حول الشمس باستعمال قانون نيوتن للجذب العام بين كتلتين أحدهما صغيرة جدًا أمام الأخرى. يمكن إثبات العلاقة:  $r(\theta) = \frac{p}{1+e \cos(\theta-\theta_0)}$  ، حيث  $e = 0.0934$  (1 ن) .

(4) قانون كبلر الثالث الذي نصّه:  $\frac{T_m^2}{a_m^3} = \frac{4\pi^2}{GM_m}$  ، إذن،  $M_m = \frac{4\pi^2 a_m^3}{GT_m^2}$  (2 ن) :

كتلة المريخ $M_m$ (kg)	الدور $T_m$ (ساعة)	نصف القطر الأعظم $a_m$ (km)	إسم القمر
$6.34871 \times 10^{23}$	7.7	$9.38 \times 10^3$	Phobos
$6.49005 \times 10^{23}$	30.2	$23.5 \times 10^3$	Deimos
1.10089%	→ الخطا النسبي	$6.41938 \times 10^{23}$ kg	→ القيمة المتوسطة للكتلة

(5) نرمز للمسافات بـ: مريخ-شمس  $a_{ms}$  و مريخ-أرض  $a_{mt}$  (1 ن) : من قانون كـبـلـر (للجملة مريخ-شمس)، لدينا:  $a_{ms} = \sqrt[3]{GM_s T_m^2 / (4\pi^2)} = 225.764 \times 10^6 \text{ km} = 1.5 \text{ ua}$  (يوم  $T_m = 1.88$ ) .  
حسب الشكل أدناه:  $a_{mt} = \sqrt{a_{ms}^2 + (150 \times 10^6)^2} = 271.052 \times 10^6 \text{ km} = 1.807 \text{ ua}$  .

(6) القطر الحقيقي للمريخ (1 ن) :  $\alpha = 5.14077'' = 0.00142799^0 = 0.0000249105 \text{ rd}$  ، إذن،  
فالقطر الحقيقي للمريخ هو:  $d = a_{mt} \times \alpha = 6752.05 \text{ km}$  .

(7) تعود التذبذبات في مسار المريخ إلى تأثير حقول جاذبية الكواكب القريبة منه مثل الأرض و المشتري (1 ن) .

(8) ثقل شخص وزن  $m = 70 \text{ kg}$  على سطح الأرض ثم على سطح المريخ (1 ن) :

$$P_t = \frac{GmM_t}{R_t^2} = 681.13 \text{ N}, \quad P_m = \frac{GmM_m}{R_m^2} = 263.048 \text{ N}, \quad P_t/P_m = 0.39$$

$R_m$  و  $R_t$  هما نصف قطري الأرض و المريخ، على التوالي.

إذن فـجـسـم علي سطح المريخ يكون أخف بـ 39% منه من على سطح الأرض.

(9) حسب المبدأ الأساسي للتّحريك و قانون الجذب العالمي، لدينا (1 ن) :

$$\vec{F} = m\vec{\gamma} = G \frac{mM}{r^2} \vec{u}_r.$$

$r$  و  $M$  هما كتلة و نصف قطر الكوكب أو القمر، على الترتيب (  $\vec{F}$  هي القوة الوحيدة المطبقة على الجسم).  
إذن:

$$\gamma = G \frac{M}{r^2} \quad v = G \frac{M}{r^2} t \quad x = G \frac{M}{2r^2} t^2 \quad t_d = \sqrt{\frac{2dr^2}{GM}}.$$

$\gamma$  ،  $v$  و  $x$  هي تسارع، سرعة و موضع الكتلة  $m$  .  $t_d$  هو الزمن الكافي لسقوطها سقوطاً حرّاً من إرتفاع  $d$  .  
نجد:  $t_{Deimos} = 97.94 \text{ s}$  و  $t_{Phobos} = 73.76 \text{ s}$  ،  $t_{Mars} = 2.31 \text{ s}$  ،  $t_{Terre} = 1.43 \text{ s}$  .

محمد الصادق زبيدي  
بالتوفيق

# جامعة جيجل، كلية العلوم ————— قسم الفيزياء

الإثنين 13 جوان 2016  
المدة ساعة و خمس و أربعون دقيقة

إمتحان إستدراكي في مقياس علم الفلك و الفيزياء الفلكية  
السنة الثانية فيزياء

## (I) أسئلة نظرية ( 11 ن):

- (1) أذكر المراحل التاريخية لتطور علم الفلك مع ذكر أهم ما تميّزت به كل مرحلة.
- (2) لحساب بعد نجم قريب من الأرض، نستعمل علاقة التزيح النجمي. عرّفها بالإستعانة برسم بياني.
- (3) لحساب القطر الحقيقي لجرم سماوي، نستعمل علاقة القطر الظاهري. عرّفها بالإستعانة برسم بياني.
- (4) ما هي الخصائص الفيزيائية التي تمكّننا من تمييز النجوم بعضها عن بعض؟
- (5) رتب الأصناف الطيفية للنجوم:  $A, B, F, G, K, M, O$  وفقا لدرجة حرارتها (من الأبرد إلى الأسخن).
- (6) أذكر ثلاث طرق تمكّننا من تقدير كتلة نجم ما.
- (7) أذكر الطبقات المكوّنة للنجوم، ماهو مصدر طاقتها و في أي مستوى يتم إنتاجها.
- (8) عرّف بإيجاز كل من: الغبار الكوني، تلسكوب هابل، مجرة درب التبانة و نظارة غاليلي.
- (9) إنّ النجوم التي تقدّر كتلتها بـ 5 مرّات كتلة الشمس، تنتهي إلى أقزام بيضاء، كتلتها تقارب كتلة الشمس، في نهاية حياتها. فإلى أين تذهب باقي مادّتها؟

## (II) مسألة: متفرقات حول الشمس، النجوم والكواكب ( 9 ن)

- (1) بالإستعانة بعلاقة التزيح النجمي، إملاً الجدول التالي:

إسم النجم	التزيح النجمي (")	بعده عن الأرض (al)	بعده عن الأرض (pc)
Proxima Centauri	0.76000		
Alpha Centauri			1.33
Wolf 359	0.417596		
Sirius		8.58211	
Ross 248			3.17
Ross 128	0.300619		

- (2) بالإستعانة بعلاقة القطر الظاهري، إملاً الجدول التالي:

قطره الحقيقي (km)	بعده عن الأرض (km)	القطر الظاهري (')	إسم الجرم السماوي
	384 399	30	القمر
$1.30901 \times 10^6$	$150 \times 10^6$		الشمس
	778 412 027	0.617504	المشتري
12103.6		0.384526	الزهرة

(3) بالإستعانة بقانون كبلر الثالث، إملأ الجدول التالي:

كتلة الشمس (kg)	نصف القطر الأعظم (km)	الدور (يوم)	إسم الكوكب
	$778.33 \times 10^6$	4332.71	المشتري
	$1427.0 \times 10^6$	10759.50	زحل
	$2869.6 \times 10^6$	30688.5	يورانوس
	$4496.6 \times 10^6$	60182.3	نبتون

(4) ما هو الزمن المستغرق لكي يصل ضوء الشمس إلى: المشتري، زحل، يورانوس، نبتون و الأرض (علما أن سرعة الضوء تقدر بـ:  $299792458 \text{ m/s}$ ).

(5) بسبب الريح الشمسية، تزداد كتلة الأرض بحوالي  $8.8 \times 10^9 \text{ kg}$  كل يوم. أحسب النسبة المئوية في تغير ثقل شخص من يوم إلى آخر (الثقل هو قوة الجاذبية  $\vec{F}$  المطبقة على الشخص من طرف الأرض)، مع العلم أن كتلة الأرض المتوسطة تقدر بـ:  $M_t = 5.9736 \times 10^{24} \text{ kg}$ .

### (III) ملحقات :

• ملاحظة هامة: تؤخذ قيمة  $\pi = 3.14$  في كل الإمتحان.

• وحدات القياس في علم الفلك:  $ua \approx 150 \times 10^6 \text{ km}$  ،  $al \approx 9500 \times 10^9 \text{ km}$  ،  $pc \approx 31000 \times 10^9 \text{ km}$  .

• ثابت الجاذبية العالمي يساوي  $G = 6.672 \times 10^{-11} \text{ kg}^{-1} \text{ m}^3 \text{ s}^{-2}$  .

• تقدر كتلة الأرض بـ:  $M_t = 5.9736 \times 10^{24} \text{ kg}$  .

• تقدر المسافة أرض-شمس بـ:  $1 \text{ ua}$  .

• تقدر سرعة الضوء بـ:  $299792458 \text{ m/s}$  .

محمد الصادق زيدي  
بالتوقيع