الأولمبياد العلمي السوري

للعام الدراسي 2019 - 2020

التصفيات النهائية على مستوى القطر

# اختصاص الفيزياء

## اليوم الأوّل

**مدة الاختبار**: أربع ساعات.

## التعليمات:

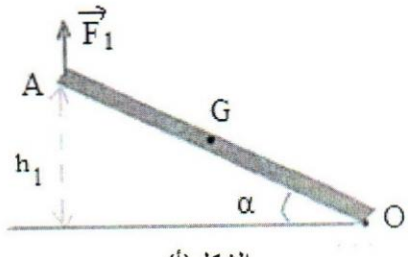
- يشتمل الامتحان على عدّة مسائل، يُنصح الطالب بقراءة المسائل بتأني وبتوزيع وقته على جميع المسائل، وألا يستهلك الوقت بأكمله على مسألة واحدة.
- لا تنس كتابة رقم المسألة ورقم كل سؤال قبل الإجابة.
- قم بإحاطة الجواب النهائي لكل سؤال بمستطيل.
- يجب وضع الواحدات المناسبة بعد كل جواب عددي، ولاتحتسب أيّة إجابة عددية لا تلحقها الواحدات المستخدمة.
- لا تصحح المسودة ولا الكتابات المشطوبة.

**المسألة الأولى** ( 10 درجات): لقياس عمق بئر، يقوم أسامة بإلقاء حجر صغير من حافة البئر، واضعاً ميقاتية على حافة البئر لتسجل الزمن الفاصل بين ترك الحجر تسقط وسماع صوت ارتطام الحجر بالماء في قاع البئر، فيجد أن الزمن يساوي $\Delta t = 2.6\,s$ . احسب عمق البئر علماً أنّ تسارع الجاذبية الأرضية يساوي $g = 9.81\,m/s^2$ وسرعة الصوت في الهواء $v_s = 340\,m/s$.

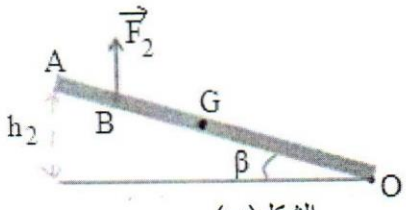
**المسألة الثانية** ( 10 درجة): سفينتان في البحر على خط الطول نفسه، تقع السفينة A إلى الشمال من السفينة B على بعد $d_0$.
أ) انطلاقاً من المواضع الابتدائية، وبافتراض A انطلقت نحو الشرق بسرعة $v_A$ ، ما الزاوية التي يجب أن يصنعها شعاع سرعة B مع خط الطول لكي تلحق بـ A علماً أنّ $v_B > v_A$؟
ب) أوجد العلاقة التي تُعطي الزمن اللازم لتلحق B بـ A إذا تحرّكت وفق الزاوية المذكورة في (ب).

**المسألة الثالثة**: ( 15 درجة) يسقط جسم كتلته m=1 kg سقوطاً حراً دون سرعة ابتدائية ودون مقاومة هواء من ارتفاع h=100 m، ولكن بين الارتفاعين $h_1$=55 m و $h_2$=20 m يتعرض لتيار هواء أفقي يؤثر على الجسم بقوة أفقية ثابتة مقدارها F=10 N ، تسارع الجاذبية الأرضية يساوي $g=10\ m/s^2$ .
أ) ما زمن التعرض للتيار الهوائي؟
ب) ما السرعة الأفقية عند الارتفاع $h_2$ ؟ وما قيمة السرعة الكلية؟
ج) ما الزمن الكلي للوصول من الارتفاع h إلى الأرض؟
د) ما الزاوية التي يصنعها مسار الجسم مع الأرض لحظة الوصول؟

**المسألة الرابعة** ( 18 درجة): أراد عامل رفع عارضة خشبية متجانسة OA كتلتها $m$ وطولها L= OA عن سطح الأرض الأفقي،يريكز طرف العارضة في النقطة O إلى نتوء يمنع انزلاقها. يطبق العامل في المحاولة الأولى قوة $F_1$ عند الطرف A للعارضة فيرتفع الطرف إلى $h_1$=60cm عن سطح الأرض وتصنع العارضة عند التوازن زاوية $\alpha$=60° مع المستوي الأفقي لسطح الأرض كما هو مبين بالشكل(أ) ، وفي محاولة ثانية يطبق العامل القوة $F_2$ عند النقطة B من العارضة والتي تبعد مسافة OB=(3/4)OA من نقطة الارتكاز O فيرتفع الطرف A إلى $h_2$ عن سطح الأرض(شكل ب)، وتشكل العارضة OA زاوية $\beta$=30 مع المستوي الأفقي، والمطلوب:



الشكل(أ)



الشكل(ب)

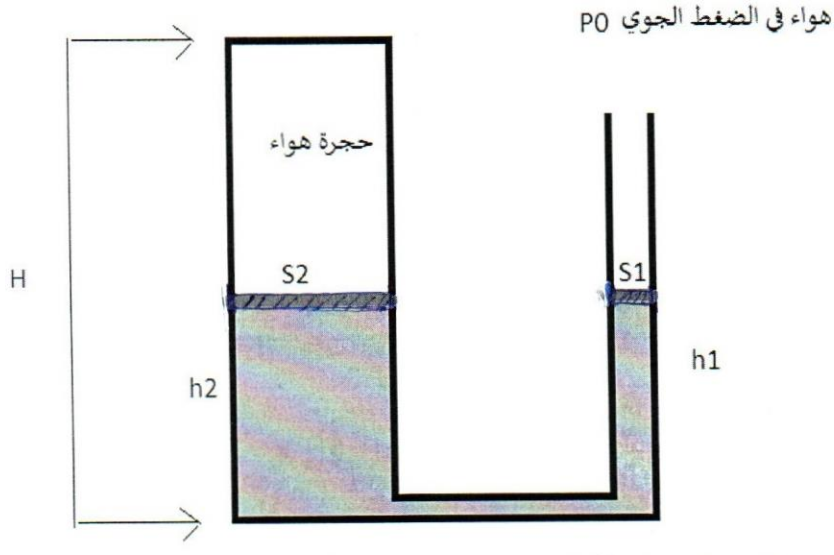
a) بالنسبة للمحاولة الأولى:
1- ما هي القوى المطبقة على العارضة OA عند التوازن.
2- اكتب علاقات عزوم هذه القوى بالنسبة لمحور (Δ) أفقي يمر من نقطة الارتكاز O.
3- أثبت العلاقة $F_1$=W/2 حيث W ثقل العارضة، ماذا تستنتج؟
b) بالنسبة للمحاولة الثانية:
1- أوجد العلاقة بين $F_2$ و W ، ماذا تستنتج.
2- احسب الارتفاع $h_2$

**المسألة الخامسة** ( 25 درجة): نحتاج في هذه المسألة لمعرفة العلاقة التي تربط الضغط الذي يخضع له غاز ما وحجم الغاز ودرجة حرارته، تسمى هذه العلاقة بمعادلة الغاز الكامل وتكتب بالشكل التالي:

$$PV = nRT$$

حيث : P الضغط الذي يخضع له الغاز، و V الحجم الذي يشغله الغاز، و n عدد مولات الغاز، و R ثابت يسمى بثابت الغازات الكاملة ويساوي في جملة الوحدات الدولية $R = 8.314\ J/(K.mol)$

ندرس الآن التجربة التالية:



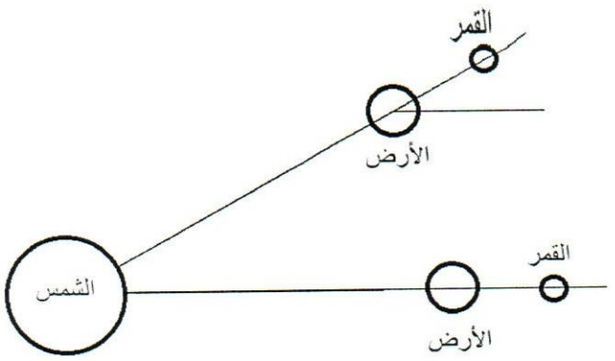

ليكن لدينا سائل الماء كتلته الحجمية $\rho = 1\frac{g}{cm^3}$ محصور بين مكبسين مهملين الكتلة مساحة سطحيهما S1,S2 كما هو مبين في الشكل السابق الذي يمثل وعائين اسطوانيين ومتصلان من الأسفل بقناة تسمح بانتقال الماء فيما بينهما. يوجد حجرة من الهواء الذي نعتبره في مسألتنا غاز كامل محصور بين جدران الوعاء الثاني والمكبس S2 ، ارتفاع الوعاء الثاني H. نقوم بهذه التجربة في الهواء الطلق حيث قيمة الضغط الجوي $P_0 = 1.013\ x10^5 Pa$ وتسارع الجازبية الأرضية $g = 10\frac{m}{s^2}$ ويجب الانتباه إلى أن المكبس S1 من الجهة العليا مفتوح على الهواء الطلق .

بداية يكون $h_1 = h_2 = h_0$ ودرجة حرارة الهواء في الحجرة مساوٍ لدرجة حرارة الهواء الطلق تساوي $T_0$.

1) أوجد قيمة الضغط في حجرة الهواء.
2) نضع كتلة مقدارها m على سطح المكبس S1 ، ونقوم بتسخين حجرة الهواء في الطرف الثاني الى درجة حرارة $T_1$ لكي يبقى الشرط $h_1 = h_2 = h_0$ محققاً.
أوجد علاقة $T_1$ بدلالة ما تراه مناسبا من معطيات المسألة.
3) نزيل الكتلة من الطرف الأول ثم نقوم بسحب الهواء من الحجرة . احسب قيمة الفرق في ارتفاع الماء بين الطرفين الأول والثاني بفرض أن $H$ كبيرة بما يكفي بحيث لا يصل الماء إلى سقف الحجرة.
4) ماذا تفيد التجربة في الطلب 3 ؟ في حال استبدلنا الماء بسائل آخر تصبح تجربة مشهورة، ما هو السائل ما اسم هذه التجربة ؟
5) في حال عدنا للحالة الابتدائية، وأضفنا كتلة m للمكبس الأول دون أي تغير في درجة الحرارة، سيرتفع منسوب الماء في الطرف الثاني ليصبح $h_2'$ وسينخفض منسوب الماء في الطرف الأول ليصبح $h_1'$ . أجب على الطلبات التالية:
   - استخدم علاقة الغاز الكامل لإيجاد العلاقة التي تربط الضغط الجديد في الحجرة $P_2'$ وارتفاع الماء الجديد في الطرف الثاني $h_2'$ (بدلالة $h_0, H, P_0$)
   - اكتب علاقة الضغط المطبق على أسفل الوعاء الأول (بدلالة $h_1'$ ). $P_0, \rho, g, m, S_1,$
   - اكتب علاقة الضغط المطبق على أسفل الوعاء الثاني (بدلالة $h_2'$ ). $P_2', \rho, g,$

- اكتب العلاقة التي تربط بين $h_2'$ و $h_1'$ (بدلالة $h_0, S_1, S_2$).

**المسألة السادسة (22 درجة)** يدور القمر حول الأرض ويكمل دورة واحدة خلال شهر قمريّ واحد. يحقّق القمر قانون كبلر الثالث: $\frac{T^2}{r^3} = \frac{4\pi^2}{GM_T}$، حيث: $T$ هو دور القمر حول الأرض، $r$ هي المسافة بين الأرض والقمر، $M_T$ هي كتلة الأرض، $G$ هو ثابت الجاذبيّة الكوني. إذا حسبنا دور القمر من القانون السابق نجد أنّه يختلف قليلاً عن مدّة الشهر القمريّ، ويعود السبب في ذلك إلى حركة الأرض حول الشمس. فخلال زمن $T$ تكون الأرض قد انتقلت مسافة معيّنة في الفضاء، انظر الشكل الآتي:




نريد في هذا التمرين حسابَ دور القمر الفعليّ (أي الزمن الفاصل بين موقعين متتاليين يكون فيهما القمر بدراً) آخذين بعين الاعتبار دوران الأرض حول الشمس. نفترض في هذا التمرين أنّ كلّاً من حركة القمر حول الأرض وحركة الأرض حول الشمس دائريّة منتظمة، لذلك لحلّ التمرين يمكن الاستعانة بقانون الحركة الدائريّة المنتظمة الذي يربط السرعة الخطيّة بنصف قطر الدوران والدور وهو $V = \frac{2\pi r}{T}$. نعطي القيم العدديّة التالية: (انتبه! تقريب الحسابات في النتيجة النهائيّة فقط).

ثابت الجاذبية الكوني $G = 6.674\times10^{-11}\ kg^{-1}m^3s^{-2}$، كتلة الأرض $M_T = 5.97\times10^{24}\ kg$، المسافة بين القمر والأرض $r = 3.84\times10^{8}\ m$، المسافة بين الشمس والأرض $R = 1.496\times10^{11}\ m$.

1. انطلاقاً من قانون كبلر احسب دورَ القمر $T$.
2. احسب سرعة دوران الأرض حول الشمس، واستنتج المسافة التي تقطعها الأرض خلال الزمن $T$.
3. احسب الزمن الإجماليّ $T_0$ ليتمّ القمرُ دورةً كاملةً (أي لكي يعود بدراً). قارن هذه القيمة مع القيمة التي تعرفها سابقاً من معلوماتك العامّة عن مدّة الشهر القمري.

انتهت الأسئلة

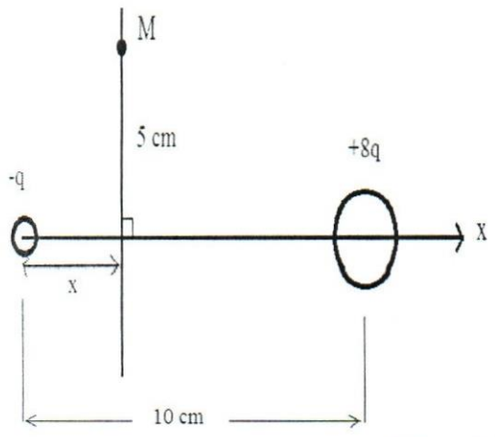
# الأولمبياد العلمي السوري
## للعام الدراسي 2019 - 2020
## التصفيات النهائية على مستوى القطر
## اختصاص الفيزياء
## اليوم الثاني

**مدة الاختبار**: أربع ساعات.

## التعليمات:

- يشتمل الامتحان على عدّة مسائل، يُنصح الطالب بقراءة المسائل بتأني وبتوزيع وقته على جميع المسائل، وألا يستهلك الوقت بأكمله على مسألة واحدة.
- لا تنس كتابة رقم المسألة ورقم كل سؤال قبل الإجابة.
- قم بإحاطة الجواب النهائي لكل سؤال بمستطيل.
- يجب وضع الواحدات المناسبة بعد كل جواب عددي، ولاتحتسب أيّة إجابة عددية لا تلحقها الواحدات المستخدمة.
- لا تصحح المسودة ولا الكتابات المشطوبة.

## المسألة الأولى ( 15 درجة): تأثر الشحن الكهربائية

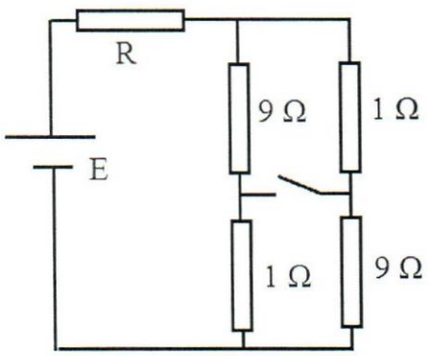



شحنتان نقطيّتان $+8q$ ,$-q$ على المحور Ox كما هو موضّح بالشّكل، ونفترض أنّ هاتين الشحنتين ساكنتان لايمكنهما الحركة.

1. نريد الحصول في النقطة M، على ارتفاع 5 cm، على حقلٍ كهربائيّ يوازي المحور Ox. احسب قيمة المسافة x الموضّحة بالرّسم حتّى نحصل في M على حقل كهربائيّ موازٍ لـ Ox.

2. نضع شحنة موجبة قدرها $+8q$ عوضاً عن الشحنة السالبة، ونريد أن نضع شحنة موجبة أيضاً Q على المحور Ox بين الشحنتين بحيث تبقى ساكنة.
   a. أين يجب وضع الشحنة Q بحيث تبقى ساكنة؟
   b. ناقش حركة هذه الشحنة فيما لو أزحناها قليلاً عن موقعِ توازنها وفق المحور Ox مرّةً، ووفق المحور Oy مرّةً أخرى، مبرّراً إجاباتك. (نفترض المحور Oy عامودي على المحور Ox ومار من موضع توازن الشحنة Q)

## المسألة الثانية ( 25 درجة): دارات كهربائية



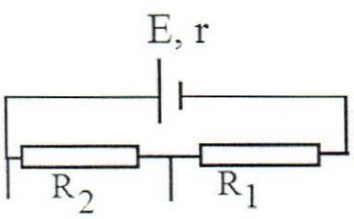

<u>الجزء الأول</u>: في الدارة المبيّنة بالشكل، نفترض المقاومة الداخليّة لمولد الجهد (البطاريّة) معدومة.

أوجد قيمة المقاومة R إذا علمت أنّ التيار المار في الدارة يزداد إلى الضعف عند إغلاق القاطعة.

<u>الجزء الثاني</u>: لدينا مولد جهد مستمر (بطاريّة)، القوّة المحرّكة الكهربائيّة لها $E$ ، والمقاومة الداخليّة $r$ .

1. نربط البطاريّة السابقة مع مقاومة خارجيّة R. أوجد عبارة الاستطاعة الكهربائية المصروفة في المقاومة R، ثم استنتج قيمة R التي تجعل الاستطاعة عظمى.

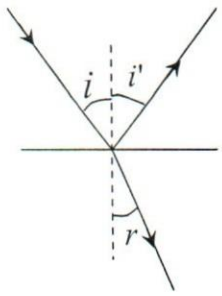
   (تنويه: يمرّ التابع $\frac{x}{(1+x)^2}$ بقيمة عظمى عندما $x=1$).




2. طبّق النتيجة السابقة على الدارة المرسومة جانباً حتّى تكون الاستطاعة المصروفة في المقاومة $R_2$ عظمى، وأوجد عبارة هذه الاستطاعة بدلالة: $E, r, R_1, R_2$ .

**المسألة الثالثة:( 20 درجة) انعكاس وانكسار الضوء**

**مقدّمة نظرية:** نذكّر بقانون ديكارت المتعلق بزاويتي الانعكاس والانكسار: يرد شعاع ضوئي على السطح الفاصل بين وسطين شفافين قرينة انكسار الوسط الأوّل $n_1$، وقرينة انكسار الوسط الثاني $n_2$، لتكن $i$ الزاوية التي يصنعها الشعاع الوارد مع الناظم على السطح في نقطة الورود (زاوية الورود)، ينعكس شعاع عن السطح صانعاً زاوية $i'$ مع الناظم على السطح في نقطة الورود (زاوية الانعكاس)، وينفذ شعاع آخر إلى الوسط الثاني صانعاً زاوية $r$ مع الناظم على السطح في نقطة الورود (زاوية الانكسار). ولدينا:




- زاوية الورود $i$ تساوي زاوية الانعكاس $i'$.
- ترتبط زاوية الورود $i$ بزاوية الانكسار $r$ بالعلاقة $n_1 \sin i = n_2 \sin r$ .

من ناحية اخرى تُعطى قرينة انكسار وسط ما بالعلاقة:

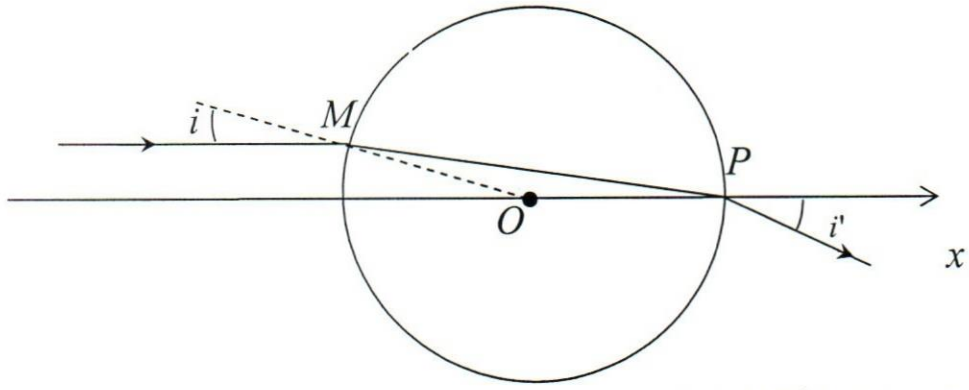
$$n = \frac{c}{v}$$

حيث $v$ سرعة انتشار الضوء في الوسط، و $c$ سرعة انتشار الضوء في الخلاء.

عندما تكون زاوية الورود صغيرة أي: $i << 1$ يكون التقريب الآتي مقبولاً:

$\sin i \approx i$ (الزاوية مقدّرة بالراديان).

1) كرة زجاجية نصف قطرها $a$ وقرينة انكسارها مجهولة. المحور $Ox$ يمر من مركز الكرة $O$. يرد شعاع ضوئي موازٍ للمحور $Ox$ على سطح الكرة في النقطة $M$ فينكسر ماراً من النقطة $P$.




أ) استنتج قرينة انكسار الكرة علماً أنّ الزاوية $i$ صغيرة.

ب) ما قيمة الزاوية $i'$؟

ج) في حال ورود حزمة ضوئية متوازية وموازية للمحور $Ox$، استنتج العلاقة بين زاوية انفراج الحزمة البارزة من الكرة ونصف قطر الحزمة الواردة ضمن تقريب الزوايا الصغيرة المذكور سابقاً.

2) نستخدم عدسة مقرّبة بعدها المحرقي $f$ ، في حال ورود حزمة ضوئية متوازية وموازية للمحور $Ox$:

أ) اشرح أين يجب وضع العدسة المقربة بالنسبة للكرة لنحصل من جديد على حزمة متوازية.

ب) ما الشرط الذي يجب أن يحققه البعد المحرقي للعدسة $f$ لكي يصبح قطر الحزمة الضوئية الجديدة مساوياً أربعة أمثال الحزمة الأصلية.

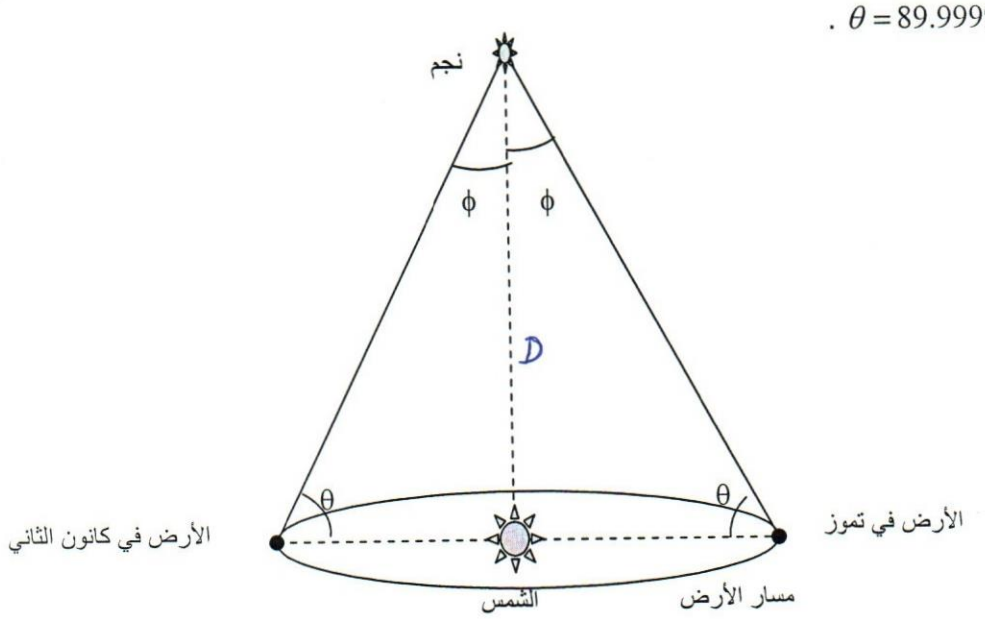
**المسألة الرابعة (40 درجة): النجوم والمجرات**

1) السنة الضوئية ( نرمز لها بـ $\ell y$ ) هي المسافة التي يقطعها الضوء في الخلاء خلال زمن يساوي سنة أرضية ( نُذكّر أنّ السنة الأرضية تساوي 365.25 يوم). سرعة الضوء في الخلاء تساوي $c = 2.998 \times 10^8 \ m/s$. أوجد قيمة السنة الضوئية.

2) حتى يقوم جسم كتلته $m$ بالحركة بسرعة ثابتة على مسار دائري نصف قطره $r$، يجب أن ترتبط القوة المؤثّرة في الجسم بسرعة الجسم على المسار الدائري بالعلاقة: $F = m\frac{v^2}{r}$ وتتجه القوة المؤثرة إلى مركز المسار الدائري. من ناحية أخرى يمكن الاستعانة بقانون الحركة الدائريّة المنتظمة الذي يربط السرعة الخطيّة بنصف قطر الدوران والدور $T$ وهو $v = \frac{2\pi r}{T}$.

تقوم الشمس بحركة دائرية حول مركز مجرة درب التبانة. ويبلغ نصف قطر مسار الشمس $28 \times 10^3 \ \ell y$، ويبلغ الزمن اللازم لتتم الأرض دورة كاملة 200مليون سنة. احسب كتلة مجرة درب التبانة علماً أنّه يُمكن هنا الأخذ بالتقريب بأنّ هذه الكتلة متركزة في مركز المجرة. نذكّر بقيمة ثابت الجاذبية الكوني $G = 6.67 \times 10^{-11} \ N.m^2.kg^{-2}$.

3) نقوم برصد نجم في السماء من الأرض وذلك في تموز وفي كانون الأول.فنحصل على المخطط الآتي مع $\theta = 89.99994°$.




أوجد بعد النجم $D$ عن الشمس. نصف قطر مسار الأرض حول الشمس يساوي $d = 150 \times 10^6 km$.

4) نعرّف البارسك ( Parsec) بأنّه بعد نجم عن الشمس تكون قيمة $\phi$ ( المعرّفة في الشكل السابق) تساوي "1 أي ثانية واحدة. ونرمز له بـ ( pc) أوجد قيمة ( 1 pc) مقدراً بالمتر.

5) نعرّف الإشعاعية المطلقة ( $L$ ) لنجم بأنّها الاستطاعة الكلية التي يشعها النجم ( أي الطاقة الكلية التي يشعها النجم في واحدة الزمن). ونسمي اللمعان الظاهري $\ell$ بأنّه الاستطاعة الواردة من النجم والتي تتلقاها ناظمياً واحدة المساحة من الأرض.

ننظر إلى نجم له إشعاعية تساوي إشعاعية الشمس ولكنه موجود على بعد ( 10 pc) من الأرض. ما النسبة بين اللمعان الظاهري للشمس واللمعان الظاهري للنجم المذكور؟

6) ينص قانون فين Wien على أنّ طول الموجة ( $\lambda_m$ ) عند قمة إصدار النجم ودرجة حرارة النجم المطلقة ( $T$ ) يرتبطان بالعلاقة:

$$\lambda_m T = 2.90 \times 10^{-3} m.K$$

{ نذكّر أنّ درجة الحرارة المطلقة $T$ ترتبط بدرجة حرارة سلسيوس $t$ بالعلاقة: $T(K) - t(^\circ C) = 273.15$ }

يبعد نجمان عن الأرض المسافة نفسها، ولكل من النجمين الإشعاعية نفسها ( $L$ )، وإذا علمت أنّ قمة الإصدار لأحد النجمين هي عند ( $700\ nm = 700 \times 10^{-9} m$ ) وقمة الإصدار للنجم الثاني هي عند ( $350\ nm$ ).

أ) أوجد درجة حرارة كل من النجمين.

ب) تدل معادلة ستيفان- بولتزمان على أنّ الاستطاعة التي يشعها نجم من كل واحدة مساحة من سطحه تتناسب مع ( $T^4$ ) . استنتج النسبة بين نصف قطر النجم الأول ونصف قطر النجم الثاني.

انتهت الأسئلة