

حول الدرس

1 - ما هو مفهوم التسارع ؟

2 - أجب بـ : صحيح أو خطأ :

♦ في حركة مستقيمة :

- أ / يكون شعاع التسارع موجّها في الجهة التي تكون فيها السرعة أصغر .
 ب / يكون شعاع التسارع موجّها دائما في جهة شعاع السرعة .
 ج / يكون شعاع التسارع موجّها في الجهة التي تكون فيها السرعة أكبر .
 د / يكون شعاع التسارع موجّها دائما عكس جهة شعاع السرعة .

♦ في حركة دائرية منتظمة :

- أ / شعاع السرعة ثابت .
 ب / طولية السرعة ثابتة .
 ج / شعاع التسارع منطبق مع شعاع السرعة .
 د / شعاع التسارع عمودي على شعاع السرعة .

♦ في حركة دائرية ، التسارع الناظمي هو :

$$\vec{a}_n = \frac{d\vec{v}}{dt}$$

ب / $a_n = \frac{v^2}{R}$ ، حيث R هو نصف قطر المسار .

$$a_n = \frac{dv}{dt}$$

ج / $a_n = \frac{\Delta\alpha}{\Delta t}$ ، حيث $\Delta\alpha$ هي الزاوية المسوحة خلال المدة Δt .

♦ في حركة دائرية ، التسارع المماسي هو :

$$a_t = \frac{d\vec{v}}{dt}$$

$$a_t = \frac{dv}{dt}$$

$$a_t = \sqrt{a^2 - a_n^2}$$

3 - عرّف المرجع السطحي أرضي ، المرجع المركزي أرضي ، المرجع الهيليومركزي .

4 - ما هو الشرط أن يكون المرجع عطاليا ؟

5 - اذكر نص القانون الثاني لنيوتن .

التمرين 01

حركة نقطة مادية (M) معرفة في مرجع سطحي أرضي نعتبره غاليليا كما يلي : $\vec{OM} = 2t^2 \vec{i} + (3 - 2t) \vec{j}$ ، وذلك في المعلم ($Oxyz$) المرتبط بالمرجع السابق . المسافات مقاسة بالمتر والزمن بالثانية .

1 - مثل شعاع الموضع في المعلم ($Oxyz$) عند اللحظة $t = 1s$ باختيار سلم مناسب .

2 - عبّر عن شعاع سرعة المتحرك عند اللحظة t ، ثم احسب طولية السرعة عند اللحظة $t = 1s$.

3 - بيّن أنّ تسارع المتحرك ثابت ، ثم احسب طولية هذا التسارع .

4 - مثل بدلالة الزمن كل من x و y . www.guezouri.org

التمرين 02

في حركة دائرية منتظمة يستغرق متحرك (M) ، نعتبره نقطة مادية ، كتلته $m = 400g$ مدة زمنية قدرها $\Delta t = 4s$ خلال دورة واحدة .

1 - احسب السرعة (v) للمتحرّك .

2 - احسب تسارع المتحرك .

3 - مثل في نقطة من المسار شعاعي السرعة والتسارع ، نأخذ : $1m/s \rightarrow 1cm$ ، $2m/s^2 \rightarrow 1cm$.

4 - احسب شدة محصلة القوى المؤثرة على الجسم . نصف قطر الدائرة $R = 1m$.

التمرين 03

لدينا في الجدول المقابل بعض خصائص 4 كواكب من المجموعة الشمسية :

الكوكب	نصف المحور الأعظمي (a)	دور الكوكب حول الشمس (T)	$a^3 (m^3)$	$T^2 (s^2)$
الأرض	$1,5 \times 10^8 km$	$365 j$		
عطارد	$5,7 \times 10^7 km$			
زحل		$10758 j$		
المريخ	$2,3 \times 10^8 km$			

- 1 - اذكر نص القانون الثالث لكبلر .
- 2 - اعتمادا على هذا القانون أكمل إملاء الجدول .
- 3 - Titan هو أحد أقمار زحل ، نعتبر حركته دائرية نصف قطرها $r = 1,22 \times 10^6 km$. دوره حول زحل $T = 16 j$.
أ / حدّد مرجع دراسة حركة Titan .
ب / بيّن أن حركة Titan حول زحل هي حركة منتظمة .
ج / احسب سرعة هذا القمر حول زحل .
د / احسب كتلة زحل (m_s) .

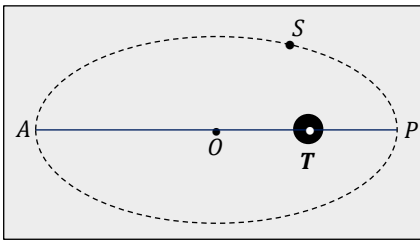
4 - يُعطى الدور المداري لكوكب حول الشمس بالعلاقة $T = 2\pi \sqrt{\frac{a^3}{GM_S}}$. احسب كتلة الشمس (M_S) .
 $G = 6,67 \times 10^{-11} SI$.

التمرين 04

- قمر اصطناعي كتلته $m_s = 800 kg$ ، يحوم حول الأرض على بعد عن سطحها $h = 20000 km$. نعتبر حركته دائرية ، ومركز مداره ينطبق مع مركز الأرض ، حيث نعتبر أن كتلة الأرض موزّعة بانتظام على حجمها .
يخضع القمر الاصطناعي إلى قوة جذب الأرض $\vec{F}_{T/S}$ فقط .
- 1 - حدّد المرجع الذي تتّم فيه دراسة حركة القمر الاصطناعي ، وما هو شرط أن نعتبر هذا المرجع غاليليا ؟
 - 2 - مثل بدون سلّم رسم القوّة المؤثّرة على القمر الصناعي وشعاع سرعته في نقطة من مساره .
 - 3 - عيّر عن شدّة القوّة $\vec{F}_{T/S}$ بدلالة G ، m_s ، M_T ، R_T ، h ، حيث R_T : نصف قطر الأرض و M_T : كتلة الأرض .
 - 4 - عيّر عن النسبة $\frac{F_{T/S}}{F_{T/S}}$ بدلالة h و R_T ، حيث $\vec{F}_{T/S}$ هي قوّة تأثير الأرض على القمر الاصطناعي عندما يكون ثابتا على سطح الأرض .
 - 5 - استنتج شدّة المجال الأرضي على الارتفاع $h = 20000 km$ عن سطح الأرض .
 - 6 - بتطبيق القانون الثاني لنيوتن بيّن أن حركة القمر الاصطناعي منتظمة ، ثم احسب طاقته الحركية .
 - 7 - بواسطة تقنية تغيير المسار تمّ رفع هذا القمر الصناعي إلى ارتفاع h' عن سطح الأرض ، بحيث أصبح يدور حول الأرض في مدار دائري مستواه يشمل خط الاستواء ، ونصف قطره $r = h' + R_T$ ، وذلك بسرعة طوليتها ثابتة . يبدو هذا القمر ثابتا في مرجع سطحي أرضي .
أ / ما الاسم الذي يُطلق على القمر الصناعي في حركته هذه ؟
ب / بيّن أن r يُعطى بالعلاقة : $r = \sqrt[3]{\frac{GM_T T_s^2}{4\pi^2}}$ ، حيث T_s هو دور القمر الصناعي حول الأرض .
ج / احسب قيمة h' مقدّرة بالـ km .
شدّة المجال الأرضي على سطح الأرض $g_0 = 10 N/kg$.
 $G = 6,67 \times 10^{-11} SI$ ، نصف القطر المتوسط للأرض $R_T = 6400 km$ ، الدور اليومي للأرض هو $86400 s$.

التمرين 05

- النانو أقمار اصطناعية (*Les nanosatellites*) هي أقمار اصطناعية صغيرة الحجم والكتلة ، أبعادها من رتبة $10 \times 10 \times 10 cm$ ، وكتلتها تتراوح بين $1 kg$ و $10 kg$. من مهام هذه الأقمار دراسة الغلاف الحراري حول الأرض .
إنّ أحد هذه الأقمار الاصطناعية (*S*) تمّت صناعته من طرف طلبة المعهد العالي متعدد التقنيات وتلاميذ من قسم تقني رياضي من ثانوية *Diderot* بمدينة باريس ، ووضعت على مداره يوم 18 ماي 2017 . من الموقع : <https://janus.cnes.fr> .
مسار القمر الاصطناعي عبارة عن إهليج (الشكل) . T هو مركز الأرض و O هو منتصف AP .
 $TA = r_A = 402 km$ ، $TP = r_p = 395 km$ (المقياس غير مأخوذ بعين الاعتبار في هذا الرسم)
1 - نضع $OT = c$ ونعتبر أن المسار دائريّ إذا كان $\frac{c}{a} \leq 0,01$ ، حيث a هو نصف المحور الأعظم للقطع الناقص (المدار الإهليجي) . بيّن أنه يمكن اعتبار هذا المسار دائريّا .



www.guezouri.org

- 2 - نعتبر المسار دائريا نصف قطره $r = R_T + h$ ، حيث R_T نصف قطر الأرض و $h = 400 km$ وهي المسافة بين سطح الأرض والقمر الاصطناعي . يحوم القمر الصناعي بسرعة طوليتها ثابتة .
أ / اذكر نص القانون الأول لكبلر .
ب / مثلّ القوة التي يخضع لها القمر الاصطناعي من طرف الأرض ، باعتبارها القوة الوحيدة التي تؤثر على القمر الاصطناعي .
ج / بيّن أن حركة القمر الاصطناعي لا تكن ممكنة إلا إذا كان مستوى مداره يشمل مركز الأرض .
د / بتطبيق القانون الثاني لنيوتن في المرجع الجيومركزي باعتباره غاليليا احسب سرعة القمر الاصطناعي على مداره .
هـ / احسب عدد الدورات التي ينجزها القمر الاصطناعي حول الأرض في يوم واحد .
- 3 - يوجد قمر اصطناعي آخر (S') على ارتفاع h' عن سطح الأرض ، مستوى مداره يشمل مستوى مدار القمر (S) السابق ، حيث ينجز في اليوم الواحد 12 دورة حول الأرض .

- أ / اذكر نص القانون الثالث لكبلر .
 ب / ينطبق هذا القانون على حركة الأقمار الاصطناعية حول الأرض ، احسب قيمة h' .
 نصف قطر الأرض $R_T = 6400 \text{ km}$ ، الدور اليومي للأرض $T_T = 86400 \text{ s}$ ، $G = 6,67 \times 10^{-11} \text{ S.I}$ ،
 كتلة الأرض $M_T = 6 \times 10^{24} \text{ kg}$

التمرين 06

جمعنا في الجدول التالي بعض المعلومات عن بعض أقمار كوكب زحل .

الكوكب	كتلة الكوكب (kg)	الدور المداري (j)	نصف المحور الأعظم a (km)	المكتشف	سنة الاكتشاف
Encelade	$1,08 \times 10^{20}$	1,370	238020	William Herschel	1789
Mimas	$3,75 \times 10^{19}$	0,942	185520	William Herschel	1789
Atlas	$6,6 \times 10^{15}$	0,602	137670	المسبار Voyager	1980
Dioné	$1,09 \times 10^{21}$	2,737	377400	J - D. Cassini	1684

- 1 - مثل بياننا T^2 بدلالة a^3 ، حيث T بـ (s) و a بـ m^3 .
- 2 - بيّن أنّ القانون الثالث لكبلر محقق في حركة هذه الأقمار .
- 3 - ما هو أبسط مرجع نختاره لدراسة حركة هذه الأقمار ؟ وما هو شرط أن يكون هذا المرجع غاليليا ؟
- 4 - مثل القوة المؤثرة على القمر *Dioné* ، (نعتبر أنه يخضع فقط لتأثير زحل) ، ثم اكتب عبارة شدة هذه القوة بدلالة G ، m_D ، M_S ، r حيث :

$$m_D : \text{كتلة القمر } Dioné \quad \text{www.guezouri.org}$$

$$M_S : \text{كتلة زحل}$$

$$r : \text{البعد بين مركزي زحل والقمر } Dioné \text{ في وضعية على مدار القمر .}$$

$$G : \text{الثابت الكوني ، } G = 6,67 \times 10^{-11} \text{ S.I}$$

- 5 - بيّن أنّ حركة القمر *Dioné* حول زحل ليست منتظمة ، ثم وضّح بواسطة رسم أن القانون الثاني لكبلر يؤكد أن هذه الحركة غير منتظمة .

$$6 - \text{ يُعطى دور أحد أقمار زحل بالعلاقة } T = 2\pi \sqrt{\frac{a^3}{GM_S}}$$

أ / احسب كتلة زحل مستعينا بالبيان .

$$\text{ب / احسب شدة هذه القوة عندما يكون القمر } Dioné \text{ في أبعد نقطة (A) عن مركز زحل ، حيث } r_A = 3,78 \times 10^8 \text{ m}$$

$$\text{الدور المداري لزحل حول الشمس } T_S = 29 \text{ ans}$$