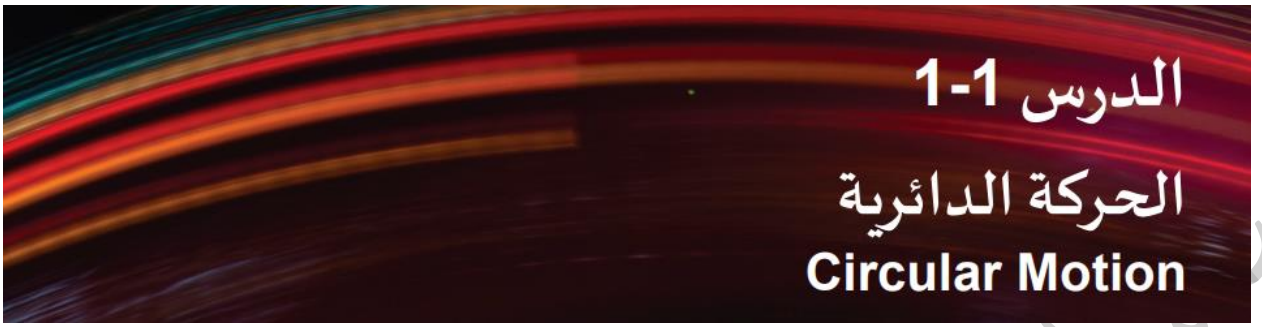


سلسلة ملازم ألفا للفيزياء للصف 12 علمي وتكنولوجي تحت اشراف

الأستاذ داوود سليمان 66453001

تميّزوعلامات كاملة ولله الحمد

الحركة الدائرية : هي عبارة عن حركة جسم بأكمله في مسار دائري على محيط دائرة

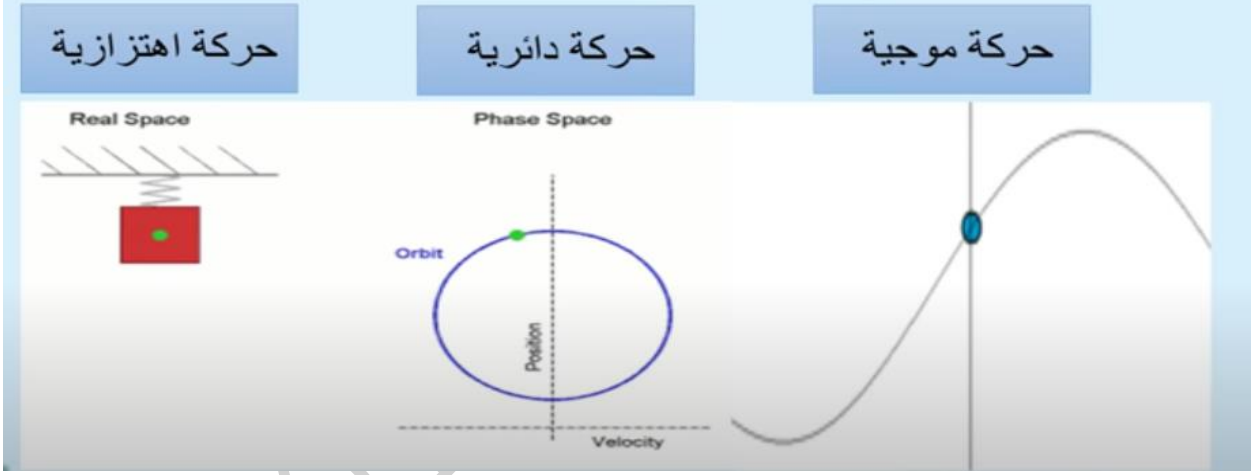
أمثلة : 1- حركة حجر مربوط بخيط حول مركز . 2 – حركة الأرض حول الشمس

الشكل 1-3 الحركة الدائرية في اللعبة الدوارة.

الحركة الدورانية : هي عبارة عن دوران الجسم حول محور الدوران

أمثلة : 1- دوران قرص CD حول نفسه . 2 – حركة الأرض حول محورها

الحركة الدورية وهي حركة تتكرر بكيفية واحدة في أزمنة متساوية.



الحركة الدائرية المنتظمة	الحركة الدائرية غير المنتظمة
تقطع اقواس متساوية في أزمنة متساوية	تقطع اقواس متساوية في أزمنة غير متساوية
السرعة ثابتة المقدار ومتغيرة الاتجاه	السرعة متغيرة المقدار ومتغيرة الاتجاه
تسارع مركزي	تسارع مركزي وتسارع مماسي

66453001

نشاط

1 - املأ نصف دلو بالماء

2 - أمسك بمقبض الدلو وقم بتدويرها الي جانبك بسرعة كبيرة وثابتة بضع دورات بأن ترفعها الي أعلى ثم إلي أسفل

(هل يبقى الماء داخل الدلو) نعم

اتجاه دوران الدلو

س - لماذا لا ينسكب الماء من دلو دوار ؟

بسبب القصور الذاتي للماء الذي يؤدي الي بقاء الماء في الدلو

3- ماذا يحدث عندما تتباطأ سرعة الدلو ؟ ولماذا ؟

يسقط الماء من الدلو لنقص القوة المركزية فتقل قوة التصاق الماء بالدلو

- ماذا يحدث عندما زيادة سرعة الدلو؟ ولماذا؟

لا ينسكب لزيادة التصاق الماء بالدلو

- هل ستكون نتائج هذه التجربة مختلف إذا تم استبدال الماء بكرة ؟

- لن تختلف نتائج التجربة، حيث تبقى الكرة في الدلو عند تدويره بسرعة، وتسقط الكرة من الدلو عندما تتباطأ سرعته.

كيف يمكن استخدام هذا التاثير في حياتنا اليومية ؟

1- ركوب الألعاب في مدينة الألعاب

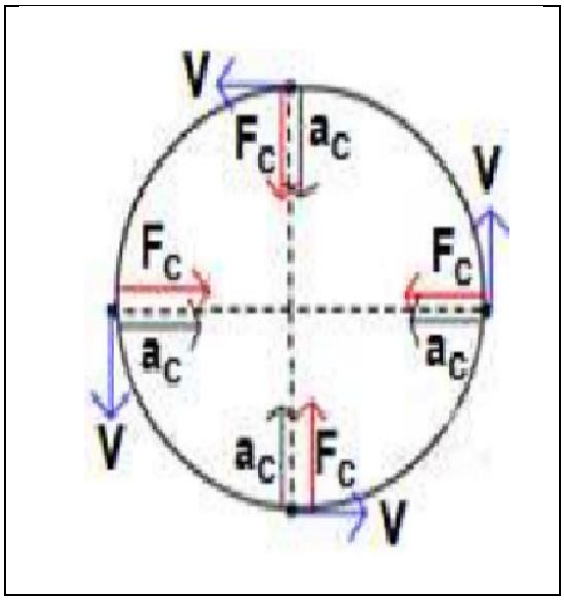
2- أجهزة الطرد المركزي لفصل مكونات الدم

3- أجهزة الطرد المركزي لتنقية عينات المياه التي تحتوي على رواسب

1

لماذا تندفع أجسامنا للخارج أثناء القيادة حول دوار؟

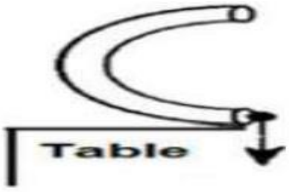
قياساً على ما حدث في تجربة دلو الماء الدوارة، فإن القصور الذاتي لأجسامنا يؤدي إلى اندفاعنا للخارج عند القيادة في مسار دائري،

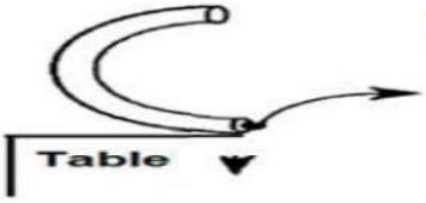


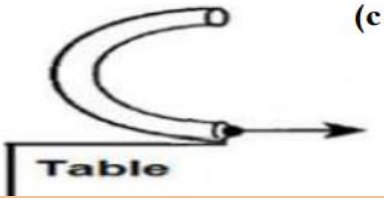
v	السرعة المماسية (الخطية): باتجاه مماس الدائرة
a_c	التسارع المركزي: الاتجاه نحو المركز
Fc	القوة المركزية: الاتجاه نحو المركز

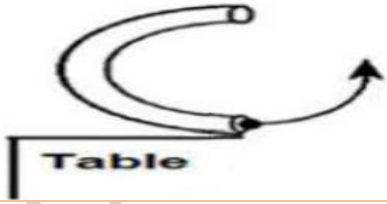
2

تحركت كرة عبر أنبوب نصف دائري مجوف موضوع على سطح أفقي.
أي الرسوم التخطيطيّةُ التاليةُ يمثّل أفضل اتجاه لخروج الكرة لحظة خروجها من الانبوب عندما نُظر إليهَا من أعلى؟

(a


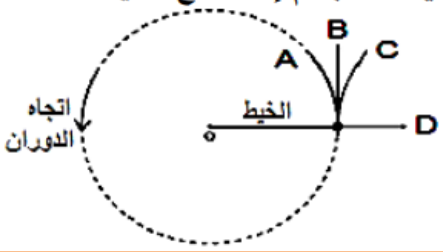
(b


(c


(d


3

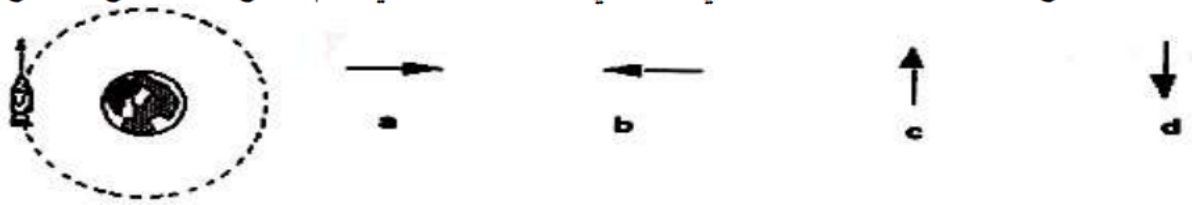
في الشكل: جسم مربوط بخيط يدور في مسار دائريا خط يصف المسار الذي يأخذه الجسم إذا انقطع الخيط؟



A) الخط A
B) الخط B
C) الخط C
D) الخط D

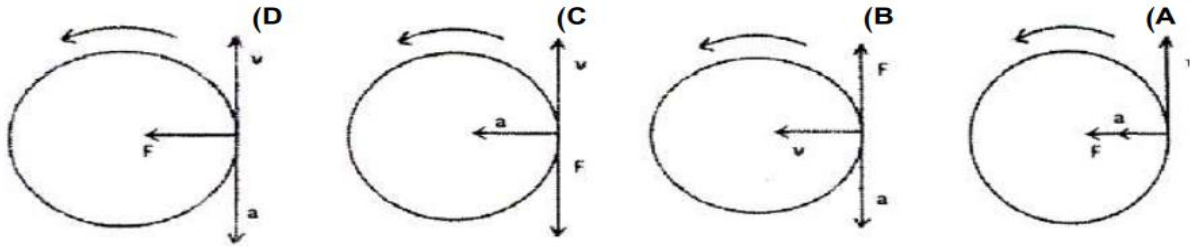
4

يدور صاروخ حول كوكب بسرعة ثابتة كما في الشكل في اللحظة المشار له أي سهم يوضح اتجاه تسارع الصاروخ؟



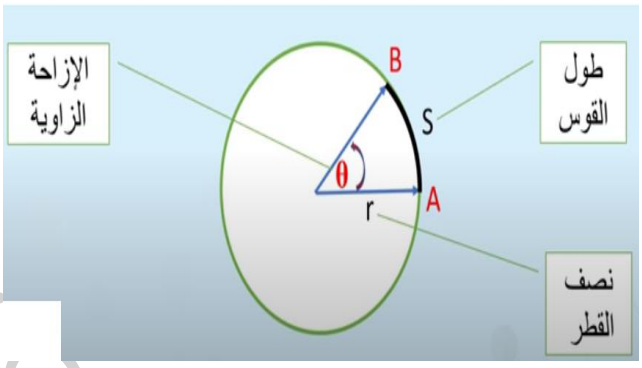
5

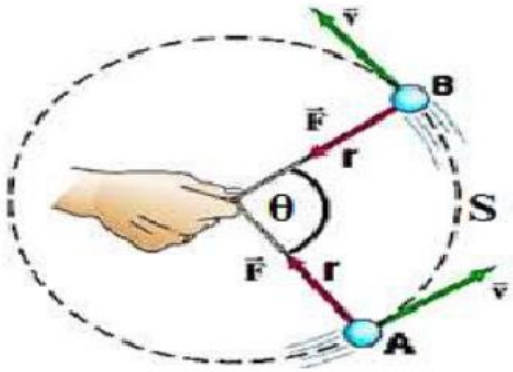
أي مما يلي يمثل متجهات السرعة والعجلة والقوة لجسم يتحرك في حركة دائرية؟



الإزاحة الزاوية الزاوية التي يقطعها نصف قطر على محيط دائرة وتقاس بالراديان

الراديان :- هوالزاوية الناتجة عندما تكون المسافة المقطوعة مساوية لنصف قطرالدائرة

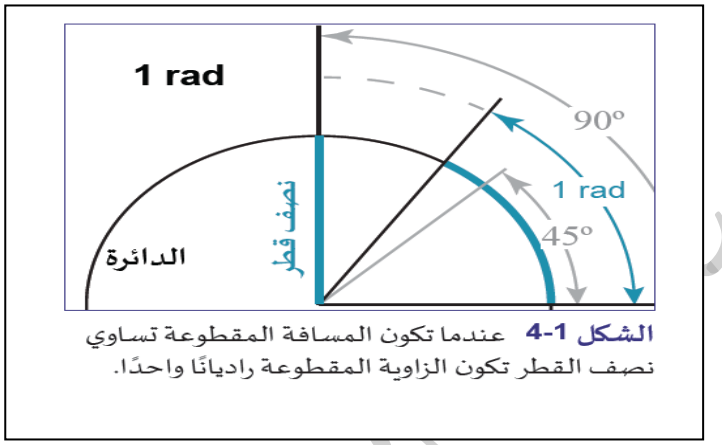




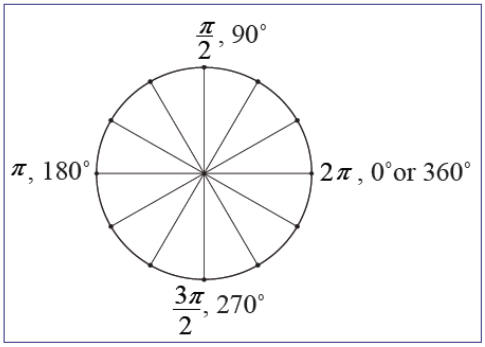
1-1	الإزاحة الزاويّة		
		θ	الإزاحة الزاويّة (rad)
$\theta = \frac{s}{r}$		s	المسافة المقطوعة (طول القوس) (m)
		r	نصف قطر الدائرة (m)

عدد الدوران $= \frac{\theta}{2\pi}$ rad

عدد الدوران $= \frac{\theta}{360}$



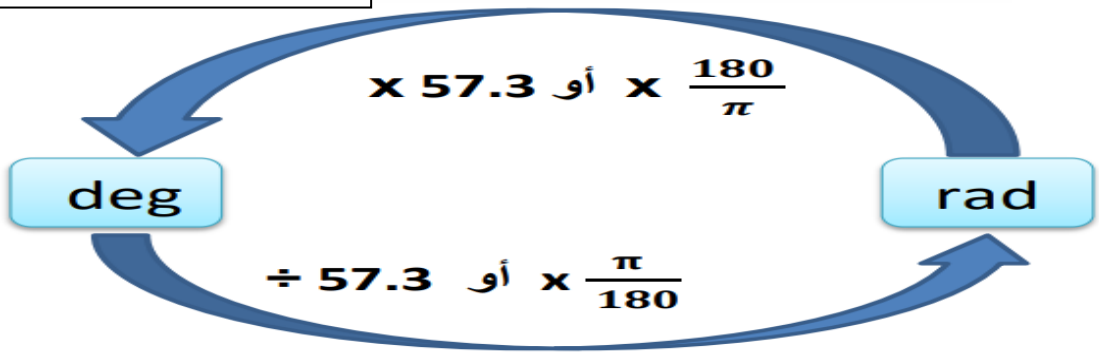
الشكل 1-4 عندما تكون المسافة المقطوعة تساوي نصف القطر تكون الزاوية المقطوعة راديانًا واحدًا.



. يبلغ الراديان الواحد 57.3° تقريبًا.

للتحويل من راديان الي درجه نضرب في 57.3

للتحويل من درجه الي راديان نقسم على57.3



6

الفرق بين الإزاحة الزاوية والإزاحة الخطيّة؟ ما هي أوجه التشابه وأوجه الاختلاف بينهما؟

7

مثال 1

يركض وليد حول مسار دائري قطره 8.5 m .

a. احسب الإزاحة الزاويّة إذا قطع وليد مسافة 60 m على المسار. أعطِ إجابتك بالراديان والدرجات.

b. كم دورةً قطع وليد خلال المسار؟

السؤال: a. إزاحة الزاوية θ

b. كم دورةً قطع وليد.

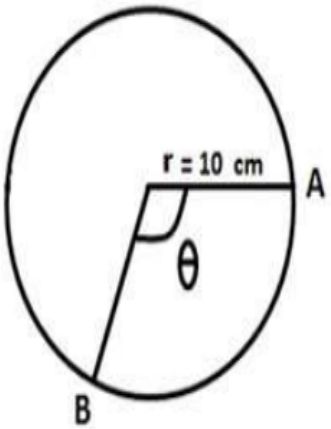
8

1. هل الراديان أصغر من الدرجة أم أكبر منها؟
2. أجرِ التحويلات التالية لهذه الزوايا في الدائرة:
   a. 45 درجة إلى راديان.
   b. 0.5236 راديان إلى درجات.
   c. 270 درجة إلى راديان.
   d. 7.85 راديان إلى درجات.
   e. 585 درجة إلى راديان

9

في الشكل المقابل: إذا كان طول القوس AB يساوي 0.18 m

A. ما مقدار الازاحة الزاوية θ ؟



.....

.....

.....

B. احسب قياس الزاوية θ بالدرجات.

.....

.....

10

ما قياس الزاوية التي يصنعها عقرب الدقائق مع عقرب الساعات بالدرجات و بالراديان؟

.....

.....

.....

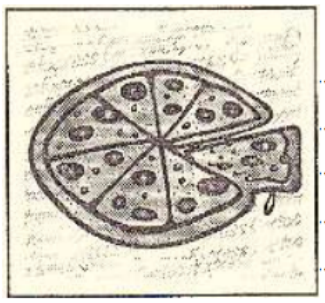
.....

.....

.....

11

اشترى محمد قطعة بيتزا مقسمة إلى 8 أجزاء فإذا أكل محمد 3 أجزاء، ما قيمة الإزاحة الزاوية المقطوعة من البيتزا؟



.....

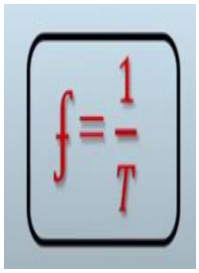
.....

.....

.....

.....

التردد والزمن الدوري



3-1 التردد

$$f = \frac{n}{t}$$

التردُّد (Hz)	f	
عدد الدورات	n	
الزمن المُستغرَق (s)	t	

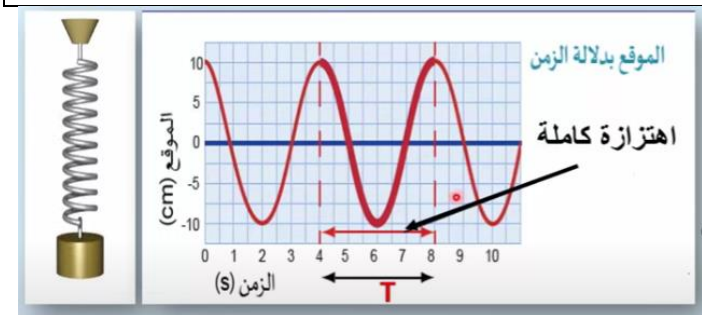
4-1 الزمن الدوري

$$T = \frac{t}{n}$$

الزمن الدوري (s)	T	
عدد الدورات	n	
الزمن المُستغرَق (s)	t	

- يعتبر التردد مقلوب الزمن الدوري، أو أن الزمن الدوري هو مقلوب التردد.
- كلما ازداد الزمن الدوري قل التردد، وكلما قل الزمن الدوري ازداد التردد.

تعريف التردد	
تعريف الزمن الدوري	
rpm	



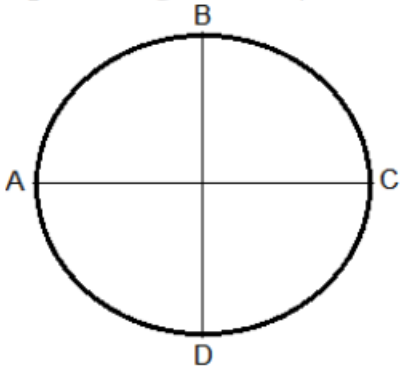
- تمثل حركة الجسم بين قمتين (أو أي نقطتين متماثلتين) على المنحى دورة أو اهتزازة واحدة كاملة.
- يمثل الزمن الدوري في هذا المنحنى 4 ثواني، بمعنى أن الحركة تعيد نفسها كل 4 ثواني.

مثال: يدور دولاب 120 دورة في الدقيقة.

a) **احسب التردد:**
b) **احسب الزمن الدوري:**
c) **ما المقصود بقولنا "الزمن الدوري للبندول 8s "**
d) **ما المقصود بقولنا " تردد جسم 60 Hz "**

12

في الشكل ادناه جسم يتحرك في مسار دائري فإذا كان زمن انتقال الجسم من A الى B يساوي (0.5 sec) فما مقدار تردد حركة الجسم ؟



A. 0.25 Hz
B. 0.5 Hz
C. 2 Hz
D. 4 Hz

13

ما تردد جسيم يهتز مرة واحدة كل دقيقة؟

A. $60\,Hz$

B. $1\,Hz$

C. $11.3\times10^{-3}\,Hz$

D. $16.7\times10^{-3}\,Hz$

السرعة الزاويّة مُعدّل تغير زاوية دوران الجسم بالنسبة للزمن

2-1 السرعة الزاويّة

$$\omega=\frac{\Delta\theta}{\Delta t}$$

ω	السرعة الزاويّة (rad/s)
$\Delta\theta$	التغيّر في الإزاحة الزاوية (rad)
Δt	تغيُّر الزمن (s)

التردد الزاوي هو تردد يتم التعبير عنه بوحدات الطور 2π بدلاً من الدورات أو الاهتزازات، حيث أن الدورة أو الاهتزازة الكاملة تكافئ 2π ، ويقاس بوحدة rad/s.

- بالنسبة لتردد مقداره 1 Hz (1 دورة/ث) يقابله تردد زاوي $2\pi\ rad/s$.

$$\omega=2\pi f \qquad \omega=\frac{2\pi}{T}$$

***السرعة الزاوية متجهة تعرف بالمقدار والاتجاه**

(+) تأخذ إشارة موجبة اذا كان الدوران عكس اتجاه دوران عقارب الساعة

(-) تأخذ إشارة سالبة اذا كان الدوران باتجاه دوران عقارب الساعة

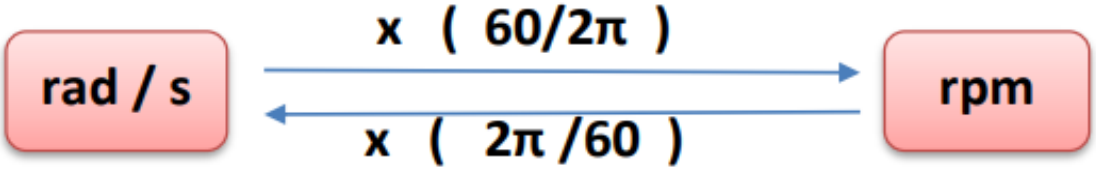
قوانين السرعة الزاوية				

مثال 2

a. احسب السرعة الزاويّة للأرض بوحدة (rad/s) عند دورانها حول محورها.

b. احسب السرعة الزاويّة للأرض بوحدة (rad/s) عند دورانها حول الشمس.

كيف تحول من rad/s الى rpm :



14

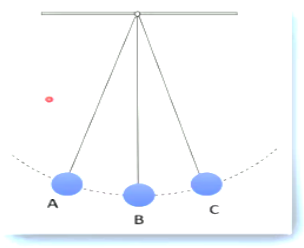
4- عندما تدور مروحه بسرعة زاوية مقدارها (60π)rad/s فإن زمنها الدوري (بالثانية):

a- 30 c- $\frac{1}{60}$

b- $\frac{1}{30}$ d- $\frac{1}{20}$

15

في الرسم أدناه بندول بسيط، يتحرك حركة توافقية بسيطة، إذا كان زمن التحرك من A-C يساوي 0.25 s، فما مقدار التردد الزاوي؟

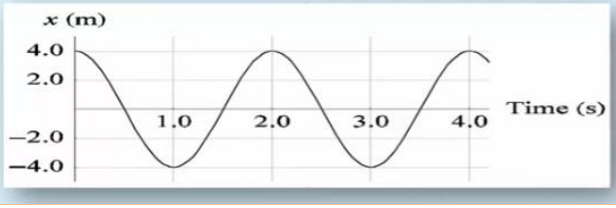


16

عندما تهتز أوتار الجيتار، تعود إلى موضع اتزانها من أقصى إزاحة لها خلال (0.00227 s)، احسب التردد والتردد الزاوي لتلك الأوتار؟

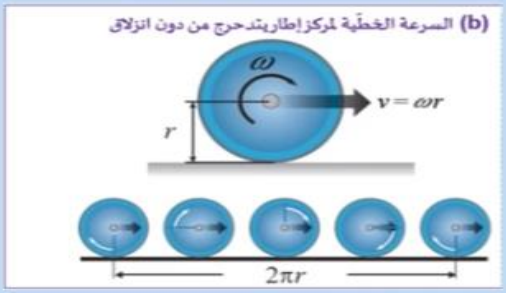
17

كرة متصلة بنابض يتحرك حركة توافقية بسيطة، الشكل التالي يوضح منحنى الإزاحة-الزمن للنظام أوجد:



a) الزمن الدوري للحركة.
b) تردد الحركة.
c) التردد الزاوي للحركة.

السرعة الخطّية في الحركة الدائرية

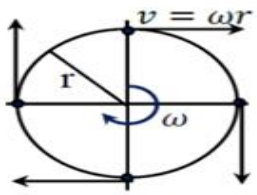
جسم يدور حول محور ثابت	جسم يتدحرج من دون أن ينزلق
	
تكون لكل نقطة على جسم يدور حول محور ثابت سرعة خطية للدائرة عن هذه النقطة.	يكون لمركز الجسم المتدحرج سرعة خطية عند انتقاله بين نقطتي البداية والنهاية.
مثل: دوران إطار السيارة حول محوره دون أن تتحرك السيارة. ▪ حركة الأقمار الصناعية حول الأرض.	مثل: ▪ الحركة الدائرية للإطار عند حركة السيارة بين نقطتين.

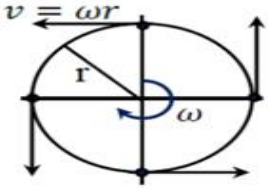
5-1	السرعة الخطية		
	$v = \omega r$	v	السرعة الخطّية (m/s)
		ω	السرعة الزاويّة (rad/s)
		r	نصف قطر الدائرة (m)

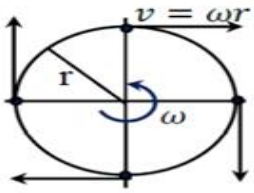
قوانيين السرعة الخطية (المماسية)					
قانون محيط الدائرة					

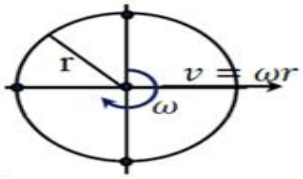
18

أي من الأشكال التالية يوضح اتجاه السرعة الخطية(المماسية) لنقطة من نقاط جسم يدور حول محور ثابت؟

(a 

(b 

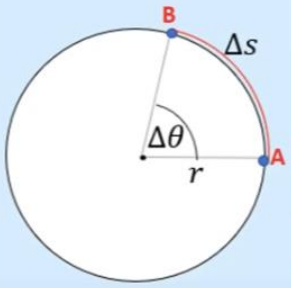
(c 

(d 

19

5- جسم يتحرك حركة دائرية منتظمة على محيط دائرة قطرها 4 m بحيث كان يحدث 150 دورة خلال نصف دقيقه فإن سرعته الخطية تساوي بوحدة m/s

العلاقة بين السرعة الزاوية والسرعة الخطية في الحركة الدائرية

السرعة الخطية (v)		السرعة الزاوية (ω)
• الإزاحة أو المسافة المقطوعة في وحدة الزمن. • معدل تغير الإزاحة أو المسافة المقطوعة.		• الإزاحة الزاوية المقطوعة في وحدة الزمن. • معدل تغير الإزاحة الزاوية.
$\mathbf{v} = \frac{\Delta s}{\Delta t}$		$\omega = \frac{\Delta\theta}{\Delta t}$
وحدة القياس m/s		وحدة القياس rad/s
عندما يدور الجسم دورة كاملة فإن: $v = \frac{2\pi r}{T}$		عندما يدور الجسم دورة كاملة فإن: $\omega = \frac{2\pi}{T}$

وبمقارنة المعادلتين $v = \frac{2\pi r}{T}$ و $\omega = \frac{2\pi}{T}$ ينتج أن: $v = \omega r$

20

يبلغ نصف قطر إطار سيارة 30 cm. احسب السرعة الزاويّة للسيارة بوحدة (rad/s) وبوحدة دورة/ دقيقة، إذا كانت السرعة الخطّية للسيارة 30 m/s.

21

يدور حجر مربوط بخيط طوله 0.6 m حركة دائرية منتظمة فإذا كان زمنه الدوري 0.8 sec احسب:

A. السرعة الخطية: .....

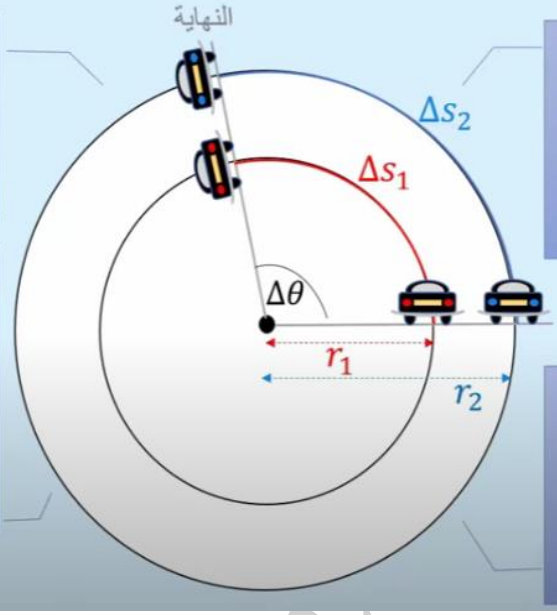
B. السرعة الزاوية: .....

ملاحظات هامة عن السرعة الزاوية والسرعة الخطية في الحركة الدائرية

عندما تتحرك سيارتان في مسارين دائريين مختلفين من نفس نقطة البداية وتصلان إلى نفس نقطة النهاية في نفس الفترة الزمنية $(t_1 = t_2)$، فإنه عند تحليل حركة السيارتين نلاحظ ما يلي:

(1) الإزاحة الزاوية التي قطعتها السيارة الأولى هي نفس الإزاحة الزاوية التي قطعتها السيارة الثانية وتساوي كل منهما $\Delta\theta$.

(2) بما أن الإزاحة الزاوية التي قطعتها السيارتان هي نفسها، وبما أن الإزاحة الزاوية للسيارة الأولى $\Delta\theta = \frac{\Delta s_1}{r_1}$ ، و الإزاحة الزاوية للسيارة الثانية $\Delta\theta = \frac{\Delta s_2}{r_2}$ ، حينئذٍ يكون $\frac{\Delta s_1}{r_1} = \frac{\Delta s_2}{r_2}$

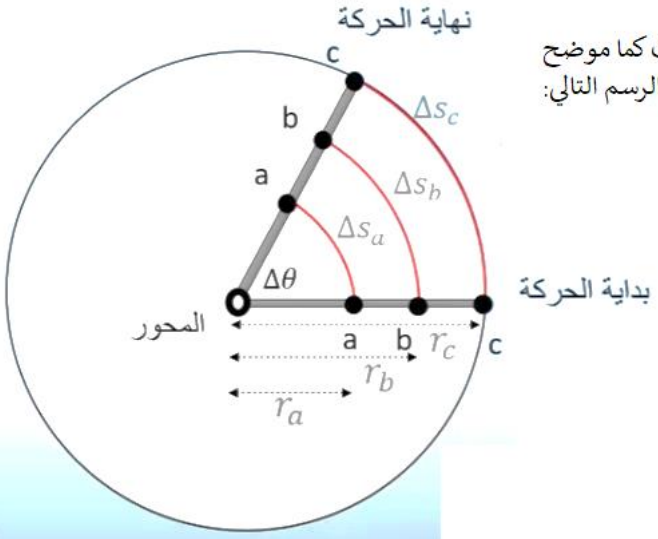


(3) بما أن السرعة الزاوية $\omega = \frac{\Delta\theta}{\Delta t}$ ، والإزاحة الزاوية $\Delta\theta$ متساوية للسيارتين، وكذلك الفترة الزمنية Δt متساوية للسيارتين، تكون إذاً السرعة الزاوية متساوية للسيارتين $\omega_1 = \omega_2$

(4) بما أن السرعة الخطية $v = \frac{\Delta s}{\Delta t}$ ، وحيث أن الفترة الزمنية Δt متساوية للسيارتين، فإنه كلما زاد طول القوس (المسافة المقطوعة) Δs تزيد السرعة الخطية، لذا يكون $v_2 > v_1$

22

قارن بين السرعة الخطية والسرعة الزاوية للمسارات الثلاث كما موضح في الرسم التالي:



23

يدور قرص فرن ميكروويف بسرعة زاوية 6 rev/min. احسب سرعته الزاويَّة بوحدة rad/s

الحل

الطريقة الأولى:

$$\omega = \frac{6\ rev}{min} \times \left(\frac{min}{60\ s}\right) \times \left(\frac{6.28\ rad}{rev}\right)$$

$$\omega = 0.63\ \text{rad/s}$$

الطريقة الثانية:

$n = 6, \quad t = 60\ s$

$f = \frac{n}{t} = \frac{6}{60} = 0.1\ \text{Hz}$

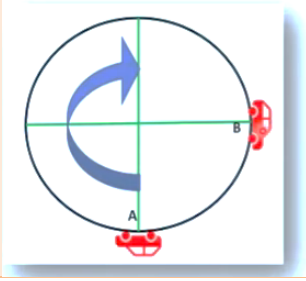
$\omega = 2\pi f = 2\pi \times 0.1 = 0.63\ \text{rad/s}$

24

تبلغ سرعة سيّارة سباق على مسار 150 m/s. قطر كل من العجلتين الخلفيتين للسيارة 2 m، بينما قطر كل من العجلتين الأماميتين 40 cm. ما هي السرعة الزاوية للعجلات الأمامية والخلفية على التوالي؟

25

سؤال: في الشكل الموضح، تدور سيارة حول مسارٍ دائريٍ نصف قطره 300 m إذا علمت أنها تتحرك من النقطة A إلى النقطة B خلال 80 s ، احسب ما يلي:



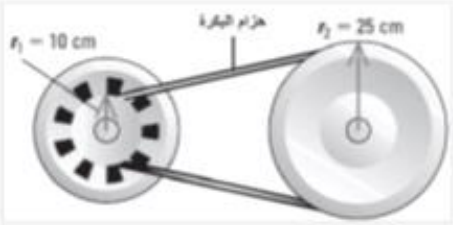
a. السرعة الزاوية للسيارة

b. السرعة الخطية للسيارة

c. الزمن الدوري.

26

بكرتان مختلفتا الأقطار يدوران معاً نتيجة ارتباطهما بحزام مطاطي. ترتبط البكرة الصغرى بمحرك يدور بمعدل 200.0 rpm ، ما تردد البكرة الكبرى.(مساعدة: سرعة البكرتين متساوية عند الحافة الخارجية لكليهما)

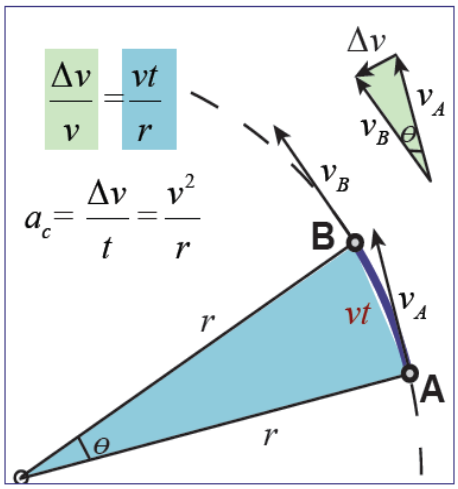


التسارع المركزي

هو تسارع تسببه القوة المركزية ويكون في نفس اتجاهها وينتج عنه تغير اتجاه السرعة

قانون التسارع	

من خلال الرسم التالي ، أثبت ان $a_c=v^2/r$



الشكل 1-10 تغيُّر السرعة في الحركة الدائرية.

التسارُع المركزي بدلالة السرعة الزاوية

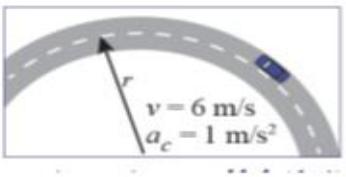
قوانين التسارع المركزي a_c		

27

يحتاج المهندس المدني لتصميم دوّار يسمح بتسارع مركزي $1\ m/s^2$.

a. ما أقصر نصف قطر ممكن للدوّار إذا كانت السرعة المتوقَّعة للسيّارة عليه $6\ m/s$؟

b. احسب السرعة الزاويّة المطلوبة للسيارة.

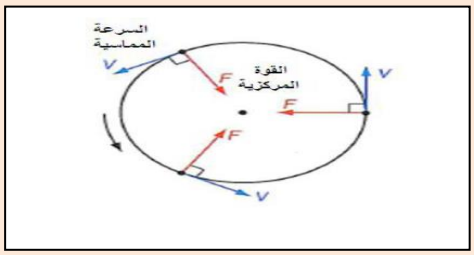


28

إذا تضاعف الزمن الدوري لجسم يتحرك في مسار دائري، ما الذي يحدث لتسارع الجسم المركزي؟

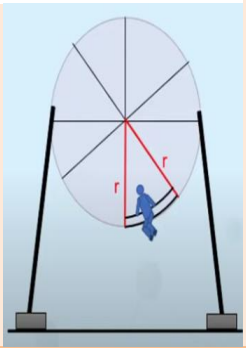
29

فسِر وجود عجلة مركزية في الحركة الدائرية المنتظمة:



30

تبلغ سرعة صبي على أرجوحة دورانية 4.5 m/s والتسارع المركزي للجزء السفلي من الأرجوحة $8.1\ m/s^2$. ما طول كل حبل من حبال الأرجوحة.



31

تحرك جسم على محيط دائرة بسرعة مماسية 125.5 m/s, فإذا كان تردد الجسم 10 Hz احسب:

a. نصف قطر المسار الدائري
b. التسارع المركزي
c. السرعة الزاوية للجسم
d. الزاوية التي يمسحها نصف القطر خلال 3 s .

32

تدور نقطة على نهاية قرص دائري بتسارع مركزي مقداره $0.2\ m/s^2$ ، ما مقدار الزاوية التي تقطعها النقطة بعد مرور 5 sec إذا علمت أن محيط القرص = 1.57 m؟

33

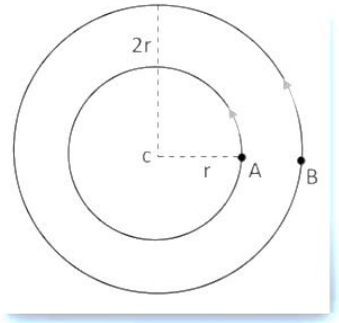
احسب التسارع المركزي الذي يتحرك به جسم يقف عند خط الاستواء للأرض إذا علمت أن نصف قطر الأرض $6.38X10^6$ m؟

34

يدور حجر مربوط بخيط طوله $0.6m$ حركة دائرية منتظمة فإذا كان زمنه الدوري $0.8s$ ، احسب سرعته الخطية.

35

في الشكل أدناه جسمان A و B يدوران معاً بشكل متزامن، ما نسبة التسارع المركزي للجسم A إلى التسارع المركزي للجسم B؟



a. $\frac{a_{cA}}{a_{cB}} = 2$

b. $\frac{a_{cA}}{a_{cB}} = 4$

c. $\frac{a_{cA}}{a_{cB}} = \frac{1}{2}$

d. $\frac{a_{cA}}{a_{cB}} = \frac{1}{4}$

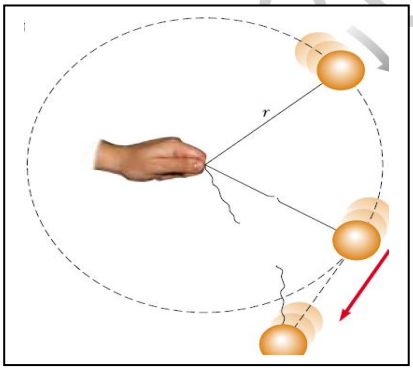
36

قرص ضوئي قطره 12.0 cm والزمن الدوري له 0.1 s . احسب العجلة المركزية عند الحافة الخارجية للقرص.

37

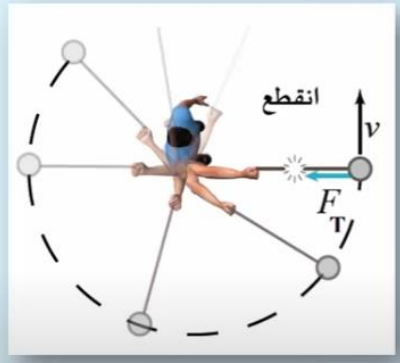
يدور جسيم في مسار دائري نصف قطرة 30 cm بسرعة 50 rev/min، احسب:

أ) التردد:
ب) الزمن الدوري:
جـ) السرعة الخطية:
د) السرعة الزاوية:
و) التسارع المركزي:



قوّة الجذب المركزية

1.
a. ماذا يحدث للكرة عندما تبذل قوة في نفس اتجاه حركة الجسم؟
b. ماذا يحدث للكرة عندما تبذل قوة في اتجاه معاكس لحركة الجسم؟
c. ماذا يحدث للكرة عندما تبذل قوة متعامدة مع حركة الجسم؟
وماذا تسمى هذه القوة؟



- ما هو اتجاه قوة الشد في الحبل؟ وما هو اتجاه السرعة الخطية؟

اتجاه قوة الشد دائماً باتجاه مركز الدائرة، والسرعة الخطية باتجاه المماس للدائرة عند أي نقطة على طول المسار.

- ماذا يحدث لو انقطع الخيط؟ وفي أي اتجاه سيتحرك الثقل؟

حسب قانون نيوتن الأول فإن الجسم سيتابع حركته (مبتعداً عن الدائرة) بشكل مستقيم في اتجاه المماس للدائرة عند تلك النقطة.

- طالما أن الخيط لم ينقطع، ما الذي يسبب حركة الثقل في مسار دائري؟

حسب قانون نيوتن الثاني لابد من وجود قوة محصلة وبالتالي تسارع يسبب حركة الثقل في المسار الدائري، وقوة شد الحبل في هذه الحالة هي القوة المحصلة.

ملاحظة:

إذا كانت محصلة القوى عموديةً على اتجاه الحركة فإن الجسم يسير بمسار دائري ويكون له تسارع مركزي، وتسمى عندها محصلة القوى بالقوة المركزية لأنها دائماً تكون باتجاه المركز.

لحساب القوة نستخدم المعادلة $F = ma$

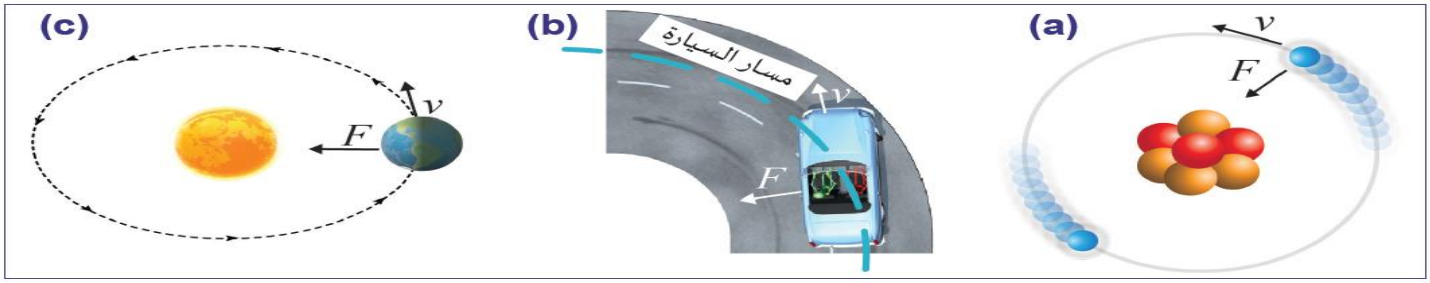
القوة المركزية (N)	F_c
الكتلة (kg)	m
السرعة المماسية (m/s)	v_t
نصف القطر (m)	r

يمكن التعبير عن القوة المركزية بدلالة

السرعة الزاوية: $F_c = m\,\omega^2\,r$

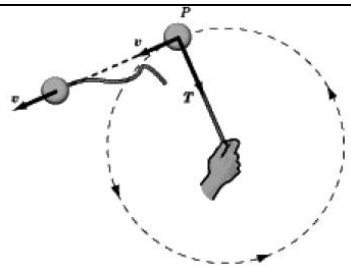
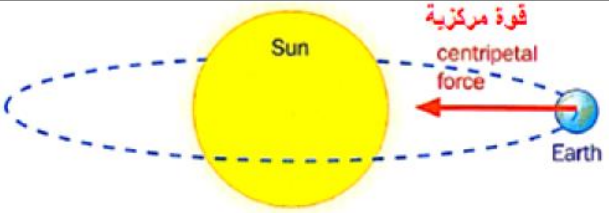
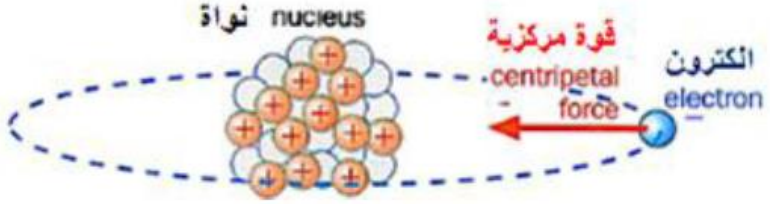
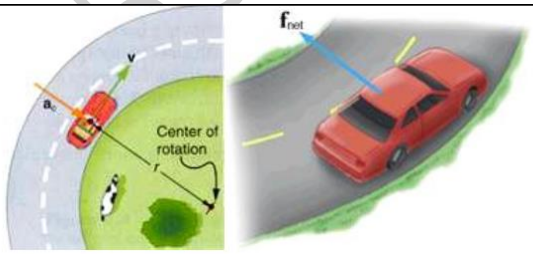
السرعة الخطية: $F_c = \frac{m\,v_t^2}{r}$

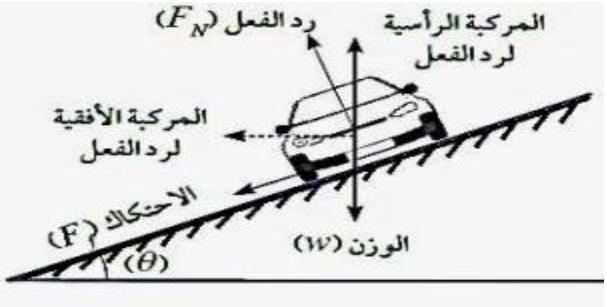
تعريف القوة المركزية	
قوانين القوة المركزية	
أمثلة على القوة المركزية	
قانون قوة الاحتكاك	
قانون الشغل	



الشكل 1-12 (a) القوة الكهربائية الساكنة بين الإلكترونات والنواة. **(b)** قوة الاحتكاك بين إطارات السيارة والأرض. **(c)** قوة الجاذبية بين الأرض والشمس.

2. اذكر مصدر القوة المركزية في الجدول التالي؟



3. باستخدام قانون $Fc=mv^2/r$ أثبت ان $Fc=m\omega^2 r$

كيف تتغير القوة المركزية اذا:

- تضاعفت الكتلة:
- تضاعفت السرعة الخطية:
- تناقصت السرعة الزاوية الى الربع:
- زادت السرعة الخطية ثلاث اضعاف:
- تناقصت الكتلة الى النصف
- تضاعف التردد
- ازداد الزمن الدوري ثلاث اضعاف
- تضاعفت الازاحة الزاوية

38

طفل كتلته 35 kg يتحرك في حركة دائرية منتظمة بينما يركب حصان على ناقل دائري.يبعد الحصان مسافة 3.2 m من محور دوران الناقل الدائري وبسرعة مماسية مقدارها 2.6 m/s.

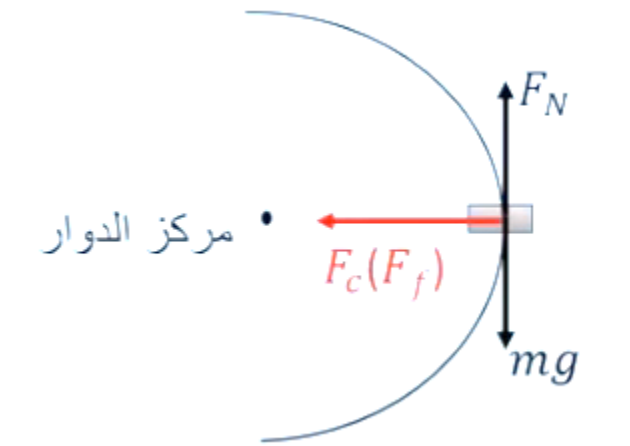
أ.ما هو التسارع المركزي للطفل؟

ب.ما هي القوة المركزية المؤثرة على الطفل؟

سلسلة ألفا في الفيزياء 66453001

39

كيف يمكن حساب أقصى سرعة مسموح بها للحركة في دوار أفقي دون انزلاق؟



40

طريق دائري مستوي نصف قطره 10 m، وبه ثلاث سيارات A,B,C تسير بسرعات 7 m/s , 8 m/s , 10 m/s على الترتيب، إذا كان معامل الاحتكاك بين الطريق وإطارات السيارات هو 0.81. أي هذه السيارات سوف تنزلق أثناء دورانها؟

41

ما الشغل المبذول من قبل القوة المركزية (F_c) على جسم يسير في مسار دائري بحركة دائرية منتظمة نصف قطره (r)؟

مثال 5

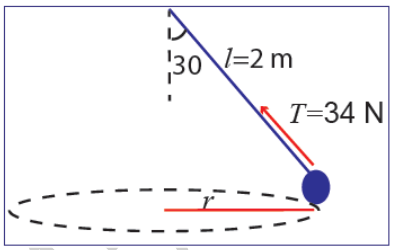
كُرة كُتلتها 2 kg مربوطة بحبل تتحرك في مسار دائري نصف قطره 15. m القيمة القصوى لقوّة الشد 50 N، احسب السرعة القصوى للكُرة.

مثال 6

سيارة كتلتها 900 kg تسير على منحنى نصف قطره 500 m بسرعة زاويَّة مقدارها 0.05 rad/s. احسب أقل قيمة ممكنة لمعامل الاحتكاك بين إطارات السيارة وأرضية الشارع.

مثال 7

كرة مربوطة بخيط تدور بشكل دائري كما هو موضح في **الشكل 1-13**.
إذا كانت قوة الشد 34 N وكتلة الكرة 3 kg احسب السرعة المماسّية للكُرة.

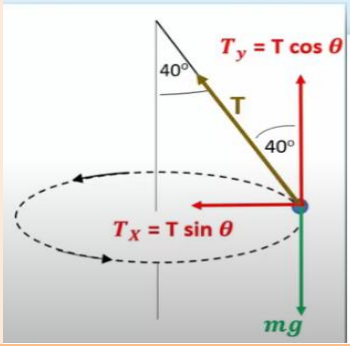


المطلوب: السرعة المماسّية v_t

42

ربط طفل كرة كتلتها 250 g بخيط وأدارها بحيث تتحرك أفقياً في مسار دائري نصف قطره 3 cm بسرعة ثابتة، وبحيث يصنع الخيط زاوية 40^o مع الرأسي كما في الشكل، أوجد:

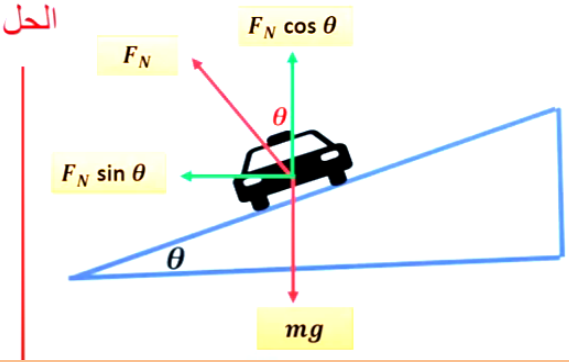
A) قوة الشد في الخيط B) السرعة الزاوية للكرة



43

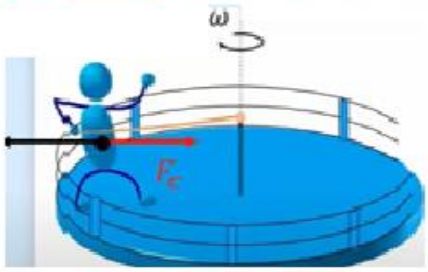
أراد مهندس تصميم دوار مائل كما في الشكل بحيث تدور فيه السيارات دون انزلاق حتى في الأيام شديدة البرودة حيث تكون الطرق مغطاة بالجليد (لا يوجد احتكاك)، إذا علمت أن أقصى سرعة في الدوار هي v 13.4 m/s ، ونصف قطر الدوار هو r 35 m، ما هي زاوية ميل الدوار حتى يسمح بذلك؟

الحل



قوة الطرد المركزية

لِمَ تندفع أجسامنا إلى الخارج في اللعبة الدوارة بمدينة الألعاب أو أثناء القيادة حول دوار؟ كما بالشكل.



في الحقيقة لا توجد قوة ولكن يندفع جسمك للخارج عكس اتجاه القوة المركزية بسبب القصور الذاتي، ويسمى هذا التأثير بقوة الطرد المركزية.

تعريف قوة الطرد المركزية	
تعريف القصور الذاتي	
تطبيق على قوة الطرد المركزية	

يُستخدم تأثير قوة الطرد المركزية بفعالية في الكثير من التطبيقات:

- **فصل الكريمة من الحليب**: حيث يُوضع الحليب في الجهاز (فاصل الكريمة) ويتم تدويره بسرعة كبيرة، وبسبب أن كتل جسيمات الكريمة أكبر يكون القصور الذاتي لها أكبر فيتم دفعها إلى الجوانب بينما يبقى الحليب خالي الدسم في المركز.

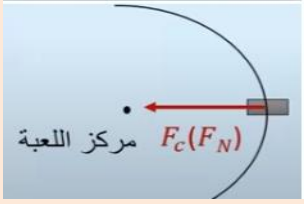
- **فصل مكونات الدم**: حيث تُوضع عينة الدم في الجهاز (الطرد المركزي) ويتم تدويره بسرعة كبيرة، وبسبب اختلاف مكونات الدم (خلايا الدم الحمراء، الصفائح الدموية و البلازما) في الكتل يتم فصلها عن بعضها أثناء الدوران.

44

ما الذي يمنعك من الانزلاق للخارج أثناء الدوران؟

حيث تعمل القوة المركزية عكس تاثير الطرد المركزي للحفاظ على مكانك أثناء الدوران.

ما القوى المؤثرة أثناء الدوران والتي تسبب القوة المركزية؟

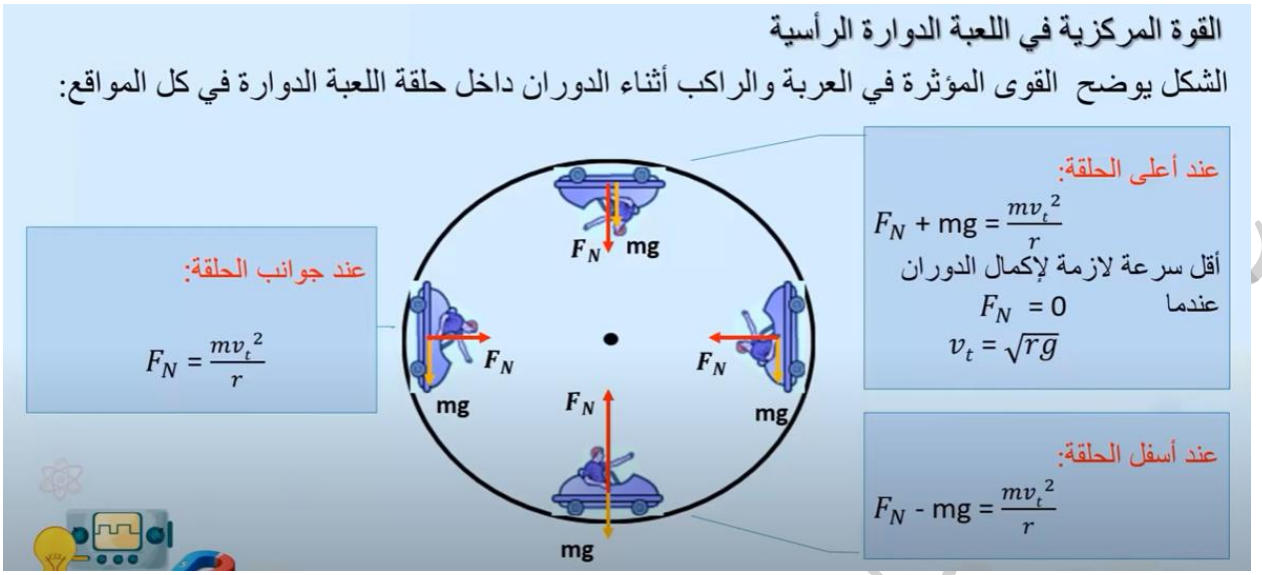


- قوة رد الفعل F_N من جوانب اللعبة أو المقعد على الراكب تجاه مركز اللعبة.

$$F_c = F_N = \frac{mv_t{}^2}{r}$$

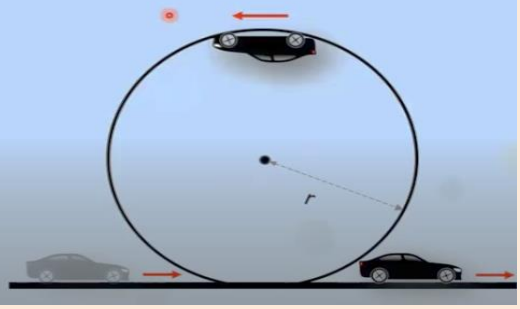
القوة المركزية في اللعبة الدوارة الرأسية

الشكل يوضح القوى المؤثرة في العربة والراكب أثناء الدوران داخل حلقة اللعبة الدوارة في كل المواقع:



45

ما هي أقل سرعة لازمة للسيارة لإكمال الدوران في الحلقة الدائرية العمودية كما بالشكل أدناه إذا علمت أن نصف قطر الحلقة الدوارة هو $r = 12m$؟



46

5. تتحرّك سيارة سباق بسرعة 200 km/h على جزء دائري من مسار السباق الذي يبلغ نصف قطره 300 m. تبلغ كتلة السيارة والسائق 800 kg.

a. ما مقدار التسارع المركزي الذي يشعر به السائق؟

b. ما مقدار القوة المركزية التي تؤثّر في السيارة؟

47

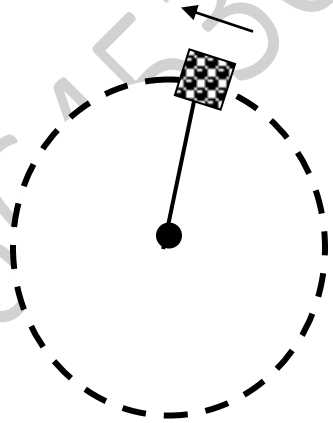
6. تتحرّك دراجة بسرعة 30 km/h. إذا كان نصف قطر كل من إطاري الدراجة 35 cm ما هي السرعة الزاويّة للإطارين؟

48

جسمان متماثلان في الكتلة يدوران في مسار دائري، إذا كانت النسبة بين نصفي قطري المدارين هي $\frac{r_1}{r_2} = \frac{1}{2}$، كم يجب أن تكون النسبة بين سرعة الجسمين $\frac{v_1}{v_2}$ حتى يعطيا نفس القوة المركزية؟

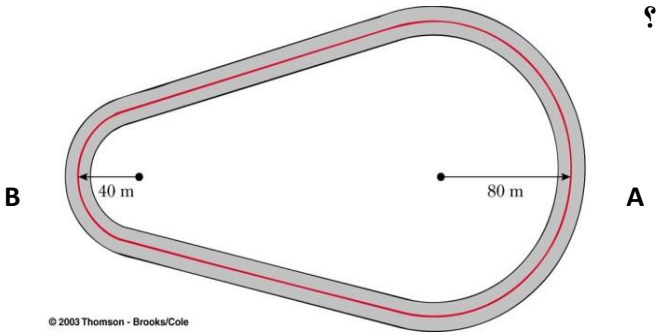
أسئلة إضافية:

1. يدور جسم كتلته(m=5kg) بمعدل 180 rev/min، على محيط دائرة 1.5 m ،حدد على الرسم أدناه اتجاه كل من السرعة المماسية ،التسارع المركزي،والقوة المركزية ثم احسب :



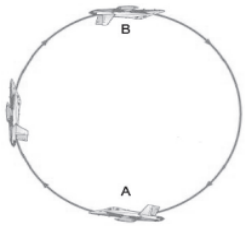
a. السرعة الزاوية :
b. بالسرعة الخطية :
c. التسارع المركزي :
d. القوة الجاذبة المركزية :
e. المسافة المقطوعة خلال 20 ثانية :
f. الزاوية المقطوعة خلال 20 ثانية :

2. مضمار سباق مصمم على هيئة قوسين نصف قطره عند النقطة A هو 80 متر وعند النقطة B هو 40 متر موصولين بمضمارين مستقيمين كما هو موضح بالرسم، في تجربة سباق عملية ، يتحرك السائق بسرعة مقدارها 50 م/ث للدورة الكاملة. ما هي النسبة بين التسارع المركزي عند النقطة A بالنسبة للنقطة B؟



a. ½
b. ¼
c. 2
d. 4

في الشكل الموضح ، طائرة تطير بحيث تصنع حركتها مساراً دائرياً نصف قطره 300m ، احسب السرعة الزاوية للطائرة إذا علمت أنها تتحرك من النقطة A إلى النقطة B في زمن قدره 4s.



- 0.79 rad/s
- 15 rad/s
- 25 rad/s
- 0.04 rad/s

ما قيمة السرعة المماسية للطائرة ؟

- 1200 m/s
- 237 m/s
- 75 m/s
- 853 m/s

ما قيمة الزمن الدوري للطائرة؟

- 8s
- 4s
- 0.25s
- 16s

ما قيمة العجلة التي تتحرك بها الطائرة؟

- 223 m/s^2
- 187 m/s^2
- 5 m/s^2
- 0.79 m/s^2

(13) يجلس طفل في أرجوحة دائرية ، تدور بشكل أفقي ، قطرها 3.2 m. تدور الأرجوحة بمعدل ثابت وهو دورة واحدة في 3.5 s ،

أ- احسب (بالنسبة للطفل) :

i. السرعة المماسية.

ii. السرعة الزاوية.

iii. العجلة.

ب- إذا كان الطفل يمسك بكرة فسقطت منه أثناء الدوران من موضع يقع على حافة الأرجوحة. وضح مسار الكرة عند السقوط.

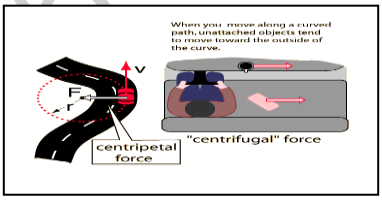
علل لما يلي تعليلاً علمياً دقيقاً:

أ- رغم أن سرعة جسم يتحرك حركة دائرية منتظمة ثابتة إلا أنه يتحرك حركة معجلة.

ب- تسمى عجله الحركة في الحركة الدائرية المنتظمة عجلة مركزية.

ت- لا تبذل القوة المركزية شغلاً على جسم يتحرك حركة دائرية منتظمة.

عند دخول سيارتك في منعطف باتجاه اليمين تتحرك الاشياء داخل السيارة الى جهة اليسار؟



(2)اشرح العبارات التالية:

أ- للسرعة الزاوية علاقة بالسرعة الخطية للجسم الذي يتحرك حركه دائرية منتظمة.

ب- الحركة الدائرية المنتظمة لجسم تصلح كمبدأ لقياس الزمن.

ت- نسمي قوه شد الخيط للجسم الذي يتحرك حركه دائرية بالقوة المركزية.

أذرع مروحة طائرة عمودية تشكل عند دورانها دائرة قطرها 14.0 m ، فإذا كانت العجلة المركزية التي تتحرك بها نقطة عند حافة أحد أذرعها هي $2527\ m/s^2$. احسب الزمن الدوري لمروحة الطائرة.

(7)تحرك جسيم كتلته 200 g على محيط دائرة بسرعة مماسية 125.6 m/s فإذا كان تردد الجسيم 10 Hz ، احسب:

أ – نصف قطر المسار الدائري

ب – العجلة المركزية

ج – قوة الجذب المركزية

د – السرعة الزاوية للجسم

هـ – الزاوية التي يمسحها نصف القطر خلال 3s

مع تمنياتي لكم بالتفوق والتميز مع سلسلة ألفا في الفيزياء للصف الثاني عشر علمي وتكنولوجي

أستاذ داوود سليمان 66453001

تليجرام ألفا للفيزياء 12 علمي وتكنولوجي(أ.داوود سليمان 66453001)

https://t.me/alphaphysics12_dawoodsuleman

فيسبوك ألفا للفيزياء 12 علمي وتكنولوجي (أ.داوود سليمان 66453001)

https://www.facebook.com/physics.teachers.5439

WhatsApp ألفا 1 للفيزياء 12 علمي وتكنولوجي (أ.داوود سليمان 66453001)

https://chat.whatsapp.com/DqRAfocoq65KIaaiiLlKtG

ألفا 2 للفيزياء 12 علمي وتكنولوجي (أ.داوود سليمان 66453001)

https://chat.whatsapp.com/HDYiRd2lgWIANEb8cCNRZB

ألفا للفيزياء 11 علمي وتكنولوجي (أ.داوود سليمان 66453001)

https://chat.whatsapp.com/KzlY6m62qFTKu9ODPvZAAM

الفا للفيزياء صف عاشر 10(أ.داوود سليمان 66453001)

https://chat.whatsapp.com/IUybXAOSHiZGe4kvyoUzpj

سلسلة ألفا في الفيزياء 66453001