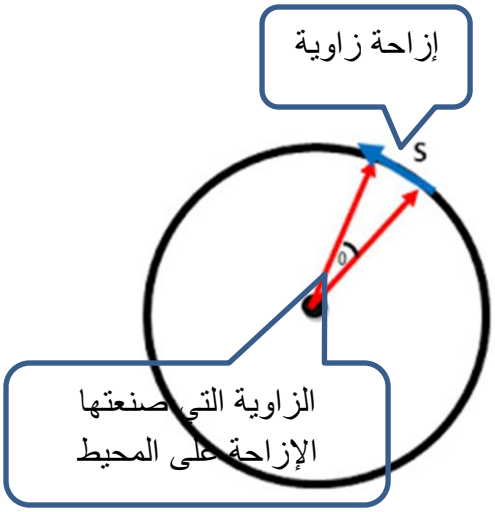
الحركة الدائرية



الحركة الدائرية :

هي حركة جسم على مسار دائري (محيط دائرة) .

عندما يتحرك الجسم على محيط دائر ما فإن انتقاله على محيط الدائر يشكل زاوية لذا نسمي المسافة التي قطعها الجسم على محيط الدائرة بالإزاحة الزاوية

الإزاحة الزاوية :

الزاوية التي يمسحها نصف قطر المسار الدائري

طرق قياس الزوايا :

هناك طريقتان لقياس الزوايا وهما :

1 – قياس الزاوية بالدرجات 2 – قياس الزاوية بالرديان

الـــراديان :

قياس الزاوية التي يكون طول قوسها مساويا لنصف قطر دائرتها

الزاوية بالرديان — طول القوس

$$\theta_{rad} = \frac{S}{r}$$

نصف القطر

ملاحظـــة مهمـة جـدا :

في موضوع الحركة الدائرية يعتمد قياس الزاوية بالرديان فقط

التحويل من قياس الزاوية بالدرجات إلى الرديان أو العكس :

الزاوية بالرديان — الزاوية بالدرجات

$$\theta_{rad} = \frac{\pi}{180} \times \theta^{o}$$

Magdy Awad 0506168599

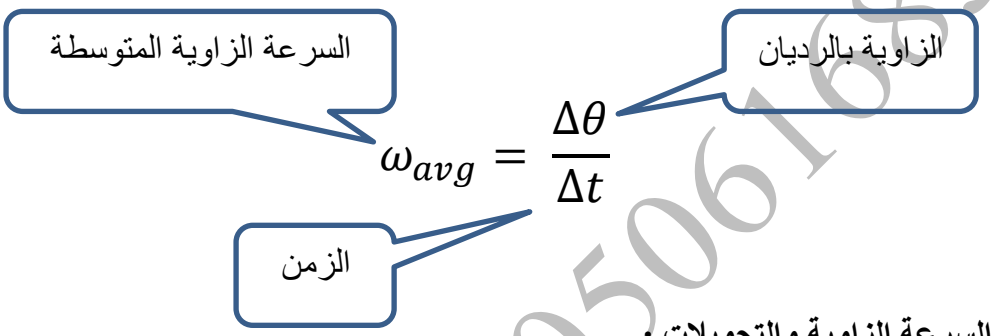
التحويل من الدورة إلى الرديان أو العكس :

الســـرعة الزاوية :

عندما يتحرك جسم على محيط دائر فإنه يمسح زوايا خلال فترات زمنية تسمى بالسرعة الزاوية

السرعة الزاوية المتوسطة :

نسبة الإزاحة الزاوية إلى الفترة الزمنية التي حدثت فيها تلك الإزاحة



مســـائل على السرعة الزاوية والتحويلات :

1 – تدور أسطوانة نصف قطرها 56 سم بسرعة زاوية قدرها 120 لفة في الدقيقة) (احسب السرعة الزاوية بوحدة الـ (*rad/sec*) وبوحدة , *degrees/sec* وكذلك احسب السرعة الخطية لنقطة ما على المحيط الخارجي لهذه الأسطوانة.

.....

.....

.....

.....

2 – يلعب محمد باليويو *Yoyo* فإذا علمت أن قطر الأسطوانة الداخلية لليويو 1.5 سم ونصف قطر الأسطوانة الخارجية لليويو 3.5 سم وأن محمد سحب الخيط بسرعة قدرها 60 كم/ساعة فاحسب سرعة دوران اليويو.

.....

.....

.....

.....

Mady Awad 0506168599

3 – يركب محمد دراجة قطر الإطارات لهذه الدراجة 0.75 متر وتدور بسرعة قدرها 3 راديان لكل ثانية. احسب المسافة التي يقطعها خلال 5 دقائق.

.....

.....

.....

.....

4 – ربطت لعبة أطفال على شكل طائرة بطرف حبل طوله 1.5 م ثم أديرت في مسار دائري كما هو موضح في الشكل

أ. ما مقدار السرعة الدائرية اللازمة لجعل هذه الطائرة تدور في المسار الدائري بسرعة 6م/ ث؟

[الإجابة 4 راديان لكل ثانية]

.....

.....

.....

5 – ربطت كرة في طرف خيط طوله 50 سم ثم أديرت بانتظام بحيث تعمل 20 دورة كل نصف دقيقة. احسب : أ. الزمن الدوري . ب. مقدار السرعة الدائرية للكرة . ج. مقدار السرعة الخطية للكرة.

الإجابة [1.5 ، 4.2r/s ، 2m/s]

.....

.....

.....

6 – مسمار مثبت في أحد أذرع مروحة تتحرك بسرعة زاوية منتظمة. فإذا كان نصف قطر المسار الذي يعمله المسمار35 سم ,وتستغرق المروحة زمناً قدره 3.5 ثانية لإتمام دورة كاملة. فاحسبي :

أ. الزمن الدوري . ب. السرعة الخطية . ج. والسرعة الدائرية لهذا المسمار.

الإجابة [3.5 s ، 0.6m/s ، 1.8r/s]

.....

.....

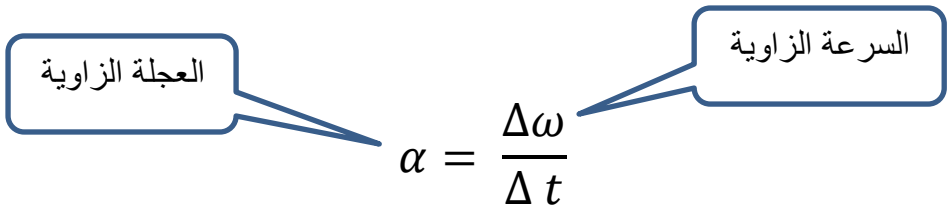
.....

.....

Magdy Awad 0506168599

العجلة الزاوية :

أن معدل التغير في السرعة الزاوية يطلق علية العجلة الزاوية .



مســـائل على العجلة الزاوية :

1 – يتحرك جسيم بسرعة ثابتة في مسار دائري نصف قطره *0.6m* ، إذا كان الجسيم يعمل *6* دورات في الثانية الواحدة احسب

أ) السرعة الزاوية للجسيم

ب) تسارع الجسيم

.....

.....

.....

.....

2 – احسب العجلة الزاوية اللازمة لشفرة مروحة لترتفع سرعتها الزاوية من (8.5 rad/ s) إلى (15.4 rad/s) خلال (5.2 s) الإجابة [$1.32\ rad / s^2$]

.....

.....

.....

.....

3 – يدور دولاب دراجة بسرعة زاوية ابتدائية (21.5 rad / s) تتسارع الدراجة فتصبح السرعة الزاوية (28 rad / s) بعد (3.5 s) احسب متوسط عجلة الدولاب الزاوية

الإجابة [$1.9\ rad / s^2$]

.....

.....

.....

Magdy Awad 0506168599

4 – أوجـد العجـلة الزاوية لقرص مدينــة ألعاب دوار تزداد ســرعته الزاوية من (0.5 rad / s) إلى (0.6 rad / s) خلال (0.5 s) الإجابة [$0.2\ rad / s^2$]

.....

.....

.....

معادلات الحركة الدورانية :

هي مجموعة من المعادلات تشبه معادلات الحركة الخطية وذلك لإيجاد السرعة النهائية أو السرعة الابتدائية أو العجلة الزاوية أو الزاوية

م	المعادلة	استخدامات المعادلة	دلالة الرمز
1	$\omega_f = \omega_i + \alpha\, t$	تستخدم المعادلة في إيجاد السرعة الزاوية النهائية أو الابتدائية أو العجلة الزاوية أو الزمن	السرعة الزاوية النهائية ω_f
2	$\omega_f^2 = \omega_i^2 + 2\,\alpha\,\Delta\theta$	تستخدم المعادلة في إيجاد السرعة الزاوية النهائية أو الابتدائية أو العجلة الزاوية أو الزاوية	السرعة الزاوية الابتدائية ω_i
3	$\Delta\theta = \left(\frac{\omega_i + \omega_f}{2}\right)t$	تستخدم المعادلة في إيجاد الزاوية أو السرعة الزاوية الابتدائية أو النهائية أو الزمن	العجلة الزاوية α
4	$\Delta\theta = \omega_i t + \frac{1}{2}\,\alpha t^2$	تستخدم المعادلة في إيجاد الزاوية أو السرعة الزاوية الابتدائية أو العجلة الزاوية أو الزمن	الزاوية θ

مســـائل على معادلات الحركة الدائرية :

1 – يقطع دولاب دراجة (11 rad) خلال (2 s) ما العجلة الزاوية للدولاب إذا كانت سرعته الزاوية الابتدائية (2 rad / s) الإجابة [$3.5\ rad / s^2$]

.....

.....

.....

Magdy Awad 01000168599

2 – تعلق سمكة في دوامه مائية تسببت بها محركات ناقلة نفط فتزداد سعرتها الزاوية من (1 rad / s) إلى (14.5 rad / s) خلال (4.5 s) . إذا كانت مياه الدوامة تدور بمعدل ثابت فكم تكون العجلة الزاوية للسمكة الإجابة [$3\ rad / s^2$]

.....

.....

.....

3 – يتسارع دولاب سيارة لعبة بعجلة زاوية ($22.4\ rad / s^2$) إذا بدأ الدولاب الدوران بسرعة زاوية (10.8 rad / s)

أ) فكم تصبح سرعته بعد ثلاث دورات كاملة ب)كم من الوقت يلزم الدولاب ليقطع ثلاث دورات

.....

.....

.....

4 – يدور مثقاب كهربي من السكون بعجلة زاوية ثابتة وتصل سرعته الزاوية إلى (2628 rad / s) خلال (3.2 s) أوجد العجلة الزاوية الثابتة للمثقاب ثم أوجد زاوية دوران المثقاب خلال هذه الفترة .

الإجابة [$4.2 \times 10^3\ rad$ ، $8.2 \times 10^2\ rad / s^2$]

.....

.....

.....

5 – وضع دولاب سيارة على آلة ترصيص وانطلق من السكون بعجلة ($41\ rad / s^2$) لمدة (1.2 s) احسب سرعته الزاوية النهائية . وعدد الدورات التي قطعها خلال هذه الفترة

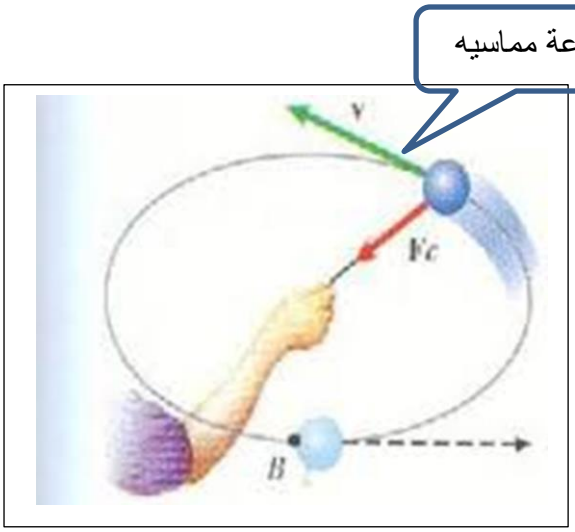
.....

.....

.....

Magdy Awad 0506168599

السـرعة المماسـية :



هي السرعة اللحظية للجسم في الحركة الدورانية . تنتج السرعة المماسية نتيجة دوران جسم على محيط دائرة ويمثل اتجاهها اتجاه حركة الجسم في مسارة الدائري .

نصف القطر

السرعة الزاوية

السرعة مماسيه

$$\vartheta_t = r\ \omega$$

مسـائل على السرعة المماسية :

1 – يبلغ نصف قطر قرص حاسوب (0.06 m) فإذا كانت السرعة المماسية لميكروب يقف على حافة القرص هي (1.88 m / s) فما هي سرعة القرص الزاوية الإجابة [31.3 rad / s]

.....

.....

.....

2 – يشير عداد سرعة سيارة متحركة إلى (80 km / h) إذا كانت السرعة الزاوية لدوران احد إطارات السيارة (175 rev / s) جد نصف قطر الاطار الإجابة [0.02 m]

.....

.....

.....

3 – تدور مروحة بسرعة زاوية ($60\ \pi\ rad/s$) ما السرعة المماسية لنقطة على احدى شفراتها تبعد (50 cm) من محور الدوران .

.....

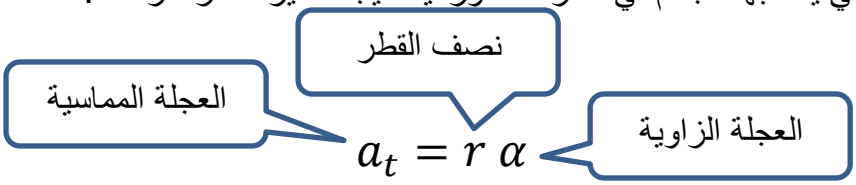
.....

.....

Magdy Awad 0506168599

العجـلة المماســـية :

هي العجلة التي يكتسبها الجسم في الحركة الدورانية نتيجة لتغير مقدار سرعته .



مســـائل على العجلة المماسية :

1 – تبلغ العجلة الزاوية للدولاب الدوار ($0.5\ rad / s^2$) كم يبعد راكب عن مركز الدولاب إذا كانت العجلة المماسية ($3.3\ m / s^2$) الإجابة ($r = 6.6\ m$)

.....

.....

2 – تتدحرج كرة من السكون دون انزلاق من قمة سطح مائل طوله (2 m) إذا بلغت سرعتها لحظة وصولها أسفل السطح (2 m / s) وكان نصف قطر الكرة (0.10) أوجد العجلة الزاوية للكرة

الإجابة [$10\ rad / S^2$]

.....

.....

.....

.....

3 – يمسك خال بيده طرف خيط ربطت في نهايته الاخر كرة صغيرة يدورها في مسار دائري أفقي بعجلة زاوية ($0.35\ rad / s^2$) إذا كانت العجلة المماسية للكرة ($0.18\ m / s^2$) فما طول الخيط .

.....

.....

.....

4 – يتسارع دولاب نصف قطره (0.3 m) من السكون بعجلة زاوية مقدارها ($0.6\ rad / s^2$) بعد (2 s) أوجد

1 – الإزاحة الزاوية لنقطة عند حافة الدولاب

.....

.....

Magdy Awad 0506168599

2 – السرعة الزاوية للدولاب

.....

.....

3 – العجلة المماسية لنقطة عند حافة الدولاب

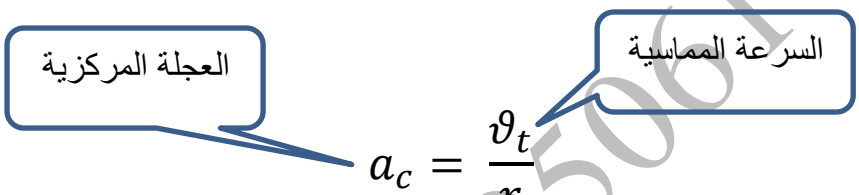
.....

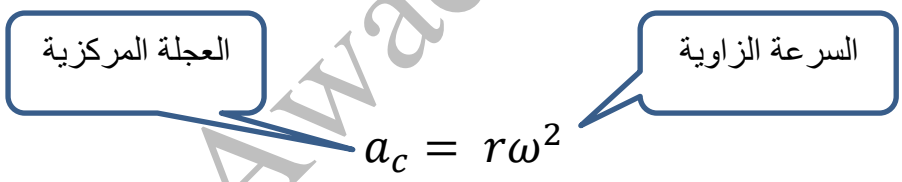
.....

العجـــلة المركزيـــة :

هي العجلة التي يكتسبها الجسم في الحركة الدائرية نتيجة تغير اتجاه السرعة المماسية .

لحساب العجلة المركزية قانونان هما





مسائل على العجلة المركزية :

1 – تدور سيارة في مسار دائري بسرعة ثابتة المقدار . إذا كانت السيارة على مسافة (48.2 m) من مركز المسار وعجلتها المركزية ($8.05\ m/s^2$) فما سرعتها المماسية الإجابة [19.7 m/s]

.....

.....

.....

.....

Magdy Awad 0506168599

2 – يجلس طفل على مسافة (1.5 m) من مركز قرص دوار . إذا كانت عجلة الطفل المركزية (1.5 m / s^2) فما مقدار سرعته المماسية ؟ ما السرعة الزاوية للقرص ؟ [1 rad / s ، 1.5 m / s]

.....

.....

.....

.....

3 – تدور سيارة سباق في مسار دائري بسرعة زاوية (0.512 rad / s) . إذا كانت عجلة السيارة المركزية (15.4 m / s^2) . فما المسافة بينها وبين مركز المسار الدائري .

.....

.....

.....

4 – توضع قطعة من الصلصال على مسافة (0.2 m) من مركز دولاب الفحار . إذا كانت السرعة الزاوية للدولاب (20.5 rad / s) فما مقدار العجلة المركزية لقطعة الصلصال على الدولاب ؟

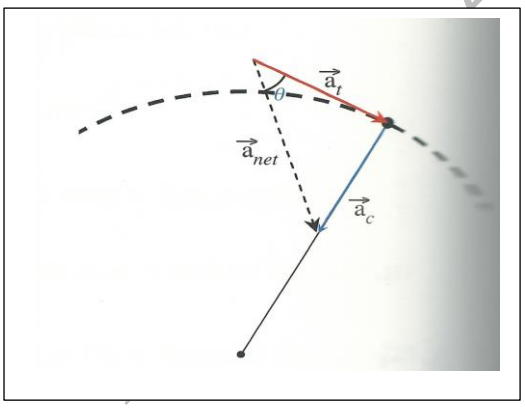
[84 m / s^2]

.....

.....

.....

Awad 0506168599



العجلة الكلية في الحركة الدائرية :

حركة جسم على مسار دائري بسرعة متغيرة المقدار يعني أن لعجلته مركبتين . مركبة نتيجة تغير مقدار السرعة . ومركبة باتجاه مركز المسار الدائري بسبب تغير اتجاه سرعته . كما هو موضح بالشكل المجاور . لان المركبتين المماسية والمركزية متعامدتان . لذا فإن

$$a_{ne} = \sqrt{a_t^2 + a_c^2}$$

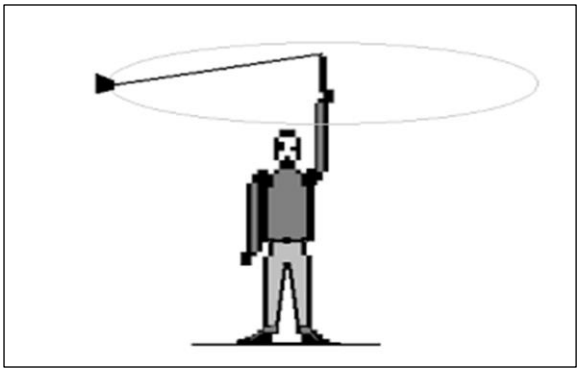
ويتم تحديد اتجاه المحصلة

$$\theta = tan^{-1}\left(\frac{a_c}{a_t}\right)$$

مسببات الحركة الدائرية :

عندما يتحرك جسم حركة دائرية فإنه يكتسب عجلة مركزية تم الاشاره لها بالرمز (a_c) . طالما الجسم اكتسب عجلة مركزية فلابد أن تكون هناك ايضا قوة مركزية الجسم يفضل الحركة في مسار مستقيم وذلك بسبب ظاهرة القصور الذاتي للجسم ولكن قوة الشد إلى الداخل (مركز الدوران) تجبر الجسم على الاستمرار في الحركة الدائرية

القوى المؤثرة على جسم يتحرك حركة دائرية أفقية :



عندما يتحرك جسم حركة دائرية أفقية كما هو موضح بالرسم المجاور فإنه يتأثر بقوتين هما :

1 – قوة الجاذبية الأرضية إلى أسفل

2 – قوة شد الخيط (القوة المتجهة نحو مركز الدوران)

لكن الجسم يتحرك حركة متزنة . لذا يمكننا القول أن المركبة الرأسية لقوة شد الخيط تساوي في المقدار قوة الجاذبية الأرضية

تعريف القوة المركزية

محصلة القوى المؤثرة في الجسم يتحرك على مسار دائري وتتجه نحو مركز المسار

قوانين حساب القوة المركزية :

$$F_c = m\, a_c$$

$$F_c = \frac{m\, \vartheta_t^2}{r}$$

$$F_c = m\, r \omega^2$$

Magdy Awad 0506168599

مسائل على مسببات الحركة المماسية (القوة المركزية) :

1 – يطير قبطان في طائرة بسرعة مماسية مقدارها (30 m / s) في مسار دائري نصف قطره (100 m) . إذا احتجنا إلى قوة مقدارها (635 N) لابقاء القبطان في مساره الدائري فكم تكون كتلة القبطان . الإجابة [70.6 kg]

.....

.....

2 – تجلس طفلة على لوح خشبي مربوط بفرع شجرة بحبل طوله (2.10 m) يدفع الوالد ابنته بسرعة مماسيه مقدارها (2.5 m) إذا كان مقدار القوة المركزية المؤثرة في الطفلة (88 N) فكم تكون كتلتها .

الإجابة [29.6 kg]

.....

.....

3 – راكب دراجة كتلته (55 kg) يقود دراجته بسرعة مماسية ثابتة المقدار على مسار دائري نصف قطره (40 m) . إذا كان مقدار القوة المركزية المؤثرة في الراكب (377) فما مقدار سرعة الدراجة .

.....

.....

.....

4 – يجلس طفل على مسافة (1.5 m) من محور دوران قرص يدور بسرعة زاوية (1.2 rad / s) ما كتلة الطفل إذا كان مقدار القوة المركزية المؤثرة في الطفل (40 N) الإجابة [18.5 kg]

.....

.....

.....

5 – تدور سيارة كتلتها (905 kg) في مسار دائري نصف قطره (3.25 km) ما السرعة المماسية (الخطية) للسيارة إذا كان مقدار القوة المركزية المؤثرة فيها (2140 N)

.....

.....

.....

Magdy Awad 0506168599