University of Anbar جامعة الانبار

اسم الكلية : كلية العلوم- قسم الفيزياء

اسم المحاضر: د. خالد روكان فليح الزوبعي

المرحلة: المرحلة الاولى رياضيات

اسم المادة انكليزي: General Physics

اسم المادة عربي: فيزياء عامة

عنوان المحاضرة انكليزي: Tangential and Radial Acceleration

عنوان المحاضرة العربي: التسارع المماسي والقطري

المصدر

Physics for scientists and engineer

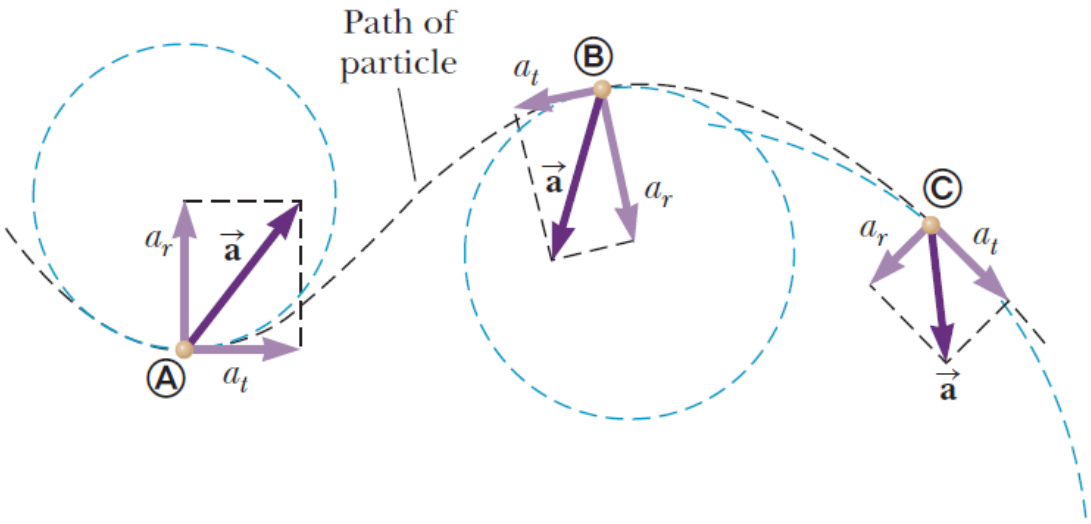
by

Serway

Tangential and Radial Acceleration التسارع المماسي والقطري

يتحرك الجسيم إلى اليمين على طول مسار منحن ، وتتغير سرعته في الاتجاه والمقدار كما هو موضح في الشكل.

يكون متجه السرعة دائمًا مماسًا للمسار ؛ ومع ذلك ، فإن متجه التسارع a يقع بزاوية معينة من المسار. في كل نقطة من النقاط الثلاث A و B و C في الشكل ، تمثل الدوائر الزرقاء المتقطعة انحناء المسار الفعلي عند كل نقطة. نصف قطر كل دائرة يساوي نصف قطر انحناء المسار عند كل نقطة.



عندما يتحرك الجسيم على طول المسار المنحني ، يتغير اتجاه متجه التسارع الكلي من نقطة إلى أخرى. في أي لحظة ، هذا

يمكن حل المتجه إلى مكونين بناءً على

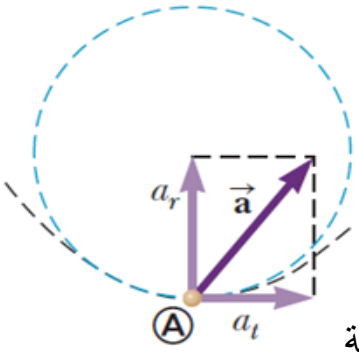
أصل في مركز الدائرة المتقطعة المقابلة لتلك

اللحظة نصف قطري

مكون a_r على طول نصف قطر الدائرة ومكون

مماسي متعامد مع نصف القطر هذا. يمكن كتابة

متجه التسارع الكلي $\boldsymbol{a}$ كمجموع متجه لمتجهات المكون:



$a = a_r + a_t$ **Total acceleration**

يتسبب عنصر التسارع المماسي في حدوث تغيير في السرعة v للجسيم. هذا المكون موازٍ لـ السرعة اللحظية ومقدارها معطى:

$$a_t = \left|\frac{dv}{dt}\right| \qquad \textbf{Tangential acceleration}$$

ينشأ مكون التسارع النصف قطري (الشعاعي) من تغيير في اتجاه متجه السرعة ويعطى بواسطة

$$a_r = -a_c = -\frac{v^2}{r} \qquad \textbf{Radial acceleration}$$

تشير العلامة السالبة إلى أن اتجاه عجلة الجاذبية نحو مركز الدائرة التي تمثل نصف قطر الانحناء.

مقدار المتجه $\boldsymbol{a}$

$$a = \sqrt{a_r^2 + a_t^2}$$

اتجاه a_t إما في نفس اتجاه السرعة v (إذا كان v يتزايد) أو معاكسة للسرعة v (إذا كان v يتناقص ، كما هو الحال عند النقطة)..

ختبار

(1) يتحرك جسيم في مسار دائري نصف قطره r بسرعة v

يزيد من سرعته إلى ضعف السرعة 2v الاولية أثناء الحركة على نفس المسار الدائري.

(1) تغير تسارع الجاذبية المركزي للجسيم بواسطة أي عامل؟ اختر واحدًا:

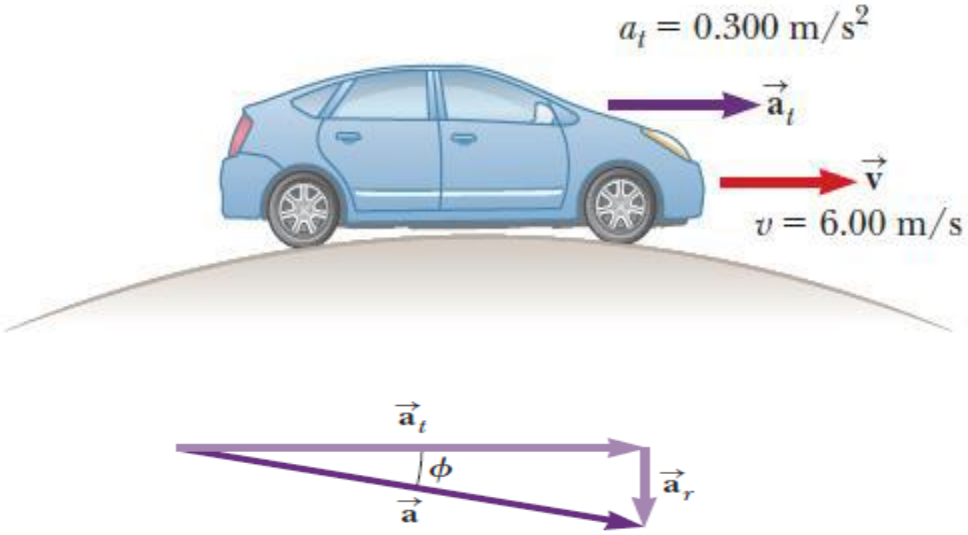
(أ) 0.25 (ب) 0.5

(ج) 2 (د) 4 (هـ) مستحيل تحديده

(2) من نفس الخيارات ، بأي عامل تغيرت فترة الجسيم؟

مثال :

تترك السيارة علامة توقف وتعرض تسارعًا ثابتًا قدره 0.300 م / ث 2 موازيًا للطريق. تمر السيارة فوق ارتفاع في الطريق بحيث يتخذ الجزء العلوي من الارتفاع شكل دائرة نصف قطرها 500 م. في اللحظة التي تكون فيها السيارة في قمة الارتفاع ، يكون متجه سرعتها أفقيًا وقوته 6.00 م / ث. ما مقدار واتجاه متجه التسارع الكلي للسيارة في هذه اللحظة؟



الحل

السرعة v= 6.00 م / ث و نصف قطر المسار r= 500 م. يتم توجيه متجه التسارع الشعاعي(التعجيل النصف قطري) مباشرة للأسفل ، ومتجه التسارع العرضي له مقدار 0.300 م / ث 2 وهو أفقي. التسارع النصف قطري

$$a_r = -\frac{v^2}{r} = -\frac{(6.00\ \text{m/s})^2}{500\ \text{m}} = -0.072\ 0\ \text{m/s}^2$$

مقدار التسارع

$$\sqrt{a_r^2 + a_t^2} = \sqrt{(-0.072\ 0\ \text{m/s}^2)^2 + (0.300\ \text{m/s}^2)^2}$$
$$= 0.309\ \text{m/s}^2$$

اتجاه التسارع

$$\phi = \tan^{-1}\frac{a_r}{a_t} = \tan^{-1}\left(\frac{-0.072\ 0\ \text{m/s}^2}{0.300\ \text{m/s}^2}\right) = -13.5^\circ$$

مثال :

يتباطأ القطار عندما يدور حول منعطف أفقي حاد ، ويتباطأ من من 90 كم / ساعة إلى 50 كم / ساعة في 15 ثانية التي يستغرقها الأمر لبدء الدوران حول المنعطف. نصف قطر المنحنى 150 م. احسب التسارع في القطار.

الحل

يجب تحويل السرعة من وحدة km/h إلى وحدة m/s كالتالي:

$$\frac{50km}{h} = \left(\frac{50\ km}{h}\right)\left(\frac{10^3 m}{km}\right)\left(\frac{1h}{3600s}\right) = 13.89m/s$$

$$\frac{90km}{h} = \left(\frac{90\ km}{h}\right)\left(\frac{10^3 m}{km}\right)\left(\frac{1h}{3600s}\right) = 13.89m/s$$

$$a_r = \frac{v^2}{r} = \frac{13.89^2}{150} = 1.29m/s2$$

$$a_t = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{13.89-25}{15} = -0.74m/s2$$

$$a = \sqrt{a_r^2 + a_t^2} = \sqrt{1.29^2 + -0.74^2} = 1.48ms^{-2}$$

$$\theta = tan^{-1}\left(\frac{|a_t|}{|a_r|}\right) = tan^{-1}\left(\frac{0.74}{1.29}\right) = 29.9^\circ$$

مثال

جسم يدور بشكل موحد حول مركز ، نصف قطره 1 كيلومتر ،يقطع ازاحة زاوية مقدارها 1^0درجة في كل 0.1 ثانية

أ. ما السرعة الخطية لهذا الجسم؟

ب. ما هي عجلة الجسم؟

.

الحل

نعطي: $\Delta\theta=1^0$ $s1=t\Delta$ $km1=r$

بما أن الكائن يزيح درجة 1 في 0.1 ثانية ، إذن تكون السرعة الزاوية

$$\omega = \frac{\Delta\theta}{\Delta t} = \frac{1^\circ}{0.1} = \frac{1^\circ 2\pi/360^\circ}{0.1} = \frac{2\pi\ rad/sec}{36}$$

ثم السرعة الخطية

$V=\omega r = 2\pi/36*1000 = 2000\pi/36 = 174.45$ m/s

The acceleration is

$a= v^2/r = (174.45)^2/1000 = 30.43$ m/s^2

-1أوجد تسارع الجسيم المتحرك بثابت بسرعة 8 م / ث في دائرة نصف

1. قطرها 2 م.

2. سرعة جسم يتحرك في دائرة نصف قطرها 2 متر يزيد بمعدل ثابت قدره 3 م / ث 2. في لحظة ما ، مقدار التسارع الكلي هو 5 م / ث 2. في هذه اللحظة

أوجد (أ) عجلة الجاذبية المركزية للجسيم و (ب) لها سرعة.

3. يتأرجح طالب كرة متصلة بنهاية خيط بطول 0.6 متر الطول في دائرة عمودية. سرعة الكرة 4.3 م / ث عند حدها أعلى نقطة و 6.5 م / ث عند أدنى نقطة لها. أعثر على تسارع الكرة عند (أ) أعلى نقطة لها و (ب) أدنى نقطة لها نقطة.