



الفيزياء

اعداد

طارق يحيى

01117543638

1  
الصف  
الثانوى



# إهداء

الى من علماني الحياه ابي وامى

الى من علمنى حرفا اساتذتى الكرام

الى من جعل للحياه بريق اى كادى

الى من اعلمهم ويعلمونى طلابى الاوفياء

أطابق يميني



# الحركة الدائرية

## الفصل الأول

– تعتبر الحركة في دائرة من أهم أنواع الحركة الشائعة في الطبيعة مثل :

- حركة القمر حول الأرض .
- حركة الكواكب حول الشمس .

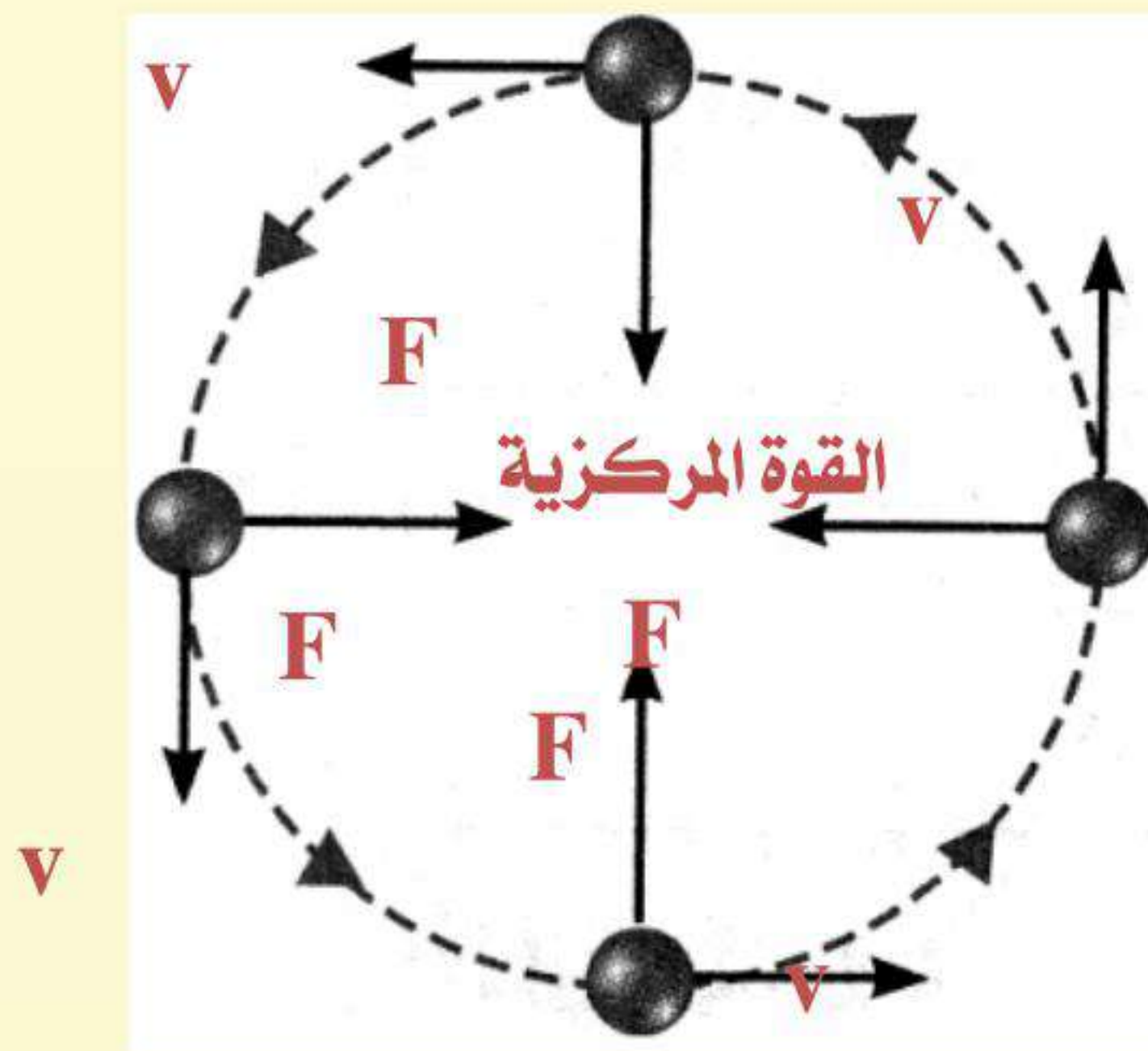
– من خلال دراستك لقانون نيوتن الثاني تعلمت أنه عندما تؤثر قوة على جسم متحرك بسرعة منتظمة فإنه :

- يكتسب عجلة أى يحدث تغير في سرعته .
- يعتمد التغير الحادث في السرعة على اتجاه القوة المؤثرة بالنسبة لاتجاه الحركة .
- عندما تؤثر قوة على جسم متحرك ، إذا كان اتجاه القوة في :

نفس اتجاه الحركة	عكس اتجاه الحركة	اتجاه عمودى على الحركة
تزداد سرعة الجسم المتحرك .	تقل سرعة الجسم المتحرك .	تظل سرعة الجسم المتحرك ثابتة .
لا يتغير اتجاه حركة الجسم .	لا يتغير اتجاه حركة الجسم .	يتغير اتجاه حركة الجسم .
عندما يزداد قائد الدراجة النارية تدفق الوقود فإنها تكتسب قوة في نفس اتجاه الحركة فتزداد سرعتها .	عندما يضغط قائد الدراجة النارية على الفرامل فإن القوة تكون في عكس اتجاه الحركة فتقل سرعتها .	عندما يميل قائد الدراجة النارية بجسمه يمينا أو يسارا فتولد قوة عمودية على اتجاه الحركة فيتغير اتجاه الحركة ويسير في مسار دائرى

## الاستنتاج

- (١) لى يتحرك أى جسم في مسار دائرى لابد أن تؤثر عليه قوة عمودية على اتجاه حركته وفي اتجاه مركز الدائرة وذلك لإجباره على الاستمرار في الحركة الدائرية .
- (٢) إذا غابت هذه القوة فإن الجسم سوف ينطلق باتجاه المماس للمسار الدائرى الذى كان يسلكه لحظة الإفلات وذلك بسرعة ثابتة في المقدار والاتجاه ( في خط مستقيم ) وتسمى هذه السرعة بالسرعة المماسية .



## الحركة الدائرية المنتظمة :

هى حركة جسم في مسار دائرى بسرعة ثابتة في المقدار ومتغيرة في الاتجاه .

## القوة الجاذبة المركزية :

هى القوة التى تؤثر باستمرار في اتجاه عمودى على حركة الجسم فتحول مساره المستقيم إلى مسار دائرى .

علل لما يأتي تحليلا علميا مناسباً

علل

م	علل لما يأتي	الإجابة
١	لكى يتحرك جسم في مسار دائرى لابد أن تؤثر عليه قوة عمودية على اتجاه حركته وفي اتجاه مركز الدائرة .	لإجبار الجسم على الاستمرار في الحركة الدائرية .
٢	عند ملء دلو إلى منتصفه بالماء وتحريكه في دائرة رأسية بسرعة كافية لا يخرج الماء من فوهة الدلو .	لأن القوة الجاذبة المؤثرة عليه تكون عمودية على اتجاه الحركة وبالتالي تعمل على تغيير اتجاه السرعة دون تغيير لمقدارها فتدور المياه في المسار الدائرى وتبقى داخل الدلو .

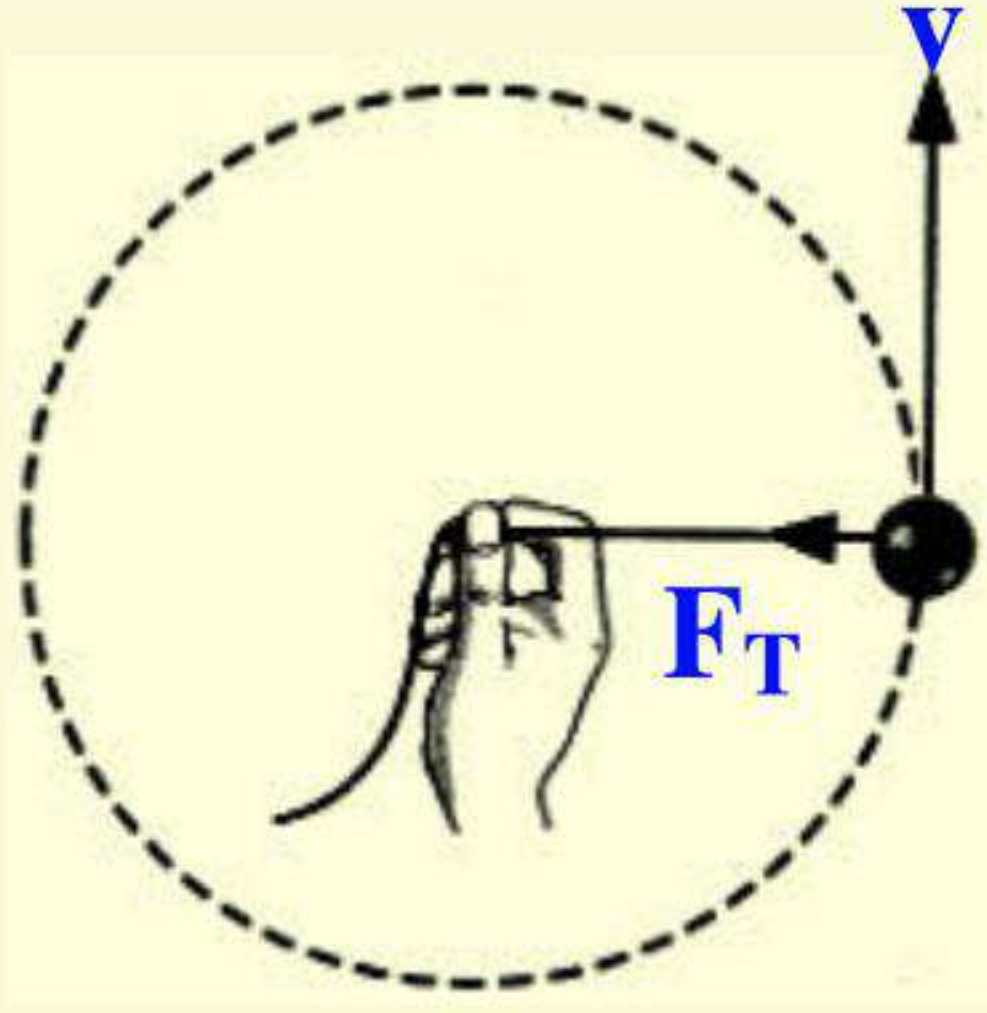


## أنواع القوى الجاذبة المركزية

لا تعتبر القوة الجاذبة المركزية نوعاً جديداً من القوى ، فهي ببساطة الاسم المعطى لأي قوة تؤثر عمودياً على مسار حركة الجسم وتجعله يتحرك في مسار دائري، فقد تكون القوة الجاذبة المركزية هي قوة شد أو قوة تجاذب مادي .

### قوة الشد

( $F_T$ )



- عند سحب جسم باستخدام حبل أو سلك تنشأ فيه قوة شد.
- إذا كانت قوة الشد عمودية على اتجاه حركة جسم يتحرك بسرعة ثابتة فإن هذه القوة تجعل الجسم يتحرك في مسار دائري.
- إذا : قوة الشد في الخيط تعمل كقوة جاذبة مركزية .

### قوة التجاذب المادي

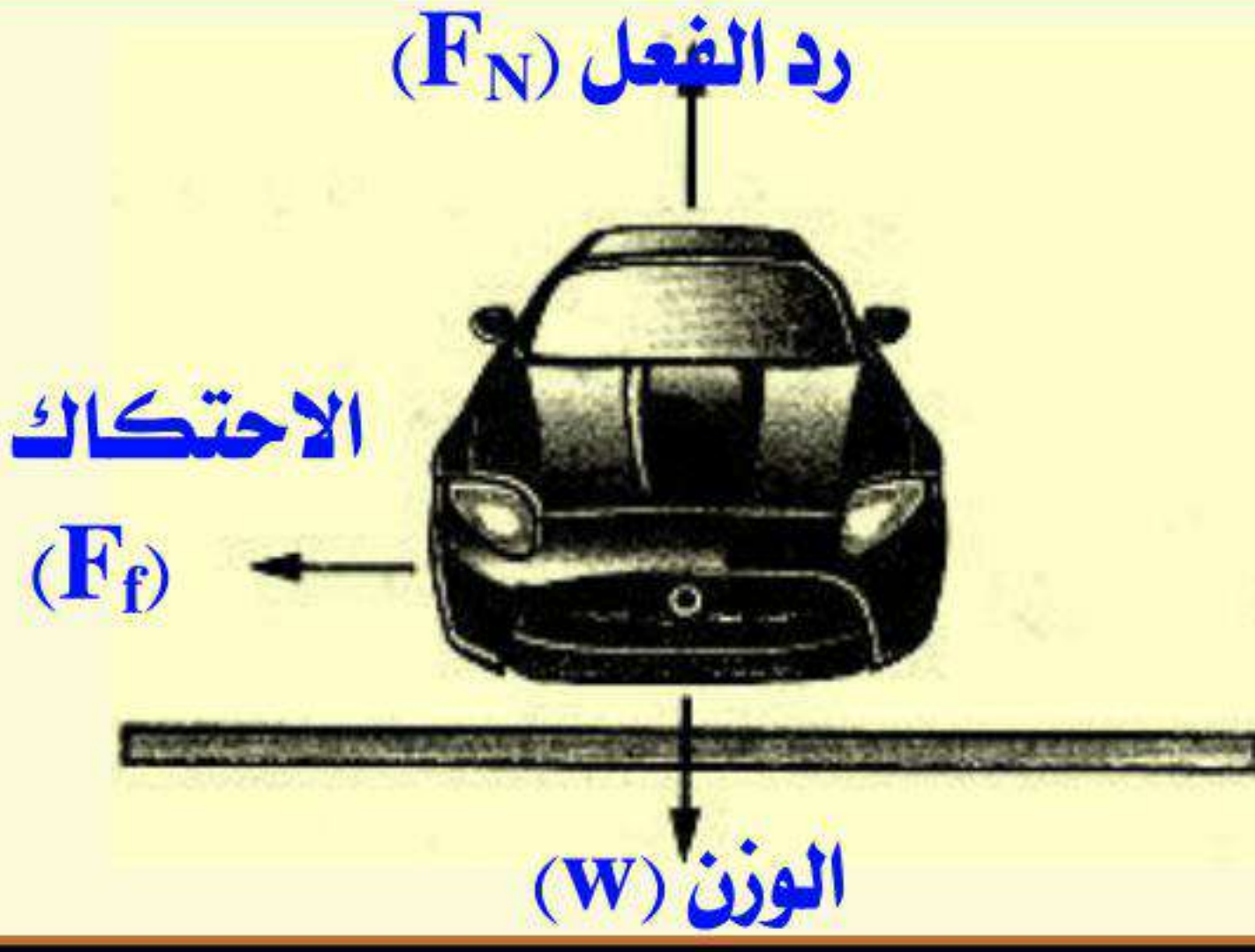
( $F_G$ )



- تنشأ بين الأرض والشمس قوة تجاذب عمودية على اتجاه حركة الأرض فتجعلها تتحرك في مسار دائري حول الشمس.
- إذا : قوة التجاذب المادي تعمل كقوة جاذبة مركزية .

### قوة الاحتكاك

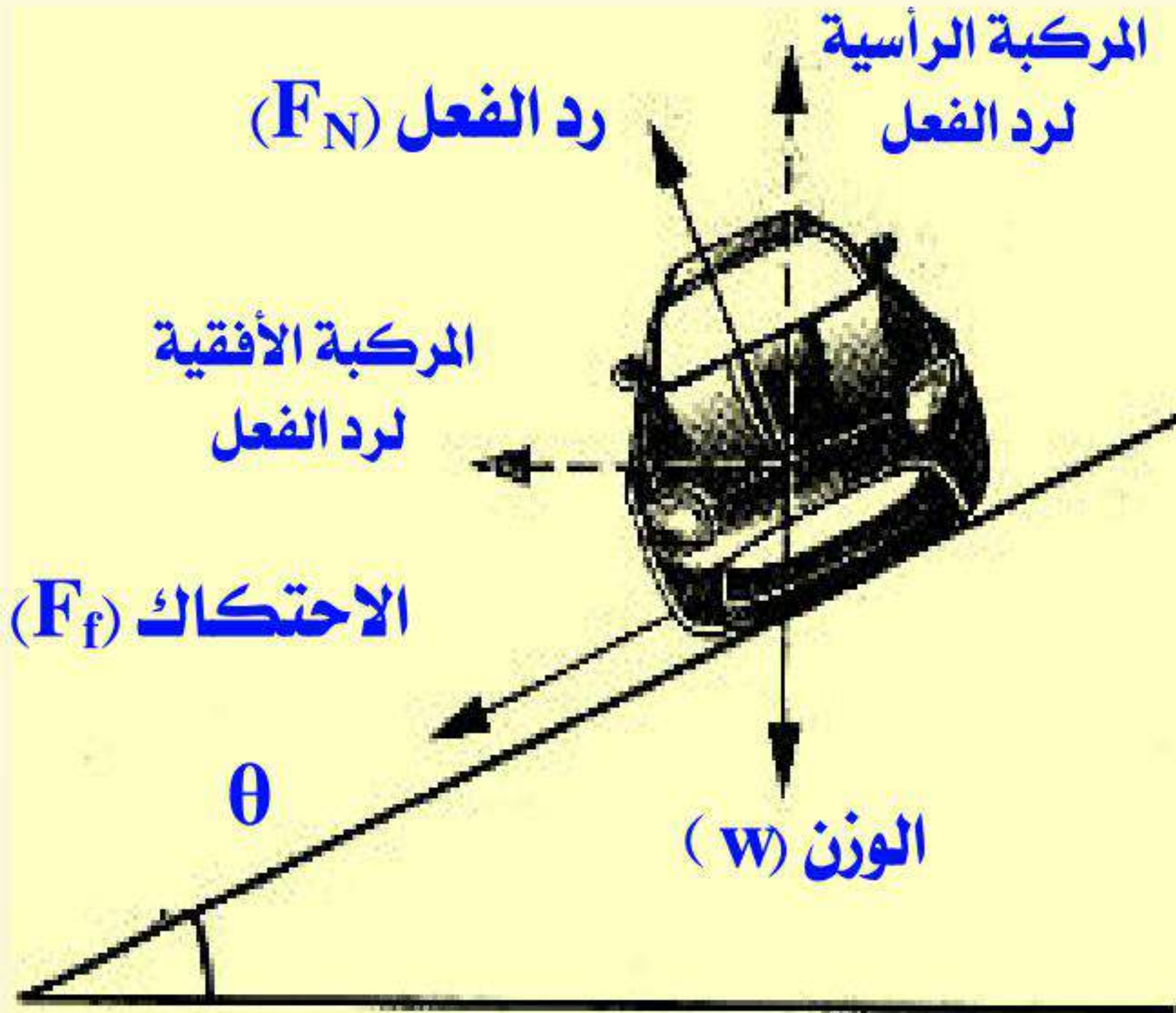
( $F_f$ )



- عندما تتعطف السيارة في مسار دائري أو منحنى تنشأ قوة احتكاك بين الطريق والإطارات.
- تكون هذه القوة عمودية على اتجاه الحركة وفي اتجاه مركز الدائرة فتجعل السيارة تتحرك في مسار منحنى.
- إذا : قوة الاحتكاك تعمل كقوة جاذبة مركزية .

### قوة رد الفعل

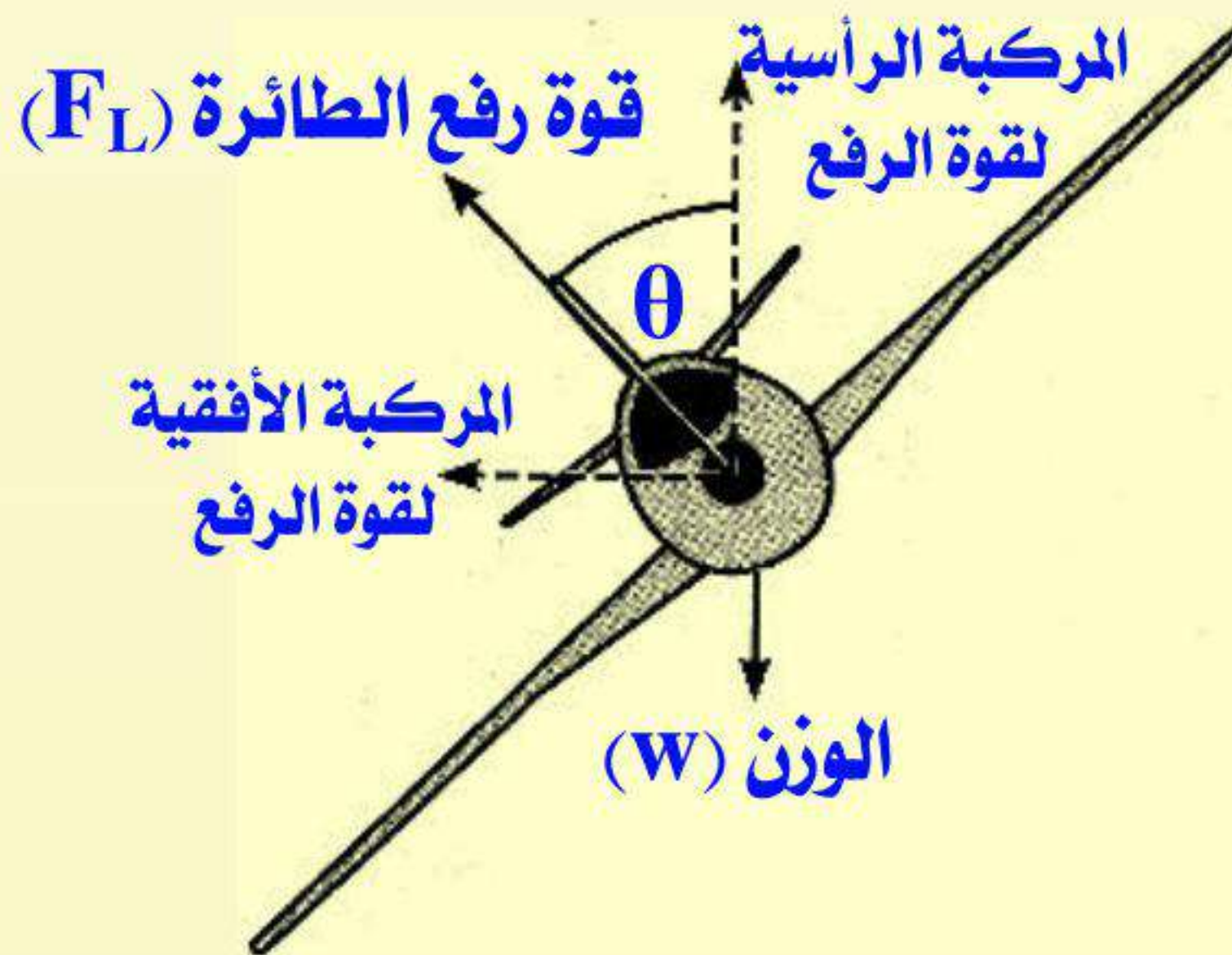
( $F_N$ )



- عندما تتحرك سيارة في مسار دائري يميل على الأفقى فإنها تتأثر بأكثر من قوة ، منها :
- **قوة رد الفعل (تؤثر عمودياً على السيارة) :**
- بتحليل متجه قوة رد الفعل فإن المركبة الأفقية لرد الفعل تكون عمودية على اتجاه الحركة وفي اتجاه المركز فتجعل السيارة تتحرك في مسار منحنى.
- **قوة الاحتكاك :**
- بتحليل متجه قوة الاحتكاك فإن المركبة الأفقية لقوة الاحتكاك تكون عمودية أيضاً على اتجاه الحركة فتجعل السيارة تتحرك في مسار منحنى .
- إذا : القوة الجاذبة المركزية تساوى مجموع مركبتى قوة رد الفعل وقوة الاحتكاك باتجاه مركز الدوران .

### قوة الرفع

( $F_L$ )



- تؤثر قوة رفع الطائرة عمودياً على جسم الطائرة .
- عندما تميل الطائرة فإن المركبة الأفقية لقوة الرفع تكون عمودية على اتجاه الحركة وفي اتجاه المركز فتتحرك الطائرة في مسار دائري.
- إذا : المركبة الأفقية لقوة رفع الطائرة تعمل كقوة جاذبة مركزية.

### قوانين الحركة الدائرية

القوة الجاذبة المركزية

السرعة المماسية

العجلة المركزية



المعمل المصغر



الحركة فى دائرة:

✿ اربط حجراً صغيراً بطرف خيط، وأمسك بيدك الطرف الآخر للخيط، ثم حرك الحجر فى مسار دائرى، أثناء ذلك قم بزيادة سرعة دوران الحجر، ماذا تلاحظ؟ اترك الخيط ليتحرك الحجر بحرية، فى أى اتجاه ينطلق الحجر؟

(بيان الحركة فى دائرة)

ونتوصل مما سبق أنه:

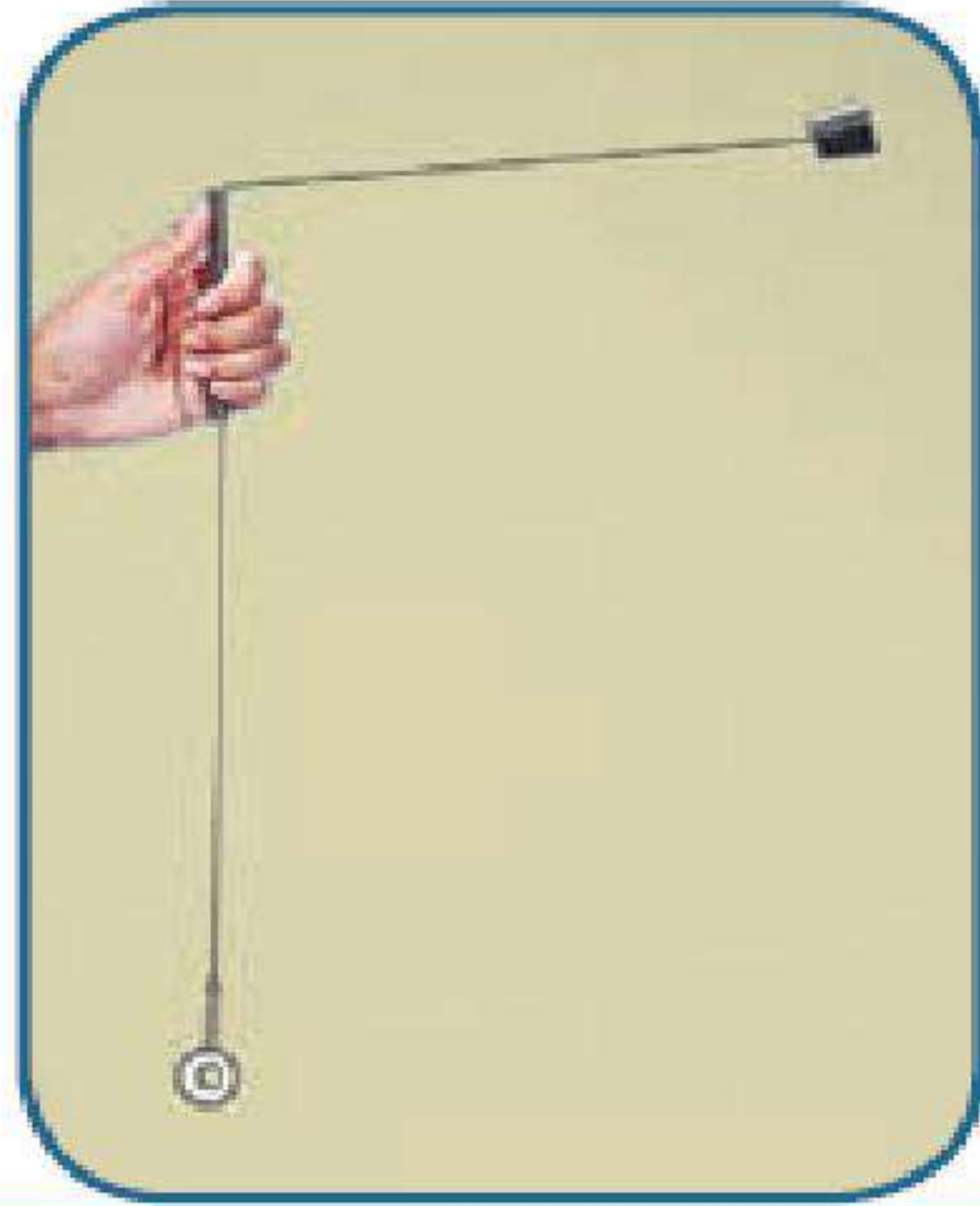
إثبات صحة علاقة القوة الجاذبية المركزية:

✿ اربط سداة مطاطية كتلتها ( $m$ ) فى خيط ثم مرر الخيط خلال أنبوبة معدنية أو بلاستيكية (مثل: أنبوبة القلم) وبعد ذلك اربط الطرف الآخر بثقل كتلته ( $M$ ).

✿ عندما نحرك قطعة المطاط فى مسار دائرى فإن القوة الجاذبة المركزية تنشأ من قوة شد الخيط ( $T$ ) والذي يساوى وزن الثقل المعلق. أى أن:  $F = T = Mg$

$$F = Mg = m \frac{v^2}{r}$$

✿ باستخدام المواد السابقة وساعة إيقاف أثبت عملياً صحة العلاقة:



د. عارف أمين دا  
أكيد محمد ش عارفه  
مش تستهزئ بيته لو مش  
عارفه انزل اقرا القصة وهتعرف  
هو مين



## .. حد فہم الجملة دی .. حد عارف ایه هو جبل الثلج

لنأس الى مش عارفة جبل الثلج هو جبل ارتفاعه تقريبا 4000 متر بيظهر  
... منه بس 200 متر فوق سطح البحر .. والباقي اسفل الماء

كلنا بقى عاملين زى جبل الثلج اللي ظاهر منّا اكرت من اللي جوانا للأسف  
 احنا بنعيش وبنموت وبنعرفش نفسنا .. كام واحد بيكتشف موهبة عنده بعد  
 50 سنة لو كان اهتم بيها من الاول كان بقا حاجة .. كام واحد لما بيروح  
 الشط بيطلع الرسام اللي جواه على الرملة .. بتبقى عندك الموهبة بسى انت  
 .. مش عارف كام واحد فينا عايش علشان عايش وبس

الفكرة انك للاسف خايف تجرب خايف تقفل خايف من حاجات كثير قوى

انت التي ظاهر منك 10 % بس انت شايف نفسك في انعكاس الرؤية على  
عيون الناس ،، يعني لو هما شايفينك فاشل فانت فاشل وده في حد ذاته فشل  
دور جوة نفسك عن حلمك عن طموحك دور جواك عنك انت مش عن اى حد  
..  
تاتى

كان في طفل صغير اتولد فى برطنيا .. كبر ودخل المدرسة .. والجامعة  
الولد ده كان بيقعد مع نفسه يسأل نفسه هو عايش ليه هو عايش علشان ياكل  
.. يشرب .. نيام .. يذكر .. لا اكيد فى سبب عايش علشانة ،، قعد كل يوم على  
نفس السؤال قعد يدور ويدرو .. كتبتـــــــــــــــــــــير جداً

وف يوم وهو قاعد بيقرا كتاب عن الكون لقي نفسه ببسأل اسئلة غريبة .. لقي نفسه بيتناقش مع الكتاب ويعرض عليه افكار فجأة حس انه ممكن تكون هي دي .. هي اللي بيدور عليها طول حياته .. قعد يدور ويدور يقرأ كتير جدا فى الكون .. والفزياء والقوانين ... بدأ يعترض مع اصحاب الكتب بقى ليه فكرة .. دة كلة وهو لسة فى الجامعة .. نسيت اقولكم انه كان مستواه متوسط مكشش النايغة بتاعت الجيل ولا اى حاجة .. بل بالعكس .

المهم فقد يدور لغد ما جتلة منحة في اكسفورد .. فقد هناك يدرس كان مستواه متوسط جداً كانوا مسميئة اينشتين بسى مع علشان ذكائة لاداة كائنة بيتريقوا عليه .

هو من جواه هيموت بسى عنده حلم فكرة عاوز يوصل ليه هو عايش ..

فقد في الجامعة 3 سنين حس انها مش بتغزى عقلته مش بتقيدة .. مش هي دى

الحياة اللى هو حايبها حياة تتحدد بامتحان .. كل الناس وزمائلة راهنة انة فانشل وانه مش هيحقق حاجة في حياته وعمره ما هيوصل الولد اصر انة يكمل انة مش

هيعرف نفسه من نظرة الناس اصر انة لازم يعرف اية اللى مستخبي في الجبل من تحت .. ساب الجامعة .. بدأ يبحث اكثر واكثر وفي عز مجدة وفي عزز كا قرب

يوصل لهدافة ،، جالة مرض نادر جداً جالة شلل في الاعصاب يعنى مفيش امر

بيروح لدماغه ،، يعنى اتشل شلل تالالم .. كل الدكاترة اجمعوا ان اقصى فترة ممكن

يعيشها هي سنتين .. وبعد كدة هيموت من الشلل

لكن هو في قدامة حلم في قدامة هدف ، الولد دة مستسلمش للموت .. قعد يفكر  
بردة ازاي يكتب ازاي يتعامل مع الناس ، المهم وصل لطريقة .. المرض خلاه  
حبيس الكمبيوتر والعجلات .. الف كتاب اسمة .. تاريخ موجز للزمان ... الكتاب دة  
قلب الاوساط العلمية ... الولد دة بقى اكبر عالم فزياء .. ساهم في صوغ  
نظرية الانفجار الكبير “عن نشوء الكون قبل قرابة 13,5 بليون سنة. .. ويعود اليه  
الفضل في بلورة النظرية الحديثة عن الثقوب السوداء التي راي انها تحدث باثر من  
انهيار الشمس الضخمة .كما ساهم في صوغ نظريات عن امكان وجود ”اكوان  
... موازية“، تشبه كوننا، لكنها تختلف عنه ايضا

الطالب دة دلوقتى قاعد على كرسي اكبر عالم رياضيات .. اللي كان قاعد عليه  
.. اسحاق نيوتن في جامعة اكسفورد

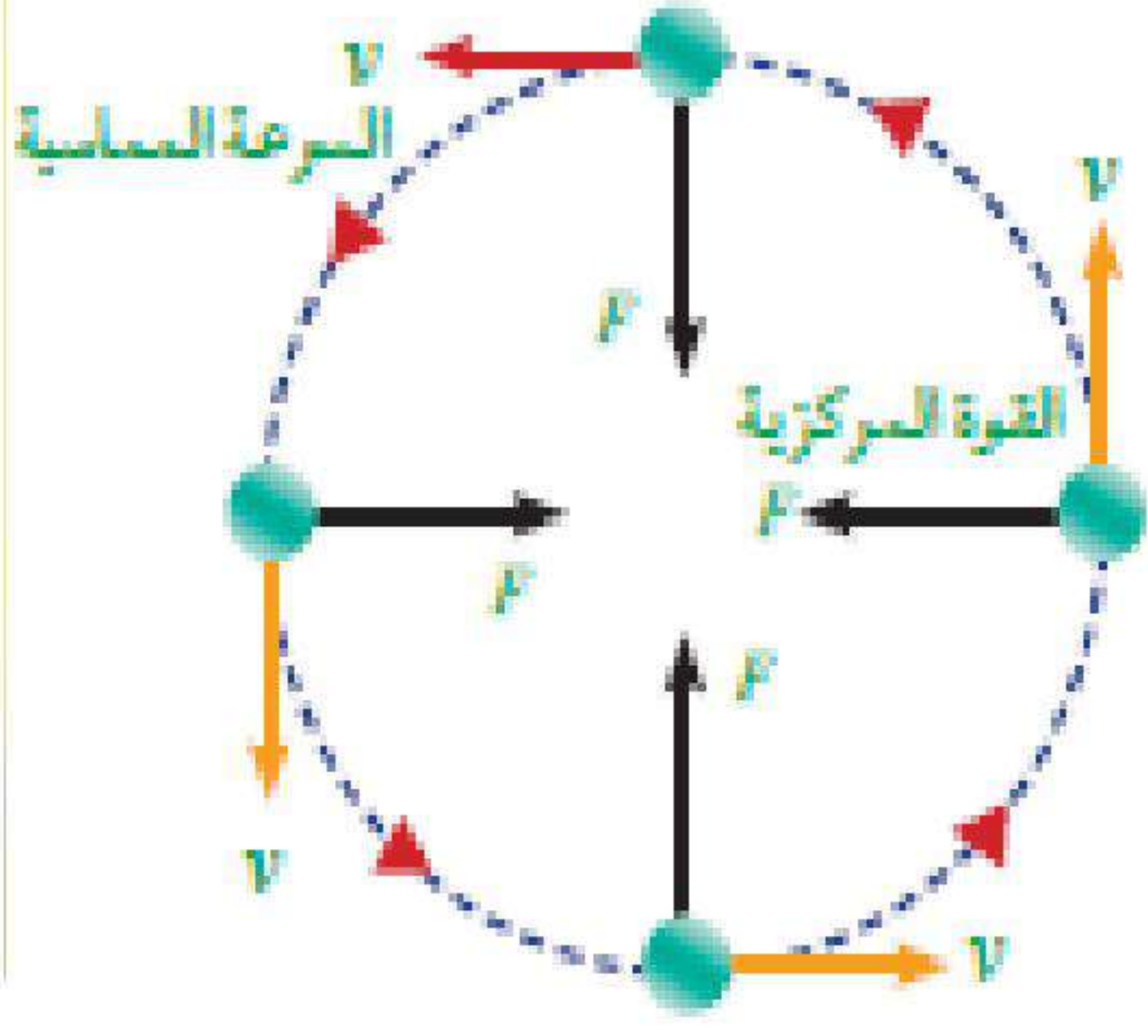
ويياكل بالمحاليل .. وعاش حياة الية بسمي غير العالم ..  
الولدة عاش لحد لوقت الولدة عاش اكر من 40 سنة بيتكلم بالكمبيوتر ..

.. كان هيسلم نفسه للموت وكان هيموت قبل سنتين كمان  
انتمسك بحلمة مكنش هيعيش اصلاً مكنش هيبقى اى حاجة ولا خيحق اى حاجة ..  
وجرب .. واهم حاجة علشان تحقق حلمك اتمسك بيه .. لو ستيفن هوكنج مكنش  
انت مش حد تانى يعنى هتلاقى فيك كل حاجة انت عمرك ما كنت تتخليها .. دور  
الجبل من تحت .. دور وحاول ومتأسش هتوصل فى يوم من الايام .. الجبل دة هو  
كام واحد فينا نفسة يبقى ستيفن هوكنج .. كام واحد فينا نفسة يعرف اية اللى فى  
#ستيفن\_هوكنج

اوعى في يوم تتخلى عن طموحك لانك يوم ما تتخلى عنه اعرف ساعتها انك كدة  
مبت ملكيش، لزمة



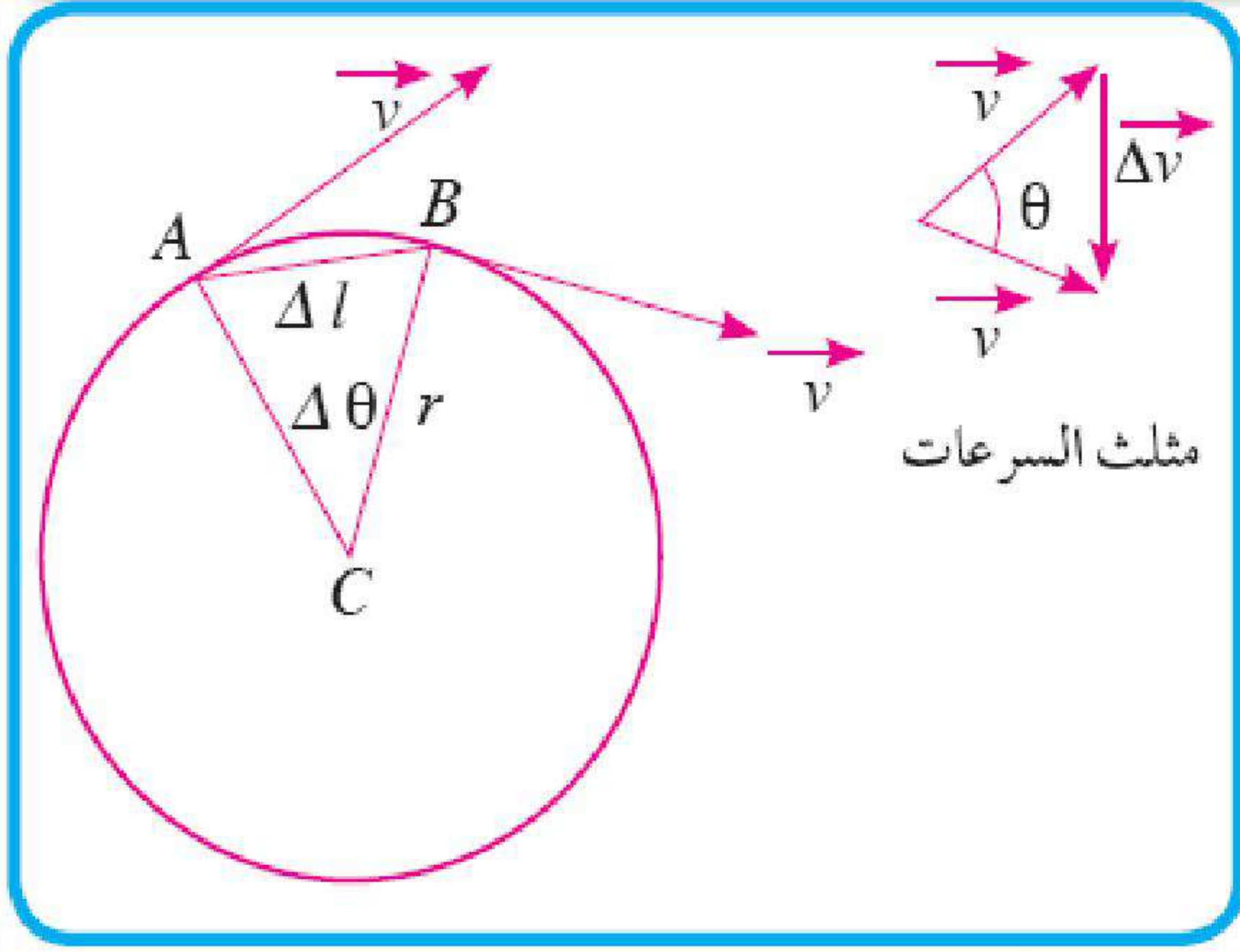
## 1 العجلة المركزية (a)



عندما تؤثر قوة (F) عمودياً على اتجاه حركة جسم كتلته (m) وسرعته (v) فإنه يتحرك في مسار دائري نصف قطره (r) ، حيث يكون :  
 - مقدار السرعة (v) ثابت على طول محيط الدائرة.  
 اتجاه السرعة يتغير من نقطة لأخرى على طول محيط الدائرة.  
 تغير اتجاه السرعة يعنى وجود عجلة تسمى العجلة المركزية (a).  
 - اتجاه العجلة المركزية فى نفس اتجاه القوة الجاذبة المركزية .  
 - السرعة والقوة والعجلة تكون ثابتة المقدار ولكنها متغيرة الاتجاه باستمرار .

**العجلة المركزية :** هى العجلة التى يكتسبها الجسم فى الحركة الدائرية نتيجة لتغير اتجاه السرعة .

## استنتاج قيمة العجلة المركزية



عند تحرك جسم من النقطة (A) إلى النقطة (B) فإن السرعة (v) تتغير فى الاتجاه ولكن تحتفظ بمقدارها ثابتاً . وبذلك فإن التغير فى السرعة (Δv) ينتج عن التغير فى اتجاه السرعة فقط .

**من تشابه المثلث (CAB) مع مثلث السرعات :**

$$\frac{\Delta \ell}{r} = \frac{\Delta v}{v}$$

$$\Delta v = \frac{\Delta \ell}{r} v$$

إذا انتقل الجسم من النقطة (A) إلى النقطة (B) خلال فترة زمنية (Δt) فإن :

$$a = \frac{\Delta v}{\Delta t} = v \frac{\Delta \ell}{\Delta t} \times \frac{1}{r}$$

**بما أن :**

$$v = \frac{\Delta \ell}{\Delta t}$$

$$a = v \cdot v \cdot \frac{1}{r}$$

$$a = \frac{v^2}{r}$$

## مقارنة في غاية الأهمية

- (1) العجلة المركزية لجسم يتحرك فى مسار دائري كمية متجهة واتجاهها دائماً نحو مركز الدائرة ، و لا تعتمد على كتلة الجسم .
- (2) الحالة الوحيدة التى يتحرك فيها الجسم بسرعة منتظمة وبالرغم من ذلك تكون عجلة حركته لا تساوى الصفر ، هى الحالة التى يتحرك فيها الجسم فى مسار دائري حيث تكون سرعته منتظمة مقداراً فقط ولكن يتغير اتجاهها من لحظة لأخرى ، و تسمى العجلة عندئذٍ بـ ( العجلة المركزية ) .

تتوقف العجلة المركزية على السرعة المماسية ونصف قطر الدوران .

**العوامل التى تتوقف عليها العجلة المركزية**

- طردياً : مع مربع السرعة المماسية عند ثبوت نصف قطر الدوران .
- عكسياً : مع نصف قطر الدوران عند ثبوت السرعة المماسية .



إذا افترضنا أن الجسم قام بعمل دورة كاملة في المسار الدائري خلال زمن قدره (T) يطلق عليه الزمن الدورى فإن :  
السرعة المماسية =  $\frac{\text{المسافة ( محيط المسار الدائري )}}{\text{الزمن}}$

$$v = \frac{2\pi r}{T}$$

تتوقف السرعة المماسية على نصف قطر الدوران والزمن الدورى .

العوامل التي تتوقف عليها السرعة المماسية :

- **طردياً** : مع نصف قطر الدوران عند ثبوت الزمن الدورى .
- **عكسياً** : مع الزمن الدورى عند ثبوت نصف قطر الدوران .

**الزمن الدورى** : هو الزمن اللازم لعمل دورة كاملة في المسار الدائري .

## القوة الجاذبة المركزية

تتوقف القوة الجاذبة المركزية على :

- (١) كتلة الجسم المتحرك .
- (٢) السرعة المماسية .
- (٣) نصف قطر الدوران .

$$F = ma$$

(١) من قانون نيوتن الثانى :

$$a = \frac{v^2}{r}$$

(٢) من قانون العجلة المركزية :

$$F = m \frac{v^2}{r}$$

(٣) من ١ ، ٢ ينتج أن :

تتناسب القوة الجاذبة المركزية :

- **طردياً** : مع كتلة الجسم مربع السرعة المماسية عند ثبوت السرعة المماسية ونصف قطر الدوران .
- **طردياً** : مع مربع السرعة المماسية عند ثبوت الكتلة ونصف قطر الدوران .
- **عكسياً** : مع نصف قطر الدوران عند ثبوت الكتلة والسرعة المماسية .

\*\*

## أمثلة محلولة

(١) أوجد القوة الجاذبة المركزية التى تؤثر على سيارة كتلتها **5000 Kg** تدور فى منحنى نصف قطره **50 m** إذا كان مقدار سرعتها **5 m/s** .

$$F = ?$$

$$m = 5000$$

$$r = 50$$

$$v = 5$$

$$F = m \frac{v^2}{r} = \frac{5000 \times 25}{50} = 2500 \text{ N}$$

الحل

(٢) جسم كتلته **10 Kg** يتحرك حول محيط دائرة نصف قطرها **2 m** بسرعة خطية ثابتة مقدارها **4 m/s** أوجد العجلة الخطية والعجلة المركزية والقوة الجاذبة المركزية وزمن دورة واحدة .

$$m = 10$$

$$r = 2$$

$$v = 4$$

$$a = ?$$

$$F = ?$$

$$T = ?$$

$$a = \frac{v^2}{r} = \frac{16}{2} = 8 \text{ m/s}$$

$$F = ma = 10 \times 8 = 80 \text{ N}$$

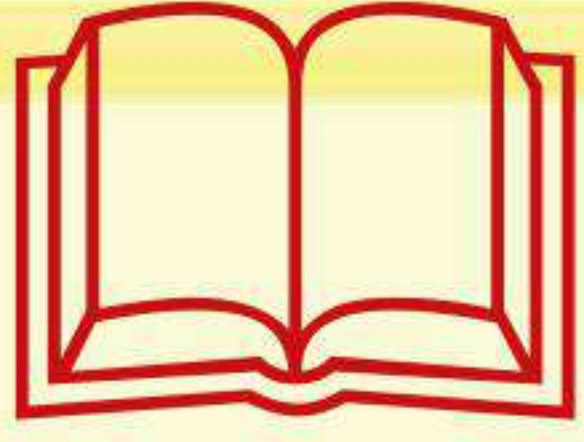
$$T = \frac{2\pi r}{v} = \frac{2 \times 22 \times 2}{7 \times 4} = 3.14 \text{ s}$$

العجلة الخطية = صفر

الحل

(٣) إذا أدير ت سداة مطاطية كتلتها **13 g** فى مسار دائرى أفقى نصف قطره **0.93 m** لتصنع **50** دورة فى زمن قدره **59 s** ، احسب كتلة الثقل المعلق فى الطرف الآخر للخيوط .





كتاب  
المدرسة

الحل

$$T = \frac{\text{الزمن الكلى}}{\text{عدد الدورات}} = \frac{59}{50} = 1.18 \text{ s}$$

$$v = \frac{2\pi r}{T} = \frac{2 \times 3.14 \times 0.93}{1.18} = 4.9 \text{ m/s}$$

$$F = m \frac{v^2}{r} = \frac{0.013 \times (4.9)^2}{0.93} = 0.34 \text{ N}$$

$$M = \frac{F}{g} = \frac{0.34}{10} = 0.034 \text{ Kg}$$

## تطبيقات حياتية

### (١) تصميم منحنيات الطرق

تنزلق السيارة  
القوة الجاذبة المركزية  
قوة غير كافية للدوران



القوة الجاذبة المركزية  
قوة كافية للدوران



يلزم حساب القوة الجاذبة المركزية عند تصميم منحنيات الطرق والسكك الحديدية لكي تتحرك السيارات والقطارات في هذا المسار المنحني دون أن تنزلق.

إذا تحركت سيارة على مسار منحني وكان الطريق لزج فإن قوى الاحتكاك تكون غير كافية لإدارة السيارة في المسار المنحني فتتزلق السيارة ولا تستمر في المسار المنحني.

يحدد مهندسو الطرق سرعة معينة للحركة عند المنحنيات لا ينبغي تجاوزها فكلما ازدادت سرعة السيارة  $v$  احتاجت لقوة جاذبة مركزية أكبر للحركة على المسار المنحني، حيث  $F \propto v^2$ .

يمنع حركة سيارات النقل الثقيل على بعض المنحنيات الخطرة فكلما زادت كتلة السيارة احتاجت لقوة مركزية أكبر حيث  $F \propto m$

ينبغي السير بسرعة صغيرة على المنحنيات الخطرة لتجنب خطورتها فكلما قل نصف قطر المنحني احتاجت السيارة لقوة مركزية أكبر لتدور فيه حيث

$$F \propto \frac{1}{r}$$

(٢) عند تحريك دلو مملوء إلى منتصفه بالماء حركة دائرية رأسية بسرعة كافية : لا يخرج الماء من فوهة الدلو ويرجع ذلك إلى أن القوة الجاذبة المركزية المؤثرة عليه تكون عمودية على اتجاه الحركة فتعمل على تغيير اتجاه السرعة دون تغيير مقدارها فتدور المياه في المسار الدائري وتبقى داخل الدلو.

(٣) يستفاد من ظاهرة حركة الأجسام بعيدا عن المسار الدائري عندما تكون القوة الجاذبة المركزية غير كافية للحركة في المسار الدائري في

صنع غزل البنات

لعبة البراميل الدوارة في الملاهي

تجفيف الملابس حيث

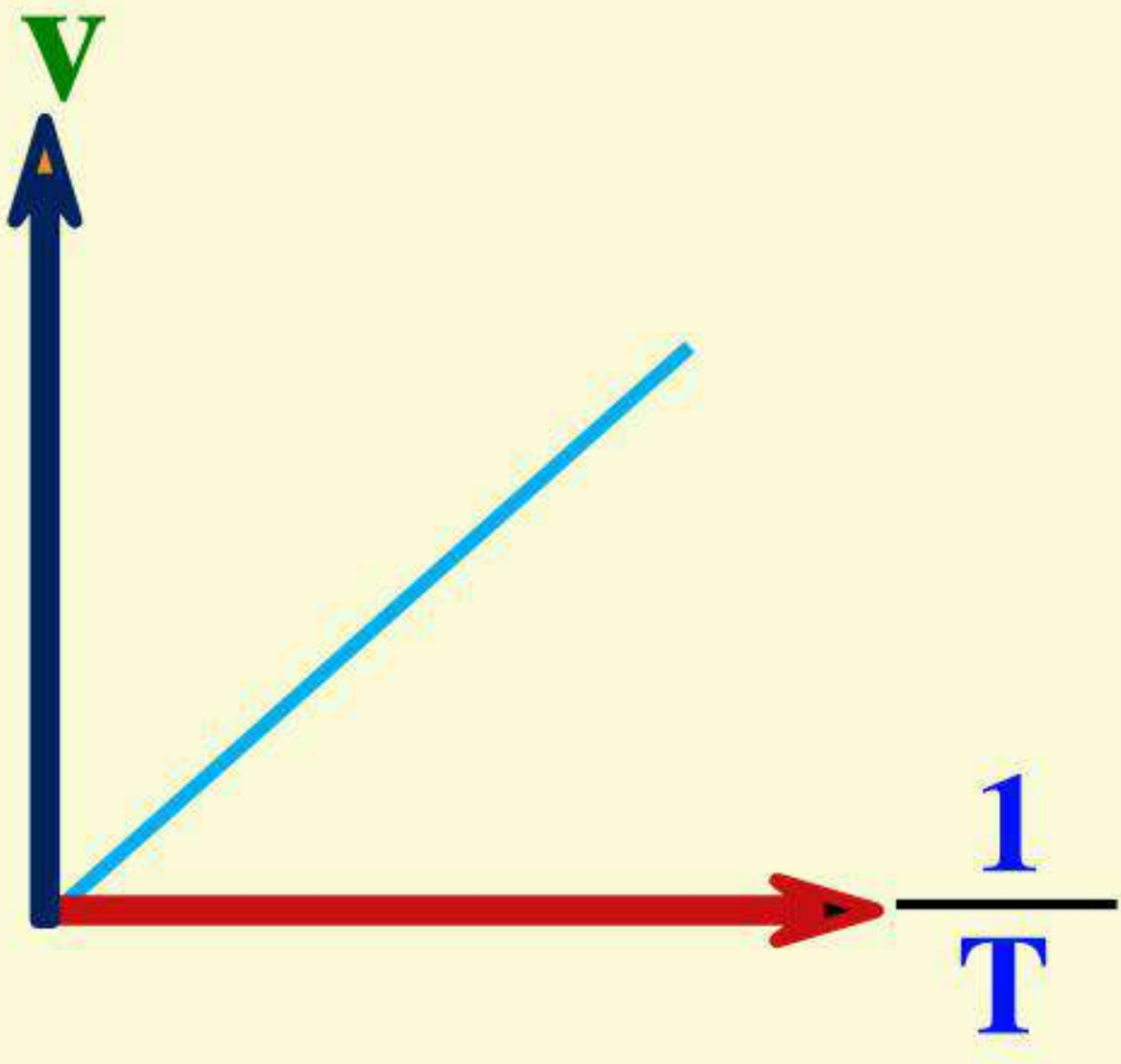
حيث نجد أن جزيئات الماء ملتصقة بالملابس بقوة معينة وعند دوران المجفف بسرعة كبيرة تكون القوة غير كافية لإبقاء الجزيئات في مدارها فتتطلق باتجاه مماس محيط دائرة الدوران وتتفصل عن الملابس.

ملحوظة هامة :

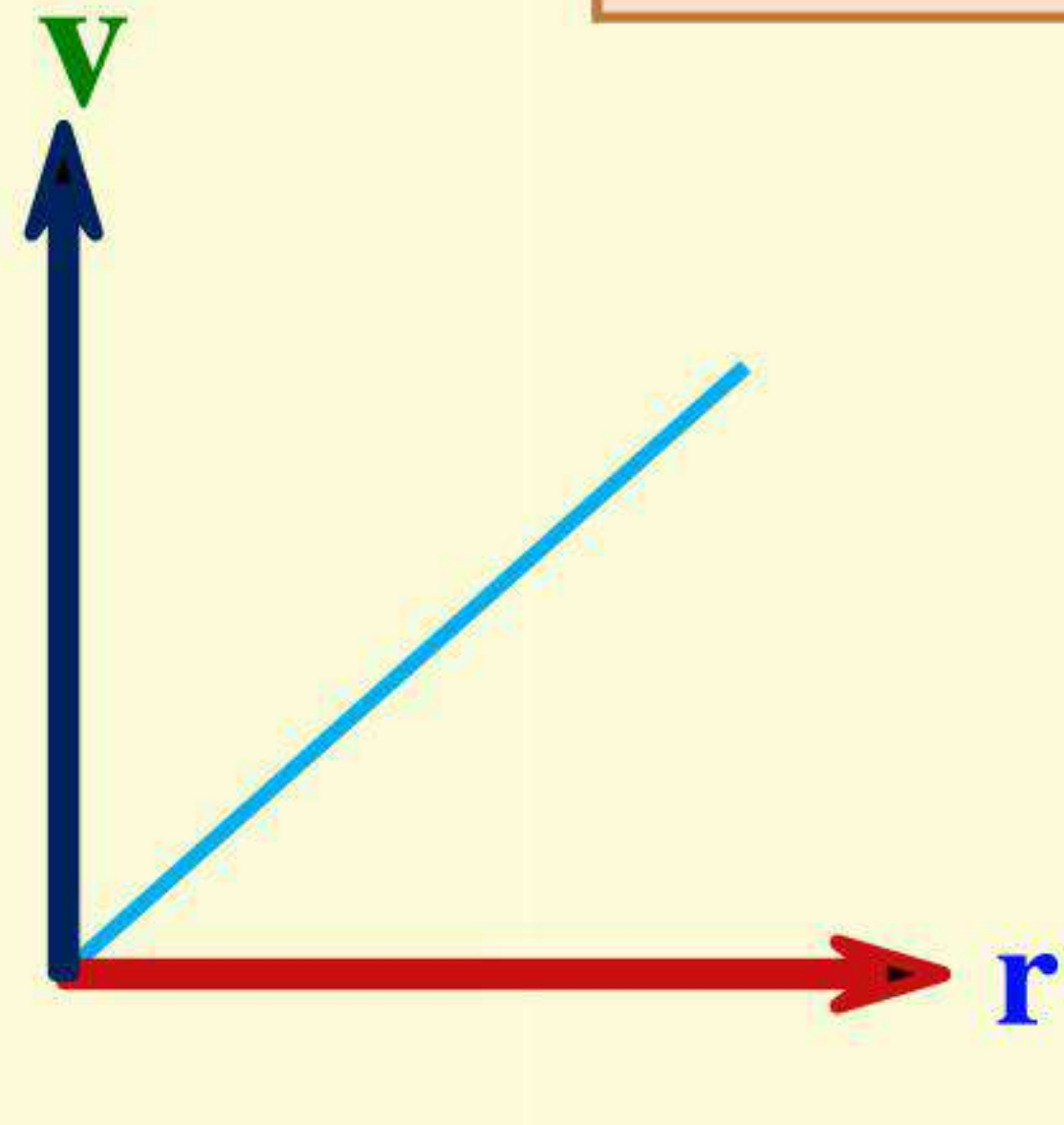
عند استعمال حجر المسن الكهربائي تنطلق شظايا المعدن المتوهجة باتجاهات مستقيمة وبسرعات مماسية.



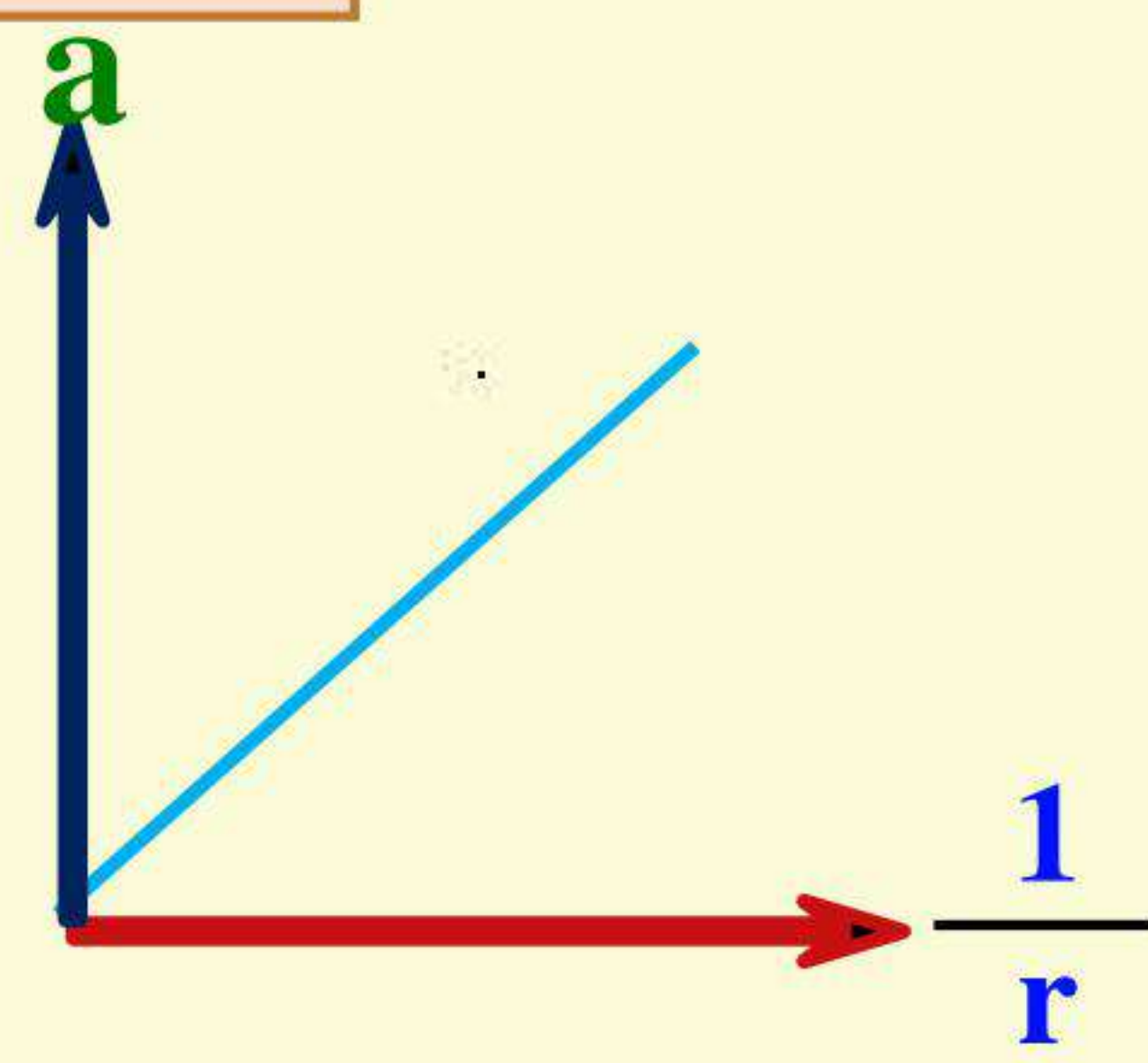
أهم العلاقات البيانية



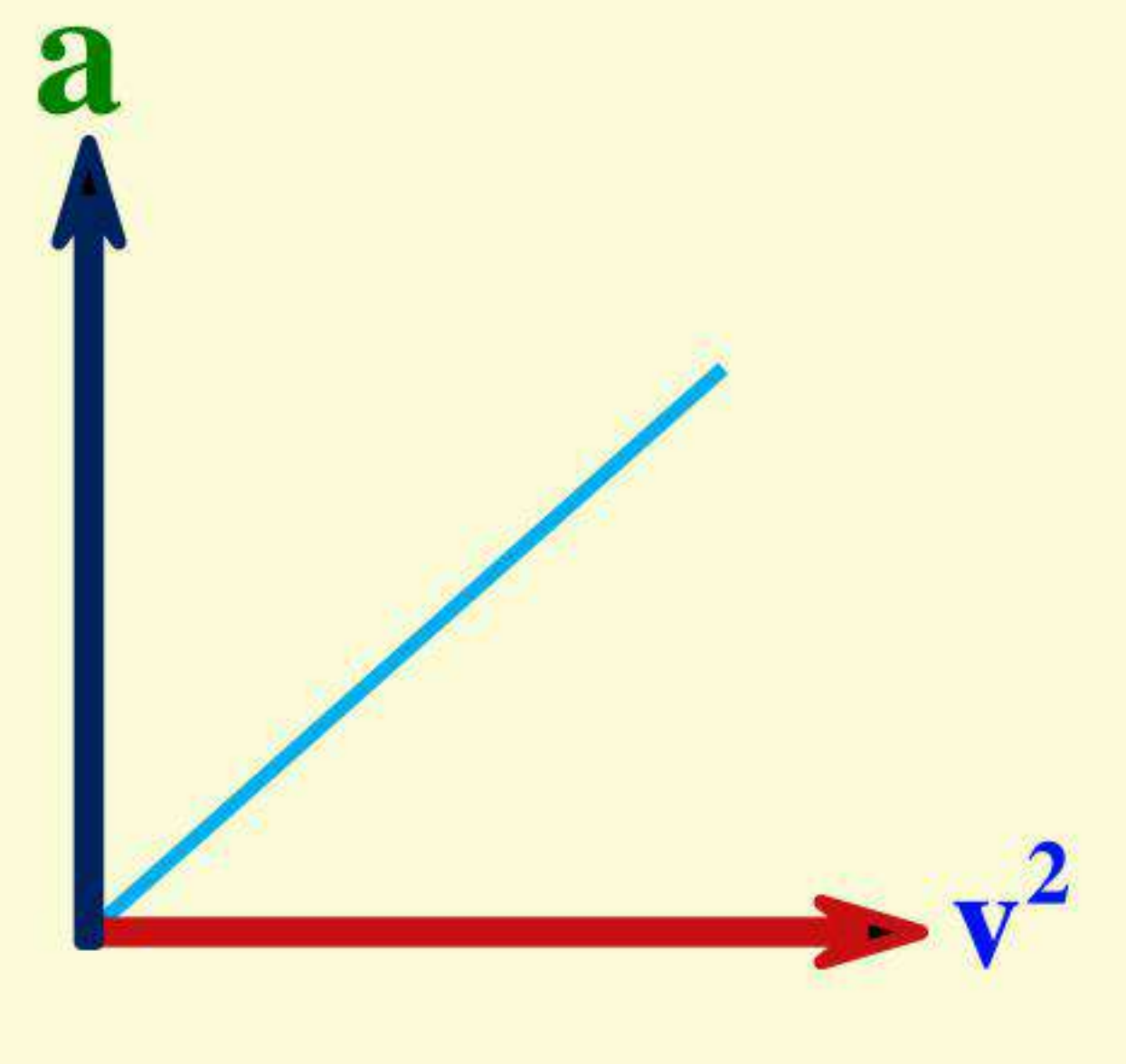
$$\text{Slope} = vT = 2\pi r$$



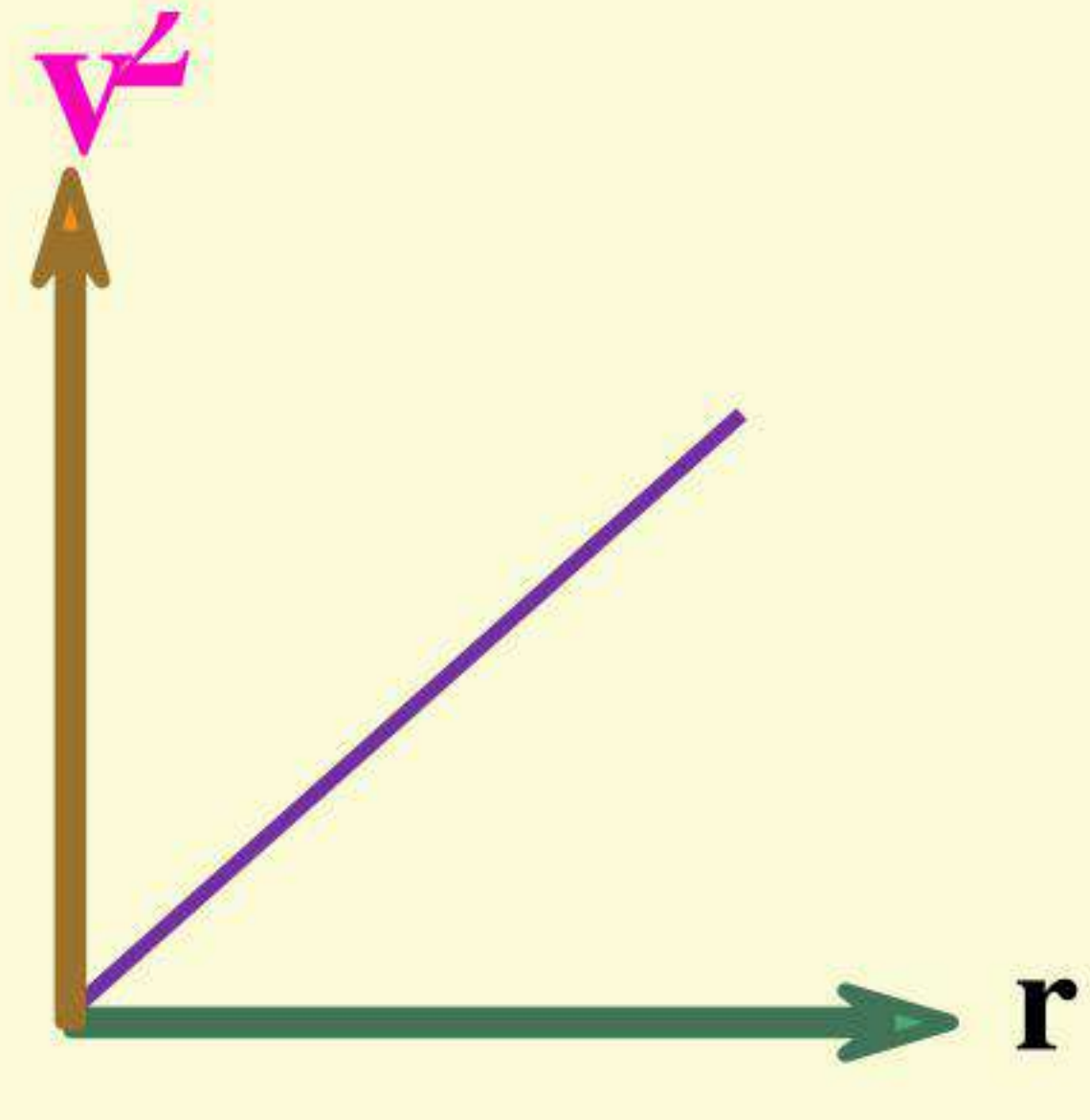
$$\text{Slope} = \frac{v}{r} = \frac{2\pi}{T}$$



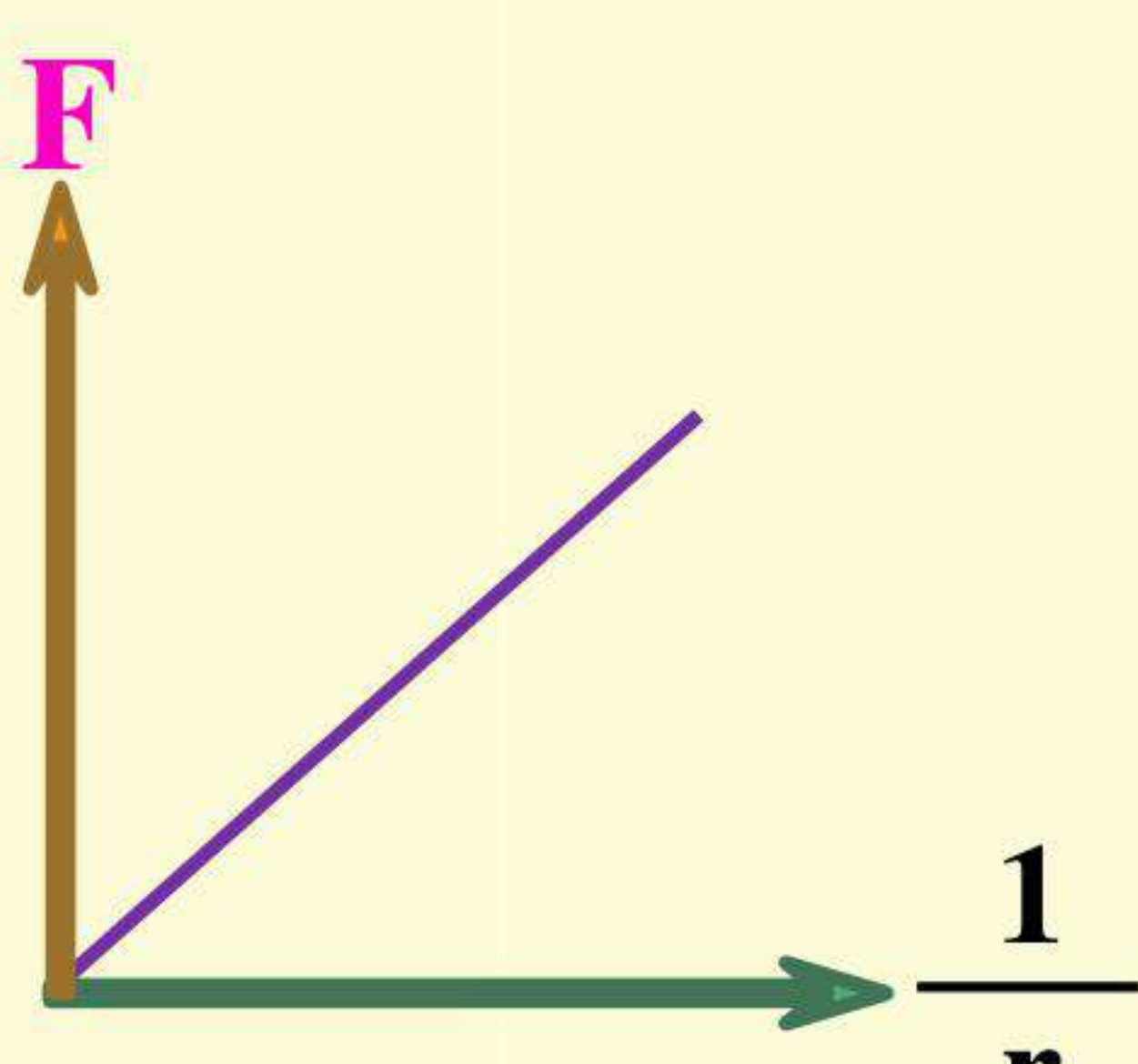
$$\text{Slope} = ar = v^2$$



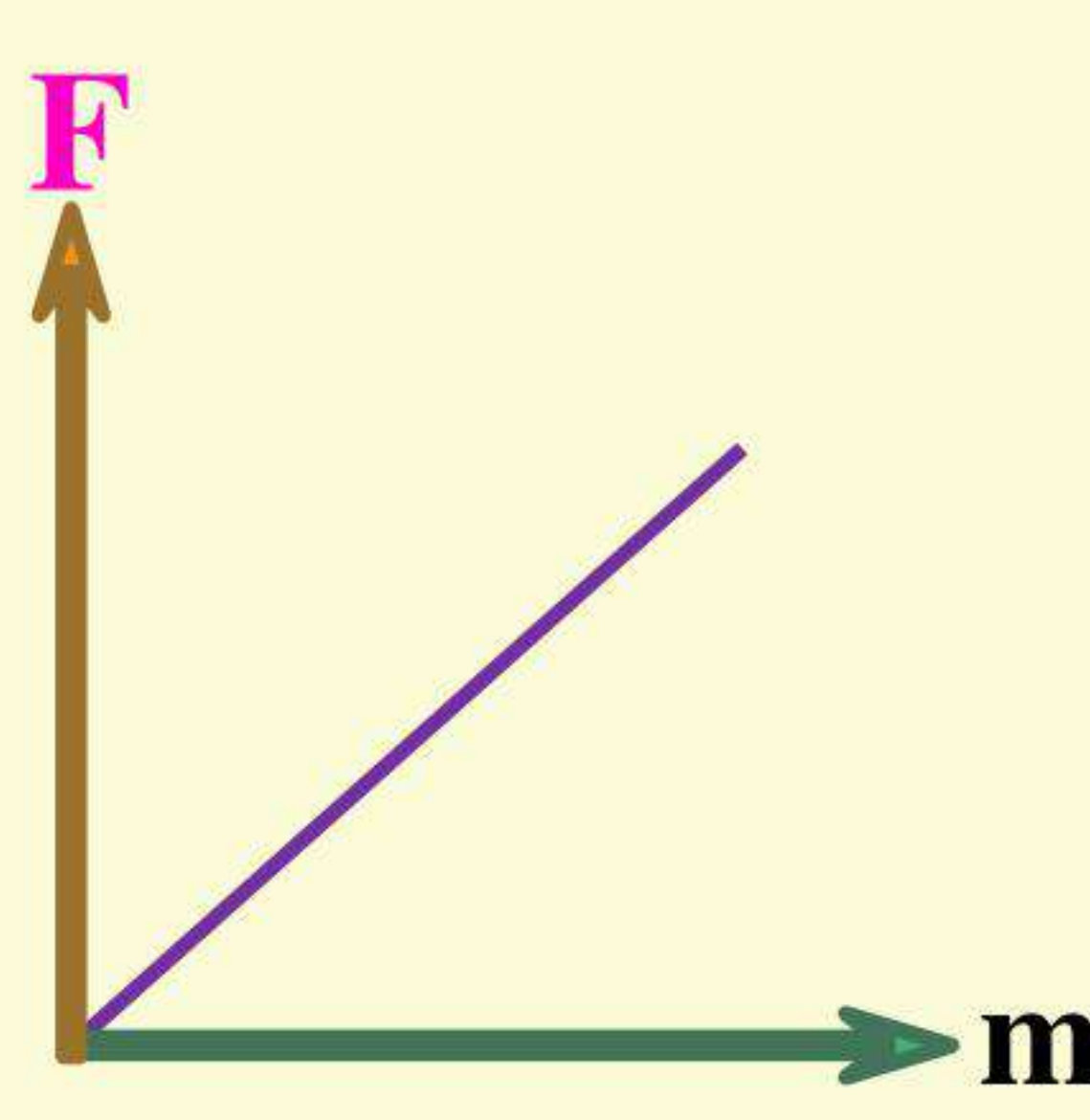
$$\text{Slope} = \frac{a}{v^2} = \frac{1}{r}$$



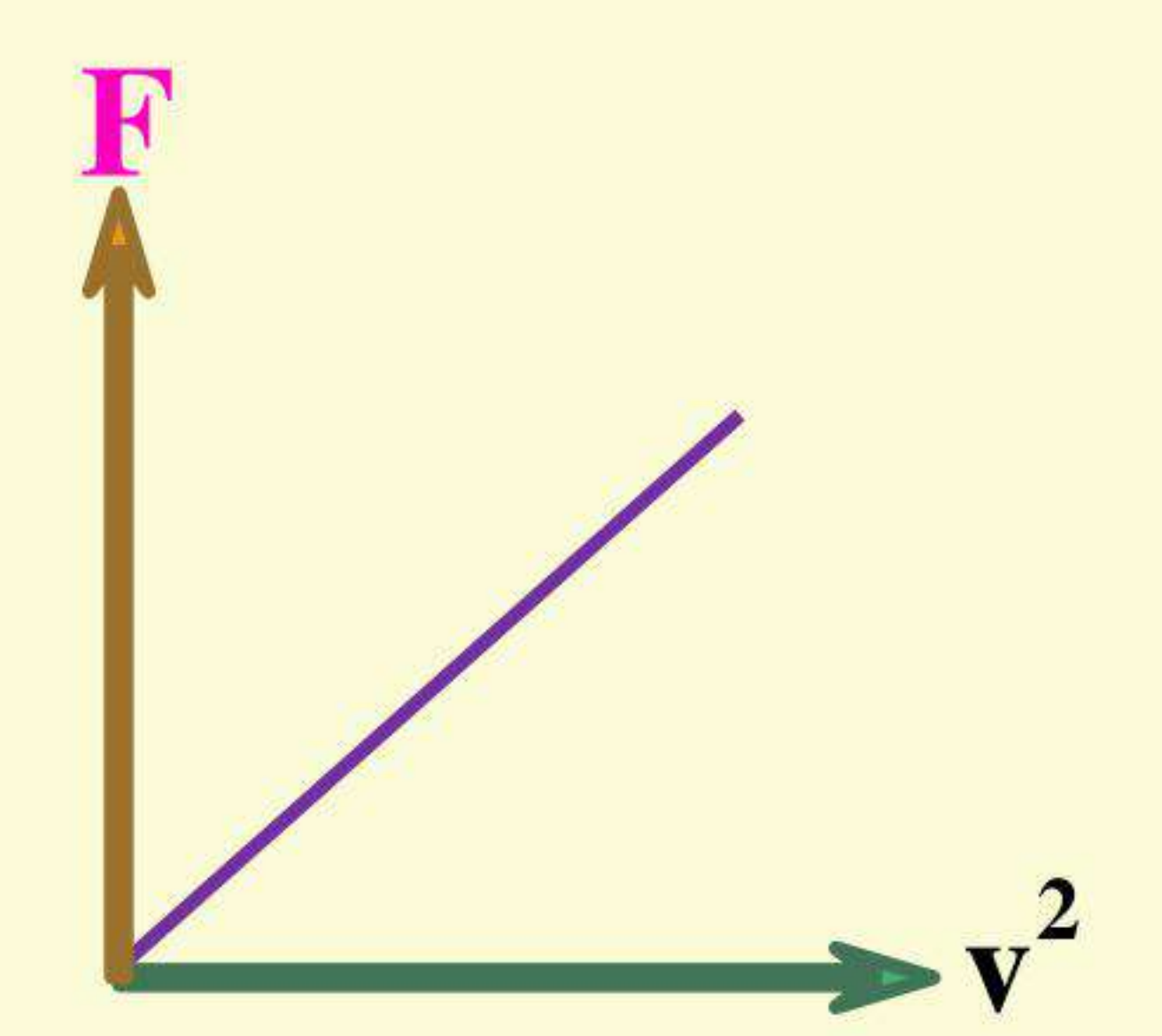
$$\text{Slope} = a$$



$$\text{Slope} = Fr = mv^2$$



$$\text{Slope} = \frac{F}{m} = \frac{v^2}{r}$$



$$\text{Slope} = \frac{F}{v^2} = \frac{m}{r}$$

يقصد بالاتي

ماذا

أى أن القوة التى تؤثر باستمرار فى اتجاه عمودى على حركة الجسم فتحول مساره المستقيم إلى مسار دائرى =  $500 \text{ N}$ .

أى أن العجلة التى يكتسبها الجسم فى الحركة الدائرية نتيجة لتغير اتجاه السرعة =  $33 \text{ m/s}^2$ .

أى أن الزمن اللازم لعمل دورة كاملة فى المسار الدائرى =  $100 \text{ s}$ .

أى أن سرعة الجسم فى اتجاه مماس المسار الدائرى الذى كان يسلكه لحظة الإفلات =  $20 \text{ m/s}$ .

١	القوة الجاذبة المركزية المؤثرة على جسم = $500 \text{ N}$
٢	العجلة المركزية لجسم = $33 \text{ m/s}^2$
٣	الزمن الدورى للجسم فى مساره الدائرى = $100 \text{ s}$
٤	السرعة المماسية لجسم = $20 \text{ m/s}$

لما ياتي تعليلاً علمياً مناسباً

علل

لأن الجسم عندما يتحرك فى مسار دائرى تكون له عجلة مركزية تغير اتجاه السرعة فقط ولا تغير من مقدارها.

لأن قوة التجاذب المادى بين الأرض والشمس تكون عمودية على اتجاه حركة فتعمل كقوة جاذبة مركزية لتجعلها تتحرك فى مسار دائرى.

لأن قوة الاحتكاك بين الطريق واطارات السيارة تكون عمودية على اتجاه الحركة وفى اتجاه مركز الدائرة فتجعل السيارة تتحرك فى مسار منحنى.

لأن القوة الجاذبة المركزية تتناسب طردياً مع مربع السرعة.

١ قد يتحرك جسم بسرعة ثابتة وتكون له عجلة.

٢ استمرار دوران الأرض حول الشمس.

٣ عندما تنعطف السيارة عند المنحنى تحافظ على سيرها فى المنحنى ولا تحيد عنه.

٤ كلما زادت سرعة السيارة فى المسار المنحنى احتاجت لقوة جاذبة مركزية أكبر



٦	عند الزيادة نصف قطر المسار للضعف تقل القوة الجاذبة المركزية للنصف.	لأن القوة الجاذبة المركزية تتناسب عكسياً مع نصف قطر المدار .
٧	عند المنعطف يميل راكب الدراجة بدراجته وجسمه نحو مركز المسار الدائري .	لأن القوة الجاذبة المركزية تتناسب طردياً مع مربع السرعة فعندما تقل السرعة تقل القوة الجاذبة المركزية المؤثرة على السيارة أو القطار فلا ينقلب إحداهما .
٨	من الضروري حساب القوة الجاذبة المركزية عند تصميم منحنيات الطرق والسكك الحديدية.	لأن القوة الجاذبة المركزية قوة عمودية على اتجاه الحركة فيتغير اتجاه الحركة ويسير في مسار دائري .
٩	خطورة التحرك بسرعات كبيرة فى منحنيات الطرق .	لأن القوة الجاذبة المركزية قوة عمودية على اتجاه حركة الجسم فهي تعمل على تغيير اتجاه السرعة دون تغيير مقدارها .
١٠	الجسم الذى يتحرك حركة دائرية منتظمة لا يقترب أبداً من مركز الدائرة بالرغم من تأثره بقوة جاذبة مركزية نحو المركز .	لأن ضلعي المثلث يمثلان سرعتي الجسم الابتدائية والنهائية وهما متساويتان مقداراً .
	مثلث السرعة الممثل لجسم يدور فى مسار دائري يكون متساوى الساقين	

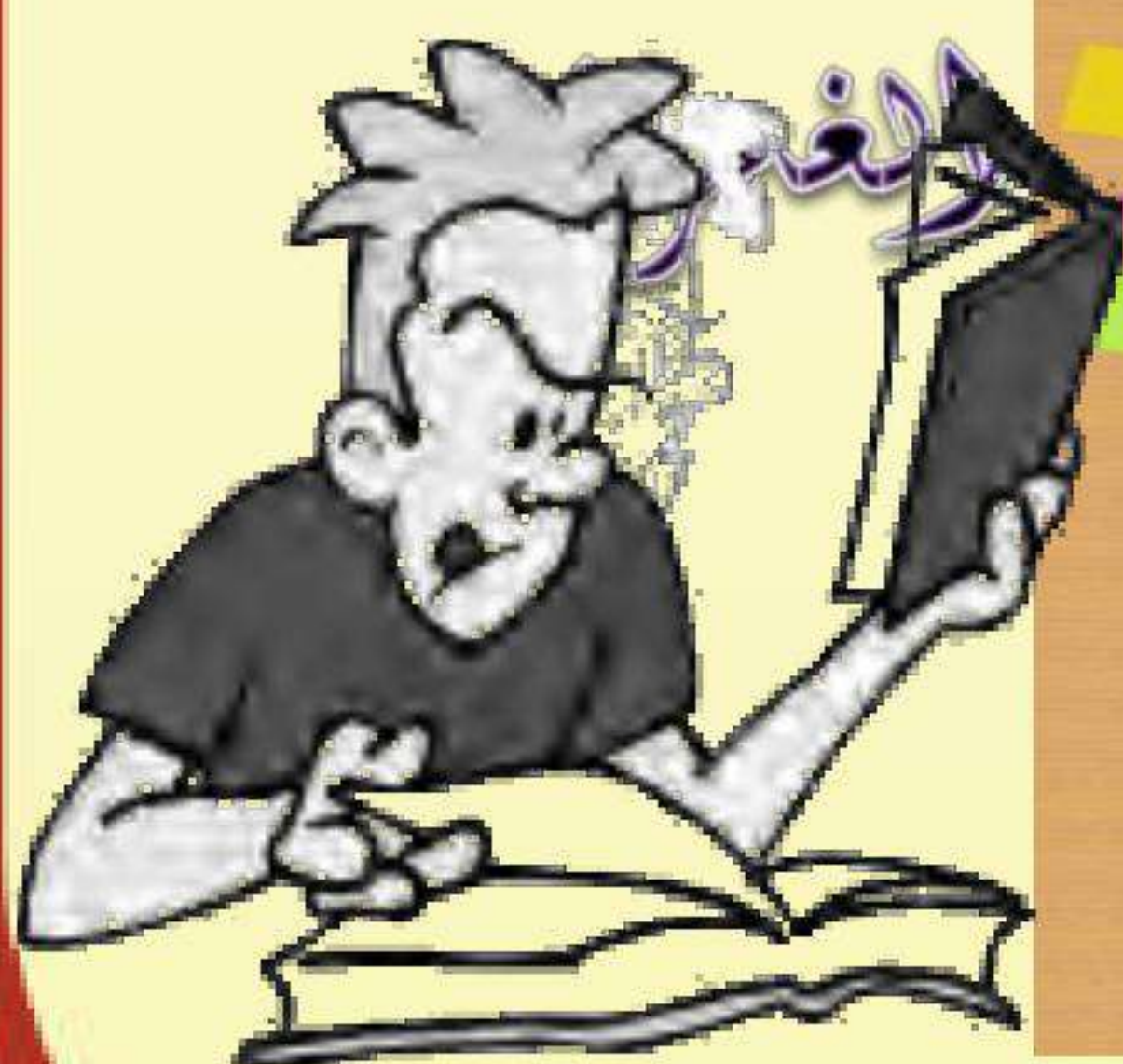
## الجيل الصالح

فى  
الفيزياء  
شرح  
أسئلة  
مراجعة  
امتحانات



أسئلة على  
الفصل  
انظر  
مذكرة  
الأسئلة  
والمسائل

معنا الفيزياء أسهل للوصول إلى حلمك



هو من أحسن استغلال  
الوقت في حين ضيعه غيره  
طارق يحيى

## الناجح

سلسلة محركات في الفيزياء

01157096169

2018

01021370999



الكون في حالة حركة مستمرة فالقمر يدور حول الأرض التي تدور حول الشمس التي تدور حول مركز المجرة .  
– تتحرك كل هذه الأجرام حركة دائرية أو شبه دائرية .  
شغل الإنسان منذ القدم بالتطلع إلى السماء ورصد حركة الشمس والقمر والنجوم وتسجيل ملاحظاته عن كل هذا



## قانون الجذب العام لنيوتن

– لعبت الصدفة دورا هاما في اكتشاف نيوتن لقانون الجذب العام وذلك عندما لاحظ سقوط تفاحة من شجرة نحو سطح الأرض.  
– توصل نيوتن إلى بعض الافتراضات الأساسية والتي من خلالها تمكن من صياغة قانون الجذب العام ومنها أن :  
(١) التفاحة التي تسقط على الأرض بسبب قوة جذب الأرض لها ، تجذب الأرض بدورها .  
(٢) القمر لا يتحرك في خط مستقيم بينما يدور حول الأرض في مسار دائري بسبب وجود قوة جاذبة مركزية بينهما .  
(٣) قوة الجذب المتبادلة بين الأجسام تتوقف على ( كتل الأجسام المتجاذبة – المسافة الفاصلة بين مركزيهما ) .

**ومن خلال تلك الافتراضات توصل نيوتن إلى نص قانون الجذب العام :**

### نص قانون الجذب العام لنيوتن

كل جسم مادي في الكون يجذب أى جسم آخر بقوة تتناسب طرديا مع حاصل ضرب كتلتيهما وعكسيا مع مربع البعد بين مركزيهما .

### الصيغة الرياضية لقانون الجذب العام

– قوة التجاذب بين جسمين كتلتيهما  $M$  ,  $m$  والمسافة بين مركزيهما  $r$  تتناسب :

(١) **طردياً** : مع حاصل ضرب الكتلتين  $(F \propto M, m)$

(٢) **عكسياً** : مع مربع المسافة بين مركزيهما  $(F \propto \frac{1}{r^2})$

من (١) ، (٢) نستنتج أن :  $F \propto \frac{Mm}{r^2}$

$$F = G \frac{Mm}{r^2}$$

حيث  $G$  ثابت التناسب وهو ثابت كوني عام يعرف بـ ( ثابت الجذب العام ) .

### ثابت الجذب العام :

**تعريفه** : هو قوة الجذب المتبادلة بين جسمين كتلة كل منهما  $1\text{kg}$  والمسافة بين مركزيهما  $1\text{m}$  .

**قيمته ووحدة قياسه** :  $G = 6.67 \times 10^{-11} \text{ N.m}^2 \text{ kg}^{-2} = 6.67 \times 10^{-11} \text{ m}^3 \text{ kg}^{-1} \text{ s}^{-2}$

**معادلة أبعاده** :  $M^{-1}L^3T^{-2}$

**ثابت الجذب العام لنيوتن**  $= 6.67 \times 10^{-11} \text{ N m}^2/\text{kg}^2$  ؟

يقصد بالآتي

ماذا

ج : أى أن مقدار قوة الجذب المتبادلة بين جسمين كتلة كل منهما  $1 \text{ kg}$  والمسافة بين مركزيهما  $1\text{m}$  تساوى

$6.67 \times 10^{-11} \text{ N}$  .



م	علل لما يأتى	الإجابة
١	لا تظهر قوة التجاذب المادى بين شخصين متجاورين	لصغر كتلتيهما .
٢	تظهر قوة التجاذب المادى بوضوح بين الأجرام السماوية	لكبر كتلتها .
٣	تزداد قوة التجاذب بين كتلتين كلما اقتربا من بعضهما	لأن قوة التجاذب المادى تتناسب عكسياً مع مربع المسافة بين الكتل المتجاذبة .
٤	تزداد قوة التجاذب بين كتلتين إلى أربعة أمثالها إذا قلت المسافة بينهما للنصف	لأن قوة التجاذب تتناسب عكسياً مع مربع المسافة بين الكتلتين .

**معلومة إثرائية :** قيمة ثابت الجذب العام صغيرة جداً ، لذلك لا تكون قوة الجاذبية بين الأجسام مؤثرة وكبيرة إلا عندما تكون الكتل كبيرة أو تكون المسافات الفاصلة بين الأجسام صغيرة ، أو كلاهما معا.

**مثال :** كرتان صغيرتان كتلة كل منهما (7.3 Kg) موضوعتان على مسافة بين مركزيهما تساوى (0.5 m) احسب قوة الجاذبية المتبادلة بينهما واكتب التعليق المناسب.

من قانون الجاب العام فإن قوة الجاب تساوى :

الحل

$$F = G \frac{M m}{r^2} = \frac{(6.67 \times 10^{-11}) (7.3)^2}{(0.5)^2} = 1.4 \times 10^{-8} \text{ N}$$

فى هذا المثال نلاحظ أن قوة الجذب المتبادلة بين الكرتين صغيرة جداً وتعادل وزن حبة رمل من رمال الشاطئ وبذلك لا نشعر بها.



**علماء أفادوا البشرية :** للعلماء العرب دور عظيم فى تطوير علم الفلك والاستفادة منه ، ومن أعمال علماء الفلك البيرونى ( أبو الريحان محمد ) والذى نجح فى قياس محيط الكرة الأرضية وآخرون مثل على بن عيسى الأسطرلابى وعلى البحرى.

## شدة مجال الجاذبية الأرضية

ينص قانون الجذب العام على أن قوى الجاذبية بين جسمين تتناسب عكسياً مع مربع البعد بين مركزي الجسمين ، وبالتالي فإن قوى الجاذبية تتناقص كلما زاد البعد بين الجسمين حتى يصل البعد بين مركزيهما إلى مسافة يتلاشى عندها قوى التجاذب بينهما ، وخلال هذه المسافة يوجد حيز تظهر فيه قوى الجاذبية ويطلق على هذا الحيز مجال الجاذبية.

## شدة مجال الجاذبية الأرضية

– شدة مجال الجاذبية الأرضية تساوى عددياً عجلة الجاذبية الأرضية.  
يرمز لها بالرمز g .

$$g = \frac{GM}{r^2}$$

– بتطبيق قانون الجذب العام :

حيث M كتلة الأرض =  $5.98 \times 10^{24} \text{ kg}$

– إذا كان الجسم على ارتفاع h فوق سطح الأرض :

$$g = \frac{GM}{(R+h)^2}$$

– إذا كان الجسم على عمق h تحت سطح الأرض :

$$g = \frac{GM}{(R-h)^2}$$

حيث R نصف قطر الكرة الأرضية = 6378km ،  
h البعد عن سطح الأرض .

– للمقارنة بين عجلتى الجاذبية لكوكبين :

$$\frac{g_1}{g_2} = \frac{M_1 R_2^2}{M_2 R_1^2}$$

## مجال الجاذبية

هو الحيز الذى تظهر فيه قوى الجاذبية .

## شدة مجال الجاذبية

هى قوة جذب الأرض  
لكتلة تساوى 1 Kg

خد بالك يا برنس

## ملاحظات لحل المسائل

## بعض ألغاز المسائل



– تتوقف عجلة الجاذبية الأرضية على الارتفاع عن سطح الأرض حيث تتناسب عجلة الجاذبية الأرضية عكسياً مع ارتفاع الجسم عن الأرض .



(١) منجم على عمق 500 m من سطح الأرض ، احسب عجلة الجاذبية عند قاع المنجم إذا علمت أن  $R = 6360 \text{ km}$  ،  $M = 5.98 \times 10^{24} \text{ Kg}$  ،  $G = 6.67 \times 10^{-11} \text{ N.m}^2 \text{ kg}^{-2}$  ،

$$g = \frac{GM}{(R-h)^2} = \frac{6.67 \times 10^{-11} \times 5.98 \times 10^{24}}{(6360 \times 10^3 - 500)^2} = 9.86 \text{ m/s}^2$$

الحل

(٢) كوكب كتلته ضعف كتلة الأرض وقطره ضعف قطر الأرض، احسب النسبة بين عجلة الجاذبية على سطح هذا الكوكب إلى عجلة الجاذبية الأرضية.

$$\frac{g_1}{g_2} = \frac{\frac{M_1 R_2^2}{M_2 R_1^2}}{\frac{2M_e R_e^2}{M_e \times 4R_e^2}} = \frac{1}{2}$$

الحل

## الأقمار الصناعية

- كان حلم الإنسان استكشاف الفضاء من حوله ، وظل يطور أجهزة الرصد ويطور الصواريخ التي تقذف بمركبة فضائية لتدور حول الأرض أو تتطلق إلى أبعد أكبر لتصل مثلاً إلى كوكب آخر مثل المريخ.
- استيقظ العالم في 4 من أكتوبر 1957م على مفاجأة النجاح في إرسال قمر صناعي ( سبوتنيك ) إلى الفضاء كأول تابع فضائي لكوكب الأرض .
- أعقب ذلك نجاح الإنسان في إرسال أقمار أخرى، والنجاح في النزول على سطح القمر الطبيعي .
- لا يزال استكشاف الفضاء يتواصل بنجاح كبير .

### فكرة إطلاق القمر الصناعي ( الأساس العلمي )

- يعتبر ( إسحاق نيوتن ) أول من شرح الأساس العلمي لإطلاق الأقمار الصناعية ، حيث تصور أنه عند إطلاق قذيفة مدفع :
- (١) في مستوى أفقي من قمة جبل : فإنها ستسقط سقوطاً حراً وتتخذ مساراً منحنياً ناحية الأرض .
  - (٢) إذا زادت سرعة القذف : فإنها ستصل إلى الأرض عند نقطة أبعد وتتبع مساراً أقل انحناء.
  - (٣) عند تساوي انحناء مسار القذيفة مع انحناء سطح الأرض : فإنها تدور في مسار ثابت وتصبح تابعة للأرض وتشبه في دورانها حول الأرض دوران القمر الطبيعي حولها ، لذلك يطلق عليها اسم القمر الصناعي .

**السرعة المدارية للقمر الصناعي :** هي السرعة التي تجعل القمر الصناعي يدور في مسار منحنى شبه دائري بحيث يظل بعده عن سطح الأرض ثابتاً .

**القمر الصناعي :** هو جسم يطلق بسرعة معينة تجعله يدور في مسار منحنى شبه دائري بحيث يظل بعده عن سطح الأرض ثابتاً .

م	ماذا يحدث عند	الإجابة
١	توقف القمر الصناعي وأصبحت سرعته صفراً	يتحرك في خط مستقيم نحو الأرض ويسقط على سطحها .
٢	انعدمت قوة الجاذبية بين الأرض والقمر الصناعي	يتحرك القمر الصناعي في خط مستقيم باتجاه المماس للمسار الدائري مبتعداً عن الأرض .

### استنتاج السرعة المدارية للقمر الصناعي :

بفرض أن هناك قمراً صناعياً كتلته (m) يتحرك بسرعة ثابتة (v) في مدار دائري نصف قطره (r) حول الأرض التي كتلتها (M) فإن قوة التجاذب بين القمر والأرض تكون عمودية على حركة القمر وتعمل على حركته في مداره الدائري .  
أي أن : قوة التجاذب بين القمر والأرض هي نفسها القوة الجاذبة المركزية .



$$F = m \frac{v^2}{r} = G \frac{Mm}{r^2}$$

$$m \frac{v^2}{r} = G \frac{Mm}{r^2}$$

$$v^2 = G \frac{M}{r}$$

$$\therefore v = \sqrt{G \frac{M}{r}}$$



وإذا كان الارتفاع الذى أطلق منه القمر الصناعى للفضاء هو (h) فإن :  $r = R + h$  ، أى أن :  $h = r - R$

## زمن الدورة الكاملة للقمر الصناعى :

**الزمن الدورى للقمر الصناعى :** هو الزمن الذى يستغرقه القمر الصناعى لإتمام دورة كاملة حول الأرض .

$$\text{زمن الدورة (T)} = \frac{\text{طول المحيط (طول المسار الدائرى)}}{\text{السرعة}} = \frac{2\pi r}{v}$$

**سرعة القمر الصناعى فى مداره لا تعتمد على كتلته**

## العوامل التى تتوقف عليها السرعة المدارية للقمر الصناعى :

- (١) **نصف قطر المدار** : تتناسب السرعة المدارية للقمر الصناعى عكسياً مع الجذر التربيعى لنصف قطر المدار .
- (٢) **كتلة الكوكب** : تتناسب السرعة المدارية للقمر الصناعى طردياً مع الجذر التربيعى لكتلة الكوكب الذى يدور حوله .

**معلومة إثرائية :** كلما زادت كتلة القمر الصناعى المراد إرساله للفضاء احتجنا إلى صاروخ أكثر قدرة ليقذفه بعيداً فى الفضاء ليكتسب السرعة اللازمة لدورانه حول الأرض

## الإجابة

## علل لما يأتى

١ لأن القوة الجاذبة المركزية المؤثرة عليه تجعله يتحرك فى مسار دائرى ولا تغير من قيمة السرعة فيستمر فى دورانه حول الأرض على نفس الارتفاع .

يستمر دوران القمر الصناعى حول الأرض رغم تأثره بالجاذبية الأرضية / لا يسقط القمر الصناعى حول الأرض / السرعة المدارية تحفظ القمر الصناعى على نفس الارتفاع

٢ لأن السرعة المدارية تتعين من العلاقة  $v = \sqrt{G \frac{M}{r}}$  وحيث أن  $M$  ,  $G$  كميات ثابتة فإن السرعة المدارية للقمر الصناعى تتوقف على الجذر التربيعى لنصف قطر المدار فقط .

تتوقف السرعة المدارية للقمر الصناعى على نصف قطر مداره فقط

٣ لأن السرعة المدارية للقمر الصناعى لا تعتمد على كتلته بل تعتمد على كتلة الكوكب الذى يدور حوله والبعد عن مركزه .

تساوى السرعة المدارية لقمرين صناعيين مختلفين فى الكتلة

٤ لأن لكل قمر مدار خاص به يدور فيه حول الأرض وتكون هذه الأقمار على ارتفاع ثابت بالنسبة للأرض .

لا يحدث تصادم للأقمار الصناعية فى الفضاء الخارجى



(١) يدور القمر حول الأرض فى مسار دائرى نصف قطره  $3.85 \times 10^5 \text{ Km}$  ويكمل دورة كاملة خلال 27.3 يوم ، احسب كتلة الأرض . ( $G = 6.67 \times 10^{-11} \text{ m}^3 \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{s}^{-2}$ ) .

$$T = 27.3 \times 24 \times 60 \times 60 = 2.36 \times 10^6 \text{ s}$$

$$v = \frac{2\pi r}{T} = \frac{2 \times 3.14 \times 3.85 \times 10^5 \times 10^3}{2.36 \times 10^6} = 1025 \text{ m/s}$$

$$M = \frac{v^2 r}{G} = \frac{(1025)^2 \times 3.85 \times 10^5 \times 10^3}{6.67 \times 10^{-11}} = 6 \times 10^{24} \text{ kg}$$

الحل



(٢) قمر صناعى يدور حول الأرض فى مدار شبه دائرى على ارتفاع **940 Km** من سطح الأرض احسب السرعة المدارية والزمن اللازم لكى يصنع دوره كاملة حول الأرض علماً بأن :

(  $R = 6360 \text{ km}$  ,  $M = 6 \times 10^{24} \text{ kg}$  ,  $G = 6.67 \times 10^{-11} \text{ Nm}^2/\text{kg}^2$  )

$$r = R + h = 6360 + 940 = 7300 \text{ km} = 7.3 \times 10^6 \text{ m}$$

$$v = \sqrt{G \frac{M}{r}} = \sqrt{\frac{6.67 \times 10^{-11} \times 6 \times 10^{24}}{7.3 \times 10^6}} = 7.4 \times 10^3 \text{ m/s}$$

الحل

$$T = \frac{2\pi r}{v} = \frac{2 \times 3.14 \times 7.3 \times 10^6}{7.4 \times 10^3} = 6195 \text{ s}$$

(٣) قمر صناعى يتم دورته حول الأرض فى **94.4 min** وطول مساره **43120 Km** احسب السرعة المدارية وارتفاع القمر عن سطح الأرض علماً بأن **R = 6360 km** .

$$v = \frac{2\pi r}{T} = \frac{43120 \times 10^3}{94.4 \times 60} = 7613 \text{ m/s}$$

$$2\pi r = 43120 \times 10^3$$

$$r = \frac{43120 \times 10^3}{2 \times 3.14} = 6.86 \times 10^6 \text{ m} = 6860 \text{ km}$$

$$r = R + h$$

$$h = r - R = 6860 - 6360 = 500 \text{ km}$$



الحل

## أهمية الأقمار الصناعية

تعتبر الأقمار الصناعية بمثابة برج شاهق الارتفاع يمكن استخدامه فى إرسال و استقبال الموجات اللاسلكية

يمكن تقسيم الأقمار الصناعية من حيث تطبيقاتها إلى أنواع عديدة منها

الاستخدام	الأقمار
- تسمح بالنقل التلفزيوني والإذاعي والهاتفي من وإلى أى مكان على سطح الأرض	1
- الانترنت	أقمار الاتصالات
- و تحديد الموقع باستخدام برنامج <b>GPS</b> ،	2
- ورؤية الأماكن من الفضاء باستخدام برنامج جوجل إيرث	الأقمار الفلكية
- عبارة عن تلسكوبات هائلة الحجم تسبح فى الفضاء .	3
- تستطيع تصوير الفضاء بدقة	أقمار الاستشعار عن بعد
- تستخدم فى دراسة ومراقبة الطيور المهاجرة .	4
- تحديد المصادر المعدنية وتوزيعها .	أقمار الاستطلاع والتجسس
- مراقبة المحاصيل الزراعية لحمايتها من مخاطر الطقس .	5
- دراسة تشكل الأعاصير	أقمار لرصد الأحوال الجوية
توفير المعلومات التى تحتاجها القيادات السياسية والعسكرية لاتخاذ القرار وإدارة الحرب	
تحديد حالة الطقس والمناخ	

العبقرية ١ % منها إلهام و ٩٩ % جهد و تعب (توماس ادیسون)