البـاب الأول الكميات الفيزيائية و وحدات لقياس .

الفصل الأول القياس الفيزيائى

❁ القياس : **هو عملية مقارنة كمية مجهولة بكمية أخرى من نوعها لمعرفة عدد مرات إحتواء الأولى على الثانية .**

❁ ما أهمية القياس : **تحول مشاهدتنا إلى مقادير كمية يمكن التعبير عنها بواسطة الأرقام .**
مثل شخص درجة حرارته مرتفعة (تعبير غير دقيق) بينما شخص درجة حرارته $40\ ^oC$ (تعبير دقيق) .

☆ بعض أمثلة الكميات الفيزيائية : - **الطول – درجة الحرارة – الكتلة – الزمن – الحجم – السرعة – العجلة – القوة و .....**

◈ العناصر الرئيسية للقياس :-

1 – الكميات الفيزيائية المراد قياسها . (مثل قياس طول منضدة و قياس كتلة خاتم) .
2 – أدوات القياس اللازمة . (مثل المتر الشريطى و الميزان المعتاد) .
3 – وحدات القياس المستخدمة (الوحدات المعيارية) . (مثل المتر و الكيلو جرام) .

◈ الكمـــيات الفيـــزيائية ◈

❶ أساسية . ❷ مشتقة .

◈ أولاً : الكميات الفيزيائية الأساسية : **هى الكميات التى لا يمكن استنتاجها بدلالة كميات فيزيائية أخرى .**
مثل : المسافة – الطول – الكتلة – الزمن – الشحنة الكهربية – درجة الحرارة و غيرها .

◈ ثانياً : الكميات الفيزيائية المشتقة : **هى الكميات التى يمكن اشتقاقها بدلالة الكميات الأساسية .**
مثل : السرعة – العجلة – القوة – الطاقة – القدرة الكهربية – الحجم –وغيرها .

➢ مثال لكمية فيزيائية مشتقة **(الحجم وهو كمية فيزيائية تشتق من الطول)**

حجم متوازي المستطيلات : الطول × العرض × الارتفاع $V_{ol} = L_1 \times L_2 \times L_3$

لاحظ أن : **يتم التعبير عن الكميات الفيزيائية وعلاقتها ببعضها بالمعادلات الرياضية (تكامل الفيزياء مع الرياضيات) .**

➢ المعادلة الرياضية : **صورة مختصرة لتوصيف فيزيائى .**

◈ خواص المعادلة الرياضية :- **لكل معادلة مدلول معين يسمى بالمعنى الفيزيائى .**

◈◈ أدوات القياس ◈◈

عزيزى الطالب : **اتخذ الإنسان من أجزاء جسمه ومن الظواهر الطبيعية وسائل للقياس مثل مقياس للطول : الذراع – كف اليد**
مقياس للزمن : شروق وغروب الشمس – دورة القمر .

بعض أدوات القياس قديما وحديثاً :

مقياس للطول	**الشريط المترى – المسطرة – القدمة ذات الورنية – الميكرومتر .**
مقياس للكتلة	**ميزان رومانى – ميزان ذو الكفتين – ميزان ذو الكفة الواحدة – ميزان رقمى .**
مقياس للزمن	**ساعة رملية – ساعة البندول – ساعة الإيقاف – ساعة رقمية .**

تجربة عملية : قياس الأطوال باستخدام القدمة ذات الورنية

✪ الغرض من التجربة :
قياس الأطوال باستخدام القدمة ذات الورنية .

✪ التركيب :
 # تدريج ثابت (القسم الواحد = 1 mm) .

 # تدريج منزلق (ورنية) يتحرك بمحاذاة التدريج الثابت
و مقسم إلى عدة أقسام (القسم الواحد = 0.9 mm) .

✪ كيفية الإستخدام :

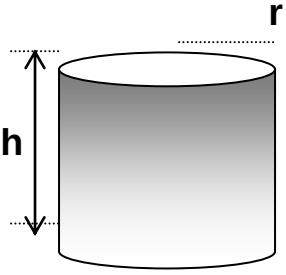
① يوضع الجسم بين فكى القدمة و يضغط عليه ضغطاً خفيفاً .

② يعين طول الجسم من العلاقة : طول الجسم = X + x

حيث: X قراءة التدريج الثابت الذى يسبق صفر الورنية .
x قراءة التدريج المنزلق (الورنية) و يعين عن طريق أخذ قراءة الورنية بالبحث عن خط الورنية الذى ينطبق على قسم من أقسام التدريج الثابت و ضربها فى (0.1) الذى يمثل الفرق بين التدريج الثابت و المنزلق .

فمثلاً إذا كان التدريج الثابت 29 mm و الخط الخامس بالورنية انطبق على خط التدريج الثابت فتكون القراءة كالتالى :
القراءة = X + x = 29 + 0.1 x 5 = 29.5 mm

تجربة عملية : قياس مساحة الأسطوانة



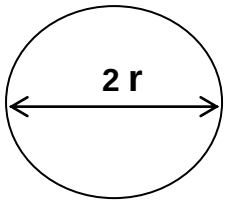
✪ فكرة التجربة :

الأسطوانة هى عبارة عن مجسم له قاعدتان متوازيتان و متطابقتان كل منهما عبارة عن سطح دائرة أما السطح الجانبى فهو عبارة عن سطح منحنى يسمى سطح أسطوانى .

✪ كيفية حساب مساحة الأسطوانة :

إذا فرضنا أن نصف قطر قاعدة الأسطوانة r و ارتفاعها h فإن :

 # مساحة القاعدة = πr^2 .



 # المساحة الجانبية = محيط القاعدة فى الإرتفاع = $2 \pi r h$.

❶ تعيين مساحة قاعدة الأسطوانة :

✪ خطوات العمل :

① ضع قاعدة الأسطوانة على ورقة المربعات ثم حدد مكانها على الورقة بالقلم الرصاص بالدوران حول محيطها .

② ارفع الأسطوانة ثم عين قطر قاعدة الأسطوانة 2 r باستخدام المسطرة المترية .

③ احسب نصف القطر r ثم احسب مساحة الدائرة πr^2 فتكون هى مساحة قاعدة الأسطوانة .

❷ تعيين المساحة الجانبية للأسطوانة :

✪ خطوات العمل :

① قس ارتفاع الأسطوانة و ليكن h .

② احسب محيط القاعدة من العلاقة : المحيط = $2 \pi r$

③ المساحة الجانبية = $2 \pi r h$

❸ حساب المساحة الجانبية للأسطوانة بطريقة أخرى :

✪ خطوات العمل :

① لف الورق المقوى حول الأسطوانة لفة واحدة بدون أى زيادة .

② افرد الورق المقوى الذى لف الأسطوانة فنحصل على مستطيل عرضه يمثل محيط الأسطوانة و ارتفاعه يمثل ارتفاع الأسطوانة .

③ قس طول هذا المحيط ثم اضرب طول المحيط × الإرتفاع فنحصل على قيمة المساحة الجانبية للأسطوانة .

◈◈◈ وحدات القياس ◈◈◈

لكل كمية فيزيائية أساسية أو مشتقة وحدة قياس تميزها و إليك عزيزى الطالب بعض الأمثلة لأنظمة القياس :-

الكمية الأساسية	النظام الفرنسى (جاوس)) C.G.S)	النظام البريطانى (F.P.S)	النظام المترى (M.K.S)
الطول	السنتيمتر (cm)	القدم	المتر (m)
الكتلة	الجرام (gm)	الباوند	الكيلوجرام (kg)
الزمن	الثانية (s)	الثانية	الثانية (s)

ثم أضيف أربع وحدات للنظام المترى ليصبح نظاما دولياً :

النظام الدولى للوحدات

الكمية الفيزيائية	الوحدة فى النظام الدولى
شدة التيار الكهربي	**أمبير (A)**
درجة الحرارة المطلقة	**كلفن (K)**
كمية المادة	**مول (mol)**
~~شدة الإضاءة~~	**كانديلا (c)**

ثم أضيف وحدتان للنظام الدولى هما

الكمية الفيزيائية	الوحدة فى النظام الدولى
الزاوية المسطحة	**راديان Radian**
الزاوية المجسمة	**استرديان Steradian**

مثال : **وضع أينشتاين معادلته الشهيرة** $E = m c^2$ **حيث** c **سرعة الضوء و** m **الكتلة**
استخدم هذه المعادلة لاستنتاج وحدات النظام الدولى للمقدار E **.**

الوحدات المعيارية:- **هى وحدات القياس المتفق عليها عالمياً والمستخدمة فى النظام الدولى للوحدات فتتحدد أى كمية طبيعية بعاملين اثنين هما العدد والوحدة . أى أنه لا يمكن ذكر أعداد أو أرقام مجردة دون تحديد الوحدة التى تقاس بها تلك الكمية.**

❶ المتر العيارى : **(معيار الطول)**
هو المسافة بين علامتين محفورتين عند نهايتى ساق من سبيكة من (البلاتين و الأيريديوم) محفوظة عند درجة الصفر سليزيوس فى المكتب الدولى للموازين والمقاييس بالقرب من باريس .

❷ الكيلو جرام العياري : **(معيار الكتلة)**
يساوى كتلة اسطوانة من سبيكة (البلاتين و الأيريديوم) ذات الأبعاد المحددة محفوظة عند صفر سلزيوس فى المكتب الدولى للموازين والمقاييس بالقرب من باريس .

علل : **نستخدم سبيكة (البلاتين و الأيريديوم) فى صناعة المتر العيارى و الكجم العيارى ؟**
جـ **لانها تتميز بالصلابة وعدم التفاعل مع الوسط المحيط ولا تتاثر بتغير درجه الحراره بعكس المواد الاخرى مثل الزجاج .**

❸ الثانية : **(معيار الزمن)**

قديماً **أستخدم الليل والنهار واليوم للعثور على مقياس ثابت وسهل لوحدة الزمن (الثانية)**
حيث أن :
اليوم الشمسى المتوسط = 24 ساعة . و الساعة = 60 دقيقة . و الدقيقة = 60 ثانية .
عدد ثوانى اليوم الشمسى المتوسط = 24 × 60 × 60 = 86400 ثانية
∴ اليوم = 24 × 60 × 60 = 86400 ثانية

الثانية : **تساوى عدديا ً** $\frac{1}{86400}$ **من اليوم الشمسى المتوسط .**

حديثاً **استخدمت الساعات الذرية (مثل ساعة السيزيوم) لمعايرة الثانية و ذلك لدقتها المتناهية .**

أهمية استخدام الساعات الذرية ذات الدقة المتناهية:-
1- تحديد مدة دوران الأرض حول نفسها (تحديد زمن اليوم) .
2 - مراجعات لتحسين الملاحة الأرضية والجوية .
3 - تدقيق رحلات سفن الفضاء لاكتشاف الكون .

★★★ معادلة الأبعاد ★★★

◈◈ معادله الابعاد :

هى صيغة تعبر عن الكميات الفيزيائية المشتقة بدلاله ابعاد الكميات الفيزياوة الاساسية وهى الطول والكتلة والزمن مرفوع كل منهما لأس معين .

عزيزى الطالب : **يستخدم فى معادلة الأبعاد ثلاث رموز أساسية الطول (L) – الكتلة (M) – الزمن (T) و الصورة العامة لمعادلة الأبعاد لأى كمية فيزيائية A هى :**

$$[A] = L^{\pm a}\ M^{\pm b}\ T^{\pm c}$$

حيث a ، b ، c هى أبعاد L ، M ، T على الترتيب .

◈ حساب أبعاد بعض الكميات الفيزيائية :

الكميات الفيزيائية	علاقتها مع الكمات الأخرى	معادلة الأبعـــــاد	وحدة القياس
المساحة A	**الطول × العرض**	$L \times L = L^2$	m^2
الحجم V	**الطول ×العرض× الارتفاع**	$L \times L \times L = L^3$	m^3
الكثافة ρ	**الكتلة ÷ الحجم**	$M / L^3 = M L^{-3}$	Kg / m^3
القوة F	**الكتلة × العجلة**	$M \times L T^{-2} = M LT^{-2}$	$Kg\ m / s^2 = N$
الشغل (الطاقة) (W)	**القوة x المسافة**	$M L T^{-2} \times L = M\ L^2 T^{-2}$	$Kgm^2 / s^2 = N.m = j$
السرعة (V)	**المسافة ÷ الزمن**	$L\ T^{-1}$	m / s
العجلة (a)	**السرعة ÷ الزمن**	$L\ T^{-2}$	m / s^2

ملاحظات هـــــامة

❶ **يمكن جمع أو طرح كميتين فيزيائيتين بشرطين :-**
أ - يجب أن يكونا من نفس النوع أي لهما نفس معادلة الأبعاد .
ب- أن يكون لهم نفس وحدة القياس .

❷ **إذا اختلفت وحدات القياس لكميتين فيزيائيتين من نفس النوع يجب تحويل إحداهما إلى الإخرى .**

❸ **إذا ضربنا أو قسمنا كميتين فيزيائيتين مختلفتين ليس لهم نفس معادلة الأبعاد فاننا نحصل على كمية فيزيائية جديدة .**

❹ **معادلة الأبعاد لا يمكن جمعها أو طرحها و إنما يمكن ضربها .**

❺ **الأعداد والكسور والثوابت العددية مثل π و الدوال المثلثية ليس لها أبعاد .**

❻ **من الممكن أن نحصل على وحدة القياس لكمية فيزيائية من معادلة أبعادها .**

☆ أهمية معادلة الأبعاد :-

– اختبار صحة القوانين بحيث يكون طرفى المعادلة لهم نفس الأبعاد (تحقيق تجانس الأبعاد للمعادلة) .

أمثلة

✍ (1) اثبت صحة العلاقة : طاقة الحركة = ½ الكتلة × مربع السرعة ($K.E. = \frac{1}{2} mV^2$) , إذا علمت أن :
معادلة أبعاد الطاقة $E = M L^2 T^{-2}$.

✍ (2) أحد الأشخاص أقترح أن حجم الاسطوانة يتعين من العلاقة ($V_{ol} = \pi r^2 h$) حيث r نصف قطر قاعدة الاسطوانة h ارتفاع الاسطوانة استخدم معادلة الأبعاد لكى تتحقق من مدى صحة هذه المعادلة .

✍ (3) تخضع حركة جسم تحت تأثير الجاذبية للعلاقة التالية ($V_f = V_i + gt$) حيث g هى عجلة الجاذبية الأرضية t الزمن V_f السرعة النهائية , V_i السرعة الابتدائية . اثبت صحة هذه العلاقة باستخدام معادلات الأبعاد .

✍ (4) اثبت صحة هذه العلاقة باستخدام معادلات الأبعاد ($V_f^2 = V_i^2 + 2 a d$)
حيث V_f السرعة النهائية ، V_i السرعة الابتدائية ، a العجلة ، d الإزاحة .

✍ (5) اثبت صحة هذه العلاقة باستخدام معادلات الأبعاد ($d = V_i t + \frac{1}{2} a t^2$)
حيث d الإزاحة ، t الزمن ، V_i السرعة الابتدائية ، a العجلة .

✍ (6) باستخدام معادلات الأبعاد اثبت صحة هذه المعادلة الفيزيائية ($V = \sqrt{\frac{F}{\mu}}$)

حيث F قوة الشد بالنيوتن ، μ كتلة وحدة الأطوال (Kg / m) ، V هى السرعة .

✍ (7) إذا كانت $X = Y Z$ و معادلة أبعاد X هى $M L T^{-2}$ و معادلة أبعاد Y هى $M^0 L T^{-2}$ فأوجد معادلة أبعاد Z .

✍ (8) أوجد معادلة أبعاد الضغط حيث الضغط يساوى القوة على المساحة .

✍ (9) أوجد معادلة أبعاد الدفع حيث الدفع يساوى القوة فى الزمن .

✍ (10) أوجد معادلة أبعاد التردد حيث التردد يساوى مقلوب الزمن الدورى .

➤ لاحظ عزيزى الطالب أن :
وجود نفس معادلة الأبعاد على طرفى المعادلة لا يضمن صحتها ولكن اختلافها على طرفى المعادلة يؤكد خطأها .

☆☆ مضاعفات و كسور الوحدات فى النظام العالمى ☆☆

✍ عزيزى الطالب :
يفضل التعبير عن الارقام الكبيرة جداً والصغيرة جداً باستخدام الرقم 10 مرفوعاً لأس معين .
وتسمى هذه الطريقة فى التعبير عن الكميات الفيزيائية بالصيغة المعيارية لكتابة الأعداد .
فمثلاً إذا كانت المسافة بين النجوم تقدر بحوالى 100,000,000,000,000,000 m
فتكتب بالصيغة المعيارية لكتابة الأعداد $= 1 \times 10^{17}$ m .
واذا كانت المسافة بين ذرات الجوامد تقدر بحوالى 0.000000001 m
فتكتب بالصيغة المعيارية لكتابة الأعداد $= 1 \times 10^{-9}$ m .
يسمى المعامل $10^{\pm x}$ بأسماء محددة اتفق العلماء عليها وهى :

المعامل	المسمي	الرمز
10^{-9}	نانو	n
10^{-6}	ميكرو	μ
10^{-3}	مللي	m
10^{-2}	سنتي	c
10^{3}	كيلو	k
10^{6}	ميجا	M
10^{9}	جيجا	G

أمثلة

✍ (1) خزان يبلغ حجم الماء فيه $9\ m^3$ اوجد حجم الماء بوحدة cm^3 .

✍ (2) تيار كهربائى شدته 7 مللى أمبير (7 mA) عبر عن شدة التيار بوحدة الميكروأمبير (μ A) .

✍ (3) أكمـــــــــــــــل :

❶ 200 مللى جرام = ... كجم .
❷ 10^{-4} ميجا اوم = ... أوم .
❸ 10^{-5} جيجا متر = ... كيلو متر .
❹ 10^{8} نانو أمبير = ... مللى أمبير .
❺ 10^{6} سنتيمتر = ... كيلو متر .
❻ 10^{3} كيلو متر = ... سنتيمتر .
❼ 10^{7} مم^3 = ... متر^3 .
❽ 10^{3} سم^2 = ... متر^2 .

✍ (4) نصف قطر أحد الكواكب يساوى $5.85 \times 10^7 m$ و كتلته $5.68 \times 10^{26} kg$ احسب :
1 – كثافة مادة الكوكب بوحدة g / cm^3 .
2 – احسب مساحة سطح الكوكب بوحدات m^2 (مساحة سطح الكرة = $4\pi r^2$) .

✍ (5) مربع طول ضلعه 20 سم احسب : مساحة سطح المربع بوحدة m^2 .

✍ (6) أثرت قوة مقدارها 5 مللى نيوتن عبر عن هذه بوحدة الميكرو نيوتن .

✍ (7) جسم يحمل شحنة كهربية مقدارها 5 كولوم احسب ما تساويه هذه الشحنة بوحدات :
1 – ميكرو كولوم .
2 – ميجا كولوم .
3 – نانو كولوم .

التحويلات الهـــــأمة

للتحويل من	نانو أى وحدة	إلى	الوحدة	نضرب فى 10^{-9}
للتحويل من	ميكرو أى وحدة	إلى	الوحدة	نضرب فى 10^{-6}
للتحويل من	مللى أى وحدة	إلى	الوحدة	نضرب فى 10^{-3}
للتحويل من	سنتى أى وحدة	إلى	الوحدة	نضرب فى 10^{-2}
للتحويل من	كيلو أى وحدة	إلى	الوحدة	نضرب فى 10^{3}
للتحويل من	ميجا أى وحدة	إلى	الوحدة	نضرب فى 10^{6}
للتحويل من	جيجا أى وحدة	إلى	الوحدة	نضرب فى 10^{9}
للتحويل من	مم	إلى	متر	نضرب فى 10^{-3}
للتحويل من	مم^2	إلى	متر^2	نضرب فى 10^{-6}
للتحويل من	مم^3	إلى	متر^3	نضرب فى 10^{-9}
للتحويل من	سم	إلى	متر	نضرب فى 10^{-2}
للتحويل من	سم^2	إلى	متر^2	نضرب فى 10^{-4}

للتحويل من سم^3 إلى متر^3 نضرب فى 10^{-6}

للتحويل من كم إلى متر نضرب فى 10^{3}

للتحويل من جم إلى كجم نضرب فى 10^{-3}

للتحويل من طن إلى كجم نضرب فى 10^{3}

✌ أنواع القياس ✌

① قياس مباشر .(**باستخدام أداة واحدة كقياس كثافة سائل باستخدام جهاز الهيدروميتر) .**

② قياس غير مباشر . (**باستخدام أكثر من أداة قياس كقياس كثافة سائل بتعيين كتلته بالميزان وتعيين حجمه بالمخبار المدرج ثم حساب الكثافة بقسمة الكتلة على الحجم) .**

✪ مقارنة بين القياس المباشر وغير المباشر

وجه المقارنة	القياس المباشر	القياس غير المباشر
عدد عمليات القياس	**عملية قياس واحدة**	**أكثر من عملية قياس**
العمليات الحسابية	**لا يتم التعويض فى علاقة رياضية**	**يتم التعويض فى علاقة رياضية لحساب الكمية**
الأخطاء فى القياس	**يكون هناك خطأ واحد فى عملية القياس**	**يكون هناك عدة أخطاء فى عملية القياس (فيحدث ما يعرف بتراكم للخطأ)**
أمثلة	**قياس الحجم باستخدام المخبار المدرج**	**قياس الحجم بقياس الطول والعرض والارتفاع وضربهم ببعض**

☹ خطأ القياس

✍ عزيزى الطالب : **لا يمكن أن تتم عملية القياس بدقة % 100 ولابد من وجود نسبة ولو بسيطة من الخطأ .**

☹ اسباب وجـــود خـطأ فــى القـياس :

❶ **اختيار أداة قياس غير مناسبة (كاستخدام الميزان المعتاد بدل الميزان الحساس لقياس كتلة خاتم ذهبى) .**

❷ **وجود عيب فى أداة القياس .**
مثال **عيوب الأميتر (أ) أن يكون الجهاز قديماً والمغناطيس بداخله أصبح ضعيفاً .**
(ب) خروج مؤشر الأميتر عن صفر التدريج عند قطع التيار .

❸ **اجراء القياس بطريقة خطأ .**
مثل **(أ) عدم معرفة استخدام الأجهزة متعددة التدريج مثل الملتيمتر .**
(ب) أو النظر الى المؤشر أو التدريج بزاوية بدلآ من أن يكون خط الرؤية عمودياً على الأداة .

❹ **عوامل بيئية مثل درجات حرارة أو الرطوبة أو التيارات الهوائية .**

علل : **يجب وضع الميزان الحساس داخل صندوق زجاجى ؟**

جـ **لأن عند قياس كتلة جسم صغير باستخدامه قد تؤدى التيارات الهوائية الى حدوث خطأ فى عملية القياس .**

① حساب الخطأ فى حالة القياس المباشر

☹ الخطأ المطلق (ΔX) : **هو الفرق بين القيمة الحقيقية X_0 و القيمة المقاسة فعلياً X .**

$$\Delta X = \left| X_0 - X \right|$$

☆ عزيزى الطالب لاحظ أن : **الخطأ المطلق دائماً موجب (حتى لو كانت القيمة الحقيقية أقل من القيمة المقاسة) لأن المهم هو معرفة مقدار الخطأ سواء كان بالزيادة أو النقصان .**

☹ الخطأ النسبى **(r) : هو النسبة بين الخطأ المطلق Δx الى القيمة الحقيقية x_0 .**

$$r = \frac{\Delta X}{X_0}$$

☆ عزيزى الطالب لاحظ أن : **يعتبر الخطأ النسبي هو الأكثر دلالة على دقة القياس من الخطأ المطلق , ويكون القياس أكثر دقة كلما كان الخطأ النسبي صغيراً .**

أمثلة

✍ **(1) قام عمرو بقياس طول قلم عملياً و وجد انه يساوى 9.9 cm و كانت القيمة الحقيقية لطول القلم تساوى 10 cm احسب الخطأ المطلق والخطأ النسبى . [0.1 cm ، 0.01]**

✍ **(2) قامت مــى بقياس طول الفصل عملياً فوجدته يساوى 9.13 m و كانت القيمة الحقيقية لطول الفصل تساوى 9.11 m احسب الخطأ المطلق والخطأ النسبى . [0.02 m ، 0.00219]**

✍ **(3) عند قياس أحد المهندسين لطول مبنى وجد أن طوله 55.2 متر و عند التدقيق وجد أن القياس تم بمقدار خطأ 0.02 متر ما احتمالات القيمة الحقيقية لطول المبنى ؟ [55.22 m ، 55.18 m]**

② حســـاب الخطأ فى حالة القياس المباشر

✍ عزيزى الطالب : **طريقة حساب الخطأ فى القياس غير المباشر تختلف تبعاً للعلاقة الرياضية المستخدمة (جمع – طرح – ضرب – قسمة) أثناء عملية القياس .**

الجمع	الطرح	الضرب	القسمة
كقياس حجم كميتين من سائل و جمع المقدارين	**كقياس حجم قطعة نقود بطرح حجم الماء فى مخبار مدرج من حجم نفس الماء بعد وضع قطعة النقود فى المخبار**	**كقياس مساحة مستطيل بقياس الطول وقياس العرض وإيجاد حاصل ضربهما .**	**كقياس كثافة سائل بقياس كتلته وحجمه ثم إيجاد حاصل قسمة الكتلة على الحجم .**
الخطأ المطلق = الخطأ المطلق فى القياس الأول + الخطأ المطلق فى القياس الثانى $\Delta x = \Delta x_1 + \Delta x_2$		**الخطأ النسبى فى القياس = الخطأ النسبى فى القياس الأول + الخطأ النسبى فى القياس الثانى** $r = r_1 + r_2$	

أمثلة

✍ **(1) فى تجربة معملية لتعيين كمية فيزيائية L التى تتعين من جمع كميتين فيزيائيتين L_1 , L_2 إذا كانت L_1= (5 ± 0.1) cm , L_2 = (5.8 ± 0.2) cm فاحسب قيمة L ؟ [(10.8 ± 0.3) cm]**

✍ **(2) احسب الخطأ النسبى والخطأ المطلق فى قياس مساحة A مستطيل طوله m (6 ± 0.1) وعرضه m (5 ± 0.2) . [1.7 m^2 ، 0.0567]**

✍ **(3) احسب الخطأ النسبى والمطلق فى قياس حجم متوازى مستطيلات إذا كانت نتائج قياس أبعاده على النحو التالى :**

البعد	الكمية المقاسة (cm)	الكمية الحقيقية (cm)
الطول x	4.3	4.4
العرض y	3.3	3.5

[6.77 m^3 ، 0.1465]

✍ (4) عند قياس السرعة المنتظمة لجسم كانت المسافة m (40 ± 0.2) و الزمن s (5 ± 0.1) .
احسب الخطأ المطلق فى قياس السرعة . [(8 ± 0.2) m / s]

✍ (5) مكعب طول ضلعه 5 cm أوجد الخطأ النسبى فى تقدير حجمه إذا علمت أن الخطأ النسبى فى تقدير الطول كان 0.01
و أوجد أيضاً قيمة الخطأ المطلق فى هذه الحالة . [0.03 ، 3.75 cm^3]

✍ (6) إذا كانت X = (5 ± 0.1) cm ، y = (10 ± 0.2) cm احسب كلا من :

① x + y

② 2 x + y

③ x y

④ $x y^2$

[(15 ± 0.3) cm ، (20 ± 0.4) cm ، (50 ± 2) cm^2 ، (500 ± 30) cm^3]

✍ (7) احسب الخطأ النسبى والخطأ المطلق فى قياس محيط مثلث أطوال أضلاعه هى :
(8 ± 0.1) cm ، (7 ± 0.2) cm ، (10 ± 0.22) cm . [0.0208 ، 0.52 cm]

✍ (8) احسب الخطأ النسبى والمطلق فى قياس حجم متوازى مستطيلات أطوال أضلاعه هى :
(8 ± 0.2) cm ، (4 ± 0.1) cm ، (3 ± 0.3) cm . [0.15 ، 14.4 cm^3]

✍ (9) احسب الخطأ النسبى والمطلق فى قياس حجم متوازى مستطيلات إذا كانت نتائج قياس أبعاده على النحو التالى :

البعد	الكمية المقاسة (cm)	الكمية الحقيقية (cm)
الطول x	6.2	6
العرض y	4.15	4
الارتفاع z	2.11	2

[0.1258 ، 6.04 m^3]

✍ (10) احسب الخطأ النسبى والخطأ المطلق فى قياس مساحة دائرة نصف قطرها (6 ± 0.1) cm (π = 3.14)
[0.05 ، 45.216 cm^3]

✍ (11) احسب الخطأ النسبى والخطأ المطلق فى قياس مساحة سطح كرة نصف قطرها (8 ± 0.11) cm (π = 3.14)
[0.0275 ، 22.1056 cm^2]

✍ (12) احسب الخطأ النسبى والخطأ المطلق فى قياس حجم كرة نصف قطرها (12 ± 0.15) cm (π = 3.14)
[0.0375 ، 271.296 cm^3]

✍ (13) جسم كتلته kg (4.5 ± 0.1) يتحرك بسرعة m / s (20 ± 0.8) .
احسب الخطأ المطلق فى قياس كمية تحرك الجسم (كمية التحرك = الكتلة × السرعة) .
[(90 ± 5.6)Kg m / s]

✍ (14) إذا كانت X = (12 ± 0.3) cm ، y = (8 ± 0.1) cm احسب كلا من :

① x + 2y

② 2 x - y

③ $x^2 y^2$

④ $\frac{X^2}{y}$

[(18 ± 1.125) cm ، (9216 ± 691.2) cm^4 ، (16 ± 0.7) cm ، (28 ± 0.5) cm]

✍ **(15) إذا كانت X = (7 ± 0.2) cm ، y = (5 ± 0.11) cm ، z = (6 ± 0.3) cm احسب كلا من :**

① $x + y + z$

② $x + 2y + z$

③ $x^2 y^2 z$

④ $\frac{X^2}{y z}$

[(1.633 ± 0.2109) cm^3 ، (7350 ± 1110.9) cm^2 ، (23 ± 0.72) cm ، (18 ± 0.61) cm]

علماء أفادو البشرية : -

أحمد زويل : **حصل على جائزة نوبل 1999 باستخدام ليزر الفيمتوثانيه فى دراسة ديناميكية التفاعل الكيميائى و ما يتعلق بذلك فى مجال الفيزياء والبيولوجيا .**

وليام طومسون : **بريطانى قام بتعين درجه حرارة الصفر الكلفن (المطلق) ووجدها تساوى (273 ــ) .**

الـفـصل الـثـانـى

☆☆ الكميات القياسية و الكميات المتجهة ☆☆

☆ الكمية القياسية : **هى الكمية التى يلزم لتعريفها تعريفاً تاماً معرفة مقدارها فقط .**

مثل المسافة و الكتلة و الزمن و درجة الحرارة و الشغل و .... و .....

☆ الكمية المتجهة : **هى الكمية التى يلزم لتعريفها تعريفاً تاماً معرفة مقدارها و اتجاهها .**

مثل الإزاحة و السرعة و العجلة و القوة و .... و .....

الإزاحـــــة و المســـافة

☆ الإزاحة : **هى أقصر مسافة بين نقطتى البداية و النهاية لحركة جسم .**

أو البعد المستقيم بين نقطتين مقداراً و اتجاهاً . (و هى كمية متجهة) .

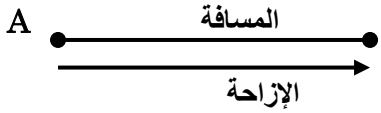
سؤال مـا معنى قولنا أن إزاحة جسـم = 20 متراً ؟

جـ أى أن أقصر مسافة بين نقطة بداية الجسم و نقطة نهاية حركته = 20 متر .

☆ المسافة : **طول المسار المقطوع أثناء الحركة من موضع إلى آخر . (و هى كمية قياسية) .**

ملاحظـــــــات هـــــــامة :-

1 – إذا تحرك الجسم فى اتجاه واحد ثابت من A إلى B فإن الإزاحة المقطوعة تساوى عددياً المسافة المقطوعة .



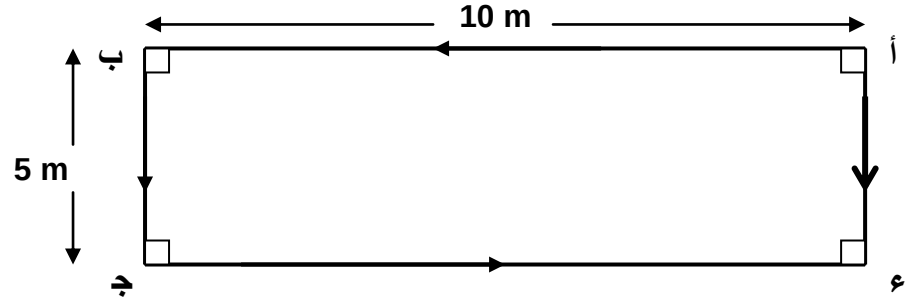
2 – إذا تحرك الجسم من A إلى B ثم عاد مرة أخرى إلى A فإن :

 # الإزاحة المقطوعة = صفر .

المسافة المقطوعة = $2\ \overline{AB}$.

أمثلة

(1) فى الشكل الموضح تحرك الجسم من النقطة (أ) إلى النقطة (ب) ثم إلى النقطة (جـ) ثم إلى النقطة (ء) .
أوجد : 1 – المسافة التى قطعهاالجسم .
2 – الإزاحة الحادثة للجسم .



[25 متر , 5 متر]

(2) تحركت سيارة مسافة 100 متر من النقطة (أ) إلى النقطة (ب) ثم إلى النقطة (جـ) مسافة 60 متر فى الاتجاه المضاد
أوجد : 1 – المسافة التى قطعها الجسم .
2 – الإزاحة الحادثة للجسم . [160 متر , 40 متر]

(3) تحرك جسيم من النقطة (أ) فقطع مسافة 12 متر حتى وصل إلى النقطة (ب) ثم تحرك فى اتجاه عمودى على مساره الأول مسافة قدرها 5 متر حتى وصل إلى النقطة (جـ) .
أوجد : 1 – إجمالى المسافة المقطوعة .
2 – الإزاحة الحادثة للجسيم . [17 متر , 13 متر]

(4) مربع (a b c d) طول ضلعه 10 متر تحرك جسم من a إلى b ثم إلى c ثم إلى d فاوجد المسافة المقطوعة و الإزاحة الحادثة . [30 متر , 10 متر]

(5) صعدت نملة حائطاً ارتفاعه 2 متر للحصول على غذائها ثم عادت مرة أخرى فاوجد المسافة المقطوعة و الإزاحة الحادثة .
[4 متر , 0]

(6) تحركت سيارة مسافة 500 متر من النقطة (أ) إلى النقطة (ب) ثم على النقطة (جـ) مسافة 100 متر فى الاتجاه المضاد
أوجد : 1 – المسافة التى قطعها الجسم .
2 – الإزاحة الحادثة للجسم . [600 متر , 400 متر]

(7) تحرك جسم على محيط دائرة نصف قطرها 7 متر فاوجد المسافة المقطوعة و الإزاحة الحادثة فى الحالات الآتية :
1 – عندما يتحرك الجسم دورة كاملة .
2 – عندما يتحرك الجسم نصف دورة .
3 – عندما يتحرك الجسم $\frac{1}{4}$ دورة .
4 – عندما يتحرك الجسم $\frac{3}{4}$ دورة . $\pi = \frac{22}{7}$
[44 متر , صفر , 22 متر , 14 متر , 11 متر , 9.899 متر, 33 متر , 9.899 متر]

(8) سقطت كرة من قمة منزل ارتفاعه 30 متر فاصطدمت بالأرض ثم صعدت إلى ارتفاع 10 متر ثم سقطت مرة أخرى و استقرت على سطح الأرض . فاوجد المسافة المقطوعة و الإزاحة الحادثة . [50 متر , 30 متر]

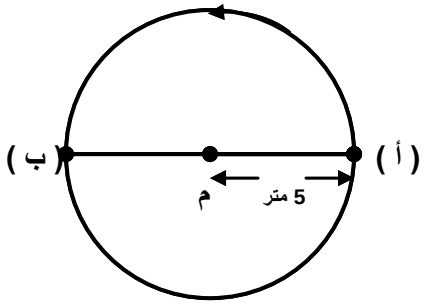
(9) تحرك جسم على محيط دائرة نصف قطرها 5 متر فأكمل دورتين و نصف فاوجد المسافة المقطوعة و الإزاحة الحادثة .
(π = 3.14) [78.5 متر , 10 متر]

(10) إذا كان طول عقرب الدقائق لساعة أحد الميادين 2 متر فأوجد المسافة و الإزاحة الحادثة فى 30 دقيقة .
(π = 3.14) [6.28 متر , 4 متر]

(11) تحرك جسم على محيط دائرة نصف قطرها 8 متر فأكمل نصف دورة ثم عاد لنقطة البداية ماراً بمركز الدائرة فاوجد المسافة المقطوعة و الإزاحة الحادثة . (π = 3.14) [41.12 متر , صفر]

(12) تحركت سيارة مسافة 400 متر من النقطة (أ) إلى النقطة (ب) ثم على النقطة (جـ) مسافة 50 متر فى الاتجاه المضاد
أوجد : 1 – المسافة التى قطعها الجسم . 2 – الإزاحة الحادثة للجسم . [450 متر , 350 متر]

(13) تحرك جسم على محيط دائرة نصف قطرها 5 متر
فاوجد المسافة المقطوعة و الإزاحة الحادثة فى الحالات الأتية :
1 – تحرك الجسم نصف دورة .
2 – تحرك الجسم دورة كاملة .
3 – تحرك الجسم ربع دورة .
4 – تحرك الجسم 5 دورات و نصف ثم توجه نحو المركز.
[$\pi = \frac{22}{7}$]

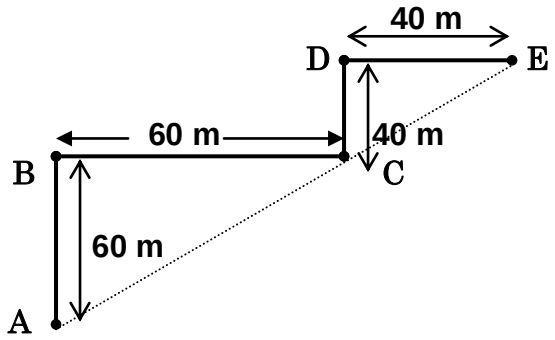


[15.71 متر , 10 متر , 31.43 متر , صفر , 7.857 متر , 7.07 متر , 177.857 متر , 5 متر]

(14) مربع (a b c d) طول ضلعه 5 متر تحرك جسم من a إلى b ثم إلى c ثم إلى d فاوجد المسافة المقطوعة و الإزاحة الحادثة . [15 متر , 5 متر]

(15) عقرب ثوانى طوله 7 سم احسب المسافة و الإزاحة عندما يتحرك لمدة 30 ثانية . [$\pi = \frac{22}{7}$]
[22 سم , 14 سم]

(16)من الشكل المقابل :
إذا تحرك شخص من نقطة (A) إلى النقطة (E) مرورا بالنقاط (B) , (C) , (D)
أوجد الإزاحة الحادثة و المسافة المقطوعة .

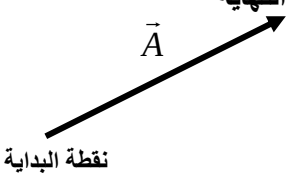


[141.42 متر , 200 متر]

☆☆ تمثيل الكميات المتجهة ☆☆

➤ التمثيل البياني للمتجهات :

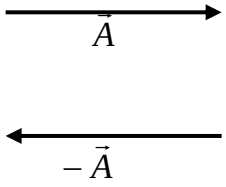
يتم تمثيل المتجهات برسم قطعة مستقيمة موجهة ⟵ بمقياس رسم مناسب بحيث
أ – يمثل طول القطعة المستقيمة الموجهة مقدار الكمية المتجهة .
ب – يمثل اتجاه القطعة المستقيمة الموجهة اتجاه الكمية المتجهة .
يرمز للمتجه بحرف داكن A أو بحرف عادى وفوقه سهم صغير $\vec{A}$.

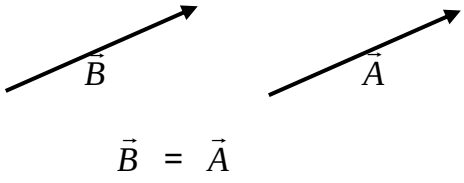


➤ أساسيات جبر المتجهات :

❶ يتساوى متجهين : إذا تساويا فى المقدار وكان لهما نفس الاتجاه . (حتى لو اختلفت نقطة بداية كل منهما) .
❷ المتجه $\vec{A}$ قيمته العددية تساوى القيمة العددية للمتجه $-\vec{A}$ ولكن فى عكس اتجاهه .

لاحظ أن : **إذا ضربنا المتجه $\vec{A}$ – فى (1 –) أصبح يساوى المتجه $\vec{A}$ مقداراً و اتجاهاً .**

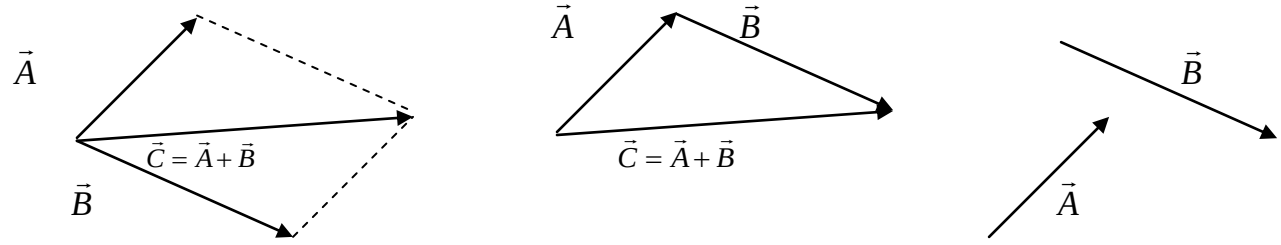




★★ يتم جمع المتجهين بطريقتين

① **برسم مثلث كما فى الشكل (b) .**

② **برسم متوازى أضلاع يكون فيه A و B ضلعين متجاورين فيكون القطر ممثلاً لمحصلة المتجهين كما فى الشكل (c) .**



(c) **(b)** **(a)**

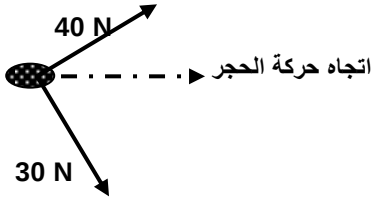
◈ محصلة (جمع) المتجهات :

عندما تؤثر قوتان أو أكثر على جسم ما فى اتجاهات مختلفة فإن هذا الجسم يتحرك فى اتجاه معين تحدده محصلة هذه القوى المؤثرة على الجسم و التى يطلق عليها القوة المحصلة .

لاحظ أن : **يحدد اتجاه محصلة القوى بالاتجاه الذ ى يتحرك فيه الجسم .**

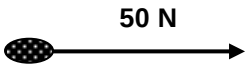
◈ القوة المحصلة : **هى قوة وحيدة تحدث فى الجسم الأثر نفسه الذى تحدثه القوى الأصلية المؤثرة عليه .**

➤ تطبيق :



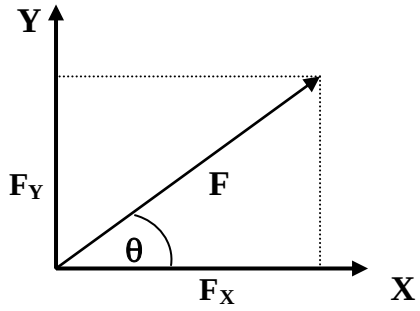
إذا ربطنا حجر بحبلين بينهما زاوية 90° و قمنا بشد الحبل الأول بقوة 40 N و الثانى بقوة 30 N نلاحظ تحرك الحجر مسافة معينة فى اتجاه مختلف عن اتجاه القوتين المؤثرتين .

إذا استبدلنا الحبلين بحبل واحد و أثرنا عليه بقوة 50 N كما بالشكل نلاحظ تحرك الحجر نفس المسافة فى نفس الإتجاه الذى يتحرك فيه عند التاثير عليه بالقوتين .



أى أن القوة 50 N تحدث فى الحجر نفس الأثر الذى تحدثه القوتين 30 N ، 40 N و بالتالى فهى تعتبر محصلة القوتين

✌ محصلة قوتين متعامدتين ✌



إذا أثر على الجسم قوتان متعامدتان أحدهما فى اتجاه محور X و هى F_X و الأخرى فى اتجاه محور Y و هى F_Y فإن :

المحصلة تعين من العلاقة :

$$F = \sqrt{F_x^2 + F_y^2}$$

و الزاوية التى تميل بها مع محور X تعين من العلاقة :

$$Tan\ \theta = \frac{F_y}{F_x}$$

تجربة عملية : إيجاد محصلة قوتين متعامدتين بيانياً

لتعيين محصلة قوتين متعامدتين $F_1 = 3\ N$, $F_2 = 4\ N$ بيانياً نقوم بالآتى :

① رسم خطاً أفقياً A B طوله 3 cm يمثل القوة الأولى $F_1 = 3\ N$ على ورقة رسم بيانى .

② رسم خطاً عمودياً A D على الخط الأفقى A B طوله 4 cm يمثل القوة الثانية $F_2 = 4\ N$.

③ إكمال المستطيل A B C D .

④ توصيل القطر A C .

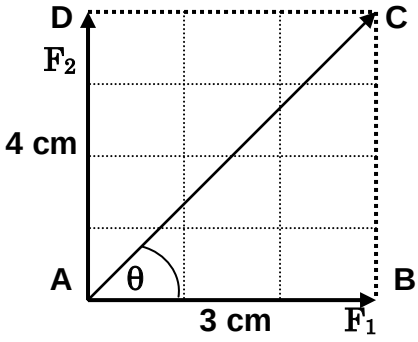
⑤ قياس طول القطر A C الذى يمثل مقدار المحصلة .

⑥ استخدام المنقلة لقياس قيمة الزاوية B A C . التى تحدد اتجاه المحصلة بالنسبة للقوة الأولى F_1 .

⑦ احسب قيمة المحصلة من علاقات المثلث قائم الزاوية حيث $AC^2 = AB^2 + BC^2$

$$F^2 = F_1^2 + F_2^2$$

⑧ قارن بين النتيجتين لمحصلة القوتين .



أمثلة

(1) أوجد محصلة قوتين أحداهما فى اتجاه محور X و هى $F_X = 4\ N$, والاخرى فى اتجاه محور Y هى $F_Y = 3\ N$.
[36.86 ° ، 5 N]

(2) إذا أثر على جسم قوتين متعامدتين أحدهما فى اتجاه محور X و هى $F_X = 18\ N$, والاخرى فى اتجاه محور Y هى $F_Y = 12\ N$.أوجد قيمة المحصلة للقوتين و الزاوية التى تصنعها المحصلة مع المحور X .
[33.69 ° ، 21.633 N]

(3) إذا كانت محصلة قوتين متعامدتين هى $F = 30\ N$ و كانت $F_Y = 20\ N$ فأوجد قيمة F_X و الزاوية التى تصنعها المحصلة مع المحور X .
[41.81 ° ، 22.36 N]

(4) إذا كانت محصلة قوتين متعامدتين هى $F = 40\ N$ و كانت $F_X = 15\ N$ فأوجد قيمة F_Y و الزاوية التى تصنعها المحصلة مع المحور X .
[67.975 ° ، 37.08 N]

(5) إذا أثر على جسم قوتين متعامدتين أحدهما فى اتجاه محور X و هى $F_X = 8\ N$, والاخرى فى اتجاه محور Y و كانت المحصلة تميل على المحور X بمقدار 40° أوجد قيمة المحصلة للقوتين .
[8.7177 نيوتن]

(6) إذا أثر على جسم قوتين متعامدتين أحدهما فى اتجاه محور X والاخرى فى اتجاه محور Y و هى $F_y = 6\ N$, و كانت المحصلة تميل على المحور Y بمقدار 30° أوجد قيمة المحصلة للقوتين .
[6.928 نيوتن]

(7) سفينة تمر فى اتجاه الشمال بسرعة 12 km / h لكنها تنحرف نحو الغرب بتاثير المد و الجزر بسرعة قدرها 15 km / h احسب مقدار و اتجاه السرعة المحصلة للسفينة .
[19.2 km / h ، 38.66 ° غرباً]

(8) راكب دراجة بخارية ينطلق نحو الشمال بسرعة 80 km / h بينما تهب الرياح فى اتجاه الغرب بسرعة قدرها 50 km / h احسب سرعة الرياح الظاهرية كما يلاحظها راكب الدراجة .
[94.3398 km / h ، 57.99 ° غرباً]

تحليل المتجهات

هو العملية العكسية لجمع المتجهات كمثال طفلة تجر أخرى بواسطة حبل فى اتجاه يصنع زاوية θ مع الافقى فيمكن تحليل القوة F الى قوتين متعامدين على محوري (X , Y)

$$F_y = F \sin\theta \quad , \quad F_X = F \cos\theta$$

أمثلة

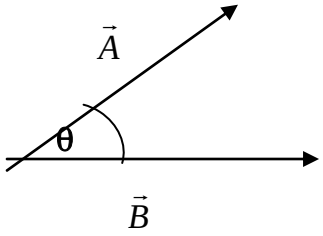
(1) شخص يجر حقيبة بقوة 40 N بواسطة حبل يصنع زاوية ° 30 درجة مع الأفقى احسب قيمة القوة فى اتجاهى X , Y .

(2) أثرت قوة مقدارها 60 N على جسم و كان اتجاه تاثير القوة يميل على المحور الراسى بزاوية ° 35 احسب قيمة القوة فى اتجاهى X , Y .

ضـــرب المتجهـــات

الضرب القياسى :

يمكن تعيين حاصل الضرب القياسى للمتجهين $\vec{A}$, $\vec{B}$ من العلاقة :



$$\vec{A} \cdot \vec{B} = A\,B\,\cos\theta$$

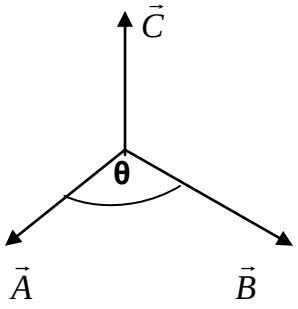
ملاحظـــــــــات هـــــــــامة :-

1. ناتج حاصل الضرب القياسى يعطى كمية قياسية .
2. حاصل الضرب القياسى إبدالى أى $\vec{A} \cdot \vec{B} = \vec{B} \cdot \vec{A}$
3. حاصل الضرب القياسى يكون أقصى ما يمكن عندما تكون θ = صفر .
4. حاصل الضرب القياسى ينعدم عندما تكون θ = ° 90 أى المتجهان متعامدان .

الضرب الإتجاهى :-

ينتج من حاصل الضرب الإتجاهى للمتجهين $\vec{A}$, $\vec{B}$ متجه ثالث $\vec{C}$ عمودى على المستوى الذى يجمع المتجهين $\vec{A}$, $\vec{B}$

يتعين حاصل الضرب الإتجاهى للمتجهين $\vec{A}$, $\vec{B}$ من العلاقة :



$$\vec{C} = \vec{A} \wedge \vec{B} = A\,B\,\sin\theta\,\vec{n}$$

حيث ($\vec{n}$) وحدة متجهات فى إتجاه عمودى على المستوى الذى يشمل المتجهين $\vec{A}$, $\vec{B}$ و العلامة ($\wedge$) بين المتجهين تنطق cross .

ملاحظـــــــــات هـــــــــامة :-

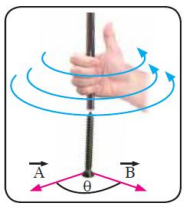
1. ناتج حاصل الضرب الإتجاهى يعطى كمية متجهة .
2. حاصل الضرب القياسى ليس إبدالى أى $\vec{A} \wedge \vec{B} \neq \vec{B} \wedge \vec{A}$
3. بينما $\vec{A} \wedge \vec{B} = -\vec{B} \wedge \vec{A}$.
4. حاصل الضرب الإتجاهى يكون أقصى ما يمكن عندما تكون θ = ° 90 أى المتجهان متعامدان .
5. حاصل الضرب الإتجاهى ينعدم عندما تكون θ = صفر .
6. قيمة $\vec{A} \cdot \vec{B} = \vec{B} \wedge \vec{A}$ عدديا ً عندما تكون θ = ° 45 .

قاعدة اليد اليمنى :

الإستخدام : تحديد اتجاه محصلة الضرب الإتجاهى للمتجهين $\vec{A}$, $\vec{B}$ (اتجاه المتجه $\vec{C}$) .

طريقة العمل :

يتم تحريك أصابع اليد اليمنى من المتجه الأول $\vec{A}$ نحو المتجه الثانى $\vec{B}$ عبر الزاوية الأصغر بينهما θ فيكون الإبهام مشيراً لاتجاه حاصل الضرب الإتجاهى لهما .



أمثلة

(1) إذا كانت القيمة العددية للمتجهين $\vec{A}$, $\vec{B}$ هى A = 4 , B = 6 و الزاوية بينهما 60°

أوجد : (1) $\vec{A} \cdot \vec{B}$

(2) $\vec{A} \wedge \vec{B}$ [12 ، $\vec{n}$ 20.78]

(2) إذا كانت القيمة العددية للمتجهين $\vec{A}$, $\vec{B}$ هى A = 2 , B = 5 و الزاوية بينهما 30°

أوجد : (1) $\vec{A} \cdot \vec{B}$

(2) $\vec{A} \wedge \vec{B}$ [8.66 ، $\vec{n}$ 5]

(3) إذا كانت القيمة العددية للمتجهين $\vec{A}$, $\vec{B}$ هى A = 12 , B = 8 و الزاوية بينهما 40°

أوجد : (1) $\vec{A} \cdot \vec{B}$

(2) $\vec{A} \wedge \vec{B}$ [73.54 ، $\vec{n}$ 61.7]

(4) مثال قوتان متعامدتان F_x , F_y فإذا كانت الزاوية التى تصنعها محصلة القوتين مع المحور (x) هى 60°
و قيمة المحصلة 20 N أوجد :

1 – قيمة كل من القوتين F_x , F_y .

2 – حاصل الضرب القياسى للمتجهين . [10 N ، 17.32 N ، صفر]

(5) إذا كانت القيمة العددية للمتجهين $\vec{A}$, $\vec{B}$ هى A = 7 , B = 9 و الزاوية بينهما 80°

أوجد : (1) $\vec{A} \cdot \vec{B}$ (2) $\vec{A} \wedge \vec{B}$ [10.939 ، $\vec{n}$ 62.04]

(6) قوتان 100 N ، 80 N فى اتجاهين متضادين احسب :

1 – حاصل الضرب القياسى للمتجهين .

2 – حاصل الضرب الإتجاهى للمتجهين . [8000 – ، 0]

(7) أوجد الزاوية بين المتجهين $\vec{A}$, $\vec{B}$ حيث A = 16 , B = 10 و حاصل الضرب القياسى لهما = 80
[60°]

(8) قوتان $\overrightarrow{F_1}$, $\overrightarrow{F_2}$ القيمة العددية للمتجه F_1 = 9 N فإذا كان حاصل الضرب الإتجاهى لهما $\vec{n}$ 116.91 و الزاوية بين المتجهين 60° أوجد القيمة العددية للمتجه $\overrightarrow{F_1}$ ثم أوجد حاصل الضرب القياسى لهما .
[14.99 N ، 67.49]

(9) متجهان $\vec{A}$, $\vec{B}$ متساويان عددياً و الزاوية بينهما 60° و حاصل الضرب القياسى لهما = 8
أوجد : قيمة كل من $\vec{A}$, $\vec{B}$ العددية . [4]

(10) متجهان $\vec{A}$, $\vec{B}$ متساويان عددياً و الزاوية بينهما 40° و حاصل الضرب القياسى لهما = 6
أوجد : قيمة كل من $\vec{A}$, $\vec{B}$ العددية . [2.798]

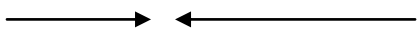
(11) أوجد الزاوية بين المتجهين $\vec{A}$, $\vec{B}$ حيث A = 5 , B = 8 و حاصل الضرب القياسى لهما = 12
[72.54°]

(12) أوجد الزاوية بين المتجهين $\vec{A}$, $\vec{B}$ حيث A = 4 , B = 3 و حاصل الضرب القياسى لهما = 6
[60°]

(13) أوجد الزاوية بين المتجهين $\vec{A}$, $\vec{B}$ حيث A = 7 , B = 6 و حاصل الضرب القياسى لهما = 15
[69.07°]

(14) من الشكل المقابل :

أوجد حاصل الضرب القياسى و الإتجاهى للمتجهين $\vec{A}$, $\vec{B}$



B = 60 A = 120

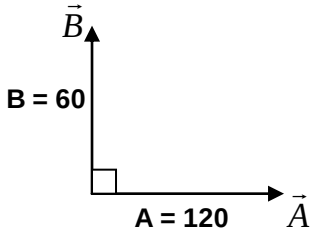
[– 7200]

✍ (15) متجهان $\vec{A}$, $\vec{B}$ القيمة العددية لحاصل ضربهما القياسى = القيمة العددية لحاصل ضربهما الإتجاهى = 18
فإذا كانت A = 4 أوجد قيمة B العددية . [6.36]

✍ (16) متجهان $\vec{A}$, $\vec{B}$ القيمة العددية لحاصل ضربهما القياسى = القيمة العددية لحاصل ضربهما الإتجاهى = 12
فإذا كانت A = 6 أوجد قيمة B العددية . [2.82]

✍ (17) متجهان $\vec{A}$, $\vec{B}$ القيمة العددية لحاصل ضربهما القياسى = القيمة العددية لحاصل ضربهما الإتجاهى = 20
فإذا كانت B = 7 أوجد قيمة A العددية . [4.04]

✍ (18) من الشكل المقابل :



أوجد : (1) $\vec{A} \cdot \vec{B}$

(2) $\vec{B} \cdot \vec{A}$

(3) $\vec{A} \wedge \vec{B}$ مع تحديد اتجاه ناتج حاصل ضربهما على الرسم .

[صفر ، صفر ، $\vec{n}$ 7200]

الباب الثـــــــانى
الحركة الخطية
الفصل الأول
الحـــركـــة فى خط مستقيم

✍ مفهوم الحركة :- هو تغير موضع جسم فى الفضاء مع الزمن .

✍ الجسم الساكن :- هو الجسم الذى لا يتغير موضعه بالنسبة لنقطة ثابتة بمرور الزمن .

✍ الجسم المتحرك :- هو الجسم الذى يتغير موضعه بالنسبة لنقطة ثابتة بمرور الزمن .

✍✍ أنواع الحـــركة ✍✍

❶ إنتقالية . ❷ دورية .

✍ أولاً : الحـــركة الإنتقالية : هى حركة الجسم بين نقطتين هما نقطة البداية و نقطة النهاية .
مثل : الحركة فى خط مستقيم مثل حركة القطار – المقذوفات .

✍ ثانياً : الحـــركة الدورية : هى تكرر نفسها على فترات زمنية متساوية .
مثل : بندول الساعة – الأقمار حول الكواكب – الحركة فى دائرة – الحركة الإهتزازية – الحركة الموجية .

✍ سؤ ال علل تعتبر حركة البندول البسيط حركة دورية ؟ و كذلك حركة الإلكترون حول النواة ؟

ج لأنها تكرر نفسها على فترات زمنية متساوية .

✍ سؤ ال علل تعتبر حركة المقذوفات حركة إنتقالية ؟

ج لأن الجسم يتحرك بين نقطتين بداية و نهاية .

✍✍ السـرعة (V) ✍✍

$$V = \frac{\Delta d}{\Delta t}$$

السـرعة : **هى المعدل الزمنى للتغير فى الإزاحة .**
أو هى الإزاحة المقطوعة فى الثانية الواحدة . (و هى كمية متجهة) .

وحـدة قياس السـرعة : **هى ❶ م / ث أو m / s**
❷ كم / ساعة أو km / h

معادلة أبعاد السـرعة : $L \cdot T^{-1}$

سؤال علل السـرعة كمية متجهة ؟
جـ لأن السرعة تساوى خارج قسمة الإزاحة على الزمن و الإزاحة كمية متجهة و الزمن كمية قياسية و خارج قسمة كمية متجهة على كمية قياسية يساوى كمية متجهة .

عزيزى الطالب : **يمكن التعبير عن السرعة بطريقتين و هما :**
1 – السرعة العددية و يمثل مقدار السرعة فقط مثل التى يحددها عداد السيارة و مثل قولنا سيارة تتحرك بسرعة 60 km / h .
2 – السرعة المتجهة و يمثل مقدار و اتجاه السرعة مثل قولنا سيارة تتحرك بسرعة 60 km / h شرقاً و فى حالة عدم التحديد لنوع السرعة نقصد السرعة المتجهة لأنها تصف حركة الجسم وصفاً تاماً .

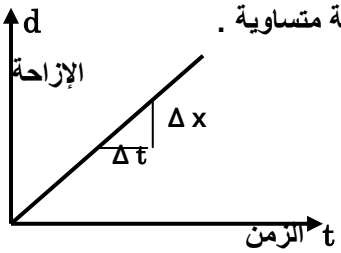
مقارنة بين السرعة العددية والسرعة المتجهة :-

وجه المقارنة	السرعة العددية	السرعة المتجهة
التعريف	هى المسافة التى يقطعها الجسم فى وحدة الزمن.	هى الإزاحة التى يقطعها الجسم فى وحدة الزمن.
نوع الكمية	قياسية: تحدد بالمقدار فقط.	متجهة: تحدد بالمقدار والاتجاه.
الإشارة	دائما تكون موجبة.	تكون موجبة إذا تحرك الجسم فى اتجاه معين وسالبة إذا تحرك فى عكس هذا الاتجاه.

أنواع السـرعة

❶ سرعة منتظمة (ثـابتة) : **هى سرعة الجسم عندما يقطع إزاحات متساوية فى أزمنة متساوية .**

التمثيل البيانى : **عند رسم العلاقة بين الإزاحة و الزمن بيانياً نحصل على خط مستقيم**
و هذا يدل على أن الجسم المتحرك يقطع إزاحات متساوية فى أزمنة متساوية
و ميل هذا الخط المستقيم يمثل السرعة المنتظمة .

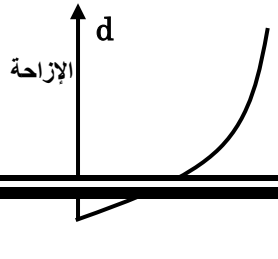


الميل $\text{Slope} = \frac{\Delta d}{\Delta t} = V$

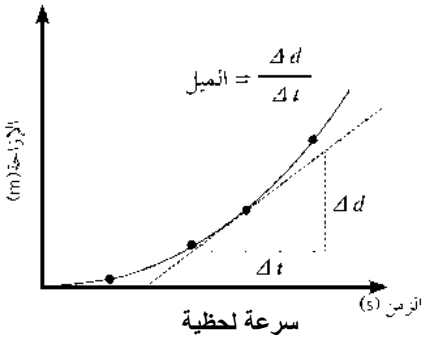
سؤال ما معنى قولنا أن سيارة تسير بسرعة منتظمة = 15 م / ث ؟
جـ أى أن السيارة تقطع مسافة قدرها 15 متر كل ثانية بانتظام .

❷ سرعة غير منتظمة (متغيرة) : **هى سرعة الجسم عندما يقطع إزاحات غير متساوية فى أزمنة متساوية .**

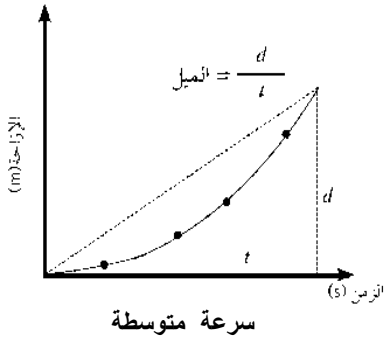
التمثيل البيانى : **عند رسم العلاقة بين الإزاحة و الزمن بيانياً نحصل على خط منحنى**
و هذا يدل على أن الجسم المتحرك يقطع إزاحات غير متساوية فى أزمنة متساوية
و ميل المماس للمنحنى عند أى لحظة يمثل السرعة اللحظية للجسم عند هذه اللحظة .



❸ سرعة لحظية : **هى سرعة الجسم المتحرك عند لحظة ما .** ← **t الزمن**



سرعة لحظية



سرعة متوسطة

❹ سرعة متوسطة ($\overline{V}$) : **هى السرعة المنتظمة التى لو سار بها الجسم لقطع نفس المسافة فى نفس الزمن .**

تعيين السرعة المتوسطة ($\overline{V}$) من الرسم : **و تتعين سرعة الجسم المتوسطة برسم خط يصل بين نقطة بداية الحركة و نقطة النهاية و يكون ميل هذا الخط يمثل السرعة المتوسطة (أى ميل الوتر) .**

قوانين السرعة المتوسطة : **عند رسم العلاقة بين الإزاحة و الزمن**

$$\overline{V} = \frac{\text{الإزاحة الكلية}}{\text{الزمن الكلى}} = \frac{\text{السرعة الإبتدائية + السرعة النهائية}}{2}$$

$$\overline{V} = \frac{d}{t} = \frac{V_i + V_f}{2}$$

معلومـــــات هـــــــــامة :-

❶ **تختلف السرعة المتوسطة عن السرعة العددية المتوسطة حيث أن :**

السرعة المتوسطة $\overline{V}$ = $\frac{\text{الازاحة الكلية}}{\text{الزمن الكلى}}$ **و هى كمية متجهة .**

بينما السرعة العددية المتوسطة $\overline{V}$ = $\frac{\text{المسافة الكلية}}{\text{الزمن الكلى}}$ **و هى كمية قياسية .**

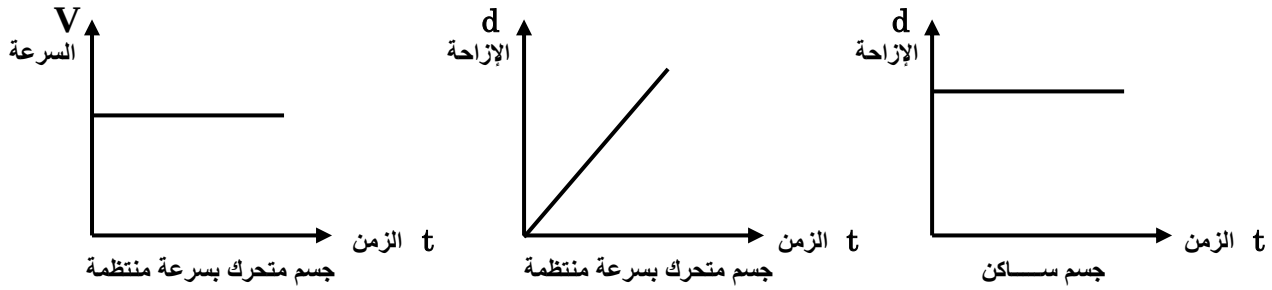
❷ **تتساوى السرعة اللحظية مع السرعة المتوسطة عندما يتحرك الجسم بسرعة منتظمة .**

❸ **لتحويل مقدار سرعة الجسيم من وحدة (كم / ساعة) إلى وحدة (م / ث) نضرب ×** $\frac{5}{18}$ **أو نضرب ×** $\frac{1000}{60 \times 60}$

❹ **يوجد داخل السيارة ثلاث أدوات للتحكم فى مقدار و اتجاه السرعة هم :**

1 – **دواسة البنزين لزيادة السرعة .**
2 – **دواسة الفرامل لتقليل السرعة .**
3 – **عجلة القيادة لتغيير اتجاه الحركة .**

أشكال بيانية هامة :



تجربة عملية : تعيين السرعة التى يتحرك بها جسم

✪ الغرض من التجربة :

تعيين السرعة التى يتحرك بها جسم .

✪ فكـــرة التجربة :

 # رصد العلاقة بين المسافة و الزمن عن طريق تحريك سيارة لعبة بجوار مسطرة مترية .

 # رسم العلاقة البيانية بين المسافة و الزمن و منها نحسب سرعة السيارة .

✪ الادوات : **سيارة لعبة – مسطرة مترية – كاميرا رقمية .**

✪ الخطوات :

① ثبت المسطرة المترية بجوار المسار الذى ستسير فيه السيارة .

② ضع الكاميرا الرقمية أمامها و قم بتشغيلها .

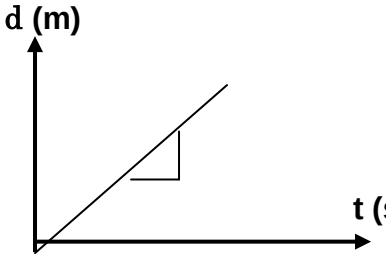
③ ضع السيارة عند خط البداية ثم اتركها تتحرك موازية للمسطرة .

④ حدد موقع السيارة كل 5 ثوانى بقراءة المسطرة المترية على شريط الفيديو .

⑤ سجل النتائج فى جدول كالتالى :

الزمن (s)	المسافة (m)
0	.....
5	.....
10	.....

⑥ ارسم علاقة بيانية بين الزمن t على المحور الأفقى و المسافة d على المحور الرأسى .



✪ الإستنتاج : **عند رسم علاقة بيانية بين الزمن t على المحور الأفقى و المسافة d على المحور الرأسى ينتج خط مستقيم يمر بنقطة الأصل ميله يساوى السرعة .**

$$\text{الميل Slope} = \frac{\Delta d}{\Delta t} = V$$

أمثلة

(1) سيارة تسير بسرعة منتظمة مقدارها 10 م / ث إحسب المسافة التى قطعتها بعد مرور زمن قدره 15 ثانية . [150 متر]

(2) سيارة تسير بسرعة منتظمة مقدارها 8 م / ث فقطعت مسافة 800 متر احسب الزمن اللازم لذلك . [100 ث]

(3) سيارة تسير بسرعة منتظمة فقطعت مسافة 400 متر فى 50 ثانية احسب سرعة السيارة . [8 متر/ ث]

(4) تحرك جسم فى خط مستقيم فقطع مسافة 20 متر خلال 5 ثوانى ثم قطع مسافة 34 متر خلال 4 ثوانى فى نفس الإتجاه إحسب سرعته المتوسطة . [6 متر/ ث]

(5) تحرك جسم فى خط مستقيم فقطع مسافة 40 متر خلال 4 ثوانى شرقاً ثم قطع مسافة 30 متر خلال 6 ثوانى شمالاً إحسب سرعته المتوسطة و سرعته العددية المتوسطة . [5 متر/ ث ، 7 متر/ ث]

✍ (6) الجدول التالي يوضح العلاقة بين الإزاحة و الزمن لجسم متحرك

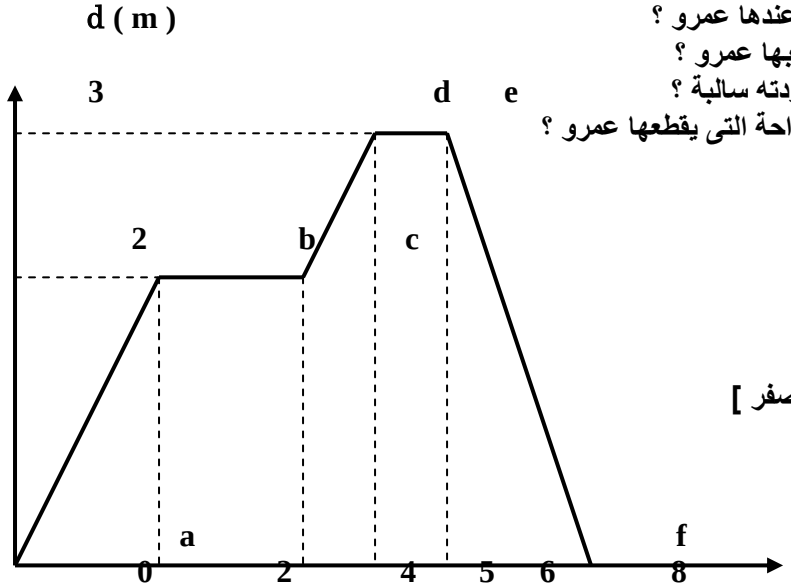
d(m)	10	20	30	40	50
t.(sec)	1	2	3	4	5

ارسم العلاقة بين الإزاحة d على المحور الرأسى و الزمن t على المحور الأفقى .
و من الرسم احسب السرعة و ما نوعها ؟ [10 متر/ ث ، منتظمة]

✍ (7) تحرك جسم فى خط مستقيم فقطع مسافة 80 متر خلال 4 ثوانى ثم قطع مسافة 20 متر خلال 6 ثوانى
فى الإتجاه المضاد إحسب سرعته المتوسطة و سرعته العددية المتوسطة . [6 متر/ ث ، 10 متر/ ث]

✍ (8) يعبر الشكل عن حركة عمرو من منزله حتى عودته مرة أخرى أجب عن الآتى :

1 – ما النقاط التى توقف عندها عمرو ؟
2 – ما أكبر سرعة تحرك بها عمرو ؟
3 – لماذا تكون سرعة عودته سالبة ؟
4 – احسب المسافة و الإزاحة التى يقطعها عمرو ؟



[d , b ، 1.5 متر/ ث ، 6 متر ، صفر]

✍ (9) الجدول التالى يوضح العلاقة بين الإزاحة و الزمن لجسم متحرك

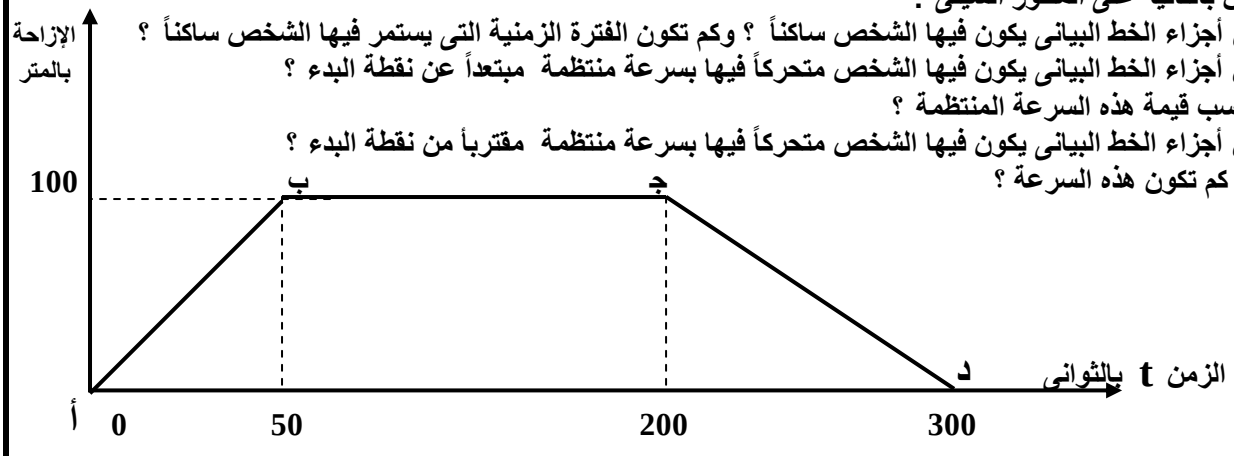
d(m)	4	8	B	16	C	24
t.(sec)	1	2	3	4	5	A

ارسم العلاقة بين الإزاحة d على المحور الرأسى و الزمن t على المحور الأفقى و من الرسم احسب :-
1 - قيم A , B ,C . 2- قيمة الميل و ما يساويه فيزيائيا ؟

[20 ، 12 ، 6 ، 4 ، السرعة]

✍ (10) الشكل البيانى المرسوم يوضح حركة شخص يمشى على طريق مستقيم حيث الإزاحة بالمتر ممثلة على المحور الصادى
و الزمن بالثانية على المحور السينى .

1- أى أجزاء الخط البيانى يكون فيها الشخص ساكناً ؟ وكم تكون الفترة الزمنية التى يستمر فيها الشخص ساكناً ؟
2- أى أجزاء الخط البيانى يكون فيها الشخص متحركاً فيها بسرعة منتظمة مبتعداً عن نقطة البدء ؟
احسب قيمة هذه السرعة المنتظمة ؟
3- أى أجزاء الخط البيانى يكون فيها الشخص متحركاً فيها بسرعة منتظمة مقتربأ من نقطة البدء ؟
و كم تكون هذه السرعة ؟



[ب جـ , 150 ث ، أ ب ، 2 م / ث ، جـ د ، 1 م / ث]

✍ (11) الشكل البيانى المقابل يمثل علاقة بين الإزاحة الحادثة لجسم و الزمن
احسب الإزاحة الحادثة و المسافة الكلية .

10

0 t (s)

5 20 25

– 10

[10 متر ، 50 متر]

العجـــلة (a)

$$a = \frac{\Delta V}{\Delta t}$$

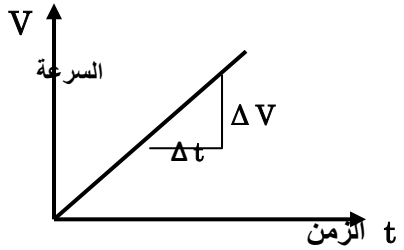
- العجـــلة: **هى المعدل الزمنى للتغير فى السرعة .**
- وحـــدة قياس العجـــلة : **هى م / ث^{2} أو** m / s^{2}
- معادلة أبعاد العجـــلة : $L \cdot T^{-2}$
- الحركة المعجلة : **هى الحركة التى يحدث فيها تغير للسرعة مع مرور الزمن .**
- **سؤ ا ل علل العجلة كمية متجهة؟**

جـ لأن العجلة تساوى خارج قسمة التغير فى السرعة على الزمن و السرعة كمية متجهة و الزمن كمية قياسية و خارج قسمة كمية متجهة على كمية قياسية يساوى كمية متجهة .

★ ***عزيزى الطالب*** **: كلمة عجلة فى الفيزياء تعنى إما تسارع أو تباطؤ و بالتالى فى حالة السرعة المنتظمة تكون العجلة صفراً .**

أنواع العجـــلة

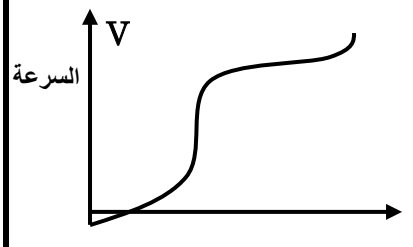
- ❶ عجـلة منتظمة (ثـــابتة) : **هى العجلة التى تتغير فيها سرعة الجسم بمقادير متساوية فى أزمنة متساوية .**



- التمثيل البيانى : **عند رسم العلاقة بين السرعة و الزمن بيانياً نحصل على خط مستقيم و هذا يدل على أن الجسم المتحرك تتغير سرعته بانتظام مع الزمن . و ميل هذا الخط المستقيم يمثل العجلة المنتظمة .**

$$\text{Slope} = \frac{\Delta V}{\Delta t} = a$$

- ❷ عجـلة غير منتظمة (متغيرة) : **هى العجلة التى تتغير فيها سرعة الجسم بمقادير غير متساوية فى أزمنة متساوية .**
- التمثيل البيانى : **عند رسم العلاقة بين السرعة و الزمن بيانياً نحصل على خط منحنى و ميل المماس للمنحنى عند أى لحظة يمثل العجلة اللحظية للجسم عند هذه اللحظة .**



- معلومـــــات هـــــــــامة :-

❶ **العجلة سواء كانت منتظمة أو متغيرة ممكن أن تكون تزايدية (موجبة) أو تناقصية (سالبة).**

❷ **العجلة التزايدية تحدث عندما تزداد سرعة الجسم أى عندما تكون** $V_f > V_i$ **و تكون إشارتها (+) .**

❸ العجلة التناقصية أو التقصيرية تحدث عندما تتناقص سرعة الجسم أى عندما تكون $V_f < V_i$ و تكون إشارتها (–) .

❹ عندما يتحرك الجسم بسرعة منتظمة تنعدم عجلته (a = 0) و ذلك لأن العجلة $a = \frac{\Delta V}{\Delta t}$ و عندما تكون السرعة منتظمة يكون $\Delta V = 0$ و بالتالى يكون a = 0 و تسمى العجلة الصفرية .

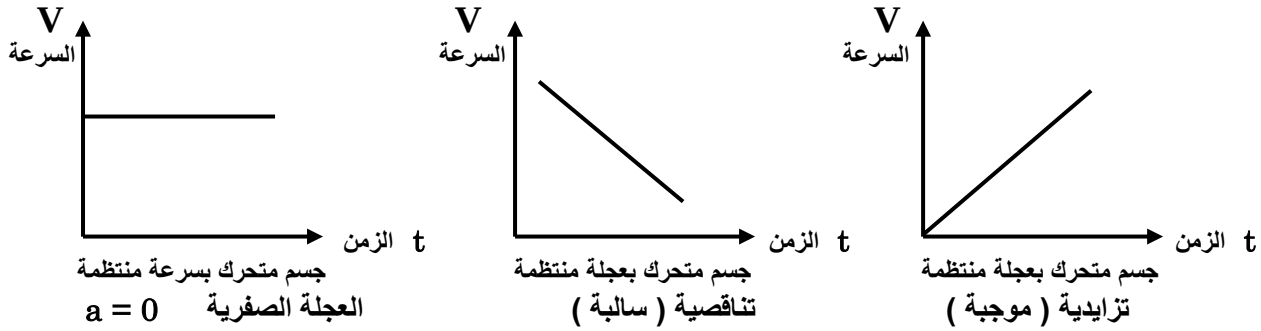
سؤال ما معنى قولنا أن سيارة تسير بعجلة منتظمة = (15 –) م / ث² ؟

جـ أى أن سرعة السيارة تتناقص بمقدار 15 م / ث كل ثانية .

سؤال ما معنى قولنا أن قطار يسير بعجلة منتظمة = (15) م / ث² ؟

جـ أى أن سرعة القطار تزدا بمقدار 15 م / ث كل ثانية .

أشكال بيانية هامة :



أمثلة

(1) تتحرك سيارة بسرعة ابتدائية 15 م / ث و تزداد سرعتها لتصل إلى 25 م / ث خلال 2.5 ثانية احسب العجلة التى تتحرك بها خلال تلك الفترة الزمنية بفرض أن التغير فى السرعة كان منتظماً . [4 m / s²]

(2) جسم يتحرك بسرعة ابتدائية 25 م / ث و تزداد سرعتها لتصل إلى 45 م / ث خلال 4 ثوان احسب العجلة التى تحرك بها خلال تلك الفترة الزمنية بفرض أن التغير فى السرعة كان منتظماً . [5 m / s²]

(3) جسم يتحرك بسرعة ابتدائية 4 م / ث تناقصت سرعته تدريجياً حتى توقف عن الحركة بعد مضى 8 ثوان احسب العجلة التى يتحرك بها الجسم و نوعها . [– 0.5 m / s²]

(4) بدأ عمرو فى تحريك سيارته من السكون حتى وصلت سرعتها 20 م / ث خلال 10 ثوان فاحسب العجلة التى تحركت بها السيارة و ما نوعها . [2 m / s²]

(5) بدأت مـــى فى تحريك سيارتها من السكون حتى وصلت سرعتها 60 م / ث خلال 15 ثانية فاحسب العجلة التى تحركت بها السيارة و ما نوعها . [4 m / s²]

(6) الجدول التالى يوضح العلاقة بين الزمن وسرعة جسم بدأ حركته من السكون

t (sec)	1	2	4	6	7	8
V (m/s)	5	10	20	30	35	40

ارسم علاقة بيانية بين الزمن على المحور الأفقى والسرعة على المحور الرأسي ومن الرسم أوجد :
- العجلة التي يتحرك بها الجسم . [5 m / s²]

(7) الجدول التالى يوضح العلاقة بين الزمن و السرعة لجسم :

V (m / s)	25	23	19	17	11
t (s)	0	1	3	4	7

1 – ارسم علاقة بيانية بين السرعة على المحور الرأسى و الزمن على المحور الأفقى .

2 - من الرسم أوجد العجلة و أذكر نوعها . [– 2 m / s²]

الفصل الثانى الحركة بعجلة منتظمة

معادلات الحركة بعجلة منتظمة

$$V_f = V_i + a\,t \quad (1) \qquad d = V_i\,t + \frac{1}{2}\,a\,t^2 \quad (2) \qquad V_f^2 = V_i^2 + 2\,a\,d \quad (3)$$

حيث V_i السرعة الإبتدائية و V_f السرعة النهائية أو السرعة بعد فترة زمنية معينة و a العجلة و d الإزاحة و t الزمن .

استنتاج معادلة الحركة الأولى :-

$$\because\ a = \frac{\Delta V}{\Delta t} \qquad \therefore\ a = \frac{V_f - V_i}{t} \qquad \therefore\ V_f - V_i = a\,t$$

$$\therefore\ V_f = V_i + a\,t \quad \#$$

****

استنتاج معادلة الحركة الثانية :-

$$\because\ \overline{V} = \frac{d}{t} \quad , \quad \because\ \overline{V} = \frac{V_i + V_f}{2} \dashrightarrow \quad \therefore\ \frac{d}{t} = \frac{V_i + V_f}{2} \dashrightarrow (1)$$

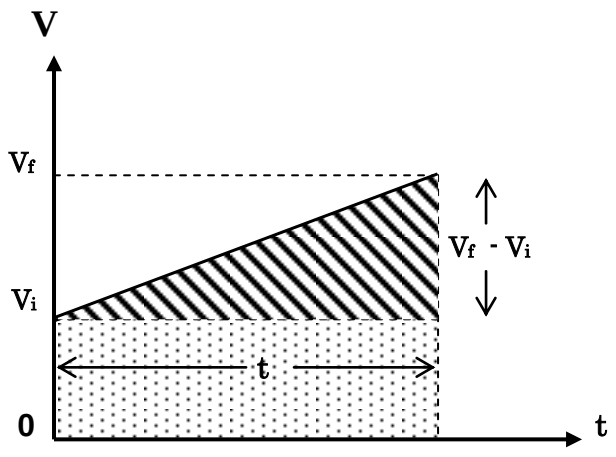
و بالتعويض عن قيمة V_f من المعادلة الأولى للحركة فى المعادلة (1) ينتج أن :

$$\therefore\ \frac{d}{t} = \frac{V_i + V_i + a\,t}{2} \Longrightarrow \frac{d}{t} = \frac{2\,V_i + a\,t}{2} \Longrightarrow \frac{d}{t} = V_i + \frac{1}{2}\,a\,t$$

$$\therefore\ d = V_i\,t + \frac{1}{2}\,a\,t^2 \quad \#$$

****

استنتاج معادلة الحركة الثانية بيانياً :-



∵ الإزاحة = السرعة × الزمن .

∴ من الرسم البيانى

الإزاحة = المساحة تحت المنحنى (السرعة – الزمن) .

تقسم المساحة تحت المنحنى إلى مستطيل و مثلث

∴ مساحة المستطيل = $V_i\,t$

∴ مساحة المثلث = $\frac{1}{2}\,t\,(V_f - V_i)$

و من المعادلة الأولى للحركة $V_f - V_i = a\,t$

∴ مساحة المثلث = $\frac{1}{2}\,a\,t^2$

و بجمع المساحتين $\therefore\ d = V_i\,t + \frac{1}{2}\,a\,t^2$ #

استنتاج معادلة الحركة الثالثة :-

$\because \quad d = \overline{V}\, t \qquad \dashrightarrow (1)$

$\because \quad \overline{V} = \frac{V_i + V_f}{2} \qquad \dashrightarrow (2)$

و من المعادلة الأولى للحركة $\qquad t = \frac{V_f - V_i}{a} \qquad \dashrightarrow (3)$

بالتعويض من (2) ، (3) فى (1) ينتج ان :

$$\therefore \quad d = \frac{V_i + V_f}{2} \times \frac{V_f - V_i}{a} \quad \Longrightarrow \quad d = \frac{V_f^{\,2} - V_i^{\,2}}{2\,a}$$

$$\therefore \; V_f^{\,2} - V_i^{\,2} = 2\,a\,d \quad \Longrightarrow \quad \therefore \; V_f^{\,2} = V_i^{\,2} + 2\,a\,d \quad \#$$

الجدول التالى يوضح بعض الحالات الخاصة لمعادلات الحركة :

الصيغة العامة	بداية الحركة من السكون $v_i = 0$	التوقف فى نهاية الحركة $v_f = 0$	التحرك بسرعة منتظمة $a = 0$
$v_f = v_i + at$	$v_f = at$	$v_i = -at$	$v_f = v_i$
$d = v_i t + \frac{1}{2} at^2$	$d = \frac{1}{2} at^2$	$d = -\frac{1}{2} at^2$	$d = v_i t$
$2ad = v_f^2 - v_i^2$	$2ad = v_f^2$	$2ad = -v_i^2$	$0 = v_f^2 - v_i^2$

أمثلة

(1) يتحرك جسم بسرعة إبتدائية 40 م / ث و بعجلة تزايدية = 2 م / ث^2 أوجد سرعته بعد 10 ثوانى . [60 m / s]

(2) سيارة تتحرك بسرعة ابتدائية 15 م / ث فاصبحت سرعتها 20 م / ث خلال 2.5 ثانية فاحسب عجلة الحركة .
[2 m / s^2]

(3) جسم يتحرك بسرعة 20 m/s بعجلة منتظمة 5 m/s^2 احسب :
1 - سرعة الجسم بعد 4 s .
2 - المسافة المقطوعة خلال هذه الفترة . [60 m / s ، 120 متر]

(4) بدأت سيارة الحركة من السكون و بعد 10 ثوانى أصبحت سرعتها 200 م / ث
1 - إحسب العجلة .
2 – إحسب المسافة المقطوعة خلال تلك الفترة . [20 m / s ، 1000 متر]

(5) بدأ جسم الحركة من السكون بعجلة 4 م / ث^2 فقطع مسافة 200 متر إحسب :-
1- السرعة النهائية .
2 - الزمن الذى إستغرقته . [40 m / s ، 10 s]

(6) بدأ جسم الحركة من السكون بعجلة 8 م / ث^2 فقطع مسافة 400 متر إحسب :-
1- السرعة النهائية .
2 - الزمن الذى إستغرقته . [80 m / s ، 10 s]

(7) تحرك جسيم من السكون بعجلة منتظمة قدرها 8 م / ث^2 فأوجد سرعته بعدما يقطع مسافة 100 متر .
[40 m / s]

✍ (8) تحرك جسيم من السكون بعجلة منتظمة قدرها 4 م / ث^{2} . فأوجد الزمن اللازم لقطع مسافة 200 متر .
[10 s]

✍ (9) جسيم يتحرك بسرعة 5 م / ث بعجلة منتظمة 0.5 م / ث^{2} أوجد المسافة التى يقطعها الجسيم عندما تصبح سرعته 10 م / ث [75 m]

✍ (10) تتحرك سيارة بسرعة ابتدائية 15 m / s لتصل سرعته خلال 2.5 s الى سرعة نهائية قدرها 20 m / s
احسب المسافة التى تحركنها السيارة خلال تلك الفترة . [50 m]

✍ (11) سيارة بدأت حركتها من السكون بعجلة منتظمة قدرها (2 m / s^{2}) احسب المسافة التى تقطعها السيارة خلال (3sec) من بدأ الحركة وكذلك سرعته النهائية عندئذ . [9 m ، 6 m / s]

✍ (12) راكب دراجة بدأ حركته من السكون بعجلة منتظمة (1.5 m / s) تصل سرعته إلى (7.5 m / s)
احسب المسافة التى تقطعها الدراجة . [18.75 m]

✍ (13) سيارة بدأت حركتها من السكون اكتسبت سرعة مقدارها (15 m / s) بعد أن قطعت مسافة (225 m) من بدء حركتها .
احسب العجلة التى تحركت بها السيارة . [0.5 m / s^{2}]

✍ (14) جسم يتحرك بعجلة منتظمة (6 m / s^{2}) من السكون فما ه ى قيمة لكل من :-
1 - سرعة الجسم بعد 8 ثوانى .
2 - المسافة المقطوعة بعد 10 ثوانى .
3 - المسافة المقطوعة عندما تصبح سرعة الجسم (12 m / s) . [12 m ، 300 m ، 48 m / s]

✍ (15) جسم يتحرك بسرعة (18 m / s) وبعجلة منتظمة (5 m / s^{2}) فما هى قيمة :-
أ – المسافة المقطوعة بعد أن تصبح سرعته (40 m / s) .
ب – سرعة الجسم بعد (12 s) . [78 m / s ، 127.6 m]

✍ (16) يتحرك جسم من السكون بعجلة منتظمة قدرها (4 m / s^{2}) ليقطع مسافة قدرها (200 m) احسب
أ - الزمن اللازم ليقطع الجسم تلك المسافة.
ب - السرعة التى وصل إليها الجسم عند نهاية المسافة . [40 m / s ، 10 s]

✍ (17) تزايدت سرعة سيارة بانتظام من 36 كم / ساعة إلى 108 كم / ساعة خلال زمن قدره 20 ثانية احسب :
1 – السرعة المتوسطة .
2 – العجلة .
3 – المسافة المقطوعة فى هذه الفترة . [72 كم / ساعة , 1 م / ث^{2}, 400 متر]

✍ (18) ما الزمن اللازم لكى تتوقف سيارة تتحرك بسرعة 30 م / ث و بعجلة تقصيرية 3 م / ث^{2} ؟ [10 s]

✍ (19) تتحرك سيارة بسرعة 120 م / ث استخدم قائدها الفرامل لإيقافها فوقفت بعد مسافة 400 متر.
إحسب : 1 – عجلة الحركة .
2 – الزمن الذى إستغرقته حتى وقفت . [18 ــ م / ث^{2}, 6.667 s]

✍ (20) تحرك جسم بسرعة ابتدائية 40 م / ث و بعجلة تقصيرية 4 م / ث^{2} لمدة 5 ثوانى احسب :
1 – المسافة المقطوعة .
2 – السرعة النهائية .
3 – متى يقف . [150 متر , 20 م / ث , 10 ثوانى]

✍ (21) سيارة تتحرك بسرعة (20 m / s) شاهد قائدها طفل يقف فى منتصف الطريق وعلى بعد (30 m) أمامه فضغط على الفرامل وكانت العجلة التناقصية للسيارة (6 m / s^{2} -) هل يصاب الطفل بأذى أم لا ؟ معللا ما تقوله .
[يصاب الطفل بأذى 33.33 m]

✍ (22) تتحرك سيارة من السكون بعجلة منتظمة قدرها (2 m / s^{2}) وعندما قطعت مسافة (100 m) استخدم قائدها الفرامل فتوقفت السيارة بعد (5 s) بفعل عجلة تقصيرية اوجد :-

1 - سرعة السيارة قبل أن يستخدم السائق الفرامل .
2 - العجلة التقصيرية التي تحركت بها السيارة حتى توقفت .
3 - المسافة التى قطعتها السيارة منذ الضغط على الفرامل . [20 م / ث ، 4 ــ م / ث^2 , 50 m]

✍ (23) يتحرك مترو الأنفاق بين محطتين A&B المسافة بينهما (1.2 km) ويبدأ بعجلة منتظمة لمدة الخمس ثوانى الأولى حيث يقطع مسافة (50 m) ثم يتحرك بسرعة منتظمة حتى يصل لنقطة ما ثم بعدها يتحرك بعجلة تناقصية مسافة (80 m) الأخيرة أوجد :
1 - السرعة المنتظمة التى تحرك بها مترو الأنفاق فى المرحلة المتوسطة .
2 - الزمن الذي استغرقه فى قطع المسافة بين المحطتين . [20 م / ث ، 66.5 s]

✍ (24) قطار يتحرك بسرعة (20 m / s) و عند استخدام الفرامل تحرك بعجلة تناقصية منتظمة (2 m / s^2) احسب :
الزمن اللازم لتوقف القطار والمسافة التى يقطعها منذ استخدام الفرامل حتى يتوقف . [10 s ، 100 m]

✍ (25) يتحرك جسم طبقاً للعلاقة $V_t^2 = 4 + 2\,d$ احسب :-
1- السرعة الإبتدائية .
2- المسافة المقطوعة بعد مرور 6 ثوانى من بدء الحركة . [2 م / ث , 30 متر]

✍ (26) سقط صندوق من شاحنة (سيارة نقل) متحركة بسرعة 30 m / s و بعد ملامسته للأرض انزلق مسافة 45 m حتى توقف تماما احسب الزمن الذى استغرقه الصندوق من لحظة ملامسته الأرض حتى توقف تماما . [3 ــ م / ث^2]

✍ (27) يتحرك جسم طبقاً للعلاقة $V_t = 4\,t$ أوجد سرعته النهائية عندما يقطع مسافة قدرها 18 متر . [12 م / ث]

✍ (28) تزايدت سرعة سيارة بانتظام من (18 km / h) إلى (54 km / h) خلال زمن (10 s) فاحسب العجلة المنتظمة التى تحركت بها السيارة خلال هذه الفترة واحسب المسافة المقطوعة . [1 م / ث^2 , 100 m]

✍ (29) سائق سيارة يتحرك بسرعة (54 km / h) وأثناء السير وجد أمامه شخص على مسافة (54 m) فضغط على الفرامل بانتظام حتى توقفت السيارة بعد (5 sec) فهل صدم السائق الشخص أم لا ؟ [لا يصاب الشخص 52.5 m]

✍ (30) جسيم يتحرك بسرعة 4 م / ث تناقصت سرعته تدريجياً حتى توقف عن الحركة بعد مضى 8 ثوانى فاحسب المسافة التى قطعها الجسيم حتى يقف . [16 م]

✍ (31) تقود مــى سيارة بسرعة 20 م / ث ثم ضغطت على الفرامل حتى تمكنت من إيقافها تماماً بعد مضى 5 ثوانى فاحسب العجلة التى تحركت بها السيارة منذ ضغطت مــى على الفرامل و حتى توقفت و ما نوعها ؟ [4 ــ م / ث^2]

✍ (32) تزايدت سرعة سيارة بانتظام من 20 م / ث إلى 50 م / ث فى زمن قدره 60 ثوانى , إحسب العجلة المنتظمة التى تحركت بها السيارة خلال هذه الفترة .
و إذا استخدمت الفرامل بعد ذلك بانتظام فتوقفت السيارة تماماً بعد 25 ثانية . فاحسب العجلة و المسافة التى تحركتها من لحظة استخدام الفرامل و حتى توقفها . [0.5 م / ث^2 , 2 ــ م / ث^2 , 625 م]

✍ (33) تزايدت سرعة سيارة بانتظام من 5 م / ث إلى 25 م / ث فى زمن قدره 10 ثوانى , إحسب العجلة المنتظمة التى تحركت بها السيارة خلال هذه الفترة .
و إذا استخدمت الفرامل بعد ذلك بانتظام فتوقفت السيارة تماماً بعد 5 ثانية .
فاحسب العجلة و المسافة التى تحركتها من لحظة استخدام الفرامل و حتى توقفها .
[2 م / ث^2 , 5 ــ م / ث^2 , 62.5 م]

✍ (34) يتحرك جسم طبقاً للعلاقة $V_f^2 = 64 + 16\,d$ احسب :-
1- السرعة الإبتدائية .
2- المسافة المقطوعة بعد مرور 4 ثوانى من بدء الحركة . [8 م / ث , 96 م]

✍ (35) يتحرك جسم طبقاً للعلاقة $V_f^2 = 8\,d$ احسب :-
1- السرعة الإبتدائية .
2- المسافة المقطوعة بعد مرور 5 ثوانى من بدء الحركة . [صفر , 50 م]

(36) يتحرك جسم طبقاً للعلاقة $V_f = \sqrt{49 + 8\,d}$ أوجد :

1 - السرعة الإبتدائية . 2 – العجلة .
3 – المسافة بعد 5 ثوانى من بدء الحركة . 4 - السرعة بعد 6 ثوانى من بدء الحركة .
[7 م / ث , 4 م / ث^2 , 85 م , 31 م / ث]

(37) يتحرك جسم طبقاً للعلاقة $V_f = 2\sqrt{4 + 3\,d}$ أوجد :

1 – السرعة الإبتدائية . 2 – العجلة . 3 – المسافة بعد 6 ثوانى من بدء الحركة .
[4 م / ث , 6 م / ث^2 , 132 متر]

(38) يتحرك جسم طبقاً للعلاقة $d = 25\,t - t^2$ أوجد :

1 – السرعة بعد مرور 5 ثوانى . 2 – المسافة المقطوعة بعد مرور 3 ثوانى .
[15 م / ث , 66 متر]

(39) يتحرك جسم طبقاً للعلاقة $t = \frac{1}{4} V_f - 5$ أوجد :

1 - السرعة الإبتدائية . 2 – العجلة . 3 - السرعة بعد 10 ثوانى من بدء الحركة .
[20 م / ث , 4 م / ث^2, 60 م / ث]

(40) يتحرك جسم طبقاً للعلاقة $d = 9\,t^2$ أوجد :

1 - السرعة الإبتدائية . 2 – العجلة . 3 – المسافة المقطوعة بعد 4 ثوانى .
[صفر , 18 م / ث^2, 144 م]

(41) يتحرك جسم طبقاً للعلاقة $V_f = \sqrt{25 + 4\,d}$ أوجد :

1 - السرعة الإبتدائية . 2 – العجلة .
3 – المسافة بعد 10 ثوانى من بدء الحركة . 4 – سرعته بعد 10 ثوانى .
[5 م / ث , 2 م / ث^2, 150 م , 25 م / ث]

(42) يتحرك جسم طبقاً للعلاقة $V_f = \sqrt{5\,d}$ أوجد :

1 - السرعة الإبتدائية . 2 – العجلة .
3 – المسافة بعد 10 ثوانى من بدء الحركة . 4 – سرعته بعد 10 ثوانى .
[صفر , 2.5 م / ث^2, 125 م , 25 م / ث]

(43) يتحرك جسم طبقاً للعلاقة $V_f^2 = 4\,d$ احسب :-

1- السرعة الإبتدائية . 2- المسافة المقطوعة بعد مرور 4 ثوانى من بدء الحركة .
[صفر , 16 م]

(44) سيارة تتحرك بسرعة ابتدائية 3 م / ث فاصبحت سرعتها 11 م / ث خلال 4 ثانية فاحسب عجلة الحركة .
[2 م / ث^2]

(45) تحرك جسيم من السكون بعجلة منتظمة قدرها 5 م / ث^2 فأوجد سرعته بعدما يقطع مسافة 90 متر .
[30 m / s]

(46) تحرك جسيم من السكون بعجلة منتظمة قدرها 2 م / ث^2 . فأوجد الزمن اللازم لقطع مسافة 400 متر .
[20 s]

(47) جسيم يتحرك بسرعة 2 م / ث بعجلة منتظمة 0.1 م / ث^2 أوجد المسافة التى يقطعها الجسيم عندما تصبح سرعته 8 م / ث
[300 m]

(48) جسيم يتحرك بسرعة 20 م / ث تناقصت سرعته تدريجياً حتى توقف عن الحركة بعد مضى 5 ثوانى فاحسب المسافة التى قطعها الجسيم حتى يقف .
[50 m]

(49) تقود مـــى سيارة بسرعة 15 م / ث ثم ضغطت على الفرامل حتى تمكنت من إيقافها تماماً بعد مضى 3 ثوانى فاحسب العجلة التى تحركت بها السيارة منذ ضغطت مـــى على الفرامل و حتى توقفت و ما نوعها ؟ [5 – م / ث^2]

(50) تزايدت سرعة سيارة بانتظام من 2 م / ث إلى 22 م / ث فى زمن قدره 10 ثوانى , إحسب العجلة المنتظمة التى تحركت بها السيارة خلال هذه الفترة . و إذا استخدمت الفرامل بعد ذلك بانتظام فتوقفت السيارة تماماً بعد 11 ثانية . فاحسب العجلة و المسافة التى تحركتها من لحظة استخدام الفرامل و حتى توقفها .
[2 م / ث^2 , 2 – م / ث^2 , 121 م]

(51) تزايدت سرعة سيارة بانتظام من 18 كم / ساعة إلى 126 كم / ساعة خلال زمن قدره 3 ثانية احسب :
1 – السرعة المتوسطة . 2 – العجلة . 3 – المسافة المقطوعة فى هذه الفترة .
[72 كم / ساعة أو 20 م / ث , 10 م / ث^2, 60 م]

(52) يتحرك جسم طبقاً للعلاقة $2t = \frac{1}{3} V_t - 1$ أوجد :
1 – السرعة الإبتدائية .
2 – العجلة .
3 – السرعة بعد 10 ثوانى من بدء الحركة . [3 م / ث , 6 م / ث^2 , 63 م / ث]

(53) يتحرك جسم طبقاً للعلاقة $4d - 12\,t = t^2$ أوجد :
1 – السرعة الإبتدائية .
2 – العجلة .
3 – المسافة المقطوعة بعد 6 ثوانى . [3 م / ث , 0.5 م / ث^2 , 21.25 م]

(54) يتحرك جسم طبقاً للعلاقة $V_t = \sqrt{4 + 2\,d}$ أوجد :
1 – السرعة الإبتدائية .
2 – العجلة .
3 – المسافة بعد 5 ثوانى من بدء الحركة .
4 – سرعته بعد 4 ثوانى . [2 م / ث , 1 م / ث^2, 22.5 م , 6 م / ث]

(55) يتحرك جسم طبقاً للعلاقة $V_t = \frac{1}{2}\sqrt{16 + 8\,d}$ أوجد :
1 – السرعة الإبتدائية .
2 – العجلة .
3 – المسافة بعد 10 ثوانى من بدء الحركة .
4 – سرعته بعد 10 ثوانى . [2 م / ث , 1 م / ث^2, 70 م , 12 م / ث]

(56) يتحرك جسم طبقاً للعلاقة $V_t = 5\sqrt{1 + 2\,d}$ أوجد :
1 – السرعة الإبتدائية .
2 – العجلة .
3 – المسافة بعد 4 ثوانى من بدء الحركة .
4 – سرعته بعد 5 ثوانى . [5 م / ث , 25 م / ث^2, 220 م , 130 م / ث]

(57) يتحرك جسم طبقاً للعلاقة $V_t = \sqrt{5\,d}$ أوجد :
1 – السرعة الإبتدائية .
2 – العجلة .
3 – المسافة بعد 6 ثوانى من بدء الحركة . [صفر , 2.5 م / ث^2, 45 م]

(58) كانت مـــى تقود السيارة بسرعة منتظمة 25 م / ث ففوجئت بطفل يعبر الطريق على مسافة 100 متر فضغطت على الفرامل لتتمكن من إيقاف السيارة فتحركت بعجلة تقصيرية 4 م / ث^2 فهل صدمت الطفل أم لا ؟
[لا تصدم الطفل , 78.12 م]

(59) يتحرك جسم طبقاً للعلاقة $\frac{1}{3} V_t - 2t = 5$ أوجد :

1 – السرعة الإبتدائية .
2 – العجلة .
3 – المسافة التى يقطعها بعد 10 ثوانى من بدء الحركة . [15 م / ث , 1.5 م / ث^2 , 225 م]

(60) شاهد سائق سيارة الإشارة حمراء على بعد 100 متر و كانت سرعة السيارة 90 Km / h فضغط على الفرامل فتحركت السيارة بعجلة تناقصية 2 m / s^2
1 – هل يتخطى السائق الإشارة ؟
2 – احسب الزمن اللازم حتى تتوقف السيارة . [نعم ، 12.5 s]

(61) ترام يسير بين محطتين س , ص المسافة بينهما 1500 متر و يبدأ حركته من السكون بعجلة منتظمة لمدة 5 ثوانى من بداية الحركة حيث يقطع المسافة (س ن) مقدارها 40 متر ثم يسير بسرعة منتظمة مدة من الزمن حتى يصل إلى النقطة (و) ثم يسير بعجلة تناقصية مسافة 80 متر الأخيرة حتى توقف عند المحطة ص أوجد :

1 – سرعته المنتظمة التى كان يسير بها من (ن إلى و) .
2 – الزمن الذى يستغرقه الترام فى قطع المسافة بين المحطتين .

س ن و ص

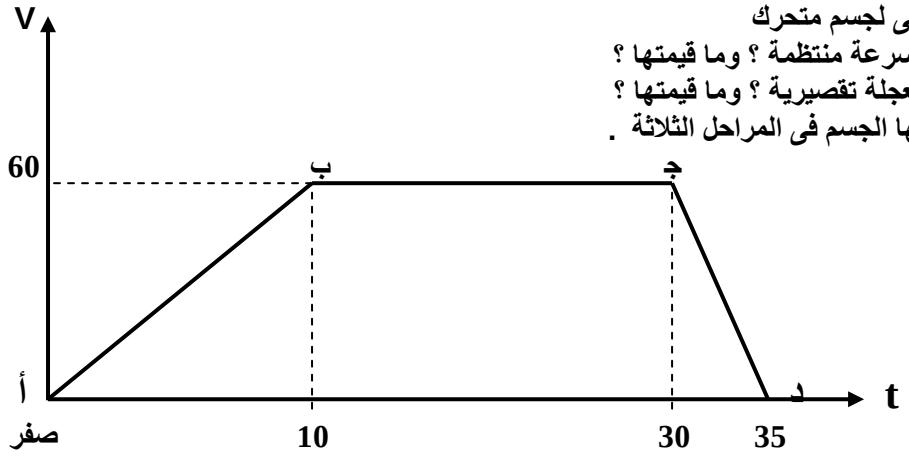
[16 م / ث ، 101.25 s]

(62) يتحرك جسم بعجلة منتظمة فبلغت سرعته فى نهاية الثانية الخامسة 20 م / ث و فى نهاية الثانية التاسعة 32 م / ث
احسب : 1 – العجلة المنتظمة للجسم .
2 – سرعته التى بدأ بها .
3 – المسافة المقطوعة فى نهاية الثانية الخامسة . [3 م / ث^2 , 5 م / ث , 62.5 م]

(63) يتحرك جسم طبقاً للعلاقة $V_f = 2 + 4t$ احسب :-
1 - السرعة الإبتدائية . 2 - المسافة المقطوعة بعد مرور 3 ثوانى من بدء الحركة .
[2 م / ث , 18 متر]

(64) يتحرك جسم طبقاً للعلاقة $V_f = 2t$ احسب :-
1- السرعة الإبتدائية . 2- سرعة الجسم بعد مرور 5 ثوانى من بدء الحركة .
[صفر , 10 م / ث]

(65) الشكل الموضح يمثل العلاقة بين السرعة (m / s) ممثلة على المحور الصادى و الزمن بالثانية على المحور السينى لجسم متحرك
1- فى أى المراحل يتحرك الجسم بسرعة منتظمة ؟ وما قيمتها ؟
2- فى أى المراحل يتحرك الجسم بعجلة تقصيرية ؟ وما قيمتها ؟
3- أوجد المسافة الكلية التى تحركها الجسم فى المراحل الثلاثة .



[(ب جـ) 60 م / ث , (جـ د) 12 – م / ث^2 , 1650 م]

عزيزى الطالب : **إذا سقط جسم سقوطاً حراً من مكان مرتفع عن سطح الأرض فإنه يبدأ حركته من السكون متجهاً نحو الأرض بتأثير قوة جذبها له و تتزايد سرعته تدريجياً حتى تصل لأقصى قيمة لها لحظة اصطدامه بالأرض.**
و بإهمال مقاومة الهواء للجسم أثناء سقوطه فإن هذا الجسم يتحرك بعجلة منتظمة تسمى (عجلة السقوط الحر **)** أو **(** عجلة الجاذبية الأرضية **) (g) .**
و تختلف عجلة الجاذبية اختلافاً طفيفاً من مكان لآخر على سطح الأرض قرباً أو بعداً من مركز الأرض .

عجـــلة الجاذبية الأرضية (g) : **هى تلك العجلة المنتظمة التى تتحرك بها الأجسام عندما تسقط سقوطاً حراً نحو سطح الأرض .**

سؤ ا ل ما معنى قولنا أن عجـــلة السقوط الحـــر لجسم = (9.8) م / ث^{2} ؟
جـ أى أن عند سقوط الجسم سقوطاً حراً فإن سرعته تزداد بمقدار 9.8 م / ث كل ثانية .

تعليلات هامة :

❶ علل **تختلف عجلة الجاذبية الأرضية من مكان لآخر على سطح الأرض ؟**
جـ و ذلك لتفلطح الأرض قليلاً عند القطبين فتكون عند القطبين أكبر منها عند خط الإستواء لقرب القطبين من مركز الأرض .

❷ علل **تصل ريشة لطائر و كرة من الحديد فى نفس اللحظة للأرض عند سقوطهما معاً من مكان مرتفع (مع إهمال مقاومة الهواء)؟**
جـ لأن كل من الريشة و كرة الحديد تتحركان نحو الأرض بعجلة منتظمة هى عجلة الجاذبية الأرضية .

❸ علل **تزداد سرعة الجسم كلما اقترب من سطح الأرض عند سقوطه سقوطاً حراً ؟**
جـ لأنه يتحرك بعجلة تزايدية عندما يتحرك فى اتجاه الجاذبية الأرضية .

❹ علل **تقل سرعة الجسم عند قذفه بعيداً عن سطح الأرض ؟**
جـ لأنه يتحرك بعجلة تناقصية عندما يتحرك فى عكس اتجاه الجاذبية الأرضية .

ملاحظـــــــــات هـــــــــامة على مســـــائل السقوط الحـــــر :-

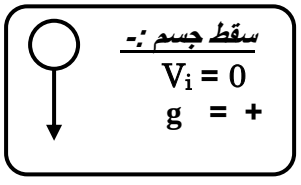
❶ **تطبق معادلات الحركة بعجلة منتظمة فى خط مستقيم عند حل هذه المسائل مع الرمز للعجلة بالرمز (g) .**

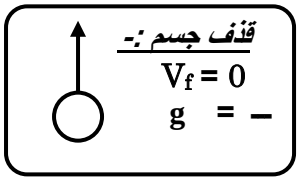
$$V_f = V_i + g\,t$$

$$d = V_i\,t + \frac{1}{2}\,g\,t^2$$

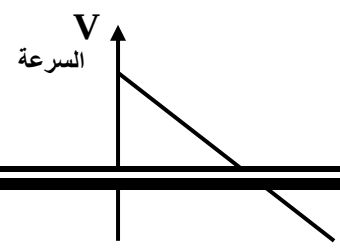
$$V_f^2 = V_i^2 + 2\,g\,d$$

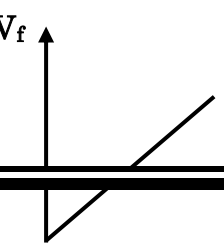
❷ **عند سقوط جسم سقوطاً حراً فإن $V_i = 0$.**
❸ **عند قذف الجسم لأعلى فإنه عند أقصى ارتفاع (فقط) تنعدم سرعة الجسم أى $V_f = 0$.**
❹ **زمن الصعود = زمن الهبوط .**
❺ **سرعة الجسم عند أي نقطة أثناء الصعود = سالب سرعة الجسم عند نفس النقطة أثناء الهبوط .**
((تدل الإشارة سالب على أن السرعتين فى عكس الاتجاه))
❻ **فى حالة الصعود تكون عجلة الجاذبية سالبة بينما فى حالة الهبوط تكون عجلة الجاذبية موجبة .**

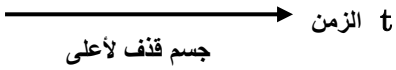


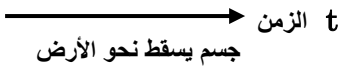


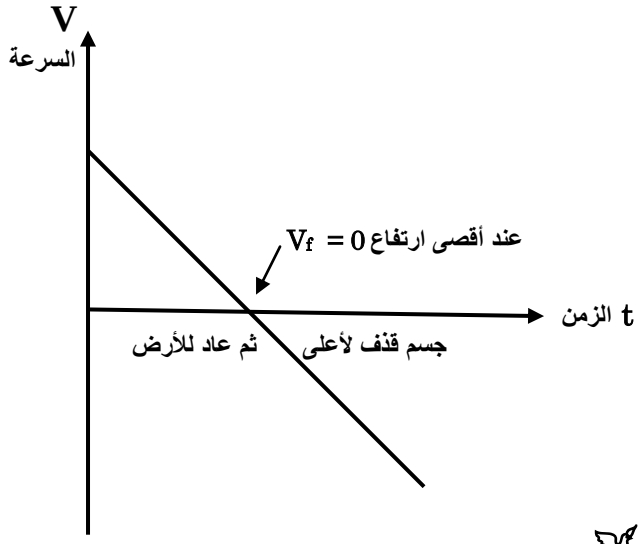
أشكال بيانية هامة :

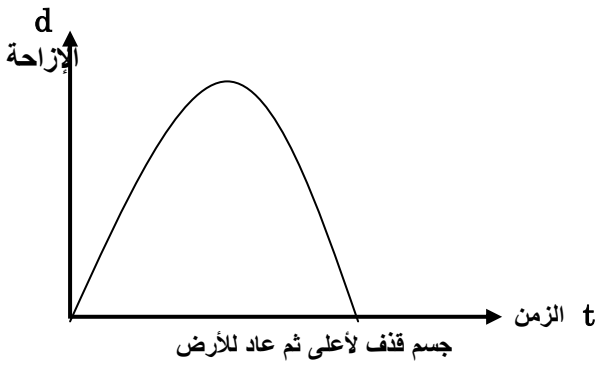












أمثلة

(1) سقط حجر من أعلى مبنى سقوطاً حراً فوصل سطح الأرض بعد 6 ثوانى . فاحسب ارتفاع المبنى .
علماً بأن عجلة الجاذبية 10 م / ث^2 . [180 م]

(2) يسقط حجر من سطح جبل أوجد سرعته عندما يهبط 45 متر علماً بأن عجلة السقوط الحر 10 م / ث^2. [30 م / ث]

(3) سقط حجر من أعلى مبنى سقوطاً حراً فوصل سطح الأرض بعد 4 ثوانى فاحسب ارتفاع المبنى .
علماً بأن عجلة الجاذبية 9.8 م / ث^2 . [78.4 م]

(4) سقط حجر من أعلى منزل ارتفاعه 19.6 متر من سطح الأرض فاحسب سرعة وصوله للأرض و زمن الوصول .
علماً بأن عجلة الجاذبية 9.8 م / ث^2 . [2 ثانية , 19.6 م / ث]

(5) سقطت أداة سقوطاً حراً إلى قاع بئر بترول فإذا كانت عملية السقوط تستغرق 15 ثانية إحسب عمق البئر .
علماً بأن عجلة الجاذبية 10 م / ث^2 . [1125 م]

(6) أسقط حجر من فوق برج القاهرة فاستغرق 4 ثوان حتى وصل إلى سطح الأرض فاحسب سرعة الحجر لحظة اصطدامه بالأرض
و احسب ارتفاع البرج علماً بأن عجلة السقوط الحر 10 م / ث^2. [40 م / ث , 80 متر]

(7) ترك جسم ليسقط حر من أعلى مبنى فوصل الى الأرض بعد زمن قدره (5 ثوانى)
فإذا علمت أن عجلة الجاذبية الأرضية (9.8 m/s^2) احسب :-
1- سرعة الجسم لحظة اصطدامه بالأرض . 2- ارتفاع المبنى عن سطح الأرض . [49 م / ث , 122.5 متر]

(8) سقط حجر من أعلى مبنى سقوطاً حراً فوصل سطح الأرض بعد 10 ثوانى فاحسب ارتفاع المبنى و سرعة وصول الحجر
للأرض علماً بأن عجلة الجاذبية 9.8 م / ث^2 . [490 م , 98 م / ث]

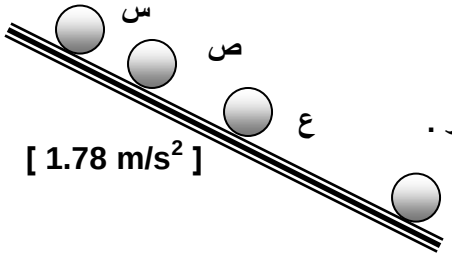
(9) قذف جسم رأسياً لأسفل بسرعة 20 م / ث من قمة برج ارتفاعه 200 متر احسب :
1- سرعة الجسم لحظة اصطدامه بالأرض .
2- زمن وصول الجسم لسطح الأرض . علماً بأن عجلة الجاذبية 9.8 م / ث^2 .
[65.726 م / ث , 4.66 ث]

(8) سقط حجر من سطح منزل فمر امام شخص يقف فى أحد شرفات المنزل على ارتفاع 5 متر من سطح الأرض بعد 4 ثوانى
من لحظة السقوط أوجد :

1 – ارتفاع المنزل . 2 – سرعة الحجر عندما مر أمام الشخص . [58 م , 40 م / ث]

✍ (9) سقطت تفاحة من شجرة و بعد ثانية واحدة اتطمت بالأرض احسب قيمة سرعة التفاحة لحظة اصطدامها بالأرض و احسب السرعة المتوسطة للتفاحة خلال السقوط ثم أوجد بعد التفاحة عن الأرض غند بدء السقوط
[10 م / ث , 5 م / ث , 5 م]

✍ (9) يبين الشكل كرة تنزلق على سطح أملس بعجلة ثابتة و تبين النقاط س ، ص ، ع ، ل موقع الجسم كل 0.5 ثانية اعتماداً على الشكل أجب عما يأتى :



1 – كيف تستدل من الشكل على ان سرعة الكرة تزداد ؟
2 – لماذا تزداد السرعة ؟
3 – احسب عجلة الكرة إذا علمت أن المسافة من س إلى ل تساوى 2 متر .
[1.78 m/s^2]

✍ (10) يسقط حجر سقوطاً حراً . احسب المسافة التى يقطعها الجسم خلال الثانيتين الثالثة و الرابعة .
علماً بأن عجلة الجاذبية 10 م / $ث^2$. [60 م]

✍ (11) يسقط حجر سقوطاً حراً احسب المسافة التى يقطعها الجسم خلال الثانيتين السابعة و الثامنة .
علماً بأن عجلة الجاذبية 10 م / $ث^2$. [140 م]

✍ (12) قذف جسم رأسياً لأعلى بسرعة 63 م / ث فما أقصى ارتفاع يصل إليه الجسم علماً بأن عجلة الجاذبية 9.8 م / $ث^2$.
[202.5 م]

✍ (13) بأى سرعة يجب قذف جسم رأسياً لأعلى بحيث يعود لنقطة القذف مرة أخرى بعد 20 ثانية ؟
و ما أقصى ارتفاع يصل إليه الجسم ؟ علماً بأن عجلة الجاذبية 9.8 م / $ث^2$. [98 م / ث , 490 متر]

✍ (14) قذف جسم رأسياً لأعلى بسرعة 49 م / ث احسب الزمن الذى يستغرقه الجسم ليصل إلى اقصى ارتفاع واحسب مقدار هذا الارتفاع علماً بأن عجلة الجاذبية الأرضية 9.8 م / $ث^2$. [122.5 م , 5 ثوانى]

✍ (15) قذف سهم إلى أعلى فوصل إلى أقصى ارتفاع له و هو 490 متر فاحسب سرعته الإبتدائية و كذلك زمن الوصول لأقصى ارتفاع علماً بأن عجلة الجاذبية الأرضية 9.8 م / $ث^2$. [98 م / ث , 10 ثوانى]

✍ (16) قذف حجر رأسيا لأعلى فعاد للأرض مرة ثانية بعد (6) ثوانى فإذا كانت عجلة الجاذبية الأرضية (10 m / s^2) احسب :
1 - السرعة التى قذف بها الحجر. 2 - أقصى ارتفاع يصل إليه الحجر. [30 م / ث , 45 متر]

✍ (17) إذا علمت أن عجلة السقوط الحر (10 m/s^2) احسب :-
أقصى ارتفاع يصل إليه جسم قذف لأعلى بسرعة ابتدائية (100 m/s) . [500 متر]

✍ (18) قذف جسم رأسيا الى اعلى بسرعة (50 m/s) فإذا كانت عجلة السقوط الحر (10 m/s^2) اوجد :
1- أقصى ارتفاع يصل إليه . 2- الزمن اللازم لعودة الجسم ثانية الى الأرض. [125 متر , 10 ثوانى]

✍ (19) قذف جسم كتلته (25 Kg) لأعلى بسرعة (20 m/s) احسب أقصى ارتفاع يصل إليه الجسم .
علما بان عجلة الجاذبية (10 m/s^2) . [20 متر]

✍ (20) قذف حجر رأسياً بسرعة 28 م / ث فما أقصى ارتفاع يصل إليه الجسم علماً بأن عجلة الجاذبية 9.8 م / $ث^2$.
[40 متر]

✍ (21) قذف سهم إلى أعلى بسرعة 50 م / ث من قوس فإذا كانت عجلة الجاذبية 10 م / $ث^2$ أوجد سرعة السهم بعد مضى 3 ثانية من لحظة القذف و أقصى ارتفاع يصل إليه . [30 م / ث , 125 متر]

✍ (22) قذف حجر رأسياً لأعلى بسرعة 98 م / ث احسب الزمن الذى يستغرقه الجسم ليصل إلى اقصى ارتفاع واحسب مقدار هذا الارتفاع علماً بأن عجلة الجاذبية الأرضية 9.8 م / $ث^2$. [10 ث , 490 متر]

(23) احسب سرعة قذف جسم إلى أعلى و زمن صعوده إلى أقصى ارتفاع و ما هى سرعته عند منتصف المسافة و هو هابط مرة أخرى علماً بان عجلة الجاذبية الأرضية 9.8 م / ث^2 و أقصى ارتفاع يصل إليه الجسم 202.5 متر .
[63 م / ث ، 6.43 ث ، 44.55 م / ث]

(24) بأى سرعة يجب قذف جسم رأسياً لأعلى بحيث يعود لنقطة القذف مرة أخرى بعد 8 ثوانى .
علماً بأن عجلة الجاذبية 10 م / ث^2 . [40 م / ث]

(25) يسقط حجر من قمة برج ارتفاعه 180 متر من سطح الأرض و فى نفس اللحظة قذف من قاعدة البرج حجر آخر رأسياً لأعلى بسرعة 90 م / ث أوجد أين و متى يلتقيان علماً بأن عجلة السقوط الحر 10 م / ث^2.
[160 متر من أسفل , 2 ثانية]

(26) فى تجربة لتعيين عجلة الجاذبية الأرضية باستخدام قطرات ماء تسقط سقوطاً حراً كانت المسافة بين مصدر قطرات الماء و سطح الإناء 1 m و كان زمن سقوط أو ارتطام 100 قطرة متتالية هو 45 s .
احسب عجلة الجاذبية الأرضية . [9.88 م / ث^2]

(27) ترك جسم ليسقط إلى اسفل فاستغرق 5 ثوانى ليصل إلى الأرض ثم غاص فيها مسافة 50 سم حتى توقف احسب :
1 - سرعة وصول الجسم لسطح الأرض . 2 - المسافة التى سقطها حتى سطح الأرض .
3 - الزمن الذى استغرقه الجسم منذ ملامسته لسطح الأرض و حتى توقف .
علماً بأن عجلة السقوط الحر 10 م / ث^2. [50 م / ث , 125 متر ، 0.02 ث]

(28) قذفت سارة جسم رأسياً لأعلى بسرعة قدرها 60 م / ث و بعد قذفه بثانية واحدة قامت أختها مى بقذف جسم آخر إلى أعلى فإذا وصل الجسمان إلى اقصى إرتفاع خلال نفس الزمن احسب أقصى إرتفاع لكل منهما و زمن وصول كل منهما إلى أقصى إرتفاع و سرعة قذف الجسم الثانى . علماً بأن عجلة السقوط الحر 10 م / ث^2.
[سارة (180 متر ، 6 ث) , مى (125 متر ، 5 ث ، 50 م / ث)]

(29) سقط حجر من قمة جبل فوصل سطح الأرض بعد 12 ثوانى فاحسب ارتفاع الجبل و سرعة وصول الحجر للأرض
علماً بأن عجلة الجاذبية 9.8 م / ث^2. [705.6 م , 117.6 م / ث]

(30) قذف جسم رأسياً لأعلى بسرعة 50 م / ث فما أقصى ارتفاع يصل إليه الجسم علماً بأن عجلة الجاذبية 9.8 م / ث^2 .
[127.55 متر]

(31) بأى سرعة يجب قذف جسم رأسياً لأعلى بحيث يعود لنقطة القذف مرة أخرى بعد 12 ثانية ؟
و ما أقصى ارتفاع يصل إليه الجسم ؟ علماً بأن عجلة الجاذبية 9.8 م / ث^2 . [58.8 م / ث , 176.4 متر]
.

(32) قذف جسم رأسياً لأعلى بسرعة 22 م / ث احسب الزمن الذى يستغرقه الجسم ليصل إلى اقصى ارتفاع
واحسب مقدار هذا الارتفاع علماً بأن عجلة الجاذبية الأرضية 9.8 م / ث^2. [2.24 ث , 24.69 متر]

(33) قذف سهم إلى أعلى فوصل إلى أقصى ارتفاع له و هو 245 متر فاحسب سرعته الإبتدائية
و كذلك زمن الوصول لأقصى ارتفاع علماً بأن عجلة الجاذبية الأرضية 9.8 م / ث^2. [24.69 م / ث ، 2.24 ث]

(34) تقف مى فوق برج ارتفاعه 120 متر فقذفت جسم إلى أسفل بسرعة 4 م / ث احسب :
1 – سرعة وصول الجسم إلى سطح الأرض .
2 – زمن وصول الجسم لسطح الأرض . علماً بأن عجلة السقوط الحر 10 م / ث^2. [49.15 م / ث ، 4.52 ث]

(35) سقط حجر من أعلى مبنى سقوطاً حراً فوصل سطح الأرض بعد 3 ثوانى فاحسب ارتفاع المبنى .
علماً بأن عجلة الجاذبية 9.8 م / ث^2. [44.1 متر]

(36) تقف ساره أعلى برج ارتفاعه 180 متر فسقطت منها زهرة سقوطاً حراً و فى نفس اللحظة كانت هناك طفلة تجرى بسرعة منتظمة 2 م / ث ناحية البرج و تبعد عن قاعدته مسافة 12 متر فهل تسقط الزهرة على الطفلة ؟
(عجلة السقوط الحر 10 م / ث^2) [نعم ، 6 ث]

(37) أسقط حجر من فوق قمة برج فاستغرق 5 ثوان حتى وصل إلى سطح الأرض فاحسب سرعة الحجر لحظة اصطدامه بالأرض و احسب ارتفاع البرج علماً بأن عجلة السقوط الحر 10 م / ث^2. [50 م / ث , 125 متر]

(38) قذف سهم رأسياً لأعلى بسرعة ابتدائية 50 م / ث و بفرض أن عجلة السقوط الحر 10 م / ث^2 فأحسب :
1 – أقصى أرتفاع يصل إليه السهم . 2 – الزمن الذى يستغرقه السهم ليصل إلى أقصى أرتفاع .

3 – سرعة السهم لحظة عودته لمكان أطلاقه . 4 – الزمن اللازم لعودة السهم من أقصى أرتفاع .

[125 متر، 5 ث ، 50 م / ث ، 5 ث]

(39) أسقطت كرة فى بئرسقوطاً حراً و أصطدمت بمائه بعد 0.5 ثانية و بفرض أن عجلة السقوط الحر 10 م / ث^2 فأحسب :

1 – سرعة الكرة لحظة اصطدامها بسطح الماء . 2 – عمق البئر .

3 – السرعة المتوسطة التى تتحرك بها الكرة أثناء هبوطها . [5 م / ث , 1.25 متر ، 2.5 م / ث]

تجربة عملية : تعيين عجلة الجاذبية الأرضية باستخدام قطرات ماء تسقط سقوطاً حراً

الغرض من التجربة : **تعيين عجلة الجاذبية الأرضية .**

فكـــــرة التجربة :

 # قياس الفترة الزمنية (t) التى تستغرقها قطرة ماء تسقط سقوطاً حراً مسافة راسية معينة (d) .

 # حساب قيمة (g) بمعلومية كل من (t) ، (d) بتطبيق المعادلة الثانية للحركة .

الادوات :

 # إناء به ماء و مزود بصنبور يتحكم فى سقوط قطرات الماء .

 # ساعة إيقاف .

 # طبق معدنى يحدث صوتاً عند ارتطام قطرات الماء به .

 # متر شريطى .

الخطوات :

① ضع الطبق المعدنى أسفل فوهة الصنبور على مسافة (d = 1 m) .

② اضبط سقوط قطرات الماء من الصنبور بحيث تسمع صوت ارتطام قطرة الماء بالطبق المعدنى فى نفس اللحظة التى تبدا فيها القطرة التالية لها فى السقوط من فوهة الصنبور فيكون الزمن الذى تستغرقه القطرة للوصول إلى الحوض مساوياً للزمن بين سقوط قطرتين متتاليتين من الصنبور .

③ عين زمن 50 قطرة متتالية باستخدام ساعة إيقاف و احسب زمن سقوط القطرة من العلاقة :

$$t = \frac{\text{الزمن الكلى لسقوط القطرات}}{\text{عدد القطرات}}$$

④ كرر الخطوة السابقة عدة مرات و احسب متوسط الزمن اللازم لسقوط القطرة الواحدة .

⑤ احسب قيمة عجلة الجاذبية g باستخدام المعادلة الثانية للحركة ، حيث

$$d = V_i t + \frac{1}{2} a t^2$$

$$\because V_i = 0 \quad , \quad a = g$$

$$\therefore d = \frac{1}{2} g t^2 \qquad \therefore g = \frac{2 d}{t^2}$$

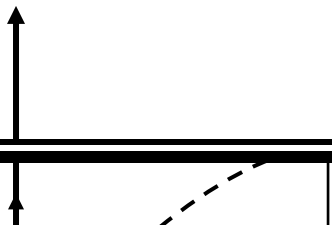
المقذوفات بزاوية ((الحركة فى بعدين))

عزيزى الطالب : **عندما ينطلق مقذوف مثل كرة أو دانة مدفع بسرعة ابتدائية V_i و بزاوية θ مع المستوى الأفقى فإنها تأخذ خطا منحنيا ويمكن تحليل السرعة فى اتجاهين أفقى (X) ورأسى (y) كما بالشكل**

y

يتحرك فيه المقذوف بسرعة V_{ix} بفرض عدم وجود احتكاك

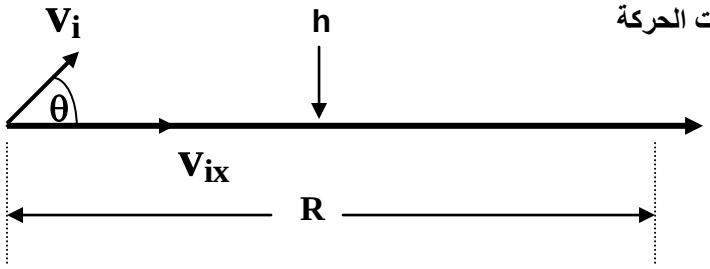
ويمكن تعين السرعة الأفقية من العلاقة :-



V_{iy}

$$V_{ix} = V_i \cos\theta$$

ويتم التعويض بقيمة V_{ix} التي تم تعيينها فى معادلات الحركة الثلاث مع ملاحظة ($a_x = 0$) سرعة ثابتة .



★ الاتجاه الرأسى (y)

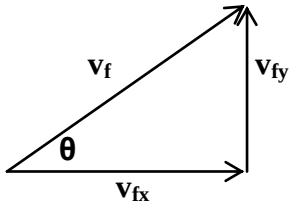
يتحرك فيه المقذوف تحت تأثير عجلة الجاذبية الأرضية (عجلة السقوط الحر) فتكون سرعة المقذوف متغيرة

ويمكن حساب سرعة المقذوف الابتدائية فى الاتجاه الرأسى V_{iy} من العلاقة :

$$Viy = Vi \sin\theta$$

ويتم التعويض بقيمة V_{iy} التي تم تعيينها فى معادلات الحركة الثلاث مع ملاحظة ($a_y = g = -10\ m/s^2$) أثناء الصعود و ($a_y = g = 10\ m/s^2$) أثناء الهبوط .

ويمكن حساب سرعة المقذوف عند أى نقطة من نظرية فيثاغورس :



$$V_f = \sqrt{V_{fx}^2 + V_{fy}^2}$$

(t) حســـاب زمـــن الصعـــــود

من المعادلة الأولي للحركة $\because V_{fy} = V_{iy} + g\,t$

نضع ($V_{fy} = 0$) فتكون $\therefore 0 = V_{iy} + g\,t$

ومنها $\therefore \quad t = \dfrac{-V_{iy}}{g}$

ويكون زمن التحليق ضعف زمن الصعود أى

$$\therefore \quad T = 2\,t = \frac{-2\,V_{iy}}{g}$$

(h) حســـاب أقصى ارتفاع رأسى

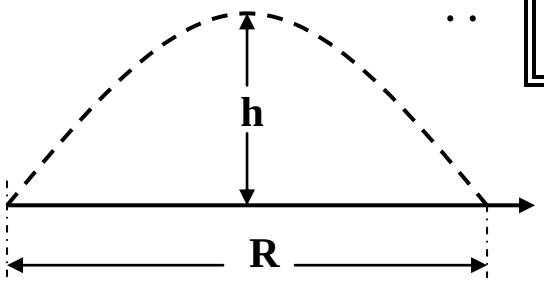
من المعادلة الثالثة للحركة $\because V_{fy}^2 = V_{iy}^2 + 2\,a\,d$

نضع ($V_{fy} = 0$) ، ($d = h$) ، ($a = g$)

فتكون $\therefore 0 = V_{iy}^2 + 2\,g\,h$

y

ومنها $\therefore \quad h = \dfrac{- V_{iy}^2}{2\ g}$



R حســـاب أقصى مدى أفقى (

∵ زمن أقصي مدى أفقى = زمن التحليق

∴ بالتعويض فى المعادلة الثانية للحركة عن ($a_x = 0$) و (R = d)

$\therefore \quad d = V_{ix}\ t + \dfrac{1}{2}\ a_x\ t^2$

ومنها $\therefore \quad R = V_{ix}\ T = 2\ V_{ix}\ t = \dfrac{- 2\ V_{ix}\ V_{iy}}{g}$

ملاحظـــــــــــات هـــــــــــامة :-

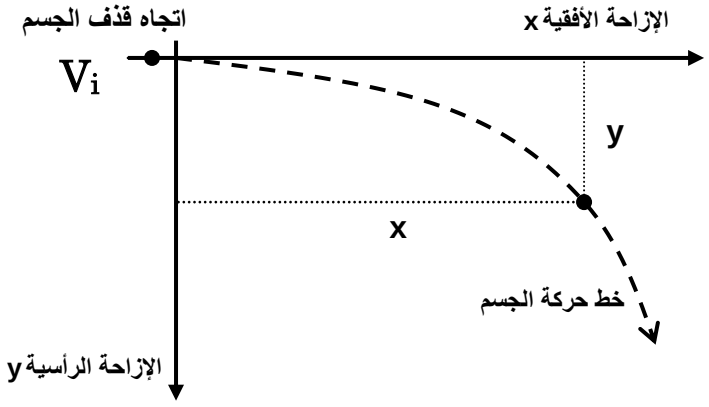
❶ الجسم المقذوف يصل إلى أقصي مدى أفقى له عند قذفه بزاوية 45^o .

❷ المدى الأفقى لجسم مقذوف يتساوى عند قذفه بزاويتين متتامتان ((مجموعهما 90^o)) .

حالة خاصة من المقذوفات :

المقذوفات من أعلى أفقياً

- الحركة الرأسية تخضع للقوة الرأسية و هى قوة جذب الأرض لها و تكون لها عجلة و هى عجلة الجاذبية الأرضية g .
- أما الحركة الأفقية منتظمة لا تسارع فيها لعدم وجود قوة أفقية مؤثرة عليها أى سرعتها ثابتة .



$X = Vi\ .\ t$

$y = \dfrac{1}{2}\ g\ t^2$

أمثلة

اعتبر ($g = 10\ m/s^2$) فى كل المسائل الآتية :

(1) انطلقت دراجة نارية بسرعة 15 m / s و فى اتجاه يصنع زاوية 30^o على الأفقى احسب :-

1 - أقصى ارتفاع تصل إليه الدراجة .

2 - زمن تحليقها .

3 - أقصى مدى أفقى تصل إليه الدراجة .

[2.8 m ، 1.5 s ، 19.5 m]

[

(2) قذف جسم لأعلى بسرعة 20 m / s بزاوية ميل 60^o مع الأفقى احسب :
1 – سرعة الجسم الأفقية لحظة القذف . 2 – سرعة الجسم الرأسية لحظة القذف .
3 – سرعة الجسم الرأسية بعد ثانية واحدة . [10 m / s ، 17.32 m / s ، 17.32 m / s]

(3) قذف جسم لأعلى بسرعة 80 m / s بزاوية ميل 45^o مع الأفقى احسب سرعة الجسم بعد ثانيتين .
[67.35 m / s]

(4) قذف جسم لأعلى بسرعة 100 m / s بزاوية ميل 60^o مع الأفقى احسب أقصى مدى أفقى . [866 m]

(5) قذف جسم لأعلى بسرعة 120 m / s بزاوية ميل 70^o مع الأفقى احسب أقصى ارتفاع يصل إليه الجسم .
[635.78 m]

(6) قذف جسم لأعلى بسرعة 40 m / s بزاوية ميل 24^o مع الأفقى احسب زمن التحليق . [3.25 s]

(7) قذف جسم لأعلى بسرعة 30 m / s بزاوية ميل 30^o مع الأفقى احسب :
1 – سرعة الجسم الأفقية لحظة القذف . 2 – سرعة الجسم الرأسية لحظة القذف .
3 – اقصى مدى أفقى . 4 – أقصى مدى رأسى يصل إليه الجسم .
5 - ارتفاع الجسم عن الأرض بعد ثانيتبن .
[17.32 m / s ، 10 m / s ، 34.64 m ، 14.999 m ، 10 m]

(8) قام عمرو بقذف حجر لأعلى بزاوية ميل 30^o مع الأفقى و عاد الجسم لنفس المستوى بعد 10 s احسب :
1 – سرعة الجسم الأفقية لحظة القذف . 2 – سرعة الجسم الرأسية لحظة القذف .
3 – اقصى ارتفاع يصل إليه الجسم . [86.6 m / s ، 50 m / s ، 125 m]

(9) أمسك عمرو ببندقيته و وضعها بحيث تصنع زاوية ميل 45^o مع الأفقى ثم أطلق رصاصة بسرعة ابتدائية 500 m / s بإهمال مقومة الهواء احسب :
1 – زمن وصول الرصاصة إلى أقصى إرتفاع . 2 – زمن وصول الرصاصة للهدف .
3 – اقصى مدى أفقى للرصاصة . 4 – اقصى ارتفاع تصل إليه الرصاصة .
5 - ارتفاع الرصاصة عن الأرض بعد 10 ثوانى .
[35.355 s ، 70.7 s ، 24999.7 m ، 6249.88 m ، 3035.5 m]

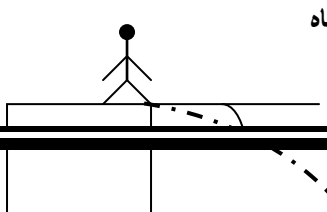
(10) مدفع تصنع زاوية ميل 45^o مع الأفقى ثم أطلق قذيفة بسرعة ابتدائية 1000 m / s بإهمال مقومة الهواء :
1 – متى تكون سرعة القذيفة الراسية = صفر ؟ 2 – ما اقصى مدى أفقى لهذا المدفع ؟
3 – متى تصيب هذه القذيفة الهدف ؟ [70.71 s ، 100 Km ، 141.42 s]

(11) يقوم ضابط بضبط مدفع فى مهمة تدريبية :
1 – ما الزاوية التى تحقق أقصى مدى أفقى للقذيفة ؟
2 – ما سرعة القذيفة المنطلقة إذا وصل لارتفاع 2000 m عندما تكون زاوية الميل 60^o مع الأفقى ؟
3 – إذا كانت سرعة القذيفة لحظة الإنطلاق هى 800 m / s فما سرعتها بعد 10 s
إذا كان المدفع يميل على الرأسى بزاوية 10^o . [45^o ، 230.9 m / s ، 701.7 m / s]

(12) قذف جسم لأعلى بزاوية ميل 45^o مع المحور الراسى و سرعته الأفقية هى 50 m / s احسب :
1 – سرعة الجسم الرأسية لحظة القذف . 2 – سرعة الجسم بعد ثانيتين من لحظة الإنطلاق .
3 – المسافة الأفقية التى يقطعها الجسم . [50 m / s ، 58.31 m / s ، 500 m]

(13) يطلق خرطوم ملقى على الأرض تيار من الماء نحو الأعلى بزاوية 40^o مع المستوى الأفقى بحيث تكون سرعة الماء عند مغادرتها الخرطوم 20 m / s على أى ارتفاع سيصدم الماء جداراً يقع على مسافة 3 m ؟ $g = 9.8\ m/s^2$
[5.36 m]

(14) فى الشكل المقابل :
شخص يقف على سطح مبنى يقذف كرة بسرعة ابتدائية 40 m / s فى اتجاه
يصنع زاوية 30^o مع الأفقى فإذا استغرقت
الكرة زمن 4 s لتصل إلى سطح الأرض .



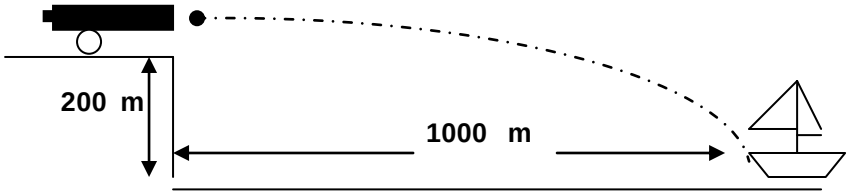
30^o

1 – ما ارتفاع المبنى ؟

2 – على أى مسافة من قاعدة المنى يسقط الجسم ؟

[160 m ، 138.65 m]

✍ (15) فى الشكل احسب السرعة التى يجب أن تنطلق بها القذيفة من فوهة المدفع لكى تصيب السفينة .



[158.1 متر / ث]

✍ (16) أطلقت قذيفة من بندقية فى الإتجاه الأفقى كما بالشكل السابق بسرعة إبتدائية 350 m / s من أعلى جبل ارتفاعه الرأسى 80 m احسب :

1 – زمن الوصول إلى سطح الأرض .

2 – المسافة الأفقية التى تصل إليها القذيفة [16 ثانية ، 1400 متر]

✍ (17) أسقطت طائرة قنبلة على الأرض و هى تحلق على ارتفاع 2000 متر فوق سطح الأرض و تسير بسرعة 100 م / ث احسب الزمن الذى تحتاجه القنبلة لتصل إلى الهدف على الأرض و ما هى المسافة الأفقية التى تقطعها ؟

علماً بأن القنبلة تأخذ سرعة الطائرة الأفقية . [20 ثانية ، 2000 متر]

✍ (18) يقف عمرو فوق برج ارتفاعه 5 متر و قذف كرة بسرعة أفقية وصلت إلى سطح الأرض عند نقطة تبعد 20 متر من قاعدة البرج فما هى السرعة التى قذف بها عمرو الكرة ؟ [70 متر / ث]

✍ (19) وقف شخص أعلى مبنى مرتفع و قذف كرة بسرعة 50 m / s احسب سرعة الكرة و الإزاحة الرأسية التى تقطعها بعد مرور 4 s فى الحالات الآتية :

1 - إذا قذفت الكرة لأعلى فى الإتجاه الرأسى .

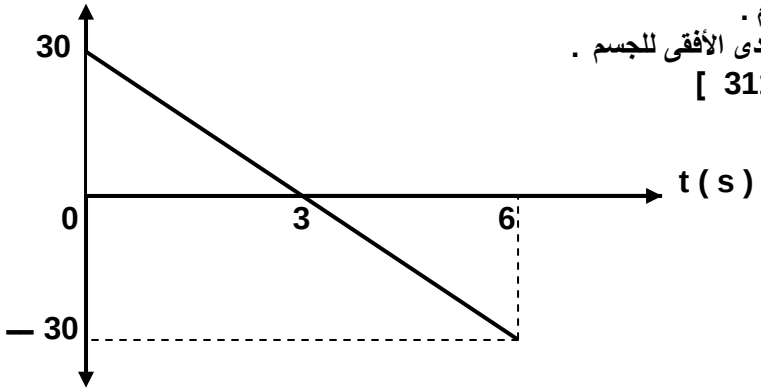
2 - إذا قذفت الكرة لأسفل فى الإتجاه الرأسى .

3 - إذا قذفت الكرة لأعلى بزاوية ميل 60^o مع المستوى الأفقى .

4 - إذا قذفت الكرة أفقياً (الزاوية مقدارها صفر مع المستوى الأفقى) .

[80 m ، 64.03 m / s ، 93.2 m ، 25.22 m / s ، 280 m ، 90 m / s ، 120 m ، 10 m / s]

✍ (20) الرسم البيانى يعبر عن تغير مركبة السرعة العمودية لجسم مقذوف فى مجال جاذبية الأرض إذا كانت زاوية القذف 30^o احسب :



1 – مقدار السرعة التى قذف بها الجسم .

2 – أقصى إرتفاع يصل إليه الجسم .المدى الأفقى للجسم .

[60 m / s ، 45 m ، 311.77 m]

الفصل الثالث

قوانين نيوتن

القانون الأول لنيوتن :-

يبقى الجسم الساكن ساكناً و يبقى الجسم المتحرك فى خط مستقيم متحركاً بسرعة منتظمة ما لم تؤثر عليه قوة تغير من حالته.

شرح القانون :

الجزء الأول **من القانون يسهل فهمه و إدراكه و يتفق مع مشاهداتنا اليومية فالجسم يبقى ساكناً ما لم تؤثر عليه قوة تغير من حالته فمثلاً : الكتاب الموضوع على مكتبك يظل فى مكانه لحين أن تنقله أو تحركه .**

الجزء الثانى **من القانون : غير ملاحظ فى حياتنا اليومية فراكب الدراجة عندما يوقف حركة البدال فإن الدراجة حتماً تتوقف بعد فترة بسبب وجود قوى إحتكاك بين إطارات الدراجة و الطريق و بالطبع إذا لم يوجد مقاومة للهواء و انعدم هذا الإحتكاك فإن الدراجة تستمر متحركة فى خط مستقيم بسرعة ثابتة للأبد .**

❀❀ مفهـــــوم القـــوة ❀❀

❀ القوة : **هى مؤثر خارجى يؤثرعلى الجسم فيسبب تغير حالته أو اتجاهه.**

ملاحظـــــــــــة هـــــــــــامة :-

قد تؤثر على الجسم قوتان أو أكثر و رغم ذلك لا تغير من حالته التى عليها من السكون أو الحركة و السبب أن هذه القوى المؤثرة على الجسم يلاشى تأثير بعضها البعض أى محصلتها صفراً و تسمى قوى متزنة و بالتالى يمكن استنتاج الصيغة الرياضية للقانون الأول لنيوتن .

❀ الصيغة الرياضية للقانون الأول لنيوتن :-

$$\sum F = 0$$

❀❀ القصـــــور الذاتى ❀❀

❀ تعريف القصور الذاتى : **هى خـاصية احتفاظ الجسم بحالته الموجود عليها من حيث السكون أو الحركة .**
أو **ميل الجسم الساكن إلى البقاء فى حالة السكون و ميل الجسم المتحرك للإستمرار فى الحركة بسرعته الأصلية .**

❀ أسئلة و مشاهدات هامة لظاهرة القصور الذاتى :

❀ **سؤ ال** علل **اندفاع الركاب إلى الخلف إذا تحركت السيارة فجأة للأمام ؟**
جـ **لأن الجزء العلوى من جسم الراكب يحاول بخاصية القصور الذاتى الإحتفاظ بحالة السكون التى كان عليها بينما يتحرك الجزء السفلى .**

❀ **سؤ ال** علل **اندفاع الركاب إلى الأمام إذا توقفت السيارة فجأة ؟**
جـ **لأن الجزء العلوى من جسم الراكب يحاول بخاصية القصور الذاتى الإحتفاظ بحالة الحركة التى كان عليها فيستمر فى الإندفاع إلى الأمام بينما يسكن الجزء السفلى .**

❀ **سؤ ال** علل **سقوط قطعة من النقود فى الكوب عند سحب ورقة من تحتها فجأة ؟**
جـ **لأن قطعة النقود تحاول بخاصية القصور الذاتي الاحتفاظ بحالة السكون التي كانت عليها فتسقط فى الكوب .**

✪ و بالمثل : **وقوع الشخص المتحرك عند تعثره بقطعة حجر ، يجب توخى الحذر عند الهبوط من سيارة متحركة ، استمرار دوران المروحة بعد انقطاع التيار الكهربي عنها ، استخدام المنفضة عند تنظيف السجادة .**

➢ عزيزى الطالب : **يتوقف القصور الذاتى لجسم ما على كتلة ذلك الجسم وكلما كبرت كتلة الجسم كان تحريكه أو تغيير اتجاهه وسرعته أصعب . فإيقاف قاطرة متحركة على سبيل المثال يحتاج إلى جهد أكبر من إيقاف سيارة تسير بالسرعة ذاتها . والسبب فى ذلك هو العلاقة بين القصور الذاتى والكتلة .**

❀ **سؤ ال** علل **يصعب إيقاف شاحنة كبيرة ؟**
جـ **لأن القصور الذاتى لها يكون كبيراً جداً نظراً لكبر كتلتها .**

ملاحظـــــــــــات هـــــــــــامة :-

❶ **يسمى قانون نيوتن الأول بقانون القصور الذاتى لأن الجسم يكون قاصراً عن تعيير حالته (من السكون أو الحركة) بنفسه.**
❷ **فى القانون الأول لنيوتن العجلة = صفر .**

تطبيقات تكنولوجية :
لا تستهلك صواريخ الفضاء وقود بعد خروجها من الجاذبية الأرضية و يرجع ذلك إلى أن القصور الذاتى يحافظ على حركتها

بسرعة منتظمة و فى خط مستقيم .

****

◈◈ كمية التحـــرك P ◈◈

◈ تعريف كمية التحرك P : **هى حـــاصل ضرب كتلة الجسم × سرعته .**

$$P = m \times V$$ **و هى كمية متجهة .**

◈ وحـــدة قيـــاس كمية التحرك P : **هى (كجم م / ث) أو (kg m / s) .**

◈ معادلة أبعاد كمية التحرك P : $M . L . T^{-1}$

◈ العـــوامل التى تتوقف عليها كمية التحرك هى :

❶ **كتلة الجسم m و العلاقة طردية .** ❷ **سرعة الجسم و العلاقة طردية أيضاً .**

ملاحظـــــــــــات هـــــــــــامة :-

❶ **كمية التحرك كمية متجهة لأنها حاصل ضرب كمية قياسية (الكتلة) فى كمية متجهة (السرعة) .**
❷ **اتجاه كمية التحرك هو اتجاه السرعة .**
❸ **كمية التحرك الجسم الساكن = صفر .**

أمثلة

✍ **(1) أوجد كمية تحرك جسم كتلته 5 كجم يتحرك بسرعة منتظمة 4 م / ث . [20 كجم م / ث]**

✍ **(2) احسب سرعة جسم ما كتلته 10 كجم عندما تكون كمية تحركه 50 كجم م / ث . [5 م / ث]**

✍ **(3) سقط حجر كتلته 2 كجم من أعلى مبنى سقوطاً حراً فوصل سطح الأرض بعد 4 ثوانى فاحسب كمية تحرك الحجر لحظة وصوله للارض . علماً بأن عجلة الجاذبية 10 م / ث^2 . [80 كجم م / ث]**

✍ **(4) جسم متحرك بسرعة منتظمة حيث كمية تحركة 4 أمثال كتلته احسب المسافة المقطوعة خلال 5 ثوانى . [20 م]**

✍ **(5) سقطت كرة كتلتها 0.5 kg من ارتفاع 20 m احسب كمية التحرك للكرة بعد اصطدامها بالأرض مباشرة . علماً بأن عجلة الجاذبية $10\ m/s^2$. [10 كجم م / ث]**

✍ **(6) سقط جسم كتلته 1.5 kg من قمة مبنى فوصل إلى منتصف المبنى خلال 5 s احسب كمية التحرك للجسم عند وصوله للأرض . علماً بأن عجلة الجاذبية $10\ m/s^2$. [106.07 كجم م / ث]**

✪✪ القـــانون الثـانـــى لنيـــوتن ✪✪

➤ القانون الثـانـــى لنيوتن :- **القوة المحصلة المؤثرة على جسم ما تساوى المعدل الزمنى للتغير فى كمية التحرك .**

أو **إذا أثرت قوة محصلة على جسم أكسبته عجلة تتناسب طردياً مع القوة المؤثرة على الجسم وعكسياً مع كتلته .**

➤ الصيغة الرياضية للقانون الثانـــى لنيوتن :-

$$F = \frac{\Delta P}{\Delta t}$$

➤ استنتاج العلاقة الرياضية بين القوة و العجلة (صيغة أخرى للقانون الثانـــى لنيوتن) :-

$\because \quad F = \frac{\Delta P}{\Delta t} \qquad \therefore \quad F = \frac{\Delta (m V)}{\Delta t} = m \frac{\Delta V}{\Delta t} = m a$

$\therefore \quad \boxed{F = m a}$

➤ وحـــدة قيـــاس القوة : هى نيوتن (N) و تكافئ (كجم م / ث^{2}) أو ($kg\ m / s^{2}$) .

➤ معادلة أبعاد القوة: $\boxed{M . L . T^{-2}}$

➤ تعريف النيوتن : هو القوة التى لو أثرت على جسم كتلته 1 kg أكسبته عجلة مقدارها $1\ m / s^{2}$.

❀ سؤ ال ما معنى قولنا أن مقدار القوة المؤثرة على جسم ما 12 نيوتن ؟

جـ أى أن المعدل الزمنى للتغير فى كمية تحرك الجسم 12 كجم م / ث .

❀ سؤ ال علل : القوة كمية متجهة ؟

جـ لأنها حاصل ضرب كمية قياسية (الكتلة) فى كمية متجهة (العجلة) .

ملاحظـــــــــات هـــــــــامة :-

❶ إذا أثرت قوتان متساويتان على جسمين مختلفين كتلتاهما (m_1 , m_2) فإنما يكتسبان عجلتين مختلفتين (a_1 , a_2) و بذلك يكون :

$\because \quad F_1 = F_2 \qquad \therefore \quad m_1 a_1 = m_2 a_2 \qquad \therefore \quad \frac{m_1}{m_2} = \frac{a_2}{a_1}$

❷ فى حالة وجود قوة احتكاك بين سطح و جسم فإن :

$F_{\text{محركة}} = F_{\text{مؤثرة}} - F_{\text{احتكاك}}$

❸ من العلاقة $a = \frac{F}{m}$ ممكن ان نستنتج وحدة أخرى للعجلة و هى N / kg .

✪ تطبيقات حياتية على قانون نيوتـــن الثانـــــى :-

عزيزى الطالب : تبعاً لقانون نيوتن الثانى $F = m \frac{\Delta V}{\Delta t}$ فإن القوة المؤثرة على الجسم F :

- تزداد بزيادة كتلة الجسم m و التغير فى سرعته V .
- تقل بزيادة زمن التأثير أى زمن التغير فى كمية التحرك Δt .

و من ذلك يمكننا تفسير بعض الظواهر الحياتية :

❶ إصطدام سيارة بحائط يكون أكثر تدميراً من اصطدامها بكومة قش .
❷ سقوط شخص من مكان مرتفع فى الماء يكون أقل إصابة من سقوطه على الأرض .
❸ سقوط بيضة على وسادة لا يجعلها تنكسر بينما تنكسر عند سقوطها على الأرض .
❹ اصطدام شاحنة كبيرة بحائط يكون أكثر تدميراً من اصطدام شاحنة صغيرة .
❺ استخدام الوسائد الهوائية فى السيارات لحماية السائق عند حدوث تصادم .

أمثلة

(1) قوة مقدارها 8 نيوتن تؤثر على جسم كتلته 2 كجم احسب العجلة التي تسببها القوة على الجسم . [$4\ m/s^2$]

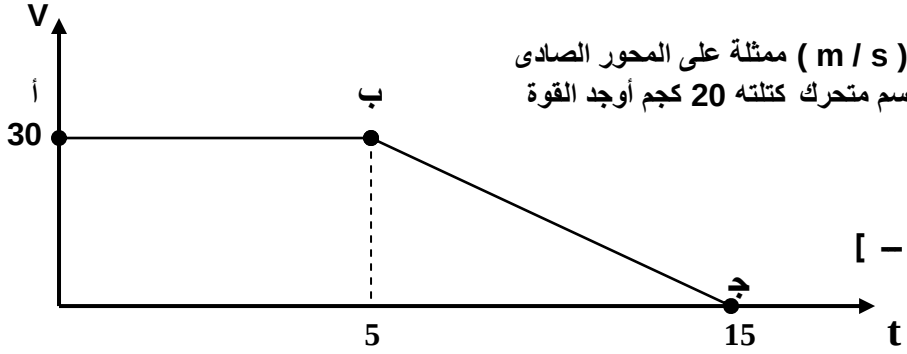
(2) احسب القوة التى لو أثرت على جسم كتلته 30 Kg تكسبه عجلة مقدارها $3\ m/s^2$. [90 N]

✍ (3) جسم كتلته 6 Kg تؤثر عليه قوة مقدارها 30 N إذا بدأ هذا الجسم حركته من السكون ما هى المسافة التى يتحركها خلال 4 s . [40 m]

✍ (4) احسب مقدار القوة التى تؤثر على جسم كتلته 5 كجم لتزيد سرعته من 3 م / ث إلى 7 م / ث خلال ثانيتين . [10 N]

✍ (5) قوة مقدارها 20 نيوتن تؤثر على جسم كتلته 5 كجم فى حالة سكون موضوع على سطح أفقى أملس . فاحسب السرعة التى يتحرك بها الجسم و كذلك المسافة التى يقطعها بعد مضى 8 ثوان من بدء تأثير القوة .
[128 m ، 32 m/s]

✍ (6)
الشكل الموضح يمثل العلاقة بين السرعة (m / s) ممثلة على المحور الصادى و الزمن بالثانية على المحور السينى لجسم متحرك كتلته 20 كجم أوجد القوة المؤثرة على الجسم :
1- من (أ) إلى (ب) .
2- من (ب) إلى (جـ) .
[صفر ، 60 N –]



✍ (7) أثرت قوتان متساويتان على كتلتين مختلفتين فاكتسبت الكتلة الأولى عجلة مقدارها $2\ m/s^2$ و اكتسبت الأخرى و التى كتلتها 1 kg عجلة مقدارها $4\ m/s^2$ فاحسب مقدار الكتلة الأولى . [2 kg]

✍ (8) كتلة مقدارها 1 kg اكتسبت عجلة مقدارها $18\ m/s^2$ عندما تأثرت بقوة مساوية للقوة المؤثرة على كتلة أخرى مجهولة فأكسبتها عجلة مقدارها $3\ m/s^2$ فاحسب مقدار الكتلة المجهولة . [6 kg]

✍ (9) أثرت قوتان متساويتان على جسمين فتحرك الأول وكتلته 5 kg بعجلة $8\ m/s^2$ والثاني تغيرت سرعته من السكون الى 48 m / s خلال 3 s احسب كتلة الجسم الثانى . [2.5 kg]

✍ (10) سيارة كتلتها 1000 kg تتحرك بسرعة 2 m / s استخدم سائقها الفرامل فتوقفت بعد 2 s احسب : قوة الفرامل . [1000 N –]

✍ (11) كرة معدنية كتلتها 10 kg ساكنة على سطح أفقى أثرت عليها قوة أفقية 30 N فحركتها احسب :-
(1) العجلة التى تحركت بها الكرة .
(2) المسافة التي قطعتها خلال 10 ثوانى . [150 m ، $3\ m/s^2$]

✍ (12) طائرة ركاب نفاثة كتلتها 50000 kg يلزمها ممر طوله 1500 m لتكتسب سرعة مقدارها 180 km / h احسب :
1 - العجلة التي تكتسبها . 2 - زمن الإقلاع . 3 - قوة محركاتها .
[41666.66 N ، 60 s ، $0.833\ m/s^2$]

✍ (13) أثرت قوتين متساويتين على جسمين مختلفين فى الكتلة ، كتلة الأول m_1 وكتلة الثانى $m_2 = 1\ kg$ فاكتسبت الكتلة الأولى عجلة مقدارها $4\ m/s^2$ واكتسبت الكتلة الثانية عجلة مقدارها $20\ m/s^2$ أوجد مقدار الكتلة m_1 .
[5 kg]

✍ (14) تؤثر قوة ثابتة مقدارها 8 N على جسم ساكن كتلته 4 kg احسب العجلة التى يتحرك بها الجسم ثم احسب المسافة التى يقطعها الجسم خلال 6 ثوانى من بدأ الحركة . [$2\ m/s^2$ ، 36 m]

✍ (15) احسب القوة المؤثرة على جسم كتلته 20 kg واللازمة لتغيير سرعته من 12 m / s الى 20 m / s خلال أربع ثوانى ، ثم احسب المسافة التي يتحركها خلال تلك الفترة . [40 N ، 64 m]

✍ (16) جسم يتحرك على سطح خشن بسرعة 20 m/s فتناقصت سرعته بفعل قوى الاحتكاك بين الجسم والسطح حتى توقف تماما على بعد 40 m احسب قوى الاحتكاك بين الجسم والسطح إذا كانت كتلة الجسم 8 kg . [40 N –]

✍ (17) قذيفة بندقية كتلتها 40 kg تتحرك بسرعة 200 m / s اصطدمت بحاجز رملى فنفذت فيه مسافة 80 cm قبل أن تسكن احسب قوة المقاومة التي تلاقيها من الرمل . [10^6 N –]

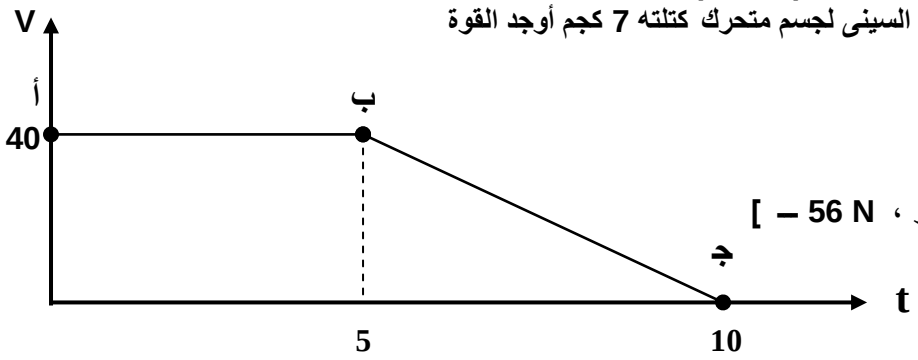
(18) سيارة كتلتها نصف طن تتحرك بسرعة 15 m / s انخفضت سرعتها إلى 5 m / s خلال 5 sec من استخدام الفرامل .
احسب قوة تأثير الفرامل . [– 1000 N]

(19) أثرت قوتان متساويتان على جسمين فتحرك الأول و كتلته 5 Kg بعجلة $8\ m/s^2$ و تغيرت سرعة الثانى من السكون إلى 48 m / s خلال زمنا قدره 3 sec احسب كتلة الجسم الثانى . [3.33 kg]

(20) احسب مقدار القوة التى تؤثر على جسم كتلته 20 كجم لتزيد سرعته من 2 م / ث إلى 14 م / ث خلال 3 ثوانى .
[80 N]

(21) قوة مقدارها 100 نيوتن تؤثر على جسم كتلته 50 كجم فى حالة سكون موضوع على سطح أفقى أملس .
فاحسب السرعة التى يتحرك بها الجسم و كذلك المسافة التى يقطعها بعد مضى 4 ثوان من بدء تأثير القوة .
[16 m/s ، 32 m]

(22) الشكل الموضح يمثل العلاقة بين السرعة (m / s) ممثلة على المحور الصادى
و الزمن بالثانية على المحور السينى لجسم متحرك كتلته 7 كجم أوجد القوة
المؤثرة على الجسم :
1- من (أ) إلى (ب) .
2- من (ب) إلى (جـ) .



[صفر ، – 56 N]

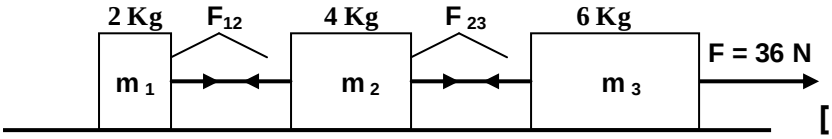
(23) جسم كتلته 5 Kg ساكن فوق سطح أملس أثرت عليه قوة مقدارها 25 N احسب العجلة التي يتحرك بها الجسم .
[$5\ m/s^2$]

(24) احسب كتلة قارب يتحرك فى نهر بعجلة $5\ m/s^2$ إذا كانت القوة المؤثرة على القارب 20 N . [4 N]

(25) تأثر جسم بقوة تساوى ضعف كتلته فحركته أوجد العجلة التى تحرك بها . [$2\ m/s^2$]

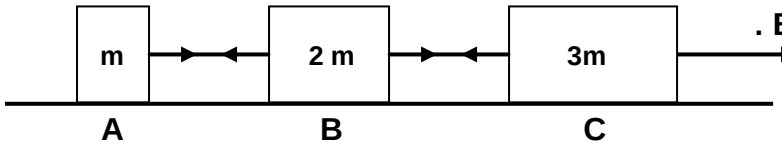
(26) بدأت سيارة كتلتها 500 Kg حركتها من السكون تحت تأثير قوة المحرك 300 N إذا كانت قوة الاحتكاك 50 N
احسب القوة المحركة للسيارة و العجلة التي تتحرك بها السيارة . [250 N ، $0.5\ m/s^2$]

(27) ثلاث كتل متصلة بواسطة خيوط مهملة الكتل سحبت الكتل بقوة أفقية على سطح املس أوجد :
1 – عجلة تحرك الكتل .
2 – قوة الشد فى كل خيط .



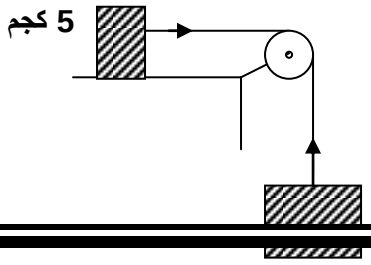
[$3\ m/s^2$ ، 6 N ، 18 N]

(28) مجموعة مكونة من ثلاث كتل كما بالشكل تتحرك بسرعة متغيرة تحت تأثير قوة محصلة متصلة F = 30 N احسب :
1 – قوة الشد فى الخيط بين A , B .
2 – قوة الشد فى الخيط بين B , C .



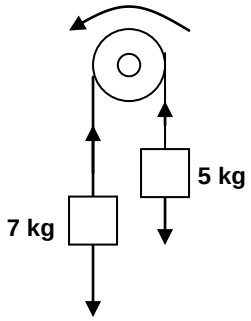
[5 N ، 15 N]

(29) احسب عجلة الحركة لمجموعة الأثقال الموضحة بالشكل
حيث المستوى الأفقى أملس علماً بأن عجلة الجاذبية $10\ m/s^2$



[$6.67\ m/s^2$]

(30) احسب العجلة التى تتحرك بها مجموعة الأثقال إذا علمت أن الكتلة الأولى 5 kg و الكتلة الثانية تساوى 7 kg مع اهمال قوى الإحتكاك .



[1.667 m / s²]

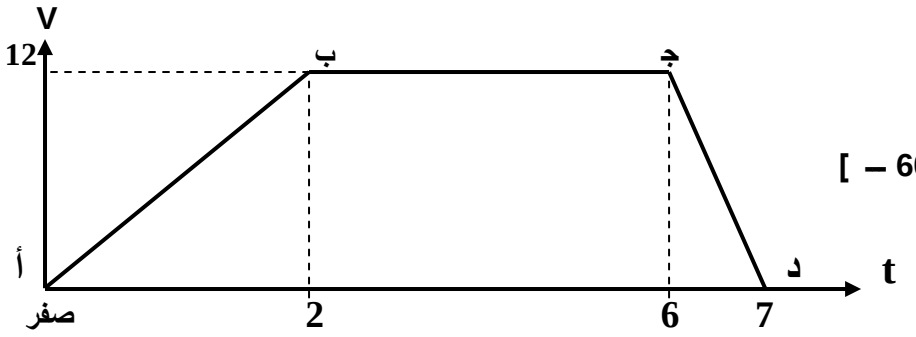
(31) جسم كتلته (m) أثرت عليه عدة قوى مختلفة فتغيرت عجلة الحركة طبقا للجدول التالى

F (N)	10	20	30	40	50
a (m s^{-2})	1	2	3	4	5

ارسم العلاقة البيانية بين القوة على المحور الصادى و العجلة على المحور السينى و من الرسم احسب كتلة الجسم .

[10 kg]

(32) الشكل الموضح يمثل العلاقة بين السرعة (m / s) ممثلة على المحور الصادى و الزمن بالثانية على المحور السينى لجسم متحرك كتلته 5 كجم .
احسب القوة فى كل مرحلة .



[30 N ، صفر ، – 60 N]

✪✪ الكـتلة و الوزن ✪✪

✪ تعريف الوزن (w) : هو قوة جذب الأرض للجسم .

✿✿ معلومـــــات هـــــــــامة علـــى الوزن :-

❶ الوزن كمية متجهة .

❷ يتعين الوزن من العلاقة $w = m . g$ حيث g عجلة الجاذبية الأرضية .

❸ يقاس الوزن بنفس وحدات القوة أى نيوتن (N) و تكافئ (كجم م / ث^{2}) أو (kg m / s^{2}) .

❹ يتغير وزن الجسم بتغير المكان .

◈◈ تعليلات هـــامة :

❶ علل **يتغير وزن الجسم الواحد بتغير المكان على سطح الأرض ؟**
جـ لأن عجلة الجاذبية تختلف من موضع لآخر على سطح الأرض .

❷ علل **وزن الجسم على سطح القمر $\frac{1}{6}$ وزن الجسم على سطح الأرض ؟**
جـ لأن عجلة الجاذبية على سطح القمر $\frac{1}{6}$ عجلة الجاذبية على سطح الأرض .

❸ علل **وزن الجسم دائماً أكبر من كتلته ؟**
جـ لأن الوزن = الكتلة × عجلة الجاذبية , و عجلة الجاذبية أكبر من الواحد الصحيح .

❹ علل **كتلة رائد الفضاء على سطح القمر = كتلة رائد الفضاء على سطح الأرض ؟**

جـ **لأن الكتلة ثابتة لا تتغير بتغير المكان .**

❺ علل **يفضل التعامل بالكتلة بدلا من الوزن عند تصدير البضائع ؟**

جـ **لأن الكتلة ثابتة لا تتغير بتغير المكان بينما الوزن يتعير بتغير المكان .**

◈ **سؤ ا ل ما معنى قولنا أن وزن الجسم = 500 نيوتن ؟**

جـ **أى أن قوة جذب الأرض للجسم = 500 نيوتن .**

★ مقارنة هـــامة بين الكتلة و الوزن ★

وجه المقارنة	الكتلة (أو الكتلة القصورية)	الوزن
1 – التعريف :	**مقدار ممانعة الجسم لأى تغيير فى حالته الحركية الإنتقالية .**	**قوة جذب الأرض للجسم .**
2 – وحدة القياس :	**الكيلو جرام**	**النيوتن**
3 – نوع الكمية الفيزيائية :	**قياسية**	**متجهة**
4 – تأثرها بتغير المكان :	**لا تتغير**	**تتغير**

تجربة عملية : العلاقة بين القوة و العجلة

✪ الغرض من التجربة :

استنتاج العلاقة بين القوة المؤثرة على جسم و العجلة الناتجة عنها .

✪ فكـــــرة التجربة :

 # حساب العجلة (a) التى تتحرك بها عربة صغيرة عند سحبها باستخدام قوى معلومة (F) ناشئة عن أثقال معلومة الكتل (m) من العلاقة :

$$a = \frac{F}{m} = \frac{w}{m}$$

 # رسم علاقة بين القوة و العجلة لاستنتاج العلاقة بينهما .

✪ الادوات :

 # عربة صغيرة .
 # أثقال معلومة الكتل .
 # سلك .
 # بكرة .
 # ساعة إيقاف .

✪ الخطوات :

① ركب الأدوات كما بالشكل .
② أضف أثقالاً كتلة كل منها 5 جم بشكل تدريجى إلى الخطاف حتى تبدأ العربة تتحرك ببطء .
③ أضف ثقلاً كتلته 10 جم إلى الخطاف .
④ قس المسافة (d) التى ستتحركها العربة و احسب الزمن (t) اللازم لقطع هذه المسافة باستخدام ساعة إيقاف .

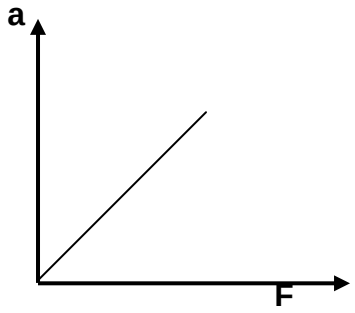
⑤ كرر الخطوة السابقة ثلاث مرات و احسب متوسط الزمن .

⑥ احسب القوة المسببة للعجلة (الناتجة عن الأثقال) من العلاقة $F = m\ g$

⑦ احسب العجلة التى تتحرك بها العربة من العلاقة : $a = \frac{2\ d}{t^2}$

⑧ كرر الخطوات السابقة و فى كل مرة أضف ثقلاً 10 جم للخطاف و سجل النتائج فى جدول .

⑨ ارسم العلاقة البيانية بين القوة على المحور الأفقى و العجلة على المحور الرأسى .



✪ الاستنتاج:

برسم علاقة بيانية بين القوة على المحور الأفقى و العجلة على المحور الرأسى فنحصل على خط مستقيم . $Slope = \frac{1}{m}$

أى أن القوة المؤثرة على الجسم تتناسب طرديا مع عجلة الحركة .

أمثلة

1 - جسم كتلته 180 كجم فى مكان ما و كانت عجلة الجاذبية الأرضية فى هذا المكان $9.8\ m/s^2$ فكم يكون وزنه على الأرض فى هذا المكان و كم يكون وزنه على سطح القمر إذا كانت عجلة الجاذبية على القمر تعادل $\frac{1}{6}$ قيمتها على سطح الأرض .

[294 N ، 1764 N]

2 - شخص كتلته 60 كجم يركب سيارة تتحرك بعجلة مقدارها 5 م / ث^2 احسب قوة الجاذبية المؤثرة عليه .
علماً بأن عجلة الجاذبية الأرضية 10 م / ث^2 . [600 N]

3 - ونش يسحب سيارة بقوة مقدارها 4000 نيوتن فيكسبها عجلة 2 م / ث^2 فاحسب كتلة و وزن السيارة .
علماً بأن عجلة الجاذبية الأرضية 10 م / ث^2 . [2000 Kg ، 20000 N]

4 - يقوم ونش بسحب سيارة بقوة 3000 N فيكسبها عجلة $3\ m/s^2$ احسب كتلة و وزن السيارة . $g = 9.8\ m/s^2$
[1000 Kg ، 9800 N]

5 - جسم ساكن اثرت عليه قوة تساوى ضعف وزنه احسب :
1 – سرعته بعد 3 ثوانى . 2 – المسافة التى يقطعها الجسم بعد ثانية واحدة .
علماً بأن عجلة الجاذبية الأرضية 10 م / ث^2 . [60 m / s ، 10 متر]

6 - أحسب وزن سائق كتلته 70 Kg يجلس داخل سيارة تتحرك بعجلة 4 m / s
علما بأن عجلة الجاذبية الأرضية $9.8\ m/s^2$ [686 N]

7 - أثرت قوة على جسم وزنه 4000 N فغيرت سرعته من 10 m / s الى 20 m / s خلال 10 s
فإذا كانت عجلة السقوط الحر = $10\ m/s^2$ احسب :
(1) العجلة التي يتحرك بها الجسم .
(2) القوة المؤثرة على الجسم . [400 N ، 1 m / s^2]

8 - جسم ساكن أثرت عليه قوة تساوى نصف وزنه فإذا علمت أن عجلة الجاذبية الأرضية 10 م / ث^2 احسب :
1 – سرعته بعد ثانيتين .
2 – المسافة التى يقطعها الجسم بعد ثانيتين . [10 m / s ، 10 متر]

9 - ونش يسحب سيارة بقوة مقدارها 8000 نيوتن فيكسبها عجلة 4 م / ث^{2} فاحسب كتلة و وزن السيارة .
علماً بأن عجلة الجاذبية الأرضية 10 م / ث^{2} . [20000 N ، 2000 Kg]

10 - شخص كتلته 60 كجم يركب سيارة تتحرك بعجلة مقدارها 3 م / ث^{2} احسب قوة جذب الأرض له .
علماً بأن عجلة الجاذبية الأرضية 10 م / ث^{2} . [600 N]

11 - أثرت قوة على جسم ما تساوى ربع وزنه فحركته من السكون . أوجد سرعته بعد 6 ثوانى من تأثير هذه القوة .
علماً بأن عجلة الجاذبية الأرضية 10 م / ث^{2} . [15 m / s]

12 - جسم كمية تحركه ضعف وزنه أوجد سرعته . (عجلة السقوط الحر 10 م / ث^{2}) . [5 m / s]

13 - أثرت قوة مقدارها 200 نيوتن على جسم فغيرت سرعته من 15 م / ث إلى 25 م / ث بعد ان قطع مسافة 50 متر
احسب : 1 – كتلة الجسم . 2 – وزن السيارة .
علماً بأن عجلة الجاذبية الأرضية 10 م / ث^{2} . [50 كجم ، 500 نيوتن]

14 - جسم وزنه 100 نيوتن و يتحرك بسرعة 10 م / ث و بعد 50 ثانية أصبحت سرعته 30 م / ث
احسب : 1 – مقدار القوة المؤثرة على الجسم .
2 – المسافة التى قطعها فى تك الفترة .
علماً بأن عجلة الجاذبية الأرضية 10 م / ث^{2} . [4 نيوتن ، 625 متر]

القـــانون الثـالث لنيـــوتن

القانون الثـالث لنيوتن :- **لكل فعل رد فعل مساو له فى المقدار و مضاد له فى الإتجاه .**

صيغة أخرى للقانون الثـالث لنيوتن : **عندما يؤثر جسم ما على جسم آخر بقوة فإن الجسم الآخر يؤثر على الجسم الأول بقوة مساوية لها فى المقدار و مضادة لها فى الإتجاه .**

الصيغة الرياضية للقانون الثالث لنيوتن :-

عندما يؤثر جسم (أ) بقوة (F_1) على جسم آخر (ب) فإن الجسم الثانى (ب) يؤثر على الجسم الأول (أ) بقوة (F_2) تساويها فى المقدار و تضادها فى الإتجاه :

ب ← F_2 F_1 → أ ∴ $F_1 = - F_2$ ∴ $m_1 a_1 = - m_2 a_2$

و الإشارة السالبة تدل على أن اتجاه القوة (F_2) مضاد لاتجاه القوة (F_1)

أمثلة على القانون الثالث لنيوتن :

1 – الكتاب الموضوع على المنضدة يؤثر على المنضدة بقوة دفع لأسفل بينما تؤثر المنضدة على الكتاب بقوة رد فعل لأعلى .

2 – راكب القارب عندما يدفع الماء بساق خشب طويلة فهذا فعل و الماء يدفع القارب و هذا رد فعل فيتحرك القارب .

3 – عندما يقفز رجل من القارب للأمام (فعل) فإن القارب يرتد للخلف (رد فعل) .

4 – عند دفع شخص جالس على كرسى متحرك للحائط (فعل) فإن الكرسى يرتد للخلف (رد فعل) .

5 – المدفع عندما يطلق القذيفة يرتد للخلف و أمثلة أخرى عديدة .

6 – عند نفخ بالون ثم تركه حراً يندفع الهواء منه فى اتجاه معين (فعل) فإن البالون يرتد فى الإتجاه المضاد (رد فعل) .

معلومـــــات هـــــــــــامة :-

❶ **قوة الفعل و قوة رد الفعل تنشآن معاً و تختفيان معاً .**

❷ **تعتمد فكرة عمل الصاروخ على قانون نيوتن الثالث حيث تندفع كتلة ضخمة من الغازات المشتعلة من أسفل الصاروخ فيكون رد فعل الصاروخ الإندفاع إلى أعلى .**

سؤ ال علل الفعل و رد الفعل قوتان غير متزنتان ؟

جـ **لأنها يؤثران على جسمين مختلفين و ليس على جسم واحد .**

أمثلة

1 - **سباح كتلته 60 كجم يقفز نحو الماء احسب العجلة التى تتحرك بها الأرض نحو السباح أثناء سقوطه نحو الماء علماً بأن عجلة الجاذبية الأرضية 10 م / ث^{2} و كتلة الأرض 10×6^{24} كجم . و ما تعليقك على الناتج ؟**

[10^{-22} م / ث^{2}]

سؤ ال علل لا يمكن ملاحظة حركة الأرض نحو الأجسام التى تتحرك نحوها ؟

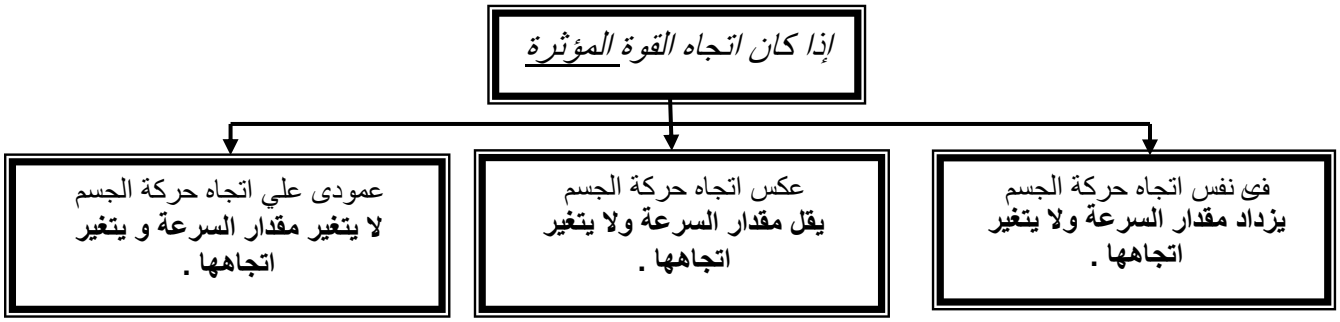
جـ **لأن كتلة الأرض كبيرة جداً لذلك تكون العجلة التى تكتسبها صغيرة جداً .**

الباب الثالث الحركة الدائرية

الفصل الأول قوانين الحركة الدائرية .

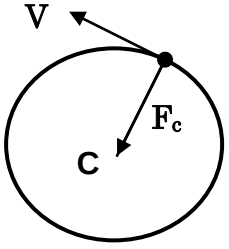
الحركة فى دائرة

❷ **تبعا لقانون نيوتن الثانى عندما تؤثر قوة على جسم يتحرك بسرعة منتظمة فانه يكتسب عجلة وتتغير السرعة ويعتمد التغير فى السرعة على اتجاه القوة المؤثرة على الجسم بالنسبة لاتجاه حركة الجسم**



مما سبق :-

- **لابد من وجود قوة تؤثر فى اتجاه عمودى على اتجاه حركة الجسم وفى اتجاه مركز الدائرة مسببة تحركه فى مسار دائرى تسمى بالقوة الجاذبة المركزية (Fc) .**
- **إذا تلاشت هذه القوة فان الجسم سوف يتحرك باتجاه المماس للمسار الدائرى الذي كان يتحرك فيه فى خط مستقيم بسرعة ثابتة فى المقدار والاتجاه وتسمي بالسرعة المماسية .**



شروط حدوث حركة دائرية منتظمة :

❶ **وجود قوة .**

❷ **أن يكون اتجاه هذه القوة دائماً نحو المركز .**

⊙ تعريف الحـــركة الدائرية المنتظمة : :-

هى الحركة التي يحدثها الجسم عندما يتحرك فى دائرة بسرعة ثابتة فى المقدار متغيرة فى الاتجاه .

⊙ أمثلة : - **حركة الأرض حول الشمس & حركة القمر حول الأرض & حركة الإلكترونات حول نواة الذرة & حركة الأرجوحة الدوارة حول مركزها & حركة عقارب الساعة حول محورها .**

ملاحظـــــــــــات هـــــــــــامة :-

❶ **سرعة الجسم فى المسار الدائرى ثابتة فى المقدار غير ثابتة فى الاتجاه يتغير اتجاه السرعة باستمرار .**

❷ **القوة الجاذبة المركزية لا تغير من مقدار السرعة للجسم و لكنها تغير من اتجاهها فقط و بالتالى العجلة المركزية تنشأ عن تغير اتجاه السرعة و ليس مقدار السرعة و كلاً من العجلة المركزية و القوة الجاذبة المركزية اتجاهها نحو المركز عمودى على اتجاه السرعة .**

⊙ تعريف القوة الجاذبة المركزية F_c :

هى القوة الثابتة التى تؤثر باستمرار فى اتجاه عمودى على اتجاه حركة الجسم فتحول مساره المستقيم الى مسار دائرى .

☆ *أنواع القوى الجاذبة المركزية* ☆

❶ قوة الشد (F_T) :

هى قوة تنشأ فى حبل أو خيط أو سلك عندما يسحب به جسم
وعندما تكون هذه القوة فى اتجاه عمودى على اتجاه حركة جسم
يتحرك بسرعة ثابتة فانه يتحرك فى مسار دائرى وتكون قوة الشد
هى نفسها القوة الجاذبة المركزية .

❷ قوة التجاذب المادى (F_G) :

هى قوة تجاذب تنشأ بين الأرض والشمس ((الأجسام المادية))
وتكون عمودية على اتجاه حركة الأرض فتتحرك الأرض
فى مسار دائرى حول الشمس .
اى أن قوة التجاذب المادى تعمل كقوة جاذبة مركزية .

❸ قوة الاحتكاك (F_f) :

عندما تتحرك سيارة فى مسار دائرى أو منحنى
فإنها تتأثر بقوة إحتكاك بين الطريق و إطارات السيارة .
تكون هذه القوة تكون عمودية على إتجاه الحركة
فتجعل السيارة تتحرك فى مسار دائرى .
اى أن قوة الإحتكاك تعمل كقوة جاذبة مركزية .

❹ قوة رد الفعل (F_N) :

عندما تتحرك سيارة فى مسار دائرى يميل على الأفقى بزاوية فإنها
تتأثر باكثر من قوة منها :

1 – قوة رد الفعل تؤثر عمودياً على السيارة و بتحليل تلك القوة فإن :
المركبة الأفقية لقوة رد الفعل هذه تكون عمودية على اتجاه الحركة
و فى اتجاه المركز فتجعل السيارة تتحرك فى مسار منحنى .

2 – قوة الإحتكاك و بتحليل تلك القوة أيضاً فإن المركبة الأفقية لها

تكون عمودية أيضاً على إتجاه الحركة فتجعل السيارة تتحرك فى مسار دائرى .
أى أن القوة الجاذبة المركزية = مجموع مركبة قوة رد الفعل الأفقية و مركبة قوة الإحتكاك الأفقية باتجاه مركز الدوران .

❺ قوة الرفع (F_L) :

تؤثر قوة الرفع دائما عموديا على جسم الطائرة
و عندما تميل الطائرة فإن المركبة الأفقية لقوة الرفع
تكون عمودية على إتجاه الحركة و فى اتجاه مركز الدائرة
فتتحرك الطائرة فى مسار دائرى .
اى أن المركبة الأفقية لقوة الرفع تعمل كقوة جاذبة مركزية .

تجربة عملية : بيان الحركة فى دائرة

✪ الغرض من التجربة :
 # وصف حركة جسم يتحرك فى مسار دائرى .
 # إدراك مفهوم القوة الجاذبة المركزية .

✪ فكـــــرة التجربة :
القوة الجاذبة المركزية تلزم لدوران الجسم فى مسار دائرى .

✪ الادوات : **# كرة تنس . # قلم رصاص .**
 # خيط (طوله حوالى 120 سم) .

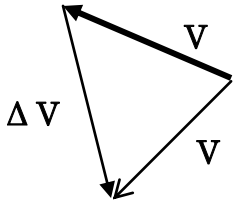
✪ الخطوات :
① اربط كرة التنس بخيط .
② ارسم باستخدام القلم الرصاص دائرة نصف قطرها مناسب .
③ ضع الكرة عند نقطة على محيط الدائرة و امسك طرف الخيط بيدك عند مركز الدائرة .
④ أدر الكرة بسرعة مناسبة بحيث تتحرك على محيط الدائرة .
⑤ كرر الخطوة السابقة باستخدام أطوال مختلفة من الخيط و سجل وصف الحركة فى جدول .
⑥ اترك الخيط فجأة من يدك و سجل الاتجاه الذى تتحرك فيه الكرة .

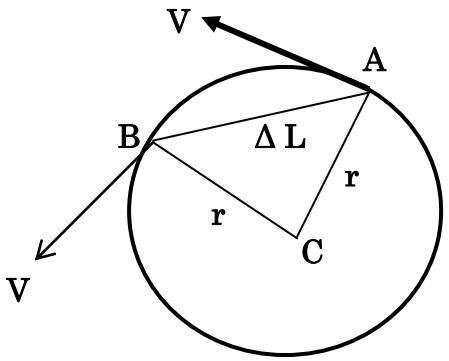
✪ الاستنتاج : **# و جود قوة شد تعمل كقوة جاذبة مركزية .**

 # عند ترك الخيط (غياب القوة الجاذبة المركزية) تنطلق الكرة بسبب القصور الذاتى فى خط مستقيم باتجاه مماس المسار الدائرى الذى كانت تسلكه لحظة الإفلات و ذلك بسرعة ثابتة فى المقدار و الاتجاه تسمى السرعة المماسية

استنتاج قانون العجلة المركزية a_c

نفرض أن جسم يتحرك على محيط دائرة نصف قطرها (r) و مركزها (C) من النقطة (A) إلى النقطة (B) بسرعة ثابتة (V) و برسم مثلث السرعات و تشابه المثلثين A B C و مثلث السرعات ينتج أن





$$\frac{\Delta L}{r} = \frac{\Delta V}{V} \quad \Longrightarrow \quad \Delta V = \frac{\Delta L}{r} V \quad \text{-------►} \quad (1)$$

$$\because \quad a = \frac{\Delta V}{\Delta t} \qquad \therefore \quad a = \frac{\Delta L}{r\,\Delta t} V \quad \text{-------►} \quad (2)$$

$$\because \quad V = \frac{\Delta L}{\Delta t} \quad \text{----------►} \quad (3)$$

و بالتعويض من (3) فى (2) ينتج أن :

$$\Longrightarrow \quad \boxed{a = \frac{V^2}{r}}$$

❀ استنتاج قانون القوة الجاذبة المركزية F_c ❀

من قانون نيوتن الثانى $F = m\,a$ ⟸ ينتج أن $F_C = m\,a$ و بالتعويض عن قيمة العجلة المركزية ينتج أن :

$$\boxed{F_C = \frac{m V^2}{r}}$$

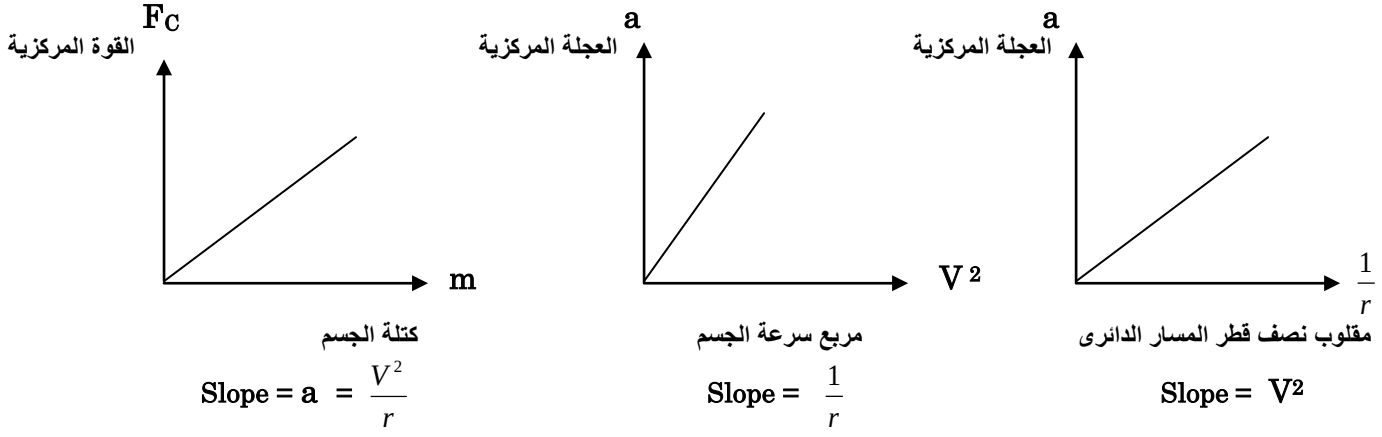
◈ العوامل التى تتوقف عليها القوة الجاذبة المركزية F_c :

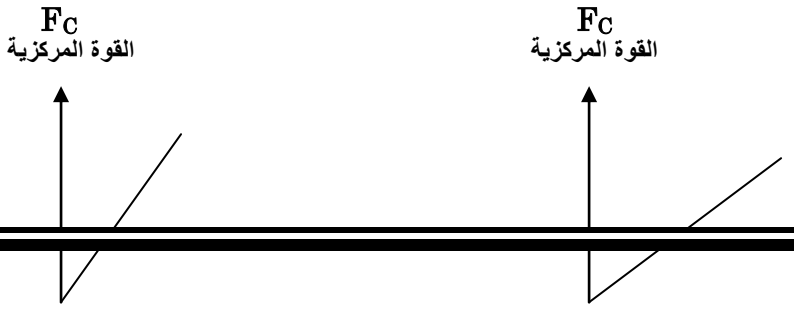
1. **كتلة الجسم (m) . حيث تتناسب القوة طردياً مع كتلة الجسم .**
2. **مربع سرعة الجسم (V^2) . حيث تتناسب القوة طردياً مع مربع سرعة الجسم .**
3. **نصف قطر المسار الدائرى (r) . حيث تتناسب القوة عكسياً مع نصف قطر المسار الدائرى .**

ملاحظـــــــــات هـــــــــامة :-

1. **عندما تتناقص القوة المركزية فإن نصف قطر المسار الدائرى سيزداد ((العلاقة عكسية)) .**
2. **إذا أصبحت القوة المركزية صفراً فإن الجسم سيتحرك فى خط مستقيم .**

◈◈ بعض الأشكال البيانية الهامة :





$\frac{1}{r}$ ⟶ مقلوب نصف قطر المسار الدائرى

Slope = mV^2

V^2 ⟶ مربع سرعة الجسم

Slope = $\frac{m}{r}$

◈ حساب السرعة المماسية :

إذا فرضنا أن الجسم قام بعمل دورة كاملة فى المسار الدائرى فتكون المسافة تساوى محيط الدائرة $2\pi r$ و الزمن هو الزمن الدورى T فتتعين السرعة المماسية من العلاقة :

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

ملاحظـــــــــــــة هـــــــــــــامة :-

يمكن حســـاب زمن الدورة الواحدة T من العلاقة

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

حيث ($2\pi r$) طول المحيط الدائرى و (r) نصف قطر المسار و (V) السرعة المماسية .

📖 أهم التطبيقات :

① تصميم منحنيات الطرق :

يلزم حساب القوة الجاذبة المركزية عند تصميم منحنيات الطرق و السكك الحديدية لكى تتحرك السيارات و القطارات فى مسار منحنى ما دون أن تنزلق .

- **أذا تحركت سيارة على مسار منحنى و كان الطريق لزج فإن قوى الإحتكاك تكون غير كافية لإدارة السيارة فى المسار المنحنى فتنزلق السيارة و لا تستمر فى المسار المنحنى .**
- **يمنع حركة سيارات النقل الثقيل على بعض المنحنيات الخطرة فكلما زادت كتلة السيارة احتاجت لقوة مركزية أكبر حيث**

$$F \propto m$$

- **يحدد مهندسو الطرق سرعة معينة للحركة عند المنحنيات لا ينبغى تجاوزها فكلما ازدادت سرعة السيارة احتاجت لقوة جاذبة مركزية أكبر للحركة على المسار المنحنى حيث** $F \propto V^2$
- **ينبغى السير بسرعة صغيرة على المنحنيات الخطرة لتجنب خطورتها فكلما قل نصف قطر المنحنى احتاجت السيارة لقوة مركزية أكبر لتدور فيه دون أن تنزلق حيث** $F \propto \frac{1}{r}$

② **عند تحريك دلو مملوء إلى منتصفه بالماء حركة دائرية رأسية بسرعة كافية فإن الماء لا يخرج من فوهة الدلو .**
و يرجع ذلك إلى أن :
القوة الجاذبة المركزية المؤثرة عليه تكون عمودية على إتجاه الحركة فتعمل على تعيير اتجاه السرعة دون تغيير مقدارها فتدور المياه فى المسار الدائرى و تبقى داخل الدلو .

③ **يستفاد من ظاهرة حركة الأجسام بعيداً عن المسار الدائرى عندما تكون القوة الجاذبة المركزية غير كافية للحركة فى المسار الدائرى فى :-**

❶ **صنع غزل البنات .**

❷ **لعبة البراميل الدوارة فى الملاهى .**

❸ **تجفيف الملابس فى الغسالات الأتوماتيكية حيث نجد ان جزيئات الماء ملتصقة بالملابس بقوة معينة و عند دوران المجفف بسرعة كبيرة تكون القوة غير كافي ة لإبقاء الجزيئات فى مدارها فتنطلق باتجاه مماس محيط دائرة الدوران و تنفصل عن الملابس .**

★ تعليلات هامة :

1 - منع سيارات النقل الثقيل على بعض المنحنيات الخطرة .
2 - يحدد مهندسو الطرق سرعة معينة للحركة عند المنحنيات لا ينبغى تجاوزها .
3 - تكون السرعة المسموح بها على المنحنى الأقل فى نصف القطر أقل من السرعة المسموح بها فى المنحنى الأكبر فى نصف القطر .
4 - تنزلق السيارة وتزحف الإطارات ولا تستمر السيارة فى المسار المنحنى إذا كان الطريق لزجا .
5 - عند استعمال حجر المسن الكهربائى تنطلق شظايا المعدن المتوهجة باتجاهات مستقيمة .

تجربة عملية : إثبات صحة علاقة القوة الجاذبة المركزية

✪ الغرض من التجربة :

إثبات صحة علاقة القوة الجاذبة المركزية

✪ الادوات : **سدادة من المطاط معلومة الكتلة – مسطرة – خيط ذو طول مناسب**
أنبوبة من المعدن أو البلاستيك – ساعة ايقاف – ثقل كتلته ثابتة ومعلومة M .

✪ الخطوات :

① **اربط سدادة مطاطية كتلتها m فى الخيط .**
② **مرر الخيط خلال الأنبوبة .**
③ **اربط الطرف الآخر للخيط بثقل كتلته M**
④ **حرك قطعة المطاط فى مسار دائرى .**
⑤ **قس الزمن الدورى (T) باستخدام ساعة إيقاف .**
⑥ **احسب القوة الجاذبة المركزية (قوة شد الخيط)**
و التى تساوى وزن الثقل من العلاقة $F = F_T = M g$
⑦ **احسب سرعة حركة سدادة المطاط من العلاقة :** $V = \frac{2 \pi r}{T}$

و منها احسب قيمة $\frac{m V^2}{r}$

✪ الملاحظة و الإستنتاج : $F = M g = \frac{m V^2}{r}$

أمثلة

(1) جسم كتلته 2 كجم يتحرك حركة دائرية بسرعة 10 م / ث فإذا علمت أن نصف قطر مساره الدائرى 5 متر فاحسب قيمة :
1 – العجلة المركزية التى يتحرك بها الجسم .
2 – القوة الجاذبة المركزية المؤثرة على الجسم . [40 N , 20 m / s ^{2}]

(2) جسم كتلته 5 كجم يتحرك حول محيط دائرة نصف قطرها 10 متر بسرعة خطية ثابتة مقدارها 20 م / ث
فاحسب القوة الجاذبة المركزية المؤثرة على الجسم . [200 N]

(3) جسم كتلته 500 كجم يتحرك على طريق منحنى نصف قطره 50 متر بعجلة مركزية قدرها 2 م / ث^2
فاحسب القوة الجاذبة المركزية المؤثرة على الجسم و كذلك سرعته الخطية . [1000 N ، 10 m / s]

(4) جسم يتحرك بسرعة خطية ثابتة مقدارها 20 م / ث حول دائرة نصف قطرها 500 متر احسب الزمن الذى
الذى يستغرقه الجسم لإتمام دورة واحدة . ($\pi = 3.14$). [175 s]

(5) جسم كتلته (1.4 K g) يتحرك حول محيط دائرة نصف قطرها (7 m) بسرعة منتظمة خطية فأتم دورة كاملة فى زمن قدره (1.1 s) ، أوجد القوة الجاذبة المركزية المؤثرة على الجسم [$\pi = 22 / 7$] . [320 N]

(6) احسب العجلة المركزية والقوة الجاذبة المركزية المؤثرة على جسم كتلته (5 Kg) يتحرك حول محيط دائرة قطرها (16 m) بسرعة خطية (4 m / s) . [10 N , 2 m / s ^{2}]

(7) جسم كتلته (6 Kg) يتحرك حول محيط دائرة نصف قطرها (30 m) بسرعة خطية (30 m / s) اوجد :-
(أ) العجلة المركزية . (ب) القوة المركزية . [180 N , 30 m / s ^{2}]

(8) جسم كتلته (150 kg) يدور فى منحنى نصف قطره (30 m) بسرعة (4 m / s) اوجد القوة الجاذبة المركزية التي تؤثر على هذا الجسم . [80 N]

(9) جسم كتلته (0.5 Kg) يتحرك حول محيط دائرة نصف قطرها (2 m) بسرعة خطية (10 m / s) احسب :-
(أ) العجلة المركزية له . (ب) القوة المركزية المؤثرة عليه . [25 N , 50 m / s ^{2}]

(10) جسم كتلته (500 kg) يتحرك فى منحنى دائرى نصف قطره (4 m) بسرعة خطية (10 m / s)
احسب العجلة المركزية ، قوة الجذب المركزى . [12500 N , 25 m / s ^{2}]

(11) احسب نصف قطر منحنى تدور فيه سيارة كتلتها (500 Kg) بسرعة (5 m / s) إذا كانت تتأثر بقوة جاذبة مركزية (500 N) . [25 m]

(12) جسم كتلته (10 Kg) يتحرك بسرعة (15 m / s) غلي محيط دائرة قطرها (30 m) .
أوجد القوة الجاذبة المركزية المؤثرة على الجسم . [150 N]

(13) جسم كتلته (1.5 Kg) يتحرك حول محيط دائرة نصف قطرها (2 m) بسرعة خطية ثابتة (10 m / s) .
اوجد العجلة المركزية ، القوة المركزية المؤثرة عليه . [75 N , 50 m / s ^{2}]

(14) جسم كتلته (0.5 Kg) يتحرك حول محيط دائرة نصف قطرها (2 m) بسرعة خطية ثابتة (10 m / s) اوجد :-
1 - العجلة المركزية 2 - القوة الجاذبة المركزية. [25 N , 50 m / s ^{2}]

(15) ربطت ســـارة جسم كتلته (2 Kg) فى خيط طوله (90 Cm) وثبتت الطرف الآخر فى محور دوران جعل الجسم يتحرك فى مسار دائرى بسرعة خطية (15 m / s) احسب :-
1 - العجلة المركزية 2 - القوة الجاذبة المركزية. [500 N , 250 m / s ^{2}]

(16) جسم كتلته 4 كجم يتحرك حركة دائرية بسرعة 10 م / ث فإذا علمت أن نصف قطر مساره الدائرى 2 متر .
فاحسب قيمة كل من : 1 – العجلة المركزية . 2 – القوة الجاذبة المركزية .
[50 م / ث^2, 200 نيوتن]

(17) جسم كتلته 2 كجم يتحرك حول محيط دائرة نصف قطرها 4 متر بسرعة خطية ثابتة مقدارها 10 م / ث
فاحسب القوة الجاذبة المركزية المؤثرة على الجسم . [25 م / ث^2, 50 نيوتن]

(18) كرة كتلتها 2 كجم تتحرك فى مسار دائرى نصف قطره 1 متر تحت تأثير قوة مركزية مقدارها 3872 نيوتن احسب :
1 – العجلة المركزية التى تتحرك بها الكرة. 2 – سرعتها الخطية. [1936 م / ث^2, 44 م / ث]

(19) جسم يتحرك بسرعة خطية ثابتة مقدارها 10 م / ث حول دائرة نصف قطرها 70 متر احسب الزمن الذى يستغرقه هذا الجسم لإتمام دورة واحدة . (π =3.14) [43.96 ثانية]

(20) لعبة على هيئة قطار كتلته 600 جرام يتحرك حول دائرة قطرها 4 متر بسرعة خطية ثابتة مقدارها 10 م / ث أوجد :

1 – العجلة المركزية. 2 – القوة الجاذبة المركزية . 3 – زمن الدورة الواحدة . (π =3.14)

[50 م / ث^2 , 30 نيوتن , 1.36 ثانية]

(21) احسب سرعة سيارة سباق كتلتها 500 كجم دخلت طريقاً منحنياً نصف قطره 50 متر تحت تأثير قوة مركزية مقدارها 9000 نيوتن . [30 م / ث]

(22) دراجة كتلتها 25 كجم تتحرك حول دائرة قطرها 3 متر بسرعة خطية ثابتة مقدارها 15 م / ث أوجد :

1 – العجلة المركزية. 2 – القوة الجاذبة المركزية . 3 – زمن الدورة الواحدة . (π =3.14)

[150 م / ث^2 , 3750 نيوتن , 0.628 ثانية]

(23) ربطت مـــى كرة كتلتها (0.2 Kg) فى احد طرفي حبل طوله (1 m) ثم أدارته من الطرف الآخر بسرعة خطية (8 m / s) فإذا كان الحبل يتحمل قوة شد مقدارها (15 N) فهل ينقطع الحبل ؟ ولماذا ؟ [12.8 N لا ينقطع]

(24) لعبة على هيئة قطار كتلته 500 جرام يتحرك حول دائرة قطرها 2 متر بسرعة خطية ثابتة مقدارها 4 م / ث أوجد :

1 – العجلة المركزية . 2 – القوة الجاذبة المركزية .

3 – زمن الدورة الواحدة . (π =3.14) [1.57 s ، 8 N , 16 m / s^2]

(25) احسب سرعة سيارة سباق كتلتها 600 كجم دخلت طريقاً منحنياً نصف قطره 60 متر تحت تأثير قوة مركزية مقدارها 8000 نيوتن . [28.28 m/s]

(26) دراجة كتلتها 22 كجم تتحرك حول دائرة قطرها 4 متر بسرعة خطية ثابتة مقدارها 12 م / ث أوجد :

1 – العجلة المركزية. 2 – القوة الجاذبة المركزية . 3 – زمن الدورة الواحدة . (π =3.14)

[72 م / ث^2 , 1584 نيوتن , 1.047 ثانية]

(27) سيارة صغيرة كتلتها نصف طن تسير فى طريق منحنى نصف قطره 40 متر فإذا كانت القوة الجاذبة المركزية المؤثرة عليها 5000 نيوتن فاحسب السرعة الخطية اللازمة لعبور هذا المنحنى . [20 m / s]

(28) جسم كتلته 2 kg ربط فى طرف حبل يدور فى مسار دائرى نصف قطره 1.5 m بسرعة 28.3 m/s احسب القوة الجاذبة المركزية . [1067.85 N]

(29) يتحرك جسم وزنه 3.92 N بسرعة خطية 18 km / h على محيط دائرة قطرها 200 cm احسب العجلة المركزية والعجلة الخطية التى يتحرك بها الجسم وكذلك القوة المركزية (g = 9.8 m / s^2) [12.5 m / s^2 ، صفر ، 5 N]

(30) أوجد العجلة المركزية والقوة الجاذبة المركزية المؤثرة على سيارة كتلتها 1000 kg وتدور فى منحنى نصف قطره 50 m بسرعة 5 m/s . [500 N , 0.5 m / s^2]

(31) إذا أديرت سدادة 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 للخيط حيث (π =3.14) (g = 9.8 m / s^2) . [0.034 kg]

(32) جسم وزنه 100 نيوتن يتحرك بسرعة مقدارها 10 م / ث فى مسار دائرى نصف قطره 10 متر أوجد :

1 – العجلة المركزية . 2 – زمن دورتين كاملتين .

3 – الإزاحة لدورتين كاملتين . 4 – القوة الجاذبة المركزية .

حيث (g = 10 m / s^2) (π =3.14) [10 m / s^2 ، 12.56 s , صفر , 100 N]

(33) يتحرك جسم على محيط دائرة قطرها 100 متر بعجلة مركزية 2 م / ث^2 أوجد :

1 – سرعته . 2 – الإزاحة الحادثة خلال نصف دورة .

3 – الزمن اللازم لعمل دورة كاملة . (π =3.14) [157 s ، 100 m , 10 m / s]

(34) جسم كتلته 5 كجم يتحرك حركة دائرية بسرعة 4 م / ث فإذا علمت أن نصف قطر مساره الدائرى 8 متر .
فاحسب قيمة كل من : 1 – العجلة المركزية . 2 – القوة الجاذبة المركزية . [40 N , 2 m / s ^{2}]

(35) جسم كتلته 4 كجم يتحرك حول محيط دائرة نصف قطرها 8 متر بسرعة خطية ثابتة مقدارها 20 م / ث .
فاحسب القوة الجاذبة المركزية المؤثرة على الجسم . [200 N]

(36) كرة كتلتها 8 كجم تتحرك فى مسار دائرى نصف قطره 4 متر تحت تأثير قوة مركزية مقدارها 4000 نيوتن احسب :
1 – العجلة المركزية التى تتحرك بها الكرة. 2 – سرعتها الخطية . [500 m / s ^{2} , 44.72 m/s]

(37) جسم يتحرك بسرعة خطية ثابتة مقدارها 5 م / ث حول دائرة نصف قطرها 35 متر .
احسب الزمن الذى يستغرقه هذا الجسم لإتمام دورة واحدة . (π =3.14) [43.96 s]

الفصل الثانى الجاذبية الكونية و الحركة الدائرية

قانون الجذب العام لنيوتن

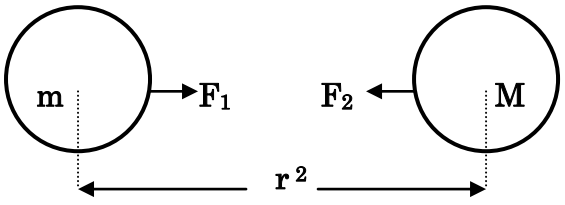
قوة التجاذب المادى بين جسمين ماديين تتناسب طردياً مع حاصل ضرب كتلتيهما و عكسياً مع مربع المسافة بينهما .

استنتاج قانون الجذب العام :

1 – قوة التجاذب المادى المتبادل بين جسمين كتلتيهما m , M تتناسب طردياً مع حاصل ضرب الكتلتين أى أن :

$$F \propto m\,M \quad \text{----------} \rightarrow (1)$$

2 – قوة التجاذب المادى المتبادل بين جسمين تتناسب عكسياً مع مربع المسافة بينهما أى أن :



$$F \propto \frac{1}{r^2} \quad \text{----------} \rightarrow (2)$$

من (1) , (2) ينتج أن

$$F \propto \frac{m\,M}{r^2} \quad \text{----------} \rightarrow (3)$$

$$\Longrightarrow \boxed{F = G\,\frac{m\,M}{r^2}}$$

حيث G ثابت الجذب العام

تعريف ثابت الجذب العام **G : هو قوة الجذب المتبادلة بين كتلتين مقدار كل منهما 1 كجم و المسافة بينهما 1 متر .**

وحدة قياس ثابت الجذب العام **G : من العلاقة**

$$G = \frac{F\,r^2}{m\,M}$$

ينتج أن وحدة قياس ثابت الجذب العام هى : (نيوتن م^2 / كجم^2) أى $\boxed{N\,m^2 / kg^2}$

كما يوجد وحدات أخرى مكافئة و هى : (م^{3} / كجم ث^{2}) أى $m^3 / kg\ s^2$

و قيمة ثابت الجذب العام 6.67×10^{-11} نيوتن م^{2} / كجم^{2}

معادلة أبعاد ثابت الجذب العام G : $M^{-1} . L^{3} . T^{-2}$

سؤال علل تظهر قوى الجذب المادى بين الأجرام السماوية بوضوح ؟

جـ لكبر كتلة الأجرام السماوية .

سؤال علل لا تظهر قوى الجذب المادى بين سيارتين متقاربتين بوضوح ؟

جـ لصغر كتلة السيارتين .

أمثلة

اعتبر فى كل المسائل التالية أن *ثابت الجذب العام* 6.67×10^{-11} نيوتن م^{2} / كجم^{2} .

(1) احسب قوة الجذب بين كرتين كتلتيهما 10 كجم , 100 كجم و المسافة بين مركزيهما 3 متر.
[7.411×10^{-9} N]

(2) إذا كانت قوة الجذب بين كرتين كتلة أحدهما هى 20 كجم و الأخرى مجهولة هى 5.336×10^{-8} نيوتن و المسافة بينهما هى 50 سم أوجد كتلة الكرة الأخرى . [10 كجم]

(3) جسمان كرويان كتلتيهما 500 kg , 750 kg على الترتيب و المسافة بين مركزيهما 25 m أوجد قوة الجذب بينهما .
[4.002×10^{-8} N]

(4) احسب قوة الجذب بين كرتين كتلتيهما 10 كجم , 25 كجم و المسافة بين مركزيهما 50 سم . [6.67×10^{-8} N]

(5) كرتان كتلتاهما 20 كجم , 50 كجم قوة الجذب بينهما 6.67×10^{-10} نيوتن أوجد المسافة بين مركزيهما . [10m]

(6) كتلتان متساويتان قوة الجذب بينهما 6.67×10^{-13} نيوتن المسافة بين مركزيهما 50 مترأوجد كتلة كل منهما .
[5 Kg]

(7) احسب قوة الجذب بين كرتين كتلتيهما 50 كجم , 75 كجم و المسافة بين مركزيهما 60 سم . [6.95×10^{-7} N]

(8) كرتان كتلتاهما 40 كجم , 100 كجم قوة الجذب بينهما 6.67×10^{-10} نيوتن أوجد المسافة بين مركزيهما .
m]
[63.25

(9) إذا كانت قوة الجذب بين كرتين كتلة أحدهما هى 20 كجم و الأخرى مجهولة هى 16×10^{-8} نيوتن و المسافة بينهما هى 0.8 متر أوجد كتلة الكرة الأخرى . [76.76 Kg]

(10) جسمان كرويان كتلتيهما 400 kg , 600 kg على الترتيب و المسافة بين مركزيهما 20 m أوجد :
قوة الجذب بينهما . [4.002×10^{-8} N]

(11) كرتان أحدهما من الحديد كتلتها 10 كجم و الأخرى من النحاس كتلتها 0.5 كجم
قوة الجذب بينهما 133.4×10^{-11} نيوتن أوجد المسافة بين مركزيهما . [0.5 m]

(12) كتلتان متساويتان قوة الجذب بينهما 14×10^{-13} نيوتن المسافة بين مركزيهما 40 مترأوجد كتلة كل منهما .
[5.795 Kg]

(13) كتلتان متساويتان قوة الجذب بينهما 6.67×10^{-9} نيوتن المسافة بين مركزيهما 2 مترأوجد كتلة كل منهما .
[20 Kg]

(14) كتلتان متساويتان كتلة كل منهما 7.3 كجم المسافة بين مركزيهما 0.5 متر احسب قوة الجذب بينهما .
[1.42×10^{-8} N]

(15) كتلتان متساويتان كتلة كل منهما 200 كجم المسافة بين مركزيهما 20 متر احسب قوة الجذب بينهما .
[6.67×10^{-9} N]

(16) احسب قوة التجاذب المادى بين الشمس و كوكب المشترى علماً بأن :
كتلة الشمس = 1.989×10^{30} كجم و كتلة المشترى 1.898×10^{27} كجم
و متوسط نصف قطر مدار المشترى حول الشمس = 7.786×10^{11} متر . **[4.15×10^{23} N]**

مجـــال الجـــاذبية

✪ عزيزى الطالب : **لكل قوة مجال و المجال : هو المنطقة التى تظهر فيها تأثير هذه القوة .**
✪ تعريف مجال الجاذبية: **الحيز الذى تظهر فيه قوى الجاذبية .**
✪ شدة مجال الجاذبية الأرضية **(g) : قوة جذب الأرض لكتلة تساوى 1 kg عند نقطة ما .**

◈ استنتاج قانون لحساب شدة مجال الجاذبية الأرضية **(g) :**

1 – نفرض أن جسماً كتلته 1 kg فى مجال جاذبية الأرض فإن قوة جذب الأرض لها :

$$\therefore \quad F = m \times g = g \quad \dashrightarrow \quad (1)$$

2 – يمكن تعيين قوة الجذب بين الجسم و الأرض من قانون الجذب العام لنيوتن :

$$\therefore \quad F = G \frac{m \times M}{r^2} = \frac{G\,M}{r^2} \quad \dashrightarrow \quad (2)$$

بربط المعادلتين ينتج أن :

$$\therefore \quad \boxed{g = G \frac{M}{r^2}}$$

حيث M كتلة الأرض و G ثابت الجذب العـــام .

ملاحظـــــــــات هـــــــــامة :

❶ **واضح أن شدة مجال الجاذبية الأرضية هى نفسها عجلة الجاذبية الأرضية .**
❷ **إذا كان الجسم على سطح الأرض فإن :**

$$\boxed{g = G \frac{M}{R^2}}$$

حيث R نصف قطر الأرض .

❸ **إذا كان الجسم على ارتفاع h من سطح الأرض فإن :**

$$\boxed{g = G \frac{M}{[R + h]^2}}$$

❹ **إذا كان الجسم أسفل سطح الأرض بمقدار h فإن :**

$$g = G \frac{M}{[R - h]^2}$$

❺ **للمقارنة بين عجلتى الجاذبية على سطح كوكبين**

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

◈ **سؤ ا ل ما معنى أن شدة مجال الجاذبية عند نقطة = 3 نيوتن / كجم ؟**

جـ معنى ذلك أن مقدار القوة المؤثرة على كتلة مقدارها 1 كجم موضوعة عند تلك النقطة = 3 نيوتن .

تجربة عملية : قياس كتلة الأرض بمعلومية نصف قطرها

✪ الغرض من التجربة :

قياس كتلة الأرض بمعلومية نصف قطرها .

✪ فكـــــرة التجربة :

 # حساب شدة مجال الجاذبية من العلاقة : $g = \frac{2d}{t^2}$

 # حساب كتلة الأرض من العلاقة : $g = \frac{GM}{R^2}$

خيث R نصف قطر الأرض ، M كتلة الأرض ، G ثابت الجذب العام .

✪ الادوات :

 # عدد 3 بندول مختلفين الكتلة .

 # ساعة إيقاف .

✪ الخطوات :

① علق كل بندول بحيث تكون المسافة بين مركز كرة البندول و الأرض (d) متساوية و قيمتها كبيرة .

② قص الخيط عند نقطة التعليق للبندول الأول و احسب باستخدام ساعة الإيقاف زمن وصوله لسطح الأرض .

③ كرر الخطوة السابقة للبندولين الآخرين .

④ سجل النتائج فى جدول .

⑤ احسب متوسط شدة مجال الجاذبية .

⑥ و بمعلومية g , R , G يمكن حساب كتلة الأرض من العلاقة :

$$. \quad g = \frac{GM}{R^2}$$

أمثلة

(1) احسب كتلة الأرض علماً بأن : ثابت الجذب العام 6.67×10^{-11} N m ^{2}/ kg ^{2} و $g = 9.8$ m / s ^{2}

و نصف قطر الأرض 6.36×10^6 m . [5.94×10^{24} kg]

(2) إذا كانت كتلة الأرض تساوى 5.98×10^{24} kg و نصف قطر الأرض 6.36×10^{6} m احسب عجلة الجاذبية على سطح الأرض . و إذا ارتفعنا عن سطح الأرض 400 كم فكم تكون عجلة الجاذبية المؤثرة على الأجسام .
[9.86 m/s^2 ، 8.728 m/s^2]

(3) إذا كانت كتلة الأرض تساوى 5.98×10^{24} kg و نصف قطر الأرض 6500 كم احسب عجلة الجاذبية المؤثرة على جسم على ارتفاع 500 كم من سطح الأرض .
[8.14 m/s^2]

(4) إذا كانت كتلة الأرض تساوى 5.98×10^{24} kg و نصف قطر الأرض 6.36×10^{6} m احسب عجلة الجاذبية المؤثرة على جسم على ارتفاع 800 كم من سطح الأرض .
[7.78 m/s^2]

(5) إذا كانت كتلة الأرض تساوى 5.98×10^{24} kg و نصف قطر الأرض 6.36×10^{6} m احسب عجلة الجاذبية عند نقطة على عمق 400 كم من سطح الأرض .
[11.23 m/s^2]

(6) إذا كانت كتلة الأرض تساوى 5.98×10^{24} kg و نصف قطر الأرض 6.36×10^{6} m احسب عجلة الجاذبية عند نقطة على عمق 150 كم من سطح الأرض .
[10.34 m/s^2]

(7) إذا كانت كتلة الأرض تساوى 5.98×10^{24} kg و نصف قطر الأرض 6.36×10^{6} m احسب عجلة الجاذبية عند نقطة على عمق 90 كم من سطح الأرض .
[10.15 m/s^2]

(8) منجم على عمق 500 متر من سطح الأرض احسب عجلة الجاذبية الأرضية عند قاع المنجم . إذا علمت أن :
كتلة الأرض 5.98×10^{24} kg و ثابت الجذب العام $6.67 \times 10^{-11} \text{ N m}^2/\text{kg}^2$
و نصف قطر الأرض 6.36×10^{6} m
[9.86 m/s^2]

(9) قارن بين عجلتى الجاذبية المؤثرة على جسمين أحدهما على سطح الأرض و الآخر على ارتفاع 600 كم من سطح الأرض حيث نصف قطر الأرض 6400 كم
[1 : 1.196]

(10) إذا كانت كتلة كوكب عطارد 3.3×10^{23} kg و نصف قطره 2.439×10^{6} m
فكم يكون وزن جسم كتلته 65 Kg على سطحه ؟ و كم يكون وزن نفس الجسم على سطح الكرة الأرضية .
علماً بأن : ثابت الجذب العام $6.67 \times 10^{-11} \text{ N m}^2/\text{kg}^2$ و $g = 9.8 \text{ m/s}^2$
[637 N ، 240.5 N]

(11) كوكب كتلته ضعف كتلة الأرض و قطره ضعف قطر الأرض احسب :
النسبة بين عجلة الجداذبية على سطح هذا الكوكب إلى عجلة الجاذبية الأرضية .
[1 : 2]

(12) احسب النسبة بين عجلة الجاذبية على سطح القمر إلى عجلة الجاذبية على سطح الأرض إذا علمت أن :
كتلة الأرض 5.976×10^{24} kg و نصف قطرها 6.4×10^{6} m
و كتلة القمر 7.53×10^{22} kg و نصف قطره 1.74×10^{6} m
[1 : 6]

(13) كوكب كتلته 5 مرات كتلة الأرض و قطره 5 مرات قطر الأرض .
احسب النسبة بين عجلة الجاذبية على سطح الأرض إلى عجلة الجاذبية على سطح هذا الكوكب .
[5 : 1]

(14) كوكب له نفس كتلة الأرض و لكن نصف قطره ضعف نصف قطر الأرض فما وزن جسم على سطح هذا الكوكب إذا كان وزنه على سطح الأرض 100 N .
[25 N]

(15) كوكب كتلته أربعة أمثال كتلة الأرض و قطره ضعف قطر الأرض احسب وزن جسم على سطحه إذا كان وزن الجسم على سطح الأرض 150 N .
[150 N]

(16) احسب كتلة الأرض علماً بأن : ثابت الجذب العام $6.67 \times 10^{-11} \text{ N m}^2/\text{kg}^2$ و $g = 10 \text{ m/s}^2$
و نصف قطر الأرض 6.36×10^{6} m .
[6.06×10^{24} kg]

(17) احسب كتلة الأرض علماً بأن : ثابت الجذب العام $6.67 \times 10^{-11} \text{ N m}^2/\text{kg}^2$ و $g = 9.806 \text{ m/s}^2$

و نصف قطر الأرض 6.371×10^{6} m . [5.967×10^{24} kg]

(18) كوكب كتلته مساوية 3 مرات كتلة الأرض و قطره أيضاً 3 مرات قطر الأرض .
احسب النسبة بين عجلة الجاذبية على سطح الأرض إلى عجلة الجاذبية على سطح هذا الكوكب . [1 : 3]

☆ الأقمار الصناعية ☆

عزيزى الطالب :
بدأت أولى الخطوات العملية نحو ارتياد الفضاء عندما أطلق الإتحاد السوفيتى قمره الصناعى الأول (سبوتنك ـــ 1) فى 4 أكتوبر عام 1957 .

سؤ ا ل ما هى فكرة إطلاق الأقمار الصناعية ؟

جـ 1 - عند إطلاق قذيفة مدفع من قمة جبل فى اتجاه أفقى بسرعة معينة فإنه يسقط سقوطاً حراً على سطح الأرض عند نقطة على بعد معين من قاعدة الجبل .

2 - بزيادة السرعة التى يقذف بها الجسم فإنه يقطع مسافة أطول قبل أن يصل إلى سطح الأرض .

3 - إذا بلغت السرعة حداً معيناً فإنه يسقط سقوطاً حراً على طول مسار منحنى بحيث يبقى بعده ثابت عن الأرض و يأخذ فى الدوران فى مسار شبه دائرى حول الأرض و تسمى هذه السرعة *بالسرعة المدارية للقمر الصناعى* .

تعريف القمر الصناعى :
جسم يطلق بسرعة معينة تجعله يدور فى مسار منحنى شبه دائرى بحيث يظل بعده عن سطح الأرض ثابتاً .

تعريف السرعة المدارية للقمر الصناعى :
السرعة التى تجعل القمر الصناعى يدور فى مسار منحنى شبه دائرى بحيث يظل بعده عن سطح الأرض ثابتاً .

سؤ ا ل ما معنى أن **السرعة المدارية للقمر الصناعى 7000 م / ث ؟**
جـ معنى ذلك أن السرعة اللازم إكسابها للقمر الصناعى حتى يدور فى مداره حول الأرض 7000 م / ث .

استنتاج السرعة المدارية للقمر الصناعى

∵ قوة جذب الأرض للقمر = القوة الجاذبة المركزية **∵ $F_c = F_g$**

$$\therefore \quad \frac{m V^2}{r} = \frac{G m M}{r^2} \longrightarrow V^2 = \frac{G M}{r}$$

$$\therefore \quad \boxed{V = \sqrt{\frac{G M}{r}}}$$

حيث r نصف قطر مدار القمر الصناعى و يساوى مجموع نصف قطر الأرض R + ارتفاع القمر عن سطح الأرض h .

$$\therefore \quad r = R + h$$

$$\therefore \quad V = \sqrt{\frac{G\,M}{R + h}}$$

ملاحظـــــــــــات هـــــــــــامة جداً :

❶ **إذا توقف القمر الصناعى و أصبحت سرعته = صفر فإنه يتحرك فى خط مستقيم تحت تاثير الجاذبية الأرضية نحو الأرض ثم يسقط على سطحها .**

❷ **إذا انعدمت قوة الجاذبية بين الأرض و القمر الصناعى يتحرك القمر الصناعى فى خط مستقيم فى اتجاه المماس للمسار الدائرى مبتعداً عن الأرض .**

❸ **لحساب زمن دورة كاملة للقمر الصناعى حول الأرض (الزمن الدورى T) :**

$$T = \frac{2\,\pi\,r}{V}$$

❹ **تتوقف سرعة القمر الصناعى على كتلة الكوكب و نصف قطر مدار القمر و لا تتوقف على كتلة القمر .**

سؤ ال علل لا تتغير سرعة القمر الصناعى بسقوط جزء منه ؟

جـ لأنها تعطى من العلاقة $V = \sqrt{\frac{G\,M}{r}}$ أى لا تتوقف على كتلة القمر .

سؤ ال علل يدور القمر الصناعى فى مسار دائرى حول الأرض ؟

جـ لأنه يدور تحت تأثير قوتين متساويتين مقداراً و متضادتين فى الإتجاه و هما :-
1 – قوة جذب الأرض للقمر . 2 – القوة المركزية المتولدة كرد فعل لقوة جذب الأرض .

أهمية الأقمار الصناعية :

تعتبر الأقمار الصناعية بمثابة برج شاهق الإرتفاع يمكن استخدامه فى ارسال و استقبال الموجات اللاسلكية .
و من حيث التطبيقات يمكن تقسيم الأقمار الصناعية إلى أنواع عديدة منها :

❶ **أقمار تستخدم فى الإتصالات مثل -**
- **النقل التليفزيونى و الإذاعى و الهاتفى .**
- **الإنترنت .**
- **تحديد الموقع باستخدام نظام GPS .**
- **رؤية الأماكن من الفضاء باستخدام برنامج جوجل إيرث .**

❷ **الأقمار الفلكية حيث تتمكن من تصوير الفضاء بدقة .**

❸ **أقمار تستخدم فى الاستشعار عن بعد مثل :**
- **دراسة و مراقبة الطيور المهاجرة .**
- **تحديد المصادر المعدنية و توزيعها .**
- **مراقبة المحاصيل الزراعية لحمايتها من مخاطر الطقس .**
- **دراسة تشكيل الأعاصير .**

❹ أقمارالإستطلاع والتجسس حيث توفرالمعلومات التى تحتاجها القيادات السياسية و العسكرية لاتخاذ القرار و ادارة الحرب .

❺ أقمار تستخدم لرصد الأحوال الجوية مثل تحديد حالة الطقس والمناخ .

أمثلة

»» فى المسائل التالية اعتبر أن : نصف قطر الأرض 6400 Km و كتلة الأرض 6×10^{24} kg

و ثابت الجذب العام 6.67×10^{-11} N m ^{2}/ kg ^{2} و $\pi = 3.14$

(1) قمر صناعى يتخذ مساراً دائرياً حول الأرض على ارتفاع 940 كم فوق سطح الأرض فاحسب سرعته المدارية و كذلك الزمن اللازم ليتم دورة كاملة . [7.4×10^3 m / s ، 6195.14 s]

(2) قمر صناعى يتخذ مساراً دائرياً حول الأرض على ارتفاع 800 كم فوق سطح الأرض فاحسب سرعته المدارية و كذلك الزمن اللازم ليتم دورة كاملة . [7455.42 m / s ، 6064.8 s]

(3) قمر صناعى يتخذ مساراً دائرياً حول الأرض على ارتفاع 1200 كم فوق سطح الأرض فاحسب سرعته المدارية .
[7256.58 m / s]

(4) قمر صناعى يتخذ مساراً دائرياً حول الأرض على ارتفاع 300 كم فوق سطح الأرض فاحسب :
1 - سرعته المدارية . 2 – زمن دوران القمر حول الأرض . 3 – قيمة العجلة المركزية أثناء حركته .
[7728.6 m / s ، 5444.19 s ، 8.92 m / s ^{2}]

(5) على أى ارتفاع من سطح الأرض يجب أن يدور قمر صناعى بحيث يكون زمن دورانه حول الأرض مساوياً لزمن دوران الأرض حول محورها وهو 24 ساعة . [2722 K m]

(6) يتحرك قمر صناعى فى مدار دائرى حول الأرض بسرعة 7072 م / ث أوجد ارتفاع القمر عن سطح الأرض .
و أوجد كذلك الزمن اللازم ليتم دورة كاملة بالساعات . [1601.89 K m ، 18.08 h]

(7) احسب الزمن اللازم ليتم قمر صناعى دورة كاملة حول الأرض إذا كانت سرعته المدارية 8100 م / ث و نصف قطر مداره 6.7×10^6 متر . [5194.57 s]

(8) إذا كان زمن دورة لقمر صناعى حول الأرض 96 دقيقة و طول المسار الدائرى له حول الأرض 48384 كم فاحسب :-
1 – سرعته المدارية . 2 – ارتفاع القمر عن سطح الأرض .
[8400 m / s ، 1304.46 K m]

(9) إذا كان زمن دورة لقمر صناعى حول الأرض 94.4 دقيقة و طول المسار الدائرى له حول الأرض 43121 كم فاحسب :-
1 – سرعته المدارية . 2 – ارتفاع القمر عن سطح الأرض .
[7613.17 m / s ، 5243.47 K m]

(10) إذا كان زمن دورة لقمر صناعى حول الأرض 100 دقيقة و طول المسار الدائرى له حول الأرض 60000 كم فاحسب :-
1 – سرعته المدارية . 2 – ارتفاع القمر عن سطح الأرض .
[10000 m / s ، 3154.14 K m]

(11) يدور كوكب القمر فى مدار دائرى حول الأرض نصف قطره 3.85×10^5 km و يكمل دورة كاملة خلال 27.3 يوم احسب كتلة الأرض . [6.06×10^{24} kg]

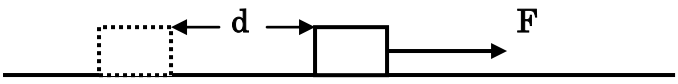
(12) قمر صناعى يتخذ مساراً دائرياً حول الأرض على ارتفاع 640 كم فوق سطح الأرض فاحسب سرعته المدارية و كذلك العجلة المركزية . [7539.66 m / s ، 8.07 m / s ^{2}]

قديماً كانت الفـــيزياء تمثل ☠ رعباً للطالب ..... أما الآن معنا أصبحت لها طعم آخر
أسلوب جديد لعرض الفيزياء بعيداً عن التعقيد

الأستاذ / مجدى عامر

الـبـاب الـرابـع
الـشغل و الـطاقـة فـى حيـاتـنـا الـيـومـيـة
الـفـصل الأول الـشغل و الـطاقـة
الشـــــغل

شروط بذل شغل :



❶ **وجود قوة مؤثرة .**
❷ **حدوث إزاحة فى نفس اتجاه خط عمل القوة .**

➤ حســـاب الشغـل : **الشغل (W) يقدر بحاصل ضرب مقدار القوة (F) × المسافة (d) التى يتحركها الجسم فى اتجاه القوة .**

$$\therefore \quad W = F \times d$$

➤ وحدات قياس الشغـل :

❶ **(الجـــــول) أى (J) .**
❷ **(نيوتن . متر) أى (N m) .**
❸ **(كجم . م^{2} / ث^{2}) أى (kg m^{2} / s^{2}) .**

معادلة أبعاد الشغـل : $M . L^{2} . T^{-2}$

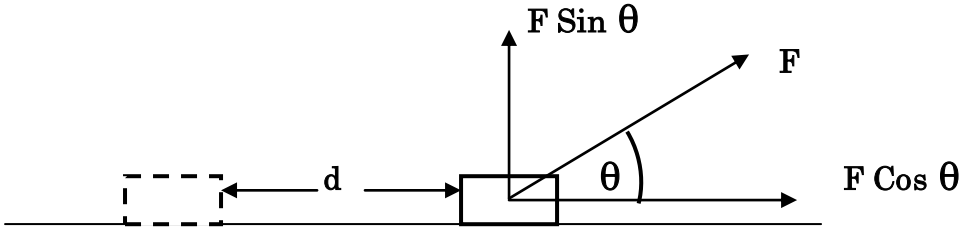
تعريف الشغـل : **حلصل ضرب القوة فى الإزاحة فى اتجاه خط عمل القوة .**

تعريف الجـــــول :
هو الشغل المبذول عندما تؤثر قوة مقدارها 1 نيوتن على جسم ما فتحركه مسافة 1 متر فى اتجاه خط عمل القوة

سؤال ما معنى قولنا أن قوة تبذل شغلاً 20 جول على جسم ؟
جـ أى أن قوة مقدارها 20 نيوتن تلزم لتحريك هذا الجسم مسافة 1 متر فى اتجاه خط عملها .

حســـاب الشغـل عنما تكون القوة تميل بزاوية (θ) على اتجاه حركة الجسم :

$$W = F\, d \cos\theta$$



العوامل التى يتوقف عليها الشغل المبذول :

❶ **القوة المؤثرة (F) .**
❷ **الإزاحـــة (d) .**
❸ **الزاوية بين القوة و الإزاحة (θ) .**

★★ تعليلات هـــــامة :

❶ علل الشــغل كمية قياسية ؟

جـ **لأن الشغل ناتج عن حصل الضرب القياسى لمتجهى القوة و الإزاحة .**

❷ علل القوة الجاذبة المركزية لا تبذل شغلاً ؟

جـ **لأنها تكون عمودية على الحركة و بذلك تكون $\theta = 90^\circ$ و بذلك يكون $\cos \theta = 0$ فينعدم الشغل .**

❸ علل لا يكون هناك شغل مبذول عندما يحمل شخص دلو مملوء بالماء و يسير به مسافة أفقية ؟

جـ **لأنها تكون عمودية على الحركة و بذلك تكون $\theta = 90^\circ$ و بذلك يكون $\cos \theta = 0$ فينعدم الشغل .**

❀ و بالمثل عزيزى الطالب **حركة الإلكترون حول النواة و القمر حول الأرض و الأرض حول الشمس و ..... يكون الشغل صفر .**

ملاحظـــــــــــة هـــــــــــامة :- **(الشغل الموجب و الشغل الســـالب)**

عند رفع جسم إلى أعلى مسافة معينة يكون هناك قوتان تؤثران على الجسم و كل منهما تبذل شغلاً :

1 – القوة التى ترفع الجسم إلى أعلى و يكون الشغل الناتج عنها موجباً لأن القوة فى اتجاه الحركة .

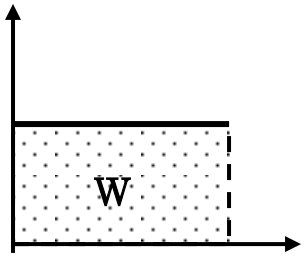
2 – قوة الجاذبية الأرضية (وزن الجسم) و هذه القوة تؤثر إلى أسفل و يكون الشغل الناتج عنها سالباً لأن القوة عكس اتجاه الحركة .

✪ عزيزى الطالب : **الشغل المبذول بواسطة فرامل السيارة موجب أم سالب ؟؟؟؟؟؟؟؟؟؟ حاول أن تفكر .**

★★ حساب الشغل بيانياً :

يمكن حساب الشغل بيانياً باستخدام منحنى (القوة – الإزاحة) :

عند رسم علاقة بيانية بين القوة و الإزاحة حيث الإزاحة فى نفس خط عمل القوة أى ($\theta = 0^\circ$) ينتج خط مستقيم موازى لمحور الإزاحة .



∴ **الشغل = القوة × الإزاحة**

∴ **الشغل بيانياً = الطول × العرض = المساحة تحت المنحنى (القوة – الإزاحة) .**

أمثلة

(1) قوة مقدارها 20 نيوتن تؤثر على جسم فتحركه مسافة 10 متر احسب الشغل الذى تبذله هذه القوة إذا كانت :

1 – القوة فى نفس اتجاه الحركة .

2 – القوة تميل بزاوية 60° على اتجاه حركة الجسم .

3 – القوة عمودية على الحركة . **[200 J ، 100 J ، صفر]**

(2) حصــان يجر كتلة على طريق بحبل يميل على الطريق بزاوية 60° لمسافة 200 متر فإذا كانت الكتلة مقدارها 150 كجم و عجلة الحركة 2 م / ث^2 احسب الشغل الذى يبذله الحصان . **[30000 J]**

(3) قوة مقدارها 80 نيوتن أثرت على جسم ساكن فأصبحت سرعته 20 م / ث بعد 5 ثوانى احسب الشغل الميذول .

[4000 J]

(4) عادت مــى من السفر برفقة والدها و كانت مى تحمل حقيبة بيدها كتلتها 12 كجم بينما والدها ي سحب حقيبه خلفه كتلتها 30 كجم لمسافة 100 متر ثم حمل كل منهما الحقيبة التى معه و صعدا إلى الطابق الرابع على ارتفاع 15 متر احسب الشغل الذى بذله كل منهما .

علماً بأن عجلة الحركة الأفقية لكل منهما = عجلة السقوط الحر 10 م / ث^2 .

[مــى 1800 جول , الوالد 34500 جول]

(5) قوة مقدارها 200 N أثرت على جسم ساكن كتلته 50 kg احسب الشغل الميذول خلال فترة زمنية 6 s .

[14400 J]

(6) احسب مقدار القوة المؤثرة على جسم إذا كان الشغل المبذول لتحريك الجسم مسافة 50 m يساوى 2500 J و كان اتجاه القوة يصنع زاوية 60° مع اتجاه الحركة . [100 J]

(7) قوة مقدارها 80 نيوتن تؤثر على جسم فتحركه مسافة 12 متر احسب الشغل الذى تبذله هذه القوة إذا كانت :
1 – القوة فى نفس اتجاه الحركة .
2 – القوة تميل بزاوية 40° على اتجاه حركة الجسم .
3 – القوة عمودية على الحركة . [960 J ، 735.4 J ، صفر]

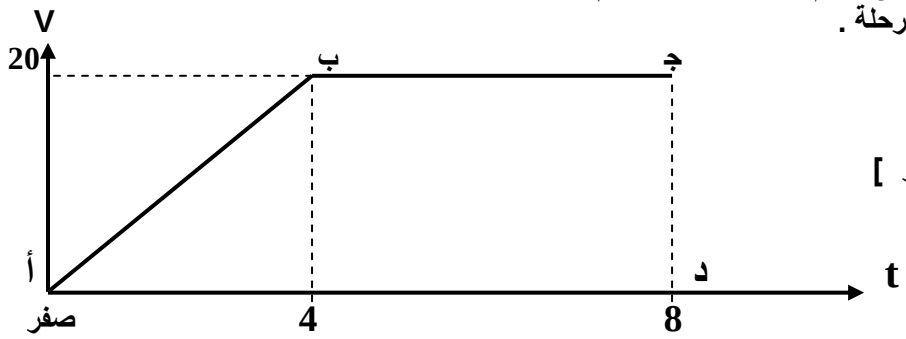
(8) احسب الشغل الذى يبذله طالب يرفع كتلة مقدارها 15 كجم من الطابق الأول إلى الطابق الرابع على ارتفاع 16 متر .
علماً بأن عجلة السقوط الحر 10 م / ث^2 . [2400 J]

(9) احسب الشغل الميذول لدفع عربة مسافة 3.5 بواسطة قوة مقدارها 20 نيوتن . [70 J]

(10) قوة مقدارها 100 N أثرت على جسم ساكن فأصبحت سرعته تساوى 20 m / s بعد 5 s احسب الشغل الميذول .
[5000 J]

(11) حمل عمرو حقيبة وزنها 50 نيوتن و صعد بها سلم بارتفاع 10 متر احسب الشغل الذى بذله عمرو . [500 J]

(12) الشكل الموضح يمثل العلاقة بين السرعة (m / s) ممثلة على المحور الصادى
و الزمن بالثانية على المحور السينى لجسم متحرك كتلته 2 كجم .
احسب الشغل المبذول فى كل مرحلة .



[400 J ، صفر]

(13) جسم كتلته 4 Kg تؤثر عليه قوة مقدارها 8 N إذا بدأ هذا الجسم حركته من السكون ما هى المسافة التى يتحركها خلال 6 s و الشغل المبذول حيث أن القوة تميل على الحركة بزاوية 60° . [36 m ، 288 J]

(14) دفع أبو رجل مسلوخة سيارة معطلة بقوة 160 نيوتن لمسافة 20 متر بقوة تميل على الأفقى بزاوية 35° فكم يكون الشغل المبذول من أبو رجل مسلوخة ؟ [2621.29 J]

(15) احسب مقدار القوة التى تؤثر على جسم كتلته 8 كجم لتزيد سرعته من 4 م / ث إلى 14 م / ث خلال ثانيتين ثم اجسب الشغل المبذول بواسطة تلك القوة . [40 N ، 400 J]

(16) قوة مقدارها 20 نيوتن تؤثر على جسم كتلته 5 كجم فى حالة سكون موضوع على سطح أفقى أملس .
قاحسب : السرعة التى يتحرك بها الجسم و كذلك المسافة التى يقطعها بعد مضى 8 ثوان من بدء تأثير القوة ثم اجسب الشغل المبذول بواسطة تلك القوة . [32 m / s ، 128 m ، 2560 J]

(17) سيارة كتلتها 1500 kg تتحرك بسرعة 4 m / s استخدم سائقها الفرامل فتوقفت بعد 2 s
احسب : قوة الفرامل و الشغل المبذول و ماذا تعنى إشارة الشغل . [– 3000 N ، – 12000 J]

☆☆ الطـــــاقة ☆☆

تعريف الطاقة : هى القدرة على بذل شغل .

وحدات قياس الطاقة : **هى نفسها وحدات قياس الشغل .**

❶ (الجـــــول) أى (J) .
❷ (نيوتن . متر) أى (N m) .
❸ (كجم . م² / ث²) أى ($kg\ m^2 / s^2$) .

معادلة أبعاد الطاقة : **هى نفسها معادلة أبعاد الشغل .**

$$M . L^2 . T^{-2}$$

طـــاقة الحركة لجسم (K E)

تعريف طاقة الـحركة لجسم : **هى الطاقة التى يمتلكها جسم نتيجة لحركته .**

استنتاج رياضى لحساب طاقة الحركة :

عندما تؤثر قوة على جسم كتلته (m) و تحركه من السكون بعجلة منتظمة (a) و تصبح سرعته النهائية (V_f) والإزاحة التى قطعها (d) و بتطبيق المعادلة الثالثة للحركة :

$$V_f^2 = V_i^2 + 2\,a\,d \quad \dashrightarrow (1)$$

∵ الجسم تحرك من السكون ($V_i = 0$)

$$\therefore\ V_f^2 = 2\,a\,d \quad \Longrightarrow \quad d = \frac{V_f^2}{2\,a} \quad \dashrightarrow (2)$$

و بضرب طرفى المعادلة (2) فى (F) ينتج أن :

$$F\,d = \frac{1}{2}\,\frac{F}{a}\,V_f^2 \quad \dashrightarrow (3)$$

و لكن $\frac{F}{a} = m$

$$\therefore \quad F\,d = \frac{1}{2}\,m\,V_f^2 \quad \dashrightarrow (4)$$

الطرف الأيسر يمثل الشغل المبذول و هو الطاقة اللازمة لتحريك الجسم و الطرف الأيمن يمثل الصورة التى يتحول إليها الشغل أى طاقة الحركة K E

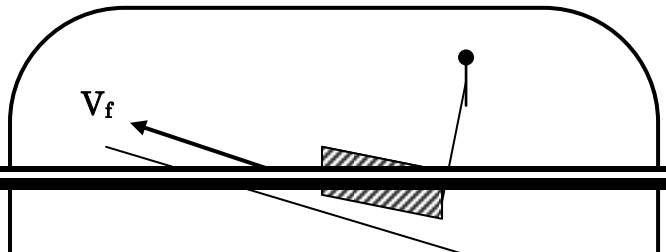
$$\therefore \quad \boxed{K.E = \frac{1}{2}\,m\,V^2}$$

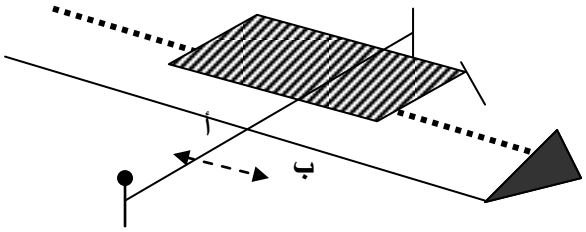
العوامل التى تتوقف عليها طاقة الحركة لجسم :

① كتلة الجسم .
② مربع سرعة الجسم .

تجربة لتعيين طاقة حركة جسم عملياً :

1 – نثبت ركاب كتلته (m) معلومه على وسادة هوائية مشدود بواسطة خيط مرن فى قائمين ثابتين .



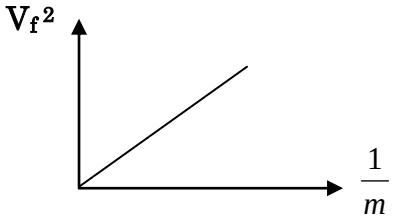


2 – نجذب الركاب للخلف لمسافة و لتكن (أ ب) .

3 – نسمح للركاب بالعودة لموضعه الأصلى بفعل الخيط المرن و نعين سرعة الركاب بواسطة خلية كهروضوئية و لتكن (V_f) .

4 – نكرر العمل السابق عدة مرات و فى كل مرة نغير كتلة الركاب مع تعيين سرعته .

5 – نرسم علاقة بيانية بين مقلوب الكتلة ($\frac{1}{m}$) و مربع السرعة (V_f^2) نجد أنها خط مستقيم .



6- ميل الخط المستقيم مقدار ثابت يمثل ضعف طاقة الحركة و منه نعين طاقة الحركة للجسم .

ملاحظـــــــــــــة هـــــــــــــامة :-

عندما يرتفع الجسم لأعلى تقل طاقة الحركة و تنعدم عند أقصى إرتفاع و عندما يهبط لأسفل تزداد طاقة الحركة .

أمثلة

(1) احسب طاقة حركة جسم كتلته 100 كجم يتحرك بسرعة مقدارها 2 م / ث . [200 J]

(2) احسب طاقة حركة جسم كتلته 3 كجم يتحرك بسرعة مقدارها 5 م / ث . [37.5 J]

(3) أوجد طاقة حركة سيارة كتلتها 2000 kg تسير بسرعة 72 km/h . [400000 J]

(4) احسب كتلته جسم طاقة حركة 100 جول يتحرك بسرعة مقدارها 2 م / ث . [50 Kg]

(5) احسب كتلته جسم طاقة حركة 200 جول يتحرك بسرعة مقدارها 10 م / ث . [4 Kg]

(6) احسب سرعة جسم طاقة حركة 100 جول كتلته 0.5 كجم . [20 m / s]

(7) احسب سرعة جسم طاقة حركة 400 جول كتلته 2 كجم . [20 m / s]

(8) جسم كتلته 15 كجم يسقط سقوطاً حراً من ارتفاع 8 متر فاحسب طاقة حركته عندما يرتطم بالأرض .
علماً بأن عجلة السقوط الحر 9.8 م / ث^2 . [1176 J]

(9) جسم كتلته 5 كجم يسقط من ارتفاع 200 متر فاحسب طاقة حركته فى الحالات الآتية :
1 – عندما يبدأ فى السقوط .
2 – عندما يهبط مسافة 50 متر .
3 – قبل أن يصل لسطح الأرض مباشرة .
علماً بأن عجلة السقوط الحر 10 م / ث^2 . [صفر , 2500 J , 10000 J]

(10) جسم طاقة حركته ضعف كمية تحركه اوجد سرعته . [4 m / s]

(11) جسم طاقة حركته أربع أمثل كمية تحركه اوجد سرعته . [8 m / s]

(12) جسم طاقة حركته ضعف كتلته اوجد سرعته . [2 m / s]

(13) جسم طاقة حركته تساوى مربع سرعته اوجد كتلته . [2 Kg]

(14) جسم طاقة حركته ضعف وزنه اوجد سرعته . (عجلة السقوط الحر 10 م / ث^2) [6.32 m / s]

(15) جسم متحرك طاقة حركته 5 أمثال وزنه و كانت كمية تحركه 20 كجم م / ث أوجد كتلة الجسم .
(عجلة السقوط الحر 10 م / ث^2) [2 Kg]

(16) جسم كتلته 12 kg يتحرك من السكون بعجلة منتظمة قدرها $10\ m/s^2$ فاحسب طاقة حركته بعد أن يقطع مسافة قدرها 80 m . [4800 J]

(17) جسم كتلته 4 كجم قذف رأسياً لأعلى بسرعة 80 م / ث فاحسب طاقة حركته بعد مرور 5 ثوانى .
علماً بأن عجلة السقوط الحر 10 م / ث^2 . [1800 J]

(18) اصطدمت سيارة كتلتها 3×10^3 Kg و سرعتها 16 m / s بشجرة فلم تتحرك الشجرة و توقفت السيارة :
1 – ما مقدار التغير فى طاقة حركة السيارة ؟
2 – ما مقدار الشغل المبذول على الشجرة عندما ترتطم مقدمة السيارة بالشجرة ؟
3 – احسب مقدار القوة التى أثرت فى مقدمة السيارة تتحرك مسافة 50 cm .
[7.68×10^5 N ، 0 ، — 3×10^3 J]

(19) جسم كتلته 5 كجم قذف رأسياً لأعلى بسرعة 60 م / ث فاحسب طاقة حركته بعد مرور 4 ثوانى .
علماً بأن عجلة السقوط الحر 9.8 م / ث^2 . [1081.6 J]

(20) جسم كتلته 4 كجم يسقط سقوطاً حراً من قمة برج ارتفاعه 120 متر فاحسب طاقة حركته عندما يرتطم بالأرض .
علماً بأن عجلة السقوط الحر 10 م / ث^2 . [4800 J]

(21) أطلقت رصاصة كتلتها 80 جرام من بندقية طول ماسورتها 1 متر فإذا كانت قوة ضغط الغاز داخل الماسورة 6400 نيوتن
أوجد سرعة انطلاق الرصاصة من فوهة الماسورة . [400 m / s]

(22) سقطت تفاحة كتلتها 200 جرام من شجرة و بعد ثانية واحدة ارتطمت بالأرض احسب طاقة الحركة لحظة وصولها للأرض .
علماً بأن عجلة السقوط الحر 10 م / ث^2 . [5 J]

(23) سيارة كتلته 1.5 طن بدأت حركتها من السكون بعجلة منتظمة قدرها ($2\ m/s^2$) احسب طاقة حركتها بعد (3sec)
من بدأ الحركة . [27000 J]

(24) جسم كتلته 5 كجم يتحرك بعجلة منتظمة ($6\ m/s^2$) من السكون فما ه ى قيمة كل من :-
1 - طاقة حركته بعد 8 ثوانى .
2 - طاقة حركته بعد أن يقطع مسافة 400 متر . [12000 J , 5760 J]

(25) جسم كتلته 6 كجم يتحرك بسرعة ابتدائية (2 m / s) وبعجلة منتظمة ($5\ m/s^2$) فما هى قيمة :-
1 - طاقة حركته بعد 4 ثوانى .
2 - طاقة حركته بعد أن يقطع مسافة 110 متر . [1656 J , 1452 J]

(26) جسم كتلته 7 كجم قذف رأسياً لأعلى بسرعة 120 م / ث فاحسب طاقة حركته عند منتصف أقصى ارتفاع يصل إليه الجسم.
علماً بأن عجلة السقوط الحر 10 م / ث^2 . [25200 J]

(27) جسم كتلته 14 كجم قذف رأسياً لأعلى بسرعة 60 م / ث فاحسب طاقة حركته عند منتصف أقصى ارتفاع يصل إليه الجسم.
علماً بأن عجلة السقوط الحر 10 م / ث^2 . [12600 J]

(28) جسم كتلته 3 كجم يسقط سقوطاً حراً من قمة مبنى ارتفاعه 50 متر فاحسب طاقة حركته بعد ثانية واحدة من بداية سقوطه .
علماً بأن عجلة السقوط الحر 10 م / ث^2 . [150 J]

◈◈ طـــاقة الوضع لجسم (P. E.) ◈◈

➤ تعريف طاقة الوضع لجسم : **هى الطاقة التى يكتسبها الجسم نتيجة لتغير موضعه أو حالته .**

P . E . = m g h

✪ العوامل التى تتوقف عليها طاقة الوضع لجسم :

① **كتلة الجسم .**
② **عجلة الجاذبية .**
③ **ارتفاع الجسم عن سطح الأرض .**

ملاحظـــــــــــة هـــــــــــامة :-

عندما يرتفع الجسم لأعلى تزداد طاقة الوضع و عندما يهبط لأسفل تقل طاقة الوضع .

➤➤ استنتاج طاقة الوضع لجسم :

عند رفع جسم كتلته m مسافة رأسية h فإن الشغل المبذول W يتعين من العلاقة :

$$W = F\,h$$

حيث F القوة اللازمة لرفع الجسم لأعلى و تساوى وزنه w :

$$F = w = mg$$

$$\therefore\ W = mg\,h$$

∵ الشغل المبذول يختزن فى صورة طاقة وضع . P. E :

$$\therefore\ P.E. = m\,g\,h$$

★ أمثلة على طـــــاقة الوضع :

1 – طاقة وضع مختزنة فى الإلكترونات داخل البطارية .
2 – طاقة وضع مختزنة فى زنبرك مضغوط أو مشدود (طاقة وضع مرنة) .
3 – طاقة وضع مختزنة فى خيط مطاطى مشدود .
4 – طاقة وضع مختزنة فى جسم مرفوع لأعلى (طاقة وضع تثاقلية) .
5 – طاقة وضع مختزنة فى بندول مزاح عن وضع الاتزان .
6 – طاقة وضع مختزنة فى ماء مرتفع عن سطح الأرض .

❀ الفيزياء فى خدمة البيئة :

*** معظم الطاقات التى يستخدمها الإنسان تأتى من مصادر طاقة غير متجددة مثل : القحم الحجرى و البترول .**
و هى بالطبع مصادر غير نظيفة يتنتج عنها مواد ضارة بالبيئة و بصحة الإنسان .
و لذلك السبب هناك اتجاه عالمى نحو استخدام مصادر الطاقة الطبيعية مثل استخدام طاقة الرياح و مساقط المياه لتوليد الكهرباء للحصول على الطاقة و الحفاظ على البيئة .

أمثلة

(1) جسم كتلته 5 كجم ارتفاعه عن سطح الأرض 6 متر احسب طاقة وضعه . علماً بأن عجلة السقوط الحر 10 م / ث^2 .
[300 J]

(2) جسم كتلته 4 كجم ارتفاعه عن سطح الأرض 5 متر احسب طاقة وضعه . علماً بأن عجلة السقوط الحر 9.8 م / ث^2 .
[196 J]

(3) جسم طاقة وضعه 120 جول و كتلته 2 كجم احسب ارتفاعه عن سطح الأرض . علماً بأن عجلة السقوط الحر 10 م / ث^2 .
[6 m]

(4) جسم طاقة وضعه 80 جول و ارتفاعه عن سطح الأرض 1 متر احسب كتلته .
علماً بأن عجلة السقوط الحر 10 م / ث^2 . **[8 Kg]**

(5) جسم طاقة وضعه 100 جول و كتلته 5 كجم احسب ارتفاعه عن سطح الأرض .
علماً بأن عجلة السقوط الحر 10 م / ث^2 . **[2 m]**

(6) احسب الزيادة فى طاقة الوضع لشخص كتلته 70 كجم تسلق جبلاً إلى ارتفاع 60 متر .
علماً بأن عجلة السقوط الحر 10 م / ث^2 . **[42000 J]**

(7) احسب كتلة جسم عند سطح الأرض إذا علمت أن طاقة وضعه عند نقطة على بعد 5 متر من سطح الأرض تساوى 980 جول علماً بأن عجلة السقوط الحر 9.8 م / ث^{2} . [20 Kg]

(8) احسب الزيادة فى طاقة الوضع لشخص كتلته 55 كجم تسلق جبلاً إلى ارتفاع 200 متر . علماً بأن عجلة السقوط الحر 10 م / ث^{2} . [110000 J]

(9) جسم كتلته 2 كجم يسقط من ارتفاع 120 متر فاحسب طاقة وضع الجسم فى الحالات الآتية :
1 – عندما يبدأ فى السقوط .
2 – عندما يهبط مسافة 40 متر .
3 – قبل أن يصل لسطح الأرض مباشرة .
علماً بأن عجلة السقوط الحر 9.8 م / ث^{2} . [2352 J ، 1568 J ، صفر]

(10) جسم كتلته 5 كجم قذف رأسياً لأعلى بسرعة 80 م / ث فاحسب طاقة وضعه بعد مرور 5 ثوانى . علماً بأن عجلة السقوط الحر 10 م / ث^{2} . [13750 J]

(11) جسم كتلته 1.5 كجم قذف رأسياً لأعلى بسرعة 24.5 م / ث حتى وصلت سرعته 4.9 م / ث . فاحسب طاقة وضعه عند هذه النقطة . علماً بأن عجلة السقوط الحر 10 م / ث^{2} . [432.18 J]

(12) جسم طاقة وضعه 5 أمثال وزنه سقط سقوطاً حراً حتى وصل سطح الأرض احسب الزمن اللازم لذلك . علماً بأن عجلة السقوط الحر 10 م / ث^{2} . [ثانية واحدة]

(13) جسم طاقة وضعه 8 أمثال كتلته سقط سقوطاً حراً حتى وصل سطح الأرض احسب سرعة وصوله للأرض . علماً بأن عجلة السقوط الحر 10 م / ث^{2} . [4 م / ث]

(14) جسم كتلته 5 كجم يسقط سقوطاً حراً من ارتفاع 2 متر فاحسب طاقة حركته عندما يرتطم بالأرض . و أثبت أنها تساوى طاقة وضعه فى بداية سقوطه علماً بأن عجلة السقوط الحر 10 م / ث^{2} . [100 J]

(15) جسم طاقة وضعه 120 جول و كتلته 2 كجم احسب ارتفاعه عن سطح الأرض . علماً بأن عجلة السقوط الحر 10 م / ث^{2} . [6 كجم]

(16) تسلق رياضى وزنه 700 جول جبلاً إلى ارتفاع 200 متر من سطح الأرض أوجد الشغل الذى بذله . [14×10^{4} J]

(17) جسم كتلته 2 كجم طاقة حركته عند سطح الأرض 400 جول احسب طاقة وضعه عند أقصى إرتفاع يصل إليه . علماً بأن عجلة السقوط الحر 10 م / ث^{2} . [400 J]

(18) جسم كتلته 1 كجم طاقة حركته عند سطح الأرض 100 جول احسب طاقة وضعه عند منتصف أقصى إرتفاع يصل إليه . علماً بأن عجلة السقوط الحر 10 م / ث^{2} . [50 J]

(19) قذف جسم إلى أعلى بسرعة ابتدائية قدرها 10 م / ث فإذا كانت طاقة وضعه عند أقصى ارتفاع 1000 جول . احسب كتلة هذا الجسم . اعتبر عجلة السقوط الحر 10 م / ث^{2} . [20 Kg]

(20) جسم طاقة وضعه 5 أمثال وزنه أوجد ارتفاعه عن سطح الأرض . [5 m]

الفصل الثانى

قانون بقاء الطاقة

تعريف قانون بقاء الطاقة : **الطاقة لا تفنى و لا تستحدث من العدم و لكن يمكن تحويلها من صورة لأخرى .**

تعريف الطاقة الميكانيكية : **مجموع طاقتى الوضع و الحركة لجسم .**

قانون بقاء الطاقة الميكانيكية

تعريف قانون بقاء الطاقة الميكانيكية : **مجموع طاقتى الوضع و الحركة لجسم يساوى مقداراً ثابتاً .**

الإثبات الرياضى لقانون بقاء الطاقة الميكانيكية :

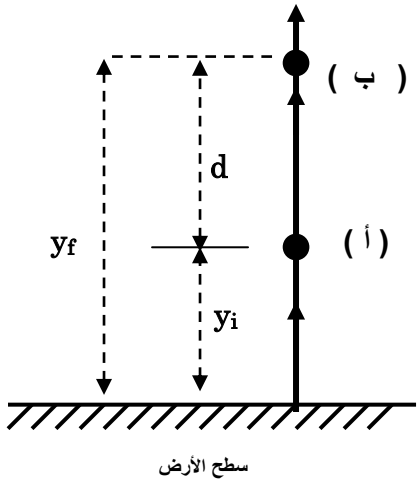
عندما نقذف جسماً كتلته (m) من نقطة (أ) بسرعة ابتدائية (V_i) فى عكس اتجاه مجال الجاذبية ليصل على النقطة (ب) بسرعة نهائية (V_f) حيث المسافة بين النقطتين (أ) , (ب) تساوى (d) من معادلات الحركة :

$$V_f^2 = V_i^2 + 2\,a\,d$$

أى $$V_f^2 - V_i^2 = 2\,a\,d$$

و حيث أن الجسم يتحرك لأعلى عكس الجاذبية فإن $a = -g$

$$V_f^2 - V_i^2 = -2\,g\,d$$



و بضرب طرفى المعادلة فى ($\frac{1}{2}$ m)

$$\therefore \frac{1}{2} m V_f^2 - \frac{1}{2} m V_i^2 = -m g d$$

بالتعويض عن قيمة d حيث ($d = y_f - y_i$)

$$\therefore \frac{1}{2} m V_f^2 - \frac{1}{2} m V_i^2 = -m g \left(y_f - y_i \right)$$

$$\therefore \frac{1}{2} m V_f^2 - \frac{1}{2} m V_i^2 = -m g y_f + m g y_i$$

و بإعادة ترتيب المعادلة ينتج أن

$$\therefore \boxed{m g y_f + \frac{1}{2} m V_f^2 = m g y_i + \frac{1}{2} m V_i^2}$$

أى مجموع طاقتى الوضع و الحركة عند (أ) = مجموع طاقتى الوضع و الحركة عند (ب) و هذا يحقق قانون بقاء الطاقة الميكانيكية

أمثلة لتحول طاقة الوضع إلى طاقة حركة والعكس :

① – **عربة الملاهى حيث تبلغ طاقة الوضع أكبر ما يمكن عند أعلى موضع ثم تتحول إلى طاقة حركة عندما تهبط .**
② – **لاعب الوثب العالى حيث يختزن اللاعب طاقة وضع فى الزانة أثناء الوثب العالى فى ألعاب القوى و تتحول إلى طاقة حركة .**
③ – **تختزن طاقة وضع فى قوس مشدود و عند تحرر القوس ينطلق السهم بطاقة حركة كبيرة .**
④ – **و بالمثل المطرقة و البندول و شلالات المياة و .....**

ملاحظـــــــــــات هـــــــــــامة جـــداً جـــداً :-

① – **عندما يقذف الجسم لأعلى تزداد طاقة الوضع و تقل طاقة حركته و تظل طاقته الميكانيكية ثابتة .**
② – **و عندما يهبط لأسفل تقل طاقة الوضع و تزداد طاقة حركته و تظل طاقته الميكانيكية ثابتة أيضاً .**
③ – **و عند سطح الأرض تكون طاقة الوضع = صفر و تصبح الطاقة الميكانيكية = طاقة الحركة فقط .**

④ – و عند أقصى ارتفاع تكون طاقة الحركة = صفر و تصبح الطاقة الميكانيكية = طاقة الوضع فقط .

⑤ – و تتساوى طاقتى الوضع و الحركة عند منتصف أقصى ارتفاع يصل اليه الجسم .

تجربة عملية : قانون بقاء الطاقة

✪ الغرض من التجربة :

إثبات أن : الطاقة الميكانيكية = طاقة الوصع + طاقة الحركة = مقدر ثابت .

✪ الادوات :

كرة تنس .
شريط لاصق .
ميزان رقمى .
ساعة إيقاف .

✪ الخطوات :

① عين كتلة كرة التنس بالجرام باستخدام الميزان الرقمى ثم حولها إلى الكيلو جرام .

② الصق قطع شريط لاصق على الحائط على ارتفاعات مختلفة (1 م ، 2 م ، 2.5 م) على الترتيب .

③ اسقط كرة التنس من أول ارتفاع و عين الزمن اللازم لوصولها لسطح الأرض .

④ كرر المحاولة السابقة عدة مرات .

⑤ كرر الخطوتين السابقتين لجميع الإرتفاعات و سجل النتائج فى جدول :

⑥ احسب طاقة الوضع عند كل ارتفاع من العلاقة : $P.E. = m g h$

⑦ احسب السرعة النهائية V_f للكرة لحظة اصطدامها بالأرض باستخدام المعادلة الأولى للحركة : $V_f = V_i + a t$

حيث $V_i = 0$ لأن الكرة سقطت من السكون .

⑧ احسب طاقة حركة الكرة لحظة اصطدامها بالأرض من العلاقة : $K.E = \frac{1}{2} m V^2$

⑨ سجل النتائج فى جدول .

✪ الإستنتاج :

① بزيادة الإرتفاع تزداد طاقة الوضع .

② طاقة الوضع عند أقصى ارتفاع = طاقة الحركة عند سطح الأرض = الطاقة الميكانيكية .

أى أن : الطاقة الميكانيكية = طاقة الوضع + طاقة الحركة = مقدار ثابت .

أمثلة

(1) جسم كتلته 5 كجم يسقط من ارتفاع 80 متر فاحسب كلاً من طاقة وضع الجسم و طاقة حركته و طاقته الميكانيكية فى الحالات الآتية :

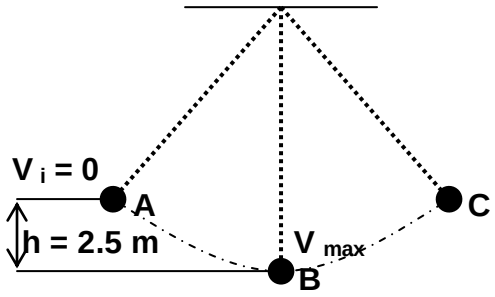
1 – عندما يبدأ فى السقوط .
2 – عندما يهبط مسافة 30 متر .
3 – قبل أن يصل لسطح الأرض مباسرة .

علماً بأن عجلة السقوط الحر 10 م / ث^2 .

[4000 J ، صفر، 4000 J ، 2500 J ، 1500 J ، 4000 J ، صفر ، 4000 J ، 4000 J]

(2) جسم كتلته 4 كجم قذف رأسياً لأعلى بسرعة 70 م / ث فاحسب طاقة حركته و طاقة وضعه و طاقته الميكانيكية بعد مرور 3 ثوانى . علماً بأن عجلة السقوط الحر 10 م / ث^2 . [3200 J ، 6600 J ، 9800 J]

(3) يبين الشكل المقابل كرة معلقة بخيط تتأرجح بشكل حر فى مستوى محدد فإذا كانت كتلة الكرة 4 Kg و مقاومة الهواء مهملة .
فما أقصى سرعة تبلغها الكرة أثناء تأرجحها ؟
علماً بأن عجلة السقوط الحر 9.8 م / ث^2 [7 m / s]



(4) كرة كتلتها 200 g تسقط من ارتفاع 100 m احسب الطاقة الميكانيكية للكرة عندما تسقط نصف المسافة .
مع إهمال مقومة الهواء . [200 J]

(5) جسم كتلته 2 كجم يسقط من ارتفاع 100 متر فاحسب كلاً من طاقة وضع الجسم و طاقة حركته و طاقته الميكانيكية فى الحالات الآتية :
1 – عندما يبدأ فى السقوط .
2 – عندما يهبط مسافة 20 متر .
3 – قبل أن يصل لسطح الأرض مباسرة .
علماً بأن عجلة السقوط الحر 10 م / ث^2 .

[2000 J ، صفر، 2000 J ، 1600 J ، 400 J ، 2000 J ، صفر ، 2000 J ، 2000 J]

قديماً كانت الفـــيزياء تمثل ☠ رعباً للطالب ..... أما الآن معنا أصبحت لها طعم آخر
أسلوب جديد لعرض الفيزياء بعيداً عن التعقيد

الأستاذ / مجدى عامر
email : magdy.amer@yahoo.com

تمت بحمد الله و توفيقه و هى هدية لكل طالبى العلم

مدرسة اون لاين

www.madrsa-online.com