

مذكرة اطار



فيزياء
الصف الأول الثانوي

Mr. Mahmoud Ragab

معالم أول الابتدائي

مدرسة آل السعيد الثانوية

شبرا صورة

اسم الطالب



مقدمة

مرحباً بك عزيزى طالب الصف الأول الثانوى و تهنئة من القلب على إجتيارك المرحلة الإعدادية بنجاح و نتمنى لك كل التوفيق فى هذه المرحلة الجديدة من حياتك العلمية و التى أحد أهدافها مساعدتك على إكتساب الميول سواء كانت علمية أو أدبية من أجل ذلك كان لابد من إنفصال مادة العلوم إلى ثلاثة أقسام هى الكيمياء و الفيزياء و الأحياء حتى يتسنى لك التمييز بينها و بالتالى تتضح الرؤية أمامك لتحديد مستقبلك .

فتعالى نتعرف على علم الفيزياء من خلال هذا المنهج و مذكرة المنار مع أطيب أمنياتى بالنجاح و التوفيق .

أهم أسباب التفوق فى الشهادات الثانوية (إن شاء الله)

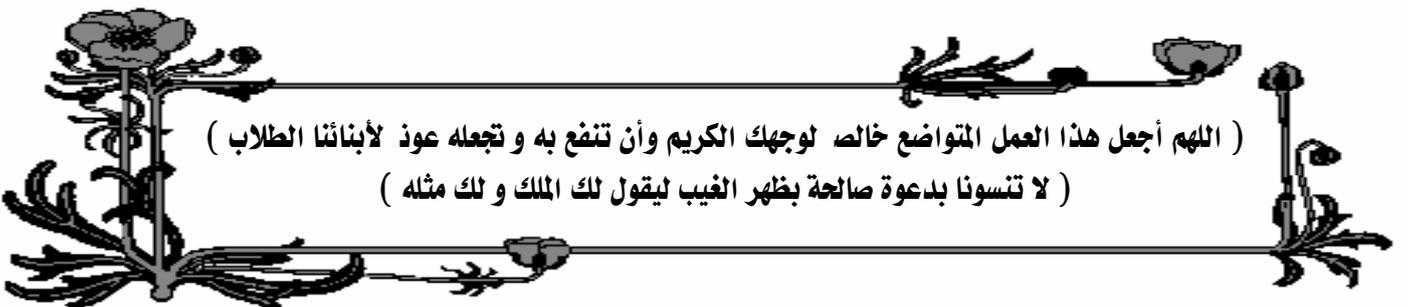
- 1 النقى : يجب على الطالب أن يثق بالله عزو جل فى أفعاله و أقواله حتى يحصل على العلم عملاً بقوله تعالى " و اتقوا الله و يعلمكم الله " لذلك يجب عليه تبعاً لذلك ترك الطعاصى و النوبة إلى الله نوبة نصوحاً.
- 2 المحافظة على الصلاة فى أوقانها خاصة صلاة الفجر .
- 3 اللجوء لله بكثرة الدعاء له و التوكل عليه فى النوفيق فى المذاكرة و تحصيل العلم.
- 4 تنظيم الوقت جيداً و عمل جدول أسبوعى للمذاكرة بحيث تكون هناك ساعات فى اليوم لمذاكرة الدروس الجديدة و عمل الواجبات و ساعات أخرى لمراجعة القديم ، كما يراعى فى التنظيم أن تراجع كل مادة على الأقل مرة واحدة فى الأسبوع.
- 5 قبل المذاكرة اقرأ و لو صفحة واحدة من القرآن الكريم بتركيز شديد و تمعن و تدبر حتى يكون ذهنك صافياً و بعد ذلك يبدأ عقلك فى التركيز فى تحصيل العلم فقط دون تشويش من أى مؤثر خارجى .
- 6 ابدأ المذاكرة بدعاء قبل المذاكرة و اتمها بدعاء بعد المذاكرة .
- 7 أثناء المذاكرة حاول أن تستخدم عدة طرق لتثبيت المعلومات كالتالى : اقرأ الجزء الذى ستذاكره كاملاً أول مرة ثم قم بتقسيمه إلى عدة عناوين و أجزاء ثم ذكّر كل جزء على حدة بالصوت العالى مرة و بالقراءة مرة و بالكتابة مرة أخرى ثم ذكّر جميع الأجزاء معاً ثم قم بحل بعض الأسئلة على الدرس كاملاً .

دعاء قبل المذاكرة

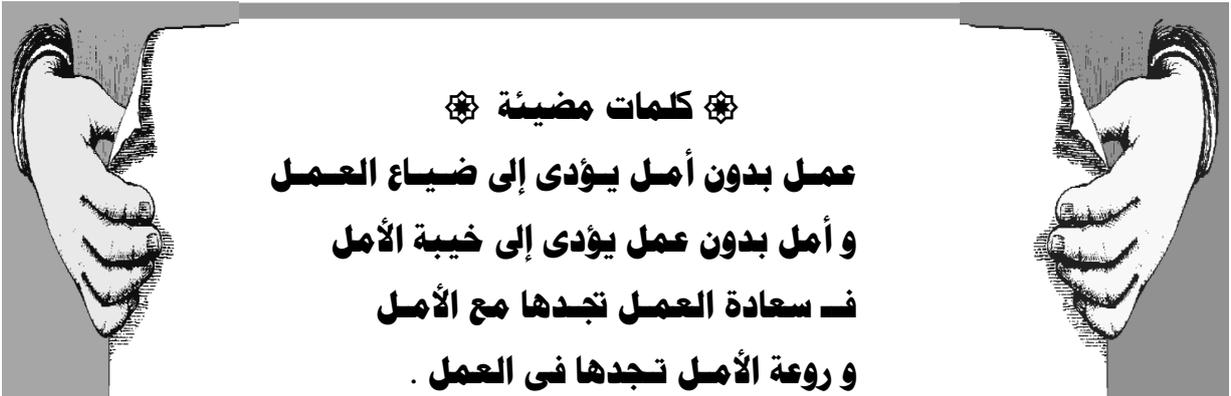
اللهم إني أسألك فهم النبيين و حفظ المرسلين و إلهام المطالكة المقربين ، اللهم اجعل ألسنتنا عامرة بذكرك و قلوبنا جاشية و أسرارنا بطاعتك إنك على كل شئ قدير و حسبنا الله و نعم الوكيل "

دعاء بعد المذاكرة

اللهم إني أسئدك ما قرأت و ما حفظت فرده على عند حاجتي إليه يا رب العالمين "



الباب الأول



❖ كلمات مضيئة ❖

عمل بدون أمل يؤدي إلى ضياع العمل
و أمل بدون عمل يؤدي إلى خيبة الأمل
ف سعادة العمل تجدها مع الأمل
وروعة الأمل تجدها في العمل .



القياس الفيزيائي

Physical Measurement

الفصل الأول

القياس

عملية مقارنة كمية مجهولة بكمية أخرى من نوعها (تسمى وحدة القياس) لمعرفة عدد مرات احتواء الأولى على الثانية .

ما أهمية القياس : تحول مشاهدتنا إلى مقادير كمية يمكن التعبير عنها بواسطة الأرقام .

مثال : عندما نقول شخص درجة حرارته مرتفعة فهذا تعبير غير دقيق لكن عندما نقول شخص درجة حرارته 40°C فهذا تعبير دقيق .

العناصر الرئيسية للقياس :



- 1- الكميات الفيزيائية المراد قياسها . ← **مثال** : قياس طول الفصل
- 2- أدوات القياس اللازمة . ← **مثال** : المتر الشريطي
- 3- وحدات القياس المستخدمة (الوحدات المعيارية) ← **مثال** : المتر

بعض أمثلة الكميات الفيزيائية

كل ما يمكن قياسه يطلق عليه كمية فيزيائية مثل : الطول – الوزن – ضغط الدم – معدل دقات القلب – درجة الحرارة

أولاً : الكميات الفيزيائية Physical Quantities

تقسم الكميات الفيزيائية إلى :

كميات فيزيائية مشتقة

هي كميات فيزيائية تعرف بدلالة الكميات الفيزيائية الأساسية .

أو : كميات يمكن اشتقاقها من كميات فيزيائية أساسية .
مثل : السرعة – العجلة – الحجم .

تطبيق : مساحة المستطيل = الطول × العرض

كميات فيزيائية أساسية

هي كميات فيزيائية لا تعرف بدلالة كميات فيزيائية أخرى .

أو : كميات لا يمكن اشتقاقها من كميات فيزيائية أخرى .
مثل : الطول – الكتلة – الزمن .

تطبيق : طول القلم 20 cm

تكامل الفيزياء مع الرياضيات : يتم التعبير عن الكميات الفيزيائية وعلاقتها ببعضها بالمعادلات الرياضية .

◆ المعادلات الرياضية الفيزيائية : صورة مختصرة لتوصيف فيزيائي ذات مدلول معين يسمى المعنى الفيزيائي .

الإجابة	علل لما يأتي
لأنه لا يعرف بدلالة كميات فيزيائية أخرى	الطول من الكميات الفيزيائية الأساسية
لأنها تعرف بدلالة كميات فيزيائية أساسية	القوة كمية مشتقة

كَلْ حُزْنٍ سَيَذْهَبُ كُلُّ مَكْسُورٍ سَيُجْرَى لَا يَنْزِلُ اللَّهُ قَلْبًا يَرْفُفُ تَحْتَ سَمَانِهِ ضَائِعًا دُونَ مَلْجَأِ اللَّهِ مُنْشِرْخُ صِدْرُونَا وَ بَسْرَ أُمُورِنَا .



الأنظمة التي تعدد الكميات الفيزيائية الأساسية و وحدات قياسها

يوجد في العالم عدة أنظمة لتحديد الكميات الفيزيائية الأساسية و وحدات قياسها منها : النظام الفرنسى – النظام البريطانى – النظام المترى و الذى تم تطويره ليصبح النظام الدولى المعاصر (النظام المترى المعاصر)

الكمية الأساسية	النظام الفرنسى (جاوس) (C.G.S)	النظام البريطانى (F.P.S)	النظام المترى المعاصر (الدولى) (M.K.S)
الطول	السنتمتر (cm)	القدم	المتر (m)
الكتلة	الجرام (g)	الباوند (450 g)	الكيلوجرام (kg)
الزمن	الثانية (s)	الثانية (s)	الثانية (s)

النظام الدولى للوحدات

تم إضافة 4 وحدات للنظام المترى السابق و أصبح على الصورة :

الكمية الفيزيائية	الوحدة في النظام الدولى	الكمية الفيزيائية	الوحدة في النظام الدولى
الطول	متر m	شدة الإضاءة	كانديلا cd
الكتلة	كجم Kg	شدة التيار الكهربى	أمبير A
الزمن	ثانية s	كمية المادة	مول mol
درجة الحرارة المطلقة	كلفن K		

و هناك وحدتان إضافيتان هما :

- ١- راديان Radian : لقياس الزاوية المسطحة .
٢- استرديان Steradian : لقياس الزاوية المجسمة .



ثانياً : أدوات القياس Measurement Tools

في الماضى اتخذ الإنسان من : ① أجزاء جسمه وسيلة لقياس الطول مثل : الذراع – كف اليد .
② الظواهر الطبيعية وسائل لقياس الزمن مثل : شروق و غروب الشمس – دورة القمر

حديثاً : تطورت و تنوعت أدوات و أساليب القياس فى كل دولة (علل) نتيجة التطور الصناعى الهائل .

بعض أدوات القياس قديماً و حديثاً

الكمية	أداة القياس
الطول	الشريط المترى – المسطرة – القدمة ذات الورنية – الميكرومتر
الكتلة	ميزان رومانى – ميزان ذو الكفتين – ميزان ذو الكفة الواحدة – ميزان رقمى
الزمن	ساعة رملية – ساعة البندول – ساعة الإيقاف – ساعة رقمية



ثالثاً: وحدات القياس Measurement Units

أهمية وحدات القياس :

لكل كمية فيزيائية (أساسية أو مشتقة) وحدة قياس تميزها فلا يمكن ذكر أعداد أو أرقام مجردة دون تحديد الوحدة التي تقاس بها تلك الكمية (**علل**) لأن أي مقدار بدون تمييز ليس له معنى .

طول جسم = 4 cm

لها معنى لأن لها وحدة قياس تميزها

طول جسم = 4

ليس لها معنى لأنها بدون وحدة قياس تميزها

الإجابة	علل لما يأتي
لأنه بدون استخدام وحدات القياس تصبح عملية القياس عديمة المعنى .	أهمية وحدات القياس . أو : لا تكفى الأرقام للتعبير عن الكميات الفيزيائية .

الوحدات المعيارية (المرجعية) Standard Units



مقدار محدد من كمية فيزيائية معينة تستخدم لنقارن بها الكميات الفيزيائية التي من نوعها و تتميز بـ :
الدقة – الثبات – مقاومة التلف .

أولاً : معيار الطول (المتر)

أول من استخدم المتر كمعيار للطول الفرنسيون .

المتر العياري

المسافة بين علامتين محفورتين عند نهايتي ساق من سبيكة البلاتين و الأيريديوم محفوظة عند صفر سيلزيوس .

الإجابة	علل لما يأتي
لأن الزجاج يتأثر بالتغيرات في درجة الحرارة بعكس سبيكة (البلاتين – الأيريديوم) .	لا يستخدم طول مماثل للمتر العياري من الزجاج كوحدة عيارية لقياس الطول بدلاً من سبيكة (البلاتين – الأيريديوم) .

ثانياً : معيار الكتلة (الكيلوجرام)

الكيلوجرام العياري

يساوي كتلة اسطوانة من سبيكة (البلاتين و الأيريديوم) ذات أبعاد محددة محفوظة عند صفر سلزيوس .

ثالثاً : معيار الزمن (الثانية)

- تم تحديدها في العصور القديمة فقد كان الليل والنهار واليوم الوسيلة للحصول علي مقياس ثابت وسهل لوحدة الزمن

اليوم = $24 \times 60 \times 60 = 86400$ ثانية

◆ الثانية : تساوي $\frac{1}{86400}$ من اليوم الشمسي المتوسط .



معلومة إضافية :

اتفق العلماء على استبدال الثانية بثابت ذرى هو الثانية بساعة السيزيوم الذرية وهى الفترة الزمنية اللازمة لينبعث من ذرة السيزيوم 133 عدد من الموجات يساوى 9192631700 موجة .

أهمية استخدام الساعات الذرية :

- دراسة عدد كبير من المسائل ذات الأهمية العلمية والعملية مثل :
- (أ) تحديد مدة دوران الأرض حول نفسها (تحديد زمن اليوم) .
- (ب) مراجعات لتحسين الملاحة الأرضية والجوية .
- (ج) تدقيق رحلات سفن الفضاء لإكتشاف الكون .

⚡ **الخط:** تستخدم الساعات الذرية كوحدة عيارية لقياس الطول (علل) لأنها أكثر دقة .



معادلة الأبعاد Dimensional Formula

التعبير عن الكميات الفيزيائية المشتقة بدلالة أبعاد الكميات الفيزيائية الأساسية .

⚡ **الخط:**

- يستخدم في معادلة الأبعاد ثلاث رموز أساسية الطول (L) - الكتلة (M) - الزمن (T) .

- تستخدم معادلة الأبعاد في التعبير عن معظم الكميات المشتقة بدلالة أبعاد الكميات الأساسية وهى الطول والكتلة والزمن مرفوع كل منهم لأس معين c , b , a ويكتب التعبير الناتج على الصورة الآتية : $A = L^{+a} M^{+b} T^{+c}$ حيث A الكمية الفيزيائية .

مثال:

السرعة هى معدل تغير المسافة بالنسبة للزمن أي تساوى $\frac{\text{المسافة}}{\text{الزمن}}$ فتكون معادلة أبعاد السرعة هى $L T^{-1} \leftarrow \frac{L}{T}$

الملاحظة	مثال
- تستخدم معادلة الأبعاد في تعيين وحدات قياس الكميات الفيزيائية وذلك بالتعبير عن معادلة الأبعاد بالوحدات المناسبة.	السرعة معادلة الأبعاد لها $L T^{-1}$ فتكون وحدة قياسها ms^{-1} أو m/s .
- الأعداد والكسور والثوابت العددية مثل π ليس لهم أبعاد .	حجم الكرة يحسب من العلاقة $\frac{4}{3} \pi r^3$ و معادلة أبعاده هى : L^3
عند جمع أو طرح كميتين فيزيائيتين يشترط أن يكونا من نفس النوع أي لهما نفس معادلة الأبعاد - لهما نفس وحدة القياس	لا يمكن جمع أو طرح كتلة 2 kg مع مسافة 2 m .
إذا كانت وحدات القياس مختلفة لكميتين من نفس النوع نحول وحدة قياس أحدهما إلى وحدة قياس الأخرى .	لا يمكن جمع أو طرح مسافة 20 cm مع مسافة 2 m إلا بعد التحويل كالتالى : $200 \text{ cm} + 20 \text{ cm}$.
- يمكن ضرب أو قسمة كميات فيزيائية مختلفة " ليس لهم نفس معادلة الأبعاد " فتحصل على كمية فيزيائية جديدة .	عند قسمة المسافة على الزمن نحصل على السرعة .
الدوال المثلثية ليس لهم أبعاد .	أبعاد $V \sin \theta$ هى $L T^{-1}$



أهمية معادلة الأبعاد :

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

الإجابة	علل لما يلي
لغياب الثوابت الفيزيائية من معادلة الأبعاد .	وجود نفس معادلة الأبعاد على طرفي المعادلة لا يضمن صحتها .
لأنهما كميتين فيزيائيتين مختلفتين " ليس من نفس النوع أى ليس لهما نفس معادلة الأبعاد " .	لا يمكن جمع كتلة 2kg مع مسافة 2m .

الحظ :

وجود نفس معادلة الأبعاد على طرفي المعادلة لا يضمن صحتها و لكن اختلافها على طرفي المعادلة يؤكد خطأها .

أبعاد بعض الكميات الفيزيائية

معادلة الأبعاد	وحدة القياس	علاقتها مع الكميات الأخرى	الكميات الفيزيائية
$L \times L = L^2$	m^2	الطول \times العرض	المساحة A
$L \times L \times L = L^3$	m^3	الطول \times العرض \times الارتفاع	الحجم V_{OL}
$M \div L^3 = M L^{-3}$	Kg/m^3	الكتلة \div الحجم	الكثافة ρ
$M \times L T^{-2} = M L T^{-2}$	$Kgm/s^2 = N$	الكتلة \times العجلة	القوة F
$M L T^{-2} \times L = M L^2 T^{-2}$	$Kgm^2/s^2 = N.m = J$	القوة \times المسافة	الشغل (الطاقة) W
$M L^2 T^{-2} \div T = M L^2 T^{-3}$	$Kgm^2/s^3 = N.m/s = J/s = w$	الشغل \div الزمن	القدرة P

أمثلة محلولة

١- اثبت صحة العلاقة : طاقة الحركة = $\frac{1}{2}$ الكتلة \times مربع السرعة ($KE = \frac{1}{2} mv^2$) علماً بأن أبعاد الطاقة $M L^2 T^{-2}$.

الحل : معادلة أبعاد الطرف الأيمن (طاقة الحركة) هي $M L^2 T^{-2}$

معادلة أبعاد الطرف الأيسر ($\frac{1}{2}$ الكتلة \times مربع السرعة) هي : $M \times (L^2 \div T^2) \leftarrow M L^2 T^{-2}$

أبعاد الطرفين متشابهة الإستنتاج : المعادلة صحيحة .

٢- أحد الأشخاص أقترح أن حجم الأسطوانة يتعين من العلاقة ($V_{oi} = \pi r h$) حيث r نصف قطر قاعدة الأسطوانة و h ارتفاع الأسطوانة استخدم معادلة الأبعاد لتتحقق من صحة هذه العلاقة .

الحل : معادلة أبعاد الطرف الأيمن : طول \times طول ($\pi r h$) هي $L^2 \leftarrow L \times L$

معادلة أبعاد الطرف الأيسر : الحجم (V_{oi}) هي : L^3

أبعاد الطرفين غير متشابهة الإستنتاج : المعادلة غير صحيحة .

تدريب :

تخضع حركة جسم تحت تأثير الجاذبية للعلاقة التالية : $V_f = V_i + gt$ حيث g هي عجلة الجاذبية الأرضية و t الزمن و V_f السرعة النهائية و V_i السرعة الابتدائية إثبت صحة هذه العلاقة باستخدام معادلات الأبعاد .





مضاعفات و كسور الوحدات فى النظام العالمى

الصيغة المعيارية لكتابة الأعداد :

التعبير عن القيم الكبيرة جداً و الصغيرة جداً لمقادير الكميات الفيزيائية باستخدام الرقم 10 مرفوعاً لأس معين .

(١) **الأرقام الكبيرة جداً** : نعبر عن الأرقام الكبيرة جداً باستخدام الرقم 10 مرفوعاً لأس إشارته موجبة .
مثال : المسافة بين النجوم حوالى $100\ 000\ 000\ 000\ 000\ 000\ m$ فتكتب بالصيغة المعيارية $1 \times 10^{17} m$

(٢) **الأرقام الصغيرة جداً** : نعبر عن الأرقام الصغيرة جداً باستخدام الرقم 10 مرفوعاً لأس إشارته سالبة .
مثال : المسافة بين الذرات حوالى $0,000000001 m$ فتكتب بالصيغة المعيارية لكتابة الأعداد $1 \times 10^{-9} m$

- يسمى المعامل $10^{\pm x}$ بأسماء محددة اتفق العلماء عليها وهى كما فى الجدول :

أمثلة للتحويل

الرمز	المسمى	المعامل
n	نانو	10^{-9}
μ	ميكرو	10^{-6}
m	ملى	10^{-3}
c	سنتى	10^{-2}
k	كيلو	10^3
M	ميغا	10^6
G	جيجا	10^9

مثال : خزان يبلغ حجم الماء فيه $9 m^3$ أوجد حجم الماء :

◆ بوحدة cm^3 : (الإجابة : $9 \times 10^6 cm^3$)

◆ بوحدة mm^3 : (الإجابة : $9 \times 10^9 mm^3$)

◆ بوحدة μm^3 : (الإجابة : $9 \times 10^{18} \mu m^3$)

◆ بوحدة nm^3 : (الإجابة : $9 \times 10^{27} nm^3$)

◆ بوحدة km^3 : (الإجابة : $9 \times 10^{-9} km^3$)

◆ بوحدة Mm^3 : (الإجابة : $9 \times 10^{-18} Mm^3$)

◆ بوحدة Gm^3 : (الإجابة : $9 \times 10^{-27} Gm^3$)

مثال : تيار كهربى شدته $7 mA$ عبر عن شدة التيار بوحدة μA (الإجابة : $7 \times 10^3 \mu A$)

مثال : فرق جهد يساوى $5 mV$ عبر عن فرق الجهد بوحدة nV (الإجابة : $5 \times 10^6 nV$)

أنواع القياس

وجه المقارنة	القياس المباشر	القياس غير المباشر
عدد عمليات القياس	يتم فيه استخدام عملية قياس واحدة	يتم فيه استخدام أكثر من عملية قياس
عدد أدوات القياس	يتم فيه استخدام أداة قياس واحدة	يتم فيه استخدام أكثر من أداة 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 المخبر المدرج . - قياس كثافة سائل باستخدام جهاز الهيدروميتر .	- قياس كثافة سائل بتعيين كتلته بالميزان و تعيين حجمه بالمخبر المدرج ثم حساب الكثافة بقسمة الكتلة ÷ الحجم . - قياس الحجم بقياس الطول و العرض و الارتفاع ثم ضرب الطول × العرض × الارتفاع



خطأ القياس Measurement Error



لا يمكن أن تتم عملية القياس بدقة % 100 و لابد من وجود نسبة و لو بسيطة من الخطأ .

أسباب وجود خطأ في القياس :

(١) استخدام أداة قياس غير مناسبة .

مثال : استخدام الميزان المعتاد بدل الميزان الحساس لقياس كتلة خاتم ذهبي .

(٢) وجود خلل في أداة القياس .

مثال : الأميتر قد يكون : قديم – المغناطيس بداخله أصبح ضعيف أو خروج مؤشر الأميتر عن صفر التدريج .

(٣) إجراء القياس بطريقة خطأ .

مثال : عدم معرفة استخدام الأجهزة متعددة التدريج مثل الملتيميتر أو النظر إلى المؤشر أو التدريج بزاوية بدل من أن

يكون خط الرؤية عمودياً على الأداة (

٤) عوامل بيئية .

مثال : درجات حرارة أو الرطوبة أو التيارات الهوائية .

الإجابة	علل لما يلي
لعدة أسباب منها : وجود خلل في أداة القياس – استخدام أداة قياس غير مناسبة – إجراء القياس بطريقة خاطئة – عوامل البيئة .	لا يمكن أن تتم عملية القياس بدقة % 100 و لابد من وجود نسبة و لو بسيطة من الخطأ .
لأن التيارات الهوائية قد تؤدي إلى حدوث خطأ في عملية القياس عند استخدامه في قياس كتلة صغيرة .	يجب وضع الميزان الحساس داخل صندوق زجاجي .
لأن استخدام الميزان المعتاد سينتج عنه نسبة خطأ كبيرة في عملية القياس .	لا يصلح الميزان المعتاد في قياس كتلة خاتم صغير .
لتقليل نسبة الخطأ الذي ينتج من عملية القياس .	يفضل عند إجراء عملية قياس تكرار العملية عدة مرات .

حساب الخطأ في حالة القياس المباشر

* ما معنى أن : الخطأ المطلق في

قياس طول شارع 50 cm .

جـ : أن الفرق بين القيمة الحقيقية

و القيمة المقاسة لطول الشارع =

50 cm

الخطأ المطلق ΔX

هو الفرق بين القيمة الحقيقية X_0 و القيمة المقاسة X .

يحسب من العلاقة : $\Delta X = |X_0 - X|$

⚠️ **الحظ أن :**

- وضع الكميتين بين علامة المقياس | | يعني أن يكون الناتج دائماً بالموجب .

- الخطأ المطلق دائماً موجب (حتى لو كانت القيمة الحقيقية أقل من القيمة المقاسة) لأن المهم هو معرفة مقدار الخطأ

سواء كان بالزيادة أو النقصان فمثلاً $|8 - 1| = 8$

من قال سبحان الله و حمده نكذب له ألف حسنة او تحط عنه ألف سيئة .



الخطأ النسبي r

* **ما معنى أن :** الخطأ النسبي
 في قياس كتلة جسم 0,5 mg
 ج: أن النسبة بين الخطأ
 المطلق و القيمة الحقيقية لكتلة
 الجسم = 0,5 mg .

هو النسبة بين الخطأ المطلق ΔX إلى القيمة الحقيقية X_0

$$r = \frac{\Delta x}{x_0} = \frac{|x_0 - x|}{x_0}$$

يحسب من العلاقة :

الحظ :

- الخطأ النسبي أكثر دلالة على دقة القياس من الخطأ المطلق .
- يكون القياس أكثر دقة كلما كان مقدار الخطأ النسبي صغيراً .



الإجابة	علل لما يلي
لأن الخطأ النسبي يعبر عن النسبة بين الخطأ المطلق و القيمة الحقيقية للكمية المقاسة و بينما الخطأ المطلق يعبر عن الخطأ في القياس ككل .	الخطأ النسبي r هو الأكثر دلالة على مدى دقة القياس و ليس الخطأ المطلق ΔX .

حساب الخطأ في حالة القياس غير المباشر

طريقة حساب الخطأ في القياس غير المباشر تختلف تبعاً للعلاقة الرياضية المستخدمة (جمع - طرح - ضرب - قسمة) أثناء عملية القياس .

القسمة	الضرب	الطرح	الجمع
مثل قياس كثافة سائل بقياس كتلته و حجمه ثم إيجاد حاصل قسمة الكتلة على الحجم	مثل قياس مساحة مستطيل بقياس الطول و قياس العرض و إيجاد حاصل ضربيهما	مثل قياس حجم قطعة نقود بطرح حجم الماء في مخبر مدرج من حجم نفس الماء بعد وضع قطعة النقود في المخبر	مثل قياس حجم كميئين من سائل و جمع المقدارين
الخطأ النسبي في القياس = الخطأ النسبي في القياس الأول + الخطأ النسبي في القياس الثاني $r = r_1 + r_2$	الخطأ المطلق = الخطأ المطلق في القياس الأول + الخطأ المطلق في القياس الثاني $\Delta X = \Delta X_1 + \Delta X_2$		



المتر في الفيزياء للثانوية العامة

Mr.Mahmoud Ragab 0122-5448031





مثال :

قام طالب بقياس طول قلم عملياً و وجد أنه يساوي 9,9 cm و كانت القيمة الحقيقية لطول القلم تساوي 10 cm احسب الخطأ المطلق و الخطأ النسبي و عبر عن نتيجة عملية القياس .

الحل :



∴ القياس عملية واحدة (قياس مباشر) ∴ نحسب الخطأ المطلق و الخطأ النسبي مباشرة

الخطأ النسبي r

$$r = \frac{\Delta x}{x_0} = \frac{0,1}{10} = 0,01$$

الخطأ المطلق Δ X

$$\begin{aligned} \Delta X &= |X_0 - X| \\ &= |10 - 9,9| \\ &= 0,1 \text{ cm} \end{aligned}$$

∴ طول القلم يساوي : (10 ± 0,1) cm

مثال :

قام طالب بقياس طول الفصل عملياً ووجد أنه يساوي 9,13m و كانت القيمة الحقيقية لطول الفصل تساوي 9,11 m احسب الخطأ المطلق و الخطأ النسبي و عبر عن نتيجة عملية القياس .

الحل :



∴ القياس عملية واحدة (قياس مباشر) ∴ نحسب الخطأ المطلق و الخطأ النسبي مباشرة

الخطأ النسبي r

$$r = \frac{\Delta x}{x_0} = \frac{0,02}{9,11} = 0,0022$$

الخطأ المطلق Δ X

$$\begin{aligned} \Delta X &= |X_0 - X| \\ &= |9,11 - 9,13| \\ &= 0,02 \text{ m} \end{aligned}$$

∴ طول الفصل يساوي : (9,11 ± 0,02) m

من المثالين السابقين قياس طول الفصل أكثر دقة من قياس طول القلم لأن الخطأ النسبي في قياس طول الفصل أقل بالرغم من أن الخطأ المطلق في قياس طول الفصل أكبر من الخطأ المطلق في قياس طول القلم .

مثال :

في تجربة عملية لتعيين كمية فيزيائية L تتعين من جمع كميتين فيزيائيتين L₁ , L₂ إذا كانت L₁ = (5 ± 0,1) cm , L₂ = (5,8 ± 0,2) cm فاحسب قيمة L .

الحل :

∴ القياس عملية جمع كميتين فيزيائيتين (قياس غير مباشر) ∴ نحسب القيمة الحقيقية و الخطأ المطلق

الخطأ المطلق ΔL

$$\begin{aligned} \Delta L &= \Delta L_1 + \Delta L_2 \\ &= 0,1 + 0,2 \\ &= 0,3 \text{ cm} \end{aligned}$$

القيمة الحقيقية L₀

$$\begin{aligned} L_0 &= L_1 + L_2 \\ &= 5,2 + 5,8 \\ &= 11 \text{ cm} \end{aligned}$$

∴ قيمة L : (11 ± 0,3) cm



من قرأ الواقعة كل ليلة قبل أن ينام لقي الله عز و جده و وجهه كالقمر ليلة البدر .



مثال :

احسب الخطأ النسبي و الخطأ المطلق في قياس مساحة A مستطيل طوله $(6 \pm 0,1) m$ و عرضه $(5 \pm 0,2) m$

الحل :

∴ القياس عملية ضرب كميتين فيزيائيتين (قياس غير مباشر) ∴ نحسب القيمة الحقيقية و الخطأ النسبي

الخطأ النسبي r_A

$$r_A = r_a + r_b$$

$$r_A = \frac{0,1}{6} + \frac{0,2}{5}$$

$$= 0,017 + 0,04$$

$$= 0,057$$



القيمة الحقيقية A_0

$$A_0 = a \times b$$

$$= 6 \times 5$$

$$= 30 m^2$$

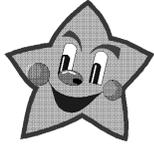
ثم نحسب الخطأ المطلق :

$$\rightarrow \therefore r_A = \frac{\Delta A}{A_0} \quad \therefore \Delta A = r_A \times A_0 = 0,057 \times 30 = 1,7 m^2$$

∴ قيمة مساحة المستطيل : $(30 \pm 1,7) m^2$

تدريب :

احسب الخطأ النسبي و المطلق في قياس حجم متوازي مستطيلات إذا كانت نتائج قياس أبعاده على النحو التالي :



القيمة الحقيقية cm	القيمة المقاسة cm	البعد
4,4	4,3	الطول X
3,5	3,3	العرض Y
3	2,8	الإرتفاع Z

قديمًا كانت الفيزياء تمثل ❗ رعبًا للطالب

أما الآن بحمد الله معنا أصبحت لها طعم آخر

أسلوب جديد لعرض الفيزياء بعيداً عن التعقيد

تحياتي الأستاذ / محمود رجب رمضان

email: mahmoudragabramadan@hotmail.com

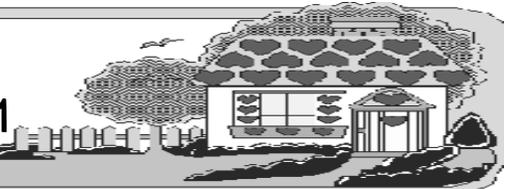
Watsapp: 01225448031

Facebook: <http://facebook.com/mahmoudragabramadan>



المتر في الفيزياء للثانوية العامة

Mr.Mahmoud Ragab 0122-5448031





الكميات القياسية و الكميات المتجهة

Scalar Quantities & Vector Quantities

الفصل الثاني

- إذا ذكرنا أن طول شارع 20 m نكون ذكرنا المقدار + وحدة القياس فهذه معلومة كاملة (الطول كمية قياسية) .
- إذا ذكرنا أن قطار يتحرك بسرعة 20 m/s نكون ذكرنا المقدار + وحدة القياس لكننا لم نذكر في أى إتجاه يتحرك القطار (شرقاً أم شمالاً أم) فهذه معلومة غير كاملة .
- إذا ذكرنا أن قطار يتحرك بسرعة 20 m/s شمالاً نكون ذكرنا المقدار + وحدة القياس + الإتجاه فبذلك يكتمل المعنى (السرعة كمية متجهة) .

كميات قياسية	كميات متجهة
كمية فيزيائية تعرف تماماً بمقدارها فقط و ليس لها اتجاه . مثل : المسافة - الكتلة - الزمن - درجة الحرارة .	كمية فيزيائية تعرف تماماً بمقدارها واتجاهها معاً . مثل : السرعة - الإزاحة - القوة - العجلة .



♦ **المسافة** : هي طول المسار المقطوع أثناء الحركة من موضع إلى آخر .

👉 **لاحظ أن** : عندما يقترن مقدار المسافة باتجاه الحركة يسمى ذلك بالإزاحة .

♦ **الإزاحة** : هي المسافة المستقيمة في اتجاه معين من نقطة بداية إلى نقطة نهاية .

👉 **لاحظ أن** : كلاً من الإزاحة و المسافة يرمز لها بالرمز X أو S أو d و تقاس بوحدة المتر .

علل لما يلي	الإجابة
الإزاحة كمية متجهة .	لأنه يلزم لتعريفها تعريف تام معرفة مقدارها و اتجاهها .
المسافة كمية قياسية .	لأنه يلزم لتعريفها تعريف تام معرفة مقدارها فقط .

متى تكون	الإجابة
المسافة المقطوعة = الإزاحة	عندما يتحرك الجسم في خط مستقيم و في اتجاه ثابت .
الإزاحة = 0 .	عندما تكون نقطة بداية الحركة هي نفسها نقطة النهاية .

✳ **ما معنى أن** : المسافة التي يقطعها جسم 50 m .

ج : أن طول المسار المقطوع أثناء الحركة من موضع لآخر = 50 m .

✳ **ما معنى أن** : إزاحة جسم 500 m .

ج : أن أقصر مسافة مستقيمة فاصلة بين نقطتي البداية و النهاية في اتجاه ثابت = 500 m .

✳ **ما معنى أن** : إزاحة جسم تساوى 0 .

ج : أن نقطة بداية الحركة هي نفسها نقطة نهاية الحركة .



الضيف هو إشارة ربانية من الله للإنسان بان وقت الدعاء قد حان ... (لا تَحْرَنَنَّ إِنْ آتَى اللَّهُ مَعَنَا) عبارة دافنه جداً اللهم لا تجعلنا بحاجة لغيرك و أنت أقرب إلينا من حبل الوريد



أفكار حل مسائل المسافة و الإزاحة

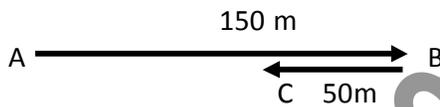
- لحساب المسافة نجمع جميع الأبعاد التي تحركها الجسم بغض النظر عن الإتجاه .
 - لحساب الإزاحة :
 (١) إذا كانت الحركة في بعد واحد و الإزاحتين في نفس الإتجاه : الإزاحة الكلية = مجموع الإزاحتين .
 (٢) إذا كانت الحركة في بعد واحد و الإزاحتين في عكس الإتجاه : الإزاحة الكلية = طرح الإزاحتين .
 (٣) إذا كانت الحركة في بعدين : نستخدم قانون جيب التمام $R = \sqrt{A^2 + B^2 \pm 2 AB \cos\theta}$ (R : الإزاحة الكلية ، A : الإزاحة الأولى ، B : الإزاحة الثانية ، θ : الزاوية بين الإزاحتين)

مقدار الإزاحة الكلية	الإزاحتين
$\sqrt{A^2 + B^2}$ (الجذر التربيعي لمجموع مربع الإزاحتين = فيثاغورث) .	<u>متعامدتين</u>
$\sqrt{A^2 + B^2 \pm 2 AB \cos\theta}$	<u>غير متعامدتين</u>

حالة خاصة : إذا كانت الحركة في مسار دائري : نحسب محيط المسار الدائري (٢ ط نق : $2\pi r$)

- المسافة : عدد الدورات x المحيط .
 - الإزاحة : إذا تم ذكر $\frac{1}{4}$ أو $\frac{3}{4}$ دورة تكون الإزاحة $2\sqrt{r}$ و إذا تم ذكر $\frac{1}{2}$ دورة تكون الإزاحة $2r$.

مثال : تحرك جسم من النقطة A حتى وصل إلى النقطة B على بعد 150 m ثم عاد من نفس الطريق 50m حتى وصل إلى النقطة C احسب : المسافة المقطوعة - الإزاحة الحادثة للجسم .



الحل :

✱ المسافة المقطوعة : $S = 150 + 50 = 200 \text{ m}$

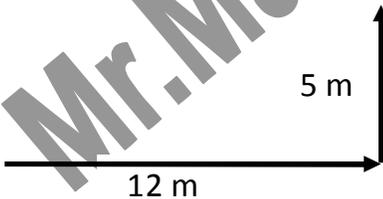
✱ الإزاحة الحادثة : $d = +150 - 50 = +100 \text{ m}$ و إتجاه الحركة من A إلى B

مثال : تحرك جسم من النقطة A فقطع 12 m حتى وصل إلى النقطة B ثم تحرك في اتجاه عمودي على مساره الأول مسافة قدرها 5 m حتى وصل إلى النقطة C احسب المسافة المقطوعة - الإزاحة الحادثة .

الحل :

✱ المسافة المقطوعة : $S = 12 + 5 = 17 \text{ m}$

✱ الإزاحة الحادثة :



$d = \sqrt{12^2 + 5^2} = \sqrt{169} = 13 \text{ m}$ و إتجاه الحركة من A إلى C

تمرين : تحرك جسم على محيط دائرة نصف قطرها 14 m فقطع دورة و نصف احسب كلاً من المسافة و الإزاحة .

تمثيل الكميات المتجهة Representing Vector Quantities

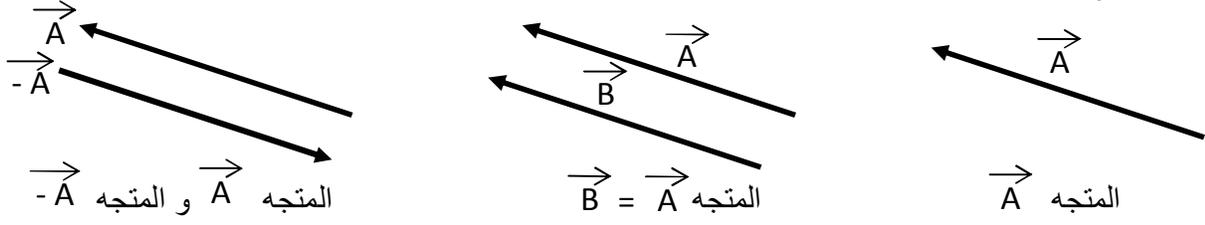
- برمز للمتجه : بحرف داكن A أو بحرف عادي و فوقه سهم صغير \vec{A}

◀ تمثيل المتجه :

قطعة مستقيمة موجهة ← طولها يتناسب مع قيمة المتجه قاعدتها نقطة البداية و رأسها نحو نقطة النهاية بحيث :

- يمثل طول القطعة المستقيمة : مقدار الكمية المتجهة .

- يمثل اتجاه القطعة المستقيمة : اتجاه الكمية المتجهة .



أساسيات جبر المتجهات

◀ بالنظر الى الأشكال السابقة نستنتج :

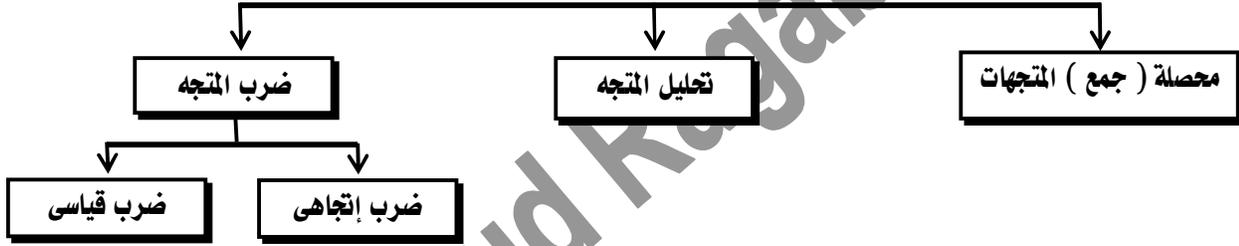
• **بشأوى متجهان إذا :** إذا كان لهما نفس المقدار و نفس الإتجاه (حتى لو اختلفت نقطة البداية لكل منهما) .



• **لا بشأوى متجهان إذا :**

- اختلفا فى المقدار (حتى و إن اتفقا فى الإتجاه) .
- اختلفا فى الإتجاه (حتى و إن اتفقا فى المقدار) .
- القيمة العددية للمتجه $\vec{A} =$ القيمة العددية للمتجه $-\vec{A}$ و لكن فى عكس اتجاهه . (الإشارة السالبة تدل على إتجاه)
- عند ضرب المتجه \vec{A} فى (-1) يصبح مساوى للمتجه \vec{A} مقداراً و اتجاهاً .

جبر المتجهات

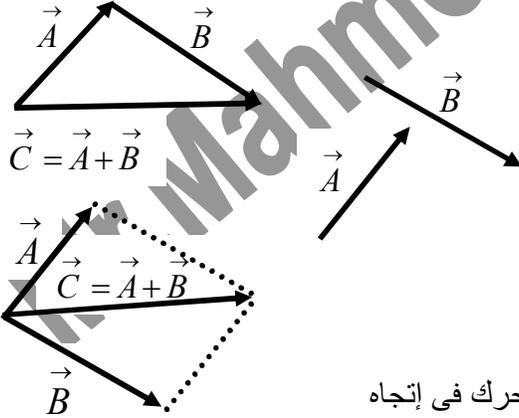


أولاً : محصلة (جمع) المتجهات

◀ يتم جمع المتجهين بطريقتين :

- **الطريقة الأولى :** برسم مثلث (طريقة الرأس و الذيل) بحيث يكون نهاية أحد المتجهين بداية للأخر ثم نصل بين ذيل المتجه الأول و رأس المتجه الثانى فيكون الناتج ممثلاً للمحصلة .

- **الطريقة الثانية :** برسم متوازى أضلاع كما فى الشكل بحيث يكون فيه نقطة بداية المتجهين واحدة فيكون القطر من نقطة بداية ذيلى المتجهين ممثلاً للمحصلة .



📌 **لاحظ أن :** عندما تؤثر قوتان أو أكثر على جسم فإن هذا الجسم يتحرك فى إتجاه معين تحدده محصلة القوى المؤثرة على الجسم و التى يطلق عليها القوى المحصلة .

القوة المحصلة

قوة وحيدة تحدث فى الجسم نفس التأثير الذى تحدثه القوى الأصلية المؤثرة عليه .



✳ **ما معنى أن :** محصلة عدة قوى = 5 N .

ج : أن القوة الوحيدة التى تحدث فى الجسم نفس التأثير الذى تحدثه القوى الأصلية المؤثرة عليه = 5 N .

من قال سبحان الله و حمده نكذب له الف حسنة او تحط عنه الف سيئة .

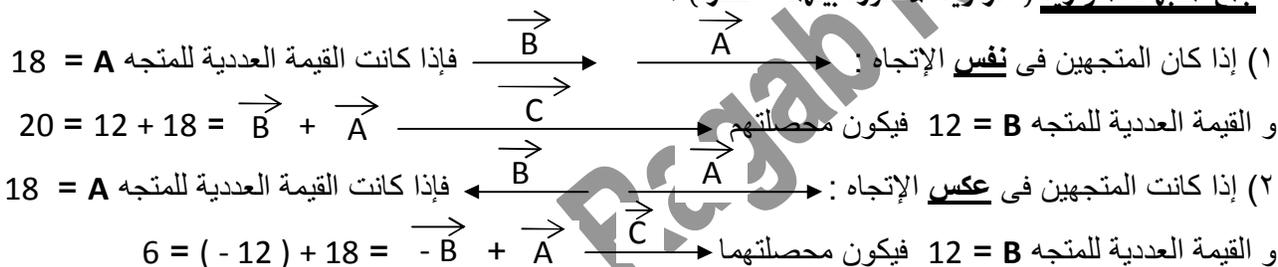


الإجابة	علل لما يلي
لأن هذه القوى تلاشى بعضها فتكون محصلة القوى المؤثرة على الجسم = صفر فلا تتغير حالته .	- لا تتغير حالة جسم رغم تأثره بعدة قوى .

الإجابة	ماذا يحدث إذا
يظل الجسم متحرك بنفس سرعته .	- أثرت قوتان متساويتان فى المقدار و متساويتان فى الإتجاه على جسم متحرك .
يتحرك الجسم فى اتجاه القوة المحصلة .	- أثرت قوتان مختلفتان فى المقدار و فى الإتجاه على جسم ساكن .

أفكار حل مسائل المتجهات

- جمع المتجهات المتوازية (الزاوية المحصورة بينهما = صفر) :



- جمع المتجهات غير المتوازية (الزاوية المحصورة بينهما \neq صفر : $\theta \neq 0$) :

نستخدم قانون جيب التمام : $\sqrt{A^2 + B^2 \pm 2 AB \cos \theta}$

(١) إذا كانت الزاوية $\theta = 90^\circ$ " المتجهان متعامدان " يصبح القانون على الصورة : $\sqrt{A^2 + B^2}$

(٣) إذا كان الزاوية $\theta \neq 90^\circ$: نستخدم القانون كما هو $\sqrt{A^2 + B^2 \pm 2 AB \cos \theta}$



الإجابة	متى يكون
إذا كانت نقطة بداية المتجه الأول هى نقطة نهاية المتجه الأخير (عندما تكون هذه المتجهات مع بعضها شكل مغلق) .	مجموع عدة متجهات = 0
إذا كان لهما نفس المقدار و لكن فى عكس الإتجاه .	مجموع متجهين = 0
إذا كان لهما نفس المقدار و نفس الإتجاه .	ناتج طرح متجهين = 0
إذا كان لهما نفس المقدار و نفس الإتجاه .	يتساوى متجهين

كل السعادة فى الدنيا بدايتها الرضا ، لذلك نقول : يارب عودنا على أن نرضى بأقدارك ، بحكمتك ، بفضلك ، بخيرك العظيم الذي لا نراه أعيننا ، فى يوم الجمعة ذنوب نغفر ، حاجات نقضى ، أمنيات نلتحقق ، هبات نعطي ، فاسألوا الله من فضله و أكثروا من ذكره ، و صلوا وسلموا على نبيه ﷺ



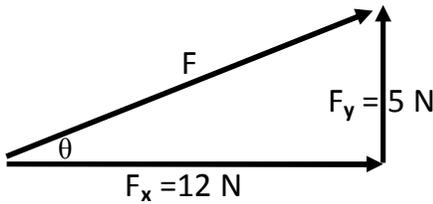
أمثلة محلولة

- ① أوجد محصلة قوتين $F_1 = 4 \text{ N}$ و الأخرى $F_2 = 3 \text{ N}$ عندما تكون القوتان :
 (١) متعامدتان . (٢) متوازيتان . (٣) الزاوية بينهما 120° . (٤) الزاوية بينهما 300° .

الحل : نستخدم قانون جيب التمام $\sqrt{F_1^2 + F_2^2 \pm 2 F_1 F_2 \cos \theta}$

(١) متعامدتان : $\cos 90 = 0 \leftarrow \theta = 90^\circ$ $\sqrt{4^2 + 3^2} = 5$	(٢) متوازيتان : $\cos 0 = 1 \leftarrow \theta = 0^\circ$ $\sqrt{4^2 + 3^2 + (2 \times 3 \times 4 \times 1)} = 7$	(٣) الزاوية بينهما 120° : $\cos 120 = -\frac{1}{2} \leftarrow \theta = 120^\circ$ $\sqrt{4^2 + 3^2 - (2 \times 3 \times 4 \times \frac{1}{2})} = 3,6$	(٤) الزاوية بينهما 300° : $\cos 300 = \frac{1}{2} \leftarrow \theta = 300^\circ$ $\sqrt{4^2 + 3^2 + (2 \times 3 \times 4 \times \frac{1}{2})} = 6$
---	--	--	---

- ② قوتان متعامدتان $F_x = 12 \text{ N}$ و الأخرى $F_y = 5 \text{ N}$ أوجد محصلتهما - و اتجاه المحصلة .



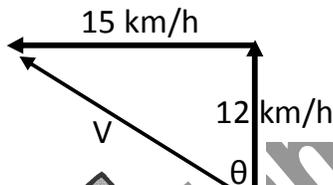
الحل :
 * القوة المحصلة : $F = \sqrt{12^2 + 5^2} = \sqrt{169} = 13 \text{ N}$

* اتجاه المحصلة كما بالشكل :

نحسب قيمة الزاوية θ من إحدى العلاقاتين $\sin \theta = \frac{F_y}{F}$ أو $\cos \theta = \frac{F_x}{F}$

$$\cos \theta = \frac{F_x}{F} = \frac{12}{13} \quad \theta = 22,6^\circ$$

- ③ سفينة تبحر في اتجاه الشمال بسرعة 12 km/h لكنها تنحرف نحو الغرب بتأثير المد و الجزر بسرعة 15 km/h أوجد مقدار و اتجاه السرعة المحصلة للسفينة .

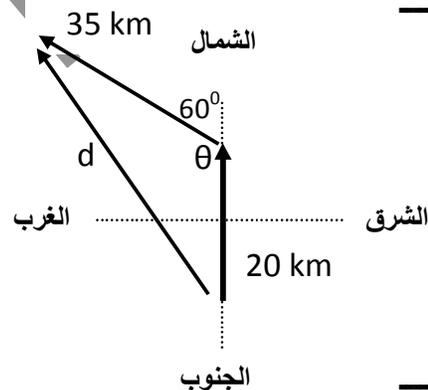


الحل :
 * السرعة المحصلة : $v = \sqrt{12^2 + 15^2} = \sqrt{369} = 19,2 \text{ km/h}$

* اتجاه المحصلة كما بالشكل :

نحسب قيمة الزاوية θ من إحدى العلاقاتين $\sin \theta = \frac{F_y}{F}$ أو $\cos \theta = \frac{F_x}{F}$

$$\cos \theta = \frac{F_x}{F} = \frac{12}{15} \quad \theta = 36,87^\circ$$



- ④ سيارة تقطع إزاحة في اتجاه الشمال مقدارها 20 km ثم تقطع إزاحة تميل بزاوية 60° على اتجاه الشمال نحو الغرب مقدارها 35 km أوجد مقدار الإزاحة المحصلة للسيارة .

الحل :

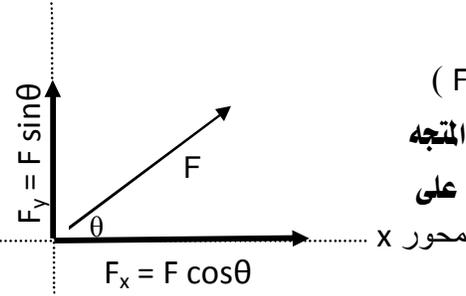
* الإزاحة المحصلة :

$$d = \sqrt{20^2 + 35^2 - (2 \times 20 \times 35 \cos 120^\circ)} = 48,2 \text{ km}$$

- تمرين:** قوتان متعامدتان مقدار كل منهما 3 N , 4 N أوجد مقدار محصلتهما و اتجاهها .

ثانياً : تحليل المتجهات

محور y



- هي العملية العكسية لجمع المتجهين .

- يتم تحليل المتجه دائماً إلى متجهين أحدهما في اتجاه محور x ($F_x = F \cos \theta$)

و الآخر في اتجاه محور y ($F_y = F \sin \theta$) بمعلومية الزاوية θ المحصورة بين المتجه

و محور x (بإختصار إيجاد مسقط المتجه على محور السينات x و مسقط المتجه على

محور الصادات y) .

✳ حساب اتجاه المحصلة :

من الشكل يمكن حساب قيمة الزاوية θ من إحدى العلاقات : $\cos \theta = \frac{F_x}{F}$ أو $\sin \theta = \frac{F_y}{F}$ أو $\tan \theta = \frac{F_y}{F_x}$

أمثلة محلولة

① قوتان متعامدتان F_x, F_y محصلتهما $F = 5 \text{ N}$ تميل على الأفقى بزاوية 30° أوجد مقدار القوتين .

الحل :

$$F_x = F \cos \theta = 5 \cos 30^\circ = 4,33 \text{ N} \quad \text{✳ القوة } F_x$$

$$F_y = F \sin \theta = 5 \sin 30^\circ = 2,5 \text{ N} \quad \text{✳ القوة } F_y$$

② قوتان متساويتان و متعامدتان F_x, F_y محصلتهما $F = 5 \text{ N}$ أوجد مقدار القوتين و اتجاه المحصلة .

الحل :

من معطيات المسألة : $F_x = F_y$ ، $\cos \theta = 0$ لأن القوتان متعامدتان $\theta = 90^\circ$

نعوض في قانون جيب التمام $F = \sqrt{F_x^2 + F_y^2 + 2 F_x F_y \cos \theta}$ و الذي يصبح على الصورة $F = \sqrt{2 F_x^2}$

$$5 = \sqrt{2 F_x^2} = 13 \text{ N} : F_x \text{ قيمة القوة } F_x = 3,53 \text{ N} \leftarrow 25 = 2 F_x^2 \leftarrow F_x = 3,53 \text{ N} \text{ و بالتالى } F_y = 3,53 \text{ N}$$

$$\cos \theta = \frac{F_x}{F} = \frac{3,53}{5} \quad \theta = 45^\circ \quad \text{✳ اتجاه المحصلة :}$$

✳ ملحوظة هامة :

طالما القوتان متعامدتان و متساويتان فيكون اتجاه المحصلة دائماً يميل على الأفقى بزاوية تساوى 45°

تدريب : قوة مقدارها 100 N تصنع مع الأفقى زاوية 60° أوجد مقدار مركبتها على المحورين المتعامدين x , y .

- لو كانت نقطة البداية هي نقطة النهاية لجسم فإن الإزاحة تساوى صفر .
 - لو كانت الإزاحتين في نفس الاتجاه تجمع و لو عكس الاتجاه تطرح .
 - إذا تحرك الجسم للأمام ثم عاد للخلف فإن الإزاحة تساوى الفرق بين المسافتين و المسافة هي مجموع المسافتين للأمام و الخلف .

حين يشاء الله يسبب أسباباً بأسباب .. و حين يشاء الله يغلق باباً و يفتح أبواباً .. كن راضياً و كأنك
 تملك كل شيء .. فكل ما يكتبه الله لنا .. الطف مما نشاء



ثالثاً : ضرب المتجهات

يوجد نوعان من عملية ضرب المتجهات : الضرب القياسي ، الضرب الإتجاهي .

♦ الضرب القياسي :

هو حاصل ضرب القيمة العددية للمتجه الأول فى القيمة العددية للمتجه الثانى فى جيب تمام الزاوية بينهما .

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

و تسمى النقطة بين المتجهين dot ، الزاوية θ تقع بين المتجهين \vec{A} و \vec{B}

الكمية الناتجة عن عملية الضرب القياسى لمتجهين كمية قياسية لأن حاصل ضرب (كمية قياسية \times كمية قياسية) يساوى كمية قياسية .

♦ تكون قيمة ناتج الضرب القياسى لمتجهين :

① مساوية صفر : إذا كان المتجهين متعامدين (الزاوية θ بين المتجهين $= 90^\circ$) .

② أكبر ما يمكن " أقصى قيمة " : إذا كان المتجهين على خط واحد (الزاوية θ بين المتجهين $= 0^\circ$) .

③ سالبة : إذا كانت الزاوية θ بين المتجهين محصورة بين 90° و 270° " تقع فى الربع الثانى أو الثالث " .

③ موجبة : إذا كانت الزاوية θ بين المتجهين محصورة تقع فى الربع الأول أو الرابع .

♦ الضرب الإتجاهى :

هو حاصل ضرب القيمة العددية للمتجه الأول فى القيمة العددية للمتجه الثانى فى جيب الزاوية بينهما فى \vec{n}

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

و يسمى الرمز \wedge بين المتجهين cross ، الزاوية θ تقع بين المتجهين \vec{A} و \vec{B}

و \vec{n} وحدة متجهات فى اتجاه عمودى على المستوى الذى يشمل المتجهين \vec{A} و \vec{B}

المتجه الناتج من عملية حاصل الضرب الإتجاهى لمتجهين يكون فى نفس اتجاه \vec{n} .

♦ تكون قيمة ناتج الضرب الإتجاهى لمتجهين :

① مساوية صفر : إذا كان المتجهين على خط واحد (الزاوية θ بين المتجهين $= 0^\circ$) .

② أكبر ما يمكن " أقصى قيمة " : إذا كان المتجهين متعامدين (الزاوية θ بين المتجهين $= 90^\circ$) .

$$\vec{A} \wedge \vec{B} = - \vec{B} \wedge \vec{A} \quad \text{ولكن} \quad \vec{A} \wedge \vec{B} \neq \vec{B} \wedge \vec{A}$$

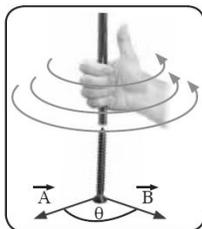
♦ ما معنى أن : حاصل الضرب القياسى لمتجهين $= 5$.

ج : أن حاصل ضرب القيمة العددية للمتجه الأول فى القيمة العددية للمتجه الثانى فى جيب تمام الزاوية بينهما $= 5$.

♦ ما معنى أن : حاصل الضرب الإتجاهى لمتجهين $= 5 \vec{n}$.

ج : أن حاصل ضرب القيمة العددية للمتجه الأول فى القيمة العددية للمتجه الثانى فى جيب الزاوية بينهما $= 5 \vec{n}$.

قاعدة اليد اليمنى



الإستخدام : تحديد إتجاه محصلة الضرب الإتجاهى لمتجهيه .

الطريقة :

يتم تحريك أطابع اليد اليمنى من المتجه الأول نحو المتجه الثانى عبر الزاوية الأصغر

بينهما فيكون الإبهام مشيراً لإتجاه حاصل الضرب الإتجاهى لهما .



متى يكون	الإجابة
حاصل الضرب القياسي لمتجهين = 0	عندما يكون المتجهان متعامدان (الزاوية θ بين المتجهين = 90°)
حاصل الضرب القياسي لمتجهين قيمة عظمى	إذا كان المتجهين على خط واحد (الزاوية θ بين المتجهين = 0°)
مقدار حاصل الضرب القياسي لمتجهين = مقدار حاصل الضرب الإتجاهي لهما	عندما تكون الزاوية θ بين المتجهين = 45°
حاصل الضرب الإتجاهي لمتجهين = 0	إذا كان المتجهين على خط واحد (الزاوية θ بين المتجهين = 0°)
حاصل الضرب الإتجاهي لمتجهين قيمة عظمى	عندما يكون المتجهان متعامدان (الزاوية θ بين المتجهين = 90°)

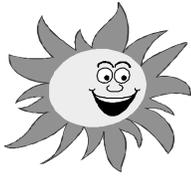
أمثلة محلولة

① متجهان \vec{A} و \vec{B} القيمة العددية لهما على الترتيب 10 ، 5 و الزاوية بينهما تساوى 60° أوجد : حاصل الضرب القياسي لهما - حاصل الضرب الإتجاهي لهما .

الحل :

$$\vec{A} \cdot \vec{B} = A B \cos \theta = 5 \times 10 \cos 60^\circ = 25 \quad \text{حاصل الضرب القياسي :}$$

$$\vec{A} \wedge \vec{B} = A B \sin \theta \vec{n} = 5 \times 10 \sin 60^\circ \vec{n} = 43,3 \vec{n} \quad \text{حاصل الضرب الإتجاهي :}$$



② قوتان متساويتان و متعامدتان F_x , F_y محصلتهما $F = 5 \text{ N}$ أوجد : مقدار القوتين - اتجاه المحصلة - حاصل الضرب القياسي لهما - حاصل الضرب الإتجاهي لهما .

الحل :

من معطيات المسألة : $F_x = F_y$ ، $\cos \theta = 0$ لأن القوتان متعامدتان $\theta = 90^\circ$

نعوض فى قانون جيب التمام $F = \sqrt{F_x^2 + F_y^2} \pm 2 F_x F_y \cos \theta$ و الذى يصبح على الصورة $F = \sqrt{2 F_x^2}$

قيمة القوة F_x : $5 = \sqrt{2 F_x^2} = 13 \text{ N}$ و $F_x = 3,53 \text{ N}$ و بالتالى $F_y = 3,53 \text{ N}$

إتجاه المحصلة : $\cos \theta = \frac{F_x}{F} = \frac{3,53}{5} \quad \theta = 45^\circ$

القوتان متعامدتان (الزاوية θ بين المتجهين = 90°)

$$\vec{F}_x \cdot \vec{F}_y = F_x F_y \cos \theta = 3,53 \times 3,53 \cos 90^\circ = 0 \quad \text{حاصل الضرب القياسي :}$$

$$\vec{F}_x \wedge \vec{F}_y = F_x F_y \sin \theta \vec{n} = 3,53 \times 3,53 \sin 90^\circ \vec{n} = 7,06 \vec{n} \quad \text{حاصل الضرب الإتجاهي :}$$

لم نرى في الحمد إلا زيادة في العطاء الحمد لله بقر كل شيء... أَللّٰهُمَّ لك الحمد حتى نرضى و لك الحمد اذا رضيت و لك الحمد بعد الرضى ، ياربّ عفوك و عافيتك و رزقك و رضاك و رحمتك و مغفرتك و شفاك و غناك و نوبتلك و حفظك و نيسيرك و سنزك و كرمك و لطفك و جنتك .. رب اجعلنا من اهل القوس الطاهرة و القلوب الشاكرة و الوجوه المبتسمة الباسمة و ارزقنا طيب الاقام و حسن الختام .

الباب الثانى

✽ كلمات مضيئة ✽

إذا كنت تحب السرور في الحياة فاعتن بصحتك، وإذا كنت تحب
السعادة في الحياة فاعتن بخلقك، وإذا كنت تحب الخلود في الحياة
فاعتن بعقلك، وإذا كنت تحب ذلك كله فاعتن بدينك.

Mr. Mahmoud Ragab 0122-5448031



الحركة في خط مستقيم

Motion in Straight Line

الفصل الأول

عندما يتغير موضع الجسم خلال فترة من الزمن يكون الجسم قد تحرك و بناءً عليه يكون هناك حالتان للجسم :

◇ **الجسم الساكن** : جسم لا يتغير موضعه بمرور الزمن .

◇ **الجسم المتحرك** : جسم يتغير موضعه بمرور الزمن .

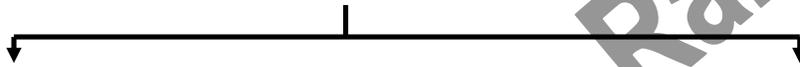
◇ **الحركة** : هي تغير موضع الجسم بمرور الزمن بالنسبة لموضع جسم آخر .

⚡ **لاحظ أن** : إذا كانت الحركة في اتجاه واحد سميت بالحركة في خط مستقيم و هي تمثل أبسط أنواع الحركة .

◇ **مخطط الحركة** : مجموعة صور متتابعة لجسم متحرك في فترات زمنية متساوية تجمع في صورة واحدة .



أنواع الحركة



الحركة الدورية

حركة تكرر نفسها على فترات زمنية متساوية .

✱ أمثلة للحركة الدورية :

- ١- الحركة في مسار مغلق (دائرية) :
مثل : حركة القمر حول الأرض ، حركة الكواكب حول النجوم ، حركة الأرجوحة الدوارة .
- ٢- الحركة الإهتزازية (الترددية) :
مثل : حركة بندول الساعة
- ٣- الحركة الموجية : مثل موجات الصوت .

الحركة الإنتقالية

هي حركة تتميز بوجود نقطة بداية و نقطة النهاية

✱ أمثلة للحركة الإنتقالية :

- ١- الحركة في خط مستقيم :
مثل : حركة كرة على مستوى مائل ، حركة القطارات .
- ٢- الحركة في مسار منحنى :
مثل : حركة المقذوفات .

الإجابة	علل لما يأتي
لأنها تكرر نفسها على فترات زمنية متساوية .	حركة الإلكترون حول النواة حركة دورية . الحركة الموجية تعتبر حركة دورية .
لأنها لها نقطة بداية و نقطة نهاية .	حركة القطارات حركة إنتقالية .
لأن حركة المقذوفات حركة إنتقالية بينما حركة الكواكب دورية .	تختلف حركة الكواكب عن حركة المقذوفات .

السرعة Velocity

هي المعدل الزمني للتغير في الإزاحة . أو : الإزاحة التي يقطعها الجسم في زمن قدره واحد ثانية .



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

◇ **القانون المستخدم لحساب السرعة** :

◇ **وحدة قياس السرعة** : m/s أو km/h



* ما معنى أن : سيارة تتحرك بسرعة = 40 m/s .

ج : أن السيارة تقطع إزاحة 40 m فى زمن قدره ثانية واحدة .

الحظ أن : يمكن التعبير عن السرعة كتابة بطريقتين

وجه المقارنة	السرعة العددية (القياسية)	السرعة المتجهة
التعريف	المسافة التى يقطعها الجسم فى وحدة الزمن .	الإزاحة التى يقطعها الجسم فى وحدة الزمن .
نوع الكمىة الفيزيائية	قياسية (تتحدد بالمقدار فقط) .	متجهة (تتحدد بالمقدار و الإتجاه) .
الإشارة	موجبة دائماً .	موجبة عندما يتحرك فى اتجاه معين . سالبة عندما يتحرك فى عكس الإتجاه الأول .
أمثلة	سيارة تتحرك بسرعة 40 km/h .	سيارة تتحرك بسرعة 40 km/h شمالاً .



* ما معنى أن : سيارة تقطع إزاحة 300 m خلال نصف دقيقة .

ج : أن السرعة المتجهة للسيارة 10 m/s .

* ما معنى أن : سيارة تقطع مسافة 300 m خلال نصف دقيقة .

ج : أن السرعة العددية للسيارة 10 m/s .

الاجابة	علل لما يأتى
لأن السرعة يلزم لتعريفها تعريف تام معرفة مقدارها و إتجاهها . أو : لأن ناتج قسمة كمية متجهة (الإزاحة) على كمية قياسية (الزمن) يعطى كمية متجهة .	السرعة كمية متجهة .
لأن مقدار السرعة يلزم لمعرفته معرفة تامة معرفة المقدار فقط .	مقدار السرعة كمية قياسية .
لأن السرعة العددية هى النسبة بين المسافة و الزمن فتكون كمية قياسية أما السرعة المتجهة هى النسبة بين الإزاحة و الزمن فتكون كمية متجهة .	اختلاف السرعة العددية عن السرعة المتجهة .
لأن السرعة العددية تُعبر عنها بالمقدار فقط .	لا تصف السرعة العددية حركة الجسم وصفاً دقيقاً .
لأن السرعة العددية تُعبر عنها بالمقدار فقط بينما السرعة المتجهة تُعبر عنها بالمقدار و الإتجاه .	تفضل السرعة المتجهة لوصف حركة الجسم عن السرعة العددية .
موجبة عندما يتحرك فى اتجاه معين و سالبة عندما يتحرك فى عكس الإتجاه الأول .	السرعة المتجهة قد تكون موجبة أو سالبة .
وذلك عندما يتحرك الجسم فى خط مستقيم و اتجاه ثابت .	قد تتساوى السرعة العددية مع السرعة المتجهة .

أمثلة محلولة

سيارة متحركة تقطع طريق 40 km شرقاً ثم طريق آخر 30 km شمالاً خلال 50 min أحسب : السرعة العددية -

السرعة المتجهة .

$$\text{الحل : المسافة الكلية} = 40 + 30 = 70 \text{ km} = \text{السرعة العددية} = \frac{\text{المسافة الكلية (s)}}{\text{الزمن الكلى (t)}} = \frac{70}{50} = 1,4 \text{ km/min}$$

$$\text{الإزاحة} = \sqrt{40^2 + 30^2} = 50 \text{ km} = \text{السرعة المتجهة} = \frac{\text{الإزاحة الكلية (d)}}{\text{الزمن الكلى (t)}} = \frac{50}{50} = 1 \text{ km/min}$$



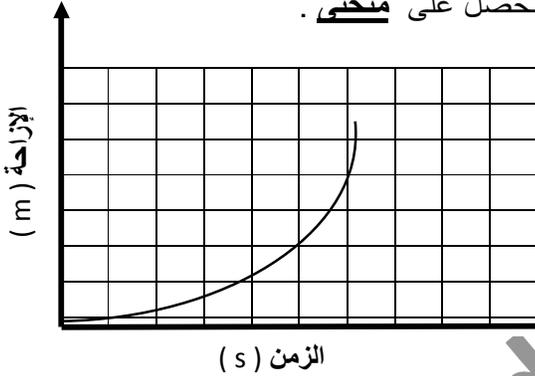
أنواع السرعة

السرعة المتغيرة (غير المنتظمة)

هذه السرعة التي يتحرك بها الجسم عندما يقطع إزاحات غير متساوية في أزمنة متساوية .
- تكون السرعة متغيرة في المقدار أو الاتجاه أو كلاهما .

* النمذجة البيانية للحركة بسرعة متغيرة :

عند رسم علاقة بيانية بين الإزاحة على المحور الرأسى و الزمن على المحور الأفقى لجسم يتحرك بسرعة غير منتظمة نحصل على منحنى .

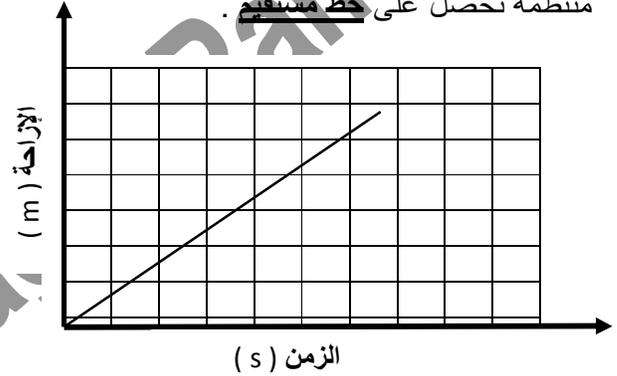


السرعة المنتظمة (الثابتة)

هذه السرعة التي يتحرك بها الجسم عندما يقطع إزاحات متساوية في أزمنة متساوية .
- تكون السرعة ثابتة في المقدار و الاتجاه .

* النمذجة البيانية للحركة بسرعة منتظمة :

عند رسم علاقة بيانية بين الإزاحة على المحور الرأسى و الزمن على المحور الأفقى لجسم يتحرك بسرعة منتظمة نحصل على خط مستقيم .



أنواع السرعة المتغيرة

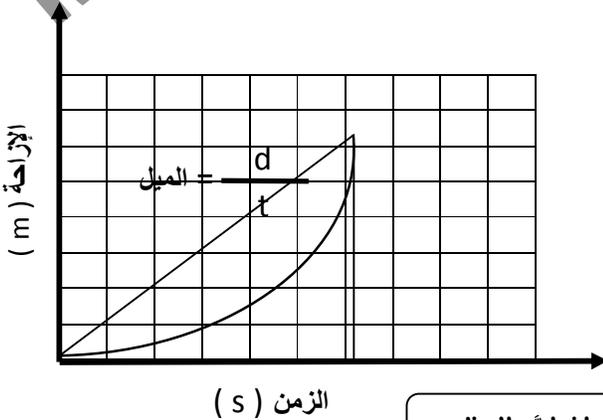


السرعة المتوسطة

هذه الإزاحة من نقطة البداية إلى نقطة النهاية مقسومة على الزمن الكلى .

* نعين السرعة المتوسطة من الرسم :

نرسم خط مستقيم بين نقطة بداية الحركة و نقطة نهاية الحركة فيكون ميل هذا الخط هو السرعة المتوسطة

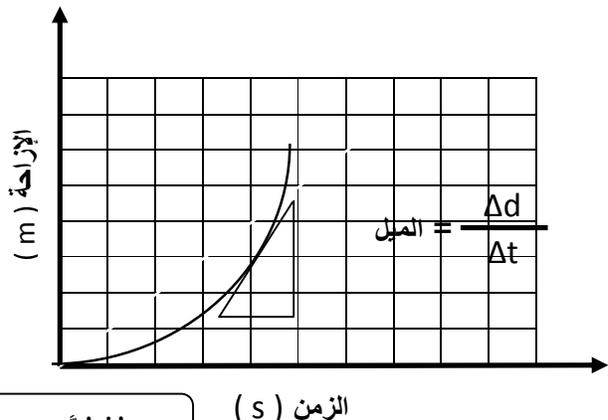


السرعة اللحظية (V)

هذه سرعة الجسم عند لحظة معينة .

* نعين السرعة اللحظية من الرسم :

نرسم مماس للمنحنى عند النقطة التي تقابل هذه اللحظة و يكون ميل المماس لهذا المنحنى هو السرعة اللحظية .



سبحان الله و حمده سبحان الله العظيم



الإجابة	علل لما يأتي
ذلك عندما يتحرك الجسم بسرعة منتظمة .	قد تتساوى السرعة المتوسطة مع السرعة اللحظية لجسم متحرك .

❖ **ما معنى أن :** السرعة المتوسطة لجسم 10 m/s جنوباً .

ج: أن مقدار الإزاحة الكلية التي يقطعها الجسم مقسوماً على الزمن الكلي = 10 m/s جنوباً .

❖ **ما معنى أن :** السرعة اللحظية لسيارة 20 m/s .

ج: أن سرعة السيارة عند لحظة معينة = 20 m/s .



القوانين المستخدمة لحساب السرعة المتوسطة

$$\bar{v} = \frac{d}{t} \longleftarrow \frac{\text{الإزاحة الكلية (d)}}{\text{الزمن الكلي (t)}} = \text{السرعة المتوسطة } (\bar{v})$$

$$\bar{v} = \frac{v_f + v_i}{2} \longleftarrow \frac{\text{السرعة الابتدائية + السرعة النهائية}}{2} = \text{السرعة المتوسطة } (\bar{v})$$

⚠ **الحظ أن :** من الأخطاء الشائعة الخلط بين :

مصطلح السرعة المتوسطة (كمية متجهة) و **مصطلح السرعة العددية المتوسطة (كمية قياسية)**

$$\frac{\text{الإزاحة الكلية}}{\text{الزمن الكلي}} = \text{السرعة المتوسطة} \quad \text{و} \quad \frac{\text{المسافة الكلية}}{\text{الزمن الكلي}} = \text{السرعة العددية المتوسطة}$$

أمثلة محلولة

سيارة تتحرك بسرعة 40 m/s ثم تتغير سرعته إلى 50 m/s ليقطع إزاحة 225 m خلال 5 s أحسب : السرعة المتوسطة .

$$\bar{v} = \frac{d}{t} = \frac{225}{5} = 45 \text{ m/s}$$

(حاول بطريقة أخرى)

تدريبات

① قاد شخص سيارة في خط مستقيم فقطع 8,4 km في زمن قدره 0,12h ثم نفذ منها الوقود فترك السيارة و تحرك في نفس الخط المستقيم لأقرب محطة وقود فقطع 2 km خلال زمن قدره 0,5 h احسب سرعته المتوسطة من بداية الحركة حتى نهايتها - و إذا عاد الشخص مرة أخرى للسيارة خلال 0,6 h احسب سرعته المتوسطة من بداية الحركة حتى عودته إلى السيارة مرة أخرى .

① سيارة تقطع 600 m شمالاً خلال نصف دقيقة أحسب السرعة العددية - السرعة المتجهة .

① شخص يقطع 3 km جنوباً خلال 5 min ثم 3,6 km شرقاً خلال 5 min أحسب المسافة - الإزاحة - السرعة العددية - السرعة المتجهة .

اللَّهُمَّ ارزُقنا طيب الطَّحِبِ و حلاوة لقاء الأحبِ و صفاء النفس و تجنب الزلِ و بلوغ الأمل و حسن الخاتمة و صلاح العمل و اجمعنا سوياً تحت ظلِّ عرشك يوم لا ظلَّ إلا ظلك .



العجلة Acceleration

هـي المعدل الزمني للتغير في السرعة . أو : مقدار التغير في سرعة الجسم في وحدة الزمن .
 وحدة قياس العجلة : m/s^2 أو km/h^2

$$a = \frac{V_2 - V_1}{t_2 - t_1}$$

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

القانون المستخدم لحساب العجلة :

* ما معنى أن : سيارة تتحرك بعجلة = $40 m/s^2$.
 ج : أن سرعة السيارة تتغير بمقدار $40 m/s$ في كل ثانية .



للحظة :

- العجلة كمية متجهة : لأنه يلزم لتعريفها تعريف تام معرفة مقدارها و إتجاهها .
 أو : لأن ناتج قسمة كمية متجهة (السرعة) على كمية قياسية (الزمن) يعطي كمية متجهة .

الحركة المعجلة : حركة يحدث فيها تغير للسرعة بمرور الزمن .

أنواع العجلة من حيث الانتظام و عدم الانتظام

العجلة غير منتظمة (المتغيرة)

عجلة يتحرك بها الجسم عندما تتغير سرعته بمقادير غير متساوية في أزمنة متساوية .

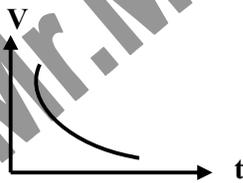
* التمثيل البياني للحركة بعجلة غير منتظمة :
 عند رسم علاقة بيانية بين السرعة على المحور الرأسي و الزمن على المحور الأفقي نحصل على منحنى .



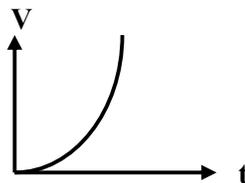
العجلة منتظمة

عجلة يتحرك بها الجسم عندما تتغير سرعته بمقادير متساوية في أزمنة متساوية .

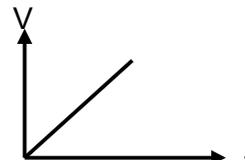
* التمثيل البياني للحركة بعجلة منتظمة :
 عند رسم علاقة بيانية بين السرعة على المحور الرأسي و الزمن على المحور الأفقي نحصل على خط مستقيم ميله يمثل مقدار العجلة المنتظمة .



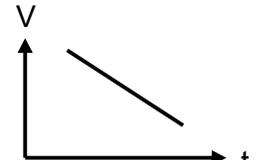
جسم يتحرك بعجلة غير منتظمة تناقصية



جسم يتحرك بعجلة غير منتظمة تزايدية



جسم يتحرك بعجلة منتظمة تزايدية



جسم يتحرك بعجلة منتظمة تناقصية

اختر مما بين الأقواس

- المعدل الزمني للإزاحة المقطوعة عند لحظة معينة هي : (السرعة - العجلة - السرعة اللحظية - السرعة المتوسطة)
- تعتبر الحركة الموجية : (الحركة الدورية - الحركة الانتقالية - الحركة الإهتزازية)
- تعتبر العجلة من الكميات : (الأساسية - المشتقة)
- صعد فأر على حائط مسافة أربعة أمتار ليبحث عن غذائه ثم عاد ثانية إلى الأرض تكون إزاحته تساوي : (8 ، 16 ، 4 ، صفر)

كل حزن سيذهب كل مكسور سيُجبر لا يترك الله قلباً يرفرف تحت سمائه ضائعاً دون ملجأ اللهم اشرح صدورنا و يسر أمورنا .

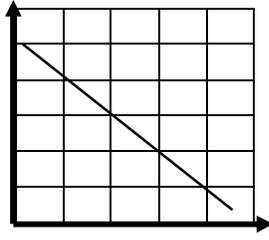
أنواع العجلة حسب قيمتها

عجلة سالبة " تناقصية "

العجلة التي يتحرك بها جسم عندما تقل سرعته بمرور الزمن و يكون إتجاه العجلة فى عكس إتجاه الحركة

✳️ **النمثيل البياني للحركة بعجلة موجبة :**

عند رسم علاقة بيانية بين السرعة على المحور الرأسى و الزمن على المحور الأفقى نحصل خط مستقيم ينتهى عند محور الزمن .



عجلة سالبة

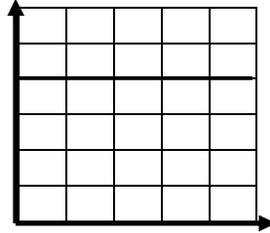


عجلة صفرية

العجلة التي يتحرك بها جسم عندما تكون سرعته ثابتة المقدار .

✳️ **النمثيل البياني للحركة بعجلة صفرية :**

عند رسم علاقة بيانية بين السرعة على المحور الرأسى و الزمن على المحور الأفقى نحصل على خط مستقيم يوازى محور الزمن .



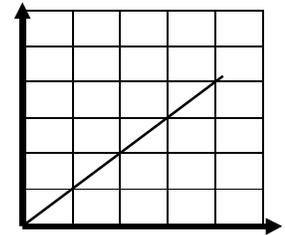
عجلة صفرية

عجلة موجبة " تزايدية "

العجلة التي يتحرك بها جسم عندما تزداد سرعته بمرور الزمن و يكون إتجاه العجلة فى نفس إتجاه الحركة .

✳️ **النمثيل البياني للحركة بعجلة موجبة :**

عند رسم علاقة بيانية بين السرعة على المحور الرأسى و الزمن على المحور الأفقى نحصل على خط مستقيم يمر بنقطة الأصل .



عجلة موجبة

أمثلة العجلة السالبة (تناقصية)	أمثلة العجلة الصفرية	أمثلة العجلة الموجبة (تزايدية)
- أى حركة تُستخدم فيها الفرامل . - قذف الأجسام رأسياً لأعلى .	- أى جسم ساكن . - أى جسم متحرك بسرعة منتظمة .	- أى حركة تبدأ من السكون . - سقوط الأجسام رأسياً لأسفل .

إذا كان للسرعة و للعجلة نفس الإشارة تكون العجلة تزايدية أما إذا كانت إشارة السرعة مخالفة لإشارة العجلة تكون العجلة تناقصية .

✳️ **ما معنى أن :** سيارة تتحرك بعجلة $= + 40 \text{ m/s}^2$.

ج : أن سرعة السيارة تزداد بمقدار 40 m/s فى كل ثانية .

✳️ **ما معنى أن :** سيارة تتحرك بعجلة $= - 40 \text{ m/s}^2$.

ج : أن سرعة السيارة تقل بمقدار 40 m/s فى كل ثانية .

✳️ **ما معنى أن :** سيارة تتحرك بعجلة $= 0$.

ج : أن سرعة السيارة منتظمة (السرعة النهائية = السرعة الابتدائية) .

✳️ **ما معنى أن :** المعدل الزمنى للتغير فى سرعة سيارة $= 40 \text{ m/s}^2$.

ج : أن عجلة السيارة $= 40 \text{ m/s}^2$.

✳️ **ما معنى أن :** سيارة تزداد سرعتها بمعدل $= 40 \text{ m/s}$ فى كل ثانية .

ج : أن السيارة تتحرك بعجلة تزايدية (موجبة) $= 40 \text{ m/s}^2$.

سندرك أن نصف حزنك لم يكن إلا بفعل تحميلك العميق و تأملك الدقيق ، بينما الأمر لم يكن يتطلب إلا أن نخطى الأمر دون تفكير ، نسامحوا فرحلة الحياة قصيرة ، و تقاربوا فالعمر لحظة ، سترحل كلنا ، و سنختلف فى الرحيل ، فيارب أحسن خاتماً و أرقنا جنك .



* **ما معنى أن :** ميل الخط البياني للعلاقة البيانية (إزاحة - زمن) = 40 m/s .

ج : أن السرعة المتجهة = 40 m/s .

* **ما معنى أن :** ميل الخط البياني للعلاقة البيانية (سرعة - زمن) = 40 m/s^2 ..

ج : أن العجلة = 40 m/s^2 .

متى تكون	الإجابة
سرعة جسم متحرك سرعة منتظمة .	وذلك عندما يقطع الجسم إزاحات (مسافات) متساوية في أزمنة متساوية أو عندما تكون العجلة = 0 .
سرعة جسم متحرك سرعة غير منتظمة .	وذلك عندما يقطع الجسم إزاحات (مسافات) غير متساوية في أزمنة متساوية أو عندما تكون العجلة $\neq 0$.
السرعة المتوسطة = السرعة اللحظية	عندما يتحرك الجسم بسرعة منتظمة .
السرعة العددية = السرعة المتجهة	عندما يتحرك الجسم في خط مستقيم و اتجاه ثابت أو عندما تكون الإزاحة = المسافة .
يتحرك جسم حركة مُعجلة .	عندما يتحرك بسرعة غير منتظمة أو عندما تكون له عجلة .
السرعة موجبة و العجلة سالبة .	عندما تقل سرعة الجسم أو إتجاه العجلة في عكس إتجاه الحركة .

ما النتائج المترتبة على	الإجابة
السرعة النهائية أكبر من السرعة الابتدائية أو النسبة بين السرعة النهائية إلى السرعة الابتدائية أكبر من الواحد الصحيح .	يتحرك الجسم بعجلة تزايدية لأن السرعة تزداد
السرعة النهائية تساوي السرعة الابتدائية أو النسبة بين السرعة النهائية إلى السرعة الابتدائية تساوي الواحد الصحيح .	يتحرك الجسم بعجلة صفرية لأن السرعة ثابتة
السرعة النهائية أقل من السرعة الابتدائية أو النسبة بين السرعة النهائية إلى السرعة الابتدائية أقل من الواحد الصحيح .	يتحرك الجسم بعجلة تناقصية لأن السرعة تقل
حركة جسم على مستوى أملس مائل لأسفل .	يتحرك الجسم بعجلة تزايدية لأن السرعة تزداد
حركة جسم على مستوى أملس مائل لأعلى .	يتحرك الجسم بعجلة تناقصية لأن السرعة تقل
حركة جسم على مستوى أملس أفقى .	يتحرك الجسم بعجلة صفرية لأن السرعة ثابتة
يتحرك جسم حركة مُعجلة .	عندما يتحرك بسرعة غير منتظمة أو عندما تكون له عجلة .
السرعة سالبة و العجلة سالبة .	تزداد سرعة الجسم .

أكمل

- المعدل الزمنى للتغير في إزاحة جسم يكون معبراً عن التى يكون وحدة قياسها هى
- الجسم الذى يتم دورة كاملة حول محيط دائرة نصف قطرها r يقطع مسافة مقدارها و تكون إزاحته مقدارها
- المسافة كمية أما الإزاحة فهى كمية

علل السرعة كمية متجهة بينما مقدار السرعة كمية قياسية .



الإجابة	علل لما يأتي
لأن العجلة هي النسبة بين التغير في السرعة (وحدة قياسها ms^{-1}) و التغير في الزمن (وحدة قياسه s) .	تقاس العجلة بوحدة ms^{-2}
لأنها خارج قسمة التغير في السرعة (كمية متجهة) على الزمن (كمية قياسية) .	العجلة كمية متجهة
لأن التغير في السرعة = 0 فيكون المعدل الزمني للتغير في السرعة (العجلة) = 0 .	تتعدم العجلة عندما يتحرك الجسم بسرعة منتظمة .
لأنه إذا كانت السرعة النهائية أكبر من السرعة الابتدائية تكون العجلة تزايدية و إذا كانت السرعة النهائية أقل من السرعة الابتدائية تكون العجلة تناقصية .	أحياناً تكون العجلة تزايدية و أحياناً تكون تناقصية .
لأن الجسم الذي يتحرك بعجلة تكون سرعته غير منتظمة و بالتالي الخط البياني للعلاقة (إزاحة - زمن) يكون منحني .	عندما يتحرك جسم حركة مُعجلة فإن الخط البياني الذي يمثل العلاقة (إزاحة - زمن) لا يكون مستقيم .
لأن كثير من الحركات في الطبيعة تتم بعجلة منتظمة مثل : حركة المقذوفات و سقوط الأجسام بالقرب من سطح الأرض .	تعتبر حركة الجسم بعجلة منتظمة ذات أهمية خاصة .

مسائل

- 1- تحرك جسم في خط مستقيم من الموضع A إلى الموضع B فقطع 8 m ثم غير اتجاهه عمودياً إلى الموضع C فقطع 6 m أحسب : المسافة المقطوعة - الإزاحة الحادثة .
- 2- تحرك جسم علي محيط دائرة قطرها 14 m أوجد : الإزاحة لنصف الدورة - المسافة لدورة كاملة .
- 4- الجدول التالي يوضح العلاقة بين الإزاحة و الزمن لجسم متحرك :

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

- ارسم العلاقة بين المسافة x على المحور الرأسى و الزمن t على المحور الأفقى و من الرسم احسب :
- 1- قيم A , B , C
 - 2- قيمة الميل و ما يساويه فيزيائياً .

لم نرى في الحمد إلا زيادة في العطاء الحمد لله بقدر كل شيء... آلهُمَّ لك الحمد حتى نرضى و لك الحمد اذا رضيت و لك الحمد بعد الرضى ، ياربِّ عفوكم و عافيتكم و رزقكم و رضاكم و رحمتكم و مغفرتكم و شفاكم و غناكم و ثوابكم و حفظكم و نيسيركم و سركم و كرمكم و لطفكم و جنتكم .. رب اجعلنا من أهل النفوس الطاهرة و القلوب الشاكرة و الوجوه المسنبشرة الباسمة و ارزقنا طيب المقام و حسن الختام .





الحركة بعجلة منتظمة

Motion with Uniform Acceleration

الفصل الثاني

معادلات الحركة في خط مستقيم بعجلة منتظمة

نفرض جسم متحرك تتغير سرعة جسم بمعدل ثابت من سرعة ابتدائية V_i إلى سرعة نهائية V_f خلال فترة زمنية قدرها t .

$$V_f = V_i + at \quad : \text{ (السرعة - الزمن)}$$

العجلة المنتظمة التي يتحرك بها الجسم تتعين من العلاقة :

الإستنتاج :

$$a = \frac{\Delta v}{\Delta t} \quad , \quad \therefore \quad \Delta v = V_f - V_i \quad \Longrightarrow \quad a = \frac{V_f - V_i}{t}$$

$$\therefore V_f - V_i = at$$

$$\Longrightarrow \quad V_f = V_i + at$$

$$d = V_i t + \frac{1}{2} at^2 \quad : \text{ (الإزاحة - الزمن)}$$

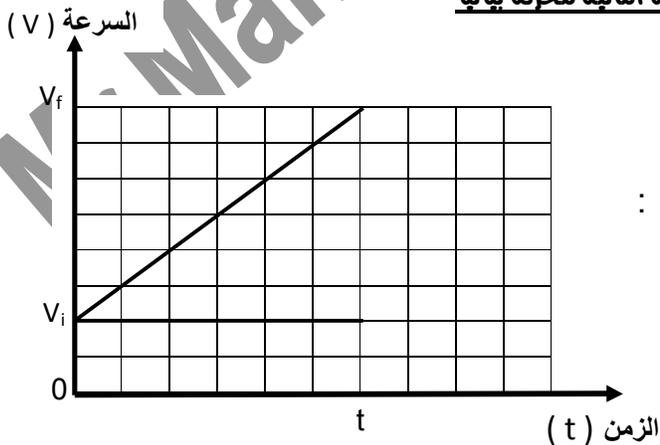
الإستنتاج :

$$\bar{V} = \frac{V_i + V_f}{2} \quad \text{و تتعين من العلاقة} \quad \bar{V} = \frac{d}{t} \quad \text{السرعة المتوسطة تتعين من العلاقة}$$

$$\therefore \frac{d}{t} = \frac{V_i + V_f}{2} \quad \therefore V_f = V_i + at \quad \text{(من المعادلة الأولى للحركة)} \quad \therefore \frac{d}{t} = \frac{V_i + V_i + at}{2}$$

$$\therefore \frac{d}{t} = \frac{2V_i + at}{2} \quad \Longrightarrow \quad \therefore d = \frac{2V_i t + at^2}{2} \quad \Longrightarrow \quad d = V_i t + \frac{1}{2} at^2$$

استنتاج المعادلة الثانية للحركة بياناً



في الرسم البياني بين السرعة و الزمن تكون

الإزاحة = الطول x العرض

أى تساوى عددياً المساحة تحت منحنى

(السرعة - الزمن) و بناء على ذلك فمن الشكل المقابل :

الإزاحة = مساحة المستطيل + مساحة المثلث

(1) مساحة المستطيل = $V_i t$

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

و لكن من المعادلة الأولى : $at = V_f - V_i$

\therefore مساحة المثلث = $\frac{1}{2} at^2$

و بجمع مساحة المستطيل و مساحة المثلث نحصل على الإزاحة :

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

اللهم انى أعوذ بك من القسوة و الغفلة و الذلة و المسكنة ، و أعوذ بك من الكفر و فسوق و الشقاق و السمعة و الرياء ، و أعوذ بك من الصمم و البكم و الجذام و الحزام و سبب الأسقام .



$$V_f^2 = V_i^2 + 2ad \quad \text{*** المعادلة الثالثة (الإزاحة - السرعة) :}$$

الإسنتاخ :

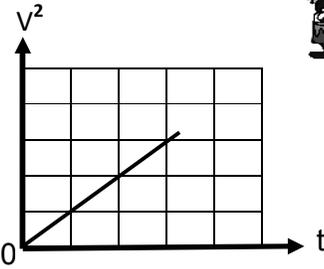
$$d = \bar{V} t \quad \leftarrow \quad \bar{V} = \frac{d}{t} \quad \text{السرعة المتوسطة :}$$

$$\bar{V} = \frac{V_f + V_i}{2} \quad \text{و عن السرعة المتوسطة :} \quad t = \frac{V_f - V_i}{a} \quad \text{بالتعويض عن الزمن من المعادلة الأولى :}$$

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

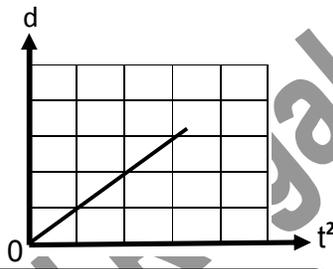
العلاقات البيانية لمعادلات الحركة بعجلة منتظمة

المعادلة الثالثة



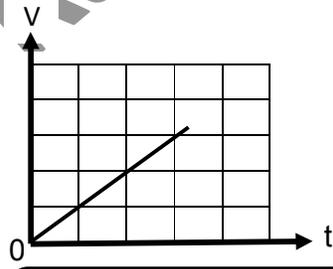
جسم يتحرك بعجلة منتظمة بدأ
حركته من السكون الميل $2a$

المعادلة الثانية

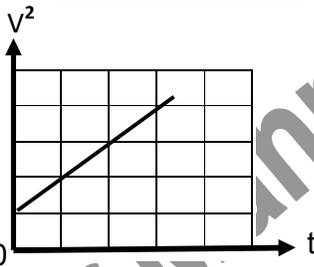


جسم يتحرك بعجلة منتظمة بدأ
حركته من السكون الميل $\frac{1}{2} a$

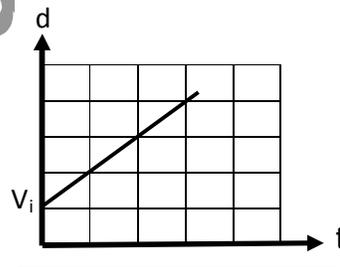
المعادلة الأولى



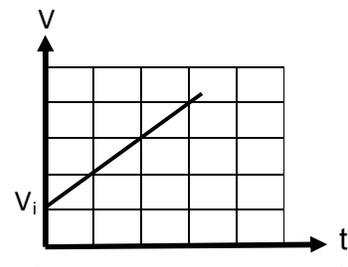
جسم يتحرك بعجلة منتظمة بدأ
حركته من السكون الميل a



جسم يتحرك بعجلة منتظمة بدأ
حركته بسرعة V_i الميل a



جسم يتحرك بعجلة منتظمة بدأ
حركته بسرعة V_i الميل $\frac{1}{2} a$



جسم يتحرك بعجلة منتظمة بدأ
حركته بسرعة V_i الميل a

بعض أفكار مسائل معادلات الحركة



١- لو وجدت الكلمات الآتية في المسألة يعوض عن العجلة بالسالب :
عجلة تقصيرية - فرامل - قذف لأعلى - تم تبطنته - احتكاك .

٢- لو وجدت الكلمات الآتية في المسألة تكون السرعة النهائية تساوى صفر : أقصى إرتفاع - توقف .

٣- لو وجدت الكلمات الآتية في المسألة تكون السرعة الابتدائية تساوى صفر : تحرك من سكون - يسقط سقوط حر

٤- لتحويل وحدة القياس km/h إلى وحدة m/s نضرب القيمة $\times (5/18)$.

٥- يمكن حساب المسافة الكلية التي قطعها الجسم من العلاقة البيانية (السرعة - الزمن) إذا كانت السرعة منتظمة و ذلك بجمع مساحات الأشكال في العلاقة البيانية .



٦- في المسائل من النوع : جسم يتحرك طبقا للعلاقة (لمعادلة ما) يجب أن تصل بالمعادلة المعطاة إلى أقرب صورة لأحد المعادلات الثلاث للحركة و ذلك بإتباع الآتى :



- إذا كان هناك جذر يجب التخلص منه بتربيع الطرفين .
- التخلص من أى مقام .
- إذا كان هناك سالب ينقل للطرف الآخر بالموجب .
- نختار المعادلة التى تشبه العلاقة ثم نقارن بينهما لإيجاد المطلوب .

أمثلة محلولة

① احسب الزمن الذى تستغرقه طائرة لتتوقف تماماً عند هبوطها على ممر مطار إذا كانت سرعتها عند ملامستها أرضية الممر 162 km/h و تم تبطنتها بانتظام بمعدل $0,5 \text{ ms}^{-2}$.

$$\begin{aligned} V_i &= 162 \text{ km/h} = 45 \text{ ms}^{-1} \\ V_f &= 0 \\ a &= -0,5 \text{ ms}^{-2} \\ t &= ? \end{aligned}$$

$$V_f = V_i + at \quad 0 = 45 + (-0,5)t \quad t = 90 \text{ s}$$

الحل :

② يقود شخص سيارة بسرعة منتظمة 30 ms^{-1} ، فجأة رأى طفل يركض أمامه فاستغرق 0,5 s ليضغط على الفرامل فبتباطأت السيارة بعجلة منتظمة 9 ms^{-2} حتى توقف أحسب الإزاحة التى استغرقتها السيارة لتتوقف .

$$\begin{aligned} V_i &= 30 \text{ ms}^{-1} \\ V_f &= 0 \\ a &= -9 \text{ ms}^{-2} \\ d &= ? \end{aligned}$$

$$d = Vt = 30 \times 0,5 = 15 \text{ m}$$

$$V_f^2 = V_i^2 + 2ad \quad 0 = 30^2 + 2 \times (-9)d \quad d = 50 \text{ m}$$

$$- \text{الإزاحة الكلية} = 15 + 50 = 65 \text{ m}$$

الحل :

السيارة المتحركة لها إزاحتين :

- إزاحة عندما كانت تتحرك بسرعة منتظمة و تحسب كالتالى :

- إزاحة عندما كانت تتحرك بعجلة منتظمة و تحسب من معادلات الحركة :

③ سيارة تتحرك بسرعة 40 ms^{-1} و عند استخدام الفرامل تحركت بعجلة منتظمة 4 ms^{-2} أوجد الزمن اللازم لتوقف السيارة - المسافة التى تقطعها منذ اسنخدام الفرامل حتى تتوقف .

$$\begin{aligned} V_i &= 40 \text{ ms}^{-1} \\ V_f &= 0 \\ a &= -4 \text{ ms}^{-2} \\ t &= ? \end{aligned}$$

$$V_f = V_i + at \quad 0 = 40 + (-4)t \quad t = 10 \text{ s}$$

$$V_f^2 = V_i^2 + 2ad \quad 0 = 40^2 + 2 \times (-4)d \quad d = 200 \text{ m}$$

الحل :

④ سيارة تتحرك من السكون بعجلة منتظمة 6 ms^{-2} أوجد قيمة كل من :

- سرعة السيارة بعد 8 s - المسافة المقطوعة بعد 10 s - المسافة المقطوعة عندما تصبح السرعة 12 ms^{-1} .

$$\begin{aligned} V_i &= 0 \\ V_f &= 12 \\ a &= 6 \text{ ms}^{-2} \\ d &= ? \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} V_f^2 &= V_i^2 + 2ad \\ 12^2 &= 2 \times 6 \times d \\ d &= 12 \text{ m} \end{aligned}$$



$$\begin{aligned} V_i &= 0 \\ d &= ? \\ a &= 6 \text{ ms}^{-2} \\ t &= 10 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} d &= V_i t + \frac{1}{2} at^2 \\ d &= \frac{1}{2} \times 6 \times 10^2 \\ d &= 30 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} V_i &= 0 \\ V_f &= ? \\ a &= 6 \text{ ms}^{-2} \\ t &= 8 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} V_f &= V_i + at \\ 0 &= 40 + (-4)t \\ t &= 10 \text{ s} \end{aligned}$$

الحل :



٥) يتحرك جسم طبقا للعلاقة الآتية : $V_f = \sqrt{64 - 8d}$ أحسب : السرعة الابتدائية – العجلة – المسافة بعد 5 s .

الحل :

$$\begin{aligned} V_i &= 8 \\ t &= 10 \\ a &= -4 \text{ ms}^{-2} \\ d &=? \end{aligned}$$

$$V_f^2 = 64 - 8d \quad \text{بترتيب الطرفين}$$

$$V_f^2 = V_i^2 + 2ad \quad \text{من المعادلة الثالثة للحركة :}$$

$$V_i^2 = 64 \rightarrow V_i = 8 \text{ ms}^{-1} \quad , \quad 2ad = -8d \rightarrow a = -4 \text{ ms}^{-2}$$

$$d = V_i t + \frac{1}{2} at^2 \rightarrow d = 8 \times 10 + \frac{1}{2} \times (-4) \times 5^2 \quad d = 30 \text{ m} \quad \text{- المسافة :}$$

٦) يتحرك جسم طبقا للعلاقة الآتية : $V_f = \sqrt{16d}$ أحسب : السرعة الابتدائية – العجلة – السرعة بعد قطع 100 m .

الحل :

$$\begin{aligned} V_i &= 0 \\ d &= 100 \\ a &= 8 \text{ ms}^{-2} \\ V_f &=? \end{aligned}$$

$$V_f^2 = 16d \quad \text{بترتيب الطرفين}$$

$$V_f^2 = V_i^2 + 2ad \quad \text{من المعادلة الثالثة للحركة :}$$

$$V_i = 0 \quad , \quad 2ad = 16d \rightarrow a = 8 \text{ ms}^{-2}$$

$$V_f^2 = 16d \rightarrow V_f^2 = 16 \times 100 \quad V_f^2 = 40 \text{ ms}^{-1} \quad \text{- السرعة :}$$

مسائل على العجلة منتظمة في خط مستقيم



- (١) جسم يتحرك بعجلة منتظمة 6 ms^{-2} من السكون أوجد :
سرعة الجسم بعد 8 ثواني – المسافة المقطوعة بعد 10 ثواني – المسافة المقطوعة عندما تصبح سرعة الجسم 12 ms^{-1} .
- (٢) جسم يتحرك بسرعة 18 ms^{-1} وبعجلة منتظمة 5 ms^{-2} أوجد :
المسافة المقطوعة بعد أن تصبح سرعته 40 ms^{-1} – سرعة الجسم بعد 12 s .
- (٣) يتحرك جسم من السكون بعجلة منتظمة قدرها 4 ms^{-2} ليقطع مسافة قدرها 200 m احسب :
الزمن اللازم ليقطع الجسم تلك المسافة – السرعة التي وصل إليها الجسم عند نهاية المسافة .
- (٤) تتحرك سيارة من سكون بعجلة منتظمة قدرها 2 ms^{-2} وعندما قطعت مسافة 100 m استخدم قائدها الفرامل فتوقفت السيارة بعد 5 s
بفعل عجلة تقصيرية أوجد : سرعة السيارة قبل أن يستخدم السائق الفرامل – العجلة التقصيرية التي تحركت بها السيارة حتى توقفت – المسافة الكلية التي قطعها السيارة .
- (٥) راكب دراجة بدأ حركته من السكون بعجلة منتظمة $1,5 \text{ ms}^{-1}$ تصل سرعته إلى $7,5 \text{ ms}^{-1}$ احسب المسافة التي تقطعها الدراجة .
- (٦) اكتسبت سيارة سرعة مقدارها 15 ms^{-1} بعد أن قطعت مسافة 225 m من بدء حركتها احسب العجلة التي تحركت بها السيارة .
- (٧) قطار يتحرك بسرعة 20 ms^{-1} بعجلة تناقصية مقدارها 2 ms^{-2} عند استخدام الفرامل أوجد الزمن اللازم ليتوقف القطار و المسافة التي يقطعها منذ استخدام الفرامل حتى يتوقف .
- (٨) تزايدت سرعة سيارة بانتظام من 18 km/h إلى 54 km/h خلال زمن 30 s فاحسب العجلة المنتظمة التي تحركت بها السيارة خلال هذه الفترة واحسب المسافة المقطوعة .
- (٩) سقط صندوق من شاحنة (سيارة نقل) متحركة بسرعة 30 ms^{-1} و بعد ملامسته للأرض انزلق مسافة 45 m حتى توقف تماماً احسب الزمن الذي استغرقه الصندوق من لحظة ملامسته الأرض حتى توقف تماماً .
- (١٠) جسم يتحرك بسرعة 20 ms^{-1} بعجلة منتظمة 5 ms^{-2} أحسب : سرعة الجسم بعد 4 s - المسافة المقطوعة خلال هذه الفترة .
- (١١) أرادت نملة أن تتسلق جدار طوله 7 متر لتبحث عن غذائها ثم رجعت مكانها احسب المسافة التي قطعها وكذلك الإزاحة .
- (١٢) تتحرك سيارة بسرعة ابتدائية 15 ms^{-1} لتصل سرعته خلال 2,5 s إلى سرعة نهائية قدرها 20 ms^{-1} أحسب المسافة التي تحركتها السيارة خلال تلك الفترة .

من قال سبحان الله وجمده نكبت له ألف حسنة أو تحط عنه ألف سيئة



(١٣) سيارة بدأت حركتها من السكون بعجلة منتظمة قدرها 2 ms^{-2} احسب المسافة التي تقطعها السيارة خلال 3 s من بدأ الحركة و كذلك سرعته النهائية عندئذ .

(١٤) قطار يتحرك بسرعة 20 ms^{-1} و عند استخدام الفرامل تحرك بعجلة تناقصية منتظمة 2 ms^{-2} احسب الزمن اللازم لتوقف القطار و المسافة التي يقطعها منذ استخدام الفرامل حتى يتوقف .

(١٥) يتحرك مترو الأنفاق بين محطتين A & B المسافة بينهما $1,2 \text{ km}$ و يبدأ بعجلة منتظمة لمدة الخمس ثواني الأولى حيث يقطع مسافة 50 m ثم يتحرك بسرعة منتظمة حتى يصل لنقطة ما ثم بعدها يتحرك بعجلة تناقصية مسافة 80 m الأخيرة أوجد :
السرعة المنتظمة التي تحرك بها مترو الأنفاق في المرحلة المتوسطة – الزمن الذي استغرقه في قطع المسافة بين المحطتين .

(١٦) يتحرك متسابق من السكون بعجلة قدرها 5 ms^{-2} احسب سرعته بعد 6 s من بدأ الحركة و إذا تحرك بعد ذلك بعجلة تناقصية $0,9 \text{ ms}^{-2}$ فاحسب الزمن اللازم لكي تصبح سرعته صفر و احسب المسافة التي يقطعها في الحالة الثانية .

(١٧) ما الزمن اللازم لجسم بدأ حركته من السكون بعجلة منتظمة قدرها 8 ms^{-2} ليلحق بجسم آخر يبعد عنه مسافة 120 m و يتحرك بسرعة منتظمة قدرها 28 ms^{-1} في نفس الإتجاه .

(١٨) يتحرك جسم طبقا للعلاقة التالية : $t = 1/3 V_f - 2$ أوجد :

السرعة الابتدائية – العجلة – المسافة التي يقطعها بعد 10 s – السرعة بعد 10 s من بداية الحركة .

(١٩) جسم يتحرك طبقا للعلاقة : $V_f = 0 + 4 t$ وعندما يقطع الجسم مسافة قدرها 18 m أوجد سرعته النهائية .

(٢٠) يتحرك جسم طبقا للعلاقة الآتية : $V_f = \sqrt{5d + 36}$ احسب :

سرعة الجسم الابتدائية ، العجلة التي يتحرك بها الجسم ، سرعته بعد ثانيتين .

(٢١) يتحرك جسم طبقا للعلاقة التالية : $V_f = \sqrt{9 - 2d}$ أوجد :

السرعة الابتدائية ، عجلة الحركة ، المسافة التي يقطعها الجسم بعد 10 s من بدأ الحركة .

(٢٢) الشكل البياني المرسوم يوضح حركة سيارة على طريق مستقيم :

أ- أى أجزاء الخط تكون السيارة فى ساكنة وكم الفترة الزمنية التي تستمر فيها السيارة ساكنة .

ب- أى أجزاء الخط تكون السيارة فيه متحركة بسرعة منتظمة متبعدة عن نقطة البدء و احسب قيمة السرعة .

ج- المسافة التي قطعها السيارة خلال العشر ثواني الأولى .

د- أوجد المسافة التي يقطعها عند انتقاله من B إلى C

(٢٣) الشكل المقابل يمثل العلاقة بين السرعة و الزمن لجسم :

أ- صف الحركة التي يتحرك بها الجسم خلال كلاً من المرحلة أ ب ، المرحلة ب ج .

ب- احسب العجلة التي يتحرك بها الجسم خلال كل مرحلة .

(٢٤) سيارة تتحرك بسرعة 20 ms^{-1} شاهد قائدها طفل يقف فى منتصف الطريق و على بعد 30 m أمامه فضغط على الفرامل و كانت العجلة التناقصية للسيارة 6 ms^{-2} هل يصاب الطفل بأذى أم لا معللاً ما تقوله .

(٢٥) الجدول التالى يوضح العلاقة بين الزمن و سرعة 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 و السرعة على المحور الرأسى و من الرسم أوجد : العجلة - المسافة بعد 5 ثواني .

اللَّهُمَّ إِنِّي أَعُوذُ بِكَ مِنْ زَوَالِ نِعْمَتِكَ وَ تَحْوِيلِ عَاقِبَتِكَ وَ قِيَاةِ نِعْمَتِكَ وَ جَمِيعِ سَخِيكَ اللَّهُمَّ يَا فَارِحَ الْهَمِّ وَ يَا كَاشِفَ الْعُزْمِ قَرِّحْ هَمِّي .. بِسْمِ أَمْرِي وَ أَرْحَمِ ضِعْفِي .. وَ قَلَّةِ حِيلَتِي وَ أَرْقِنِي مِنْ حَيْثُ لَا أَحْتَسِبُ يَا رَبَّ الْعَالَمِينَ (قَالَ رَسُولُ اللَّهِ صَلَّى اللَّهُ عَلَيْهِ وَ آلِهِ وَ سَلَّمَ : مَنْ أَخْبَرَ النَّاسَ بِهَاذَا آدَاءِ فَرِحَ اللَّهُ هَمَّهُ) .



السقوط الحر Free Fall

- عندما يسقط جسمان مختلفان في الوزن (ورقة ، كتاب) من مكان مرتفع عن سطح الأرض فإن الجسمان يبدأ حركتهما من السكون ($V_i = 0$) و يتجها لأسفل تحت تأثير :

- (١) قوة جذب الأرض لهما (وزنهما) .
- (٢) مقاومة الهواء (حيث تصطدم جزيئات الهواء مع الجسم وتؤثر في سرعة هبوطه و يظهر تأثير مقاومة الهواء بشكل أكبر على الأجسام الخفيفة لذلك يصل الكتاب إلى سطح الأرض أسرع من الورقة) .

في حالة عدم وجود مقاومة الهواء :

فإن الجسمان يسقطا تحت تأثير وزنيهما فقط فيكتسبا عجلة ثابتة منتظمة تعمل على زيادة سرعتيهما تدريجياً حتى تصل إلى أقصى قيمة لها عند لحظة اصطدامهما بالأرض و تسمى هذه العجلة " عجلة الجاذبية الأرضية = عجلة السقوط الحر " .



- فكرة أرسطو : الأجسام كبيرة الكتلة تصل سطح الأرض في زمن أقل من الأجسام صغيرة الكتلة .
- فكرة جاليليو : الأجسام المختلفة الكتلة تصل سطح الأرض في نفس الوقت بإهمال مقاومة الهواء .

عجلة السقوط الحر g

العجلة المنتظمة التي تتحرك بها الأجسام عندما تسقط سقوط حر نحو سطح الأرض . (تساوي $9,8 \text{ ms}^{-2}$)

* **ما معنى أن :** عجلة السقوط الحر = $9,8 \text{ m/s}^2$.

ج : أن سرعة الجسم عندما يسقط سقوط حر تزداد بمقدار $9,8 \text{ m/s}$ في كل ثانية .

ب - تقل قيمة عجلة الجاذبية كلما أبتعد المكان عن مركز الأرض فهي تساوي $9,79 \text{ ms}^{-2}$ عند خط الإستواء .

أ - تزداد قيمة عجلة الجاذبية كلما أقرب المكان من مركز الأرض فهي تساوي $9,83 \text{ ms}^{-2}$ عند القطبين .

علل	الإجابة
تختلف عجلة الجاذبية من مكان لآخر على سطح الأرض .	لإختلاف البعد عن مركز الأرض
عجلة السقوط الحر عند القطبين أكبر منها عن خط الإستواء .	وذلك لتفطح الأرض عند القطبين فتكون الأجسام عند القطبين أقرب لمركز الأرض عن خط الإستواء .

⤵ **للحظ :**

- يمكن تطبيق معادلات الحركة الثلاثة للحركة الرأسية تحت تأثير عجلة الجاذبية مع استبدال g مكان العجلة a .
- عندما يسقط جسم سقوط حر فإنه يتحرك بعجلة موجبة و تكون $V_i = 0$ و النسبة بين V_f و V_i أكبر من واحد .
- عندما يزداد زمن سقوط جسم سقوط حر للضعف فإن المسافة التي يستغرقها الجسم للسقوط تزداد 4 أمثالها ($d \propto t^2$)

علل لما يأتي	الإجابة
تكون العجلة تزايدية عندما تسقط الأجسام سقوط حر .	لأن السرعة النهائية تكون أكبر من السرعة الابتدائية .
تقل سرعة الجسم عندما يسقط سقوط حر .	لأنه يتحرك بعجلة تناقصية عندما يتحرك في عكس اتجاه الجاذبية الأرضية .



الإجابة	ما النتائج المترتبة على
يتحرك الجسم لأعلى و السرعة تتناقص كلما ارتفعنا لأعلى .	الإشارة السالبة لعجلة السقوط الحر .
يتحرك الجسم لأسفل و السرعة تزداد كلما اتجهنا لأسفل .	الإشارة الموجبة لعجلة السقوط الحر .
أن السرعة تتناقص أى أن السرعة النهائية أقل من السرعة الابتدائية .	اتجاه السرعة و العجلة سالبين .

الإجابة	متى يكون
عندما يُقذف الجسم لأعلى و يصل لأقصى إرتفاع .	السرعة = صفر لكن العجلة \neq صفر .
عندما يتحرك الجسم بسرعة منتظمة (التغير فى السرعة = صفر) .	العجلة = صفر لكن السرعة \neq صفر .
عندما تقل السرعة أى أن السرعة النهائية أقل من السرعة الابتدائية .	اتجاه السرعة موجبة و العجلة سالبة .
عندما يتحرك الجسم بسرعة منتظمة (العجلة = صفر) .	التغير فى السرعة = صفر .

أمثلة محاولة على السقوط الحر

① سقطت تفاحة من شجرة و بعد 1 s إرتطمت بالأرض احسب :
سرعة التفاحة لحظة اصطدامها بالأرض - السرعة المتوسطة للتفاحة أثناء السقوط - بعد التفاحة عن الأرض عند بدء السقوط .
($g = 10 \text{ ms}^{-2}$)

$$\begin{aligned} V_i &= 0 \\ V_f &= 10 \text{ ms}^{-1} \\ t &= 1 \text{ s} \\ d &= 5 \end{aligned}$$

$$\bar{v} = \frac{d}{t} = \frac{5}{1} = 5 \text{ m/s}$$

(حاول بطريقة أخرى)

$$\begin{aligned} V_i &= 0 \\ d &= ? \\ g &= 10 \text{ ms}^{-2} \\ t &= 1 \text{ s} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} d &= V_i t + \frac{1}{2} g t^2 \\ d &= \frac{1}{2} \times 10 \times 1^2 \\ d &= 5 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} V_i &= 0 \\ V_f &= ? \\ g &= 10 \text{ ms}^{-2} \\ t &= 1 \text{ s} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} V_f &= V_i + g t \\ V_f &= 10 \times 1 \\ V_f &= 10 \text{ ms}^{-1} \end{aligned}$$

الحل :

② ترك جسم ليسقط حر من أعلى مبنى فوصل إلى الأرض بعد 5 s أحسب :
- سرعة الجسم لحظة اصطدامه بالأرض .
- إرتفاع المبنى عن سطح الأرض .



$$\begin{aligned} V_i &= 0 \\ d &= ? \\ g &= 10 \text{ ms}^{-2} \\ t &= 1 \text{ s} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} d &= V_i t + \frac{1}{2} g t^2 \\ d &= \frac{1}{2} \times 10 \times 5^2 \\ d &= 250 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} V_i &= 0 \\ V_f &= ? \\ g &= 10 \text{ ms}^{-2} \\ t &= 5 \text{ s} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} V_f &= V_i + g t \\ V_f &= 10 \times 5 \\ V_f &= 50 \text{ ms}^{-1} \end{aligned}$$

الحل :



③ ترك صندوق ليسقط حر من طائرة هليكوبتر على ارتفاع 78,4 m من سطح البحر أحسب :
سرعة اصطدام الصندوق بسطح الماء – زمن وصول الصندوق لسطح الماء .
($g = 10 \text{ ms}^{-2}$)



(حاول بطريقة أخرى)

$$\begin{aligned} V_i &= 0 \\ d &= 78,4 \text{ m} \\ g &= 10 \text{ ms}^{-2} \\ V_f &= 39,59 \text{ ms}^{-1} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} d &= V_i t + \frac{1}{2} at^2 \\ 78,4 &= \frac{1}{2} \times 10 \times t^2 \\ t &= 3,95 \text{ s} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} V_i &= 0 \\ V_f &= ? \\ g &= 10 \text{ ms}^{-2} \\ d &= 78,4 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} V_f^2 &= V_i^2 + 2gd \\ V_f^2 &= 2 \times 10 \times 78,4 \\ V_f &= 39,59 \text{ ms}^{-1} \end{aligned}$$

الحل :

④ ترك حجر ليسقط من سطح منزل فمر أمام شخص يقف فى إحدى شرفات منزل على ارتفاع 5m من سطح الأرض بعد 4 s من لحظة السقوط أوجد : ارتفاع المنزل – سرعة الحجر عندما مر أمام الشخص . ($g = 10 \text{ ms}^{-2}$)



ارتفاع المنزل = 5 + 80

$$\begin{aligned} V_i &= 0 \\ d &= ? \\ g &= 10 \text{ ms}^{-2} \\ t &= 4 \text{ s} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} d &= V_i t + \frac{1}{2} gt^2 \\ d &= \frac{1}{2} \times 10 \times 4^2 \\ d &= 80 \text{ m} \end{aligned}$$

(حاول بطريقة أخرى)

$$\begin{aligned} V_i &= 0 \\ V_f &= ? \\ g &= 10 \text{ ms}^{-2} \\ t &= 4 \text{ s} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} V_f &= V_i + gt \\ V_f &= 10 \times 5 \\ V_f &= 40 \text{ ms}^{-1} \end{aligned}$$

الحل :

المقذوفات Projectiles

أولاً : المقذوفات الرأسية

- عند قذف جسم رأسياً لأعلى فإنه يتحرك بعجلة تناقصية منتظمة تساوى عجلة الجاذبية الأرضية (تقل سرعة الجسم بانتظام) .

- عندما يصل الجسم إلى أقصى ارتفاع تكون سرعته = صفر بعدها يغير الجسم اتجاه سرعته ليعود إلى سطح الأرض تحت تأثير عجلة الجاذبية الأرضية فتزداد سرعته مرة أخرى و لكن فى عكس الاتجاه الأول .

- سرعة الجسم عند أى نقطة أثناء الصعود = **سالبة** سرعة الجسم عند نفس النقطة أثناء الهبوط . (تدل الإشارة السالبة على أن السرعتين فى عكس الاتجاه)

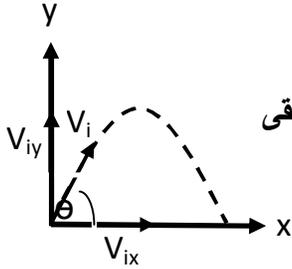
- زمن صعود الجسم إلى أقصى ارتفاع = زمن هبوطه من أقصى ارتفاع .

الإجابة	علل لما يأتى
لأنه يتحرك بعجلة تناقصية عندما يتحرك فى عكس اتجاه الجاذبية الأرضية .	تقل سرعة الجسم عندما يُقذف بعيداً عن سطح الأرض .
لأن السرعة النهائية تكون أقل من السرعة الابتدائية .	عند قذف الأجسام رأسياً لأعلى تكون العجلة تناقصية .



مسائل على المقذوفات الرأسية

- (١) قذف جسم رأسياً لأعلى بسرعة 98 ms^{-1} احسب أقصى ارتفاع يصل إليه الجسم و كذلك الزمن اللازم لذلك . ($g = 9,8 \text{ ms}^{-2}$)
- (٢) قذف حجر رأسياً لأعلى فعاد للأرض مرة ثانية بعد 6 s احسب :
- السرعة التي قذف بها الحجر .
- أقصى ارتفاع يصل إليه الحجر .
- (٣) احسب أقصى ارتفاع يصل إليه جسم قذف لأعلى بسرعة 100 ms^{-1} . ($g = 10 \text{ ms}^{-2}$)
- (٤) قذف جسم رأسياً لأعلى بسرعة 50 ms^{-1} أوجد :
- أقصى ارتفاع يصل إليه - الزمن اللازم لعودة الجسم ثانية إلى الأرض .



ثانياً: المقذوفات بزواوية (الحركة في بعدين)

عندما ينطلق مقذوف مثل كرة أو دانة مدفع بسرعة ابتدائية V_i و بزواوية θ مع المستوى الأفقى فإنها تأخذ مسار منحنى ويمكن تحليل السرعة في إتجاهين : أفقى x ورأسى y

الإتجاه الأفقى (x)

يتحرك المقذوف حركة منتظمة (لا تسارع فيها أى العجلة = 0) لعدم وجود قوة أفقية مؤثرة عليه و بسرعة أفقية مقدارها ثابت V_{ix} أو V_{fx} بفرض عدم وجود قوة احتكاك و يمكن تعيين السرعة الأفقية من العلاقة :
مع ملاحظة أن العجلة الأفقية منعدمة $a_x = 0$ لأن السرعة V_{ix} ثابتة .

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

الإتجاه الرأسى (y)

يتحرك المقذوف حركة معجلة تحت تأثير عجلة السقوط الحر g و بالتالى تكون السرعة متغيرة فتطبق عليه معادلات الحركة بعجلة منتظمة .

أولاً : سرعة المقذوف الابتدائية (لحظة القذف) فى الإتجاه الرأسى V_{iy}

$$V_{iy} = V_i \sin\theta$$

ثانياً : سرعة المقذوف النهائية فى الإتجاه الرأسى V_{fy}

نُحسب من إحدى معادلتى الحركة و يتم التعويض عن قيمة V_i بقيمة $V_{iy} (V_{iy} = V_i \sin\theta)$ و العجلة a بـ g مع مراعاة وضع إشارتها سالبة .

$$V_{fy}^2 = V_{iy}^2 + 2gd$$

$$V_{fy} = V_{iy} + gt$$



تدريب : قذف جسم بسرعة 20 ms^{-1} و فى اتجاه يصنع زاوية 60° مع الأفقى احسب :

- سرعة الجسم الأفقية لحظة القذف .
- سرعة الجسم الرأسية لحظة القذف .
- سرعة الجسم الرأسية بعد ثانية من القذف .

الحل :

$$V_{ix} = V_{fx} = V_i \cos\theta = 20 \cos 60 = 10 \text{ ms}^{-1}$$

$$1) \text{ السرعة الأفقية لحظة القذف } V_{ix} :$$

$$V_{iy} = V_i \sin\theta = 20 \sin 60 = 17,32 \text{ ms}^{-1}$$

$$2) \text{ السرعة الرأسية لحظة القذف } V_{iy} :$$

$$V_{fy} = V_{iy} + gt = 17,32 - (10 \times 1) = 7,32 \text{ ms}^{-1}$$

$$3) \text{ السرعة الرأسية } V_{fy} \text{ بعد } 1 \text{ s من القذف} :$$

كل حزن سيذهب كل مكسور سيجبر لا ينك الله قلباً يرفرف تحت سمائه ضائعاً دون ملجأ اللهم اشرح صدورنا و يسر أمورنا .



ثالثاً : سرعة المقذوف V_f عند أي لحظة أثناء القذف

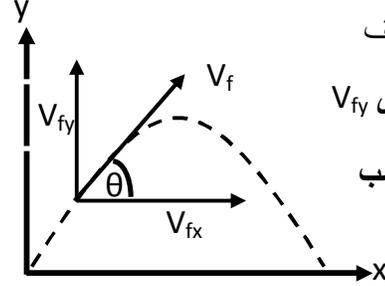
نحسب مركبة السرعة V_f في الإتجاه الأفقى V_{fx} ومركبة السرعة في الإتجاه الرأسى V_{fy}

ثم نُحسب من نظرية فيثاغورس $V_f = \sqrt{V_{fx}^2 + V_{fy}^2}$ ويتم ذلك كالتالى : نحسب

(١) السرعة الأفقية لحظة القذف V_{ix} من العلاقة : $V_{ix} = V_{fx} = V_i \cos\theta$

(٢) السرعة الرأسية لحظة القذف V_{iy} من العلاقة : $V_{iy} = V_i \sin\theta$

(٣) السرعة النهائية فى الإتجاه الرأسى V_{fy} من إحدى معادلتى الحركة كما سبق



$$V_{fy} = V_{iy} + gt$$

$$V_{fy}^2 = V_{iy}^2 + 2gd$$

تدريب : قذف جسم بسرعة 50 ms^{-1} فى إتجاه يصنع زاوية 60° مع الأفقى أحسب سرعته بعد 4 s من القذف .

الحل :

١- نحسب السرعة الأفقية لحظة القذف V_{ix} :

$$V_{ix} = V_{fx} = V_i \cos\theta = 50 \cos 60 = 25 \text{ ms}^{-1}$$

٢- نحسب السرعة الرأسية لحظة القذف V_{iy} :

$$V_{iy} = V_i \sin\theta = 50 \sin 60 = 43,3 \text{ ms}^{-1}$$

٣- نحسب السرعة النهائية فى الإتجاه الرأسى V_{fy} من المعادلة الأولى للحركة :

$$V_{fy} = V_{iy} + gt = 43,3 - (10 \times 4) = 3,3 \text{ ms}^{-1}$$

٤- يمكن حساب السرعة V_f من العلاقة :

$$V_f = \sqrt{V_{fx}^2 + V_{fy}^2} = \sqrt{25^2 + 3,3^2} = 25,22 \text{ ms}^{-1}$$

رابعاً : حساب زمن الصعود (زمن أقصى إرتفاع)

$$V_{fy} = V_{iy} + gt \implies t = \frac{-V_{iy}}{g} \quad \text{من المعادلة الأولى للحركة}$$

خامساً : حساب زمن التحليق T

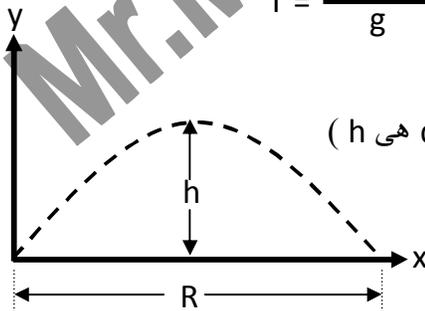
$$T = \frac{-2V_{iy}}{g} \quad \text{زمن التحليق } T \text{ ضعف زمن الصعود } t \text{ (} T = 2t \text{)}$$

سادساً : حساب أقصى إرتفاع رأسى h :

يمكن حساب أقصى إرتفاع رأسى للمقذوف من إحدى معادلتى الحركة : (حيث d هى h)

$$V_{fy}^2 = V_{iy}^2 + 2gd$$

$$d = V_{iy}t + \frac{1}{2}gt^2$$



سابعاً : حساب أقصى مدى أفقى R :

$$R = \frac{-2V_{ix}V_{iy}}{g} \quad \text{يمكن حساب أقصى مدى أفقى للمقذوف من العلاقة} \quad R = V_{ix}T$$

من العلاقة السابقة لحساب أقصى مدى أفقى يلزم معرفة : السرعة الإبتدائية الأفقية V_{ix} و الرأسية V_{iy} للمقذوف



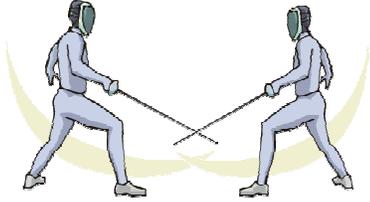


👉 **الخط :**

- الجسم المقذوف يصل إلى أقصى مدى أفقى له عند قذفه بزاوية 45°
- المدى الأفقى لجسمين مقذوفين يتساوى عند قذفهما بزاويتين متتامتان (مجموعهما 90°).

اختبر نفسك

تدريب : انطلقت دراجة نارية بسرعة 15 m/s و فى اتجاه يصنع زاوية 30° مع الأفقى احسب :

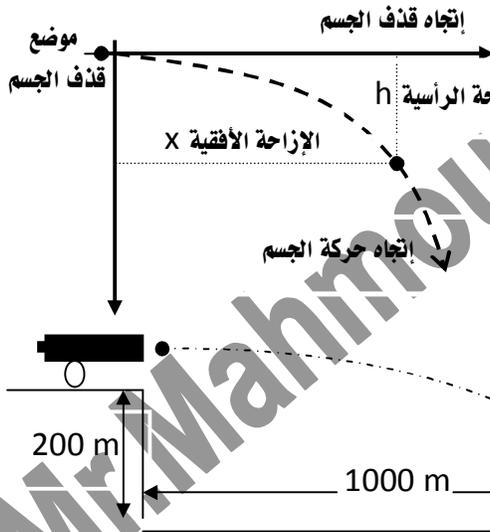


- 1- أقصى ارتفاع تصل إليه الدراجة .
- 2- زمن تحليق الدراجة .
- 3- أقصى مدى أفقى تصل إليه الدراجة .
- 4- السرعة الرأسية للدراجة بعد ثانية من إنطلاقها .
- 5- سرعة الدراجة بعد ثانية من إنطلاقها .

تدريب : قذف جسم لأعلى و كانت زاوية ميله مع المحور الرأسى 30° و سرعته الأفقية 50 m/s أحسب :

- 1- سرعته الرأسية لحظة القذف .
- 2- سرعته بعد ثانيتين من لحظة القذف .
- 3- المسافة الأفقية التى يقطعها .

حالة خاصة من المقذوفات (المقذوفات من أعلى أفقياً)



زمن الإزاحة الرأسية = زمن الإزاحة الأفقية

1- الإزاحة الرأسية (h) :

يمكن تعيينها من المعادلة الثانية للحركة .

2- الإزاحة الأفقية (X) : و تحسب من العلاقة

$$X = V_{ix}t$$

تدريب :

فى الشكل المقابل أحسب السرعة التى يجب أن تنطلق بها القذيفة من فوهة المدفع لكى تصيب السفينة .

أثبت أن : المسافة الأفقية لمقذوف بزاوية 30° = المسافة الأفقية لمقذوف بزاوية 60°

عند القذف بزاوية 60° :

$$R_1 = \frac{-2 V_i \cos 60^\circ V_i \sin 60^\circ}{g}$$

من علاقة المدى الأفقى $R = \frac{-2 V_{ix} V_{iy}}{g}$ و بالتعويض عن كل من V_{ix} و V_{iy}

عند القذف بزاوية 30° :

$$R_2 = \frac{-2 V_i \cos 30^\circ V_i \sin 30^\circ}{g}$$

من علاقة المدى الأفقى $R = \frac{-2 V_{ix} V_{iy}}{g}$ و بالتعويض عن كل من V_{ix} و V_{iy}

$$\frac{R_1}{R_2} = \frac{-2 V_i \cos 60^\circ V_i \sin 60^\circ}{-2 V_i \cos 30^\circ V_i \sin 30^\circ} = \frac{1}{1}$$

بقسمة $R_2 \div R_1$





الإجابة	علل لما يأتي
لأن أقصى مدى أفقى $R = V_i \cos \theta T$ و $\cos 45$ تكون أكبر ما يمكن .	يصل الجسم لأقصى مدى أفقى إذا كانت زاوية القذف 45°
لأن اتجاه الحركة يكون فى اتجاهين مختلفين .	فى حالة المقذوفات لا تتساوى الإزاحة مع المسافة .
لأنه إذا كانت العجلة = صفر يظل المقذوف معلق فى الهواء و هذا لا يحدث .	عجلة الجسم المقذوف عند أقصى إرتفاع \neq صفر
لأن من المعادلة الثانية للحركة $d = V_i t + \frac{1}{2} a t^2$ يتوقف الزمن على d, a و كلاهما ثابت .	تصل الأجسام المختلفة فى الكتلة إلى سطح الأرض فى نفس الوقت عندما تسقط سقوط حر من نفس الإرتفاع .
لأن المدى الأفقى $R = V_i \cos \theta T$ و بزيادة الزاوية θ تقل السرعة الابتدائية V_i	كلما زادت زاوية القذف θ قل المدى الأفقى

الإجابة	متى يكون
عند قذفهما بزوايتين متتامتان (مجموعهما 90°) .	المدى الأفقى لجسمين مقذوفين بزوايتين مختلفتين متساو .
عندما يُقذف بزاوية 45° .	المدى الأفقى لجسم مقذوف بزاوية أكبر ما يمكن .
عندما يُقذف بزاوية 45° .	السرعة الأفقية لمقذوف = السرعة الرأسية له .
عندما تقترب زاوية الميل من 45° .	يزداد المدى الأفقى لمقذوف قذف بزاوية ميل معينة .

اللهم من اعزك بك فلن يدك ، و من اهتدى بك فلن يضل ، و من استنكر بك فلن يقل ، و من استنوى بك فلن يضعف ، و من استغنى بك فلن يفتر ، و من استنصر بك فلن يغلب ، و من نهك عليك فلن يخيب ، و من جعلك ملاذاً فلن يضيع ، و من اعنصم بك فقد هدى إلى صراط مستقيم ، اللهم فكن لنا ولياً و نصيراً ، و كن لنا معيماً و مجيراً ، إنك كنت بنا بصيراً



قديمًا كانت الفيزياء تمثل ❗ رعباً للطالب

أما الآن بحمد الله معنا أصبحت لها طعم آخر

أسلوب جديد لعرض الفيزياء بعيداً عن التعقيد

تحياتى الأستاذ / محمود رجب رمضان

email : mahmoudragabramadan@hotmail.com

Watsapp : 01225448031

Facebook : <http://facebook.com/mahmoudragabramadan>



القوة و الحركة

Force & Motion

الفصل الثالث

القوة F

مؤثر خارجي يؤثر على الجسم فيغير من حالته أو اتجاهه أو كلاهما معاً .

◆ جهاز قياس القوة : الميزان الزنبركي .

◆ وحدة قياس القوة في النظام الدولي : نيوتن (N)



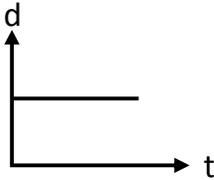
قانون نيوتن الأول Newton's First Law

نص القانون :

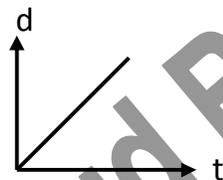
يظل الجسم على حالته من سكون أو حركة منتظمة في خط مستقيم ما لم تؤثر عليه قوة محصلة تغير من حالته .

◆ **الصيغة الرياضية :** $\sum F = 0$ (الرمز \sum يسمى سيجما و يعنى محصلة)

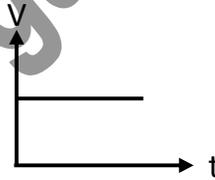
العلاقات البيانية لقانون نيوتن الثاني :



جسم ساكن



جسم يتحرك بسرعة منتظمة



جسم يتحرك بسرعة منتظمة

من قانون نيوتن الأول نستنتج أن :

- عندما تؤثر أكثر من قوة على جسم بحيث يلغى تأثير بعضها البعض يُقال أن محصلة القوى المؤثرة على هذا الجسم تساوى صفر .

- عندما تكون القوة المحصلة المؤثرة على جسم تساوى صفر فإن العجلة = صفر ($a = 0$) فلا تتغير سرعة الجسم سواء كان ساكن أو متحرك .

- لتحريك الأجسام الساكنة أو إيقاف الأجسام المتحركة نحتاج إلى قوة و لكننا لا نحتاج قوة لجعله يحافظ على حالته (سكون أو حركة بسرعة ثابتة في خط مستقيم) .

- يرتبط قانون نيوتن الأول ارتباطاً وثيقاً بمفهوم القصور الذاتي لذا يسمى قانون نيوتن الأول بقانون القصور الذاتي .

القصور الذاتي

ميل الجسم الساكن للإحتفاظ بحالة السكون و ميل الجسم المتحرك للإحتفاظ بالحركة بسرعيته الأطلاقية في خط مستقيم .

أو : خاصية مقاومة الأجسام لتغيير حالتها من السكون أو الحركة .

اللَّهُمَّ أرزقنا طيب الطعنه و حلاوة لقاء الأحبه و صفاء النفس و تجنب الزلک و بلوغ الأمل و حسن الخاتمة و صلاح العمل و اجمعنا سوياً تحت ظل عرشك يوم لا ظل الا ظلك .



الإجابة	علل لما يأتي
لأن الجسم يكون قاصر عن تغيير حالته (السكون أو الحركة) بنفسه .	يسمى القانون الأول لنيوتن بقانون القصور الذاتي
لوجود قوة إحتكاك بين الجسم و السطح بالإضافة إلى مقاومة الهواء .	لا يمكن تحقيق الشق الأول من قانون نيوتن الأول عملياً
بسبب القصور الذاتي لأن الجزء العلوى من جسم الراكب يحاول الإحتفاظ بحالة الحركة التى كان عليها فيندفع إلى الأمام عند توقف السيارة فجأة .	اندفاع الركاب إلى الأمام عند توقف السيارة فجأة
بسبب القصور الذاتي لأن الجزء العلوى من جسم الراكب يحاول الإحتفاظ بحالة السكون التى كان عليها فيندفع إلى الخلف عند تحرك السيارة فجأة للأمام	اندفاع الركاب إلى الخلف عند تحرك السيارة فجأة للأمام
بسبب القصور الذاتي لأن قطعة النقود تحاول الإحتفاظ بحالة السكون التى كان عليها فتسقط فى الكوب .	سقوط قطعة من النقود فى الكوب عند سحب ورقة من تحتها فجأة .
بسبب القصور الذاتي لأن الجزء العلوى من جسم الراكب يحاول الإحتفاظ بحالة الحركة التى كان عليها فيندفع إلى الأمام عندما يكب الجواد فجأة .	اندفاع راكب الجواد بقوة إلى الأمام عندما يكب الجواد فجأة .
للتغلب على القصور الذاتي .	ضرورة استخدام "حزام الأمان" فى السيارة .
أجـ بنفسك بـ	استمرار دوران المروحة بعد انقطاع التيار الكهربى عنها
لأن الجسم المتزن قد يكون متحرك و محصلة القوة المؤثرة عليه = صفر .	السكون ليس هو المظهر الوحيد للجسم المتزن
بسبب القصور الذاتي لأن الجزء العلوى من جسم الراكب يحاول الإحتفاظ بحالة الحركة التى كان عليها فيندفع إلى الأمام عندما يقفز .	يلزم الحذر عند القفز من أتوبيس مسرع



⚡️ الحظ :

يتوقف القصور الذاتي للجسم على : **كتلة الجسم - سرعة الجسم .**

١- **كتلة الجسم** " علاقة طردية " فكلما كبرت كتلة الجسم كان تحريكه أو تغيير اتجاهه أو مقدار سرعته أصعب .
مثال : يصعب إيقاف شاحنة كبيرة متحركة بينما يسهل إيقاف دراجة صغيرة تسير بالسرعة .

٢- **سرعة الجسم** " علاقة طردية " فكلما كبرت سرعة الجسم كان تحريكه أو تغيير اتجاهه أو مقدار سرعته أصعب .
مثال : يصعب إيقاف دراجة تتحرك بسرعة كبيرة بينما يسهل إيقاف نفس الدراجة إذا كانت تتحرك بسرعة صغيرة .

الإجابة	علل لما يأتي
لأن القصور الذاتي لها يكون كبيراً جداً نظراً لكبر كتلتها .	يصعب إيقاف شاحنة كتلتها كبيرة .
لأن القصور الذاتي لها يكون كبيراً جداً نظراً لكبر سرعتها .	يصعب إيقاف دراجة تتحرك بسرعة كبيرة .

مما سبق يتضح أن : كتلة الجسم m و سرعته v يرتبطان معاً بكمية فيزيائية تعرف بـ : كمية التحرك P .



كمية التحرك P



حاصل ضرب كتلة الجسم m في سرعته V .

◆ وحدة قياس كمية التحرك : kg ms^{-1}

$$P = m V$$

◆ القانون المستخدم لحساب كمية التحرك :

◆ ما معنى أن : كمية تحرك جسم = 40 kg ms^{-1} .

ج : أن حاصل ضرب سرعة الجسم في كتلته = 40 kg ms^{-1} .

👉 للحظ أن :

- كمية التحرك كمية متجهة : لأنه يلزم لتعريفها تعريف تام معرفة مقدارها و اتجاهها .

أو : لأن حاصل ضرب كمية متجهة (السرعة) في كمية قياسية (الكتلة) يعطى كمية متجهة .

- كمية تحرك قطار ساكن = صفر (علل) لأن سرعة القطار الساكن = صفر

العوامل التي تتوقف عليها كمية تحرك جسم

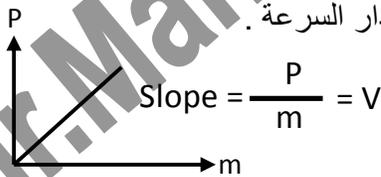
كتلة الجسم

تتناسب كمية التحرك طردياً مع

كتلة الجسم عند ثبوت سرعته .

◆ النموذج البياني للعلاقة :

عند رسم علاقة بيانية بين كمية التحرك على المحور الرأسى و الكتلة على المحور الأفقى نحصل على خط مستقيم ميله يمثل مقدار السرعة .



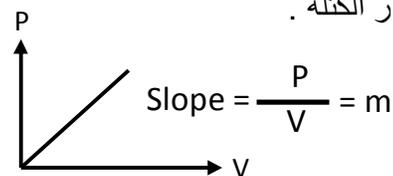
سرعة الجسم

تتناسب كمية التحرك طردياً مع

سرعة الجسم عند ثبوت كتلته .

◆ النموذج البياني للعلاقة :

عند رسم علاقة بيانية بين كمية التحرك على المحور الرأسى و السرعة على المحور الأفقى نحصل على خط مستقيم ميله يمثل مقدار الكتلة .



مثال :

جسم كتلته 50 kg يتحرك بسرعة 40 ms^{-1} ما هي كمية تحركه .

الحل :

$$\Rightarrow P = m V = 50 \times 40 = 2000 \text{ kg ms}^{-1}$$

تدريبات

(١) جسم كتلته 2 kg يسقط من مبنى فوصل إلى سطح الأرض بعد 4 s أحسب كمية تحرك الجسم التي يصل بها إلى الأرض .
($g = 10 \text{ ms}^{-2}$)

(٢) جسمان كتلة الأول 2 kg و يتحرك بسرعة 10 ms^{-1} و الثانى كتلته 4 kg يتحرك بنفس كمية تحرك الجسم الأول ما هي سرعة الجسم الثانى .

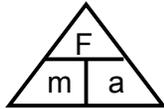


قانون نيوتن الثاني Newton's second Law

نص القانون :

القوة المحصلة المؤثرة على جسم تساوي المعدل الزمني للتغير في كمية تحرك هذا الجسم .

أو : إذا أثرت قوة محصلة على جسم فإنها تكسبه عجلة تتناسب طردياً مع القوة المؤثرة على الجسم و عكسياً مع كتلته .



الصيغة الرياضية : $F = ma$ أو : $a = \frac{F}{m}$

* ما معنى أن : القوة المؤثرة على جسم = 40 kg ms^{-2} .
ج : أن حاصل ضرب كتلة الجسم في عجلة تحركه = 40 N .

استنتاج الصيغة الرياضية لقانون نيوتن الثاني :

$$F = \frac{\Delta P}{\Delta t} = \frac{\Delta mv}{\Delta t} = \frac{m\Delta v}{\Delta t}$$

$$a = \frac{\Delta v}{\Delta t} \quad \boxed{F = ma}$$

تزداد بزيادة كتلة الجسم m
و التغير في سرعته Δv

تقل بزيادة زمن التأثير Δt
(زمن التغير في كمية التحرك)

تطبيقات حياتية على قانون نيوتن الثاني :

فإن القوة المؤثرة على الجسم : F

$$F = m \frac{\Delta v}{\Delta t}$$

من قانون نيوتن الثاني

و من ذلك يمكن تفسير بعض التطبيقات الحياتية مثل :

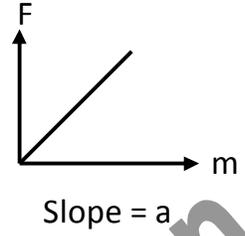
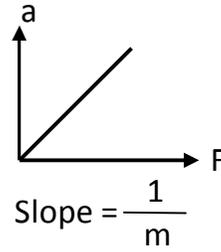
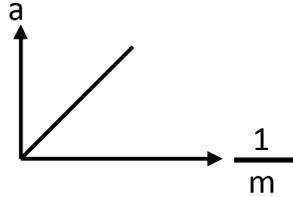
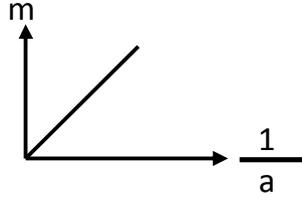
- 1- سقوط بيضة على أرض صلبة فإنها تنكسر بينما سقوطها على وسادة فإنها لا تنكسر .
- 2- استخدام الوسادة الهوائية في السيارة .
- 3- إصطدام السيارة بكومة قش أقل تدميراً من إصطدامها بحائط خرساني .
- 4- سقوط شخص من مكان مرتفع في حوض ماء أقل ضرراً من سقوطه على الأرض .

الإجابة	علل لما يأتي
بسبب زيادة فترة تلامس البيضة مع الوسادة Δt فتقل القوة المؤثرة عليها F فلا تنكسر .	سقوط بيضة على أرض صلبة فإنها تنكسر بينما سقوطها على وسادة فإنها لا تنكسر .
لحماية السائق حيث تعمل على زيادة فترة تلامس السائق مع الوسادة Δt فتقل القوة المؤثرة عليه F فلا يتأذى .	استخدام الوسادة الهوائية في السيارة .
بسبب زيادة فترة تلامس السيارة مع كومة القش Δt فتقل القوة المؤثرة عليه F فيكون التدمير أقل .	إصطدام السيارة بكومة قش أقل تدميراً من إصطدامها بحائط خرساني .
بسبب زيادة فترة تلامس الشخص مع الماء Δt فتقل القوة المؤثرة عليه F فيكون الضرر أقل .	سقوط شخص من مكان مرتفع في حوض ماء أقل ضرراً من سقوطه على الأرض .
لأن حاصل ضرب كمية متجهة (العجلة) في كمية قياسية (الكتلة) يعطي كمية متجهة .	القوة كمية متجهة .

من قال سبحان الله وحمده نكتب له ألف حسنة أو تحط عنه ألف سيئة .



العلاقات البانية لقانون نيوتن الثاني :



من قانون نيوتن الثاني :

- إذا أثرت قوتان متساويتان على كتلتين مختلفتين (m_2, m_1) فإنهما يكتسبان عجلتين مختلفتين (a_2, a_1) و تتناسب العجلة تناسباً عكسياً مع الكتلته عند ثبوت القوة (الكتلة الأكبر تتحرك بعجلة أقل و العكس)

- إذا أثرت قوتان مختلفتان (F_2, F_1) على كتلتين متساويتين فإنهما يكتسبان عجلتين مختلفتين (a_2, a_1) و تتناسب العجلة تناسباً طردياً مع القوة عند ثبوت الكتلة (القوة الأكبر تتحرك الكتلة بعجلة أكبر و العكس)

و في كل حالة الحالات يكون : إذا أثرت نفس القوة على جسمين مختلفين $m_1 a_1 = m_2 a_2$



♦ وحدة قياس القوة في النظام الدولي : نيوتن (N) و هو يكافئ $kg \cdot ms^{-2}$.

سميت هذه الوحدة بالنيوتن تخليداً للعالم سير إسحق نيوتن العالم الفيزيائي و الرياضي الإنجليزي .

النيوتن Newton

القوة التي إذا أثرت على جسم كتلته 1 Kg لأكسبته عجلة مقدارها $1 ms^{-2}$ في نفس الاتجاه .

الكتلة و الوزن Mass & Weight

الوزن w

- هو قوة جذب الأرض للجسم .

♦ نوع الكمية الفيزيائية : متجهة و اتجاهها نحو

مركز الأرض دائماً .

♦ جهاز قياس الوزن : الميزان النبركي .

♦ وحدة القياس : نيوتن N .

♦ الناثر بالمكان : تتغير بتغير المكان .

الكتلة m

- مقدار مقاومة الجسم لأي تغيير في حالته الحركية الإنتقالية .

♦ نوع الكمية الفيزيائية : قياسية .

♦ جهاز قياس الكتلة : الميزان الحساس .

♦ وحدة القياس : كجم Kg .

♦ الناثر بالمكان : لا تتغير بتغير المكان .

♦ **الخط** : يمكن تعيين وزن الجسم من القانون : $W = m g$

♦ ما معنى أن : وزن الجسم = 50 N .

ج : أن قوة جذب الأرض للجسم = 50 N .

♦ ما معنى أن : كتلة الجسم = 5 kg .

ج : أن مقدار مقاومة الجسم لأي تغيير في حالته الحركية الإنتقالية = 5 kg .



من قرا الواقعة كل ليلة قبل أن ينام لقي الله عز و جل و وجهه كالقمر ليلة البدر .



أمثلة محلولة على قانون نيوتن الثاني

① أثرت قوة على جسم ساكن كتلته 3 kg فتحرك حتى وصلت سرعته إلى 30 m/s بعد أن قطع 10 m احسب :
القوة المؤثرة على الجسم .

الحل :

$$\begin{aligned} V_i &= 0 \\ V_f &= 30 \text{ ms}^{-1} \\ a &= ? \\ d &= 10 \end{aligned}$$

$$V_f^2 = V_i^2 + 2 ad$$

$$30^2 = 2 \times a \times 10$$

$$a = 45 \text{ ms}^{-2}$$

$$F = ma$$

$$= 3 \times 45 = 135 \text{ N}$$

حساب القوة :

② أثرت قوة مقدارها 30 N على جسم كتلته 2 kg فتحرك بعجلة مقدارها 5 ms⁻² احسب :
قوة الاحتكاك بين الجسم و السطح .

الحل :

$$F_{\text{محركة}} = ma = 2 \times 5 = 10 \text{ N}$$

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

$$= 30 - 10 = 20 \text{ N}$$



② أثرت قوة مقدارها 30 N على مكعب فتكسبه عجلة و عندما تؤثر نفس القوة على مكعب آخر تكسبه عجلة أكبر من
3 أمثال المكعب الأول احسب : النسبة بين كتلة المكعب الأول إلى كتلة المكعب الثاني .

الحل :

$$a_2 = 3a_1$$

$$m_1 a_1 = m_2 a_2$$

$$m_1 a_1 = m_2 \times 3a_1$$

$$m_1 = 3 m_2$$

$$\frac{m_1}{m_2} = \frac{3}{1}$$

الإجابة	علل لما يأتي
لأن كتلة الأرض كبيرة جداً فتكون العجلة التي تكتسبها صغيرة جداً .	لا يمكن ملاحظة حركة الأرض نحو الأجسام التي تسقط عليها .
لأن الكتلة ثابتة لا تتغير بتغير المكان بينما الوزن يتغير بتغير المكان .	يُفضل إستيراد البضائع من الخارج بالكتلة و ليس الوزن .
لإختلاف عجلة الجاذبية من مكان لآخر على سطح الأرض .	يختلف وزن الجسم من مكان لآخر على سطح الأرض .
بسبب تفلطح الأرض عند القطبين فتكون عجلة الجاذبية عند القطبين أكبر منها عند خط الإستواء .	وزن الجسم عند القطبين أكبر منه عند خط الإستواء
لأن العجلة تقل كلما ارتفعنا لأعلى .	وزن الجسم على قمة جبل أقل من وزنه على سطح الأرض .
لأن ناتج ضرب كمية متجهة (عجلة الجاذبية) في كمية قياسية (الكتلة) يعطي كمية متجهة .	وزن الجسم كمية متجهة .



الإجابة	علل لما يأتي
لأن وزن الجسم = كتلة الجسم × عجلة الجاذبية	وزن الجسم دائماً أكبر من كتلته .
لأن وزن الجسم = كتلة الجسم × عجلة الجاذبية فالوزن يتوقف على عجلة الجاذبية و ليس عجلة الحركة .	لا يتأثر وزن شخص داخل سيارة بالعجلة التى تتحرك بها السيارة .
لأنها قوى متزنة (محصلة هذه القوى = صفر)	رغم وجود عدة قوى تؤثر على جسم لكنه لا يتحرك
لأن الكتلة تتناسب عكسياً مع العجلة .	الجسم ذو الكتلة الأكبر يتحرك بعجلة أقل من الجسم ذو الكتلة الأقل عندما يؤثر عليهما نفس القوة .
لأنه وفقاً للقانون الأول و الثانى عندما تكون القوة = صفر فإن العجلة = صفر فيتحرك الجسم بسرعة منتظمة أو يظل ساكن .	القانون الأول حالة خاصة من القانون الثانى لنيوتن

الإجابة	متى يكون
عندما تكون محصلة القوة المؤثرة عليه = صفر .	الجسم ساكن .
عندما تكون محصلة القوة المؤثرة عليه ≠ صفر .	الجسم متحرك .
عندما تكون القوى متزنة (محصلة هذه القوى = صفر)	قانون نيوتن الأول مُطبق عملياً .

الإجابة	ماذا يحدث عندما
لا تتغير حالة الجسم (ساكن – متحرك) .	تؤثر قوتان متساويتان فى المقدار و متضادتان فى الإتجاه على جسم .
يتحرك الجسم فى إتجاه القوتين .	تؤثر قوتان متساويتان فى المقدار و الإتجاه على جسم .
يتحرك الجسم فى إتجاه القوة الأكبر .	تؤثر قوتان مختلفتان فى المقدار و الإتجاه على جسم .

اختبر نفسك

١) أثرت قوة على كتلة مقدارها 2 Kg فأكسبتها عجلة 3 ms^{-2} ما هى العجلة الناتجة عندما تؤثر نفس القوة على كتلة أخرى مقدارها 1 Kg و كتلة ثالثة مقدارها 4Kg .

٢- يتدلى ثقل - فى حالة سكون - من حبل بحيث كانت قوة الشد فى الثقل $4,9 \text{ N}$ احسب كتلة الثقل المعلق بالحبل .

٣- قوة مقدارها 5 N تؤثر على جسم كتلته 2 Kg احسب العجلة التى تسببها القوة على الجسم .

٤- احسب القوة التى لو أثرت على جسم كتلته 30 Kg تكسبه عجلة مقدارها 3 ms^{-2} .

٥- جسم كتلته 5 Kg تؤثر عليه قوة مقدارها 5 N فإذا بدأ الجسم حركته من السكون ما هى المسافة التى يقطعها خلال 5s .

٦- تتحرك سيارة كتلتها 1500 Kg بسرعة 108 Km h^{-1} ما هى قوة الإحتكاك الثابتة التى توقف السيارة خلال 5 s .

٧- سيارة كتلتها 1000 kg تتحرك من السكون على طريق أفقى تحت تأثير قوة محركها و قدرها 300 N فإذا علمت أن قوة الإحتكاك بينها و بين أرضية الطريق 100 N أوجد : القوة المحركة للسيارة - العجلة التى تتحرك بها السيارة .





قانون نيوتن الثالث Newton's third Law

نص القانون :

عندما يؤثر جسم ما على جسم آخر بقوة فإن الجسم الثانى يؤثر على الجسم الأول بقوة مساوية لها فى المقدار و مضادة لها فى الاتجاه .

أو : لكل فعل رد فعل مساو له فى المقدار و مضاد له فى الاتجاه .

الصيغة الرياضية : إذا كان الجسمان فى حالة سكون $F_1 = - F_2$ (الإشارة السالبة تعنى أن القوتين فى اتجاهين متضادين)
إذا كان الجسمان يتحركان نحو بعضهما $m_1 a_1 = - m_2 a_2$

تطبيق عملي :

فكرة عمل الصاروخ حيث تندفع الغازات المشتعلة لأسفل (قوة فعل) فيندفع الصاروخ للأعلى (قوة رد فعل) .

* لكي يحدث إتران بين قوتين يجب أن يكونا :

١- متساويين فى المقدار . ٢- متضادتين فى الاتجاه . ٣- خط عملهما واحد . ٤- يؤثران على نفس الجسم .

من قانون نيوتن الثالث نلاحظ :

- يفسر القانون العديد من الظواهر بمعرفة القوى المؤثرة على الأجسام وهى تتواجد على شكل أزواج متساوية مقداراً و متضادة اتجاهاً .

الإجابة	علل لما يأتى
لأنه حسب قانون نيوتن الثالث لكل فعل رد فعل .	لا توجد فى الكون قوة مفردة .
لأنهما من نفس النوع فإذا كان الفعل قوة جاذبية فإن رد الفعل يكون قوة جاذبية أيضاً .	قوتا الفعل و رد الفعل لهما طبيعة واحد .
لأنهما يؤثران على جسمين مختلفين و شرط حدوث الإتران أن تؤثر القوتان على جسم واحد .	رغم تساوى قوتا الفعل و رد الفعل إلا أنهما لا يحدثا إتران . أو : محصلة قوتا الفعل و رد الفعل \neq صفر .
لأن الكتلة تتناسب عكسياً مع العجلة .	يُثبت الجندي كعب بندقيته جيداً فى كتفه عند إطلاق النار .
لأن خط عمل القوتين ليس واحد .	قد لا يتزن جسم بالرغم من تأثره بقوتين متساويتين فى المقدار و متضادتين فى الاتجاه .

الإجابة	متى يكون	الإجابة	متى يكون
عندما يتحرك الجسم بسرعة منتظمة .	القوة = صفر .	إذا كانت $m = 1 \text{ Kg}$	القوة = العجلة .
إذا كانت $a = 1 \text{ ms}^{-2}$	الكتلة = القوة .	إذا كانت $F = 1 \text{ N}$	الكتلة = العجلة .
عندما تكون $g = 1 \text{ ms}^{-2}$	الكتلة = الوزن .	عندما تنعدم الجاذبية	الوزن = صفر .



تطبيقات على قانون نيوتن الثالث :

- بندقية ينطلق منها قذيفة للأمام (قوة فعل) فترتد البندقية للخلف (قوة رد فعل) .
- كتاب موضوع على منضدة يؤثر على المنضدة بقوة دفع لأسفل بينما تؤثر المنضدة على الكتاب بقوة رد فعل لأعلى .



- شخص داخل قارب يدفع الماء بمجداف (قوة فعل) و الماء يدفع القارب (قوة رد فعل) فيتحرك القارب .
- رجل يقفز من قارب للأمام (قوة فعل) فيرتد القارب للخلف (قوة رد فعل) .
- شخص يجلس على كرسي متحرك فيدفعه للحائط (قوة فعل) فيرتد الكرسي للخلف (قوة رد فعل) .
- ترك بالون منفوخ حراً فيندفع الهواء منه في اتجاه ما (قوة فعل) فيرتد البالون في الاتجاه المضاد (قوة رد فعل) .

مسائل على قوانين نيوتن

١) أثرت قوتين متساويتين علي جسمين فتحرك الأول و كتلته 5 kg بعجلة 8 m/s^2 و الثاني تغيرت سرعته من السكون إلى 48 ms خلال 3 s احسب كتلة الجسم الثاني .

٢) أثرت قوة على جسم وزنه 4000 N فغيرت سرعته من 10 m/s إلى 20 m/s خلال 10 s احسب : ($g = 10 \text{ m/s}^2$)
- العجلة التي يتحرك بها الجسم .
- القوة المؤثرة على الجسم .

٣) سيارة يتم سحبها بواسطة ونش بقوة $3 \times 10^3 \text{ N}$ ليكسبها عجلة مقدارها 3 m/s^2 احسب كتلة ووزن السيارة . ($g = 10 \text{ m/s}^2$)
٤) كرة معدنية كتلتها 10 kg ساكنة على سطح أفقي أثرت عليها قوة أفقية 30 N فحركتها احسب :
- العجلة التي تحركت بها الكرة .
- المسافة التي قطعها خلال 10 ثواني .

٥) سيارة كتلتها 1000 kg تتحرك بسرعة 2 m/s استخدم سائقها الفرامل فتوقفت بعد 2 s احسب قوة الفرامل .

٦) أثرت قوتين متساويتين علي جسمين مختلفين في الكتلة كتلة الأول m_1 و كتلة الثاني 1 kg فأكتسبت الكتلة الأولى عجلة مقدارها 4 m/s^2 و اكتسبت الكتلة الثانية عجلة مقدارها 20 m/s^2 أوجد مقدار الكتلة m_1 .

٧) تؤثر قوة ثابتة مقدارها 8 N على جسم ساكن كتلته 4 kg احسب العجلة التي يتحرك بها الجسم ثم احسب المسافة التي يقطعها الجسم خلال 6 ثواني من بدأ الحركة .

٨) احسب القوة المؤثرة على جسم كتلته 20 kg و اللازمة لتغيير سرعته من 12 m/s إلى 20 m/s خلال أربع ثواني ثم احسب المسافة.

٩) جسم كتلته 8 kg يتحرك على سطح خشن بسرعة 20 m/s فتناقصت سرعته بفعل قوى الإحتكاك بين الجسم و السطح حتى توقف تماماً على بعد 40 m احسب قوى الإحتكاك بين الجسم و السطح .

١٠) قذيفة بندقية كتلتها 40 kg تتحرك بسرعة 200 m/s اصطدمت بحاجز رملي ففدنت فيه مسافة 80 cm قبل أن تسكن احسب قوة المقاومة التي تلاقيها من الرمل .

١١) طائرة ركاب نفاثة كتلتها 50000 kg يلزمها ممر طوله 1500 m لتكتسب سرعة مقدارها 180 km/h احسب :
- العجلة التي تكتسبها .
- زمن الإقلاع .
- قوة محركاتها .

١٢) جسم كتلته m أثرت عليه عدة قوى مختلفة فتغيرت عجلة الحركة طبقاً للجدول التالي :

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

ارسم العلاقة البيانية بين القوة على المحور الصادي و العجلة على المحور السيني و من الرسم احسب : كتلة الجسم

١٣) سيارة كتلتها نصف طن تتحرك بسرعة 15 m/s تناقصت سرعتها إلى 5 m/s خلال 5 s من استخدام الفرامل احسب قوة الفرامل .

١٤) أثرت قوتان متساويتان على جسمين فتتحرك الأول و كتلته 5 Kg بعجلة 8 m/s^2 و تغيرت سرعة الثاني من السكون إلى 48 m/s خلال زمن قدره 3 s احسب كتلة الجسم الثاني .

١٥) جسم كتلته 5 Kg ساكن فوق سطح أملس أثرت عليه قوة مقدارها 25 N احسب العجلة التي يتحرك بها الجسم .

١٦) احسب كتلة قارب يتحرك في نهر بعجلة 5 m/s^2 إذا كانت القوة المؤثرة على القارب 20 N

١٧) 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 .

١٨) احسب وزن سائق كتلته 70 Kg يجلس داخل سيارة تتحرك بعجلة 4 m/s . ($g = 9,8 \text{ m/s}^2$)

١٩) يقوم ونش بسحب سيارة بقوة $3 \times 10^3 \text{ N}$ فيكسبها عجلة 3 m/s^2 احسب كتلة و وزن السيارة . ($g = 10 \text{ m/s}^2$)

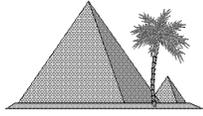


قوانين الحركة الدائرية

Laws of Circular Motion

الفصل الأول

من خلال دراستك لقانون نيوتن الثانى عرفت أنه عندما تؤثر قوة على جسم متحرك بسرعة منتظمة فإنه يكتسب عجلة و تتغير السرعة و يعتمد التغير فى السرعة على اتجاه القوة المؤثرة على الجسم بالنسبة لإتجاه حركة الجسم كما يلي :



إذا كان إتجاه القوة المؤثرة

عمودى على إتجاه حركة الجسم

❖ لا يتغير مقدار السرعة و يتغير إتجاهها .

في عكس إتجاه حركة الجسم

❖ يقل مقدار السرعة و لا يتغير إتجاهها .

في نفس إتجاه حركة الجسم

❖ يزداد مقدار السرعة و لا يتغير إتجاهها .

⚡️ الحظ :

- شروط حركة جسم فى مسار دائرى (حركة دائرية منتظمة) : وجود قوة تؤثر فى إتجاه عمودى على إتجاه حركة الجسم و فى إتجاه مركز الدائرة و ذلك لإجباره على الإستمرار فى الحركة الدائرية .

علل : ليتحرك جسم فى مسار دائرى لابد أن يكون إتجاه القوة المؤثرة عليه عمودى على إتجاه الحركة نحو المركز .
ج : لتعمل كقوة جاذبة مركزية فيتغير إتجاه السرعة فقط و يتحرك الجسم فى مسار دائرى .



الحركة الدائرية المنتظمة

حركة جسم فى مسار دائرى بسرعة ثابتة المقدار و متغيرة الإتجاه .

أمثلة للحركة الدائرية :

حركة الأرض حول الشمس - حركة القمر حول الأرض - حركة الإلكترونات حول نواة الذرة - حركة الأرجوحة الدوارة حول مركزها - حركة عقارب الساعة حول محورها .

سرعة الجسم فى المسار الدائرى

متغيرة الإتجاه

ثابتة فى المقدار

⚡️ الحظ :

يتغير اتجاه السرعة باستمرار فى الحركة الدائرية و تغير إتجاه السرعة دليل على وجود عجلة تسمى بالعجلة المركزية و تتطلب هذه العجلة وجود قوة يكون إتجاهها نحو المركز لذا تسمى بالقوة الجاذبة المركزية .

القوة الجاذبة المركزية

هئى قوة تؤثر باستمرار فى إتجاه عمودى على إتجاه حركة جسم فتحول مساره المستقيم إلى مسار دائرى .

- إذا تلاشت القوة الجاذبة المركزية فإن الجسم سوف يتحرك فى خط مستقيم بإتجاه المماس للمسار الدائرى بسرعة ثابتة فى المقدار و الإتجاه تسمى بالسرعة المماسية .

❖ **ما معنى أن :** القوة الجاذبة المركزية المؤثرة على جسم 40 N .

ج : أن القوة التى تؤثر باستمرار فى إتجاه عمودى على حركة جسم فتحول مساره المستقيم إلى مسار دائرى 40 N



أنواع القوة الجاذبة المركزية

لا تعتبر القوة الجاذبة المركزية نوع جديد من القوى ولكنها ببساطة هي أي قوة تؤثر عمودياً على مسار حركة الجسم وتجعله يتحرك في مسار دائري .



(١) قوة الشد F_T

- قوة تنشأ في حبل أو خيط أو سلك عندما يسحب به جسم .

- عندما تكون هذه القوة في اتجاه عمودي على اتجاه حركة جسم يتحرك بسرعة ثابتة فإن هذه القوة تجعل الجسم يتحرك في مسار دائري أي أن : قوة الشد في الخيط تعمل كأنها قوة جاذبة مركزية .

علل : عدم سقوط الماء من فوهة دلو عند تحريك الدلو في مسار دائري .

ج : لأن القوة الشد المؤثرة عليه تكون عمودية على اتجاه الحركة فتعمل كقوة جاذبة مركزية فيتغير اتجاه السرعة فقط ولا يتغير مقدارها فيدور الماء في مسار دائري و يظل داخل الدلو .

(٢) قوة التجاذب المادي F_G

- قوة تجاذب تنشأ بين الأرض و الشمس (الأجسام المادية) .

- قوة التجاذب المادي بين الأرض و الشمس تكون عمودية على اتجاه حركة الأرض و في اتجاه المركز لذلك تتحرك الأرض في مسار دائري حول الشمس أي أن : قوة التجاذب المادي تعمل كأنها قوة جاذبة مركزية .

(٣) قوة الاحتكاك F_f

- قوة تنشأ بين الجسم المتحرك (سيارة) و السطح الملامس له (الطريق) .

- تكون قوة الاحتكاك عند دوران الجسم في مسار منحنى في اتجاه عمودي على اتجاه حركة الجسم و في اتجاه المركز لذلك يتحرك الجسم في مسار دائري أي أن : قوة الاحتكاك تعمل كأنها قوة جاذبة مركزية .



(٤) قوة رد الفعل F_N

- قوة تنشأ عندما يكون المسار الدائري للجسم مائلاً بزاوية على الأفقي .

عندما يتحرك جسم في مسار دائري يميل بزاوية على الأفقي فإنه يتأثر بعدة قوى منها :

١- قوة رد الفعل : تؤثر عمودياً على الجسم و بتحليل تلك القوة فإن المركبة الأفقية لها تكون عمودية على اتجاه الحركة و في اتجاه المركز فتجعل الجسم يتحرك في مسار دائري أي أن : المركبة الأفقية لقوة رد الفعل تعمل كأنها قوة جاذبة مركزية .

٢- قوة الاحتكاك : بتحليل تلك القوة أيضاً فإن المركبة الأفقية لها تكون عمودية أيضاً على اتجاه الحركة و في اتجاه

المركز فتجعل الجسم يتحرك في مسار دائري أي أن : المركبة الأفقية لقوة الاحتكاك تعمل كأنها قوة جاذبة مركزية
أي أن القوة الجاذبة المركزية = مركبة قوة رد الفعل الأفقية + مركبة قوة الاحتكاك الأفقية .

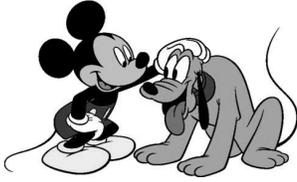
(٥) قوة الرفع F_L

تؤثر قوة الرفع دائماً عمودياً على جسم الطائرة و لكن عندما تميل الطائرة تنتج مركبة أفقية لقوة الرفع تكون عمودية على اتجاه الحركة و في اتجاه المركز فتتحرك الطائرة في مسار دائري أي أن : المركبة الأفقية لقوة الرفع تعمل كأنها قوة جاذبة مركزية .

علل : في المنحنيات يميل راكب الدراجة بجسمه و بدراجته نحو مركز المنحنى .

ج : لتنشأ قوة عمودية على اتجاه الحركة فتعمل كقوة جاذبة مركزية فيتغير اتجاه السرعة فقط فيتحرك في مسار دائري

العجلة المركزية Centripetal Acceleration

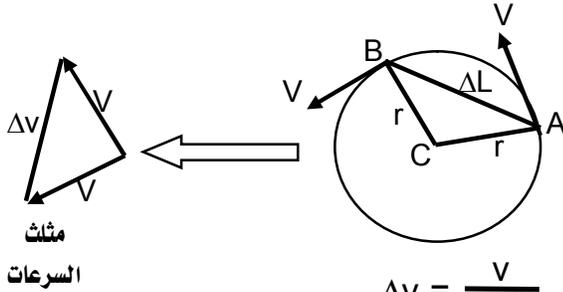


العجلة التي يكتسبها الجسم في الحركة الدائرية بسبب تغير اتجاه السرعة .

⚡ **للحظ :**

- تنشأ العجلة المركزية من التغير في اتجاه السرعة فقط و تقاس بوحدة ms^{-2} .
 - يكون اتجاه العجلة المركزية في نفس اتجاه القوة الجاذبة المركزية (نحو المركز) .
 - في الحركة الدائرية يكون كل من : السرعة - العجلة - القوة ثابتة المقدار و لكنها متغيرة الإتجاه باستمرار .
- علل : **قد يتحرك جسم بسرعة ثابتة المقدار و تكون له عجلة .**
ج : عندما يتحرك الجسم في مسار دائري حيث يكون مقدار السرعة ثابت و لكن اتجاهها متغير .

حساب قيمة العجلة المركزية a



يوضح الشكل المقابل جسم يتحرك على محيط دائرة نصف قطرها r و تكون سرعته اللحظية عند كلاً من النقطتين A ، B هي v و هي ثابتة في المقدار و لكنها متغيرة في الإتجاه و برسم مثلث السرعات :

نلاحظ أن المثلث ABC يشابه مثلث السرعات

و يمكن كتابة العلاقة : $\frac{\Delta v}{\Delta L} = \frac{v}{r}$ ومنها $\Delta v = \frac{v}{r} \cdot \Delta L$

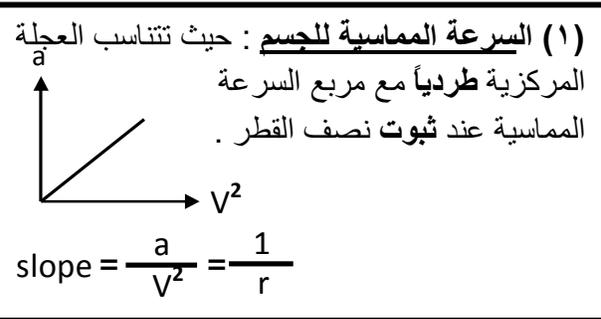
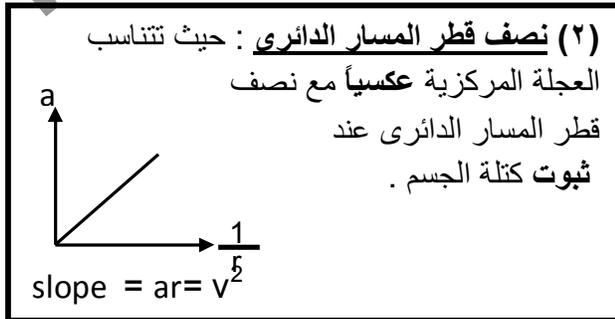
بقسمة الطرفين على Δt تصبح العلاقة : $\frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{v}{r} \cdot \frac{\Delta L}{\Delta t}$

و من تعريف العجلة : $a = \frac{\Delta v}{\Delta t}$ و من تعريف السرعة : $v = \frac{\Delta L}{\Delta t}$

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

العوامل التي تتوقف عليها العجلة المركزية

- من قانون العجلة المركزية : $a = \frac{v^2}{r}$ نستنتج أن العجلة المركزية تتوقف على :
- 1- السرعة المماسية للجسم .
 - 2- نصف قطر المسار الدائري .



⚡ **ما معنى أن :** العجلة المركزية المؤثرة على جسم $40 ms^{-2}$.

ج : أن العجلة التي يكتسبها الجسم في الحركة الدائرية بسبب تغير اتجاه السرعة = $40 ms^{-2}$.

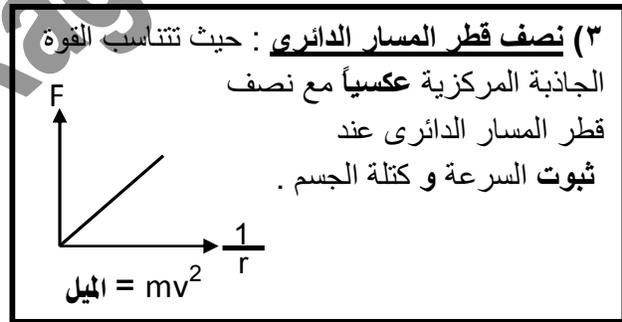
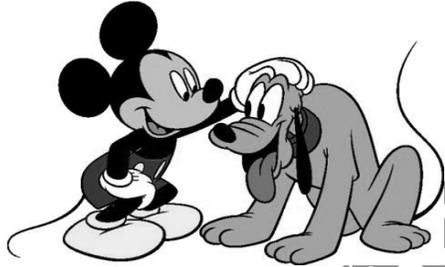
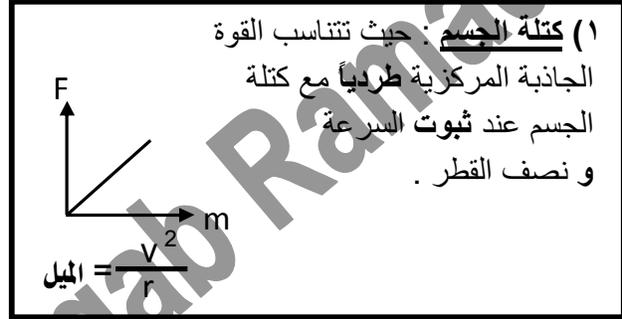
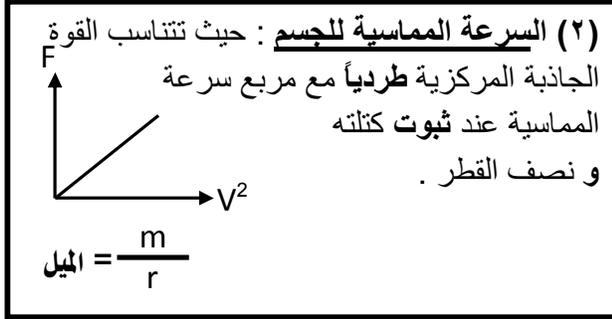


حساب قيمة القوة الجاذبة المركزية F

من قانون نيوتن الثانى تحسب القوة من العلاقة $F = m a$ أى أن :
القوة الجاذبة المركزية = الكتلة × العجلة المركزية $\leftarrow F = m \frac{v^2}{r}$

العوامل التى تتوقف عليها قوة الجذب المركزية

من قانون القوة الجاذبة المركزية : $F = m \frac{v^2}{r}$ نستنتج أن القوة الجاذبية المركزية تتوقف على :
١- كتلة الجسم .
٢- السرعة المماسية للجسم .
٣- نصف قطر المسار الدائرى .



⚠️ **الحظ :**

عندما **تتناقص** القوة المركزية فإن نصف قطر المسار الدائرى سيزداد (علاقة عكسية) وإذا أصبحت القوة المركزية صفراً فإن الجسم سيتحرك فى خط مستقيم .

♦ **السرعة المماسية** : سرعة تجعل الجسم ينطلق فى اتجاه المماس للمسار الدائرى عندما تنعدم القوة المركزية .

♦ **يمكن حساب السرعة المماسية من العلاقة** : $v = \frac{2 \pi r}{T}$

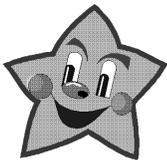
♦ **يمكن حساب زمن الدورة الكاملة من العلاقة** : $T = \frac{2 \pi r}{v}$

نظيقات على ظاهرة حركة الأجسام بعيداً عن المسار الدائرى عندما تكون القوة الجاذبة المركزية غير كافية للحركة الدائرية :

(١) تجفيف الملابس فى الغسالات الأوتوماتيكية .

(٢) لعبة البراميل الدوارة فى الملاهى .

(٣) صنع غزل البنات .



من قال سبحان الله و حمده نكذب له ألف حسنة أو تحط عنه ألف سيئة



الإجابة	علل لما يأتي
لأن القوة الجاذبة المركزية تتناسب طردياً مع كتلة الجسم فعندما تزداد الكتلة تكون قوى الإحتكاك اللازمة لإنعطاف السيارة فى المنحنيات غير كافية فتتزلق السيارة بعيداً عن المسار الدائرى .	منع حركة سيارات النقل الثقيل على بعض المنحنيات الخطرة .
لأن القوة الجاذبة المركزية تتناسب طردياً مع سرعة الجسم فعندما تزداد السرعة تكون قوى الإحتكاك اللازمة لإنعطاف السيارة فى المنحنيات غير كافية فتتزلق السيارة بعيداً عن المسار الدائرى .	يحدد مهندسو الطرق سرعة معينة للحركة عند المنحنيات لا ينبغي تجاوزها .
لأن القوة الجاذبة المركزية تتناسب عكسياً مع نصف قطر المنحنى فعندما يقل نصف قطر المنحنى تكون قوى الإحتكاك اللازمة لإنعطاف السيارة فى المنحنيات غير كافية فتتزلق السيارة بعيداً عن المسار الدائرى .	تكون السرعة المسموح بها على المنحنى الأقل فى نصف القطر أقل من السرعة المسموح بها فى المنحنى الأكبر فى نصف القطر .
لأن قوى الإحتكاك (القوة الجاذبة المركزية) اللازمة لإنعطاف السيارة فى المنحنيات تكون غير كافية فتتزلق السيارة بعيداً عن المسار الدائرى .	تتزلق السيارة و ترحف الإطارات و لا تستمر السيارة فى المسار المنحنى إذا كان الطريق لزجاً .
لأن قوة الإلتصاق بين الشظايا و المسن تكون غير كافية لحركة الشظايا فى مسار دائرى فتنتقل بعيداً عن المسن .	عند استعمال حجر المسن الكهربائى تنتقل شظايا المعدن المتوهجة بإتجاهات مستقيمة
لأن جزيئات الماء تكون ملتصقة بالملابس بقوة معينة و عند دوران المجفف تصبح قوى التلاصق غير كافية لحركة جزيئات الماء فى المسار الدائرى فتنتقل فى إتجاه مماس للمسار الدائرى و تنفصل عن الملابس .	من التطبيقات الحياتية الهامة على غياب القوة الجاذبة المركزية تجفيف الملابس .

سبحان الله و حمده سبحان الله العظيم



يجيء القرآن يوم القيامة كالرجل الشاحب يقول لصاحبه : هل تعرفني ؟ أنا الذي كنت أسهر ليلك ، واضمىء هواجرى وإن كل تاجر من وراء تجارته ، وأنا لك اليوم من وراء كل تاجر ، فيعطى الملك يمينه ، والخلد بشماله ، ويوضع على رأسه تاج الوقار ، ويكسى والداه حلتين لا تقوم لهم الدنيا وما فيها ، فيقولان : يا رب ! أنى لنا هذا ؟ فيقال : بتعليم ولدكما القرآن . وإن صاحب القرآن يقال له يوم القيامة : اقرا وارتنق فى الدرجات ، ورتل كما كنت ترتل فى الدنيا ، فإن منزلتك عند آخر آية معك .



مسائل على الحركة في مسار دائري

- ١- جسم كتلته 1,4 Kg يتحرك حول محيط دائرة نصف قطرها 7 m بسرعة منتظمة خطية فأتَم دورة كاملة خلال 1,1 s أوجد القوة الجاذبة المركزية المؤثرة على الجسم .
- ٢- احسب العجلة المركزية و القوة الجاذبة المركزية المؤثرة على جسم كتلته 5 Kg يتحرك حول محيط دائرة قطرها 16 m بسرعة خطية 4 ms^{-1} .
- ٣- جسم كتلته 6 Kg يتحرك حول محيط دائرة نصف قطرها 35 m بسرعة خطية 30 ms^{-1} أوجد : العجلة المركزية - القوة المركزية .
- ٤- جسم كتلته 150 kg يدور في منحنى نصف قطره 30 m بسرعة 4 ms^{-1} أوجد القوة الجاذبة المركزية التي تؤثر على هذا الجسم .
- ٥- جسم كتلته 0,5 Kg يتحرك في منحنى دائري نصف قطره 7 m بسرعة خطية 10 ms^{-1} أوجد : العجلة المركزية - القوة المركزية .
- ٦- جسم كتلته 500 kg يتحرك في منحنى دائري نصف قطره 4 m بسرعة خطية 10 ms^{-1} أوجد : العجلة المركزية - القوة المركزية .
- ٧- احسب نصف قطر منحنى تدور فيه سيارة كتلتها 500 Kg بسرعة 5 ms^{-1} إذا كانت تتأثر بقوة جاذبة مركزية 500 N .
- ٨- جسم كتلته 10Kg يتحرك بسرعة 15 ms^{-1} على محيط دائرة قطرها 30 m أوجد القوة الجاذبة المركزية المؤثرة على الجسم .
- ٩- جسم كتلته 1,5 Kg يتحرك في منحنى دائري نصف قطره 2 m بسرعة خطية 10 ms^{-1} أوجد : العجلة المركزية - القوة المركزية .
- ١٠- جسم كتلته 0,5 Kg يتحرك في منحنى دائري نصف قطره 2 m بسرعة خطية 10 ms^{-1} أوجد : العجلة المركزية - القوة المركزية .
- ١١- ربط جسم كتلته 2Kg في خيط طوله 90 Cm و ثبت الطرف الآخر في محور دوران جعل الجسم يتحرك في مسار دائري بسرعة خطية 15 ms^{-1} أوجد : العجلة المركزية - القوة الجاذبة المركزية .
- ١٢- ربطت ندى كرة كتلتها 0,2 Kg في أحد طرفي حبل طوله 1 m ثم أدارته من الطرف الآخر بسرعة خطية 8 ms^{-1} فإذا كان الحبل يتحمل قوة شد مقدارها 15 N فهل ينقطع الحبل ؟ ولماذا ؟
- ١٣- يتحرك جسم على محيط دائرة قطرها 100 m بعجلة مركزية 2 ms^{-2} أوجد : سرعته - الإزاحة الحادثة خلال نصف دورة - الزمن اللازم لعمل دورة كاملة .
- ١٤- جسم كتلته 60 Kg يتحرك حول محيط دائرة نصف قطرها 14 m بسرعة خطية ثابتة 15 ms^{-1} أوجد القوة الجاذبة المركزية .
- ١٥- جسم كتلته 2 kg يتحرك في مسار دائري بسرعة مقدارها 10 ms^{-1} فإذا كان نصف قطر المسار الدائري له 4 m فاحسب : العجلة المركزية التي يتحرك بها - القوة المركزية المؤثرة عليه .
- ١٦- أحسب العجلة المركزية التي يتحرك بها عقرب ثواني طوله 7 cm .
- ١٧- جسم كتلته 2 kg ربط في طرف حبل يدور في مسار دائري نصف قطره 1,5 m و بسرعة $28,3 \text{ ms}^{-1}$ احسب القوة المركزية .
- ١٨- يتحرك جسم وزنه 3,92 N بسرعة خطية 18 kmh^{-1} على محيط دائرة قطرها 200 cm احسب : العجلة المركزية - العجلة الخطية التي يتحرك بها الجسم - القوة الجاذبة المركزية . ($g = 9,8 \text{ m/s}^2$)
- ١٩- أوجد العجلة المركزية و القوة المركزية المؤثرة على سيارة كتلتها 1000 kg تدور في منحنى نصف قطره 50 m بسرعة 5 ms^{-1}



المنار في الفيزياء للثانوية العامة
Mr.Mahmoud Ragab 0122-5448031





الجاذبية الكونية و الحركة الدائرية

Universal Gravitation & Circular Motion

الفصل الثاني

تتحرك الأجرام السماوية حركة دائرية أو شبه دائرية فالكون في حالة حركة مستمرة لأن القمر يدور حول الأرض و تدور الأرض حول الشمس و تدور الشمس حول مركز المجرة .



قانون الجذب العام لنيوتن

Newton's Law of Universal Gravitation

لعبت الصدفة دوراً هاماً في إكتشاف نيوتن لقانون الجذب العام و ذلك عندما لاحظ سقوط تفاحة من شجرة نحو سطح الأرض و توصل نيوتن الى بعض الإفتراضات التي من خلالها تمكن من صياغة قانون الجذب العام .

نص القانون :

كل جسم مادي في الكون يجذب أي جسم آخر بقوة تتناسب طردياً مع حاصل ضرب كتليتهما و عكسياً مع مربع البعد بينهما .

أولاً : قوى الجذب المادي بين جسمين تتناسب طردياً مع حاصل ضرب كتليتهما و عكسياً مع مربع البعد بينهما

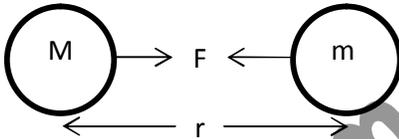
الصفة الرياضية :

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

يكتب قانون الجذب العام لنيوتن على الصورة :

معلومة إضافية :

(١) استنتاج قانون الجذب العام :



$$\therefore F \propto M m$$

$$\therefore F \propto \frac{1}{r^2}$$

$$\therefore F \propto \frac{M m}{r^2}$$

و منها يكون : $F = G \frac{M m}{r^2}$ حيث : G ثابت التناسب و يسمى ثابت الجذب العام

(٢) تعريف ثابت الجذب العام :

هو قوة الجذب المتبادلة بين جسمين كتلة كلياً منهما 1 Kg و المسافة بين مركزيهما 1 m .

- يحسب ثابت الجذب العام من العلاقة : $G = \frac{F r^2}{M m}$ و من العلاقة السابقة تكون وحدة قياس G : $N.m^2/Kg^2$

تدريب :

استنتج وحدة أخرى لثابت الجذب العام بدلالة وحدات قياس الكميات الأساسية .



الحظ أن :

قوة التجاذب المادي تظهر بوضوح بين الأجرام السماوية بينما لا تكون واضحة بين الأجسام العادية على سطح الأرض (مثل : شخصان يقفان بجوار بعضهما أو سيارتان متجاورتان) و ذلك : بسبب كبر كتلة الأجرام السماوية مقارنة بكتلة الأجسام على سطح الأرض و قوة التجاذب تتناسب طردياً مع كتل الأجسام المتجاذبة .

تدريب

أحسب قوة الجذب المتبادلة بين الشمس و الأرض علماً بأن : كتلة الشمس 2×10^{30} kg و كتلة الأرض 6×10^{24} kg و المسافة بين مركزيهما 150×10^6 km و ثابت الجذب العام $6,67 \times 10^{-11}$ Nm^2/kg^2 .

مجال الجاذبية Gravitational Field



هو الحيز الذي تظهر فيها قوى الجاذبية .

◆ **شدة مجال الجاذبية الأرضية** : هي قوة جذب الأرض لجسم كتلته 1 kg .

و يمكن تعيين شدة المجال الجاذبية الأرضية عند نقطة من العلاقة :

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

إذا كان الجسم على **سطح** الأرض

$$g = G \frac{M}{(r+h)^2}$$

إذا كان الجسم على **إرتفاع** h فوق سطح الأرض

$$g = G \frac{M}{(r-h)^2}$$

إذا كان الجسم على **عمق** h تحت سطح الأرض

$$\frac{g_1}{g_2} = \frac{M_1 r_2^2}{M_2 r_1^2}$$

للمقارنة بين عجلتي الجاذبية على كوكبين مختلفين

تدريب : استنتج العوامل

التي تتوقف عليها عجلة الجاذبية على أى كوكب .

حيث : M : كتلة الأرض و تساوى $5,98 \times 10^{24}$ Kg (الرقم للإطلاع فقط)

r : بعد النقطة عن مركز الأرض . R : نصف قطر الأرض و h إرتفاع النقطة عن سطح الأرض .

أمثلة

١) إذا كانت كتلة كوكب عطارد $3,3 \times 10^{23}$ kg و نصف قطره $2,439 \times 10^6$ m فكم يكون وزن جسم كتلته 65 Kg على سطحه - و كم يكون وزن نفس الجسم على سطح كوكب الأرض علماً بأن عجلة الجاذبية الأرضية $9,8 \text{ m/s}^2$ و $G = 6,67 \times 10^{-11} \text{ Nm}^2/\text{kg}^2$.

٢) احسب النسبة بين عجلة الجاذبية على سطح القمر إلى عجلة الجاذبية على سطح الأرض علماً بأن : كتلة الأرض $5,28 \times 10^{24}$ kg و نصف قطرها $6,4 \times 10^6$ m و كتلة القمر $7,35 \times 10^{22}$ kg و نصف قطره $1,74 \times 10^6$ m .

٣) كوكب كتلته ضعف كتلة الأرض و قطره 4 أضعاف قطر الأرض احسب النسبة بين عجلة الجاذبية على سطح الكوكب إلى عجلة الجاذبية على سطح الأرض .

٤) كوكب كتلته أربعة أمثال كتلة الأرض و قطره ضعف قطر الأرض و وزنه على سطح الأرض 90 N احسب وزن الجسم على سطح الكوكب .

الأقمار الصناعية Satellites

من قديم الزمن و فكرة ارتياد الفضاء تداعب عقول البشر و كانت هذه الفكرة مجرد خيال إلا أنها أصبحت حقيقة في يوم ٤ أكتوبر ١٩٥٧م حين أطلق الإتحاد السوفيتي قمره الصناعي الأول (سبوتنك) و دار حول الأرض على إرتفاع 950 كم و أتم دورته خلال 96,3 min أعقب ذلك نجاح الإنسان فى إرسال أقمار أخرى بل و نجح فى النزول على سطح القمر الطبيعي و لا يزال إستكشاف الفضاء يتواصل بنجاح كبير .



◆ **فكرة إطلاق الأقمار الصناعية** : (يعتبر اسحق نيوتن اول من شرح هذه الفكرة)

- عند إطلاق قذيفة مدفع بسرعة معينة من فوق قمة جبل فى إتجاه أفقى فإنها :

١- تسقط سقوط حر على سطح الأرض عند نقطة على بعد معين من قاعدة الجبل .

٢- إذا **زادت سرعة القذف** فإنها سوف تصل إلى سطح الأرض عند نقطة أبعد و تتبع مساراً أقل انحناء .

٣- **عند تساوى انحناء مسار القذيفة مع انحناء سطح الأرض** فإنها ستدور فى مسار ثابت و تصبح تابع للأرض و

تشبه فى دورانها حول الأرض دوران القمر الطبيعي و حينئذ تسمى **قمر صناعي** .



◆ القمر الصناعي :

جسم يطلق فى الفضاء بسرعة معينة تجعله يدور فى مسار منحنى بحيث يبقى بعده ثابت عن الأرض .

الإجابة	ماذا يحدث في الحالات الآتية
يتحرك القمر الصناعي فى خط مستقيم ناحية الأرض و يسقط على الأرض .	توقف القمر الصناعي عن الحركة و أصبحت سرعته صفر .
يتحرك القمر الصناعي فى خط مستقيم باتجاه مماس للمسار الدائرى و يبتعد عن الأرض .	انعدمت قوة الجاذبية بين الأرض و القمر الصناعي .

◆ **السرعة المدارية** : سرعة تجعل القمر الصناعي يدور فى مسار منحنى بحيث يبقى بعده ثابت عن الأرض .

✳ **ما معنى أن** : السرعة المدارية لقمر صناعى = 40 ms^{-1} .

ج : أن سرعة تجعل القمر الصناعي يدور فى مسار منحنى بحيث يبقى بعده ثابت عن الأرض = 40 ms^{-1} .

حساب قيمة السرعة المدارية للقمر الصناعي v

نفرض أن هناك قمر صناعى كتلته m يتحرك بسرعة ثابتة v فى مدار دائرى نصف قطره r حول الأرض و التى كتلتها M فتكون قوة التجاذب المادى بين القمر الصناعي و الأرض تكون عمودية على إتجاه حركة القمر

∴ **قوة التجاذب بين القمر الصناعي و الأرض هى نفسها القوة الجاذبة المركزية المؤثرة على القمر**

قوة الجذب المتبادلة بين الأرض والقمر تتعين من العلاقة : $F = G \frac{M m}{r^2}$ القوة الجاذبة المركزية المؤثرة على القمر تتعين من العلاقة : $F = m \frac{v^2}{r}$

بمساواة قوة الجذب المادى مع القوة الجاذبة المركزية من : $m \frac{v^2}{r} = G \frac{M m}{r^2}$

و إذا كان الإرتفاع الذى أطلق منه القمر الصناعي للفضاء هو (h) فإن : $r = R + h$

r : نصف قطر المدار (بعد القمر عن مركز الأرض) .

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

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



العوامل التى تتوقف عليها سرعة القمر الصناعي أثناء حركته حول كوكب :

(٢) **نصف قطر مدار القمر حول الكوكب الذى يدور**

حوله: حيث تتناسب السرعة المدارية للقمر الصناعي عكسياً مع الجذر التربيعى لنصف قطر المدار عند ثبوت كتلة الكوكب .

$$\text{الميل} = \frac{v}{\frac{1}{\sqrt{r}}} = v\sqrt{r} = \sqrt{GM}$$

(١) **كتلة الكوكب الذى يدور حوله** : حيث تتناسب

السرعة المدارية للقمر الصناعي طردياً مع الجذر التربيعى لكتلة الكوكب عند ثبوت نصف قطر مدار القمر .

$$\text{الميل} = \frac{v}{\sqrt{M}} = \sqrt{\frac{G}{r}}$$

كل حُزن سيذهب كل مكسور سيجبر لا يترك الله قلباً يرفرف تحت سمانه ضائعاً دون ملجأ اللهم اشرح صدورنا و يسر أمورنا .



حساب الزمن الدوري للقمر الصناعي T

$$T = \frac{\text{طول المحيط (طول المسار الدائري)}}{\text{السرعة}} \implies T = \frac{2 \pi r}{v}$$



الزمن الدوري T : هو الزمن الذي يستغرقه الجسم المتحرك لعمل دورة كاملة .

الإجابة	علل
لأن القوة الجاذبة المركزية المؤثرة عليه تجعله يتحرك في مسار دائري و لا تغير من قيمة السرعة .	لا يسقط القمر الصناعي على الأرض . يستمر القمر الصناعي في دورانه حول الأرض رغم تأثره بالجاذبية الأرضية . يظل القمر الصناعي على نفس الارتفاع أثناء دورانه .
لأن السرعة المدارية للقمر الصناعي تُحسب من العلاقة $v = \sqrt{G \frac{M}{r}}$ و حيث إن G , M كميات ثابتة فإن السرعة المدارية للقمر الصناعي تتوقف على الجذر التربيعي لنصف قطر مساره فقط .	تتوقف السرعة المدارية للقمر الصناعي على نصف قطر مساره فقط .
لأن السرعة المدارية للقمر الصناعي لا تعتمد على كتلته بل تعتمد على كتلة الكوكب الذي يدور حوله و نصف قطر مساره فقط .	تتساوى السرعة المدارية لقمرين صناعيين مختلفين في الكتلة .
لأن لكل قمر مدار خاص به يدور فيه حول الأرض و إرتفاع ثابت بالنسبة للأرض .	لا يحدث تصادم للأقمار الصناعية في الفضاء الخارجي .

أمثلة محلولة

① يدور القمر حول الأرض في مسار دائري نصف قطره $3,85 \times 10^5 \text{ km}$ و يكمل دورة كاملة خلال 27,3 day احسب كتلة الأرض ($G = 6,67 \times 10^{-11} \text{ Nm}^2/\text{kg}^2$) .

الحل :

$$T = 27,3 \times 24 \times 60 \times 60 = 2,36 \times 10^6 \text{ s}$$

$$r = 3,85 \times 10^5 \times 10^3 = 3,85 \times 10^8 \text{ m}$$

$$M = ?$$

$$v = \frac{2 \pi r}{T} \implies v = \frac{2 \times 3,14 \times 3,85 \times 10^8}{2,36 \times 10^6} = 1025 \text{ ms}^{-1}$$

$$v = \sqrt{G \frac{M}{r}} \implies M = \frac{v^2 r}{G} = \frac{(1025)^2 \times 3,85 \times 10^8}{6,67 \times 10^{-11}} = 6 \times 10^{24} \text{ kg}$$

② قمر صناعي يدور حول الأرض على إرتفاع 940 Km من سطح الأرض أحسب سرعته المدارية و زمن دورة كاملة علماً بأن : ($M = 6 \times 10^{24} \text{ kg}$, $R = 6360 \text{ km}$, $G = 6,67 \times 10^{-11} \text{ Nm}^2/\text{kg}^2$) .

الحل :

$$h = 940 \text{ km} \quad R = 6360 \text{ km}$$

$$r = R + h = 6360 + 940 \text{ km}$$

$$= 7300 \text{ km} = 7,3 \times 10^6 \text{ m}$$

$$v = \sqrt{G \frac{M}{r}} \implies v = \sqrt{\frac{6,67 \times 10^{-11} \times 6 \times 10^{24}}{7,3 \times 10^6}} = 7,4 \times 10^3 \text{ ms}^{-1}$$

$$T = \frac{2 \pi r}{v} \implies T = \frac{2 \times 3,14 \times 7,3 \times 10^6}{7,4 \times 10^3} = 6195 \text{ s}$$

من قرا الواقعة كل ليلة قبل أن ينام لقي الله عز و جل و وجهه كالقمر ليلة البدر .



③ قمر صناعي يُتم دورته حول الأرض خلال 94,4 min و طول مساره الدائري حول الأرض 43120 km احسب السرعة المدارية للقمر الصناعي ثم أحسب إرتفاعه عن سطح الأرض . (R = 6360 km)

الحل :

$$\begin{aligned} T &= 94,4 \times 60 \text{ s} \\ 2 \pi r &= 43120 \times 10^3 \text{ m} \\ V &= ? \\ h &= ? \end{aligned}$$

$$V = \frac{2 \pi r}{T} \implies V = \frac{43120 \times 10^3}{94,4 \times 60} = 7613 \text{ ms}^{-1}$$

$$2 \pi r = 43120 \times 10^3 \implies r = \frac{43120 \times 10^3}{2 \times 3,14}$$

$$r = 6,86 \times 10^6 \text{ m} = 6860 \text{ km}$$

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



أهمية الأقمار الصناعية Important of satellites

تسبب استخدام الأقمار الصناعية في ثورة حقيقية في عدة مجالات حيث يعتبر القمر الصناعي برج شاهق الإرتفاع يمكن استخدامه في إرسال و إستقبال الموجات اللاسلكية و هناك العديد من أنواع الأقمار الصناعية .

*** أنواع الأقمار الصناعية حسب تطبيقاتها :

- ١- أقمار الإتصالات : تسمح بنقل (مكالمات تلفونية - إشارات المعلومات - محطات التليفزيون) .
- ٢- أقمار استطلاع و تجسس : لتوفير المعلومات التي تحتاجها القيادات في أغراض سياسية و عسكرية لإتخاذ القرارات و إدارة الحروب .
- ٣- أقمار الإستشعار عن بعد : تستخدم في مراقبة الطيور المهاجرة و تحديد الثروات الطبيعية و مراقبة المحاصيل الزراعية لحمايتها من مخاطر الطقس و دراسة تشكل الأعاصير .
- ٤- أقمار فلكية : تليسكوبات هائلة الحجم تسبح في الفضاء و لها قدرة على تصوير الفضاء بدقة .



أمثلة

١) قمر صناعي يدور حول الأرض على إرتفاع 400 Km من سطح الأرض أحسب سرعته المدارية و زمن دورة كاملة علماً بأن نصف قطر الأرض 6400 Km و عجلة السقوط الحر 10 m/s^2 .

٢) قمر صناعي يدور حول الأرض على إرتفاع 400 Km من سطح الأرض فإذا علمت أن قطر الأرض يساوي 12800 Km و $m_e = 6 \times 10^{24} \text{ Kg}$ & $G = 6,67 \times 10^{-11} \text{ Nm}^2/\text{Kg}^2$ أحسب : سرعته المدارية - زمن النورة .

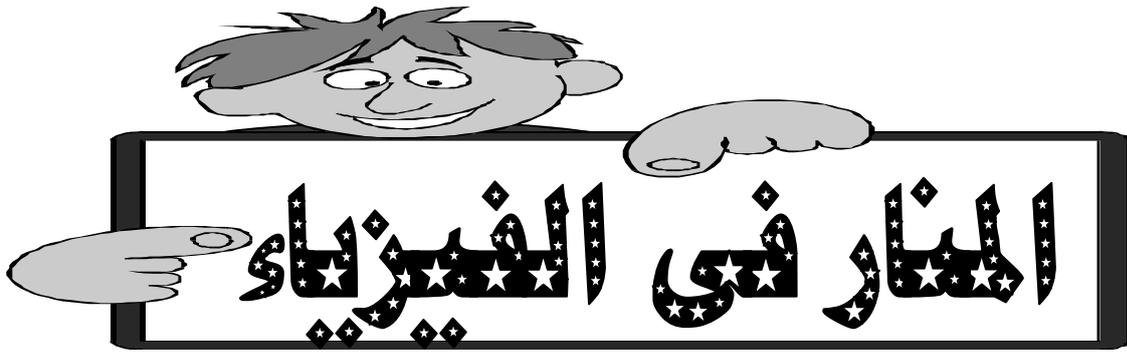
٣- أحسب السرعة المدارية و الزمن الدوري لقمر صناعي يدور حول الأرض على إرتفاع 940 Km فوق سطح الأرض علماً بأن : $R = 6360 \text{ km}$ و $G = 6067 \times 10^{-11} \text{ Nm/kg}^2$ و $M_e = 6 \times 10^{24}$

٤- قمر صناعي يدور على إرتفاع 400 km من سطح الأرض فإذا كان قطر الأرض 12720 km فاحسب السرعة المدارية للقمر الصناعي و كذلك زمن الدورة الكاملة علماً بأن $g = 9,8 \text{ m/s}^2$

٥- إذا كان زمن دوران قمر صناعي حول الأرض 96 min و طول مساره الدائري حول الأرض 48384 km و نصف قطر الأرض 6400 km و عجلة السقوط الحر 10 m/s^2 فاحسب السرعة المدارية للقمر الصناعي بطريقتين ثم أحسب إرتفاعه عن سطح الأرض .

حين يشاء الله يستبدل أسباباً بأسباب .. و حين يشاء الله يغلق باباً و يفتح أبواباً .. كن راضياً و كأنك تملك كل شيء ..

الباب الرابع



قال تعالى في حديثه القدسي

أحب ثلاثة وحبى لثلاثة أشد : أحب الغنى الكريم وحبى للفقير الكريم أشد ، أحب الفقير
المنازل وحبى للغنى المنازل أشد ، أحب الشيخ الطائع وحبى للشاب الطائع أشد . و
أبغض ثلاثة وبعضى لثلاثة أشد : أبغض الفقير البخيل وبعضى للغنى البخيل أشد ، أبغض
الغنى المنكر وبعضى للفقير المنكر أشد ، أبغض الشاب العاصى وبعضى للشيخ العاصى أشد .



الطاقة و الشغل

Work & Energy

الفصل الأول



يقال أن قوة ما تبذل شغلاً عندما تؤثر تلك القوة على جسم فتتحركه إزاحة ما في نفس اتجاه تأثيرها .

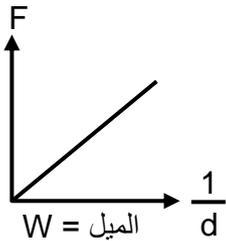
الشغل W

هو قوة تؤثر على جسم ما لتحريكه إزاحة معينة في نفس اتجاه القوة .

◆ شروط بذل شغل :

- وجود قوة مؤثرة على الجسم .
- أن يتحرك الجسم إزاحة في نفس إتجاه القوة .

حساب الشغل W



عندما تؤثر قوة معينة F على الجسم لتحركه إزاحة d في اتجاه القوة فإن الشغل المبذول يتناسب طردياً مع كلاً من القوة و الإزاحة و يمكن حساب الشغل من العلاقة :

$$W = Fd \quad \leftarrow \text{الشغل} = \text{القوة} \times \text{الإزاحة}$$

◆ وحدة قياس الشغل :

يقاس الشغل بوحدة خاصة تسمى Joule " جول J " نسبة للعالم الإنجليزي جيمس جول .

◆ الدول :

هو الشغل الذي تبذله قوة مقدارها 1N لتحريك جسم إزاحة 1m في اتجاه القوة .

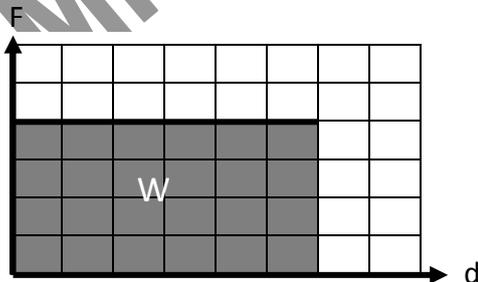
تدريب : أذكر وحدات القياس المكافئة لوحدة جول – و ماهي أبعاد الشغل . (الإجابة : $N.m$, kgm^2s^{-2} , ML^2T^{-2})

علل : الشغل كمية قياسية .

ج : لأن حاصل الضرب القياسي لكمية متجهة (القوة) \times كمية متجهة (الإزاحة) يعطي كمية قياسية .

* ما معنى أن : الشغل الذي يبذله شخص = 50 J .

ج : أى أنه عندما يؤثر الشخص على الجسم بقوة 50 N فإن الجسم يتحرك إزاحة 1 m في نفس إتجاه القوة .



حساب الشغل بيانياً

إذا أثرت قوة ثابتة في المقدار و الإتجاه على جسم فسببت للجسم إزاحة d في نفس إتجاه القوة المؤثرة فعند تمثيل العلاقة بين القوة و الإزاحة بيانياً كما في الرسم المقابل نحصل على خط مستقيم موازى محور الإزاحة .

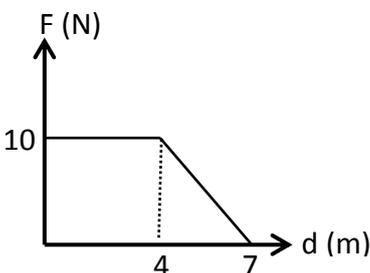
∴ الشغل = القوة \times الإزاحة

∴ الشغل بيانياً = الطول \times العرض = المساحة تحت منحنى (القوة – الإزاحة)

◆ تدريب :

في الشكل المقابل احسب الشغل الذي تبذله القوة إذا تحرك الجسم

أفقياً إزاحة 7 m .





مثال محلول :

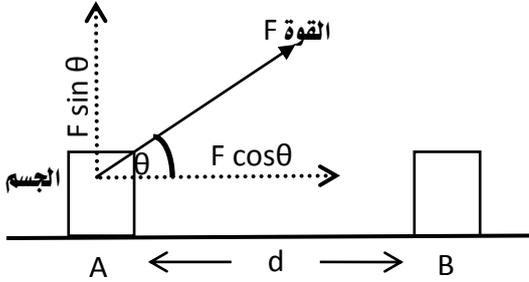
احسب الشغل الذي يبذله رافع أثقال يرفع كتلة من الحديد مقدارها 150 kg من الأرض إلى ارتفاع 1,75 m . ($g = 10 \text{ ms}^{-2}$)

$$\Rightarrow F = mg \quad F = 150 \times 10 = 1500\text{N}$$

$$\Rightarrow W = F \cdot d \quad W = 1500 \times 1,75 = 2625 \text{ J}$$

الإجابة :

حساب الشغل عندما يكون إتجاه القوة يميل بزاوية θ على إتجاه الإزاحة



عندما تؤثر قوة F على جسم لتحركه إزاحة d بحيث يميل إتجاه القوة على إتجاه الحركة بزاوية θ فإنه يلزم لحساب الشغل تحليل القوة إلى مركبتين متعامدتين هما :

- الأولى موازية لإتجاه الحركة : $F \cos \theta$ (تبذل شغلاً) .
- الثانية عمودية على إتجاه الحركة : $F \sin \theta$ (لا تبذل شغلاً لأنها لا تسبب تحريك الجسم و تنزرن مع وزن الجسم) .

يوجد فرق بين شروط تبذل شغلاً و العوامل التي يتوقف عليها الشغل .

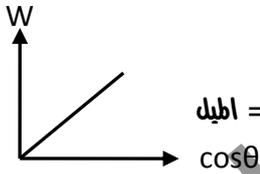
$$W = Fd \cos \theta$$

وبالتالي يمكن حساب الشغل من العلاقة :

العوامل التي يتوقف عليها الشغل

(٣) الزاوية بين القوة و الإزاحة :

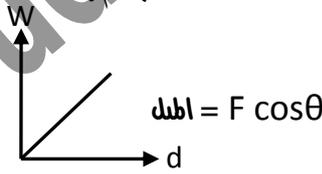
حيث يتناسب الشغل طردياً مع جيب تمام الزاوية بين القوة و الإزاحة .



$$\text{الميل} = F d \cos \theta$$

(٢) الإزاحة :

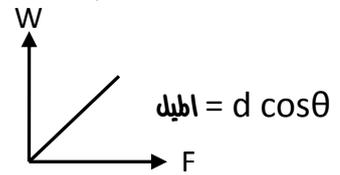
حيث يتناسب الشغل طردياً مع الإزاحة الحادثة للجسم .



$$\text{الميل} = F \cos \theta$$

(١) القوة المؤثرة :

حيث يتناسب الشغل طردياً مع القوة المؤثرة على الجسم .



$$\text{الميل} = d \cos \theta$$

تأثير زاوية الميل على قيمة الشغل

(٢) الشغل المبذول يساوي صفر :

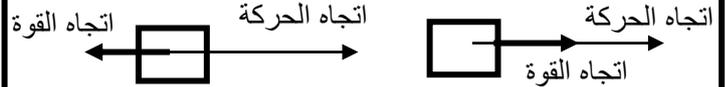
- عندما يتحرك الجسم في إتجاه عمودي على إتجاه القوة .

$$\theta = 90^\circ \rightarrow \cos 90^\circ = 0 \rightarrow w = 0$$

(١) الشغل المبذول يكون قيمة عظمى :

- (موجبة) عندما يتحرك الجسم في نفس إتجاه القوة .

$$\theta = 0 \rightarrow \cos 0 = 1 \rightarrow w = F d$$



- (سالبة) عندما يتحرك الجسم في عكس إتجاه القوة .

$$\theta = 180^\circ \rightarrow \cos 180^\circ = -1 \rightarrow w = - F d$$

٤- الشغل سالب (الجسم يبذل شغل على الشخص)

إذا كانت θ تقع في :

$$\text{الربع الثاني} : 90^\circ < \theta < 180^\circ$$

$$\text{أو الربع الثالث} : 180^\circ < \theta < 270^\circ$$

٣- الشغل موجب (الشخص يبذل شغل)

إذا كانت θ تقع في :

$$\text{الربع الأول} : 0 < \theta < 90^\circ$$

$$\text{أو الربع الرابع} : 270^\circ < \theta < 360^\circ$$





ملحوظة :

- * يكون الشغل **موجب** إذا كان إتجاه القوة فى **نفس** إتجاه الإزاحة .
- * يكون الشغل **سالب** إذا كان إتجاه القوة فى **عكس** إتجاه الإزاحة مثل : الشغل المبذول من قوة الفرامل و قوة الإحتكاك

أمثلة لقوى لا تبذل شغلاً :

- شخص يحمل ثقل و يسير به مسافة أفقية لا يبذل شغل لأن إتجاه الحركة **عمودى** على إتجاه القوة .
- القوة الجاذبة المركزية المؤثرة على جسم ليتحرك فى مسار دائرى لا تبذل شغل لأن إتجاه الحركة **عمودى** على إتجاه القوة المؤثرة على الجسم .
- عندما يسير طالب مسافة أفقية وهو يحمل حقيبتة يكون الشغل المبذول لتحريك الحقيبة يساوى صفر لأن إتجاه الحركة **عمودى** على إتجاه القوة المؤثرة على الحقيبة أما عندما يصعد سلم بنفس الحقيبة فإنه يبذل شغل .



علل : القوة الجاذبة المركزية لا تبذل شغل .

علل : لا يلزم طاقة لدوران الأقمار الصناعية حول الأرض .

علل : لا يبذل الإلكترون شغل أثناء دورانه حول النواة .

أختر :

- 1- تؤثر قوة مقدارها 50N على جسم فى إتجاه **عمودى** على إتجاه الحركة فإذا تحرك الجسم مسافة 10 m فإن الشغل الذى تبذله هذه القوة يساوى : (5 - 500 - 0) .
- 2- يتوقف مقدار الشغل المبذول على : (القوة المؤثرة - الإزاحة - مقدار الزاوية - جميع ما سبق) .

أمثلة

- 1- أثرت قوة مقدارها 100 N على جسم كتلته 5 kg فى إتجاه يميل بزاوية 60° فتتحرك الجسم مسافة 4 m احسب الشغل المبذول .
(200 J)
- 2- احسب الشغل الذى تبذله آلة ميكانيكية عندما ترفع ثقل كتلته 500 kg رأسياً إلى أعلى مسافة 8 m . ($g = 10 \text{ m/s}^2$)
(40000 J)
- 3- انزلت مركبة جليد مسافة 8 m فوق المستوى الأرضى فإذا كان الشد فى الحبل يساوى 75 N و كان إتجاه الشد فى الحبل يميل بزاوية قدرها 28° على الإتجاه الأفقى فأحسب الشغل المبذول .
(529,8 J)

الطاقة Energy

إذا كان الجسم قادر على بذل شغل فإنه يقال أن هذا الجسم يمتلك طاقة .

◆ **الطاقة :** هى قدرة الجسم على بذل شغل .

- و حيث أن الطاقة ما هى إلا إمكانية بذل شغل لذلك فوحدات الطاقة هى نفسها وحدات الشغل .
- تدريب :** اذكر وحدات قياس الشغل .

و سنتكلم بالتفصيل عن صورتين من أهم صور الطاقة و هما : طاقة الحركة و طاقة الوضع .

طاقة الحركة K.E

هى مقدار الشغل المبذول لتحريك جسم مسافة معينة .

أو : الطاقة التى اكتسبها الجسم نتيجة حركته .

👉 **الصيغة الرياضية لقانون طاقة الحركة :** $K.E = \frac{1}{2} mv^2$



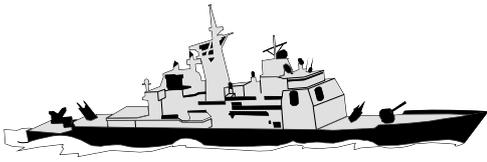


وحدة قياس طاقة الحركة : تقاس طاقة الحركة بوحد جول J .

تدريب : قارن بين ابعاد كلٍّ من : الشغل - طاقة الحركة و ماذا نستنتج من ذلك .

* **ما معنى أن** : طاقة حركة جسم = 50 J .

ج : أن الشغل المبذول لتحريك الجسم يساوى 50 J .



حساب طاقة الحركة لجسم

إذا أثرت قوة F على جسم ساكن فتتحرك بعجلة منتظمة a لتصل سرعته إلى V_f بعد قطع إزاحة d فإنه :

$$V_f^2 = V_o^2 + 2 ad$$

و حيث أن الجسم بدأ حركته من سكون " $V_i = 0$ " تصعب العلاقة $V^2 = 2 ad$

$$\frac{1}{2} m v^2 = mad \iff \frac{1}{2} m v^2 = \frac{1}{2} m (2 ad) \iff \frac{1}{2} m v^2 = mad$$

و لكن من قانون نيوتن الثاني : $F = ma$

$$\therefore \frac{1}{2} m v^2 = Fd$$

وحيث أن الطرف الأيمن F d يمثل الشغل المبذول لتحريك الجسم فإن الطرف الأيسر يمثل صورة الطاقة التي تحول

إليها الشغل المبذول و التي تعرف بإسم **طاقة الحركة K.E** .

و بصورة عامة يمكن حساب طاقة حركة جسم سرعته v من العلاقة :

$$K.E = \frac{1}{2} m v^2$$



تدريب : ماذا يحدث لطاقة الحركة في الحالات الآتية :

١- زيادة كتلة الجسم للضعف .

٣- نقص كتلة الجسم للنصف .

٥- زيادة سرعة الجسم للضعف و نقص كتلة الجسم للنصف .

الجسم للنصف .

٢- زيادة سرعة الجسم للضعف .

٤- نقص سرعة الجسم للنصف .

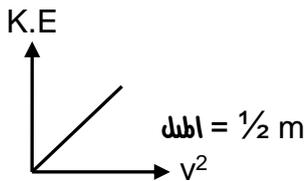
٦- زيادة كتلة الجسم للضعف و نقص سرعة

العوامل التي تتوقف عليها طاقة الحركة



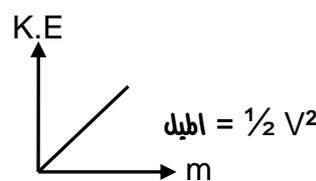
(٢) **سرعة الجسم** :

تتناسب طاقة الحركة طردياً مع مربع سرعة الجسم .



(١) **كتلة الجسم** :

تتناسب طاقة الحركة طردياً مع كتلة الجسم .



* **ما معنى أن** : الشغل المبذول لتحريك جسم 50 J .

ج : أى أنه إذا أثرت قوة مقدارها 50 N على الجسم فإنه يتحرك مسافة مقدارها 1 m .





طاقة الوضع P.E

هذه الطاقة التي يخترنها الجسم بسبب موضعه .

الصيغة الرياضية لقانون طاقة الوضع : $P.E = m g h$

وحدة قياس طاقة الوضع : تقاس طاقة الوضع بوحدة جول J .

تدريب : قارن بين أبعاد كلٍّ من : الشغل - طاقة الحركة - طاقة الوضع و ماذا نستنتج من ذلك .

ما معنى أن : طاقة وضع جسم J 50 .

ج : أن الطاقة التي يخترنها الجسم بسبب موضعه تساوي J 50 .

حساب طاقة الوضع لجسم

عند رفع جسم كتلته m رأسياً لأعلى ليصبح على ارتفاع h من سطح الأرض فإن الشغل المبذول على الجسم يُحسب من العلاقة : $W = F h$ و حيث أن القوة المؤثرة على الجسم تساوي وزنه ($F = m g$) فإن :

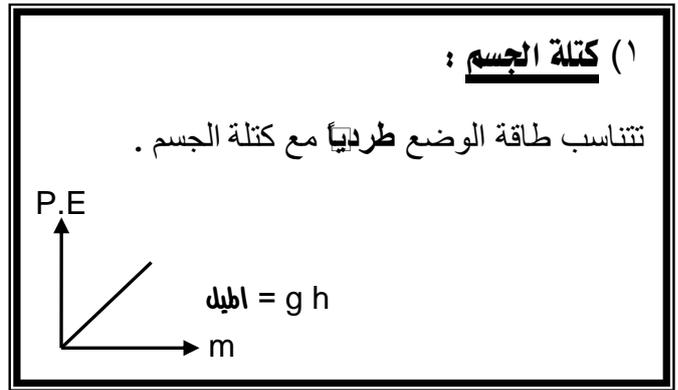
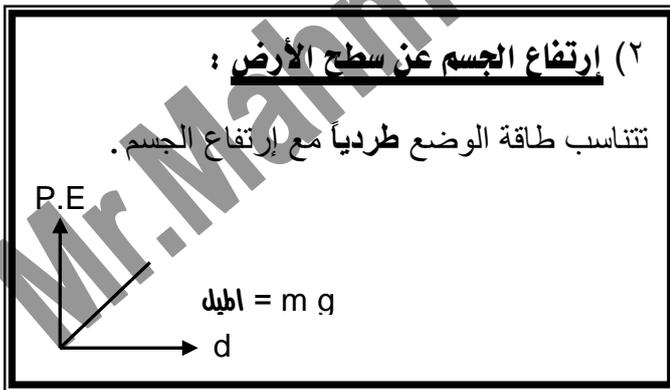
$$P.E = F h = (m g) h = m g h$$

و بصورة عامة يمكن حساب طاقة وضع جسم على ارتفاع h من سطح الأرض من العلاقة : $P.E = m g h$

تدريب : ماذا يحدث لطاقة الوضع في الحالات الآتية :

- ١- زيادة كتلة الجسم للضعف .
- ٢- زيادة بعد الجسم عن سطح الأرض h للضعف .
- ٣- نقص كتلة الجسم للنصف .
- ٤- نقص بعد الجسم عن سطح الأرض h للنصف .

العوامل التي تتوقف عليها طاقة الوضع



علمنا أن الأجسام تستطيع أن تحتزن طاقة بداخلها نتيجة لمواضعها الجديدة و تسمى هذه الطاقة طاقة الوضع P.E و من أمثلة :

١- إسطالة أو إنكماش ملف حلزوني يجعل جزيئاته تكتسب وضع جديد و بالتالي تحتزن طاقة وضع داخلها تسمى طاقة وضع مرنة و لذلك يبذل الزنبرك شغل ليتخلص من هذه الطاقة ليعود إلى وضعه الأصلي .

طاقة الوضع المرنة : هي الطاقة المخزنة في ملف زنبركي نتيجة إنضغاطه .

٢- عند رفع جسم رأسياً لأعلى بعيداً عن سطح الأرض فإنه يكتسب وضع جديد و بالتالي يخترن طاقة وضع داخله تسمى طاقة وضع ثقالية .





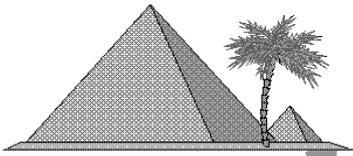
* مصادر الطاقة :

- تطور استخدام الإنسان للطاقة بتطور الحياة التي يعيشها الإنسان نفسه ففي البداية اكتفى الإنسان بالطاقة اللازمة لإستمرار حياته و استمدّها من الماء و الطعام ثم استخدم الخشب فالفحم و البترول و هما من المصادر غير المتجددة و بزيادة إستهلاك الإنسان لهما نتيجة للتطور و التقدم الحضارى و التكنولوجى أصبح العالم يبحث عن مصادر جديدة و نظيفة للطاقة و من أهم هذه المصادر :

- ١- إستخدام المساقط المائية الطبيعية .
- ٢- إستخدام ظاهرتى المد و الجزر .
- ٣- إستخدام الطاقة الشمسية .
- ٤ - الإستفادة من حركة الرياح .
- ٥- إستخدام الطاقة النووية فى الحصول على الكهرباء .

ملاحظات هامة جداً

- ١ - الشغل المبذول في دفع جسم من الخلف أكبر من الشغل المبذول لسحب نفس الجسم من الأمام ؟
ج : لأنه في حالة الدفع تكون مركبة القوة $F \sin \theta$ في نفس اتجاه وزن الجسم فتزيد من قوة الاحتكاك و بالتالى يزيد الشغل بينما في حالة السحب تكون مركبة القوة $F \sin \theta$ في عكس اتجاه وزن الجسم فتقلل من قوة الاحتكاك و بالتالى يقل الشغل .
- ٢ - المستوى المائل يقلل القوة المبذولة (لأنه يزيد من الإزاحة المقطوعة) و لا يؤثر على الشغل المبذول .
- ٣ - تُستخدم الكتل الحديدية في هدم المباني (لأنها تخزن طاقة كبيرة داخلها على هيئة طاقة و ضع)
- ٣ - ميل العلاقة البيانية بين مربع السرعة (على المحور الرأسى) و مقلوب الكتلة (على المحور الأفقى) = ضعف طاقة الحركة .
- ٤ - ميل العلاقة البيانية بين طاقة الحركة (على المحور الرأسى) و كمية الحركة (على المحور الأفقى) = نصف السرعة .



أسئلة

١) أكمل العبارات الآتية :

- ١- الشغل كمية و وحدة قياسه
- ٢- تتوقف طاقة الحركة لجسم على كل من و
- ٣- طاقة الوضع لجسم على سطح الأرض طاقة الوضع لنفس الجسم على إرتفاع 10 m من سطح الأرض .

٢) علل لما يأتي :

- ١- القوة الجاذبية المركزية لا تبدل شغل علي الجسم المتحرك في مسار دائرى .
- ٢- إذا تحرك جسم فى إتجاه عمودى على إتجاه القوة فإن هذه القوة لا تبدل شغل .
- ٣- عند قذف جسم رأسياً لأعلى تقل طاقة حركته .

٣) ما معنى قولنا أن :

- ١- ميل الخط المستقيم للعلاقة بين مربع السرعة و مقلوب الكتلة = 20
- ٢- طاقة الحركة لجسم = 50 J .
- ٣- طاقة الوضع لجسم = 350 J .

٤) اختر الإجابة الصحيحة :

- ١- عندما تسقط كرتان متساويتين أحدهما من الحديد و الأخرى من البلاستيك من نفس الإرتفاع فإن الكرتان فى منتصف المسافة يتساويان فى : (السرعة - طاقة الوضع - طاقة الحركة - لا توجد إجابة صحيحة)
- ٢- إذا أثرت قوة عمودية مقدارها 40 N على جسم فحركته مسافة قدرها 10 m فإن الشغل المبذول يساوى (4 - 400 - 0) .
- ٣- عندما يتحرك جسم فى إتجاه يميل على إتجاه القوة المؤثرة عليه بزاوية 60° فإن الشغل المبذول يساوى : (صفر - قيمة عظمى - نصف القيمة العظمى)





٥) ما النتائج المترتبة علي تضاعف سرعة جسم علي طاقة حركته .

٦) أيهما اكبر مع ذكر السبب :- طاقة وضع جسم عند قمة برج أم عند قاعدة البرج .

٧) متي تكون القيم الآتية مساوية الصفر الشغل الذي تبذله قوة .

٨) اثبت أن طاقة الحركة لجسم = $\frac{1}{2} mv^2$

٩) رفع جسم وزنه 100 N لمسافة رأسية مقدارها 5 m احسب مقدار الطاقة التي يخترنها هذا الجسم .

١٠) جسم وزنه 200 N أثرت عليه قوة فحركته مسافة 32 m خلال 4 s احسب الشغل المبذول .

١١) قوة مقدارها 20 N أثرت على جسم ساكن فوصلت سرعته إلى 3 m/s خلال 3 s أحسب الشغل المبذول بفعل هذه القوة .

١٢) الجدول التالي يوضح العلاقة بين الشغل المبذول على جسم و الإزاحة الحادثة في إتجاه عمل القوة :

w (J)	0	10	20	X	40	60	80
d (m)	0	5	10	15	20	30	40

ارسم علاقة بيانية بين الشغل w على المحور الرأسى و الإزاحة d على المحور الأفقى و من الرسم أوجد : قيمة x - القوة المؤثرة .

١٣) الجدول التالي يوضح العلاقة بين طاقة وضع جسم و بين إرتفاع الجسم عن سطح الأرض :

P.E (J)	10	20	30	40	50
d (m)	2	4	6	8	10

ارسم هذه علاقة بيانية بين طاقة الوضع على المحور الرأسى و إرتفاع الجسم على المحور الأفقى و من الرسم أوجد : طاقة الوضع على ارتفاع 7 m .

قديمًا كانت الفيزياء تمثل ❗ رعباً للطالب

أما الآن بحمد الله معنا أصبحت لها طعم آخر

أسلوب جديد لعرض الفيزياء بعيداً عن التعقيد

تحياتى الأستاذ / محمود رجب رمضان

email : mahmoudragabramadan@hotmail.com

Watsapp : 01225448031

Facebook : <http://facebook.com/mahmoudragabramadan>

لم نرى في الحمد إلا زيادة في العطاء الحمد لله بقدر كل شيء؛ ... أَللَّهُمَّ لَكَ الْحَمْدُ حَتَّى نَرْضَى وَ لَكَ الْحَمْدُ إِذَا رَضِيتَ وَ لَكَ الْحَمْدُ بَعْدَ الرِّضَى ، يَا رَبِّ عَفْوِكَ وَ عَافِيَتِكَ وَ رِزْقِكَ وَ رِضَاكَ وَ رَحْمَتِكَ وَ مَغْفِرَتِكَ وَ شِفَاكَ وَ غَنَاكَ وَ نَوْفِيقَكَ وَ حَفْظَكَ وَ نَيْسِيرَكَ وَ سَنَدَكَ وَ كَرَمَكَ وَ لَطْفَكَ وَ جَنَّتَكَ .. رَبِّ اجْعَلْنَا مِنْ أَهْلِ النُّفُوسِ الطَّاهِرَةِ وَ الْقُلُوبِ الشَّاكِرَةِ وَ الْوُجُوهِ الْمُسْتَبْشِرَةِ الْبَاسِمَةِ وَ ارْزُقْنَا طَيْبَ الْمَقَامِ وَ حَسَنَ الْخِتَامِ .





قانون بقاء الطاقة Law of Conservation of Energy

الفصل الثاني

- عرفنا فيما سبق أن الطاقة هي القدرة على بذل شغل .
- الفحم و البنزين و غير ذلك من أنواع الوقود تحتوى على طاقة كيميائية مخزنة داخلها تتحول بعد أن تحترق إلى شغل ميكانيكى يتمثل فى حركة وسائل المواصلات .
- فى المصباح الكهربى تتحول الطاقة الكهربائية إلى طاقة حرارية و ضوئية .
- تتحول طاقة الوضع فى شلال الماء إلى طاقة حرارية .
- و هناك أمثلة عديدة على تحولات الطاقة من صورة إلى أخرى و لكن جميع هذه التحولات تخضع لقانون واحد يسمى قانون بقاء الطاقة .

◆ **قانون بقاء الطاقة :** الطاقة لا تفنى و لا تستحدث من العدم و لكن تتحول من صورة إلى أخرى .

و سوف نتناول بالدراسة قانون بقاء الطاقة الميكانيكية



قانون بقاء الطاقة الميكانيكية

قانون بقاء الطاقة الميكانيكية

مجموع طاقتى الوضع و الحركة لجسم عند أى نقطة فى مساره يساوى مقدار ثابت .

الصيغة الرياضية لقانون بقاء الطاقة الميكانيكية : $P.E_f + K.E_f = P.E_i + K.E_i$

استنتاج القانون :

يمكن إثبات صحة قانون بقاء الطاقة الميكانيكية باستخدام مفاهيم طاقة الوضع و طاقة الحركة

عند قذف جسم كتلته m رأسياً لأعلى فى عكس إتجاه الجاذبية من نقطة A بسرعة ابتدائية V_i ليصل إلى نقطة B بسرعة نهائية V_f فإن طاقة وضعه سوف تزداد بينما تقل طاقة حركته لنقص سرعته :

من المعادلة الثالثة للحركة : $V_f^2 = V_i^2 + 2ad$

و حيث أن الجسم يتحرك فى عكس إتجاه مجال جاذبية الأرض

فتكون : $a = -g$

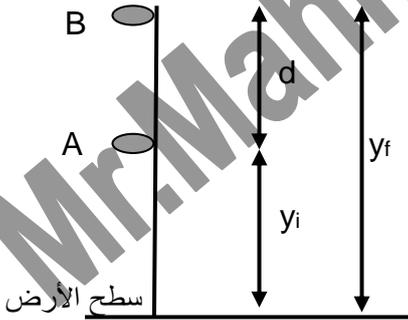
$$\therefore V_f^2 = V_i^2 + 2(-g)d \rightarrow V_f^2 - V_i^2 = -2gd$$

و بضرب طرفى المعادلة فى $\frac{1}{2}m$ ← $\frac{1}{2}m V_f^2 - \frac{1}{2}m V_i^2 = \frac{1}{2}m(-2gd)$

و بالتعويض عن قيمة d فى المعادلة $(y_f - y_i)$ ← $\frac{1}{2}m V_f^2 - \frac{1}{2}m V_i^2 = -mg(y_f - y_i)$

$$\therefore \frac{1}{2}m V_f^2 - \frac{1}{2}m V_i^2 = -mg y_f + mg y_i$$

و بإعادة ترتيب حدود المعادلة : $\frac{1}{2}m V_f^2 + mg y_f = \frac{1}{2}m V_i^2 + mg y_i$





الحظ :

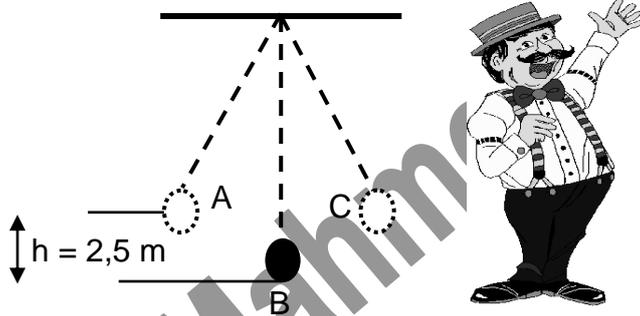
- الطاقة الميكانيكية = طاقة الوضع + طاقة الحركة = مقدار ثابت .
- عند منتصف الارتفاع تتساوى طاقتي الوضع و الحركة و تكون الطاقة الميكانيكية ضعف طاقة الحركة (الوضع) .
- عند سطح الأرض تكون طاقة الوضع = صفر و تكون الطاقة الميكانيكية = طاقة الحركة فقط .
- عند أقصى ارتفاع تكون طاقة الحركة = صفر و تكون الطاقة الميكانيكية = طاقة الوضع فقط .
- كلما زادت طاقة الوضع فإن ذلك يكون على حساب طاقة الحركة أى ان طاقة الحركة تقل و العكس صحيح .
- النسبة بين الطاقة الميكانيكية عند سطح الأرض و عند أقصى ارتفاع = 1 : 1 .
- النسبة بين طاقة الوضع و طاقة الحركة عند منتصف الارتفاع = 1 : 1 .
- النسبة بين الطاقة الميكانيكية و طاقة الوضع عند أقصى ارتفاع = 1 : 1 .
- النسبة بين الطاقة الميكانيكية و طاقة الحركة عند سطح الأرض = 1 : 1 .
- التغير في الطاقة الميكانيكية عند أى نقطة = 0 .
- عندما يقذف الجسم لأعلى تزداد طاقة وضعه و تقل طاقة حركته و تظل طاقته الميكانيكية ثابتة .
- عندما يهبط لأسفل تقل طاقة وضعه و تزداد طاقة حركته و تظل طاقته الميكانيكية ثابتة .

تدريب :

جسم ساكن على ارتفاع 30 m من سطح الأرض طاقة وضعه 1470 J سقط لأسفل أحسب : طاقة حركة الجسم و طاقة وضعه عند ارتفاع 20 m من سطح الأرض - سرعة الجسم لحظة إصطدامه بالأرض .

تدريب :

بندول بسيط كما بالشكل كتلة الثقل 4 Kg أحسب أقصى سرعة يصلها الثقل نتيجة تأرجحه .



مسائل

- ١- طلقة بندقية كتلتها 0,01 kg و سرعتها 600 ms^{-1} اخترقت لوح من الخشب سمكه 0,08 m فإذا كانت سرعة الطلقة عند خروجها 400 ms^{-1} احسب :
- التغير في طاقة الحركة للطلقة (الشغل المبذول أثناء اختراق الطلقة للوح الخشبي) .
- متوسط قوة مقاومة الخشب للطلقة .
(1000 J & 1000 J & 12500 N)
- ٢- يبذل عامل بناء شغلا قدره 5000 J فى رفع كمية من الأسمنت مسافة 10 m أحسب كتلة الأسمنت .
(50 kg)
- ٣- احسب الشغل الذي يبذله عامل بناء يرفع كمية من الأسمنت كتلتها 50 kg إلى ارتفاع 10 m .
(5000 J)
- ٤- إلكترون متحرك كتلته $1,6 \times 10^{-31} \text{ kg}$ و طاقة حركته $3,2 \times 10^{-19} \text{ J}$ فما هى السرعة التي يتحرك بها .
($2 \times 10^6 \text{ ms}^{-1}$)
- ٥- سقط حجر كتلته 5 kg من السكون من سطح منزل إرتفاعه 100 m أحسب كل من طاقة الحركة و طاقة الوضع و الطاقة الكلية للجسم عندما يكون الحجر على بعد 40 m من سطح الأرض .
(5000 J & 2000 J & 3000 J)
- ٦- أحسب الشغل الذي تبذله قوة ثابتة مقدارها 12 N تؤثر على جسم فتحركه مسافة 7 m عندما تكون :
١- الزاوية بين القوة و الإزاحة 60° .
٢- القوة عموديه على اتجاه الحركة .
٣- القوة فى نفس اتجاه الحركة .
(84 J & 0 & 42 J)





٧- جسم كتلته 100 kg يسقط من فوق ناطحة سحاب إرتفاعها 200 m من سطح الأرض أوجد طاقة وضعه و طاقة حركته و الطاقة الكلية في الحالات التالية :

- ١- عندما يبدأ في السقوط .
٢- عندما يسقط مسافة 80 m .
٣- قبل أن يصطدم بالأرض مباشرة .
٤- ماذا تستنتج من النتائج السابقة .

٨- متسابق يتسلق جبل إرتفاعه 25 m فأحسب الشغل الذي يبذله إذا علمت أن كتلته 75 kg . (18750 J)

٩- رجل كتلته 80 kg يتسلق جبل بذل شغل قدره 78400 J أحسب إرتفاع الجبل . (98 m)



١٠- أثرت قوة مقدارها 10N على جسم فحركته مسافة قدرها 25 m أوجد الشغل في الحالات الآتية :

- ١- إذا كانت القوة في إتجاه حركة الجسم . (250 J)
٢- إذا كانت القوة تميل على إتجاه حركة الجسم بزاوية 60° . (125 J)
٣- إذا كانت القوة عمودية على إتجاه حركة الجسم . (صفر)

١١- جسم كتلته 15 kg يسقط من إرتفاع 8 m أوجد طاقة حركته عندما يصل الأرض و أثبت أنها تساوى طاقة وضعه قبل سقوطه .

١٢- مقذوف نارى كتلته 20 kg يتحرك بسرعة 600 m/s و قد اكتسبت هذه السرعة خلال مروره فى ماسورة طولها 3 m أحسب الشغل المبذول على للمقذوف (التغير فى طاقة الحركة) . ($36 \times 10^5 J$)

١٣- جسم كتلته 7 kg مثبت أعلى عمارة إرتفاعها 60 m عن سطح الأرض فإذا سقط الجسم من أعلى العمارة إلى الأرض احسب :
١- طاقة حركته قبل السقوط .
٢- طاقة وضعه أعلى العمارة و على سطح الأرض .

٣- طاقة الجسم الكلية قبل ملامسته للأرض مباشرة . (4200 J & 0 & 4200 J & 0)

١٤- لجذب طفل صغير في عجلة تلزم قوة قدرها 15 N تؤثر على يد العجلة التي تميل على الأرض بزاوية قدرها 30° أحسب الشغل المبذول لتحريك العربة مسافة 50 m . (649,5 J)

١٥- احسب طاقة حركة جسم كتلته 100 kg يتحرك بسرعة 4 m/s . (800 J)

١٦- انزلقت مركبة جليد 8 m فإذا كان الشد في الحبل يساوى 75 N و كان إتجاه الشد في الحبل يميل بزاوية قدرها 28° على الإتجاه الأفقى احسب الشغل المبذول . (529,76 J)

١٧- أثرت قوة أفقية قدرها 5N على صندوق كتلته 10 kg فأكسبته سرعة 2 m/s احسب الشغل المبذول خلال 1 min . (5100 J)

١٨- جسم كتلته 1 kg قذف لأعلى بسرعة ابتدائية 10 m/s أحسب أقصى إرتفاع يصل إليه الجسم . (5 m)

١٩- جسم ساكن كتلته 1 kg يسقط من إرتفاع 5 m أحسب السرعة التي يصل بها إلى الأرض . (10 m/s)

٢٠- أحسب :

١- طاقة الوضع لرجل كتلته 80 kg يتسلق حائط إرتفاعه 5 m .

٢- طاقة الحركة لسيارة كتلتها 2000 kg تتحرك بسرعة ثابتة مقدارها 72 km/h .

٣- الشغل الذى تبذله قوة مقدارها 70 N لتؤثر عمودياً على جسم فتحركه مسافة 3m .



المبار في الفيزياء للثانوية العامة
Mr.Mahmoud Ragab 0122-5448031



بِحَمْدِ اللَّهِ

Mr. Mahmoud Ragab 0122-5448031

يا قارئ خطي لا تبكي على موتي ... فاليوم أنا معك و غد أنا في التراب فإن عشت فإني معك
..... و إن مت فللذكرى !
و يا مار على قبري ... لا تعجب من أمرى بالأمس كنت معك ... و غد أنت معى...
أموت
و يبقى كل ما كتبته ذكـرى فياليت ... كل من قرأ كلماتى ... يدعو لى....

دعاء عند التوجه للإمتحان

اللهم إني توكلت عليك و فوضت أمري إليك ولا ملجأ ولا منجى إلا إليك

دعاء دخول الإمتحان

ربى أدخلنى مدخل صدق و أخرجنى مخرج صدق و اجعل لى من لدنك سلطانا نصيراً

دعاء قبل الإجابة على الإمتحان

رب اشرح لى صدرى و يسر لى أمرى و أحل عقدة من لساني يفقهوا قولى

بسم الله الفتاح اللهم لا سهل إلا ما جعلته سهلاً و يا ارحم الراحمين

دعاء عند النسيان

لا اله إلا أنت سبحانك إني كنت من الضالين يا حى يا قيوم برحمتك استغيث رب إني مسنى الضر و أنت أرحم
الراحمين

اللهم يا جامع الناس ليوم لا ريب فيه اجمع على ضالتي

دعاء بعد الإنتهاء من الإمتحان

الحمد لله الذى هدانى لهذا و ما كنا لنهتدى لو لا أن هدانا الله