

UULA.COM



UULA

الفيزياء

الكورس الأول ♦ 2026 – 2027



10

UULA.COM



صَفْوَةُ مَعَالِمِ الْكُوَيْتِ

الفيزياء

الكورس الأول ✦ 2026 – 2027

10

حقق هدفك الدراسي

ريح بالك وارفع مستوى دراستك مع المذكرة الشاملة والفيديوهات التي تشرحها والاختبارات التي تدربك في منصة علا



**نخبة المعلمين يجابونك
بأسرع وقت**

ما فهمت؟ تواصل مع أقوى
المعلمين واحصل على شرح
لسؤالك

**دروس يشرحها أقوى
معلمي الكويت**

فيديوهات مبسطة قصيرة تشرح
لك كل شيء خطوة بخطوة

**تفوق في القصير والفايل
مع نماذج اختبارات سابقة**

نماذج اختبارات سابقة مشروحة
بالكامل تجهزك لاختبارك



اكتشف عالم التفوق مع منصة علا

لتشارك بالمادة وتستمتع بالشرح المميز صور
أو اضغط على رمز QR

المعلق



هذه المذكرة تغطي المادة كاملة.

في حال وجود أي تغيير للمنهج أو تعليق جزء منه يمكنكم مسح رمز QR للتأكد من المقرر.



المنقذ



أول ما تحتاج مساعدة بالمادة ، المنقذ موجود!

صور ال QR بكاميرا التلفون أو اضغط عليه إذا كنت تستخدم المذكرة من جهازك و يطلع لك فيديو يشرح لك.



قائمة المحتوى

01

علم الفيزياء

علم الفيزياء

الكميات الفيزيائية

1

4

02

الحركة في بُعد واحد

الكميات الفيزيائية العددية والمتجهة

معادلات الحركة المتسارعة بانتظام في خط مستقيم

السقوط الحر

8

16

21

03

الحركة في بُعدين

خصائص المتجهات

جمع المتجهات وتحليلها

ضرب المتجهات

حركة المقذوفات

28

32

40

45

صَفْوَةُ مَعَالِمِ الْكُوَيْتِ



فرع من فروع العلوم الطبيعية يختص بدراسة المادة والطاقة والعلاقة بينهما

علم الفيزياء

- يهدف علم الفيزياء إلى تفسير الظواهر الكونية والتنبؤ بها بدقة من خلال استنباط القوانين الرياضية
- يسهم علم الفيزياء في بناء الأساس العلمي للعديد من التقنيات الحديثة التي نستخدمها في حياتنا

أين ترى الفيزياء؟



ألواح الطاقة الشمسية



توربينات الرياح



أجهزة التصوير الطبي في المستشفيات



الأقمار الصناعية

الفيزياء والرياضيات

ترتبط الفيزياء ارتباطاً وثيقاً بعلم الرياضيات، إذ تُعدّ الرياضيات اللغة التي تُعبر بها الفيزياء عن قوانينها ومفاهيمها من أجل وصف أكثر دقة للظواهر باستخدام الأرقام والعلاقات الرياضية

مجالات علم الفيزياء

قسمت الفيزياء إلى مجالين رئيسيين :

الفيزياء الكلاسيكية

المجال الذي يدرس ويتنبأ بالظواهر الطبيعية وحركة الأجسام على المستوى الماكروسكوبي (الكبير) التي نراها في حياتنا اليومية، بشرط أن تكون سرعتها أقل بكثير من سرعة الضوء

- يعتمد هذا الفرع بشكل أساسي على قوانين نيوتن للحركة والجاذبية، ومعادلات ماكسويل الكهرومغناطيسية
- يدرس هذا الفرع الأجسام ذات الكتلة الكبيرة والسرعة العادية مثل هبوط مسبار فضائي على القمر

الفيزياء الحديثة

المجال الذي يدرس الظواهر الطبيعية على المستوى الميكروسكوبي (الدقيق جداً كالذرات والجسيمات دون الذرية)، أو الأجسام التي تتحرك بسرعات هائلة تقترب من سرعة الضوء

- تعتمد الفيزياء الحديثة على نظريتين أساسيتين: النظرية النسبية لأينشتاين، ونظرية ميكانيكا الكم لماكس بلانك
- يدرس هذا الفرع الأجسام ذات الكتلة الذرية والسرعة العادية مثل تصميم معالج ذكي
- يدرس هذا الفرع الأجسام ذات الكتلة الهائلة والسرعة الفائقة مثل دراسة الثقب الأسود

وجه المقارنة	هبوط مسبار فضائي على القمر	دراسة الثقب الاسود
المجال الفيزيائي	الفيزياء الكلاسيكية	الفيزياء الحديثة



ولكل من هذين المجالين الرئيسيين مجالات فرعية :

أولاً : مجالات الفيزياء الكلاسيكية

الميكانيكا

تعني بدراسة حركة الأجسام والقوى المؤثرة عليها، وتفسر قوانينها ظواهر متنوعة تبدأ من سقوط التفاحة وصولاً إلى حركة الكواكب في مداراتها

تُعد الميكانيكا الأساس في تصميم جميع وسائل النقل والمنشآت الهندسية

الديناميكا الحرارية

تركز على دراسة الحرارة كشكل من أشكال الطاقة وتحولاتها المختلفة ، وتبحث في كيفية انتقال الطاقة بين الأنظمة

تعد الديناميكا الحرارية العلم الذي تقوم عليه صناعة المحركات (الحرارية) وأنظمة التبريد وتكييف الهواء

الكهرومغناطيسية

تدرس التفاعلات بين الشحنات الكهربائية والمجالات المغناطيسية كما تبحث في طبيعة الموجات الكهرومغناطيسية

تفسر الكهرومغناطيسية كيفية عمل الدوائر الكهربائية والمحركات (الكهربائية) كما تعتبر أساس تكنولوجيا الاتصالات الحديثة

البصريات والموجات

يختص هذا المجال بدراسة طبيعة الأمواج

تدرس البصريات والموجات الأمواج الكهرومغناطيسية مثل الضوء وظواهره ، والأمواج الميكانيكية مثل الصوت وخواصه

أكمل العبارات الآتية بما يناسبها علمياً :

تصميم المنشآت الهندسية يعتمد في الأساس على مجال **الميكانيكا** والذي يعتبر من مجالات الفيزياء الكلاسيكية

اختر الإجابة الصحيحة من بين الإجابات التالية :

تعتبر أساس تكنولوجيا الاتصالات الحديثة

○ الميكانيكا ○ الكهرومغناطيسية ○ الديناميكا الحرارية ○ البصريات والموجات

تختص بدراسة سلوك المادة والطاقة على المستوى الذري ودون الذري

ميكانيكا الكم

تعتبر ميكانيكا الكم العلم المسؤول عن ثورة الإلكترونيات وتطوير المعالجات الحاسوبية وأجهزة الليزر

تهدف الفيزياء الذرية إلى فهم تركيب الغلاف الإلكتروني للذرة ، بينما تركز الفيزياء النووية على دراسة مكونات النواة والقوى التي تربطها

الفيزياء الذرية والنووية

من تطبيقات الفيزياء النووية توليد الطاقة في المفاعلات النووية - استخدام النظائر المشعة في التشخيص والعلاج الطبي

تهتم بدراسة الأجسام التي تتحرك بسرعات هائلة تقترب من سرعة الضوء كما تفسر العلاقة بين الزمان والمكان والجاذبية

الفيزياء النسبية

من تطبيقات الفيزياء النسبية ضمان دقة عمل أنظمة تحديد المواقع العالمية GPS

أكمل العبارات الآتية بما يناسبها علمياً :

يعتبر علم **ميكانيكا الكم** له دور كبير في تطوير المعالجات الحاسوبية وأجهزة الليزر وهو أحد مجالات الفيزياء الحديثة

الفيزياء والعلوم الأخرى

لا تقتصر الفيزياء على فهم الكون فقط ، بل تدعم مجالات علمية أخرى مثل: الأحياء ، الكيمياء ، الجيولوجيا (علم الأرض) ، أو حتى الطب والهندسة



الكميات الفيزيائية



صفة قابلة للقياس ويعبر عنها برقم وغالبًا بوحدة قياس

الكمية الفيزيائية

مقدار محدد من كمية فيزيائية معينة تستخدم كمعيار ثابت لمقارنة الكميات الأخرى من النوع نفسه بها

وحدة القياس

تتنوع وحدات القياس للكمية الفيزيائية الواحدة ، حيث يمكن تمييز مقدار الطول بوحدات مختلفة مثل : المتر ، الذراع ، القدم كما يمكن تمييز مقدار الزمن بالثانية ، الدقيقة ، الساعة ،

قيم عددية تصف علاقة نسبة بين كميتين فيزيائيتين من النوع نفسه

كميات فيزيائية عديمة الوحدة

■ مثال: النسب المئوية ، معامل الانكسار ، النسب المثلثية ، كفاءة الآلات

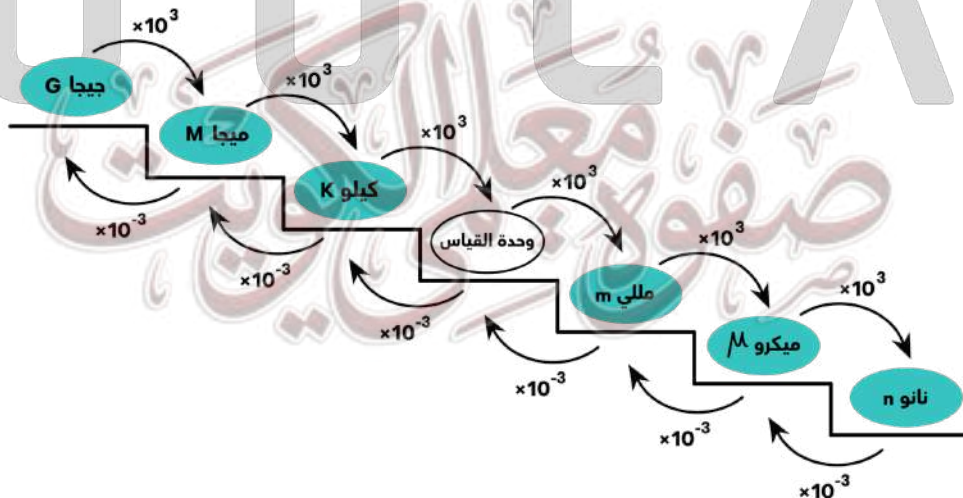
■ لغة عالمية يتفاهم من خلالها العلماء لضمان دقة الحسابات
■ النظام الأكثر اعتمادًا في مجالات البحث العلمي

النظام الدولي للوحدات (SI)

الكمية	الرمز	الوحدة الدولية
الطول	l	المتر m
الكتلة	m	الكيلوجرام kg
الزمن	t	الثانية s

الأجزاء والمضاعفات في النظام الدولي

■ يطبق نظام الأجزاء و المضاعفات على جميع الكميات الفيزيائية مثل الطول والكتلة والزمن



احسب قيم الكميات الفيزيائية التالية بالوحدة الدولية

• $l = 250 \text{ mm}$ (ملي متر)

$$l = 250 \times 10^{-3} \text{ m}$$

• $l = 600 \text{ nm}$ (نانو متر)

$$l = 600 \times 10^{-9} \text{ m}$$

• $l = 2 \text{ Gm}$ (جيجا متر)

$$l = 2 \times 10^9 \text{ m}$$

• $l = 4.56 \mu\text{m}$ (ميكرو متر)

$$l = 4.56 \times 10^{-6} \text{ m}$$

• $l = 5 \text{ km}$ (كيلو متر)

$$l = 5 \times 10^3 \text{ m}$$



• $m = 600 \text{ ng}$ (نانو جرام)

$$m = 600 \times 10^{-12} \text{ kg}$$

• $m = 3 \text{ Gg}$ (جيجا جرام)

$$m = 3 \times 10^6 \text{ kg}$$

• $A = 22.5 \text{ cm}^2$ (سنتي متر²)

$$A = 22.5 \times 10^{-2} \times 10^{-2} \\ = 22.5 \times 10^{-4} \text{ m}^2$$

• $t = 6 \text{ Ms}$ (ميجا ثانية)

$$t = 6 \times 10^6 \text{ s}$$

• $l = 34 \text{ cm}$ (سنتي متر)

$$l = 34 \times 10^{-2} \text{ m}$$

• $V = 52 \text{ cm}^3$ (سنتي متر³)

$$V = 52 \times 10^{-2} \times 10^{-2} \times 10^{-2} \\ = 52 \times 10^{-6} \text{ m}^3$$

هناك وحدات أخرى شائعة الاستخدام لقياس الزمن وهي الدقيقة min والساعة h



إذا كان زمن مباره كرة قدم 1.5 h ، احسب

الزمن بالوحدة الدولية

$$t = 1.5 \times 60 \times 60 = 5400 \text{ s}$$

الزمن بالدقيقة

$$t = 1.5 \times 60 = 90 \text{ min}$$

أهمية النظام الدولي للوحدات

- النظام المعتمد لدى معظم الدول في العالم
- التعبير عن الكميات الفيزيائية بشكل أكثر دقة
- يعتمد على النظام العشري الذي يسهل إمكانية التحويل بين الوحدات



معادلة الأبعاد للكمية الفيزيائية

لكل كمية فيزيائية هوية تُعبر عنها تسمى " معادلة الأبعاد " وهذه المعادلة توضح لنا أصل هذه الكمية فيما يلي معادلة الأبعاد لبعض الكميات الفيزيائية :

الكمية	معادلة الأبعاد	الوحدة الدولية
الطول	L	m
الكتلة	M	kg
الزمن	T	s

أهمية معادلة الأبعاد في دراسة الفيزياء

- تتيح للعلماء التنبؤ بالقوانين الفيزيائية واستنتاجها رياضياً قبل إجراء التجارب
- تساعد في معرفة وحدة القياس لأي كمية فيزيائية

الكمية	القانون	معادلة الأبعاد	الوحدة الدولية
المساحة	طول × عرض	L^2	m^2
الحجم	طول × عرض × ارتفاع	L^3	m^3
السرعة	طول ÷ زمن	L/T	m/s
التسارع	سرعة ÷ زمن	L/T^2	m/s^2

- إذا علمت أن العلاقة الرياضية لحساب القوة وفق القانون الثاني لنيوتن هي $F = m a$ حيث أن F ترمز إلى القوة و m ترمز إلى الكتلة و a ترمز إلى التسارع
- استنتج معادلة الأبعاد للقوة و وحدة قياسها

$$F = m a \quad (\text{معادلة الأبعاد})$$

$$F = M L/T^2$$

$$F = kg \cdot m/s^2 \quad (\text{وحدة القياس})$$

لا يمكن إضافة كمية فيزيائية إلى كمية فيزيائية أخرى مختلفة عنها في معادلة الأبعاد

علل لما يأتي :

- لا يمكن إضافة (جمع) كمية التسارع على كمية السرعة
لأنهما مختلفتان في معادلة الأبعاد

من دراستنا لمعادلة الابعاد وجدنا أن الوحدة الدولية لقياس السرعة هي m/s ولكن هناك وحدات أخرى لقياس السرعة مثل km/h

تتحرك سيارة بسرعة $80 km/h$ ، احسب سرعة السيارة بالوحدة الدولية

$$\text{السرعة} = 80 \times \frac{1000}{60 \times 60} = 22.22 m/s$$



تصنيف الكميات الفيزيائية وفق معيار الاستقلالية

- الكميات الأساسية
- الكميات المشتقة

الكميات الأساسية

كميات مستقلة بذاتها ولا يمكن اشتقاقها من كميات أخرى

مثال : الطول ، الكتلة ، الزمن

الكميات المشتقة

كميات غير مستقلة يتم تعريفها بدلالة الكميات الأساسية

مثال : المساحة ، الحجم ، السرعة ، التسارع

علل لما يأتي :

الطول كمية أساسية بينما السرعة كمية مشتقة

لأن الطول لا يمكن اشتقاقه من كميات أخرى بينما السرعة يمكن تعريفها بدلالة الكميات الأساسية

معادلة الابعاد للكميات الأساسية تتكون من رمز واحد فقط مثل M, L, T ولكن معادلات الابعاد للكميات المشتقة تتكون من أكثر من رمز مثل $L^2, L/T$

صنف معادلات الابعاد للكميات الفيزيائية التالية الى مجموعتين

$M, L^2, T, L/T, L, L^3$

معادلات الابعاد للكميات الأساسية	معادلات الابعاد للكميات المشتقة
M	L^2
T	L/T
L	L^3



الكميات الفيزيائية العددية والمتجهة

الحركة

تغير موضع الجسم بالنسبة الى جسم آخر يسمى الجسم المرجعي

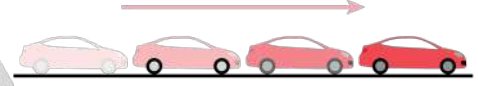
أنواع الحركة

الحركة الانتقالية

حركة ينتقل فيها الجسم بين نقطتين (البداية و النهاية)

مثال : الحركة في خط مستقيم أفقي أو رأسي

مثل : حركة السيارات في الشوارع المستقيمة



مثال : الحركة في مسار منحنى

مثل : حركة المقذوفات

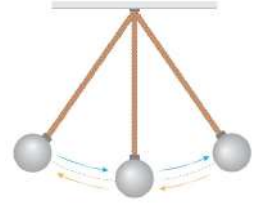
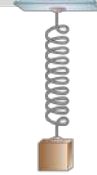


الحركة الدورية

حركة تُكرر نفسها في فترات زمنية منتظمة

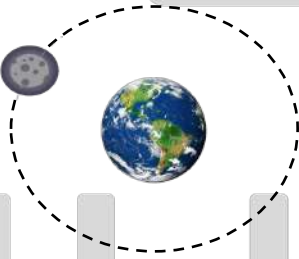
مثال : الحركة الاهتزازية

مثل : حركة البندول و النابض



مثال : الحركة الدائرية

مثل : حركة دوران القمر حول الارض



علل لما يأتي :

❑ حركة المقذوفات حركة انتقالية بينما حركة البندول حركة دورية

لأن حركة المقذوفات هي حركة ينتقل فيها الجسم بين نقطتين (بداية و نهاية) بينما حركة البندول هي حركة تكرر نفسها في فترات زمنية منتظمة



تصنيف الكميات الفيزيائية وفق الحاجة الى تحديد الاتجاه

- الكميات العددية
- الكميات المتجهة

الكميات العددية

الكميات التي يكفي لوصفها تحديد المقدار و وحدة القياس

مثال : الطول , المسافة , الكتلة , الزمن , الحجم , درجة الحرارة

الكميات المتجهة

الكميات التي لا يكتمل وصفها الا بتحديد المقدار ووحدة القياس و الاتجاه

مثال : القوة , اللزاحة , التسارع

المسافة و الإزاحة

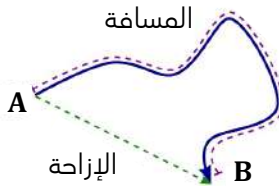
عندما نتحرك كما بالشكل من النقطة A إلى النقطة B فإنه يمكن إجراء مقارنة بين المسافة و الإزاحة كما يلي :

الإزاحة $\Delta \vec{x}$

أقصر بُعد مستقيم بين نقطة البداية والنهاية (كمية متجهة)

المسافة d

طول المسار الكلي المقطوع (كمية عددية)

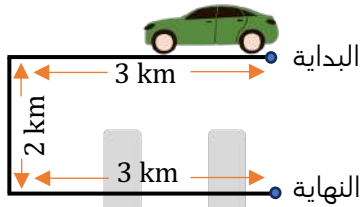


علل لما يأتي :

تعتبر المسافة كمية عددية بينما الإزاحة كمية متجهة

لأن المسافة يكفي لوصفها تحديد المقدار و وحدة القياس بينما الإزاحة لا يكتمل وصفها الا بتحديد المقدار و وحدة القياس والاتجاه

تحركت سيارة وفق المسار المبين في الشكل المقابل , احسب



$$d = 8 \text{ km}$$

$$\Delta \vec{x} = 2 \text{ km}$$

باتجاه الجنوب

المسافة

الإزاحة

تحرك جسم مسافة 30 m شرقا , ثم تحرك 20 m في نفس الاتجاه , احسب

$$d = 50 \text{ m}$$

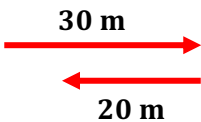
$$\Delta \vec{x} = 50 \text{ m}$$

باتجاه الشرق

المسافة

الإزاحة

يتساوى مقدار المسافة مع مقدار الإزاحة عندما تكون الحركة في خط مستقيم وفي اتجاه واحد



تحرك جسم مسافة 30 m شرقا , ثم تحرك 20 m غربا , احسب

$$d = 50 \text{ m}$$

$$\Delta \vec{x} = 10 \text{ m}$$

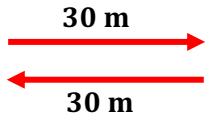
باتجاه الشرق

المسافة

الإزاحة



❶ تحرك جسم مسافة 30 m شرقاً , ثم تحرك 30 m غرباً (عاد إلى نفس النقطة) , احسب



$$d = 60 \text{ m}$$

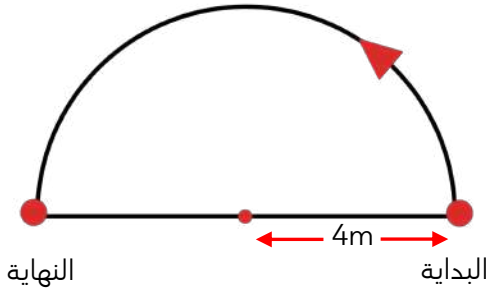
المسافة

$$\Delta \vec{x} = 0$$

الإزاحة

❷ في الشكل المقابل حدد المسافة والإزاحة في المسار التالي

(تذكر أن محيط الدائرة يحسب من العلاقة $S = 2\pi r$)



المسافة

$$d = \frac{S}{2} = \frac{2\pi r}{2} = \pi r = \pi \times 4 = 12.56 \text{ m}$$

الإزاحة

$$\Delta \vec{x} = 2r = 2 \times 4 = 8 \text{ m} \quad \text{باتجاه الغرب}$$

السرعة العددية والسرعة المتجهة



المسافة المقطوعة خلال وحدة الزمن

السرعة العددية v

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

الرمز	الاسم	الوحدة الدولية	
v	السرعة العددية	m/s	متر/ ثانية
d	المسافة	m	متر
t	الزمن	s	ثانية

❸ السرعة العددية تحدد بالمقدار فقط لأنها كمية عددية

❹ أذكر العوامل التي يتوقف عليها السرعة العددية

الزمن

المسافة

تغير متجه الإزاحة خلال وحدة الزمن

السرعة المتجهة $\vec{v}$

$$\vec{v} = \frac{\Delta \vec{x}}{t}$$

الرمز	الاسم	الوحدة الدولية	
$\vec{v}$	السرعة المتجهة	m/s	متر/ ثانية
$\Delta \vec{x}$	الإزاحة	m	متر
t	الزمن	s	ثانية

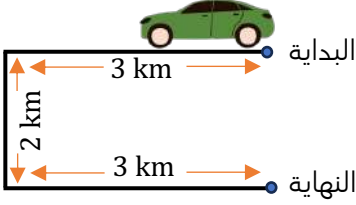


أذكر العوامل التي يتوقف عليها السرعة المتجهة

- الازاحة
- الزمن

تحركت سيارة وفق المسار المبين في الشكل المقابل و استغرقت رطتها **ساعتين** ، احسب

- السرعة العددية بوحدة km/h



$$d = 8 \text{ km}$$

$$v = \frac{d}{t} = \frac{8}{2} = 4 \text{ km/h}$$

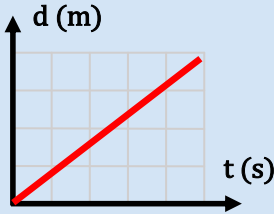
- السرعة المتجهة بوحدة km/h

$$\Delta \vec{x} = 2 \text{ km}$$

$$\vec{v} = \frac{\Delta \vec{x}}{t} = \frac{2}{2} = 1 \text{ km/h}$$

باتجاه الجنوب

- يتساوى مقدار السرعة العددية مع مقدار السرعة المتجهة عندما تكون الحركة في خط مستقيم وفي اتجاه واحد
- عندما يتحرك الجسم في خط مستقيم وفي اتجاه واحد ويقطع مسافات متساوية خلال أزمنة متساوية ، توصف سرعته بالسرعة المنتظمة
- السرعة المنتظمة هي سرعه ثابتة المقدار والاتجاه

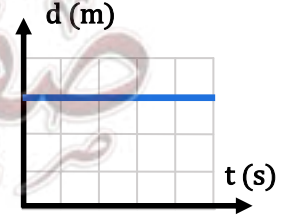
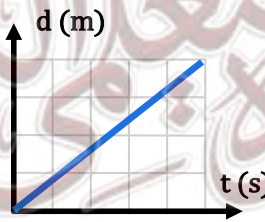
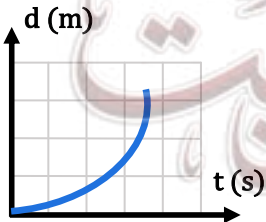


التمثيل البياني للسرعة

يمكن تمثيل السرعة بيانيا من منحنى المسافة (الازاحة) - الزمن

ارسم المنحنيات البيانية الدالة على ما يلي :

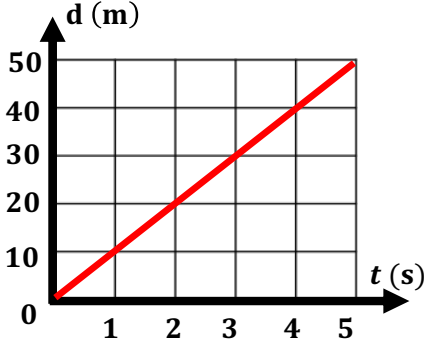
- جسم ساكن (السرعة = صفر)
- جسم يتحرك بسرعة منتظمة (ثابتة)
- جسم يتحرك بسرعة غير منتظمة



الحساب البياني للسرعة

يمكن حساب السرعة بيانيا من ميل الخط المستقيم لمنحنى المسافة (الإزاحة) - الزمن

$$\text{slope} = \frac{\Delta y}{\Delta x} = v$$



من الشكل البياني المقابل احسب ميل الخط المستقيم و ماذا يمثل

$$\text{slope} = \frac{\Delta y}{\Delta x} = \frac{\Delta d}{\Delta t} = \frac{50 - 0}{5 - 0} = 10$$

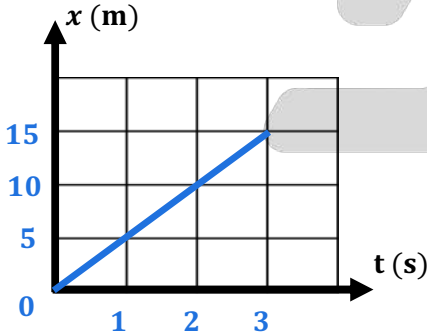
الميل يمثل السرعة العددية

$$v = 10 \text{ m/s}$$



تحركت سيارة فتغيرت الإزاحة المقطوعة خلال الزمن كما هو مبين في جدول البيانات التالي

الإزاحة (m)	15	10	5	0
الزمن (s)	3	2	1	0



مثل البيانات الموجودة في الجدول على المنحنى

هل السيارة تتحرك بسرعة ثابتة أم متغيرة ، مع ذكر السبب

تتحرك السيارة بسرعة ثابتة (منتظمة)
لأنها تقطع إزاحات متساوية خلال أزمنة متساوية

احسب ميل المنحنى ، وماذا يمثل

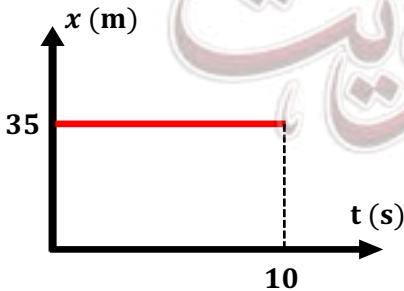
$$\text{slope} = \frac{\Delta y}{\Delta x} = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{15 - 0}{3 - 0} = 5$$

الميل يمثل السرعة المتجهة

$$\vec{v} = 5 \text{ m/s}$$

الشكل المقابل يمثل المنحنى البياني (الإزاحة - الزمن)

احسب ميل المنحنى ، وماذا يمثل



$$\text{slope} = \frac{\Delta y}{\Delta x} = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{35 - 35}{10 - 0} = 0$$

الميل يمثل مقدار السرعة

صف الحركة

الجسم ساكن لا يتحرك



الحركة التي يتغير فيها متجه السرعة بمعدل منتظم سواء بالزيادة أو بالنقصان

الحركة المتسارعة بانتظام

المعدل الزمني للتغير في متجه السرعة

التسارع $\vec{a}$

$$\vec{a} = \frac{\Delta \vec{v}}{\Delta t} = \frac{v - v_0}{t}$$

الرمز	الاسم	الوحدة الدولية	
$\vec{a}$	التسارع	m/s ²	متر / ثانية ²
v_0	السرعة الابتدائية	m/s	متر / ثانية
v	السرعة النهائية	m/s	متر / ثانية
t	الزمن	s	ثانية
$\Delta \vec{v}$	التغير في متجه السرعة	m/s	متر / ثانية

علل لما يأتي :

التسارع كمية متجهة

لأن التسارع هو المعدل الزمني للتغير في متجه السرعة ، لذلك التسارع كمية متجهة

أذكر العوامل التي يتوقف عليها التسارع

- التغير في متجه السرعة
- الزمن

$$v_0 = 0$$

إذا تحرك الجسم من السكون

$$v = 0$$

إذا توقف الجسم عن الحركة

بدأت سيارة حركتها من **السكون** فتزايدت سرعتها بانتظام حتى أصبحت 40 m/s بعد مرور 5 s ، صف ماذا حدث للسرعة ؟ احسب التسارع الذي تتحرك به السيارة

السرعة تغيرت بالزيادة

$$\vec{a} = \frac{v - v_0}{t} = \frac{40 - 0}{5} = 8 \text{ m/s}^2$$

$$\begin{aligned} v_0 &= 0 \\ v &= 40 \text{ m/s} \\ t &= 5 \text{ s} \\ \vec{a} &= ? \text{ m/s}^2 \end{aligned}$$

تحركت سيارة بسرعة 25 m/s ، ضغط سائقها على الفرامل فتناقصت سرعتها بانتظام حتى **توقفت** بعد مرور 10 s ، صف ماذا حدث للسرعة ؟ احسب التسارع الذي تتحرك به السيارة

السرعة تغيرت بالنقصان

$$\vec{a} = \frac{v - v_0}{t} = \frac{0 - 25}{10} = -2.5 \text{ m/s}^2$$

$$\begin{aligned} v_0 &= 25 \text{ m/s} \\ v &= 0 \\ t &= 10 \text{ s} \\ \vec{a} &= ? \text{ m/s}^2 \end{aligned}$$



أنواع التسارع :

نوع التسارع $\vec{a}$	موجب	سالب	صفر
العلاقة بين السرعة الابتدائية والسرعة النهائية	$v > v_0$	$v < v_0$	$v = v_0$
التغير في السرعة	السرعة تزداد	السرعة تتناقص	السرعة ثابتة

ماذا يحدث في الحالات التالية مع التفسير :

❶ لـ سرعة جسم إذا تحرك الجسم بتسارع موجب

▪ الحدث : تزداد

▪ التفسير : لأن السرعة النهائية أكبر من السرعة الابتدائية

❷ لـ سرعة جسم إذا تحرك الجسم بتسارع سالب

▪ الحدث : تقل

▪ التفسير : لأن السرعة النهائية أصغر من السرعة الابتدائية

علل لما يأتي :

❶ يصبح تسارع الجسم صفر عندما يتحرك الجسم بسرعة منتظمة (ثابتة)

لأن السرعة النهائية تساوي السرعة الابتدائية وبالتالي التغير في السرعة يساوي صفر

❷ تغيرت سرعة قطار من 10 m/s إلى 30 m/s خلال 4 s ، احسب التسارع وحدد نوعه

$$\vec{a} = \frac{v - v_0}{t} = \frac{30 - 10}{4} = 5 \text{ m/s}^2$$

تسارع موجب

$$\begin{aligned} v_0 &= 10 \text{ m/s} \\ v &= 30 \text{ m/s} \\ t &= 4 \text{ s} \\ \vec{a} &= ? \text{ m/s}^2 \end{aligned}$$

❸ تغيرت سرعة قطار من 90 Km/h إلى 54 Km/h خلال 5 s ، احسب التسارع وحدد نوعه

$$v_0 = 90 \times \frac{1000}{60 \times 60} = 25 \text{ m/s}$$

$$v = 54 \times \frac{1000}{60 \times 60} = 15 \text{ m/s}$$

$$\vec{a} = \frac{v - v_0}{t} = \frac{15 - 25}{5} = -2 \text{ m/s}^2$$

تسارع سالب

$$\begin{aligned} v_0 &= 90 \text{ km/h} \\ v &= 54 \text{ km/h} \\ t &= 5 \text{ s} \\ \vec{a} &= ? \text{ m/s}^2 \end{aligned}$$

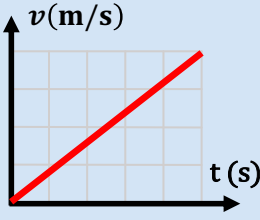
💡 التسارع هو التغير في متجه السرعة سواء في مقدارها أو اتجاهها أو كلاهما معا

علل لما يأتي :

❶ تعتبر حركة جسم في مسار دائري حركة تسارع بالرغم من ثبات مقدار السرعة

بسبب تغير اتجاه السرعة



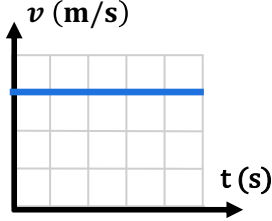


التمثيل البياني للتسارع

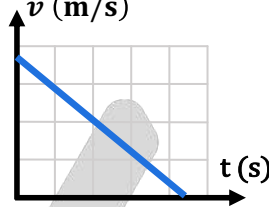
يمكن تمثيل التسارع بيانيا من منحنى السرعة - الزمن

ارسم المنحنيات البيانية الدالة على ما يلي :

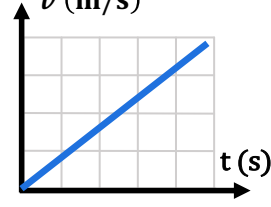
- جسم يتحرك بسرعة ثابتة (تسارع = صفر)



- جسم يتحرك بتسارع منتظم سالب



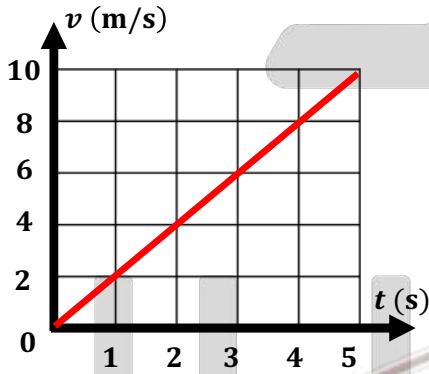
- جسم يتحرك بتسارع منتظم موجب



الحساب البياني للتسارع

يمكن حساب التسارع بيانيا من ميل الخط المستقيم لمنحنى السرعة - الزمن

$$\text{slope} = \frac{\Delta y}{\Delta x} = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \vec{a}$$



من الشكل البياني المقابل

- احسب ميل المنحني ، وماذا يمثل

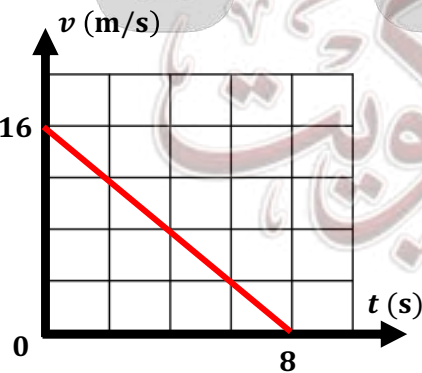
$$\text{slope} = \frac{\Delta y}{\Delta x} = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{10-0}{5-0} = 2$$

$$\vec{a} = 2 \text{ m/s}^2$$

الميل يمثل التسارع

- صف الحركة

الجسم يتحرك بتسارع منتظم موجب



من الشكل البياني المقابل

- احسب ميل المنحني ، وماذا يمثل

$$\text{slope} = \frac{\Delta y}{\Delta x} = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{0-16}{8-0} = -2$$

$$\vec{a} = -2 \text{ m/s}^2$$

الميل يمثل التسارع

- صف الحركة

الجسم يتحرك بتسارع منتظم سالب



معادلات الحركة المتسارعة بانتظام في خط مستقيم

الحركة المتسارعة بانتظام

الحركة التي يتغير فيها متجه السرعة بمعدل منتظم سواء بالزيادة أو بالنقصان

الحركة المتسارعة بانتظام

معادلات الحركة المتسارعة بانتظام في خط مستقيم

صيغ رياضية يمكننا من دراسة وحساب الكميات الفيزيائية الخاصة بالحركة عندما يتحرك الجسم بتسارع ثابت (منتظم) في خط مستقيم وفي اتجاه واحد

■ هناك ثلاث معادلات لدراسة الحركة المتسارعة بانتظام في خط مستقيم باتجاه واحد , كما يلي :

$v = v_0 + at$	المعادلة الأولى
$\Delta x = v_0 t + \frac{1}{2} at^2$	المعادلة الثانية
$v^2 = v_0^2 + 2a \Delta x$	المعادلة الثالثة

الرمز	الاسم	الوحدة الدولية	
v	السرعة النهائية	m/s	متر / ثانية
v_0	السرعة الابتدائية	m/s	متر / ثانية
a	التسارع	m/s ²	متر / ثانية ²
t	الزمن	s	ثانية
Δx	الازاحة (المسافة)	m	متر

❶ تسير حافلة مدرسية بسرعة 20 m/s وبتسارع منتظم مقداره 1.5 m/s^2 , ما سرعة الحافلة بعد مرور زمن قدره 6 s

$$v = v_0 + at$$

$$v = 20 + (1.5 \times 6)$$

$$v = 29 \text{ m/s}$$

$$v_0 = 20 \text{ m/s}$$

$$a = 1.5 \text{ m/s}^2$$

$$v = ? \text{ m/s}$$

$$t = 6 \text{ s}$$

❷ تسير سيارة بسرعة 22.2 m/s , ضغط سائقها على المكابح فتناقصت سرعتها بانتظام بتسارع مقداره 2 m/s^2 , ماهي السرعة النهائية للشاحنة بعد مرور 8 s

$$v = v_0 + at$$

$$v = 22.2 + (-2 \times 8)$$

$$v = 6.2 \text{ m/s}$$

$$v_0 = 22.2 \text{ m/s}$$

$$a = -2 \text{ m/s}^2$$

$$v = ? \text{ m/s}$$

$$t = 8 \text{ s}$$



سيارة تتحرك بسرعة 30 m/s ضغط سائقها على المكابح (الفرامل) **فتوقفت** تماما إذا كان التسارع يساوي 6 m/s^2 ، احسب زمن التوقف

$$v = v_0 + at$$

$$0 = 30 + (-6 \times t)$$

$$t = 5 \text{ s}$$

$$v_0 = 30 \text{ m/s}$$

$$v = 0$$

$$a = -6 \text{ m/s}^2$$

$$t = ? \text{ s}$$



سيارة تتحرك بسرعة ابتدائية 2 m/s و بتسارع منتظم مقداره 5 m/s^2 لمدة 10 s ، احسب المسافة التي تحركتها

$$\Delta x = v_0 t + \frac{1}{2} at^2$$

$$\Delta x = (2 \times 10) + (\frac{1}{2} \times 5 \times (10)^2)$$

$$\Delta x = 270 \text{ m}$$

$$v_0 = 2 \text{ m/s}$$

$$a = 5 \text{ m/s}^2$$

$$t = 10 \text{ s}$$

$$\Delta x = ? \text{ m}$$

بدأ فارس العداء في سباق جري الركض تدريجيا بتسارع منتظم مقداره 4 m/s^2 ، ماهي المسافة التي قطعها بعد مرور 5 s من بداية السباق

$$\Delta x = v_0 t + \frac{1}{2} at^2$$

$$\Delta x = (0 \times 5) + (\frac{1}{2} \times 4 \times (5)^2)$$

$$\Delta x = 50 \text{ m}$$

$$v_0 = 0$$

$$a = 4 \text{ m/s}^2$$

$$\Delta x = ? \text{ m}$$

$$t = 5 \text{ s}$$

تتحرك سيارة بتسارع منتظم مقداره 2 m/s^2 لمدة 10 s فقطعت مسافة مقدارها 150 m ، احسب السرعة الابتدائية التي تحركت بها السيارة

$$\Delta x = v_0 t + \frac{1}{2} at^2$$

$$150 = (v_0 \times 10) + (\frac{1}{2} \times 2 \times (10)^2)$$

$$v_0 = 5 \text{ m/s}$$

$$a = 2 \text{ m/s}^2$$

$$t = 10 \text{ s}$$

$$\Delta x = 150 \text{ m}$$

$$v_0 = ? \text{ m/s}$$



افترض أن سرعة النبضة العصبية في جسم الانسان **ثابتة** وتساوي 100 m/s ، ما الزمن اللازم لكي تنتقل النبضة العصبية من القدم الى دماغ رجل يبلغ طوله 1.7 m

$$\Delta x = v_0 t + \frac{1}{2} at^2$$

$$1.7 = (100 \times t) + (\frac{1}{2} \times 0 \times t^2)$$

$$t = 0.017 \text{ s}$$

$$v_0 = 100 \text{ m/s}$$

$$a = 0$$

$$t = ? \text{ s}$$

$$\Delta x = 1.7 \text{ m}$$

تسير سيارة على طريق مستقيم ابتداءً من سرعة 27.7 m/s ، وبتسارع 2 m/s^2 لمسافة 30 m ، ماهي السرعة النهائية للسيارة بعد قطع تلك المسافة

$$v^2 = v_0^2 + 2a \Delta x$$

$$v^2 = (27.7)^2 + (2 \times 2 \times 30)$$

$$v = 29.78 \text{ m/s}$$

$$v_0 = 27.7 \text{ m/s}$$

$$a = 2 \text{ m/s}^2$$

$$\Delta x = 30 \text{ m}$$

$$v = ? \text{ m/s}$$



سيارة تتحرك بسرعة 25 m/s ضغط سائقها الفرامل **فتوقفت** بعد مرور 5 s , احسب

تسارع السيارة

$$v = v_0 + at$$

$$0 = 25 + (a \times 5)$$

$$a = -5 \text{ m/s}^2$$

$$a = \frac{v - v_0}{t} = \frac{0 - 25}{5} = -5 \text{ m/s}^2$$

حل اخر

$$v_0 = 25 \text{ m/s}$$

$$v = 0$$

$$t = 5 \text{ s}$$

$$a = ? \text{ m/s}^2$$

ازاحة السيارة حتى توقفت حركتها

$$\Delta x = v_0 t + \frac{1}{2} at^2$$

$$\Delta x = (25 \times 5) + (\frac{1}{2} \times -5 \times (5)^2) = 62.5 \text{ m}$$

$$\Delta x = ? \text{ m}$$

سيارة تتحرك بسرعة 20 m/s بتسارع منتظم مقداره 5 m/s^2 حتى أصبحت سرعتها 60 m/s , احسب

المسافة التي قطعها السيارة

$$v^2 = v_0^2 + 2a \Delta x$$

$$(60)^2 = (20)^2 + (2 \times 5 \times \Delta x)$$

$$\Delta x = 320 \text{ m}$$

$$v_0 = 20 \text{ m/s}$$

$$a = 5 \text{ m/s}^2$$

$$v = 60 \text{ m/s}$$

$$\Delta x = ? \text{ m}$$

الزمن المستغرق

$$v = v_0 + at$$

$$60 = 20 + (5 \times t)$$

$$t = 8 \text{ s}$$

$$t = ? \text{ s}$$

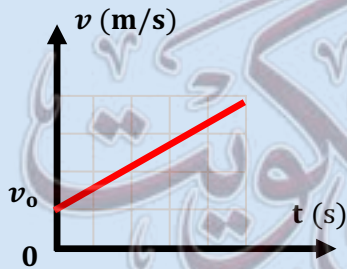
التمثيل البياني للمعادلة الأولى (العلاقة بين السرعة النهائية والزمن) :



$$v = v_0 + at$$

إذا بدأ الجسم الحركة بسرعة لا تساوي صفر

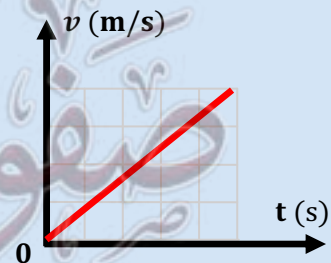
$$v_0 \neq 0$$



إذا بدأ الجسم الحركة من السكون

$$v_0 = 0$$

$$v = at$$



$$\text{slope} = \frac{\Delta v}{\Delta t} = a$$

عندما يتحرك الجسم من السكون بتسارع منتظم فإن السرعة النهائية تتناسب طرديا مع الزمن

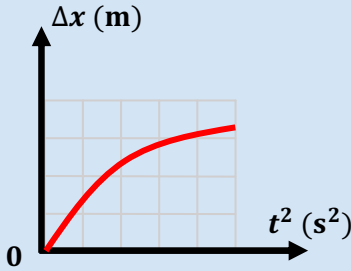
ميل الخط البياني للسرعة النهائية والزمن يساوي **التسارع** a

التمثيل البياني للمعادلة الثانية (العلاقة بين الإزاحة ومربع الزمن) :

$$\Delta x = v_0 t + \frac{1}{2} a t^2$$

▪ إذا بدأ الجسم الحركة بسرعة لا تساوي صفر

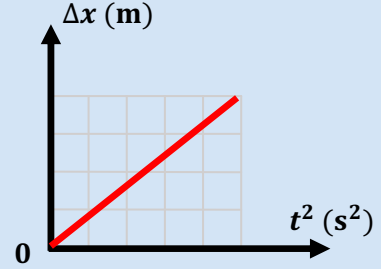
$$v_0 \neq 0$$



▪ إذا بدأ الجسم الحركة من السكون

$$v_0 = 0$$

$$\Delta x = \frac{1}{2} a t^2$$



$$\text{slope} = \frac{\Delta x}{t^2} = \frac{1}{2} a$$

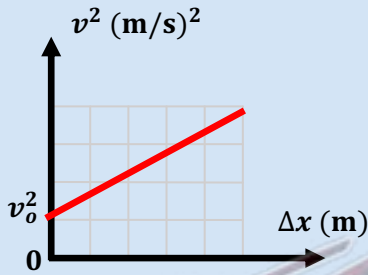
- عندما يتحرك الجسم من السكون بتسارع منتظم فإن الإزاحة تتناسب طرديا مع مربع الزمن
- ميل الخط البياني للعلاقة بين الإزاحة ومربع الزمن عندما تبدأ الحركة من سكون يساوي **نصف التسارع** $\frac{1}{2} a$

التمثيل البياني للمعادلة الثالثة (العلاقة بين مربع السرعة النهائية و الإزاحة) :

$$v^2 = v_0^2 + 2 a \Delta x$$

▪ إذا بدأ الجسم الحركة بسرعة لا تساوي صفر

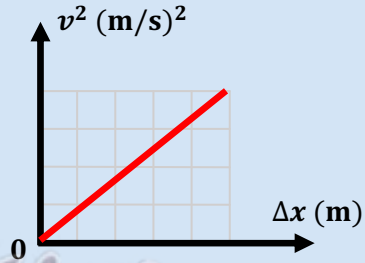
$$v_0 \neq 0$$



▪ إذا بدأ الجسم الحركة من السكون

$$v_0 = 0$$

$$v^2 = 2 a \Delta x$$



$$\text{slope} = \frac{v^2}{\Delta x} = 2 a$$

- عندما يتحرك الجسم من السكون بتسارع منتظم فإن مربع السرعة النهائية يتناسب طرديا مع الإزاحة
- ميل الخط البياني بين مربع السرعة النهائية والإزاحة يساوي **ضعف التسارع** $2 a$

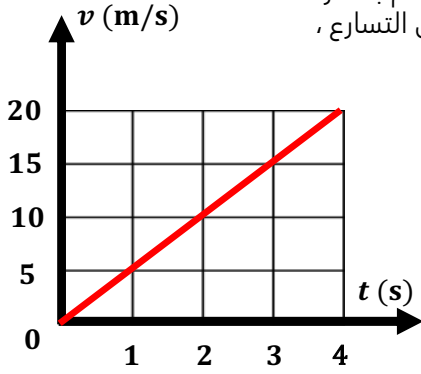
علل لما يأتي :

❗ قيادة السيارة بسرعات عالية أكثر خطورة ويصبح التحكم بالمركبة أكثر صعوبة

لأن أي زيادة في السرعة تؤدي الى زيادة كبيرة في مسافة التوقف وذلك لأن الإزاحة اللازمة لتوقف السيارة تتناسب طرديا مع مربع السرعة



الرسم البياني المقابل يوضح العلاقة بين (السرعة - الزمن) لجسم بدأ حركته من السكون بتسارع منتظم بفرض استمرار الجسم بالحركة بنفس التسارع ، احسب



ميل الخط البياني للعلاقة بين (السرعة - الزمن)

$$\text{slope} = \frac{\Delta y}{\Delta x} = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{20 - 0}{4 - 0} = 5$$

$$a = 5 \text{ m/s}^2$$

الميل يمثل التسارع

ماذا يمثل ميل الخط البياني

سرعة الجسم بعد مرور زمن مقداره 10 s من بدء الحركة إذا استمر بنفس التسارع

$$v = v_0 + at$$

$$v = 0 + (5 \times 10) = 50 \text{ m/s}$$

جسم بدأ حركته من **السكون** بتسارع منتظم . فإذا كان ميل المنحنى الذي يمثل العلاقة البيانية بين ($x - t^2$) يساوي 3 ، احسب

تسارع الجسم

$$\text{slope} = \frac{\Delta x}{\Delta t^2} = \frac{1}{2} a$$

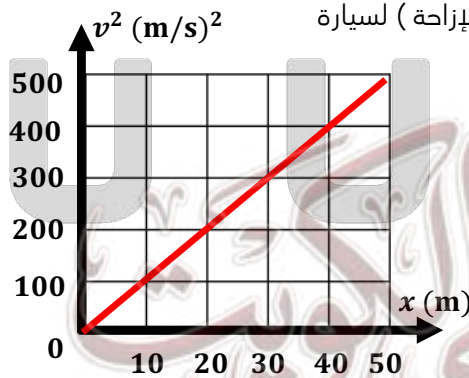
$$\frac{1}{2} a = 3$$

$$a = 6 \text{ m/s}^2$$

إزاحة الجسم بعد مرور زمن مقداره 5 s من بدء الحركة

$$\Delta x = v_0 t + \frac{1}{2} at^2$$

$$\Delta x = (0 \times 5) + \left(\frac{1}{2} \times 6 \times (5)^2\right) = 75 \text{ m}$$



الرسم البياني المقابل يوضح العلاقة بين (مربع السرعة - الإزاحة) لسيارة بدأت حركتها من السكون بتسارع منتظم ، احسب

ميل الخط البياني

$$\text{slope} = \frac{\Delta y}{\Delta x} = \frac{\Delta v^2}{\Delta x} = \frac{500 - 0}{50 - 0} = 10$$

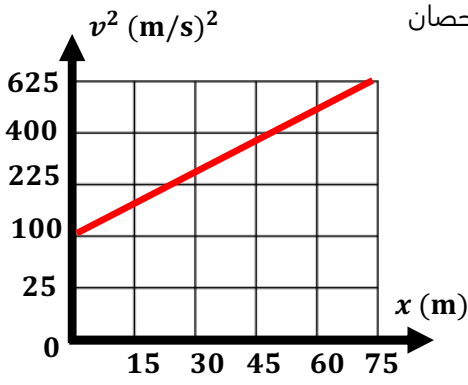
تسارع الجسم

الميل يمثل ضعف التسارع

$$\text{slope} = 2a$$

$$2a = 10$$

$$a = 5 \text{ m/s}^2$$



الرسم البياني المقابل يوضح العلاقة بين (مربع السرعة - الإزاحة) لحصان يجري في مضمار مستقيم بسرعة منتظمة مقدارها 10 m/s ، ثم بدأ الفارس بحثه على زيادة سرعته بتسارع ثابت ، من خلال البيانات على الرسم البياني ، احسب

تسارع الحصان

$$\text{slope} = \frac{\Delta y}{\Delta x} = \frac{\Delta v^2}{\Delta x} = \frac{625 - 100}{75 - 0} = 7$$

$$\text{slope} = 2a = 7$$

$$a = 3.5 \text{ m/s}^2$$

الزمن اللازم لتغيير سرعة الحصان من 10 m/s الى سرعة 20 m/s

$$v = v_0 + at$$

$$20 = 10 + (3.5 \times t)$$

$$t = 2.85 \text{ s}$$



يعتبر الفهد هو أسرع حيوان بري في العالم إذ تصل سرعته الى 120 km/h خلال ثواني قليلة لكنه لا يستطيع المحافظة على هذه السرعة الا لفترة قصيرة بسبب استهلاكه الكبير للطاقة

الحركة في بُعد واحد السقوط الحر



قوة تعمل على جذب الأجسام الى الأسفل دائما

قوة الجاذبية الأرضية

سقوط الأجسام و مقاومة الهواء

عند سقوط الامطار تصل قطرات الماء الى الأرض بفعل قوة الجاذبية الأرضية ، تواجه قطرات المطر اثناء نزولها مقاومة من الهواء

علل لما يأتي :

تصل قطرات المطر الى الأرض بسرعة آمنة

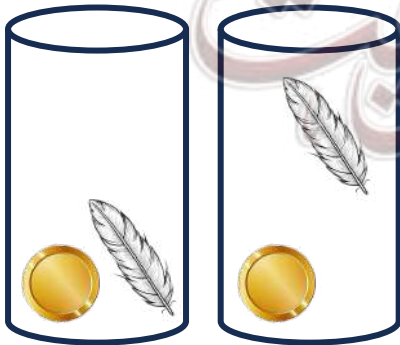
بسبب توازن مقاومة الهواء مع قوة الجاذبية الأرضية

ماذا يحدث مع التفسير :

سقوط عملة معدنية و ريشة داخل الأنبوب ممتلئ بالهواء

تصل العملة أولا

بسبب وجود مقاومة الهواء



فراغ

هواء

❗ سقوط عملة معدنية و ريشة داخل الأنبوب المفرغ من الهواء

▪ الحدث : وصلان معا في نفس اللحظة

▪ التفسير : بسبب عدم وجود مقاومة الهواء

علل لما يأتي :

❗ عند اسقاط عملة معدنية وريشة طائر من ارتفاع ما ، فإن القطعة المعدنية تصل الى الأرض في زمن أقل من الريشة بسبب وجود مقاومة الهواء ، حيث تؤثر مقاومة الهواء على الريشة بشكل أكبر

السقوط الحر

حركة جسم بدون سرعة ابتدائية بتأثير ثقله فقط مع إهمال تأثير مقاومة الهواء



عند سقوط جسم سقوطا حرا فإنه يتحرك بتسارع ثابت مقداره 9.8 m/s^2 ويسمى تسارع الجاذبية الأرضية ويرمز له بالرمز g

ماذا يحدث مع التفسير :

❗ عند سقوط جسمين مختلفين في الكتلة سقوطا حرا من الارتفاع نفسه

▪ الحدث : تصل الاجسام معا الى سطح الأرض في نفس اللحظة وب نفس السرعة

▪ التفسير : لأنها تتحرك تحت تأثير تسارع منتظم وثابت هو تسارع الجاذبية الأرضية

علل لما يأتي :

❗ إذا تركت عدة أجسام مختلفة الكتلة متماثلة الحجم لتسقط سقوطا حرا من نفس الارتفاع فإنها تصل إلى الأرض في نفس الوقت

لأنها تتحرك جميعا تحت تأثير تسارع منتظم وثابت هو تسارع الجاذبية الأرضية

معادلات السقوط الحر

في السقوط الحر يتحرك الجسم في خط مستقيم وب تسارع منتظم ، لذلك يمكن تطبيق معادلات الحركة المتسارعة بانتظام على حركة السقوط الحر

معادلة السرعة والزمن

$$v = v_0 + g t$$

معادلة الإزاحة ومربع الزمن

$$\Delta y = v_0 t + \frac{1}{2} g t^2$$

معادلة مربع السرعة والإزاحة

$$v^2 = v_0^2 + 2g \Delta y$$

الرمز	الاسم	الوحدة الدولية
g	تسارع الجاذبية الأرضية	9.8 m/s^2
Δy	الارتفاع - المسافة	m



1. عند سقوط الجسم سقوط حر يكون سرعته الابتدائية $v_0 = 0$ و يتحرك الجسم بتسارع موجب يساوي تسارع الجاذبية الأرضية $g = 9.8 \text{ m/s}^2$

ماذا يحدث مع التفسير :

❑ سرعة الجسم إذا سقط سقوطا حرا من ارتفاع ما

الحدث : تزداد سرعة الجسم

❑ التفسير : لأن الحركة في نفس اتجاه قوة جذب الأرض لذلك يتحرك بتسارع منتظم يساوي تسارع الجاذبية الأرضية

علل لما يأتي :

❑ عند سقوط جسما سقوطا حرا تزداد سرعته

لأن الحركة في نفس اتجاه قوة جذب الأرض لذلك يتحرك الجسم بتسارع منتظم يساوي تسارع الجاذبية الأرضية

❑ سقطت تفاحة من السكون سقوطا حرا من على غصن شجرة ، فوصلت إلى الأرض خلال زمن قدره **نصف ثانية** ، احسب

❑ السرعة التي وصلت بها التفاحة إلى الأرض

$$\begin{aligned} v &= v_0 + gt \\ v &= 0 + (9.8 \times 0.5) \\ v &= 4.9 \text{ m/s} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} v_0 &= 0 \\ g &= 9.8 \text{ m/s}^2 \\ t &= 0.5 \text{ s} \\ v &= ? \text{ m/s} \end{aligned}$$

❑ لو سقطت بيضة عصفور من عش على نفس الارتفاع الذي سقطت منه التفاحة ، كم ستكون سرعتها لحظة وصولها إلى الأرض

$$v = 4.9 \text{ m/s}$$

لأنها تتحرك تحت تأثير نفس التسارع وهو تسارع الجاذبية الأرضية



❑ سقط عصفور صغير سقوطا حرا من فوق شجرة فوصل سطح الأرض خلال **1.5 s** ، احسب الارتفاع الذي سقط منه العصفور

$$\begin{aligned} \Delta y &= v_0 t + \frac{1}{2} g t^2 \\ \Delta y &= (0 \times 1.5) + \left(\frac{1}{2} \times 9.8 \times (1.5)^2\right) \\ \Delta y &= 11.02 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} v_0 &= 0 \\ g &= 9.8 \text{ m/s}^2 \\ t &= 1.5 \text{ s} \\ \Delta y &= ? \text{ m} \end{aligned}$$

❑ تقطع زرافة طولها **6 m** غصن شجرة و تسقطه سقوطا حرا على الأرض ، احسب الفترة الزمنية التي يستغرقها الغصن ليصل إلى سطح الأرض علما بأن $(g = 10 \text{ m/s}^2)$

$$\begin{aligned} \Delta y &= v_0 t + \frac{1}{2} g t^2 \\ 6 &= (0 \times t) + \left(\frac{1}{2} \times 10 \times t^2\right) \\ t &= 1.09 \text{ s} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \Delta y &= 6 \text{ m} \\ g &= 10 \text{ m/s}^2 \\ v_0 &= 0 \\ t &= ? \text{ s} \end{aligned}$$

❗ أسقط أخوك الكرة الخاصة بك من نافذة الطابق الثاني سقوطاً حراً ، فإذا التقطتها على بعد 3 m أسفل نقطة السقوط ، احسب سرعة الكرة عند التقاطك لها

$$v^2 = v_0^2 + 2g\Delta y$$

$$v^2 = (0)^2 + (2 \times 9.8 \times 3)$$

$$v = 7.66 \text{ m/s}$$

$$v_0 = 0$$

$$g = 9.8 \text{ m/s}^2$$

$$\Delta y = 3 \text{ m}$$

$$v = ? \text{ m/s}$$



💡 عندما يقذف الجسم للأسفل تكون سرعته الابتدائية لا تساوي صفراً $v_0 \neq 0$ ويتحرك الجسم بتسارع موجب يساوي تسارع الجاذبية الأرضية $g = 9.8 \text{ m/s}^2$

علماً بأن $(g = 10 \text{ m/s}^2)$

❗ قذف جسم رأسياً للأسفل بسرعة ابتدائية مقدارها 5 m/s ، احسب

▪ سرعة الجسم بعد مرور زمن 3 s

$$v = v_0 + gt$$

$$v = 5 + (10 \times 3)$$

$$v = 35 \text{ m/s}$$

$$v_0 = 5 \text{ m/s}$$

$$g = 10 \text{ m/s}^2$$

$$v = ? \text{ m/s}$$

$$t = 3 \text{ s}$$

▪ المسافة التي تحركها الجسم بعد مرور زمن 3 s

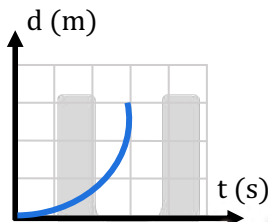
$$\Delta y = v_0 t + \frac{1}{2} g t^2$$

$$\Delta y = (5 \times 3) + \left(\frac{1}{2} \times 10 \times (3)^2\right) = 60 \text{ m}$$

$$\Delta y = ? \text{ m}$$

ارسم المنحنيات البيانية الدالة على ما يلي :

❗ المسافة مع الزمن أثناء سقوط الجسم سقوطاً حراً



2. عندما يقذف الجسم لأعلى بعكس اتجاه الجاذبية الأرضية فإنه يتحرك بسرعة ابتدائية v_0 ويتحرك بتأثير تسارع سالب $g = -9.8 \text{ m/s}^2$ حتى يصل إلى أقصى ارتفاع وعنده تكون سرعته النهائية تساوي صفراً $v = 0$

ماذا يحدث مع التفسير :

❗ لسرعة الجسم عندما يقذف لأعلى

▪ الحدث : تقل سرعة الجسم

▪ التفسير : لأنه يتحرك عكس اتجاه قوة جذب الأرض بتسارع سالب منتظم يساوي تسارع الجاذبية الأرضية

علل لما يأتي :

❶ عند قذف جسم لأعلى تتناقص سرعته

لأنه يتحرك عكس اتجاه قوة جذب الأرض بتسارع سالب منتظم يساوي تسارع الجاذبية الأرضية

علما بأن ($g = 10 \text{ m/s}^2$)

❷ قذف جسم رأسيا لأعلى بسرعة ابتدائية مقدارها 30 m/s , احسب

الزمن اللازم للوصول إلى أقصى ارتفاع

$$\begin{aligned} v &= v_0 + g t \\ 0 &= 30 + (-10 \times t) \\ t &= 3 \text{ s} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} v &= 0 \\ g &= -10 \text{ m/s}^2 \\ v_0 &= 30 \text{ m/s} \\ t &= ? \text{ s} \end{aligned}$$

الزمن اللازم للوصول إلى أقصى ارتفاع

$$\begin{aligned} \Delta y &= v_0 t + \frac{1}{2} g t^2 \\ \Delta y &= (30 \times 3) + \left(\frac{1}{2} \times -10 \times (3)^2\right) = 45 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\Delta y = ? \text{ m}$$

❸ رمى صلاح كرة بشكل رأسي الى أعلى , وكان أقصى ارتفاع وصلت اليه 0.3 m , احسب السرعة الابتدائية للكرة

$$\begin{aligned} v^2 &= v_0^2 + 2g \Delta y \\ (0)^2 &= v_0^2 + (2 \times -9.8 \times 0.3) \\ v_0 &= 2.42 \text{ m/s} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} v &= 0 \\ g &= -9.8 \text{ m/s}^2 \\ \Delta y &= 0.3 \text{ m} \\ v_0 &= ? \text{ m/s} \end{aligned}$$

❹ قذف جسما رأسيا لأعلى بسرعة ابتدائية 80 m/s , احسب أقصى ارتفاع يصل إليه هذا الجسم

علما بأن ($g = 10 \text{ m/s}^2$)

$$\begin{aligned} v^2 &= v_0^2 + 2g \Delta y \\ (0)^2 &= (80)^2 + (2 \times -10 \times \Delta y) \\ \Delta y &= 320 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} v &= 0 \\ g &= -10 \text{ m/s}^2 \\ v_0 &= 80 \text{ m/s} \\ \Delta y &= ? \text{ m} \end{aligned}$$



خصائص السقوط الحر

$$v_0 = 0 \text{ m/s}$$

$$t = 0 \text{ s}$$

$$v = 0 \text{ m/s}$$

$$t = 2 \text{ s}$$

$$v = 9.8 \text{ m/s}$$

$$t = 1 \text{ s}$$

$$v = 9.8 \text{ m/s}$$

$$t = 1 \text{ s}$$

$$v = 19.6 \text{ m/s}$$

$$t = 2 \text{ s}$$

$$v_0 = 19.6 \text{ m/s}$$

$$t = 0 \text{ s}$$

- مقدار سرعة الجسم أثناء الصعود يساوي مقدار سرعته في أي نقطة عند المستوى الأفقي أثناء الهبوط
- تكون السرعة العددية **متساوية** في أي نقطة عند المستوى الأفقي ، لكن السرعة المتجهة **تختلف** بسبب اختلاف اتجاه حركة الجسم

علل لما يأتي :

- عند قذف جسم لأعلى فأن مقدار سرعته أثناء الصعود يساوي مقدار سرعته أثناء الهبوط في أي نقطة عند نفس المستوى الأفقي

لأن الجسم يتحرك صعوداً وهبوطاً تحت تأثير نفس التسارع وهو تسارع الجاذبية الأرضية

- إذا قذف جسم رأسياً لأعلى حتى توقف ثم سقط سقوطاً حراً إلى الأسفل حيث بدأت الحركة فإنه يكون قد أستغرق زمناً للصعود إلى أقصى ارتفاع مساوياً لزمناً نزوله من أقصى ارتفاع إلى نقطة البداية

زمن الصعود لأقصى ارتفاع = زمن النزول لنقطة البداية

علل لما يأتي :

- عند قذف جسم لأعلى فأن زمن الصعود لأقصى ارتفاع يساوي زمن النزول لنقطة البداية
- لأن الجسم يتحرك صعوداً وهبوطاً تحت تأثير نفس التسارع وهو تسارع الجاذبية الأرضية



الزمن الكلي الذي يستغرقه الجسم المقذوف في الهواء قبل أن يعود إلى نفس المستوى الذي قذف منه

زمن التحليق

زمن التحليق = زمن الصعود لأقصى ارتفاع + زمن النزول من أقصى ارتفاع لنقطة البداية

$$2t = \text{زمن التحليق}$$

- قذفت كرة تنس رأسياً إلى أعلى بسرعة ابتدائية 22.5 m/s ، ثم عادت إلى نفس النقطة التي قذفت منها بإهمال مقاومة الهواء ، احسب

علماً بأن $(g = 10 \text{ m/s}^2)$

- الزمن الذي تستغرقه لتصل الكرة إلى أقصى ارتفاع

$$\begin{aligned} v &= v_0 + gt \\ 0 &= 22.5 + (-10 \times t) \\ t &= 2.25 \text{ s} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} v &= 0 \\ g &= -10 \text{ m/s}^2 \\ v_0 &= 22.5 \text{ m/s} \\ t &= ? \text{ s} \end{aligned}$$

- الزمن الذي تستغرقه لتعود إلى مستوى الانطلاق بدءاً من أقصى ارتفاع

$$t = 2.25 \text{ s}$$

- الزمن الكلي الذي تستغرقه الكرة في الهواء حتى تعود إلى مستوى الإطلاق (زمن التحليق)

زمن التحليق = زمن الصعود لأقصى ارتفاع + زمن النزول من أقصى ارتفاع لنقطة البداية

$$\text{زمن التحليق} = 2.25 + 2.25 = 4.5 \text{ s}$$

❶ قذفت جسم رأسياً نحو أعلى بسرعة ابتدائية 29.4 m/s ، بإهمال مقاومة الهواء ، احسب

▪ أقصى إزاحة رأسية يصل إليها الجسم

$$v^2 = v_0^2 + 2g \Delta y$$

$$(0)^2 = (29.4)^2 + (2 \times -9.8 \times \Delta y)$$

$$\Delta y = 44.1 \text{ m}$$

$$v = 0$$

$$g = -9.8 \text{ m/s}^2$$

$$v_0 = 29.4 \text{ m/s}$$

$$\Delta y = ? \text{ m}$$

▪ الزمن المستغرق لنزوله من أقصى ارتفاع إلى مستوى الانطلاق

$$v = v_0 + g t$$

$$29.4 = 0 + (9.8 \times t)$$

$$t = 3 \text{ s}$$

$$v_0 = 0$$

$$v = 29.4 \text{ m/s}$$

$$g = 9.8 \text{ m/s}^2$$

$$t = ? \text{ s}$$

▪ زمن التحليق (الزمن الكلي الذي يستغرقه الجسم في الهواء حتى يعود الى مستوى الانطلاق)

$$\text{زمن التحليق} = 2 t = 2 \times 3 = 6 \text{ s}$$

💡 تسارع الجاذبية على سطح المريخ تساوي $\frac{1}{3}$ تسارع الجاذبية على سطح الأرض

ماذا يحدث مع التفسير :

❶ لأقصى ارتفاع يصل اليه الجسم عند قذفه لأعلى من فوق سطح المريخ مقارنة بالأرض

▪ الحدث : يزداد

▪ التفسير : لان تسارع الجاذبية على سطح المريخ أقل من تسارع الجاذبية الأرضية



الأرض



المريخ

❶ لزمن تحليق جسم عند قذفه لأعلى من فوق سطح المريخ مقارنة بالأرض

▪ الحدث : يزداد

▪ التفسير : لان تسارع الجاذبية على سطح المريخ أقل من تسارع الجاذبية الأرضية



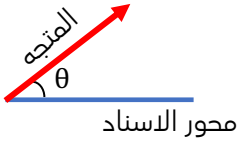
خصائص المتجهات

- درسنا في السابق أن الكميات الفيزيائية تُصنف وفق معيار حاجتها لتحديد الاتجاه الى كميات عددية وكميات متجهة
- لدراسة الكميات المتجهة ينبغي معرفة آلية تمثيل هذه الكميات سواء بيانياً أو حسابياً

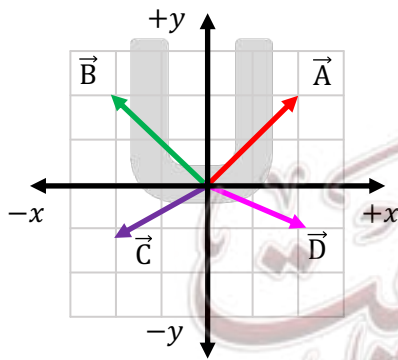
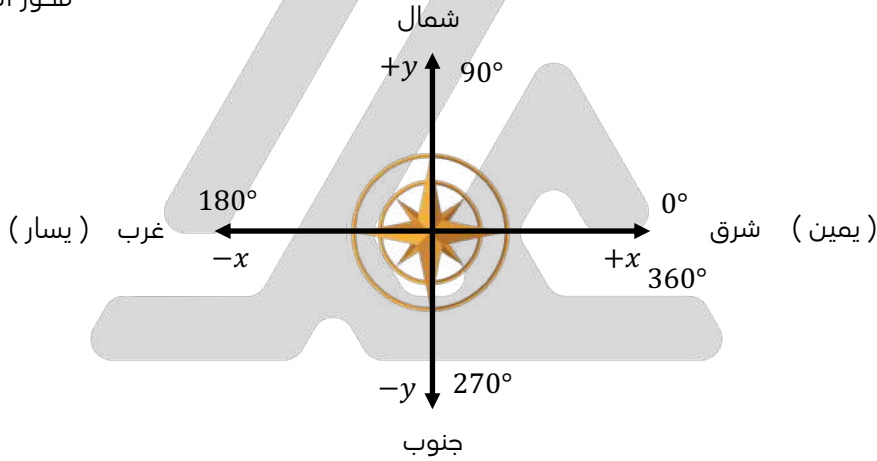
أولاً : تمثيل الكميات المتجهة بيانياً

- تتم عملية التمثيل البياني لمتجه برسم شعاع له رأس وذيل ، يرمز له بحرف يوضع فوقه سهم $\vec{V}$
- يُعبّر طول السهم عن مقدار الكمية المتجهة وفق مقياس رسم مناسب

رأس المتجه $\vec{V}$ ذيل المتجه



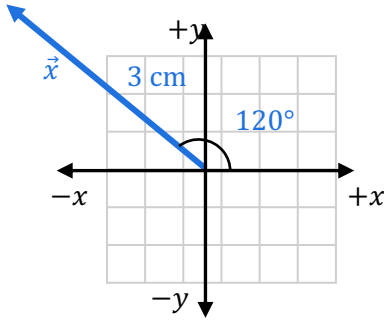
- يوضح اتجاه المتجه بالزاوية التي يصنعها مع محور الاسناد الموجب ويكون قياس الزاوية من الاتجاه الموجب لمحور السينات وبعكس عقارب الساعة
- مخطط لتحديد مقدار زاوية ميل المتجه بالنسبة لمحور الاسناد



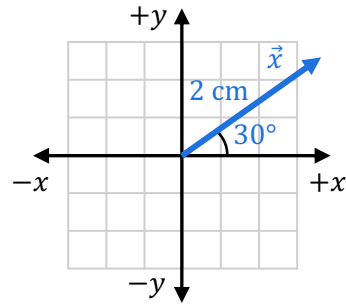
ادرس الشكل المقابل ثم أجب عن الأسئلة التالية

- المتجه الذي يصنع زاوية مقدارها 30° مع محور الاسناد هو $\vec{A}$
- المتجه الذي يصنع زاوية مقدارها 210° مع محور الاسناد هو $\vec{C}$
- المتجه الذي يصنع زاوية مقدارها 330° مع محور الاسناد هو $\vec{D}$
- المتجه الذي يصنع زاوية مقدارها 120° مع محور الاسناد هو $\vec{B}$

تتحرك دراجة ، فقطعت إزاحة مقدارها 3 m باتجاه يصنع زاوية مقدارها 120° من محور الاسناد الموجب، مثل متجه الإزاحة بيانيا ، باعتبار مقياس الرسم 1 m : 1 cm



تتحرك دراجة ، فقطعت إزاحة مقدارها 2 m باتجاه يصنع زاوية مقدارها 30° شمال الشرق ، مثل متجه الإزاحة بيانيا ، باعتبار مقياس الرسم 1 m : 1 cm



ثانيا : تمثيل الكميات المتجهة حسابيا

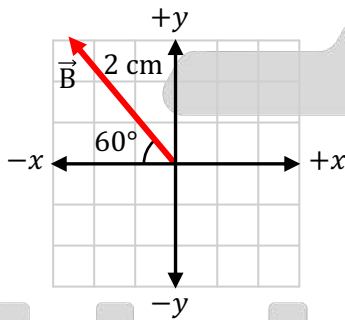
يمثل المتجه حسابيا بزوج مرتب مكون من مقدار المتجه واتجاهه ، ويكتب على الصورة التالية

V : مقدار المتجه ووحدة قياسه

$$\vec{V} = (V, \theta)$$

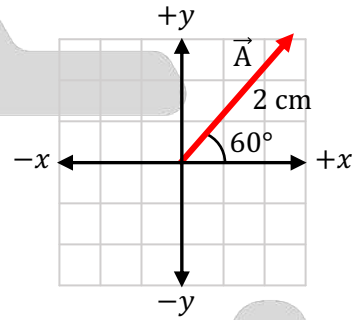
θ : الزاوية بين المتجه ومحور الاسناد (اتجاه المتجه)

عبر حسابيا عن المتجه $\vec{B}$ الممثل في الرسم التالي



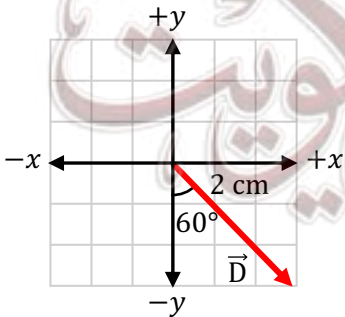
$$\vec{B} = (2 \text{ cm}, 120^\circ)$$

عبر حسابيا عن المتجه $\vec{A}$ الممثل في الرسم التالي



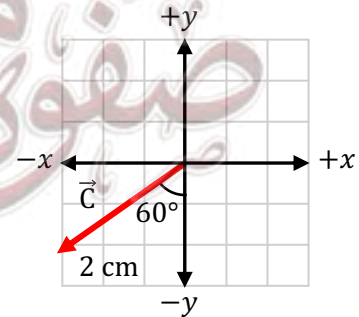
$$\vec{A} = (2 \text{ cm}, 60^\circ)$$

عبر حسابيا عن المتجه $\vec{D}$ الممثل في الرسم التالي



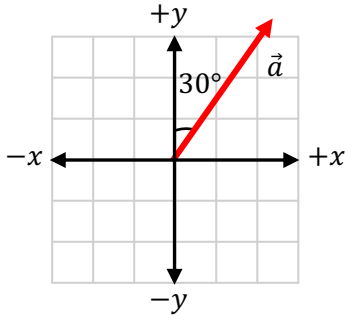
$$\vec{D} = (2 \text{ cm}, 330^\circ)$$

عبر حسابيا عن المتجه $\vec{C}$ الممثل في الرسم التالي



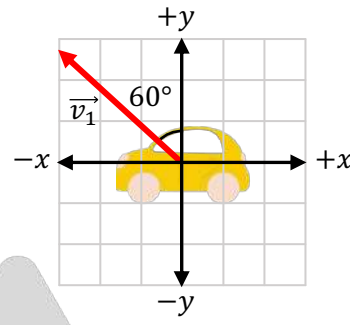
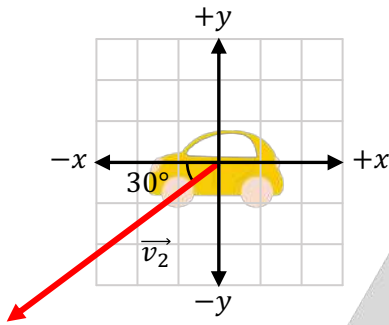
$$\vec{C} = (2 \text{ cm}, 210^\circ)$$

جسم يتحرك حركة متسارعة بانتظام ، الشكل المقابل يمثل متجه التسارع بيانيا بمقياس رسم $1 \text{ m/s}^2 : 1 \text{ cm}$ ، مثل متجه السرعة حسابيا



المتجه $\vec{a}$	
2 cm	طول المتجه باستخدام المسطرة
2 m/s^2	مقدار التسارع
60°	الزاوية بين المتجه ومحور الاسناد
$\vec{a} = (2 \text{ m/s}^2, 60^\circ)$	التمثيل الحسابي للمتجه

الشكل التالي يمثل حركة سيارتين بسرعة متجهة بيانيا ، بمقياس رسم $1 \text{ m/s} : 1 \text{ cm}$ ، مثل متجهات السرعة حسابيا بوحد m/s



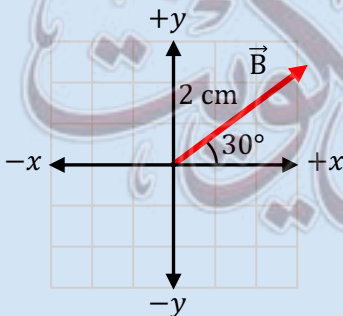
المتجه $\vec{v}_1$	المتجه $\vec{v}_2$	
2 cm	3 cm	طول المتجه باستخدام المسطرة
2 m/s	3 m/s	مقدار السرعة المتجهة
150°	210°	الزاوية بين المتجه ومحور الاسناد
$\vec{v}_1 = (2 \text{ m/s}, 150^\circ)$	$\vec{v}_2 = (3 \text{ m/s}, 210^\circ)$	التمثيل الحسابي للمتجه



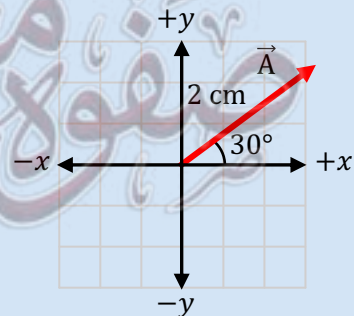
خصائص المتجهات

متى تتساوى المتجهات ؟

تتساوى المتجهات عندما تكون متساوية في المقدار ولها نفس الاتجاه



$$\vec{B} = (2 \text{ cm}, 30^\circ)$$



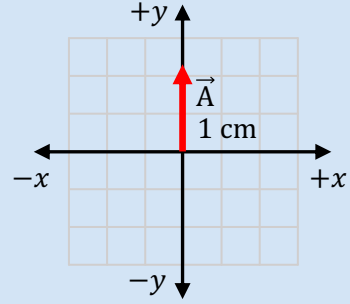
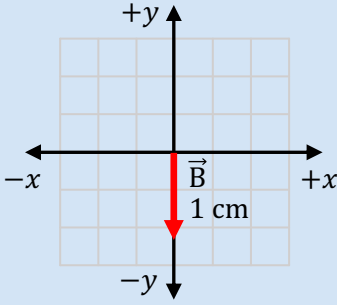
$$\vec{A} = (2 \text{ cm}, 30^\circ)$$

$$\vec{A} = \vec{B}$$

- إذا كان المتجهان لهما نفس المقدار ومتعاكسين في الاتجاه يكونان غير متساوين

$$\vec{A} \neq \vec{B}$$

$$\vec{A} = -\vec{B}$$



- ❑ ركض لاعبان في مضمار سباق بخط مستقيم ، حيث ركض اللاعب الأول شرقاً بسرعة ، بينما ركض اللاعب الثاني بنفس السرعة نحو الغرب ، هل سرعتان المتجهتان للاعبين متساويتان ؟ فسر اجابتك

متجهي السرعة غير متساويتان ، بسبب اختلاف الاتجاه

- ❑ على طريق (40) وهو أحد الطرق السريعة الرئيسية في دولة الكويت والذي يربط مدينة الكويت بمنفذ النويصيب ، رصد الرادار سيارة أ قادمة من الأحمدى تتجه شمالاً نحو مدينة الكويت بسرعة 90 km/h ، ورصد سيارة ب تتجه نحو مدينة الكويت من الأحمدى بسرعة 25 m/s

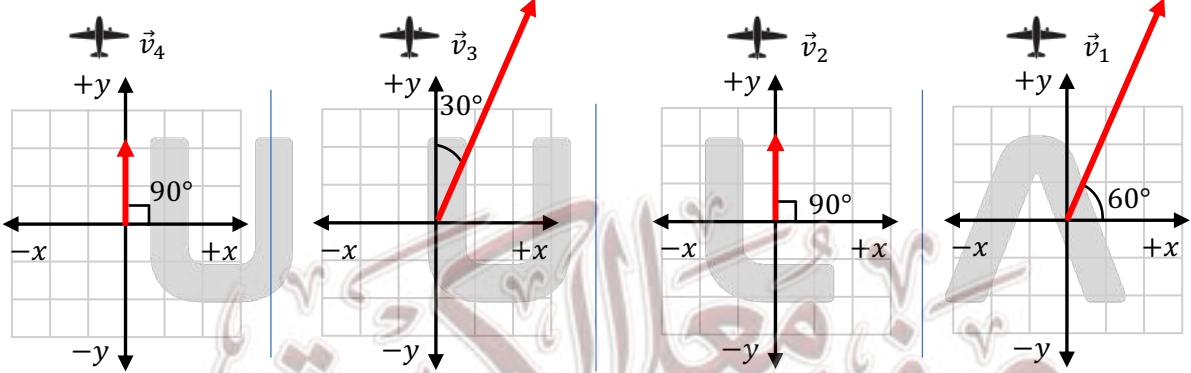
- هل متجهي السرعة للسيارتين متساوي ؟

نعم ، متجهي السرعة متساوين

- علل اجابتك بدليل علمي

لان لهما نفس المقدار والاتجاه

- ❑ لديك عدة متجهات لسرعات متجهة مختلفة لمجموعة من الطائرات في المجال الجوي ، تم تمثيلها بمقياس رسم $200 \text{ km/h} : 1 \text{ cm}$ ، مثل متجهات السرعة حسابيا في الجدول ثم أجب عن الأسئلة التالية



تمثيل المتجه حسابيا	
$(600 \text{ km/h} , 60^\circ)$	$\vec{v}_1$
$(200 \text{ km/h} , 90^\circ)$	$\vec{v}_2$
$(600 \text{ km/h} , 60^\circ)$	$\vec{v}_3$
$(200 \text{ km/h} , 90^\circ)$	$\vec{v}_4$

- أي من المتجهات الأربعة متساوية في المقدار

$$\vec{v}_1 = \vec{v}_3 \quad \vec{v}_2 = \vec{v}_4$$

- أي من المتجهات الأربعة لها نفس الاتجاه

$$\vec{v}_1 = \vec{v}_3 \quad \vec{v}_2 = \vec{v}_4$$

- أي من المتجهات الأربعة يحقق خاصية التساوي

$$\vec{v}_1 = \vec{v}_3 \quad \vec{v}_2 = \vec{v}_4$$

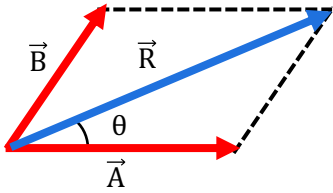


جمع المتجهات وتحليلها

- يختلف التعامل الرياضي مع الكميات المتجهة عنه في الكميات العددية فالناتج من عمليات الجمع و الضرب في المتجهات تعتمد بشكل أساسي على الاتجاه (الزاوية) بين هذه الكميات ، وليس فقط على قيمها المطلقة
- لذلك يطبق طريقة جمع خاصة بالمتجهات تأخذ الاتجاه بالاعتبار

عملية الاستعاضة عن متجهين أو أكثر بمتجه واحد يقوم بنفس عملهم

جمع المتجهات (تركيب المتجهات)



$$\vec{R} = \vec{A} + \vec{B}$$

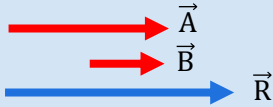
ناتج جمع المتجهات

المحصلة $\vec{R}$

- لاحظ أن علامة (+) هنا تدل على الجمع الاتجاهي الذي يأخذ الاتجاه بالحسبان وليس مجرد عملية جبر عددي للمقدار
- ناتج الجمع الاتجاهي كمية متجهة ، لذلك يُمثل المتجه $\vec{R}$ بمقدار و اتجاه

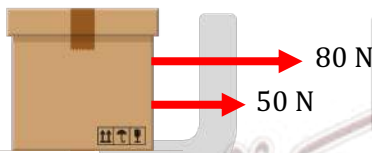
محصلة متجهين لهما الاتجاه نفسه أو متعاكسان

محصلة متجهين لهما نفس الاتجاه



- المحصلة هي مقدار جمع المتجهين واتجاهها نفس اتجاههم

$$\vec{R} = \vec{A} + \vec{B}$$



- تعاون رجلان في تحريك صندوق خشبي أثر الأول عليه بقوة مقدارها 50 نيوتن باتجاه الشرق ، أما الآخر فأثر بقوة 80 نيوتن بنفس الاتجاه ، ما هي القوة الكلية المؤثرة على الصندوق وفي أي اتجاه سيتحرك ؟

$$\vec{R} = \vec{A} + \vec{B} = 50 + 80 = 130 \text{ N}$$

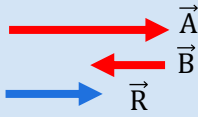
اتجاه المحصلة في نفس اتجاه المتجهين (شرقاً) ، وسيتحرك الصندوق شرقاً

- قوتان مقدارهما $\vec{F}_1 = 15 \text{ N}$ و $\vec{F}_2 = 10 \text{ N}$ في نفس الاتجاه تؤثران في جسم ، احسب مقدار محصلة القوتين و اتجاهها

$$\vec{F}_R = \vec{F}_1 + \vec{F}_2 = 15 + 10 = 25 \text{ N}$$

اتجاه المحصلة في نفس اتجاه المتجهين

محصلة متجهين متعاكسين في الاتجاه



المحصلة هي مقدار الفرق بين مقدارَي المتجهين واتجاهها في اتجاه المتجه الأكبر

$$\vec{R} = \vec{A} - \vec{B}$$



تعاون رجلان في تحريك صندوق خشبي أثر الأول عليه بقوة مقدارها 50 نيوتن باتجاه الشرق ، أما الآخر فآثر بقوة 80 نيوتن في عكس الاتجاه ، ما هي القوة الكلية المؤثرة على الصندوق وفي أي اتجاه سيتحرك ؟

$$\vec{R} = \vec{A} - \vec{B} = 80 - 50 = 30 \text{ N}$$

اتجاه المحصلة في نفس اتجاه المتجه الأكبر (غربا) ، وسيتحرك الصندوق في اتجاه الغرب

يركل لاعب الكرة في اتجاه المرمى بسرعة 50 km/h ، في محاولة إصابة الهدف ، وكانت هناك رياح تتحرك بسرعة 10 km/h ، احسب مقدار واتجاه السرعة النهائية التي تصل بها الكرة الى الهدف ، في كل من الحالات التالية

إذا كانت الرياح في نفس اتجاه حركة الكرة



$$\vec{v}_R = \vec{v}_1 + \vec{v}_2 = 50 + 10 = 60 \text{ km/h}$$

اتجاه السرعة النهائية في نفس اتجاه حركة الكرة

إذا كانت الرياح في عكس اتجاه حركة الكرة



$$\vec{v}_R = \vec{v}_1 - \vec{v}_2 = 50 - 10 = 40 \text{ km/h}$$

اتجاه السرعة النهائية في نفس اتجاه حركة الكرة

علل لما يأتي :

تتغير السرعة التي تطلق بها طائرة في الجو على الرغم من ثبات السرعة التي يكسبها المحرك للطائرة

بسبب وجود رياح متغيرة السرعة (مقدارا و اتجاها) لذلك تتحرك بمحصلة سرعتها و سرعة الرياح

تعطلت سيارة في أحد الطرق فتوقفت عن الحركة ، نزل صاحبها وصديقه لدفعها الى أقرب محطة ، فكان صاحب السيارة يدفعها بقوة 300 N وصديقه يدفعها بقوة 200 N في نفس اتجاه الحركة ، احسب

مقدار محصلة قوة الرجلين

$$\vec{F}_R = \vec{F}_1 + \vec{F}_2 = 300 + 200 = 500 \text{ N}$$

$$F_1 = 300 \text{ N}$$

$$F_2 = 200 \text{ N}$$

$$F_R = ? \text{ N}$$

مقدار المحصلة إذا علمت أن قوى الاحتكاك في الطريق والمعاكسة لحركة دفعهما تساوي 150 N

$$\vec{F}_{R2} = \vec{F}_R - f = 500 - 150 = 350 \text{ N}$$

$$f = 150 \text{ N}$$

$$F_{R2} = ? \text{ N}$$

- ❗ إذا أثّرنا على جسم بقوتين $\vec{F}_1 = 3 \text{ N}$ في اتجاه الشرق و $\vec{F}_2 = 3 \text{ N}$ في اتجاه الغرب ، فإن مقدار محصلتهما
- 0 ○ 6 ○ 3 ○ 9 ○

ماذا يحدث مع التفسير :

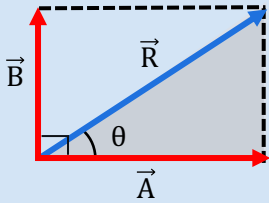
- ❗ إذا شد جسم ساكن بقوتين متساويتين مقداراً ومتعاكستين اتجاهاً

- الحدث : الجسم لن يتأثر بقوة ويبقى ساكناً
- التفسير : لأن محصلة المتجهين (القوتين) يساوي صفر



محصلة متجهين متعامدين

- عندما يكون المتجهان متعامدان فهما يصنعان زاوية قائمة (90°) حيث يمثل المتجهان ضلعي القائمة وتمثل المحصلة الوتر
- لحساب مقدار المحصلة :

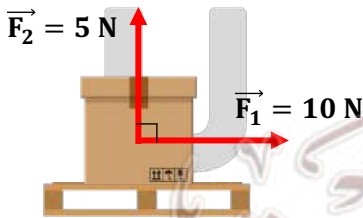


$$R = \sqrt{A^2 + B^2}$$

- لحساب اتجاه المحصلة :

$$\theta = \tan^{-1} \frac{B}{A}$$

الرمز	الاسم
A , B	مقدار كل من المتجهين
R	مقدار المتجه المحصلة
θ	الزاوية بين المحصلة والمحور الأفقي



- ❗ قوتان متعامدتان مقدارهما $\vec{F}_1 = 10 \text{ N}$, $\vec{F}_2 = 5 \text{ N}$ يؤثران على جسم موضوع على سطح طاولة ، احسب مقدار واتجاه المحصلة التي يتحرك بها الجسم

$$F_R = \sqrt{F_1^2 + F_2^2} = \sqrt{10^2 + 5^2} = 11.18 \text{ N}$$

$$\theta = \tan^{-1} \frac{F_2}{F_1} = \tan^{-1} \frac{5}{10} = 26.56^\circ$$



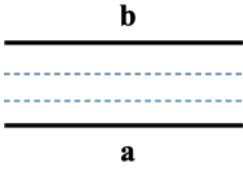
- ❗ في الشكل المقابل يتحرك قارب بسرعة 10 km/h عمودياً على تيار مائي سرعته 8 km/h ، احسب السرعة المحصلة التي سيتحرك بها القارب بالنسبة لليابسة وحدد اتجاهها

$$v_R = \sqrt{v_1^2 + v_2^2} = \sqrt{8^2 + 10^2} = 12.8 \text{ km/h}$$

$$\theta = \tan^{-1} \frac{v_2}{v_1} = \tan^{-1} \frac{10}{8} = 51.34^\circ$$

علل لما يأتي :

❏ لا يستطيع السباح أن يعبر من النقطة **a** إلى النقطة **b** بصور مباشرة كما بالشكل بسبب وجود تيارات مائية تؤثر في سرعته مقداراً و اتجاهها لذلك يتحرك بمحصلة سرعته و سرعة التيارات المائية



❏ متجهان $\vec{A} = 4 \text{ U}$, $\vec{B} = 3 \text{ U}$, احسب مقدار محصلة المتجهين إذا كانت الزاوية بينهم تساوي 0° , 90° , 180°

180°	90°	0°
$R = A - B$	$R = \sqrt{A^2 + B^2}$	$R = A + B$
$R = 4 - 3 = 1 \text{ U}$	$R = \sqrt{4^2 + 3^2} = 5 \text{ U}$	$R = 4 + 3 = 7 \text{ U}$

- ❏ أكبر قيمة لمحصلة متجهين عندما يكونان في نفس الاتجاه (متوازيين) (بينهما زاوية 0°) , وتكون المحصلة مجموع المتجهين
- ❏ أقل قيمة لمحصلة متجهين عندما يكون المتجهان متعاكسين في الاتجاه (بينهما زاوية 180°) , وتكون المحصلة الفرق بين المتجهين
- ❏ تختلف قيمة المحصلة باختلاف الزاوية بين المتجهين بحيث تقل قيمة المحصلة بزيادة الزاوية بين المتجهين
- ❏ عملية جمع المتجهات عملية إبدالية

علل لما يأتي :

❏ يمكن الحصول على قيم متعددة لمحصلة أي متجهين رغم ثبات مقداريهما بسبب اختلاف مقدار الزاوية بين المتجهين

❏ يختلف التعامل الرياضي مع الكميات المتجهة عنه في الكميات العددية لان الناتج عن العمليات الرياضية في المتجهات يعتمد على الاتجاه (الزاوية) وليس فقط على قيمتها المطلقة (المقدار)

❏ تكون محصلة قوتين أكبر ما يمكن عندما تكون الزاوية بينهما تساوي صفرًا (المتجهين متوازيين) لأن محصلة المتجهين تساوي مجموعهم

❏ تكون محصلة قوتين أقل ما يمكن عندما تكون الزاوية بينهما تساوي 180° (المتجهين متعاكسين) لأن محصلة المتجهين تساوي طرحهم

❏ اذكر العوامل التي يتوقف عليها مقدار محصلة متجهين

- ❏ مقدار المتجهين
- ❏ الزاوية المحصورة بين المتجهين

❏ أكبر مقدار لمحصلة متجهين هي مجموعهما و أقل مقدار لمحصلة متجهين هو حاصل طرحهما

أي من القيم التالية لا يمكن أن يكون قيمة محصلة المتجهين $\vec{A} = 3 \text{ U}$, $\vec{B} = 10 \text{ U}$ ؟

15 ○

10 ○

7 ○

13 ○

أي من القيم التالية لا يمكن أن يكون قيمة محصلة المتجهين $\vec{A} = 3 \text{ U}$, $\vec{B} = 10 \text{ U}$ ؟

5 ○

10 ○

7 ○

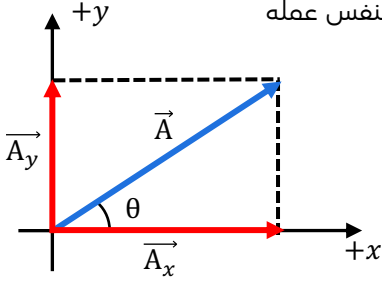
13 ○



تحليل المتجهات

تحليل المتجهات

- تفكيك متجه واحد مائل بزاوية إلى متجهين متعامدين على محور (x) ومحور (y) يسميان (مركبات المتجه) يقومان بنفس عمله تماما
- استبدال متجه ما بمتجهين متعامدين يقومان بنفس عمله



$$A_x = A \cos \theta$$

$$A_y = A \sin \theta$$

المركبة الأفقية

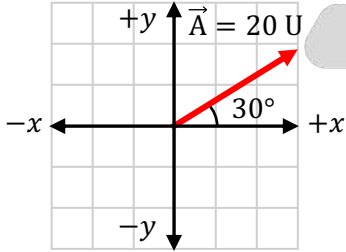
المركبة الرأسية

تُمثل مسقط المتجه $\vec{A}$ على المحور المجاور للزاوية

المركبة الأفقية A_x

تُمثل مسقط المتجه $\vec{A}$ على المحور المقابل للزاوية (البعيد عن الزاوية)

المركبة الرأسية A_y



من الشكل المقابل ، احسب

- المركبة الأفقية والمركبة الرأسية للمتجه $\vec{A}$

$$A_x = A \cos \theta = 20 \cos 30 = 10\sqrt{3} \text{ U}$$

$$A_y = A \sin \theta = 20 \sin 30 = 10 \text{ U}$$

- مقدار محصلة المركبتين الأفقية والرأسية

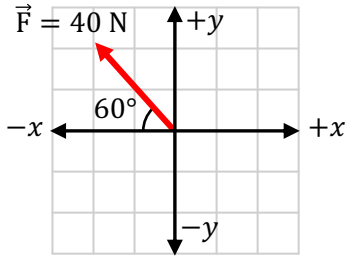
$$A_R = \sqrt{A_x^2 + A_y^2} = \sqrt{(10\sqrt{3})^2 + 10^2} = 20 \text{ U}$$

- مقدار محصلة المركبتين الأفقية والرأسية يساوي مقدار المتجه الأصلي
- تحليل المتجهات هي العملية المعاكسة لجمع المتجهات





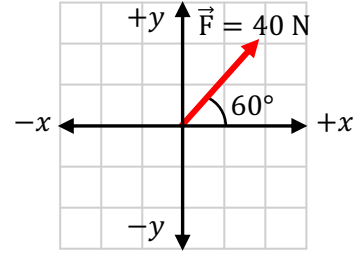
احسب مركبتي المتجه الموضح بالشكل المقابل



$$F_x = F \cos \theta = 40 \cos 60 = -20 \text{ N}$$

$$F_y = F \sin \theta = 40 \sin 60 = 20\sqrt{3} \text{ N}$$

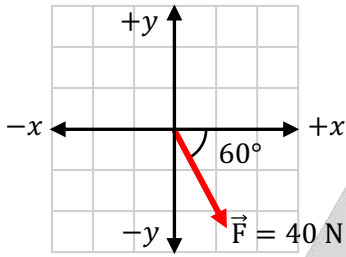
احسب مركبتي المتجه الموضح بالشكل المقابل



$$F_x = F \cos \theta = 40 \cos 60 = 20 \text{ N}$$

$$F_y = F \sin \theta = 40 \sin 60 = 20\sqrt{3} \text{ N}$$

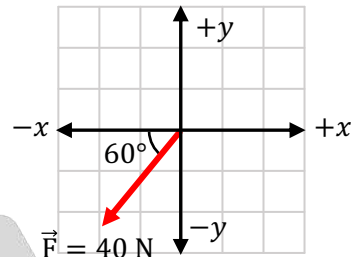
احسب مركبتي المتجه الموضح بالشكل المقابل



$$F_x = F \cos \theta = 40 \cos 60 = 20 \text{ N}$$

$$F_y = F \sin \theta = 40 \sin 60 = -20\sqrt{3} \text{ N}$$

احسب مركبتي المتجه الموضح بالشكل المقابل



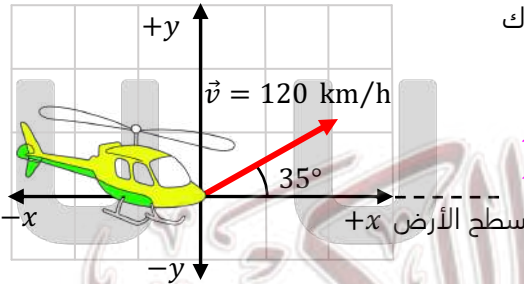
$$F_x = F \cos \theta = 40 \cos 60 = -20 \text{ N}$$

$$F_y = F \sin \theta = 40 \sin 60 = -20\sqrt{3} \text{ N}$$

علل لما يأتي :

مقدار مركبة المتجه الرأسية و الأفقية أقل من مقدار المتجه نفسه

لأن دائما $\sin \theta$, $\cos \theta$ أقل من الواحد الصحيح و بالتالي مقدار المركبة تكون أقل من مقدار المتجه نفسه

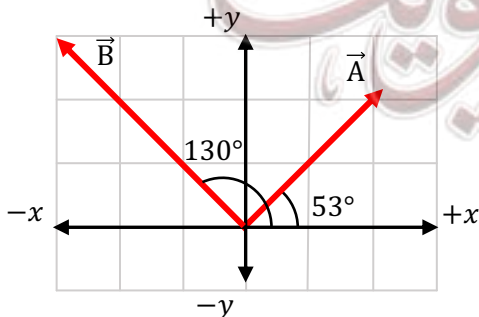


أوجد مركبتي السرعة المتجهة $\vec{v}$ لطائرة مروحية تتحرك بسرعة 120 km/h بزاوية مقدارها 35° مع سطح الأرض (المحور الأفقي) كما في الشكل الموضح

$$v_x = v \cos \theta = 120 \cos 35 = 98.29 \text{ km/h}$$

$$v_y = v \sin \theta = 120 \sin 35 = 68.82 \text{ km/h}$$

الرسم البياني المقابل يبين قوتين $A = 4\text{N}$ و $B = 5\text{N}$, أوجد مركبتيهما



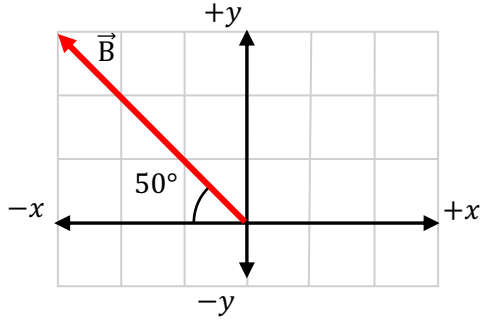
$$A_x = A \cos \theta = 4 \cos 53 = 2.407 \text{ N}$$

$$A_y = A \sin \theta = 4 \sin 53 = 3.195 \text{ N}$$

$$B_x = B \cos \theta = 5 \cos 130 = -3.213 \text{ N}$$

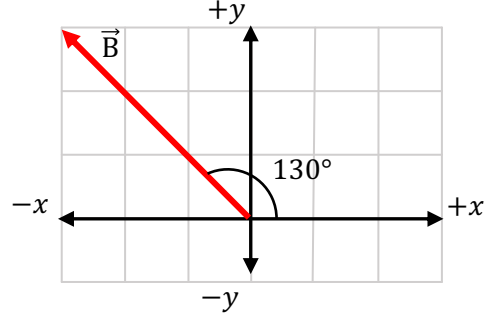
$$B_y = B \sin \theta = 5 \sin 130 = 3.830 \text{ N}$$

❶ الرسم البياني التالي يبين قوة $B = 5\text{ N}$, أوجد مركبتها في الحالتين



$$B_x = B \cos \theta = 5 \cos 50 = -3.213 \text{ N}$$

$$B_y = B \sin \theta = 5 \sin 50 = 3.830 \text{ N}$$

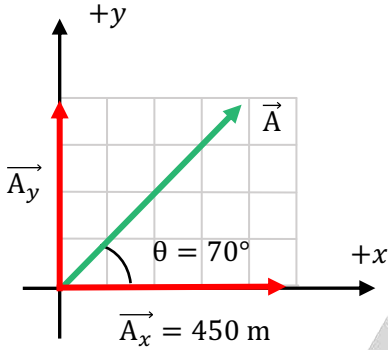


$$B_x = B \cos \theta = 5 \cos 130 = -3.213 \text{ N}$$

$$B_y = B \sin \theta = 5 \sin 130 = 3.830 \text{ N}$$

❷ إذا كانت المركبة الأفقية لإزاحة جسم تساوي 450 m , احسب

▪ مقدار هذه الإزاحة $\vec{A}$



$$A_x = A \cos \theta$$

$$450 = A \cos 70$$

$$A = 1315.711 \text{ m}$$

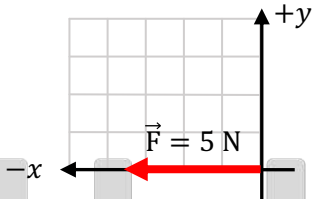
▪ المركبة الرأسية للإزاحة

$$A_y = A \sin \theta = 1315.711 \sin 70 = 1236.363 \text{ m}$$

حالات خاصة في تحليل المتجهات

❶ أوجد المركبة الأفقية و الرأسية

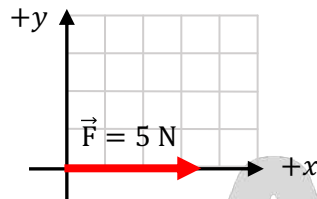
❷ أوجد المركبة الأفقية و الرأسية



$$F_x = -5 \text{ N}$$

$$F_y = 0$$

▪ يتساوي مقدار المركبة الأفقية مع قيمة المتجه الأصلي ويعاكسه في الإشارة (الاتجاه) عندما يصنع المتجه زاوية مقدارها 180° (منطبق على المحور $-x$)

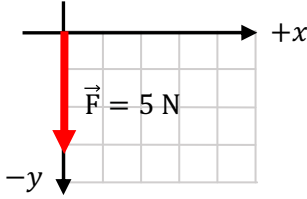


$$F_x = 5 \text{ N}$$

$$F_y = 0$$

▪ يتساوي مقدار المركبة الأفقية مع قيمة المتجه الأصلي عندما يصنع المتجه زاوية مقدارها صفرًا (منطبق على المحور $+x$)

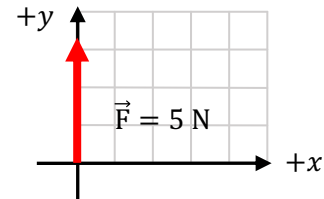
أوجد المركبة الأفقية و الرأسية



- $F_x = 0$
- $F_y = -5\text{ N}$

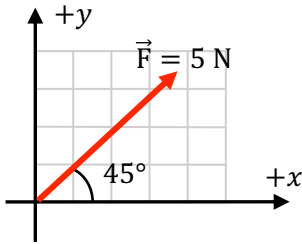
▪ يتساوي مقدار المركبة الرأسية مع مقدار المتجه الأصلي ويعاكسها في الإشارة (الاتجاه) عندما يصنع المتجه زاوية مقدارها 270° (منطبق على المحور $-y$)

أوجد المركبة الأفقية و الرأسية



- $F_x = 0$
- $F_y = 5\text{ N}$

▪ يتساوي مقدار المركبة الرأسية مع مقدار المتجه الأصلي عندما يصنع المتجه زاوية مقدارها 90° (منطبق على المحور $+y$)



$$F_x = F \cos \theta = 5 \cos 45 = 3.53\text{ N}$$

$$F_y = F \sin \theta = 5 \sin 45 = 3.53\text{ N}$$

أوجد المركبة الأفقية و الرأسية

علل لما يأتي :

أوجد المركبة الأفقية و الرأسية

$$\begin{aligned} \cos 45 &= \sin 45 \\ \cos 45 &= \sin 45 = 0.707 \\ A_x &= A_y \end{aligned}$$





ضرب المتجهات

- عملية الضرب نفس عملية الجمع تختلف في الكميات المتجهة عنها في الكميات العددية ، إلا أنه في عملية جمع المتجهات لا يمكن جمع كمية متجهة بكمية عددية ، لكن في عملية الضرب يمكن ضرب كمية متجهة بأي كمية سواء عددية أو متجهة أخرى

أولا : ضرب كمية متجهة بكمية عددية

- ينتج عن حاصل ضرب كمية متجهة في كمية عددية كمية متجهة
- ضرب المتجه بكمية عددية موجبة ، يغير مقدار المتجه فقط
- ضرب المتجه بكمية عددية سالبة ، يغير مقدار المتجه و يعكس اتجاهه



ينص القانون الثاني لنيوتن على أنه إذا أثرت قوة على جسم فإنه يتحرك بتسارع يتناسب طرديا مع القوة المؤثرة وعكسيا مع كتلة الجسم ، والصيغة الرياضية للقانون هي $\vec{F} = m \vec{a}$

نوعها	الكمية
متجهة	القوة
متجهة	التسارع
عددية	الكتلة

- حدد نوع الكميات الفيزيائية وفق معيار حاجتها لتحديد الاتجاه

- ما نوع حاصل ضرب كمية عددية بكمية متجهة

كمية متجهة

- ما نوع التسارع الذي يكتسبه جسم كتلته 10 kg إذا أثرت عليه قوة $(50 \text{ N}, 30^\circ)$

$$\vec{F} = m \vec{a}$$

$$50 = 10 \vec{a}$$

$$\vec{a} = 5 \text{ m/s}^2$$

علل لما يأتي :

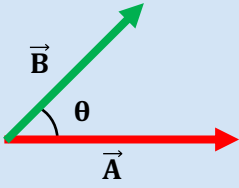
القوة كمية متجهة

لأنها ناتج عن حاصل ضرب كمية متجهة (التسارع) في كمية عددية (الكتلة) وفقا للقانون الثاني لنيوتن

ثانيا : ضرب كمية متجهة بكمية متجهة

- هناك نوعان من ضرب كمية متجهة في كمية متجهة أخرى

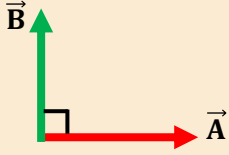
- الضرب الاتجاهي
- الضرب العددي



1. الضرب الاتجاهي [التقاطعي]

$$\vec{A} \times \vec{B} = \vec{C}$$

$$\vec{A} \times \vec{B} = A B \sin \theta$$



- ناتج حاصل الضرب الاتجاهي يكون كمية متجهة
- يحدد اتجاه المتجه الناتج عن عملية الضرب بقاعدة اليد اليمنى R.H.R
- أكبر قيمة لناتج حاصل الضرب الاتجاهي لمتجهين عندما يكون المتجهان متعامدين

$$\theta = 90^\circ$$

$$\sin 90 = 1$$

$$\vec{A} \times \vec{B} = AB$$

- تنعدم قيمة ناتج حاصل الضرب الاتجاهي لمتجهين عندما يكون المتجهان متوازيين

$$\theta = 0^\circ$$

$$\sin 0 = 0$$

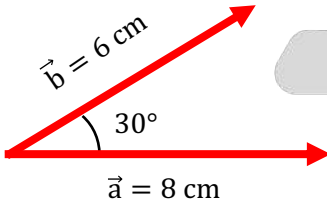
$$\vec{A} \times \vec{B} = 0$$

- اذكر العوامل التي يتوقف عليها حاصل الضرب الاتجاهي لمتجهين

- مقدار المتجهين
- الزاوية بين المتجهين

- الشكل المقابل يمثل متجهين $(\vec{a}, \vec{b})$ في مستوى أفقي واحد هو مستوى الصفحة ، احسب

- حاصل الضرب الاتجاهي $(\vec{a} \times \vec{b})$ وحدد اتجاهه



$$\vec{a} \times \vec{b} = a b \sin \theta$$

$$\vec{a} \times \vec{b} = 8 \times 6 \times \sin 30 = 24 \text{ cm}^2$$

المتجه الناتج يكون عمودي على مستوى الصفحة للخارج (لأعلى)

- حاصل الضرب الاتجاهي $(\vec{b} \times \vec{a})$ وحدد اتجاهه

$$\vec{b} \times \vec{a} = b a \sin \theta$$

$$\vec{b} \times \vec{a} = 6 \times 8 \times \sin 30 = 24 \text{ cm}^2$$

المتجه الناتج يكون عمودي على مستوى الصفحة للداخل (لأسفل)

- ماذا تلاحظ

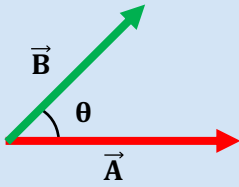
ناتج الضرب الاتجاهي $(\vec{a} \times \vec{b})$ يساوي في المقدار ناتج الضرب الاتجاهي لـ $(\vec{b} \times \vec{a})$ ولكنهما متعاكسين في الاتجاه

- يكون المتجه الناتج عن حاصل الضرب الاتجاهي في اتجاه عمودي على مستوى المتجهين (داخل أو خارج من الصفحة)

- عملية الضرب الاتجاهي عملية ليست ابدالية

$$\vec{A} \times \vec{B} \neq \vec{B} \times \vec{A}$$

$$\vec{A} \times \vec{B} = -\vec{B} \times \vec{A}$$



1. الضرب العددي (النقطي) (القياسي)

$$\vec{A} \cdot \vec{B} = C$$

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

- ناتج حاصل الضرب العددي كمية عددية
- أكبر قيمة لحاصل الضرب العددي لمتجهين عندما يكون المتجهان متوازيين

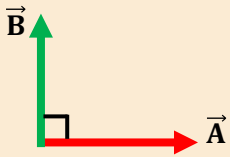


$$\theta = 0^\circ$$

$$\cos 0 = 1$$

$$\vec{A} \cdot \vec{B} = AB$$

- تنعدم قيمة حاصل الضرب العددي لمتجهين عندما يكون المتجهان متعامدين



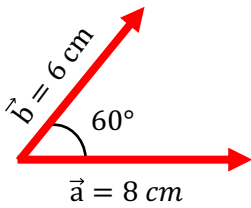
$$\theta = 90^\circ$$

$$\cos 90 = 0$$

$$\vec{A} \cdot \vec{B} = 0$$

- اذكر العوامل التي يتوقف عليها حاصل الضرب العددي لمتجهين
- مقدار المتجهين
- الزاوية بين المتجهين

- الشكل المقابل يمثل متجهين $(\vec{a}, \vec{b})$ في مستوى أفقي واحد هو مستوى الصفحة ، احسب



$$\vec{a} \cdot \vec{b} = a b \cos \theta$$

$$\vec{a} \cdot \vec{b} = 8 \times 6 \times \cos 60 = 24 \text{ cm}^2$$

- حاصل الضرب العددي $(\vec{b} \cdot \vec{a})$

$$\vec{b} \cdot \vec{a} = b a \cos \theta$$

$$\vec{b} \cdot \vec{a} = 6 \times 8 \times \cos 60 = 24 \text{ cm}^2$$

- ماذا تلاحظ
- ناتج الضرب العددي $(\vec{a} \cdot \vec{b})$ يساوي في المقدار ناتج الضرب العددي لـ $(\vec{b} \cdot \vec{a})$

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

- الضرب العددي عملية إبدالية

- يتساوي مقدار الضرب الاتجاهي مع مقدار الضرب العددي للمتجهين عندما تكون الزاوية بين المتجهين تساوي 45°

علل لما يأتي :

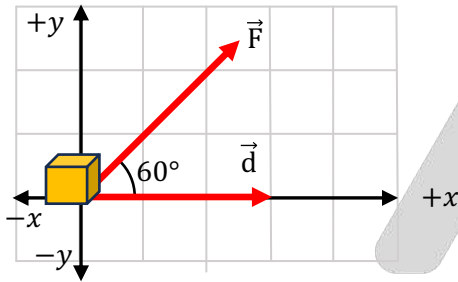
- يتساوي مقدار الضرب العددي مع مقدار الضرب الاتجاهي للمتجهين عندما تكون الزاوية بين المتجهين تساوي 45°

$$\begin{aligned}\cos 45 &= \sin 45 \\ \cos 45 &= \sin 45 = 0.707 \\ \vec{A} \cdot \vec{B} &= \vec{A} \times \vec{B}\end{aligned}$$



أمثلة على الضرب الاتجاهي و الضرب العددي

الضرب العددي	الضرب الاتجاهي
الشغل W	عزم القوة $\vec{\tau}$
$W = \vec{F} \cdot \vec{d}$	$\vec{\tau} = \vec{F} \times \vec{d}$
يقاس بوحدة J	يقاس بوحدة N.m



- إذا أثرت قوة $(35 \text{ N}, 60^\circ)$ في جسم فحركته إزاحة 20 m بالاتجاه الأفقي ، احسب الشغل الذي تبذله القوة علماً بأن $W = \vec{F} \cdot \vec{d}$

$$\begin{aligned}W &= \vec{F} \cdot \vec{d} = F d \cos \theta \\ W &= 35 \times 20 \times \cos(60) = 350 \text{ J}\end{aligned}$$

- يؤثر عامل بقوة $\vec{F} = 30 \text{ N}$ عمودية على باب بحيث تقطع نقطة تأثير القوة على بُعد $\vec{d} = 1.3 \text{ m}$ من محور دوران الباب ، إذا علمت أن عزم القوة هو كمية متجهة لقياس مدى قدرة القوة التي تؤثر على جسم لتدويره حول محور ما ويحسب من العلاقة التالية $\vec{\tau} = \vec{F} \times \vec{d}$

- احسب مقدار عزم القوة المؤثر حول محور الدوران

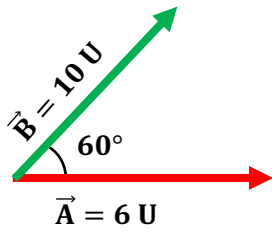
$$\begin{aligned}\vec{\tau} &= \vec{F} \times \vec{d} = F d \sin \theta \\ \vec{\tau} &= 30 \times 1.3 \times \sin(90) = 39 \text{ N.m}\end{aligned}$$

- ماذا يحدث لعزم القوة إذا انعكس اتجاه القوة المؤثرة على الباب
ينعكس اتجاه عزم القوة ويظل المقدار نفسه

علل لما يأتي :

- الشغل كمية عددية بينما عزم القوة كمية متجهة
لان الشغل هو ناتج حاصل الضرب العددي لكميتين متجهتين ، بينما عزم القوة هو ناتج حاصل الضرب الاتجاهي لكميتين متجهتين

الشكل المقابل يمثل متجهين $\vec{A}$, $\vec{B}$ يحصران بينهما زاوية (60°) , احسب $\vec{A} \cdot \vec{B}$ ▪



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

$$\vec{A} \cdot \vec{B} = 6 \times 10 \times \cos 60 = 30 U^2$$

مقدارا واتجاهها $\vec{A} \times \vec{B}$ ▪

$$\vec{A} \times \vec{B} = A B \sin \theta$$

$$\vec{A} \times \vec{B} = 6 \times 10 \times \sin 60 = 51.96 U^2$$

المتجه الناتج عمودي على المتجهين واتجاهه للخارج (للأعلى)

مقدارا واتجاهها $\vec{B} \times \vec{A}$ ▪

$$\vec{B} \times \vec{A} = B A \sin \theta$$

$$\vec{B} \times \vec{A} = 10 \times 6 \times \sin 60 = 51.96 U^2$$

المتجه الناتج عمودي على المتجهين واتجاهه للداخل (للأسفل)



حركة المقذوفات



نشاط عند مقارنة حركة كرة البولينج مع حركة رمي الرمح نجد أن



الرمح	كرة البولينج	
		شكل مسار الحركة
مسار منحنى (قطع مكافئ)	خط مستقيم	وصف الحركة
بعدين (أفقي ورأسي)	بعد واحد	أبعاد مسار الحركة

كل جسم يُطلق في الهواء تحت تأثير قوة الجاذبية الأرضية ومقاومة الاحتكاك بالهواء

القذيفة (المقذوف)

تعتبر القذيفة من الأمثلة الهامة على الحركة بتسارع

أمثلة على المقذوفات

- لعبة الرمح
- حركة السهام
- قذف كرة

ماذا يحدث في كل من الحالات التالية مع التفسير :

عند درجة كرة بولينج على سطح أفقي عديم الاحتكاك

الحدث : تتحرك الكرة في خط مستقيم بسرعة منتظمة

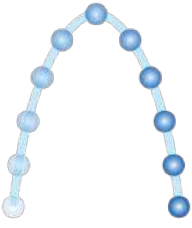
التفسير : لأن محصلة القوى المؤثرة على الكرة في الاتجاه الأفقي تساوي صفر

عند إسقاطها للأسفل

الحدث : تزداد

التفسير : لأن الحركة تكون في اتجاه قوة جذب الأرض فتتحرك بتسارع الجاذبية الأرضية

شكل مسار القذيفة



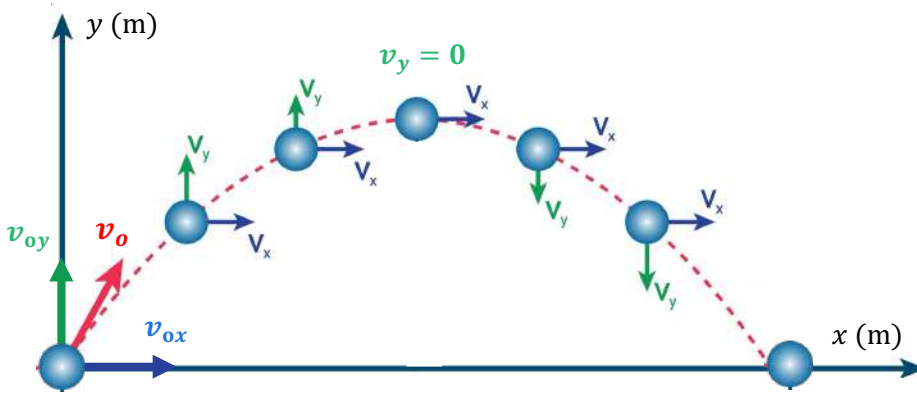
- تتبع المقذوفات مسار منحنيا يسمى القطع المكافئ
- ترتفع القذيفة بمسار منحنى حتى تصل إلى أقصى ارتفاع ثم تعود إلى أسفل
- مع إهمال مقاومة الهواء تصطدم القذيفة بالأرض بنفس سرعتها الابتدائية عند نفس المستوى الذي أطلقت منه



حركة القذيفة

- للمقذوف حركتين ، أحدهما على المحور الأفقي (حركة أفقية) والأخرى على المحور الرأسي (حركة رأسية)
- الحركة الأفقية والحركة الرأسية للمقذوف غير مترابطتين ، ولكن متزامنتين وتشكلان مسار منحنيا لحركة المقذوف
- حين يُطلق جسم بسرعة ابتدائية $\vec{v}_0$ وبزاوية θ مع الأفق ، نقسم الحركة لإتجاهين أفقي ورأسي
- لدراسة الحركتين كل على حدة سنحتاج إلى تحليل متجه السرعة الابتدائية $\vec{v}_0$ التي يقذف بها المقذوف إلى مركبتين

المركبة الرأسية	المركبة الأفقية
$v_{oy} = v_0 \sin \theta$	$v_{ox} = v_0 \cos \theta$



حركة المقذوف على المحور الأفقي

- لا تتأثر الحركة الأفقية للقذيفة بقوة الجاذبية الأرضية
- بإهمال مقاومة الهواء تنعدم القوى المؤثرة على القذيفة بالاتجاه الأفقي وبالتالي ينعدم تسارع الحركة
- تظل المركبة الأفقية للسرعة v_{ox} ثابتة في المقدار والاتجاه عند جميع نقاط المسار حيث تقطع القذيفة مسافات متساوية خلال أزمنة متساوية

حركة المقذوف على المحور الرأسي

- تتأثر المركبة الرأسية للسرعة v_y بقوة الجاذبية الأرضية (وزن القذيفة) وبالتالي تتحرك بتسارع منتظم يساوي 9.8 m/s^2 يمثل تسارع الجاذبية الأرضية
- يختلف مقدار المركبة الرأسية للسرعة v_{oy} من نقطة إلى أخرى حيث يقل بانتظام خلال الصعود حتى يصبح صفرا عند أقصى ارتفاع ، ثم يتزايد بانتظام خلال النزول حتى تصل القذيفة إلى الهدف بنفس السرعة التي قذفت بها
- الحركة الرأسية للمقذوف تتأثر بتسارع منتظم لذلك تطبق معادلات الحركة التي تم دراستها في السقوط الحر

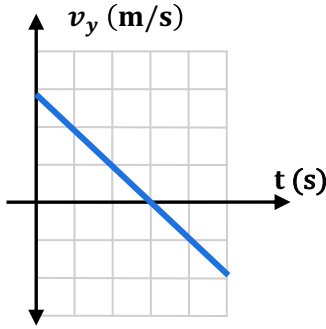
$$v = v_0 \sin \theta + g t$$

$$\Delta y = v_0 \sin \theta t + \frac{1}{2} g t^2$$

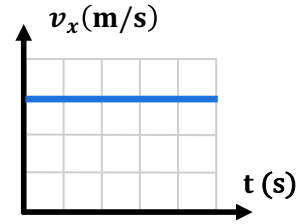
$$v^2 = (v_0 \sin \theta)^2 + 2g \Delta y$$

ارسم العلاقات البيانية بين كلا مما يلي :

Q المركبة الرأسية لسرعة القذيفة - الزمن



Q المركبة الأفقية لسرعة القذيفة - الزمن



Q مدفع يطلق قذائفه بسرعة 20 m/s فإذا كانت ماسورة المدفع تميل بزاوية 60° على الأفق فإذا علمت ان مقاومة الهواء مهملة وتسارع الجاذبية الأرضية يساوي 9.8 m/s^2 , احسب

- المركبة الأفقية والمركبة الرأسية للسرعة المتجهة الابتدائية

$$v_{ox} = v_o \cos \theta = 20 \cos 60 = 10 \text{ m/s}$$

$$v_{oy} = v_o \sin \theta = 20 \sin 60 = 10\sqrt{3} = 17.32 \text{ m/s}$$

- قيمة المركبة الأفقية والمركبة الرأسية للسرعة عند أقصى ارتفاع

$$v_x = 10 \text{ m/s}$$

$$v_y = 0$$

Q حركة القذيفة تعتبر حركة مركبة من حركتين إحداهما منتظمة السرعة على المحور الأفقي و الأخرى بتسارع منتظم على المحور الرأسي

علل لما يأتي :

Q حركة المقذوف المائل بزاوية هي محصلة حركتين بآن واحد

لأن القذيفة على المحور الأفقي تتحرك بسرعة منتظمة , و على المحور الرأسي تتحرك بتسارع منتظم

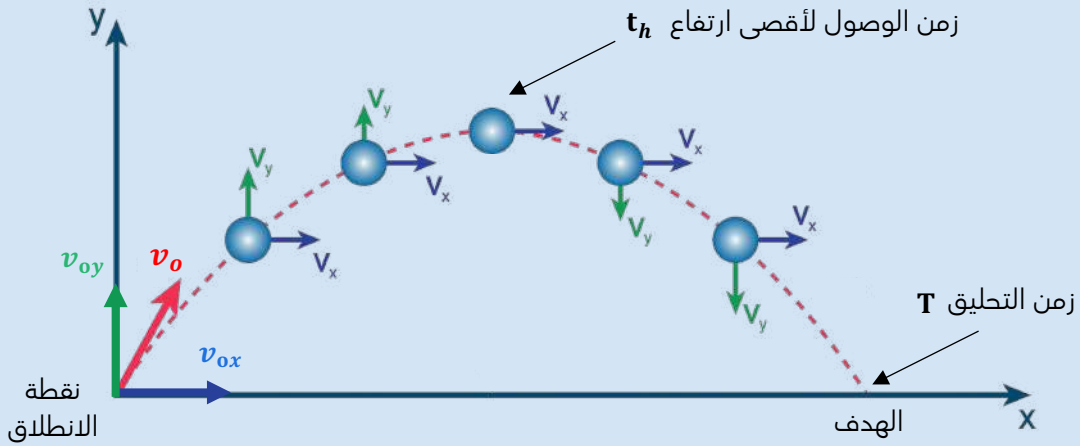
Q السرعة التي تفقدها القذيفة أثناء صعودها هي نفسها التي تكتسبها أثناء الهبوط

لأن التسارع أثناء الهبوط لأسفل يساوي التسارع أثناء الصعود لأعلى وهو تسارع الجاذبية الأرضية



الكميات الفيزيائية المستخدمة في وصف حركة المقذوفات

- تحديد زمن وصول المقذوف إلى أقصى ارتفاع رأسي



- يمكن حساب الزمن اللازم لوصول القذيفة إلى أقصى ارتفاع كما يلي :

$$t_h = \frac{v_0 \sin \theta}{g}$$

الزمن الكلي الذي يستغرقه المقذوف في الهواء قبل أن يعود إلى نفس المستوى الذي قُذِفَ منه

زمن التحليق T

- زمن وصول القذيفة إلى الهدف يساوي ضعف زمن وصول القذيفة إلى أقصى ارتفاع

$$T = 2 t_h$$

أذكر العوامل التي يتوقف عليها مقدار كل من (زمن وصول القذيفة إلى أقصى ارتفاع - زمن التحليق)

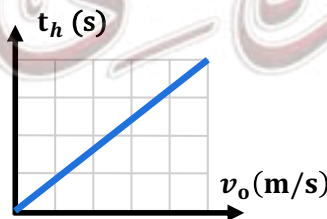
- سرعة الإطلاق الابتدائية
- زاوية الإطلاق

علل لما يأتي :

الزمن الذي تستغرقه القذيفة عند صعودها يساوي زمن سقوطها من أقصى ارتفاع لأن التسارع أثناء الهبوط لأسفل يساوي التسارع أثناء الصعود لأعلى وهو تسارع الجاذبية الأرضية

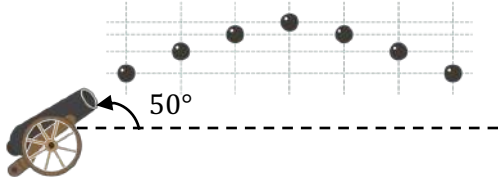
ارسم المنحنيات البيانية الدالة على ما يلي :

- العلاقة بين زمن الوصول لأقصى ارتفاع t_h - السرعة الابتدائية v_0



❗ رُفِعت فوهة مدفع وضع على الأرض بزاوية 50° على المستوى الأفقي لِتُطلق قذيفة بسرعة ابتدائية بمقدار 75 m/s فإذا علمت ان مقاومة الهواء مهملة وتسارع الجاذبية الأرضية يساوي 9.8 m/s^2 ، احسب

▪ زمن أقصى ارتفاع للقذيفة

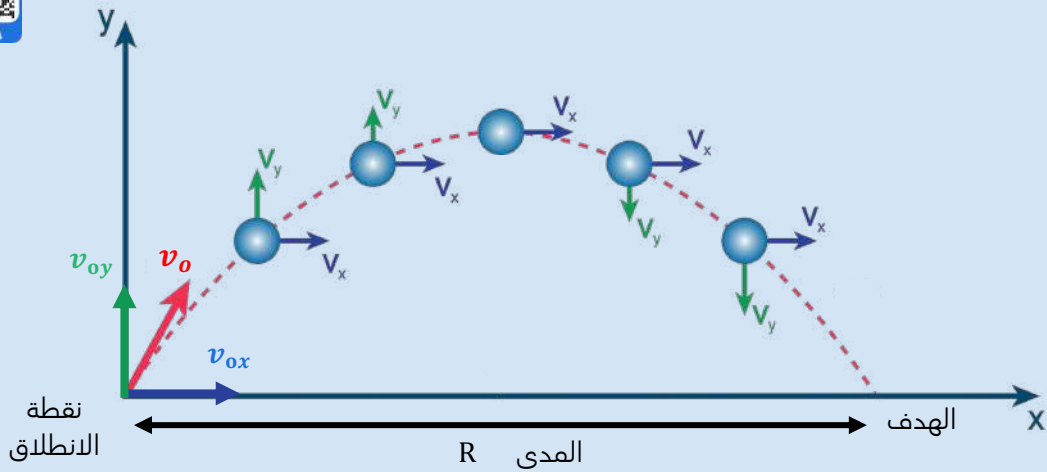


$$t_h = \frac{v_o \sin \theta}{g} = \frac{75 \times \sin(50)}{9.8} = 5.86 \text{ s}$$

▪ زمن التحليق

$$T = 2t_h = 2 \times 5.86 = 11.72 \text{ s}$$

تحديد المسافة الأفقية التي يقطعها المقذوف



▪ يمكن تحديد المسافة الأفقية التي يقطعها المقذوف بعد مرور زمن t من العلاقة التالية

$$\Delta x = v_o \cos \theta \times t$$

هو المسافة الأفقية التي تقطعها القذيفة ابتداءً من نقطة الإنطلاق الى نقطة الوصول على مستوى الإطلاق (الهدف)

المدى R

$$R = T \times v_o \cos \theta$$

$$R = \frac{v_o^2 \sin 2\theta}{g}$$

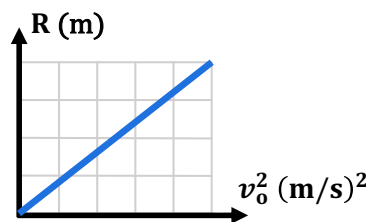
❗ اذكر العوامل التي يتوقف عليها مقدار المدى الأفقي

▪ زاوية الإطلاق

▪ سرعة الإطلاق الابتدائية

ارسم المنحنيات البيانية الدالة على ما يلي :

▪ العلاقة بين المدى الأفقي R لمقذوف أُطلق بزاوية - مربع السرعة الابتدائية v_o^2



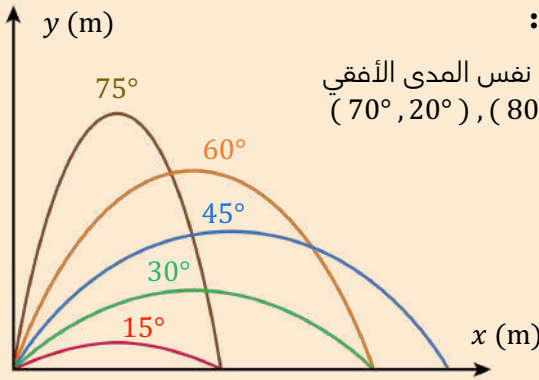
❗ ركل لاعب كرة من الأرض بسرعة متجهة ابتدائية مقدارها 50 m/s في اتجاه يميل على الأفق بزاوية 30° ، فإذا علمت ان مقاومة الهواء مهملة وتسارع الجاذبية الأرضية يساوي 9.8 m/s^2 ، احسب

▪ المسافة الأفقية بعد مرور زمن 2 s من الزمن

$$\Delta x = v_0 \cos \theta \times t = 50 \times \cos(30) \times 2 = 86.6 \text{ m}$$

▪ المدى الأفقي

$$R = \frac{v_0^2 \sin 2\theta}{g} = \frac{50^2 \times \sin(2 \times 30)}{9.8} = 220.92 \text{ m}$$



💡 العلاقة بين زاوية الإطلاق و المدى الأفقي :

- أي زاويتين مجموعهما يساوي 90° يكون لهما نفس المدى الأفقي
($70^\circ, 20^\circ$) , ($80^\circ, 10^\circ$) , ($75^\circ, 15^\circ$) , ($60^\circ, 30^\circ$)
- أكبر مدى للقذيفة عند الزاوية 45°

علل لما يأتي :

- ❗ القذيفة التي تطلق بزاوية مقدارها 75° يكون مداها الأفقي مساوياً للقذيفة التي زاوية إطلاقها 15° لأن إذا كان مجموع الزاويتين 90° يكون للقذيفتين مدى متساوي

ماذا يحدث مع التفسير :

- ❗ لمدى قذيفة أُطلقت مع الأفق بزاوية 30° مقارنة بقذيفة أخرى أُطلقت بزاوية مع الأفق 60°

- الحدث : تصل القذيفتان الى نفس المدى الافقي
- التفسير : لأن مجموع الزاويتين يساوي 90°

فسر ما يلي :

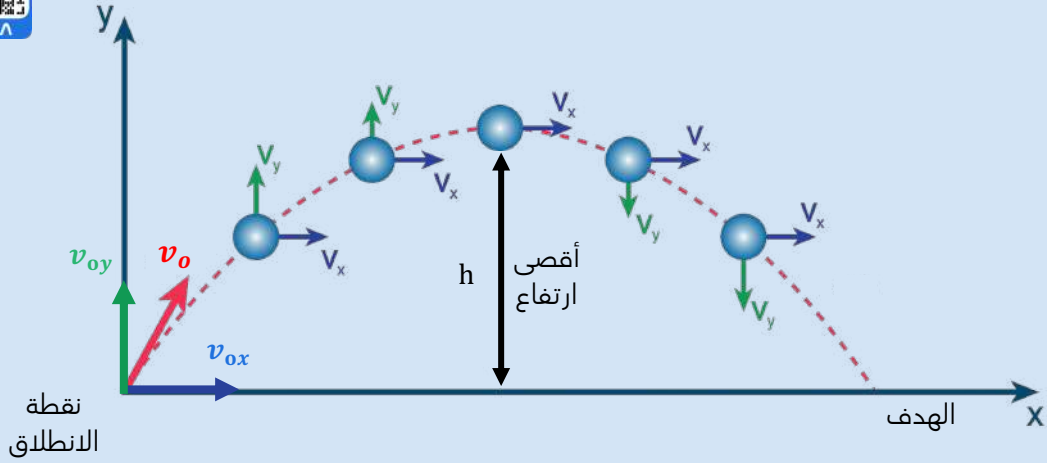
- ❗ أُطلقت قذيفتان كتلتها (m) ، $(2m)$ بالسرعة الابتدائية نفسها وبزاوية (θ) مع المحور الأفقي فيكون المدى الأفقي للقذيفة (m) يساوي المدى الأفقي للقذيفة $(2m)$

$$R = \frac{v_0^2 \sin 2\theta}{g}$$

من معادلة المدى نجد أن المدى لا يتوقف على الكتلة



تحديد أقصى ارتفاع يصل إليه المقذوف



أكبر مسافة رأسية يصنعها المقذوف من نقطة انطلاقه حتى يعود إلى مستوى الإطلاق نفسه

أقصى ارتفاع h

يمكن حساب أقصى ارتفاع تصل إليه القذيفة كما يلي :

$$h = \frac{(v_o \sin \theta)^2}{2g}$$

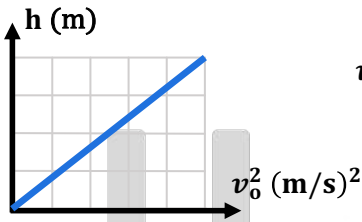
اذكر العوامل التي يتوقف عليها مقدار أقصى ارتفاع للمقذوف

زاوية الإطلاق

سرعة الإطلاق الابتدائية

ارسم المنحنيات البيانية الدالة على ما يلي :

العلاقة بين أقصى ارتفاع h لمقذوف أطلق بزاوية - مربع السرعة الابتدائية v_o^2



قذف لاعب كرة سلة الكرة بسرعة متجهة ابتدائية مقدارها 10 m/s و بزاوية 60° على المستوى الأفقي بإهمال تأثير مقاومة الهواء وباعتبار تسارع الجاذبية الأرضية يساوي 9.8 m/s^2 ، احسب

المركبة الأفقية والمركبة الرأسية للسرعة المتجهة الابتدائية

$$v_{ox} = v_o \cos \theta = 10 \cos 60 = 5 \text{ m/s}$$

$$v_{oy} = v_o \sin \theta = 10 \sin 60 = 8.66 \text{ m/s}$$

أقصى ارتفاع للقذيفة

$$h = \frac{(v_o \sin \theta)^2}{2g} = \frac{(10 \times \sin(60))^2}{2 \times 9.8} = 3.82 \text{ m}$$

❏ قفز لاعب بدراجته النارية من أعلى منحدر يميل على المستوى الأفقي بزاوية 55° ، بإهمال تأثير مقاومة الهواء ، وباعتبار تسارع الجاذبية الأرضية يساوي 9.8 m/s^2 ، احسب أقصى ارتفاع يصل إليه في زمن قدره 3s

$$t_h = \frac{v_0 \sin \theta}{g}$$

$$3 = \frac{v_0 \times \sin(55)}{9.8} \rightarrow v_0 = 35.89 \text{ m/s}$$

$$h = \frac{(v_0 \sin \theta)^2}{2g} = \frac{(35.89 \times \sin(55))^2}{2 \times 9.8} = 44 \text{ m}$$



❏ ركل بندر كرة قدم بسرعة ابتدائية 22.5 m/s في اتجاه يصنع زاوية 53° ، بإهمال مقاومة الهواء ، احسب

▪ أقصى ارتفاع تصل إليه الكرة

$$h = \frac{(v_0 \sin \theta)^2}{2g} = \frac{(22.5 \times \sin(53))^2}{2 \times 9.8} = 16.47 \text{ m}$$

▪ زمن تحليق الكرة حتى تعود إلى سطح الأرض

$$t_h = \frac{v_0 \sin \theta}{g} = \frac{22.5 \times \sin(53)}{9.8} = 1.83 \text{ s}$$

$$T = 2t_h = 2 \times 1.83 = 3.66 \text{ s}$$

▪ المدى الأفقي للكرة

$$R = \frac{v_0^2 \sin 2\theta}{g} = \frac{22.5^2 \times \sin(2 \times 53)}{9.8} = 49.65 \text{ m}$$

نشاط :

❏ عند سقوط جسمان من نفس الارتفاع وفي نفس اللحظة أحدهما من قمة برج عالي والآخر من طائرة كانت تتطير بسرعة أفقية بجانب هذا البرج ، اجب عما يلي

▪ ما شكل المسار الذي يتخذه كل من الجسمين

الجسم الأول يتخذ مسار خط مستقيم
الجسم الثاني يتخذ مسار منحنى

▪ ايهما يصل أولاً إلى سطح الأرض ؟ ولماذا ؟

يصل الجسمان معا في نفس اللحظة ، لانهما يخضعان لنفس تسارع الجاذبية الأرضية

▪ هل تؤثر السرعة الافقية (للاترارة) على سرعة الجسم الساقط منها

السرعة الافقية لا تسرع ولا تبطئ من زمن نزول الجسم للأسفل، ولكنها تجعله يندفع الى الامام في مسار منحنى

▪ ماذا تستنتج ؟

الحركة الافقية للذيفة لا ترتبط بالحركة الرأسية للذيفة وبالتالي لا تؤثر اطلاقا عليها

علل لما يأتي :

❏ تتبع المقذوفات مسار منحنى بعد انطلاقها

لأن الحركة الأفقية و الحركة الرأسية للذيفة غير مترابطتين وتحداث في آن واحد



UULA

صِفْوَةُ مَعَالِكِي



Made in Kuwait