

الفصل الأول : علم الفيزياء (Physics)

الدرس ١-١ : علم الفيزياء

الأدوات والتقنيات المعقدة التي تستخدمها يومياً، ابتداءً من وسيلة النقل التي تقلك إلى جهاز الهاتف الذي تستخدمه، لم يبدأ العمل في إنتاجها من المختبرات المعقدة، بل بدأ بسؤال بسيط وعميق "كيف يعمل هذا الكون؟" من هذا السؤال ينطلق علم الفيزياء في محاولة اكتشاف الطبيعة وفهم أسرارها وتطويرها في خدمة البشرية.

علم الفيزياء : هو فرع من فروع العلوم الطبيعية يختص بدراسة المادة والطاقة والعلاقة بينهما.

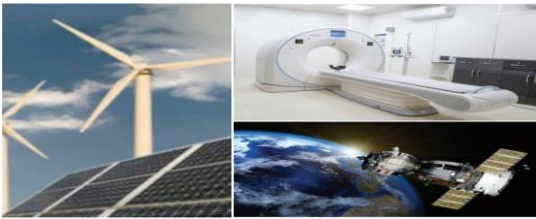
ويهدف علم الفيزياء إلى ١ - تفسير الظواهر الكونية والتنبؤ بها بدقة من خلال استنباط القوانين الرياضية

٢ - بناء الأساس العلمي للعديد من التقنيات الحديثة التي نستخدمها في حياتنا.

أين ترى الفيزياء؟

لاحظ أجهزة التصوير الطبي في المستشفيات، توربينات الرياح،

والأقمار الصناعية وألواح الطاقة الشمسية



الفيزيائيون يشاركون في مجالات الهندسة والطاقة والطب والتقنية والبحث العلمي. مما يجعل دراسة الفيزياء بوابة لفرص مهنية متعددة تخدم الإنسان وتسهم في بناء مستقبل أفضل له

الفيزياء والرياضيات: لغة التنبؤ

ترتبط الفيزياء ارتباطاً وثيقاً بعلم الرياضيات ، إذ تُعد الرياضيات اللغة التي تُعبر بها الفيزياء عن قوانينها

ومفاهيمها من أجل وصف أكثر دقة للظواهر باستخدام الأرقام والعلاقات الرياضية. فلا تكتفي الفيزياء بوصف الظواهر بل

تسعى لبناء نماذج رياضية تمكنها من القدرة على التنبؤ بالمستقبل. كالقدرة على تحديد وقت وصول مسبار فضائي إلى هدفه بدقة متناهية.

مجالات علم الفيزياء

علل: قسمت الفيزياء إلى فيزياء كلاسيكية وأخرى حديثة

لوجود أزمة حقيقية في تفسير استقرار البنية الذرية، ليكتشف العلماء أن الكون أغرب بكثير مما تخيله العلماء السابقون.

تقسيم الفيزياء إلى مجالين رئيسيين:

الفيزياء الحديثة	الفيزياء الكلاسيكية
هي المجال الذي يدرس الظواهر الطبيعية على المستوى الميكروسكوبي (الدقيق جداً) كالذرات والجسيمات دون الذرية، أو الأجسام التي تتحرك بسرعات هائلة تقترب من سرعة الضوء.	هي 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.
الاساس نظريتين: النظرية النسبية لأينشتاين، ونظرية ميكانيكا الكم لماكس بلانك. ومن خلالها انتقلت الفيزياء من النظرة الحتمية المطلقة التي سادت مع الفيزياء الكلاسيكية إلى مفهوم الاحتمالات وعدم اليقين	الاساس قوانين نيوتن للحركة والجاذبية، ومعادلات ماكسويل الكهرومغناطيسية. التي تعتبر أن الكون يعمل بآلية محددة ودقيقة يمكن التنبؤ بها بدقة مطلقة من خلال معرفة متغيراتها.
المجالات الفرعية للفيزياء الحديثة ميكانيكا الكم – الفيزياء النسبية – الفيزياء الذرية والنووية	المجالات الفرعية للفيزياء الكلاسيكية الميكانيكا – الديناميكا الحرارية الكهرومغناطيسية – البصريات والموجات

المجالات الفرعية للفيزياء:

١ - مجالات الفيزياء الكلاسيكية:

المجال	التعريف	الاستخدام أو التطبيق
الميكانيكا	دراسة حركة الأجسام والقوى المؤثرة عليها، وتفسر قوانينها ظواهر متنوعة تبدأ من سقوط التفاحة وصولاً إلى حركة الكواكب في مداراتها،	تصميم جميع وسائل النقل والمنشآت الهندسية
الديناميكا الحرارية	دراسة الحرارة كشكل من أشكال الطاقة وتحولاتها المختلفة، وتبحث في كيفية انتقال الطاقة بين الأنظمة	صناعة المحركات (الحرارية) وأنظمة التبريد وتكييف الهواء
الكهرومغناطيسية	تدرس التفاعلات بين الشحنات الكهربائية والمجالات المغناطيسية، وتفسر كيفية عمل الدوائر الكهربائية والمحركات (الكهربائية)، كما تبحث في طبيعة الموجات الكهرومغناطيسية	وتعتبر أساس تكنولوجيا الاتصالات الحديثة.
البهرات والموجات	دراسة طبيعة الأمواج، كأمواج الكهرومغناطيسية مثل الضوء وظواهره، والأمواج الميكانيكية مثل الصوت وانتشاره في الأوساط المادية	

٢ - مجالات الفيزياء الحديثة:

المجال	التعريف	الاستخدام أو التطبيق
ميكانيكا الكم	بدراسة سلوك المادة والطاقة على المستوى الذري ودون الذري، وتفرض أن الطاقة توجد في حزم منفصلة	وهي العلم المسؤول عن ثورة الإلكترونيات وتطوير المعالجات الحاسوبية وأجهزة الليزر باعتبار الضوء طاقة كمية.
الفيزياء الذرية والنووية	تهدف الفيزياء الذرية إلى فهم تركيب الغلاف الإلكتروني للذرة تركز الفيزياء النووية على دراسة مكونات النواة والقوى التي تربطها	توليد الطاقة في المفاعلات النووية وصولاً إلى استخدام النظائر المشعة في التشخيص والعلاج الطبي.
الفيزياء النسبية	بدراسة الأجسام التي تتحرك بسرعات هائلة تقترب من سرعة الضوء، وتفسر العلاقة بين الزمان والمكان والجاذبية	ضمان دقة عمل أنظمة تحديد المواقع العالمية (GPS)..

الفيزياء لا تقتصر على فهم الكون فحسب، بل تعمل أيضاً كمحرك خفي يدفع العديد من العلوم الأخرى؛ فهي تدعم مجالات علمية مثل: الأحياء، الكيمياء، الجيولوجيا (علم الأرض)، أو حتى الطب والهندسة.

أسئلة الدرس مع الإجابات

السؤال الأول: اكتب المصطلح العلمي الذي تدل عليه كل عبارة من العبارات الآتية:

المصطلح	العبارة
علم الفيزياء	فرع من فروع العلوم الطبيعية يختص بدراسة المادة والطاقة والعلاقة بينهما.

السؤال الثاني: أكمل العبارات التالية بما تراه مناسباً علمياً:

- تعتبر الفيزياء النووية أحد مجالات الفيزياء الحديثة، ويهدف إلى فهم النواة ومكوناتها.
- تصميم المنشآت الهندسية يعتمد في الأساس على مجال الميكانيكا والذي يُعتبر من مجالات الفيزياء الكلاسيكية.

السؤال الثالث: قارن بين كل مما يلي:

وجه المقارنة	الفيزياء الحديثة	الفيزياء الكلاسيكية
طبيعة الأجسام التي يدرسها هذا المجال	الأجسام الدقيقة جداً (الميكروسكوبية) كالذرات والجسيمات دون الذرية، أو الأجسام التي تتحرك بسرعات تقارب سرعة الضوء	الأجسام الكبيرة (الماكروسكوبية) التي نراها في حياتنا اليومية
السرعة	تقارب سرعة الضوء	أقل بكثير من سرعة الضوء
مجالات فرعية	ميكانيكا الكم، الفيزياء الذرية والنووية، الفيزياء النسبية	الميكانيكا، الديناميكا الحرارية، الكهرومغناطيسية، البصريات والموجات

تدريبان

السؤال الأول: ضع علامة (✓) أمام العبارة الصحيحة وعلامة (x) أمام العبارة الخاطئة:

- الفيزياء الكلاسيكية تعتمد على نظريتي النسبية وميكانيكا الكم . (x)
- الميكانيكا هي أحد مجالات الفيزياء الحديثة . (x)
- الفيزياء النووية تهتم بدراسة مكونات النواة والقوى التي تربطها . (✓)
- البصريات والموجات من مجالات الفيزياء الحديثة . (x)
- علم الفيزياء يختص بدراسة المادة والطاقة والعلاقة بينهما . (✓)

السؤال الثاني: اذكر مجال الفيزياء (كلاسيكي أو حديث) المناسب لدراسة كل مما يلي:

- حركة السيارة على الطريق السريع : فيزياء كلاسيكية (ميكانيكا)
- سلوك الإلكترونات في الذرة : فيزياء حديثة (ميكانيكا الكم)
- حركة الكواكب في مداراتها : فيزياء كلاسيكية (ميكانيكا)
- تحول الطاقة في المحركات الحرارية : فيزياء كلاسيكية (ديناميكا حرارية)
- تفسير تمدد الزمن عند السرعات العالية : فيزياء حديثة (نسبية)
- عمل أجهزة الليزر : فيزياء حديثة (ميكانيكا الكم)

السؤال الثالث: اذكر ثلاثة تطبيقات عملية لكل من مجالات الفيزياء التالية:

الميكانيكا :

تصميم السيارات والطائرات بناء الجسور والمنشآت الهندسية دراسة حركة الأقمار الصناعية

الكهرومغناطيسية:

تشغيل المحركات الكهربائية الاتصالات اللاسلكية توليد الكهرباء في المحطات

الفيزياء النووية:

توليد الطاقة في المفاعلات النووية استخدام النظائر المشعة في التشخيص الطبي العلاج الإشعاعي للأورام السرطانية

الدرس ١-٢ : الكميات الفيزيائية

هل عبارة "كتلة الجسم تساوي 5" واضحة المعنى ؟

لا يكتمل معنى العبارة بدون تمييز للرقم فقد تكون كتلة الجسم 5 جرام ، وقد تكون 5 كيلو جرام !! و الكتلتان بينهما اختلاف كبير في المقدار.

علل : مدى حبك لأخيك و شغفك في دراسة الفيزياء (ليست كميات فيزيائية) **لأنها غير قابلة للقياس بدقة**

علل : طول الكتاب المدرسي و زمن الحصة الدراسية (كميات فيزيائية) **لأنها قابلة للقياس بدقة**

علل : بعض الصفات يمكن التعبير عنها برقم ، **لأنها قابلة للقياس بدقة** ،

وبعض الصفات يصعب قياسها بدقة. **لأنها غير قابلة للقياس بدقة**.

تهتم الفيزياء بدراسة تلك الصفات القابلة للقياس، وتسمى الكميات الفيزيائية

الكمية الفيزيائية : هي صفة قابلة للقياس ويعبر عنها برقم وغالباً بوحدة قياس.

وحدة القياس : هي مقدار محدد من كمية فيزيائية معينة، تستخدم كمعيار ثابت لمقارنة الكميات الأخرى من

النوع نفسه بها.

علل : تعتبر وحدة القياس المرجع الذي نستخدمه **لنعطي الأرقام معنى فيزيائياً**

فبدون هذا المعيار لا يمكننا تحديد الكميات الفيزيائية

الكميات الفيزيائية عديمة الوحدة وهي قيم عددية تصف علاقة نسبية بين كميتين فيزيائيتين من النوع نفسه.

علل : بعض الكميات ليس لها وحدة قياس وتسمى كميات فيزيائية عديمة الوحدة

لان الوحدات تلغي بعضها في عملية القسمة، ويكون الناتج رقماً مجرداً.

مثال : النسب المئوية ، معامل الانكسار ، النسب المثلثية ، وكفاءة الآلات.

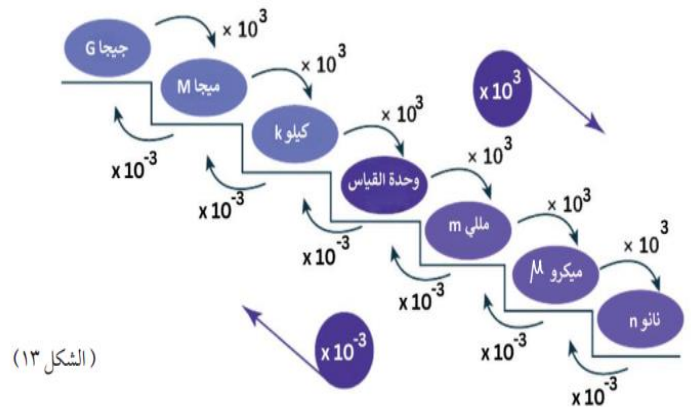
فالكميات الفيزيائية يمكن أن تكون:

كبيرة جداً مثل المسافة بين النجوم ، تقدر بحوالي (100,000,000,000,000 m)

صغيرة جداً مثل المسافة بين الذرات في المادة، تقدر بحوالي (0.000000001 m)

ونظراً لصعوبة قراءة هذه الأعداد، يفضل التعبير عنها وكتابتها بدلالة الرقم 10 مرفوع لأس معين فتكون المسافة في المثال السابق بين النجوم $1 \times 10^{14} \text{ m}$ وبين الذرات في المادة $1 \times 10^{-9} \text{ m}$ هذا الإجراء **يسهل العمليات الحسابية و يصف الكميات الفيزيائية بدقة أكثر.**

القيمة	الرمز	البادئة	المضاعف
1,000,000,000	G	جيجا	10^9
1,000,000	M	ميغا	10^6
1,000	k	كيلو	10^3
0.001	m	ميلي	10^{-3}
0.000001	μ	ميكرو	10^{-6}
0.000000001	n	نانو	10^{-9}



(الشكل ١٣)

$$Cm = 0,01 = 10^{-2}m \quad Cm^2 = 0,0001 = 10^{-4}m$$

- $2Gm = 2 \times 10^9 m$
- $34 cm = 34 \times 10^{-2} m$
- $5 \text{ كيلو متر} = 5 \times 10^3 m$
- $1.45 km = 1.45 \times 10^3 m$
- $250 mm = 250 \times 10^{-3} m$
- $740 mm = 740 \times 10^{-6} m$
- $600 \text{ نانو جرام} = 600 \times 10^{-12} Kg$
- $22.5 cm^2 = 22.5 \times 10^{-4} m^2$



الشكل (١٠) مسبار مارس كلايمنت أوربتر

النظام الدولي للوحدات

علل : انفجار المسبار الذي أطلقته وكالة ناسا الفضائية المريخ عند وصوله

لأن المهندسون في الشركة المصنعة اعتمدوا في الحسابات على نظام وحدات قياس يختلف عن النظام الذي يستخدمه

المهندسون في وكالة ناسا. هذا الاختلاف القياس أدى إلى خطأ في تقدير الحسابات، وتحويل المسبار إلى حطام.

من أهم الأنظمة التي يعتمد عليه في دراسة الفيزياء هو **النظام الدولي للوحدات**، والذي يعتبر بمثابة لغة عالمية يتفاهم من خلالها العلماء لضمان الدقة في الحسابات.

يوضح الجدول التالي وحدات القياس المستخدمة لبعض الكميات الفيزيائية الأساسية في النظام الدولي للوحدات

الكمية الفيزيائية	رمز الكمية الفيزيائية	وحدة القياس في النظام الدولي
الطول	l	m متر
الكتلة	m	kg كيلو جرام
الزمن	t	s ثانية

معادلة الأبعاد للكمية الفيزيائية

في الفيزياء لكل كمية فيزيائية هوية تُعبر عنها تسمى "معادلة الأبعاد"، وهذه المعادلة توضح لنا أصل هذه الكمية.

الكمية الفيزيائية	وحدة القياس في النظام الدولي	معادلة الأبعاد
السرعة	m/s	$[L/T]$
التسارع	m/s^2	$[L/T^2]$
المساحة	m^2	$[L^2]$
الحجم	m^3	$[L^3]$
القوة	$kg \cdot m/s^2$ نيوتن	$[ML/T^2]$

أهمية معادلة الأبعاد:

التنبؤ بالقوانين الفيزيائية واستنتاجها رياضياً قبل إجراء التجارب.

معرفة وحدة القياس لأي كمية فيزيائية.

أنواع الكميات الفيزيائية وفق معيار الاستقلالية

الكميات الأساسية : هي كميات مستقلة بذاتها، ولا يمكن اشتقاقها من كميات أخرى

الكميات المشتقة : هي كميات غير مستقلة، يتم تعريفها بدلالة الكميات الأساسية السرعة والمساحة

علل : الكتلة من الكميات الأساسية ؟

- ← لأنها كميات مستقلة بذاتها، ولا يمكن اشتقاقها من كميات أخرى .
- السرعة من الكميات المشتقة ؟
- ← لأنه كميات غير مستقلة، يتم تعريفها بدلالة الكميات الأساسية.

أسئلة الدرس مع الإجابات

السؤال الأول : أكمل ما يلي:

١. السرعة = المسافة ÷ الزمن، ووحدة قياسها في النظام الدولي هي m/s .
٢. التسارع = التغير في السرعة ÷ الزمن، ووحدة قياسها في النظام الدولي هي m/s^2 .
٣. معادلة أبعاد السرعة هي $[L/T]$.
٤. معادلة أبعاد التسارع هي $[L/T^2]$.

السؤال الثاني: تتحرك سيارة بسرعة (80 km/h) ، احسب سرعة السيارة بالوحدة الدولية.

الحل $80 \text{ km/h} = 80 \times 1000 / 3600 = 80 \times 518 = 22.22 \text{ m/s}$

السؤال الثالث : القوة كمية فيزيائية مشتقة، إذا علمت أن العلاقة الرياضية لحساب القوة وفق القانون الثاني لنيوتن هي $F = ma$ ، استنتج معادلة الأبعاد للقوة ووحدة قياسها.

الحل: معادلة أبعاد القوة $[F] = [M] \times [L/T^2] = [ML/T^2]$

وحدة قياس القوة في النظام الدولي $= \text{kg} \cdot \text{m/s}^2$ وتسمى نيوتن N

السؤال الرابع : ضع بين القوسين علامة (✓) أمام العبارة الصحيحة وعلامة (x) أمام العبارة غير الصحيحة:

١. تعتبر الكتلة من الكميات الفيزيائية الأساسية (✓) .
٢. وحدة قياس الطول في النظام الدولي للوحدات هي الكيلوجرام (x) .

تدريبات إضافية

السؤال الأول: حول الوحدات التالية إلى النظام الدولي:

$150 \text{ cm} = 1.5 \text{ m}$ $30 \text{ min} = 1800 \text{ s}$ $200 \text{ g} = 0.2 \text{ kg}$ $2.5 \text{ km} = 2500 \text{ m}$
 $72 \text{ km/h} = 20 \text{ m/s}$ $36 \text{ km/h} = 10 \text{ m/s}$

السؤال الثاني: استنتج معادلة الأبعاد للكميات الفيزيائية التالية:

١. الكثافة (الكتلة ÷ الحجم) : $[M/L^3]$
٢. الضغط (القوة ÷ المساحة) : $[M/LT^2]$
٣. الطاقة (القوة × المسافة) : $[ML^2/T^2]$
٤. القدرة (الطاقة ÷ الزمن) : $[ML^2/T^3]$

السؤال الثالث: صنف الكميات الفيزيائية التالية إلى أساسية ومشتقة:

الطول، السرعة، الكتلة، الزمن، التسارع، القوة، المساحة، الحجم، درجة الحرارة، التيار الكهربائي
الكميات الأساسية : الطول، الكتلة، الزمن، درجة الحرارة، التيار الكهربائي
الكميات المشتقة : السرعة، التسارع، القوة، المساحة، الحجم

السؤال الرابع: احسب قيمة ما يلي بوحدة النظام الدولي:

سرعة $90 \text{ km/h} = 25 \text{ m/s}$ سرعة $120 \text{ km/h} = 33.33 \text{ m/s}$
كتلة $500 \text{ g} = 0.5 \text{ kg}$ طول $3.5 \text{ km} = 3500 \text{ m}$

الفصل الثاني : الحركة في بُعد واحد

الدرس ١-٢: الكميات الفيزيائية العددية والمتجهة

مفهوم الحركة : تغيير موضع الجسم بالنسبة إلى جسم آخر يُسمى الجسم المرجعي.

يستخدم الجسم المرجعي لمقارنة موقع جسم بالنسبة له، لتحديد ما إذا كان قد غير موضعه أم لا. فإذا تغير البعد بين الجسم وهذا الجسم المرجعي، يكون الجسم قد تحرك
أنواع الحركة:

الحركة الانتقالية : وهي التي ينتقل فيها الجسم بين نقطتين (بداية ونهاية)، سواء في خط مستقيم أفقي كان أم رأسي، أو في مسار منحني.



الحركة الدورية : وهي الحركة التي تُكرّر نفسها في فترات زمنية مُنظمة، وتشمل الحركة الاهتزازية والحركة الدائرية.



أنواع الكميات الفيزيائية وفق معيار الحاجة إلى تحديد الاتجاه

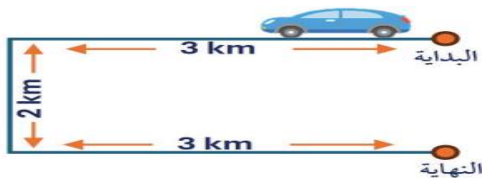
الكميات العددية والكميات المتجهة

الكميات العددية	الكميات المتجهة
يكفي لوصفها تحديد المقدار ووحدة القياس فقط	لا يكتمل وصفها إلا بتحديد المقدار ووحدة القياس والاتجاه
مثال: المسافة، السرعة العددية، الكتلة، الزمن	مثال: الإزاحة، السرعة المتجهة، القوة، التسارع

الإزاحة	المسافة
أقصر بُعد مستقيم بين نقطة البداية والنهاية	طول المسار الكلي المقطوع
كمية متجهة	كمية عددية
يُرمز لها بـ (Δx)	يُرمز لها بـ (d)

س : متى يتساوى مقدار المسافة مع مقدار الإزاحة ج : إذا كانت الحركة في خط مستقيم وفي اتجاه واحد

تحركت سيارة وفق المسار المبين في الشكل التالي:

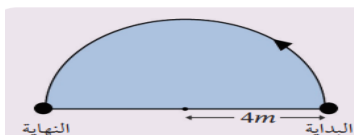


حدد طول المسار الكلي الذي قطعته السيارة.

$$.....3 + 2 + 3 = 8 \text{ Km}.....$$

حدد أقرب بُعد بين نقطة البداية و النهاية. 2 Km.....

بأي اتجاه يجب أن تتحرك السيارة لتقطع أقرب بعد مستقيم بين نقطة البداية و النهاية **باتجاه الجنوب**



حدد المسافة والإزاحة في المسار التالي ،

تذكر أن محيط الدائرة يُحسب من العلاقة $S = 2\pi r$

الحل:

$$\bullet \text{ المسافة } (d) = \text{ نصف محيط الدائرة } = \frac{S}{2} = \frac{2\pi r}{2} = \pi r = \pi \times (4) = 12.56 \text{ m}$$

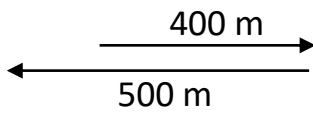
$$\bullet \text{ الإزاحة } (\Delta x) = \text{ ضعف نصف القطر } = 2r = 2 \times (4) = 8 \text{ m}$$

م الأول

باتجاه الغرب

فيزياء عاش

(١) تحرك جسم نحو الشرق فقطع مسافة (400) m ثم عاد مرة أخرى من نفس الطريق و قطع مسافة (500) m نحو الغرب . احسب كل من المسافة و الازاحة .

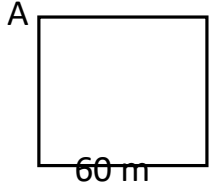


الحل

— المسافة تساوي : $d = 400 + 500 = 9000 \text{ m}$

— الازاحة تساوي : نحو الغرب $\Delta x = 500 - 400 = 100 \text{ m}$

(٢) تحركت سيارة من النقطة (A) في طريق على شكل مربع طول ضلعة (60) m كما بالشكل وفي النهاية عادت السيارة للنقطة (A) مرة أخرى . احسب كل من المسافة و الازاحة



الحل

— المسافة تساوي : $d = 60 + 60 + 60 + 60 = 240 \text{ m}$

— الازاحة تساوي صفر (لأن نقطة البداية هي نفسها نقطة النهاية) .

السرعة العددية والسرعة المتجهة

السرعة العددية :	السرعة المتجهة :
المسافة المقطوعة خلال وحدة الزمن	تغير متجه الإزاحة خلال وحدة الزمن
كمية عددية	كمية متجهة
يُرمز لها بـ (v)	يُرمز لها بـ ($\vec{v}$)
$V = \frac{d}{\Delta t}$	$V = \frac{\Delta x}{\Delta t}$

س: متى يتساوى مقدار السرعة العددية مع مقدار السرعة المتجهة ج : إذا كانت الحركة في خط مستقيم وفي اتجاه واحد

تحركت سيارة وفق المسار المبين في الشكل التالي ،
احسب السرعة العددية والسرعة المتجهة للسيارة إذا علمت أنها
استغرقت ساعتين في رحلتها.

الحل:

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

$$\text{السرعة المتجهة } (\vec{v}) = \frac{\Delta \vec{x}}{t} = \frac{2}{2} = 1 \text{ km/h} \text{ باتجاه الجنوب}$$

السرعة المنتظمة : هي السرعة التي يتحرك الجسم في خط مستقيم وفي اتجاه واحد ويقطع مسافات متساوية

خلال أزمنة متساوية ، وتكون سرعته ثابتة مقدارا واتجاها

الحركة المتسارعة بانتظام : الحركة التي يتغير فيها متجه السرعة بمعدل منتظم سواء بالزيادة أو بالنقصان.

التسارع : هو المعدل الزمني للتغير في متجه السرعة.

يرمز له بالرمز $\vec{a}$ ، يمكن حساب التسارع من المعادلة التالية

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

وحدة قياسه m/s^2 ، وهو كمية متجهة.

التسارع	سالب	موجب	صفر
العلاقة بين v و v_0	$v < v_0$	$v > v_0$	$v = v_0$
تغير السرعة	السرعة تتناقص	السرعة تزداد	السرعة ثابتة

في المسار الدائري الحركة متسارعة. حتى مع ثبات مقدار سرعة الجسم أحيانا حيث أن التسارع هو **التغير في متجه السرعة** سواء في مقدارها أو اتجاهها

علاقات بيانية هامة جدا :

جسم ساكن	جسم يتحرك بسرعة منتظمة	جسم يتحرك بسرعة غير منتظمة (تزايدية)	جسم يتحرك بسرعة غير منتظمة (تناقصية)
جسم يتحرك بسرعة منتظمة	جسم يتحرك بعجلة تناقصية (تباطؤ)	جسم يتحرك بعجلة تزايدية (تسارع)	جسم لا يتحرك بعجلة (العجلة تساوي صفر)

هل السرعة العالية خطيرة ؟

في الحوادث المتعلقة بالمركبات، ليست السرعة هي ما يؤدي الإنسان بل التسارع، فمهما كانت السرعة كبيرة طالما كانت ثابتة لا يشعر الإنسان ولكن لحظة التغير المفاجئ في السرعة هي مكن الخطر! لذلك عمل مصممو السيارات على تطوير أنظمة الحماية، بهدف تقليل مخاطر التسارع الكبير، فالهدف هو جعل التوقف يحدث خلال زمن أطول، وبهذا يقل التسارع مما يقلل من شدة قوة الصدمة.

علل : تستخدم الوسائد الهوائية في السيارات،

لتزيد من زمن التوقف عند التصادم، فتساعد على إبطاء حركة الراكب تدريجيا، مما يحميه من الإصابات الشديدة.

أسئلة الدرس مع الإجابات

السؤال الأول: ضع علامة (✓) في المربع الواقع أمام أنسب إجابة:

١. أحد هذه الكميات الفيزيائية يعتبر كمية عددية:

التسارع ☐ الإزاحة ☐ المسافة ☒ القوة ☐

٢. تحركت كرة بسرعة (10 m/s) حتى أوقفها اللاعب بعد مرور نصف ثانية، فإن التسارع المنتظم الذي تحركت به بوحدة m/s^2

يساوي:

20- ☒ 20 ☐ 5- ☐ 5 ☐

السؤال الثاني: علل ما يأتي تعليلاً علمياً سليماً:

تعتبر حركة جسم في مسار دائري حركة متسارعة بالرغم من ثبات مقدار السرعة.

التعليل: لأن التسارع هو التغير في متجه السرعة سواء في مقدارها أو اتجاهها أو كليهما معاً، وفي الحركة الدائرية يتغير اتجاه السرعة باستمرار، وبالتالي يوجد تسارع.

تدريبات إضافية

السؤال الأول: منف الكميات التالية إلى عددية ومتجهة:

السرعة المتجهة، الكتلة، القوة، التسارع، المسافة، الزمن، الإزاحة، الحجم، درجة الحرارة، الوزن

الكميات العددية: الكتلة، المسافة، الزمن، الحجم، درجة الحرارة

الكميات المتجهة: السرعة المتجهة، القوة، التسارع، الإزاحة، الوزن

السؤال الثاني: تحركت سيارة من نقطة A إلى نقطة B في خط مستقيم ثم عادت إلى نقطة C تقع بين A و B ، إذا كانت المسافة $AB = 100\text{ m}$ و $BC = 40\text{ m}$ ، احسب:

١. المسافة الكلية المقطوعة

٢. الإزاحة الكلية

الحل: المسافة الكلية = $AB + BC = 100 + 40 = 140\text{ m}$

الإزاحة الكلية = $AC = 100 - 40 = 60\text{ m}$ باتجاه (A→B)

الدرس ٢-٢: معادلات الحركة المتسارعة بانتظام في خط مستقيم

معادلات الحركة المتسارعة بانتظام في خط مستقيم: وهي صيغ رياضية تمكننا من دراسة وحساب الكميات الفيزيائية الخاصة بالحركة عندما يتحرك الجسم بتسارع ثابت (منتظم) في خط مستقيم و في اتجاه واحد

Δx	الإزاحة	المسافة المقطوعة في خط مستقيم وفي اتجاه واحد
v_0	السرعة الابتدائية	السرعة في بداية الحركة
v	السرعة النهائية	سرعة الجسم في نهاية الحركة
a	التسارع	تغير متجه السرعة خلال وحدة الزمن
t	الزمن	الفترة الزمنية التي يستغرقها الجسم في الحركة
رقم المعادلة	متى تُستخدم؟	الصيغة الرياضية
الأولى	عندما لا تملك معلومة عن الإزاحة (Δx)	$v = v_0 + a t$
الثانية	عندما لا تملك معلومة عن السرعة النهائية (v)	$\Delta x = v_0 t + \frac{1}{2} a t^2$
الثالثة	عندما لا تملك معلومة عن الزمن (t)	$v^2 = v_0^2 + 2 a (\Delta x)$

مثال تسبرشاحنة بسرعة 22.2 m/s ، ضغط السائق على المكابح، فتناقصت سرعتها بانتظام بتسارع مقداره 2 m/s^2 ، ماهي السرعة النهائية للشاحنة بعد مرور 8 s ؟
الحل:

$$v = v_0 + at \quad v = 22.2 - 2 \times 8 \quad v = 6.2 \text{ m/s}$$

لاحظ أن الشاحنة ستتحرك بسرعة مقدارها 6.2 (m/s) بعد مرور 8 (s) وهذا يبدو منطقيا، لأن سرعتها تتناقص بمقدار 2 (m/s) كل ثانية لمدة 8 (s) .

مثال : تسير حافلة مدرسية بسرعة 20 m/s وبتسارع 1.5 m/s^2 . ماهي سرعة الحافلة بعد مرور زمن قدره 6 s ؟

$$v = v_0 + at \quad v = 20 + 1.5 \times 6 = 29 \text{ m/s}$$

مثال : افرض أن سرعة النبضة العصبية في جسم الإنسان ثابتة و تساوي 100 m/s

ما الزمن اللازم لكي تنتقل النبضة العصبية من القدم إلى دماغ رجل يبلغ طوله 1.7 m

اختر المعادلة المناسبة لك وابدأ بالحل.

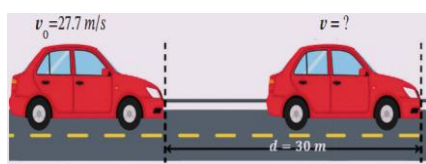
$$\Delta x = v_0 t + \frac{1}{2} a t^2 \quad 1.7 = 100 \times t + 0 \times t^2 \quad t = 0.017 \text{ s}$$

تسير السيارة المبنية أملك على طريق مستقيم ابتداء من

سرعة 27.7 m/s وبتسارع 2 m/s^2 لمسافة 30 m ماهي السرعة

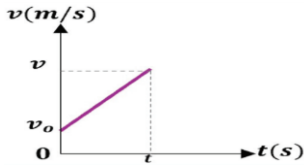
النهائية للسيارة بعد قطع تلك المسافة ؟

$$v^2 = v_0^2 + 2a \Delta x \quad v^2 = 27.7^2 + 2 \times 2 \times 30 \quad v = 29.78 \text{ m/s}$$



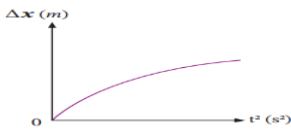
التمثيل البياني لمعادلات الحركة

إذا بدأ الحركة بسرعة لا تساوي صفر

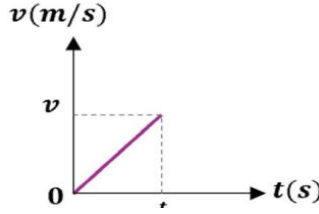


إذا بدأ الحركة بسرعة لا تساوي صفر

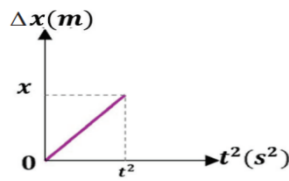
$$v_o \neq 0 \quad v_o > 0$$



إذا بدأ الجسم الحركة من السكون



إذا بدأ الحركة من السكون



1. العلاقة بين (السرعة والزمن) :

ميل الخط البياني = التسارع (a)

2. العلاقة بين (الإزاحة ومربع الزمن) :

ميل الخط البياني = $\frac{1}{2}$ التسارع

(عندما تبدأ الحركة من السكون)

نستنتج المعادلة الثانية للحركة بيانيا

حيث إن ← الإزاحة = المساحة تحت منحنى (السرعة - الزمن)

لنقسم المنحنى إلى قسمين (مستطيل و مثلث)

$$\frac{1}{2} t(v - v_o) = \frac{1}{2} t(at) = \frac{1}{2} at^2$$

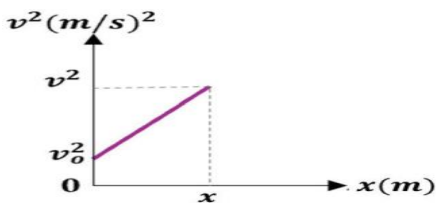
1- مساحة المثلث :

2- مساحة المستطيل $v_o t$:

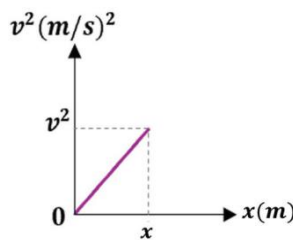
$$\Delta x = v_o t + \frac{1}{2} at^2$$

∴ الإزاحة = مساحة المثلث + مساحة المستطيل ↔

إذا بدأ الحركة بسرعة لا تساوي صفر



إذا بدأ الحركة من السكون

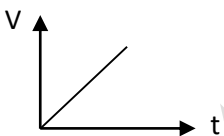
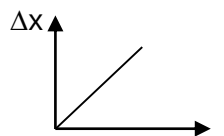
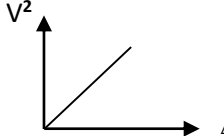


3. العلاقة بين (مربع السرعة والإزاحة) :

ميل الخط البياني = $2 \times$ التسارع

لاحظ أن الإزاحة (Δx) اللازمة لتوقف السيارة تزداد بشكل كبير مع زيادة السرعة، حيث تتناسب طرديا مع مربع السرعة v^2 لذلك، فإن أي زيادة بسيطة في السرعة تؤدي إلى زيادة كبيرة في مسافة التوقف، مما يجعل القيادة بسرعات عالية أكثر خطورة و يصعب التحكم بالمركبة

ملخص ما سبق :

وجه المقارنة	نوع العجلة	المعادلة الأولى	المعادلة الثانية	المعادلة الثالثة
معادلة الحركة		$V = V_0 + a t$	$X = V_0 t + 1/2 a t^2$	$V^2 = V_0^2 + 2 a d$
إذا تحرك الجسم من السكون ($V_0 = 0$)	تزايدية موجبة	$V = a t$ $V \propto t$	$X = 1/2 a t^2$ $X \propto 1/2 t^2$	$V^2 = 2 a X$ $V^2 \propto 2 X$
المنحنى البياني عندما V_0 يساوي صفر				
ميل المنحنى		a	$1/2 a$	$2 a$
إذا توقف الجسم في نهاية الحركة ($V = 0$)	تناقصية سالبة	$0 = V_0 - a t$ $V_0 = a t$	$X = V_0 t - 1/2 a t^2$	$0 = V_0^2 - 2 a X$ $V_0^2 = 2 a X$
إذا كانت السرعة منتظمة ($a = 0$)	تساوي صفر	$V = V_0$ يتحرك بسرعة ثابتة	$d = V_0 t$ يتحرك بسرعة ثابتة	$V^2 = V_0^2$ يتحرك بسرعة ثابتة

أسئلة الدرس مع الإجابات

السؤال الأول: اختر الإجابة الصحيحة:

١. بدأ جسم يتحرك من سرعة (10 m/s) بتسارع منتظم (2 m/s²) ، فإن مقدار إزاحته بعد مرور (10 s) بوحدة المتر يساوي:

100 ☐ 200 ☒ 300 ☐ 400 ☐

الحل $\Delta x = v_0 t + \frac{1}{2} a t^2 = 10(10) + \frac{1}{2} (2) (10)^2 = 100 + 100 = 200 \text{ m}$

٢. إذا كان موقع الجسم المتحرك على خط مستقيم يُعطى بالعلاقة الرياضية $\Delta x = 50t + 10t^2$ ، إذا كانت Δx تقاس بالمتر و t بالثواني،

فإن تسارع الجسم عند (3s) يساوي بوحدة: m/s²

20 ☒ 10 ☐ 30 ☐ 50 ☐

الحل $\Delta x = v_0 t + \frac{1}{2} a t^2$ $\Delta x = 50t + 10t^2$ $\frac{1}{2} a = 10 \Rightarrow a = 20 \text{ m/s}^2$

السؤال الثاني: ضع علامة (✓) أو (x):

١. إذا تحرك جسم من السكون بتسارع منتظم فإن المسافة التي يقطعها تتناسب طردياً مع الزمن المستغرق . (x)

الصحيح: تتناسب طردياً مع مربع الزمن

٢. إذا تحرك جسم من السكون بتسارع منتظم فإن مربع سرعته النهائية يتناسب طردياً مع المسافة التي يقطعها . (✓)

السؤال الثالث: حل المسائل التالية:

اصطدمت رصاصة بلوح خشبي سمكه (20 cm) بسرعة مقدارها (500 m/s) وخرجت من اللوح بتسارعه (3×10⁵ m/s²) ،

احسب: أ. سرعة الرصاصة لحظة خروجها من اللوح.

$$v^2 = v_0^2 + 2a(\Delta x) \quad v^2 = 500^2 + 2(-3 \times 10^5)(0.2) \quad v^2 = 250000 - 120000 = 130000$$

$$v = 360.55 \text{ m/s} \quad v = 360.55 \text{ m/s}$$

ب. سمك اللوح المطلوب لإيقاف الرصاصة داخله.

$$0=500^2+2(-3\times 10^5)(\Delta x)$$

$$0=500^2+2(-3\times 10^5)(\Delta x) \quad 2500 \quad 0=6\times 10^5\Delta x \quad 25000$$

$$0=6\times 10^5\Delta x \quad \Delta x = 0.4167 \text{ m} = 41.67 \text{ cm}$$

تدريبات إضافية

السؤال الأول: تحرك قطار من محطة القطار انطلاقاً من السكون بتسارع منتظم مقداره (0.5 m/s^2) مدة (20 s) ، ثم ظل محافظاً على سرعته مدة (30 s) ، ثم أبطأ حركته بتسارع منتظم مقداره (2 m/s^2) حتى توقف. احسب:

أ. السرعة التي وصل إليها القطار بعد (20 s)

$$v=v_0+at=0+0.5(20)=10 \text{ m/s}$$

ب. المسافة الكلية التي قطعها القطار حتى توقف.

$$\Delta x_1=v_0t+\frac{1}{2}at^2=0+\frac{1}{2}(0.5)(20)^2=100 \text{ m} \quad \text{المرحلة الأولى (تسارع)}$$

المرحلة الثانية (سرعة ثابتة):

$$\Delta x_2=v\times t=10\times 30=300 \text{ m}$$

المرحلة الثالثة (تباطؤ):

$$v^2=v_0^2+2a(\Delta x) \quad 0=10^2+2(-2)(\Delta x) \quad 0=10^2+2(-2)(\Delta x) \quad 4\Delta x_3=100$$
$$\Rightarrow \Delta x_3=25 \text{ m}$$

المسافة الكلية:

$$\Delta x_{\text{total}}=100+300+25=425 \text{ m}$$

السؤال الثاني: من الرسم البياني الموضح (السرعة - الزمن) ، احسب:

١. التسارع في كل فترة

٢. المسافة الكلية المقطوعة

التسارع:

$$(0-5 \text{ s}): a=20-0/5-0=4 \text{ m/s}^2 \quad a=5-0/20-0=4 \text{ m/s}^2$$

$$(5-10 \text{ s}): a=0 \text{ m/s}^2 \quad a=0 \text{ m/s}^2 \quad \text{(سرعة ثابتة)}$$

$$(10-15 \text{ s}): a=0-20/15-10=-4 \text{ m/s}^2 \quad a=15-100-20=-4 \text{ m/s}^2$$

المسافة = المساحة تحت المنحنى:

$$\Delta x=12(5)(20)+(5)(20)+12(5)(20) \quad \Delta x=21(5)(20)+(5)(20)+21$$

$$(5)(20)=50+100+50=200 \text{ m} \quad 50+100+50=200 \text{ m}$$

السؤال الثالث: سيارة تتحرك بسرعة (30 m/s) ، ضغط السائق على المكابح فتوقفت بعد أن قطعت مسافة (90 m) احسب:

١. تسارع السيارة

٢. الزمن اللازم لتوقف السيارة

1. التسارع:

$$v^2=v_0^2+2a(\Delta x) \quad 0=30^2+2a(90) \quad 180a=-900 \Rightarrow a=-5 \text{ m/s}^2$$

2. الزمن:

$$V = v_0+at \quad 0=30+(-5)t \Rightarrow t=6 \text{ s}$$

الدرس ٣-٢: السقوط الحر

السقوط الحر : هو حركة جسم بدون سرعة ابتدائية بتأثير ثقله فقط مع إهمال تأثير مقاومة الهواء.

الجاذبية الأرضية : وهي القوة التي تجذب جميع الأجسام نحو مركز الأرض.

وهي واحدة من القوى الأساسية التي تحكم الكون من حولنا،

ملاحظات مهمة:

- يتحرك الجسم بتسارع ثابت 9.8 m/s^2 تسارع الجاذبية الأرضية
- يُرمز لتسارع الجاذبية بالرمز (g)
- الحركة في خط مستقيم وبتسارع منتظم
- جميع الأجسام تسقط بنفس التسارع بغض النظر عن كتلتها (عند إهمال مقاومة الهواء)
- لولا مقاومة الهواء، لكانت قطرات المطر الساقطة من ارتفاعات شاهقة تصل إلينا بسرعات هائلة قد تسبب أضراراً بالغة؛ فمقاومة الهواء توازن قوة الجاذبية وتجعل القطرات عادة تسقط بسرعة آمنة
- لاحظ أن الجسم في هذه الحالة يتحرك بتأثير قوة الجاذبية فقط ، وفق القانون الثاني لنيوتن "إذا أثرت قوة على جسم فإنه يتحرك بتسارع " . إذا يعتبر السقوط الحُر **حركة متسارعة**

معادلات السقوط الحر في السقوط الحُر يتحرك الجسم في خط مستقيم وبتسارع منتظم. لذلك يمكن تطبيق معادلات الحركة

المتسارعة بانتظام على حركة السقوط الحُر. (يرمز للإزاحة Δy بدلاً من Δx دلالة على الارتفاع

المعادلة	عندما $v_0 = 0$	الصيغة العامة
السرعة والزمن	$v = gt$	$v = v_0 + gt$
الإزاحة والزمن	$\Delta y = \frac{1}{2}gt^2$	$\Delta y = v_0t + \frac{1}{2}gt^2$
السرعة والإزاحة	$v^2 = 2g\Delta y$	$v^2 = v_0^2 + 2g\Delta y$

القذف لأعلى عند قذف جسم لأعلى:

- يتحرك بعكس اتجاه مجال الجاذبية
- السرعة تتناقص تدريجياً حتى تصبح صفراً عند أقصى ارتفاع
- زمن الصعود = زمن النزول (عند إهمال مقاومة الهواء)
- زمن التحليق = زمن الصعود + زمن النزول
- الزمن الكلي الذي يستغرقه الجسم المقذوف في الهواء قبل أن يعود إلى نفس المستوى الذي قذف منه بزمّن التحليق.

أسئلة الدرس مع الإجابات

السؤال الأول: اختر الإجابة الصحيحة:

١. سقط جسم سقوطاً حراً من ارتفاع ما، فبعد مرور (3 s) من لحظة سقوطه تكون سرعته بوحدة m/s مساوية:

9.8 ☐

19.6 ☐

29.4 ☒

39.2 ☐

الحل : $V = g t = 9.8 \times 3 = 29.4 \text{ m/s}$

سقط أصيص أزهار من شرفة ترتفع (70 m) عن أرضية الشارع، فإن الزمن الذي استغرقه الأصيص في السقوط قبل أن يصطدم بالأرض بوحدة الثانية

2.67 ☐

3.78 ☒

5.35 ☐

7.14 ☐

يساوي:

الحل $t=3.78 \text{ s}$ $\Delta y = \frac{1}{2} g t^2 \Rightarrow 70 = \frac{1}{2} (9.8) t^2$

السؤال الثاني: ضع علامة (✓) أو (x):

١. تتحرك الأجسام الساقطة نحو سطح الأرض سقوطاً حراً بسرعة ثابتة مقداراً واتجاهاً (x). الصحيح : بسرعة متغيرة بتسارع ثابت

٢. قُذِفَ حجرٌ إلى أعلى بسرعة ابتدائية (30 m/s) وعند عودته إلى نقطة القذف أصبح سرعته (60 m/s) وذلك عند إهمال مقاومة الهواء .

(x) الصحيح: أصبح سرعته 30 m/s

السؤال الثالث: علل لما يلي:

إذا تركت عدة أجسام مختلفة الكتلة متشابهة الحجم لتسقط سقوطاً حراً من نفس الارتفاع فإنها تصل إلى الأرض في نفس الوقت.

التعليل: لأن جميع الأجسام في السقوط الحر تكتسب نفس التسارع ($g = 9.8 \text{ m/s}^2$) بغض النظر عن كتلتها، وذلك عند إهمال مقاومة الهواء.

السؤال الرابع: حل المسائل التالية: أسقطت كرة بسرعة ابتدائية (1.5 m/s) رأسياً إلى أسفل من نافذة منزل، احسب:

أ. سرعتها حين تصل إلى الأرض التي تبعد (2 m) أسفل نقطة السقوط.

$$v^2 = v_0^2 + 2g\Delta y \quad v^2 = (1.5)^2 + 2(9.8)(2) = 2.25 + 39.2 = 41.45 \quad v = 6.44 \text{ m/s}$$

ب. إذا قُذِفَت الكرة رأسياً إلى أعلى بدلاً من الأسفل فما السرعة التي تصل بها الكرة إلى الأرض؟

الحل: عند القذف لأعلى بسرعة 1.5 m/s، ستصل الكرة إلى نفس النقطة التي قُذِفَت منها بسرعة 1.5 m/s باتجاه الأسفل، ثم تسقط مسافة 2m.

$$v^2 = (1.5)^2 + 2(9.8)(2) = 41.45 \quad v = 6.44 \text{ m/s}$$

تدريبات إضافية

السؤال الأول: سقط جسم سقوطاً حراً من ارتفاع (45 m)، احسب: ١ - الزمن الذي يستغرقه للوصول إلى الأرض ٢ - سرعته لحظة وصوله إلى الأرض

$$\Delta y = \frac{1}{2} g t^2 \Rightarrow 45 = \frac{1}{2} (9.8) t^2 \Rightarrow 45 = \frac{1}{2} (9.8) t^2 \quad t^2 = 909.8 = 9.18 \Rightarrow t = 3.03 \text{ s}$$

$$v = g t = 9.8 \times 3.03 = 29.69 \text{ m/s}$$

السؤال الثاني: قُذِفَ جسم رأسياً لأعلى بسرعة (40 m/s)، احسب:

أقصى ارتفاع يصل إليه زمن التحليق سرعة الجسم بعد (2 s) من لحظة قذفه موقع الجسم بعد (5 s) من لحظة قذفه

$$v^2 = v_0^2 + 2g\Delta y \quad \text{الحل}$$

$$0 = 40^2 + 2(-9.8)h \Rightarrow 19.6y = 1600 \Rightarrow y = 81.63 \text{ m}$$

$$t_h = v_0/g = 40/9.8 = 4.08 \text{ s} \quad T = 2t_h = 8.16 \text{ s}$$

$$v = v_0 + g t = 40 + (-9.8)(2) = 40 - 19.6 = 20.4 \text{ m/s}$$

$$\Delta y = v_0 t + \frac{1}{2} g t^2 = 40(5) + \frac{1}{2} (-9.8)(5)^2$$

$$= 200 - 122.5 = 77.5 \text{ m}$$

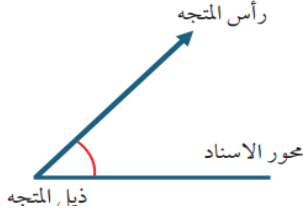
أي أنه في طريقه للأسفل

الفصل الثالث: الحركة في بُعدين

الدرس ١-٣: خصائص المتجهات

تمثيل المتجهات

التمثيل البياني :

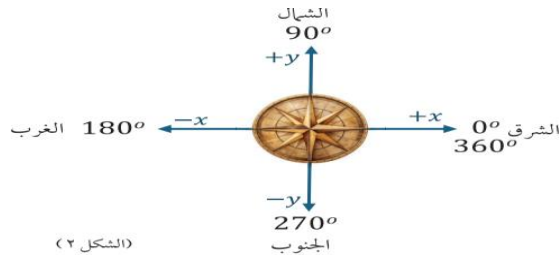


- برسم شعاع (سهم)
- طول السهم يمثل المقدار (وفق مقياس رسم)
- اتجاه السهم يمثل الاتجاه (بالزاوية مع محور الإسناد) الأفقي الموجب ويكون قياس الزاوية من الاتجاه الموجب لمحور السينات وبعكس عقارب الساعة

التمثيل الحسابي:

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

حيث:

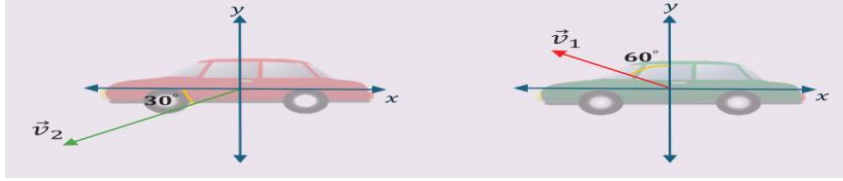


• V : مقدار المتجه ووحدة قياسه

• θ : الزاوية بين المتجه ومحور الإسناد

• الشكل التالي يمثل حركة سيارتين بسرعة متجهة بيانيا.

بمقياس رسم $1\text{ cm} : 1\text{ m/s}$ ، مثل متجهات السرعة حسابيا بوحدة m

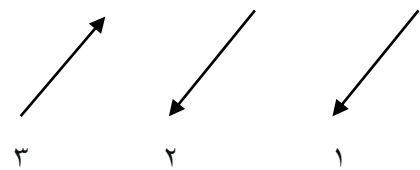


المتجه v_1	المتجه v_2	
2 cm	3 cm	طول المتجه باستخدام المسطرة
2 m/s	3 m/s	مقدار السرعة المتجهة
$90^\circ + 60^\circ = 150^\circ$	$180^\circ + 30^\circ = 210^\circ$	الزاوية بين المتجه ومحور الاسناد
$v_1 = (2\text{ m/s}, 150^\circ)$	$v_2 = (3\text{ m/s}, 210^\circ)$	التمثيل الحسابي للمتجه

خصائص المتجهات

خاصية التساوي : تتساوى المتجهات عندما تكون متساوية في المقدار ولها نفس الاتجاه.

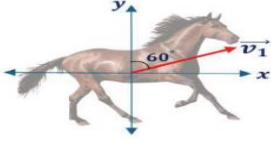
المتجهان ١ و ٢ متساويان لأنها متساوية في المقدار ولها نفس الاتجاه



أسئلة الدرس مع الإجابات

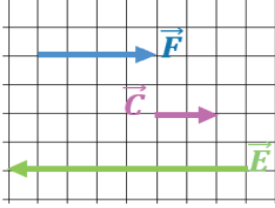
السؤال الأول: اختر الإجابة الصحيحة:

١. يمثل الشكل التالي حركة حصان بسرعة متجهة بيانياً، فإذا كان مقياس الرسم (1cm : 1m/s) ، فإن متجه سرعة الحصان حسابياً بوحدته m/s هو :



(4, 210°) □ (4, 30°) □ (3, 60°) □ (3, 150°) ✓

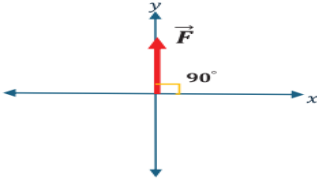
٢. الشكل المقابل يوضح ثلاثة متجهات، فإن المتجه F يساوي المتجه :



$\vec{C}$ □ $\vec{E}$ □
 $-4\vec{C}$ □ $-\frac{1}{2}\vec{E}$ □

السؤال الثاني: أجب عن الأسئلة التالية:

١. الشكل البياني يوضح قوة تؤثر على صندوق، بمقياس رسم (1cm : 1N) ، مثل متجه القوة حسابياً.



التمثيل الحسابي للمتجه	الزاوية بين المتجه ومحور الإسناد	مقدار القوة	طول المتجه باستخدام المسطرة	المتجه
5N . 90	90°	1 N	1 Cm	F

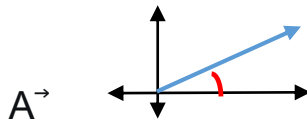
٢. ركض لاعبان في مضمار سباق بخط مستقيم، حيث ركض اللاعب الأول شرقاً بسرعة 5m/s ، بينما ركض اللاعب الثاني بنفس

السرعة نحو الغرب. هل السرعتان المتجهتان للاعبين متساويتان؟ فسر إجابتك.

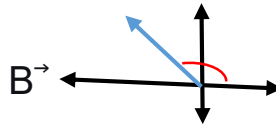
الإجابة : غير متساويتان، لأن اتجاهيهما مختلفان (شرق مقابل غرب)، والسرعة المتجهة تتطلب تساوي المقدار والاتجاه معاً.

تدريبات إضافية

السؤال الأول: مثل المتجهات التالية بيانياً وحسابياً (بمقياس رسم مناسب):



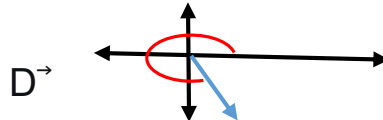
١. $A \vec{=} (10 \text{ m/s}, 30^\circ)$



٢. $B \vec{=} (8 \text{ m/s}, 120^\circ)$



٣. $C \vec{=} (6 \text{ m/s}, 210^\circ)$



٤. $D \vec{=} (12 \text{ m/s}, 300^\circ)$

السؤال الثاني: حدد إذا كانت المتجهات التالية متساوية أم لا:

١. $A \vec{=} (5 \text{ N}, 60^\circ)$ و $B \vec{=} (5 \text{ N}, 60^\circ)$ متساويان

٢. $A \vec{=} (5 \text{ N}, 60^\circ)$ و $B \vec{=} (5 \text{ N}, 120^\circ)$ غير متساويان

٣. $A \vec{=} (5 \text{ N}, 60^\circ)$ و $B \vec{=} (10 \text{ N}, 60^\circ)$ غير متساويان

الدرس ٢-٣: جمع المتجهات وتحليلها

يطلق على جمع المتجهات مصطلح **تركيب المتجهات**،

جمع المتجهات وهو عملية الاستعاضة عن متجهين أو أكثر بمتجه واحد يقوم بنفس عملهم

، ناتج جمع المتجهات يسمى **المحصلة** يمثل رياضياً جمع المتجهان

1. محصلة متجهين في نفس الاتجاه : عندما تكون المتجهات في نفس الاتجاه : نستخدم الجبر البسيط بجمع مقدار المتجهين لحساب مقدار المحصلة (R) واتجاهها يكون بنفس اتجاههم

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

2. محصلة متجهين متعاكسين في الاتجاه: نستخدم الجبر البسيط من خلال حساب الفرق بين مقداري المتجهين لحساب مقدار المحصلة (R) وتكون باتجاه المتجه الأكبر منهم

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

إذا تساوى مقدار متجهين وتعاكسا اتجاهها تكون محصلتهما تساوي **صفر**.

لاحظ!!

إذا تم شد جسم ساكن بقوتين متساويتين ومتعاكستين، فإن الجسم **لن يتأثر بالقوة ويبقى ساكناً**.

3. محصلة متجهين متعامدين: عندما يقع جسم تحت تأثير

كميتين متجهيتين (مثل قوتين أو سرعتين) بينهما زاوية 90° فإن الجسم لا يتأثر بأي منهما بشكل منفرد، بل يستجيب لهما معاً في وقت واحد ويتحرك تبعاً لمحصلتهما.

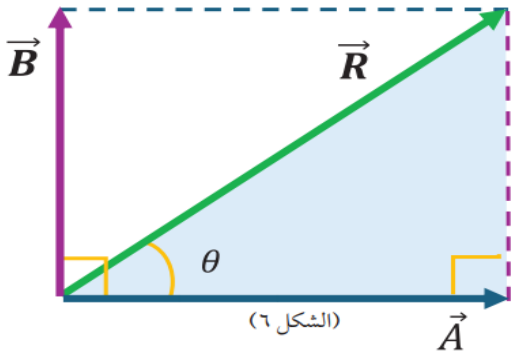
بما أن المتجهين متعامدان، فهما يصنعان زاوية قائمة،

يمكن أن تتدخل الرياضيات لتبسيط الفيزياء، لاحظ

المثلث القائم الزاوية حيث يمثل المتجهان ضلعي

القائمة، **تمثل المحصلة وتر هذا المثلث** لذلك يمكن

تطبيق نظرية فيثاغورث لحساب مقدار هذه المحصلة



(الشكل ٦)

R : مقدار المحصلة.	$R = \sqrt{A^2 + B^2}$
A و B : مقدار كل من المتجهين.	

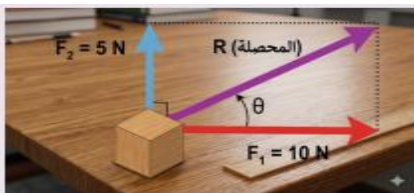
θ : الزاوية بين المحصلة والمحور الأفقي x

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

A و B : مقدار كل من المتجهين

قوتان متعامدتان مقدارهما يؤثران على جسم موضوع على سطح طاولة

كما بالشكل المقابل ، احسب مقدار واتجاه المحصلة التي يتحرك بها الجسم.
الحل:



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

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

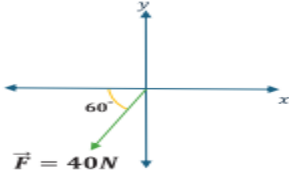


القوة الأفقية	$F_1 = (10) \text{ N}$
القوة الرأسية	$F_2 = (5) \text{ N}$

تحليل المتجهات

تحليل المتجه هو استبدال متجه ما بمتجهين متعامدين يقومان بنفس عمله
او هو عملية تفكيك متجه واحد إلى متجهين متعامدين (مركبتين):

- تحليل المتجهات هو عملية عكسية لجمع المتجهات، فهي تفكيك متجه واحد مائل بزاوية، إلى متجهين متعامدين على محور (x) ومحور (y) يسميان (مركبات المتجه) يقومان بنفس عمله تماما علل تحليل المتجهات عملية معاكسة لجمع المتجهات.
- لأن التحليل عملية الاستعاضة عن متجه واحد بمتجهين بينما الجمع عملية الاستعاضة عن متجهين بمتجه واحد



$$A_x = A \cos \theta$$
 المركبة الأفقية

$$A_y = A \sin \theta$$
 المركبة الرأسية

- أوجد مركبتي القوة الأفقية والرأسية وحدد اتجاهها على الرسم

$F_x = F \cos \theta$ $= 40 \cos 60 = 20 \text{ N}$ على الرسم تنطبق المركبة على محور -x	المركبة الأفقية
$F_y = F \sin \theta$ $= 40 \sin 60 = 20\sqrt{3} \text{ N}$ على الرسم تنطبق المركبة على محور -y	المركبة الرأسية
$F = \sqrt{F_x^2 + F_y^2} = \sqrt{(20)^2 + (20\sqrt{3})^2} = 40 \text{ N}$	

الملاحظة : مقدار محصلة المركبتان الأفقية و الرأسية تساوي مقدار المتجه الأصلي مما يدل على أن عملية تحليل المتجهات تعاكس عملية جمع المتجهات

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



$$v_x = v \cos \theta = 120 \times \cos(35) = 98.29 \text{ km/h}$$
 المركبة الأفقية للسرعة

$$v_y = v \sin \theta = 120 \times \sin(35) = 68.82 \text{ km/h}$$
 المركبة الرأسية للسرعة

أسئلة الدرس مع الإجابات

السؤال الأول: اختر الإجابة الصحيحة:

١. الشكل التالي يمثل قوتين تؤثران على صندوق، فإذا كان مقدار القوة الأولى (30 N) ومقدار القوة الثانية (45 N)، فإن مقدار القوة المحصلة المؤثرة على الصندوق بوحدة النيوتن تساوي:



- 15 ☐ 23 ☐ 75 ☒ 64.5 ☐

٢. الشكل المقابل رجل يسحب حقيبة بقوة مقدارها (23 N) باتجاه يصنع زاوية (70°) مع الأفق،



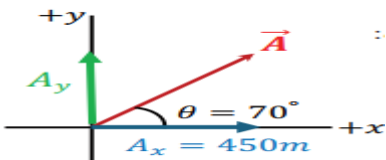
٣. فإن مقدار المركبة التي تتحرك بتأثيرها الحقيبة بوحدة النيوتن تساوي:
- 17 ☐ 11.5 ☒ 23 ☐ 19.91 ☐

السؤال الثاني: حل المسائل التالية:

إذا كانت المركبة الأفقية لإزاحة جسم تساوي (450 m)، احسب:

$$A_x = A \cos \theta \Rightarrow 450 = A \cos 70 \quad A = 1315.7 \text{ m}$$
 أ. مقدار هذه الإزاحة

$$A_y = 1315.7 \sin 70 = 1236.35 \text{ m}$$
 ب. المركبة الرأسية للإزاحة



الدرس ٣-٣: ضرب المتجهات

عملية الضرب كما في عملية الجمع، تختلف في الكميات المتجهة عنها في الكميات العددية، **إلا أنه في عملية جمع المتجهات لا يمكن جمع كمية متجهة بكمية عددية**، وهذا لا ينطبق في عملية الضرب، حيث يمكن ضرب كمية متجهة بأي كمية سواء عددية أو متجهة أخرى

(١) ضرب كمية متجهة في كمية قياسية :

- في هذا النوع ينتج **متجه جديد** مقداره هو (حاصل ضرب مقدار الكمية القياسية في مقدار الكمية المتجهة) .
- أما اتجاهه (يكون في **نفس اتجاه** المتجه الأصلي إذا كانت الكمية القياسية **موجبة**) أو (**عكس** الاتجاه إذا كانت الكمية القياسية **سالبة**) .

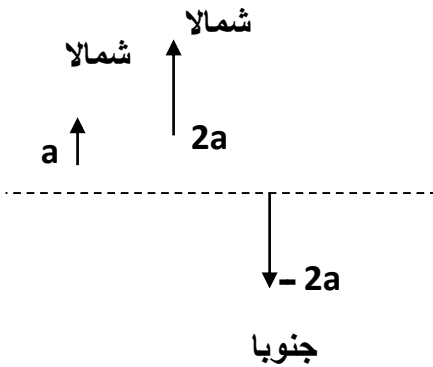
مثال محلولة :

(١) إذا علمت أن $a = 20 \text{ cm}$ شمالاً . أرسم كل من :

$$\begin{aligned} & - \text{المتجه } a \\ & - \text{المتجه } 2a \\ & - \text{المتجه } -2a \end{aligned}$$

الحل

نأخذ مقياس رسم هو 1 cm لكل 10 cm ثم نرسم المتجهات كما بالشكل .



(٢) ضرب كمية متجهة في كمية متجهة :

ضرب المتجهات	1- الضرب العددي (القياسي) أو (النقطي) أو (الداخلي)	2- الضرب الاتجاهي (النقطي) أو (الخارجي)
العلاقة الرياضية	$\vec{A} \cdot \vec{B} = AB \cos \theta$	$\vec{A} \times \vec{B} = AB \sin \theta$
ناتج الضرب	كمية عددية	كمية متجهة
تقدم	المتجهان متعامدان	المتجهان متوازيان
قيمة الناتج	لأن $\cos 90^\circ = 0$	لأن $\sin 0^\circ = 0$
أكبر	المتجهان متوازيان	المتجهان متعامدان
قيمة الناتج	لأن $\cos 0^\circ = 1$	لأن $\sin 90^\circ = 1$
خصائصه	عملية إبدالية	عملية ليست إبدالية
العوامل	مقدار المتجهين - الزاوية بينهما	مقدار المتجهين - الزاوية بينهما

- يشار للضرب العددي بالعلامة (.) (نقطة) بين المتجهين . **ناتج** هذا النوع من الضرب يكون كمية قياسية .

● **علل: الضرب العددي عملية ابدالية**

● **يسمى ضرب العددي بالضرب النقطي**
لأن رمز عملية الضرب المستخدمة فيه ($\cdot$)

ملاحظات هامة :

- (١) ناتج الضرب العددي لمتجهين يكون **أكبر ما يمكن** عندما تكون ($\cos 0 = 1$) ($\theta = 0$) أي أنهم في نفس الاتجاه
- (٢) ناتج الضرب العددي لمتجهين يكون **صفر** عندما تكون ($\cos 90 = 0$) ($\theta = 90$) أي يكونا متعامدين .
- (٣) ناتج الضرب العددي لمتجهين يكون **سالب** عندما تكون ($\cos 180 = -1$) ($\theta = 180$) في اتجاهين متعاكسين

(س) علل لما يأتي :

١ - **القوة كمية متجهه و لها دائما نفس اتجاه العجلة ؟**

لأن القوة تساوي حاصل ضرب الكتلة (مقدار) في العجلة (كمية متجهه) و دائما الكتلة كمية عددية موجبة .

٢ - **الشغل كمية عددية ؟**

لأنه عبارة عن حاصل الضرب العددي للقوة (متجه) في الإزاحة (متجه) .

٣ - **يسمى ضرب المتجهات بالضرب الاتجاهي،**

لأن ناتج الضرب كمية متجهة

٤ - **يسمى ضرب المتجهات بالضرب التقاطعي**

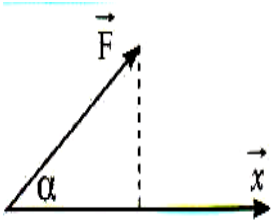
لأن رمز عملية الضرب المستخدمة فيه $\times$

أمثلة محلولة :

(١) إذا علمت أن الشغل يساوي حاصل الضرب القياسي لمتجه القوة في متجه الإزاحة .

استخدم ذلك في إيجاد الشغل الناتج عن قوة مقدارها 50 N تصنع زاوية 60° مع

متجه الإزاحة الذي أدى إلى إزاحة الجسم مسافة 10 m



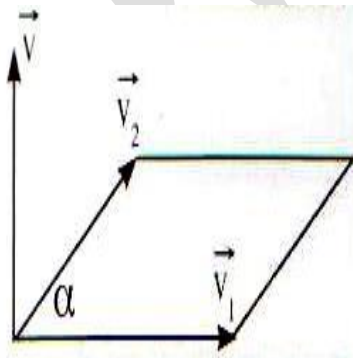
الحل

$$W = F \cdot X = F X \cos \theta = 50 \times 10 \times 0.5 = 250\text{ J}$$

ثانيا : الضرب الاتجاهي (التقاطعي) :

● ناتج هذا الضرب يكون متجه جديد $\vec{V}$ مقداره يساوي **مساحة متوازي الأضلاع** الناتج عن المتجهين .

● يمكن حساب مقدار المحصلة من القانون :



$$\vec{V} = \vec{V}_1 \times \vec{V}_2 = V_1 \times V_2 \times \sin \theta$$

● اتجاه المتجه الجديد $\vec{V}$ يكون عمودي على مستوى المتجهين $\vec{V}_1$ و $\vec{V}_2$

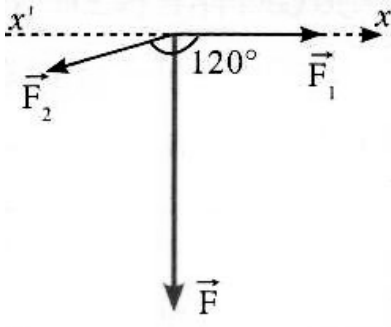
● نحدد اتجاهه حسب قاعدة اليد اليمنى حيث تدور الأصابع من المتجه الأول للمتجه الثاني عبر الزاوية الأصغر و يشير الإبهام إلى اتجاه المتجه الجديد الناتج .

- يشار لهذا النوع من الضرب بالعلامة (×) بين المتجهين.

ملاحظات هامة :

- (١) ناتج الضرب الاتجاهي لمتجهين يكون **أكبر ما يمكن** عندما تكون ($\theta = 90$) ($\sin 90 = 1$) أي يكونا **متعامدين**
- (٢) ناتج الضرب الاتجاهي لمتجهين يكون **صفر** عندما تكون ($\theta = 180$, 0) ($\sin 180$, 0 = 0) أي يكونا **على استقامة واحدة**.

أمثلة محلولة :



- (١) المتجهان F_1 مقدارهما 5 N و F_2 مقدارهما 4 N يحصران بينهما زاوية

مقدارها 120° كما بالشكل . احسب حاصل الضرب الاتجاهي للمتجهين .

الحل

$$\vec{F} = \vec{F}_1 \times \vec{F}_2 = F_1 \times F_2 \times \sin \theta$$

$$F = 5 \times 4 \times \sin 120 = 17.32 \text{ N}$$

نحدد اتجاه المحصلة بقاعدة اليد اليمنى فيكون اتجاه المحصلة إلى الأسفل وعمودي على مستوى المتجهين F_1 , F_2

- (٢) المتجهان $\vec{a}$, $\vec{b}$ مقدارهما 4 ، 3 وحدات على الترتيب احسب الزاوية المحصورة بينهما إذا كان حاصل ضربهم الاتجاهي يساوي : أ - صفر ب - 12 وحدة

الحل

$$A) \quad \vec{C} = \vec{a} \times \vec{b} = a b \sin \theta \implies 0 = 3 \times 4 \times \sin \theta$$

$$\sin \theta = 0 \implies \theta = 0 \text{ (في نفس الاتجاه) , } \theta = 180 \text{ (متعاكسين)}$$

$$B) \quad 12 = 3 \times 4 \times \sin \theta \implies \sin \theta = 1$$

$$\theta = 90 \text{ (متعامدين)}$$

اختر الإجابة الصحيحة و ضع أمامها علامة (√) :

- (١) قوتان متعامدتان ومقدارهما 8 N و 6 N فان محصلتهما بوحدة النيوتن تساوي :
☐ صفر ☐ 2 ☒ 10 ☐ 14

- (٢) يكون مقدار محصلة متجهين مساويا لمجموعهما إذا كان المتجهان :

- ☐ متعامدين ☐ متعاكسين . ☒ لهما نفس الاتجاه ☐ بينهما زاوية (30°)

أسئلة الدرس مع الإجابات

السؤال الأول: اختر الإجابة الصحيحة:

١. متجهان $\vec{A}$ و $\vec{B}$ مقداراهما (٥) و (٤) بالترتيب، وناتج ضربيهما القياسي يساوي (٢٠)، فإن الزاوية بين المتجهين تساوي بالدرجات:

☐ 180° ☐ 90° ☐ 45° ☒ 0°

$$\text{الحل } \vec{A} \cdot \vec{B} = AB \cos \theta \Rightarrow 20 = 5 \times 4 \times \cos \theta \Rightarrow \cos \theta = 1 \quad \theta = 0^\circ$$

٢. متجهان $\vec{A}$ و $\vec{B}$ مقداراهما (٥) و (٤) بالترتيب، والزاوية بينهما (٣٠°)، مقدار حاصل ضربيهما الاتجاهي بوحدة m^2 يساوي:

☐ 34.64 ☐ 17.32 ☒ 10 ☐ 10

$$\text{الحل } |A \times B| = AB \sin \theta = 5 \times 4 \times \sin 30^\circ = 20 \times 0.5 = 10 m^2$$

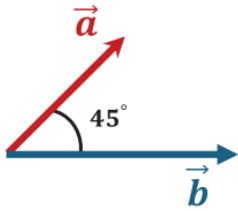
السؤال الثاني: أجب عن الأسئلة التالية:

1. ما مقدار الزاوية بين المتجهين $\vec{A}$ و $\vec{B}$ ، التي يتساوى عندها مقدار الضرب القياسي ومقدار الضرب الاتجاهي للمتجهين، أي أن:

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

$$\text{الحل } A B \cos \theta = A B \sin \theta \Rightarrow \cos \theta = \sin \theta \Rightarrow \theta = 45^\circ$$

في الشكل المقابل متجهان $\vec{A}$ و $\vec{B}$ في مستوى أفقي واحد منطبق على مستوى الصفحة، احسب :



أ. حاصل الضرب العددي ($\vec{A} \cdot \vec{B}$)

ب. حاصل الضرب الاتجاهي ($\vec{A} \times \vec{B}$) وحدد اتجاهه

ج. حاصل الضرب الاتجاهي ($\vec{B} \times \vec{A}$) وحدد اتجاهه

الحل:

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

$$A \times B = A B \sin \theta$$

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

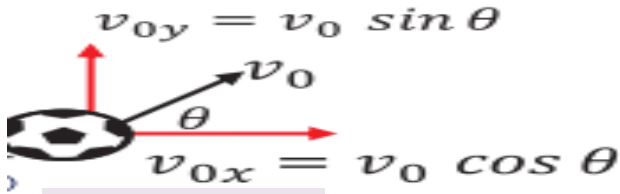
الاتجاه: خارج مستوى الصفحة (باستخدام قاعدة اليد اليمنى)

الاتجاه: داخل مستوى الصفحة (عكس الاتجاه السابق)

الدرس ٤-٣: حركة المقذوفات

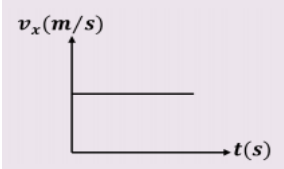
المقذوف أو القذيفة هو كل جسم يُطلق في الهواء تحت تأثير قوة الجاذبية الأرضية ومقاومة الاحتكاك بالهواء. وهي تعتبر من الأمثلة الهامة على الحركة بتسارع

- تتبع المقذوفات مساراً منحنياً على شكل **قطع مكافئ** عند إهمال مقاومة الهواء و لكن شكل المسار يتغير عند عدم إهمال مقاومة الهواء بسبب الاحتكاك مع الهواء .
- للمقذوف حركتين أحدها على المحور الأفقي (حركة أفقية) و الأخرى على المحور الرأسى (حركة رأسية) وهما غير مترابطتين ولكن متزامنتين تشكلان مساراً منحنياً لحركة المقذوف



المركبة الأفقية :

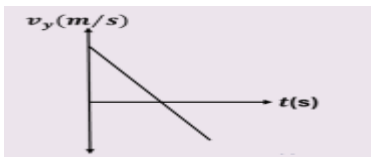
- لا تؤثر عليها قوة أفقية أو عجلة أفقية لذلك فإن **سرعة القذيفة الأفقية ثابتة أو منتظمة** .
- فتقطع مسافات متساوية خلال أزمنة متساوية



$$\Delta x = v_{0x} t = v_0 \cos \theta t$$

المركبة الرأسية : تتأثر المركبة الرأسية للسرعة (v_y) بقوة الجاذبية الأرضية (وزن القذيفة) و التي تؤدي

إلى حركتها **بتسارع منتظم** يساوي 9.8 m/s^2 يمثل تسارع الجاذبية الأرضية، حيث **يقل** مقدار هذه المركبة بانتظام في **مرحلة الصعود** حتى تصبح صفراً عند أقصى ارتفاع $v_y=0$ ، ثم **يتزايد** مقدارها بانتظام في **مرحلة النزول** حتى تصل إلى الهدف بنفس السرعة التي قذف فيها



$$v_y = v_0 \sin \theta + gt$$

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

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

- تشبه تماماً السقوط الحر لأسفل حيث يتأثر الجسم بقوة جاذبية الأرض في الاتجاه الرأسى . لذلك يتحرك الجسم **بعجلة** تؤدي إلى زيادة المسافة المقطوعة كل فترة زمنية .

أولاً : حركة المقذوفات في اتجاه أفقي :

(س) علل لما يأتي :

- (١) في حركة المقذوفات تكون سرعة القذيفة الأفقية ثابتة أو منتظمة ؟
 ← لأن الحركة الأفقية للقذيفة لا تؤثر عليها قوة أفقية أو عجلة أفقية تغير من سرعتها .

(٢) في حركة المقذوفات تكون سرعة القذيفة الرأسية غير منتظمة ؟
 لأن الحركة الرأسية للقذيفة تتأثر بقوة جاذبية الأرض فتتحرك تحت تأثير عجلة الجاذبية الأرضية .

القوانين المستخدمة :

(١) في الحركة الرأسية للمقذوف تستخدم معادلات الحركة في خط مستقيم بسرعة منتظمة و بسرعة ابتدائية صفر .

$$y = 1/2 g t^2$$

$$V = g t$$

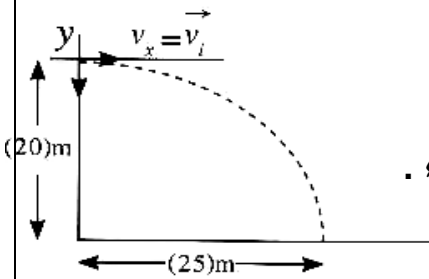
$$V^2 = 2 g y$$

(٢) في الحركة الأفقية للمقذوف تستخدم علاقة السرعة المنتظمة الثابتة (مع إهمال مقاومة المقاومة) .

$$\Delta x = V \Delta t$$

حركة القذيفة : هي حركة مركبة من حركة **منتظمة السرعة** على المحور **الأفقي** و حركة **منتظمة العجلة** على المحور **الرأسي**

مثال محلولة :



رمي جسم من ارتفاع (20)m عن سطح الأرض و بسرعة أفقية V . احسب مقدار السرعة الأفقية علما بأن إزاحة الكرة الأفقية تساوي (25) m مع إهمال مقاومة الهواء .

الحل

$$\Delta x = 25 \text{ m} , \quad \Delta y = 20 \text{ m}$$

عند إهمال مقاومة الهواء تكون السرعة الأفقية منتظمة

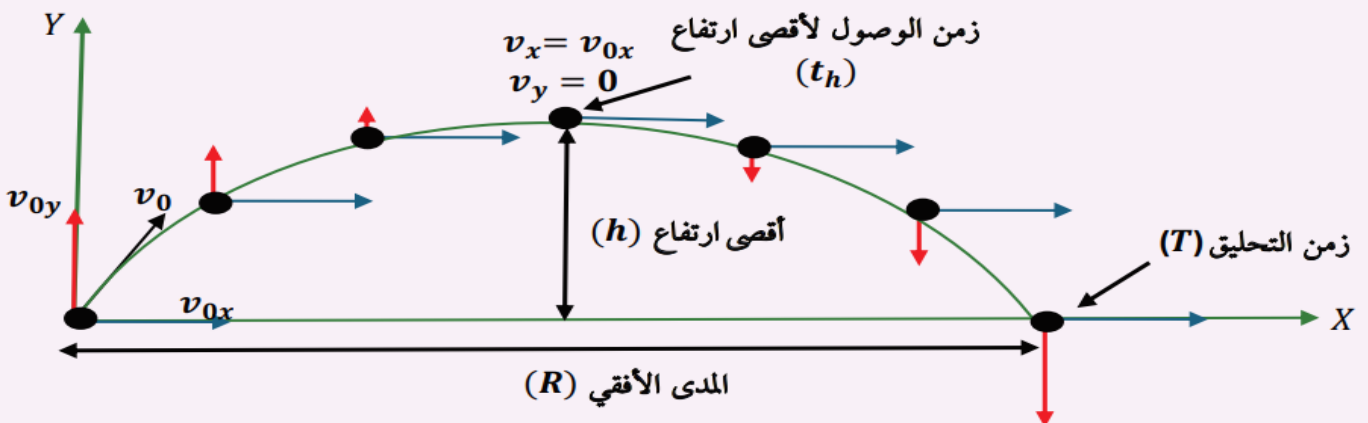
$$\Delta X = V_x \Delta t = V t$$

$$\Delta y = 1/2 g t^2 \rightarrow 20 = 5 t^2 \rightarrow t = (2) \text{ s} \quad \text{بم أن الحركة على المحور الرأسي منتظمة}$$

$$25 = V \times 2 \rightarrow V = 25 / 2 = 12.5 \text{ m/s} \quad \text{بالتعويض في معادلة الحركة الأفقية}$$

النتيجة مقبولة .

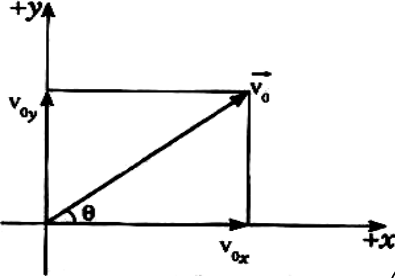
حركة المقذوفات بزاوية θ



- نأخذ جسم كتلته m قذف من النقطة (0) بزاوية قذف (θ) مع المحور الأفقي بسرعة ابتدائية (V_o)

- عند تحليل متجه السرعة نجد أن ($V_{oy} = V_o \sin \theta$, $V_{ox} = V_o \cos \theta$)

- القوة الوحيدة المؤثرة على الجسم هي الجاذبية الأرضية (الوزن) واتجاهها رأسياً إلى أسفل .



- من قانون نيوتن الثاني $F = m a = m g$ نجد أن مركبة عجلة الجاذبية في الاتجاه الرأسى ($-g$) وفي الاتجاه الأفقي (صفر) (سرعة منتظمة) .

- نستخدم القوانين التالية في الحركة الأفقية :

$$X = V_{ox} t = V_o \cos \theta \times t$$

$$V_x = V_{ox} = V_o \cos \theta$$

(٢) المركبة الرأسية :

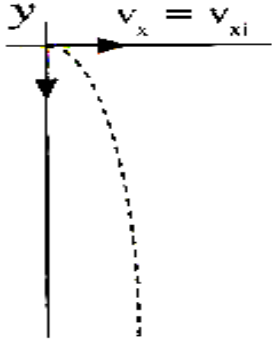
- يمكن استخدام معادلات الحركة بعجلة منتظمة تناقصية كما يلي :

$$y = V_o \sin \theta \times t - \frac{1}{2} g t^2$$

$$V_y = V_o \sin \theta - g t$$

$$V_y^2 = (V_o \sin \theta)^2 - 2 g y$$

ملاحظات هامة :



- (١) يتغير مسار القذيفة بتغير زاوية الإطلاق θ بالنسبة لمحور السينات الأفقي .
- (٢) إذا كانت زاوية الإطلاق $\theta = 90^\circ$ يصبح مسار القذيفة **خطاً رأسياً** مستقيماً فقط .
- (٣) إذا كانت **زاوية الإطلاق (صفر)** فيكون شكل المسار **نصف قطع مكافئ** كما بالشكل .
- (٤) زمن صعود القذيفة لأعلى = زمن هبوط القذيفة إلى الأسفل .
- (٥) عجلة الجاذبية الأرضية تكون سالبة أثناء الصعود و موجبة أثناء الهبوط لأسفل .

أقصى ارتفاع (h_{max}) :

- عند أقصى ارتفاع تكون مركبة سرعة القذيفة الرأسية V_y تساوي صفر .
- إذا زمن الوصول إلى أقصى ارتفاع هو $t_h = V_o \sin \theta \div g$

$$h_{max} = \frac{V_o^2 \sin^2 \theta}{2g}$$

سرعة الجسم عند الذروة :

- المقصود بالذروة هو وصول الجسم إلى أقصى ارتفاع أي $V_y = 0$.
- **سرعة الجسم** عند ذروة المسار = **المركبة الأفقية** لسرعة الجسم ($V_x = V_o \cos \theta$)

- المركبة الرأسية لسرعة الجسم عند الذروة تساوي صفر .

زمن التحليق او زمن الوصول للهدف :

- هو الزمن اللازم لكي تصل القذيفة إلى الهدف . و يساوي ضعف زمن الصعود لأعلى نقطة (الذروة) .
- هو الوقت الذي يقضيه الجسم أثناء حمل الهواء له أثناء القذف (القفز) . وهو يساوي مجموع زمني الصعود والهبوط بما أن زمن الصعود للذروة هو

$$T = 2t_h$$

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

المدى :

- هو المسافة الأفقية التي تقطعها القذيفة بين نقطة الإطلاق ونقطة الوصول على الخط الأفقي المار بنقطة الإطلاق
- عندما تصل القذيفة إلى أقصى ارتفاع تكون قد قطعت نصف المدى و الزمن اللازم لذلك هو نصف زمن المدى .
- زمن المدى = زمن التحليق = ضعف زمن الوصول إلى أقصى ارتفاع
- بالتعويض في معادلة الحركة على المحور الأفقي نصل إلى :

$$R = T \times v_0 \cos \theta$$

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

(س) علل لما يأتي :

- (١) مسار حركة القذيفة يكون على شكل قطع مكافئ ؟

← لأن حركة القذيفة تنتج من حركتين في نفس الوقت هما حركة أفقية بسرعة منتظمة و حركة رأسية بعجلة منتظمة

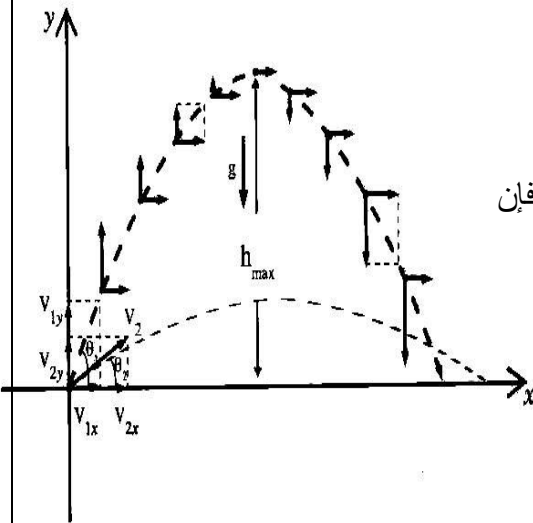
- (٢) أقصى مدى أفقي يصل إليه المقذوف عندما تكون زاوية القذف ($\theta = 45^\circ$)

← لأن المدى الأفقي يحسب من العلاقة $R = \frac{V_0^2 \sin 2\theta}{g}$ و حيث أن ($\sin 2\theta = 1$) فنحصل على أكبر مدى .

العلاقة بين زاوية الإطلاق و المدى و أقصى ارتفاع :

- عند إطلاق قذيفتين بسرعة ابتدائية متساوية . لكن بزوايتي إطلاق مختلفتين فإن المدى و أقصى ارتفاع يختلف كما يلي :

زاوية الإطلاق	مركبة السرعة الرأسية V_y	مركبة السرعة الأفقية V_x	الارتفاع	المدى
(θ_1) كبيرة	أكبر	أقل	أكبر	أقل
(θ_2) صغيرة	أقل	أكبر	أقل	أكبر



ملاحظات مهمة

١. المدى الأفقي للزاويتين (θ) و $(90^\circ - \theta)$ متساويان.
٢. أقصى مدى أفقي عند زاوية (45°)
٣. الحركة الأفقية والرأسية مستقلتان عن بعضهما البعض.
٤. زمن التحليق يعتمد على المركبة الرأسية للسرعة فقط.

سؤال هام :

- ماذا يحدث عند إطلاق قذيفتين بزاويتي قذف مجموعهم (90°) مثل ($\theta_2 = 30^\circ$, $\theta_1 = 60^\circ$) و بنفس سرعة الإطلاق في الحالتين التاليتين :
- (١) عند إهمال مقاومة الهواء (٢) عند عدم إهمال مقاومة الهواء

الحل

- (١) عند إهمال مقاومة الهواء :

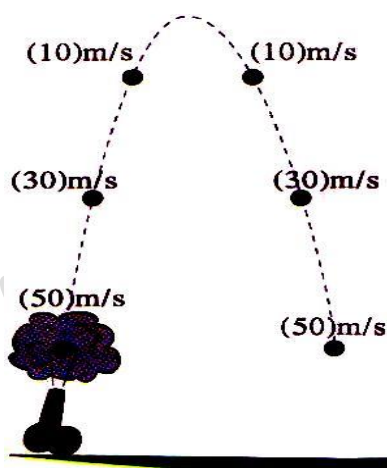
الزاوية الصغيرة 30°	الزاوية الكبيرة 60°	وجه المقارنة
نفـس المـدى		المـدى
نفـس السـرعة		سرعة القذف
أقل	أكبر	زمن التحليق

- (٢) عند عدم إهمال مقاومة الهواء :

- يتناقص مدى القذيفة و يصبح المسار قطع مكافئ غير حقيقي .

ملاحظات هامة جدا :

- (١) عند إهمال مقاومة مع الهواء :



- زمن الوصول إلى أقصى ارتفاع يساوي زمن الهبوط من أقصى ارتفاع إلى الأرض

- أقصى مدى أفقى للقذيفة يحدث عندما تكون زاوية القذف 45° .

- سرعة إطلاق القذيفة من سطح الأرض تساوي سرعة اصطدامها بالأرض .**

- عندما يقذف الجسم بزاوية 45° فإنه يصل إلى الهدف و يصطدم بالأرض

بزاوية (-45°) مع محور الإسناد .

- سرعة الجسم أثناء الصعود تساوي سرعة الجسم أثناء الهبوط عند نفس الارتفاع

کما بالرسم .

- (٢) عند عدم إهمال مقاومة الهواء :**

- تصل القذيفة إلى ارتفاع أقل .

- تختلف سرعة اصطدام القذيفة بالأرض عن سرعة إطلاقها .

(س) علل لما يأتي :

(١) سرعة الجسم أثناء الصعود أو الهبوط متساوية عند نفس الارتفاع عند إهمال مقاومة الهواء ؟

- لأن عجلة التباطؤ لأعلى تساوي عجلة التسارع لأسفل .

(٢) زمن صعود الجسم المقذوف لأعلى نقطة يساوي زمن سقوطه إلى سطح الأرض عند إهمال مقاومة الهواء ؟

- لأن السرعة التي تفقدتها القذيفة أثناء الصعود تساوي السرعة التي تكتسبها أثناء السقوط .

رفعت فوهة مدفع وضع على الأرض بزاوية 50° على المستوى الأفقي لتطلق قذيفة بسرعة متجهة ابتدائية بمقدار 75 m/s فإذا علمت أن مقاومة الهواء مهملة وتسارع الجاذبية الأرضية تساوي 9.8 m/s² احسب

١ - زمن أقصى ارتفاع للقذيفة ٢ - زمن التحليق .

$$١. \text{زمن أقصى ارتفاع: } t_h = \frac{v_0 \sin \theta}{g} = \frac{75 \sin 50}{9.8} = 5.86 \text{ s}$$

$$٢. \text{زمن التحليق: } T = 2 \times 5.86 = 11.72 \text{ s}$$

ركل لاعب كرة من الأرض بسرعة متجهة ابتدائية مقداره 50 m/s في اتجاه يميل على الأفق بزاوية 30° فإذا علمت أن مقاومة الهواء مهملة و تسارع الجاذبية الأرضية يساوي 9.8 m/s² ، احسب

١ . المسافة الأفقية بعد مرور 2s من الزمن.

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

٢ . المدى الأفقي.

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

أسئلة الدرس مع الإجابات

السؤال الأول: اختر الإجابة الصحيحة:

١ . أقصى مدى يكون للقذيفة عندما تُقذف بزاوية مقدارها:

30° ☐

45° ☒

60° ☐

90° ☐

٢ . إذا قُذفت كرة بزاوية (٢٠°) مع الأفقي، فإن الزاوية التي يجب أن تُقذف بها كرة أخرى بنفس السرعة لتقطع نفس الإزاحة الأفقية (المدى) تساوي:

30° ☐

70° ☒

40° ☐

90° ☐