



الفيزياء

الصف العاشر

الفصل الدراسي الأول



كتاب الطالب
المرحلة الثانوية



الفيزياء

كتاب الطالب

الصف العاشر - الفصل الدراسي الأول

فريق تأليف كتاب الفيزياء للصف العاشر - المرحلة الثانوية

أ. دلال سعد مسعود المسعود (مشرفاً)

أ. عنود محمد يوسف الكندري (رئيساً)

أ. عهد ناصر محمد الخالدي أ. فاطمة أحمد رجب أشكناني

د. وليد سالم محمد العنزي أ. آمنة عبدالله إبراهيم حسين

الطبعة الأولى

١٤٤٨ هـ

٢٠٢٦ - ٢٠٢٧ م

الطبعة الأولى: ٢٠٢٦ / ٢٠٢٧ م

متابعة وتنسيق



أ. حافظ ناجي ابراهيم البحراني

المراجعة اللغوية



أ. عائشة الخالدي

أ. وسمية عجلان

أ. إلهام القطان

تصميم وإخراج



أ. خيرية محمد علي الصايغ

مطبعة دار السياسية

أودع في مكتبة الكويت الوطنية - ردمك : 978-9921-33-127-1

أودع في مكتبة وزارة التربية تحت رقم (٥٠٩) بتاريخ ٩ / ٨ / ٢٠٢٦ م





حضرة صاحب السمو الشيخ مشعل أحمد الجابر الصباح
أمير دولة الكويت

H.H. Sheikh Meshal AL-Ahmad AL-Jaber AL-Sabah
Amir Of The State Of Kuwait



سَمُو الشَّيْخِ صَبَّاحٍ كَهَّالٍ الْحَمَّادِ السَّابَّاحِ
وَلِيِّ عَهْدٍ دَوْلَةِ الْكُوَيْتِ

H. H. Sheikh Sabah Khaled Al-Hamad Al-Sabah
Crown Prince Of The State Of Kuwait

المحتوى

Motion	١٣	الوحدة الأولى: الحركة
From My Homeland	١٦	من وطني
Physics	١٩	الفصل الأول : علم الفيزياء
Physics		الدرس [1-1] علم الفيزياء
Physical Quantities	٢٨	الدرس [2-1] : الكميات الفيزيائية
One-Dimensional Motion	٣٥	الفصل الثاني : الحركة في بُعد واحد
Scalar And Vector Physical Quantities	٣٦	الدرس [1-2] : الكميات الفيزيائية العددية والمتجهة

المحتوى

Equation Of Uniformly Acceleration Motion	٤٧	الدرس [2-2]: معادلات الحركة المتسارعة بانتظام في خط مستقيم
Free Fall	٦٢	الدرس [2-3]: السقوط الحُر
Two-Dimensional Motion	٧٣	الفصل الثالث: الحركة في بُعدين
Properties of Vectors	٧٤	الدرس [3-1]: خصائص المتجهات
Vector Addition and Resolution	٨١	الدرس [3-2]: جمع المتجهات وتحليلها
Vector Multiplication	٩٣	الدرس [3-3]: ضرب المتجهات
Projectile Motion	١٠٠	الدرس [3-4]: حركة المقذوفات
Sustainable Development	١١٢	بيئة بلادي بأمان
Unit Review Questions	١١٥	أسئلة مراجعة الوحدة
References	١٢٧	قائمة المراجع

المقدمة

أبناءنا المتعلمين والمتعلّّات،،

أنتم الآن في عالم الفيزياء الرائع، تخلق فوقكم قوانين الطاقة التي يسير بها الكون. يمكنكم استكشاف عالمنا المشوق باتباع المتجهات، ولكن خذوا حذركم من تجاوز السرعة فإنكم بذلك قد تكونون في خطر، وتوخوا الحذر أيضاً من السقوط الحر إلى فضاء العلوم اللانهائي.

من خلال دراستكم لقوانين عالمنا الفيزيائي ستتعلمون حل المشكلات الفيزيائية بالطريقة العلمية الإبداعية، وبذلك ستكونون قد حققتم الهدف السامي لوزارة التربية في دولة الكويت الحبيبة بإعداد جيل مبتكر يمتلك مهارات التحليل والتفكير الإبداعي، و يستخدم تلك المهارات بذكاء في صنع الاستدامة الوطنية ومواكبة الثورة التكنولوجية.

في كل فصل ستجدون تجارب عملية مشوقة، ومسائل تفكيرية تعينكم على الفهم العميق للظواهر الطبيعية، وأنشطة تحفزكم على ربط النظريات الفيزيائية بحياتكم اليومية وابتكارات المستقبل. قد يكون كتابنا هذا بداية جميلة لولادة مستكشفين ومبدعين قادرين و بهمةٍ على نهضة وإعمار وطننا الغالي.

انطلقوا بثقة، فالفيزياء مفتاح أسرار الكون!

المؤلفون

الوحدة الأولى : الحركة Motion





الحركة Motion

الوحدة الأولى

Physics

One-Dimensional Motion

Two-Dimensional Motion

الفصل الأول : علم الفيزياء

الفصل الثاني : الحركة في بُعد واحد

الفصل الثالث : الحركة في بُعدين



كويت سات - ١ طموح يعانق السماء

نجحت الكويت في حجز مقعدٍ لها بين النجوم! هل أخبرك كيف حصل ذلك؟

الفيزياء ليست مجرد معادلات وقوانين كما يظن البعض!

فهي القوة الداعمة التي مكنت سواعد شباب الكويت من إطلاق «كويت سات ١»، أول قمر اصطناعي كويتي في المدار الفضائي للأرض وبكل فخرٍ.

فلا شيء مستحيل بالفيزياء (لغة الكون)، فبالعلم والإرادة وبسواعد أبناء الوطن الأوفياء تحقق هذا الحلم.

منتج كويتي من العيار الثقيل

بدعم من مؤسسة الكويت للتقدم العلمي وبسواعد شباب جامعة الكويت، انطلق قمر «كويت سات-١» في مطلع عام ٢٠٢٣، ليكون عيناً للكويت من الفضاء.

فهو ثمرة إبداع فيزيائيين ومهندسين كويتيين ألهمتهم الفيزياء واقتنعوا بإمكانية امتلاك المستقبل بتطبيق قوانين الفيزياء التي سترها في هذا الكتاب، وربما تود تطبيقها مستقبلاً كما فعلوا هم!



كويت سات - ١ طموح يعانق السماء



من المفاهيم التي كانت حاضرة في هذا الانجاز:

- دقة القياس: الدقة المتناهية التي صُممت بها أجهزة القمر الاصطناعي.
- مفهوم الحركة: المسارات المحسوبة التي سلكها الصاروخ ليضع القمر في مساره الصحيح .
- لغة الأرقام: البيانات والصور التي يرسلها القمر ويقوم المختصون بدراستها، لحماية بيئتنا و لتطوير أبحاثنا.

هذه المفاهيم موجودة بالكتاب الذي بين يديك، و دراستك لمفاهيم الفيزياء الجميلة اليوم هي الخطوة الأولى لتصبح أنت بعقلك العبقرى من سيني، أو يقود، أو يقوم بالصيانة الدورية لـ « كويت سات-٢ » أو ما بعده.

فمجد وطنك بانتظارك لتخط وترسم طريقك نحوه بإنجازك العلمي، حاملاً علم وطنك الغالي إلى أعلى مدى من الإبداع.

« بالفيزياء نفهم العالم .. وبالإرادة نرفع اسم الكويت عالياً »



الفصل الأول: علم الفيزياء

Physics

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

إِنَّا كُلَّ شَيْءٍ خَلَقْنَاهُ بِقَدَرٍ ﴿٤٩﴾

(سورة القمر: ٤٩)

[1-1] الدرس الأول: علم الفيزياء

Physics

[2-1] الدرس الثاني: الكميات الفيزيائية

Physical Quantities

ماذا سأتعلم؟

- مفهوم علم الفيزياء.
- مجالات علم الفيزياء.
- تكامل الفيزياء مع الفروع الأخرى للعلوم الطبيعية.

كيف سأتعلم؟

- أتعرف على علم الفيزياء.
- أصنّف مجالات علم الفيزياء الرئيسية والفرعية.
- استكشف دور علم الفيزياء في تطور العلوم الأخرى.

فكر !!

كيف تساهم الفيزياء
وأدواتها في فهم نظام
الكون ومكوناته؟



الأدوات والتقنيات المعقدة التي تستخدمها يوميًا، ابتداءً من وسيلة النقل التي تقلّك، 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.

في هذه المرحلة أنت لا تقرأ كتابًا مدرسيًا فحسب، بل «إطارًا تفسيريًا للكون» يمدّدك بالأدوات التي تحتاجها لتجيب عن تساؤلات تلامس حياتك اليومية، وأخرى تخص الظواهر الطبيعية من حولك.

اكتشف بنفسك (١) ..



الشكل (١)

الصورة على اليسار التقطها تلسكوب هابل، تُظهر منطقة نشطة لتشكل النجوم داخل سحابة ماجلان الصغرى، تأملها ثم اكتب ثلاثة أسئلة تتبادر إلى ذهنك.

-
-
-

أنت الآن تمارس أولى مهارات الفيزيائي، فالتساؤل هو مفتاح اكتشاف القوانين التي تحكم الكون.

العلم يبدأ بسؤال، أين تجد الإجابة؟

لماذا يهطل المطر؟ لماذا السماء زرقاء؟ لماذا تنجذب الأشياء نحو مركز الأرض دائماً؟ ما الذي يجعل الطائرة ترتفع في السماء رغم كتلتها الكبيرة؟ هل يمكن لجسيم متناهي الصغر أن يتواجد في مكانين في نفس الوقت؟ الإجابة عن هذه التساؤلات توصل إليها العلماء من خلال دراسة علم الفيزياء، فعلم الفيزياء فرعٌ من فروع العلوم الطبيعية يختص بدراسة المادة والطاقة والعلاقة بينهما، ويهدف علم الفيزياء إلى تفسير الظواهر الكونية والتنبؤ بها بدقة من خلال استنباط القوانين الرياضية، كما يسهم في بناء الأساس العلمي للعديد من التقنيات الحديثة التي نستخدمها في حياتنا.

أين ترى الفيزياء؟

تأمل الصور في الشكل (٢)، لاحظ أجهزة التصوير الطبي في المستشفيات، توربينات الرياح، والأقمار الصناعية وألواح الطاقة الشمسية، ناقش زملاءك أين تكمن الفيزياء فيها؟ يعمل الفيزيائيون في مجالات واسعة ومتنوعة تسهم في تقدم المجتمع وتطوره، فهم يشاركون في مجالات الهندسة والطب والتقنية والبحث العلمي. مما يجعل دراسة الفيزياء بوابةً لفرص مهنية متعددة تخدم الإنسان وتُسهم في بناء مستقبل أفضل له.



الشكل (٢)

الفيزياء والرياضيات : لغة التنبؤ.



اكتشف بنفسك (٢) ..

ناقش زملاءك .

لماذا يصعب عليك وصف جمال منظر غروب الشمس بدقة،
بينما يسهل عليك الوصف الدقيق لسرعة سيارة تتحرك في
مضمار سباق؟

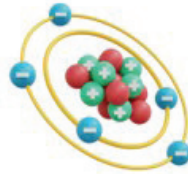
ترتبط الفيزياء ارتباطاً وثيقاً بعلم الرياضيات، إذ تُعدّ الرياضيات اللغة التي تُعبّر بها الفيزياء عن قوانينها ومفاهيمها من أجل وصف أكثر دقة للظواهر باستخدام الأرقام والعلاقات الرياضية. فلا تكتفي الفيزياء بوصف الظواهر بل تسعى لبناء نماذج رياضية تمنحنا القدرة على التنبؤ بالمستقبل. كالقدرة على تحديد وقت وصول مسبار فضائي إلى هدفه بدقة متناهية.

مجالات علم الفيزياء :

في نهايات القرن التاسع عشر، كانت المجتمعات المتقدمة تعمل بدقة غير مسبوقة؛ فالقطارات البخارية تشق الأرض، السفن تعبر المحيطات، والمصابيح الكهربائية تضيء الشوارع. كل هذا بجهود علماء الفيزياء من أمثال نيوتن وماكسويل. في ذلك الوقت، ساد اعتقاد بين العلماء بأنهم وضعوا « كتيب التعليمات الكامل للكون ». لقد ظنوا أن الفيزياء قد وصلت لأوجها. وأن كل ما يمكن أن تضيفه الأبحاث هو مزيد من الدقة فقط. استمر الوضع على هذا النحو حتى واجه علماء الفيزياء معضلتين:



لماذا سرعة الضوء ثابتة دائماً مهما
كانت حركة المصدر ؟



لماذا لا تسقط الالكترونات
داخل النواة على الرغم من قوة
التجاذب ... بينهما؟

ومع مطلع القرن العشرين، واجه العلماء أزمة حقيقية في تفسير استقرار البنية الذرية، ليكتشفوا أن الكون أغرب بكثير مما تخيله العلماء السابقين .

ومن هنا قُسمت الفيزياء إلى مجالين رئيسيين :

١ - الفيزياء الكلاسيكية:

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. ويعتمد هذا الفرع بشكل أساسي على قوانين نيوتن للحركة والجاذبية، ومعادلات ماكسويل الكهرومغناطيسية. التي تعتبر أن الكون يعمل بآلية محددة ودقيقة يمكن التنبؤ بها بدقة مطلقة من خلال معرفة متغيراتها.

٢ - الفيزياء الحديثة:

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. تعتمد الفيزياء الحديثة على نظريتين أساسيتين: 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.

اكتشف بنفسك (٣) ..

كمهندس تعمل في مركز الكويت الوطني لأبحاث الفضاء (Kuwait-NSRC)، عليك اختيار المجال الفيزيائي المناسب لدراسة المشاريع التالية. انتبه! اختيارك يحدد مدى نجاح المهمة.



المشروع رقم (٣)

تصميم معالج ذكي

الكتلة : كتلة ذرية
السرعة : عادية

حدّد مجال الفيزياء المناسب:

- ☐ الفيزياء الكلاسيكية
☐ الفيزياء الحديثة



المشروع رقم (٢)

دراسة الثقب الأسود M87

الكتلة : كتلة هائلة
السرعة : فائقة

حدّد مجال الفيزياء المناسب:

- ☐ الفيزياء الكلاسيكية
☐ الفيزياء الحديثة



المشروع رقم (١)

هبوط مسبار فضائي على القمر

الكتلة : كتلة كبيرة
السرعة : عادية

حدّد مجال الفيزياء المناسب:

- ☐ الفيزياء الكلاسيكية
☐ الفيزياء الحديثة

ولكل من هذين المجالين الرئيسيين مجالات فرعية اهتم الفيزيائيون بدراستها :

أولاً : مجالات الفيزياء الكلاسيكية:

● الميكانيكا

Mechanics

تُعنى بدراسة حركة الأجسام والقوى المؤثرة عليها، وتفسر قوانينها ظواهر متنوعة تبدأ من سقوط التفاحة وصولاً إلى حركة الكواكب في مداراتها، وتُعد الأساس في تصميم جميع وسائل النقل والمنشآت الهندسية.



الشكل (٣)

● الديناميكا الحرارية

Thermodynamics

تُركز على دراسة الحرارة كشكل من أشكال الطاقة وتحولاتها المختلفة، وتبحث في كيفية انتقال الطاقة بين الأنظمة، وهي العلم الذي تقوم عليه صناعة المحركات (الحرارية) وأنظمة التبريد وتكييف الهواء.



الشكل (٤)

● الكهرومغناطيسية

Electromagnetism

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.



الشكل (٥)

● البصريات والموجات

Optics & Waves

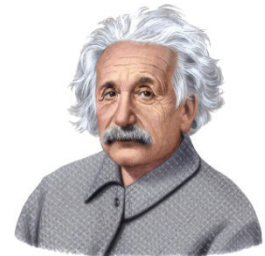
يختص هذا المجال بدراسة طبيعة الأمواج، كالأمواف الكهرومغناطيسية مثل الضوء وظواهره، والأمواج الميكانيكية مثل الصوت وانتشاره في الأوساط المادية.



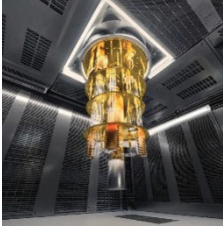
الشكل (٦)

" انظر بعمق إلى الطبيعة ، وبعد ذلك سوف تفهم كل شيء
بشكل أفضل . "

ألبرت أينشتاين



ثانيًا : مجالات الفيزياء الحديثة:



الشكل (٧) الكمبيوتر الكمي

Quantum Mechanics

● ميكانيكا الكم

تختص بدراسة سلوك المادة والطاقة على المستوى الذري ودون الذري، وتفترض أن الطاقة توجد في حزم منفصلة، وهي العلم المسؤول عن ثورة الإلكترونيات وتطوير المعالجات الحاسوبية وأجهزة الليزر باعتبار الضوء طاقة كمية.

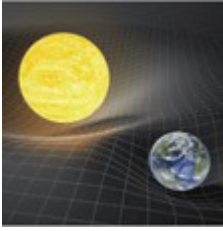


الشكل (٨) الذرة

Atomic&Nuclear Physics

● الفيزياء الذرية والنوية

تهدف الفيزياء الذرية إلى فهم تركيب الغلاف الإلكتروني للذرة، بينما تركز الفيزياء النووية على دراسة مكونات النواة والقوى التي تربطها، وتطبيقاتها واسعة تبدأ من توليد الطاقة في المفاعلات النووية وصولاً إلى استخدام النظائر المشعة في التشخيص والعلاج الطبي.



الشكل (٩) نسيج الزمكان

Relativity

● الفيزياء النسبية

تهتم بدراسة الأجسام التي تتحرك بسرعات هائلة تقترب من سرعة الضوء، وتفسر العلاقة بين الزمان والمكان والجاذبية، ومن أهم تطبيقاتها العملية ضمان دقة عمل أنظمة تحديد المواقع العالمية GPS .

هذه بعض المجالات التي اختصت بها الفيزياء ومازال العلم يتسع ليمتد من الذرة إلى المجرة، ومن العالم الذي يُرى إلى العالم المجهول والذي لا ندركه بالحواس، تتنوع مجالاته وتتداخل مع العلوم الأخرى كافة لتُساهم في التطور العلمي وإيجاد تقنيات تساعد في نمو المعرفة وتطبيقاتها.

ولما كان فهم الكون يبدأ بفهم كيفية حركة الأجسام من حولنا، فمجال الميكانيكا في الفيزياء هو الأساس الذي بدأ منه علم الفيزياء ، ومن هنا سننطلق في دراسة الفيزياء للصف العاشر.

الفيزياء و العلوم الأخرى..

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.

كن باحثاً علمياً واختر أحد هذه العلوم، وفكّر: كيف أحدث مفهوم أو اكتشاف معين في الفيزياء ثورة في ذلك العلم؟ شارك زملاءك أكثر ما أثار دهشتك في بحثك.

تحقق مما تعلمت ..

١- فكّر في ثلاثة أسئلة تراودك حول الظواهر الطبيعية من حولك. فكّر: هل يمكن أن تحصل على إجابة عنها في أحد مجالات الفيزياء؟ اكتب الأسئلة وحدد المجال الفيزيائي الذي يجب عليها .

السؤال	مجال الفيزياء الذي يجب عليه

٢- ارسم خريطة مفاهيم توضح فيها مفهوم علم الفيزياء والمجالات الأساسية والفرعية التي يدرسها ، مع توضيح مثال تطبيقي لكل منها.

إضاءة فيزيائية ..

كيف تعمل أجهزة الكائنات الحية ؟

هل تعلم كيف تنتقل الإشارات العصبية من دماغك إلى أطرافك بسرعة فائقة تصل إلى عشرات الأمتار في الثانية الواحدة؟ وكيف يضخ قلبك الدم بقوة تكفي للدوران في جسدك كاملاً؟ الإجابة تكمن في الفيزياء الحيوية.

يُعد هذا المجال أحد أكثر الفروع إثارة، حيث يطبق الفيزيائيون قوانين المادة والطاقة لفهم كيفية عمل الكائنات الحية. فنحن لا ننظر إلى الجسد كمجرد أعضاء، بل كمنظومة فيزيائية حيوية متكاملة.

إن الفيزياء الحيوية تثبت لنا أن قوانين الفيزياء لا تحكم النجوم والآلات فحسب، بل هي المحرك الأساسي لكل نبضة قلب وكل فكرة تخطر ببالك.



أنت الفيزيائي

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

م	العبارة	المصطلح
١	فرعٌ من فروع العلوم الطبيعية يختص بدراسة المادة والطاقة والعلاقة بينهما.	

السؤال الثاني: أكمل العبارات التالية بما تراه مناسباً علمياً :

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

السؤال الثالث: قارن بين كل مما يلي :

وجه المقارنة	الفيزياء الكلاسيكية	الفيزياء الحديثة
طبيعة الأجسام التي يدرسها هذا المجال (الكتلة - السرعة)		
عدد مجالين من المجالات الفرعية لهذا المجال		

ماذا سأتعلم؟

- الكميات الفيزيائية وأنواعها.
- وحدات القياس.
- معادلة الأبعاد.

كيف سأتعلم؟

- أتعرف على الكمية الفيزيائية.
- أصنّف الكميات الفيزيائية إلى أساسية ومشتقة.
- أحدد وحدات القياس المناسبة لكل كمية فيزيائية.
- أستخدم التفكير الرياضي للتحويل بين وحدات القياس.
- أستنتج معادلات الأبعاد للكميات المختلفة.



كيف يتفق العلماء في مختلف أنحاء العالم على قياس شيء واحد على الرغم من اختلاف لغاتهم وثقافتهم؟ إن السريكمين في لغة الفيزياء الموحدة؛ فأن تكون فيزيائياً يعني أنك تمتلك القدرة الفائقة على وصف الظواهر الكونية بدقة متناهية، مما يتيح لك التواصل مع مجتمع العلماء العالمي بلغة الأرقام والمعايير لتبادل المعرفة وبناء الحضارة. ولكي نصل إلى هذه الدقة الاحترافية، يجب علينا أولاً التمييز بوضوح بين الكميات الفيزيائية المختلفة التي يختص هذا العلم بدراستها، وفهم الكيفية التي تمكننا من قياسها بدقة وتحديد عناصر وصفها.

فكر !!

ماذا يدرس علم الفيزياء؟

اكتشف بنفسك (١) ..

هل تستطيع أن تحدد قيمة عددية للصفات التالية ؟ ضع علامة (✓) في المربع، أمام الصفة التي يمكنك تحديد قيمة عددية لها :



زمن الحصة الدراسية

☐


شغفك في دراسة الفيزياء

☐


طول الكتاب المدرسي

☐


مدى حبك لأخيكَ

☐

بعض الصفات يمكن التعبير عنها برقم ، لأنها قابلة للقياس بدقة، وبعض الصفات يصعب قياسها بدقة. تهتم الفيزياء بدراسة تلك الصفات القابلة للقياس، وتسمى الكميات الفيزيائية. الكمية الفيزيائية هي صفة قابلة للقياس ويعبر عنها برقم وغالبًا بوحدة قياس.

كميات فيزيائية عديمة الوحدة ! Unitless Quantities

ليس لكل الكميات الفيزيائية وحدات قياس، فبعض الكميات ليس لها وحدة قياس وتُسمى كميات فيزيائية عديمة الوحدة وهي قيم عددية تصف علاقة نسبة بين كميتين فيزيائيتين من النوع نفسه. حيث إن الوحدات تلغي بعضها في عملية القسمة، ويكون الناتج رقمًا مجردًا. مثال: النسب المئوية، وكفاءة الانكسار، النسب المثلثية، وكفاءة الآلات.

فكّر !!

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 !! والكتلتان بينهما اختلاف كبير في المقدار.

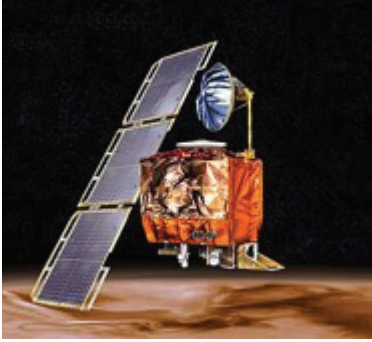
تتنوع وحدات القياس للكمية الفيزيائية الواحدة، فمثلاً يمكن تمييز مقدار الطول بوحدات مختلفة مثل: المتر، الذراع، أو القدم. ما هي الوحدات التي يمكن استخدامها لتمييز مقدار الزمن؟

International System of Units (SI)

النظام الدولي للوحدات

في عام ١٩٩٩م، أطلقت وكالة ناسا الفضائية مسبارًا فضائيًا نحو المريخ، بعد رحلة استمرت شهرًا، وعند وصول المسبار إلى المريخ، وبدلاً من أن يدور حوله... انفجر واختفى تمامًا!

هل يمكنك أن تتخيل السبب؟ المهندسون في الشركة المصنعة اعتمدوا في الحسابات على نظام وحدات قياس يختلف عن النظام الذي يستخدمه المهندسون في وكالة ناسا. هذا الاختلاف البسيط في تمييز وحدة القياس أدى إلى خطأ في تقدير الحسابات، وتحول المسبار إلى حطام.



الشكل (١٠) مسبار مارس كلايمنت أوربتر

من أجل تجنب مثل هذه الأخطاء يجب على العلماء والمهندسين الوعي بنظام القياس في الحسابات. من أهم الأنظمة التي يُعتمد 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:

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

الجدول (١)

يمتاز النظام الدولي للوحدات بعدة خصائص جعلته النظام الأكثر اعتمادًا في مجالات البحث العلمي، لعل من أهمها أنه النظام المعتمد لدى معظم الدول في العالم. كما أنه يعتمد على النظام العشري الذي يسهل إمكانية التحويل بين الوحدات، والتعبير عن الكميات الفيزيائية بشكل أكثر دقة.

فالكميات الفيزيائية يمكن أن تكون :



الشكل (١٢)

صغيرة جدًا

مثل المسافة بين الذرات في
المادة، تقدر بحوالي

(0.000000001 m)



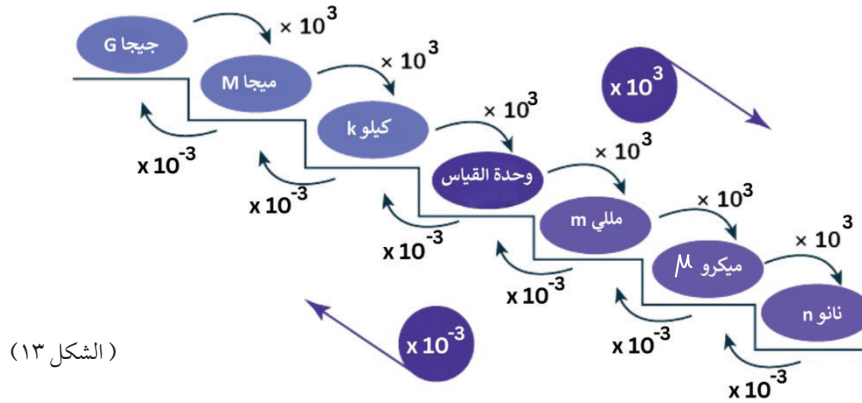
الشكل (١١)

كبيرة جدًا

مثل المسافة بين النجوم،
تقدر بحوالي

(100,000,000,000,000 m)

ونظراً لصعوبة قراءة هذه الأعداد، يفضل التعبير عنها وكتابتها بدلالة الرقم (10) مرفوع لأس معين فتكون المسافة في المثال السابق (الشكل ١١) بين النجوم ($1 \times 10^{14} m$)، و(الشكل ١٢) بين الذرات في المادة ($1 \times 10^{-9} m$). هذا الإجراء يسهل العمليات الحسابية و وصف الكميات الفيزيائية بدقة أكبر. يوضح الشكل التالي بعض الأجزاء في النظام الدولي ورموزها، بالإضافة إلى علاقتها بوحدة القياس:



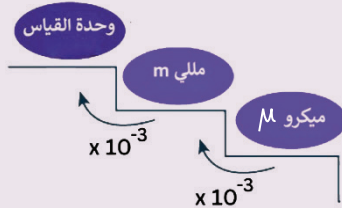
(الشكل ١٣)

مثال (١):

تم قياس سمك ورقة باستخدام الميكرومتر، فكانت القراءة $4.56 \mu m$ ، كم يكون سمك الورقة بوحدة المتر m ؟

الحل:

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



اكتشف بنفسك (٢) ..

احسب قيم الكميات الفيزيائية التالية بالوحدة الدولية :

- | | |
|---------------------|---------------------------------|
| ● $34 cm$ | ● $2 Gm$ |
| ● $1.45 km$ | ● 5 كيلو متر |
| ● $740 \mu m$ | ● $250 mm$ |
| ● $22.5 cm^2$ | ● 600 نانو جرام |

معادلة الأبعاد للكمية الفيزيائية :

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

الكمية الفيزيائية	معادلة الأبعاد
الطول	$[L]$
الكتلة	$[M]$
الزمن	$[T]$

الجدول (٢)

تعتبر معادلة الأبعاد ذات أهمية في دراسة الفيزياء لأنها :

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

لاحظ :

الجدول التالي يبين معادلات الأبعاد لكميات فيزيائية أخرى:

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

درست سابقاً العلاقة الرياضية لحساب السرعة :

$$\text{السرعة} = \frac{\text{الطول } l}{\text{الزمن } t}$$

معادلة أبعاد السرعة هي : $\left[\frac{L}{T} \right]$

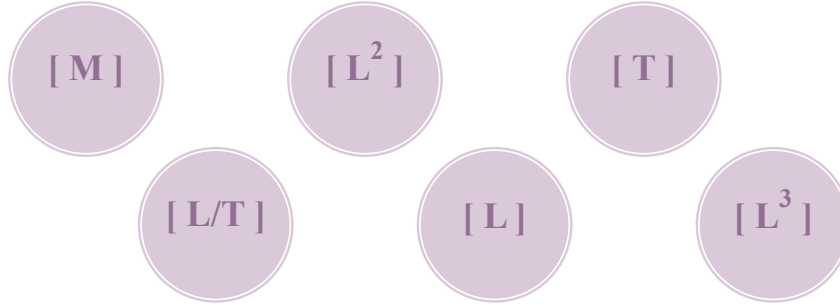
ولأن وحدة قياس المسافة هي المتر m ، ووحدة قياس الزمن هي الثانية s ، تكون وحدة قياس السرعة m/s

اكتشف بنفسك (٣) ..

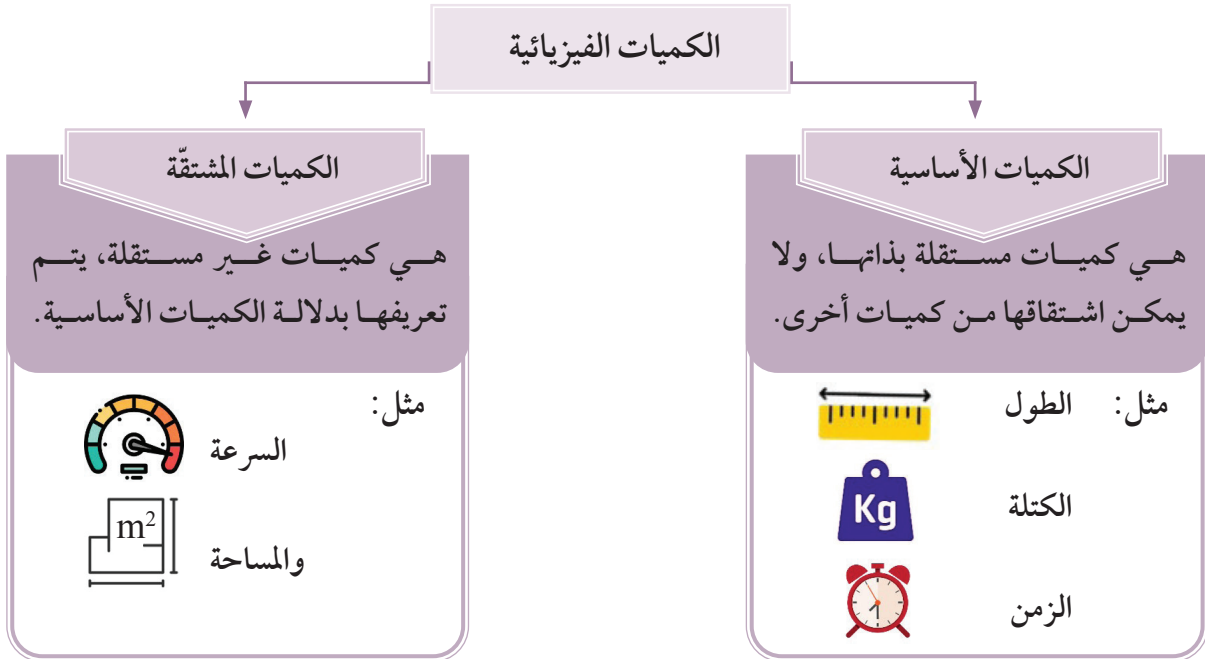
هل يمكنك استنتاج معادلة أبعاد المساحة ووحدة قياسها ؟ وماذا عن الحجم ؟ ابدأ من العلاقة الرياضية لحساب كل منهما .

اكتشف بنفسك (٤) ..

لاحظ معادلات الأبعاد للكميات الفيزيائية التي درستها . هل تستطيع أن تصنفها إلى مجموعتين؟ وما المعيار الذي اعتمدت عليه في التصنيف؟



صنف علماء الفيزياء الكميات الفيزيائية وفق معيار الاستقلالية إلى مجموعتين :



تحقق مما تعلمت ..

١ - تتحرك سيارة بسرعة 80 km/h ، احسب سرعة السيارة بالوحدة الدولية.

٢ - القوة كمية فيزيائية مشتقة، إذا علمت أن العلاقة الرياضية لحساب القوة وفق القانون الثاني لنيوتن هي $F=ma$ ، حيث أن F ترمز إلى القوة و m ترمز إلى الكتلة و a ترمز إلى التسارع. هل تستطيع استنتاج معادلة الأبعاد للقوة؟ ماذا عن وحدة قياسها؟

إضاءة فيزيائية ..

السنة الضوئية

تُعد السنة الضوئية أحد أكثر المفاهيم إثارة في الفيزياء والفلك، وهي ليست وحدة قياس للزمن كما يوحي اسمها، بل هي وحدة هائلة جداً لقياس المسافة، تُستخدم لترجمة الأبعاد الشاسعة في الكون.

إذ تعادل المسافة التي يقطعها الضوء في الفراغ خلال سنة أرضية واحدة. وبما أن الضوء هو أسرع شيء في الكون (إذ ينطلق بسرعة تقارب 300 ألف كيلومتر في الثانية الواحدة)؛ فإن المسافة التي يقطعها الضوء في سنة تصل إلى حوالي 9.46 تريليون كيلومتر.



فعندما نريد أن نعبر عن بعد أقرب نجم إلى الأرض و الذي يعادل بوحدة الكيلو متر 40,000,000,000,000 نستطيع أن نقول أنه يبعد عن الأرض مسافة 4.2 سنة ضوئية.

احسب!

إذا كان الضوء يستغرق 8.3 دقائق ليصلنا من الشمس، فكَمْ تبعد الشمس عنّا بالوحدة الدولية؟

أنت الفيزيائي

السؤال الأول: ضع بين القوسين علامة (✓) أمام العبارة الصحيحة وعلامة (X) أمام العبارة غير الصحيحة فيما يلي:

١- تعتبر الكتلة من الكميات الفيزيائية الأساسية.

()

٢- وحدة قياس الطول في النظام الدولي

للوحدات هي الكيلوجرام. ()

السؤال الثاني: عدد ما يلي :

١- أهمية النظام الدولي للوحدات.

.....○

.....○

٢- أهمية دراسة معادلة الأبعاد في الفيزياء.

.....○

.....○

السؤال الثالث: قارن بين كل مما يلي:

وجه المقارنة	الكميات الأساسية	الكميات المشتقة
مثال		

الفصل الثاني: الحركة في بُعد واحد

One-Dimensional Motion

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

وَالشَّمْسُ تَجْرِي لِمُسْتَقَرٍّ لَهَا ذَلِكَ تَقْدِيرُ
الْعَزِيزِ الْعَلِيمِ

(سورة يس : ٣٨)

[1-2] الدرس الأول: الكميات الفيزيائية العددية والمتجهة

Scalar And Vector Physical Quantities

[2-2] الدرس الثاني: معادلات الحركة المتسارعة بانتظام

Equations Of Uniformly Acceleration Motion

[3-2] الدرس الثالث: السقوط الحر

Free Fall

ماذا سأتعلم؟

- مفهوم الحركة وأنواعها.
- الفرق بين الكميات العددية والمتجهة.
- تمثيل الحركة باستخدام نماذج بيانية ورياضية.
- مفهوم التسارع.

كيف سأتعلم؟

- أعرّف الحركة وأعدد أنواعها.
- أصنّف الكميات الفيزيائية وفق معيار الحاجة للتعبير عنها باتجاه.
- أقارن بين المسافة والإزاحة.
- أستخدم التفكير الرياضي للتمييز بين السرعة العددية والمتجهة.
- أعرّف التسارع.

فكّر !!

ما الحركة؟
كيف نصفها بدقة؟



هل تعلم أن كوكب الأرض يتحرك حول نفسه (حركة محورية) بسرعة تفوق 1600 km/h . تخيل هذه السرعة!! مع ذلك أنت الآن تقرأ بهدوء تام! فلماذا لا نشعر بكل هذه الحركة؟

ماذا لو توقفت الأرض فجأة؟ أو سكنت الرياح؟ أو توقفت الإلكترونات عن الحركة؟

كيف سيبدو الكون حينها؟ هل سيبقى كما هو.. أم كل شيء سيتغير؟
الحركة ليست مجرد انتقال مكاني بل هي نبض الكون وأساس وجوده.

اكتشف بنفسك (١) ..



ضع كتاباً فوق الطاولة.
اطلب من صديقك أن يُغمض عينيه.
غيّر موضع الكتاب وضعه تحت الطاولة.
اطلب من صديقك أن يصف ما حدث للكتاب.
هل لاحظ أنك حرّكت الكتاب؟ ما هي الحركة؟

تُعرّف الحركة في الفيزياء بأنها تغيّر موضع الجسم بالنسبة إلى جسم آخر يُسمى الجسم المرجعي. يُستخدم الجسم المرجعي لمقارنة موقع جسم بالنسبة له، لتحديد ما إذا كان قد غيّر موضعه أم لا. فإذا تغير البعد بين الجسم وهذا الجسم المرجعي، يكون الجسم قد تحرك.

وتنقسم الحركة بشكل أساسي إلى نوعين:

١- الحركة الانتقالية وهي التي ينتقل فيها الجسم بين نقطتين (بداية ونهاية)، سواء في خط مستقيم أفقي كان أم رأسي مثل حركة السيارات في الشوارع المستقيمة الشكل (١)، أو في مسار منحنى مثل حركة المقذوفات الشكل (٢).



الشكل (٢)

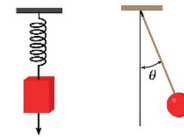


الشكل (١)

٢- الحركة الدورية وهي الحركة التي تُكرّر نفسها في فترات زمنية مُنتظمة، وتشمل الحركة الاهتزازية مثل حركة البندول والنابض الشكل (٣)، والحركة الدائرية كحركة دوران القمر حول الأرض الشكل (٤).



الشكل (٤)



الشكل (٣)

اكتشف بنفسك (٢) ..

كيف سيتأثر الكتاب على الطاولة اذا ما أثرت عليه بقوة مقدارها 5 نيوتن؟



لاحظ!

يصعب عليك تحديد أثر القوة بدون معرفة اتجاهها.

الآن ، كيف سيتأثر الكتاب إذا ما أثرت عليه بقوة 5 نيوتن باتجاه اليمين؟



سيتحرك الكتاب باتجاه اليمين .

● لنعرف أثر القوة من المهم أن تحدد اتجاهها .

إذاً وفق معيار الحاجة إلى تحديد الاتجاه لوصف الكمية وصفًا تامًا، تُصنّف الكميات الفيزيائية إلى مجموعتين :



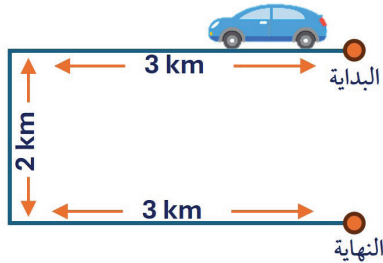
هل تستطيع أن تفكر بأمثلة أخرى للكميات العددية والمتجهة ؟

هل الطول كمية عددية أم متجهة ؟

Displacement And Distance

المسافة و الإزاحة

اكتشف بنفسك (٣) ..

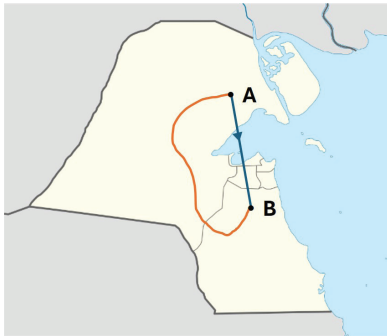


تحركت سيارة وفق المسار المبين في الشكل التالي:

- حدد طول المسار الكلي الذي قطعتة السيارة.

- حدد أقصر بُعد بين نقطة البداية و النهاية.

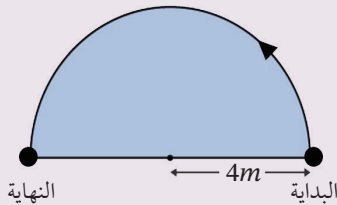
- بأي اتجاه يجب أن تتحرك السيارة لتقطع أقصر بُعد مستقيم بين نقطة البداية والنهاية؟



يسمى الفيزيائيون طول المسار الكلي المقطوع بالمسافة (d)، ووحدة قياسها المتر وهي كمية عددية. في الشكل المقابل تمثل المسافة المسار البرتقالي بين النقطتين A و B.

أما أقصر بُعد مستقيم بين نقطة البداية والنهاية يسمى الإزاحة ($\Delta \vec{x}$)، وتمثل بالمسار الأزرق على الخريطة المقابلة. تُحدد دائمًا باتجاه من نقطة البداية إلى نقطة النهاية، لذلك هي كمية متجهة، ووحدة قياسها المتر.

مثال (١):



حدد المسافة والإزاحة في المسار التالي ،

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

الحل:

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

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

باتجاه الغرب

Speed And Velocity

السرعة العددية والسرعة المتجهة

السرعة العددية (v) هي المسافة المقطوعة خلال وحدة الزمن. ويمكن حسابها من العلاقة الرياضية التالية:

$$\text{السرعة العددية } (v) = \frac{\text{المسافة } (d)}{\text{الزمن } (t)}$$

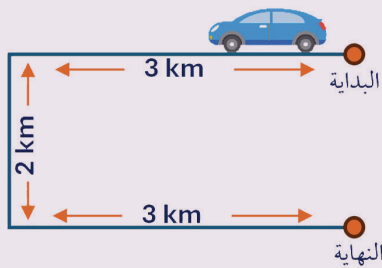
وحدة قياسها m/s ، وهي كمية عددية.

أما السرعة المتجهة ($\vec{v}$) فتُعرَّف بأنها تغير متجه الإزاحة خلال وحدة الزمن. وبالتالي يمكن حسابها من العلاقة الرياضية التالية:

$$\text{السرعة المتجهة } (\vec{v}) = \frac{\text{الإزاحة } (\Delta \vec{x})}{\text{الزمن } (t)}$$

وحدة قياسها m/s ، وهي كمية متجهة.

مثال (٢):



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

الحل:

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

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

يمكن أن يتساوى مقدار السرعة العددية مع مقدار السرعة المتجهة إذا كانت الحركة في خط مستقيم وفي اتجاه واحد.



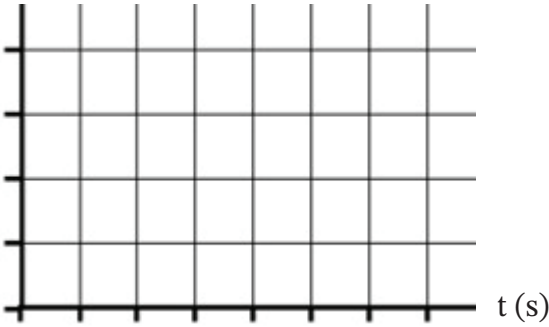
اكتشف بنفسك (٤) ..

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

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

$x (m)$

هل تستطيع تمثيل البيانات الموجودة في الجدول على المنحنى (الإزاحة - الزمن) ؟



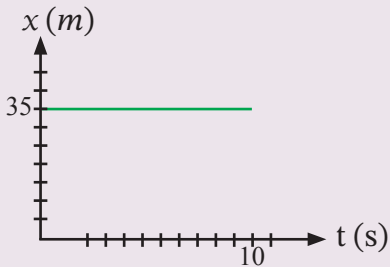
● صف الحركة :

هل السيارة تتحرك بسرعة ثابتة أم متغيرة؟

احسب ميل المنحنى . ماذا يمثل ؟

عندما يتحرك الجسم في خط مستقيم وفي اتجاه واحد ويقطع مسافات متساوية خلال أزمنة متساوية ،
توصف سرعته بالسرعة المنتظمة ، وتكون سرعته ثابتة مقدارًا واتجاهًا .

مثال (٣) :



ما ميل المنحنى البياني (الإزاحة-الزمن) المقابل؟ صف الحركة

الحل:

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

ميل المنحنى يساوي صفر ويمثل مقدار السرعة، مما يدل على أن الجسم ساكن لا يتحرك.

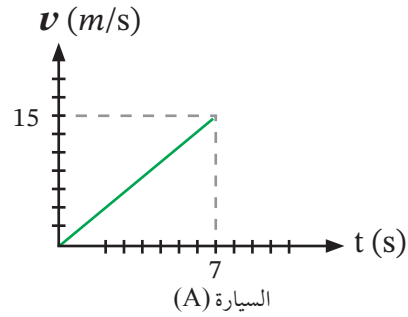
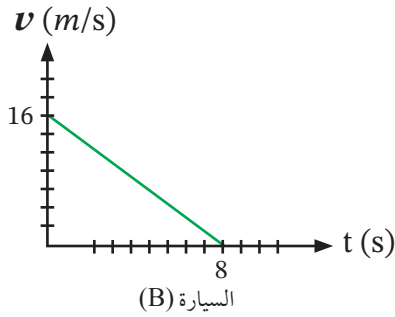
Acceleration

التسارع

لا تتحرك جميع الأجسام بسرعة منتظمة، فأحياناً تزداد السرعة وأحياناً أخرى تتناقص، اهتم علماء الفيزياء بدراسة التغير في متجه السرعة (مقداراً واتجاهاً) من أجل وصف دقيق للحركة.

اكتشف بنفسك (٥) ..

التمثيل البياني التالي يمثل حركة سيارتين A و B :



من ملاحظتك للبيانات في المنحنيين:

- صف حركة كل من السيارتين A و B .

- احسب ميل المنحنى لكل سيارة . قارن بين القيم ، ماذا تلاحظ؟

تسمى الحركة التي يتغير فيها متجه السرعة بمعدل منتظم سواءً بالزيادة أو بالنقصان بالحركة المتسارعة بانتظام. و المعدل الزمني للتغير في متجه السرعة يُسمى تسارع. يرمز له بالرمز $\vec{a}$ ، يمكن حساب التسارع من المعادلة التالية :

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

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

حيث إن v_0 هي السرعة الابتدائية للجسم ، v هي السرعة النهائية و t الزمن المستغرق. وحدة قياسها m/s^2 ، وهي كمية متجهة.

مثال (٤) :

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 .

الحل:

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

مثال (٥) :

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

الحل:

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

عندما تتغير السرعة بالزيادة، تكون قيمة السرعة النهائية أكبر من السرعة الابتدائية، فتكون قيمة التسارع موجبة، أما عندما تتغير السرعة بالنقصان، تكون قيمة السرعة النهائية أصغر من السرعة الابتدائية، فتكون قيمة التسارع سالبة، وعندما تتساوى قيم السرعة النهائية والابتدائية يكون التسارع يساوي صفرًا حيث أن الجسم يتحرك بسرعة منتظمة (ثابتة).

التسارع	موجب	صفر	سالب
العلاقة بين v و v_0	$v > v_0$	$v = v_0$	$v < v_0$
التغير في السرعة	السرعة تزايد	السرعة ثابتة	السرعة تناقص

الجدول (١)

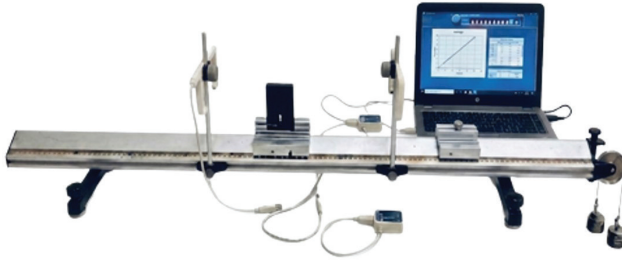
في المسار الدائري حتى مع ثبات مقدار سرعة الجسم أحيانًا إلا إن التغير في اتجاه السرعة يجعل الحركة متسارعة. حيث أن التسارع هو التغير في متجه السرعة سواء في مقدارها أو اتجاهها أو كلاهما معًا.



نشاط عملي (١) : قياس تسارع جسم ما :

تحتاج إلى الأدوات التالية:

مضمار هوائي، عربة، بوابتان ضوئيتان ، خيط، بكرة، كتله، جهاز حاسوب.



الشكل (٦)

قبل إجراء النشاط:

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

تذكر المعادلة التالية

لحساب تسارع جسم ما .

خطوات إجراء النشاط :

- ١- ثبّت المضمار الهوائي أفقيًا وشغّل مضخة الهواء.
- ٢- ضع البوابتين الضوئيتين واطرك بينهما مسافة مناسبة.
- ٣- ضع العربة على المضمار، واربطها بخيط يمر فوق البكرة.
- ٤- علّق كتلة صغيرة في طرف الخيط، وزن هذه الكتلة يمثل القوة التي تسبب التسارع ($\vec{F} = m\vec{g}$).
- ٥- اترك العربة تتحرك ، وسجّل السرعة عند البوابة الأولى والبوابة الثانية والزمن الكلي للحركة.
- ٦- احسب مقدار التسارع للعربة من العلاقة الرياضية ($\vec{a} = \frac{v - v_0}{\Delta t}$).
- ٧- كرر التجربة ثلاث مرات، لحساب التسارع.

النتائج :

التكرار	v_0 (m/s)	v (m/s)	Δt (s)	$\vec{a}$ (m/s ²)
١				
٢				
٣				
المتوسط الحسابي لمقدار التسارع				

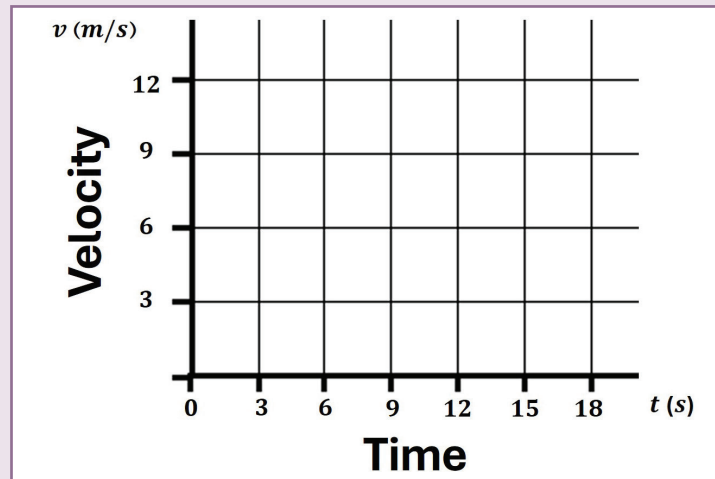
الاستنتاج :

تحقق مما تعلمت ..

- انطلق راكب على دراجة هوائية بدءاً من السكون، تغيرت سرعتها حتى وصلت وجهتها فتوقفت، كما في الجدول التالي:

0	12	12	12	12	6	0	السرعة m/s
18	15	12	9	6	3	0	الزمن s

- ارسم المنحنى البياني لحركة الدراجة الهوائية (السرعة - الزمن) مستخدماً البيانات في الجدول :



- صف حركة الدراجة الهوائية على طول المسار.

- احسب التسارع خلال الفترة الزمنية من (0s-6s).

- احسب التسارع خلال الفترة الزمنية من (6s-15s).

- احسب التسارع خلال الفترة الزمنية من (15s-18s).

إضاءة فيزيائية ..

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 بشيء، ولكن لحظة التغير المفاجئ في السرعة هي مَكمن الخطر!



لذلك عمل مصممو السيارات على تطوير أنظمة الحماية، بهدف تقليل مخاطر التسارع الكبير، فالهدف هو جعل التوقف يحدث خلال زمن أطول، وبهذا يقلل التسارع مما يقلل من شدة قوة الصدمة.

لهذا تُستخدم الوسائد الهوائية في السيارات، فهي تزيد من زمن التوقف عند التصادم، فتساعد على إبطاء حركة الراكب تدريجياً، مما يحميه من الإصابات الشديدة.

أنت الفيزيائي

السؤال الأول: ضع علامة (✓) في المربع الواقع أمام أنسب إجابة لكل من العبارات التالية:

١ - أحد هذه الكميات الفيزيائية يعتبر كمية عددية:

☐ القوة ☐ المسافة ☐ الإزاحة ☐ التسارع

٢ - تحركت كرة بسرعة 10 m/s حتى أوقفها اللاعب بعد مرور نصف ثانية، فإن التسارع المنتظم

الذي تحركت به بوحدة m/s^2 تساوي :

☐ 20 ☐ -20 ☐ 5 ☐ -5

السؤال الثاني: علل لما يأتي تعليلاً علمياً سليماً:

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

.....



ماذا سأتعلم ؟

- المعادلات الثلاث للحركة المتسارعة بانتظام في خط مستقيم.
- العلاقات البيانية المختلفة.

كيف سأتعلم ؟

- أتعرّف على المعادلات الثلاث للحركة المتسارعة بانتظام في خط مستقيم وصيغها الرياضية.
- أختار المعادلة المناسبة لحل المسائل الحسابية بناءً على المعطيات المتاحة.
- أفسّر العلاقات البيانية المختلفة.

فكر !!

كيف يتنبأ الفيزيائيون
بنواتج الحركة ؟

عندما تنظر إلى سيارة تنطلق من السكون إلى سرعة عالية، أو طائرة تتأهب للإقلاع، أو حتى متسابق يقلل من سرعته حتى يتوقف؛ فأنت لا تشاهد مجرد حركة عشوائية، بل تشاهد نظامًا فيزيائيًا دقيقًا.

فإذا تحرك الجسم بتسارع منتظم (ثابت) في خط مستقيم، فإن الفيزياء تقدم لنا قوانين رياضية دقيقة، « معادلات الحركة المتسارعة بانتظام في خط مستقيم ».

هذه المعادلات ليست مجرد رموز، بل قوانين يستخدمها المهندسون، وخبراء الأرصاد، وحتى شرطة المرور لوصف الحركة بدقة متناهية.

لو كنتَ شرطي مرور في الإدارة العامة للمرور، ووصلتَ إلى موقع حادث تصادم على شارع الخليج العربي. فوجدت آثار إطارات سوداء ممتدة على الطريق بطول $m(50)$. السائق يدّعي أنه كان يلتزم بالسرعة القانونية $km/h(80)$.



هل تستطيع من خلال قياس طول هذه الآثار فقط، وبدون وجود كاميرات مرور، أن تحدد سرعة السائق قبل لحظة الضغط على المكابح؟ للتأكد من صحة ادعائه؟



الحركة المتسارعة بانتظام في خط مستقيم

Uniformly Accelerated motion

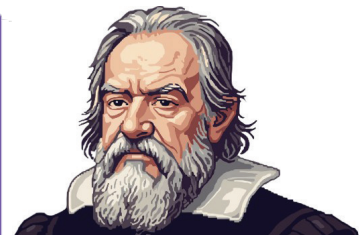
لكي تتمكن من حل هذا اللغز وكشف الحقيقة خلف آثار الإطارات، يتعين عليك امتلاك أدوات رياضية دقيقة. هذه الأدوات هي معادلات الحركة المتسارعة بانتظام في خط مستقيم؛ وهي صيغ رياضية تمكننا من دراسة وحساب الكميات الفيزيائية الخاصة بالحركة عندما يتحرك الجسم بتسارع ثابت (منتظم) في خط مستقيم وفي اتجاه واحد. هذه المعادلات تربط بين خمس كميات فيزيائية للحركة.

الإزاحة	Δx	المسافة المقطوعة في خط مستقيم وفي اتجاه واحد.
السرعة الابتدائية	v_0	السرعة في بداية الحركة.
السرعة النهائية	v	سرعة الجسم في نهاية الحركة.
التسارع	a	تغير متجه السرعة خلال وحدة الزمن.
الزمن	t	الفترة الزمنية التي يستغرقها الجسم في الحركة.

الجدول (٢)

"الرياضيات هي اللغة الأساسية لفهم الكون".

غاليليو غاليلي



ترتبط الكميات الفيزيائية الخمسة السابقة في ثلاث معادلات لدراسة الحركة المتسارعة بانتظام في خط مستقيم باتجاه واحد، كما في الجدول التالي :

رقم المعادلة	الصيغة الرياضية	متى تُستخدم؟
الأولى	$v = v_0 + at$	عندما لا تملك معلومة عن الإزاحة (Δx) ، ولا تحتاج إلى حسابها.
الثانية	$\Delta x = v_0 t + \frac{1}{2} at^2$	عندما لا تملك معلومة عن السرعة النهائية (v) ، ولا تحتاج إلى حسابها.
الثالثة	$v^2 = v_0^2 + 2a(\Delta x)$	عندما لا تملك معلومة عن الزمن (t) ، ولا تحتاج حسابها.

الجدول (٣)

تذكر حادث السير الذي تُحقق فيه ، ما هي المعادلة الأنسب لحساب سرعة السائق؟



مثال (١) :

تسير شاحنة 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:

الخطوة ١ : ابدأ بكتابة ما تعرفه ثم ما تريد معرفته.

$v_0 = 22.2 \text{ m/s}$	السرعة الابتدائية
$a = - 2 \text{ m/s}^2$	التسارع
$t = 8 \text{ s}$	الزمن
$v = ?$	السرعة النهائية

الخطوة ٢ : اختر المعادلة المناسبة لك وابدأ بالحل.

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

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

اكتشف بنفسك (١) ..

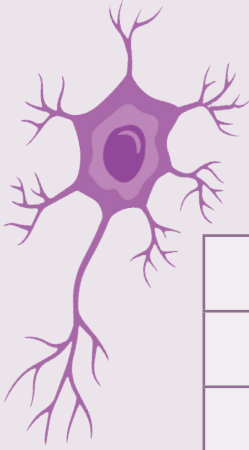


تسير حافلة مدرسية بسرعة m/s (20) ، وبتسارع m/s^2 (1.5).
ما هي سرعة الحافلة بعد مرور زمن قدره s (6) ؟

.....

.....

مثال (٢) :



افتراض أن سرعة النبضة العصبية في جسم الإنسان ثابتة و تساوي m/s (100) ،
ما الزمن اللازم لكي تنتقل النبضة العصبية من القدم إلى دماغ رجل يبلغ طوله m (1.7).

الحل:

الخطوة ١ : ابدأ بكتابة ما تعرفه ثم ما تريد معرفته.

$v_0 = 100 \text{ m/s}$	السرعة الابتدائية
$a = 0 \text{ m/s}^2$	التسارع
$\Delta x = 1.7 \text{ m}$	الإزاحة
$t = ?$	الزمن

الخطوة ٢ : اختر المعادلة المناسبة لك وابدأ بالحل.

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

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

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

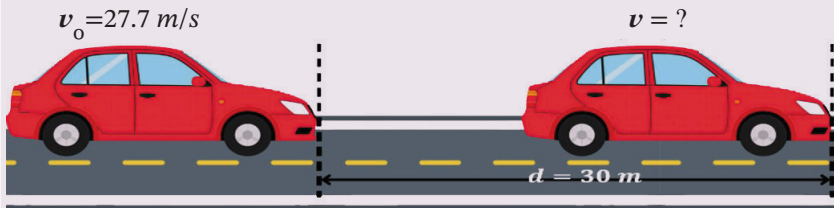
اكتشف بنفسك (٢) ..

بدأ فارس العداء في سباق الجري الركض تدريجياً بتسارع منتظم مقداره 4 m/s^2 ، ما هي المسافة التي قطعها بعد مرور 5 s من بداية السباق؟



مثال (٣) :

تسير السيارة المينة أمامك على طريق مستقيم ابتداءً من سرعة 27.7 m/s ، وتسارع 2 m/s^2 لمسافة 30 m . ما هي السرعة النهائية للسيارة بعد قطع تلك المسافة ؟



الحل :

الخطوة ١ : ابدأ بكتابة ما تعرفه ثم ما تريد معرفته.

$v_0 = 27.7 \text{ m/s}$	السرعة الابتدائية
$a = 2 \text{ m/s}^2$	التسارع
$\Delta x = 30 \text{ m}$	الإزاحة
$v = ?$	السرعة النهائية

الخطوة ٢ : اختر المعادلة المناسبة لك وابدأ بالحل.

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

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

$$v = \sqrt{887.29} \text{ m/s} \longrightarrow v = 29.78 \text{ m/s}$$

اكتشف بنفسك (٣) ..



تتحرك سيارة بسرعة v ، ثم ضغط سائقها على المكابح فبدأت سرعتها بالتناقص المنتظم حتى توقفت بعد أن قطعت مسافة مقدارها Δx ، كم ستكون المسافة التي ستقطعها السيارة للتوقف بدلالة Δx إذا بدأت السيارة بسرعة ابتدائية للسيارة $2v$ ؟

.....

.....

التمثيل البياني لمعادلات الحركة المتسارعة بانتظام :

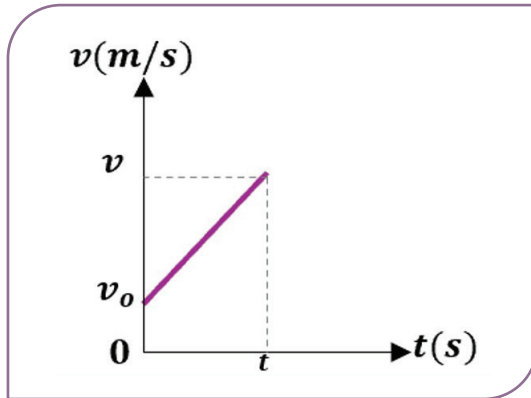
حركة الأجسام المتسارعة بانتظام يمكن قراءتها وفهمها من خلال الرسومات البيانية التي تعطينا فهمًا أعمق للعلاقة بين الكميات الفيزيائية.

أولاً: العلاقة بين (السرعة والزمن)

يمكن تمثيل حركة جسم متسارع بانتظام حسب المعادلة الأولى $v = v_0 + at$ بيانياً كالتالي:

إذا بدأ الحركة بسرعة لا تساوي صفر

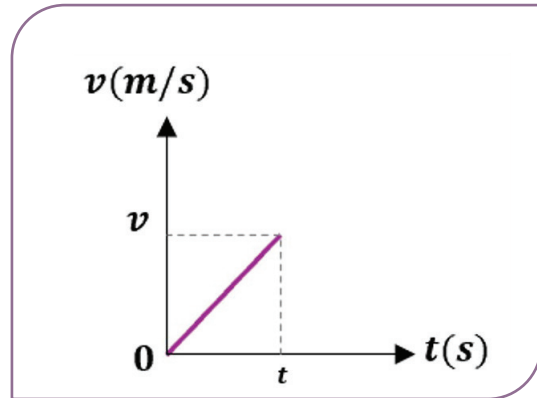
$$v_0 \neq 0 \rightarrow v_0 > 0$$



الشكل (٨)

إذا بدأ الحركة من السكون

$$v_0 = 0$$



الشكل (٧)

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

لاحظ أن ميل الخط البياني للعلاقة بين السرعة و الزمن يساوي التسارع.

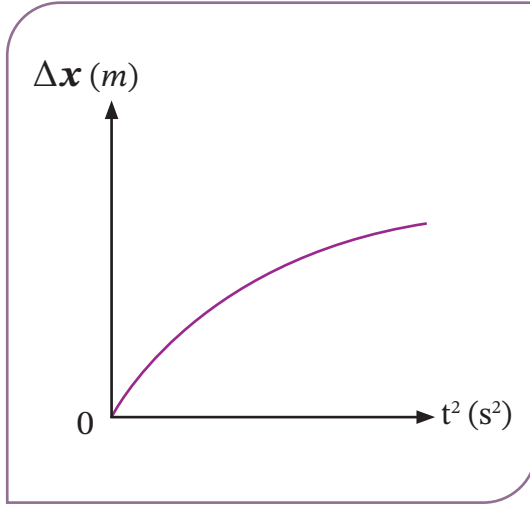


ثانياً: العلاقة بين (الإزاحة و مربع الزمن)

يمكن تمثيل حركة جسم متسارع بانتظام حسب المعادلة الثانية $\Delta x = v_0 t + \frac{1}{2} a t^2$ بيانياً كالتالي:

إذا بدأ الحركة بسرعة لا تساوي صفر

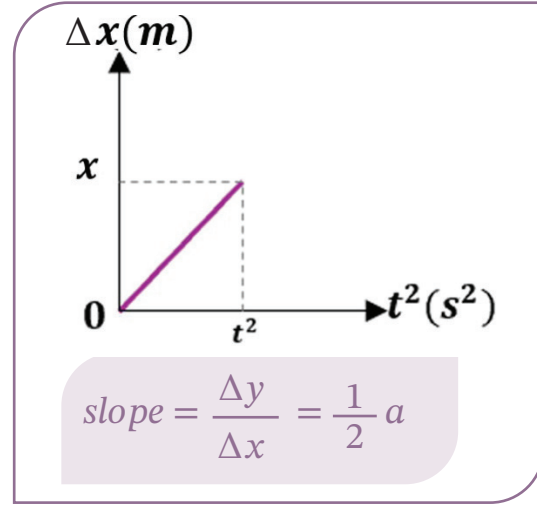
$$v_0 \neq 0 \rightarrow v_0 > 0$$



الشكل (١٠)

إذا بدأ الحركة من السكون

$$v_0 = 0$$



الشكل (٩)

لاحظ أن ميل الخط البياني للعلاقة بين الإزاحة ومربع الزمن عندما تبدأ الحركة من السكون يساوي نصف التسارع.



الفيزياء و العلوم الأخرى (الرياضيات)

كيف يمكننا أن نستنتج المعادلة الثانية للحركة $\Delta x = v_0 t + \frac{1}{2} a t^2$ بيانياً؟

الإجابة تكمن في الهندسة!

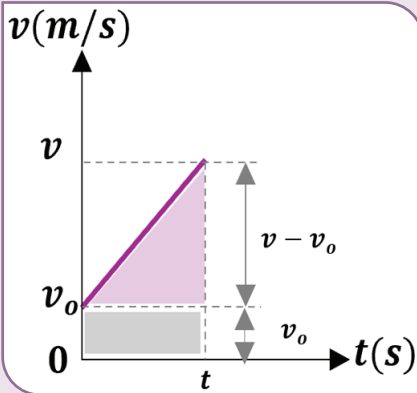
حيث إن ← الإزاحة = المساحة تحت منحنى (السرعة - الزمن)

لنقسم المنحنى إلى قسمين (مستطيل و مثلث)

$$1 - \text{مساحة المثلث: } \left[\frac{1}{2} t(v - v_0) = \frac{1}{2} t(at) = \frac{1}{2} a t^2 \right]$$

$$2 - \text{مساحة المستطيل: } [v_0 t]$$

$$\Delta x = v_0 t + \frac{1}{2} a t^2 \leftrightarrow \text{الإزاحة} = \text{مساحة المثلث} + \text{مساحة المستطيل}$$

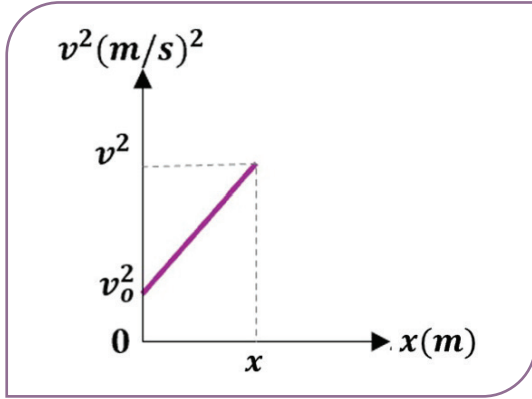


ثالثاً: العلاقة بين (مربع السرعة والإزاحة)

يمكن تمثيل حركة جسم متسارع بانتظام حسب المعادلة الثالثة $v^2 = v_0^2 + 2a\Delta x$ بيانياً كالتالي:

إذا بدأ الحركة بسرعة لا تساوي صفر

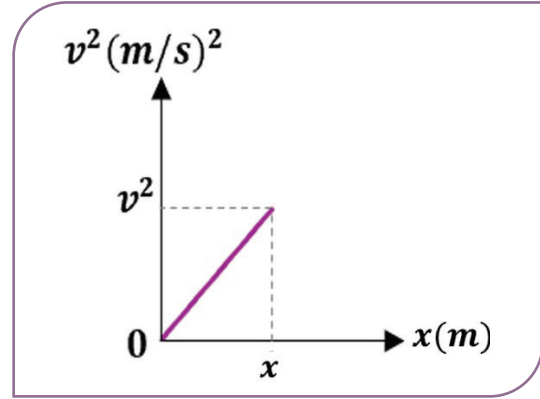
$$v_0 \neq 0 \rightarrow v_0 > 0$$



الشكل (١٢)

إذا بدأ الحركة من السكون

$$v_0 = 0$$



الشكل (١١)

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

ميل الخط البياني للعلاقة بين مربع السرعة و الإزاحة يساوي ضعف التسارع .

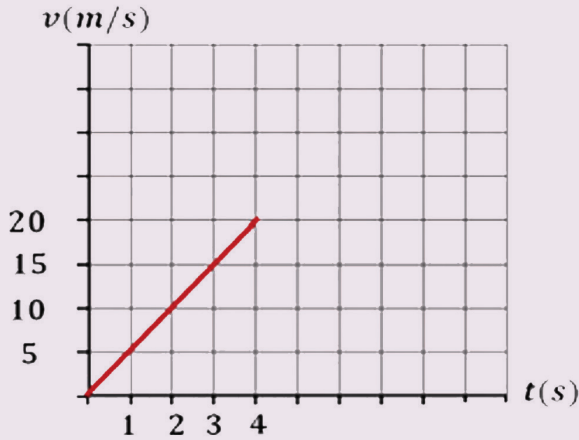


لاحظ أن الإزاحة (Δx) اللازمة لتوقف السيارة تزداد بشكل كبير مع زيادة السرعة، حيث تتناسب طردياً مع مربع السرعة (v^2) .

لذلك، فإن أي زيادة بسيطة في السرعة تؤدي إلى زيادة كبيرة في مسافة التوقف، مما يجعل القيادة بسرعات عالية أكثر خطورة و يصعب التحكم بالمرحلة.



مثال (٤) :



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

- ١- ميل الخط البياني للعلاقة بين (السرعة - الزمن).
- ٢- ماذا يمثل ميل الخط البياني؟
- ٣- سرعة الجسم بعد مرور زمن مقداره $s(10)$ من بدء الحركة، إذا استمر بنفس التسارع.

الحل:

الخطوة ١ : ابدأ بكتابة ما تعرفه ثم ما تريد معرفته.

$v_0=0 \text{ m/s}$	السرعة الابتدائية
$v = 20 \text{ m/s}$	السرعة النهائية
$\Delta t = 4 \text{ m}$	التغير في الزمن

الخطوة ٢ : اختر المعادلة المناسبة لك وابدأ بالحل.

$$\text{slope} = \frac{\Delta y}{\Delta x} = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{20 - 0}{4 - 0} = 5 \quad .1$$

٢. الميل يمثل تسارع الجسم ويساوي $m/s^2(5)$

$$v=v_0+at \quad .3$$

$$v= 0 + (5 \times 10)$$

$$v=50 \text{ m/s}$$

مثال (٥) :

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

١. تسارع الجسم.
٢. إزاحة الجسم بعد مرور زمن مقداره s (5) من بدء الحركة.

الحل:

الخطوة ١: ابدأ بكتابة ما تعرفه ثم ما تريد معرفته.

$\frac{\Delta x}{\Delta t^2} = 3$	ميل الخط البياني
-----------------------------------	------------------

الخطوة ٢: اختر المعادلة المناسبة لك وابدأ بالحل.

١. ميل الخط البياني للعلاقة بين $(x - t^2)$ يساوي $\frac{1}{2} a$

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

$$a = 2 \times 3 = 6 \text{ m/s}^2$$

$$\Delta x = v_0 t + \frac{1}{2} a t^2 \quad . ٢$$

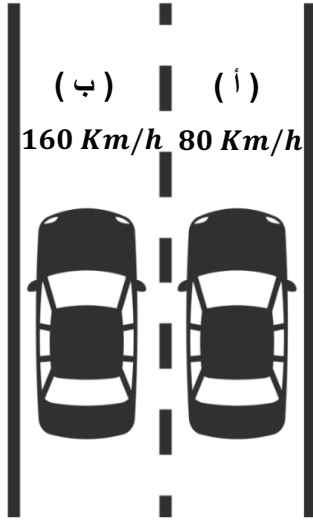
$$d = 0 + \frac{1}{2} \times 6 \times 5^2$$

$$d = 75 \text{ m}$$



الفهد الصياد هو أسرع حيوان بري في العالم، إذ تصل سرعته إلى 120 كم/ ساعة خلال ثوانٍ قليلة، لكنه لا يستطيع المحافظة على هذه السرعة إلا لفترة قصيرة بسبب استهلاكه الكبير للطاقة.

اكتشف بنفسك (٤) ..



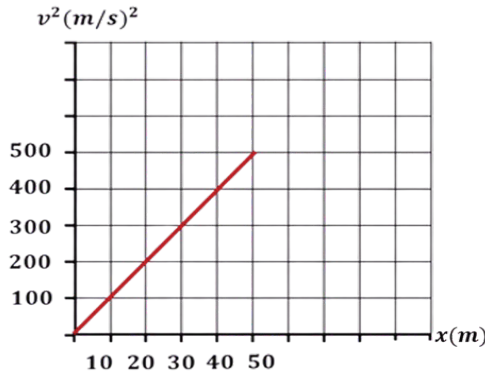
أثناء التحقيق في حادث على طريق الجهراء، رصدت كاميرا المرور سيارتين من نفس النوع و نفس المواصفات.
السيارة (أ): كانت تسير بسرعة 80 km/h ، و ضغط سائقها على المكابح فتوقفت بعد 10 m .
السيارة (ب): كانت تسير بسرعة مضاعفة لسرعة السيارة الأولى، و ضغط سائقها على المكابح بنفس القوة.
كم ستكون الإزاحة التي ستقطعها السيارة (ب) حتى تتوقف؟

.....

.....

.....

اكتشف بنفسك (٥) ..



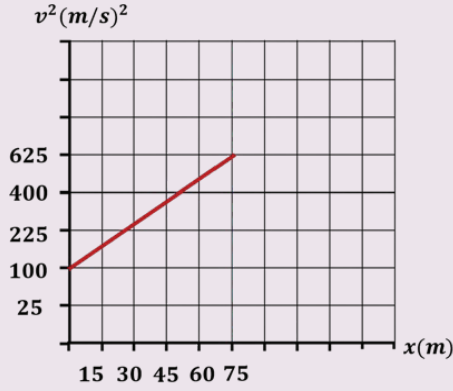
الرسم البياني يوضح العلاقة بين (مربع السرعة - الإزاحة) لسيارة بدأت حركتها من السكون بتسارع منتظم. احسب:
أ. ميل الخط البياني.
ب. تسارع الجسم

.....

.....

.....

مثال (٦) :



الرسم البياني يوضح العلاقة بين مربع السرعة و 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:

١. تسارع الحصان.
٢. الزمن اللازم لتغيير سرعة الحصان من 10 m/s إلى سرعة 20 m/s .

الحل:

الخطوة ١: ابدأ بكتابة ما تعرفه ثم ما تريد معرفته.

$v_o^2 = 100(\text{m/s})^2$	مربع السرعة الابتدائية
$v^2 = 625(\text{m/s})^2$	مربع السرعة النهائية
$x_1 = 0\text{ m}$	الإزاحة الابتدائية
$x_2 = 75\text{ m}$	الإزاحة النهائية

الخطوة ٢: اختر المعادلة المناسبة لك وابدأ بالحل.

١. ميل الخط البياني للعلاقة بين $(v^2 - x)$ يساوي $2a$

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

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

$$\frac{625-100}{75-0} = 7$$

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

$$v = v_o + at \quad .2$$

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

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

تحقق مما تعلمت ..

يتحرك زورق بسرعة 30 m/s نحو عوامة تبعد 100 m ، يبدأ سائق الزورق بتقليل سرعته بتسارع ثابت مقداره 3.50 m/s^2 . هل تتوقع أن الزورق سيتمكن من التوقف قبل الوصول إلى العوامة؟ تحقق من توقعك حسابياً (بإهمال أي قوى خارجية) ؟



.....

• احسب سرعة الزورق عند الوصول إلى العوامة.

.....

.....

• احسب الزمن اللازم للوصول إلى العوامة.

.....

.....

• إذا استمر الزورق بنفس التباطؤ، احسب الإزاحة الكلية التي يقطعها حتى يتوقف تماماً، وهل يتجاوز العوامة؟ وبكم متراً؟

.....

• ما هي أقصى إزاحة يجب أن تكون بين الزورق والعوامة ليتوقف تماماً عندها دون أن يتجاوزها؟

.....

إضاءة فيزيائية..

هل تعمل معادلات الحركة المتسارعة لكل السرعات ؟

نستخدم معادلات الحركة المتسارعة بانتظام لوصف حركة السيارات والقطارات، وهي معادلات دقيقة جداً في حياتنا اليومية. لكن هل تساءلت يوماً: ماذا لو تحرك الجسم بسرعة هائلة تقترب من سرعة الضوء؟

هنا نصل إلى حدود "الفيزياء الكلاسيكية". ففي عام ١٩٠٥، أثبت العالم ألبرت أينشتاين في نظريته "النسبية الخاصة" (Special Relativity) أن قوانين الحركة التي ندرسها تصبح غير دقيقة عند السرعات العالية جداً. إليك بعض الحقائق المذهلة:

- حد السرعة الكوني: وفقاً لقوانين نيوتن، إذا استمر الجسم في التسارع بانتظام، فإنه قد يتجاوز سرعة الضوء. لكن أينشتاين أثبت أن سرعة الضوء هي السرعة القصوى في الكون، ولا يمكن لأي جسم ذي كتلة أن يصل إليها أو يتجاوزها.

- زيادة الكتلة مع السرعة: في معادلاتنا الكلاسيكية، نفترض أن كتلة الجسم ثابتة. لكن في النسبية، كلما زادت سرعة الجسم، زادت كتلته النسبية (قصوره الذاتي)، مما يجعل تسارعه أصعب فأصعب، وهو ما يفسر استحالة الوصول لسرعة الضوء.

- تمدد الزمن: عند السرعات العالية، لا يعود الزمن "ثابتاً" كما افترضنا في معادلاتنا، بل يمر بشكل أبطأ بالنسبة للجسم المتحرك مقارنة بالجسم الساكن.

إذاً فمعادلات الحركة المتسارعة بانتظام هي حالة خاصة تعمل بدقة مذهلة في "عالمنا البطيء"، ولكنها تترك الساحة لمعادلات خاصة تحسب لنا كيف أن الوقت يتباطأ والطول يتقلص عند السرعات العالية جداً والتي تُسمى تحويلات لورنتز، بالإضافة إلى معادلات أينشتاين، عندها تُبحر في أعماق الكون بسرعات فلكية.



ألبرت أينشتاين



هندريك أنتون لورنتز

أنت الفيزيائي

السؤال الأول: ضع علامة (✓) في المربع الواقع أمام أنسب إجابة لكل من العبارات التالية:

١. بدأ جسم يتحرك من سرعة 10 m/s بتسارع منتظم 2 m/s^2 ، فإن مقدار إزاحته بعد مرور 10 s مساوياً بوحدة المتر:

100 ☐ 200 ☐ 300 ☐ 400 ☐

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 3 s يساوي بوحدة m/s^2 :

8 ☐ 9 ☐ 15 ☐ 20 ☐

السؤال الثاني: ضع بين القوسين علامة (✓) أمام العبارة الصحيحة وعلامة (×) أمام العبارة غير الصحيحة فيما يلي:

١. إذا تحرك جسم من السكون بتسارع منتظم فإن المسافة التي يقطعها تتناسب طردياً مع الزمن المستغرق. ()
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 بتسارع مقداره $3 \times 10^5 \text{ m/s}^2$ ، احسب:
- أ. سرعة الرصاصة لحظة خروجها من اللوح.
 - ب. سُمك اللوح المطلوب لإيقاف الرصاصة داخله.

ماذا سأتعلم؟

- التسارع في مجال الجاذبية الأرضية.
- خصائص حركة السقوط الحر.
- معادلات السقوط الحر.

كيف سأتعلم؟

- أعرف السقوط الحر.
- أذكر خصائص السقوط الحر.
- أستكشف عملياً قيمة تسارع الجاذبية الأرضية.
- أذكر معادلات السقوط الحر.
- استخدم التفكير الرياضي للتمييز بين السقوط نحو الأسفل والقذف نحو الأعلى.

فكر !!

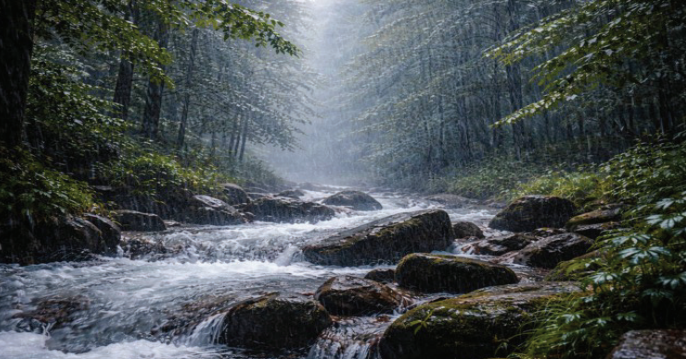
في العروض الجوية كيف يستطيع المظليون تشكيل حلقات أفقية على الرغم من اختلاف كتلهم؟



تُعد الجاذبية الأرضية واحدة من القوى الأساسية التي تحكم الكون من حولنا، وهي القوة التي تجذب جميع الأجسام نحو مركز الأرض. أنت تشاهد أثر هذه القوة يوميًا؛ فعندما تسقط قطرات المطر من السماء، أو عندما تفلت كرة من يد لاعب، فإنها تتحرك مباشرة نحو الأسفل. في البداية، قد تبدو لك أن الأجسام الثقيلة تسقط أسرع من الأجسام الخفيفة، وهذا ما اعتقده الفيلسوف أرسطو لقرون طويلة. لكن هل هذا صحيح؟

من المهم دراسة أثر الجاذبية على حركة الأجسام التي تسقط على الأرض، حيث ستكتشف كيف تحكم القوانين الفيزيائية حركة كل ما يحيط بنا بدقة مذهلة.

اكتشف بنفسك (١) ..



يهطل المطر فتصل قطراته إلى الأرض فترتوي.

لاحظ و فكر!

هل يهطل المطر دائمًا بنفس القوة؟
ما الذي يتحكم بسرعة قطرات المطر أثناء نزولها؟

عند هطول المطر تصل قطرات الماء إلى الأرض بفعل قوة الجاذبية الأرضية ، وهي قوة تعمل على جذب الأجسام إلى الأسفل دائمًا. تواجه قطرات المطر أثناء نزولها مقاومة من الهواء المحيط بها.

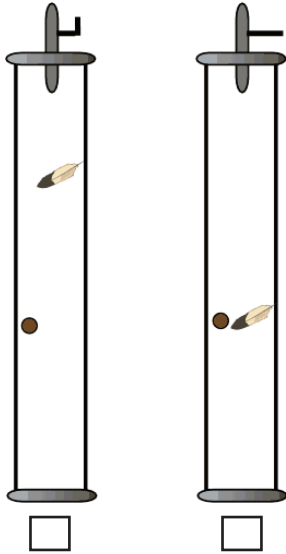
لولا مقاومة الهواء، لكانت قطرات المطر الساقطة من ارتفاعات شاهقة تصل إلينا بسرعات هائلة قد تسبب أضرارًا بالغة؛ فمقاومة الهواء توازن قوة الجاذبية وتجعل القطرات عادة تسقط بسرعة آمنة.

نشاط عملي (٢) : أيهما يسقط أولاً؟

تحتاج إلى الأدوات التالية:

أنبوبة زجاجية - مضخة تفريغ هواء - ريشة - عملة معدنية.

خطوات إجراء النشاط :



ضع علامة (✓) أمام الأنبوبة
المفرغة من الهواء

١. ضع الريشة و العملة في طرف الأنبوبة الزجاجية وأغلقها بإحكام.
٢. ثبت الأنبوبة باتجاه رأسي وراقب ما يحدث للريشة والعملة عند اسقاطهما معًا. ما الذي يصل إلى الطرف الثاني أولاً ؟

.....

١. قم بتفريغ الانبوبة من الهواء باستخدام المضخة الخاصة بها.
٢. ثبت الانبوبة باتجاه رأسي وراقب ماذا يحدث للريشة و العملة عند اسقاطهما معًا، ما الذي يصل إلى الطرف الثاني أولاً ؟

.....

ماذا تستنتج ؟

.....



(الشكل ١٣)

تَصَوَّر جسمًا ساكنًا، يبدأ حركته رأسياً للأسفل في مجال الجاذبية الأرضية بفعل قوة الجاذبية وبعدم وجود هواء يعيق حركته، هذه الحركة تُسمى في الفيزياء السقوط الحر. فالسقوط الحر هو حركة جسم بدون سرعة ابتدائية بتأثير ثقله فقط مع إهمال تأثير مقاومة الهواء.

لاحظ أن الجسم في هذه الحالة يتحرك بتأثير قوة الجاذبية فقط، وفق القانون الثاني لنيوتن "إذا أثرت قوة على جسم فإنه يتحرك بتسارع". إذاً يُعتبر السقوط الحر حركة متسارعة. هل التسارع في السقوط الحر مُنتظم؟

نشاط عملي (٣): قياس تسارع الجاذبية الأرضية

تحتاج إلى الأدوات التالية:

جهاز السقوط الحر المكوّن من: (ساعة إلكترونية، قاعدة لسقوط الكرات، محرر الكرات، كرة معدنية، مسطرة)، جهاز حاسوب.

قبل إجراء النشاط:

تذكر المعادلة التالية من معادلات الحركة المتسارعة $\Delta x = v_0 t + \frac{1}{2} a t^2$ في السقوط الحر $v_0 = 0$ ، بالتالي يمكن كتابة المعادلة السابقة كالتالي: $\Delta x = \frac{1}{2} a t^2$ ويُحسب التسارع من العلاقة $a = 2\Delta x / t^2$.

خطوات إجراء النشاط:

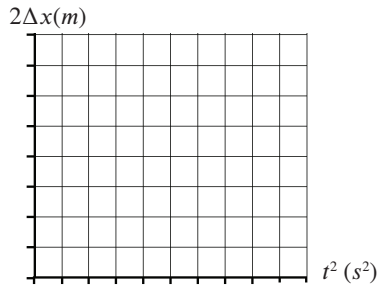
١. ركب جهاز السقوط الحر المتوفر في مختبر المدرسة.
٢. سجل ارتفاع مكان سقوط الكرة.
٣. اسقط الكرة من هذا الارتفاع وسجل الزمن.
٤. أعد التجربة على ارتفاعات مختلفة.
٥. أكمل جدول البيانات.
٦. ارسم العلاقة بين ضعف الإزاحة ومربع الزمن.
٧. احسب ميل المنحنى وحدد ماذا يمثل هذا الميل.



(الشكل ١٤)

النتائج :

التكرار	$\Delta x(m)$	$2\Delta x(m)$	$t(s)$	$t^2 (s^2)$	$a=2 \Delta x/t^2 (m/s^2)$
1					
2					
3					



حساب ميل المنحنى:

.....
.....

الاستنتاج :

.....
.....

عندما يسقط جسم ما سقوطاً حُرّاً فإنه يتحرك بتسارع ثابت مقداره 9.8 m/s^2 ، ويُسمى تسارع الجاذبية الأرضية ويرمز له بالرمز g لتمييزه.

لاحظ شكل المسار الذي يقطعه الجسم خلال السقوط الحر . صف شكل المسار.

في السقوط الحر يتحرك الجسم في خط مستقيم وبتسارع منتظم. لذلك يمكن تطبيق معادلات الحركة المتسارعة بانتظام على حركة السقوط الحر. (يُرمز للإزاحة Δy بدلاً من Δx دلالة على الارتفاع)

الصيغة الرياضية العامة للمعادلة	الصيغة الرياضية عندما $v_0=0 \text{ m/s}$	المعادلة
$v=v_0+gt$	$v=gt$	معادلة السرعة والزمن
$\Delta y=v_0 t + \frac{1}{2} gt^2$	$\Delta y=\frac{1}{2} gt^2$	معادلة الإزاحة ومربع الزمن
$v^2=v_0^2 + 2g\Delta y$	$v^2=2g\Delta y$	معادلة مربع السرعة والإزاحة

(جدول ٤)

مثال (١):

أَسْقَطَ أخوك الكرة الخاصة بك من نافذة الطابق الثاني سقوطاً حُرّاً. فإذا التقطتها على بُعد $m(3)$ أسفل نقطة السقوط، احسب سرعة الكرة عند التقاطك لها؟

الحل:

الخطوة ١: ابدأ بكتابة ما تعرفه ثم ما تريد معرفته.

$v_0=0$	السرعة الابتدائية
$g=(9.8) m/s^2$	تسارع الجاذبية الأرضية
$\Delta y=(3) m$	الإزاحة
$v=?$	السرعة النهائية

الخطوة ٢: اختر المعادلة المناسبة لك وابدأ بالحل.

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

$$v^2=2 \times 9.8 \times 3 = 58.8 \text{ m/s}$$

$$v=\sqrt{58.8} = 7.66 \text{ m/s}$$

اكتشف بنفسك (٢) ..

سقطت تفاحة من السكون سقوطاً حُرّاً من على غصن شجرة، فوصلت إلى الأرض خلال زمن قدره نصف ثانية. ما هي السرعة التي وصلت بها التفاحة إلى الأرض؟

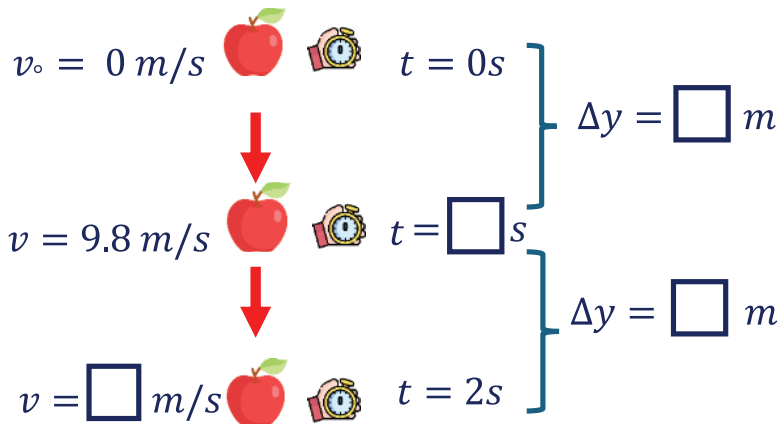
.....
.....
.....



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

.....

اكتشف بنفسك (٣) ..

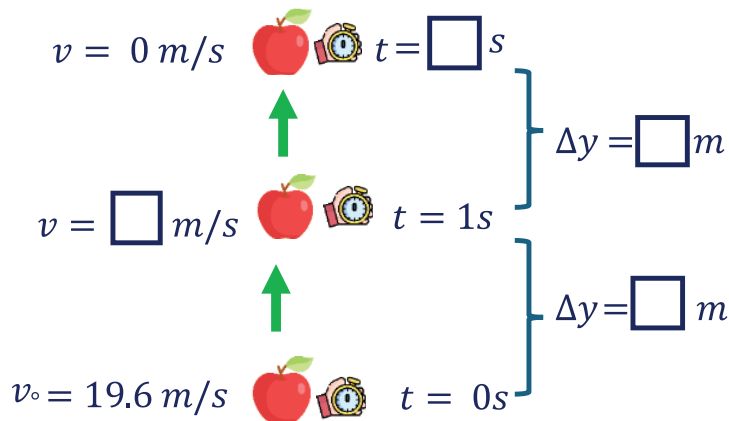


سقطت تفاحة سقوطاً حراً.
أكمل بيانات الرسم المقابل،
إذا علمت أنها تتأثر بتسارع
موجب يساوي مقدار تسارع
الجاذبية الأرضية 9.8 m/s^2

ماذا لو قُذِفَ الجسم لأعلى في خط مستقيم وفي مجال الجاذبية الأرضية ؟

حتى ينطلق جسم ما في حركة بعكس اتجاه مجال الجاذبية الأرضية، فإنه ينطلق بسرعة ابتدائية تتناقص تدريجياً بتأثير تسارع سالب يساوي $(-9.8) \text{ m/s}^2$ ، حتى تصل إلى الصفر عند أقصى ارتفاع. وينطبق عليه معادلات الحركة المتسارعة بانتظام في خط مستقيم .

اكتشف بنفسك (٤) ..



قُذِفَت تفاحة إلى أعلى بسرعة
ابتدائية، أأكمل بيانات الرسم
المقابل، إذا علمت أنها تتأثر
بتسارع سالب يساوي مقدار
تسارع الجاذبية الأرضية
 $(9.8) \text{ m/s}^2$

إذا قارنت بين قذف التفاحة رأسياً لأعلى وسقوطها سقوطاً حراً ستجد أن مقدار سرعتها أثناء الصعود يساوي مقدار سرعتها في أي نقطة عند نفس المستوى الأفقي أثناء الهبوط.



مثال (٢) :

رمى صلاح كرة بشكل رأسي إلى أعلى. وكان أقصى ارتفاع وصلت إليه $m(0.3)$ ، احسب السرعة الابتدائية للكرة؟

الحل:

الخطوة ١: ابدأ بكتابة ما تعرفه ثم ما تريد معرفته.

$v_0 = ?$	السرعة الابتدائية
$g = -9.8 \text{ m/s}^2$	تسارع الجاذبية الأرضية
$\Delta y = (3) \text{ m}$	الإزاحة
$v = 0$	السرعة النهائية

الخطوة ٢: اختر المعادلة المناسبة لك وابدأ بالحل.

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

$$0 = v_0^2 + (2 \times -9.8 \times 0.3) \longrightarrow v_0^2 = 5.88$$

$$v_0 = \sqrt{5.88} = 2.42 \text{ m/s}$$

اكتشف بنفسك (٥) ..

قُذفت كرة تنس رأسياً إلى أعلى بسرعة ابتدائية $m/s(22.5)$ ، ثم عادت إلى نفس النقطة التي قُذفت منها، احسب بإهمال مقاومة الهواء:



١. الزمن الذي تستغرقه لتصل الكرة إلى أقصى ارتفاع.
٢. الزمن الذي تستغرقه لتعود إلى مستوى الانطلاق بدءاً من أقصى ارتفاع.
٣. الزمن الكلي الذي تستغرقه الكرة في الهواء حتى تعود إلى مستوى الإطلاق.

بإهمال مقاومة الهواء، إذا قُذف جسم رأسياً لأعلى حتى توقف، ثم سقط سقوطاً حراً إلى الأسفل حيث بدأت الحركة، فإنه يكون قد استغرق زمناً للصعود إلى أقصى ارتفاع مساوياً لزمان نزوله من أقصى ارتفاع إلى نقطة البداية.

ويسمى الزمن الكلي الذي يستغرقه الجسم المقذوف في الهواء قبل أن يعود إلى نفس المستوى الذي قُذف منه بزمن التحليق.

زمن الصعود لأقصى ارتفاع ↑ = زمن النزول لنقطة البداية ↓

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

مثال (٣):

قُذف جسم رأسياً نحو الأعلى بسرعة ابتدائية m/s (29.4)، بإهمال مقاومة الهواء، احسب:

١. أقصى إزاحة رأسية يصل إليها الجسم.
٢. الزمن المستغرق لنزوله من أقصى ارتفاع إلى مستوى الانطلاق.
٣. زمن التحليق.

الحل:

الخطوة ١: ابدأ بكتابة ما تعرفه ثم ما تريد معرفته.

$v_0 = 29.4 \text{ m/s}$	السرعة الابتدائية للقذف لأعلى
$g = -9.8 \text{ m/s}^2$	تسارع الجاذبية الأرضية صعوداً
$g = 9.8 \text{ m/s}^2$	تسارع الجاذبية الأرضية نزولاً

الخطوة ٢: اختر المعادلة المناسبة لك وابدأ بالحل.

$$1. \quad v^2 = v_0^2 + 2g\Delta y$$

$$0^2 = (29.4)^2 + (2 \times -9.8 \times \Delta y) \rightarrow \Delta y = 44.1 \text{ m}$$

$$2. \quad v = v_0 + gt$$

$$29.4 = 0 + (9.8 \times t) \rightarrow t = 3 \text{ s}$$

3. الزمن المستغرق لنزوله من أقصى ارتفاع إلى مستوى الانطلاق $\times 2 =$ زمن التحليق

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

تحقق مما تعلمت ..



تسارع الجاذبية على سطح المريخ يساوي $(\frac{1}{3})$
تسارع الجاذبية على سطح الأرض ، فإذا قُذفت كرة إلى
أعلى من فوق سطح كل من المريخ والأرض بالسرعة
نفسها :

١. قارن بين أقصى ارتفاع تصله الكرة على سطح المريخ و سطح الأرض.

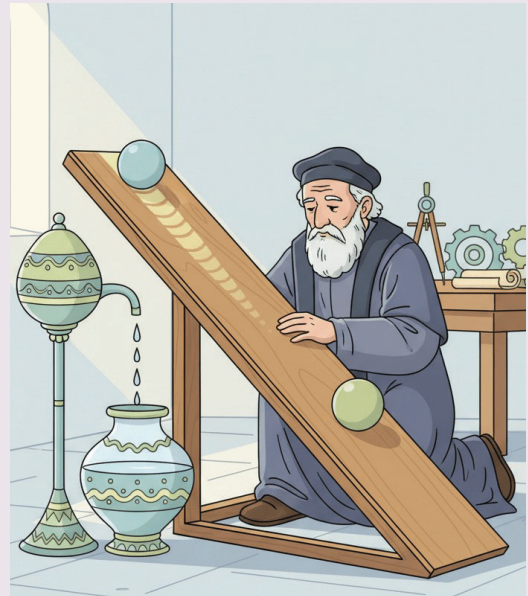
٢. قارن بين زمني التحليق .

إضاءة فيزيائية..

من أرسطو إلى غاليليو : ثورة في فهم السقوط الحر

سادت تعاليم الفيلسوف اليوناني أرسطو لأكثر من ألفي عام قبل القرن السابع عشر، حيث كان يُعتقد جازماً أن سرعة سقوط الأجسام تعتمد كلياً على كتلتها؛ فكان الظن أن الأجسام الثقيلة تصل إلى الأرض أسرع من الأجسام الخفيفة، إلا أن العالم الإيطالي غاليليو غاليلي أحدث ثورة علمية كبرى بتشكيكه في هذا المفهوم، ولإثبات وجهة نظره أجرى تجارب عبقرية استخدم فيها المستويات المائلة لتبطئ حركة الأجسام، مما أتاح له قياس الزمن بدقة تفوق ما كان متاحاً في عصره، متغلباً بذلك على سرعة السقوط الرأسي الخاطفة.

استنتج غاليليو من تجاربه أن جميع الأجسام التي تسقط سقوطاً حراً تكتسب التسارع نفسه، شريطة إهمال مقاومة الهواء، وأثبت أن هذا التسارع قيمته ثابتة ومستقلة تماماً عن خصائص الجسم، فلا يتأثر بوزنه، أو حتى الارتفاع الذي أسقط منه، وبناءً على هذه الأسس، يُصنف السقوط الحر اليوم كأبرز التطبيقات العملية للحركة في بُعد واحد وب تسارع ثابت.



أنت الفيزيائي

السؤال الأول: ضع علامة (✓) في المربع الواقع أمام أنسب إجابة لكل من العبارات التالية:

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

39.2 ☐

29.4 ☐

3.3 ☐

0.3 ☐

٢. سقط أبيض أزهار من شرفة ترتفع m (70) عن أرضية الشارع . فإن الزمن الذي استغرقه الأبيض في السقوط قبل أن يصطدم بالأرض بوحدة الثانية يساوي:

65.1 ☐

14.28 ☐

8.06 ☐

3.77 ☐

السؤال الثاني: ضع بين القوسين علامة (✓) أمام العبارة الصحيحة وعلامة (×) أمام العبارة غير الصحيحة فيما يلي:

١. تتحرك الأجسام الساقطة نحو سطح الأرض سقوطاً حرّاً بسرعة ثابتة مقداراً واتجاهاً. ()
٢. قُذِف حجرٌ إلى أعلى بسرعة ابتدائية m/s (30) وعند عودته إلى نقطة القذف تصبح سرعته m/s (60) وذلك عند إهمال مقاومة الهواء. ()

السؤال الثالث: علل لكل مما يلي تعليلاً علمياً دقيقاً :

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

السؤال الرابع: حل المسائل التالية:

- أُسْقِطت كرة بسرعة ابتدائية m/s (1.5) رأسياً إلى أسفل من نافذة منزل ، احسب :
أ. سرعتها حين تصل إلى الأرض التي تبعد m (2) أسفل نقطة السقوط.
ب. إذا قذفت الكرة رأسياً إلى أعلى بدلاً من الأسفل فما السرعة التي تصل بها الكرة إلى الأرض.

الفصل الثالث : الحركة في بُعدين

Two-Dimensional Motion

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

وَلِكُلِّ وِجْهَةٌ هُوَ مُوَلِّيَهَا فَاسْتَبِقُوا الْخَيْرَاتِ
أَيْنَ مَا تَكُونُوا يَأْتِ بِكُمُ اللَّهُ جَمِيعًا إِنَّ اللَّهَ عَلَى
كُلِّ شَيْءٍ قَدِيرٌ ﴿١٤٨﴾

(سورة البقرة: ١٤٨)

[1-3] خصائص المتجهات

Properties Of Vectors

[2-3] جمع المتجهات و تحليلها

Vector Addition and Resolution

[3-3] ضرب المتجهات

Vector Multiplication

[4-3] حركة المقذوفات

Projectile Motion

ماذا سأتعلم ؟

- تمثيل المتجه بيانياً وحسابياً.
- خصائص المتجهات.

كيف سأتعلم ؟

- أذكر خصائص المتجهات.
- أمثل المتجه بيانياً.
- أمثل المتجه حسابياً.



فكر !!

ما المتجهات؟ وما علاقتها
بالفيزياء؟

تخيل أنك تقود قارباً في نهر سريع الجريان؛ إذا وجّهت قاربك نحو الضفة المقابلة مباشرة، فهل ستصل إليها فعلاً؟ الواقع يخبرنا أنك ستصل إلى نقطة مائلة بعيدة عن هدفك، لأن هناك سرعتان عملتا معاً في وقت واحد: سرعة قاربك، وسرعة تيار الماء، هذا التداخل المذهل بين السرعة والاتجاهات هو جوهر دراسة مفهوم المتجهات وخصائصها.

في الفيزياء لا تتحرك الأجسام بالصدفة، بل تخضع لقوانين رياضية صارمة تأخذ الاتجاه في الحسبان تُمثّل بالمتجهات.

المتجهات ليست مجرد أسهم على الورق، بل هي الخريطة التي ترسم لنا مسار الأجسام في الكون.

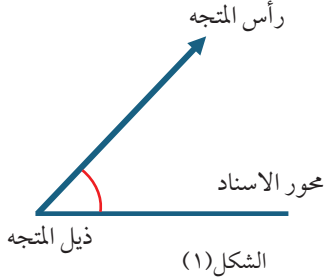
اكتشف بنفسك (١) ..



الشكل المقابل يمثل حالة الطقس في أحد الأيام في دولة الكويت، ادرس الشكل جيداً وحدد منه التالي :

كمية متجهة	كمية عددية	
		الكمية الفيزيائية
		لماذا اخترتها في هذا التصنيف؟

تذكر أن الكميات الفيزيائية تُصنّف وفق معيار حاجتها لتحديد الاتجاه إلى كميات عددية وكميات متجهة، حيث تُعرف الكميات المتجهة بأنها كميات فيزيائية يلزم لتحديد مقدار ووحدة قياس واتجاه. لدراسة الكميات المتجهة ينبغي معرفة آلية تمثيل هذه الكميات سواء بيانياً أو حسابياً.

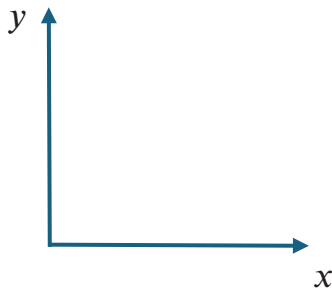


أولاً: تمثيل الكميات المتجهة بيانياً

تتم عملية التمثيل البياني للمتجه برسم شعاع، يُرمز له بحرف يوضع فوقه سهم ($\vec{V}$)، حيث يُعبر طول السهم عن مقدار الكمية المتجهة وفق مقياس رسم مناسب، بينما يوضح اتجاهه بالزاوية التي يصنعها مع محور الإسناد الأفقي الموجب ويكون قياس الزاوية من الاتجاه الموجب لمحور السينات وبعكس عقارب الساعة.



اكتشف بنفسك (٢) ..



تتحرك دراجة بسرعة متجهة ، فقطعت إزاحة مقدارها 5 m ،
باتجاه يصنع زاوية مقدارها 30° شمال الشرق.
مثّل متجه الإزاحة بيانياً باعتبار مقياس الرسم $1\text{ cm} : 1\text{ m}$.

ثانيًا: تمثيل الكميات المتجهة حسابيًا

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

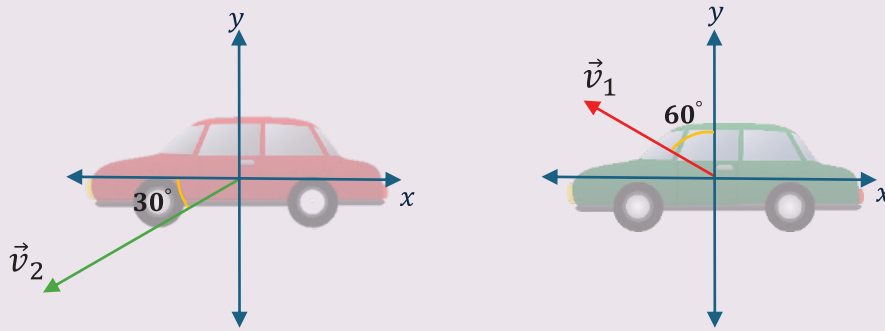
V : مقدار المتجه ووحدة قياسه.	$\vec{V}=(V , \theta)$
θ : الزاوية بين المتجه ومحور الإسناد.	

الجدول (١)

مثال (١) :

الشكل التالي يمثل حركة سيارتين بسرعة متجهة بيانيًا.

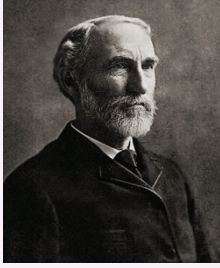
بمقياس رسم $1m/s:1cm$ ، مثل متجهات السرعة حسابيًا بوحدة m/s



الحل :

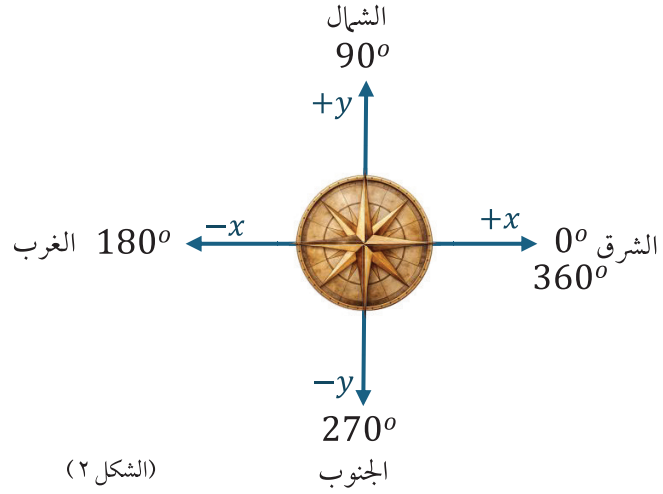
المتجه $\vec{v}_2$	المتجه $\vec{v}_1$	
$3cm$	$2cm$	طول المتجه باستخدام المسطرة
$3m/s$	$2m/s$	مقدار السرعة المتجهة
$180^\circ+30^\circ=210^\circ$	$90^\circ+60^\circ=150^\circ$	الزاوية بين المتجه ومحور الاسناد
$\vec{v}_2=(3 m/s , 210^\circ)$	$\vec{v}_1=(2 m/s , 150^\circ)$	التمثيل الحسابي للمتجه

إضاءة فيزيائية..



يعود الفضل في استخدامنا للمتجهات اليوم إلى العالم جوشيا ويلارد جيبس (1839 - 1903) وقد عمل أستاذًا للفيزياء الرياضية، وقدم مساهمات نظرية أساسية في الفيزياء والكيمياء والرياضيات، كان عمله على تطبيقات الديناميكا الحرارية مفيدًا في تحويل الكيمياء الفيزيائية إلى علم استنتاجي صارم، جنبًا إلى جنب مع جيمس كليرك ماكسويل ولودفيغ بولتزمان، أنشأ ميكانيكا إحصائية، موضحاً قوانين الديناميكا الحرارية لنظام فيزيائي يتكون من العديد من الجسيمات، عمل جيبس أيضاً على تطبيق معادلات ماكسويل لحل المشاكل في البصريات الفيزيائية، كعالم رياضيات أنشأ حساب التفاضل والتكامل المتجه الحديث.

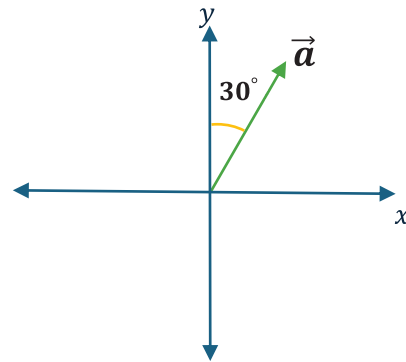
يمكنك الاستعانة بالمخطط التالي لتحديد مقدار زاوية ميل المتجه عن محور الإسناد أو اتجاه المتجه .



(الشكل ٢)

اكتشف بنفسك (٣) ..

جسم يتحرك حركة متسارعة بانتظام، الشكل التالي يمثل متجه التسارع بيانياً. بمقياس رسم $1m/s^2:1cm$ ، مثل متجه التسارع حسابياً.



المتجه $\vec{a}$	
	طول المتجه باستخدام المسطرة
	مقدار التسارع
	الزاوية بين المتجه ومحور الإسناد
	التمثيل الحسابي للمتجه

خصائص المتجهات

من مطار الكويت الدولي وتحديدًا برج المراقبة تم رصد طائرتان:

الرحلة **KU117**: تتجه شمالًا بسرعة 400 كم/ ساعة،
فوق مدينة الكويت.

الرحلة **KU118**: تتجه شمالًا بسرعة 200 كم/ ساعة،
فوق جزيرة بويان.

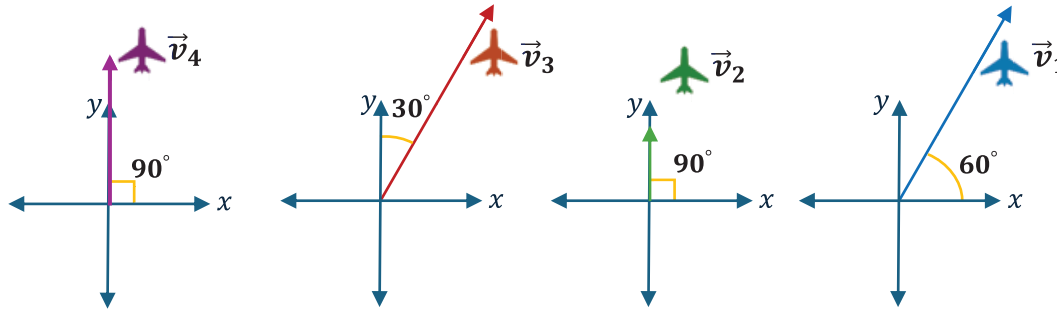
في الفيزياء يمكن تمثيل السرعات المتجهة للطائرتين
بيانًا، من أجل دراستها وفق خصائص المتجهات ووصفها
بشكل دقيق.

خاصية التساوي للمتجهات : متى تساوى المتجهات؟

(الشكل ٣)

اكتشف بنفسك (٤) ..

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 حسابيًا في الجدول .



أي من المتجهات الأربعة متساوية في المقدار؟

.....

أي من المتجهات الأربعة لها نفس الاتجاه؟

.....

أي من المتجهات يحقق خاصية التساوي؟

.....

تمثيل المتجه حسابيًا

	v_1
	v_2
	v_3
	v_4

تساوى المتجهات عندما تكون متساوية في المقدار ولها نفس الاتجاه.



تحقق مما تعلمت ..

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 منطلقاً من الأحمدى بسرعة 25 m/s .



هل متجهي السرعة للسيارتين متساوي؟

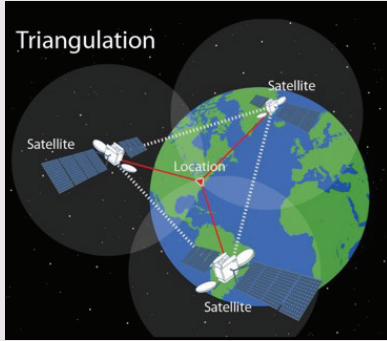
.....

علل اجابتك بدليل علمي .

.....

.....

إضاءة فيزيائية..



الملاحة الحديثة تقوم على فكرة أن موقعك وحركتك يمكن تمثيلهما بمتجهات تتغير باستمرار مع الزمن. فالجهاز لا يسأل فقط "أين أنت؟"، بل يحسب أيضاً "إلى أين تتجه؟ وبأي سرعة؟".

يعتمد نظام تحديد المواقع العالمي (GPS) على استقبال إشارات من عدة أقمار صناعية، ثم يحسب متجه موقعك بالنسبة لكل قمر صناعي.

من خلال تقاطع هذه المتجهات يتم تحديد موقعك بدقة، كما يمكن حساب متجه السرعة لمعرفة اتجاه حركتك.

لكن ماذا لو انقطعت الإشارة؟ هنا يأتي دور نظام الملاحة بالقصور الذاتي الذي يعتمد على أجهزة مثل الجيروسكوب لقياس سرعة الدوران والزوايا الدقيقة (X,Y,Z) ومقاييس التسارع. هذا النظام يقيس متجه التسارع ثم يدمجه مع الزمن ليحسب السرعة، ثم الموقع، دون الحاجة لأي إشارات خارجية.

أنت الفيزيائي

السؤال الأول: ضع علامة (✓) في المربع الواقع أمام أنسب إجابة لكل من العبارات التالية :

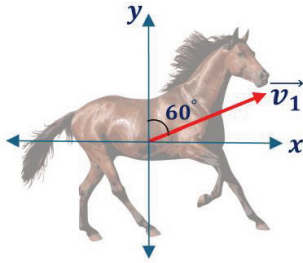
١. الشكل التالي يمثل حركة حصان بسرعة متجهة بيانياً،

فإذا كان مقياس الرسم $1\text{cm}:1\text{m/s}$ ، فإن متجهه

سرعة الحصان حسابياً بوحدة m/s هو:

$(4, 60^\circ)$ ☐ $(2, 60^\circ)$ ☐

$(4, 30^\circ)$ ☐ $(2, 30^\circ)$ ☐



٢. الشكل المقابل يوضح ثلاثة متجهات، فإن المتجه $\vec{F}$ يساوي

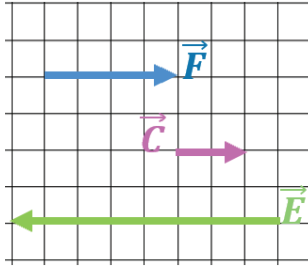
المتجه:

$\vec{C}$ ☐

$\vec{E}$ ☐

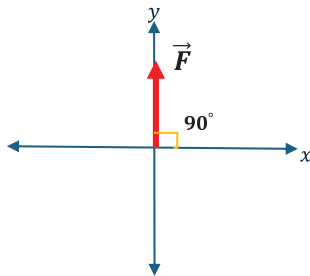
$-4\vec{C}$ ☐

$-\frac{1}{2}\vec{E}$ ☐



السؤال الثاني: أجب عن الأسئلة التالية:

١. الشكل البياني يوضح قوة تؤثر على صندوق، بمقياس رسم $1\text{cm}:1\text{N}$ ، مثل متجه القوة حسابياً.



المتجه $\vec{F}$	
	طول المتجه باستخدام المسطرة
	مقدار القوة
	الزاوية بين المتجه ومحور الإسناد
	التمثيل الحسابي للمتجه

٢. ركض لاعبان في مضمار سباق بخط مستقيم، حيث ركض اللاعب الأول شرقاً بسرعة،

بينما ركض اللاعب الثاني بنفس السرعة نحو الغرب .

هل السرعتان المتجهتان للاعبين متساويتان؟ فسر اجابتك.



ماذا سأتعلم ؟

- مفهوم المحصلة.
- جمع المتجهات.
- تحليل المتجهات.

كيف سأتعلم ؟

- أحسب مجموع متجهين أو أكثر جبرياً.
- أحدد مركبتي المتجه الرأسية و الأفقية.
- أطبق أمثلة حسابية على تحليل المتجهات.

فكر !!

هل يمكن جمع متجهين أو أكثر كما تجمع الأعداد؟

حركة الأجسام في اتجاهات متعددة تُعد من أكثر الظواهر تواجدًا في حياتنا، فهي التي تُحدد كيف تنتقل الأجسام وتصل إلى وجهاتها. إنك تشاهد أثرها كل يوم؛ فعندما تبصر في قارب الكاياك في خط مستقيم بوجود تيارات مائية جانبية، فإن مسارك الحقيقي لن يكون كما توقعت في خط مستقيم.

من المهم دراسة كيفية جمع المتجهات وتحليلها، حيث ستكتشف أن الجمع الحقيقي للكميات المتجهة يخضع لقواعد هندسية لا جبرية، وأن تحليل المتجه إلى مركبتيه هو المفتاح الذي يفتح أمامك باب فهم كل حركة معقدة في الطبيعة.

يختلف التعامل الرياضي مع الكميات المتجهة عنه في الكميات العددية، فالناتج من عمليات الجمع والضرب في المتجهات تعتمد بشكل أساسي على الاتجاه (الزاوية) بين هذه الكميات، وليس فقط على قيمها المطلقة.

كيف يمكن جمع الكميات المتجهة؟

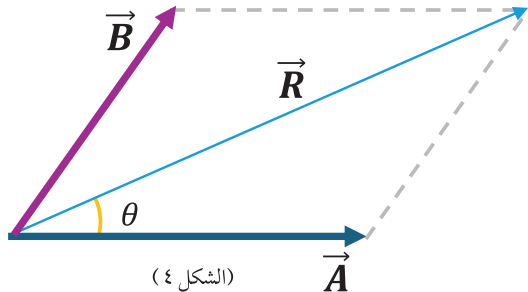
اكتشف بنفسك (١) ..

في الشكل المقابل، صالح الذي يرتدي قميصاً أزرق، أراد أن يدفع عربةً ثقيلة، فقرر صديقه أن يساعده في دفعها، محمد يرتدي قميصاً أحمر وعيسى يرتدي قميصاً أخضر. أي من الصديقين سيستطيع المساعدة؟ وأيها يعيق حركة العربة؟



تعتبر القوة كمية متجهة، لذا فإن القوة الكلية المؤثرة على العربة ليست ناتج الجمع الجبري لقيمتها؛ حيث يساهم أحد الأصدقاء في زيادة القوة الكلية لدفعه بنفس الاتجاه، بينما يعمل الصديق الآخر على تقليلها لدفعه في اتجاه معاكس. لذلك يطبق طريقة جمع خاصة بالمتجهات تأخذ الاتجاه بالاعتبار. يُطلق على جمع المتجهات مصطلح تركيب المتجهات، وهو عملية الاستعاضة عن متجهين أو أكثر بمتجه واحد يقوم بنفس عملهم، ناتج جمع المتجهات يُسمى المحصلة ($\vec{R}$). يُمثل رياضياً جمع المتجهان $\vec{A}$ و $\vec{B}$ (الشكل ٤) كالتالي:

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



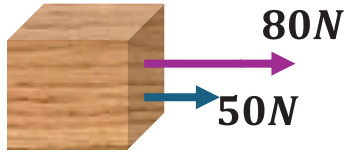
(الشكل ٤)

لاحظ أن علامة (+) هنا تدل على الجمع الاتجاهي الذي يأخذ الاتجاه بالحسبان وليس مجرد عملية جبر عددية للمقدار، يكون ناتج الجمع الاتجاهي كمية متجهة تُحدد بمقدار واتجاه. لكن كيف يمكن حساب قيمة المحصلة (R)؟

مُحصلة متجهين لهما الاتجاه نفسه أو متعاكسان

اكتشف بنفسك (٢) ..

تعاون رجلان لتحريك صندوق خشبي، أثار الأول عليه بقوة مقدارها 50 نيوتن باتجاه الشرق، أما الآخر فأثار بقوة 80 نيوتن بنفس الاتجاه. ماهي القوة الكلية المؤثرة على الصندوق؟

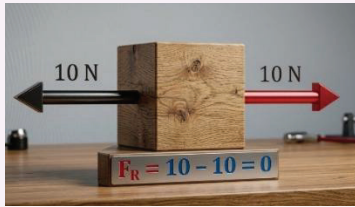


لو كان مقدار القوة كافي لتحريك الصندوق. بأي اتجاه سيتحرك؟

ماذا لو أثار الرجل الثاني بنفس القوة لكن باتجاه الغرب، ماذا سيكون تأثير القوتين على الصندوق؟



في أي حالة سيكون من الأسهل تحريك الصندوق؟

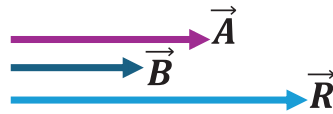


إذا تساوى مقدار متجهين وتعاكسا اتجاهًا تكون محصلتهما تساوي صفر.

لاحظ!!

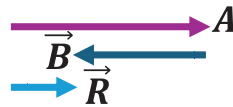
إذا تم شد جسم ساكن بقوتين متساويتين ومتعاكستين، فإن الجسم لن يتأثر بالقوة ويبقى ساكنًا.

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



$$R = A + B$$

أما عندما تكون المتجهات متعاكسة في الاتجاه: نستخدم الجبر البسيط من خلال حساب الفرق بين مقداري المتجهين لحساب مقدار المحصلة (R) وتكون باتجاه المتجه الأكبر منهم.



$$R = A - B$$

مثال (١) :

تعطلت سيارة في أحد الطرق فتوقفت عن الحركة، نزل صاحبها وصديقه لدفعها إلى أقرب محطة، فكان صاحب السيارة يدفعها بقوة (300) نيوتن وصديقه يدفعها بقوة (200) نيوتن في نفس اتجاه الحركة، احسب :

١. مقدار محصلة قوة الرجلين.
٢. مقدار المحصلة إذا علمت أن قوى الاحتكاك في الطريق والمعاكسة لحركة دفعها تساوي (150) نيوتن.

الحل:

الخطوة ١ : ابدأ بكتابة ما تعرفه ثم ما تريد معرفته.

300 N	قوة صاحب السيارة F_1
200 N	قوة الصديق F_2
150 N	قوة الاحتكاك f

الخطوة ٢ : اختر المعادلة المناسبة لك وابدأ بالحل.

$$1. F_R = F_1 + F_2 = 300 + 200 = 500N$$

$$2. F_{R2} = F_R - f = 500 - 150 = 350N$$

اكتشف بنفسك (٣) ..



لاحظ الصورتين للاعب يركل الكرة في محاولة إصابة الهدف، هل تستطيع حساب مقدار واتجاه السرعة النهائية التي تصل بها الكرة إلى الهدف في كل من الحالتين؟

.....

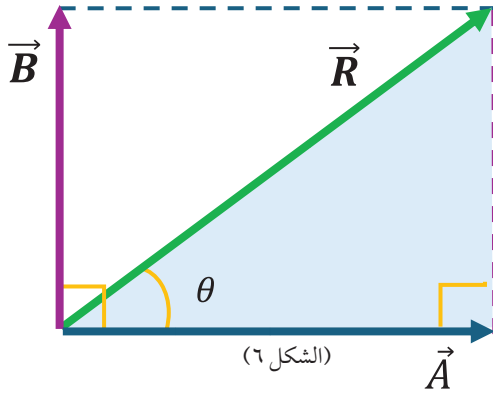
.....

.....

مُحصلة متجهين متعامدين



(الشكل ٥)



(الشكل ٦)

الشكل الذي أمامك يوضح طفل يرمي طائرة ورقية، هل تتحرك الطائرة بشكل مستقيم؟ أم أن اتجاه الرياح سيؤثر عليها ويعطيها اتجاهًا جديدًا؟ في علم الفيزياء، نادرًا ما تتأثر الأجسام بقوة واحدة وفي اتجاه واحد، فعندما يقع جسم تحت تأثير كميتين متجهتين (مثل قوتين أو سرعتين) بينهما زاوية (90°) ، فإن الجسم لا يتأثر بأي منهما بشكل منفرد، بل يستجيب لهما معًا في وقت واحد ويتحرك تبعًا لمحصلتها.

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.

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

الجدول (٢)

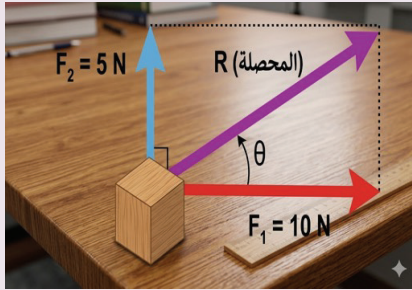
لحساب اتجاه المحصلة نطبق هذه العلاقة:

θ : الزاوية بين المحصلة والمحور الأفقي x	$\tan \theta = \frac{B}{A}$
A و B : مقدار كل من المتجهين	$\theta = \tan^{-1} \frac{B}{A}$

الجدول (٣)

مثال (٢):

قوتان متعامدتان مقدارهما $\vec{F}_1 = (10)N$ و $\vec{F}_2 = (5)N$ يؤثران على جسم موضوع على سطح طاولة كما بالشكل المقابل ، احسب مقدار واتجاه المحصلة التي يتحرك بها الجسم .



الحل:

الخطوة ١: ابدأ بكتابة ما تعرفه.

$F_1 = (10)N$	القوة الأفقية
$F_2 = (5)N$	القوة الرأسية

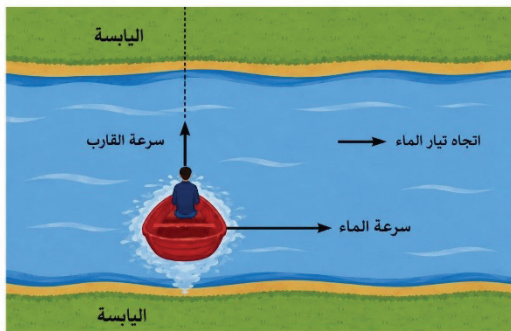
الخطوة ٢: اختر المعادلة المناسبة لك وابدأ بالحل.

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

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

اكتشف بنفسك (٤) ..

في الشكل المقابل يتحرك قارب بسرعة $(10) km/h$ عمودياً على تيار مائي سرعته $(8) km/h$ ، احسب السرعة التي سيتحرك بها القارب بالنسبة لليابسة وحدد اتجاهها .



.....

.....

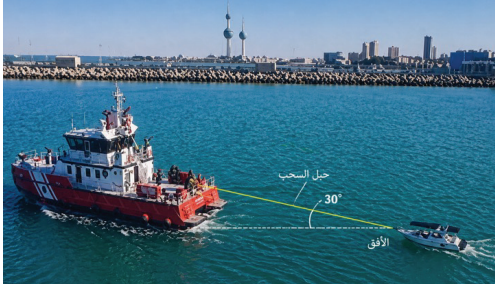
.....

.....

.....

تحليل المتجهات

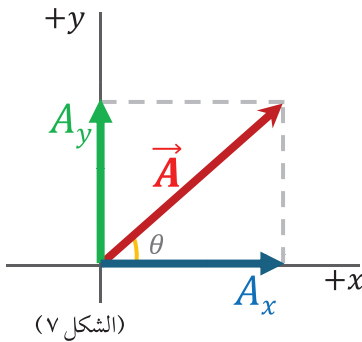
اكتشف بنفسك (٥) ..



في يوم هادئ بمياه الخليج العربي، تعطل مركب صيد نتيجة عطل في المحرك. استجاب فريق الإنقاذ البحري التابع لقوة الإطفاء فوراً بإرسال الزورق الضخم "منتصر" لتقديم المساعدة وسحب المركب إلى الميناء. (منتصر هو أحد أساطير الإطفاء البحري الكويتي، وكان يُصنف كأحد أقوى زوارق مكافحة حرائق السفن و المنصات البحرية في العالم عند تدشينه).

قام زورق منتصر بربط حبل يميل على الأفق بزاوية 30° بمركب الصيد وجره بقوة شد ثابتة مقدارها $N (5000)$ ، إلا أن قبطان مركب الصيد لاحظ من خلال أجهزة القياس على متنه أن القوة الفعلية التي تسبب في حركة المركب للأمام هي $N (4330.12)$. لماذا كانت القوة التي حركت القارب أقل من قوة شد زورق منتصر؟

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 تماماً.



يمكن تحليل المتجه $\vec{A}$ الواقع في مستوى (y, x) ، كما في الشكل (٧)، إلى مركبتين متعامدتين، هما:

١. المركبة الأفقية A_x : تمثل مسقط المتجه $\vec{A}$ على المحور المجاور للزاوية

$$A_x = A \cos(\theta)$$

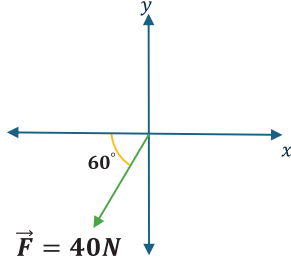
٢. المركبة العمودية A_y : تمثل مسقط المتجه $\vec{A}$ على المحور المقابل للزاوية (البعيد عن الزاوية)

$$A_y = A \sin(\theta)$$

لذلك يمكن تعريف تحليل المتجهات بأنه استبدال متجه ما بمتجهين متعامدين يقومان بنفس عمله.

اكتشف بنفسك (٦) ..

فيما يلي متجه القوة المؤثرة على جسم، أوجد مركبتي القوة الأفقية والرأسية وحدد اتجاهها على الرسم.



	المركبة الأفقية
	المركبة الرأسية

- المركبتين الأفقية والرأسية متجهان متعامدان، أوجد حاصل جمعها.

.....

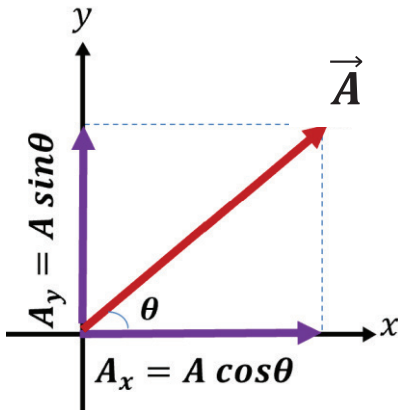
.....

.....

.....

- ماذا تلاحظ؟

.....



(الشكل ٨)

عمليتي جمع المتجهات وتحليلها هما عمليتان متعاكستان، حيث يمثل المتجه محصلة جمع المركبتين الناتجتين عن تحليله ويكون متحدًا معها في نقطة البداية. أي أن $\vec{A} = \vec{A}_x + \vec{A}_y$.

قسّم كل صعوبة تواجهها إلى أجزاء صغيرة بقدر ما يلزم لحلها.

رينيه ديكارت



مثال (٣) :

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.



الحل:

الخطوة ١ : ابدأ بكتابة ما تعرفه ثم ما تريد معرفته.

$v=120 \text{ km/h}$	السرعة المتجهة
$\theta=35^\circ$	زاوية ميل المتجه على المحور الأفقي
$v_x=?$	المركبة الأفقية للسرعة
$v_y=?$	المركبة الرأسية للسرعة

الخطوة ٢ : اختر المعادلة المناسبة لك وابدأ بالحل.

$$v_x = v \cos \theta$$

المركبة الأفقية للسرعة

$$v_x = 120 \times \cos(35)$$

$$v_x = 98.29 \text{ km/h}$$

$$v_y = v \sin \theta$$

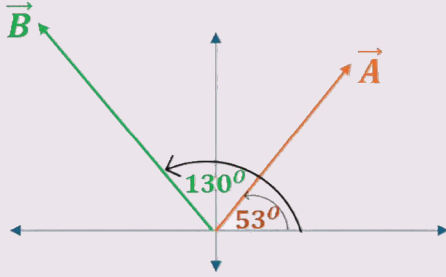
المركبة الرأسية للسرعة

$$v_y = 120 \times \sin(35)$$

$$v_y = 68.82 \text{ km/h}$$

مثال (٤) :

الرسم البياني يبين قوتين $A = (4)N$ و $B = (5)N$ ، أوجد مركبتيهما .



الحل:

الخطوة ١ : ابدأ بكتابة ما تعرفه.

باعتبار محور الاسناد هو المحور $x+$

$\vec{A} = (4 N, 53^\circ)$	التمثيل الحسابي لمتجه القوة $\vec{A}$
$\vec{B} = (5 N, 130^\circ)$	التمثيل الحسابي لمتجه القوة $\vec{B}$

الخطوة ٢ : اختر المعادلة المناسبة لك وابدأ بالحل.

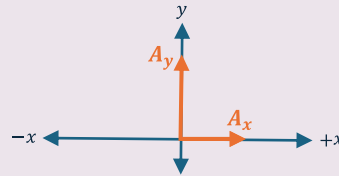
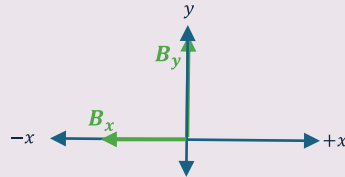
$$\begin{aligned} B_x &= B \cos \theta \\ B_x &= 5 \times \cos(130) \\ B_x &= -3.213 N \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} A_x &= A \cos \theta \\ A_x &= 4 \times \cos(53) \\ A_x &= 2.407 N \end{aligned}$$

الإشارة في الناتج تدل على اتجاه متجه المركبة بالنسبة لمحور الاسناد

$$\begin{aligned} B_y &= B \sin \theta \\ B_y &= 5 \times \sin(130) \\ B_y &= 3.830 N \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} A_y &= A \sin \theta \\ A_y &= 4 \times \sin(53) \\ A_y &= 3.195 N \end{aligned}$$



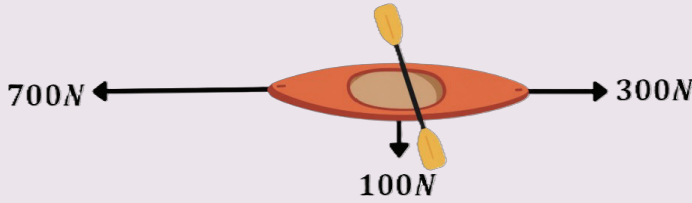
باعتبار محور الاسناد $-x$ ، فإن المتجه $\vec{B}$ يميل عنه بزاوية 50° ، فتكون المركبتين كالتالي:

$$B_y = 5 \sin 50^\circ = 3.830 N \quad B_x = 5 \cos 50^\circ = 3.213 N$$

لاحظ تساوي المركبة الأفقية للمتجه $\vec{B}$ في الحالتين مقداراً واتجهاً، كذلك متجه المركبة الرأسية.

تحقق مما تعلمت ..

أثرت مجموعة من القوى على القارب الموضح بالشكل، احسب محصلة القوة المؤثرة على القارب مقداراً واتجهاً.



.....

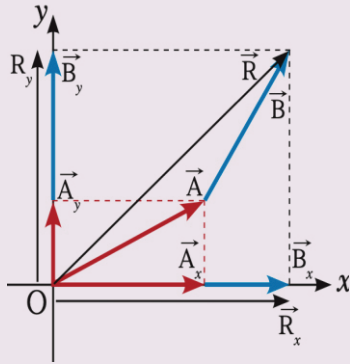
.....

.....

.....

إضاءة فيزيائية ..

إيجاد محصلة متجهين أو أكثر بالتحليل



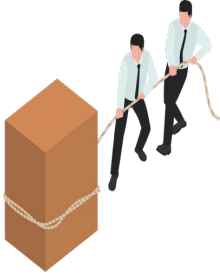
تعتبر عملية تحليل المتجهات عملية معاكسة لعملية الجمع، إلا أنه يمكن تطبيق عملية تحليل عدة متجهات بهدف جمعها! كيف يمكن ذلك؟

لحساب محصلة المتجهين ($\vec{A}$) و ($\vec{B}$) كما في الشكل المقابل، يمكن أولاً تحليل كل منهما إلى المركبتين الأفقية والرأسية، يتم جمع المركبتين الأفقيتين للمتجهين فيكون ناتج الجمع مساوياً لقيمة مركبة المحصلة الأفقية $\vec{R}_x = \vec{A}_x + \vec{B}_x$ ، وناتج جمع المركبتين الرأسيتين يمثل قيمة المركبة الرأسية للمحصلة $\vec{R}_y = \vec{A}_y + \vec{B}_y$ ومن ثم باستخدام قانون فيثاغورث يمكن حساب مقدار المحصلة.

$$R = \sqrt{R_x^2 + R_y^2}$$

أنت الفيزيائي

السؤال الأول: ضع علامة (✓) في المربع الواقع أمام أنسب إجابة لكل من العبارات التالية :



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 ☐ 54.08 ☐

23 ☐ 64.5 ☐



٢. الشكل المقابل رجل يسحب حقيبة بقوة باتجاه يصنع زاوية مع الأفق، فإن مقدار المركبة التي تتحرك بتأثيرها الحقيبة بوحدة النيوتن تساوي:

17 ☐ 11.5 ☐

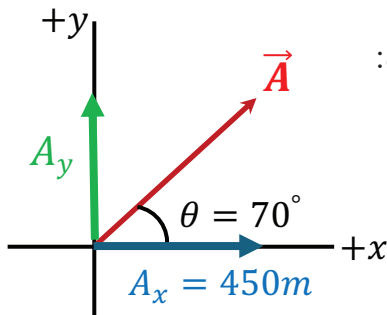
23 ☐ 19.91 ☐

السؤال الثاني: حل المسائل التالية:

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

أ. مقدار هذه الإزاحة $(\vec{A})$.

ب. المركبة الرأسية للإزاحة.





ماذا سأتعلم ؟

- ضرب المتجهات.
- الضرب العددي .
- الضرب الاتجاهي .

كيف سأتعلم ؟

- أطبق أمثلة لضرب كمية متجهة بكمية عددية.
- أقارن بين الضرب العددي والضرب الاتجاهي للمتجهات.
- أحل تطبيقات رياضية على ضرب المتجهات.

فكر !!

هل تطبق عملية الضرب على الكميات المتجهة ؟

لا تعلم أيها المتعلم المفكر مدى تداخل ظواهر القوى المتجهة في روتينك اليومي، فالقوى المتجهة هي التي تحكم كيف تتفاعل الأجسام وتنتقل الطاقة بينها. إنك تشاهد أثرها كل يوم؛ فعندما تسحب رافعة في ميناء الشويخ حاوية، ولكن بزاوية مائلة، فإن شيئاً ما يتغير، وهذا التغير ليس في مقدار القوة، بل في كيفية تأثيرها.

في البداية قد يبدو لك أن ضرب متجه في متجه يشبه ضرب عددين عاديين. لكن هل هذا صحيح؟

من المهم دراسة كيفية ضرب المتجهات، حيث ستكتشف أن للضرب نوعين مختلفين تماماً، وكيف أن قوانين ضرب المتجهات تحكم كل ما يحيط بنا بدقة مذهلة.

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.

ضرب كمية متجهة بكمية عددية

اكتشف بنفسك (١) ..

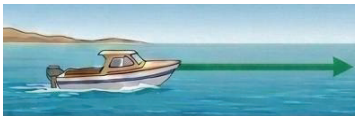
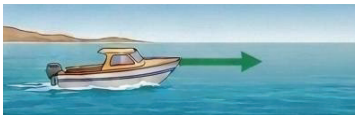
ينص القانون الثاني لنيوتن على أنه إذا أثرت قوة على جسم فإنه يتحرك بتسارع يتناسب طردياً مع القوة المؤثرة وعكسياً مع كتلة الجسم، تذكر أن الصيغة الرياضية لهذا القانون هي $\vec{F} = m \vec{a}$.
● حدد نوع الكميات الفيزيائية وفق معيار حاجتها لتحديد اتجاه.

- ما نوع حاصل ضرب كمية عددية بكمية متجهة؟
.....
- أوجد متجه التسارع الذي يكتسبه جسم كتلته 10 kg إذا أثرت عليه قوة $(50 \text{ N}, 30^\circ)$ ؟
.....

الكمية	نوعها
القوة	
التسارع	
الكتلة	

عند ضرب متجه ما ($\vec{A}$) في عدد (n) فإننا نحصل على متجه جديد نرمز له بالرمز ($n\vec{A}$). هذا المتجه الجديد يتأثر بالعدد (n)، حيث يصبح مقدار المتجه الجديد مساوياً لحاصل ضرب القيمة المطلقة للعدد في مقدار المتجه الأصلي، أما اتجاهه فيتأثر بإشارة العدد، فعند ضرب متجه بعدد سالب فإن اتجاه المتجه الناتج يكون عكس اتجاه المتجه الأصلي.

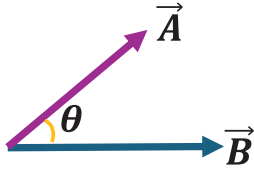
اكتشف بنفسك (٢) ..



- تخيل أنك تقود قارباً في رحلة بحرية، وكان القارب يتحرك بسرعة ($\vec{v}$) باتجاه الشرق. ماذا تتوقع أن يحدث لمتجه السرعة رياضياً بدلالة ($\vec{v}$) في الحالات التالية:
١. زيادة سرعة القارب إلى مثلي ما كان عليه.
.....
٢. زيادة سرعة القارب إلى مثلي ما كان عليه، باتجاه معاكس للحركة.
.....

ضرب كمية متجهة بكمية متجهة أخرى

هناك نوعان من ضرب كمية متجهة بكمية متجهة أخرى :



الضرب العددي

يُسمى هذا النوع من ضرب المتجهات بالضرب العددي، لأن ناتج الضرب كمية عددية، ويكون رمز عملية الضرب المستخدمة فيه (.)، لذلك يسمى أيضًا الضرب النقطي، فيُعبّر عنه بالطريقة التالية:

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

يُحسب مقدار ناتج الضرب العددي للمتجهين $\vec{A}$ و $\vec{B}$ بينهما زاوية θ بالعلاقة الرياضية التالية:

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

الضرب الاتجاهي

يُسمى هذا النوع من ضرب المتجهات بالضرب الاتجاهي، لأن ناتج الضرب كمية متجهة، ويكون رمز عملية الضرب المستخدمة فيه (x)، لذلك يُسمى أيضًا الضرب التقاطعي، فيُعبّر عنه بالطريقة التالية:

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

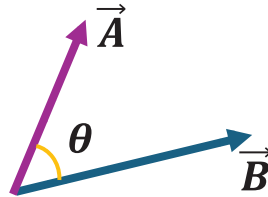
يُحسب مقدار ناتج الضرب الاتجاهي للمتجهين $\vec{A}$ و $\vec{B}$ بينهما زاوية θ بالعلاقة الرياضية التالية:

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

اكتشف بنفسك (٣) ..

لاحظ المتجهان $\vec{A}$ و $\vec{B}$ ، بينهما زاوية θ ، باستخدام قاعدة اليد اليمنى، حدد اتجاه المتجه الناتج من الضرب الاتجاهي لكل مما يلي:

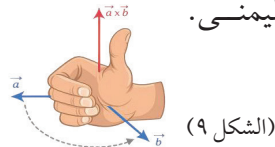
اتجاه الناتج	
	$\vec{A} \times \vec{B}$
	$\vec{B} \times \vec{A}$



هل الضرب الاتجاهي له خاصية إبدالية؟

.....

أما اتجاه ناتج الضرب الاتجاهي فيُحدّد بتطبيق قاعدة اليد اليمنى.



كيف تطبق قاعدة اليد اليمنى؟

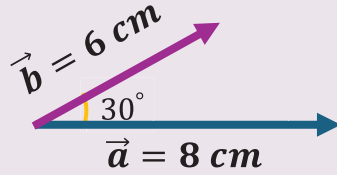
١. افرد يدك اليمنى، مد أصابع اليد اليمنى على المتجه الأول.
٢. اثني الأصابع باتجاه المتجه الثاني عبر الزاوية الأصغر.
٣. اتجاه الإبهام يشير إلى اتجاه الناتج.

مثال (١):

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

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

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



الحل:

الخطوة ١: ابدأ بكتابة ما تعرفه.

$a = 8 \text{ cm}$	مقدار المتجه الأول
$b = 6 \text{ cm}$	مقدار المتجه الثاني
$\theta = 30^\circ$	الزاوية المحصورة

الخطوة ٢: اختر المعادلة المناسبة لك وابدأ بالحل.

$$\vec{a} \times \vec{b} = \vec{c} \quad .1$$

$$c = a b \sin \theta = 8 \times 6 \times \sin 30$$

$$c = 24 \text{ cm}^2$$

باستخدام قاعدة اليد اليمنى يكون اتجاه المتجه $(\vec{c})$ عمودي على مستوى الصفحة للخارج

$$\vec{b} \times \vec{a} = \vec{c} \quad .2$$

$$c = b a \sin \theta = 6 \times 8 \times \sin 30$$

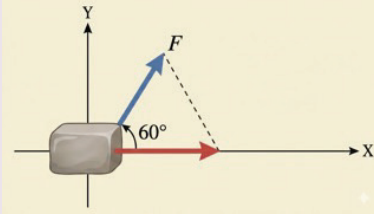
$$c = 24 \text{ cm}^2$$

باستخدام قاعدة اليد اليمنى يكون اتجاه المتجه $(\vec{c})$ عمودي على مستوى الصفحة للداخل.

لاحظ أن ناتج الضرب الاتجاهي $(\vec{b} \times \vec{a})$ يساوي في المقدار ناتج الضرب الاتجاهي $(\vec{a} \times \vec{b})$ إلا أن اتجاهه كلاً من المتجهين الناتجين متعاكس. لذا لا يمكن اعتبار الضرب الاتجاهي إبدالياً.

مثال (٢) :

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



الحل:

الخطوة ١: ابدأ بكتابة ما تعرفه.

$F = 35 \text{ N}$	القوة المؤثرة
$\theta = 60^\circ$	الزاوية المحصورة
$d = 20 \text{ m}$	الإزاحة

الخطوة ٢: اختر المعادلة المناسبة لك وابدأ بالحل.

$$W = \vec{F} \cdot \vec{d} = F \cdot d \cos \theta$$

$$W = (35) \cdot (20) \cdot \cos 60^\circ \longrightarrow W = 350 \text{ J}$$

في المثال السابق إذا أوجدت ناتج الضرب العددي $(\vec{d} \cdot \vec{F})$ ستجد أنه يساوي 350 J ، فهو يساوي في المقدار ناتج الضرب العددي $(\vec{F} \cdot \vec{d})$ ، ولأن الناتج كمية عددية ليس لها اتجاه والمقدارين متساويين، فإن الضرب العددي له خاصية إبدالية، لذلك فإن $(\vec{b} \cdot \vec{a})$ يساوي $(\vec{a} \cdot \vec{b})$.

اكتشف بنفسك (٣) ..

المتجهان $\vec{A}$ و $\vec{B}$ بينهما زاوية θ أكمل الجدول التالي بالقيم المطلوبة لمقدار حاصل الضرب عند زوايا مختلفة بين المتجهين بدلالة A و B

$\theta = 180^\circ$	$\theta = 90^\circ$	$\theta = 0^\circ$	
			$\vec{A} \times \vec{B}$
			$\vec{A} \cdot \vec{B}$

تحقق مما تعلمت ..

يؤثر عامل بقوة مقدارها $\vec{F} = (30)N$ عمودية على باب، بحيث تقع نقطة تأثير القوة على بُعد $\vec{d} = (1.3)m$ من محور دوران الباب. إذا علمت أن عزم القوة هو قيمة متجهة لقياس مدى قدرة القوة التي تؤثر على جسم لتدويره حول محور ما، ويحسب من العلاقة الرياضية $\vec{\tau} = \vec{d} \times \vec{F}$. أوجد: مقدار عزم القوة المؤثرة حول محور الدوران.



٢. ماذا يحدث لعزم القوة إذا انعكس اتجاه القوة المؤثرة على الباب؟

إضاءة فيزيائية..

ميكانيكا الكم و مبدأ عدم اليقين (حين يغير الترتيب كل شيء)

في الفيزياء الكلاسيكية يمكنك دائماً معرفة موقع جسم و سرعته في نفس اللحظة بدقة تامة. لكن في عالم الجسيمات دون الذرية (عالم الإلكترونات و البروتونات) تنهار هذه الفكرة كلياً. اكتشف العالم الألماني ورنر هايزنبرغ عام ١٩٢٧م أنه كلما حددت موقع جسيم بدقة أكبر، كلما أصبحت سرعته أكثر غموضاً. وهذا ليس قصوراً في أجهزة القياس، بل هو قانون راسخ في بنية الكون نفسه.

و المذهل أن الجذر الرياضي لهذا المبدأ هو بالضبط ما درسته بأن الضرب الاتجاهي عملية ليست ابدالية. فقياس

الموقع ثم السرعة يعطي نتيجة مختلفة عن قياس السرعة ثم الموقع، كما أنه

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

في أشباه الموصلات و لما وُجد الحاسوب أو الهاتف الذي تستخدمه الآن.



أنت الفيزيائي

السؤال الأول: ضع علامة (✓) في المربع الواقع أمام أنسب إجابة لكل من العبارات التالية :

١. متجهان $\vec{A}$ و $\vec{B}$ مقدارهما $N(3)$ و $m(4)$ بالترتيب و ناتج ضربهما القياسي $J(12)$ ، فإن الزاوية بين المتجهين تساوي بالدرجات:

0° ☐ 45° ☐ 90° ☐ 180° ☐

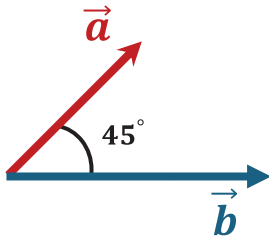
٢. متجهان $\vec{A}$ و $\vec{B}$ مقدارهما $cm(2)$ و $cm(4)$ بالترتيب و الزاوية بينهما (60°) ، مقدار حاصل ضربهما الاتجاهي بوحدة cm^2 يساوي:

4 ☐ 5 ☐ $4\sqrt{3}$ ☐ $\frac{\sqrt{3}}{2}$ ☐

السؤال الثاني: أجب عن الأسئلة التالية:

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

٢. في الشكل المقابل متجهان $(\vec{a}, \vec{b})$ في مستوى أفقي واحد منطبق على مستوى الصفحة حيث $\vec{a} = 5\text{ cm}$ و $\vec{b} = 7\text{ cm}$ 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.

Projectile Motion

ماذا سأتعلم ؟

- مفهوم المقذوف.
- المركبة الأفقية والمركبة الرأسية للسرعة الابتدائية.
- الكميات المستخدمة في وصف حركة المقذوف.

كيف سأتعلم ؟

- أعرف المقذوف بعد الاطلاع على عدة مقذوفات .
- أقارن بين الحركة الرأسية والأفقية للمقذوف.
- أطبق معادلات الرياضيات المرتبطة بحركة المقذوف.
- أوجد العلاقة بين السرعة الابتدائية الأفقية والمدى الأفقي عملياً.

فكر !!

ما المقذوف وكيف نستفيد من فيزياء المقذوفات في حياتنا ؟



أنت تعيش وسط حركة مستمرة للأجسام التي تُقذف، حيث نراها في الملاعب عندما يرسم لاعبو كرة القدم والسلة أقواساً دقيقة في الهواء للوصول إلى الهدف، وكذلك في انسياب خيوط الماء من النوافير العامة، وحتى في الحركات البسيطة كرمي مفاتيح لصديق أو قذف حجر في بحيرة.

إن ما يجعل المقذوفات حالة فيزيائية فريدة هو ذلك "الصراع الصامت" الذي تخوضه الكرة أو القذيفة أثناء تحليقها؛ فهي تحاول المضي قدماً بسرعة ثابتة بفضل القصور الذاتي، بينما تُصَرَّ الجاذبية الأرضية على سحبها نحو الأسفل.



(الشكل ١٠)

عندما كنت تشاهد الأفلام التاريخية هل تساءلت يوماً لماذا كان الجنود الذين يرمون السهام يرفعونها لأعلى، لماذا لم يكتفوا برميها للأمام فقط ؟

فكر !!

هل كان هذا مجرد استعراض سينمائي ، أم للفيزياء دور في ذلك ؟

اكتشف بنفسك (١) ..

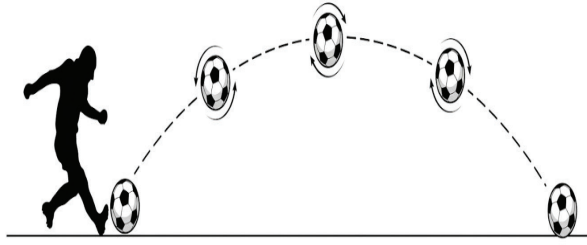
توقع مسار الكرة في لعبة البولينج والرمح في لعبة رمي الرمح وارسمها في الجدول الذي أمامك :

اللعبة	ارسم شكل المسار	صف الحركة
		
		

تختلف حركة كرة البولينج عن حركة الرمح بشكل جوهري من حيث أبعاد مسار الحركة، ففي حين تمثل حركة كرة البولينج نموذجاً للحركة في خط مستقيم (في بُعد واحد)، تمثل حركة الرمح الذي يُطلقه اللاعب بزاوية نموذجاً كلاسيكياً لحركة المقذوفات في بُعدين (أفقي ورأسي).

يُسمى الرمح أو القذيفة (مقذوفاً)، و 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.

ما هو شكل مسار القذيفة؟

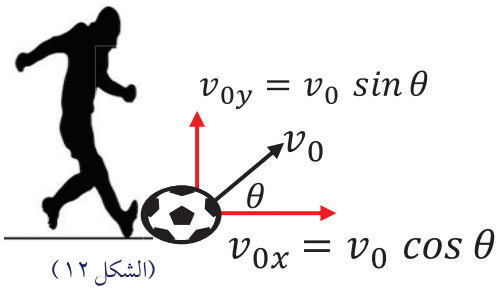
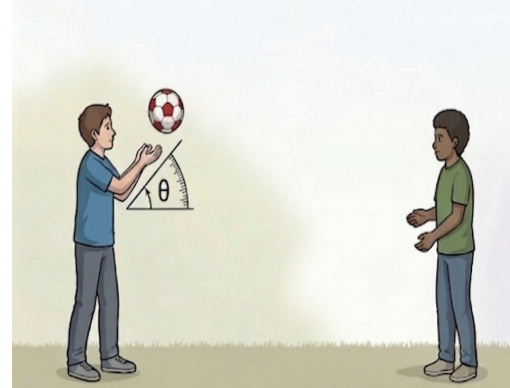
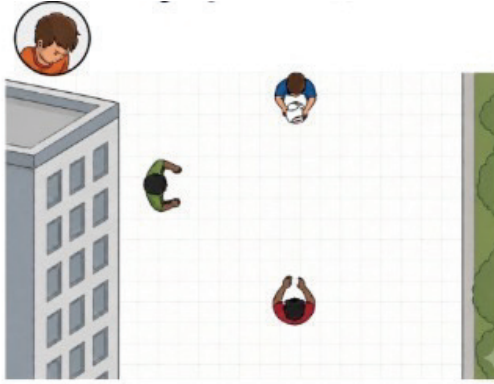


(الشكل ١١)

لو تتبعنا مسار الكرة التي يركلها اللاعب على شبك المرمى (بزاوية)، لوجدنا أنها ترتفع بمسار منحنى حتى تصل إلى أقصى ارتفاع (h)، ثم تعود إلى أسفل وترتطم بالأرض بنفس سرعتها الابتدائية عند نفس المستوى الذي أطلقت منه مع إهمال مقاومة الهواء، مشكلةً مساراً منحنياً يُسمى (القطع المكافئ).

اكتشف بنفسك (٢) ..

لو أننا افترضنا أن هناك ولدين يتقاذفان كرةً في الهواء، ارسم شكل المسار الذي ستلاحظه عندما :
تقف أمامهما تنظر إليهما رأسيًا من أعلى عمارة



(الشكل ١٢)

من خلال النشاط السابق لاحظ أن للمقذوف حركتين أحدها على المحور الأفقي (حركة أفقية) و الأخرى على المحور الرأسى (حركة رأسية) وهما غير مترابطتين ولكن متزامنتين تشكّلان مساراً منحنياً لحركة المقذوف .

ولدراسة الحركتين كلٍ على حدة ستحتاج إلى تحليل متجه السرعة الابتدائية (v_0) التي يقذف بها المقذوف إلى مركبتين (المركبة الرأسية و المركبة الأفقية):

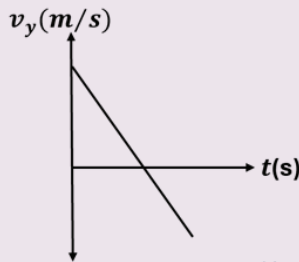
$$v_{0y} = v_0 \sin \theta$$

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

حين يطلق جسم بسرعة ابتدائية (v_0) و بزاوية (θ) مع الأفق، نقسم الحركة لاتجاهين :

حركة المقذوف على المحور الرأسي

تتأثر المركبة الرأسية للسرعة (v_y) بقوة الجاذبية الأرضية (وزن القذيفة) و التي تؤدي إلى حركتها بتسارع منتظم يساوي 9.8 m/s^2 ، يُمثل 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 قُذِفَ فيها.



(الشكل ١٤)

العلاقة بين السرعة الرأسية (v_y) والزمن (t) لمقذوف في زاوية θ

ولأن الحركة الرأسية للمقذوف تتأثر بتسارع منتظم تُطبق معادلات الحركة التي تم دراستها في درس السقوط الحر .

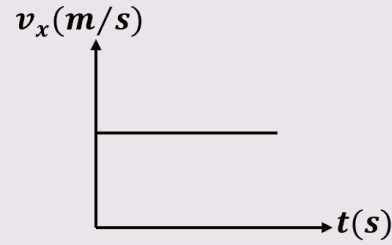
$$v_y = v_0 \sin \theta + gt$$

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

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

حركة المقذوف على المحور الأفقي

لا تتأثر الحركة الأفقية للقذيفة بقوة الجاذبية الأرضية، وبإهمال مقاومة الهواء تنعدم القوى المؤثرة عليها بالاتجاه الأفقي لذلك تظل المركبة الأفقية للسرعة (v_x) ثابتة في المقدار والاتجاه فتقطع مسافات متساوية خلال أزمنة متساوية.



(الشكل ١٣)

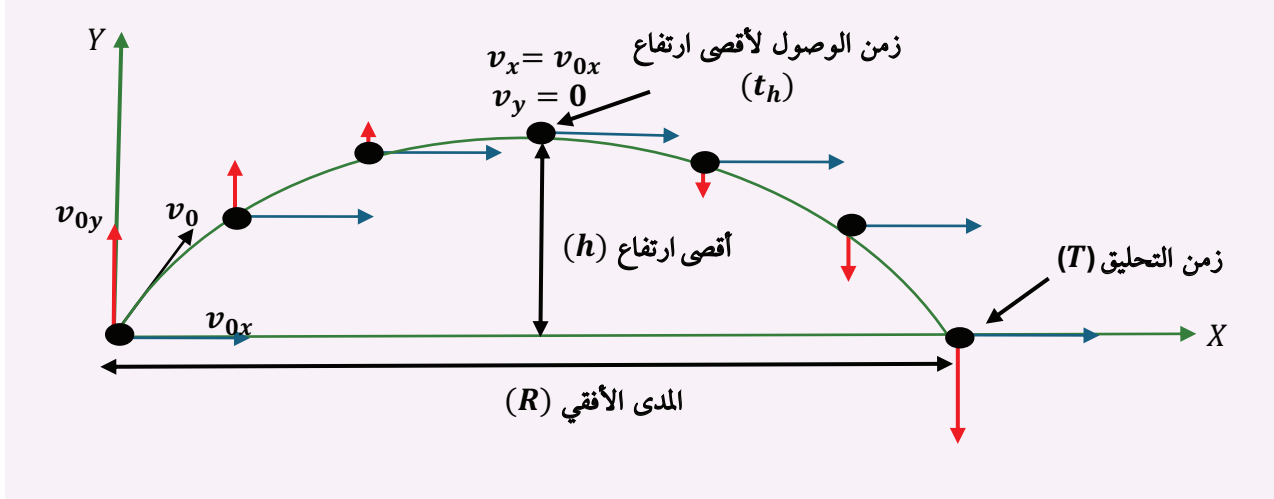
العلاقة بين السرعة الأفقية (v_x) والزمن (t) لمقذوف في زاوية θ

و يمكن حساب المسافة الأفقية من خلال العلاقة التالية:

$$\Delta x = v_{0x} \cdot t$$

$$\Delta x = v_0 \cos \theta \cdot t$$

الكميات الفيزيائية المستخدمة في وصف حركة المقذوفات:



مسار كرة قُذِفَتْ بزاوية - تمثل الأسهم مُركبتي السرعة المتجهة الأفقية والرأسية

(الشكل ١٥)

كم يستغرق المقذوف للوصول إلى أقصى ارتفاع رأسي؟

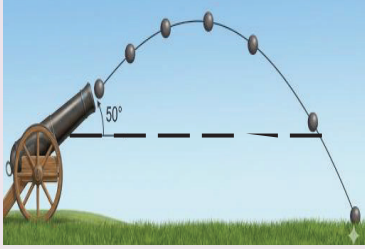
تذكر أن المركبة الرأسية لسرعة المقذوف تتناقص بانتظام في مرحلة الصعود حتى تصبح صفرًا عند أقصى ارتفاع ($v_y = 0$)، ويمكن حساب زمن الوصول لأقصى ارتفاع من العلاقة التالية:

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

كما عرفت في درس السقوط الحر بأن الزمن الكلي الذي يستغرقه الجسم المقذوف في الهواء قبل أن يعود إلى نفس المستوى الذي قُذِفَ منه يُعرَّف بزمن التحليق (T)، ويستغرق المقذوف المدة الزمنية ذاتها في الحركتين الأفقية والرأسية منذ لحظة انطلاقه وحتى إصابة الهدف، وبناءً على ذلك فإن حسابك للزمن في إحدى الحركتين يُعطيك تلقائيًا الزمن للحركة الأخرى.

$$T = 2t_h$$

مثال (١):



رُفعت فوهة مدفع وُضع على الأرض بزاوية (50°) على المستوى الأفقي لتُطلق قذيفة بسرعة متجهة ابتدائية بمقدار 75 m/s ، فإذا علمت أن مقاومة الهواء مهملة وتسارع الجاذبية الأرضية تساوي 9.8 m/s^2 ، احسب:

١. زمن أقصى ارتفاع للقذيفة.
٢. زمن التحليق.

الحل:

الخطوة ١: ابدأ بكتابة ما تعرفه .

$v_0 = 75 \text{ m/s}$	السرعة الابتدائية
$\theta = 50^\circ$	زاوية القذف
$g = 9.8 \text{ m/s}^2$	تسارع الجاذبية الأرضية

الخطوة ٢: اختر المعادلة المناسبة لك وابدأ بالحل .

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

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

اكتشف بنفسك (٣) ..

في رحلة تخييم، طلب عبدالعزيز من صديقه يوسف أن يناوله مصباحاً يدوياً، بدلاً من المشي إليه قام يوسف بقذف المصباح نحو عبدالعزيز بسرعة ابتدائية قدرها 0.1 m/s في اتجاه يميل على الأفق بزاوية (30°) ، بافتراض أن عبدالعزيز سيلتقط المصباح بيده على نفس الارتفاع الذي قُذف من يد يوسف، وبإهمال تأثير مقاومة الهواء وباعتبار تسارع الجاذبية الأرضية يساوي 9.8 m/s^2 أوجد زمن تحليق المصباح.

.....

.....



كيف يمكن تحديد المسافة الأفقية التي يقطعها المقذوف ؟

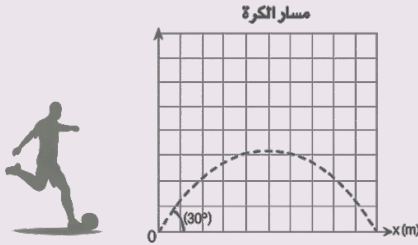
المسافة الأفقية التي تقطعها القذيفة ابتداءً من نقطة الإنطلاق إلى نقطة الوصول على مستوى الإطلاق تُسمى المدى الأفقي (R).
ويمكن حسابها انطلاقاً من الحركة الأفقية حيث السرعة منتظمة من العلاقة التالية:

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

كما يمكن حسابها من معادلات الحركة الرأسية المتسارعة من خلال العلاقة التالية:

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

مثال (٢) :



ركل لاعب كرة من الأرض بسرعة متجهة ابتدائية مقدارها 50 m/s في اتجاه يميل على الأفق بزاوية (30°) ، فإذا علمت أن مقاومة الهواء مهملة و تسارع الجاذبية الأرضية يساوي 9.8 m/s^2 ، احسب :

- المسافة الأفقية بعد مرور 2 s من الزمن.
- المدى الأفقي .

الحل:

الخطوة ١ : ابدأ بكتابة ما تعرفه .

$v_0 = 50 \text{ m/s}$	السرعة الابتدائية
$\theta = 30^\circ$	زاوية القذف
$g = 9.8 \text{ m/s}^2$	تسارع الجاذبية الأرضية
$t = 2 \text{ s}$	الزمن

تابع مثال (٢) :

الخطوة ٢: اختر المعادلة المناسبة لك وابدأ بالحل.

١. المسافة الأفقية بعد مرور (2)s من الزمن.

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

٢. المدى الأفقي.

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

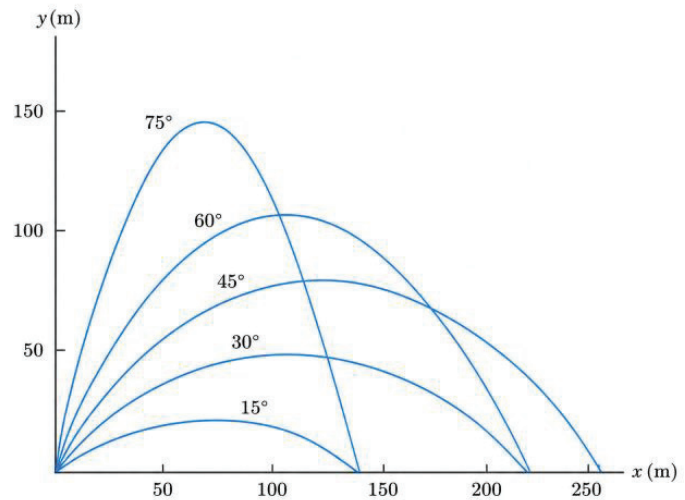
اكتشف بنفسك (٤) ..

أعد حساب المدى الأفقي للمثال السابق ولكن بالزاوية (60°) و الزاوية (45°) ماذا تستنتج من خلال النتائج؟

.....

.....

من خلال المثال السابق تلاحظ أن :
مدى الزاوية (30°) والزاوية (60°)
متساويان وهذا ينطبق على أي
زاويتين يُقذف بهما المقذوف ويكون
مجموعهما (90°) .
كما تجد أن المدى الأفقي للزاوية
(45°) يكون أبعد مدى يصل إليه
المقذوف.



كيف يمكن تحديد أقصى ارتفاع رأسي يصل إليه المقذوف؟

أكبر مسافة رأسية يصنعها المقذوف من نقطة إطلاقه حتى يعود إلى مستوى الإطلاق نفسه تسمى أقصى ارتفاع (h)، ويعطى بالعلاقة :

$$h = \frac{(v_0 \sin \theta)^2}{2g}$$

مثال (٣) :



قذف لاعب كرة سلة الكرة بسرعة متجهة ابتدائية مقدارها 10 m/s وبزاوية (60°) على المستوى الأفقي، بإهمال تأثير مقاومة الهواء و باعتبار تسارع الجاذبية الأرضية تساوي 9.8 m/s^2 .

احسب:

١. المركبة الأفقية والمركبة الرأسية للسرعة المتجهة الابتدائية.

٢. أقصى ارتفاع تصل إليه الكرة.

الحل:

الخطوة ١: ابدأ بكتابة ما تعرفه.

$v_0 = 10 \text{ m/s}$	السرعة الابتدائية
$\theta = 60^\circ$	زاوية القذف
$g = 9.8 \text{ m/s}^2$	تسارع الجاذبية الأرضية

الخطوة ٢: اختر المعادلة المناسبة لك وابدأ بالحل.

$$v_{0y} = v_0 \sin \theta = 10 \sin 60 = 8.66 \text{ m/s} \quad .1$$

$$v_{0x} = v_0 \cos \theta = 10 \cos 60 = 5 \text{ m/s}$$

$$h = \frac{(v_0 \sin \theta)^2}{2g} = \frac{(10 \sin 60)^2}{2(9.8)} = 4.12 \text{ m} \quad .2$$

اكتشف بنفسك (٥) ..



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 3 s .

.....

لو أننا افترضنا أن هناك جسماً سقط من قمة برج عالٍ إلى الأرض في اللحظة نفسها ومن نفس الارتفاع سقط جسماً آخر من طائرة كانت تطير بسرعة أفقية بجانب هذا البرج، أيهما سيصل أولاً؟ سيصل الجسمان إلى الأرض في نفس اللحظة.

ذكرنا سابقاً أن الحركة الأفقية لا ترتبط بالحركة الرأسية وبالتالي لا تؤثر إطلاقاً عليها، ففي الحركة الرأسية يخضع الجسمان لنفس الجاذبية الأرضية بما أن الجسمين يسقطان من نفس الارتفاع، وكلاهما بدأ السقوط بسرعة رأسية تساوي صفراً، فإنهما سيستغرقان نفس الزمن للوصول إلى الأرض، والسرعة الأفقية للجسم الساقط من الطائرة تجعله يندفع للأمام في مسار منحنى، لكنها لا تسرع ولا تبطئ من زمن نزوله للأسفل.

أيهما سيصل أولاً (بإهمال مقاومة الهواء) ؟



(الشكل ١٧)

إضاءة فيزيائية ..

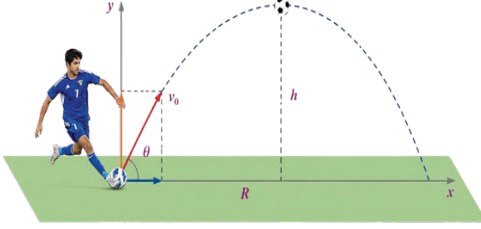
علماء الأندلس

يُعد ابن باجة من أبرز فلاسفة وعلماء الأندلس في القرن الثاني عشر، وقد أسهم في تطوير فهم الحركة بطريقة مهدت لعلم الفيزياء الحديث، اقترح أن الجسم المقذوف يستمر في حركته بسبب قوة داخلية يكتسبها لحظة القذف، وتضعف تدريجياً بفعل مقاومة الهواء، هذا التصور يُعد خطوة مبكرة نحو مفهوم القصور الذاتي، الذي يفسر لماذا تتحرك



المقذوفات - مثل الكرة أو القذيفة - في مسارها بعد إطلاقها حتى تؤثر عليها قوى خارجية كالجاذبية والهواء، وبذلك يمكن اعتبار أفكار ابن باجة تمهيداً علمياً لفهم حركة المقذوفات كما ندرسها اليوم في الفيزياء.

تحقق مما تعلمت ..



ركل بندر كرة قدم بسرعة ابتدائية مقدارها 22.5 m/s

في اتجاه يصنع زاوية 53° ، بإهمال مقاومة الهواء احسب:

١. أقصى ارتفاع تصل إليه الكرة.

٢. زمن تحليق الكرة حتى تعود إلى سطح الأرض.

٣. المدى الأفقي للكرة.

الفيزياء والعلوم الأخرى (جيولوجيا) ..



يرتبط درس المقذوفات في الفيزياء بظاهرة ثوران البركان في الجيولوجيا ارتباطاً مباشراً، حيث تفسّر الفيزياء كيفية حركة المواد التي يقذفها البركان في الهواء، فعند حدوث ثوران بركاني، تندفع الحمم والصخور والرماد بسرعة وزوايا مختلفة من فوهة البركان، وتتحرك هذه المواد في مسارات منحنية تحت تأثير الجاذبية، تماماً كما يحدث في حركة المقذوفات التي تُدرّس في الفيزياء.

ومن هنا تستفيد الجيولوجيا من الفيزياء في فهم سلوك هذه المقذوفات البركانية، مثل تحديد مدى وصولها، وارتفاعها، وزمن بقائها في الهواء، مما يساعد العلماء على التنبؤ بمناطق سقوطها وتقييم المخاطر المحتملة على المناطق المحيطة، وبالتالي، فإن الفيزياء توفر الأدوات والقوانين التي تمكن الجيولوجيين من تفسير الظواهر البركانية بشكل أدق وأكثر علمية.

أنت الفيزيائي

السؤال الأول: ضع علامة (✓) في المربع الواقع أمام أنسب إجابة لكل من العبارات التالية:

١. أكبر مدى يكون للقذيفة عندما تقذف بزاوية مقدارها:

30° ☐ 45° ☐ 60° ☐ 90° ☐

٢. إذا قُذفت كرة بزاوية (20°) مع الأفقي، فإن الزاوية التي يجب أن تُقذف بها كرة أخرى بنفس السرعة لتقطع نفس الإزاحة الأفقية (المدى) تساوي:

30° ☐ 40° ☐ 70° ☐ 90° ☐

السؤال الثاني: اكتب الاسم أو المصطلح العلمي الذي تدل عليه كل عبارة من العبارات التالية:

م	العبارة	المصطلح
١	الأجسام التي تُطلق في الهواء في مسار منحنى بتأثير الجاذبية الأرضية .	
٢	إزاحة رأسية يصنعها المقذوف من نقطة إطلاقه إلى أن يعود إلى مستوى الإطلاق نفسه.	

السؤال الثالث: حل المسائل التالية:

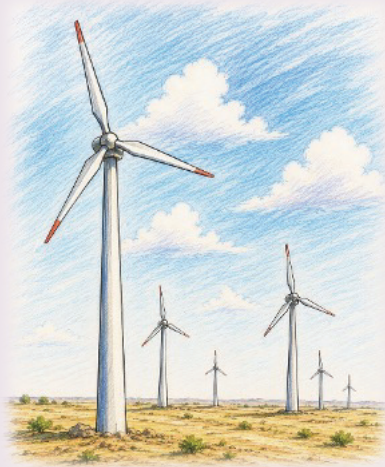
قُذف حجر في الهواء بسرعة متجهة ابتدائية مقدارها m/s (10) وبزاوية (50°) مع الأفق عند إهمال مقاومة الهواء واعتبار أن تسارع الجاذبية الأرضية تعادل m/s^2 (9.8) ، احسب ما يلي :

١. المركبة الأفقية والمركبة الرأسية للسرعة المتجهة عند بداية الحركة.

٢. قيمة المركبة أفقية والمركبة رأسية للسرعة عند أقصى ارتفاع .

٣. مقدار المدى الأفقي وأقصى ارتفاع يصل إليه المقذوف.

٤. زمن أقصى ارتفاع وزمن التحليق .

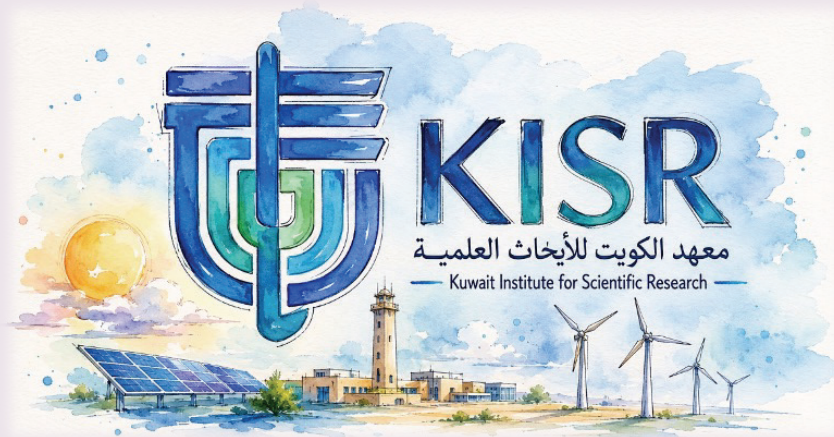


استدامة.. استدامة.. استدامة

لطالما سمعنا هذا المفهوم و درسناه نظريًا، وأتى اليوم الذي نراه عملياً في "مجمع الشقيا للطاقة المتجددة".

ما هي قصة هذا المجمع؟ تأسس مجمع الشقيا للطاقة المتجددة تحقيقاً للرغبة الأميرية السامية لتحويل ديرتنا الحبيبة إلى "كويت جديدة"، و يعتبر أكبر حاضنة لتقنيات الطاقة النظيفة في المنطقة، وهذا الشيء يترجم لنا "الاستدامة" إلى واقع عملي حقيقي و ملموس. تأسس المشروع بمبادرة وتصميم من معهد الكويت للأبحاث العلمية.

ولماذا منطقة الشقيا؟ اختيرت منطقة الشقيا التي تقع غرب البلاد لتمييزها بمعدلات سطوع شمسي وحركة رياح مثالية لتوليد الطاقة.



يتبع مشروع الشقيا ثلاث تكنولوجيات لتوليد الكهرباء:

- الطاقة الشمسية الحرارية: التي تمتاز بالقدرة على تخزين حرارة الشمس وتوليد الكهرباء حتى بعد غروب الشمس.
- الطاقة الشمسية الكهروضوئية: عن طريق الألواح الزجاجية المباشرة التي تلتقط ضوء الشمس.
- طاقة الرياح: عبر توربينات عملاقة تستغل التيارات الهوائية في المنطقة.



ما دور مجمع الشقيا من الاستدامة؟

- مجمع الشقيا له دور في تحقيق أبعاد الاستدامة الأساسية في الكويت، وهي:
- الاستدامة البيئية: من خلال تقليل الانبعاثات الكربونية التي تنبعث من الوقود الأحفوري الذي تعتمد عليه الكويت لتشغيل محطاتها يساهم في مكافحة التغير المناخي وتحسين جودة الهواء.
 - الاستدامة الاقتصادية: كل كيلوواط/ ساعة ينتجها مجمع الشقيا من الشمس أو الرياح يعادل برميل نفط يتم حرقه للحصول على نفس الكمية من الطاقة، يتم توفيره لبيعه في الأسواق العالمية. هذا التوفير يضخ مبالغ ضخمة في ميزانية الدولة، ويدعم "الاقتصاد المتنوع المستدام".
 - الاستدامة البشرية والتعليمية (بناء الكوادر الوطنية): يعتبر المشروع مختبراً مفتوحاً وبوابة لتمكين المهندسين والباحثين الكويتيين. من خلاله، يتم نقل وتوطين تكنولوجيا الطاقة المتجددة، وخلق فرص عمل جديدة للشباب في تخصصات المستقبل.

وبهذا يحقق مجمع الشقيا الرغبة الأميرية السامية برفع نسبة مساهمة الطاقة المتجددة لتصل إلى ١٥٪ من إجمالي الطاقة المنتجة في الكويت. ومع الانتقال إلى المراحل المتقدمة للمشروع تترسخ مكانة الشقيا كركيزة لحماية موارد دولتنا الغالية وبيئتها من أجل أجيالنا القادمة.

محطة الشقيا للطاقة المتجددة

في دولة الكويت

مجمع الشقيا للطاقة المتجددة هو أحد أكبر المشاريع الاستراتيجية في الكويت لإنتاج الكهرباء من مصادر نظيفة ومستدامة، دعماً لروية الكويت المستقبلية ولتحقيق التنمية المستدامة.



موقع المحطة

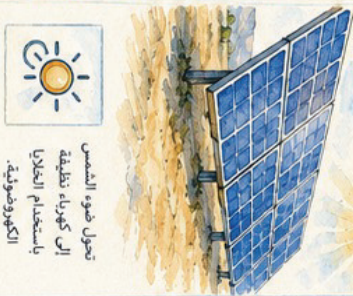


معلومات سريعة

- تعد من أكبر مشاريع الطاقة المتجددة في الكويت.
- تدعم التنمية المستدامة وحماية البيئة.
- تساهم في تقليل انبعاثات الكربون وواجهة التغير المناخي.
- تساهم في توفير مصادر الطاقة وتعزيز أمن الطاقة في دولة الكويت.

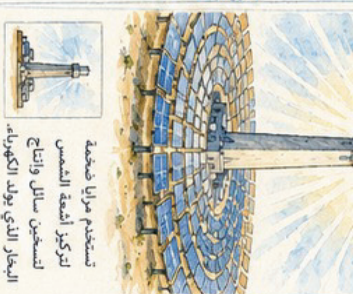
تقنيات الطاقة المتجددة في الشقيا

الطاقة الشمسية الكهروضوئية (الألواح الشمسية)



تحويل ضوء الشمس إلى كهرباء نظيفة باستخدام الخلايا الكهروضوئية.

الطاقة الشمسية الحرارية المركزة



تستخدم مرآب ضخمة لتركز أشعة الشمس لتسخين سائل وانتاج البخار الذي يولد الكهرباء.

طاقة الرياح



تستخدم توربينات الرياح لتحويل طاقة الرياح نظيفة إلى كهرباء نظيفة ومتجددة.

فوائد الطاقة المتجددة

- حماية البيئة: تقليل التلوث والمحافظة على موارد الأرض.
- طاقة نظيفة: مصدر متجدد لا يتنقد ولا يسبب انبعاثات ضارة.
- استدامة اقتصادية: تقليل الاعتماد على الوقود الأحفوري وتوفير الطاقة للأجيال القادمة.
- مستقبل أفضل: توفير طاقة موثوقة ومستقبل مستدام للمجتمع.

محطة الشقيا تدعم أهداف التنمية المستدامة

- 7 طاقة نظيفة: وانبعاثات منخفضة.
- 13 العمل المناخي: حماية البيئة.
- 11 مدن ومجتمعات محلية مستدامة: تطوير البنية التحتية.
- 9 الصناعة والابتكار والهياكل التكنولوجية: تطوير التكنولوجيا.
- 15 الحياة في البر: حماية البيئة.

أسئلة مراجعة الوحدة

أسئلة مراجعة الوحدة

أولاً: ضع علامة (✓) في المربع الواقع أمام أنسب إجابة لكل من العبارات التالية:

١. معادلة أبعاد التسارع هي :

$$L^2 / T^2 \quad \square$$

$$L / T \quad \square$$

$$L^2 / T \quad \square$$

$$L / T^2 \quad \square$$

٢. واحدة فقط من الكميات الفيزيائية التالية تُصنف ككمية متجهة:

الزمن $\square$

القوة $\square$

المسافة $\square$

الحجم $\square$

٣. تحرك جسم من السكون وبعد مرور s (3) أصبحت سرعته m/s (15) فإن التسارع المنتظم الذي تحرك به الجسم بوحدة m/s^2 يساوي:

$$-5 \quad \square$$

$$5 \quad \square$$

$$-45 \quad \square$$

$$45 \quad \square$$

٤. سيارة تتحرك بخط مستقيم بسرعة ثابتة مقدارها m/s (20) ضغط قائدها على الفرامل بتسارع m/s^2 (5) فإن مقدار المسافة التي ستقطعها السيارة حتى تتوقف تماماً بوحدة المتر يساوي:

$$400 \quad \square$$

$$100 \quad \square$$

$$80 \quad \square$$

$$40 \quad \square$$

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

$$40 \quad \square$$

$$30 \quad \square$$

$$3.3 \quad \square$$

$$0.3 \quad \square$$

٦. القيمة التي لا يمكن أن تمثل محصلة متجهين $(\vec{b} = 8)N$ ، $(\vec{a} = 10)N$ بوحدة النيوتن تساوي:

$$20 \quad \square$$

$$18 \quad \square$$

$$9 \quad \square$$

$$2 \quad \square$$

٧. قوتان متعامدتان مقدار محصلتهما N (50) فإذا كانت الأولى N (30) فإن مقدار القوة الثانية بوحدة النيوتن (N) تساوي:

$$80 \quad \square$$

$$40 \quad \square$$

$$30 \quad \square$$

$$20 \quad \square$$

ثانياً: ضع بين القوسين علامة (✓) أمام العبارة الصحيحة وعلامة (×) أمام العبارة غير الصحيحة فيما يلي:

الاجابة	العبارة
	١. إذا تحرك جسم من السكون بعجلة منتظمة فإن المسافة التي يقطعها تتناسب طردياً مع الزمن.
	٢. إذا تحرك جسم من السكون بعجلة منتظمة فإن سرعته النهائية تتناسب طردياً مع الزمن المستغرق.
	٣. إذا تحرك جسم من السكون بعجلة منتظمة فإن مربع سرعته النهائية يتناسب طردياً مع المسافة التي يقطعها.
	٤. تتحرك الأجسام الساقطة نحو سطح الأرض سقوطاً حُرّاً بسرعة ثابتة مقداراً واتجاهاً.
	٥. يعود الجسم المقذوف رأسياً إلى أعلى بسرعة مقدارها 20 m/s إلى نقطة القذف بعد مرور 4 s من لحظة قذفه بإهمال مقاومة الهواء.
	٦. الإزاحة كمية عددية بينما المسافة كمية متجهة.
	٧. يطير صقر أفقياً بسرعة 40 m/s باتجاه الشرق، فإذا هبت عليه رياح معاكسة (نحو الغرب) أثناء طيرانه سرعتها 10 m/s ، فإن مقدار سرعته المحصلة بالنسبة لمراقب على الأرض تساوي 30 m/s .
	٨. حاصل الضرب الاتجاهي لمتجهين متوازيين يساوي صفراً.
	٩. مركبة حركة القذيفة في الاتجاه الأفقي تكون منتظمة السرعة (عند إهمال الاحتكاك).
	١٠. قذف جسم إلى أعلى بزاوية مقدارها 30° فإذا كانت مركبة سرعته في الاتجاه الرأسي تساوي 10 m/s فإن السرعة التي قذف بها تساوي 5 m/s .
	١١. عند إطلاق عدة قذائف بالسرعة نفسها ومن نفس نقطة القذف، وإهمال مقاومة الهواء فإن كل قذيفتين تصلان للمدى نفسه عند إطلاقهما بزاويتين مجموعهما 90° .
	١٢. حركة القذيفة هي حركة مركبة من حركة رأسية وتكون منتظمة العجلة على المحور الرأسي، وحركة أفقية وتكون منتظمة السرعة على المحور الأفقي.
	١٣. قذفت كرة بسرعة متجهة مقدارها 30 m/s في اتجاه يصنع زاوية 30° ، وإهمال مقاومة الهواء يكون أقصى ارتفاع تصل إليه القذيفة $11, 25 \text{ m}$.
	١٤. أطلقت قذيفتان كتلتها m ، $2m$ بالسرعة الابتدائية نفسها وبزاوية 60° بالنسبة إلى المحور الأفقي نفسه فيكون مدى المسار للقذيفة $2m$ أكبر من مدى المسار للقذيفة m .

ثالثاً: اكتب الاسم أو المصطلح العلمي الذي تدل عليه كل عبارة من العبارات التالية:

المصطلح العلمي	العبارة
	١ . صفة قابلة للقياس ويعبر عنها برقم وغالباً بوحدة قياس .
	٢ . مقدار محدد من كمية فيزيائية معينة، تُستخدم كمعيار ثابت لمقارنة الكميات الأخرى من النوع نفسه بها .
	٣ . كميات مستقلة بذاتها، ولا يمكن اشتقاقها من كميات أخرى .
	٤ . كميات غير مستقلة، يتم تعريفها بدلالة الكميات الأساسية .
	٥ . الكميات التي يكفي لوصفها تحديد المقدار ووحدة القياس .
	٦ . الكميات التي لا يكتمل وصفها إلا بتحديد المقدار ووحدة قياس والاتجاه .
	٧ . طول المسار الكلي المقطوع .
	٨ . أقصر بُعد مستقيم بين نقطة البداية والنهاية .
	٩ . المسافة المقطوعة خلال وحدة الزمن .
	١٠ . تغير متجه الإزاحة خلال وحدة الزمن .
	١١ . المعدل الزمني للتغير في متجه السرعة .
	١٢ . حركة جسم بدون سرعة ابتدائية بتأثير ثقله فقط مع إهمال تأثير مقاومة الهواء .
	١٣ . الزمن الكلي الذي يستغرقه الجسم المقذوف في الهواء قبل أن يعود إلى نفس المستوى الذي قُذِف منه .
	١٤ . عملية الاستعاضة عن متجهين أو أكثر بمتجه واحد .
	١٥ . استبدال متجه ما بمتجهين متعامدين يقومان بنفس عمله .

رابعاً: أكمل العبارات العلمية التالية بما تراه مناسباً علمياً.

١. تُعنى بدراسة حركة الأجسام والقوى المؤثرة عليها.
٢. الوحدة الدولية المستخدمة في قياس الكتل هي
٣. سيارة تتحرك بسرعة منتظمة مقدارها 54 km/h فإن سرعتها بوحدة (m/s) تساوي
٤. معادلة أبعاد السرعة هي
٥. تعتبر الحركة في خط مستقيم مثالاً للحركة
٦. تعتبر حركة البندول البسيط مثالاً للحركة
٧. إذا كان التسارع الذي يتحرك به الجسم يساوي صفراً فإن السرعة التي يتحرك بها الجسم تكون
٨. الإزاحة التي يقطعها جسم تحرك من السكون بتسارع منتظمة تتناسب طردياً مع
٩. عندما يسقط حجر نحو الأرض فإنه بعد مرور زمن s (4) من لحظة بدء السقوط تصبح سرعته بوحدة m/s مساوية
١٠. يكون مقدار محصلة متجهين أقل ما يمكن عندما يكون المتجهان
١١. تكون محصلة متجهين أكبر ما يمكن عندما تكون الزاوية المحصورة بينهما (بالدرجات) تساوي
- وتكون أصغر ما يمكن عندما تكون الزاوية (بالدرجات) تساوي
١٢. إذا كان حاصل الضرب القياسي لمتجهين متساويين يساوي مقدار حاصل الضرب الاتجاهي لنفس المتجهين، فإن الزاوية المحصورة بينهما تساوي بالدرجات
١٣. قوتان متساويتان ومتوازيتان حاصل ضربهما القياسي N (36)، فإن مقدار محصلتهما بوحدة (N) تساوي
١٤. العملية المعاكسة لعملية جمع المتجهات تسمى
١٥. إذا كانت قيمة المركبة الأفقية لقوة تصنع زاوية (45°) مع محور الإسناد (x) تساوي N (10) فإن قيمة المركبة الرأسية للقوة بوحدة النيوتن تساوي
١٦. قذفت كرة بسرعة متجهة مقدارها m/s (40) في اتجاه يصنع زاوية (30°) ، فإن زمن تحليقها عندما تعود إلى المستوى نفسه الذي قُذفت منه يساوي ثانية.

خامساً: قارن بين كل مما يلي.

المساحة	الحجم	وجه المقارنة
		معادلة الأبعاد
المسافة	الإزاحة	وجه المقارنة
		نوع الكمية
جسم يسقط سقوطاً حُرّاً بإهمال قوى الاحتكاك	جسم مقذوف رأسياً لأعلى بإهمال قوى الاحتكاك	وجه المقارنة
		التسارع يكون
الضرب القياسي لمتجهين	الضرب الاتجاهي لمتجهين	وجه المقارنة
		العلاقة الرياضية
		نوع الكمية الناتجة
مقدار المركبة الرأسية مساوي لمقدار المتجه الأصلي	مقدار المركبة الأفقية مساوي لمقدار المتجه الأصلي	وجه المقارنة
		مقدار الزاوية مع المحور الأفقي
المحور الرأسي	المحور الأفقي	وجه المقارنة
		نوع الحركة لجسم مقذوف بزاوية (θ)
السرعة الأفقية	السرعة الرأسية	وجه المقارنة
		العلاقة الرياضية لجسم مقذوف بزاوية (θ)
أقصى ارتفاع	المدى الأفقي	وجه المقارنة
		العلاقة الرياضية لجسم مقذوف بزاوية (θ)

سادساً: علل لما يأتي تعليلاً علمياً دقيقاً.

١. تعتبر المسافة كمية عددية بينما الإزاحة كمية متجهة.
٢. يصبح تسارع الجسم صفر عندما يتحرك الجسم بسرعة منتظمة
٣. عند اسقاط عملة معدنية وريشة طائر من ارتفاع ما فإن القطعة المعدنية تصل للأرض في زمن أقل من الريشة.
٤. إذا تركت عدة أجسام مختلفة الكتلة متماثلة الحجم لتسقط سقوطاً حُرّاً من نفس الارتفاع فإنها تصل إلى الأرض في نفس الوقت.
٥. عند قذف جسم لأعلى تتناقص سرعته.
٦. تتغير السرعة التي تحلق بها طائرة في الجو على الرغم من ثبات السرعة التي يكتسبها المحرك للطائرة.
٧. يكون ناتج حاصل الضرب القياسي لمتجهين مساوياً لناتج حاصل الضرب الاتجاهي لهما إذا كانت الزاوية بين المتجهين 45° .
٨. عند دحرجة كرة على سطح أفقي عديم الاحتكاك، تبقى سرعتها ثابتة.
٩. السرعة التي تفقدها القذيفة أثناء الصعود هي نفسها التي تكتسبها أثناء الهبوط.

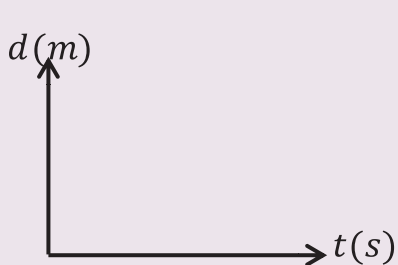
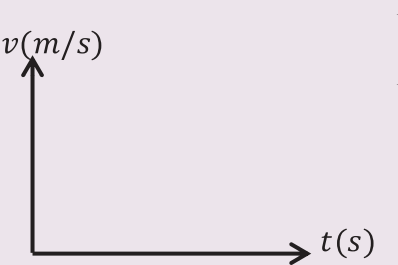
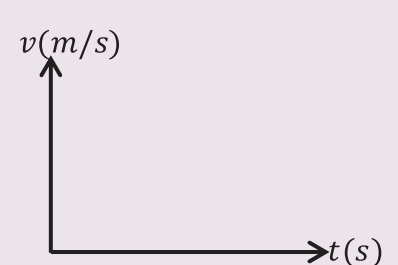
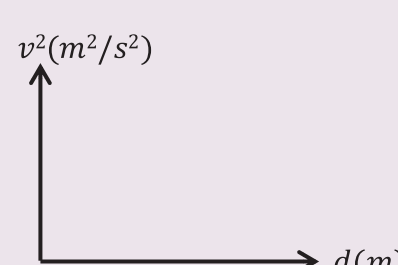
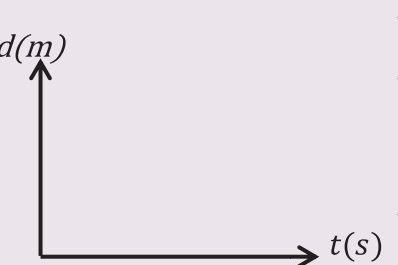
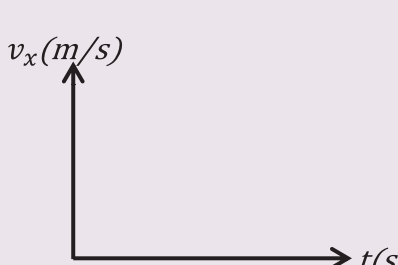
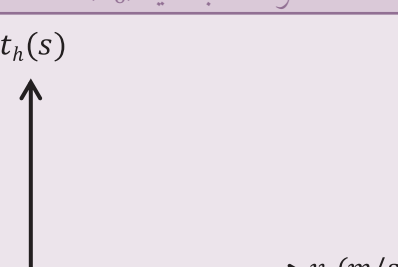
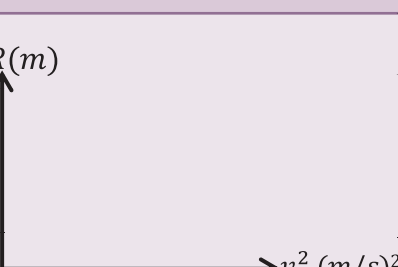
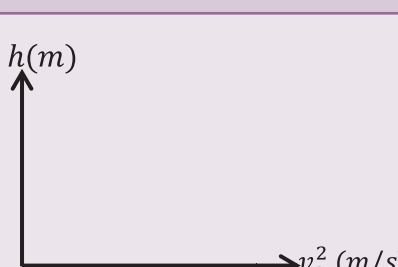
سابعاً: اذكر العوامل التي تتوقف عليها كل من:

١. السرعة المتجهة.
٢. التسارع.
٣. حاصل الضرب الاتجاهي لمتجهين .
٤. أقصى ارتفاع تبلغه قذيفة أطلقت بزاوية (θ) مع المحور الأفقي.
٥. المدى الأفقي لقذيفة أطلقت بزاوية (θ) مع المحور الأفقي.

ثامناً: ماذا يحدث لكل مما يلي مع التفسير:

١. ل سرعة جسم إذا تحرك الجسم بتسارع موجب.
الحدث : التفسير :
٢. ل سرعة جسم إذا تحرك الجسم بتسارع سالب.
الحدث : التفسير :
٣. ل سرعة كرة عند إسقاطها رأسياً لأسفل.
الحدث : التفسير :
٤. ل سرعة جسم إذا سقط سقوطاً حُرّاً من ارتفاع ما.
الحدث : التفسير :
٥. ل سرعة جسم يُقذف لأعلى.
الحدث : التفسير :
٦. ل سرعة كل من العملة المعدنية والريشة عند إسقاطهما معاً في وجود الهواء .
الحدث : التفسير :
٧. ل سرعة كل من العملة المعدنية والريشة عند إسقاطهما معاً بإهمال مقاومة الهواء.
الحدث : التفسير :
٨. عند سقوط جسمين مختلفين في الكتلة سقوطاً حُرّاً من الارتفاع نفسه (إهمال مقاومة الهواء).
الحدث : التفسير :
٩. لمدى قذيفتين يتم إطلاقهما بالسرعة نفسها وبزاويتي (30°) و (60°) بالنسبة إلى المحور الأفقي عند إهمال مقاومة الهواء.
الحدث : التفسير :

تاسعاً: وضح بالرسم على المحاور التالية العلاقات البيانية التي تربط بين كل من.

المسافة والزمن لجسم ساكن (السرعة تساوي صفراً)	سرعة جسم (V) يتحرك من السكون بتسارع منتظم سالب والزمن (t)	السرعة والزمن لجسم يتحرك بسرعة منتظمة (التسارع = صفراً)
		
مربع السرعة والإزاحة لجسم يتحرك بتسارع منتظم بدأ حركته من السكون	المسافة مع الزمن أثناء سقوط الجسم سقوطاً حُرّاً	مركبة السرعة الأفقية (V_x) لجسم مقذوف بزاوية والزمن (t)
		
زمن الوصول لأقصى ارتفاع (t_h) لمقذوف أطلق بزاوية مع السرعة الابتدائية (V_0)	المدى الأفقي (R) لمقذوف أطلق بزاوية مع مربع الابتدائية (V_0)	أقصى ارتفاع (h) لمقذوف أطلق بزاوية مع مربع الابتدائية (V_0)
		

عاشراً: حل المسائل التالية.

١. تغيرت سرعة قطار من 144 km/h إلى 36 km/h بانتظام خلال $s(6)$. احسب:

أ. السرعة الابتدائية و السرعة النهائية بالوحدة الدولية للسرعة.

ب. العجلة التي يتحرك بها هذا القطار .

ج. بعد كم ثانية يتوقف هذا القطار .

٢. سيارة تتحرك متسارعة بانتظام من السكون في خط مستقيم حتى أصبحت سرعتها $m/s(30)$ بعد مرور دقيقة

واحدة من بدء الحركة، احسب :

أ. عجلة التسارع للسيارة.

ب . المسافة التي قطعتها السيارة خلال هذه الفترة الزمنية.

٣. سقطت كرة كتلتها $kg(0.5)$ من برج ، وبعد $s(4)$ ارتطمت بالأرض المطلوب، احسب:

أ. سرعة الكرة لحظة اصطدامها بالأرض.

ب. ارتفاع البرج .

٤. قذف شخص كرة لأعلى بسرعة ابتدائية $m/s(40)$. احسب:

أ. أقصى ارتفاع تصل اليه الكرة.

ب. زمن صعود الكرة إلى أقصى ارتفاع.

٥. ما مقدار الزاوية بين المتجهين $\vec{F}$ و $\vec{r}$ ، التي يتساوى عندها مقدار الضرب القياسي ومقدار الضرب الاتجاهي

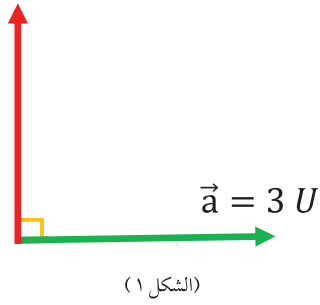
للمتجهين؛ أي أن: $\vec{F} \cdot \vec{r} = |\vec{F} \times \vec{r}|$.

٦. ما مقدار الزاوية بين المتجهين A و B في الحالتين الآتيتين:

أ. $|\vec{A} \times \vec{B}| = AB$ ؟

ب. $\vec{A} \cdot \vec{B} = AB$ ؟

٧. الشكل المقابل يمثل متجهين $(\vec{a})$ و $(\vec{b})$ في مستوى أفقي واحد هو مستوى الصفحة. احسب: $\vec{b} = 4U$

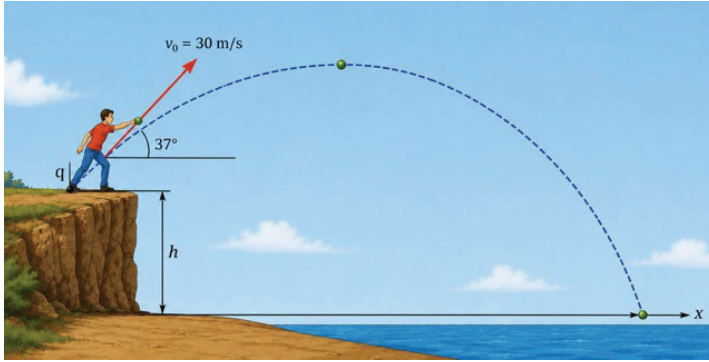


أ. مقدار محصلة المتجهين.

ب. اتجاه محصلة المتجهين.

ج. مقدار واتجاه حاصل الضرب الاتجاهي $(\vec{a} \times \vec{b})$ للمتجهين.

د. مقدار حاصل الضرب العددي $(\vec{a} \cdot \vec{b})$ للمتجهين.



٨. جسم قُذِف من النقطة (q) من سطح الأرض

بسرعة 30 m/s بزاوية (37°) عن

الأفق. احسب:

أ. الزمن الذي يبلغه الجسم للوصول إلى أقصى

ارتفاع.

ب. أقصى ارتفاع يصل إليه الجسم.

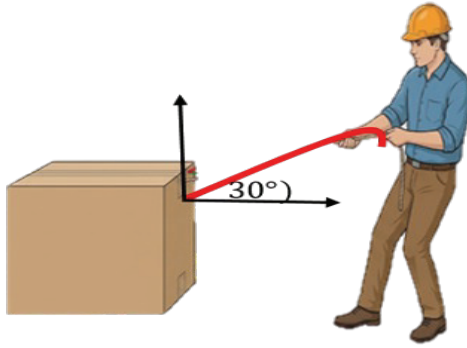
ج. المدى الأفقي للقذيفة.

٩. يريد لاعب جولف أن يرسل الكرة لمسافة أفقية m (283) ،

فيذا قذف الكرة بزاوية مقدارها (15°) مع الأفق أحسب:

أ. السرعة الابتدائية للكرة.

ب. أقصى ارتفاع للكرة.



(الشكل ٣)

١٠. يسحب عامل صندوق بقوة مقدارها N (200) في اتجاه يصنع

زاوية مقدارها (30°) ، كما في الشكل المقابل. احسب مقدار كل

من المركبتين الأفقية والعمودية للقوة.



(الشكل ٤)

١١. أثناء جولة تفقدية لرجال خفر السواحل، تلقى القبطان بلاغاً

عن سفينة صيد تعطل محركها وتطلب المساعدة. انطلق قارب

الإنقاذ بسرعة (40km/h) باتجاه الشرق مباشرة. وفي نفس

الوقت، هبت رياح قوية ومفاجئة دفعت القارب باتجاه الشمال

بسرعة (30km/h) ، احسب ما يلي:

أ. السرعة المحصلة (المقدار) التي يتحرك بها قارب الإنقاذ فعلياً

تحت تأثير سرعته وسرعة الرياح.

ب. اتجاه حركة القارب بالنسبة لخط الشرق.



(الشكل ٥)

١٢. في احتفالات اليوم الرياضي، أُقيمت مباراة حماسية في لعبة شد

الحبل بين فريقين: الفريق الأحمر: يشد الحبل باتجاه اليمين بقوة

إجمالية مقدارها N (20000) والفريق الأزرق يشد الحبل باتجاه

اليسار بقوة إجمالية مقدارها N (30000) احسب ما يلي:

أ. القوة المحصلة (المقدار) المؤثرة على الحبل.

ب. اتجاه حركة الحبل (من هو الفريق الفائز؟).

قائمة المراجع

قائمة المراجع

المراجع الأجنبية:

- Giancoli, D. C. (2014). Physics: Principles with Applications (7th ed.). Pearson Education.
- Halliday, D., Resnick, R., & Walker, J. (2018). Fundamentals of Physics (11th ed.). Wiley.
- Hewitt, P. G. (2018). Conceptual Physics (12th ed.). Pearson Education.
- Serway, R. A., & Jewett, J. W. (2018). Physics for Scientists and Engineers (10th ed.). Cengage Learning.
- Young, H. D., & Freedman, R. A. (2020). University Physics with Modern Physics (15th ed.). Pearson.

المراجع العربية:

- أمين، أحمد، وآخرون. (٢٠١٥). الفيزياء العامة. مكتبة الرشد .
- صبرة، محمد عبد الحميد. (٢٠١٢). مبادئ الفيزياء العامة. دار الفكر العربي.
- ثابت، عبد الجبار. (٢٠١٠). المدخل إلى علم الحركة والميكانيكا. دار المسيرة للنشر والتوزيع.

مصادر بعض الصور

معهد الكويت للأبحاث العلمية: [/https://www.kisr.edu.kw](https://www.kisr.edu.kw)

جامعة الكويت: [/https://www.ku.edu.kw](https://www.ku.edu.kw)

الملاحظات

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

[illegible]

الملاحظات

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

[illegible]



قيّم مناهجنا



الكتاب كاملاً