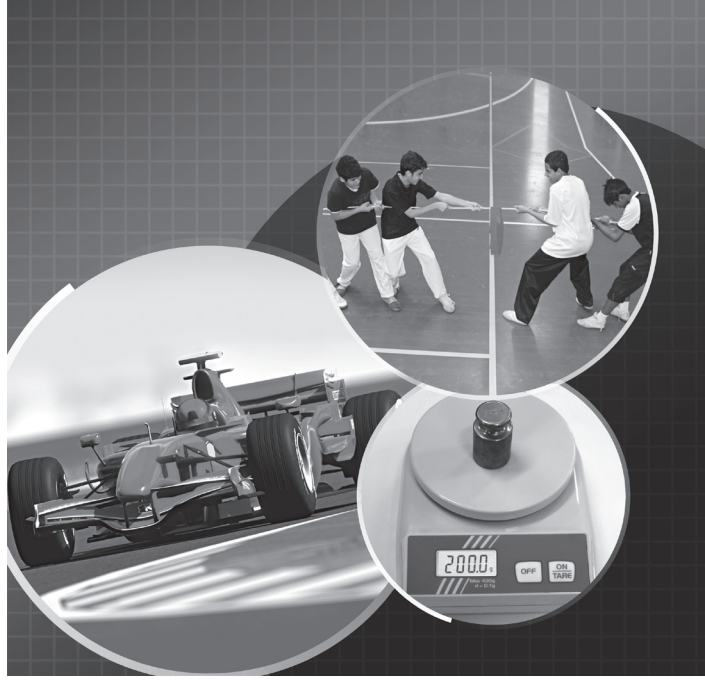




# الفيزياء



## كراسة التجارب العملية الصف العاشر - الفصل الدراسي الأول

العبيكان  
Obekkan

يوزع مجاناً ولا يباع

قررت وزارة التربية والتعليم بالمملكة العربية السعودية  
تدريس هذا الكتاب وطبعه على نفقتها

Mc  
Graw  
Hill Education

الطبعة التجريبية  
١٤٣٠ هـ - ٢٠٠٩ م

Original Title:

**Physics**

**Principles and Problems**

By:

Paul W. Zitzewitz

Todd George Elliott

David G. Haase

Kathleen A. Harper

Michael R. Herzog

Jane Bray Nelson

Jim Nelson

Charles A. Schuler

Margaret K. Zorn

**الفيزياء**

أعدت النسخة العربية: شركة العبيكان للأبحاث والتطوير

التحرير والمراجعة والمواءمة

د. أحمد محمد رفيع

زهير يوسف حداد

عماد فؤاد صباغ

عبدالرحمن بن علي العريني

التعريب والتحرير اللغوي

نخبة من المتخصصين

إعداد الصور

د. سعود بن عبدالعزيز الفراج

الإشراف

د. علي بن صديق الحكمي

[www.macmillanmh.com](http://www.macmillanmh.com)

**Mc  
Graw  
Hill** Education

**العبيكان  
Obekan**

English Edition Copyright © 2008 the McGraw-Hill Companies, Inc.  
All rights reserved.

Arabic Edition is published by Obeikan under agreement with  
The McGraw-Hill Companies, Inc. © 2008.

حقوق الطبعة الإنجليزية محفوظة لشركة ماجروهل ©، ٢٠٠٨م.

الطبعة العربية: مجموعة العبيكان للاستثمار  
وفقاً لاتفاقيتها مع شركة ماجروهل © ٢٠٠٨م / ١٤٢٩هـ.

لا يسمح بإعادة إصدار هذا الكتاب أو نقله في أي شكل أو واسطة، سواء أكانت إلكترونية أو ميكانيكية، بما في ذلك التصوير بالنسخ «فوتوكوبي»، أو التسجيل، أو التخزين  
و الاسترجاع، دون إذن خطي من الناشر.

## المقدمة

عزيزي الطالب / عزيزتي الطالبة

تتكامل كراسات التجارب العملية لفروع مادة العلوم المختلفة (الفيزياء، والكيمياء، والأحياء) مع الكتب المطورة لكل فرع منها، وفي الصفوف المختلفة، من حيث المحتوى والمضمون، وتتماشى أيضًا مع طبيعة العلم باعتباره مادة وطريقة، وتستند في الوقت نفسه على فلسفة المناهج المطورة وفقًا لأحدث التوجهات التي تنطلق من مبادئ التربية العلمية ومعاييرها العالمية.

وتهدف هذه المناهج بموادها التعليمية المختلفة - ومنها هذه الكراسة المصاحبة لكتاب الفيزياء إلى تعزيز المفاهيم والمهارات العلمية لديك، وإلى إكسابك مهارات الاستقصاء العلمي، والطرائق العلمية في تنفيذ التجارب العملية، وجمع البيانات وتسجيلها، والتعامل مع الجداول والرسوم البيانية، واستخلاص النتائج وتفسيرها. كما تهدف هذه الكراسة العملية على وجه الخصوص إلى إكسابك مهارات التعامل مع الأدوات، والأجهزة في المختبر.

وتتضمن هذه الكراسة تجارب عملية تتلاءم مع محتوى فصول كتاب الفيزياء، وسياق الموضوعات المقدمة فيه، وتتضمن إرشادات عن كيفية التعامل مع التجارب وفق خطوات متسلسلة من حيث تحديد المشكلة لكل تجربة وأهدافها، وإرشادات السلامة والمواد والأدوات.

وإننا إذ نقدم لك هذه الكراسة نأمل أن تكون قادرًا على استيعاب الأهداف المنشودة وتحقيقها من خلال تنفيذ التجارب الواردة فيها وفقًا لمستوياتها المختلفة الموجهة، وشبه الموجهة، والحرّة، وأن تتفاعل مع معلمك والمعنيين في المختبر تفاعلًا إيجابيًا في جميع المجالات والمستويات بدءًا بمراعاة مبادئ الأمن والسلامة، ومرورًا بالتخطيط والتصميم وتنفيذ التجريب، وانتهاءً بالتحليل والاستنتاج.

والله نسأل التوفيق وتحقيق الفائدة المرجوة لناشئنا على درب التقدم والنجاح.

## قائمة المحتويات

5	تعزيز الاتجاهات العلمية
9	الإسعافات الأولية في المختبر
10	احتياطات السلامة في المختبر
11	المخاطر والاحتياجات اللازم مراعاتها
12	كتابة تقارير المختبر
14	مختبر الفيزياء 1-1 كيف تعتمد الكتلة على الحجم؟
18	مختبر الفيزياء 2-1 تحديد موقع العربة
22	مختبر الفيزياء 3-1 كيف تتدحرج الكرة؟
27	مختبر الفيزياء 4-1 ما القوى في القطار؟

## تعزيز الاتجاهات العلمية

### عمليات العلم

يستخدم المتخصصون بالعلوم عمليات العلم في اتخاذ القرارات، وحل المشكلات، وتعميق فهمهم للطبيعة. تتضمن كراسة التجارب العملية العديد من العمليات العلمية في جميع الأنشطة المخبرية، حيث تقوم بوضع الفرضيات والتحقق من صحتها، وإجراء التجارب، وجمع البيانات وتسجيلها وتمثيلها بيانيًا، وكتابة الاستنتاجات، وبالإضافة إلى كل ذلك، تشتمل كراسة التجارب العملية على العمليات العلمية التالية:

الملاحظة استخدام الحواس للحصول على معلومات عن العالم الطبيعي.

التصنيف وضع مجموعة من المواد أو الأحداث ضمن ترتيب محدد.

التواصل نقل معلومات من شخص إلى آخر.

القياس استخدام أداة لإيجاد قيمة ما مثل الطول، أو الكتلة.

استخدام الأرقام للتعبير عن الأفكار، والملاحظات، والعلاقات.

ضبط المتغيرات تحديد وإدارة العوامل المختلفة التي يمكن أن تؤثر في موقف أو حدث ما.

تصميم التجارب القيام بسلسلة من عمليات جمع

البيانات التي تعدُّ أساسًا لاختبار الفرضيات، أو للإجابة عن سؤال محدد.

التعريف الإجرائي صياغة تعريف لمفهوم، أو حدث بعبارات وصفية ذات طابع فيزيائي.

تشكيل النماذج عمل آلة أو برنامج أو هيكل قادر على تمثيل الأشياء في الواقع، ويحاكي وقوع الأحداث كما تجري في الطبيعة.

الاستدلال تفسير المشاهدات استنادًا إلى الخبرة السابقة. تفسير البيانات البحث عن نمط أو معنى في مجموعة من البيانات، يتيح التعميم.

التوقع التنبؤ بنتائج مستقبلية اعتمادًا على المعرفة السابقة.

السؤال التعبير عن عدم اليقين أو الشك القائم على القدرة على إدراك التناقض بين ما هو معلوم وما هو موضوع مُشاهدة.

وضع الفرضيات تفسير عدد كبير نسبيًا من الأحداث بوضع تعميم مؤقت، ومن ثم اختباره، سواء في الحال أو في نهاية تجربة أو أكثر.

### التجربة

نُظِّمت التجارب في عدة أجزاء، وبعض التجارب جاءت تقليدية تبدأ بمراجعة مفاهيم الفيزياء السابقة

## تعزير الاتجاهات العلمية

أما جزء التوسع والتطبيق فإنه يتضمن خطوات عمل إضافية، ومسائل توسع آفاق التجربة، وتتيح لك التعمق في بعض أوجه المفهوم الفيزيائي الذي قمت باستقصائه، كما يشرح التطبيقات العملية الحالية للمفهوم. كما جاءت بعض التجارب تحت عنوان «صمم تجربتك» وجاءت على غرار النمط الموجود في كتاب الفيزياء بعنوان «مختبر الفيزياء»، حيث تبدأ كما في التجارب التقليدية بالمعلومات التمهيديّة والأهداف. ويركز عرض المشكلة (السؤال) على عنصر التحفيز الذي يدفع إلى إجراء التجربة. ويذكرك جزء الفرضية باستخدام ما تعرفه لتطور تفسيراً محتملاً للمشكلة. وبعدئذ تتاح لك الفرصة لتطوير خطواتك لاختبار فرضيتك. ويزودك جزء خطة التجربة بالإرشاد الكامل لهذه العملية. وتتضمن قائمة المواد الأشياء التي يمكن استخدامها في التجربة، اعتماداً على الخطوات التي وضعتها بنفسك. وقد تختار في استخدام جميع هذه المواد، أو بعضها، وهنا يأتي دور المعلم الذي يقدم لك المساعدة اللازمة حول الاستخدام الآمن للمواد، وذلك بعد اطلاعه على خطوات العمل التي اقترحتها لتجربتك، وفي معظم الحالات يقدم لك جدولاً لتدوين بياناتك فيه. كما تساعدك أسئلة التحليل والاستنتاج على فهم البيانات التي حصلت عليها؛

ذات العلاقة بالتجربة. وتساعدك الأهداف المدونة في الهامش على التركيز على استقصائك.

جزء المواد الأدوات يتضمن التجهيزات والأشياء المستخدمة في التجربة، وهي عادة من النوع الذي يمكن الحصول عليه بسرعة وفاعلية، ومعظم التجهيزات متوافرة في مختبرات الفيزياء في المدارس الثانوية. وقد يتطلب الأمر إحداث بعض التغييرات الطفيفة في التجهيزات دون أن يؤثر ذلك في إجراء التجارب الواردة في كراسة التجارب العملية. كما تحذرك رموز السلامة من الأخطار المحتملة في الاستقصاء التجريبي.

أما جزء الخطوات فإنه يتضمن تعليمات تنفيذ التجربة خطوة خطوة، مما يساعدك على الاستفادة من الزمن المحدد لحصة المختبر.

أما جزء البيانات والملاحظات، فهو يعينك على تنظيم تقرير المختبر، حيث تم عرض جميع الجداول وتصنيفها، كما أدرجت مجموعة من الأسئلة لتوجيه مشاهداتك في معظم التجارب.

أما في جزء التحليل والاستنتاج، فسوف تربط المشاهدات والبيانات بالمبادئ العامة في فقرة أهداف التجربة، وسترسم المنحنيات البيانية وتفسرها، وتضع الاستنتاجات المتعلقة بالبيانات.

## تعزير الاتجاهات العلمية

الحسابية بدقة أكبر مما تسمح به قياساتك. ولتجنب هذا الخطأ، اتبع الإرشادات التالية:

- عند جمع الكميات المقيسة، أو طرحها يجب تقريب جميع القيم إلى عدد المنازل العشرية المعنوية للقياس ذي الدقة الأقل.

- عند إجراء عمليات الضرب أو القسمة على الكميات المقيسة، يجب أن يكون عدد الأرقام المعنوية في ناتج الضرب أو القسمة مساوياً عددها في القياس ذي الدقة الأقل.

### الضبط والدقة

هناك دوماً درجة من الخطأ في قياس الكميات الفيزيائية التي تنتج من عدة مصادر، منها: نوع الأداة المستخدمة في القياس، وطريقة إجرائه، وكيفية قراءة أداة القياس، ومن جهة أخرى يعود مدى اقتراب قيمة قياسك من القيمة المقبولة (المعيارية) إلى مقاربتك «الضبط» في القياس. وستُقارن النتائج التجريبية بالقيم المقبولة في العديد من أنشطة كراسة التجارب العملية.

فعندما تُجرى عدة قياسات فإن تقارب قيمها يشير إلى مدى دقة القياس، وكلما اقتربت قيم القياسات بعضها من بعض، كانت دقة القياس أكبر. لكن من المحتمل أن تحصل على دقة ممتازة، وتكون النتائج مع

لتقرر ما إذا كانت تدعم فرضيتك أم لا. وأخيراً تمنحك الأسئلة التطبيقية الفرصة لتطبيق ما تعلمته في مواقف جديدة.

### الهدف من التجارب المخبرية

يهدف العمل المخبري في الفيزياء إلى مساعدتك على فهم مبادئها الأساسية بشكل أفضل. حيث ستبحث في كل تجربة، عن هدف، وتستقصي مبدأً أساسياً، أو تحل مشكلة محددة باستخدام الطريقة العلمية. وسوف تقوم بإجراء قياسات وتدوينها كيانات تساعدك على حل المشكلة، ثم تفسرها لاستخلاص النتائج المتعلقة بها.

وقد لا تتفق القيم التي تحصل عليها دائماً مع القيم المقبولة في القياس لأسباب مختلفة منها مثلاً أن: التجهيزات المخبرية قد تكون غير متطورة بحيث تمكن من تنفيذ التجربة بشكل دقيق، كما أن الزمن المخصص للتجربة قد لا يكون كافياً. وإن العلاقات بين مشاهداتك والقوانين العامة للفيزياء هي أكثر أهمية من الدقة العددية الصارمة.

### استخدام الأرقام المعنوية

من المحتمل، عند إجراء الحسابات باستخدام كميات مقيسة، الوقوع في خطأ تدوين نتائج العمليات

## تعزير الاتجاهات العلمية

بمعلومات حول العلاقات الخطية، والمعادلة التربيعية، والعلاقات العكسية بين المتغيرات.

ذلك غير صحيحة (غير قريبة من القيم المعيارية)، وربما تكون الدقة قليلة وتكون النتائج صحيحة، وذلك عندما يكون متوسط البيانات قريباً من القيمة المعيارية (الضبط). والشيء المثالي هو الحصول على قياس دقيق ومضبوط في الوقت نفسه.

### الرسوم البيانية

كثيراً ما تتضمن التجارب إيجاد العلاقات وكيفية ارتباط كمية ما بكمية أخرى.

وفي أكثر الأحيان، لا يمكن التحقق بسهولة من العلاقة بين المتغيرين التابع والمستقل من خلال البيانات المكتوبة، لكن إذا تم تمثيل القيم بيانياً فإن المنحنى البياني الناتج سيشير بوضوح إلى نوع العلاقة بين المتغيرين.

استخدم الإرشادات التالية عند التمثيل البياني:

- عيّن قيم المتغير المستقل على المحور الأفقي (الإحداثي  $x$ ).
  - عيّن قيم المتغير التابع على المحور الرأسي (الإحداثي  $y$ ).
  - ارسم الخط أو المنحنى الذي يمر بمعظم النقاط الممثلة على الرسم البياني أو بأقرب ما يمكن منها.
- يزودك دليل الرياضيات في كتاب الفيزياء



## الإسعافات الأولية في المختبر

أخبر معلمك في الحال عن أية حوادث قد تقع ، وعليك أن تكون على علم بما يلي :

- احتياطات السلامة في المختبر.
- كيف ومتى تبلغ عن حادث، أو إصابة أو جرح، أو مادة مسكوبة.
- مكان صندوق الإسعافات الأولية ومستلزماتها، ومواقع كل من أجهزة إنذار الحريق، والهاتف، ومكتب الممرض في المدرسة.

الموقف	الاستجابة الآمنة
الحروق	يُسكب عليها الماء البارد بغزارة.
الجروح والكدمات	اتباع التعليمات والإرشادات الموجودة في صندوق الإسعافات الأولية.
الصدمة الكهربائية	تزويد الشخص بالهواء المنعش، وتمديد الشخص المصاب في وضع يكون فيه الرأس منخفضاً عن باقي الجسم، وإجراء عملية التنفس الاصطناعي إذا كان ضرورياً.
الإغماء أو الانهيار	ارجع للاستجابة في موقف الصدمة الكهربائية.
الحريق	إقفال جميع مصادر اللهب وإغلاق صناديق الغاز، ولف المصاب ببطانية الحريق، واستعمال طفاية الحريق لإخماد النار. لا يجب استخدام الماء لإطفاء الحريق؛ لأن الماء ربما يتفاعل مع المواد المحترقة مما يتسبب في ازدياد الحريق.
مادة مجهولة في العين	غسل العين بالماء النظيف.
التسمم	معرفة العامل المسبب للتسمم، وإبلاغ المعلم للقيام باللازم.
النزف الشديد	الضغط على الجرح لوقف النزيف، وطلب المساعدة الطبية في الحال.
المواد المسكوبة	غسل المنطقة المصابة بكمية كبيرة من الماء.

## احتياطات السلامة في المختبر






إذا اتبعت التعليمات بدقة وعرفت الأخطار المحتملة التي قد تواجهها في أثناء استخدامك الأدوات، وإجراءات التجربة فسيكون مختبر الفيزياء مكاناً آمناً، وانتبه إلى أنك لست مطالباً بالمحافظة على سلامتك الشخصية فحسب، بل على سلامة زملائك ومعلمك أيضاً.

وفيما يلي بعض القواعد التي ترشدك إلى حماية نفسك والآخرين من الإصابات، والحفاظ على بيئة مخبرية آمنة:

1. استعمال مختبر الفيزياء في العمل الجاد فقط.
2. عدم إحضار الطعام والشراب، ومواد التجميل إلى المختبر، وعدم تذوق أي شيء فيه، أو العبث بأواني المختبر الزجاجية، أو استخدامها في الطعام أو الشراب.
3. لا تجر أية تجارب غير مقررة، واطلب الإذن من معلمك دائماً قبل البدء في أي نشاط.
4. اقرأ التجربة المقررة قبل مجيئك إلى المختبر، واسأل معلمك إذا كان لديك شك أو استفسار حول أية خطوة.
5. حافظ على بقاء أماكن العمل من حولك، نظيفة، وجافة.
6. استعمل أدوات السلامة المتاحة، وتعرف مكان كل من طفاية الحريق، ورشاش الماء، وصندوق الإسعافات الأولية.
7. أبلغ معلمك عن أي حادث، أو إصابة، أو إجراء غير صحيح في التجربة.
8. احتفظ بجميع المواد بعيدة عن مصادر اللهب، وعند استخدام أي مصدر حراري، اربط الشعر الطويل إلى الخلف، وأحكم الملابس الفضفاضة. وفي حال وصول النار إلى ملابسك، قم بإخمادها باستعمال بطانية أو معطف، أو طفاية الحريق، وحذار أن تركض قبل إطفائها.
9. التزم تماماً بتعليمات معلمك وتوجيهاته عند استخدام المواد السامة أو المواد القابلة للاشتعال، وإن سكبت حمضاً أو مادة كيميائية فعالة قد تسبب التآكل، فاغسل مكان تأثيرها بالماء فوراً.
10. ضع الزجاج المكسور والمواد الصلبة في الحاويات المخصصة لها. واحتفظ بالمواد غير الذائبة في الماء خارج المغسلة.
11. لا تستخدم الأدوات الكهربائية إلا تحت إشراف معلمك. وتأكد من أن المعلم قد قام بتفحص توصيل الدائرة الكهربائية قبل تشغيلها. لا تلمس الأدوات الكهربائية بأيدي مبللة بالماء، أو حين تكون واقفاً على أرض رطبة.
12. بعد الانتهاء من الاستقصاء، تأكد من إغلاق صنبور المياه، والغاز، وافصل الوصلات الكهربائية، ونظف مكان عملك، وأعد جميع المواد والأجهزة إلى الأماكن المخصصة لها، واغسل يديك جيداً قبل خروجك من المختبر.

## المخاطر والاحتياطات اللازم مراعاتها

رموز السلامة	المخاطر	الأمثلة	الاحتياطات	العلاج
 التخلص من المخلفات	مخلفات التجربة قد تكون ضارة بالإنسان.	بعض المواد الكيميائية، والمخلوقات حية.	لا تتخلص من هذه المواد في الغسلة أو في سلة المهملات.	تخلص من المخلفات وفق تعليمات المعلم.
 ملوثات حيوية بيولوجية	مخلوقات ومواد حية قد تسبب ضرراً للإنسان.	البكتيريا، الفطريات، الدم، الأنسجة غير المحفوظة، المواد النباتية.	تجنب ملامسة الجلد لهذه المواد، والبس قناعاً (كماسة) وقفازات.	أبلغ معلمك في حالة حدوث ملامسة للجسم، واغسل يديك جيداً.
 درجة الحرارة المؤذية	الأشياء التي قد تحرق الجلد بسبب حرارتها أو برودتها الشديدين.	غليان السوائل، السخانات الكهربائية، الجليد الجاف، النيتروجين السائل.	استعمال قفازات واقية.	اذهب إلى معلمك طلباً للإسعاف الأولي.
 الأجسام الحادة	استعمال الأدوات والزجاجات التي تجرح الجلد بسهولة.	المقصات، الشفرات، السكاكين، الأدوات المدببة، أدوات التشريح، الزجاج المكسور.	تعامل بحكمة مع الأداة، واتبع إرشادات استعمالها.	اذهب إلى معلمك طلباً للإسعاف الأولي.
 الأبخرة الضارة	خطر محتمل على الجهاز التنفسي من الأبخرة.	الأمونيا، الأستون، الكبريت الساخن، كرات العث (النفثالين).	تأكد من وجود تهوية جيدة، ولا تشم الأبخرة مباشرة، وارتي قناعاً (كماسة).	اترك المنطقة، وأخبر معلمك فوراً.
 الكهرباء	خطر محتمل من الصعقة الكهربائية أو الحريق.	تأريض غير صحيح، سواكل، التماس الكهربائي منسكبة، أسلاك معزاة.	تأكد من التوصيلات الكهربائية للأجهزة بالتعاون مع معلمك.	لا تحاول إصلاح الأعطال الكهربائية، واستعن بمعلمك فوراً.
 المواد المهيجة	مواد قد تهيج الجلد أو الغشاء المخاطي للقناة التنفسية.	حبوب اللقاح، كرات العث، الصوف الفولاذي، ألياف الزجاج، برمنجنات البوتاسيوم.	ضع واقياً للغباء وارتن القفازات وتعامل مع المواد بحرص شديد.	اذهب إلى معلمك طلباً للإسعاف الأولي.
 المواد الكيميائية	المواد الكيميائية التي يمكن أن تتفاعل مع الأنسجة والمواد الأخرى وتلفها.	المبيضات، مثل فوق أكسيد الهيدروجين والأحماض كحمض الكبريتيك، القواعد كالأمونيا، وهيدروكسيد الصوديوم.	ارتد نظارات واقية، وقفازات، والبس معطف المختبر.	اغسل المنطقة المصابة بالماء، وأخبر معلمك بذلك.
 المواد السامة	مواد تسبب التسمم، إذا ابتلعت أو استنشقت أو لمست.	الزئبق، العديد من المركبات الفلزية، اليود، النباتات السامة.	ارتد نظارات واقية، وقفازات، والبس معطف المختبر.	اغسل يديك جيداً بعد الانتهاء من العمل، واذهب إلى معلمك طلباً للإسعاف الأولي.
 مواد قابلة للاشتعال	بعض الكيماويات يسهل اشتعالها بواسطة اللهب، أو الشرر، أو عند تعرضها للحرارة.	الكحول، الكبروسين، الاسيتون، برمنجنات البوتاسيوم، الملابس، الشعر.	تجنب مناطق اللهب المشتعل عند استخدام هذه الكيماويات.	أبلغ معلمك طلباً للإسعاف الأولي واستخدم مطفاة الحريق إن وجدت.
 اللهب المشتعل	ترك اللهب مفتوحاً يسبب الحريق.	الشعر، الملابس، الورق، المواد القابلة للاشتعال.	اربط الشعر إلى الخلف، ولا تلبس الملابس الفضفاضة، واتبع تعليمات المعلم عند إشعال اللهب أو إطفائه.	أبلغ معلمك طلباً للإسعاف الأولي واستخدم مطفاة الحريق إن وجدت.

 غسل اليدين	 نشاط إشعاعي	 سلامة الحيوانات	 وقاية الملابس	 سلامة العين
اغسل يديك بعد كل تجربة بالماء والصابون قبل نزع النظارات الواقية	يظهر هذا الرمز عند استعمال مواد مشعة	يشير هذا الرمز للتأكيد على سلامة المخلوقات الحية	تسبب المواد بقعاً أو حريقاً للملابس	يجب دائماً ارتداء نظارات واقية عند العمل في المختبر.

### إعداد تقرير المختبر

إن أحد أهم جوانب العمل المخبري هو تحقيق النتائج التي حصلت عليها خلال الاستقصاء. ولذا، فقد صُممت كراسة التجارب العملية بحيث تكون كتابة التقرير المخبري فعالة قدر المستطاع. وسوف تكتب تقاريرك، على الأوراق المرفقة (النماذج) الخاصة بالتقارير مباشرة بعد إجراء التجربة، وقد تمت عنونة جميع الجداول المعروضة لتسهيل عملية تسجيل البيانات وإجراء الحسابات. وتُركت مساحات فارغة كافية في التقرير من أجل إجراء الحسابات الضرورية، ومناقشة النتائج، والاستنتاجات، والتفسيرات.

وفيما يلي العناصر التي يشتمل عليها تقرير المختبر:

#### 1. المقدمة

- يدون فيها رقم التجربة، وعنوانها وتاريخ تنفيذها، واسم الطالب، واسم الطالب المرافق (إن وجد). وإذا اشترك طالبان في تنفيذ التجربة وجب على كل منهما أن يكتب تقريراً منفصلاً (رغم تشاركهما البيانات نفسها) كما تشتمل على:
- كتابة ملخص لكل من: أهداف التجربة، وخطوات العمل، والخلفية النظرية للتجربة.
  - المخططات، وتمثل رسوماً تخطيطية للأجهزة والدوائر الكهربائية المستخدمة مع كتابة عنوان مختصر لكل رسم.

#### 2. البيانات

استخدام البيانات التي تم الحصول عليها من التجربة، وتحليل النتائج مباشرة.

#### 3. النتائج والتحليل

- يحتوي الجزء المخصص للنتائج على فراغات لإجراء الحسابات وكتابة النتائج النهائية.
- إذا تعددت النتائج يجب كتابتها ضمن جداول.
- يجب أن يعطى كل جدول عنواناً مناسباً، أو أية ملاحظات إضافية تساعد في توضيح محتوياته للقارئ.

#### 4. الرسوم البيانية

- كتابة معلومات كاملة على الرسم تتضمن العنوان، وأسماء الكميات على المحاور ووحداتها.
- رسم أفضل خط يمر بمعظم النقاط ويتوسطها جميعها، (لا تصل كل نقطة بما بعدها بخطوات منفصلة).

### 5. الحسابات

يجب أن تحتوي جميع الحسابات على ما يلي:

1. المعادلة الفيزيائية بصورتها المألوفة.

2. الحل الجبري للمعادلة.

3. تعويض الكميات المعلومة مع مراعاة وحداتها.

4. الناتج العددي للقيمة المطلوبة مع وحداتها.

مثال: إذا كانت  $d = 10m$  و  $t = 2s$  ، لإيجاد التسارع  $a$  استخدم:

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

$$v_i = 0$$

$$a = \frac{2d}{t^2} = \frac{(2)(10m)}{(2s)^2} = 5m/s^2$$

### 6. المناقشة

يكون الاستنتاج الذي تخرج به من التجربة في بعض الحالات واضحاً بحيث يمكن إهمال جزء المناقشة، ففي هذه الحالة قد تفي جملة قصيرة بالغرض، وفي حالات أخرى تكون مناقشة نتائج التجربة ضرورية لتوضيح دلائلها، كما يمكنك التعليق على أسباب الخطأ المحتملة، ووضع مقترحات لتحسين خطوات التنفيذ والأدوات المستخدمة في التجربة.

### 7. الاستنتاجات

الاستنتاج جزء مهم في أي تقرير، وهو عمل فردي يجب أن يقوم به الطالب الذي كتب التقرير، دون مساعدة من أحد (إلا من معلمه).

يتكون الاستنتاج من فقرة أو أكثر مصوغة بشكل جيد، بحيث تستطيع تلخيص النتائج النهائية. يتميز الاستنتاج بما يلي:

a. يغطي جميع النقاط الرئيسة في الموضوع.

b. يجب أن يستند على نتائج التجربة وبياناتها.

c. إذا كان الاستنتاج يعتمد على الرسوم فيجب الإحالة إليها بتحديد عنوانها كاملاً.

d. الوضوح والإيجاز مهمان في الاستنتاج، لذا، يجب تجنب استعمال الصيغ الشخصية مثل (أنا، نحن) إلا إذا كان ذلك ضرورياً.

## احتياطات السلامة



## كيف تعتمد الكتلة على الحجم؟

يمكنك التحقق من بعض ثوابت الفيزياء من خلال الملاحظة، ومهارات استخدام أدوات القياس، والحساب مستعيناً بالأرقام المعنوية. والثابت الفيزيائي هو كمية فيزيائية تبقى ثابتة تحت مجموعة من الظروف. فإذا قمت بعدة تجارب ولاحظت أن الماء يتجمد دائماً عند درجة  $0^{\circ}\text{C}$ ، فإنك تستطيع استنتاج أن درجة تجمد الماء ثابتة، وباستخدام هذه الحقيقة تستطيع التوسع في أبحاثك العلمية لاكتشاف حقائق أخرى عن الماء، وعن الآلية الفيزيائية للتجمد. سندرس في هذا المختبر خاصية الكثافة، وهي تساوي مقدار كتلة وحدة الحجم، ويستخدم الفيزيائيون الكثافة لدراسة بعض الظواهر الفيزيائية مثل الطفو.

ستقوم في هذه التجربة بقياس كتلة عدة أجسام مصنوعة من المادة نفسها، ثم ستقيس أبعاد هذه الأجسام، وتحسب أحجامها، وأخيراً ستمثل النتائج التي حصلت عليها في رسم بياني لإثبات حقيقة أن كثافة المادة تبقى ثابتة مهما تغير شكلها.

## المواد والأدوات

- القدمة ذات الورنية
- ميزان
- متوازي مستطيلات معدني مصمت.
- متوازي مستطيلات خشبي مصمت.
- أسطوانة معدنية مصمتة.
- أسطوانة خشبية مصمتة.
- كرة معدنية مصمتة.
- كرة خشبية مصمتة.

## الأهداف

- يُتوقع بعد قيامك بهذه التجربة أن تكون قادراً على أن:
- تقيس أبعاد وكتل عدة أجسام باستخدام النظام الدولي للوحدات (SI).
- تمثل بيانياً العلاقة بين كتلة الجسم ( $m$ ) وحجمه ( $V$ ).
- توضح كيفية إيجاد حجم جسم دون قياس أبعاده.

## الخطوات

1. أحضر متوازي مستطيلات، وأسطوانة، وكرة (يجب أن تكون مصنوعة من نوع الخشب نفسه).
2. سجل نوع الخشب في الجدول 1.
3. استخدم الميزان لقياس كتلة كل من الأجسام الثلاثة ( $m$ ) إلى أقرب جرام، وسجل النتائج في الجدول 1.
4. استخدم القدمة ذات الورنية لقياس ارتفاع متوازي المستطيلات ( $h$ )، وطوله ( $L$ )، وعرضه ( $w$ ) لأقرب ملليمتر. قس كل بُعد أربع مرات، وسجل قياساتك في الجدول 1.

## مختبر الفيزياء 1 - 1

5. استخدم القدمة ذات الورنية لقياس قطر الأسطوانة ( $d$ ) وارتفاعها ( $h$ ) إلى أقرب مليمتر. قس كل بُعد أربع مرات، وسجل قياساتك في الجدول 1.
6. استخدم القدمة ذات الورنية لقياس قطر الكرة ( $d$ ) إلى أقرب مليمتر. قس القطر أربع مرات، وسجل قياساتك في الجدول 1.
7. أحضر متوازي مستطيلات، وأسطوانة، وكرة ( جميعها مصنوعة من نوع المعدن نفسه).
8. سجل نوع المعدن في الجدول 2.
9. كرر الخطوات 3-6 وسجل قياساتك في الجدول 2.

### البيانات والملاحظات

الجدول 1					
نوع الخشب					
الأبعاد (cm)				الكتلة (Kg)	الشكل
القطر	الارتفاع	العرض	الطول		
					متوازي المستطيلات
					الأسطوانة
					الكرة

الجدول 2					
نوع المعدن					
الأبعاد (cm)				الكتلة (Kg)	الشكل
القطر	الارتفاع	العرض	الطول		
					متوازي المستطيلات
					الأسطوانة
					الكرة

## مختبر الفيزياء 1 - 1

### التحليل والاستنتاج

1. احسب متوسط كل بُعد لكل جسم ، وسجل المتوسطات في الجدول 3.

الجدول 3			
متوسط الأبعاد (cm)			الجسم
الارتفاع	العرض	الطول	متوازي المستطيلات الخشبي
	الارتفاع	القطر	الأسطوانة الخشبية
		القطر	الكرة الخشبية
الارتفاع	العرض	الطول	متوازي المستطيلات المعدني
	الارتفاع	القطر	الأسطوانة المعدنية
		القطر	الكرة المعدنية

2. احسب حجم كل جسم باستخدام متوسط الأبعاد في الجدول 3، وحوّل الحجم الناتج إلى وحدة  $m^3$ ، ثم سجل نتائجك في الجدول 4.

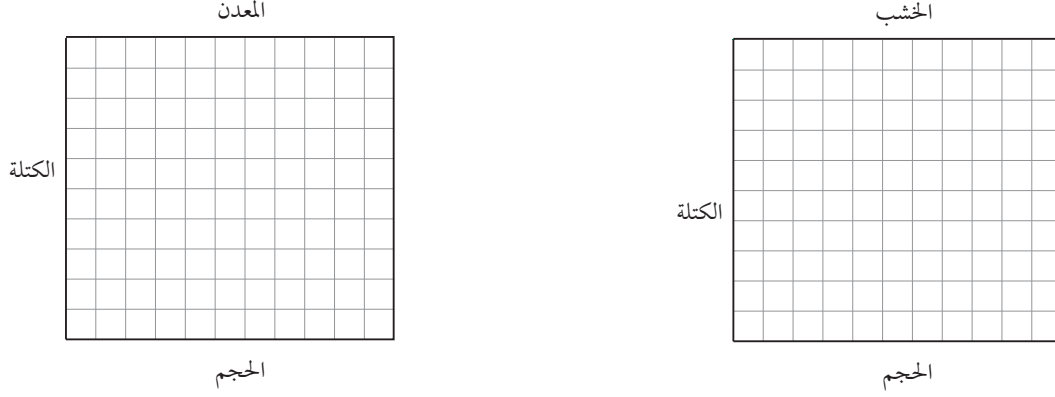
الجدول 4			
حجوم الأجسام المعدنية $V(m^3)$	حجوم الأجسام الخشبية $V(m^3)$	معادلة حساب الحجم	الشكل
		$V = lwh$	متوازي المستطيلات
		$V = \pi \left(\frac{d}{2}\right)^2 h$	الأسطوانة
		$V = \frac{4}{3} \pi \left(\frac{d}{2}\right)^3$	الكرة

3. استخدم ورقتي رسم بياني لتمثيل نتائجك، مستخدماً إحداهما للأجسام الخشبية، والأخرى للأجسام المعدنية. مثل الكتلة المقاسة لكل جسم على المحور الرأسي ( $y$ )، والحجم على المحور الأفقي ( $x$ ).



## مختبر الفيزياء 1 - 1

4. حلّ كلاً من الرسمين الناتجين. هل تستطيع أن تتبين وجود علاقة بين كتلة كل مادة وحجمها؟



5. ارسم خط المواءمة الأفضل لكل مادة ما قيمة ميل كل من الخطين؟ ماذا يمثل الميل؟ ما وحداته؟

6. هل تقع جميع النقاط على خط المواءمة الأفضل لكل مادة؟ هل تشير النتائج إلى وجود ثابت فيزيائي؟ ما الأسباب التي أدت إلى وقوع بعض النقاط بعيداً عنه؟

### التوسع والتطبيق

1. اكتب العلاقة الرياضية بين كلٍّ من الكتلة، والحجم لكلتا المادتين. ما الثابت في هذه العلاقة؟

2. لو افترضنا أن لديك جسمًا غير منتظم الشكل من مادة معروفة، فكيف تستطيع إيجاد حجم هذا الجسم دون أن تقيس أبعاده؟

## احتياطات السلامة



## تحديد موقع العربة

## المواد والأدوات

- ماسك
- عربة ذات سرعة منتظمة
- مسطرة مترية
- شريط لاصق
- مؤقت البوابة الضوئية
- ساعة وقف

عند دراسة الحركة يمكنك فقط قياس كميتي الموقع ( $d$ ) والزمن ( $t$ ) بسهولة. وتستخدم قيم هاتين الكميتين في حساب كميات أخرى مرتبطة بالحركة كالسرعة، والتي تمثل معدل تغير موقع الجسم. وهي وسيلة يستخدمها العلماء في وضع توقعات حول حركة جسم ما، مثل توقع الزمن اللازم للجسم لقطع مسافة معلومة، أو توقع المسافة التي يمكن أن يقطعها في زمن معين.

وحتى تعين السرعة المتوسطة لجسم، عليك أن تقيس الإزاحة  $\Delta d$  (التغير في الموقع) خلال فترة زمنية  $\Delta t$ ، ثم تقسم الإزاحة على الفترة الزمنية:

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

وإذا كانت إزاحة الجسم منتظمة خلال فترات زمنية متساوية، يكون مقدار السرعة المتوسطة ثابتاً، والرسم البياني للعلاقة بين الموقع والزمن يكون خطاً مستقيماً، ميله يساوي الفرق بين الموقع النهائي والموقع الابتدائي أو مقدار الإزاحة ( $d_f - d_i$ )، مقسوماً على الفرق بين الزمن النهائي والزمن الابتدائي ( $t_f - t_i$ ) أي الفترة الزمنية التي استغرقها المتحرك، وهكذا يعطى مقدار الميل بالمعادلة:

$$v = \frac{(d_f - d_i)}{(t_f - t_i)}$$

تشبه هذه المعادلة الصيغة النظرية التي تعرف السرعة المتوسطة، وفي حالة جسم يتحرك بسرعة منتظمة  $v$ ، ويبدأ حركته عندما تكون  $d_i = 0$ ، و  $t_i = 0$  تصبح العلاقة بين الموقع النهائي للجسم والزمن الذي استغرقه الجسم للوصول إليه:

$$t_f = \frac{d_f}{v}$$

ستقوم في هذه التجربة بدراسة جسم يتحرك بسرعة منتظمة، وتضع توقعاتك حول الزمن اللازم للوصول للجسم إلى مواقع معينة، ثم تصمم تجربة وتنفذها للتحقق من صحة توقعاتك.

## مختبر الفيزياء 1 - 2

### الأهداف

- يتوقع بعد قيامك بهذه التجربة أن تكون قادراً على أن:
- تتوقع الزمن اللازم لكي تقطع عربة ذات سرعة منتظمة مسافات محددة.
- تقيس الفترات الزمنية المرتبطة بالمسافات المقطوعة.
- تقوم تجربتك.

### المشكلة

ما العلاقة بين المسافة والزمن في حالة جسم يتحرك بسرعة منتظمة؟

### الفرضية

صغ فرضية حول العلاقة بين المسافة المقطوعة، والزمن المستغرق، في حالة عربة تتحرك بسرعة منتظمة. بالاعتماد على فرضيتك، توقع مقدار الزمن الذي تحتاج إليه عربتك لقطع المسافات الواردة في الجدول 1 بسرعة منتظمة.

الجدول 1	
المعطيات	التوقع
المسافة المقطوعة (cm)	الزمن اللازم (s)
10	
20	
30	
40	
50	
60	
70	
80	
90	
100	

### التخطيط للتجربة

1. بالعمل مع زميل أو ضمن مجموعات صغيرة، اختر ما تحتاج إليه من المواد، والأدوات لتصمم تجربة تساعدك على اختبار فرضيتك.
2. اختر أدوات القياس التي ستستخدمها في قياس الزمن، بالاعتماد على الإزاحات في الجدول 1، وتأكد من إلمامك بطرائق استخدام هذه الأدوات، ومعرفتك مدى دقتها.

## مختبر الفيزياء 1 - 2

3. بين الخطوات التي ستستخدم فيها المواد و طرائق القياس التي قمت باختيارها. اكتب هذه الخطوات في دفتر ملاحظتك، ثم ارسم مخطط التجربة التي ستقوم بها في الفراغ المخصص لذلك.
4. افحص خطة التجربة؛ هل وافق معلمك عليها قبل أن تشرع في تنفيذها.
5. نفذ التجربة، وسجل بياناتك في الجدول 2.

### مخطط التجربة

--

### البيانات والملاحظات

الجدول 2					
بيانات التجربة				المسافة المقطوعة	
				10 cm	1
				20 cm	2
				30 cm	3
				40 cm	4
				50 cm	5
				60 cm	6
				70 cm	7
				80 cm	8
				90 cm	9
				100 cm	10

## مختبر الفيزياء 1 - 2

### التحليل والاستنتاج

1. اختبار البيانات قارن بين نتائج التجربة وتوقعاتك.

2. تحليل البيانات قم بتجزئة كل من الأزمنة المقاسة إلى مقادير زمنية من مضاعفات الزمن اللازم لقطع مسافة 10cm. هل بإمكانك استكشاف نمط ما؟ وضح ذلك.

3. تفسير المعلومات تخيل أن للمسافات المستخدمة في التجربة القيم العددية نفسها، مقاسة بالأمتار بدلاً من السنتيمترات، كيف يؤثر ذلك في قياساتك للزمن؟

4. اكتب الاستنتاجات من خلال تجربتك صغ استنتاجاً عن شكل العلاقة بين المسافة و الزمن في حالة جسم يتحرك بسرعة منتظمة.

5. تقييم الطرائق العلمية انقد تجربتك. ما الصعوبات التي واجهتك في أثناء تنفيذ التجربة؟ ما مقترحاتك للتغلب عليها؟

### التطبيق

1. إذا أجريت تجربتك مرة أخرى على جسم يتحرك بسرعة منتظمة في مسار دائري، هل تتوقع أن تبقى فرضيتك صحيحة؟ فسّر ذلك.

## احتياطات السلامة



## المواد والأدوات

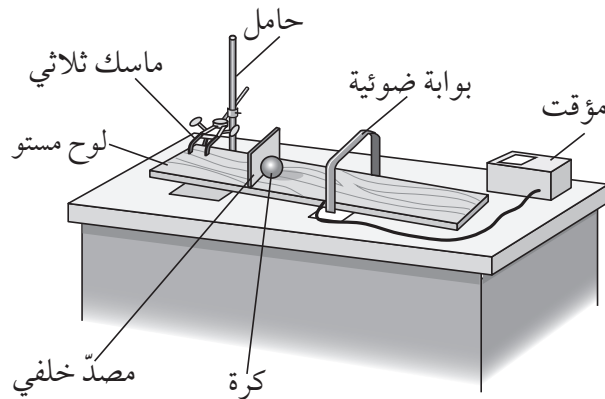
- كرة
- ماسك
- ماسك ثلاثي
- لوح مستو
- مسطرة متريّة
- بوابة ضوئية
- مؤقت البوابة الضوئية
- حامل

## كيف تتدحرج الكرة؟

لم يكن مفهوم التسارع مفهومًا لدى العلماء في زمن جاليليو. وكان الاعتقاد السائد آنذاك أن الجسم الذي يسير مسافة أكبر خلال زمن معين يكتسب سرعة أكبر. ولقد أدرك جاليليو أن بعض الأجسام تزداد سرعتها، لكنه فكّر في البداية في أن هذه الزيادة في السرعة تتناسب طرديًا مع المسافة. وبعد إجرائه عدة تجارب على حركة كرات تتدحرج فوق سطح مستو مائل، أدرك أن الزيادة في السرعة تتناسب طرديًا مع الزمن، وأن المسافة المقطوعة تتناسب طرديًا مع مربع الزمن.

$$d \propto t^2$$

وقد أثبت جاليليو أن هذا القانون يعبر عن حركة الأجسام الساقطة، باستخدام معدات تشبه الجهاز الموضح في الشكل (أ). ولما كان من الصعب على جاليليو الحصول على ساعة تقيس الزمن بانتظام فقد استخدم منحدرًا (مستوى مائلًا) ذا ميل قليل جدًا بحيث تتسارع الكرة المتدحرجة ببطء.. إن ما يميز عملك الآن عن جاليليو هو أنك تستطيع قياس الزمن بوساطة ساعة دقيقة جدًا (تعمل بتقنية البوابة الضوئية). وستقوم بإجراء تجربة الكرة المتدحرجة لتثبت أن المسافة التي يقطعها الجسم المتسارع تتناسب طرديًا مع مربع الزمن.



الشكل (أ)

## مختبر الفيزياء 1 - 3

### الأهداف

- يُتوقع بعد قيامك بهذه التجربة أن تكون قادراً على أن:
- توضح العلاقة بين المسافة والزمن لكرة متدحرجة بتسارع.
- تحسب تسارع كرة متدحرجة.
- تستنتج العلاقة بين السرعة المتزايدة والزمن باستخدام بيانات المسافة والزمن.

### الخطوات

1. احصل على كرة من المعلم.
2. ركب الجهاز الممين في الشكل (أ). استخدم اللوح المستوي كمنحدر، واضبط ميله بحيث يكون أفقياً تقريباً ومساوياً لميل المستويات المائلة عند المجموعات الأخرى. يجب أن تتسارع الكرة ببطء وبشكل ثابت. اضبط المؤقت بحيث يبدأ العدّ الزمني عند ضغط زر التشغيل، ويتوقف عند عبور الكرة البوابة الضوئية. اضبط البوابة الضوئية بحيث يكون للكرة حيز كاف لتمر خلاله وتستطيع أن تحجب الضوء عن جهاز الإحساس.
3. ضع الكرة عند قمة المستوى المائل، وأمسكها بحيث تلامس حاجز البداية. استخدم المسطرة المترية لتضع البوابة الضوئية بحيث تكون المسافة بينها وبين مقدمة الكرة تساوي 10cm على المنحدر.
4. اترك الكرة وشغل المؤقت في اللحظة نفسها وعند مرور الكرة من خلال البوابة الضوئية، سجل الزمن الذي تستغرقه الكرة لقطع مسافة 10cm، في عمود الزمن ( $t_1$ ) في الجدول 1.
5. كرر الخطوة 4 مرتين إضافيتين، وسجل قياسات الزمن  $t_2$ ، و  $t_3$  في الجدول 1.
6. كرر الخطوتين 3 و 5 لمجموعات البيانات من 10-2 في الجدول 1. بحيث تزداد مسافة التدحرج 10cm في كل مرة.

## مختبر الفيزياء 1 - 3

### البيانات والملاحظات

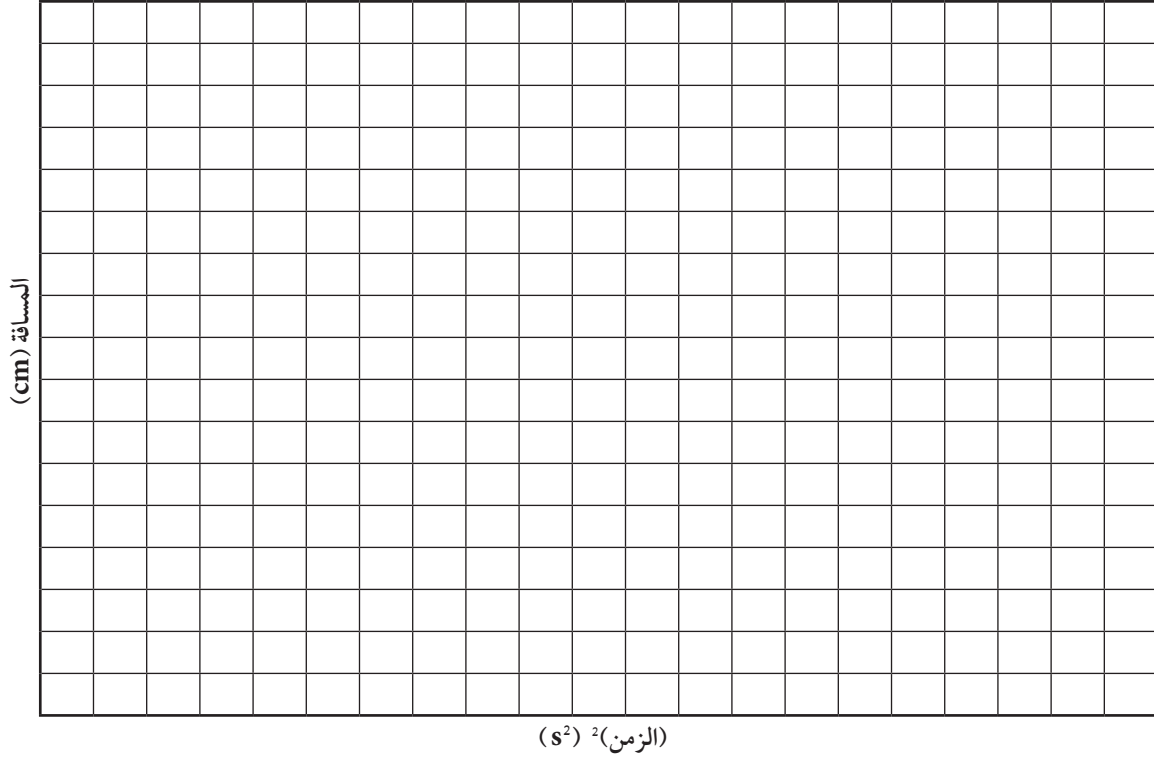
الجدول 1						
مربع متوسط الزمن $\bar{t}^2 (s^2)$	متوسط الزمن $\bar{t} (s)$	الزمن (3) $t_3 (s)$	الزمن (2) $t_2 (s)$	الزمن (1) $t_1 (s)$	المسافة $d (cm)$	مجموعة البيانات
					10	1
					20	2
					30	3
					40	4
					50	5
					60	6
					70	7
					80	8
					90	9
					100	10

### التحليل والاستنتاج

1. احسب متوسط الزمن، ومربع متوسط الزمن لكل مجموعة بيانات، وسجل مقاديرها في الجدول 1.
2. استخدم ورقة رسم بياني، وعين عليها بيانات الجدول 1، على أن تمثل المسافة على المحور الرأسي  $y$ ، ومربع الزمن على المحور الأفقي  $x$ .



### مختبر الفيزياء 1 - 3



3. حلّ رسمك البياني، هل بإمكانك ملاحظة نمطٍ ما لهذه النقاط؟ فسّر ذلك.

---

---

---

4. ارسم خط المواءمة الأفضل للنقاط في الرسم البياني، واحسب ميله. ما الذي يمثله هذا الميل؟ ما وحداته؟

---

---

---

## مختبر الفيزياء 1 - 3

5. لاحظ مدى ملائمة الخط المستقيم الذي رسمته معتمدًا على النقاط في الرسم البياني. هل تحركت الكرة المتدحرجة في تجربتك بتسارع ثابت؟ هل تقع جميع النقاط على الخط المستقيم أو قريبة منه؟ ما الأسباب المحتملة التي أدت إلى وقوع بعض النقاط بعيدة عنه؟

---

---

---

### التوسع والتطبيق

1. قارن بين مقدار ميل الخط المستقيم الذي رسمته، والمقادير التي حصلت عليها المجموعات الأخرى. باعتبار أن جميع المجموعات استخدمت زاوية ميل المستوى نفسها، ما العامل المشترك بين نتائج جميع المجموعات؟

---

---

---

2. استعن ببيانات التجربة، لتحدد علامات على المستوى المائل، بحيث تمر الكرة بينها خلال فترات زمنية متساوية، عند أي مسافة من نقطة البداية ستضع كلتا العلامتين التاليتين، إذا كانت علامتك الأولى على بعد (10 cm) من نقطة البداية؟

---

---

---

3. باستخدام نقطة البداية، والعلامات الثلاث التي وضعتها، هل ترى نمطًا للمسافات الفاصلة بين العلامات المتجاورة؟ فسر ما يعنيه هذا النمط.

---

---

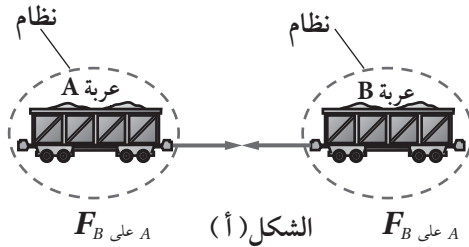
---

## ما القوى المؤثرة في القطار؟

تعلمت أنه عند التأثير بقوة على نظام حر الحركة فإن هذا النظام يتسارع، ويعرف هذا بقانون نيوتن الثاني حيث:

$$a = \frac{F_{\text{محصلة}}}{m}$$

عند اختبار هذا القانون على نظام يتكون من كتلة واحدة مثل العربة، فإنك تستطيع حساب القوة المحصلة المسببة للتسارع. ما الذي يحدث عندما يتكون النظام من مجموعة من العربات المرتبطة ببعضها ببعض، مثل القطار؟ إن التعامل مع القطار كجسم واحد لا يسمح لك بمعرفة القوى المتبادلة بين كل عربتين من عرباته. يوضح الشكل (أ) القوى المتبادلة بين كل عربتين متتاليتين. حيث تمثل كل من المتجهات  $F_A$  على  $B$  و  $F_B$  على  $A$  القوى التي تؤثر بها كل عربة في الأخرى، وقد أحيط كل من النظامين بدائرة منقطة.



وباعتبار أن كل عربة تمثل نظامًا منفصلاً، فإنه يمكن تفسير التفاعل بين النظامين (العربتين) باستخدام قانون نيوتن الثالث:

$$F_{A \text{ على } B} = -F_{B \text{ على } A}$$

لاحظ أن هاتين العربتين تؤثر كل منهما في الأخرى بقوتين متساويتين في المقدار ومتعاكستين في الاتجاه، ومن ثم يبدو وكأن كل قوة تلغي الأخرى، وهي تمثل القوة الداخلية التي لا تسهم في حركة القطار. فما القوة التي تسهم في حركة القطار؟

بالنسبة لقانون نيوتن الثاني فإن القوة التي تسهم في حركة النظام هي القوة الخارجية المؤثرة فيه، وهي تظهر فقط في أثناء تسارع عربات القطار فعندما تتسارع العربة في المقدمة فإنها تسحب التي خلفها.

## احتياطات السلامة

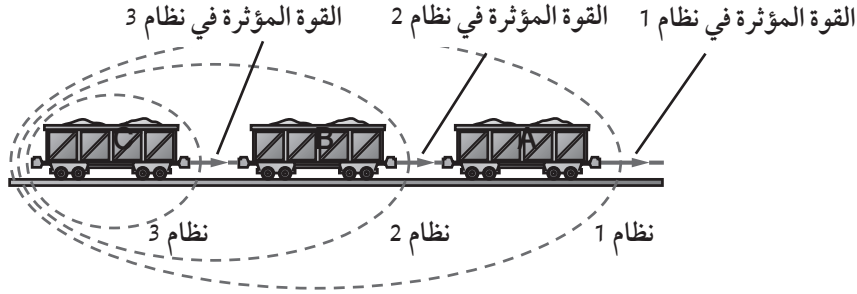


## المواد والأدوات

- عربات متساوية الكتلة.
- ٣ ماسك.
- حامل لتعليق الكتل.
- كتل مختلفة.
- بكرات ملساء.
- موازين نابضية
- خيوط.

## مختبر الفيزياء 1 - 4

من جهة أخرى من الضروري أن تأخذ بعين الاعتبار كل القوى الخارجية المؤثرة في النظام لتحديد حركته. يجب أن تجمع كل القوى (جمعاً متجهاً)، ثم تستخدم قانون نيوتن الثاني لحساب التسارع. ويوضح الشكل (ب) القوى المؤثرة في نظام قطار مكوّن من ثلاث عربات، يسبب تحرك العربة A قوى سحب على العربتين B و C، وفي الوقت نفسه فإن كلا من العربتين B و C تؤثران بقوى إحداهما في الأخرى، لذلك يمكن تحليل القطار إلى ثلاثة أنظمة مختلفة تتحرك بنفس التسارع. النظام الأول يتكون من العربات A و B و C والنظام الثاني يتكون من العربتين B و C، والنظام الثالث من العربة C. يبيّن الشكل (ب) طرائق ونقاط تأثير القوى في النظام الكلي.



الشكل (ب)

### الأهداف

يُتوقع بعد قيامك بهذه التجربة أن تكون قادراً على أن:

- تصمم تجربة لاختبار القوى بين عربات قطار.
- تحدد علاقة القوى بين العربات بالقوة التي تسحب القطار.
- تميز بين قانوني نيوتن الثاني والثالث.

### السؤال

كيف تقارن بين القوة التي تسبب تسارع القطار والقوى التي تنقل قوة السحب؟

### الفرضية

قم بصياغة فرضية لمقارنة القوة بين عربتين في قطار يتحرك بتسارع منتظم، مع القوى بين عربات أخرى في القطار نفسه.

### التخطيط للتجربة

1. بالعمل ضمن مجموعات صغيرة، اختر ما تحتاج إليه من المواد والأدوات المقترحة (أو غيرها من اختيارك) لتصمم تجربة تساعد على اختبار فرضيتك.

## مختبر الفيزياء 1 - 4

2. اختر أدوات القياس التي ستستخدمها في قياس القوى، وتأكد من معرفتك لمدى دقتها، وقرر كيف ستحدد القوة المؤثرة في كل جزء من القطار.
3. حدد الخطوات التي ستستخدم فيها طرائق القياس وأدواته التي اخترتها. اكتب الخطوات في دفتر ملاحظاتك. وارسم مخططاً توضيحياً لتجربتك في الفراغ أدناه.
4. تفحص خطة التجربة؛ هل وافق معلمك على خطتك قبل أن تشرع في تنفيذها؟ تأكد من أنك تستطيع التعامل مع جميع الأدوات.
5. نفذ التجربة مستخدماً الجدول 1 لتسجيل البيانات التي ستحصل عليها.

### مخطط التجربة

--

### البيانات والملاحظات

الجدول 1			
رقم المحاولة	القوة المؤثرة في النظام 1 ( $N$ )	القوة المؤثرة في النظام 2 ( $N$ )	القوة المؤثرة في النظام 3 ( $N$ )
1			
2			
3			
4			

### التحليل والاستنتاج

1. اختبر النتائج قارن بين مقدار القوى في أنظمة القطار الثلاث.
2. ميز الأنماط ابحث عن نمط في البيانات الممثلة للقوة. ووضح النمط الذي تشاهده.
3. حلل النتائج وضح العلاقة بين السبب والنتيجة، التي أدت إلى ظهور النمط في بيانات القوة، آخذًا بعين الاعتبار الكتلة الكلية لكل من الأنظمة الثلاثة.
4. اكتب الاستنتاجات تخيل قطارًا مكونًا من عدة عربات، ما الذي توحى به العلاقة بين القوى المتبادلة بين العربات، حول القوى المؤثرة في مقدمة القطار ومؤخرته؟

### التطبيق

1. تخيل أنك المهندس المسؤول عن قيادة قاطرة تسحب مجموعة كبيرة من العربات، وأنت تعلم أنها لا تستطيع أن تعطي قوة كبيرة تكفي لبدء تحريك العربات كلها في وقت واحد، ما الاستراتيجية التي ستستخدمها لتحريك القطار؟ إرشاد: يوجد بين كل زوج من العربات فراغ مقداره عدة سنتيمترات يسمح لأي عربة بالتحرك بحرية إلى الأمام أو إلى الخلف قبل الاصطدام بالعربة التي تسبقها أو تليها.
2. صمم تجربة اعمل مخطط تجربة للمقارنة بين تسارع قطار من ثلاث عربات، وتسارع آخر مكون من عربة واحدة، علمًا بأن القطارين لهما الكتلة الكلية نفسها، وتؤثر في كل منهما القوة نفسها. ما العلاقة بين التسارعين؟ كيف يمكن لهذه العلاقة أن توضح الفرق بين قانوني نيوتن الثاني والثالث؟