وزارة التربية

كويت جديدة
NEWKUWAIT

الفيزياء ١٢

الصف الثاني عشر

الجزء الأوّل

الطبعة الثانية

كرّاسة التطبيقات

المرحلة الثانوية

الفيزياء

كرّاسة التطبيقات

الصفّ الثاني عشر ١٢

الجزء الأوّل

المرحلة الثانويّة

اللجنة الإشرافية لدراسة ومواءمة سلسلة كتب العلوم

أ. ليلى علي حسين الوهيب (رئيسًا)

أ. مصطفى محمد مصطفى علي

أ. فتوح عبد الله طاهر الشمالي

أ. سعاد عبد العزيز الرشود

أ. تهاني ذعار المطيري

الطبعة الثانية

١٤٤١ - ١٤٤٢ هـ

٢٠٢٠ - ٢٠٢١ م

حقوق التأليف والطبع والنشر محفوظة لوزارة التربية ـ قطاع البحوث التربوية والمناهج

إدارة تطوير المناهج

الطبعة الأولى ٢٠١٤ - ٢٠١٥ م
الطبعة الثانية ٢٠١٦ - ٢٠١٧ م
٢٠١٨ - ٢٠١٩ م
٢٠٢٠ - ٢٠٢١ م

فريق عمل دراسة ومواءمة كتب الفيزياء للصف الثاني عشر الثانوي

أ. هناء صابر إبراهيم خليفة

أ. كامل غنيم سعيد جمعة
أ. إيمان أكرم حمد حمد
أ. حمده فواز الصنيدح الظفيري
أ. أبرار ناصر عبدالله الصريعي

دار التَّربَويّون House of Education ش.م.م. وبيرسون إديوكيشن ٢٠١٤

الكتاب كاملًا

شاركنا بتقييم مناهجنا

ذات السلاسل - الكويت

أودع بمكتبة الوزارة تحت رقم (٣٠٦) بتاريخ ٢٦ / ١٠ /٢٠١٥م

حضرة صاحب السمو الشيخ نواف الأحمد الجابر الصباح
أمير دولة الكويت

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

سمو الشيخ مشعل الأحمد الجابر الصباح
ولي عهد دولة الكويت
H.H. Sheikh Meshal AL-Ahmad Al-Jaber Al-Sabah
The Crown Prince Of The State Of Kuwait

المحتويات

الموضوع	رقم الصفحة
(أ) المهارات التي يجب اكتسابها أثناء الدراسة العملية	8
(ب) إرشادات الأمان والسلامة	9
(ج) رموز الأمان والسلامة وعلاماتها	10
نشاط 1: الشغل والتغيّر في الطاقة الحركية	11
نشاط 2: حفظ (بقاء) الطاقة الميكانيكية	14
نشاط 3: اتّزان العزوم	17
نشاط 4: القصور الذاتي الدوراني (I)	19
نشاط 5: حفظ (بقاء) كمّية الحركة الخطّية	23
نشاط 6: التصادم المرن	26
نشاط 7: التصادم اللامرن كلّيًّا	29

المهارات التي يجب اكتسابها أثناء الدراسة العملية

إنّ دراسة العلوم بصفة عامّة، والفيزياء بصفة خاصّة، تحتاج، إلى جانب الطريقة التقليدية (مفاهيم، قوانين، نظريات... وجميعها علوم مجرّدة)، إلى الطريقة العلمية (العملية) التي تعتمد على التجارب والأنشطة المخبرية. فمن خلال الطريقة العلمية، يُمكن إثراء العلوم جميعها، خاصّة علم الفيزياء وجعله من العلوم المشوّقة لدى الطالب.

ومن خلال التجربة أو النشاط المخبري، يستطيع الطالب أن يتحقّق ويُثبّت الكثير من المفاهيم والنظريات والأفكار، والتي كانت عبارة عن علوم مجرّدة وتحويلها إلى حقائق ووقائع ملموسة. ويكتسب الطالب أيضًا من خلال التجربة أو النشاط المخبري الكثير من المهارات العلمية والعملية التي لم يكن يستطيع أن يكتسبها لولا اتّباعه الطريقة العملية في الدراسة، فمن المعروف أن المهارات تُكتسَب عن طريق الممارسة العملية.

ومن هذه المهارات التي يُمكن أن تُكتسَب عند اتّباع الطريقة العملية في الدراسة:

1. الملاحظة

تعتمد الملاحظة على البيانات والمعلومات التي تستطيع أن تحصل عليها عن شيء ما، وقد تستطيع أن تُؤكّد تلك الملاحظة عن طريق استخدام بعض الأدوات المخبرية، مثل أدوات القياس المختلفة.

2. التوقّع

عندما تتوقّع شيئًا ما، فإنّك تُقرّر ما سوف يحدث في المستقبل. ويتمّ هذا التوقّع بناء على خبرات ومعلومات سابقة، لذلك لا بدّ من إجراء تجربة أو نشاط مخبري لكي يتمّ التأكّد من هذا التوقّع.

3. وضع الفرضيات

تعتمد عملية وضع الفرضيات على المعلومات والبيانات السابقة عن ظاهرة أو شيء ما. وبمجرّد وضع الفرضيات لا بدّ من التحقّق منها وذلك عن طريق التجربة. ولا بدّ من أن تكون نتائج تلك التجربة متوافقة مع الفرضيات حتّى تتأكّد من صحّتها. فإذا جاءت النتائج غير متوقّعة، لا بدّ من مراجعة ما افترضته مرة أخرى ومحاولة وضع فرضية أخرى.

4. تصميم تجربة

تُعتبَر التجربة أو إجراء نشاط ما من أفضل الطرق العملية للتحقّق من صحّة الملاحظات والفرضيات والتوقّعات عن شيء ما. ولا بدّ من أن تكون التجربة مخطّطة ومصمّمة من أجل قياس شيء ما، أو إثباته، أو الإجابة عنه.

وهناك خطوات يجب اتّباعها قبل إجراء التجربة أو النشاط المخبري لشيء ما، وهي:

- جمع البيانات والمعلومات
- اختبار صحّة الفكرة التي تُبنى عليها التجربة عن طريق الملاحظة
- التوقّع
- وضع الفرضيات

يجب أن يكون هناك تجارب قياسية يُمكن الاستناد إليها للتأكّد من صحّة نتائج التجربة أو النشاط المراد القيام به.

5. تسجيل البيانات

تعتمد مهارة تسجيل البيانات على الدقّة في القياس والملاحظة أثناء إجراء التجربة. كما أنّ تنظيم البيانات له أهمّية خاصّة عندما يُقاس أكثر من عامل (مؤثّر) في التجربة، ويُمكن تنظيم البيانات في جداول أو في رسوم بيانية أو أشكال تخطيطية.

6. تحليل البيانات وتفسيرها

بمجرّد تسجيل البيانات وتنظيمها، يُمكن دراستها وتحليلها وتفسيرها اعتمادًا على ما سبق من معلومات وملاحظات خاصّة بموضوع البحث. ويجب أن يكون تحليل البيانات وتفسيرها متوافقًا مع الفرضيات التي وُضعَت قبل إجراء التجربة. فإذا حدث خلل أو عدم توافق بين النتائج النهائية وما كان يُتوقَّع قبل إجراء التجربة، يمكنك إعادة وضع الفرضيات حتّى تتّفق والنتائج النهائية.

7. الاستنتاج

تأتي دائمًا الاستنتاجات النهائية متّفقة مع ما هو متوقّع وما تمّ فرضه من فرضيات محقّقًا الغرض من التجربة أو النشاط.

إرشادات الأمان والسلامة

1. لا تدخل المختبر إلّا في حضور المعلّم المسؤول.
2. ضع في اعتبارك سلامة زملائك من الطلاب، فالمختبر مكان للعمل الجادّ.
3. اتّبع جميع التوجيهات كما هي.
4. لا تُجر سوى التجارب التي يُقرّرها المعلّم.
5. حضّر النشاط أو التجربة التي سوف تجريها قبل الحضور إلى المختبر، واسأل عن الأشياء غير الواضحة قبل إجرائك النشاط أو التجربة.
6. ارتد الزيّ الخاصّ بالمختبر.
7. خاص بالطالبات: لا ترتدي المجوهرات والحلي الذهبية، واستخدمي غطاء الرأس إذا كان شعرك طويلًا.
8. أخل المكان الذي تُجري فيه التجربة من الأشياء التي لا علاقة لها بالتجربة.
9. استخدم نظّارة الحماية من الأشعّة عندما تستخدم اللهب أو أيّ شيء ساخن.
10. استخدم الأدوات والأجهزة التي تلزمك للتجربة المتعلّقة بالدرس، واسأل المعلّم إذا تطلّب الأمر استخدام أشياء أخرى.
11. عندما ينكسر ميزان حرارة (الترموميتر)، أبلغ المعلّم في الحال ولا تلمس الزئبق أو الزجاج المكسور بأيّ جزء من جلدك.
12. لا تلمس الأشياء الساخنة. وفي حالة الضرورة، استخدم الماسك الخاصّ لطبيعة الاستعمال.
13. تأكّد من التوصيلات الخاصّة بالدوائر الكهربائية قبل السماح بمرور التيّار الكهربائي بالدائرة وذلك من خلال توجيهات المعلّم.
14. أبلغ المعلّم بأيّ حدث غير طبيعي يحدث داخل المختبر وبأيّ قصور قد يحدث أثناء استخدام أحد الأجهزة أو الأدوات.
15. يجب أن تعلم أين توجد معدّات إطفاء الحريق وأدوات الإسعافات الأوّلية وكيفية استخدامها. ويجب أن تعرف أيضًا أماكن الخروج من المختبر.
16. اعمل داخل المختبر بهدوء وبصوت خافت حتّى يُمكّنك الانتباه والاستماع إلى التعليمات التي قد تُلقى عليك.
17. عند الانتهاء من العمل داخل المختبر، تأكّد من أنّ صنابير المياه والغاز قد أُغلِقت، وكذلك الحال بالنسبة إلى مصدر التيّار الكهربائي.
18. نظّف الأدوات التي استخدمتها وأعدها إلى أماكنها.

رموز الأمان والسلامة وعلاماتها

أمان وسلامة العينين

- ارتد النظّارة الواقية عند استخدامك الموادّ الكيميائية أو أشياء قد تضرّ بعينيك، أو أثناء إشعال الموقد.
- اغسل عينيك بالماء إذا أصابت إحداهما أو كلتيهما مادّة كيميائية، ثمّ أخبر معلّمك بما حدث.

حماية الملابس والجلد

- ارتد الزيّ الخاصّ بالمختبر (المعطف) وذلك لحماية ملابسك وجلدك من أضرار الموادّ الكيميائية أو ما شابه ذلك.

الأمان والسلامة من الأدوات الزجاجية

- تأكّد من خلوّ الأدوات والأجهزة الزجاجية التي تستخدمها من الكسور أو الشروخ.
- أدخل السدادات المطّاطية داخل الأنابيب الزجاجية برفق واتّبع تعليمات معلّمك.
- استخدم المجفّف لتجفيف الأدوات الزجاجية بعد تنظيفها بالماء.

الأمان والسلامة من الأدوات الحادة

- كن حذرًا عند استخدامك السكّين أو المشرط أو المقصّ.
- اقطع دائمًا في الاتّجاه البعيد عن جسمك.
- أخبر معلّمك في الحال إذا جُرِحت أو جُرِح أحد زملائك.

الأمان والسلامة أثناء التسخين

- أغلق مصادر الحرارة في حال عدم استخدامها.
- وجّه فوّهة أنابيب الاختبار بعيدًا عنك وعن الآخرين عند تسخين محتوياتها.
- اتّبع الطريقة الصحيحة عند إشعال موقد بنزن.
- استخدم الأواني الزجاجية التي تتحمّل درجات الحرارة المرتفعة.
- لتجنّب الحروق، استخدم ماسك وحامل أنابيب الاختبار وكذلك القفّازات المقاومة للحرارة.
- عند تسخين القوارير والكؤوس، ضعها على حامل معدني، وضع شبكة سلك أسفلها.
- استخدم حمّامًا مائيًّا عند تسخين الموادّ الصلبة.
- لا تصبّ السوائل الساخنة في أوعية من البلاستيك.

الأمان والسلامة من النيران

- لا تقترب من الموقد المشتعل.
- تعرّف أماكن مطافىء الحريق الموجودة داخل المختبر، وكذلك الطريقة الصحيحة لاستعمالها.

الأمان والسلامة من الكهرباء

- كن حذرًا عند استخدامك الأدوات والأجهزة الكهربائية.
- تأكّد من سلامة الوصلات وأسلاك الأدوات والأجهزة الكهربائية قبل استعمالها.
- احرص على أن المنطقة التي تعمل فيها غير مبلّلة بالماء.
- لا يُحمَل أكثر من جهاز كهربائي في وقت واحد.
- اجعل الوصلات الكهربائية الخارجية في أماكن واضحة حتّى لا تعُيق حركة الآخرين.
- أفصل الأدوات الكهربائية من القوابس بعد الانتهاء من التجربة.

الأمان والسلامة من المواد السامة

- لا تخلط الموادّ الكيميائية مباشرة من دون أن تضع المقادير الصحيحة لذلك، والتزم بتعليمات معلّمك.
- أخبر معلّمك فور ملامسة جلدك أو عينيك لأي مادّة كيميائية.
- لا تتذوّق أو تشمّ أيًّا من الموادّ الكيميائية ما لم تُوجَّه لفعل ذلك من قبل معلّمك.
- اجعل يديك بعيدتين عن وجهك، وبخاصّة عينيك، عندما تستعمل الموادّ الكيميائية.
- اغسل يديك بالماء والصابون جيّدًا بعد العمل بالموادّ الكيميائية.

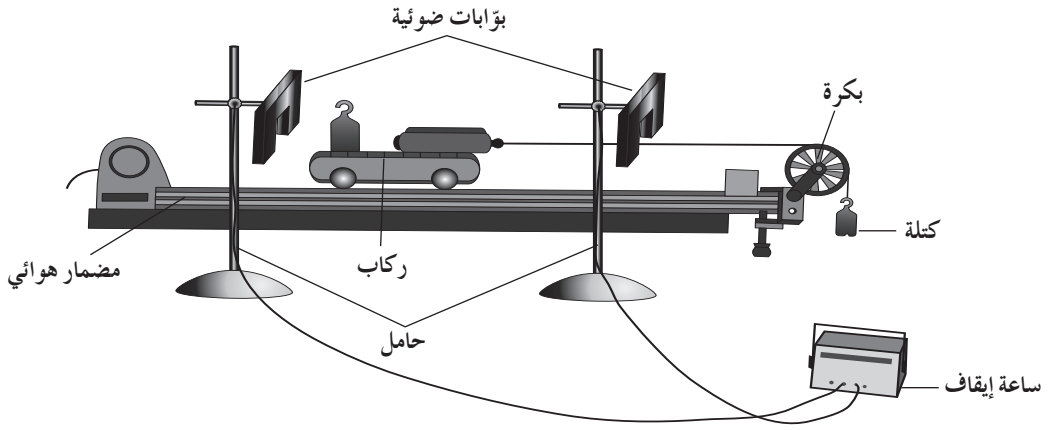
التاريخ: .....

نشاط 1

الشغل والتغيّر في الطاقة الحركية
Work and Change in Kinetic Energy

الأمان
اتّبع قواعد الأمان والسلامة المعتمَدة داخل المختبر.

المهارات المرجو اكتسابها
التعلّم التعاوني، التوقّع، القياس، تسجيل البيانات وتنظيمها، العمليات الحسابية، المقارنة، تفسير البيانات والنتائج، الاستنتاج



(شكل 1)

الأهداف
في نهاية هذا النشاط تكون قادرًا على:
- المقارنة بين الشغل المبذول على جسم وتغيّر طاقته الحركية.
- إيجاد علاقة بين الشغل والتغيّر في طاقة الحركة.

التوقع
قبل بدء النشاط، توقَّع العلاقة بين مقدار تغيّر طاقة الجسم الحركية والشغل المبذول نتيجة محصّلة قوى خارجية عليه.

المواد المطلوبة
مضمار هوائي، ركاب، بوّابات ضوئية، بكرة، حامل عدد (2) لتثبيت البوّابات الضوئية، خيط من النايلون، كتل معلومة يمكن تعليقها، ميزان نابض

خطوات العمل

1. ضَع المضمار الهوائي على سطح الطاولة، واضبطه في وضع أفقي حتّى لا ينزلق عليه الركاب بأيّ اتّجاه (شكل 1).
2. قِس كتلة الركاب (M)، وسجِّل النتيجة في جدول النتائج (1).
3. قِس وزن الكتلة التي ستُعَلَّق بطرف الخيط، ثمّ سجِّل النتيجة في جدول النتائج (1).
4. ثبِّت البكرة إلى نهاية المضمار، وعلِّق الكتلة بطرف الخيط، ثمّ ثبِّت طرفه الآخر بالركاب ومرِّره فوق البكرة كما هو موضَّح في الشكل (1). تأكّد من أنّ طول الخيط كافٍ ليسحب الركاب على طول المضمار ويجعل الكتلة المعلَّقة تصل إلى الأرض قبل أن يصطدم الركاب بالبكرة.
5. ثبِّت البوّابات الضوئية على القائمين اللازمين، وعرّفها على الكمبيوتر لتقيس سرعة الركاب عند مروره بالبوّابات، ثمّ سجِّل مقدار السرعات في جدول النتائج (1)، بعد ترك المجموعة تتحرّك تحت تأثير وزن الكتلة المعلّقة.
6. قِس الإزاحة التي قطعها الركاب على المضمار بين النقطتين التي تمّ قياس السرعة بينهما.
7. أضِف كتلة معلومة (m) على الركاب. أعِد الخطوات 5 و6 من التجربة، ثمّ سجِّل النتائج في جدول النتائج (2).

تسجيل البيانات والنتائج

جدول النتائج 1

كتلة الركاب m	
وزن الكتلة المعلَّقة بالخيط	
السرعة v_1	
السرعة v_2	
الإزاحة d	

جدول النتائج 2

كتلة الركاب $m + m_1$	
وزن الكتلة المعلَّقة بالخيط	
السرعة v_1	
السرعة v_2	
الإزاحة d	

الملاحظة

1. هل تغيّرت سرعة الركاب على طول المسار؟ وما سبب هذا التغيّر؟

2. ماذا يحدث للطاقة الحركية عند بذل شغل على النظام؟

3. ما هي القوى المؤثِّرة في الركاب؟

4. أيّ من هذه القوى تبذل شغلًا على الركاب؟ اِشرح.

المقارنة والاستنتاج

1. أُحسب الطاقة الحركية للركاب (m) عند مروره بالبوّابة الضوئية الأولى، وعند مروره بالبوّابة الضوئية الثانية قبل إضافة الكتلة المعلومة.

2. ما هو مقدار التغيّر في الطاقة الحركية للركاب (m) بين البوّابتين الضوئيتين قبل إضافة الكتلة المعلومة؟

3. أُحسب الطاقة الحركية للركاب ($m + m_1$) عند مروره بالبوّابة الضوئية الأولى، وعند مروره بالبوّابة الضوئية الثانية بعد إضافة الكتلة المعلومة.

4. ما هو مقدار التغيّر في الطاقة الحركية للركاب ($m + m_1$) بين البوّابتين الضوئيتين بعد إضافة الكتلة المعلومة؟

5. ما هو مقدار الشغل المبذول من القوى المؤثِّرة في الركاب في خلال الإزاحة بين البوّابتين الضوئيتين قبل إضافة الكتلة المعلومة على الركاب وبعدها؟

6. قارِن بين تغيّر الطاقة الحركية والشغل المبذول من القوى المؤثِّرة في الركاب في خلال الفترة نفسها، قبل إضافة الكتلة المعلومة على الركاب وبعدها.

7. هل اختلفت النتيجة بتغيّر كتلة الركاب؟

الخلاصة

1. اِستنتج قانون الطاقة الحركية الذي يظهر العلاقة بين الشغل المبذول من محصّلة قوى خارجية والتغيّر في الطاقة الحركية للجسم.

أنت الفيزيائي!

يمكنك أن تجري نشاطًا تصمِّم خطواته وتحلِّل نتائجه بنفسك.

صمِّم وأجرِ تجربة تستنتج من خلالها قانون الطاقة الحركية عندما يكون المضمار الهوائي مائلًا بزاوية مع المستوى الأفقي.

نشاط 2

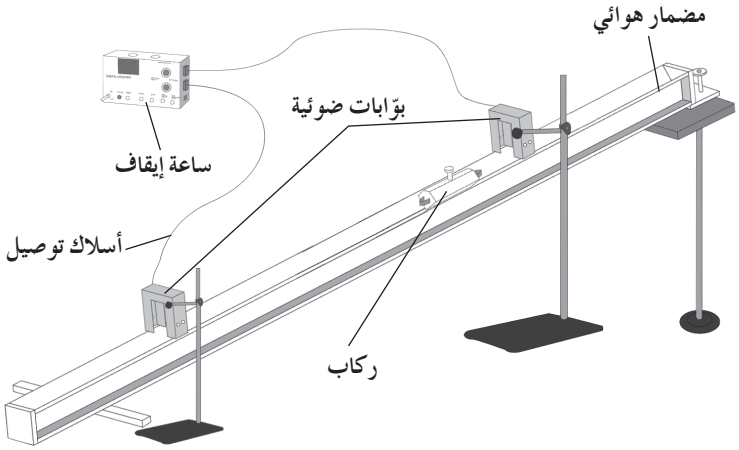
حفظ (بقاء) الطاقة الميكانيكية
Conservation of Mechanical Energy

الأمان
اتّبع قواعد الأمان والسلامة المعتمَدة داخل المختبر.

المهارات المرجو اكتسابها
التعلّم التعاوني، الملاحظة، دقّة القياس والقراءات وتسجيلها، تحليل النتائج، المقارنة والاستنتاج

الأهداف
في نهاية هذا النشاط تكون قادرًا على:
التحقّق من حفظ (بقاء) الطاقة الميكانيكية في غياب الاحتكاك.

التوقع
قبل بدء النشاط، توقَّع ما إذا كان مقدار الطاقة الميكانيكية عند نقطة على أعلى المضمار يختلف عن مقدارها عند نقطة في وسطه وأسفله.



(شكل 2)

المواد المطلوبة
مضمار هوائي، ركاب، بوّابات ضوئية عدد (2)، مسطرة، ميزان لقياس الكتلة

خطوات العمل
1. أَمِل المضمار الهوائي بزاوية صغيرة محدَّدة تسمح للركاب بالانزلاق عند تشغيل مضخَّة الهواء (شكل 2).
2. ثبِّت القائمين اللازمين لتثبيت البوّابات الضوئية على قاعدتيهما.
3. ثبِّت البوّابتين الضوئيتين بشكل تجعل من الأولى عند نقطة في وسط المضمار، والثانية عند نهايته، وعرّفهما على الكمبيوتر.

4. اِختر عداد السرعة لقياس سرعة الركاب.
5. قِس كتلة الركاب (m) وسجِّل مقدارها.
6. قِس الارتفاعات من منتصف كتلة الركاب إلى المستوى المرجعي (مستوى الطاولة) في المواضع الثلاثة التالية:
   – عندما يكون الركاب عند النقطة الابتدائية، ثمّ سجِّل مقداره h_1 في جدول النتائج (1).
   – عندما يكون الركاب عند البوّابة الضوئية الأولى h_2، ثمّ سجِّل مقداره في جدول النتائج (1).
   – عندما يكون الركاب عند البوّابة الضوئية الثانية h_3، ثمّ سجِّل النتيجة في جدول النتائج (1).
7. ضَع الركاب عند النقطة الابتدائية وشغِّل مضخّة الهواء، ثمّ دعه ينزلق مارًّا بين البوّابتين الضوئيتين.
8. اِجعل الركاب عند النقطة الابتدائية يتحرّك ($v_1 = 0$) وسجِّل السرعتين v_2 و v_3 عند مروره بين البوّابات الضوئية في جدول النتائج (1).

ثبِّت ورقة في أسفل الركاب لتزيد من الاحتكاك بين الركاب والمضمار الهوائي، وأعِد الخطوات 6 و7 و8، ثمّ سجِّل نتائجك في جدول النتائج (2).

تسجيل القراءات والنتائج

كتلة الركاب: _____ $m =$

جدول النتائج 1: في غياب الاحتكاك

الركاب	عند النقطة الابتدائية	عند البوّابة الضوئية الأولى	عند البوّابة الضوئية الثانية
الارتفاعات	$= h_1$	$= h_2$	$= h_3$
السرعات	$= v_1$	$= v_2$	$= v_3$
الطاقة الحركية			
طاقة الوضع التثاقلية			
الطاقة الميكانيكية			

جدول النتائج 2: في وجود الاحتكاك

الركاب	عند النقطة الابتدائية	عند البوّابة الضوئية الأولى	عند البوّابة الضوئية الثانية
الارتفاعات	$= h_1$	$= h_2$	$= h_3$
السرعات	$= v_1$	$= v_2$	$= v_3$
الطاقة الحركية			
طاقة الوضع التثاقلية			
الطاقة الميكانيكية			

المقارنة والاستنتاج

1. أُحسب الطاقة الحركية للركاب في المواضع الثلاثة في غياب الاحتكاك، وسجّل النتائج في الجدول (1). قارِن مقادير الطاقة الحركية في المواضع الثلاثة. هل تزيد، تقلّ أم تبقى ثابتة؟

2. أُحسب الطاقة الحركية للركاب في المواضع الثلاثة في وجود الاحتكاك وسجّل النتائج في الجدول (2). قارِن مقادير الطاقة الحركية في المواضع الثلاثة. هل تزيد، تقلّ أم تبقى ثابتة؟

3. أُحسب طاقة الوضع التثاقلية للركاب بالنسبة إلى المستوى المرجعي (مستوى الطاولة) في المواضع الثلاثة في غياب الاحتكاك وسجّل النتائج في الجدول (1). قارِن مقادير طاقة الوضع التثاقلية في المواضع الثلاثة. هل تزيد، تقلّ أم تبقى ثابتة؟

4. أُحسب طاقة الوضع التثاقلية للركاب بالنسبة إلى المستوى المرجعي (مستوى الطاولة) في المواضع الثلاثة في وجود الاحتكاك، وسجّل النتائج في الجدول (2). قارِن مقادير طاقة الوضع التثاقلية في المواضع الثلاثة. هل تزيد، تقلّ أم تبقى ثابتة؟

5. أُحسب مقادير الطاقة الميكانيكية في غياب الاحتكاك، وضَع النتائج في الجدول (1). هل الطاقة الميكانيكية محفوظة؟

6. أُحسب مقادير الطاقة الميكانيكية في وجود الاحتكاك، وضَع النتائج في الجدول (2). هل الطاقة الميكانيكية محفوظة؟

الخلاصة

1. متى تكون الطاقة الميكانيكية محفوظة؟

2. أُذكر قانون حفظ (بقاء) الطاقة الميكانيكية.

أنت الفيزيائي!

يمكنك أن تجري نشاطًا تصمِّم خطواته وتحلِّل نتائجه بنفسك.

صمِّم وأجرِ تجربة تتحقّق من خلالها من مقدار السرعة الخطّية على مواضع مختلفة بعد احتسابها باستخدام قانون حفظ (بقاء) الطاقة الميكانيكية.

نشاط 3

اتّزان العزوم
Balance of Torques

الأمان

اتّبع قواعد الأمان والسلامة المعتمَدة داخل المختبر.

المهارات المرجو اكتسابها

التعلّم التعاوني، الملاحظة، دقّة القراءات وتسجيلها، تحليل النتائج والاستنتاج

الأهداف

في نهاية هذا النشاط تكون قادرًا على:

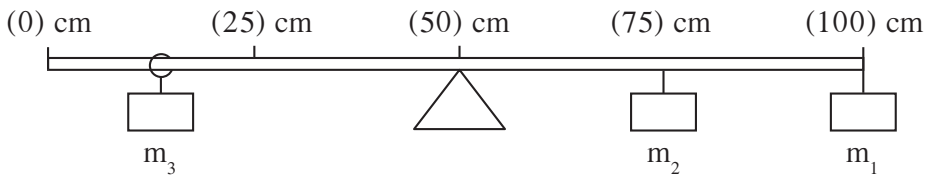
استنتاج أنّ محصّلة عزوم القوى المؤثِّرة في جسم تساوي صفرًا عند الاتّزان الدوراني للجسم.

التوقع

قبل بدء النشاط، توقَّع:

إذا كان تعليق الكتلة أبعد من محور الدوران يزيد مقدار العزم أو يقلّله.

الشرط الذي يجب توفّره لتكون محصّلة عزمين مساوية لصفر.



(شكل 6)

المواد المطلوبة

مسطرة مترية، حامل، خيطان من النايلون، كتل مختلفة المقدار يمكن تعليقها على المسطرة المترية، ميزان لقياس الكتل

خطوات العمل

1. علِّق المسطرة من وسطها عند مركز ثقلها على الحامل حيث تتّزن بوضع أفقي (شكل 6).
2. اِختر الكتل m_1 و m_2 و m_3، قِس مقدار كتلتها وسجِّل مقاديرها في جدول النتائج.
3. علِّق الكتلة m_1 على طرف المسطرة عند التدريج 100cm)، والكتلة m_2 عند التدريج 75)cm.
4. أُربط الكتلة m_3 بخيط من النايلون يسمح بتعليقها وتحريكها على المسطرة بسهولة.
5. ضَع الكتلة m_3 وحرِّكها على المسطرة لتتّزن من جديد.
6. قِس المسافة من نقطة تأثير القوّة المؤثِّرة إلى محور الارتكاز، وسجِّل النتائج في جدول النتائج.
7. أُحسب عزم كلّ من القوى المؤثِّرة، وسجِّل النتائج في جدول النتائج.

تسجيل القراءات والنتائج

جدول النتائج

الكتلة (kg)		القوّة (N)	ذراع القوّة (m)	عزم القوّة (N.m)
m_1				
m_2				
m_3				

الملاحظة

1. هل لاحظت أنّ زيادة عزم القوّة يحتاج إلى زيادة المسافة بين نقطة تأثيرها ونقطة الارتكاز أو تقليلها؟

2. هل لجميع القوى المؤثِّرة اتّجاه العزم الدوراني نفسه؟

الاستنتاج

1. ما هي محصّلة عزوم القوى التي تنتج دورانًا بالاتّجاه السالب؟

2. ما هي محصّلة عزوم القوى التي تنتج دورانًا بالاتّجاه الموجَب؟

3. قارِن بين مقدار محصّلة العزوم التي تنتج عزم دوران سالبًا وتلك التي تنتج عزم دوران موجبًا.

4. اِستنتج الشرط الواجب توفّره ليتّزن الجسم دورانيًّا حول محور الدوران.

الخلاصة

صِغ شرط الاتّزان الدوراني لجسم مادّي يمكنه الدوران حول محور ثابت.

أنت الفيزيائي!

يمكنك أن تجري نشاطًا تصمِّم خطواته وتحضِّر أدواته وتحلِّل نتائجه بنفسك.

صمِّم وأجرِ تجربة تتمكّن من خلالها من قياس كتلة المسطرة المترية بعد تعليق كتل معلومة عليها في مواضع مختلفة لتتّزن.

نشاط 4

القصور الذاتي الدوراني (I)
Rotational Inertia

الأمان

اتّبع قواعد الأمان والسلامة المعتمَدة داخل المختبر.

المهارات المرجو اكتسابها

التعلّم التعاوني، التوقع، الملاحظة، القياس، تسجيل البيانات وتنظيمها، العمليات الحسابية، تحليل النتائج، الاستنتاج

الأهداف

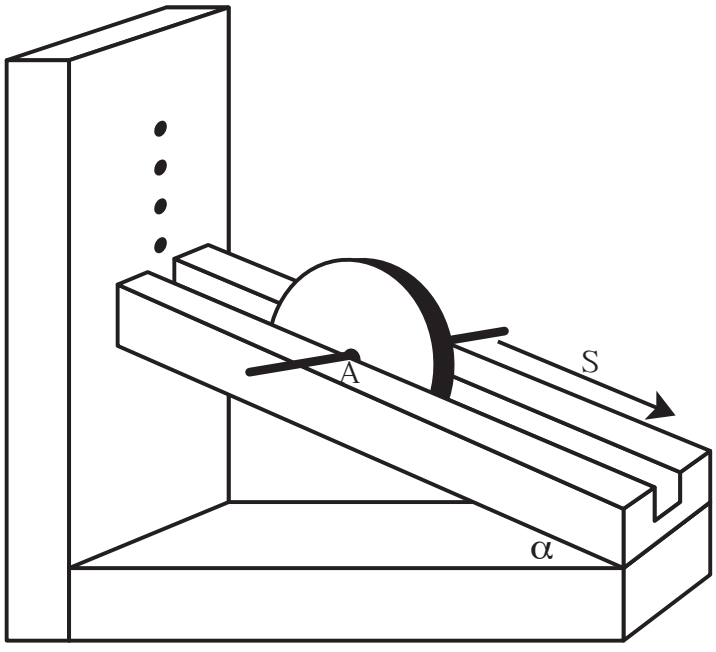
في نهاية هذا النشاط تكون قادرًا على:
حساب مقدار القصور الذاتي الدوراني (I) لقرص معدني له محور باستخدام مستوى مائل.

التوقع

قبل بدء النشاط، توقع إن كان لتغيير ميل انحناء المستوى المائل تأثير في مقدار القصور الذاتي الدوراني.

المواد المطلوبة

قرص معدني له محور، مستوى مائل متغيّر الميل، مسطرة، ميزان لقياس الكتلة، ساعة إيقاف يدوية



(شكل 5)

خطوات العمل

1. قِس مستخدمًا الميزان كتلة القرص (m) وسجِّل مقدارها في جدول النتائج (1).
2. قِس قطر القرص واحسب مقدار نصف القطر (r) وسجِّله في جدول النتائج (1).
3. قُمْ بإمالة المستوى بزاوية ميل محدّدة، وحدِّد على أعلى المستوى المائل نقطة بداية الحركة (A).
4. ضَع القرص عند النقطة (A) وقِس الارتفاع الرأسي (h) له عن المستوى الأفقي المارّ بنقطة نهاية الحركة على المستوى المائل وسجِّل مقداره في جدول النتائج (2).
5. دَع القرص يتدحرج من دون انزلاق من السكون من النقطة (A) حتّى نهاية المستوى. وباستخدام ساعة الإيقاف اليدوية، قِس زمن الحركة وسجِّل الزمن في جدول النتائج (2).
6. قِس مستخدمًا المسطرة المسافة (s) التي يتحرّكها القرص على المستوى المائل وسجِّلها في جدول النتائج (1).
7. كرِّر الخطوتين 4 و5 مع تغيير ارتفاع نقطة البداية (h) في كلّ مرّة وسجِّل النتائج في جدول النتائج (2).

تسجيل القراءات والنتائج

جدول النتائج (1)

الكتلة m	= m
نصف قطر الدوران r	= r
المسافة s التي تدحرجها الجسم	= s

جدول النتائج (2)

الارتفاع h	الزمن t	مربّع الزمن t^2	القصور الذاتي الدوراني I
$= h_1$	$= t_1$	$= t_1^2$	$= I_1$
$= h_2$	$= t_2$	$= t_2^2$	$= I_2$
$= h_3$	$= t_3$	$= t_3^2$	$= I_3$

المقارنة والاستنتاج

1. أُحسب مقدار القصور الذاتي الدوراني للجسم مستخدمًا المعادلة التالية $I = [\frac{g \times t^2 \times h}{2s^2} - 1] \times mr^2$ عند تغيّر مقدار الارتفاع (h) للتدحرج وثبات باقي العوامل (m, r, s, g)، وسجِّل النتائج في جدول النتائج 2.

ملاحظة: إنّ كيفية التوصّل إلى هذه المعادلة مبيّنة في الخلفية العلمية في نهاية هذه التجربة.

2. قارِن مقدار القصور الذاتي الدوراني للجسم المستخدَم عند تغيير زاوية ميل المستوى.

---

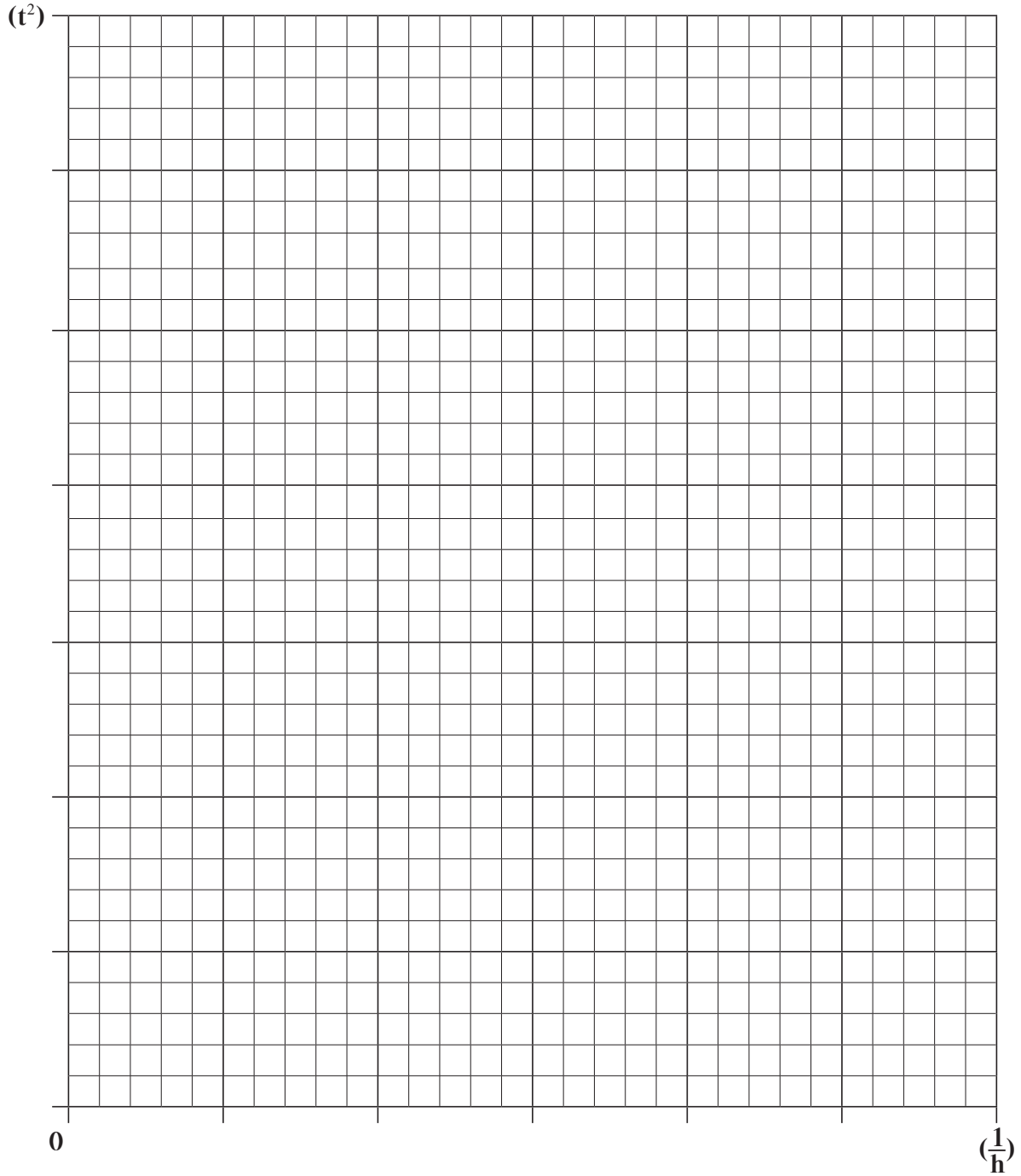
3. قارِن مقدار نصف قطر الجسم الذي اخترته ومقدار قصوره الذاتي بمقدار نصف قطر والقصور الذاتي الدوراني للجسم الآخر الذي اختاره زميلك.

---

4. اِستنتج كيف يتغيّر مقدار القصور الذاتي الدوراني للجسم مع تغيُّر مقدار نصف قطر الدوران حول محور الدوران وثبات كلّ من العوامل الأخرى.

الرسم البياني

1. برهِن بالرسم البياني، أنّ العلاقة بين مربّع الزمن t^2 الذي يحتاجه الجسم للوصول إلى أسفل المستوى المائل بدلالة مقلوب الارتفاع الرأسي $(\frac{1}{h})$ للموقع الابتدائي للجسم هي خطّ مستقيم يمرّ بنقطة الأصل $O(0, 0)$.



2. أُحسب من الرسم البياني ميل المنحنى (K).

3. أُحسب القصور الذاتي الدوراني من العلاقة التالية: $I = [\frac{g \times K}{2s^2} - 1] \times mr^2$.

4. قارِن نتائج الجدول (2) للقصور الذاتي الدوراني مع النتيجة المحسوبة من الرسم البياني. ما مقدار الاختلاف، وما الأسباب المتوقّعة للاختلاف؟

الخلاصة

اِستنتج العوامل التي يتوقّف عليها مقدار القصور الذاتي الدوراني لجسم.

أنت الفيزيائي!

يمكنك أن تجري نشاطًا تصمِّم خطواته وتحضّر أدواته وتحلِّل نتائجه بنفسك.

صمِّم وأجرِ تجربة تتحقّق تجريبيًّا من خلالها من مقدار القصور الذاتي الدوراني للأجسام المتماثلة الشكل بتغيير مقدار الكتلة.

فقرة إثرائية

الخلفية العلمية لحساب مقدار القصور الذاتي الدوراني باستخدام المستوى المائل:

بغياب الاحتكاك، تكون الطاقة الميكانيكية للجسم محفوظة بين النقطة الابتدائية وأسفل المستوى المائل، وبالتالي نكتب:

$$(KE + PE)_i = (KE + PE)_f$$

$$m.g.h = \frac{1}{2} mv^2 + \frac{1}{2} I\theta'^2$$

وحيث إنّ $\theta' = \frac{v}{r}$، وبالتعويض في المعادلة السابقة نحصل على:

$$m.g.h = \frac{1}{2} mv^2 + \frac{1}{2} I \times \frac{v^2}{r^2}$$

$$m.g.h = \frac{1}{2} v^2 \left(m + \frac{I}{r^2}\right)$$

بما أنّ المسافة التي يتدحرجها الجسم على المستوى المائل تساوي $s = v_{av}t = (\frac{v + v_0}{2})t$

وبما أنّ $v_0 = (0)m/s$ لأنّ الجسم انطلق من سكون تصبح: $s = (\frac{v}{2})t \Rightarrow v = \frac{2s}{t}$

وبالتعويض عن $v^2 = \frac{4s^2}{t^2}$ في المعادلة السابقة نجد أنّ:

$$t^2 = \frac{2s^2}{m.g.h} [m + \frac{I}{r^2}]$$

نشاط 5

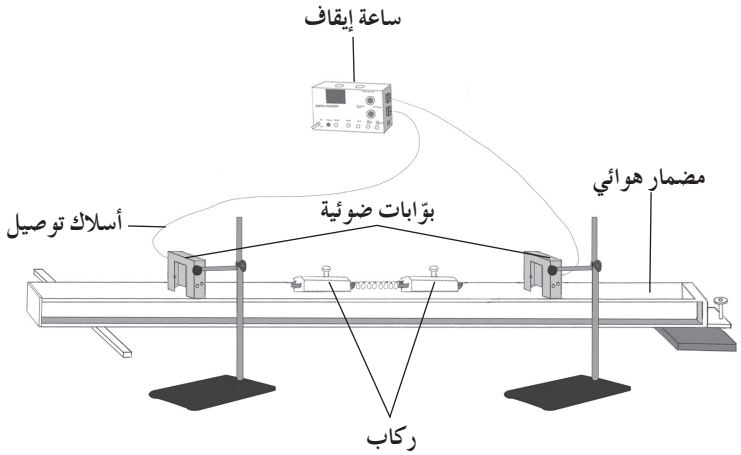
حفظ (بقاء) كمّية الحركة الخطّية
Conservation of Linear Momentum

الأمان
اتّبع قواعد الأمان والسلامة المعتمَدة داخل المختبر.

المهارات المرجو اكتسابها
التعلّم التعاوني، الملاحظة، دقّة القياس والقراءات وتسجيلها، تحليل النتائج، والاستنتاج.

الأهداف
في نهاية هذا النشاط تكون قادرًا على:
التحقّق من حفظ (بقاء) كمّية الحركة الخطّية في الأنظمة المعزولة.

التوقع
قبل بدء النشاط، توقَّع محصّلة كمّية الحركة لنظام تدافعت أجزاؤه بعد أن كان ساكنًا.



(شكل 3)

المواد المطلوبة
مضمار هوائي، ركاب عدد (2) مجهَّز أحدهما بنابض، كتلة إضافية يمكن تحميلها على الركاب لزيادة كتلته، بوّابات ضوئية عدد (2)، خيط من النايلون، ميزان لقياس الكتلة، ولّاعة

خطوات العمل

1. ضع المضمار الهوائي على سطح الطاولة واضبطه في وضع أفقي كي لا ينزلق عليه أيّ من الركابين بأيّ اتّجاه عند تشغيل مضخّة الهواء (شكل 3).
2. ثبّت الكتلة الإضافية على أحد الركابين وقِس كتلة كلٍّ منهما، ثمّ سجِّل النتيجة في جدول النتائج.
4. ثبّت القائمين اللازمين لتثبيت البوّابات الضوئية على قاعدتيهما. ثبّت البوّابتين الضوئيتين بشكل يجعل بينهما مسافة كافية، وعرّفهما على الكمبيوتر.
5. اِختر عداد السرعة لقياس سرعة كلّ ركاب عند مروره في البوّابة الضوئية.
6. ضع الركابين على المضمار بين البوّابات الضوئية، واضغطهما نحو بعضهما البعض حتّى ينضغط النابض المرن بينهما، واطلب إلى زميلك أن يربطهما معًا بواسطة خيط من النايلون ليشكّلا جسمًا واحدًا.
7. شغِّل مضخّة الهواء واحرق الخيط الذي يربط الركابين ليتدافعا.
8. سجِّل سرعة الركابين عند مرورهما بالبوّابات الضوئية بعد التدافع في جدول النتائج.

تسجيل القراءات والنتائج

جدول النتائج

	الكتلة	السرعة قبل التدافع	السرعة بعد التدافع	كمّية الحركة قبل التدافع	كمّية الحركة بعد التدافع
الركاب الأوّل					
الركاب الثاني + الكتلة					

المقارنة والاستنتاج

1. ما هي القوى المؤثِّرة في النظام المؤلَّف من الركابين والمضمار؟

2. ما هي محصّلة القوى الخارجية المؤثِّرة في النظام؟

3. هل النظام المؤلَّف من الركابين والمضمار الهوائي نظام معزول؟ اِشرح.

4. أُحسب كمّية الحركة لكلّ من الركابين قبل حرق الخيط، وضع مقدارهما في جدول النتائج.

5. ما هي محصّلة كمّية الحركة للنظام المؤلَّف من الركابين قبل حرق الخيط؟

6. أُحسب كمّية الحركة لكلّ ركاب بعد حرق الخيط، وضع مقدارهما في جدول النتائج. قارِن اتّجاه كمّية الحركة للركابين بعد حرق الخيط.

7. ما هي محصّلة متّجهات كمّية الحركة للنظام المؤلَّف من الركابين بعد حرق الخيط؟

---

8. قارِن بين مجموع كمّية الحركة للنظام قبل التدافع وبعده.

الخلاصة

1. هل كمّية الحركة الخطّية محفوظة؟

---

2. اِستنتج نصّ قانون حفظ (بقاء) كمّية الحركة في الأنظمة المعزولة.

نشاط 6

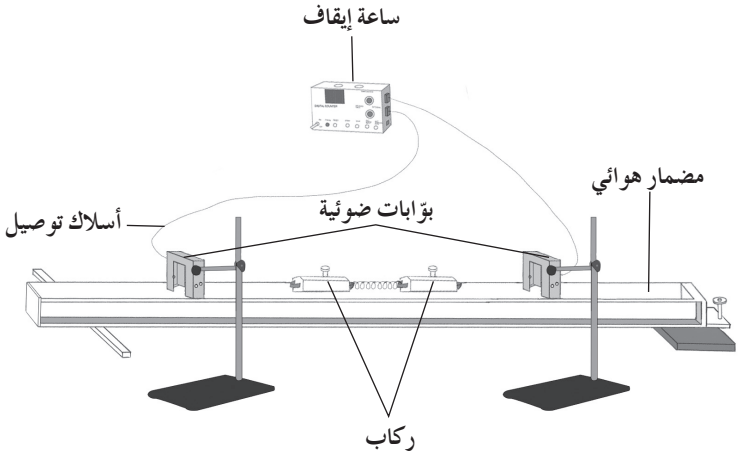
التصادم المرن
Elastic Collision

الأمان
اتّبع قواعد الأمان والسلامة المعتمَدة داخل المختبر.

المهارات المرجو اكتسابها
التعلّم التعاوني، الملاحظة، دقّة القياس والقراءات وتسجيلها، تحليل النتائج، المقارنة والاستنتاج

الأهداف
في نهاية هذا النشاط تكون قادرًا على:
التحقّق من حفظ (بقاء) كمّية الحركة ومن حفظ (بقاء) الطاقة الحركية في عملية التصادم المرن.

التوقع
قبل بدء النشاط، توقَّع إن كانت كمّية الحركة محفوظة أثناء تصادم
جسمين على سطح أملس عديم الاحتكاك.



(شكل 4)

المواد المطلوبة
مضمار هوائي، ركاب عدد (2) مجهَّز أحدهما بنابض يجعل التصادم بينهما مرنًا، بوّابات ضوئية عدد (2)، ميزان لقياس الكتلة

خطوات العمل
1. ضَع المضمار الهوائي على سطح الطاولة واضبطه في وضع أفقي كي لا ينزلق عليه أيّ من الركابين بأيّ اتّجاه عند تشغيل مضخّة الهواء (شكل 4).
2. قِس كتلة كلّ من الركابين وسجِّل النتيجة في جدول النتائج.

3. ثبّت القائمين اللازمين لتثبيت البوّابات الضوئية على قاعدتيهما.
4. ثبّت البوّابتين الضوئيتين بشكل يجعل بينهما مسافة كافية وعرّفهما على الكمبيوتر.
5. اِختر عداد السرعة لقياس سرعة كلّ ركاب قبل التصادم وبعده.
6. ضَع الركابين على المضمار من الجهتين خارج البوّابات الضوئية. شغِّل مضخّة الهواء، وادفع الركابين باتّجاه بعضهما البعض ليتصادما على نقطة تقع بين البوّابتين الضوئيتين ويرتدّا بعدها مرورًا بالبوّابتين الضوئيتين من جديد. سجِّل سرعة الركابين عند مرورهما بالبوّابات الضوئية قبل التصادم وبعده في جدول النتائج.

تسجيل القراءات والنتائج

جدول النتائج

	الكتلة m	السرعة قبل التصادم	السرعة بعد التصادم	كمّية الحركة قبل التصادم	كمّية الحركة بعد التصادم	الطاقة الحركية قبل التصادم	الطاقة الحركية بعد التصادم
الركاب الأوّل							
الركاب الثاني							

المقارنة والاستنتاج

1. ما هي محصّلة القوى الخارجية المؤثِّرة في الركابين؟

---

2. هل النظام المؤلَّف من الركابين والمضمار الهوائي نظام معزول؟ اِشرح.

---

3. أُحسب مجموع كمّية حركة الركابين قبل التصادم:
– مجموع مقدار كمّية حركة الركابين قبل التصادم: _____ $P_i =$
4. أُحسب مجموع كمّية حركة الركابين بعد التصادم:
– مجموع مقدار كمّية حركة الركابين بعد التصادم: _____ $P_f =$
5. قارِن التغيّر في كمّية الحركة بين الركاب الأوّل والركاب الثاني (مقدارًا واتّجاهًا).

---

6. قارِن بين مجموع كمّية الحركة للنظام قبل التصادم وبعده.

---

7. أُحسب مجموع طاقتي الحركة للركابين قبل التصادم:
– مجموع طاقتي الحركة للركابين قبل التصادم: _____ $KE_i =$
8. أُحسب مجموع طاقتي الحركة للركابين بعد التصادم:
– مجموع طاقتي الحركة للركابين بعد التصادم: _____ $KE_f =$

9. قارِن بين التغيّر في الطاقة الحركية للركاب الأوّل والتغيّر في الطاقة الحركية للركاب الثاني.

10. قارِن بين مجموع طاقتي الحركة للنظام قبل التصادم وبعده.

الخلاصة

1. هل كمّية الحركة في الأنظمة المعزولة محفوظة؟

2. هل الطاقة الحركية للنظام أثناء التصادم المرن محفوظة؟

3. أُذكر نصّ قانون حفظ (بقاء) كمّية الحركة في الأنظمة المعزولة.

4. أُذكر نصّ حفظ (بقاء) الطاقة الحركية أثناء التصادمات المرنة.

أنت الفيزيائي!

يمكنك أن تجري نشاطًا تصمِّم خطواته وتحلِّل نتائجه بنفسك.

صمِّم وأجرِ تجربة تتحقّق من خلالها من تبادل السرعة بين جسمين متماثلين، أحدهما ساكن بعد تصادم مرن.

نشاط 7

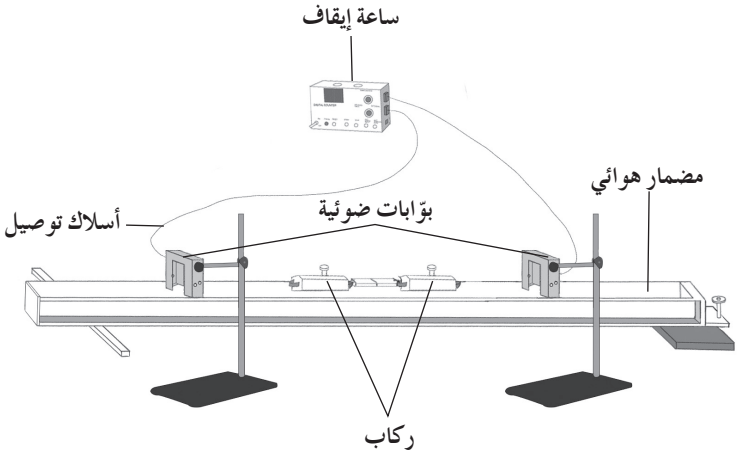
التصادم اللامرن كلّيًّا
Totally Inelastic Collision

الأمان
اتّبع قواعد الأمان والسلامة المعتمَدة داخل المختبر.

المهارات المرجو اكتسابها
التعلّم التعاوني، الملاحظة، دقّة القياس والقراءات وتسجيلها، تحليل النتائج، المقارنة والاستنتاج

الأهداف
في نهاية هذا النشاط تكون قادرًا على:
استنتاج عدم حفظ (بقاء) كمّية الطاقة الحركية في عملية التصادم اللامرن.
استنتاج أنّ كمّية الحركة الخطّية محفوظة في خلال التصادمات اللامرنة.

التوقع
قبل بدء النشاط، توقَّع ما إذا كانت كمّية الطاقة الحركية محفوظة أثناء تصادم لامرن بين جسمين على سطح أملس عديم الاحتكاك.



(شكل 5)

المواد المطلوبة
مضمار هوائي، ركاب عدد (2)، مغناطيس وشراع حديدي يمكن تثبيتهما على الركاب، بوّابات ضوئية عدد (2)، ميزان لقياس الكتلة

خطوات العمل

1. ضع المضمار الهوائي على سطح الطاولة واضبطه في وضع أفقي كي لا ينزلق عليه أيّ من الركابين بأيّ اتّجاه عند تشغيل مضخّة الهواء (شكل 5).
2. ثبّت المغناطيس على الركاب الأوّل، والشراع الحديدي على الركاب الثاني، بشكل يجعل الركابين يلتحمان عند تصادهما.
3. قِس كتلة الركاب m_1 الحامل للمغناطيس، وكتلة الركاب الثاني m_2 الحامل للشراع الحديدي، وسجِّل النتيجة في جدول النتائج.
4. ثبّت القائمين اللازمين لتثبيت البوّابات الضوئية على قاعدتيهما.
5. ثبّت البوّابتين الضوئيتين بشكل يجعل المسافة بينهما كافية، وعرّفهما على الكمبيوتر.
6. اِختر عداد السرعة لقياس سرعة كلّ ركاب قبل التصادم وبعده.
7. ضع الركاب m_2 على المضمار بين البوّابات الضوئية، والركاب m_1 قبل البوّابة الضوئية، وشغِّل مضخّة الهواء ثمّ ادفع الركاب m_1 باتّجاه الركاب m_2 الساكن ليتصادما ويلتحما كجسم واحد. سجِّل سرعة الركابين عند مرورهما بالبوّابات الضوئية قبل التصادم وبعده في جدول النتائج.

تسجيل القراءات والنتائج

جدول النتائج

	الكتلة m	السرعة قبل التصادم	السرعة المشتركة للركابين بعد التصادم
الركاب الأوّل			
الركاب الثاني			

المقارنة والاستنتاج

1. أُحسب كمّية الحركة الخطّية لكلّ من الركابين قبل التصادم.

2. أُحسب محصّلة متَّجه كمّية الحركة الخطّية للنظام قبل التصادم.

3. أُحسب مقدار الطاقة الحركية لكلّ من الركابين قبل التصادم.

4. أُحسب كمّية الطاقة الحركية للنظام قبل التصادم.

5. أُحسب كمّية الحركة الخطّية للنظام بعد التصادم.

6. أُحسب كمّية الطاقة الحركية للنظام بعد التصادم.

7. قارِن بين مجموع كمّية الحركة للنظام قبل التصادم وبعده. ماذا تستنتج؟

8. قارِن بين مجموع طاقتي الحركة للنظام قبل التصادم وبعده. ماذا تستنتج؟

الخلاصة

1. ما هي الكمّية الفيزيائية التي تبقى محفوظة مهما اختلف نوع التصادمات في الأنظمة المعزولة؟

2. هل الطاقة الحركية للنظام تبقى محفوظة باختلاف نوع التصادم؟

ملاحظات