



الإمارات العربية المتحدة
وزارة التربية والتعليم



2025-2026

الفيزياء

نسخة الإمارات العربية المتحدة

دليل الأنشطة المختبرية



الصف

11

عام

Mc
Graw
Hill

McGraw-Hill Education

الفيزياء

نسخة الإمارات العربية المتحدة

دليل الأنشطة المختبرية

للسف 11 العام



صورة الغلاف: Oleksandr Kostiuchenko/Shutterstock.com

mheducation.com/prek-12



جميع الحقوق محفوظة © للعام 2025 لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

جميع الحقوق محفوظة. لا يجوز إعادة إنتاج أي جزء من هذا المنشور أو توزيعه في أي صورة أو بأي وسيلة كانت أو تخزينه في قاعدة بيانات أو نظام استرداد من دون موافقة خطية مسبقة من McGraw-Hill Education، بما في ذلك، على سبيل المثال لا الحصر، التخزين على الشبكة أو الإرسال عبرها أو البث لأغراض التعليم عن بُعد.

الحقوق الحصرية للتصنيع والتصدير عائدة لمؤسسة McGraw-Hill Education. لا يمكن إعادة تصدير هذا الكتاب من البلد الذي باعت له McGraw-Hill Education. هذه النسخة الإقليمية غير متاحة خارج أوروبا والشرق الأوسط وإفريقيا.

طُبِعَ في دولة الإمارات العربية المتحدة.

رقم النشر الدولي: 978-1-39-896310-8 (نسخة الطالب)
MHID: 1-39-896310-0 (نسخة الطالب)
رقم النشر الدولي: 978-1-44-701291-7 (نسخة المعلم)
MHID: 1-44-701291-7 (نسخة المعلم)

1 2 3 4 5 6 7 8 9 XXX 22 21 20 19 18 17

جدول المحتويات

الوحدة 1: الشغل والطاقة والآلات

1	التفكير الناقد.....
3	مسائل تحفيزية
4	التجربة 1-1.....

الوحدة 2: الزخم وحفظه

8	التفكير الناقد.....
10	مسائل تحفيزية
11	التجربة 2-1.....

الوحدة 3: الطاقة وحفظها

15	التفكير الناقد.....
17	مسائل تحفيزية
18	التجربة 3-1.....

الوحدة 4: الاهتزازات والموجات

23	التفكير الناقد.....
25	مسائل تحفيزية
26	التجربة 4-1.....
30	التجربة 4-2.....

التعلم القائم على المشاريع

P1	الوحدة 4 القسم 2.....
----	-----------------------

يتم تعريف المحتوى على تطبيق التعلم الذكي



التفكير الناقد

الشغل والطاقة والآلات

1. تتصفُ القُوَّةُ بأنها:

- معدلُ انتقالِ الطَّاقةِ
 - التَّغَيُّرُ في الطاقةِ الحركيَّةِ.
 - القوةِ المؤثِّرةُ في مسافةٍ معينة.
 - النسبة بين الشغل المبذول والشغل الناتج.
2. ما مقدارُ القُوَّةِ اللازمةِ لتسارعِ إلكترونٍ ذي كتلهِ تساوي $9.1 \times 10^{-31} \text{ kg}$ من السَّكونِ إلى سرعةٍ تُساوي $2.0 \times 10^7 \text{ m/s}$ لمسافة 0.50 cm .

- $1.8 \times 10^{-21} \text{ N}$
- $9.0 \times 10^{-19} \text{ N}$
- $1.8 \times 10^{-16} \text{ N}$
- $3.6 \times 10^{-14} \text{ N}$

3. تُستخدَمُ رافعةٌ لرفعِ قفصٍ كتلته 225 kg إلى ارتفاعٍ 3.2 m لوضعه في صندوقِ الشَّاحنة. تبلغُ كفاءةُ الرَّافعةِ 82% . ما مقدار الشَّغلِ اللازمِ بذله على الرَّافعةِ لرفعِ القَفْصِ؟

- 8600 J
- 7100 J
- 5800 J
- 1300 J

4. في مركبة تُدار بالكهرباء فقط، تكونُ الطَّاقةُ مُخْتَزَنَةً عادةً في البطاريات. تُستخدَمُ هذه الطَّاقةُ المُخْتَزَنَةُ لتزويدِ السَّيَّارةِ بالقُدرةِ على العملِ إلى أن تنفذ. ومن ثَمَّ لا بُدَّ من تخزينِ الطَّاقةِ مرَّةً أُخرى عن طريقِ إعادةِ شحْنِ البطاريَّات. كُرسِيٌّ كهربائيٌّ متحركٌ كتلته 32 kg . مصممٌ خصيصاً لشخصٍ كُتلتُه 80 kg . الطاقةُ المُخْتَزَنَةُ المُتَوَافِرَةُ في بطاريته هي $2.1 \times 10^6 \text{ J}$. مُحَرِّكُ الكُرسِيِّ المُتَحَرِّكِ يتطلبُ قدرةً مقدارها 310.0 W للقيادة في ظلِّ ظروفٍ عاديَّةٍ. وهذا كافٍ لدفعِ الشَّخصِ في الكرسي بسرعة مقدارها 17 km/h .

a. حدِّدْ مقدارَ شغلِ المُحَرِّكِ لينطلقَ الكُرسِيٌّ من حالةِ السَّكونِ ويعودَ إلى السَّرعَةِ الطَّبيعيَّةِ.

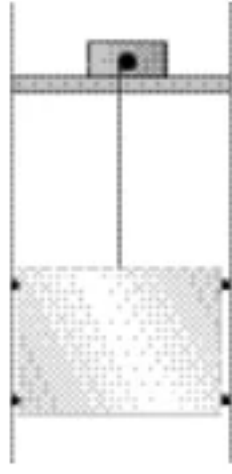
1 التفكير الناقد

تابع

b. حدّد المسافة القصوى التي يُمكن أن يقطعها الكرسي على سطح أفقي وبالسّرعَة الطّبيعيّة مستخدماً طاقته المخزّنة. (تجاهل الطّاقة اللاّزمة لتسريعه عندما ينطلق).

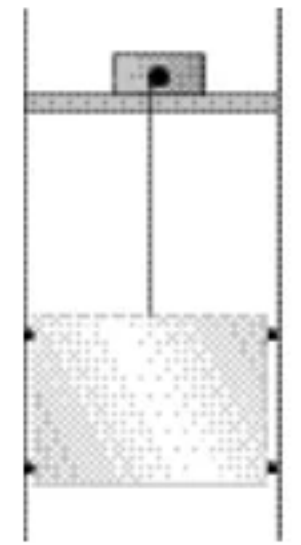
c. افترض أنّ 0.023% من القدرة اللاّزمة للقيادة استهلكت على قوّة السّحب بسبب الإطارات المطاطيّة اللّينة. احسب مقدار قوّة السّحب.

5. في الرّسم الظّاهر إلى اليسار نظام مُبسّط لمصعد، يستطيع مُحركُه تدوير بكرة لتلف أو حبلاً يمكنه رفع أو خفض المصعد. كتلة المصعد $1.20 \times 10^3 \text{ kg}$ ومُصنّف لاستيعاب حمولة أقصاها $9.5 \times 10^2 \text{ kg}$. هناك قوة احتكاك مقدارها $3.5 \times 10^4 \text{ N}$ تُؤثّر في المصعد أثناء الحركة.



a. ما مقدار القوّة التي يجب أن يبذلها المحرك لرفع مصعد بأقصى حمولته وبسرعة 2.5 m/s ؟

b. يتمّ تعديل نظام المصعد أعلاه من خلال ربط ثقل موازن كتلته $5 \times 12 \text{ kg}$ معلق بحرية بالسلسلة التي تمر فوق عمود المحرك كما هو ظاهر في الرّسم أدناه. ما مقدار القوّة التي يجب أن يعطيها المحرك الآن لرفع مصعد بأقصى حمولته وبسرعة 2.5 m/s ؟



الوحدة
1

مسائل تحفيزية

1. فيصل مُتسلِّقُ صخورٍ كتلته 61.2 kg وأحمد مُصارَعٌ كتلته 77.1 kg يقودان سيارَةً صغيرة على طريقٍ غير مُعبَّدٍ بين الغابات. بعدَ فترةٍ، تحوَّلتِ الطريقُ إلى طينٍ وعلقتِ السَّيَّارةُ. حاولَ أحمدُ سحبَ السَّيَّارةِ مِنْ خِلالِ رِبْطِ حَبْلِ على مُصدِّ السيارةِ الأماميِّ وسحبها أفقيًّا بِقوَّةٍ تُساوي مقدارَ وزنها ولكنَّ السَّيَّارةَ لَمْ تَتَحَرَّكْ. ادَّعى فيصلُ أنَّه على الرَّغْمِ مِنْ أنَّه ليسَ بِقوَّةٍ أحمدَ ولكنَّهُ قادِرٌ على تطبيقِ قوَّةٍ على السَّيَّارةِ مقدارُها ما يُقاربُ ثلاثةَ أضعافِ القوَّةِ التي بذلها أحمدُ. بدأ أحمدُ مشكِّكًا. قامَ فيصلُ بِربْطِ الطَّرَفِ الآخرِ مِنَ الحَبْلِ بِشجرةٍ على جانبِ الطريقِ وأمسكَ الحبلَ مِنْ مُنتصفِهِ وراحَ يدفعُ أفقيًّا.

a. ارسمْ مخططًا متجهيًّا للقوى المؤثرة في الحبل عند النقطة التي يدفع بها فيصل الحبل، افترض أنَّ فيصل يدفعُ على الاتجاه السالب لمحور y . لاحظْ أنَّ هناك قوتي شد تؤثران في هذه النقطة، قوَّةُ السَّيَّارةِ على الحبل وقوَّةُ الشَّجرةِ على الحبل. ثمَّ ارسمْ مُكوِّناتِ x و y لكل قوَّةٍ شد. حدد الزاوية θ بين كل قوَّةٍ شد F_T ومكونها على المحور x . F_x . d. عندما يدفعُ فيصل على الحبل، القوة التي يؤثر بها الحبل في السَّيَّارةِ تساوي مقدارَ قوَّةِ الشد في الحبل. ما مقدارُ هذه القوَّةِ بدلالةِ θ ، و قوَّةِ فيصل F التي يمارسها فيصل على الحبل.

b. فيصل قادِرٌ على تحريكِ السَّيَّارةِ عندما يكونُ الحبلُ بزاوية 8.00° معَ الموقعِ الأصلي. ما مقدارُ قوَّةِ الحبلِ المؤثرة في السَّيَّارةِ إذا قامَ فيصل بِشدِّ الحبلِ بِقوَّةٍ تُساوي مقدارَ وزنها؟

2. يُحاولُ مُزارِعٌ أَنْ يَقَرَّرَ إِنْ كَانَ يَشْتَرِي طاحونةَ هوائٍ تقليديَّةٍ أَوْ مضخةَ كهربائيَّةٍ بِقوَّةِ 84 hp (القدرة الحِصَانِيَّة) لِيَسْتَخْرِجَ الماءَ مِنْ بئرٍ عُُمقُهُ 45 m ($1 \text{ hp} = 746 \text{ w}$)

a. احسبِ الشَّغلَ اللاَّزِمَ لِإحضارِ 1 kg مِنَ الماءِ إِلَى السَّطحِ.

b. احسبِ مُعدَّلَ تدفُّقِ الماءِ مِنَ المضخةِ الكهربائيَّةِ. (1.0 kg مِنَ الماءِ = حجم 1000 cm^3)

c. تحتاج المضخة الكهربائية إلى 95 kW مِنَ الكهرباء لِتعملَ لِمدَّةِ ساعةٍ واحدةٍ. ما كفاءةُ هذه المضخة؟

d. بِوجودِ رِيحٍ ثابتَةٍ، تَضخُّ طاحونةُ الهواءِ ماءً بِمعدَّلِ $0.050 \text{ m}^3/\text{s}$ ما مقدارُ القدرةِ الحِصَانِيَّةِ لمضخة كهربائيَّةٍ لتكافئَ معدلَ هذه الطاحونة؟

التجربة 1-1

المواد

- بكرة مفردة (عدد 2)
- بكرة مزدوجة (عدد 2)
- مجموعة من الكتل ذات الشق
- ميزان زنبركي
- دعامة بكرة
- خيط (2 m)
- عصا مترية

الرّفْعُ باستخدام البكرات

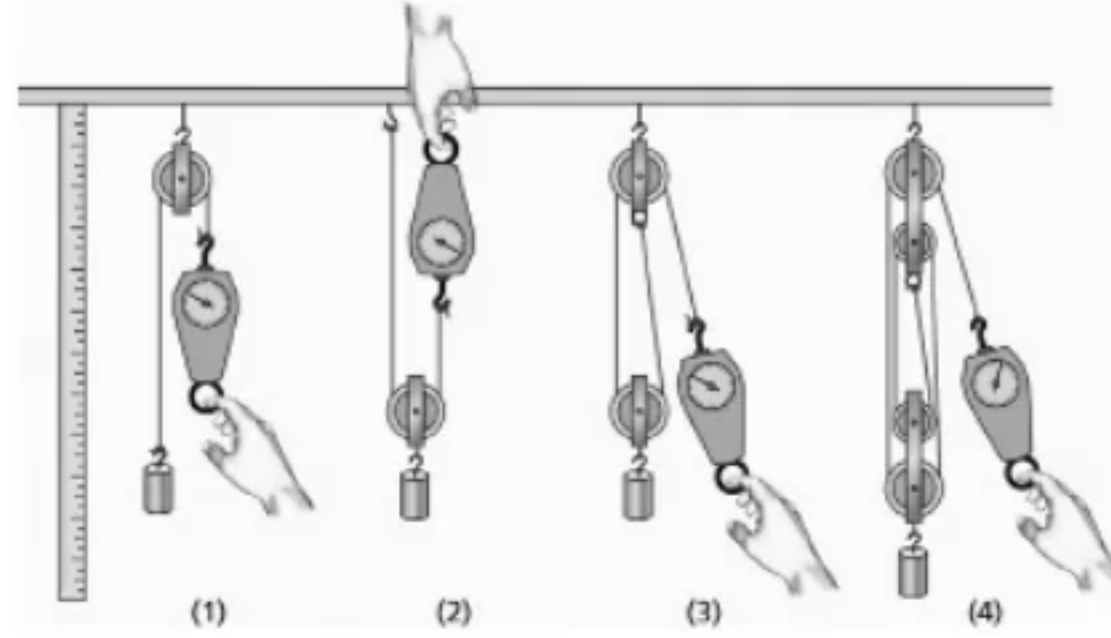
البكرات هي آلات بسيطة يمكن استخدامها لتغيير اتجاه قوة، للتقليل من القوة اللازمة لتحريك حمولة لمسافة ما، أو لزيادة السرعة التي يتم بها نقل الحمولة. مثل آلات أخرى بسيطة، لا تُغيّر البكرات كمية الشغل المنجز. ومع ذلك، إذا كانت المسافة التي تقطعها الحمولة تنخفض بما يتناسب مع المسافة التي تقطعها القوة، فيتم تخفيض القوة المطلوبة للجهد. قد تحتوي أنظمة البكرة على بكرة واحدة أو مجموعة من البكرات الثابتة والمتحركة.

الأهداف

- تجميع وتحريك أنظمة البكرات الثابتة والمتحركة.
- احتساب كفاءة أنظمة البكرات المختلفة.
- استنتاج كيفية تأثير ترتيب نظام البكرة في الفائدة الميكانيكية المثالية وكفاءة النظام.

الإجراء

1. أعدّ نظام البكرة المنفردة الثابتة، كما هو مبين في ترتيب البكرة 1 في الشكل A أدناه.



الشكل A

2. اختر كتلة يمكن قياسها على الميزان الزنبركي. سجّل قيمة الكتلة في الجدول 1. إنَّ قوة مقاومة الكتلة المرفوعة في هذه التجربة، F_r ، هي وزن الكتلة. إذا، $F_r = F_g = m_g$. حدّد وزن الكتلة التي يجب رفعها، بوحدة قياس نيوتن، وذلك بضرب الكتلة المحددة بالكيلو جرام في مقدار مجال الجاذبية.

التجربة 1-1

3. ارفع الكتلة بعناية من خلال سحب الميزان الزنبركي. قُم بقياس المسافة، d_r ، التي ارتفعت إليها الكتلة بالأمتار. سجّل هذه القيمة في **الجدول 1**. احسب الشغل الناتج، W_0 ، لنظام البكرة، وذلك بضرب وزن الكتلة في المسافة التي ارتفعت إليها، $F_r d_r$. سجّل هذه القيمة في **الجدول 2**.

4. مُستخدماً الميزان الزنبركي، ارفع الكتلة إلى المستوى نفسه الذي رُفعت إليه في الخطوة 3. اطلب من شريكك في إجراء التجربة قراءة القوة اللازمة لرفع الكتلة مباشرة من الميزان الزنبركي، بالتقريب. (إذا كان ميزانك الزنبركي محدداً بالجرامات بدلاً من النيوتن، عندها احسب القوة بضرب القراءة الموجودة على الميزان بوحدة الكيلو جرامات في مقدار مجال الجاذبية). سجّل هذه القيمة في **الجدول 1** كقوة جهد، F_e ، للميزان الزنبركي. فيما ترفع الحمل بالميزان الزنبركي، اسحب ببطء، وبمعدل ثابت، وذلك باستخدام الحد الأدنى من القوة اللازمة لتحريك الحمل. إن أي زيادة في القوة ستسرّع الكتلة وتسبب خطأ في حساباتك.

5. قُم بقياس المسافة، بالأمتار، التي أثرت القوة من خلالها لإيصال الكتلة للارتفاع الذي وصلت إليه. سجّل هذه القيمة في **الجدول 1**. كالمسافة، d_e ، التي تؤثر خلالها قوة الجهد. حدّد الشغل المبذول، W_1 ، في رفع الكتلة بضرب القوة المقروءة في الميزان الزنبركي في المسافة التي تحركت القوة خلالها، $F_e d_e$. سجّل قيمة الشغل المبذول في **الجدول 2**.

6. كرر الخطوات من 2 إلى 5 لأحمال مختلفة.

7. كرر الخطوات من 2 إلى 6 لكل من ترتيبات البكرات المتبقية في الشكل A. تأكد من شمل كتل البكرات السفلى كجزء من الكتلة المرفوعة.

8. أحص عدد فروع خيوط الرفع المستخدمة لدعم الوزن أو الحمل لكل من الترتيبات من 1 إلى 4. سجّل هذه القيم في **الجدول 2**.

البيانات والملاحظات

الجدول 1					
ترتيبات البكرة	الكتلة المرفوعة (kg)	وزن (Fr) الكتلة (m)	ارتفاع (d _r) الكتلة المرفوعة (m)	قوة (F _e) الميزان الزنبركي (N)	المسافة (d _e) التي عملت القوة من خلالها (m)
1					
2					
3					
4					

التجربة 1-1

الجدول 2					
ترتيبات البكرة	الشغل الناتج ($W_o = F_r d_r$) (J)	الشغل المبذول ($W_o = F_r d_r$) (J)	الكفاءة الميكانيكية الآلية IMA (d_e/d_r)	عدد الخيوط الرافعة	الكفاءة %
1					
2					
3					
4					

التحليل والاستنتاجات

1. أوجد كفاءة كل نظام. أدخل النتائج في الجدول 2. اذكر بعض الأسباب الممكنة التي تجعل الكفاءة لا تصل أبدًا إلى 100%؟

2. احسب الفائدة الميكانيكية المثالية، IMA، لكل ترتيب بقسمة d_e على d_r . أدخل النتائج في الجدول 2. ماذا يحدث لقوة الجهد، F_e ، مع زيادة الفائدة الميكانيكية؟

3. كيف تؤثر زيادة الحمل في الفائدة الميكانيكية المثالية وكفاءة نظام البكرة؟

4. كيف يمكن لزيادة عدد البكرات أن يؤثر في الفائدة الميكانيكية المثالية وكفاءة نظام البكرة؟

الاسم _____

تابع

التجربة 1-1

5. يُمكن تحديد الفائدة الميكانيكية المثالية أيضًا من خلال عدد فروع الخيط التي تدعم الوزن أو الحمل. كيف تُقارن IMA المحسوبة من المسألة 2 مع عدد فروع الخيط التي احتسبتها لكل ترتيب من البكرات؟

6. اشرح سبب الخطأ في العبارة التالية : تُقلل الآلة من كمية الشغل الذي يجب أن تقوم به. ماذا تفعل الآلة تحديدًا؟

التوسع والتطبيق

1. في المساحة المخصصة أدناه، أرسم نظام بكرة يُمكن استخدامه لرفع قارب من مَقْطُورِيهِ إلى العوارض الخشبية لِزَآبٍ، بحيث أن قوة الجهد ستتحرك مسافة 30 m في حين أن الحمل سيتحرك 5 m.

الزخم وحفظه

1. عربة شحن كتلتها 10 أطنان مترية تسير على طول مسارٍ مستوٍ بسرعةٍ 108 km/h . عندما تصطدم بعربة شحن أخرى في وضع سكون من البداية. فإذا كانت سرعة العرّبتين بعد أن اصطدمتا بعضهما بعض 36 km/h . فما كتلة العربة الثانية؟

a. 40 طنًا متريًا c. 10 أطنان مترية

b. 20 طنًا متريًا d. 5 أطنان مترية

2. قضيب طوله r وكتلته m ، يرتكز على محور من منتصفه ويتحرك بسرعة متجهة زاوية قدرها ω_1 . ما السرعة المتجهة الزاوية لقضيب ثانٍ له الزخم الزاوي نفسها كالقضيب الأول ولكن طوله $3r$ وكتلته $2m$ ؟

a. $\frac{\omega_1}{5}$ c. $\frac{\omega_1}{12}$

b. $\frac{\omega_1}{6}$ d. $\frac{\omega_1}{18}$

3. رصاصة كتلتها 5.0 g تتحرك بسرعة متجهة ابتدائية 95.0 m/s لتستقر في قطعة خشبية، وتصل إلى السكون عند مسافة قدرها 6.0 cm . افترض أن الرصاصة تخضع لتسارع سالب ثابت، لهذا ستتباطأ بمعدل ثابت.

a. ما مقدار الزمن الذي تستغرقه الرصاصة حتى تتوقف؟

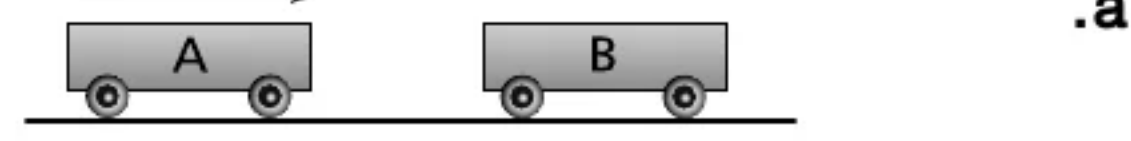
b. ما مقدار الدفع المبذول على القطعة الخشبية؟

c. ما متوسط القوة التي تواجهها القطعة الخشبية؟

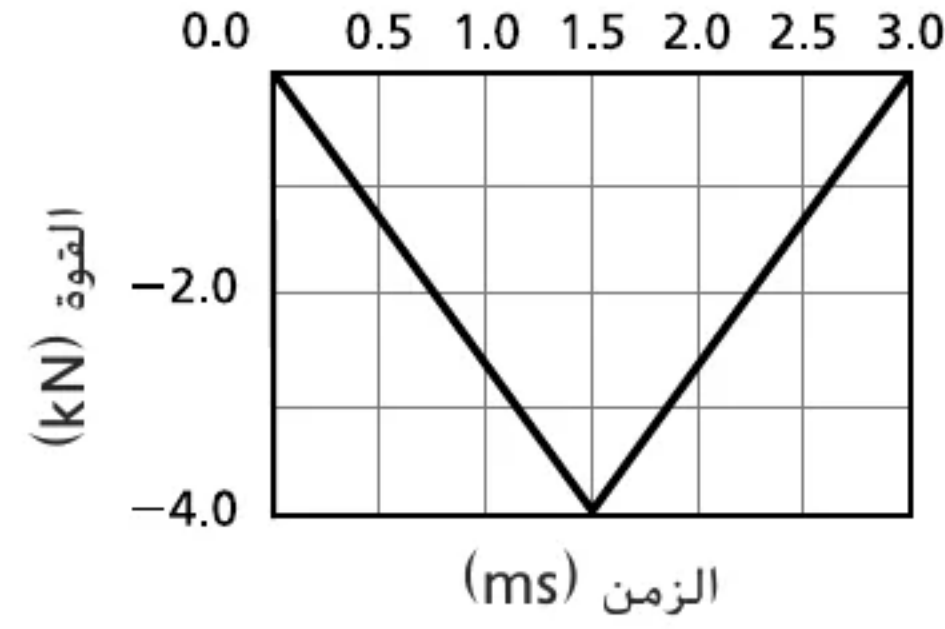
2 التفكير الناقد

تابع

4. تحدث التصادمات التالية على سطح طاولة أفقي ومستوى بقوة احتكاك مهملة.



تتحرك العربة، A، التي كتلتها 2.1 kg ذات العجلات عديمة الاحتكاك بسرعة ثابتة قدرها 3.4 m/s إلى اليمين على سطح الطاولة. كما هو موضح أعلاه، عندما تصطدم بالعربة الثانية، B، التي تكون في وضع سكون في البداية. تظهر القوة المؤثرة في العربة، A، خلال التصادم كدالة للزمن في التمثيل البياني أدناه، حيث $t = 0$ هو زمن التصادم الأولي. افترض أن الاحتكاك مهملاً، احسب مقدار واتجاه السرعة المتجهة للعربة A بعد التصادم.



b. أجريت تجربة ثانية على الطاولة نفسها، وفيها، تتدحرج كرة ساقطة، C، كتلتها 0.15 kg بسرعة 1.3 m/s متجهة إلى اليمين على سطح الطاولة. اصطدمت هذه الكرة وجهاً لوجه مع الكرة الهدف، D، التي تبلغ كتلتها 0.50 kg في وضع السكون على الطاولة. ونتيجة لهذا التصادم، ارتدت الكرة الساقطة بسرعة 0.80 m/s بعد التصادم مباشرة. احسب السرعة المتجهة للكرة D بعد التصادم مباشرة (تجاهل الاحتكاك في عملياتك الحسابية).

c. أجريت تجربة ثالثة على الطاولة نفسها، وفيها تتدحرج كرة ساقطة، E، كتلتها 0.250 kg وبسرعة 5.00 m/s باتجاه الكرة الهدف، F، التي كتلتها 0.25 kg . تتدحرج الكرة الساقطة إلى اليمين على امتداد المحور X وتصطدم تصادمًا عابراً بكرة هدف، F، التي تكون في وضع سكون على الطاولة. السرعة المتجهة للكرة الساقطة، E، بعد التصادم مباشرة هي 4.33 m/s وتتمركز بزاوية قدرها 30.0° فوق المحور X. احسب مقدار واتجاه السرعة المتجهة للكرة F بعد التصادم مباشرة. (تجاهل قوة الاحتكاك).

مسائل تحفيزية

1. شخصٌ مؤدي للحركات البهلوانية كتلته 83 kg . ينقذُ ألعابًا بهلوانية، حيث يقفز من أعلى مبنى ارتفاعه 31 m على وسادة هوائية ضخمة مُصممة لتقليل تأثير سقوطه بأمان.

a. إحصِبْ مقدار الزخم لهذا الشخص عند مستوى الأرض في حال كانت الوسادة الهوائية غير موجودة. (هذه هي الكمية التي يجب تُصمم الوسادة الهوائية بحيث تتحملها).

b. لضمان التقاط الوسادة الهوائية الشخص بأمان، يجب تفريغ الهواء منها، وإلا سیرتد الشخص ويقع على سطح أكثر صلابة، ما الحد الأدنى للزمن اللازم لتفريغ فيه الوسادة الهوائية الهواء، بحيث تلتقط الشخص المؤدي للحركات البهلوانية بأمان؟ افترض أنَّ الشخص المؤدي للحركات البهلوانية وصل إلى وضع السكون على الأرض في اللحظة نفسها التي فرغ فيها الهواء من الوسادة. لأسباب تتعلق بالسلامة، لا يجب أن تتجاوز القوة المؤثرة في الشخص وزنه.

c. وسادة هوائية متاحة تجاريًا يجري الإعلان عنها بأنها تفرغ الهواء تمامًا في 5 s . ما القوة المؤثرة في جسم الشخص المؤدي للحركات البهلوانية إذا سقط على الوسادة الهوائية هذه؟ هل استخدام هذه الوسادة آمن بالنسبة إلى هذا الشخص؟ لم؟ أو لم لا؟

d. ما أقصى ارتفاع يصل إليه هذا الشخص المؤدي للحركات البهلوانية ليستخدم الوسادة الهوائية في الجزء c؟

2. يقفُ كامل على الشاطئ بينما يقفُ صديقهُ عُمر على عوامة كتلتها 25 kg في وضع سكون وسط البحيرة. كتلة كامل 76 kg ، أمّا عُمر فكتلته 72 kg . افترض أنه لا يوجد احتكاك بين العوامة و سطح الماء.

a. يقذف كامل كرة كتلتها 2.0 kg إلى عُمر بسرعة متجهة قدرها 31 m/s . ما السرعة المتجهة الناتجة لعمر والعوامة، بعد أن التقط عمر الكرة؟

b. عندما كانت العوامة بلا حركة، قذف عُمر الكرة مجددًا إلى كامل. فلاحظ أنه كان على بُعد مسافة قدرها 21 m من الشاطئ عندما قذف الكرة، ولكن بعد 4.0 s ، أصبح بعيدًا عن الشاطئ بمسافة 23.7 m . ما مقدار السرعة التي قذف بها عمر الكرة؟

c. يقفز سلطان من حافة الرصيف بسرعةٍ متجهة أفقيّة تساوي 2.0 m/s ويهبط إلى جانب عُمر على العوامة، التي كانت بلا حركة سابقًا. بعد أن يصل إلى العوامة، تتحرك العوامة بسرعة متجهة قدرها 0.77 m/s . ما كتلة سلطان؟

التجربة 1-2

المواد

دوران العجلة

- عجلة دراجة
- مقعد أو منصة دوّارة
- كتلتان، مقدار الوحدة 3 kg

ينطبق قانون نيوتن الثاني على الحركة الدورانية والحركة الخطية على حدٍ سواء. فالتناظر الدوراني للمعادلة $a = F/m$ هو $\alpha = \tau_{\text{المحصلة}} / I$ ، حيث α تمثل التسارع الزاوي، و τ هو محصلة العزم، أي القوة المؤثرة في جسم يدور حول محور ثابت؛ و I هو عزم القصور الذاتي لجسم ما. ويُقصد بعزم القصور الذاتي لجسم ما مقاومته للتغيرات التي تطرأ على سرعته المتجهة الزاوية، ويتضمن كتلة الجسم الدوّار وتوزيع كتلته أو شكله.

مثل القيم الخطية الأخرى، تتميز كمية الحركة الخطية بأن لها مكافئ زاوي. في الحركة الخطية، يساوي الزخم mv . بالتعويض بالمكافئات الدورانية لـ v و m ، إذا مقدار الحركة الزاوية، L ، هو

$$L = I\omega$$

بما أن ω هي السرعة المتجهة الزاوية. إذا نظرنا إلى التغير في الزخم الزاوي على مدار فترة زمنية، فيمكن أيضًا كتابة المعادلة على النحو التالي:

$$\Delta L / \Delta t = I(\Delta \omega / \Delta t)$$

بما أن $\alpha = \Delta \omega / \Delta t$ و $\alpha = \tau_{\text{المحصلة}} / I$ ، بالتعويض بـ $\Delta L / \Delta t$ عن $I(\Delta \omega / \Delta t)$ نحصل على:

$$\Delta L / \Delta t = \tau_{\text{المحصلة}} = \text{التغير في الزخم الزاوي / الفترة الزمنية.}$$

لاحظ أنه إذا كانت محصلة العزم تساوي صفرًا، فهذا يعني أن ΔL تساوي صفرًا أيضًا. إذا لم يكن هناك تغير في الزخم الزاوي خلال فترة زمنية، فيجب حفظه. وإذا لم يكن هناك محصلة عزم خارجي مؤثر في الجسم، فعندها يكون الزخم الزاوي، L ، قيمة ثابتة. بينما يمكن أن تتغير قيمتا I و ω ، يبقى حاصل ضربيهما ثابتًا. ويمكن كتابة هذه العلاقة على النحو التالي:

$$I_1 \omega_1 = I_2 \omega_2$$

على سبيل المثال، إذا كان هناك جسم يدور بسرعة متجهة معينة حول محور ثابت، فإن السرعة المتجهة الزاوية للجسم ستزيد إذا قل عزم القصور الذاتي له والعكس صحيح. جدير بالذكر أن الزخم الزاوي هو كمية متجهة، اتجاهها على طول محور الدوران وعمودي على المستوى الذي يكونه كل من ω و r حيث r تمثل نصف قطر دوران الجسم.

الأهداف

- ملاحظة العزم الناتج عن عزم القصور الذاتي.
- تطبيق قانون حفظ الزخم.
- توقع تأثيرات عزم القصور الذاتي.

التجربة 1-2

الإجراء

توخّ الحذر عند تنفيذ الأنشطة. وإذا شعرت بالدوار أو بالغثيان، فمِن الممكن أن تفقد توازنك وتقع من المقعد أو المنصة. احرص على إبقاء العجلة الدوّارة على مسافة آمنة منك لتفادي الإصابة.

1. اجلس على المقعد الدوّار، أو قف على المنصة الدوّارة، واحمل كتلة كبيرة في كلتا يديك. ثم افرد ذراعيك بمحاذاة جانبيك واطلب من زميلك في التجربة أن يقوم بتدويرك دورة خفيفة. لاحظ ماذا يحدث عند سحب ذراعيك للداخل. سجّل ملاحظاتك في البند 1 من "البيانات والملاحظات".
2. أمسك عمود دوران العجلة من أحد جانبيه، بدون تدوير العجلة. أمل العجلة ببطء إلى الأعلى. ماذا يحدث؟ سجّل ملاحظاتك في البند 2 من "البيانات والملاحظات". أمسك عجلة الدراجة الهوائية من عمود الدوران بكلتا يديك. واطلب من شريكك في التجربة أن يدير العجلة بقوة. اترك جانباً واحداً من عمود الدوران كما هو مبيّن أدناه، ثم أمل عمود الدوران ببطء إلى الأعلى. ماذا يحدث؟ سجّل ملاحظاتك في البند 3 من "البيانات والملاحظات". ثم أمل عمود الدوران بسرعة إلى الأعلى أو إلى الأسفل. ماذا يحدث؟ سجّل ملاحظاتك في البند 3.



(1) يمتد متجه الزخم الزاوي إلى الخارج على طول عمود الدوران من محور عجلة الدراجة الدوّارة. (2) عند إمالة عمود الدوران إلى الأعلى في الفترة الزمنية Δt ، يتغيّر الزخم الزاوي بمقدار ΔL .

3. أثناء الجلوس على المقعد الدوّار أو الوقوف على المنصة الدوّارة، أمسك عمود دوران عجلة الدراجة الهوائية بكلتا يديك أمامك. واطلب من شريكك في التجربة أن يدير العجلة إلى الأعلى باتجاهك. قم بتدوير العجلة ببطء إلى اليمين من خلال رفع يدك اليسرى وإنزال يدك اليمنى. لاحظ ما يحدث؟ سجّل ملاحظاتك في البند 4.

4. تبادل المواقع مع زميلك في التجربة، بحيث يكون لكل طالب مجموعة من الملاحظات.

البيانات والملاحظات

1. ملاحظات الطالب الذي يحمل الكتل على المنصة أو المقعد الدوّار:

2. ملاحظات حول تأثيرات إمالة محور دوران عجلة ساكنة إلى الأعلى:

التجربة 1-2

3. ملاحظات حول تأثيرات إمالة محور دوران عجلة دوارة إلى الأعلى:

4. ملاحظات حول تأثير تدوير عجلة دوارة:

التحليل والاستنتاج

1. بالإستناد إلى ملاحظاتك التي سجلتها في البند 1، هل تم حفظ الزخم الزاوي؟ اشرح مستخدمًا قانون حفظ الزخم الزاوي.

2. ما الظروف التي في ظلها يمكن أن يتغير الزخم الزاوي للنظام المغلق المعزول الذي يتكون من طالب ومقعد وكتل؟ صف أحد هذه الظروف.

3. قارن بين تأثيرات إمالة عمود دوران عجلة ثابتة وأخرى دوارة. وباستخدام ملاحظاتك التي سجلتها في البندين 3 و 4 والعلاقة بين العزم والزخم الزاوي، اشرح نتيجة محاولتك تغيير الزخم الزاوي للعجلة الدوارة.

4. مستخدمًا ملاحظاتك التي سجلتها في البند 4، اشرح ماذا يحدث بالنسبة إلى قانون حفظ الزخم.

التجربة 1-2

التوسع والتطبيق

1. إذا قمتَ بدحرجة أسطوانة مملوءة بشكلٍ موحد، كأسطوانة خشبية صلبة مثلاً، وأسطوانة مجوفة أو طوق، كعُلبة مملوءة بصلصال مضغوط على الحافة الداخلية، من سطحٍ مائل، هل تتوقع أن تصل جميعها إلى الأسفل في الزمن نفسه؟ جرّب. وشرح ملاحظاتك بالنسبة إلى القصور الذاتي الدوراني.

2. صِف بالتفصيل التغيرات التي تطرأ على القصور الذاتي الدوراني ومعدّل دوران غطاس يؤدي غطسة عبارة عن حركة شقلبية أمامية بمقدار لفة ونصف بعد أن يترك منصة القفز. هل الزخم الزاوي للغطاس محفوظ خلال الغطسة؟

3. يجلسُ طفلٌ على أرجوحةٍ ويدقُّها لتصبح الأرجوحة متحركة. اشرح لماذا لا يمثّل الطفلُ والأرجوحة نظامًا مغلقًا معزولًا.

التفكير الناقد

الطاقة وحفظها

1. يقف رائد فضاء على سطح كوكب تبلغ كتلته $6.42 \times 10^{23} \text{ kg}$ ونصف قطره يبلغ 3397 km . يطلق رائد الفضاء رصاصة تبلغ كتلتها 2.6 g مباشرة في الهواء بسرعة ابتدائية تبلغ 406 m/s . ما أقصى ارتفاع ستصل إليه الرصاصة؟ مع العلم أن الكوكب لا يحتوي على غلاف جوي.

- a. 22 m
- b. 210 m
- c. 8200 m
- d. $22,000 \text{ m}$

2. يقف الغواص على منصة الغوص فوق سطح حمام السباحة بمسافة 10.0 m ويقفز للأعلى بسرعة ابتدائية تبلغ 2.5 m/s ما سرعة حركة الغواص أثناء السقوط أمام لوح الغوص فوق سطح حمام السباحة بمسافة 3.0 m ؟

- a. 12 m/s
- b. 14 m/s
- c. 137 m/s
- d. 140 m/s

3. يتلاعب مهرج السيرك بأربع كرات متطابقة. يرمي المهرج كل كرة إلى أعلى بالسرعة الابتدائية ذاتها ويطلق كل كرة بالارتفاع ذاته. الكرة بأقصى طاقة حركية ستكون هي الكرة التي

- a. يرميها المهرج إلى أعلى، بعد أن تترك الكرة يده مباشرة.
- b. يشاهدها المهرج، بينما تصل إلى أعلى نقطة لها.
- c. على وشك أن يمسكها، قبل أن تقع في يده مباشرة.
- d. لا يلتقطها المهرج، قبل أن تقع على الأرض مباشرة.

4. تبدأ كتلة مقدارها 3.0 kg في التحرك أعلى منحدر 37° ، ويبلغ طوله 5.0 m . تبلغ سرعة الكتلة عندما تصل إلى القاع 2.0 m/s . ما متوسط قوة الاحتكاك التي تقابل حركتها؟

- a. 16 N
- b. 18 N
- c. 19 N
- d. 28 N

3 التفكير الناقد

تابع

5. يمثل الدوبلير (ممثل بديل)، الذي يعمل في مجموعة أفلام حركة، العمل التالي. يقفز من نافذة مبنى ويهبط على وسادة منفوخة عملاقة تقع مباشرة أسفل النافذة. تساوي كتلة الرجل m . عندما يصل إلى الوسادة، ستبلغ سرعته v . يمكن تجاهل مقاومة الهواء. استخدم طرائق العمل والطاقة لحل ما يلي.

a. أوجد مقدارًا جبريًا لارتفاع النافذة فوق الوسادة.

b. يستقر الدوبلير فوق الوسادة المنفوخة بعد السقوط لمسافة s عليها. أوجد مقدارًا جبريًا لمتوسط القوة التي بذلتها الوسادة على جسده.

c. بالنسبة إلى عمله التالي، ينزل الرجل أسفل مسقط مطاطي بطول l . يبدأ الرجل في الصعود إلى أعلى السلم، ثم يجلس على المسقط ويبدأ في الانزلاق على ارتفاع H . بطول المسقط، تُستخدم قوة احتكاك ثابتة F_f على الرجل. أوجد مقدارًا جبريًا لسرعة الدوبلير عندما يصل إلى أسفل المسقط.

d. ارسم مخططي طاقة لمقارنة العمل المنجز، طاقات الوضع الأولية والنهائية للدوبلير وطاقات الحركة الأولية والنهائية للدوبلير للمواقف الموجودة في 5. b و 5. c.

مسائل تحفيزية

1. كرتان لهما القطر نفسه. يتم وضع الكرة ذات الكتلة الأقل ($m = 0.15 \text{ kg}$) فوق الكرة ذات الكتلة الأكبر ($m = 0.85 \text{ kg}$). تُلقى الكرتان من حالة سكون على أرضية خرسانية. قبل إلقائهما، كان الجزء السفلي من الكرة الأدنى يرتفع بمقدار 15.0 m فوق مستوى سطح الأرض. وتظل الكرتان متصلتين حتى تصطدما بالأرض.
 - a. في المحاولة الأولى، تبقى الكرة التي كتلتها 0.85 kg ساكنة بعد اصطدامها بالأرض. باستخدام قانون حفظ الطاقة، احسب سرعة الكرة التي كتلتها 0.15 kg بعد التصادم مباشرة. افترض أن التصادم مرن تمامًا.
 - b. هل تؤثر الزاوية التي تتحرك فيها الكرة التي كتلتها 0.15 kg بعد التصادم في سرعتها بعد التصادم مباشرة؟ فسر إجابتك.
 - c. ما أقصى ارتفاع يمكن أن تصل إليه الكرة التي كتلتها 0.15 kg بعد التصادم؟ في أي اتجاه يجب أن ترتد الكرة حتى تصل إلى هذا الارتفاع؟ يمكنك أن تفترض أنه من الممكن تجاهل قطر الكرتين.
 - d. في التجربة الثانية، يتم إلقاء الكرتين من الارتفاع نفسه، إلا أن الكرة التي كتلتها 0.85 kg تكون فوق الكرة التي كتلتها 0.15 kg . ما أقصى ارتفاع يمكن أن تصل إليه الكرة التي كتلتها 0.85 kg بعد التصادم؟ ما السرعة المتجهة للكرة عندما تصل إلى أقصى ارتفاع لها؟
 - e. في تجربة ثالثة، يتم إلقاء كرتين متساويتين في الكتلة (0.15 kg) من نقطة البداية نفسها. في هذه المرة، ترتد الكرتان عقب التصادم بزاوية 45° بالنسبة إلى الاتجاه الرأسي. كم سيكون أقصى ارتفاع تصل إليه كلتا الكرتين؟ ما السرعة المتجهة للكرتين عندما تصلان إلى أقصى ارتفاع لهما؟
2. بروتون كتلته $m_p = 1.67 \times 10^{-27} \text{ kg}$. عندما يتحرك في سيكلوترون بسرعة مقدارها 90% من سرعة الضوء، فإنه يصطدم بذرة من الذهب، Au ، في حالة سكون. يرتد البروتون بسرعة متجهة مقدارها $1.40 \times 10^8 \text{ m/s}$ في حين ترتد ذرة الذهب بسرعة $1.64 \times 10^7 \text{ m/s}$. كم تبلغ كتلة ذرة الذهب؟ افترض أن جميع التصادمات مرنة وأن جميع الحركات على امتداد المحور ذاته.

الوحدة 3

التجربة 1-3

هل الطاقة محفوظة؟

المواد



• لا تستخدم بخاخ السيليكون إلا في مكان جيد التهوية.

قطعة قماش

ميزان زنبركي له قوة

مستوى مائل ذو منحدر قابل للضبط

ميزان

قطعة خشبية ذات خطاف في أحد طرفيها

منقلة

خيوط

بخاخة سيليكون

عندما ترفع ثقلًا إلى أعلى في خط مستقيم، فإنك تبذل شغلًا على الثقل بواسطة القوة التي تستخدمها لرفعها. للرفع بسرعة ثابتة، تكون هذه القوة في حالة اتزان مع وزن الثقل. لا توجد عجلة، لذا لا يوجد تغير في طاقة الحركة. وبناءً عليه، وفقًا لنظرية الشغل والطاقة، $W_g + W_{\text{بذله}} = 0$. لم يتم حفظ الشغل المبذول بواسطة القوة التي أثرت بها، $W_{\text{بذلته}} = W_{\text{nc}}$. لا يمكن تخزينها واستخدامها في وقت لاحق لإنتاج عجلة بواسطة الثقل. ومع ذلك، يتم حفظ الشغل المبذول بواسطة الجاذبية باعتباره طاقة وضع جاذبية، $PE = -W_g = mgh$ ، حيث يتم قياس h من المستوى الرأسي الأصلي للجسم. يمكن استخدام طاقة الوضع الجاذبية بواسطة الثقل لإنتاج عجلة في وقت لاحق. وبناءً عليه، بالنسبة إلى هذه المسألة، فإن نظرية الشغل والطاقة تُكتب على الصورة

$$W_{\text{nc}} = PE$$

عندما ترفع الثقل نفسه بسحبه على مستوى مائل عديم الاحتكاك إلى الارتفاع العمودي ذاته، فسيكون مقدار القوة التي تبذلها أقل لأنها ستكون في حالة اتزان مع مركب وزن الثقل الموازي للسطح. يتم تطبيق القوة الأقل هذه على مدى مسافة أطول للوصول إلى الارتفاع العمودي نفسه؛ ومن ثم، فإنك تبذل الشغل نفسه على الثقل، كما أن الكتلة تزداد في طاقة الوضع الجاذبية بمقدار الزيادة نفسه. تعد الحاجة إلى قوة أقل هي السبب الذي يكمن وراء أن المنحدرات مفيدة جدًا عند تحريك الأجسام الثقيلة إلى مستوى أعلى.

عندما تسحب الثقل على مستوى مائل به احتكاك، فسيكون عليك أن تسحب الثقل في الاتجاه المضاد للاحتكاك، حيث يبذل شغلًا لا يتم حفظه أيضًا. تعد قوة سحبك أعلى من القوة المطلوبة على المستوى عديم الاحتكاك، حيث إن الاحتكاك الآن يسحب في الاتجاه المضاد. يعد السحب الذي يؤثر به الآن في حالة اتزان مع مجموع مركب وزن الثقل الموازي للسطح بالإضافة إلى الاحتكاك.

$$F_{\text{السحب}} = F_{\text{gll}} + F_f$$

عندما تسحب الثقل أعلى السطح المائل، فإن قوة السحب، مطروحًا منها مقاومة الاحتكاك، تساوي القوة المستخدمة في حال عدم وجود احتكاك. ومن ثم، يتم بذل مقدار الشغل نفسه في هذا الموقف على الثقل كما في الموقف الذي لا يوجد فيه احتكاك، ويكون مساويًا للزيادة في طاقة الوضع الجاذبية. عندما تحرك الثقل أسفل المستوى المائل، فإن الاحتكاك الذي يؤثر به المنحدر على الثقل هو نفسه إلا أنه في الاتجاه المضاد.

$$F_{\text{الانخفاض}} = F_{\text{gll}} - F_f$$

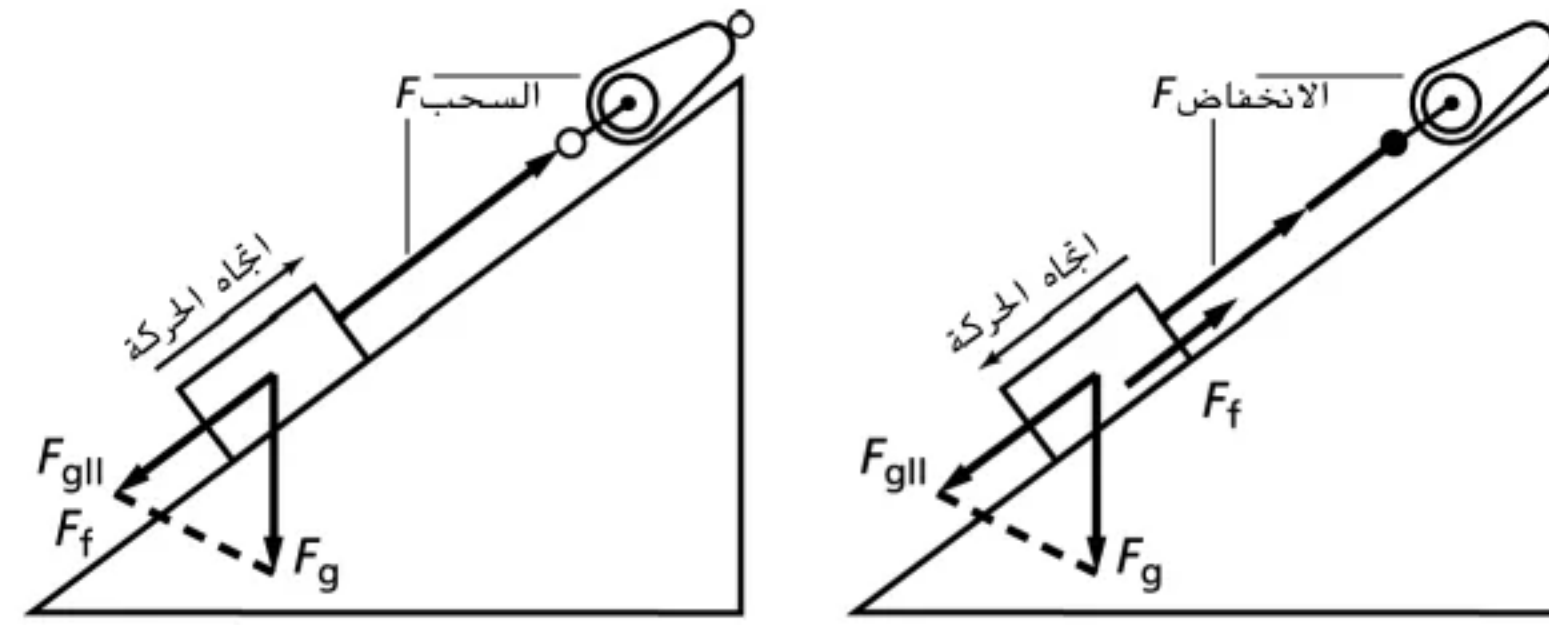
في هذه التجربة، ستستخدم مقياس القوة الزنبركي لقياس القوة اللازمة لسحب ثقل أعلى مستوى مائل وتحريكها إلى أسفله. ستستخدم هذه القوى المقيسة لتحديد قوة احتكاك السطح المائل على الثقل. وفي النهاية، ستحسب محصلة الشغل غير المحفوظ والمبدول على الثقل عندما سحبته بقوتك أعلى المنحدر في الاتجاه المضاد للاحتكاك، وستقارنه بطاقة الوضع الجذبية التي تكتسبها الكتلة.

الأهداف

- **قياس القوى المؤثرة** في الجسم المتحرك على مستوى مائل.
- **حساب الشغل** غير المحفوظ الذي يبذله السحب والاحتكاك.
- **إثبات نظرية الشغل والطاقة.**
- **مقارنة النتائج** التجريبية مع قانون حفظ الطاقة وحفظ الطاقة الميكانيكية.

الإجراء

1. قس كتلة القطعة الخشبية باستخدام الميزان وسجل هذه القيمة في السطر أعلى **الجدول 1**
2. جهّز المستوى المائل القابل للضبط، ونظّف سطحه ورشه بالسيليكون. نظّف أسطح القطعة الخشبية ورشها بالسيليكون أيضًا.
3. اضبط المستوى على زاوية بحيث تنزلق القطعة الخشبية دون دفعها. قس زاوية المنحدر، θ ، وسجل هذه القيمة في التجربة 1 في الجدول 1.
4. اطلب من أحد أعضاء فريق المختبر تعليق المقياس الزنبركي في القطعة الخشبية ثم سحبها أعلى المستوى بسرعة بطيئة ثابتة، كما هو موضح في **الشكل A**. في حين تتحرك الكتلة بسرعة بطيئة، يقرأ عضو آخر من أعضاء الفريق القيمة على مقياس القوة الزنبركي. سجل هذه القيمة على أنها قوة سحب في التجربة 1 في الجدول 1.



الشكل A

الشكل B

5. كرر الخطوة 4 باستخدام التركيب في **الشكل B**، بحيث تنزلق القطعة الخشبية من أعلى المستوى المائل إلى أسفله. سجل القيمة من مقياس القوة الزنبركي على أنها قوة الانزلاق في التجربة 1 في الجدول 1.
6. كرر الخطوات 3 و 4 عند زاويتين أعلى وسجل البيانات في التجربتين 2 و 3 في الجدول 1.

التجربة 3-1

الاسم _____
تابع

البيانات والملاحظات

كتلة القطعة الخشبية، m (kg): _____

الجدول 1			
التجربة	زاوية الانحدار θ (بالدرجات)	قوة السحب $F_{\text{السحب}}$ (N)	قوة الانزلاق $F_{\text{الانزلاق}}$ (N)
1			
2			
3			

الجدول 2				
التجربة	قوة الاحتكاك F_f (N)	محصلة قوى السحب والاحتكاك $F_{nc} = F_{\text{السحب}} - F_f$ (N)	الشغل غير المحفوظ $W_{nc} = F_{nc} d$ (J)	طاقة الوضع الجذبية $mgd \sin \theta$ (J)
1				
2				
3				

التحليل والاستنتاجات

1. حل نظام معادلات قوى السحب والانزلاق لإيجاد قوة الاحتكاك.

2. احسب قيمة قوة الاحتكاك في كل تجربة وسجل القيم في الجدول 2.

3. احسب قيمة القوة المحصلة للسحب والاحتكاك في كل تجربة وسجل القيم في الجدول 2.

التجربة 3-1

الاسم _____

تابع

4. احسب الشغل المبذول غير المحفوظ الذي يمكن بذله إذا تم سحب القطعة الخشبية لمسافة 1 m في كل تجربة. سجل القيم في الجدول 2.

5. احسب طاقة الوضع الجذبية التي يمكن أن تكتسبها القطعة الخشبية في كل تجربة استنادًا إلى مسافة السحب أعلى المستوى المائل التي تبلغ $(g = 9.8 \text{ N/kg})$ 1.00 m. سجل القيم في الجدول 2.

6. قارن الشغل غير المحفوظ في سحب الكتلة أعلى المستوى المائل بطاقة الوضع الجذبية التي اكتسبتها الكتلة.

التوسع والتطبيق

1. حضّر تفسيرًا للشغل غير المحفوظ الذي يبذله السحب والاحتكاك. لاحظ ما يحدث عندما تفرك يديك بسرعة. لاحظ أيضًا ما يحدث عندما تمسك كتابًا ثقيلًا إلى جانبك لأطول مدة ممكنة. في رأيك ما الصورة الذي يتخذها الشغل الذي يبذله الاحتكاك والعضلات؟ عرف النظام في كل حالة يتم فيها حفظ الطاقة.

2. طبق حفظ الطاقة الميكانيكية على طالب كتلته 60.0 kg بدأ من السكون وتزلج أسفل مرتفع عديم الاحتكاك بسقوط أفقي مقداره 10.0 m. فهل تتحول كل طاقة الوضع للمتزلج إلى طاقة حركية؟ اشرح. ما وجه الاختلاف في هذه الحالة مقارنة ببحث الكتلة الذي أجرته؟

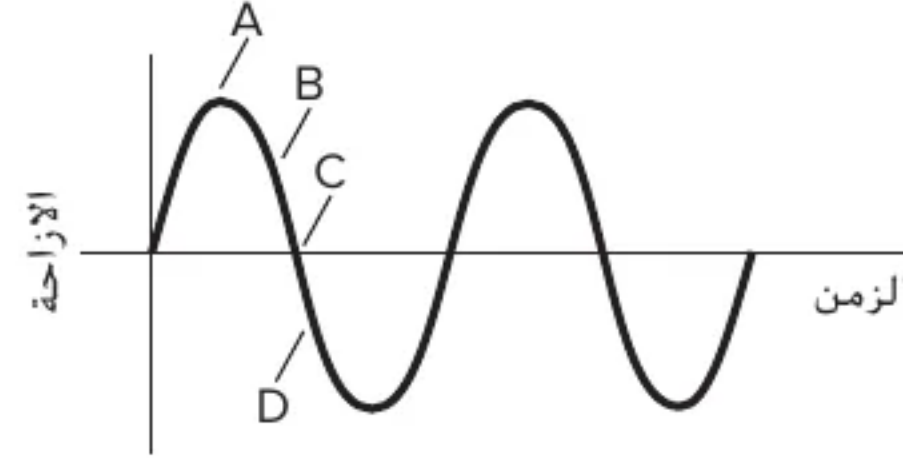
التفكير الناقد

الاهتزازات والموجات

1. الشغل المبذول لتحريك زنبرك بعيداً عن موضع اتزانه يساوي

- نسبة القوة إلى الكتلة.
- الطاقة الحركية للزنبرك.
- نسبة القوة إلى الإزاحة.
- طاقة الوضع للزنبرك.

2. يمثل الرسم البياني أدناه العلاقة بين الإزاحة والزمن لكتلة معلقة في زنبرك يهتز.



(a) عند أي نقطة على الرسم البياني يكون تسارع الكتلة صفراً؟

- A
- B
- C
- D

(b) عند أي نقطة على الرسم البياني تصل محصلة القوة المؤثرة في الكتلة إلى أكبر قيمة لها؟

- A
- B
- C
- D

(c) عند أي نقطة على الرسم البياني تكون السرعة للكتلة صفراً؟

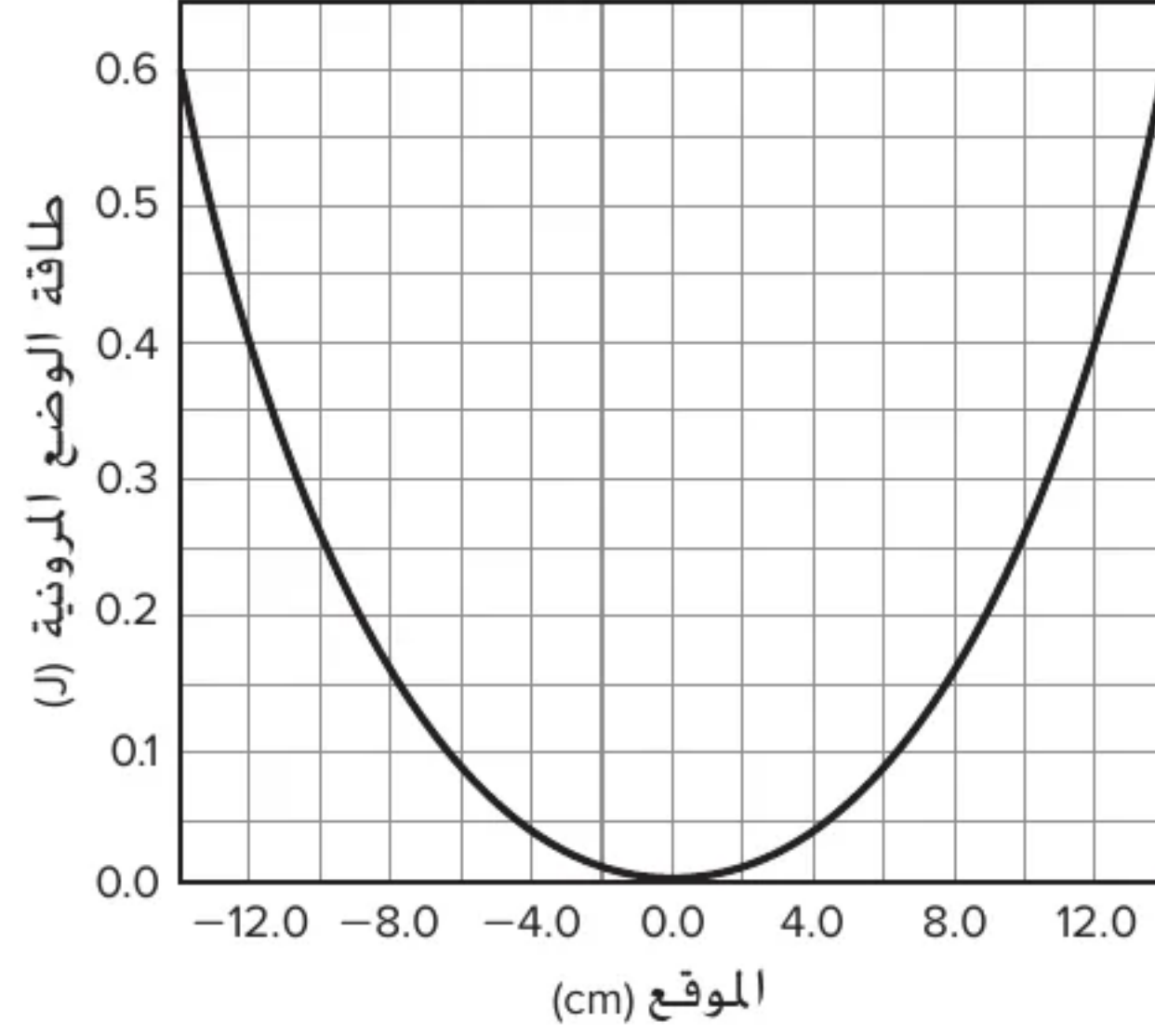
- A
- B
- C
- D

3. تعمل ساعة ببندول كتلتها 20.0 kg بدقة. إذا نُقلت هذه الساعة إلى موقع وزنها فيه يساوي 74 N. فكم عدد الدقائق التي سيتحركها عقرب الدقائق في 1 h؟

- 98
- 60
- 38
- 23

4. يتأثر جسم كتلته 150 g بقوة إرجاع مقدارها $F = -kx$ فيتحرك حركة توافقية بسيطة. ويوضح الرسم البياني أدناه أنّ طاقة الوضع المرونية، PE ، للجسم هي دالة للازاحة، x ، التي يتحركها الجسم بعيدًا عن موضع اتزانه. وأن الطاقة الميكانيكية الكلية للجسم تساوي 0.3 J.

طاقة الوضع مقابل الموقع



a. ما أبعد موضع يمكن أن يصل إليه الجسم على المحور x في الاتجاه الموجب؟ فسر استنتاجك.

b. ما مقدار طاقة الوضع المرونية للجسم عندما يكون مقدار إزاحته بعيدًا عن موضع الاتزان تساوي +4.0 cm؟

c. ما مقدار الطاقة الحركية للجسم عندما يكون موضعه $x = -8.0$ cm.

d. ما سرعة الجسم عند $x = 0.0$ cm؟

مسائل تحفيزية

1. هبط رائد فضاء على سطح كوكب مجهول، ويجب عليه تحديد قيمة تسارع الجاذبية g باستخدام مجموعة متنوعة من أدوات الاستقصاء.
 - a. وُضعت إحدى هذه الأدوات على أرض الكوكب في مكان ثابت، وأُطلق منها كرة في اتجاه عمودي وبسرعة معلومة. إذا قاس رائد الفضاء الزمن الذي تستغرقه الكرة لكي تصل إلى أقصى ارتفاع لها من نقطة الإطلاق، والزمن الذي تستغرقه لتعود ثانيةً إلى نقطة الإطلاق، فهل يمكنه تحديد قيمة g ؟ لماذا أو لِمَ لا؟
 - b. هنالك أداة أخرى، وهي عبارة عن وزن بسيط غير معلوم معلق في زنبرك قيمة الثابت له تساوي $k = 22.5 \text{ N/m}$. هل يمكن استخدام هذه الأداة لتحديد g ؟ لماذا أو لِمَ لا؟
 - c. وهنالك أداة ثالثة، وهي عبارة عن بندول بسيط معلق في طرف خيط طوله 0.500 m . إذا عدَّ رائد الفضاء عدد اهتزازات التآرجح الكاملة للبندول في زمن مقداره 1.00 min وكانت 47 بالضبط، فما قيمة g ؟
2. يتكوّن بندول بسيط من ذراع طولها 20.0 cm معلقة في طرفها كتلة مقدارها 100.0 g . وبسحب هذه الكتلة إلى أحد الجانبين مسافة 2.0 cm ثم تركها، بدأ البندول في التآرجح.
 - a. ما سعة هذا البندول؟
 - b. ما الزمن الدوري لهذا البندول؟
 - c. إذا زاد طول ذراع البندول ليصبح 50.0 cm ، فماذا يحدث للزمن الدوري؟
 - d. إذا زادت الكتلة المعلقة لتصبح 500.0 g ، فماذا يحدث للزمن الدوري؟
 - e. إذا سُحبت الكتلة إلى أحد الجانبين مسافة 4.5 cm ثم تُركت، فماذا يحدث للزمن الدوري؟
 - f. يُستخدم في ساعة حائط بندولٌ زمنه الدوري 2.0 s لضبط الوقت. إذا كانت الكتلة المُستخدمة في الساعة تساوي 275 g كثقل موازن، فكم يجب أن يكون طول ذراع البندول؟

الوحدة 4

التجربة 1-4

التداخل والحيود

المواد والأدوات



وتد

ورقة كبيرة

بيضاء وفارغة

ميزان ماء (استواء)

مصدر ضوء

حوض موجات

مولد الموجات للمصدر ذي

النقطتين

المصدر

مصدر قدرة متغير لتشغيل مولد

الموجات

قطع من الخشب أو الشمع

• وظف حوض الموجات المائية وملحقاته المتوفرة في مختبر الفيزياء

في هذه التجربة، ستستكشف ظاهرتين متعلقتين بحركة الموجات. وتُعرف إحدى هاتين الظاهرتين تُعرف بالحيود. تتكون مقدمة الموجة نتيجة تجمع موجبات هويجنز على امتداد مقدمة الموجة. ويحدث هذا النوع من التراكب لكل الموجات، وينتج عنه مقدمة موجة متحركة يمكنها أن تحافظ على طاقتها، مثل الموجة المستوية، أو أن تنتشر وتتسع، مثل الموجة الدائرية. فعندما تعبر مقدمة موجة مستوية بحافة، تقطع الحافة مقدمة الموجة مولدة موجبات هويجنز التي تبدأ بالانتشار كموجات دائرية في منطقة القطع. فتبدو مقدمة الموجة وكأنها تنحني حول الحافة، لكنها في الحقيقة تنتشر كموجة دائرية.

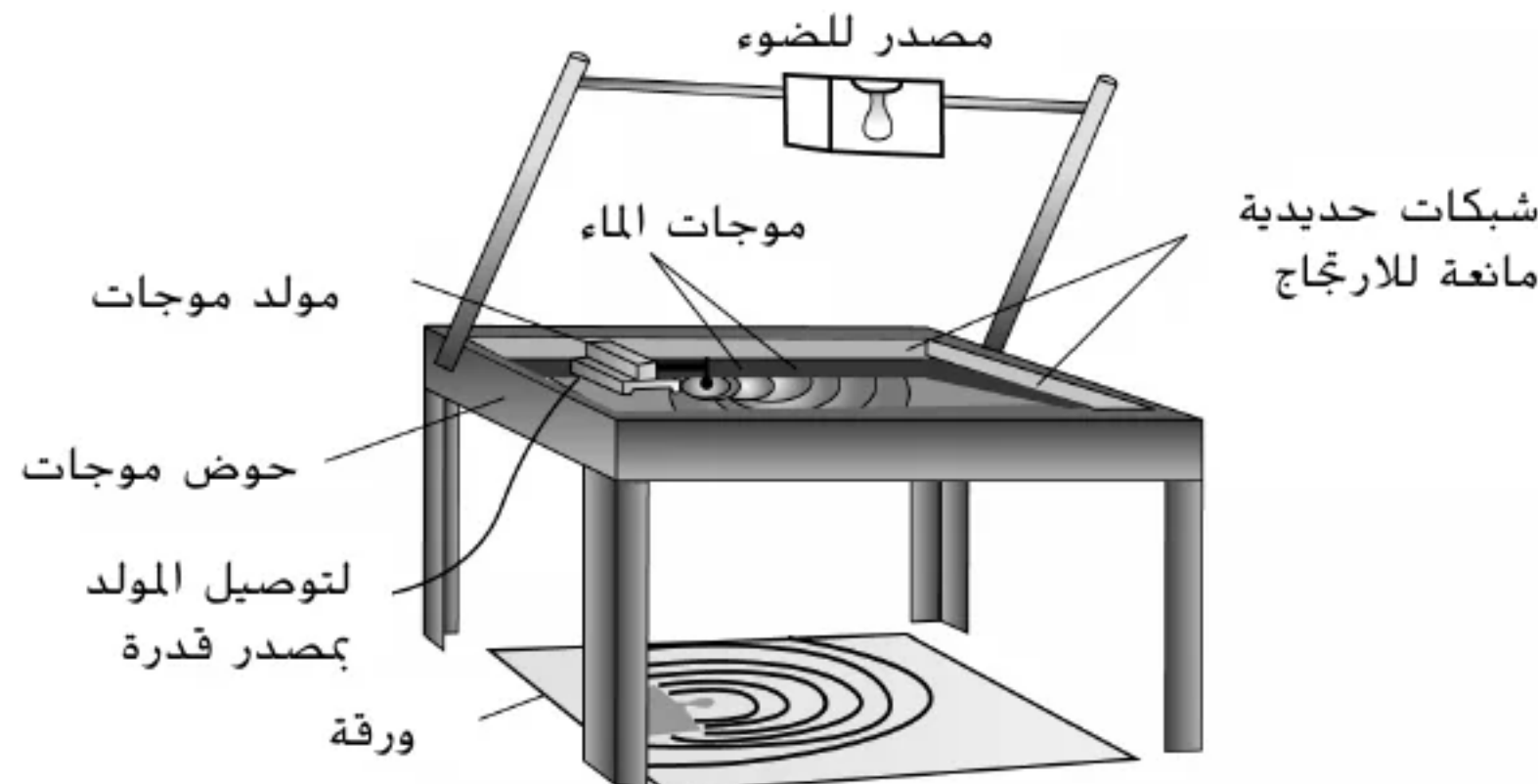
أما التداخل، فهو الظاهرة التي تحدث عند مرور موجتين منفصلتين أو أكثر إحداهما عبر الأخرى أثناء انتقالهما. فعندما تتلاقى قمم هاتين الموجتين أو قيعانهما في المكان نفسه وفي الوقت نفسه، فإن بعضهما يتراكب فوق بعض، ويُعرف هذا بالتداخل البناء. أما عندما تتلاقى قمة موجة وقاع موجة أخرى في المكان نفسه وفي الوقت نفسه، فإنّ كلا منهما تلغي الأخرى، وتنتج موجة ذات قمة أو قاع أصغر من قمة أو قاع الموجتين الأصليتين. ويُعرف هذا بالتداخل الهدام.

ستستخدم حوض الموجات لملاحظة ظاهرتي الحيود والتداخل. وبدلاً من استخدام الحواجز لعكس الموجات، ستستخدم الحواجز لقطع الموجات وملاحظة الحيود الناتج. ثم ستستخدم مولد موجات لمصدر ذي نقطتين -لملاحظة نتيجة تداخل موجتين.

الأهداف

- تشغيل حوض الموجات لملاحظة ظاهرتي حيود الموجات وتداخلها.
- تحليل سلوك الموجة المرتبط بالحيود والتداخل.
- توقع سلوك الحيود عند وجود فتحتين.

الإجراء



الشكل A

التجربة 1-4

الاسم

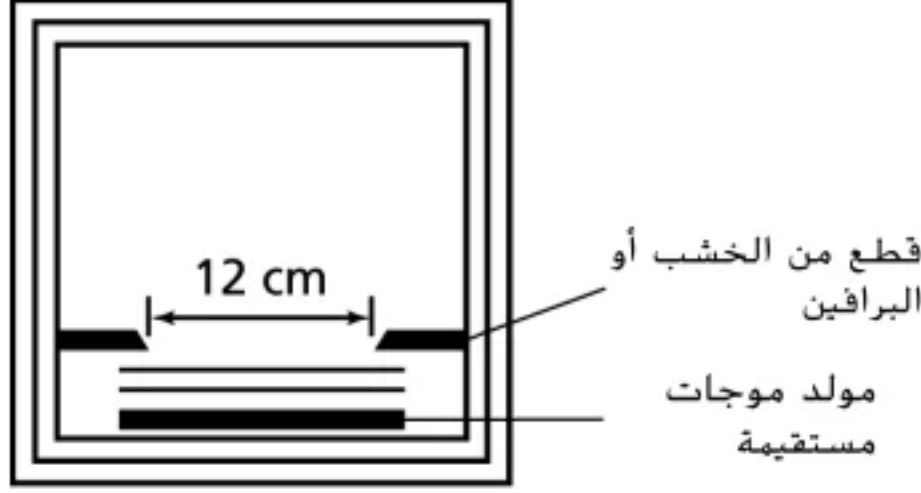
تابع

A. الإعداد

1. جهّز حوض الموجات كما هو موضّح في الشكل A. ولا تُركّب مولّد الموجات حتى تصل إلى الجزء C.
2. قبل إضافة الماء، ضع ميزان الماء في قاع الحوض وتحقق من المستوى. تحقق من الاستواء في كل من اتجاه عرض الحوض وطوله. اضبط مستوى الحوض حسب الحاجة بحيث يكون مستويًا في كلا الاتجاهين.
3. أضف كمية من الماء إلى أن يصبح عمقها بين 5 mm و 8 mm.
4. شغّل مصدر الضوء. وأثناء توليد موجات صغيرة باستخدام قلم رصاص، اضبط كلاً من مصدر الضوء، وعمق الماء بحيث تظهر صور واضحة للموجات على الورقة.

B. الحيود

1. ضع الوتد في الماء بحيث يكون مقابلًا لأحد جوانب حوض الموجات. اختبر استخدام الوتد من خلال تحريكه بلطف إلى الأمام وإلى الخلف لتوليد موجات مستوية.



الشكل B

2. ضع قطعتين من الخشب أو الشمع وفقًا لما هو موضّح في الشكل B. ثم استخدم الوتد لتوليد موجات مستوية في اتجاه الفتحة بين القطعتين. ولاحظ حيود الموجات. أنشئ رسمًا تخطيطيًا لحيود الموجات الناتجة عن فتحة واسعة في مساحة الفقرة 1 في الجدول 1.
3. أثناء استمرار أحد أفراد الفريق المنفّذ للتجربة في توليد الموجات المستوية بمعدل منتظم، اطلب من فرد آخر تضيق الفتحة بشكل تدريجي. ثم ارسم رسمًا تخطيطيًا لحيود الموجات الناتجة عن فتحة ضيقة في مساحة الفقرة 1 في الجدول 1.
4. زد تردد مولّد الموجات، ولاحظ حيود الموجات الناتجة عن الفتحة الضيقة. ثم ارسم رسمًا تخطيطيًا لحيود الموجات في مساحة الفقرة 2 في الجدول 1.
5. قم بإزالة الوتد والقطعتين من حوض الموجات.

C. التداخل

1. ضع مولّد الموجات للمصدر ذي النقطتين في حوض الموجات بالقرب من أحد أطرافه. وقم بتوصيل مصدر القدرة المتغيرة بمولّد الموجات. ثم شغّل مصدر القدرة واضبطه على تردد منخفض، بحيث تنتج المصادر النقطية سلسلة مستمرة من الموجات الدائرية ذات طول موجي كبير. ينبغي أن يؤدي تراكب الموجات الناتج عن المصدرين إلى تكوين نمط تداخل في الحوض. وينبغي أن تظهر خطوط عُقدية، وهي عبارة عن خطوط من الماء الهادئ. توجد بين هذه الخطوط مناطق غير عقدية، وهي عبارة عن مناطق من الماء فيها موجات مرئية. ارسم رسمًا تخطيطيًا لنمط تداخل الموجات في مساحة الفقرة 1 في الجدول 2.
2. زد تردد مولّد الموجات ولاحظ نمط التداخل الناتج. ارسم رسمًا تخطيطيًا لنمط تداخل الموجات في مساحة الفقرة 2 في الجدول 2.

التجربة 1-4

الاسم _____
تابع

2. وضح تأثير زيادة تردد الموجة في الموجات التي ينتجها المولد.

3. لخص ما يحدث في الحيود.

4. صف تراكب الموجات التي وقعت على الخطوط العقدية في بحث التداخل. صف تراكب الموجات التي وقعت على مناطق بطن الموجات في بحث التداخل.

5. قارن بين نمطي الحيود الناتجين عن الفتحتين الواسعة والضيقة.

6. حلل تأثير زيادة تردد مولد الموجات في الحيود.

7. صف تراكب الموجات الذي حدث في كل من الخطوط العقدية والمناطق غير العقدية في تجربة التداخل.

التوسع والتطبيق

8. ادمج ملاحظتك عن كل من الحيود والتداخل لتوقع نمط الموجات الذي سينتج بواسطة حاجز له فتحتان ضيقتان.

الوحدة 4

التجربة 2-4

الانعكاس والانكسار للموجات

المواد والأدوات



• امسح أي ماء ينسكب على الأرض في الحال، لتجنب السقوط أرضاً.

• قد تكون حواف الألواح الزجاجية حادة. تعامل معها بحذر.

وتد (قطعة خشبية)

قطارة

لوح زجاجي

ورقة كبيرة بيضاء وفارغة

ميزان ماء (الاستواء)

مصدر ضوء

حاجز على شكل قطع مكافئ لحوض الموجات

منقلة

حوض موجات

حاجز مستقيم لحوض الموجات

حلقات

• وظف حوض الموجات المائية وملحقاته المتوفرة في مختبر الفيزياء

الأهداف

■ ملاحظة انعكاس الموجات وانكسارها في حوض الموجات.

■ تحليل أنماط الموجات في الماء.

■ توقع سلوك الموجات السطحية في الماء.

الإجراء

A. الإعداد

1. جهّز حوض الموجات كما هو موضح في الشكل A. قبل إضافة الماء، ضع ميزان الماء في قاع الحوض وتحقق من أنه في وضع أفقي مستوي. تحقق من التسوية في كل من اتجاه عرض الحوض وطوله. اضبط مستوى الحوض حسب الحاجة بحيث يكون مستويًا في كلا الاتجاهين، ثم أضف كمية من الماء بحيث يتراوح عمقها بين 5 mm و 8 mm.

2. شغل مصدر الضوء. وأثناء تكوين موجات صغيرة باستخدام قلم رصاص، اضبط مصدر الضوء بحيث تظهر صور واضحة للموجات على الورقة البيضاء أسفل الحوض.

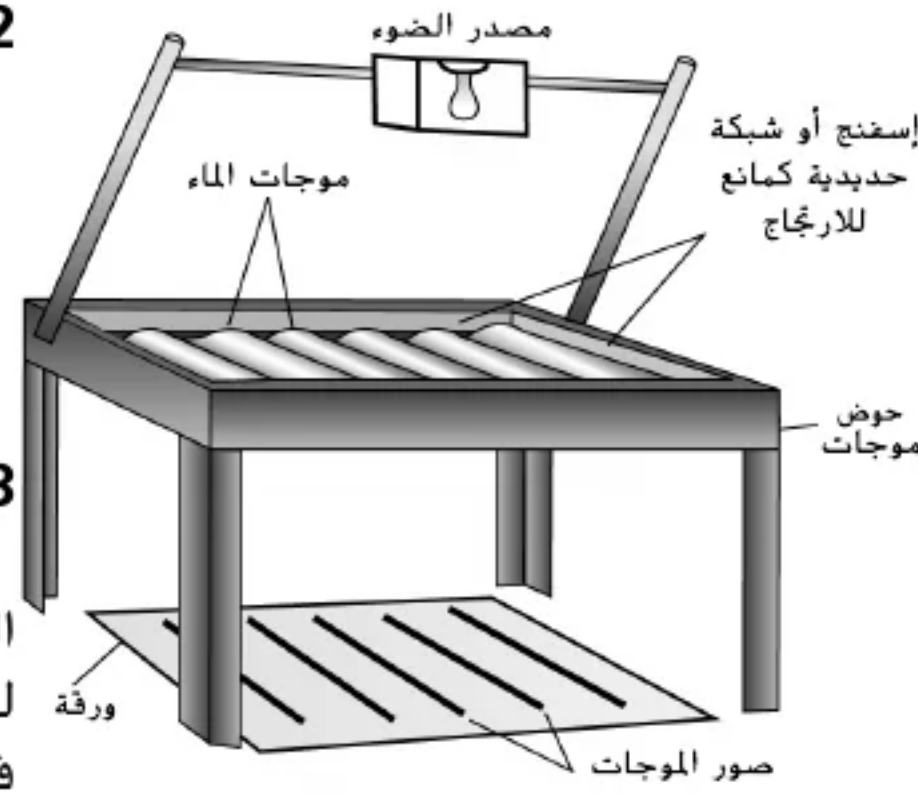
B. الانعكاس

1. ضع الوتد في الماء بحيث يكون مقابلًا لأحد جوانب حوض الموجات، واختبر استخدام الوتد، وذلك بواسطة تحريكه بلطف إلى الأمام وإلى الخلف لتوليد نبضات موجية مستوية.

التجربة 2-4

2. ضع الحاجز المستقيم في الجانب المقابل من الحوض بحيث يكون موازيًا لحافة الحوض. واستخدم الوند لتوليد نبضات موجات مستوية تتحرك في اتجاه الحاجز المستقيم بحيث تصطدم بالحاجز مباشرة (أي زاوية السقوط $= 0^\circ$). انظر إلى الورقة لتلاحظ ما يحدث للنبضات عندما تصطدم بالحاجز. سجّل وصفًا لملاحظاتك في مساحة الفقرة 1 في الجدول 1.

3. غيّر موقع الحاجز المستقيم، بحيث يصنع زاوية مع طرف الحوض. واستخدم الوند لتوليد موجات مستوية تتحرك في اتجاه الحاجز المستقيم. انظر إلى الورقة لتلاحظ ما يحدث للنبضات عندما تصطدم بالحاجز. سجّل وصفًا لملاحظاتك في مساحة الفقرة 1 في الجدول 1. ارسم صورة تصف ملاحظاتك في مساحة الفقرة 2 في الجدول 1. وتذكّر أنّ سلوك الموجات هو نفسه سلوك الموجات.



الشكل A

1. استخدم المنقلة لقياس زاوية سقوط الموجات وزاوية انعكاسها. تكون زاوية السقوط θ_i هي الزاوية الحادة المحصورة بين الخط الواقع على امتداد مقدمة الموجة المستوية المتجهة نحو الحاجز والخط الواقع على طول الحاجز المستقيم، ويكون مقدار هذه الزاوية دائمًا أقل من أو يساوي 90° . أما زاوية الانعكاس θ_r فهي الزاوية الحادة المحصورة بين الخط الواقع على امتداد مقدمة الموجة المستوية المنعكسة والخط الواقع على طول الحاجز المستقيم، ويكون مقدارها أيضًا أقل من أو يساوي 90° دائمًا. سجّل قياسي هاتين الزاويتين في مساحة الفقرة 3 في الجدول 1.

2. استبدل الحاجز المستقيم بالحاجز الذي له شكل قطع مكافئ، وضعه بحيث يكون الطرف المفتوح للمنحنى في اتجاه الوند. ثم استخدم الوند لتوليد نبضات موجات مستوية تتحرك في اتجاه حاجز القطع المكافئ. انظر إلى الورقة لتلاحظ ما يحدث للموجات عندما تصطدم بالحاجز. سجّل وصفًا لملاحظاتك في مساحة الفقرة 4 في الجدول 1. واستخدم الورقة لتحديد موقع النقطة التي تلتقي عندها الموجات المنعكسة. ثم استخدم قلم الرصاص لوضع علامة عند هذه النقطة على الورقة. تسمى هذه النقطة بالبؤرة.

3. أوقف توليد النبضات الموجية بالوند. وباستخدام قطارة، أسقط قطرات صغيرة من الماء على البؤرة، أو انقر سطح الماء عند هذه النقطة بلطف باستخدام قلم الرصاص، ولاحظ ما يحدث للموجات المتولدة في هذه النقطة والتي تتحرك مبتعدة عنها باتجاه حاجز القطع المكافئ. ولاحظ ما يحدث للموجات المنعكسة عن حاجز القطع المكافئ، وسجّل وصفًا لملاحظاتك في مساحة الفقرة 5 في الجدول 1.

4. أزل حاجز القطع المكافئ من حوض الموجات.

C. الانكسار

1. ضع لوحًا زجاجيًا مستطيلًا في وسط الحوض على أحد جانبيه، كما هو موضح في الشكل B1. وإذا لزم الأمر، ضع تحت اللوح حلقات معدنية للحصول على منطقة ماء ضحلة.

2. استخدم الوند لتوليد موجات مستوية في الحوض، ولاحظ بدقة ما يحدث للموجات عند حافة اللوح الزجاجي. في الشكل B1، ارسم الأنماط التي تلاحظها أثناء تحرك الموجات من الماء العميق في الحوض إلى الماء الضحل فوق اللوح الزجاجي.

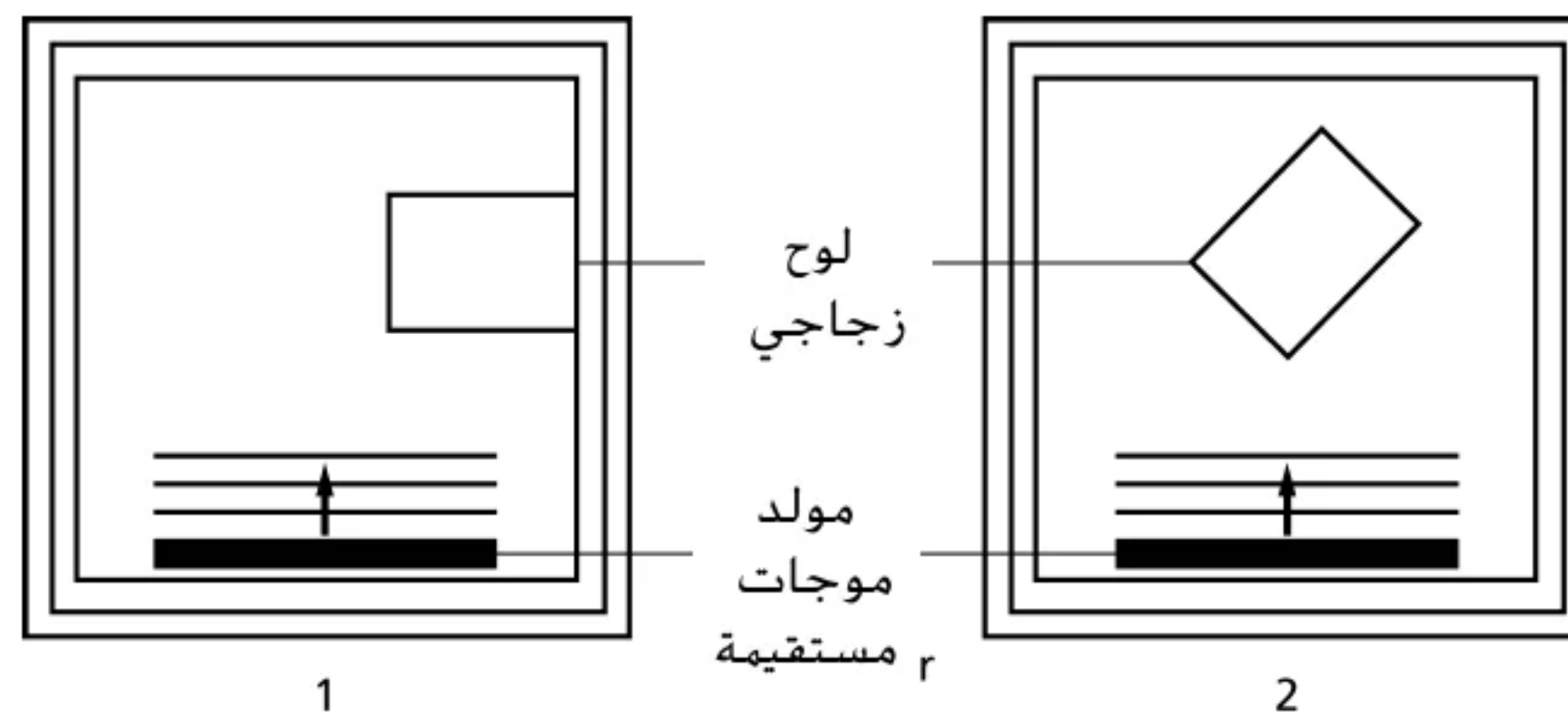
3. دور اللوح الزجاجي بحيث تقابل إحدى زواياه طرف الحوض الموجود عنده الوند، كما هو موضح في الشكل B2. ثم استخدم الوند لتوليد موجات مستوية في الحوض. في الشكل B2، ارسم الأنماط التي تلاحظها أثناء تحرك الموجات من الماء العميق في حوض الموجات إلى الماء الضحل فوق اللوح الزجاجي.

التجربة 2-4

الاسم _____ تابع

البيانات والملاحظات

الجدول 1
1. وصف اصطدام الموجات المستوية بالحاجز المستقيم بزاوية مقدارها 0° وبزاوية أخرى
2. رسم الموجات الساقطة، والموجات المنعكسة
3. $\theta_i = \underline{\hspace{2cm}}$ $\theta_r = \underline{\hspace{2cm}}$
4. وصف الموجات المنعكسة عن حاجز القطع المكافئ
5. وصف الموجات المتولدة في بؤرة حاجز القطع المكافئ



الشكل B

التجربة 2-4

الاسم _____ تابع

التحليل والاستنتاج

1. تذكر ملاحظاتك حول الموجات المنعكسة في حوض الموجات. هل تغيّرت سرعة الموجات أم بقيت الموجات متحركة بالسرعة نفسها؟ وهل تغيّرت المسافة بين الموجات، أي هل تغيّر الطول الموجي؟

2. قارن بين زاويتي السقوط والانعكاس اللتين سجلتهما في الجدول 1.

3. اربط بين قانون الانعكاس وملاحظاتك عن الموجات المنعكسة عن حاجز القطع المكافئ. هل لا يزال قانون الانعكاس منطبقاً على هذه الحالة؟

4. قارن بين ملاحظاتك في الفقرتين 4 و5 في الجدول 1.

5. قارن بين ملاحظاتك عن الانعكاس وملاحظاتك عن الانكسار.

6. حدّد السبب والنتيجة في ظاهرة الانكسار. ما الذي أدى إلى حدوث تغيّرات للموجات عند انتقالها إلى الماء الضحل؟

التوسع والتطبيق

1. اربط بين نموذج الانكسار في حوض الموجات وكيف يمكن لمستكشف تحديد مواقع الشعاب المرجانية أو الحواجز الرملية تحت سطح الماء.

2. اربط بين نموذج الانعكاس في حوض الموجات، وبعض أنواع الرياضات، مثل تنس الطاولة، والتنس الأرضي، والبياردو.

خصائص الموجات

احتياطات السلامة



المواد

نابض أو حبل طويل
مسطرة مترية
ساعة توقيت

الخلفية

بالاستعانة بمهارات إجراء الملاحظات وتسجيلها وباستخدام أدوات القياس والحساب باستخدام أرقام معنوية، تصبح جاهزاً لاستكشاف خصائص الموجات. أثناء انتقال الموجات، فإنها تحدث اضطراباً في الوسط الذي تنتقل فيه سواء في اتجاه متعامد (موجة مستعرضة) أو اتجاه مواز (موجة طولية). وفي كلتا الحالتين، تتشارك كل الموجات في الخصائص المرتبطة بحركتها. في هذه التجربة، ستم دراسة خصائص التردد والطول الموجي والسرعة.

إنّ التردد هو قياس عدد الموجات التي تمر عند نقطة ثابتة في فاصل زمني ما. إنّ طول الموجة هو قياس المسافة بين نقاط متماثلة متتالية على الموجة، (على سبيل المثال، من قمة إلى قمة). يُقاس طول الموجة في اتجاه انتشار الموجة. إنّ السرعة هي قياس المسافة التي تنتقلها نقطة معينة على موجة (مثل قمة الموجة) في وحدة زمنية.

في هذه التجربة، ستستكشف العلاقة بين تردد الموجة وطولها الموجي وسرعتها. ثم ستستخدم البيانات التي تم جمعها لتحديد العلاقة بين ثلاثة متغيرات في معادلة واحدة.

المشكلة

إلى أي مدى يرتبط تردد الموجة وطولها الموجي وسرعتها؟

الأهداف

- اتباع إجراءات التجربة.
- قياس المسافات والزمن باستخدام وحدات قياس دولية SI.
- إنشاء موجات لها ترددات مختلفة.
- تحليل البيانات لإنشاء معادلة.

الإجراء

1. اقرأ الإجراء وأكمل نموذج السلامة في المختبر.
2. ضع نابضاً أو حبلًا طويلاً عبر سطح مستو وقس طوله، وسجّل هذا الطول في الجدول 1. تأكد من شد النابض أو الحبل إلى الطول نفسه في كل خطوة في هذا الإجراء.
3. مع تثبيت أحد طرفي النابض أو الحبل بشكل جيد، أنشئ موجة عن طريق هز الطرف الآخر من النابض أو الحبل إلى الخلف وإلى الأمام.

خصائص الموجات تابع

4. حدد الفاصل الزمني اللازم لانتقال الموجة على طول النابض أو الحبل. سجّل هذا القياس للموجة 1 في الجدول 1.
5. كرر الخطوتين 3 و 4 مرتين إضافيتين، مع تسجيل معلومات الموجتين 2 و 3 في الجدول 1.
6. أنشئ سلسلة من الموجات بطول الموجة نفسه. يتكوّن طول موجي واحد عندما تحرك يدك إلى اليسار وإلى اليمين ثم إلى اليسار مرة أخرى. احسب عدد أطوال الموجة الناتجة في فاصل زمني مقداره 10 s. سجّل هذا العدد باعتباره "الموجات في 10 s" للموجة 4 في الجدول 2.
7. أرسل تدفقًا من الموجات إلى أسفل النابض أو الحبل يكون لها طول الموجة نفسه الذي أنشأته في الخطوة 6. ضع قطعة من الشريط اللاصق على الأرض أو طاولة المختبر حيث يمكنك أن ترى قمم الموجة وهي تمر. بينما يتم إرسال تدفق مستمر من الموجات إلى أسفل النابض أو الحبل، استخدم قطعة ثانية من الشريط لتحديد موقع قمة الموجة التالية عندما تصل إحدى القمم إلى أول قطعة محددة من الشريط. قم بقياس هذه المسافة وسجلها على أنها الطول الموجي للموجة 4 في الجدول 2.
8. كرر الخطوتين 6 و 7 مرتين إضافيتين. في كل مرة، أنشئ موجة لها طول موجي مختلف عن طريق هز النابض أو الحبل سواء بشكل أسرع أو أبطأ. سجّل البيانات للموجتين 5 و 6 في الجدول 2.
9. إذا سمح الوقت، كرّر الإجراء كله باستخدام نابض أو حبل مختلف ليمثّل موجة تتحرّك عبر وسط مختلف.

البيانات والملاحظات

الجدول 1			
	طول النابض (m)	الزمن الذي تستغرقه الموجة في الانتقال على طول النابض (s)	سرعة الموجة (m/s)
الموجة 1			
الموجة 2			
الموجة 3			

الجدول 2			
	الموجات في 10 s	طول الموجة (m)	التردد (Hz)
الموجة 4			
الموجة 5			
الموجة 6			

خصائص الموجات تابع

حلّ بياناتك

1. احسب سرعات الموجات 1 و 2 و 3 وسجّل هذه القيم في الجدول 1. حدد متوسط سرعات هذه الموجات الثلاث لتحديد سرعة الموجة في النابض أو الحبل الذي تستخدمه.

2. احسب ترددات الموجات 4 و 5 و 6 وسجّل هذه القيم في الجدول 2.

3. اضرب تردد كل موجة في الجدول 2 في طولها الموجي. قارن هذه القيمة المحسوبة بسرعة الموجة. ماذا تلاحظ؟

4. حلل قيم التردد وطول الموجة في الجدول 2. صف التناسب الموجود بين هذين المتغيرين. اشرح.

استنتج

1. بناءً على حساباتك، ما المعادلة التي تقترحها للربط بين سرعة الموجة وترددها وطولها الموجي؟

خصائص الموجات تابع

التوسّع

1. إذا استخدمت أو تعيّن عليك استخدام نابض أو حبل مختلف لإعادة الإجراء، فهل (a) كانت القياسات ستكون كما هي؟ اشرح.

(b) كانت العلاقة بين المتغيّرات الثلاثة ستكون كما هي؟ اشرح.

2. حدد بعض الأسباب المحتملة لعدم الدقة في هذه التجربة. ما الآثار التي قد تترتب على حساباتك؟ قدّر إلى أي مدى قد تكون هذه الآثار كبيرة.

This image shows a blank sheet of white paper with horizontal ruling lines. The lines are evenly spaced and run across the width of the page. There are no margins, text, or other markings on the paper.

[illegible]

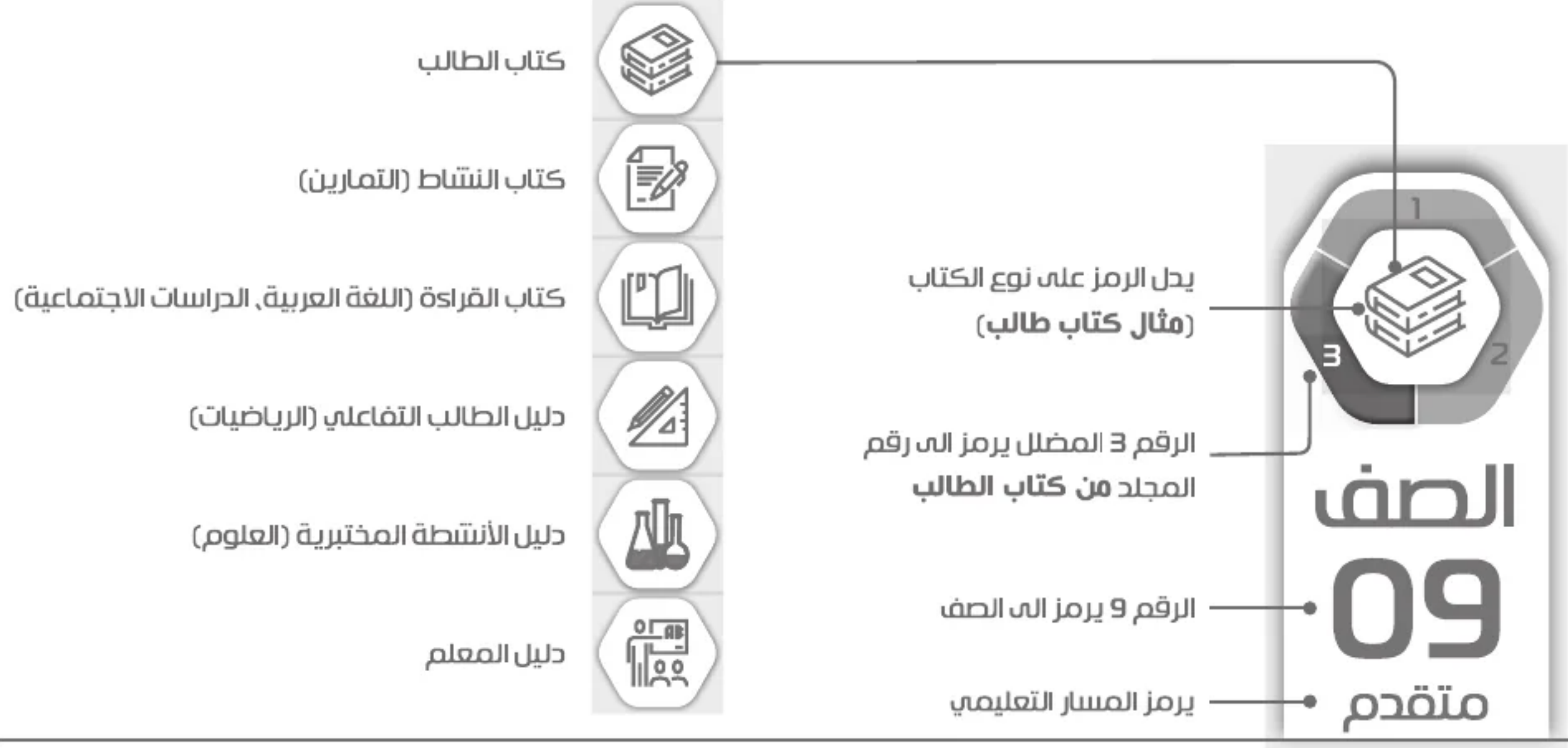
This image shows a blank sheet of white paper with horizontal ruling lines. The lines are evenly spaced and run across the width of the page. There are no margins, text, or other markings on the paper.

This image shows a blank sheet of white paper with horizontal ruling lines. The lines are evenly spaced and run across the width of the page. There are no margins, text, or other markings on the paper.

[illegible]

دلائل رموز الغلاف

لون الحلقة الثالثة



مركز اتصال وزارة التربية والتعليم
اقتراح - استفسار - شكوى



80051115



www.moe.gov.ae



Info@moe.gov.ae