

تجربة (1) حركة الأجسام في بعد واحد

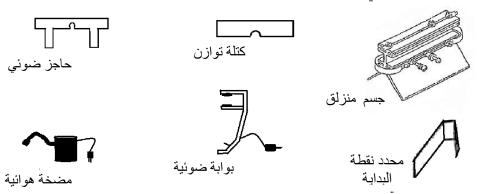
أهداف التجربة:

ينتظر منك عزيزي الدارس بعد إجراء هذه التجربة أن تصبح قادرا على أن:

- 1. تتحقق من صحة قانون نيوتن الأول
 - 2. تتعرف حركة جسم متسارع
- 3. تقيس السرعة المتوسطة لهذا الجسم وتستنتج تسارعه
- 4. تستنج العلاقة بين تسارع جسم منزلق على سطح مائل أملس وجيب زاوية ميله ا

الأجهزة والأدوات اللازمة:

- السكة الهوائية Air Track
- بوابة ضوئية Photo Gate عدد (2)
- (L=5cm) U حاجز ضوئي على شكل حرف
 - مضخة هوائية Air Blower
 - أوزان مختلفة
 - عداد الزمن الرقمي Digital Timer
 - مسطرة مترية
 - ميزان الكتروني



ملحقات السكة الهوائية اللازمة في التجربة

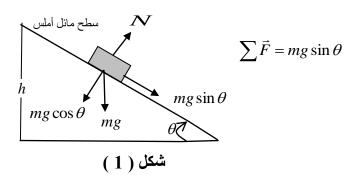
نظرية التجرية:

عندما تكون محصلة القوى المؤثرة في الجسم تساوي صفرا $\Sigma \vec{F} = 0$ حسب قانون نيوتن الأول ، فان $\Sigma \vec{F} = m \vec{a} = 0$ وبالتالي فان الجسم يعجز عن تغيير واقع حالته السكونية أو الحركية ، فإذا كان الجسم متحركا فانه يستمر بالحركة بسرعة ثابتة مقدارا واتجاها ما لم تؤثر به قوة تغير من حالته الحركية .

وفي هذه الحالة السرعة اللحظية للجسم تكون مساوية لمتوسط سرعته خلال أي فترة زمنية ما دام يتحرك بسرعة ثابتة .

$$V_{average} = \frac{x_2 - x_1}{\Delta t} = V_{instantan\,eous} = \lim_{\Delta t \to 0} \frac{\Delta x}{\Delta t}$$

لكن في حالة حركة جسم على سطح مائل أملس ، فانه يتأثر بقوة محصلة باتجاه مواز للسطح المائل للأسفل مقدار ها $mg\sin\theta$ ، كما في الشكل (1)



وبالتالي فانه يتسارع تحت تأثير مركبة وزنه بتسارع خطي مقداره $a=g\sin\theta$

أي أن تسارع الجسم الخطي في هذه الحالة يتناسب طرديا مع جيب زاوية ميل السطح المائل الأملس

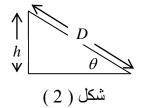
 t_1 سرعة الجسم اللحظية عند الزمن : v_1

 t_2 سرعة الجسم عند الزمن : v_2

 Δt المسافة التي يقطعها الجسم خلال الفترة الزمنية d

 $\Delta t = t_2 - t_1$

يمكن قياس جيب زاوية ميل السطح المائل من خلال قياس كل من ارتفاعه p وطوله p كما في الشكل :



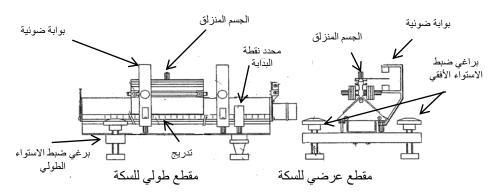
حيث أن :

$$(4)$$
 $\sin \theta = \frac{h}{D}$

$$(5)$$
 $a = g \frac{h}{D}$ فان (4) و (4) و (1)

خطوات إجراء التجربة:

- 1. ضع السكة الهوائية Air Track على سطح طاولة أفقية وصلها بالمضخة الهوائية .
 - 2. ركب البوابتين A و B على مسافتين مناسبتين وصلهما بالعداد الزمني الرقمي Digital Timer .
 - 3. ضُع الجسم المنزلق على السكة الهوائية ثم شغل المضخة الهوائية
 - 4. اضبط استواء السكة الهوائية من خلال استخدام البراغي أسفل السكة وملاحظة عدم تأرجح الجسم المنزلق



شكل (3) مقطع عرضي ومقطع طولي للسكة الهوائية

5. ثبت حاجزا ضوئيا (light barrier)على شكل حرف U على ظهر العربة ثم قس عرضه L باستخدام المسطرة كما في الشكل وتأكد من عبوره البوابتين الضوئيتين



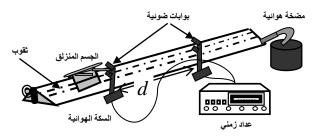


الشكل (4) تركيب الكتل الموازنة والحاجز الضوني على الجسم المنزلق وقياس عرض الحاجز الضوني

6. شغل العداد الزمني على وظيفة التسارع واضبطه إلى الصفر " 0.0000".

حيث في هذه الوظيفة وفي كل بوابة ضوئية فان العداد الزمني يقيس الفترة الزمنية بين حجبين متتاليين للضوء حيث عند الحجب الأول للضوء يبدأ الجهاز بعد الزمن ويتوقف عن العد عند الحجب الثاني ، وكذلك يقيس الفترة الزمنية التي يستغرقها الجسم المنزلق في قطع المسافة بين البوابتين .

7. ضع الجسم المنزلق في نهاية السكة وأعطه دفعة خفيفة ثم اتركه يتحرك على السكة ويعبر من خلال البوابتين



شكل (5) تجربة السكة الهوائية

- 8. سجل زمن عبور الحاجز الضوئي البوابتين A و B و t_1 و زمن مرور العربة بين البوابتين t_2 وذلك من خلال استرجاع قراءات العداد الزمني (Display Time) ، حيث تكون : القراءة (t_1) زمن عبور الحاجز الضوئي البوابة (t_1) ، القراءة (t_2) زمن عبوره البوابة (t_3) الزمن الذي استغرقه الجسم المنزلق في قطع المسافة بين البوابتين t_2
 - و. احسب سرعة عبور الحاجز البوابة الأولى من العلاقة $v_1 = \frac{L}{t_1}$ ، سرعة

. $v_2 = \frac{L}{t_2}$ عبور الحاجز البوابة الثانية

- 10. سجل مقدار المسافة d بين البوابتين من خلال التدريج الموجود على السكة $\overline{v}=\frac{d}{\Delta t}$ ثم احسب متوسط سرعة الجسم المنزلق بين البوابتين من العلاقة $\overline{v}=\frac{d}{\Delta t}$
 - 11. كرر الخطوة (6) عدة مرات صمم جدولا كالمبين في الجدول (1).

جدول (1)

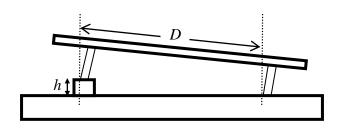
 $L = \dots cm/s$

$\overline{v} = \frac{d}{\Delta t}$	$v_2 = \frac{L}{t_2} cm / \sec$	$v_1 = \frac{L}{t_1} cm / \sec$	$t_2(sec)$	$t_1(sec)$	رقم المحاولة

12. غير زاوية ميل السكة من خلال وضع كتلة رفع (من ملحقات السكة الهوائية ويكون مكتوب عليها الارتفاع) أسفل أحد رجلي السكة



سجل في جدول (2) ارتفاع هذه الكتلة h والمسافة D بين رجلي السكة الهوائية مأخوذة على طول السكة كما في الشكل (3)



شكل (4)

وبما أن جيب زاوية ميل السكة الهوائية يساوي حاصل قسمة طول الضلع المقابل للزاوية على طول الوتر فان :

$$\sin\theta = \frac{h}{D}$$

- 13. ضع الجسم المنزلق على طرف السكة من الأعلى واسمح له بالانزلاق ويعبر من خلال البوابتين
- 14. سجل زمن عبور الحاجز الضوئي البوابتين \mathbf{A} و \mathbf{B} (t_1 و t_2) وزمن مرور العربة بين البوابتين Δt من خلال استرجاع قراءات العداد الزمني كما في الخطوة (\mathbf{B})
 - 15. كرر الخطوات (12)، (13)، (14) عدة مرات
 - 16. صمم جدو لا كما في جدول (2)

جدول (2)

$L = \dots$	cm		İ	D =	• • • • • • • • • • • • • • • • • • • •	cm		
$a = \frac{v_2 - v_1}{\Delta t}$ cm/\sec^2	$v_2 = \frac{L}{t_2}$ cm/\sec	$v_1 = \frac{L}{t_1}$ cm/\sec	Δt sec	t_2 sec	t_1 sec	$\sin \theta = \frac{h}{D}$	h cm	رقم المحاولة
								1
								2
								3
								4
								5
								6

تحليل النتائج:

- 1. من الجدول (1) تلاحظ أنه في فترة عدم وجود تأثير قوة فإن الزمن الذي يستغرقه الجسم المنزلق في قطع البوابة الأولى (t_1) يكون مساويا للزمن الذي يستغرقه الحاجز في قطع البوابة الثانية (t_2) ، وكذلك سرعة الجسم المنزلق عند البوابة الأولى (v_1) تكون مساوية لسرعته عند البوابة الثانية (v_2) مما يدل على صحة قانون نيوتن الأولى .
 - 2. احسب متوسط سرعة الجسم المنزلق بين البوابتين ثم قارنها بالسرعة اللحظية $(v_2 \& v_1)$ لحظة مروره من خلال البوابتين .
 - 2. من الجدول (2) ارسم علاقة بيانية بين $(\sin\theta)$ على المحور السيني وتسارع الجسم (a) على المحور الصادي
 - 4. لاحظُ سُوفُ تحصل على خط مستقيم ذي ميل موجب يساوي ثابت الجانبية الأرضية (g)
 - 5. جد قيمة نسبة الخطأ في قياس تسارع الجاذبية الأرضية في التجربة

أسئلة:

- 1. ما مصادر الخطأ الرئيسة في التجربة وكيف يمكن التقليل منها ؟
 - 2. هل لكتلة الجسم المنزلق تأثير على نتائج هذه التجربة ولماذا ؟
- 5. لماذا تم اعتبار متوسط سرعة عبور الحاجز الضوئي المثبت على العربة خلال البوابة مساويا لسرعته اللحظية $v=\frac{L}{t}$ و هل هذا صحيح دائما ولماذا ؟



تجربة (2)

قانون نيوتن الثاني

أهداف التجرية:

ينتظر منك عزيزي الدارس بعد إجراء هذه التجربة أن تصبح قادرا على أن:

- 1. تتعرف حركة جسم يتسارع تحت تأثير قوة
 - 2. تتحقق من قانون نيوتن الثاني في الحركة

الأجهزة والأدوات اللازمة:

- السكة الهوائية Air Track
- بوابة ضوئية Photo Gate عدد (2)
- (L=5cm) U حرف على شكل حرف الجز ضوئى على شكل
 - مضخة هوائية Air Blower
 - بكرة خفيفة وخيط
 - دلو أوزان صغير
 - أوزان مختلفة
 - كتل موازنة
 - ميزان الكتروني







نظرية التجربة:

ينص قانون نيوتن الثاني في الحركة على أنه إذا تعرض جسم ما لقوة محصلة فإنها تكسبه تسارعا باتجاهها ويتناسب هذا التسارع طرديا مع مقدار تلك القوة ويكون باتجاهها ويمكن التعبير عنه رياضيا بحاصل ضرب قصوره الذاتي (ممثلا بكتلته) وتسارعه ، أي أن :

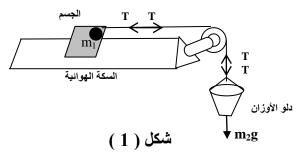
(1) $\vec{F} = m\vec{a}$

وفي حالة تأثير أكثر من قوة في الجسم فان المجموع الاتجاهي للقوى المؤثرة \vec{F} ، يحل محل \vec{F} أي قانون نيوتن الثاني يصبح :

 $(2) \dots \sum \vec{F} = m\vec{a}$

لاحظ أن قانون نيوتن الثاني وسواء بصيغته (1) أو (2) يمثل علاقة سببية ، أي علاقة لازمة بين شيئين أحدهما يسبق الآخر في الزمن والشيء السابق زمنيا يسمى سببا والشيء اللازم حدوثه واللاحق زمنيا يسمى نتيجة وفي حالتنا هذه فان القوة ؛ الطرف الأيسر من المعادلة (1) أو (2) ، هي السبب والتسارع في الطرف الأيمن هو النتيجة و

في هذه التجربة نريد التحقق من قانون نيوتن الثاني في حالة تأثير قوة واحدة ، أي أننا نريد التحقق من القانون الممثل في العلاقة (1). الجسم الذي يتحرك عبارة عن جسم منزلق مثبت عليه كتل مشدود بخيط ، والقوة المؤثرة هي الشد في الخيط والناتج عن أوزان توضع في دلو أوزان صغير يتصل بخيط يمر على بكرة تتصل بالجسم المنزلق . كما في الشكل (1)



حيث m_1 : هي الكتلة الكلية للجسم المنزلق بما يحوي من الحاجز الضوئي والكتل المضافة .

. (فيه) عليه الخطاف (دلو الأوزان) والأوزان المضافة عليه (فيه) . m_2

عند تطبیق قانون نیوتن الثانی علی m_2 فی الاتجاه الرأسی نجد : (2) $m_2g-T=m_2a$ و عند تطبیقه علی الجسم المنزلق و الکتل المثبتة علیه : $T=m_1a$

ومن المعادلتين (2) و (3) نجد أن تسارع الجسم a يساوي $a = \frac{m_2}{m_1 + m_2} g$

حيث أن a : تسارع الجسم المنزلق على السكة

الكتلة الكلية للجسم المنزلق بما يحوي من الحاجز الضوئي والكتل m_1 المضافة عليه المضافقة عليه المضافة عليه المضافقة عليه المضافة عليه

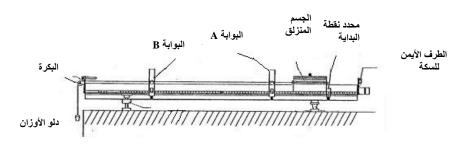
عليه عليه الخطاف والأوزان المضافة عليه : m_2

وللتحقق عمليا من قانون نيوتن الثاني وبالاعتماد على العلاقة (4) والتي هي نتيجة لهذا القانون فإننا نغير القوة المؤثرة من خلال تغيير الكتلة m_1 مع بقاء m_2 ثابتة وندرس تغير التسارع m_2 مع تغير الكتلة m_2 .

خطوات إجراء التجربة:

- 1. اضبط استواء السكة الهوائية باستخدام البراغي أسفل السكة وملاحظة عدم تأرجح الجسم المنزلق بعد تثبيت كتلتين موازنتين على طرفيه .
- 2. ركب البوابتين A و B على مسافتين مناسبتين (مثلا البوابة A على التدريج A و البوابة B على التدريج A المسافة بينهما هي A وصلهما بالعداد الزمني الرقمي الرقمي Digital Timer .

- قبت حاجزا ضوئيا (light barrier)على شكل حرف U على ظهر العربة ثم قس عرضه L باستخدام المسطرة وتأكد من أن الحاجز يقطع البوابتين الضوئيتين
- 4. ثبت البكرة على طرف السكة واربط الجسم المنزلق بخيط خفيف يمر فوق البكرة واربط في نهايته دلو الأوزان وهنا يجب أن يكون طول الخيط بحيث يعبر الجسم المنزلق البوابتين قبل ارتطام دلو الأوزان بسطح الأرض.



الشكل (2) تجربة قانون نيوتن الثاني

- 5. جد الكتلة الكلية للجسم m_1 بما يحوي من كتل موازنة وحاجز ضوئي باستخدام الميزان الالكتروني .
- 6. أضف ثقلًا إلى دلو الأوران ثم حدد الكتلة الكلية لدلو الأوران بما يحوي من الأثقال m_2 باستخدام الميزان
 - 7. شغل العداد الزمني على وظيفة التسارع.
- 8. اجعل الجسم المنزلق يتحرك تحت تأثير قوة الشد في الخيط ويعبر من خلال البوابتين .
- 9. سجل زمن مرور الحاجز من خلال البوابتين A و B (B و على التوالي) وذلك من خلال استرجاع قراءات العداد الزمني وكذلك سجل الزمن الذي تستغرقه العربة في قطع المسافة بين البوابتين (Δt) .
 - 10. الآت بقياس المسافة a بين البوابتين A و B من خُلال التدريج الموجود على السكة وبحساب سرعة العربة لحظة مرورها من خلال البوابتين

$$v_2 = \frac{L}{t_2}$$
 و $v_1 = \frac{L}{t_1}$

يمكن حساب التسارع من خلال العلاقة

$$a = \frac{v_2 - v_1}{\Delta t}$$
 أو العلاقة $a = \frac{{v_2}^2 - {v_1}^2}{2d}$

- 11. كرر الخطوات (8)، (9)، (10) بإضافة كتل أخرى معلومة إلى دلو الأوزان
 - 12. صمم جدولا كما في الجدول (1)

جدول (1)

 $m_1 = \dots gm$

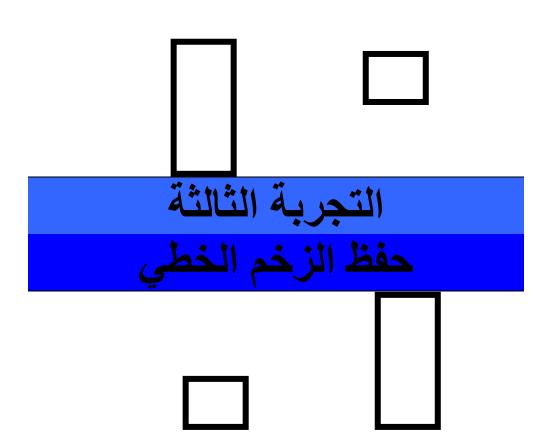
$a = \frac{v_2 - v_1}{\Delta t}$	$v_2 = \frac{L}{t_2}$	$v_1 = \frac{L}{t_1}$	Δt	t_2	t_1	$\frac{m_2}{m_1 + m_2}$	m_2
Δt cm/\sec^2	cm/sec	cm/sec	sec	sec	sec		gm

تحليل النتائج:

- $\frac{m_2}{m_1+m_2}$ استخدم البيانات الواردة في الجدول (1) لرسم علاقة بيانية بين -1
- على المحور السيني و التسارع a على المحور الصادي . ينبغي أن تحصل على خط مستقيم ميله يساوي تسارع الجاذبية الأرضية g .
- 2- احسب قيمة ميل الخط المستقيم الذي تحصل عليه في الخطوة السابقة وقارن هذه القيمة مع قيمة تسارع الجاذبية الأرضية .

أسئلة:

- 1. هل يؤثر عرض الحاجز المستخدم في دقة نتيجة التجربة ؟
- 2. ما مصادر الخطأ الرئيسة في التجربة ؟ كيف يمكن التقليل منها ؟
 - 3. لماذا تم استخدام العداد الزمني على وظيفة التسارع؟
- 4. لماذا يجب أن يكون طول الخيط بحيث يعبر الجسم المنزلق البوابتين قبل وصول دلو الأوزان سطح الأرض ؟



تجربة (3)

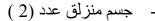
حفظ الزخم الخطى

أهداف التجرية:

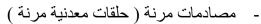
ينتظر منك عزيزي الدارس بعد إجراء هذه التجربة أن تصبح قادراً على : التحقق من قانون حفظ الزخم الخطى للأجسام المتصادمة في بعد واحد

الأجهزة والأدوات اللازمة:

- السكة الهوائية Air Track
- بوابة ضوئية Photogate عدد (2)
- (2) عدد (L=1cm) \dot{U} عدد على شكل حرف \dot{U}
 - مضخة هوائية Air Blower



كتل موازية



- مصادمات غير مرنة (عديمة المرونة)



نظرية التجربة:

عندما يتصادم جسمان أو أكثر ، تؤثر ببعضها بقوى داخلية متبادلة ، (قوة فعل وقوة رد فعل) تتساوى في المقدار وتتعاكس ، وبالتالي فان مجموع القوى الداخلية المؤثرة في كافة أجزاء النظام المكون من هذه الأجسام تساوي صفرا حسب قانون نيوتن الثالث ، وبما أن قوى التصادم كبيرة مقارنة مع القوى الخارجية فانه يمكن إهمال القوى الأخرى مثل الوزن والاحتكاك ويمكن اعتبار النظام المكون من هذه الأجسام نظاما معزولا.

(1)
$$\sum \vec{F} = \sum \frac{d\vec{p}}{dt} = \sum \frac{d(mv)}{dt} = 0$$

وهذا يعنى أن الزخم الخطى للنظام يبقى ثابتا مقدارا واتجاها قبل التصادم وبعده

(2)
$$\sum \vec{p}|_{before} = \sum \vec{p}|_{after}$$

(3)
$$m_1 \vec{v}_1 + m_2 \vec{v}_2 + ...$$
 $_{before} = m_1 \vec{v}_1' + m_2 \vec{v}_2' + ...$ $_{after}$

أي أن مجموع الزخم الخطي للأجسام المتصادمة يساوي مجموعها بعد عملية التصادم وهذا ما يعرف باسم قانون حفظ الزخم الخطي .

والآن إذا كان التصادم بين ثلاثة أجسام فان العلاقة (3) تصبح:

$$(4) \dots m_1 \vec{v}_1 + m_2 \vec{v}_2 + m_3 \vec{v}_3 = m_1 \vec{v}_1' + m_2 \vec{v}_2' + m_3 \vec{v}_3'$$

وفي حالة تصادم جسمين فقط فان العلاقة (3) تصبح:

(5)
$$m_1 \vec{v}_1 + m_2 \vec{v}_2 = m_1 \vec{v}_1' + m_2 \vec{v}_2'$$

تصنف التصادمات حسب حفظ الطاقة الحركية للأجسام قبل وبعد التصادم إلى:

أ- تصادمات مرئة: وهي التصادمات التي تكون فيها طاقة الحركة الكلية للأجسام المتصادمة محفوظة

$$(6) \dots \frac{1}{2}m_1v_1^2 + \frac{1}{2}m_2v_2^2 = \frac{1}{2}m_1v_1'^2 + \frac{1}{2}m_2v_2'^2$$

ب- تصادمات غير مرنة: وهي التصادمات التي تكون فيها الطاقة الحركية الكلية للأجسام المتصادمة غير محفوظة بحيث تكون الطاقة الكلية للأجسام بعد التصادم أقل من الطاقة الحركية للأجسام قبل التصادم.

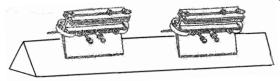
عندما يتحرك الجسمان معا كجسم واحد في التصادمات غير المرنة فان التصادم يسمى عديم المرونة .

ملاحظة: الزخم الخطي يبقى ثابتا في جميع التصادمات المرنة وغير المرنة

في هذه التجربة سوف يتم التحقق من قانون حفظ الزخم الخطي لجسمين متصادمين تصادما مرنا وآخر غير مرن ممثلا بالتصادم عديم المرونة وذلك باستخدام السكة الهوائية حيث يتم قياس الزخم الخطي للأجسام قبل التصادم وبعده مع الأخذ بعين الاعتبار أن الزخم الخطي كمية متجهه ، يتم التحقق من أن مجموع الزخم الخطي للأجسام المتصادمة قبل التصادم يساوي مجموع الزخم الخطي للأجسام بعد التصادم .

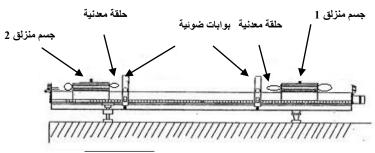
خطوات إجراء التجرية:

- اضبط استواء السكة الهوائية من خلال استخدام البراغي أسفل السكة وملاحظة عدم تأرجح الجسم المنزلق
- 2. ركب البوابتين الضوئيتين A و B على التدريجيين 30cm و السكة الهوائية
 - جسم کل علی ($L_1 = L_2 = 1cm$) علی کل جسم 3.
 - 4. ضع العربة الأولى في بداية السكة والعربة الثانية في نهايتها
- 5. ثبت الحلقات المرنة (المصادم المرن) عند طرفي العربتين المتقابلتين كما
 في الشكل (1)



الشكل (1) تركيب المصادمات المرنة

6. شغل العداد الزمني على وظيفة التصادم بعد توصيل البوابتين A و B معه 7. ادفع العربتين لتتصادم معا في وسط السكة الهوائية وهنا يجب أن تكون الحلقات المعدنية المثبتة على الجسمين المنزلقين باتجاه بعضهما البعض كما في الشكل (2).



الشكل (2) التصادم المرن

- 8. سجل زمن مرور الجسمين الحاجزين الضوئيين قبل وبعد التصادم حيث عندما يكون العداد الزمني على وظيفة التصادم (collision) فان القراءة الأولى تمثل زمن عبور الجسم المنزلق الأولى البوابة الأولى والقراءة الثانية تمثل زمن عبور نفس الجسم لنفس البوابة بعد التصادم في حين القراءتين الثالثة والرابعة تمثلان زمن عبور الجسم من خلال البوابة الثانية قبل وبعد التصادم
 - m_2 و m_1 و بنين بين و m_2 عتلة من العربتين 9
 - $m_1 \rangle m_2$, $m_1 \langle m_2$, $m_1 = m_2$ كرر التجربة في الحالات .10
 - 11. صمم جدولا كما في الجدول (1)

جدول (1)

$v_2' = \frac{L_2}{t_2'}$ cm/sec	$v_2 = \frac{L_2}{t_2}$ cm/sec	$v_1 = \frac{L_1}{t_1}$ cm/sec	t_2' (sec)	t' ₁ (sec)	t ₂ (sec)	t_1 (sec)	m ₂ (gm)	m ₁ (gm)

12. ثبت المصادمات عديمة المرونة على طرفي الجسمين المنزلقين المتقابلين بدلا من الحلقات المعدنية المرنة . " عندما تلتقي المصادمات غير المرنة فإنها تلتصق مع بعضها ويتحرك الجسمان المنزلقان معا كجسم واحد " .

- 13. ضع الجسم المنزلق الثاني بين البوابتين.
- 14. ضع الجسم المنزلق الأول على طرف السكة وادفعه ليتحرك ويعبر البوابة الأولى ثم يصطدم بالجسم الثاني ويلتصق معه ويتحركان معا ويعبران البوابة الثانية بنفس السرعة.
- 15. سجل قراءة العداد الزمني للبوابتين من خلال استرجاع قراءات العداد الزمني
- 16. كرر التجربة بتغيير كتل كل من الجسمين من خلال إضافة كتل عليهما عدة مرات
 - 17. صمم جدولا كما في الجدول (3)

جدول (2)

			<i>,</i>				
$(m_1 + m_2)v$	$m_1 v_1$	$v = \frac{L_2}{t_2}$	$v_1 = \frac{L_1}{t_1}$	t_2	t_1	m_2	m_1

تحليل النتائج:

1. من البيانات الواردة في الجداول (1) ، (2) صمم جدولا كالجدول التالي : حدول (4)

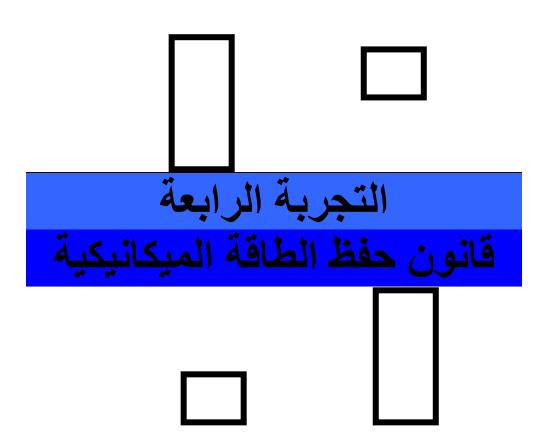
(1)33;							
$\sum E_{a f t e r}$	$\sum E_{\it before}$	$\sum ec{P}_{after}$	$\sum ec{P}_{before}$				

 $\sum \vec{P}_{before}$ تحقق من قانون حفظ الزخم الخطي من خلال المقارنة بين العمو د و العمود $\sum \vec{p}_{after} = \sum \vec{p}_{after} = \sum \vec{p}_{after}$ في جميع أنواع التصادمات .

2. قارن بين العمود $\sum E_{afier}$ والعمود $\sum E_{before}$ لتحقق فيما إذا كانت الطاقة الكلية للأجسام المتصادمة كمية محفوظة في التصادمات المرنة وغير ذلك في التصادمات غير المرنة .

أسئلة:

- 1. ما مصادر الخطأ الرئيسة في التجربة وكيف يمكن التقليل منها ؟
- لماذا يكون الزخم الخطي ثابتا في جميع أنواع التصادمات بينما الطاقة الحركية غير محفوظة في جميعها ؟
- 3. في التصادم المرن ماذا تتوقع لسرعة كل من الجسمين بعد التصادم إذا كانت كتلة الجسمين متساوية وكان احدهما ساكنا قبل التصادم



تجربة (4)

حفظ الطاقة الميكانيكية

أهداف التجربة:

ينتظر منك عزيزي الدارس بعد إجراء هذه التجربة أن تصبح قادراً على أن تتحقق من قانون حفظ الطاقة الميكانيكية

الأجهزة والأدوات اللازمة:

- السكة الهوائية Air Track
- بوابة ضوئية Photogate عدد (1)
- (L=5cm) U حاجز ضوئي على شكل حرف
 - مضخة هوائية Air Blower
 - بكرة خفيفة وخيط
 - دلو أوزان صغير
 - أوزان مختلفة

نظرية التجربة:

عندما يكون الشغل الذي تبذله قوة ما على جسم ما لا يعتمد على المسار الذي يسلكه الجسم خلال حركته وإنما يعتمد على نقطتي البداية والنهاية فقط فان هذه القوة تسمى قوة محافظة . من القوى المحافظة قوة الزنبرك وقوة الجاذبية الأرضية .

الشغل الذي تبذله قوة محافظة على جسم ما يساوي التغير في طاقته الحركية ويساوي أيضا سالب التغير في طاقة وضعه. أي أن التغير في طاقة حركته يساوي سالب التغير في طاقة وضعه كما في العلاقة التالية:

(1)
$$\Delta E_K = -\Delta E_P$$

حيث أن : E_{κ} : طاقة الجسم الحركية

طاقة وضع الجسم : طاقة وضع

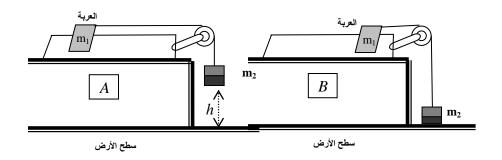
أي أن:

$$(2)$$
 $\Delta E_K + \Delta E_P = \Delta (E_K + E_P) = 0$

من العلاقة (2) وبتعريف الطاقة الميكانيكية على أنها مجموع طاقتي الوضع والحركة للجسم يكون التغير في الطاقة الميكانيكية يساوي صفرا.

: أي أن الطاقة الميكانيكية تبقى كمية ثابتة
$$E = E_K + E_P = 1$$

في هذه التجربة تستخدم السكة الهوائية كسطح أملس ، توضع عليها العربة ويتم تعليق كتلة بخيط خفيف يمر فوق البكرة ومربوط بالعربة ثم يسمح للكتلة المعلقة بالسقوط تحت تأثير قوة الجاذبية فتكتسب المجموعة طاقة حركية على حساب نقصان طاقة الوضع للكتلة المعلقة كما في الشكل (1).



الشكل (1)

بسبب عدم وجود احتكاك فان الطاقة الميكانيكية في الوضعين A و B تبقى ثابتة.

$$E_A = E_B$$

$$\left(\begin{array}{c} E_K + E_P \end{array} \right)_A = \left(E_K + E_P \right)_B$$

$$\left(\begin{array}{c} 4 \end{array} \right) \dots m_2 g h = \frac{1}{2} (m_1 + m_2) v^2$$
 حيث $v \in V$: سرعة المجموعة لحظة وصولها سطح الأرض

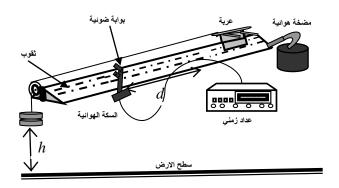
العلاقة (4) هي علاقة ناتجة عن قانون حفظ الطاقة الميكانيكية ، لذلك نستطيع التحقق من صحة قانون حفظ الميكانيكية بالتحقق من هذه العلاقة .

خطوات إجراء التجربة:

- اضبط استواء السكة الهوائية من خلال استخدام البراغي أسفل السكة وملاحظة عدم تأرجح الجسم المنزلق.
 - 2. ركب بوابة ضوئية و احدة بالقرب من نهاية السكة الهوائية .
- قبت حاجزا ضوئيا (light barrier)على شكل حرف U على ظهر الجسم المنزلق ثم قس عرضه (L=5cm) باستخدام المسطرة وتأكد من أن الحاجز يقطع البوابة الضوئية .
 - 4. ثبت محدد البداية عند نقطة مناسبة في بداية السكة الهوائية.
 - 5. ثبت البكرة على طرف السكة واربط الجسم المنزلق بخيط خفيف يمر فوق البكرة واربط في نهايته دلو الأوزان .

ملاحظة: يجب أن يكون طول الخيط بحيث تصل الكتلة سطح الأرض قبل أن تعبر العربة البوابة الضوئية حتى تكون سرعة العربة ثابتة ومساوية لسرعة الكتلة لحظة اصطدامها بالأرض.

- 6. لزيادة دقة التجربة أضف أربع كتل متساوية للعربة ثم جد الكتلة الكلية للعربة m_1
 - m_2 . m_3 كتلة معلومة بالدلو وحدد قيمة كتلته الكلية



الشكل (2)

- 8. اترك الجسم المنزلق يتحرك بفعل الشد في الخيط ويعبر البوابة الضوئية بسرعة ثابتة
- 9. سجل قيمة الارتفاع h مستخدما التدريج الموجود على السكة من خلال وضع الجسم المنزلق عند محدد البداية ثم تحريكه على السكة حتى يكاد يلامس دلو الاوزان سطح الارض فتكون المسافة بين محدد البداية وبداية السكة عند ملامسة دلو الاوزان سطح الارض مساويا للارتفاع h.
- سجل قيمة كل من كتلة الجسم المنزلق مع الحاجز الضوئي والكتل والمضافة m_1 ، كتلة الدلو والكتل المضافة إليه m_2 ، الزمن الذي يستغرقه الحاجز في قطع البوابة الضوئية t
 - 10. كرر التجربة بإضافة كتل متنوعة إلى دلو الأوزان . صمم جدو لا كما في الجدول (1)

جدول (1)

$m_1 = \dots$		$h = \dots cm$		
$E_B = \frac{1}{2}(m_1 + m_2)v^2$	$v = \frac{L}{t}$	t	$E_A = m_2 g h$	m_2
(erg)	(cm/sec)	(sec)	(erg)	(gm)

11. أعد التجربة مرة أخرى بتغيير الارتفاع الذي تسقط منه الكتلة m_2 من خلال تغيير طول الخيط بثبوت كل من m_2 و m_1 ، صمم جدو لا كما في جدول (2) :

جدول (2)

 $m_2 = \dots gm$ $m_1 = \dots gm$

8***					
$v = \frac{L}{t}$	t	$E_A = m_2 g h$	h		
(cm/sec)	(sec)	(erg)	(cm)		
	$v = \frac{L}{t}$	$v = \frac{L}{t} \qquad t$	$v = \frac{L}{t} \qquad t \qquad E_A = m_2 g h$		

تحليل النتائج:

في الجداول (1) و (2) ، احسب التغير في الطاقة الميكانيكية للجسم في الموضعين A و ذلك من خلال العلاقة :

 $\Delta E = E_B - E_A$

وللتحقق من قانون حفظ الطاقة الميكانيكية ينبغي أن يكون:

$$\Delta E = E_B - E_A = 0$$

أسئلة

- 1 . لماذا يجب أن يكون طول الخيط بحيث تصل الكتلة سطح الأرض قبل عبور الجسم المنزلق البوابة الضوئية ؟
 - 2. ما العلاقة بين الجول والارغ ؟
- 3. ما مصادر الخطأ الممكنة في هذه التجربة وكيف يمكن التقليل من أثرها ؟