رابط الدرس الرقمي
www.ien.edu.sa
حلول اون لاين
hulul.online

الزخم والتصادمات

في هذا الدرس

الأهداف

- تعرّف الزخم (كمية الحركة).
- توضّح لماذا قد يكون الزخم بعد التصادم غير محفوظ.
- تتوقّع حركة الأجسام، استنادًا إلى مبدأ حفظ الزخم.

الأهمية

- الأجسام المتحركة لها زخم. وتعتمد حركة الأجسام بعد تصادمها على زخم كل منها.

مراجعة المفردات

الميزان الثلاثي الأذرع: جهاز علمي يُستعمل من أجل قياس الكتلة بدقة، وذلك من خلال مقارنة كتلة عينة مجهولة الكتلة بكتل معلومة.

المفردات الجديدة

- الكتلة
- القصور الذاتي
- الزخم
- مبدأ حفظ الزخم

يحدث التصادم عندما يرتطم جسم متحرّك بجسم آخر. ماذا يحدث عندما تصطدم الكرة البيضاء في لعبة البلياردو بكرة أخرى؟ ستتغيّر السرعة المتجهة للكرتين، ويمكن أن يُغيّر التصادم سرعة كل كرة، أو اتجاه حركة كل كرة، أو الاثنين معًا (مقدار السرعة واتجاه الحركة). ويعتمد التغيّر في حركة الأجسام المتصادمة على كتل الأجسام المتصادمة والسرعة المتجهة للأجسام المتصادمة قبل حدوث التصادم.

الكتلة والقصور الذاتي

تؤثّر كتلة الجسم في مدى سهولة تغيير حالته الحركية. **وكتلة** Mass جسم ما هي كمية المادة فيه. ووحدة الكتلة في النظام الدولي للوحدات هي الكيلو جرام.

تخيّل شخصًا يندفع بسرعةٍ نحوك، لكي توقف هذا الشخص عليك أن تدفعه، وعليك أن تدفع بقوة أكبر إذا كان هذا الشخص بالغًا، مقارنة بما لو كان هذا الشخص طفلاً. وسيكون من السهل عليك إيقاف الطفل؛ لأن كتلته أقل من كتلة الشخص البالغ. فكلما كانت كتلة الجسم أكبر واجهت صعوبة أكبر عند تغيير حالته الحركية.

ولعلك تلاحظ في **الشكل ١٢** أن كرة التنس الأرضي لها كتلة أكبر من كتلة كرة تنس الطاولة؛ لذا يكون المضرب المستخدم في التنس الأرضي أكبر من المضرب المستخدم في تنس الطاولة، وذلك لتغيير الحالة الحركية لكل كرة.

وتُسمّى الخاصية التي تمثل ميل الجسم لمقاومة (ممانعة) إحداث أي تغيير في حالته الحركية **القصور الذاتي** Inertia. وتزداد مقاومة الجسم لإحداث أي تغيير في حالة الحركة بزيادة كتلة الجسم.

ماذا قرأت؟ ماذا يُقصد بالقصور الذاتي؟

القصور هو خاصية للجسم تمثل ميل الجسم لمقاومة إحداث أي تغيير في حالته الحركية

الشكل ١٢ لكرة التنس الأرضي كتلة أكبر من كتلة كرة تنس الطاولة. ولكي تتغيّر السرعتان المتجهتان للكرتين بالمقدار نفسه يجب أن تضرب كرة التنس الأرضي بقوة أكبر، مقارنة بالقوة التي تضرب بها كرة تنس الطاولة.

حلول
الحلول اون لاين
hulul.online

الزخم (كمية الحركة)

عرفت سابقًا أنه كلما زادت سرعة الدراجة كان إيقافها صعبًا. وبالمثل فإنه كلما زادت كتلة الجسم المتحرك كان إيقافه أو زيادة سرعته صعبة، ومقياس صعوبة إيقاف الجسم يسمى **زخمًا (كمية حركة)** Momentum. ويعتمد الزخم على كل من كتلة الجسم وسرعته المتجهة؛ حيث يُعرف بأنه حاصل ضرب كتلة الجسم في سرعته. وعادة ما يُرمز للزخم بالرمز (خ)؛ أي أن:

معادلة الزخم

الزخم (كجم.م/ث) = الكتلة (كجم) × السرعة (م/ث)

يعتمد زخم جسم ما على كل من كتلة الجسم وسرعته المتجهة طبقاً للمعادلة التالية:

الزخم (كجم.م/ث) = كتلة الجسم (كجم) × السرعة (م/ث)

فطبقاً للمعادلة السابقة يتغير زخم الجسم بتغير سرعته المتجهة

تُقاس

ثانية)

تتضمن

السرعة

ماذا قرأت؟ وضّح كيف يتغير زخم جسم ما بتغير سرعته المتجهة؟

الربط مع العلوم الاجتماعية

البحث الجنائي والزخم

إن تحريات رجال البحث الجنائي وتقصيات رجال شرطة السير حول الحوادث والجرائم كثيرًا ما تتضمن تحديد زخم الأجسام. فعلى سبيل المثال، يُستخدم مبدأ حفظ الزخم أحيانًا سرعات المركبات

حول مجالات أخرى فيها الزخم في تحريات جنائي.

حل معادلة بسيطة

تطبيق الرياضيات

زخم دراجة احسب زخم دراجة كتلتها ١٤ كجم، تتحرك بسرعة ٢ م/ث نحو الشمال.

الحل:

١ المعطيات
الكتلة: ك = ١٤ كجم
السرعة المتجهة: ع = ٢ م/ث شمالاً.

٢ المطلوب
حساب الزخم: خ = ؟ كجم.م/ث.

٣ طريقة الحل
عوّض بالمعطيات في معادلة الزخم: خ = ك ع
خ = (١٤ كجم) × (٢ م/ث شمالاً) = ٢٨ كجم.م/ث شمالاً

٤ التحقق من الحل:
أوجد حاصل قسمة الجواب الذي حسبته على الكتلة؛ إذ يجب أن يكون الجواب الذي ستحصل عليه مساويًا للسرعة المعطاة في السؤال.

مسائل تدريبية

١. إذا تحرك قطار كتلته ١٠٠٠٠ كجم، نحو الشرق بسرعة مقدارها ١٥ م/ث فاحسب زخم القطار.
٢. ما زخم سيارة كتلتها ٩٠٠ كجم، تتحرك شمالاً بسرعة ٢٧ م/ث؟

مسائل تدريبية:

ج1: الكتلة = 10000 كجم – السرعة = 15 م/ث

الزخم = الكتلة × السرعة

خ = 10000 × 15 شرقاً = 150000 كجم . م / ث شرقاً

ج2: الكتلة = 900 كجم – السرعة = 27 م/ث شمالاً

الزخم = الكتلة × السرعة

خ = 900 × 27 شمالاً = 24300 كجم . م / ث شرقاً

الحلول اون لاين
hulul.online

حلول
الحلول اون لاين
hulul.online

حفظ الزخم

إذا سبق لك أن لعبت البلياردو في ذات يوم فأنت تعرف أنه عندما تصطدم الكرة البيضاء بكرة أخرى، ستتغيّر الحالة الحركية للكرتين على حد سواء. وسوف تتناقص سرعة الكرة البيضاء، كما يتغيّر اتجاه حركتها، ولذلك يقل زخمها، وفي الوقت نفسه تبدأ الكرة الأخرى تتحرك، ويزداد زخمها.

وفي أي تصادم يَنتقل الزخم من جسم إلى آخر. فكّر الآن في التصادم بين كرتي بلياردو، فإذا كان الزخم الذي تخسره إحدى الكرتين يساوي الزخم الذي تكسبه الكرة الأخرى فإن كمية الزخم الكلي لا تتغيّر. وعندما لا يتغيّر الزخم الكلي لمجموعة من الأجسام يكون الزخم محفوظًا.

الشكل ١٣ تتباطأ كرة البلياردو البيضاء عندما تضرب كرات البلياردو الأخرى؛ لأنها نقلت جزءًا من زخمها إلى الكرات الأخرى.

توقع ماذا يحدث لسرعة الكرة البيضاء، إذا أعطت زخمها كله لكرات البلياردو الأخرى؟

ستتوقف الكرة لأنه سيصبح زخمها مساوياً صفراً

قانون حفظ الزخم وفقًا لقانون حفظ الزخم Law of Conservation of Momentum يبقى الزخم الكلي لمجموعة من الأجسام ثابتًا ما لم تؤثّر قوًى خارجية في المجموعة. فكُرة البلياردو البيضاء والكرات الأخرى الموضّحة في الشكل ١٣ جميعها تُشكّل مجموعة الأجسام. والمقصود بقانون حفظ الزخم أن التصادمات التي تحدث بين هذه الأجسام لا تغيّر الزخم الكلي لمجموعة الأجسام بل القوى الخارجية فقط ـ ومنها قوة الاحتكاك بين كرات البلياردو والطاولة ـ هي التي يمكنها أن تُغيّر من مجموع الزخم الكلي لمجموعة الأجسام؛ حيث يؤدي الاحتكاك إلى تباطؤ حركة الكرات عندما تتدحرج على الطاولة، وبالتالي نقصان الزخم الكلي.

أنواع التصادمات يمكن أن تتصادم الأجسام معًا بطرائق مختلفة. ويُبيّن الشكل ١٤ نوعين من التصادم؛ إذ ترتد الأجسام المتصادمة أحيانًا بعضها عن بعض، كما يحدث مع كرة البولنج والأقماع، وفي تصادمات أخرى يتصادم جسمان فيلتحمان معًا بعد التصادم، كما يحدث مع لاعبي كرة القدم.

الشكل ١٤ عندما تتصادم الأجسام قد يرتد بعضها عن بعض، أو يلتحم بعضها ببعض.

عندما يتصادم أحد اللاعبين بالآخر ويمسك كل منهما بالآخر، فإنهما يلتحمان، ويتغيّر زخم كل منهما في أثناء التصادم.

عندما تضرب كرة البولنج الأقماع يرتد بعضها عن بعض، ويتغيّر زخم الكرة وزخم الأقماع في أثناء التصادم.

حلول
الحلول اون لاين
hulul.online

قبل أن يلتقط الطالب حقيبته كانت سرعته صفرًا.

يتحرّك الطالب بعد التصادم مع الحقيبة بسرعة أقل من سرعة الحقيبة قبل التصادم.

الشكل ١٥ انتقل الزخم من الحقيبة إلى الطالب.

استخدام قانون حفظ الزخم يمكن استخدام قانون حفظ الزخم للتنبؤ بالسرعة المتجهة للأجسام بعد تصادمها. وعند استخدام قانون حفظ الزخم نفترض أن الزخم الكلي للأجسام المتصادمة لا يتغيّر. فعلى سبيل المثال تخيّل نفسك تلبس مزلاجين في قدميك، كما في **الشكل ١٥**، ثم طلبت إلى زميلٍ لك أن يقذف إليك حقيبتك. عندما تلتقطها ستتحرّك أنت والحقيبة في الاتجاه نفسه الذي كانت تتحرّك فيه. ويمكن استخدام قانون حفظ الزخم لحساب سرعتك المتجهة بعد أن تلتقط حقيبتك. افترض أن كتلة الحقيبة تساوي ٢كجم، وأن سرعتها المتجهة الابتدائية تساوي ٥ م/ ث شرقًا، وأن كتلتك تساوي ٤٨كجم، بالطبع سرعتك الابتدائية تساوي صفرًا. ووفق قانون حفظ الزخم فإن:

الزخم الكلي قبل التصادم = زخم الحقيبة+ زخمك
= ٢ كجم × ٥ م/ ث شرقًا +٤٨ كجم × صفر م/ ث
= ١٠ كجم.م/ ث شرقًا

لا يزال الزخم الكلي هو نفسه بعد التصادم، إلا أنه بعد التصادم هناك جسم واحد متحرّك، وكتلة هذا الجسم تساوي مجموع كتلتك وكتلة الحقيبة. ويمكنك استخدام معادلة الزخم لإيجاد السرعة المتجهة النهائية.

الزخم الكلي بعد التصادم = (كتلة الحقيبة+كتلتك) × السرعة المتجهة
١٠ كجم.م/ ث شرقًا = (٢ كجم+٤٨ كجم) × السرعة المتجهة
١٠ كجم.م/ ث شرقًا = ٥٠ كجم × السرعة المتجهة
السرعة المتجهة = ٠,٢ م/ ث شرقًا

هذه هي سرعتك المتجهة أنت والحقيبة بعد أن التقطتها مباشرة. ولاحظ أن سرعتك المتجهة أنت والحقيبة معًا أقل كثيرًا من السرعة الابتدائية المتجهة للحقيبة. و**الشكل ١٦** يُبيّن نتيجة التصادم بين جسمين لم يلتصقا معًا.

العلوم عبر المواقع الإلكترونية

التصادم

ارجع إلى المواقع الإلكترونية عبر شبكة الإنترنت

للتوصّل إلى معلومات حول التصادم بين أجسام ذات كتل مختلفة.

نشاط ارسم أشكالًا توضّح التصادم بين كرة تنس الطاولة، وكرة البولنج، إذا كانتا تتحرّكان في الاتجاه نفسه، وإذا كانتا تتحرّكان في اتجاهين متعاكسين.

حلول
الحلول اون لاين
hulul.online

الشكل ١٦

من الممكن استخدام قانون حفظ الزخم لتوقع نتائج التصادمات بين أجسام مختلفة، سواءً أكانت أجسامًا ذرية تتصادم معًا بسرعات هائلة، أو تصادمات بين الكرات الزجاجية، كما هو مبيّن في هذه الصفحة. ماذا يحدث عندما تصطدم كرة زجاجية بكرة أخرى ساكنة؟ تعتمد نتيجة التصادم على كتلة كل من الكرتين الزجاجيتين.

أ هنا تصطدم كرة زجاجية كتلتها صغيرة بكرة أخرى ساكنة كتلتها أكبر. بعد التصادم ترتد الكرة الصغرى، وتتحرك الكرة الكبرى في اتجاه حركة الكرة الصغرى قبل التصادم.

ب هنا، تصطدم الكرة الكبرى بالكرة الصغرى الساكنة وتتحرك كلتا الكرتين بعد التصادم في الاتجاه نفسه. وتكون سرعة الكرة الصغرى دائماً أكبر من سرعة الكرة التي كتلتها أكبر.

ج إذا تصادم جسمان متماثلان في الكتلة ولها السرعة نفسها تصادمًا مباشرًا فإن كلًا منهما يرتد عن الآخر، ويتحركان في اتجاهين متعاكسين وبمقدار السرعة نفسه. ويساوي الزخم الكلي قبل التصادم وبعده صفرًا.

حلول
الحلول أون لاين
hulul.online

التصادم والارتداد في بعض التصادمات ترتد الأجسام المتصادمة بعضها عن بعض، كما يحدث بين السيارات الصغيرة في مدينة الألعاب الموضّحة في **الشكل ١٧**. ويمكن استخدام قانون حفظ الزخم لتحديد الكيفية التي تتحرّك بها هذه الأجسام بعد التصادم.

الشكل ١٧ عندما تتصادم السيارات الصغيرة في مدينة الألعاب يرتد بعضها عن بعض، وينتقل الزخم بينها.

فعلى سبيل المثال، افترض أن جسمين متماثلين اصطدما وجهًا لوجه بالسرعة نفسها، ثم ارتد كل منهما عن الآخر. يكون زخم كل من الجسمين قبل التصادم متساويًا، إلاّ أن زخميهما في اتجاهين متعاكسين؛ لذا يساوي الزخم الكلي للجسمين قبل التصادم صفرًا. وإذا كان الزخم محفوظًا وجب أن يكون الزخم الكلي بعد التصادم صفرًا أيضًا. وهذا يعني أن الجسمين يجب أن يتحرّكا في اتجاهين متعاكسين، ومقدار سرعة الجسم الأول مساوٍ لمقدار سرعة الجسم الثاني. وسيساوي الزخم الكلي مرة أخرى صفرًا.

مراجعة الدرس ٣

الخلاصة

الكتلة والقصور الذاتي

- القصور الذاتي هو ميل الجسم إلى مقاومة أي تغيّر في حالته الحركية، ويزداد القصور الذاتي بزيادة كتلة الجسم.

الزخم (كمية الحركة)

- يرتبط زخم جسم متحرّك مع درجة صعوبة إيقافه، ويمكن حسابه بالمعادلة الآتية:

$$\text{خ} = \text{ك ع}$$

- يكون اتجاه زخم جسم ما في اتجاه سرعته المتجهة نفسها.

حفظ الزخم

- ينص قانون حفظ الزخم على أن الزخم الكلي لمجموعة من الأجسام يبقى ثابتًا ما لم تؤثر قوًى خارجية في المجموعة.
- عندما يتصادم جسمان فإمّا أن يدفع أحدهما الآخر، أو يلتصق الجسمان معًا.

اختبر نفسك

١. **فسّر** كيف ينتقل الزخم عندما يضرب لاعب الجولف الكرة بمضربه؟

٢. **بيّن** هل زخم جسم يتحرّك في مسار دائري بسرعة مقدارها ثابت يكون ثابتًا أم لا؟

٣. **وضح** لماذا يتغيّر زخم كرة بلياردو تتدحرج على سطح الطاولة؟

٤. **التفكير الناقد** إذا تحرّكت كرتان متماثلتان بسرعتين متساويتين كل منهما في اتجاه الأخرى، فكيف تكون حركتهما إذا التحمتا معًا بعد التصادم؟

تطبيق الرياضيات

٥. **الزخم** ما زخم كتلة مقدارها ١,٠ كجم، إذا تحركت بسرعة متجهة ٥ م/ ث غربًا؟

٦. **حفظ الزخم** اصطدمت كرة كتلتها ١ كجم كانت تتحرّك بسرعة متجهة ٣ م/ ث شرقًا بكرة أخرى كتلتها ٢ كجم فتوقّفت. إذا كانت الكرة الثانية ساكنة قبل التصادم فاحسب سرعتها المتجهة بعد التصادم.

حلول
الحلول أون لاين
hulul.online

الصفحة 97:

ج1: عند اصطدام المضرب بالكرة ينتقل جزء من زخم المضرب إلى الكرة فتتحرك الكرة

ج2: لا، لأن الزخم يعتمد على السرعة المتجهة التي لها اتجاها لكن المسار الدائري يتغير فيه الاتجاه باستمرار

ج3: يقل زخم كرة البلياردو عندما تدحرج على الطاولة لأن سرعتها المتجهة تقل بسبب احتكاكها بالطاولة

ج4: يكون الزخم قبل التصادم - الزخم بعد التصادم

الزخم قبل التصادم - صفراً لأن ك١ ع١ = - ك2 ع2

لذلك فإن الزخم قبل التصادم = ك١ ع١ + ك2 ع2 = صفر

إذا الزخم بعد التصادم = صفر لذا عند التحام الكرتين معاً تتوقف الكرة

ج5: خ = ك ع = 0.1 كجم × 5 م/ث غرباً = كجم . م / ث غرباً

ج6: الزخم قبل التصادم = (1كجم × 3 م /ث شرقاً) + (2 كجم × 0 م /ث)

الزخم قبل التصادم = 3 كجم . م / ث شرقاً

الزخم قبل التصادم = الزخم بعد التصادم

3 كجم . م / ث شرقاً = (1 كجم × 0 م/ث) + (2× ع)

ع = 1.5 م /ث شرقاً

حلول
الحلول اون لاين
hulul.online

اختبارات الأمان في السيارات

الأهداف

- تُرَكِّب سيارة سريعة.
- تصمم سيارة آمنة، تكفي لحماية بيضة بلاستيكية من تأثير القصور الذاتي عند تحطم السيارة.

المواد والأدوات

صينية خفيفة من البولسترين، كأس من البولسترين، ماصة عصير، دبابيس مختلفة، لاصق، بيضة بلاستيكية.

إجراءات السلامة

تحذير: وفر لبيضتك الحماية من الأجسام المتطايرة.

سؤال من واقع الحياة

تخيل نفسك مصمم سيارات، كيف يمكنك أن تصنع تصميمًا لسيارة جذابة وسريعة وآمنة؟ عندما تصطدم السيارة بجسم آخر فإن القصور الذاتي للركاب يبقيهم متحركين، كيف تحمي ركاب سيارتك من أثر هذا التصادم؟

تكوين فرضية

طور فرضية حول كيفية تصميم سيارة يمكنها نقل بيضة بلاستيكية، بسرعة وأمان، عبر مسار خاص، ثم تتحطم في النهاية.

اختبار فرضية

تصميم خطة

١. تأكد من اتفاق طلاب مجموعتك معك على صياغة الفرضية.

٢. ارسم مخططًا لتصميمك، وجهز قائمة بالأدوات والمواد اللازمة، تأكد أنه لجعل السيارة تتحرك بسهولة يجب أن تدخل الماصة الصغيرة في الماصة الكبيرة

حلول
الحلول اون لاين
hulul.online

حلول
الحلول اون لاين
hulul.online

استخدام الطرائق العلمية

٣. في أثناء قيام زملائك الآخرين في المجموعة بوضع تفاصيل القائمة، قم أنت باختبار فرضياتك.

٤. اجمع المواد اللازمة لإنجاز تجربتك.

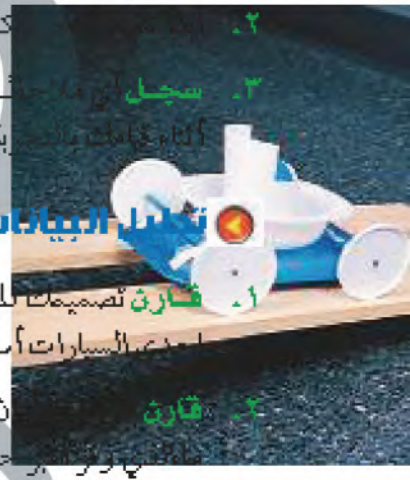
تنفيذ الخطة

١. تأكد أن معلمك قد وافق على خطتك قبل أن تبدأ التنفيذ، وخذ بعين الاعتبار أي اقتراح يضيفه معلمك إلى خطتك.

٢. [illegible] كما خططت لها.

٣. **سجل** [illegible] ات تشاهدها في

[illegible] بة، بما في ذلك التحسينات التي تنوي إدخالها على تصميمك.



تحليل البيانات

١. **قارن** تصميمك للسيارة، مع تصاميم طلاب المجموعات الأخرى. ما الذي جعل [illegible] السيارات أسرع، والأخرى أبطأ؟

٢. **قارن** [illegible] ن التي اتبعتها في سيارتك مع عوامل الأمان في السيارات الأخرى. [illegible] الحماية للبيضة؟ وكيف تُحسن جوانب النقص في تصميمك؟

٣. **توقع** ما أثر تخفيض السرعة في سيارتك على سلامة البيضة؟

الاستنتاج والتطبيق

١. **لخص** كيف يمكنك عمل أفضل تصميم للسيارة يساعد على توفير الحماية للبيضة؟

٢. **طبق** لو كنت مصمم سيارات حقًا، فما الذي تقدمه لتوفير حماية أكبر للركاب من حوادث الوقوف المفاجئ؟

تواصل

بياناتك

اكتب فقرة تصف فيها الطرائق التي تصمم بها سيارة لتحمي ركابها بكفاءة، وضمّن ذلك الرسوم التوضيحية الضرورية.

حلول
الحلول اون لاين
hulul.online

ما يعود حولك يعود إليك

قصة البومرينج

تجتمع أحيانًا مجموعة من الناس في أستراليا على أرض مستوية مفتوحة، فيتقدم أحدهم خطوة إلى الأمام، وبحركة خاطفة يقذف قطعة خشبية مقوّسة، تنطلق محلّقة في الهواء، ثم تعود بعد ذلك إلى يد مُطلقها. ثم يتقدم آخر ليقذف هذه القطعة من جديد، ويليه ثالث.. وهكذا تمتد المنافسة طيلة اليوم.

هذه المنافسة تتم بإلقاء ما يسمى البومرينج (Boomerangs)، وهي قطعة خشبية منحوتة بدقة، وبسبب شكلها هذا فإنها تعود إلى يد من أطلقها.

يعود هذا التصميم المدهش إلى ١٥٠٠٠ سنة خلت. ويعتقد العلماء أنّ البومرينج طُوّرَ عن هراوة صغيرة كانت تُستخدم لتدويخ الحيوانات ثم قتلها لأجل الطعام. وكانت الهراوات ذات الأشكال المختلفة تحلّق بطرائق مختلفة، ومع الزمن تطور شكلها حتى أصبحت على الصورة الموجودة اليوم.

وكذلك كانت تستعمل للعب والمتعة. وما زال البومرينج يُستخدم إلى اليوم بوصفه رياضة شعبية ممتعة، يتنافس فيها المحترفون مظهرين قوتهم وبراعتهم.

وللبومرينج أشكال متعددة، غير أنها تشترك معًا في صفات عدّة. منها أن البومرينج يُشكل ليُحاكي جناح الطائرة، فأحد أطرافه مستوٍ والآخر محدّب. ومنها أيضًا أن البومرينج مقوّس، وهذا ما يجعله يدور حول نفسه في أثناء تحليقه. هاتان الصفتان تحددان الديناميكا التي تُعطي البومرينج مسار التحليق الفريد الخاص به.

ويبقى البومرينج مصدرًا للإثارة لمئات السنين، منذ بداية استخدامه أداة للصيد وإلى اليوم، حيث يُستخدم في البطولات العالمية.

تصميم يُصنع البومرينج من مواد مختلفة. ابحث لتعرف كيفية صناعة البومرينج. وبعد أن تصنع واحدًا منه ويصنع زميلك آخر تنافسا معًا في قذفهما.

العلوم عبر المواقع الإلكترونية
ابحث: ارجع إلى الموقع الإلكتروني
www.obeikaneducation.com