مشروع حركة المقذوفات بالخطوات

دراسة نظرية وتطبيقية لاستقلالية الحركة في بُعدين وأثر زاوية الإطلاق على المدى الأفقي

إعداد الطالب / المجموعة: _____	**الصف:** _____ **إشراف المعلم/ة:** _____

أولاً: المقدمة

تُعد حركة المقذوفات (Projectile Motion) من أهم التطبيقات الفيزيائية للحركة في بُعدين تحت تأثير قوة الجاذبية الأرضية، حيث يتحرك الجسم المقذوف في مسار منحنٍ يُعرف بالقطع المكافئ. وتظهر أهمية هذا المفهوم في العديد من التطبيقات الحياتية والهندسية والرياضية، مثل حساب مسارات الكرات في الألعاب الرياضية، وتصميم أنظمة الإطلاق، وتحديد نقاط سقوط الأجسام بدقة.

يهدف هذا المشروع إلى التحقق عملياً من القوانين الفيزيائية الحاكمة لحركة المقذوفات، واستقصاء العلاقة بين زاوية الإطلاق والمدى الأفقي الذي يقطعه الجسم عند ثبات سرعته الابتدائية.

ثانياً: العرض (الإطار النظري والخطوات الإجرائية)

1. الأساس النظري والمعادلات الفيزيائية

عند إهمال مقاومة الهواء، تتحلل حركة المقذوف إلى مركبتين مستقلتين: مركبة أفقية ذات سرعة ثابتة لعدم وجود تسارع أفقي، ومركبة رأسية تخضع لتسارع الجاذبية الأرضية ($g \approx 9.8\ m/s^2$).

مركبتا السرعة الابتدائية:	$v_{ix} = v_i \cdot \cos(\theta)$	$v_{iy} = v_i \cdot \sin(\theta)$
المدى الأفقي وزمن التحليق:	$d_x = v_{ix} \cdot t$	$d_y = v_{iy} \cdot t - \frac{1}{2} g \cdot t^2$

2. الأدوات المستخدمة

- أداة إطلاق ميكانيكية (منجنيق مصغر أو قاذف زنبركي) أو برنامج محاكاة المقذوفات الرقمي (PhET).
- كرة صغيرة متماثلة الكتلة، شريط قياس متري، منقلة لقياس زوايا الإطلاق، وساعة إيقاف رقمية.

3. خطوات تنفيذ التجربة

1. **تثبيت السرعة الابتدائية:** ضبط نابض الإطلاق على درجة شد ثابتة في جميع المحاولات لتوحيد السرعة الابتدائية (v_i).
2. **ضبط زوايا الإطلاق:** توجيه أداة الإطلاق بزاوية (30°) باستخدام المنقلة، وإطلاق الكرة ثلاث مرات متتالية لقياس المدى الأفقي (d_x) وزمن التحليق (t) وحساب المتوسط.
3. **تكرار التجربة عند زوايا مختلفة:** إعادة الخطوة السابقة عند الزاويتين (45°) و(60°)، بالإضافة إلى رصد القيم عند (15°) و(75°) لرسم المنحنى البياني.
4. **الحساب النظري:** تعويض قيمة السرعة الابتدائية وزاوية الإطلاق في المعادلات الفيزيائية لحساب المدى النظري ومقارنته بالمدى العملي المقاس.

4. جدول تسجيل البيانات التجريبية والنظرية

البيانات المسجلة أدناه تمثل نتائج التجربة عند تثبيت السرعة الابتدائية عند ($v_i = 10\ m/s$) وتسارع الجاذبية ($g = 9.8\ m/s^2$):

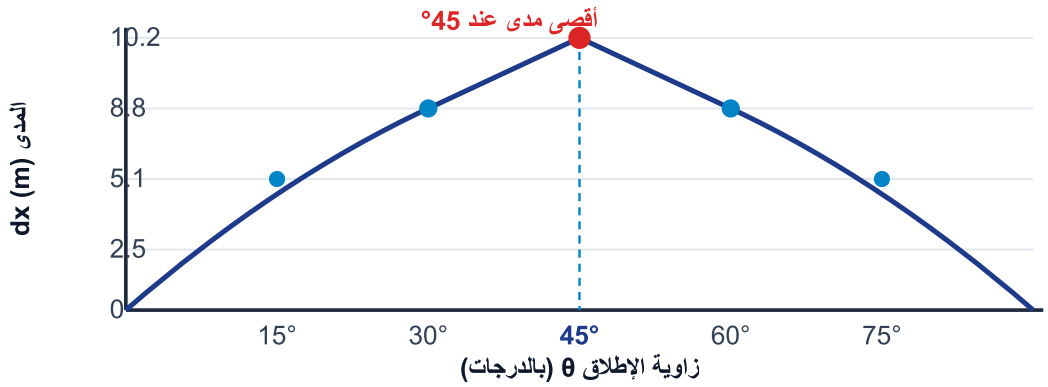
زاوية الإطلاق (θ)	متوسط الزمن t (s)	المدى العملي d_x (m)	المدى النظري d_x (m)	نسبة الخطأ (%)
30°	1.02	8.65	8.84	2.15%
45°	1.44	9.95	10.20	2.45%
60°	1.77	8.60	8.84	2.71%

طريقة حساب القيم النظرية ونسبة الخطأ (مثال عند الزاوية 45°):

- **الزمن النظري للتحليق:** $t = (2 \cdot v_i \cdot \sin 45°) \div g = (2 \times 10 \times 0.707) \div 9.8 \approx 1.44\ s$
- **المدى الأفقي النظري:** $d_x = (v_i \cdot \cos 45°) \cdot t = (10 \times 0.707) \times 1.44 \approx 10.20\ m$
- **نسبة الخطأ المئوية:** $\%\ Error = (|10.20 - 9.95| \div 10.20) \times 100 = 2.45\%$

ثالثاً: الرسم البياني للعلاقة بين زاوية الإطلاق والمدى الأفقي

يوضح الرسم البياني التالي السلوك الفيزيائي النظري للمدى الأفقي (d_x) بوحدة المتر كدالة في زاوية الإطلاق (θ) عند ثبات السرعة الابتدائية ($v_i = 10\ m/s$) وإهمال مقاومة الهواء:



شكل (1): منحنى تغير المدى الأفقي للمقذوف بتغير زاوية الإطلاق وتماثل المدى للزوايا المتتامة (30° و 60°).

رابعاً: تحليل النتائج

- **أثر الزاوية على المركبتين:** كلما زادت زاوية الإطلاق ازدادت المركبة الرأسية للسرعة (v_{iy}) فيزداد زمن التحليق وأقصى ارتفاع، بينما تقل المركبة الأفقية (v_{ix}).
- **الزوايا المتتامة:** يتساوى المدى الأفقي نظرياً عند إطلاق المقذوف بزاويتين متتامتين مجموعهما 90° (مثل 30° و 60°)، حيث يعوّض طول زمن التحليق في الزاوية الأكبر نقص السرعة الأفقية.
- **مصادر التباين بين القيم العملية والنظرية:** يعود أي فرق طفيف بين القراءات المقاسة والحسابات النظرية إلى مقاومة الهواء، والاحتكاك الميكانيكي في أداة الإطلاق، ودقة رصد لحظة السقوط.

خامساً: الاستنتاج

نستنتج من هذه الدراسة أن حركة المقذوفات تحكمها معادلات الحركة المستقلة في المحورين الأفقي والرأسي، وأن **زاوية الإطلاق (45°) تحقق أقصى مدى أفقي ممكن** عند ثبات السرعة الابتدائية وتساوي مستوى الإطلاق والسقوط وبإهمال مقاومة الهواء.

سادساً: الخاتمة

ختاماً، يبرهن هذا المشروع على التكامل الوثيق بين القوانين الفيزيائية النظرية والتطبيق العملي المخبري، مما يعزز مهارات التفكير العلمي، وتحليل البيانات، وتفسير الظواهر الحركية في الطبيعة بدقة وموضوعية.

سابعاً: المصادر التعليمية

- كتاب الفيزياء للمرحلة الثانوية — وحدة الحركة في بُعدين وحركة المقذوفات.
- منصة المحاكاة التفاعلية للعلوم والرياضيات (PhET Interactive Simulations) — مختبر حركة المقذوفات.
- سيرواي، ريموند؛ جيويت، جون. *الفيزياء للعلماء والمهندسين (Physics for Scientists and Engineers)* — فصل الحركة في بعدين.