# كنيماتيكا الحركة في المقذوفات

**تمهيد:**

موضوع المقذوفات من المواضيع الهامة في مجال الميكانيكا الحيوية؛ فكثير من الرياضات إما تسير حركتها وفق قوانين المقذوفات، وإما تسير بعض مهاراتها وفق قوانينها. كما أن في هذه الانشطة يكون اللاعب هو الجسم المقذوف كالوثب العالي والطويل..أو يتعامل مع أداة كمقذوف كما في ألعاب الكرة وأنواع الرمي بألعاب القوى. (صريج، 2010، 211، 217).

**خصائص الحركة في المقذوفات:**

الجسم المقذوف يتصف في حركته بالعديد من الخصائص والتي نوجزها في التالي:

-حركة الجسم المقذوف تتأثر بالسرعة الابتدائية (ع1) (vi) التي قذف بها.

-حركة الجسم المقذوف لا تتأثر بكتلته (ك) (m).

-حركة الجسم المقذوف تتأثر بالزاوية (θ) التي قذف من خلالها.

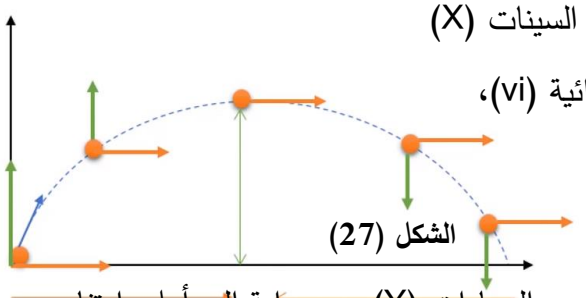
-مسار المقذوف يتم تحليله الحركي وفق مركبتي معلم السينات (X) والصادات (Y). كما بالشكل (27).

-السرعة (ع) لحركة الحسم المقذوف ثابتة على محور السينات (X)

من بداية إلى نهاية الحركة وهي تساوي السرعة الابتدائية (vi)،

وبذلك يكون التسارع على محور السينات (X)

يساوي صفر، أي (a = 0).



الشكل (27)

-السرعة (v) لحركة الحسم المقذوف متناقصة على محور الصادات (Y) من بداية إلى أعلى ارتفاع، حيث يصبح الجسم ساكنا أي (v= 0) ، وتكون بعد ذلك متزايدة إلى نهاية الحركة، حيث تكون السرعة (v ) في أعلى قيمة لها.

-إذا كان تسارع حركة الجسم المقذوف على محور السينات (X) يساوي صفر، فإن تسارع الجسم المقذوف على محور الصادات (Y) هو تسارع الجاذبية الأرضية (g) وهو مقدار ثابت (9.82 م/ث²)، اي أن التسارع منتظم من بداية الحركة إلى نهايتها.

-حركة المقذوف تتخذ مسارا من بداية الحركة حتى نهايتها شكل القطع المكافئ، كما في الشكل (27).

-أكبر مدى أو Range (R) أفقي للجسم المقذوف يكون عند القذف بزاوية (45°).

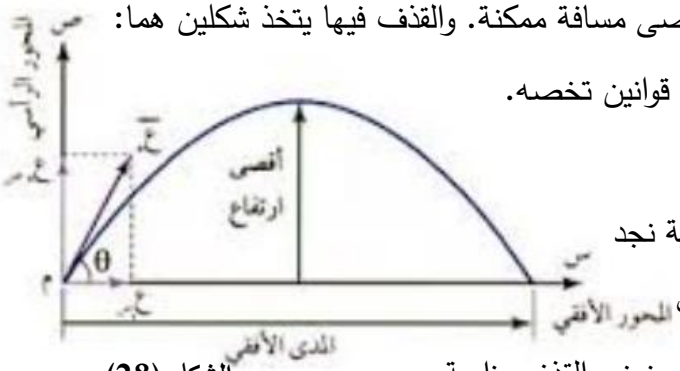
-دراسة حركة المقذوفات تكون ضمن المسار الأفقي أو الرأسي أو المنحني.

## دراسة مسارات المقذوفات:

ذكرنا أن الجسم المقذوف سواءا كان الجسم البشري أو الأداة يتبع مسارا معينا حسب نوعية القذف، أوحسب نوعية الهدف الميكانيكي المراد بلوغه من القذف كتحقيق اقصى مسافة، أو أقصى ارتفاع أو تحقيق مستوى عالى من الدقة في التصويب...(طلحة، 1993، 293)، وعليه تكون الدراسة كالتالي:

**دراسة المسار للجسم المقذوف بهدف تحقيق أقصى مسافة أو مدى:** (جيمس، 2007، 33، 44)

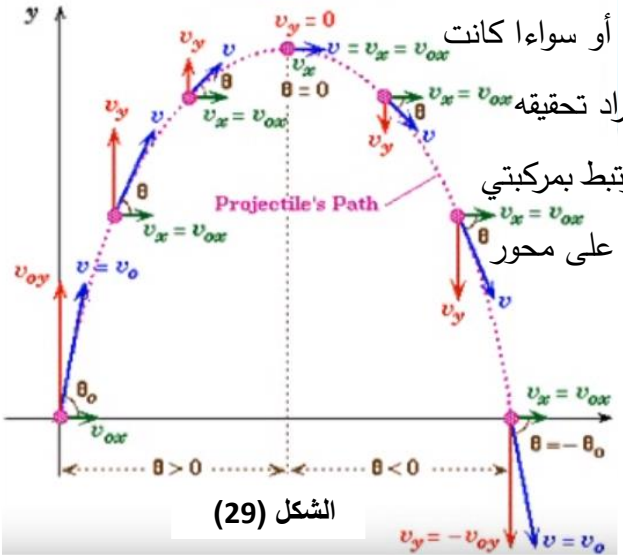
مهارات كالوثب الطويل، والرمي بأنواعه في ألعاب القوى، والقفز التزلّجي في بعض الرياضات الشتوية...هي مهارات هدفها الميكانيكي تحقيق أقصى مسافة ممكنة. والقذف فيها يتخذ شكلين هما: القذف بزاوية والقذف الأفقي، وكلا هما يعتمد على قوانين تخصه.



**الشكل (28)**

**قوانين القذف بزاوية:**

من الرياضات التي يكون فيها القذف بزاوية نجد مثلا الوثب الطويل ومختلف أنواع الرمي في ألعاب القوى، وبعض مهارات قذف الكرة في ألعاب الكرة. ونعني القذف بزاوية أن مسار الجسم المقذوف سواءا كان جسم الرياضي أو سواءا كانت الأداة يكون بزاوية معينة والتي تؤثر على المدى المراد تحقيقه من تلك الرياضة. أي أن حركة المقذوف ومساره مرتبط بمركبتي الحركة على الزاوية التي يتحرك بها الجسم المنطلق على محور السينات ومحور الصادات،كما في الشكل (28) .



**الشكل (29)**

**السرعة ككمية متجهة:**

يمكن تحليل مكونات السرعة ككمية ذات اتجاه من خلال حساب مقاديرها بالطرق الرياضية الخاصة بالمعلم المتعامد كما في الشكل (29). حيث تكون مركبة السرعة على المحور الأفقي محور السينات (X) هي (Vx)، وعلى المحور الرأسي محور الصادات (Y) هي (Vy)، ومن ثم يمكن حساب كل من هاتين المكونتين لحركة الجسم المقذوف على مستوى فراغي واحد في أي لحظة أثناء مساره.

عندما تكون حركة الجسم المقذوف موازية لسطح الأرض نتحدث عن السرعة الأفقية، أما إذا تحرك إلى أعلى أو إلى أسفل نتحدث عن السرعة الرأسية أو العمودية.

## العناصر المؤثرة في مسار الحركة للجسم المقذوف:

أثناء قذف الجسم في الفضاء، فإن هذا الأخير يتأثر مساره بالسرعة الابتدائية التي قذف بها، وبمقومة الهواء(غالبا ما تهمل)، وبتسارع الجاذبية الأرضية، وبزاوية القذف. (جيمس، 2007، 33)

**تأثير السرعة الابتدائية:** عند قذف الجسم أو الأداة فإنه يتحرك بسرعة ابتدائية (Vo) أو (Vi)هي السرعة التي أطلقها القاذف نفسه، وعليه فإن دراسة سرعة الجسم المقذوف تتم وفق المركبتين السينية والصادية.

**بالنسبة للسرعة على المركبة السينية أو المحور الأفقي** فتكون ثابتة وفي نفس اتجاه الحركة على طول المسار، وهي سرعة القذف. فحسب قانون نيوتن الأول فإن الجسم في الفضاء يبقى على حاله ما لم تؤثر عليه قوة تغير من حركته. وهذا يعني a = 0. وبتطبيق معادلة التسارع: $\mathbf{a = (v_2 - v_1)/ t}$ أو بصياغة أخرى تصبح معادلة التسارع الخطي $\mathbf{a = (Vf - Vi)/t}$ ، حيث: a: التسارع، و $\mathbf{v_2}$ = Vf :السرعة النهائية و $\mathbf{v_1}$ = Vi:السرعة الابتدائية، و t : الزمن. ومنه معادلة السرعة الأفقية (Vx) كالأتي: $v_2 = v_1 + at$ ، $v_2 = v_1 + 0$، إذن؛ $v_2 = v_1$ أو **Vx = Vfx = Vix** وبما أن السرعة الأفقية تخص محور السينات فإننا نتعامل مع جب تمام الزاوية (cosθ) وتصبح المعادلة كالأتي: $\mathbf{Vx = Vix \cos(\theta)}$

**بالنسبة للسرعة على المركبة الصادية أو المحور الرأسي** فتكون متغيرة متناقصة في اتجاه الحركة حتى يصل المقذوف إلى أقصى ارتفاع، وعندها تنعدم السرعة، ثم تتزايد حتى لحظة الارتطام. ويرجع سبب هذا التغير إلى تأثر سرعة القذف بالجاذبية الأرضية.

**تأثير تسارع الجاذبية الأرضية:** الجسم المقذوف بزاوية تؤثر في حركته الرأسية قوة الجاذبية، وبتطبيق نفس المعادلة السابقة للتسارع، وبتعويض (a) ب (g) نحصل على: $\mathbf{g = (Vf - Vi)/t}$ ، ومنه نجد أن معادلة السرعة الرأسية(Vy) كالأتي: $\mathbf{Vy = Viy - gt}$ ، وبما أن تسارع الجاذبية يأخذ القيمة السالبة، فإن: $\mathbf{Vy = Vfy = Viy - gt}$

وبما أن السرعة الرأسية تخص محور الصادات فإننا نتعامل مع جيب الزاوية Sin (θ) وتصبح المعادلة كالأتي : $\mathbf{Vy = Vyi \sin(\theta) - gt}$

**تأثير زاوية القذف:** بما أن الجسم المقذوف بزاوية تؤثر على حركته الأفقية السرعة الابتدائية التي قذف بها فقط بينما تؤثر في حركته الرأسية قوة تسارع الجاذبية، فإن تحقيق أقصى مسافة أومدى يكمن في قيمة زاوية الانطلاق التي قذف بها، ونشير هنا إلى أن زاوية الانطلاق التي يتساوىعندها مقدار مركبتي السينات والصادات هي الزاوية 45°.