حساب سرعة الجسم المقذوف: ذكرنا أن السرعة (V)هي محصلة مركبتي السرعة (Vx) ، (Vy) على محوري السينات والصادات؛ حيث $Vx = Vix \cos(\theta)$ ، و $Vy = Vyi \sin(\theta) - gt$،

أما محصلة السرعة فيتم حسابها بقانون المثلثات $V= \sqrt{Vx^2 + Vy^2}$.

حساب إزاحة الجسم المقذوف: وصول الجسم المقذوف إلى أقصى مدى والذي يمثل الإزاحة الأفقية، يعني أن الارتفاع يساوي صفر أي $H = 0$ ، بينما عند وصول الجسم المقذوف إلى أقصى ارتفاع، والذي يمثل الإزاحة الرأسية، يعني أن السرعة الرأسية تساوي صفر أي $Vy = 0$، وبالرجوع إلى معادلات الحركة نحصل: في معادلة التسارع نجد أن معادلة الزمن (t) يساوي: $t= (v_2-v_1)/g$

وفي معادلة السرعة (v) بدلالة المسافة (d) نجد: $v= d/ t$ ، أو $d= vt$، وكما أن معادلة السرعة المتوسطة هي: $v= (v_2+v_1)/2$ وبالتعويض في معادلة المسافة نجد: $d= (v_1+v_2)/ 2t$ ، وبتعويض v2 كما في المعادلة ($v_2= v_1-gt$) نجد: $d= (v_1+v_1-gt)/2t$، أي $d= (2v_1-gt)2t$، و $v_1= vi$ ومنه $d = vit - ½ gt^2$ ، ومعادلة المسافة الأفقية أو المدى (R) والتي تكون على محور السينات، وعلى اعتبار أن الجاذبية (g) لا تؤثر في المسارالأفقي أي g=0، فإن: $R = vit \cos(\theta)$.

حيث:R : المدي الأفقي الأقصى، و $Vyi =Vix = Vi$: السرعة الابتدائية و t : زمن الطيران الكلي، و $\cos(\theta)$: جيب تمام زاوية القذف. ومعادلة اللارتفاع الرأسي (H) والتي تكون على محور الصادات، هي: $H = vit \sin(\theta)- ½ gt^2$ ، ومنه فالإزاحة أو مسار الحركة (r)هو محصلة أقصى مدى وأقصى ارتفاع يحققه الجسم المقذوف ويمكن حسابه كذلك بقانون المثلثات: $r = \sqrt{R^2 + H^2}$

حساب زمن الطيران أو التحليق للجسم المقذوف: ويسمى بالزمن الكلي الذي يقضيه الجسم المقذوف في الفضاء من لحظة قذفه إلى لحظة ارتطامه بسطح الأرض. وهذا يعني عند انقضاء الزمن الكلي يكون الارتفاع معدوما، أي $H = 0$، وبتطبيق ذلك في معادلة أقصى ارتفاع:$H = vit \sin(\theta)- ½ gt^2$

$0 = vit \sin(\theta)- ½ gt^2$ ، أي $vit \sin(\theta) = ½ gt^2$ ، ومنه تكون معادلة الزمن الكلي كالأتي:

$$t= 2vi \sin(\theta)/ g$$

حساب زمن أقصى ارتفاع للجسم المقذوف: وهو الزمن الذي يقضيه الجسم المقذوف في الطيران في الفضاء من لحظة قذفه إلى غاية وصوله إلى أقصى ارتفاع، وهذا يعني أن انقضاء زمن الارتفاع يكون عندما تكون السرعة الرأسية معدومة أي $Vy = 0$ ، وبتطبيق ذلك في معادلة السرعة الرأسية نجد:

$Vy = Vyi \sin(\theta) - gt$، أي $0 = Vyi \sin(\theta) - gt$، أي $Vyi \sin(\theta) = gt$ ، ومنه

تكون معادلة زمن أقصى ارتفاع كالأتي: $t= Vyi \sin(\Theta)/ g$ ، أو $t= Vi \sin(\Theta)/ g$

ومنه تكون معادلة الإزاحة الرأسية عند أقصى ارتفاع، وهذا بتعويض معادلة الزمن نجد:

$$H = vit \sin(\Theta) - \tfrac{1}{2} gt^2 \quad \text{أو} \quad H = vi(Vi \sin(\Theta)/ g) \sin(\Theta) - \tfrac{1}{2} g(Vi \sin(\Theta)/ g)^2$$

$$H = vi^2 \sin^2(\Theta) / 2g$$

حساب زاوية القذف لتحقيق اقصى مدى: ذكرنا أن تحقيق أقصى مسافة أومدى للجسم المقذوف بزاوية يكمن في السرعة الابتدائية التي قذف بها، إضافة إلى قيمة زاوية الانطلاق التي قذف بها. ولمعرفة مقدار الزاوية التي تحقق أقصى مدى نرجع إلى معادلة أقصى مدى **(R)** ومعادلة زمن التحليق الكلي **(t)**. **حيث:** $R = vit \cos(\Theta)$ ، و $t= 2vi \sin(\Theta)/ g$. ومنه تكون معادلة الإزاحة الأفقية عند أقصى مدى، وهذا بتعويض معادلة الزمن كما يلي: $R = vi(2vi \sin(\Theta)/ g) \cos(\Theta)$ ، أي $R = vi^2 \sin2(\Theta)/ g$ أو $R = \frac{vi^2}{g} \sin2(\Theta)$ ، نلاحظ أن المدى يكون في أقصاه عندما يكون جيب الزاوية $\sin2(\Theta)= 1$ أي $2(\Theta)= 90°$، وهذا يعني أن الزاوية التي تحقق أقصى مدى هي $(\Theta)= 45°$.

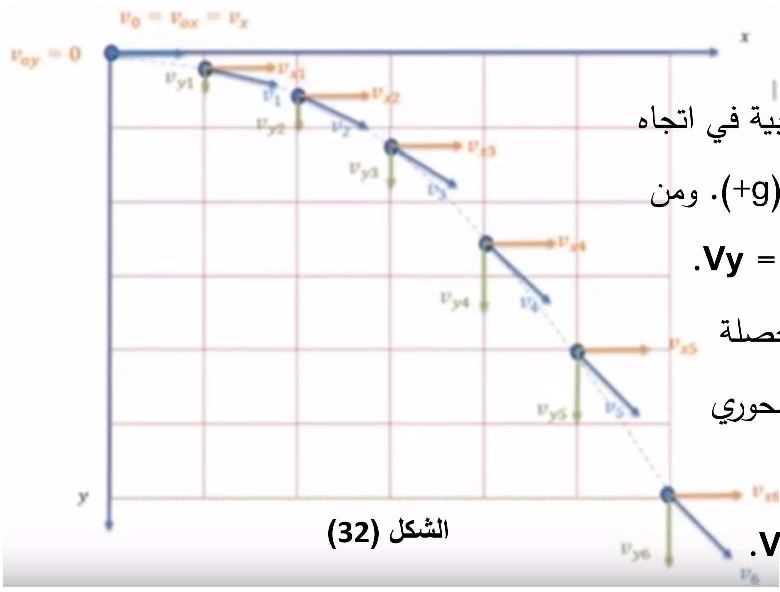
قوانين القذف الأفقي:

الشكل (31)

من الرياضات التي يكون فيها القذف أفقي نجد على سبيل المثال رياضة القفز التزلجي، حيث يقفز اللاعب من أعلى منصة أفقية، وهذا بعد اكتساب سرعة ابتدائية من التزلج على مسار منحدر، كما في الشكل (31). ويعني ذلك أن قذف الجسم يكون بدون زاوية انطلاق، وبذلك يؤثر في مسار الحركة كل من السرعة الابتدائية الأفقية على محور السينات، وتسارع الجاذبية الأرضية على محور الصادات؛ حيث من المفترض أن الجسم المقذوف يسير بشكل أفقي وبسرعة منتظمة تساوي سرعة القذف الأبتدائية، إلا أن الجاذبية الأرضية تؤثر على حركته فتجذبه نحو الأسفل فيأخذ شكل المنحنى أو القطع المكافئ، ويمكن توضيح ذلك من خلال الشكل (32).

حساب سرعة الجسم المقذوف: عند قذف الجسم افقيا تكون له سرعة ابتدائية على محور السينات، بينما تنعدم على محور الصادات، كما هو مبين في الشكل (32)،ومن ثم تكون السرعة الأفقية منتظمة وقيمتها

هي مقدار السرعة الابتدئية التي قذف بها، حيث لا توجد أي قوة أخرى تؤثر عليه، ومن ثم تكون معادلة السرعة الأفقية: **Vx = Vix** .



الشكل (32)

بينما السرعة الرأسية تتأثر بفعل الجاذبية في اتجاه حركة السقوط :أي التعامل يكون مع (+g). ومن ثم تكون معادلة السرعة الرأسية : **Vy = gt**.

ذكرنا أن السرعة (V)هي محصلة مركبتي السرعة (Vx) ، (Vy) على محوري السينات والصادات؛ حيث يتم حسابها بقانون المثلثات **V**= $\sqrt{Vx^2 + Vy^2}$.

حساب إزاحة الجسم المقذوف: للوصول الجسم المقذوف إلى أقصى مدى والذي يمثل الإزاحة الأفقية، وبالرجوع إلى معادلات الحركة نحصل على: معادلة المسافة الأفقية أو المدى (R) والتي تكون على محور السينات، وعلى اعتبار أن الجاذبية (g) لا تؤثر في المسار الأفقي أي g=0، فإن: **R = Vxt**

حيث:**R** : المدي الأفقي الأقصى، و**Vx = Vix** : السرعة الابتدائية (حيث أن السرعة الابتدائية التي قذف بها الجسم هي نفسها على مركبتي السرعة بمحور السينات ومحور الصادات، فالسرعة منتظمة)، و **t**: زمن التحليق.

حساب زمن الطيران أو التحليق للجسم المقذوف: ويسمى بالزمن الكلي الذي يقضيه الجسم المقذوف في الفضاء من لحظة قذفه إلى لحظة ارتطامه بسطح الأرض. وهذا يعني أنه عند انقضاء الزمن الكلي يكون الجسم قد قطع مقدارا من المسافة الرأسية نزولا في اتجاه تسارع الجاذبية الأرضية، في شكل سقوط حر ، وبتطبيق ذلك في معادلة السقوط الحر نجد:**y = vyot +½ gt²**   حيث: **y** : مسافة السقوط الحر (المسافة الرأسية)، و**vyo** : السرعة الأبتدائية الرأسية. وهي تساوي صفر أي **vyo = 0**، و**t** : زمن السقوط أو القذف الأفقي، و**g** : تسارع الجاذبية الأرضية. ومنه **y = 0t +½ gt²**

أي **y = 0 +½ gt²** ، أي   **y = ½ gt²**

ومنه تكون معادلة الزمن الكلي كالأتي: **t**= $\sqrt{2y/g}$ وهذه المعادلة تخص فقط المقذوف الأفقي، فهي تخص زمن سقوط الجسم المقذوف على سطح الأرض. (جيمس، 2007، 33، 44)، (أمال، 2008، 121، 128).