

الفصل الأول حركة المقذوفات

الدرس 1-1 الكميات العددية والكميات المتجهة .

- لقد حنفنا الكميات الفيزيائية في الفروض السابقة إلى 1 - كميات أساسية : مثل الطول والكتلة والزمن
- 2- كميات مشتقة : مثل السرعة والعجلة والقوة الضغط وغيرها .

- لكن بعض هذه الكميات لا يمكن تحديدها بمعرفة مقدارها ووحدة قياسها فقط بل يستلزم تحديدها معرفة اتجاهها . لذلك نجد أننا مضطرين لتصنيف الكميات الفيزيائية إلى كميات عددية وكميات متجهة .

1- الكميات العددية (القياسية) :

هي الكميات التي يكفي لتحديدها عدد يحدد مقدارها ووحدة فيزيائية تميز هذا المقدار .

مثل : الطول والكتلة والزمن وغيرها .

- تتبع الكميات العددية قواعد الجبر الحسابية فهي تجمع وتطرح إذا كانت متجانسة الوحدات .

2- الكميات المتجهة :

هي الكميات التي تحتاج في تحديدها إلى الاتجاه الذي تأخذه بالإضافة إلى العدد الذي يحدد مقدارها ووحدة القياس التي تميزها .

WWW.KweduFiles.Com

مثل العجلة والقوة والإزاحة والسرعة المتجهة وغيرها .

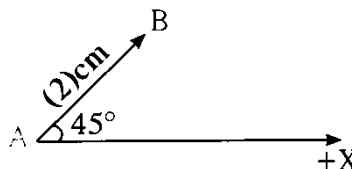
ملاحظات هامة : 1- المتجه : سهم (شعاع) يمثل مقدار الكمية المتجهة واتجاهها .

- 2- تكتب الكمية المتجهة بحرف فوقه سهم رمزيا بالشكل (\vec{v}) أو (\vec{AB}) لتمييزها عن الكمية العددية .
 - 3- يحدد مقدار المتجه بعدد ووحدة قياس ويكتب بالشكل $|\vec{AB}|$ ويحدد اتجاهه بالزاوية (θ) التي يصنعها مع محور إسناد
 - 4- يعبر عن الكمية المتجهة رياضيا بالشكل $\vec{v} = (v, \theta)$ حيث أن (v) هي مقدار المتجه و (θ) اتجاهه . ويكون قياس الزاوية من الاتجاه الموجب للمحور السيني .
 - 5- تخضع الكميات المتجهة عند إجراء عمليات جمعها وطرحها أو ضربها إلى جبر المتجهات بدلا من الجبر الحسابي .
- من أمثلة الكميات المتجهة التي درسناها سابقا :

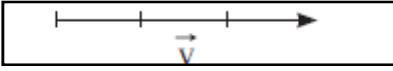
أ- الإزاحة :

هي المسافة الأقصر بين نقطة بداية الحركة ونقطة نهايتها وباتجاه من نقطة البداية إلى نقطة النهاية .

- مثال : مثل بيانها الإزاحة من النقطة (A) إلى النقطة (B) والتي مقدارها (20)km باتجاه (45°) إلى الشمال الشرقي ؟
نرسم سهمها يسمى متجه يمثل بمقياس رسم 1cm لكل (10)km فيكون طوله 2cm ويصنع زاوية (45°) مع اتجاه الشرق



شكل (1)



بجـ - السرعة المتجهة : هي السرعة العددية ولكن في اتجاه محدد .

شكل (2)

ملاحظة : عندما نصف السرعة المتجهة نستخدم سهمًا يسمى المتجه ليمثل المقدار والاتجاه للكمية المتجهة

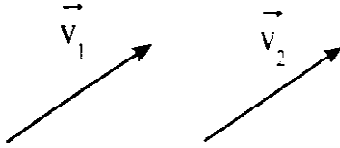
حيث يحدد طول السهم المرسوم وفقا لمقياس محدد مقدار الكمية المتجهة ويحدد اتجاهه اتجاه الكمية . كما بالشكل (2)

• من الخواص الهندسية المهمة لبعض المتجهات خاصية النقل وبالتالي تنقسم المتجهات إلى نوعين :

1- المتجهات الحرة : هي المتجهات التي يمكن نقلها من مكان لآخر بدون أن تتغير قيمته واتجاهه . مثل الإزاحة والسرعة المتجهة .

2- المتجهات المقيدة : هي متجهات لا يمكن نقلها لارتباطها بنقطة التأثير مثل متجه القوة .

خواص المتجهات



شكل (3)

1- التساوي : يكون المتجهان متساويان إذا كان لهما المقدار والاتجاه نفسهما .

كما في شكل (3) يكون المتجهان \vec{v}_1 و \vec{v}_2 متساويان .

2- جمع المتجهات : هي عملية تركيب حيث يتم الاستعاضة عن متجهين أو أكثر بمتجه واحد .

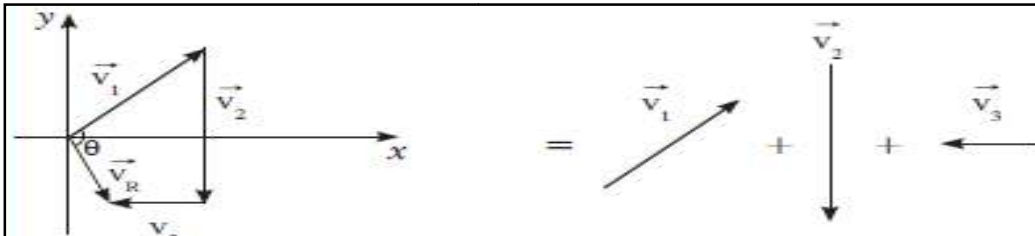
حساب محصلة متجهين

(1) طريقة المضاع المقتل (ذيل في رأس) :

• نرسم المتجهات ذيلًا في رأس مقدارًا واتجاهًا بمقياس رسم مناسب

فيكون متجه المحصلة (\vec{R}) هو المتجه الذي يصل بين نقطة البداية ونقطة النهاية .

(أو الذي يصل بين ذيل أول متجه ورأس آخر متجه) . أما اتجاه المحصلة فيحدد بمقدار الزاوية بين متجه المحصلة وبين



محور إسناد .

شكل (4)

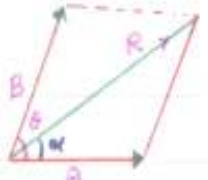
(2) بيانها بطريقة متوازي الأضلاع

• لإيجاد محصلة متجهين A, B يحصران بينهما زاوية (θ) . نرسم المتجهان مقدارًا واتجاهًا بمقياس رسم مناسب عند

النقطة نفسها ثم نكمل متوازي الأضلاع بحيث يكون المتجهان A, B ضلعان متجاورين في متوازي الأضلاع عندئذ يكون

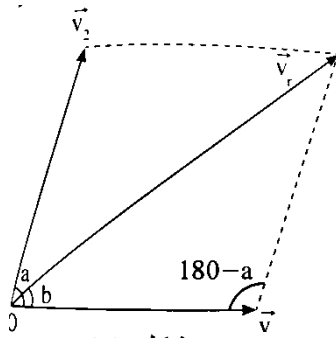
قطر متوازي الأضلاع المشترك معهما في نقطة البداية ممثلًا لمحصلة المتجهين مقدارًا واتجاهًا ويكون طول القطر = مقدار

المحصلة وزاوية ميله (α) مع المتجه A ممثلًا لاتجاه المحصلة كما بالشكل (5).



(3) - حسابيا :

إذا كان لدينا متجهان \vec{A} و \vec{B} والزاوية بينهما (θ) كما بالشكل (6) يمكن حساب مقدار المحصلة من العلاقة التالية :



شكل (6)

$$R = \sqrt{A^2 + B^2 + 2AB \cos \theta}$$

لتحديد اتجاه المحصلة نستخدم العلاقة التالية :

$$\frac{\sin \alpha}{B} = \frac{\sin (\pi - \theta)}{R}$$

$$\sin(\pi - \theta) = \sin \theta$$

وبما أن

$$\sin \alpha = \frac{B \sin \theta}{R}$$

حالات خاصة :

1- مقدار المحصلة للمتجهين تتغير بتغير مقدار كلا من المتجهين و الزاوية (θ) بينهما.

2- تكون المحصلة أكبر ما يمكن عندما $\theta = 0^\circ$ أي عندما يكون المتجهان على استقامة واحدة وفي اتجاه واحد

ويكون مقدار المحصلة $R = A + B$ واتجاه المحصلة بنفس اتجاه المتجهين.

3- تكون المحصلة أصغر ما يمكن عندما $\theta = 180^\circ$ أي عندما تكون القوتان على استقامة واحدة ومتعاكسين في الاتجاه

ويكون $R = A - B$ واتجاه المحصلة يكون باتجاه المتجه الأكبر.

$$R = \sqrt{A^2 + B^2}$$

4- عندما تكون الزاوية المحصورة بين المتجهين قائمة $\theta = 90^\circ$ يكون مقدار المحصلة

$$\sin \alpha = \frac{B \sin \theta}{R}$$

واتجاه المحصلة من العلاقة السابقة :

5- عندما يكون المتجهان متساويان بالمقدار والزاوية بينهما 120° فإن مقدار المحصلة يكون مساويا لمقدار أحدهما .

$$R = A = B$$

س: حلل : 1- يمكن الحصول على عدة قيم لمحصلة نفس المتجهين ؟

ج : لأنه إذا اختلفت قيمة الزاوية المحصورة بينهما اختلف مقدار واتجاه محصلتهما .

2- يمكن نقل متجه الإزاحة ، بينما لا يمكن نقل متجه القوة .

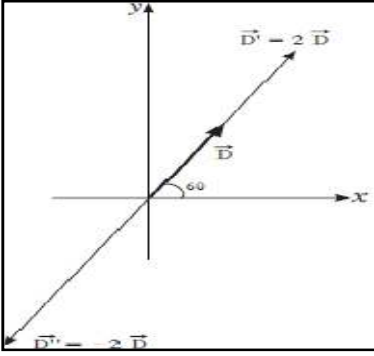
لأن متجه الإزاحة حر بينما متجه القوة مقيد بنقطة تأثير .

ضرب المتجهات

(1) ضرب كمية عددية في كمية متجهة: ينتج متجه جديد مقداره يساوي حاصل ضرب الكمية العددية في مقدار الكمية المتجه . أما اتجاهه فيكون كالآتي :-

- إذا كانت الكمية العددية موجبة فإن اتجاه المتجه الجديد هو نفس اتجاه المتجه الاصلى .
- إذا كانت الكمية العددية سالبة فإن اتجاه المتجه الجديد هو عكس اتجاه المتجه الاصلى .

كما بالشكل (7)



شكل (7)

(2) ضرب كمية متجهة في كمية متجهة: ينقسم إلى نوعين :-

(أ) الضرب العددي (القياسي) أو الداخلي

(ب) الضرب الاتجاهي (الخارجي)

أولاً: الضرب العددي (القياسي) :-

حاصل الضرب العددي هو كمية عددية . ويعبر عنه بالمعادلة :

$$\vec{A} \cdot \vec{B} = AB \cos \theta$$

ملاحظة : 1- الضرب العددي له خاصية الإبدال . $\vec{A} \cdot \vec{B} = \vec{B} \cdot \vec{A}$

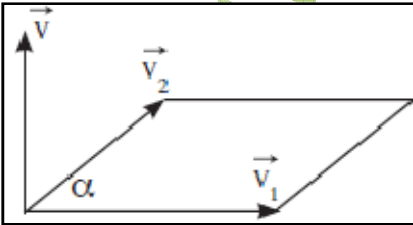
2- يكون حاصل الضرب العددي أكبر ما يمكن إذا كان المتجهين متوازيين أو في نفس الاتجاه ($\theta = 0$) ويكون حاصل الضرب العددي مساوياً للصفر عندما يكون المتجهان متعامدان . ($\theta = 90$) .

حلل : يعتبر الشغل كمية عددية ؟

لأنه ينتج من حاصل الضرب العددي لمتجهي القوة والإزاحة . $w = \vec{F} \cdot \vec{S} = F \cdot S \cos \theta$

ثانياً : الضرب الاتجاهي :

- هو متجه جديد مقداره يساوي مساحة متوازي الإضلاع المنشأ على المتجهين - واتجاهه عمودي على المستوى الذي يجمعهما --- ويتحدد اتجاهه بقاعدة اليد اليمنى .



قاعدة اليد اليمنى:

تدوير أصابع اليد اليمنى من المتجه الأول إلى المتجه الثاني عبر الزاوية الأصغر بينهما فيكون إبهام اليد مشيراً إلى اتجاه المتجه الناتج .

ويعبر عنه بالمعادلة

$$\vec{C} = \vec{A} \times \vec{B} = AB \sin \theta$$

1- الضرب الاتجاهي لمتجهين ليس عملية ابدالية حيث تبديل ترتيب المتجهين يعكس اتجاه المتجه الناتج في عملية

$$\vec{A} \times \vec{B} = - \vec{B} \times \vec{A}$$

الضرب .

2- يكون حاصل الضرب الاتجاهي أكبر ما يمكن إذا كان المتجهين متعامدين ويكون حاصل الضرب ألتجاهي مساويا للصفر

عندما يكون المتجهان علي استقامة واحدة. ($\theta = 0^\circ$) أو ($\theta = 180^\circ$)

أسئلة على

الدرس (1-1) الكميات العددية والكميات المتجهة

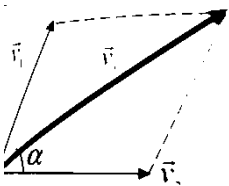
القسم الأول الأسئلة الموضوعية

السؤال الأول : اختب بين الفوسين الاسم أو المصطلح العلمي الذي تدل عليه كل من العبارات التالية :

- 1- كميات يكفي لتحديد عدد يحدد مقدارها ووحدة فيزيائية تميز هذا المقدار . ()
- 2- الكميات التي تحتاج في تحديدها إلي الاتجاه الذي تأخذه بالإضافة إلي العدد الذي يحدد مقدارها ووحدة القياس التي تميزها . ()
- 3- المسافة الأقصر بين نقطة بداية الحركة ونقطة نهايتها واتجاه من نقطة البداية إلي نقطة النهاية . ()
- 4- عملية تركيب حيث يتم الاستعاضة عن متجهين أو أكثر بمتجه واحد . ()
- 5- المتجهات التي يمكن نقلها من مكان لآخر بدون أن تتغير قيمته واتجاهه . ()
- 6- متجهات لا يمكن نقلها لارتباطها بنقطة التأثير . ()
- 7- متجه جديد مقداره يساوي مساحة متوازي الإضلاع المنشأ على المتجهين = واتجاهه عمودي على المستوى الذي يجمعهما ويتحدد اتجاهه بقاعدة اليد اليمنى . ()

السؤال الثاني : أعمل العبارات التالية بما يناسبها علميا لتصبح عبارة صحيحة .

- 1- السهم (الشعاع) الذي يمثل مقدار الكمية المتجهة واتجاهها يسمى
- 2- تتميز الكميات العددية بأن لها و.....
- 3- تتحدد الكميات المتجهة بكل من و..... و.....
- 4- يمكن حساب مقدار المتجه ($|\vec{v}_r|$) المساوي لمحصلة المتجهين الموضحين بالشكل باستخدام العلاقة
- 5- يمكن حساب اتجاه المتجه (\vec{v}) المساوي لمحصلة المتجهين الموضحين بالشكل باستخدام العلاقة



6- مقدار المتجه $\vec{R}=(15,30^\circ)$ بوحدة المتر (m) يساوي.....ويصنع مع الاتجاه الموجب للمحور السيني زاوية مقدارها بالدرجات تساوي.....

7- يتغير مقدار محصلة متجهين بتغير الزاوية المحصورة بينهما ويصل لقيمته العظمي عندما تكون الزاوية بين المتجهين بالدرجات تساوي.....

8- أقل قيمة لمحصلة متجهين عندما تكون الزاوية بينهما.....

9- عند ضرب المتجه $x = (20,30^\circ)$ بكمية عددية مقدارها (4) نحصل علي المتجه $y = (\dots,\dots)$.

10-9- عند ضرب المتجه $x = (20,30^\circ)$ بكمية عددية مقدارها (-5) نحصل علي المتجه $y = (\dots,\dots)$.

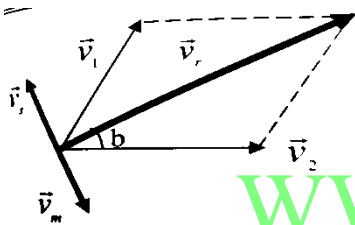
11- حاصل الضرب العددي لمتجهين يكون أصغر ما يمكن عندما تكون الزاوية بينهما.....ويصبح أكبر ما يمكن عندما تصبح الزاوية بينهما.....

13- الشغل (W) كمية.....لأنه حاصل الضرب.....لمتجهي القوة والازاحة.

14- حاصل الضرب الاتجاهي لمتجهين يكون أصغر ما يمكن عندما تكون الزاوية بينهما.....ويصبح أكبر ما يمكن عندما تصبح الزاوية بينهما.....

15- يحدد اتجاه حاصل الضرب الاتجاهي لمتجهين بقاعدة.....

16- ناتج الضرب الاتجاهي للمتجهين $(\vec{v}_1 \times \vec{v}_2)$ الموضحين بالشكل المجاور يمثل المتجه.....



السؤال الثالث: ضع علامة (✓) أمام العبارة الصحيحة وعلامة (X) أمام العبارة الغير صحيحة .

- 1- الكميات العددية هي الكميات التي يلزم لتحديد مقدارها واتجاهها. ()
- 2- الإزاحة كمية متجهة. ()
- 3- إذا كان $|\vec{B}| = |\vec{A}|$ فإن $\vec{A} = \vec{B}$ ()
- 4- إذا كان مقدار المتجه $|\vec{A}| = (20)unit$ ويصنع زاوية مقدارها (60°) فإن $\vec{A} = (20, 60^\circ)$ ()
- 5- يمكن نقل المتجه من مكان لآخر بشرط المحافظة علي مقداره واتجاهه. ()
- 6- محصلة متجهين دائما أكبر من مجموعهما. ()
- 7- محصلة متجهين متساويين في المقدار تساوي صفرا عندما تكون الزاوية المحصورة بينهما (180°) . ()
- 8- أصغر قيمة لمحصلة متجهين عندما تكون الزاوية بينهما (صفرا). ()
- 9- العلاقة التالية $\vec{3} + \vec{4} = \vec{5}$ صحيحة عندما تكون الزاوية بين المتجهين قائمة. ()
- 10- بتغير الزاوية بين المتجهين فإن العلاقة التالية $1 \leq \vec{3} + \vec{4} \leq 7$ صحيحة. ()
- 11- حاصل الضرب العددي لمتجهين متفقين في الاتجاه يساوي صفرا. ()
- 12- $\vec{a} \cdot \vec{b} = \vec{b} \cdot \vec{a}$ ()
- 13- $\vec{a} \times \vec{b} = -\vec{b} \times \vec{a}$ ()

14- قوتان (a , b) مقدارهما (5 ، 6) نيوتن علي الترتيب فإذا كان مقدار حاصل ضربهما الاتجاهي يساوي $(30)N^2$ فإن الزاوية بينهما تساوي (صفرا) .

()

السؤال الرابع : اختر انسب إجابة صحيحة وضع علامة (√) في المربع المقابل :

1- واحدة فقط من الكميات التالية كمية عددية (قياسية) وهي :

القوة الكتلة الإزاحة العجلة

2- عند جمع المتجهات نحتاج إلي عملية جبر المتجهات لأن المتجهات هي كميات لها :

مقدار واتجاه اتجاه فقط مقدار فقط وحدة قياس فيزيائية

3- عندما نصف السرعة المتجهة نستخدم سهما يسمى المتجه يمثل :

مقار السرعة اتجاه السرعة وحدة قياس السرعة مقدار واتجاه السرعة

4- يتساوي أي متجهين إذا كان لهما نفس :

المقدار والاتجاه موضع البداية موضع النهاية المقدار فقط

5- ذهبت إلي المدرسة صباحا فقطعت مسافة 3 km ثم عدت بعد انتهاء الدوام إلي المنزل من الطريق نفسه فإن إزاحتك الكلية بوحدة الكيلومتر (km) تساوي :

0 1.5 3 6

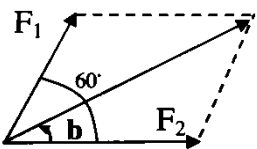
6- قطع جسم مسافة 300 m باتجاه الشرق ثم انحرف باتجاه الغرب وسار مسافة 200 m وبالتالي فإن إزاحة الجسم المحصلة بوحدة (m) تساوي :

100 إلي الغرب 100 إلي الشرق 500 إلي الغرب 500 إلي الشرق

7- يمكن الحصول علي أقل قيمة لمحصلة متجهين عندما تكون الزاوية بينهما بالدرجات مساوية :

0 60 90 180

8- متجهان مقدارهما 2 N و 4 N كما بالشكل المجاور يحصران بينهما زاوية (60°) فإن مقدار محصلتهما بوحدة



النيوتن تساوي :

4.89 5.29 8.48 8

9- إذا كان محصلة المتجهين في السؤال السابق تساوي 5.29 N فإن الزاوية (b) بالدرجات تساوي :

30 10.9 40.9 79

10- قوتان متعامدتان مقدارهما 6 N و 8 N فإن محصلتهما (\vec{F}_r) بوحدة (N) تساوي :

$\vec{F}_r (10, 53^\circ)$ $\vec{F}_r (100, 53^\circ)$ $\vec{F}_r (10, 36.87^\circ)$ $\vec{F}_r (100, 36.87^\circ)$

11- متجهان متماثلان مقدار كل منهما unit (10) فإذا كان حاصل ضربهما الداخلي unit (50) فإن الزاوية بينهما بالدرجات تساوي :

0 30 45 60

12- عند ضرب متجهين ضربا اتجاهيا ينشأ متجه جديد يعمل :

في نفس اتجاه المتجه الأول في نفس اتجاه المتجه الثاني

في نفس المستوي الذي يجمعهما عمودي علي المستوي الذي يجمعهما

13- متجهان حاصل ضربهما العددي مثلا (ضعف) حاصل ضربهما ألتجاهي فإن الزاوية بينهما بالدرجات تساوي :

0 26°33 30 60

القسم الثاني : الأسئلة المقالية

السؤال الأول : علل لما يلي تعليلا علميا دقيقا :

1- نستخدم جبر المتجهات عند التعامل مع الكميات المتجهة .

2- يمكن الحصول على قيم متعددة لمحصلة متجهين رغم ثبات مقدارهما .

3- يصبح مقدار محصلة قوتين أكبر ما يمكن عندما تصبح الزاوية بينهما صفرا .

السؤال الثاني :

أ- مستعينا بمقياس رسم مناسب وأدوات الهندسة ارسم المتجهات التالية :

1- إزاحة مقدارها km (600) باتجاه يصنع مع الأفق زاوية مقدارها (40°) جنوب غرب .

2- رياح قوتها N (70) تدفع قاربا باتجاه (60°) شمال غرب .

3- متجه \vec{A} طوله cm (6) باتجاه (30°) شرق الشمال .

4- قوتان $\vec{F}_1=45N$ باتجاه الشرق و $\vec{F}_2=30N$ باتجاه الشمال ثم أوجد محصلتهما بيانيا وحسابيا .

ب- إذا كان لديك متجهان $\vec{b} = 4 \text{ unit}$ و $\vec{a} = 6 \text{ unit}$ وضح مستعينا بالرسم كيف يمكنك حسابا إيجاد محصلتهما في الحالات التالية إذا كانا :

1- متوازيين وفي اتجاه واحد .

2- متوازيين وفي اتجاهين متضادين .

3- يحصران بينهما زاوية مقدارها (60°) .

ج - تسحب سيارة متوقفة بالطريق بواسطة حبلين يصنعان زاوية (60°) فإذا كان مقدار قوة الشد في أحد الحبلين (200) N وفي الحبل الآخر N (300) المطلوب :

أولا : مثل بيانيا وبمقياس رسم مناسب القوي المؤثرة بالسيارة .

WWW.KweduFiles.Com

ثانيا : أوجد مقدار محصلة هاتين القوتين واتجاهها :

1- بطريقة متوازي الأضلاع

2- بالطريقة الحسابية .

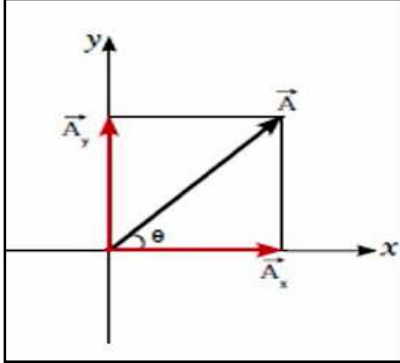
د- تحرك قارب الصيد من المرفأ ليقطع مسافة km (10) باتجاه 30° شرق الشمال ثم km (4) إلى الجنوب

أ- احسب مستخدما الرسم البياني ومقياس رسم مناسب مقدار الإزاحة المحصلة واتجاهها .

ب- استخدم الطريقة الحسابية لجبر المتجهات لإيجاد مقدار الإزاحة المحصلة واتجاهها .

الدرس (1 - 2) تحليل المتجهات

تحليل المتجهات : هو استبدال متجه ما بمتجهين متعامدين يسميان مركبتي المتجه بحيث يمثل المتجه المراد تحليله محصلة هذين المتجهين ويكون متحدا معهما في نقطة البداية .



من الشكل المقابل باستخدام نظرية فيثاغورث نستنتج العلاقات الآتية :

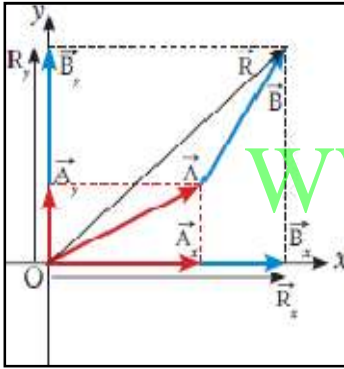
$$A = \sqrt{A_x^2 + A_y^2}$$

$$\cos \theta = \frac{A_x}{A} \Rightarrow A_x = A \cos \theta$$

المركبة الأفقية

$$\sin \theta = \frac{A_y}{A} \Rightarrow A_y = A \sin \theta$$

المركبة الرأسية



إيجاد المحصلة بتحليل المتجهات

• لنأخذ المتجهين \vec{A} و \vec{B} ومحصلتها \vec{R} الموضحة في الشكل المقابل حيث أن

$$\vec{R} = \vec{A} + \vec{B}$$

• لنقم بتحليل المتجه \vec{A} والمتجه \vec{B} إلى مركبتيهما .

• **لاحظ : 1-** مجموع المركبتين \vec{A}_x و \vec{B}_x علي المحور x يساوي المركبة \vec{R}_x

• **2-** مجموع المركبتين \vec{A}_y و \vec{B}_y علي المحور y يساوي المركبة \vec{R}_y

$$\text{أي أن : } \vec{R}_x = \vec{A}_x + \vec{B}_x \quad \text{و} \quad \vec{R}_y = \vec{A}_y + \vec{B}_y$$

وعليه نستنتج أن : **محصلة** عدد من المتجهات علي **المحور x** تساوي **المجموع الجبري** لجميع **المركبات السينية** علي **المحور x** وأن **محصلة** عدد من المتجهات علي **المحور y** تساوي **المجموع الجبري** لجميع **المركبات الصادية** علي **المحور y**

و بالتالي يسهل احتساب المحصلة باستخدام :

$$R = \sqrt{R_x^2 + R_y^2}$$

واتجاه متجه المحصلة بالنسبة إلى المحور x يحسب باستخدام :

$$\tan \theta = \frac{R_y}{R_x}$$

حركة جسم على مستوى مائل

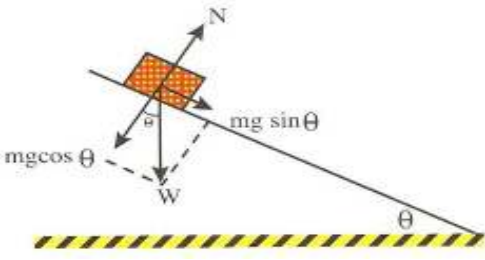
من خلال الشكل المقابل القوى المؤثرة في الجسم هي :

1- وزن الجسم (W) ويحلل إلى مركبتين هما :

أ- القوة التي يؤثر بها الجسم في المستوى المائل ($w \cos \theta$)

ب- القوة التي تسبب حركة الجسم إلى أسفل المستوى ($w \sin \theta$)

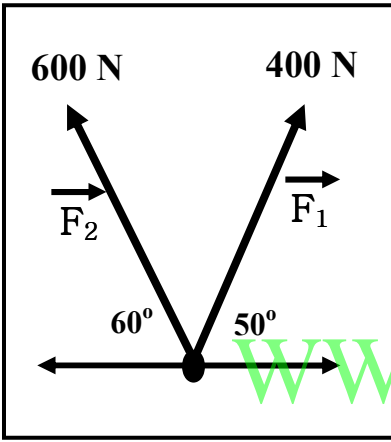
2- رد فعل القوة من المستوى المائل على الجسم (N) وتعادل ($w \cos \theta$) .



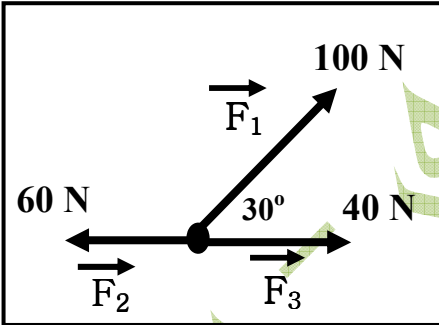
مثال 1 : من الشكل المقابل . أحسب :

أ) المحصلة مقداراً و اتجاهاً بطريقة جمع المتجهات .

ب) المحصلة مقداراً و اتجاهاً بطريقة تحليل المتجهات .



مثال 2 : من الشكل المقابل . أحسب المحصلة مقداراً و اتجاهاً بطريقة تحليل المتجهات؟



مثال 3 : جسم نقطي تؤثر عليه ثلاث قوي $F_1 = (6) N$ غرباً و $F_2 = (2) N$ جنوباً و $F_3 = (3) N$ باتجاه 60° شرق الجنوب احسب محصلة القوى المؤثرة على الجسم واتجاهها بطريقة تحليل المتجهات .

الدرس (3-1) حركة القذيفة

القذيفة : جسم متحرك بسرعة ابتدائية تحت تأثير وزنه فقط وبغياب الاحتكاك مع الهواء .

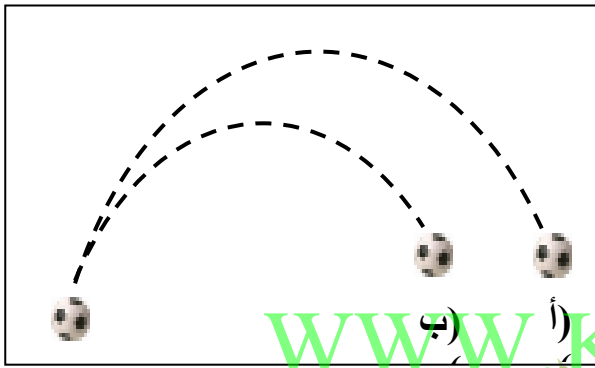
حركة القذيفة هي حركة أي جسم (المقذوف) قذف بزاوية في مجال الجاذبية . مثل قذيفة أطلقت من المدفع أو حجر قذف في الهواء أو سفينة فضائية تدور حول الأرض وغيرها .

• هناك **ثلاثة أنواع من المقذوفات** ينسب كل نوع لاتجاه القذف وهي 1- قذيفة رأسية

2- قذيفة أفقية 3- قذيفة مائلة بزاوية في مجال الجاذبية الأرضية وهذا ما سنتناول دراسته .

1- مسار حركة القذيفة :

المقذوفات : الأجسام التي تقذف أو تطلق في الهواء وتعرض لقوة جاذبية الأرض .



لاحظ : 1- تتبع المقذوفات مسارا منحنيا بالقرب من سطح الأرض .

2- في الشكل المقابل :

أ- **في غياب الاحتكاك مع الهواء :** يكون مسار القذيفة علي شكل

منحنى قطع مكافئ

ب- **في وجود مقاومة الهواء :** علي القذيفة تبطأ سرعتها نتيجة

الاحتكاك مع الهواء ويتغير شكل المسار .

WWW.KweduFiles.Com

2- مركبتا حركة القذيفة :

أ- المركبة الأفقية :

• تماثل الحركة الأفقية لكرة تتدرج علي سطح منبسط كما بالشكل المقابل

• بإهمال الاحتكاك تكون حركة القذيفة علي **المحور الأفقي** بسرعة ثابتة لعدم وجود مركبة لقوة الجاذبية تؤثر عليها أفقيا وبالتالي **عدم وجود عجلة أفقية** .

ب- المركبة الرأسية :

• تشبه تماما السقوط الحر للأجسام حيث تعمل قوة الجاذبية في الاتجاه الرأسي كما بالشكل المقابل .

• تكون حركة القذيفة **حركة معجلة منتظمة هي عجلة الجاذبية الأرضية** وينطبق عليها معادلات السقوط الحر السابق دراستها .

ملاحظة هامة : الحركة الأفقية للقذيفة والحركة الرأسية غير مترابطتين (أنيتين) غير أن تأثيرهما معا ينتج المسار المنحني الذي تتبعه المقذوفات .

في الشكل (ج) : كرتان قذفت إحداهما أفقيا في حين أسقطت الأخرى رأسيًا في الوقت نفسه مع إهمال مقاومة الهواء نجد أنهما وصلتتا إلى الأرض باللمحة نفسها .

التفسير :

1- **الحركة التي سقطت رأسيًا :** حركتها تمثل **سقوطا حرا** حيث أنها تسقط تحت تأثير وزنها فقط .

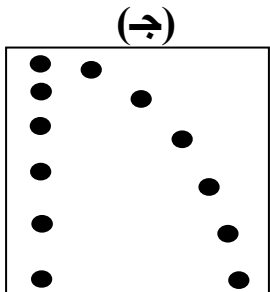
ويمكن تطبيق معادلات السقوط الحر عليها حيث $a = g$ وانها سقطت من سكون $v_0 = 0$

$$1 - V = gt$$

$$2 - V^2 = 2 g \Delta y$$

$$3 - \Delta y = \frac{1}{2} gt^2$$

إعداد أ / أحمد سمير



2- الكرة التي قذفها أفقياً :

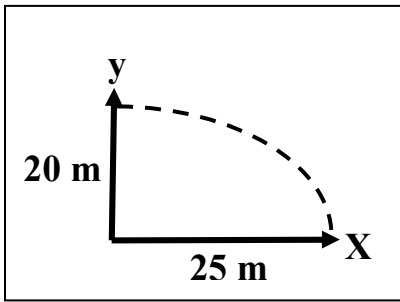
- تتحرك مسافة أفقية واحدة خلال الفترة بين ومضتين متتاليتين وان سرعتها الأفقية ثابتة وان حركتها على المحور الأفقي

تعطى بالمعادلة $\Delta x = v_x \Delta t$ المسافة الأفقية

أما حركتها على المحور الرأسى فهي تماماً مثل حركة الكرة التي تسقط سقوطاً حراً أي تقطع في أي لحظة المسافة الرأسية نفسها التي قطعها الكرة التي تسقط سقوطاً حراً . لهذا السبب نجد أن الكرتين تصلان إلى الأرض في اللحظة نفسها . وعند أي نقطة على مسار المقذوف فإن الزمن اللازم لقطع المسافة الأفقية هو نفسه الزمن اللازم لقطع المسافة الرأسية .

الخلاصة : إن حركة القذيفة هي حركة مركبة من حركة منتظمة السرعة على المحور الأفقي وحركة منتظمة العجلة على المحور الرأسى .

مثال : رمي جسم من ارتفاع (20 m) عن سطح الأرض و بإزاحة أفقية تساوي (25 m) بإهمال مقاومة الهواء . أحسب :
أ- زمن وصول الجسم إلى سطح الأرض .
ب- السرعة الأفقية .



WWW.KweduFiles.Com

3- حركة قذيفة أطلقت بزاوية



لنأخذ الجسم الذي قذف من النقطة 0 بزاوية θ بسرعة ابتدائية مقدارها v_0 مع المحور الأفقي كما بالشكل المقابل :
محدد تحليل متجه السرعة الابتدائية يعطى :

$$V_{0x} = V_0 \cos \theta$$

$$V_{0y} = V_0 \sin \theta$$

أي أن حركة القذيفة مركبة من حركتين هما :
1- حركة على المحور الأفقي : هي حركة منتظمة السرعة $a_x = 0$ وتتمثل بالمعادلات :

$$\Delta x = v_{0x} t = v_0 \cos \theta t$$

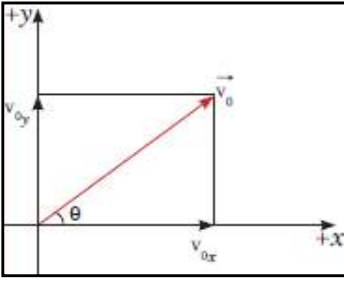
$$v_x = v_{0x} = v_0 \cos \theta$$

2- حركة على المحور الرأسى : هي حركة منتظمة العجلة $a_y = -g$ وتتمثل بالمعادلات :

$$1 - V_y = (V_0 \sin \theta) - gt$$

$$2 - V_y^2 = (V_0 \sin \theta)^2 - 2g \Delta y$$

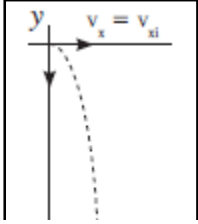
$$3 - \Delta y = (V_0 \sin \theta) t - \frac{1}{2} gt^2$$



لاحظ : 1- المركبة الأفقية للسرعة ثابتة علي مسار القطع المكافئ بينما المركبة الرأسية هي التي تتغير وتؤدي إلي تغير محصلة السرعة التي يمثلها قطر المستطيل .

2- يتغير مسار القذيفة بتغير زاوية الإطلاق (القذف) . أي يتوقف شكل مسار القذيفة علي زاوية الإطلاق (القذف) .

زاوية إطلاق القذيفة مختلفة	زاوية إطلاق القذيفة = 0°	زاوية إطلاق القذيفة = 90°
شكل المسار ... قطع مكافئ.	شكل المسار .. نصف قطع مكافئ	شكل المسار خط رأسي.



نصف قطع مكافئ

معادلة المسار

هي علاقة بين مركبة الحركة الأفقية ومركبة الحركة الرأسية خالية من متغير الزمن t .

$$\Delta x = v_{0x} t = v_0 \cos \theta t$$

$$\therefore t = \frac{\Delta x}{v_0 \cos \theta}$$

استنتاج معادلة المسار

وبتعويض مقدار t في المعادلة $\Delta y = -\frac{1}{2}gt^2 + v_0 \sin \theta t$ وباعتبار أن نقطة الاطلاق هي (0,0) نحصل علي :

$$y = \left(\frac{-g}{2v_0^2 \cos^2 \theta} \right) x^2 + \tan \theta x$$

أقصى ارتفاع (h_{max})

استنتاج معادلة لحساب أقصى ارتفاع : إن مركبة سرعة القذيفة الرأسية v_y عند أعلى نقطة تساوي صفراً أي ان :

$$-gt + v_0 \sin \theta = 0$$

وبالتالي إن الزمن للوصول إلي أعلى نقطة $t = \frac{v_0 \sin \theta}{g}$ وبالتعويض في y نحصل علي أقصى ارتفاع :

$$h_{\max} = \frac{v_0^2 \sin^2 \theta}{2g}$$

المدى : هو المسافة الأفقية التي تقطعها القذيفة بين نقطة الإطلاق ونقطة الوصول علي الخط الأفقي المار بنقطة الإطلاق .

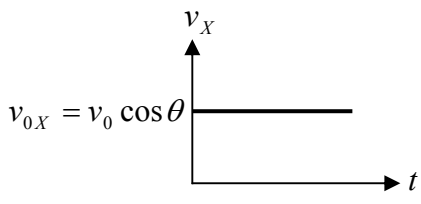
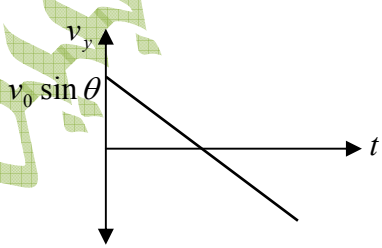
استنتاج معادلة لحساب المدى:

عندما تصل القذيفة إلى أقصى ارتفاع تكون قد قطعت نصف المدى . أما الزمن الكلي (t') لقطع المدى كاملاً فيساوي ضعف

$$t' = 2t = \frac{2v_0 \sin \theta}{g}$$

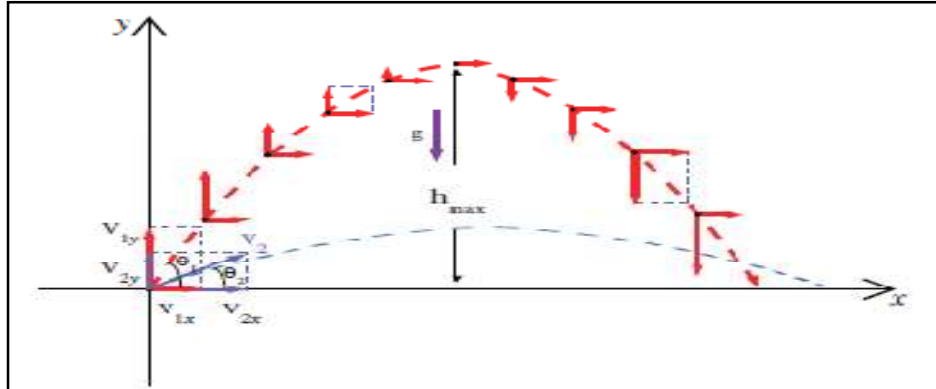
وبالتعويض في معادلة الحركة علي المحور الأفقي نحصل ألمدي الأفقي (R) :

$$R = \frac{v_0^2 \sin 2\theta}{g}$$

الموضوع	مركبة حركة القذيفة في الاتجاه الأفقي	مركبة حركة القذيفة في الاتجاه الرأسي
وجود قوة مؤثرة وتحديد اتجاهها (بفرض إهمال الاحتكاك)	لا توجد قوة في الاتجاه الأفقي $\vec{F}_x = 0$	تؤثر قوة جذب الأرض علي الجسم (وزنه) واتجاهها رأسياً لأسفل دائماً $\vec{F}_y = W = m \cdot g$
نوع الحركة	حركة بسرعة ثابتة (منتظمة)	حركة بعجلة منتظمة
مركبة السرعة بدلالة السرعة الابتدائية	$v_{0X} = v_0 \cos \theta$	$v_{0y} = v_0 \sin \theta$
معادلة السرعة في هذا الاتجاه في أية لحظة	$v_{Xt} = v_{0X} = v_0 \cos \theta$	$v_{yt} = v_{0y} - gt = v_0 \sin \theta - gt$
معادلة زمن الحركة	$t_{Rang} = \frac{2v_0 \sin \theta}{g}$	$t_{\max \text{ height}} = \frac{v_0 \sin \theta}{g}$
شكل منحنى (v-t)		

4- العلاقة بين زاوية الإطلاق والمدى الأفقي وأقصى ارتفاع :

- عند إطلاق قذيفتين بسرعة ابتدائية متساوية ولكن بزوايتي إطلاق مختلفتين يحدث ما يوضحه الشكل التالي :



وجه المقارنة	زاوية إطلاق أكبر (θ_1)	زاوية إطلاق أقل (θ_2)
مركبة السرعة الرأسية	أكبر	أصغر
مركبة السرعة الأفقية	أصغر	أكبر
ارتفاع القذيفة	أكبر	أصغر
مدى القذيفة	أصغر	أكبر

ملاحظات هامة :

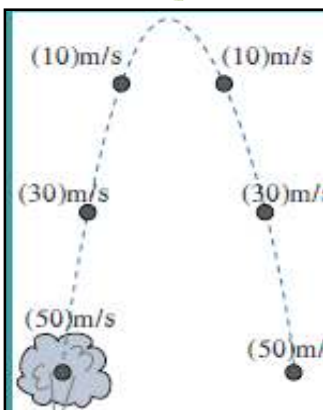
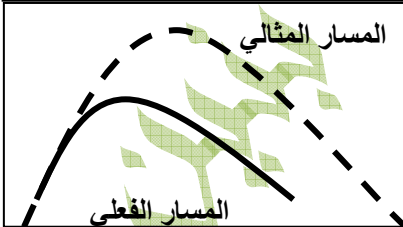
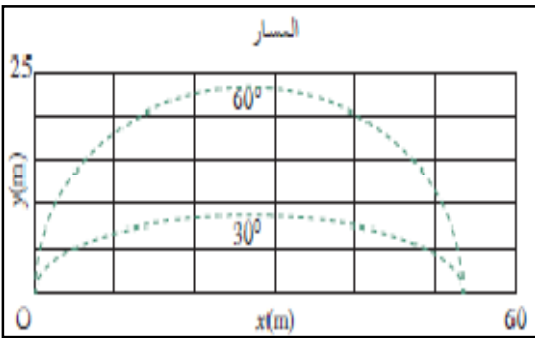
- 1- كلما كانت المركبة الأفقية للقذيفة أقل كان المدى أقل .
- 2- عند إطلاق قذيفتين مختلفتين بزوايتين مجموعهما (90°) في ظل غياب مقاومة الهواء فإنهما يصلان للمدى نفسه . ولكن الذي أطلق بزواية أصغر سيستمر مساره في الهواء لفترة أقصر . كما بالشكل المقابل .
- 3- يصل الجسم المقذوف إلي أبعد مدى عندما يقذف بزواية (45°) .

- 4- عندما تكون مقاومة الهواء غير مهملة يتناقص مدى القذيفة ويصبح المسار قطعاً مكافئاً غير حقيقي كما بالشكل المقابل .

- 5- عند إهمال الاحتكاك : أ- زمن وصول القذيفة لأقصى ارتفاع يساوي زمن الهبوط من هذا الارتفاع .

- ب- السرعة التي تفقدها القذيفة أثناء الصعود هي نفسها التي تكتسبها أثناء الهبوط لأن عجلة التباطؤ عند الصعود لأعلى تساوي عجلة التسارع عند الهبوط لأسفل . كما بالشكل المقابل .

- ج- سرعة اصطدام القذيفة بالأرض هي السرعة نفسها التي أطلقت بها القذيفة من الأرض لأعلى .



- 6- أما في حالة عدم إهمال الاحتكاك فستصل الكرة إلى ارتفاع أقل وتختلف سرعتها لحظة الاصطدام عن سرعة الإطلاق
- 7- نفترض أن سطح الأرض مستو أثناء دراسة حركة المقذوفات قصيرة المدى والتي تناولناها في هذا الدرس .
- 8- أما لدراسة المقذوفات بعيدة المدى فإن انحناء سطح الأرض يجب أن يدخل في الاعتبار لأن إطلاق جسم بسرعة مناسبة سيجعله يسقط حول الأرض ويصبح قمراً صناعياً .

ملاحظة هامة : 1- لحساب سرعة الجسم في أي لحظة : نحسب المركبة الأفقية للسرعة V_x والمركبة الرأسية V_y
ثم نحسب السرعة من العلاقة :

$$v = \sqrt{v_x^2 + v_y^2}$$

2- لحساب موقع الجسم في أي لحظة : نحسب الاحداثي الأفقي x والاحداثي الراسي y

(ج) : **علل لكل مما يلي تعليلاً علمياً سليماً :**

- 1- عند درجة كرة علي سطح أفقي عديم الاحتكاك ، تبقى سرعتها ثابتة.
 لعدم وجود مركبة لقوة الجاذبية (عدم وجود قوة أفقية وبالتالي عدم وجود عجلة) .
- 2- عدم وجود عجلة أفقية للجسم المقذوف بزاوية (θ) مع المحور الأفقي .
 لعدم وجود قوة أفقية .
- 3- أطلقت قذيفتان بسرعة ابتدائية متساوية ، فيكون للقذيفة التي أطلقت بزاوية إطلاق أكبر ، مدي أفقي أصغر
 لأن مركبة السرعة الأفقية للقذيفة التي أطلقت بزاوية إطلاق أكبر تكون أصغر من تلك التي أطلقت بزاوية أقل مما يؤدي إلي مدي أصغر . ($v_x = v_0 \cos \theta$)
- 4- يتغير مسار القذيفة بتغيير زاوية الإطلاق بالنسبة إلي المحور الأفقي .
- 1- من معادلة المسار $y = \left(\frac{-g}{2 v_0^2 \cos^2 \theta} \right) x^2 + \tan \theta . x$ نجد أن مسار القذيفة يتغير بتغيير زاوية الإطلاق بالنسبة إلي المحور الأفقي فإذا كانت الزاوية صفر يكون شكل المسار نصف قطع مكافئ ، أما إذا كانت الزاوية 90 يصبح مسار القذيفة خطاً رأسياً .
- 5- السرعة التي تفقدها القذيفة أثناء الصعود هي نفسها التي تكتسبها أثناء الهبوط .
 2- لأن عجلة التباطؤ عند الصعود لأعلي تساوي عجلة التسارع عند الهبوط لأسفل (زمن صعود القذيفة لأعلي يساوي زمن الهبوط لأسفل) .

مسائل متنوعة

- 1- ألقيت كرة من ارتفاع (4 m) وبسرعة أفقية (10 m / s) و بإهمال مقاومة الهواء . أحسب :
 أ- زمن وصول الجسم إلي سطح الأرض .

ب- الإزاحة الأفقية

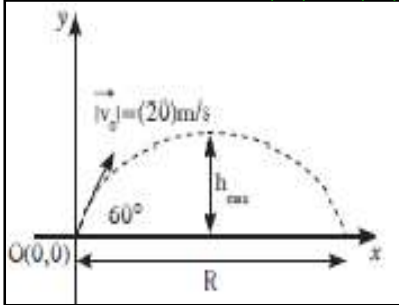
2- قذف جسم من سطح الأرض بسرعة ابتدائية (25 m / s) و بزاوية (53°) مع المحور الأفقي . ليعود إلي الأرض افتراض أن عجلة الجاذبية $g = (10) \text{m/s}^2$ أحسب :
 أ- أقصى ارتفاع

ب- ألمدي

ج- موقع الجسم بعد ثانية .

د- سرعته بعد ثانية .

3- أطلقت قذيفة بزواوية (60°) مع المحور الأفقي من النقطة $O(0,0)$ وبسرعة ابتدائية $v_0 = (20) \text{m/s}$ كما بالشكل المقابل . أهمل مقاومة الهواء .
 أ- أكتب معادلة المسار للقذيفة .



ب- احسب الزمن الذي تحتاجه للوصول إلي أقصى ارتفاع .

ج- استنتج مقدار أقصى ارتفاع تبلغه القذيفة .

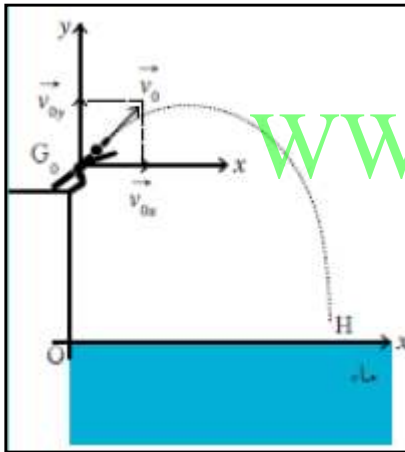
د- احسب ألمدي الأفقي الذي تبلغه القذيفة علما أنها اصطدمت بالأرض عند نقطة تقع علي الخط المار بنقطة القذف .

هـ- احسب متجه السرعة لحظة اصطدام القذيفة بالأرض .

4- في إطار مباراة إطلاق السهم أرسل أحد المتبارين السهم بسرعة ابتدائية $v_0 = (50) \text{ m / s}$ وذلك لكي يصل إلى هدفه الموجود على مسافة $(80) \text{ m}$ علماً بأن مركز الهدف هو على المستوى الأفقي نفسه مع يد المتباري وبإهمال مقاومة الهواء .

أ- حدد قيمة زاوية θ بالنسبة إلى المحور الأفقي لكي يتمكن المتباري من إصابة مركز الهدف الموجود على بعد $(80)\text{m}$

ب- إذا تم الإطلاق بزاوية (9°) دائماً بالنسبة إلى المحور الأفقي احسب قيمة المسافة الأفقية التي قطعها السهم . هل يصل السهم إلى الهدف ؟ قيم إجابتك ؟



5- لدراسة حركة مركز ثقل الغطاس خلال قفزه إلى الماء عن خشبة كما بالشكل المقابل نفترض أن الغطاس ترك الخشبة في اللحظة صفر $(t=0)$ بسرعة ابتدائية v_0 وبزاوية قدرها (40°) بالنسبة إلى المحور الأفقي في لحظة الانطلاق كان الغطاس في النقطة G_0 التي ترتفع $(6) \text{ m}$ عن سطح الماء $(x_0 = 0, y_0 = (6)\text{m})$
 أ- إذا كانت أعلى نقطة يصل إليها الغطاس هي على مسافة $(1) \text{ m}$ من مستوي الإطلاق احسب سرعة الغطاس الابتدائية v_0 .

ب- اكتب معادلة المسار لحركة مركز ثقل الغطاس .