الفصل الأول حركة المقذوفات

الدرس 1-1 الكميات العددية والكميات المتجهة .

- **لقد صنفنا الكميات الفيزيائية في الصفوف السابقة إلي 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 إلي **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 إلي الاتجاه الذي تأخذه بالإضافة إلي العدد الذي يحدد مقدارها ووحدة القياس التي تميزها .

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 $\left|\vec{AB}\right|$ 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 إ جراء عمليات جمعها وطرحها أو ضربها إلي **جبر المتجهات** بدلا من **الجبر الحسابي .**

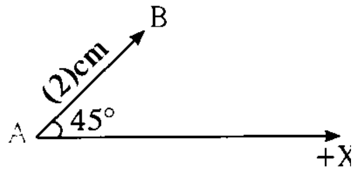
- **من أمثلة الكميات المتجهة التي درسناها سابقا :**

أ- الإزاحة :

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

مثال : مثل بيانيا الإزاحة من النقطة (A) إلي النقطة (B) والتي مقدارها (20)km باتجاه (45^o) إلي الشمال الشرقي ؟

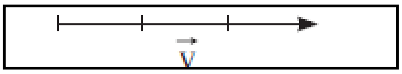
نرسم سهما يسمي متجه يمثل بمقياس رسم (1)cm لكل (10)km فيكون طوله (2)cm ويصنع زاوية (45^o) مع اتجاه الشرق كما في شكل (1) .



شكل (1)

إعداد أ / أحمد سمير

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



شكل (2)

ملاحظة : عندما نصف السرعة المتجهة نستخدم سهما يسمي المتجه ليمثل المقدار و الاتجاه للكمية المتجهة

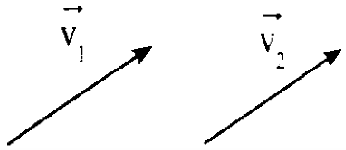
حيث يحدد طول السهم المرسوم وفقا لمقياس محدد **مقدار** الكمية المتجهة ويحدد اتجاهه **اتجاه** الكمية . كما بالشكل (2)

- **من الخواص الهندسية المهمة لبعض المتجهات خاصية النقل وبالتالي تنقسم المتجهات إلي 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 .

خصائص المتجهات :



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 .

شكل (3)

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

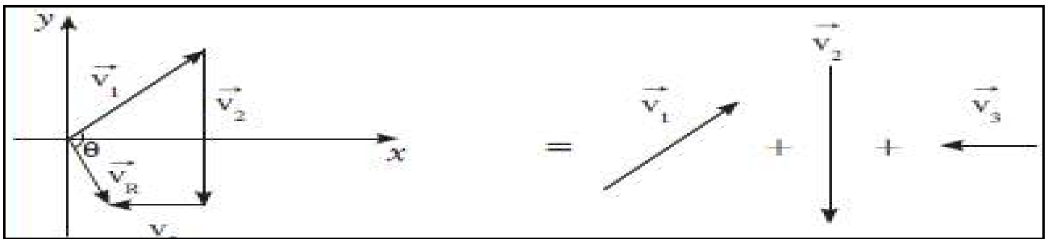
حساب محصلة متجهين

(1) **طريقة المضلع المقفل (ذيلا في رأس) :**

- نرسم المتجهات ذيلا في رأس مقدارا واتجاها بمقياس رسم مناسب

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

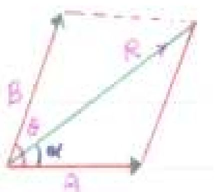
(أو الذي يصل بين ذيل أول متجه ورأس آخر متجه **). أما اتجاه المحصلة فيحدد بمقدار الزاوية بين متجه المحصلة وبين محور إسناد .**

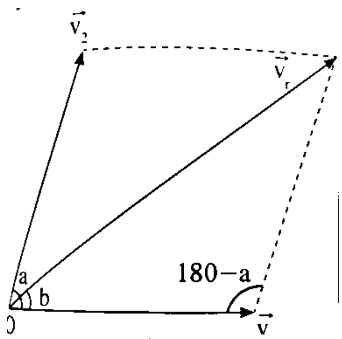


شكل (4)

(2)بيانيا بطريقة متوازي الأضلاع

- لإيجاد محصلة متجهين A,B يحصران بينهما زاوية (θ) . نرسم المتجهان مقدارا واتجاها 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 ممثلا **لمحصلة المتجهين مقدارا واتجاها** ويكون طول القطر = مقدار المحصلة وزاوية ميله (α) مع المتجه A ممثل لاتجاه المحصلة كما بالشكل (5).





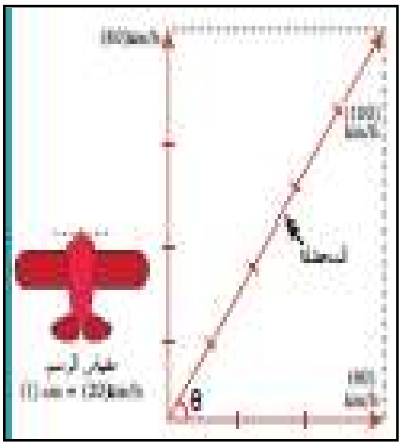
شكل (6)

(3)- حسابيا :

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

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

لتحديد اتجاه المحصلة نستخدم العلاقة التالية :



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

وبما أن

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

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

حالات خاصة :

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

2- تكون المحصلة **اكبر ما يمكن عندما θ = 0** اى عندما يكون المتجهان على استقامة واحدة وفى اتجاه واحد ويكون مقدار المحصلة $\boxed{R=A+B}$ واتجاه المحصلة **بنفس اتجاه المتجهين** .

3- تكون المحصلة **اصغر ما يمكن** عندما **$\theta=180^o$** اى عندما تكون القوتان على استقامة واحدة ومتعاكسين في الاتجاه ويكون $\boxed{R=A-B}$. واتجاه المحصلة يكون **باتجاه المتجه الأكبر** .

4- عندما تكون الزاوية المحصورة بين المتجهين قائمة **θ = 90** يكون مقدار المحصلة $\boxed{R=\sqrt{A^2+B^2}}$

واتجاه المحصلة من العلاقة السابقة :

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

5- عندما يكون المتجهان **متساويان بالمقدار والزاوية بينهما 120^O** فان مقدار المحصلة يكون مساويا لمقدار أحدهما .

$$\boxed{R=A=B}$$

س: علل : 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 .

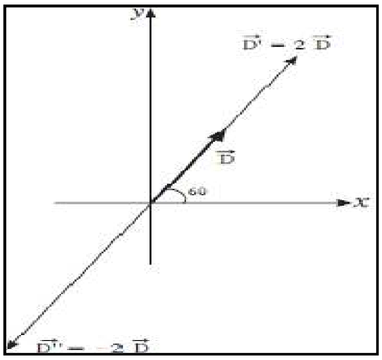
إعداد أ / أحمد سمير

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 كالأتي :-

- 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 .

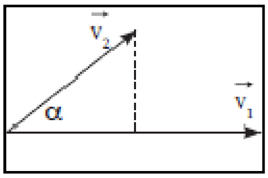
كما بالشكل (7)



شكل (7)

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

(أ) الضرب العددي (القياسي) أو الداخلي **(ب) الضرب الاتجاهى (الخارجي)**



أولاً: الضرب العددي (القياسي):-

حاصل الضرب العددي هو كمية عددية . ويعبر عنه بالمعادلة :

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

ملاحظة : **1- الضرب العددي** له خاصية الإبدال .

$$\boxed{\vec{A} \cdot \vec{B} = \vec{A} \cdot \vec{B}}$$

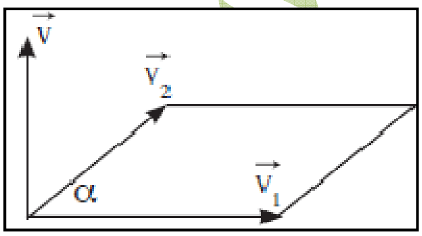
2- يكون حاصل الضرب العددي **أكبر ما يمكن** إذا كان المتجهين **متوازيين أو في نفس الاتجاه (θ = 0)** ويكون حاصل الضرب العددي مساويا **للصفر** عندما يكون المتجهان **متعامدان . (θ = 90) .**

علل : يعتبر الشغل كمية عددية ؟

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

ثانيا : الضرب الاتجاهي :

- هو متجه جديد مقداره يساوى 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 مشيرا إلى اتجاه المتجه الناتج .

ويعبر عنه بالمعادلة

$$\boxed{\vec{C} = \vec{A}\ x\ \vec{B} = AB \quad \sin \quad \theta}$$

ملاحظات هامة :-

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

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

2- يكون حاصل الضرب الاتجاهى **أكبر ما يمكن** إذا كان المتجهين **متعامدين** ويكون حاصل الضرب ألاتجاهي مساويا **للصفر** عندما يكون المتجهان **علي استقامة واحدة .($\theta = 0^{o}$) أو ($\theta = 180^{o}$)**

أسئلة على

الدرس (1-1) الكميات العددية والكميات المتجهة

القسم الأول الأسئلة الموضوعية

السؤال الأول : اكتب بين القوسين الاسم أو المصطلح العلمي الذي تدل عليه كل من العبارات التالية :

1- كميات يكفي لتحديدها 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 وباتجاه 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 يساوى مساحة متوازي الإضلاع المنشأ على المتجهين – واتجاهه عمودي على المستوى الذي يجمعهما ويتحدد اتجاهه بقاعدة اليد اليمنى . (   )

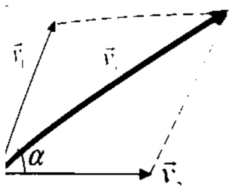
السؤال الثاني: أكمل العبارات التالية بما يناسبها علميا لتصبح عبارة صحيحة .

1- السهم (الشعاع) الذي يمثل مقدار الكمية المتجهة واتجاهها يسمي ....

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 $\vec{R}=(15,30^{O})$ 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 ....

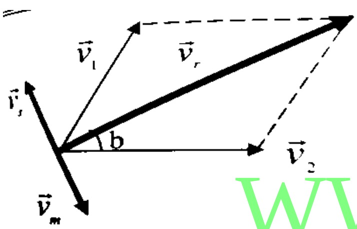
9- عند ضرب المتجه $x = (20,30^{o})$ بكمية عددية مقدارها (4) نحصل علي المتجه $y = (....,.......)$.

10- 9- عند ضرب المتجه $x = (20,30^{o})$ بكمية عددية مقدارها (-5) نحصل علي المتجه $y = (....,.......)$.

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 الاتجاهى لمتجهين يكون أصغر ما يمكن عندما تكون الزاوية بينهما ....ويصبح أكبر ما يمكن عندما تصبح الزاوية بينهما ....



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

16- ناتج الضرب الاتجاهى للمتجهين $(\vec{v}_1 \, x \, \vec{v}_2)$ الموضحين بالشكل المجاور يمثله المتجه ....

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

1- الكميات العددية هي الكميات التي يلزم لتحديدها معرفة 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^{o}) فإن $\vec{A}=(20,60^{O})$ (   )

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^{O}). (   )

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 $1 \le \vec{3} + \vec{4} \le 7$ صحيحة . (   )

11- حاصل الضرب العددي لمتجهين متفقين في الاتجاه يساوي صفرا . (   )

12- $\vec{a} . \vec{b} = \vec{b} . \vec{a}$ (   )

13- $\vec{a} x \vec{b} = -\vec{b} x \vec{a}$ (   )

14- قوتان ($\vec{b}$, $\vec{a}$) مقدارهما (5 ، 6) نيوتن علي الترتيب فإذا كان مقدار حاصل ضربهما الاتجاهى 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 يسمي المتجه يمثل :

☐ مقار السرعة ☐ اتجاه السرعة ☐ وحدة قياس السرعة ☐ مقدار واتجاه السرعة

4- يتساوي أي متجهين اذا كان لهما نفس :

☐ المقدار والاتجاه ☐ موضع البداية ☐ موضع النهاية ☐ المقدار فقط

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

☐ 0 ☐ 1.5 ☐ 3 ☐ 6

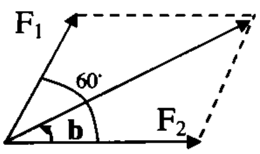
6- قطع جسم مسافة m (300) باتجاه الشرق ثم انحرف باتجاه الغرب وسار مسافة m (200) وبالتالي فإن إزاحة الجسم المحصلة بوحدة (m) تساوي :

☐ (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 N (2) و N (4) كما بالشكل المجاور يحصران بينهما زاوية (60^O) فإن مقدار محصلتهما بوحدة النيوتن تساوي :



☐ 4.89 ☐ 5.29 ☐ 8.48 ☐ 8

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

☐ **30** ☐ 10.9 ☐ 40.9 ☐ 79

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

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

11- متجهان متماثلان مقار 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 ألاتجاهي فإن الزاوية بينهما بالدرجات تساوي :

☐ 0 ☐ $26^{o}33$ ☐ 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 علي 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^{o}) جنوب غرب .

2- رياح قوتها N (70) تدفع قاربا باتجاه (60^{O}) شمال غرب .

3- متجه $\vec{A}$ طوله cm (6) باتجاه (30^{o}) 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 $\vec{b} = 4unit$ و $\vec{a} = 6\ unit$ وضح مستعينا بالرسم كيف يمكنك حسابيا إيجاد محصلتهما في الحالات التالية إذا كانا :

1- متوازيين وفي اتجاه واحد .

2- متوازيين وفي اتجاهين متضادين .

3- يحصران بينهما زاوية مقدارها (60^o) .

ج – تسحب سيارة متوقفة بالطريق بواسطة حبلين يصنعان زاوية (60^o) 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 .

ثانيا : أوجد مقدار محصلة هاتين القوتين واتجاهها :

1- بطريقة متوازي الأضلاع

2- بالطريقة الحسابية .

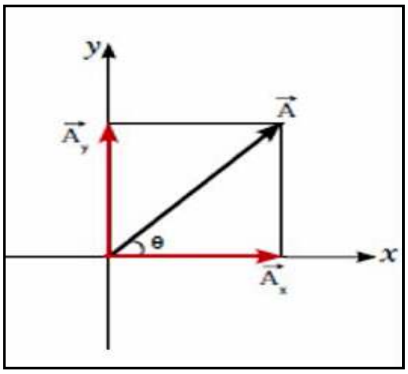
د- تحرك قارب الصيد من المرفأ ليقطع مسافة km (10) باتجاه 30^o شرق الشمال ثم km (4) إلي الجنوب

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 الاتية :

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

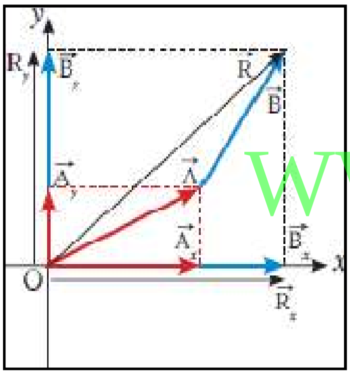
المركبة الأفقية

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

المركبة الرأسية

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

إيجاد المحصلة بتحليل المتجهات



- لنأخذ المتجهين $\vec{A}$ و $\vec{B}$ ومحصلتهما $\vec{R}$ الموضحة في الشكل المقابل حيث أن

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

- لنقم بتحليل المتجه $\vec{A}$ والمتجه $\vec{B}$ إلي 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 $\vec{R}_y$

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

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 :

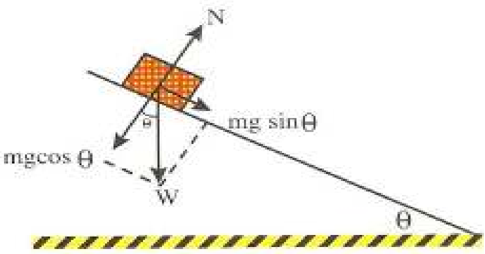
$$R = \sqrt{R_x^2 + R_y^2}$$

واتجاه متجه المحصلة بالنسبة إلي المحور x يحسب باستخدام :

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

حركة جسم على مستوى مائل

من خلال الشكل المقابل القوى المؤثرة فى الجسم هي :



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

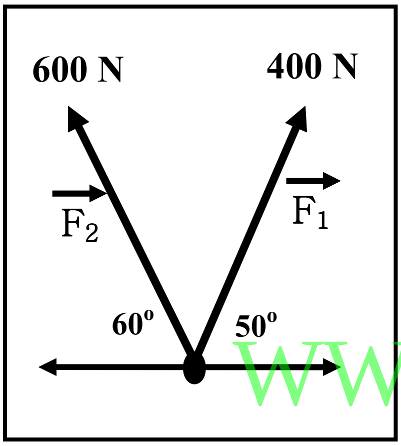
أ- القوة التي يؤثر بها الجسم في المستوى المائل (w cos θ)

ب- القوة التي تسبب حركة الجسم إلى أسفل المستوى(w sin θ)

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

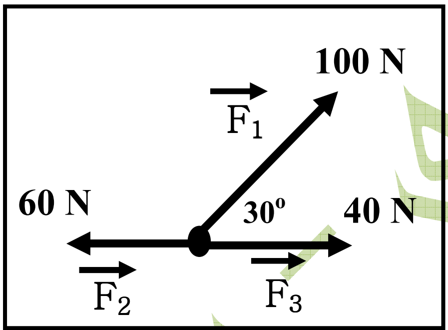
مثال 1 : من الشكل المقابل . أحسب :

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 غربا و $F_2 = (2)$ N جنوبا و $F_3 = (3)$ N باتجاه 60^O شرق الجنوب احسب محصلة القوي المؤثرة علي الجسم واتجاهها بطريقة تحليل المتجهات .

إعداد أ / أحمد سمير

الدرس (1-3) حركة القذيفة

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

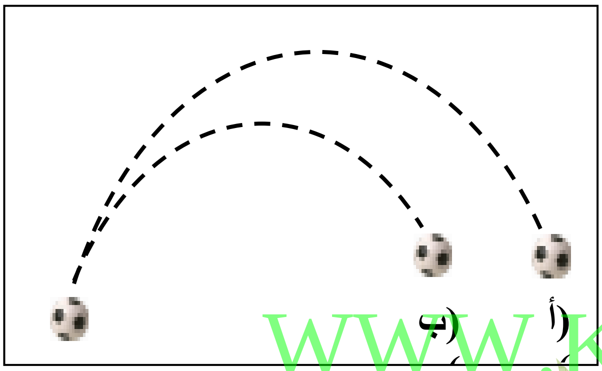
حركة القذيفة هي حركة أي جسم (المقذوف) قذف بزاوية في مجال الجاذبية . مثل قذيفة أطلقت من المدفع أو حجر قذف في الهواء أو سفينة فضائية تدور حول الأرض وغيرها .

- 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 وتتعرض لقوة جاذبية الأرض .



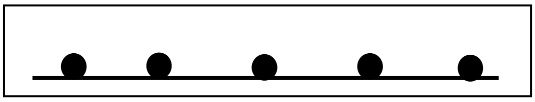
لاحظ : 1- تتبع المقذوفات مسارا منحنيا بالقرب من سطح الأرض .

2- في الشكل المقابل :

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

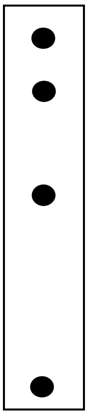
ب- **في وجود مقاومة الهواء:** علي **القذيفة تبطأ سرعتها** نتيجة الاحتكاك مع **الهواء ويتغير شكل المسار .**

2- مركبتا حركة القذيفة :



أ- **المركبة الأفقية :**

- تماثل الحركة الأفقية لكرة تتدحرج علي سطح منبسط كما بالشكل المقابل
- بإهمال الاحتكاك تكون حركة القذيفة علي **المحور الأفقي بسرعة ثابتة لعدم وجود مركبة لقوة الجاذبية تأثر عليها أفقيا** وبالتالي **عدم وجود عجلة أفقية .**

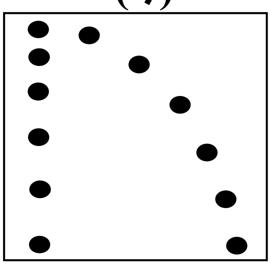


ب- **المركبة الرأسية :**

- تشبه تماما السقوط الحر للأجسام حيث تعمل قوة الجاذبية في الاتجاه الرأسي كما بالشكل المقابل.
- تكون حركة القذيفة **حركة معجلة بعجلة منتظمة هى عجلة الجاذبية الأرضية** وينطبق عليها معادلات السقوط الحر السابق دراستها .

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

في الشكل (جـ) : كرتان قذفت إحداهما أفقيا في حين أسقطت الأخري رأسيا في الوقت نفسه مع إهمال مقاومة الهواء **نجد أنهما وصلتا إلى الأرض باللحظة نفسها .**



التفسير :

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

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

$$1 - V = gt$$

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

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

2- الكرة التي قذفت أفقيا :

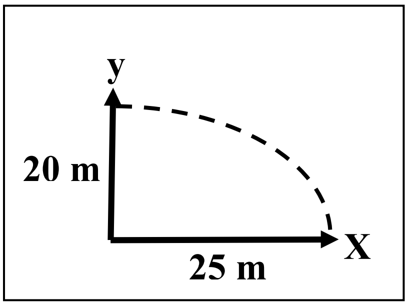
- تتحرك مسافة أفقية واحدة خلال الفترة بين ومضتين متتاليتين وان سرعتها الافقية ثابتة وان **حركتها على المحور الأفقي** **تعطى بالمعادلة** $\Delta x = v_x \Delta t$ المسافة الأفقية

أما حركتها علي المحور الرأسي فهي تماما مثل حركة الكرة التي تسقط سقوطا حرا أي **تقطع في أي لحظة المسافة الرأسية نفسها التي قطعتها الكرة التي تسقط سقوطا حرا** . لهذا السبب نجد أن **الكرتين تصلان إلي الأرض في اللحظة نفسها .** وعند أي نقطة علي مسار المقذوف فإن **الزمن اللازم لقطع المسافة الأفقية** هو **نفسه الزمن اللازم لقطع المسافة الراسية** .

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

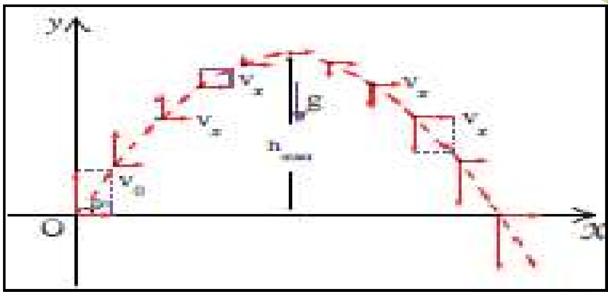
مثال : رمي جسم من ارتفاع (20 m) عن سطح الأرض و بإزاحة أفقية تساوي (25 m) بإهمال مقاومة الهواء . أحسب :

أ- زمن وصول الجسم إلي سطح الأرض .



ب- السرعة الأفقية .

3- حركة قذيفة أطلقت بزاوية

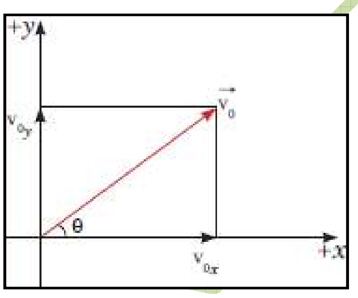


لنأخذ الجسم الذي قذف من النقطة **O** بزاوية **θ** بسرعة ابتدائية مقدارها **v_0** مع المحور الأفقي كما بالشكل المقابل :

عند تحليل متجه السرعة الابتدائية يعطي :

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

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



أي أن حركة القذيفة مركبة من حركتين هما :

1- **حركة على المحور الأفقي :** هي حركة منتظمة السرعة **$a_x = 0$** وتتمثل بالمعادلات :

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

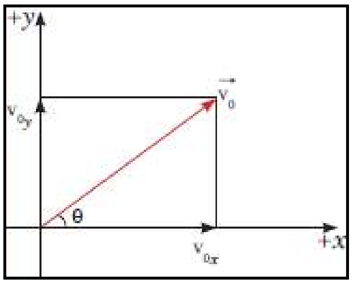
$$v_x = v_{0x} = v_0 \cos \theta$$

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

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

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

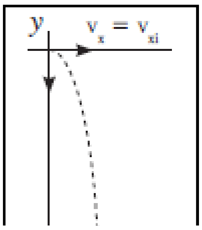
$$3 - \Delta y = (V_0 \sin \theta) t - \frac{1}{2} gt^2$$



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 $=90^o$	زاوية إطلاق القذيفة $=0^o$	زاوية إطلاق القذيفة مختلفة
شكل المسار.**خطا راسيا**.	شكل المسار ..**نصف قطع مكافئ**	شكل المسار ....**قطع مكافئ**.



نصف قطع مكافئ

معادلة المسار

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

استنتاج معادلة المسار

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

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

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

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

أقصي ارتفاع (h_{max})

استنتاج معادلة لحساب أقصي ارتفاع : إن مركبة سرعة القذيفة الرأسية v_y عند أعلي نقطة تساوي صفرا أي ان :

$$-g t + v_0 \sin\theta = 0$$

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

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

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

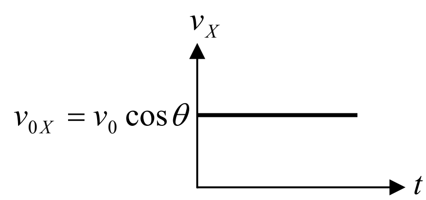
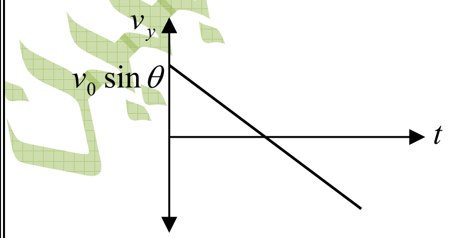
استنتاج معادلة لحساب ألمدي:

عندما تصل القذيفة إلي **أقصى ارتفاع** تكون قد **قطعت نصف ألمدي** . أما **الزمن الكلى (t') لقطع ألمدي كاملا** فيساوي **ضعف زمن الوصول لأقصى ارتفاع** ويحسب من العلاقة :

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

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

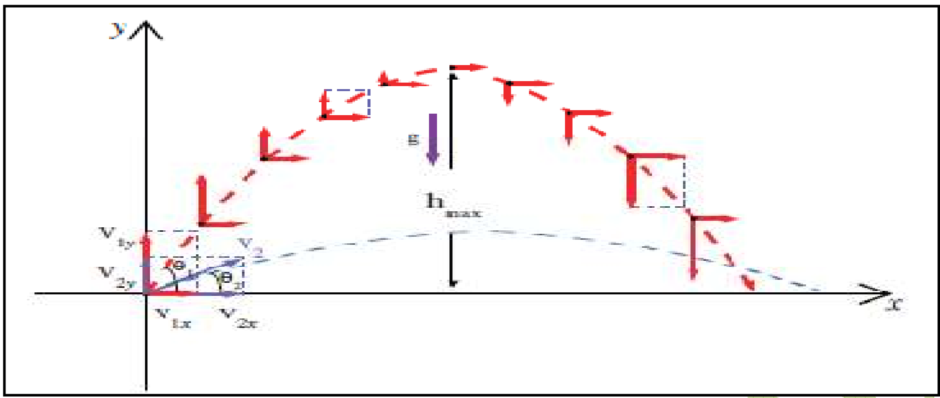
$$\boxed{R = \frac{v_0^2 \sin 2\theta}{g}}$$

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	$t_{Rang} = \frac{2v_0 \sin\theta}{g}$	$t_{\max .height} = \frac{v_0 \sin\theta}{g}$
شكل منحنى (v-t)		

إعداد أ / أحمد سمير

4- العلاقة بين زاوية الإطلاق والمدى الأفقي وأقصي ارتفاع :

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

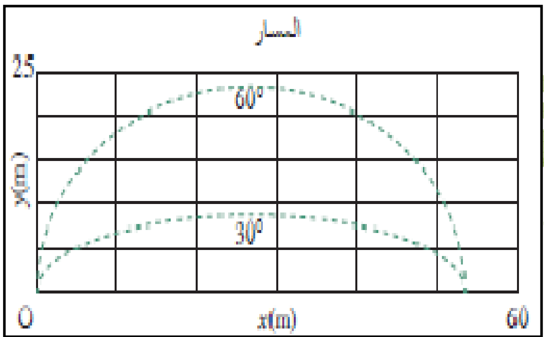


وجه المقارنة	زاوية إطلاق أكبر (Θ_1)	زاوية إطلاق أقل (Θ_2)
مركبة السرعة الراسية	أكبر	أصغر
مركبة السرعة الأفقية	أصغر	أكبر
ارتفاع القذيفة	أكبر	أصغر
مدي القذيفة	أصغر	أكبر

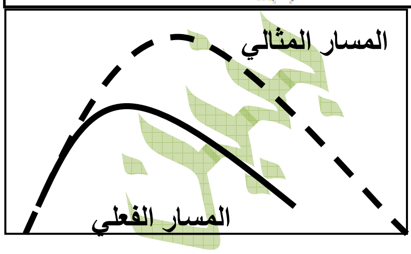
ملاحظات هامة :

1- كلما كانت **المركبة الأفقية للقذيفة أقل** كان **المدى أقل .**

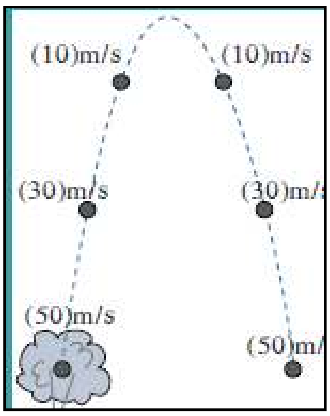
2- عند إطلاق قذيفتين مختلفتين **بزاويتين مجموعهما (90^O)** في ظل غياب مقاومة الهواء فإنهما **يصلان للمدى نفسه .** ولكن الذي أطلق بزاوية أصغر سيستمر مساره في الهواء لفترة أقصر . كما بالشكل المقابل .



3- يصل الجسم المقذوف إلي **أبعد مدي** عندما يقذف **بزاوية (45^o) .**



4- عندما تكون **مقاومة الهواء غير مهملة يتناقص مدى القذيفة** ويصبح المسار **قطعا مكافئ غير حقيقي** كما بالشكل المقابل .



5- **عند إهمال الاحتكاك :** أ- زمن وصول القذيفة لأقصي 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** لأعلي **تساوي** عجلة **التسارع** عند **الهبوط** لأسفل. كما بالشكل المقابل .

جـ- **سرعة اصطدام القذيفة بالأرض** هي **السرعة نفسها** التي **أطلقت** بها القذيفة من **الأرض لأعلي .**

إعداد أ / أحمد سمير

6- أما في حالة **عدم إهمال الاحتكاك** فستصل الكرة إلي **ارتفاع أقل وتختلف** سرعتها لحظة **الاصطدام** عن سرعة **الإطلاق**

7- نفترض أن **سطح الأرض مستو** أثناء دراسة حركة **المقذوفات قصيرة ألمدي** والتي تناولناها في هذا الدرس .

8- أما لدراسة **المقذوفات بعيدة ألمدي** فإن **انحناء سطح الأرض** يجب أن يدخل في الاعتبار لأن إطلاق جسم بسرعة مناسبة سيجعله يسقط حول الأرض ويصبح قمرا صناعيا .

ملاحظة هامة : 1- لحساب سرعة الجسم في أي لحظة : نحسب المركبة الافقية 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 الافقي x والاحداثي الراسي y

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

1- عند دحرجة كرة علي سطح أفقي عديم الاحتكاك ، تبقي 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 أطلاق 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 ($v_x = v_o \cos\theta$).

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) و بسرعة 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^o) مع المحور الأفقي . ليعود إلي الأرض افترض أن عجلة الجاذبية $g = (10) m/s^2$ أحسب :

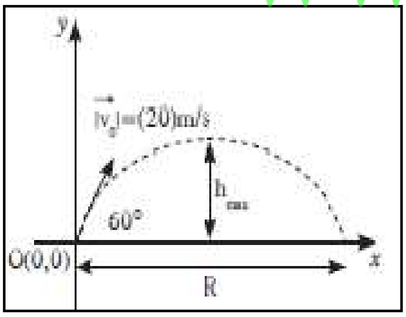
أ- أقصي ارتفاع

ب- ألمدي

ج- موقع الجسم بعد ثانية .

د- سرعته بعد ثانية .

3- أطلقت قذيفة بزاوية (60^o) مع المحور الأفقي من النقطة $o\ (0,0)$ وبسرعة ابتدائية $v_0 = (20)\ m/s$ كما بالشكل المقابل . أهمل مقاومة الهواء .



أ- أكتب معادلة المسار للقذيفة .

ب- احسب الزمن الذي تحتاجه للوصول إلي أقصي ارتفاع .

ج- استنتج مقدار أقصي ارتفاع تبلغه القذيفة .

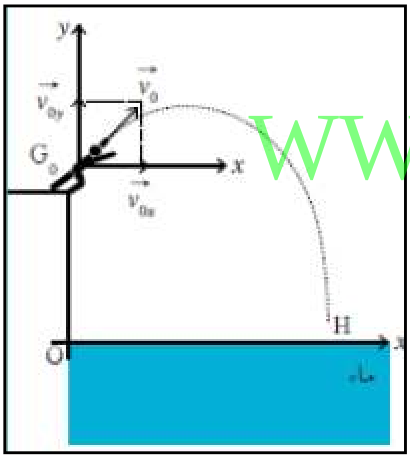
د- احسب ألمدي الأفقي الذي تبلغه القذيفة علما أنها اصطدمت بالأرض عند نقطة تقع علي الخط المار بنقطة القذف .

ه- احسب متجه السرعة لحظة اصطدام القذيفة بالأرض .

4- **في إطار مبارزة إطلاق السهم أرسل أحد المتبارين السهم بسرعة ابتدائية $v_0 = (50)\ m / s$ وذلك لكي يصل إلي هدفه الموجود علي مسافة $(80)\ m$ علما بأن مركز الهدف هو علي المستوى الأفقي نفسه مع يد المتباري وبإهمال مقاومة الهواء .**

أ- حدد قيمة زاوية θ بالنسبة إلي المحور الأفقي لكي يتمكن المتباري من إصابة مركز الهدف الموجود علي بعد $(80)m$

ب- إذا تم الإطلاق بزاوية (9^o) دائما بالنسبة إلي المحور الأفقي احسب قيمة المسافة الأفقية التي قطعها السهم . هل يصل السهم إلي الهدف ؟ قيم إجابتك ؟



5- لدراسة حركة مركز ثقل الغطاس خلال قفزه إلي الماء عن خشبة كما بالشكل المقابل نفترض أن الغطاس ترك الخشبة في اللحظة صفر $(t=0)$ بسرعة ابتدائية v_0 وبزاوية قدرها (40^o) بالنسبة إلي المحور الأفقي في لحظة الانطلاق كان الغطاس في النقطة G_0 التي ترتفع $(6)\ m$ عن سطح الماء $(\ x_0 = 0\ ,\ y_0 = (6)m\ )$

أ- إذا كانت أعلي نقطة يصل إليها الغطاس هي علي مسافة $(1)\ m$ من مستوي الإطلاق احسب سرعة الغطاس الابتدائية v_0 .

ب- اكتب معادلة المسار لحركة مركز ثقل الغطاس .