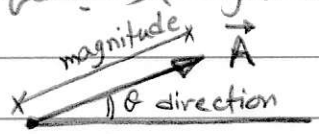
CHAPTER TWO
FORCE VECTORS

(2-1) الكميات العددية (Scalars) والكميات المتجهة (Vectors)

جميع الكميات الفيزيائية في الميكانيكا تقاس اما باستخدام (Scalars) أو (Vectors) :-

Scalar : وهي الكميات التي تعرف من خلال مقدارها (magnitude) فقط (موجب أو سالب)
مثل : الكتلة، الطول، الزمن .

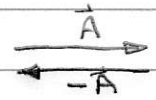
Vectors : وهي الكميات التي تعرف من خلال مقدارها (magnitude) و اتجاهها (direction)
مثل : القوة، العزم (moment)



- طول الـ (Vector) يمثل المقدار (magnitude)
- زاوية ميل الـ (vector) عن محور معين يمثل (direction)
- رأس السهم للـ (vector) يمثل الى اين تتجه القوة (Sense)

(2-2) عمليات المتجه Vector Operations

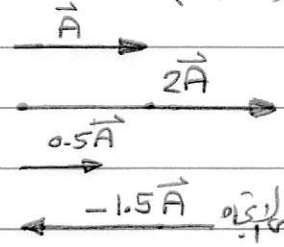
⊛ Direction



(اشارة السالب تعني عكس الاتجاه فقط، المقدار يكون ثابت)

⊛ Multiplication and Division of a Vector by a scalar

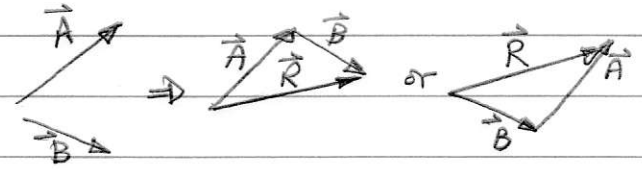
ضرب (أو تقسيم) متجه (Vector) بكمية عددية (scalar) سوف ينتج عنه متجه (vector) مضاعفات (أو اجزاء) الاصل حسب مقدار الـ scalar :-



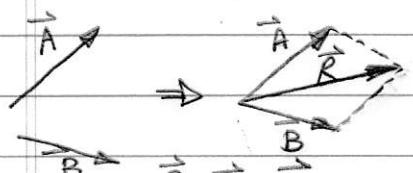
المتجه الاصلي
$(2\vec{A})$ تعني ضعف الكمية
$(0.5\vec{A})$ تعني نصف الكمية
$(-1.5\vec{A})$ تعني مرة ونصف الكمية وعكس الاتجاه

⊛ Vector Addition جمع المتجهات

* طريقة قاعدة المثلث Triangle rule



* طريقة متوازي الاضلاع parallelogram



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

اعداد : د. محمد مصطفى محمد

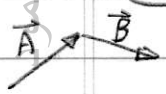
- جمع متجه مع متجه ينتج عنه متجه جديد
- في الجمع ، اما استخدام قاعدة متوازي الاضلاع parallelogram law

وذلك بجعل المتجهين تبدأ من نقطة بداية واحدة

ثم اكمال اضلاع متوازي الاضلاع

ثم الحصول على ناتج الجمع من نقطة البداية المشتركة الى نقطة التقاء متوازي الاضلاع

أو يتم الجمع بأستخدام قاعدة المثلث triangle rule وذلك



بجعل بداية المتجه الثاني ($\vec{B}$) ترتبط بنهاية المتجه الاول ($\vec{A}$)

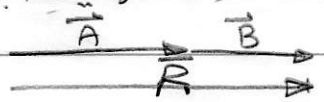
ثم الحصول على ناتج الجمع من نقطة بداية المتجه الاول الى نهاية المتجه الثاني

(ملاحظة: أو ربط $\vec{A}$ في نهاية $\vec{B}$)

- جمع المتجهات هو تبادلي (commutative) أي ان:-

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

- اذا كان كلا المتجهين $\vec{A}$ و $\vec{B}$ على خط واحد ، فعملية الجمع تصبح سهلة ومباشرة:-

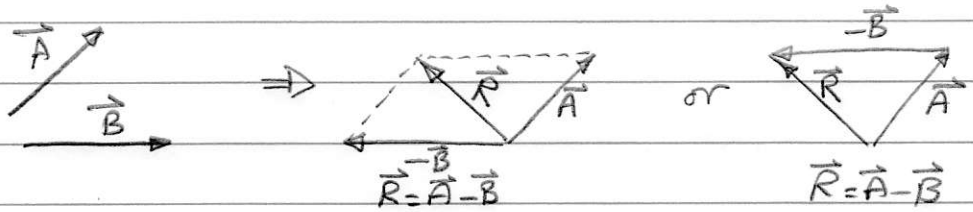


$\vec{R} = \vec{A} + \vec{B}$

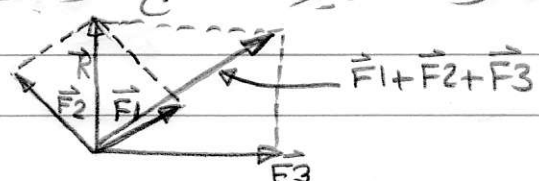
- طرح المتجهات يعتبر حالة خاصة من حالات جمع المتجهات:-

$$\vec{R} = \vec{A} - \vec{B} \Rightarrow \therefore \vec{R} = \vec{A} + (-\vec{B})$$

ويتم التعامل معه بنفس طريقة الجمع (متوازي الاضلاع أو طريقة المثلث)



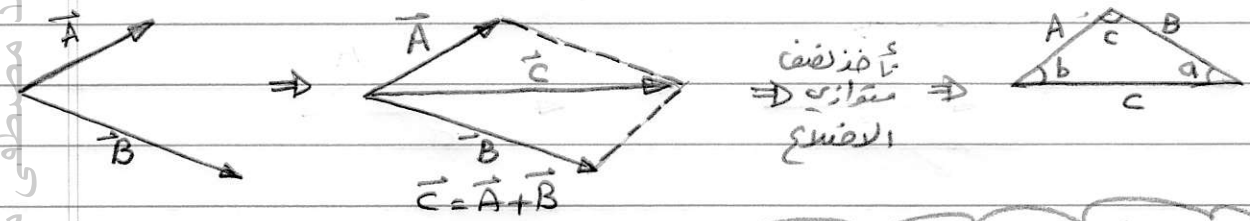
- لجمع (أو طرح) عدة متجهات (اكثر من اثنان) ، يمكن استخدام طريقة متوازي الاضلاع لتنفيذ ذلك . نبدأ بأيجاد ناتج جمع (او طرح) $\vec{F1}$ و $\vec{F2}$ ولتكن الناتج هو $\vec{R}$ ثم نجد ناتج جمع (او طرح) $\vec{F3}$ و $\vec{R}$ ويكون الناتج هو مجموع القوى $\vec{F1}, \vec{F2}, \vec{F3}$



اعداد : د. محمد مصطفى محمود

(2-3) علم المثلثات Trigonometry

استغلال علم المثلثات في التعامل هو جمع (ايجاد محصلة) المتجهات أو تحليل المتجهات يتطلب التذكير بالنقاط التالية :-



من المثلث الاخير :-

Law of Cosines :- $C = \sqrt{A^2 + B^2 - 2AB\cos c}$

A ، B ، C : طول الاضلاع الثلاث (المقدار scalar لكل متجه)

a ، b ، c : الزوايا المقابلة لكل ضلع

Law of Sines :- $\dfrac{A}{\sin a} = \dfrac{B}{\sin b} = \dfrac{C}{\sin c}$

Hint : بعد رسم المثلث الاخير ، يتم ايجاد

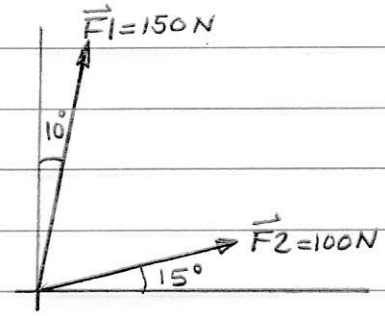
- مقدار المحصلة (C) من استخدام العلاقة (Law of cosines)
- اتجاه المحصلة (c) من استخدام العلاقة (Law of sines)
- لتحليل قوة ما الى مركبتين (Two components) على محاور محددة ، يتم استخدام العلاقة (Law of sines)

Note :- a triangle is defined completely by :-

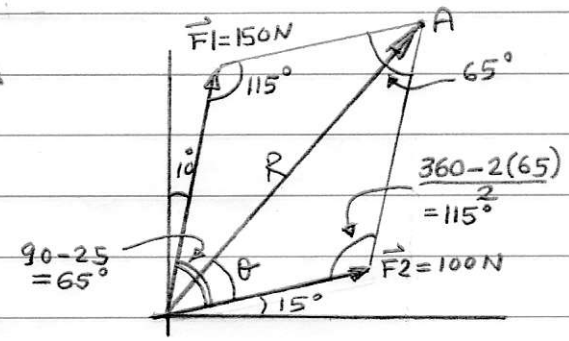
- 3 angles + 1 leg
- 1 angle + 2 legs
- 3 legs

اعداد : د. محمد مصطفى محمود

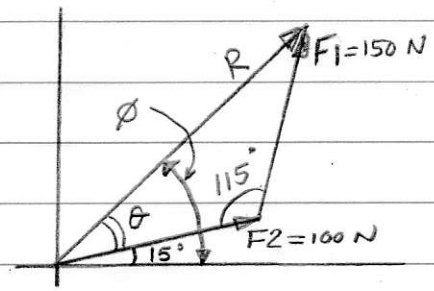
Ex: For the force system shown in figure. Determine the resultant of the two forces $\vec{F1}$ and $\vec{F2}$ and its direction.



Solution:-



* الخطوة الاولى هي بأكمال متوازي الاضلاع parallelogram وتحديد كافة الزوايا.
- المتجه $\vec{R}$ المرتسم من بداية التقاء القوتين $\vec{F1}$ و $\vec{F2}$ الى نقطة (A) يمثل محصلة القوتين.
- طول المتجه $\vec{R}$ يمثل المقدار
- ميل المتجه $\vec{R}$ (الزاوية θ) يمثل اتجاهه
* الخطوة الثانية هي رسم مثلث القوى $\vec{F1}$، $\vec{F2}$، $\vec{R}$ واستخدام علم المثلثات Trigonometry لايجاد قيمة واتجاه ($\vec{R}$) المحصلة.



- من المثلث: يلاحظ بأن المعلوم هو ضلعين + زاوية
- بأستخدام law of cosines نجد مقدار (magnitude) المحصلة

$$R = \sqrt{F_1^2 + F_2^2 - 2F_1F_2\cos 115}$$

$$R = \sqrt{(150N)^2 + (100N)^2 - 2(100N)(150N)\cos 115^\circ}$$

$$\therefore R = 212.6\ N \approx 213\ N$$

- بأستخدام law of sines نجد اتجاه (direction) المحصلة

$$\frac{F_1}{\sin\theta} = \frac{R}{\sin 115} \Rightarrow \frac{150}{\sin\theta} = \frac{212.6}{\sin 115} \Rightarrow \therefore \theta = 39.8^\circ$$

∴ ميل المحصلة R عن الافق (اتجاهها) هو:-

$$\phi = 39.8 + 15 = 54.8^\circ$$