

الوحدة الأولى

الاستاتيكا

الصفحة	اسم الدرس	رقم الدرس
٢	محصلة قوتين متلاقيتين في نقطة	١
١١	تحليل القوة إلى مركبتين	٢
١٦	محصلة عدة قوى متلاقية في نقطة	٣
٢٤	اتزان جسم تحت تأثير ثلاث قوى	٤
٣٤	تلاقي خطوط عمل القوى الثلاث	٥

الدرس الأول:
محصلة قوتين متلاقيتين في
نقطة

لى جسم اخر طبيعى

القوه _ هى تاثير احد الاجسام
خواص القوه

التاثير _ يتكون بالدفع او الجذب او بالتنافر او بالضغط
الجسم الطبيعى _ الجسم يتكون من ماده وله حجم لايساوى الصفر
(١) مقدار القوه (٢) اتجاه القوه (٣) نقطه تاثير القوه وبالتالى
خط عملها

القواتين

١ محصلة قوتين

$$C = \sqrt{F_1^2 + F_2^2 + 2F_1F_2 \cos \theta}$$

أو

$$C^2 = F_1^2 + F_2^2 + 2F_1F_2 \cos \theta$$

٢ زاوية ميل المحصلة على F_1

$$\tan \alpha = \frac{F_2 \sin \theta}{F_1 + F_2 \cos \theta}$$

مثال (١) قوتان مقدارهما ٥ ، ٣ نيوتن

تؤثران في نقطة مادية والزاوية بينهم 60°

أوجد مقدرا واتجاه المحصلة.

$5 = ٥$ نيوتن $3 = ٣$ نيوتن

$60 = 60^\circ$

$$\text{ظا ه} = \frac{\text{و ه جاي}}{\text{و ه + و ه جاي}}$$

$$\text{ظا ه} = \frac{3 \text{ جا } 60^\circ}{3 + 5 \text{ جا } 60^\circ}$$

Shift tan

$\therefore \text{ه} = 21/47^\circ$ حيث ه زاوية ميل

المحصلة على القوة الأولى

$$\text{ح} = \sqrt{\text{و ه}^2 + \text{و ه}^2 + 2 \times \text{و ه} \times \text{و ه جاي}}$$

$$\therefore \text{ح} = \sqrt{5^2 + 3^2 + 2 \times 5 \times 3 \times \text{جا } 60^\circ} = 7 \text{ نيوتن}$$

مثال (٢)

قوتان مقدارهما ٦ و نيوتن و قياس

الزاوية بينهما ١٣٥° اوجد مقدار المحصلة

إذا كانت تميل بزاوية ٤٥° على و

$w = ٦$

$w = ٦$ نيوتن

ميل ه على و = ٤٥°

$y = ١٣٥°$

ظا ه = ٤٥

$\therefore \text{ظا ه} = \frac{\text{و جاي}}{\text{و + و جاي}}$

ظا ه = ٤٥

$\therefore ١ = \frac{\text{٦ جاي } ١٣٥}{\text{و + ٦ جاي } ١٣٥}$

$\therefore \text{و + ٦ جاي } ١٣٥ = \text{٦ جاي } ١٣٥$

$\therefore \text{و} = \text{٦ جاي } ١٣٥ - \text{٦ جاي } ١٣٥$

$\therefore \text{و} = ٦\sqrt{٦}$ نيوتن

وبعدین نجيب ح

$\text{ح} = \sqrt{\text{و}^2 + \text{و}^2 + ٢\text{و}\text{و جاي}}$

$\text{ح} = \sqrt{\text{و}^2 + \text{و}^2 + ٢\text{و}\text{و جاي } ١٣٥}$

$= ٦$ نيوتن

مثال (۳) قوتان مقدار هما ۳۰ و ۱۶ اٹ.جم فیذا
 كان مقدار محصلتہم = ۲۶ اٹ.جم أوجد قياس
 الزاوية بينهما.

$$۳۰ = ۱۶ \text{ اٹ.جم}$$

$$۲۶ = ۱۶ \text{ اٹ.جم}$$

Shift cos

$$ح = ۱۶ + ۱۶ + ۲ \times ۱۶ \times \text{جناي}$$

$$۲۶ = ۱۶ + ۱۶ + ۲ \times ۱۶ \times \text{جناي}$$

$$۲۶ - ۳۲ = ۲ \times ۱۶ \times \text{جناي}$$

$$-۶ = ۳۲ \times \text{جناي}$$

$$\therefore \text{جناي} = \frac{-۶}{۳۲}$$

$$\therefore \text{جناي} = ۱۲۰^\circ$$

حالات خاصة

١ القوتان في نفس الاتجاه

تكون المحصلة قيمة عظمى وتساوي مجموع القوتين وتكون الزاوية بينهم $\theta = 0^\circ$

٢ القوتان متعامدتان

$$c = \sqrt{a^2 + b^2} \quad \& \quad \theta = \tan^{-1} \frac{b}{a}$$

٣ القوتان متساويتان

$$c = 2a \cos \left(\frac{\theta}{2} \right)$$

$$\theta = \cos^{-1} \left(\frac{c}{2a} \right) \quad \leftarrow \text{المحصلة تنصف الزاوية بين القوتين}$$

٤ القوتان في عكس الاتجاه

تكون المحصلة = الفرق بين القوتين وتكون قيمة صغرى وتكون الزاوية بينهم $\theta = 180^\circ$ والمحصلة في

$$\text{اتجاه القوة الأكبر} \quad c = |a - b|$$

مثال (٤) إذا كانت ح محصلة قوتين $\Rightarrow [32, 12]$

فأوجد:

القوتين ثم احسب المحصلة إذا كانت الزاوية بينهم $= 60^\circ$

$$\cancel{12 = 2F - F}$$

$$\cancel{32 = 2F + F}$$

$$44 = 2F$$

بالجمع

$$\therefore F = \frac{44}{2} = 22 \text{ نيوتن}$$

بالتعويض في ١

$$\therefore 12 = 2F - 22$$

$$22 = 12 - 2F$$

$$\therefore 2F = 10 \text{ نيوتن}$$

$$\text{إذا كانت } F = 60^\circ$$

فإن

$$H = \sqrt{F_1^2 + F_2^2 + 2F_1F_2 \cos \theta}$$

$$= \sqrt{(22)^2 + (10)^2 + 2 \times 22 \times 10 \times \cos 60^\circ}$$

$$= 20 \sqrt{2} \text{ نيوتن}$$

مثال (٤) إذا أثرت القوى الثلاث التي مقاديرها

٥ ، ١٠ ، ٤ نيوتن في نقطة مادية وكان

قياس الزاوية بين الأولى والثانية = ٦٠°

أوجد القيمة العظمى والصغرى لمحصلتهم

الفكرة هنجيب محصلتين الأولى والثانية
ونعتبرهم قوة واحدة وعندنا الثالثة يبقى كده
قوتين مرة نجمعهم ومرة نطرحهم

$$\text{ح.ا.} = \sqrt{5^2 + 10^2 + 2 \times 5 \times 10 \times \cos 60^\circ}$$

$$= \sqrt{5^2 + 10^2 + 100}$$

القيمة الصغرى الجديدة

$$= \sqrt{5^2 + 10^2 - 100} = \sqrt{25 + 100 - 100}$$

القيمة العظمى الجديدة

$$= \sqrt{5^2 + 10^2 + 100} = \sqrt{25 + 100 + 100}$$

مثال (٥) قوتان مقدارها ١٢ ، ١٥ نيوتن

وجيب تمام الزاوية بينهما $\frac{4}{5}$ أوجد مقدار محصلتهما وزاوية ميلهما على θ

$\theta = 12$ نيوتن

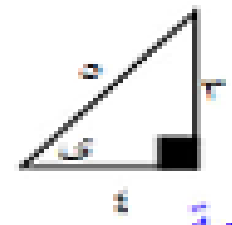
$\theta = 15$ نيوتن

جتاي $\frac{4}{5}$

$$C = \sqrt{\theta_1^2 + \theta_2^2 + 2\theta_1\theta_2 \cos \alpha}$$

$$C = \sqrt{12^2 + 15^2 + 2 \times 12 \times 15 \times \frac{4}{5}}$$

$\therefore C = 9$ نيوتن



في الربع الثاني زاوية منفرجة

جتاي $\frac{4}{5}$

جاي $\frac{3}{5}$

$$\text{ظا } \theta = \frac{\theta_1 \sin \alpha}{\theta_1 \cos \alpha + \theta_2} = \frac{\frac{4}{5} \times 15}{\frac{4}{5} \times 15 + 12}$$

$\therefore \theta = 90^\circ$

وعلى فكرة يا شباب

لو لاحظت ان جتاي $\frac{4}{5} = \frac{12}{15}$

$\frac{\theta_1 \sin \alpha}{\theta_1} =$

\therefore المحصلة عمودية على القوة الاولى

$\therefore \theta = 90^\circ$

(١) قوتان مقدارهما ٨،٤ نيوتن تؤثران في نقطة مادية وتحصران بينهما زاوية قياسها 120° . أوجد مقدار محصلتهما.

(٢) قوتان تؤثران في نقطة مادية فإذا كانت أكبر قيمة لمحصلتهما ٥٤ ث.كجم وكانت اصغر قيمة لمحصلتهما ١٨ ث.كجم. أوجد مقدار كل من القوتين.

(٣) أثرت قوتان في نقطة مادية فإذا كان مقدار القوة الأولى ٦ نيوتن تؤثر في اتجاه الشرق ومقدار الثانية $6\sqrt{2}$ نيوتن وتؤثر في اتجاه الشمال الغربي احسب مقدار المحصلة.

(٤) قوتان مقدارهما ٢،٣ نيوتن وكان مقدار محصلتهما $3\sqrt{13}$ نيوتن فأوجد قياس الزاوية بين القوتين.

(٥) قوتان متعامدتان ٦، ٨ ث.كجم أوجد مقدار واتجاه محصلتهما.

(٦) قوتان مقدارهما ٩ ، ٨ نيوتن تؤثران في نقطة مادية ومحصلتها عمودية على القوة الأولى أوجد قياس الزاوية بينهما.

(٧) تؤثر القوتان المتعامدتان \vec{F}_1 ، \vec{F}_2 نيوتن عند نقطة. وكان مقدار محصلتهما ١٦ نيوتن وتنصع زاوية قياسها 30° مع \vec{F}_1 أوجد مقدار كلا من القوتان \vec{F}_1 ، \vec{F}_2 .

(٨) قوتان متساويتان في المقدار ومتلاقيتان في نقطة ومقدار محصلتهما يساوي ٤ ث. كجم وإذا عكسنا اتجاه احدهما فإن مقدار المحصلة يساوي ٣ ث. كجم. أوجد مقدار كل من القوتين.

(٩) قوتان مقدارهما $\sqrt{3}$ ، $2\sqrt{2}$ داین تؤثران في نقطة مادية ومحصلتها عمودية على القوة الأولى. أوجد قياس الزاوية بين القوتين.

(١٠) أوجد مقدار المحصلة لقوتين متلاقيتين في نقطة مادية مقدارهما ٤ ، ٢ نيوتن والمحصلة عمودية على احدهما.

(١١) قوتان متساويتان في المقدار يحصران زاوية بينهما قياسها 120° ومقدار محصلتها ٥٠ نيوتن. فأوجد مقدار القوتان.

(١) قوتان مقدارهما ١٥ ، ٨ ث. كجم تؤثران في نقطة مادية إذا كان مقدار محصلتهما ١٣ ث. كجم فأوجد قياس الزاوية بين هاتين القوتين.

(٢) قوتان متلاقيتان في نقطة مادية مقدارها ١٤ ، ١٦ نيوتن وكانت القيمة الصغرى لمحصلتها ٢٤ نيوتن أوجد القيمة العظمى لمحصلتها.

(٣) قوتان مقدارهما ١٨ ، ١٣ ث. كجم وكان مقدار محصلتهما ١٥ ث. كجم فأوجد قياس الزاوية بين القوتين.

(٤) قوتان تؤثران في نقطة مادية فإذا كانت اقل قيمة لمحصلتها ١٤ ث. كجم وكانت أكبر قيمة لمحصلتها ٣٦ ث. كجم. أوجد مقدار كل من القوتين.

(٥) قوتان مقدارهما ٢٤ ، ٢٥ نيوتن تؤثران في نقطة مادية. إذا كانت المحصلة عمودية على القوة الأولى فأوجد مقدار المحصلة.

(٦) قوتان متساويتان في المقدار يحصران زاوية بينهما قياسها 60° ومقدار محصلتها $3\sqrt{3}$ نيوتن. فأوجد مقدار القوتان.

(٧) قوتان متساويتان في المقدار ومتلاقيتان في نقطة ومقدار محصلتهما يساوي ٢٤ ث. كجم وإذا عكسنا اتجاه احدهما فإن مقدار المحصلة يساوي ٧ ث. كجم. أوجد مقدار كل من القوتين.

(٨) قوتان مقدارهما ٧ ، ١٤ تؤثران في نقطة مادية ومحصلتهما عمودية على القوة الأولى أوجد قياس الزاوية بينهما.

(٩) أوجد قيمة القوتان المتساويتان في المقدار ومقدار محصلتهما ٦ داین إذا كان قياس الزاوية بينهما 90° .

(١٠) قوتان مقدارهما ٧ ، $2\sqrt{2}$ نيوتن وكانت المحصلة تنصف الزاوية بين القوتين. فأوجد قيمة θ .

(١١) أوجد مقدار واتجاه محصلة قوتين متعامدتين مقدارهما ٩ ، ٤٠ داین.

(١٢) قوتان مقدارهما ٧ ، ٢ نيوتن تؤثران في نقطة مادية ومحصلتهما عمودية على القوة الأولى. أوجد قياس الزاوية بين القوتين.

التقييم الأسبوعي (الأسبوع الأول) - تطبيقات الرياضيات

(١) قوتان مقدارهما ١٨ و ١٠ دابن وكان مقدار محصلتهما ٢٨ و دابن. فأوجد قياس الزاوية بين القوتين.

(٢) قوتان مقدارهما ١٠ و ٦ نيوتن تؤثران في نقطة مادية وقياس الزاوية بينهما 120° فإذا كان مقدار محصلتهما $6\sqrt{3}$ فأوجد مقدار u .

(٥) قوتان مقدارهما ١٠ و $2\sqrt{2}$ نيوتن تؤثران في نقطة مادية ومحصلتهما عمودية على القوة الأولى. أوجد قياس الزاوية بين القوتين.

(٦) أوجد مقدار المحصلة لقوتين متلاقيتين في نقطة مادية مقدارهما ١٠ و ٥ نيوتن والمحصلة عمودية على احدهما.

(١٠) قياس الزاوية المحصورة بين قوتين 120° ومقدار محصلتهما $3\sqrt{50}$ نيوتن أوجد مقدار كلا من القوتين إذا كان مجموعهما 150 نيوتن.

(١١) قوتان مقدارهما 5 ، 10 تؤثران في نقطة مادية ومحصلتهما عمودية على القوة الأولى أوجد قياس الزاوية بينهما.

(١٤) قوتان متساويتان في المقدار ومتلاقيتان في نقطة ومقدار محصلتهما يساوي 12 ث. كجم وإذا عكسنا اتجاه أحدهما فإن مقدار المحصلة يساوي 5 ث. كجم. أوجد مقدار كل من القوتين.

(١٥) قوتان متساويتان في المقدار يحصران زاوية بينهما قياسها 60° ومقدار محصلتها $3\sqrt{15}$ نيوتن. فأوجد

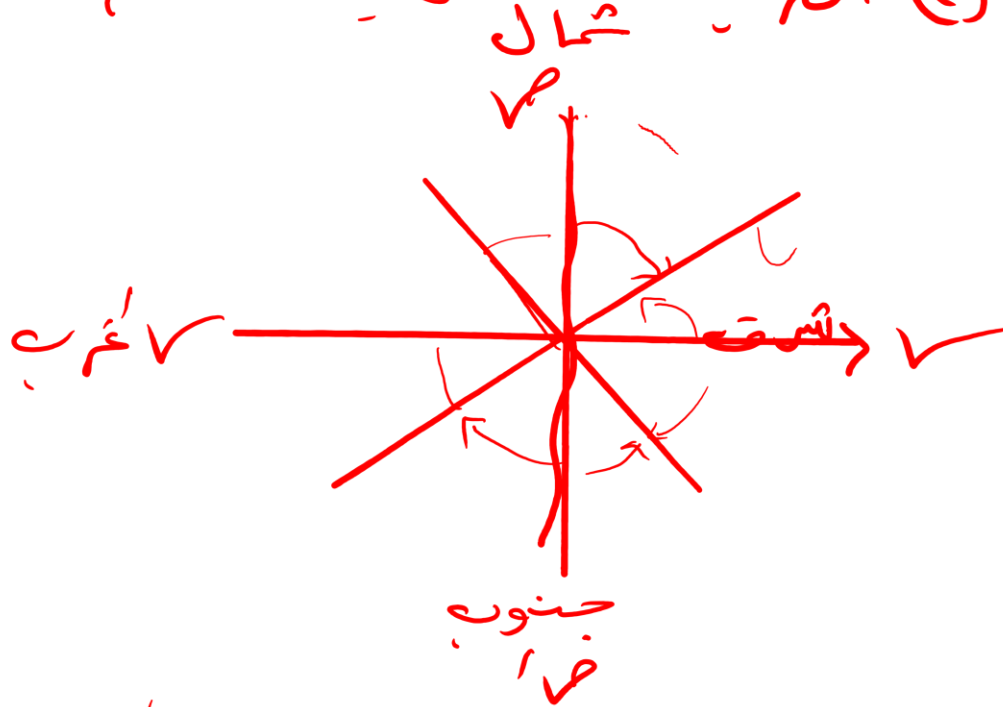
مقدار القوتين

الدرس الثالث:
محصلة عدة قوى متلاقية
في نقطة

$$\sqrt{P^2 + Q^2} = Z$$

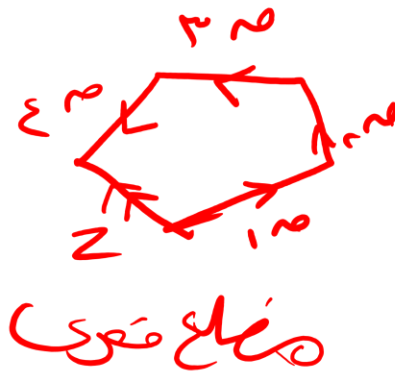
$$\frac{P}{S} = \frac{Q}{S}$$

⑤ المربع التحليلي



(P, Q)

الشرط الازم والكافي لاتزان مجموعة من القوى المستوية أن تمثل هندسياً بأضلاع مضلع مقفل مأخوذة في اتجاه دوري واحد



مضلع مغلق

$$\vec{P} + \vec{Q} + \vec{R} + \vec{S} = \vec{0}$$

$$Z = \vec{P} + \vec{Q}$$

$$\vec{P} + \vec{Q} = \vec{Z}$$

١ ترسم المسألة في نظام إحداثي متعامد
ولو فيه اتجاهات تكتب الاتجاهات على
الأسهم

٢ تحدد كل قوة والزاوية التي تصنعها مع
الاتجاه الموجب لمحور السينات. \rightarrow

٣ $\sin = \frac{ق}{ج}$ جناه ✓

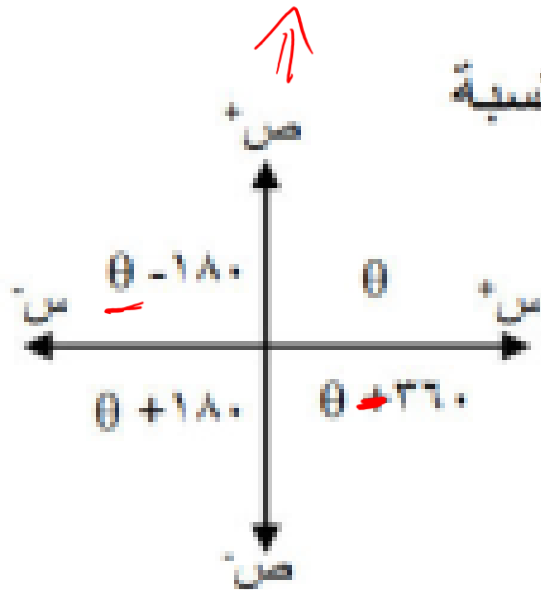
٤ $\cos = \frac{ق}{ح}$ حاه ✓

٥ $\tan = \frac{ق}{ح}$ حاه ✓

٦ $\cot = \frac{ح}{ق}$ من غير إشارة

وتشوف الربع الذي تقع فيه.

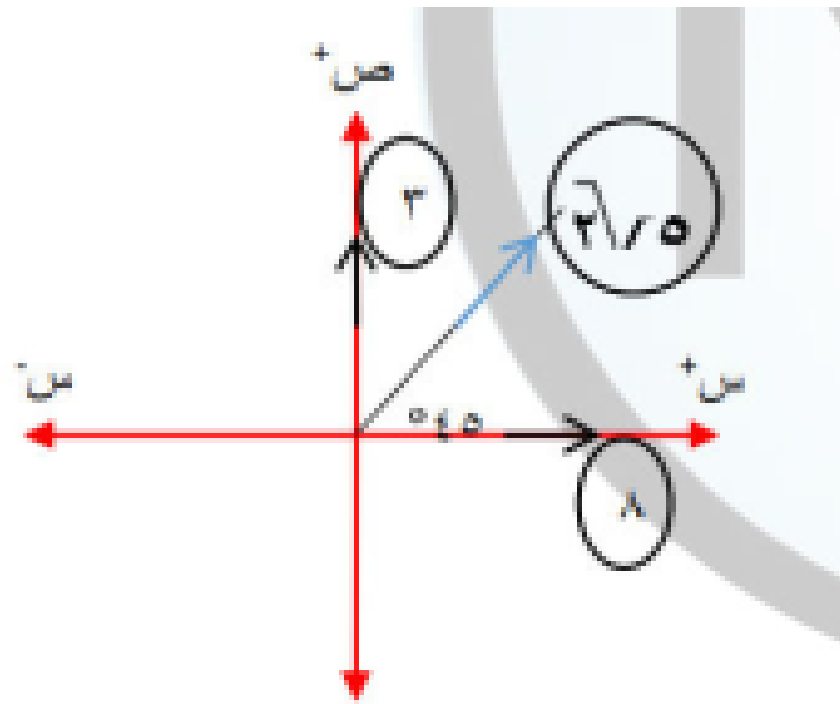
د	الربع	ص	س
قياس الزاوية الحادة ✓	الأول	+	+
(-180°) قياس الزاوية الحادة	الثاني	+	-
$+180^\circ$ قياس الزاوية الحادة	الثالث	-	-
-360° قياس الزاوية الحادة	الرابع	-	+



وتحاول تخليها زاوية متنسبة

متنسبات تحط القوة

في دائرة على الرسم



$$\vec{ح} = \sqrt{3^2 + 8^2} = \sqrt{73}$$

$$= \sqrt{73} \approx 8,54 \text{ نيوتن}$$

$$\text{ظاهر} = \frac{8}{\sqrt{73}} \text{ في الربع الأول}$$

$$\approx 0,93 / 36$$

مثال (١) ثلاث قوى مستوية ومتلاقية في نقطة

فإذا كان الزاوية بين الأولى والثانية = 45°

وبين الثانية والثالثة = 45° فأوجد مقدار

واتجاه المحصلة حيث القوى ٣ ، $2\sqrt{5}$ ، ٨

نيوتن

القوة	٨	$2\sqrt{5}$	٣
قياس زاويتها القطبية	صفر	45°	90°

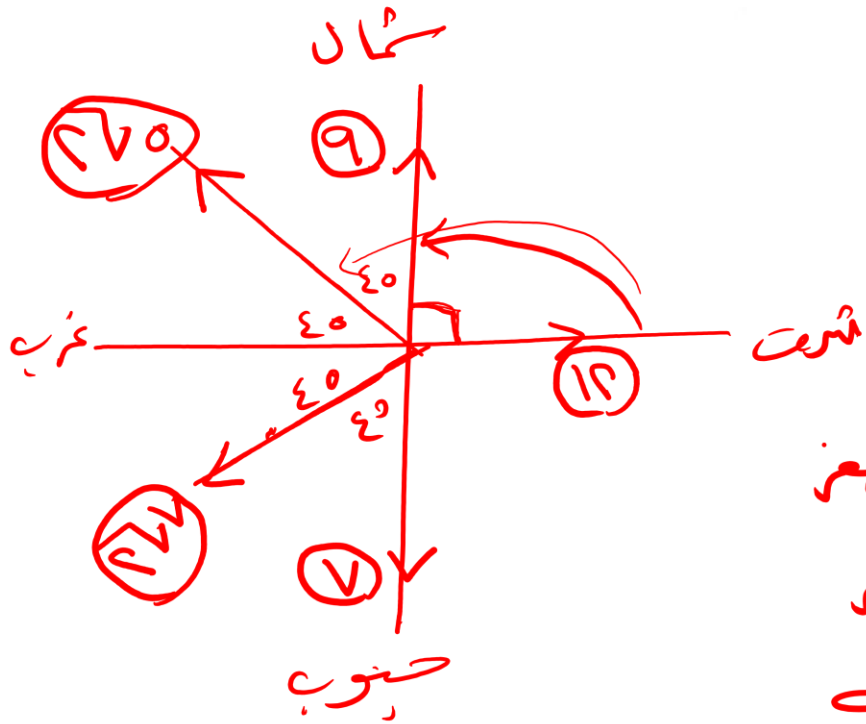
$$س = 8 \cos 0^\circ + 2\sqrt{5} \cos 45^\circ + 3 \cos 90^\circ$$

$$= 13 \text{ نيوتن}$$

$$ص = 8 \sin 0^\circ + 2\sqrt{5} \sin 45^\circ + 3 \sin 90^\circ$$

$$= 8 \text{ نيوتن}$$

خمس قوى مستوية ومتلاقية في نقطة مقاديرها ١٢ ، ٩ ، ٥ ، ٧ ، ٧ شكجم. تعمل في اتجاهات : الشرق ، الشمال ، الشمال الغربي ، الجنوب الغربي ، الجنوب على الترتيب. أثبت أن مجموعة القوى متزنة.



قوى (قوى ، زوايا)

$$= (0.45) (9.0) (135) (5.0) (225) (7.0) (315) (7.0)$$

$$(17.0) (9.0)$$

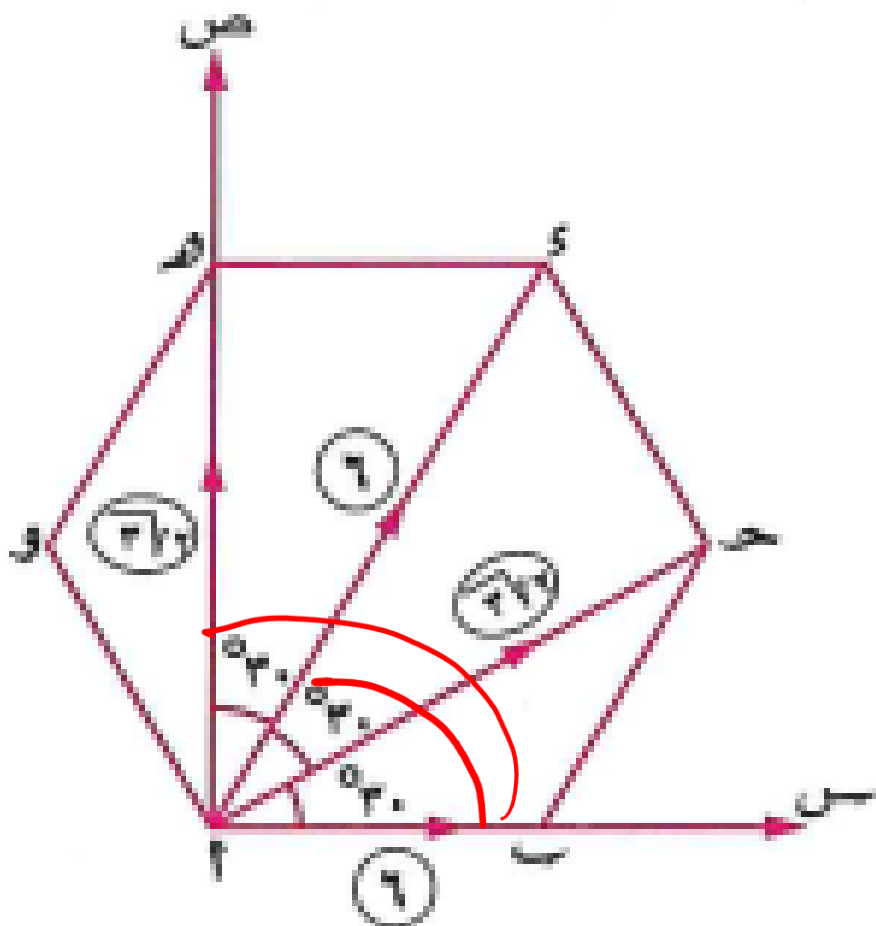
$$S = 12 \cos 0 + 9 \cos 90 + 5 \cos 135 + 7 \cos 225 + 7 \cos 315 = 0$$

$$R = 12 \sin 0 + 9 \sin 90 + 5 \sin 135 + 7 \sin 225 + 7 \sin 315 = 0$$

$$R = 0 = \sqrt{0^2 + 0^2} = 0 \text{ . المجموع متزن .}$$

أب ح د ه و سداسي منتظم. أثرت قوى مقاديرها 6 ، 6 ، $3\sqrt{2}$ ، $3\sqrt{2}$ نيوتن في

أب ، أ ح ، أ د ، أ ه على الترتيب. أوجد مقدار واتجاه محصلة هذه القوى.



$$(0, 6), (30^\circ, 3\sqrt{2}), (60^\circ, 6), (90^\circ, 3\sqrt{2})$$

$$\therefore \text{س} = 6 + 3\sqrt{2} \cos 30^\circ + 6 \cos 60^\circ + 3\sqrt{2} \cos 90^\circ$$

$$= 6 + \frac{3\sqrt{2}}{2} \times 3\sqrt{2} + 6 \times \frac{1}{2} + 0 = 12 \text{ نيوتن.}$$

$$\text{ص} = 3\sqrt{2} \sin 30^\circ + 6 \sin 60^\circ + 3\sqrt{2} \sin 90^\circ + 0$$

$$= 3\sqrt{2} \times \frac{1}{2} + \frac{3\sqrt{2}}{2} \times 6 + 3\sqrt{2} \times 1 = 3\sqrt{2} \text{ نيوتن.}$$

$$\therefore \text{ح} = \sqrt{3^2 + 12^2} = \sqrt{153} = 12.36 \text{ نيوتن.}$$

$$\frac{3\sqrt{2}}{12.36} = \frac{\text{ص}}{\text{ح}} = \sin \theta$$

$$\therefore \theta = 36^\circ 52'$$

$$\therefore \text{س} < 0, \text{ص} < 0$$

أي أن المحصلة مقدارها 12.36 نيوتن وتقع بين أ ح ، أ د وتصنع زاوية قياسها $36^\circ 52'$ مع أ ح

$${}^{\circ}27. \text{ع} + {}^{\circ}220 \sqrt{7} + {}^{\circ}120 \sqrt{5} + {}^{\circ}9. \text{ع} + {}^{\circ}. \text{ع} = \text{ص} \therefore$$

$$= \text{ع} + \frac{1}{\sqrt{7}} - x \sqrt{7} + \frac{1}{\sqrt{5}} - x \sqrt{5} + \cdot x 9 + \cdot \text{ع} \therefore$$

$$12 = \text{ع} \therefore$$

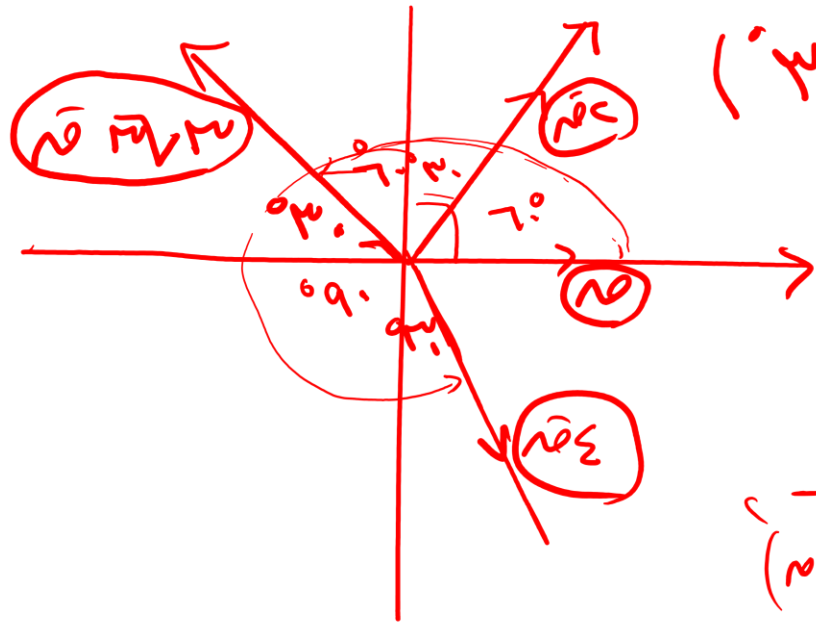
$${}^{\circ}27. \text{ع} + {}^{\circ}220 \sqrt{7} + {}^{\circ}120 \sqrt{5} + {}^{\circ}9. \text{ع} + {}^{\circ}. \text{ع} = \text{ص} \therefore$$

$$\text{ص} = 1 - x \text{ع} + \frac{1}{\sqrt{7}} - x \sqrt{7} + \frac{1}{\sqrt{5}} x \sqrt{5} + 1 x 9 + \cdot x 12 \therefore$$

$$7 = \text{ع} \therefore$$

أربع قوى مستوية ومتلاقية في نقطة مقاديرها ١، ٢، ٣، ٤، ٥ شكج

والزاوية بين اتجاهي الأولى والثانية ٦٠° وبين اتجاهي الثانية والثالثة ٩٠° وبين اتجاهي الثالثة والرابعة ١٥٠°
أوجد مقدار واتجاه المحصلة.



$$(\sqrt{3}, 1) \quad (1, 0) \quad (1, -\sqrt{3}) \quad (-\sqrt{3}, 1)$$

$$\cos = \cos 60^\circ + \cos 90^\circ + \cos 150^\circ + \cos 30^\circ$$

$$\cos = \frac{1}{2} + 0 - \frac{\sqrt{3}}{2} + \frac{\sqrt{3}}{2}$$

$$\sin = \sin 60^\circ + \sin 90^\circ + \sin 150^\circ + \sin 30^\circ$$

$$\sqrt{3} = \sqrt{\left(\frac{\sqrt{3}}{2}\right)^2 + \left(\frac{1}{2}\right)^2} = \sqrt{3 + 1} = 2 \quad \sin = \frac{\sqrt{3}}{2} = \frac{\sqrt{3}}{2}$$

$$\cos = 2$$

$$\text{Shift } \tan = \frac{\sin}{\cos} = \frac{\frac{\sqrt{3}}{2}}{2} = \frac{\sqrt{3}}{4} = 0.433$$

اتزان جسم تحت تأثير قوتين / ثلاث قوى متلاقية في نقطة (قاعدة مثلث القوى - قاعدة لامي)

• امثلة على اتزان جسم تحت تأثير قوتين :

1 جسم معلق بحبل خفيف :

إذا علق جسم وزنه (و) بحبل خفيف من إحدى نقطه فإنه يتزن تحت تأثير قوتين هما : الوزن (و) ويؤثر رأسياً إلى أسفل ، الشد في الحبل مقداره (س) ويؤثر رأسياً إلى أعلى ونستنتج أن : $س = و$

2 جسم موضوع على نضد أفقى أملس :

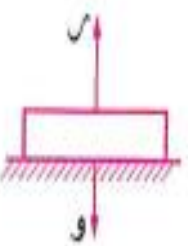
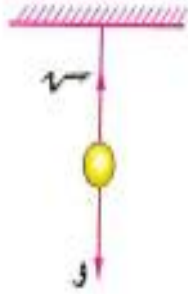
إذا وضع جسم وزنه (و) على نضد أفقى أملس فإنه يتزن تحت تأثير قوتين هما : الوزن (و) ويؤثر رأسياً إلى أسفل ، رد فعل النضد على الجسم مقداره (س) ويؤثر رأسياً إلى أعلى ونستنتج أن : $س = و$

شرط اتزان جسم تحت تأثير قوتين

1- متساويتين في المقدار.

2- متضادتين في الاتجاه.

3- خطي عمليهما على استقامة واحدة.

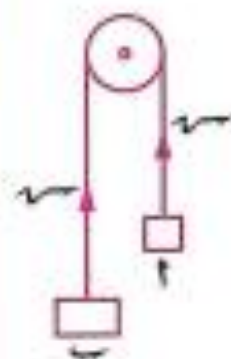


إذا كانت البكرة ملساء فإن
الشد في فرعي الخيطين يكون متساوي.

ملاحظات

١ إذا أثرت على جسم متماسك قوتان متساويتان في المقدار ومتضادتان في الاتجاه وفي نفس الخط المستقيم فلا يكون لهما أى تأثير على الجسم سواء من ناحية السكون أو الحركة.

٢ في الشكل المقابل :

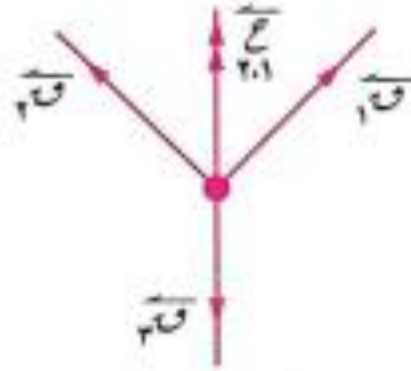


إذا مر خيط على بكرة ملساء وعلق في طرفي الخيط
٢ ، ب جسمان بحيث أصبح الخيط مشدوداً فإن الشدين
عند طرفي الخيط يكونان متساويين.

٣ في الشكل المقابل :



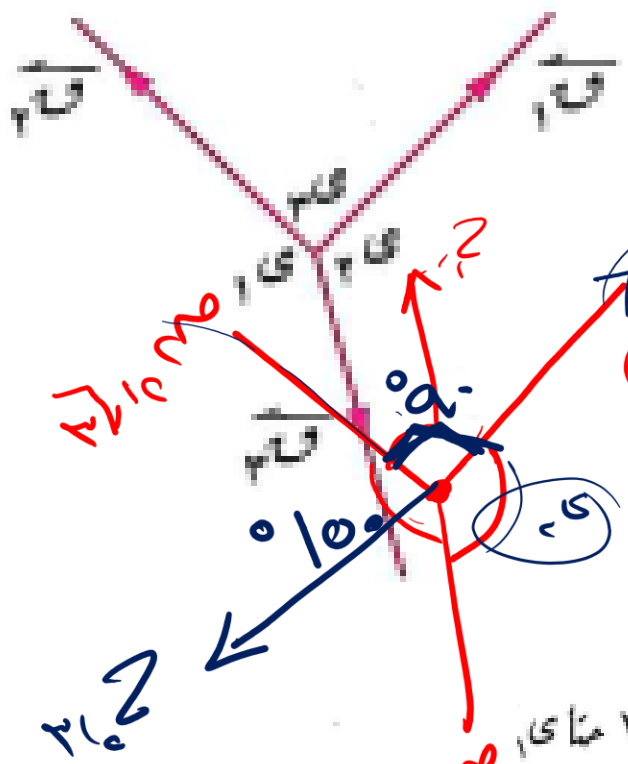
إذا مر خيط في حلقة ملساء (معلقة فيه تعليقاً حرّاً) فإن الشد في كل من
جزأى الخيط a ، b ، c يكونان متساويين في المقدار.



إذا اتزنت ثلاث قوى مستوية ومتلاقية فى نقطة مثل \vec{F}_1 ، \vec{F}_2 ، \vec{F}_3
 كما فى الشكل وكانت $\vec{F}_{1,2}$ هى محصلة القوتين \vec{F}_1 ، \vec{F}_2 فإن القوتين $\vec{F}_{1,2}$ ، \vec{F}_3
 تكونان متزننتين ، ومن شروط اتزان قوتين نستنتج أن $\vec{F}_{1,2}$ ، \vec{F}_3 متساويتان فى
 المقدار ومتضادتان فى الاتجاه ولهما نفس خط العمل.

- وعموماً : إذا اتزنت ثلاث قوى مستوية ومتلاقية فى نقطة فإن محصلة أى قوتين منها تكون مساوية للقوة الثالثة فى المقدار ومضادة لها فى الاتجاه ولهما نفس خط العمل.

\vec{F}_1 ، \vec{F}_2 ، \vec{F}_3 ثلاث قوى مستوية ومتلاقية في نقطة مقاديرها ١٢ ، $12\sqrt{3}$ ، ٢٤ نيوتن على الترتيب فإذا كانت هذه القوى متزنة فأوجد قياسات الزوايا بين خطوط عمل القوى الثلاث.



بفرض أن قياس الزاوية بين خطي عمل \vec{F}_1 ، \vec{F}_2 = 90° ، \vec{F}_1 ، \vec{F}_3 = 100° ، \vec{F}_2 ، \vec{F}_3 = 120°

∴ القوى الثلاث متزنة. $\vec{F}_1 + \vec{F}_2 + \vec{F}_3 = \vec{0}$ حياك

∴ $(24\hat{i}) + (12\sqrt{3}\hat{i} + 12\hat{j}) + (12\hat{i} + 12\sqrt{3}\hat{j}) = \vec{0}$ حياك
 ∴ $24\hat{i} + 12\sqrt{3}\hat{i} + 12\hat{j} + 12\hat{i} + 12\sqrt{3}\hat{j} = \vec{0}$ حياك

$24 + 12\sqrt{3} + 12 = 0$ حياك
 $24 + 12\sqrt{3} + 12 = 0$ حياك

∴ $24 + 12\sqrt{3} + 12 = 0$ حياك
 ∴ $24 + 12\sqrt{3} + 12 = 0$ حياك

∴ $24 + 12\sqrt{3} + 12 = 0$ حياك

بالمثل بفرض أن قياس الزاوية بين خطي عمل \vec{F}_1 ، \vec{F}_2 = 90° ، \vec{F}_1 ، \vec{F}_3 = 100° ، \vec{F}_2 ، \vec{F}_3 = 120° حياك

إذا أمكن تمثيل ثلاث قوى مستوية ومتلاقية في نقطة بأضلاع مثلث مأخوذة في اتجاه دورى واحد فإن هذه القوى تكون متزنة.

٣

قاعدة مثلث القوى

كل قوة تتناسب مع طول الضلع المناظر لها.

٤

قاعدة لامي

كل قوة تتناسب مع جيب الزاوية بين القوتين الأخرتين.

ملاحظة

- لكي تتزن ثلاث قوى متلاقية في نقطة وليست على استقامة واحدة يجب أن تكون مقاديرها تصلح لأن تكون أطوالاً لأضلاع مثلث ، بمعنى أنه لا بد أن يكون مقدار كبرى هذه القوى أصغر من مجموع مقدارى القوتين الأخرين لأنه في أي مثلث يجب أن يكون أكبر الأضلاع طولاً أصغر من مجموع طولى الضلعين الآخرين.

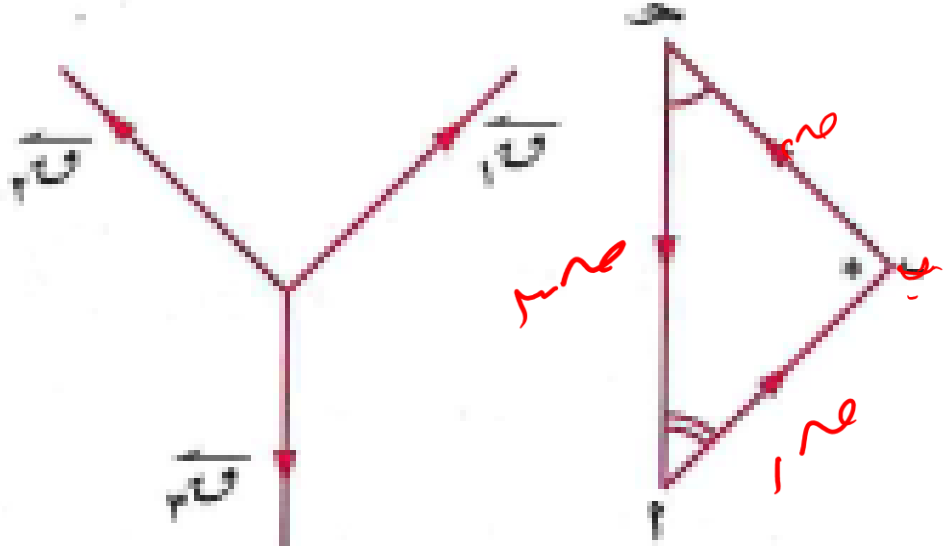
فمثلاً

القوى الثلاث التي مقاديرها ٣ ، ٤ ، ٩ وحدة قوة لا يمكن أن تتزن لأن الأعداد ٣ ، ٤ ، ٩ لا تصلح لأن تكون أطوالاً لأضلاع مثلث لأن $٣ + ٤ < ٩$ أما القوى التي مقاديرها ٤ ، ٧ ، ٨ يمكن أن تتزن ولا نقول متزنة حيث إن الاتزان يعتمد على مقادير القوى واتجاهها أيضاً.

- تتزن الثلاث قوى المتلاقية في نقطة إذا كان مقدار كبرى هذه القوى يساوى مجموع مقدارى القوتين الأخرين في حالة أن تكون هذه القوى على استقامة واحدة.

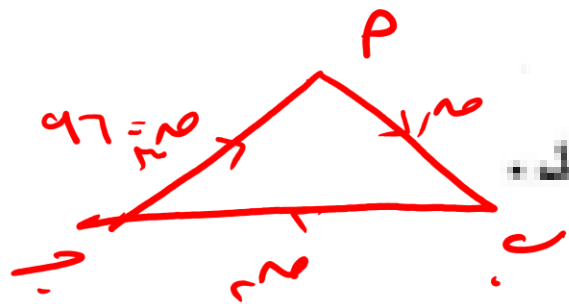
∴ القوى الثلاث \vec{F}_1 ، \vec{F}_2 ، \vec{F}_3 متزنة.

إذا اتزن جسم جاسئ تحت تأثير ثلاث قوى مستوية متلاقية في نقطة ورسم مثلث أضلاعه توازي خطوط عمل القوى وفي اتجاه دورى واحد فإن أطوال أضلاع المثلث تكون متناسبة مع مقادير القوى المناظرة.



$$\frac{F_1}{a} = \frac{F_2}{b} = \frac{F_3}{c}$$

ثلاث قوى متلاقية في نقطة مقاديرها 96 ، 10 ، 8 ث.كجم وأمكن تمثيلها بالقطع المستقيمة الموجهة \vec{AB} ، \vec{BC} ، \vec{CA} على الترتيب في ΔABC الذي فيه : $AB = 8$ سم ، $BC = 10$ سم ، $CA = 12$ سم
 أوجد قيمة كل من : \vec{m} ، \vec{n}



\therefore القوى تمثل بأضلاع مثلث مأخوذة في اتجاه دورى واحد.
 \therefore القوى متزنة وباستخدام قاعدة مثلث القوى :

$$\frac{96}{12} = \frac{10}{10} = \frac{8}{8} \therefore$$

$$\frac{96}{12} = \frac{10}{10} = \frac{8}{8} \therefore$$

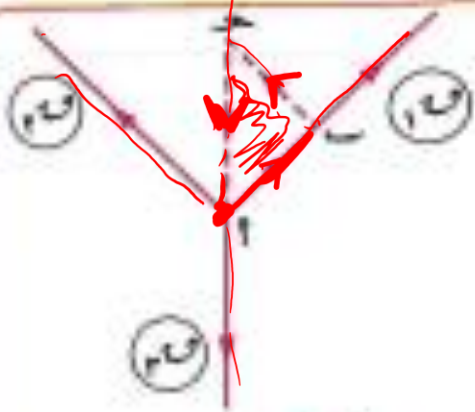
$\therefore \vec{m} = 16$ ث.كجم ، $\vec{n} = 8$ ث.كجم.

$$10 = \frac{96 \times 10}{12} = 80 \text{ ث.كجم}$$

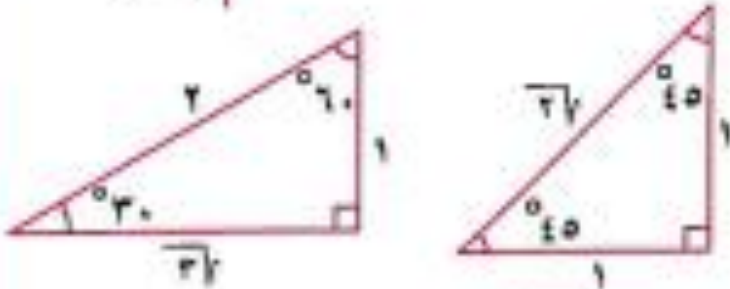
$$8 = \frac{96 \times 8}{12} = 64 \text{ ث.كجم}$$

ملاحظتان هامتان

١ من الممكن رسم مثلث القوى بحيث يكون ضلعان من أضلاعه محمولين على خطي عمل قوتين والضلع الثالث يوازي خط عمل القوة الثالثة. ففي الشكل المقابل: Δ abc يكون مثلث قوى.



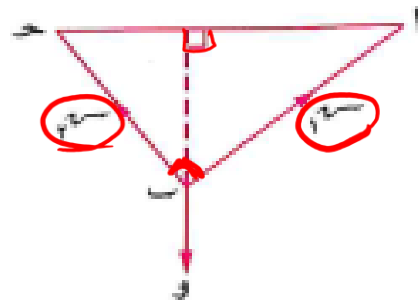
٢ إذا كان مثلث القوى لثلاث قوى متزنة هو مثلث ثلاثيني ستينى كانت النسبة بين مقادير القوى الثلاثة كالنسبة بين أطوال أضلاعه $1 : 2 : \sqrt{3}$



وإذا كان مثلث القوى قائم الزاوية ومتساوي الساقين كانت النسبة $1 : 1 : \sqrt{2}$

إذا رسم مثلث أضلاعه عمودية على اتجاهات القوى المتزنة فإن النسبة بين كل قوة وطول ضلع المثلث العمودي عليها متساوية.

في الشكل المقابل:



$$\overline{ac} \perp \overline{bc}, \overline{bc} \perp \overline{ab}, \overline{ac} \perp \overline{ab}$$

$$\therefore \frac{bc}{ab} = \frac{ac}{bc} = \frac{ac}{ab}$$

تسمى هذه القاعدة «مثلث القوى العمودي»

مثث القوى العمودي

٥

كل قوة تتناسب مع طول الضلع العمودي عليه

المثث القائم الزاوية 30° ، 60°

٦

النسبة بين أضلاعه $1 : \sqrt{3} : 2$
 30° ، 60° ، الوتر 90°

المثث القائم المتساوي الساقين

٧

$1 : 1 : \sqrt{2}$

طول الضلع المقابل للزاوية 30°

٨

في المثلث القائم $\frac{1}{2}$ طول الوتر

طول متوسط المثلث القائم

٩

والخارج من رأس القائمة $= \frac{1}{2}$ طول الوتر



إذا رسم مستقيم يوازي أحد أضلاع مثلث

١٠

ويقطع الضلعين الآخرين فإن المثلث

الناتج يشابه الأصلي $P \sim P$

القطعة المستقيمة المرسومة بين

١١

منتصفي ضلعين في مثلث

توازي الضلع الثالث وتساوي $\frac{1}{2}$ طوله



القطعة المستقيمة المرسومة من

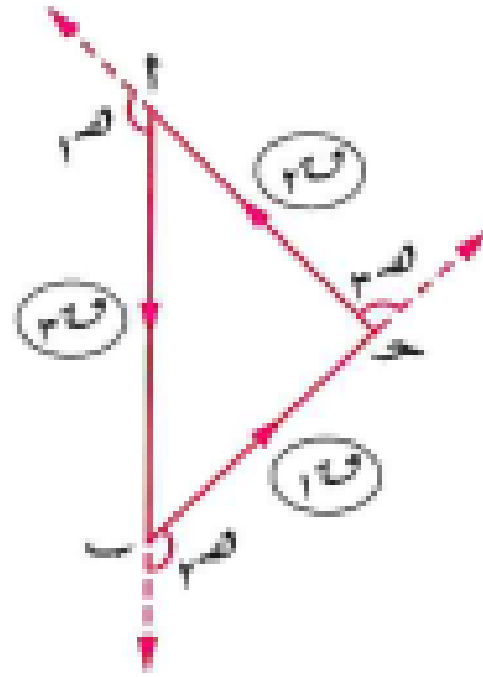
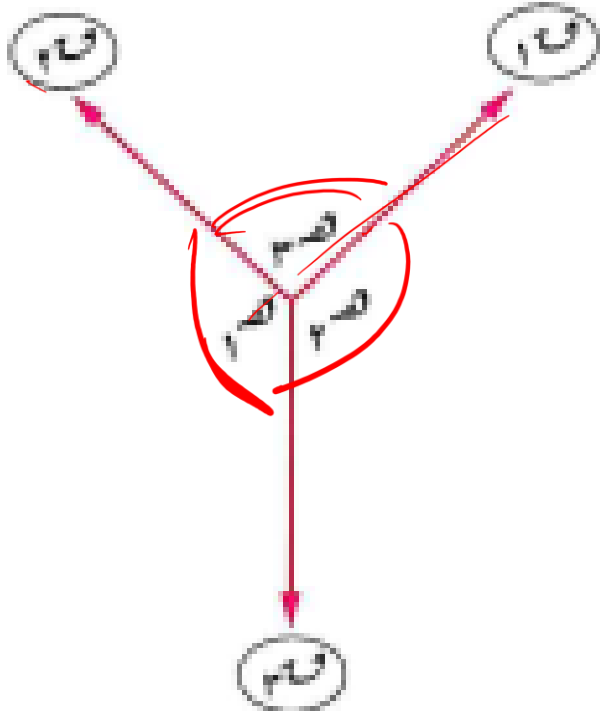
١٢

منتصف أحد الضلعين موازية أحد

الأضلاع فإنها تنصف الضلع الثالث



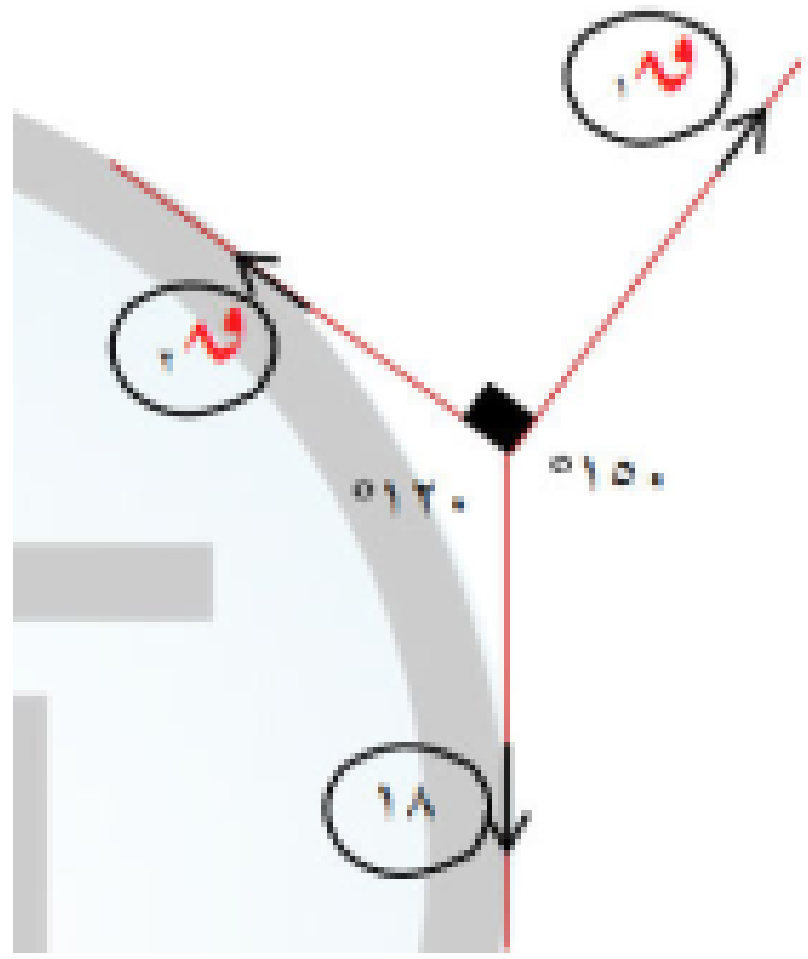
إذا اتزن جسم تحت تأثير ثلاث قوى مستوية متلاقية في نقطة فإن مقدار كل قوة يتناسب مع جيب الزاوية المحصورة بين القوتين الأخرين.



$$\frac{F_1}{\sin \alpha} = \frac{F_2}{\sin \beta} = \frac{F_3}{\sin \gamma}$$

مثال (١) ثلاث قوى مستوية مقاديرها ١ و ٢ و ٣

و ٢ و ٣ نيوتن متلاقية في نقطة واحدة ومتزنة فإذا كان قياس الزاوية بين خطي عمل القوتين الأولى والثانية ٩٠° ، وبين الثانية والثالثة ١٢٠° أوجد ١ و ٢ و ٣



$$\frac{18}{\sin 90^\circ} = \frac{2\sqrt{3}}{\sin 150^\circ} = \frac{3}{\sin 120^\circ}$$

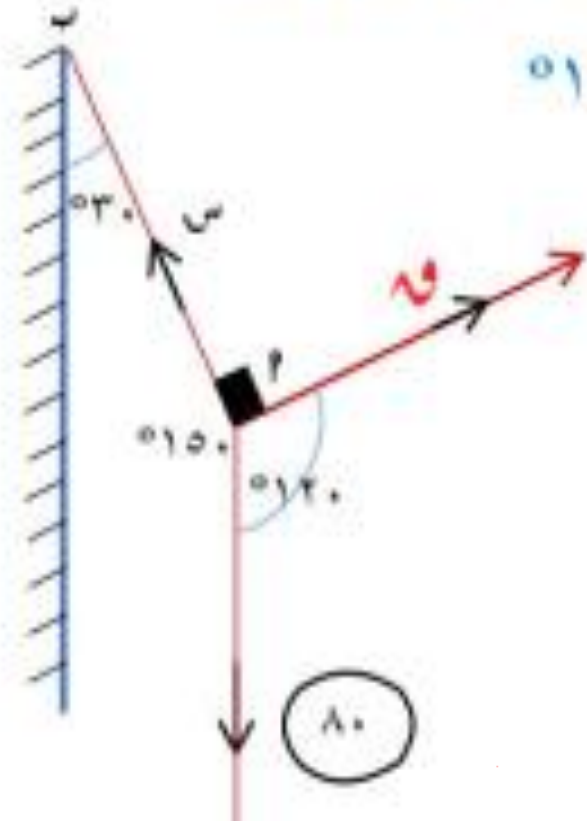
$$3\sqrt{3} = \frac{18 \sin 120^\circ}{\sin 90^\circ} = 9$$

$$9 = \frac{18 \sin 150^\circ}{\sin 90^\circ} = 9$$

الحائط رأسي والوزن رأسي متوازيين

$$150^\circ = (30^\circ - 180^\circ)$$

بتطبيق قاعدة لامي



مثال (٢) علق ثقل مقدار ه ٨٠ نيوتن في

طرف خيط مثبت طرفه الآخر في حائط

رأسي ، أزيج الثقل بقوة عمودية على الخيط

حتى أصبح مانلاً على الحائط بزاوية ٣٠°

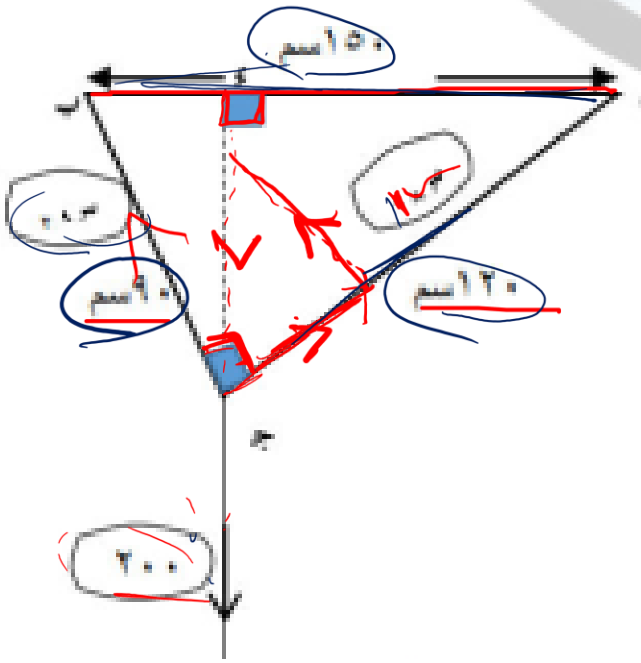
أوجد مقدار القوة والشد في الخيط

$$\frac{80}{\sin 90^\circ} = \frac{T}{\sin 120^\circ} = \frac{W}{\sin 150^\circ}$$

$$T = \frac{80 \sin 120^\circ}{\sin 90^\circ} = 69.28 \text{ نيوتن}$$

$$W = \frac{80 \sin 150^\circ}{\sin 90^\circ} = 40 \text{ نيوتن}$$

الحل



$$\frac{200}{150} = \frac{200}{120} = \frac{100}{60}$$

$$\text{سم } 120 = \frac{200 \times 90}{150} = 120$$

$$\text{سم } 160 = \frac{120 \times 200}{150} = 160$$

مثال (3) علق ثقل 200 ث.جم بخيطين طولاهما 90 سم ، 120 سم من نقطتين في خط أفقي واحد البعد بينهما 150 سم أوجد مقدار الشد في كل الخيطين

$$\therefore (P) = (150) = 22500$$

$$(90) + (120) = (P) + (200)$$

$$22500 =$$

∴ P ج مثلث قائم

س 1 ⊥ ب ج

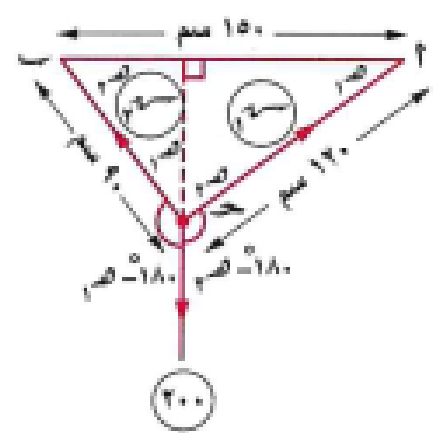
س 2 ⊥ P ج

و P ⊥ (200)

بتطبيق قاعدة مثلث القوى العمودي

مثال ٦

علق ثقل مقداره ٢٠٠ ث.جم بخيطين طولاهما ٩٠ سم ، ١٢٠ سم من نقطتين في خط أفقى واحد البعد بينهما ١٥٠ سم أوجد مقدار الشد في كل من الخيطين في حالة الاتزان.



الحل

$$\therefore (150)^2 = (120)^2 + (90)^2$$

$\therefore \Delta$ قائم الزاوية في ح

ومن هندسة الشكل نجد أن :

$$\frac{4}{5} = \frac{120}{150} = \frac{1}{3} \text{ ما } \frac{3}{5} = \frac{90}{150} = \frac{3}{5}$$

$$\text{ويستخدم قاعدة لامي : } \frac{200}{90 \text{ ما}} = \frac{120}{(120 - 90) \text{ ما}} = \frac{120}{(120 - 90) \text{ ما}}$$

$$\therefore \frac{200}{1} = \frac{120}{\frac{4}{5}} = \frac{120}{\frac{3}{5}} \therefore \frac{200}{90 \text{ ما}} = \frac{120}{120 \text{ ما}} = \frac{120}{90 \text{ ما}}$$

\therefore شد = ١٢٠ ث.جم ، شد = ١٦٠ ث.جم.

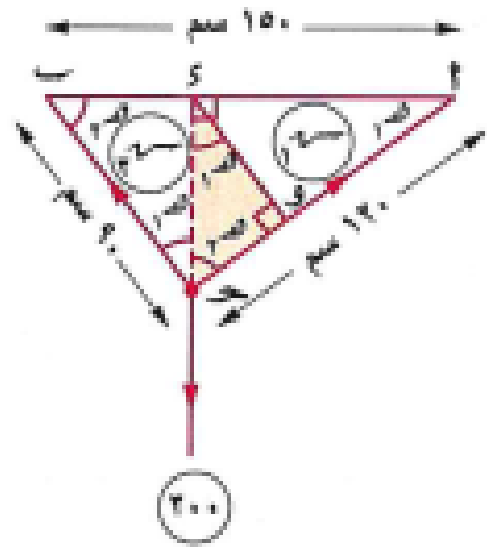
حل آخر : باستخدام قاعدة مثلث القوى :

نرسم \vec{S} و \vec{O} // \vec{AB} فيكون $\Delta S O$ و O هو مثلث القوى

$$\therefore \frac{200}{SO} = \frac{120}{OS} = \frac{120}{SO}$$

$$\therefore \frac{200}{SO} = \frac{120}{OS} = \frac{120}{SO} \Rightarrow 200 = \frac{120}{SO} \times SO = 120 \text{ ث.جم}$$

$$\therefore \frac{200}{SO} = \frac{160}{OS} = \frac{160}{SO} \Rightarrow 200 = \frac{160}{SO} \times SO = 160 \text{ ث.جم}$$



حل ثالث : (بالتحليل) :

\therefore القوى الثلاثة متزنة.

\therefore محصلة قوتي الشد = القوة الثالثة مقدارًا وتضادها اتجاهًا

$\therefore \vec{S}_1, \vec{S}_2$ هما مركبتا \vec{C} وهما مركبتان متعامدتان

$$\therefore \vec{S}_1 = \vec{C} = \frac{3}{5} \times 200 = 120 \text{ ث.جم}$$

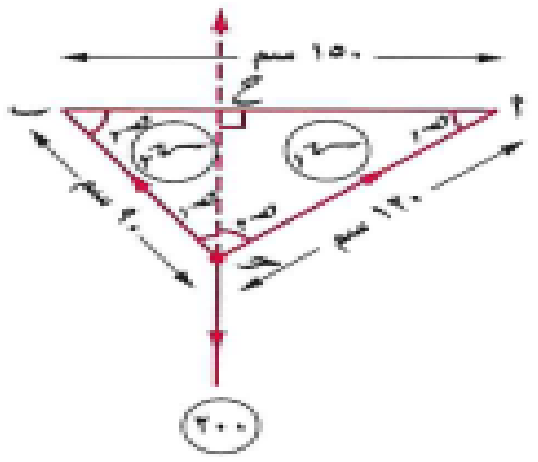
$$\therefore \vec{S}_2 = \vec{C} = \frac{4}{5} \times 200 = 160 \text{ ث.جم}$$

حل رابع : (باستخدام قاعدة مثلث القوى العمودي) :

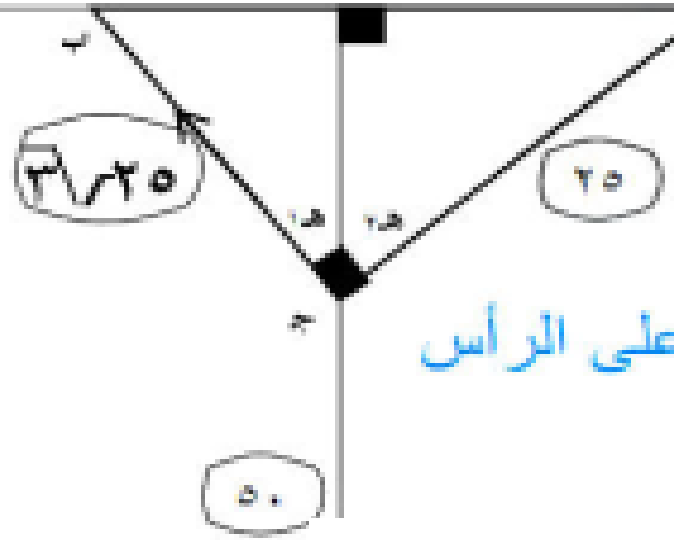
$\therefore \Delta A B C$ مثلث القوى العمودي.

$$\therefore \frac{120}{120} = \frac{200}{150} = \frac{120}{90}$$

$$\therefore \vec{S}_1 = 120 \text{ ث.جم} , \vec{S}_2 = 160 \text{ ث.جم}$$

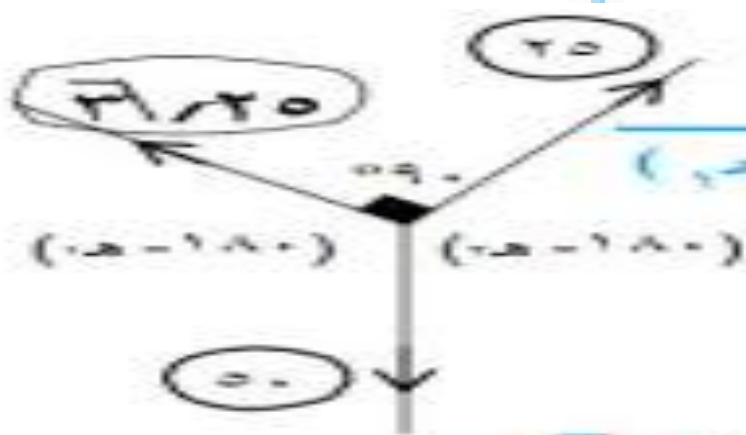


الحل



زاويتي الميل على الرأس

هي α ، β



$$\tan \alpha = \frac{25}{(3\sqrt{25} - 180)} = 0.9$$

$$\tan \beta = \frac{3\sqrt{25}}{(3\sqrt{25} - 180)}$$

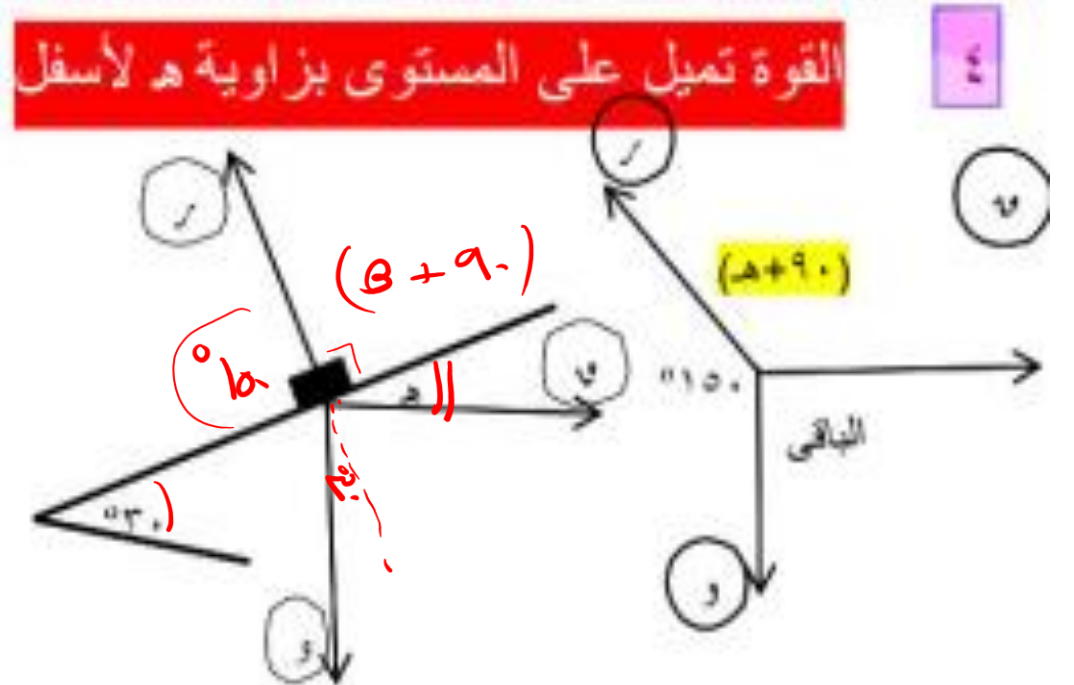
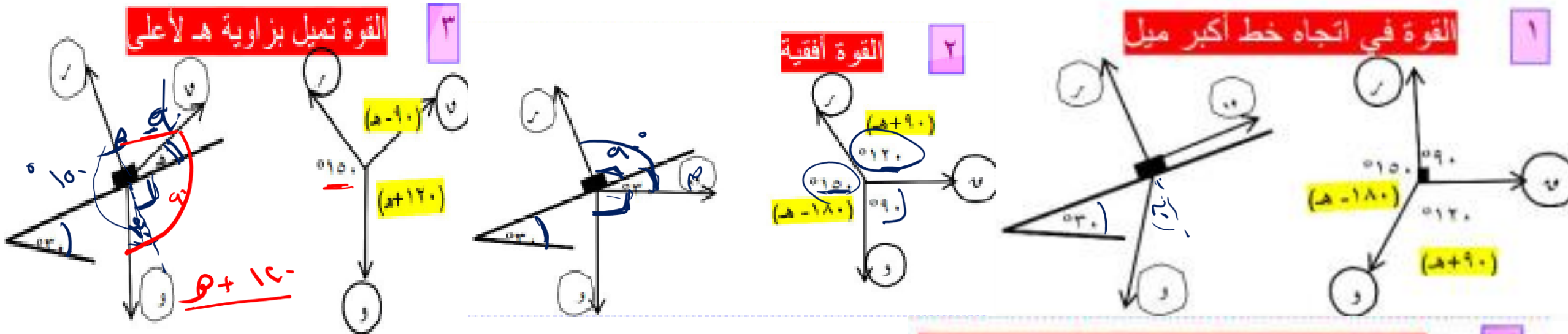
$$\frac{3\sqrt{25}}{\tan \beta} = \frac{25}{\tan \alpha} = 0.9$$

$$\frac{1}{\tan \beta} = \frac{90 \times 25}{25} = 90$$

$$\therefore \beta = 90$$

$$\therefore \alpha = 30$$

ملخص لحالات المستوى المائل الأملس



لاحظ أن $\theta = 30^\circ$ دي مش ثابتة دي متغيرة
 وبناءً على ذلك هيتغير كل الأرقام لذلك أفهم
 كل نوع شكله وإزاي تجيب الزوايا بتاعته.

مثال ٤

وضع جسم وزنه ٥ ثقل كجم على مستوٍ مائل أملس يميل على الأفقى بزاوية قياسها 30° ومنع الجسم من الانزلاق بالتأثير عليه بقوة قدرها W تعمل في اتجاه خط أكبر ميل للمستوى إلى أعلى. أوجد مقدار W وكذا مقدار رد فعل المستوى على الجسم.

الحل

الجسم متزن بتأثير القوى التي مقاديرها W ، W ، 5 ثقل كجم

كما في الشكل وقياس الزاوية بين خطي عمل القوتين الأولى والثانية 90°

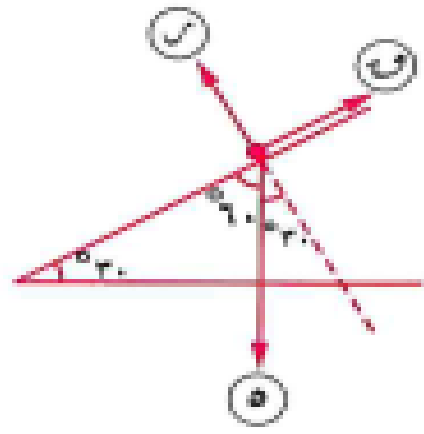
وبين الثانية والثالثة $150^\circ = 180^\circ - 30^\circ$

وبين الثالثة والأولى $120^\circ = 30^\circ + 90^\circ$

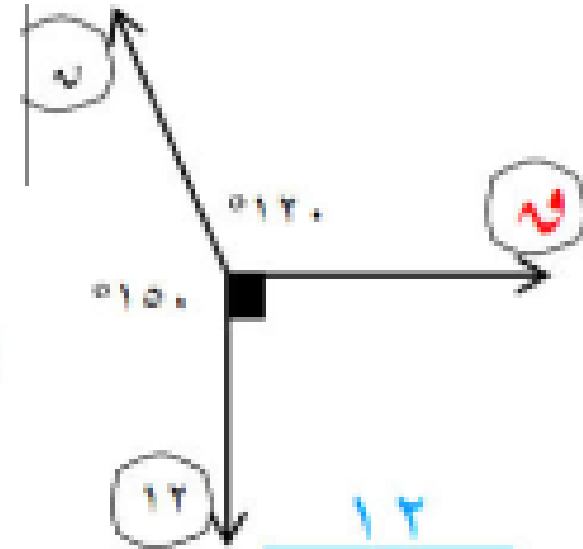
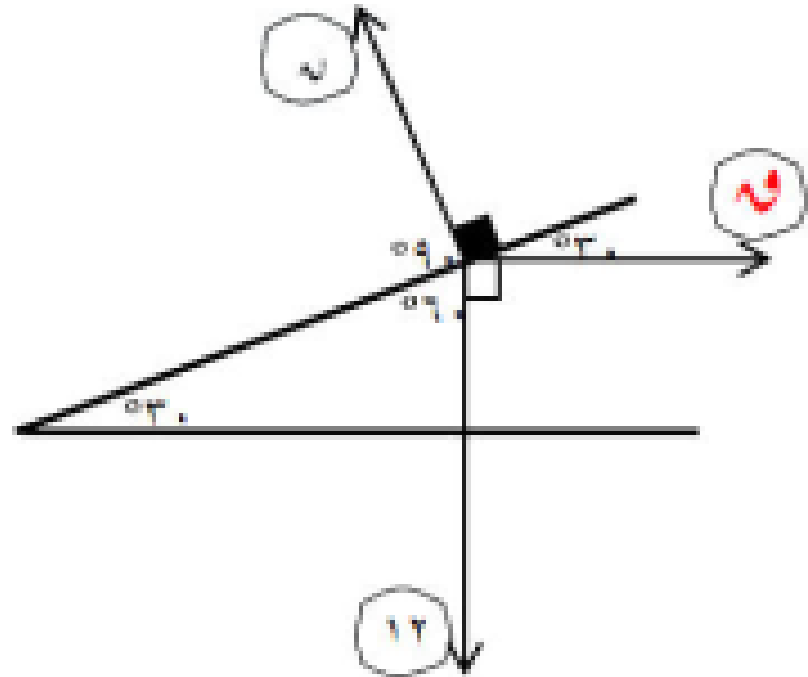
وبتطبيق قاعدة لامي يكون : $\frac{5}{90^\circ} = \frac{W}{120^\circ} = \frac{W}{150^\circ}$

أي : $\frac{5}{9} = \frac{W}{3\sqrt{3}} = \frac{W}{\sqrt{3}}$

$\therefore W = \frac{1}{\sqrt{3}} \times 5 = 2.5$ ثقل كجم ، $W = \frac{3\sqrt{3}}{2} \times 5 = \frac{15\sqrt{3}}{2}$ ثقل كجم.



مثال (٤) وضع جسم وزنه ١٢ ث.كجم على مستوى أملس يميل على الأفقي بزاوية قياسها ٥٣°. وحفظ توازن الجسم بواسطة قوة أفقية أوجد مقدار القوة ورد فعل المستوى



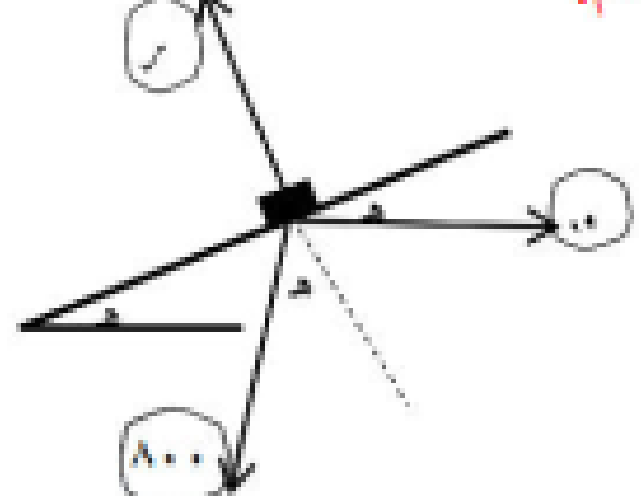
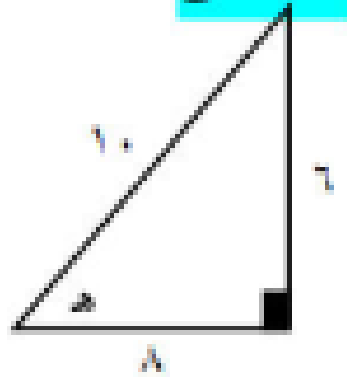
$$F = \frac{12 \text{ جا } ١٥}{\text{جا } ١٢} = ١٢.٠ \text{ ث.كجم}$$

$$R = \frac{12 \text{ جا } ٩}{\text{جا } ١٢} = ١٢$$

$$\frac{12}{\text{جا } ١٢} = \frac{R}{\text{جا } ٩} = \frac{12}{\text{جا } ١٥}$$

مثال (٧) وضع وزنه ٨٠٠ ث.جم على مستوى
 أملس يميل الأفقي بزاوية قياسها θ حيث جا $\theta = \frac{6}{10}$ وحفظ الجسم في حالة توازن بواسطة
 قوة أفقية أوجد مقدار هذه القوة ورد فعل
 المستوى على الجسم.

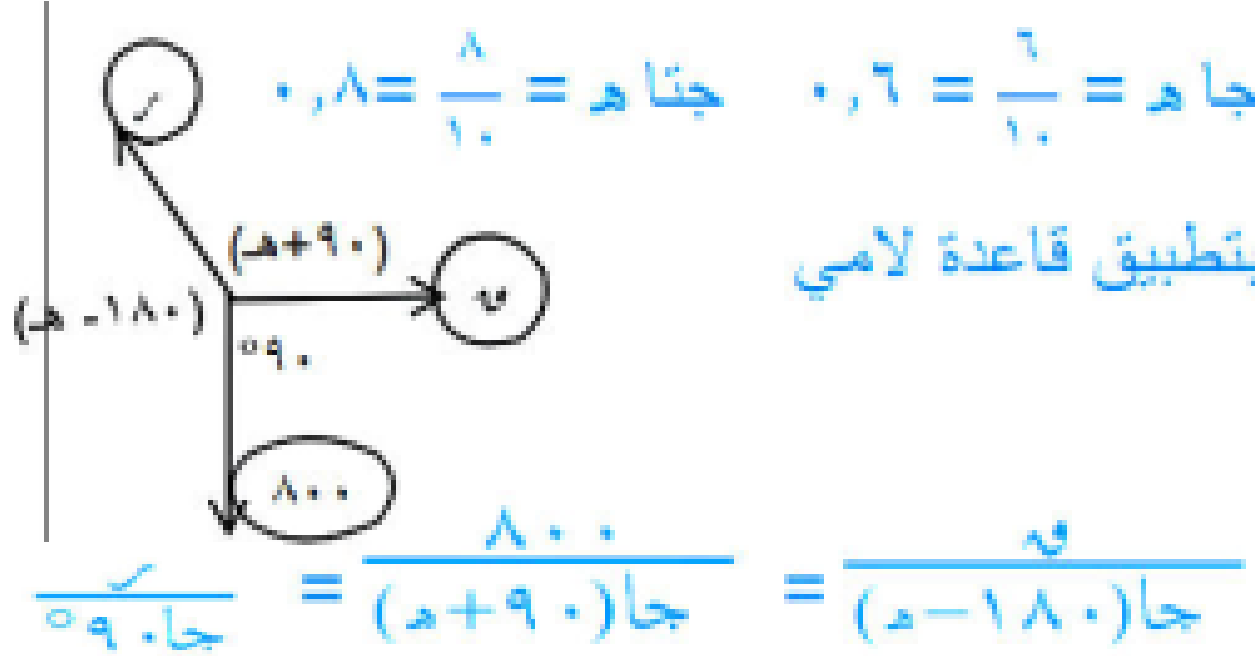
الحل



جا $\theta = \frac{6}{10}$

جتا $\theta = \frac{8}{10}$

بتطبيق قاعدة لامي

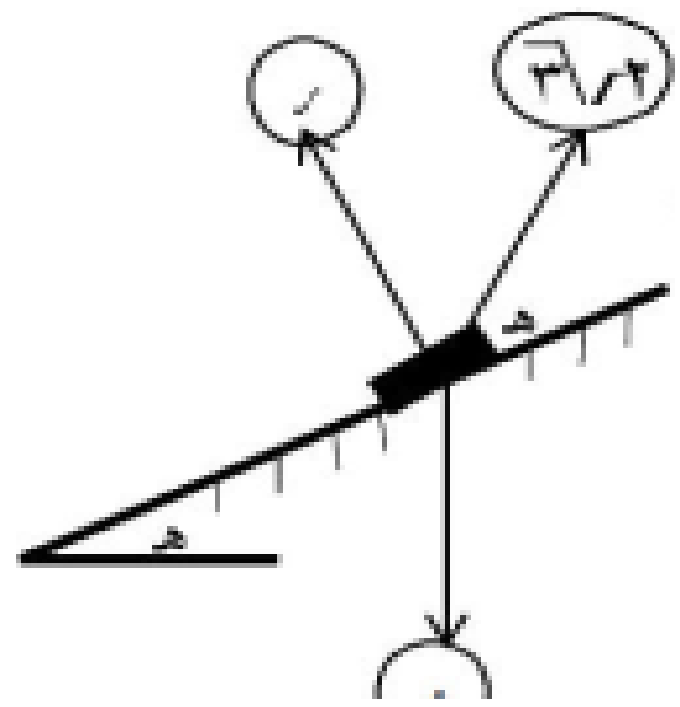
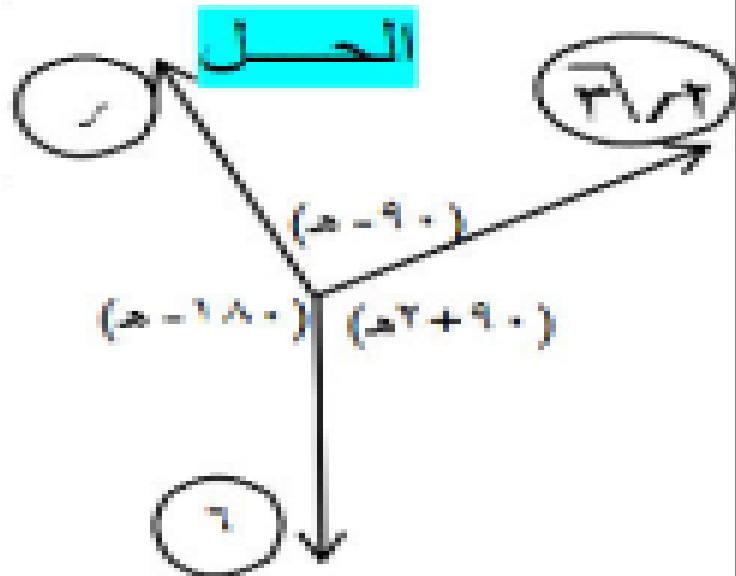


$$\frac{ق}{800} = \frac{800}{(θ + 90°) جا} = \frac{ق}{(θ - 180°) جا}$$

$$\frac{ق}{800} = \frac{800}{جا θ} = \frac{ق}{جا θ}$$

$$ق = \frac{800 \times جا θ}{جا θ} = \frac{800 \times \frac{6}{10}}{\frac{8}{10}} = 600 \text{ ث.جم}$$

$$ر = \frac{800}{جا θ} = \frac{800}{\frac{8}{10}} = 1000 \text{ ث.جم}$$



مثال (٨) وضع جسم وزنه ٦ نيوتن على مستوى أملس يميل على الأفقي بزاوية θ وحفظ توازنه بواسطة قوة مقدارها $3\sqrt{2}$ نيوتن وتميل على خط أكبر ميل للمستوى بزاوية θ لأعلى أوجد قيمة θ ورد فعل المستوى

بتطبيق قاعدة لامي

$$\frac{6}{\cos \theta} = \frac{\sqrt{3}}{\cos \theta} = \frac{3\sqrt{2}}{\cos \theta}$$

$$\frac{\text{مقدم}}{\text{تالي}} = \frac{\text{تالي}}{\text{مقدم}}$$

$$\frac{6}{\cos \theta} = \frac{3\sqrt{2}}{\cos \theta} \therefore$$

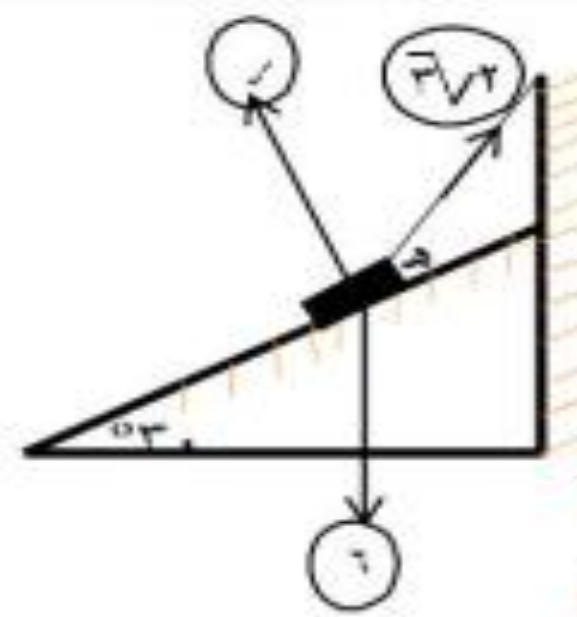
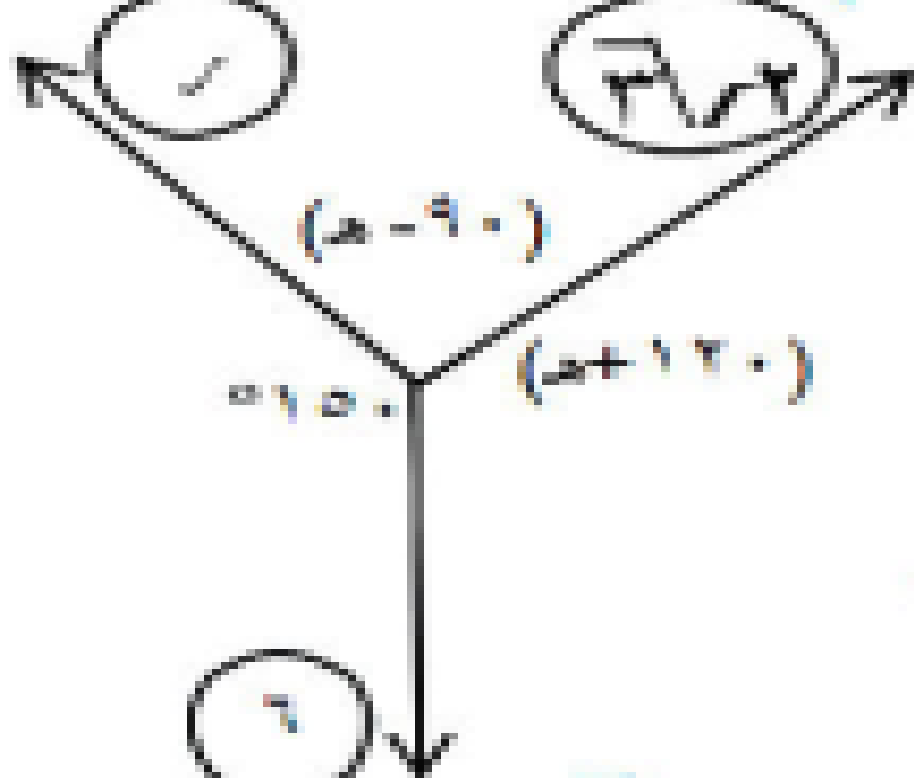
$$\frac{\cos \theta}{\cos \theta} = \frac{3\sqrt{2}}{\sqrt{3}}$$

$$\therefore \theta = 30^\circ$$

$$= \frac{\sqrt{3}}{\cos(\theta + 90^\circ)} = \frac{3\sqrt{2}}{\cos(\theta - 180^\circ)}$$

$$\frac{6}{\cos(\theta - 90^\circ)}$$

$$\therefore \sqrt{3} = \frac{6 \cos \theta}{3 \cos \theta} = 2 \therefore 3\sqrt{2} = 6 \text{ نيوتن}$$



مثال (٩)

جسم وزنه ٦ ث.كجم
موضوع على مستوى
أملس يميل على الأفقي
بزاوية ٣٠° وحفظ بقوة
شد $3\sqrt{2}$ ث.كجم

أوجد قياس الزاوية التي يصنعها الخيط مع
المستوى ومقدار رد فعل المستوى على الجسم

ب. جتا $\alpha = \frac{6 \times 0.5}{3\sqrt{2}}$
 $\alpha = 30^\circ$

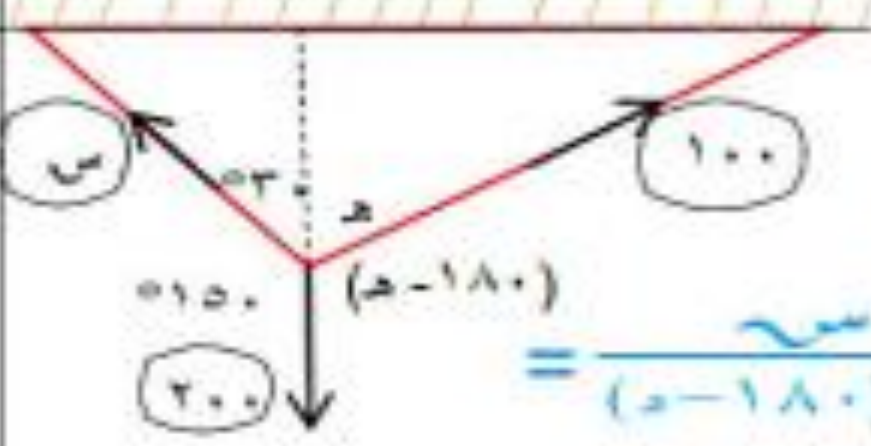
ب. جا $\alpha = \frac{3\sqrt{2}}{6}$

$\frac{3\sqrt{2}}{6} = \frac{3\sqrt{2}}{6 \cos \alpha}$
 $\cos \alpha = \frac{6 \times 0.5}{3\sqrt{2}}$
 $\alpha = 30^\circ$

ب. جا $\alpha = \frac{3\sqrt{2}}{6}$
 $\alpha = 30^\circ$

الحل

مثال (١٠) علق جسم وزنه ٢٠٠ ث.جم بواسطة خيطين خفيفين يميل أحدهما على الرأس زاوية ه ويميل الآخر على الرأس بزاوية ٥٣° فإذا كان مقدار الشد في الخيط الأول = ١٠٠ ث.جم فأوجد ه ومقدار الشد في الخيط الثاني



بتطبيق قاعدة لامي

$$= \frac{100 \sin \alpha}{(\alpha - 180)} = \frac{200}{(\alpha + 30)}$$

$$\frac{200}{(\alpha + 30)}$$

$$\therefore \text{جا } (\alpha + 30) = \frac{200 \text{ جا } 53}{100} = 1$$

$$\therefore \alpha = 56^\circ$$

$$\therefore (\alpha + 30) = 86^\circ$$

$$\frac{100}{150} = \frac{\sin \alpha}{\sin 86}$$

$$\text{سي} = \frac{100 \text{ جا } 86}{150} = 3\sqrt{100} \text{ ث.جم}$$

اختر مجاب عنه

١ إذا اتزن جسم تحت تأثير ثلاث قوى متلاقية في نقطة فإن مقدار كل قوة يتناسب مع.... الزاوية بين القوتين الأخرتين

(أ) جيب تمام (ب) جيب

(ج) ظل (د) ظل تمام

جيب — من قاعدة لامي

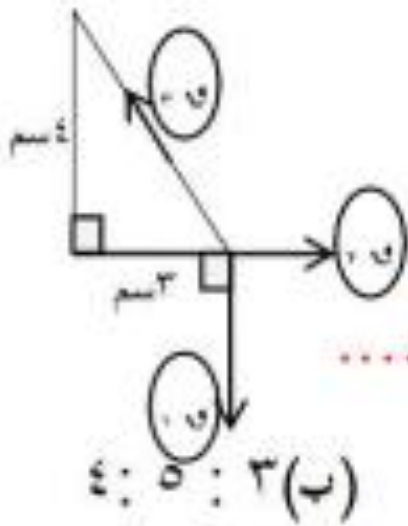
٢ ثلاث قوى متساوية في المقدار ومتلاقية في نقطة ومترنة فإن قياس الزاوية بين أي قوتين =

(أ) ٥٦٠ (ب) ٥٩٠

(ج) ٥١٢٠ (د) ٥١٥٠

$$٥١٢٠ = ٣ \div ٥٣٦٠$$

٣ من الشكل المقابل



$$١٧ : ٢٧ : ٣٧ = \dots$$

(أ) ٣ : ٤ : ٥ (ب) ٣ : ٥ : ٤

(ج) ٤ : ٥ : ٣ (د) ٤ : ٣ : ٥

٤ ثلاث قوى مستوية ومتلاقية في نقط

مترنة فإذا كان ٧ ، ٣ نيوتن مقدار

قوتين منهم فإن مقدار القوة الثالثة

يمكن أن يساوي ... نيوتن

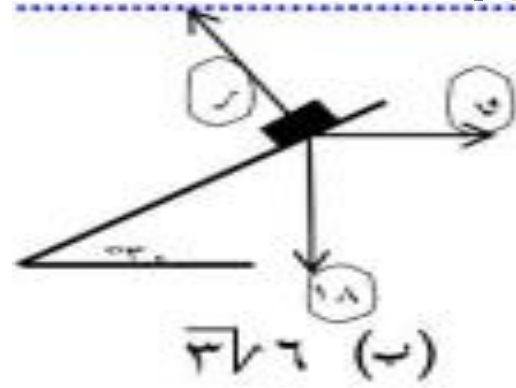
(أ) ١١ (ب) ٢

(ج) ١ (د) ٣

أقل عدد من القوى المستوية المتساوية
في المقدار يمكن أن يتزن هو...

٦

- (أ) ٢ (ب) ٢ (ج) ٣
(د) ٤



في الشكل المقابل

٨

$$u + r = \dots$$

(أ) $\sqrt{36}$

(ب) $\sqrt{12}$

(د) $\sqrt{24}$

(ج) $\sqrt{18}$

الحل

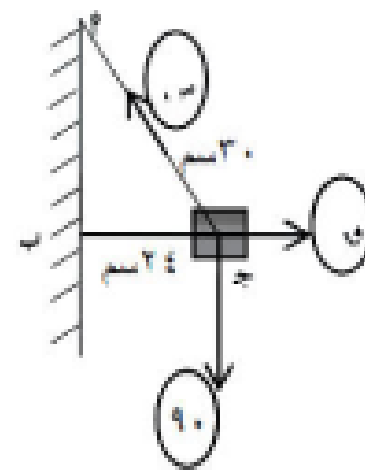
$$\frac{18}{\sin 30^\circ} = \frac{u}{\cos 30^\circ} = \frac{r}{\sin 60^\circ}$$

$$u = \frac{18 \cdot \cos 30^\circ}{\sin 30^\circ} = \dots$$

$$r = \frac{18 \cdot \sin 30^\circ}{\sin 60^\circ} = \dots$$

$$r + u = \dots$$

٥ في الشكل المقابل



س - u = ... ث.جم

(ب) ١٢٠

(أ) ١٥٠

(د) ٣٠

(ج) ٥٠

من مثلث القوى

$$\frac{90}{18} = \frac{u}{24} = \frac{s}{30}$$

$$s = \frac{30 \times 90}{18} = 150 \text{ ث.جم}$$

$$u = \frac{24 \times 90}{18} = 120 \text{ ث.جم}$$

$$s - u = 150 - 120 = 30 \text{ ث.جم}$$

١ إذا اتزن جسم تحت تأثير ثلاث قوى متلاقية في نقطة فإن مقدار كل قوة يتناسب مع الزاوية المحصورة بين القوتين الأخرين.

(أ) جيب تمام (ب) جيب (ج) ظل (د) ظل تمام

٢ إذا اتزن جسم تحت تأثير قوتين \vec{F}_1 ، \vec{F}_2 فإن :

(أ) $\vec{F}_1 = \vec{F}_2$ (ب) $\vec{F}_1 = \vec{F}_2$
(ج) $\vec{F}_1 + \vec{F}_2 \neq 0$ (د) \vec{F}_1 ، \vec{F}_2 ليسا على استقامة واحدة.

٣ إذا اتزن جسم تحت تأثير عدة قوى مستوية فإن أقل عدد من القوى تحدث الاتزان يساوى

(أ) ٥ (ب) ٢ (ج) ٣ (د) ٤

٤ أقل عدد من القوى المستوية غير المتساوية في المقدار يمكن أن يتزن هو

(أ) ١ (ب) ٢ (ج) ٣ (د) ٤

٥ إذا كانت : \vec{F}_1 ، \vec{F}_2 ، \vec{F}_3 ثلاث قوى متلاقية في نقطة ومرتزة فإن مقدار محصلة \vec{F}_1 ، \vec{F}_2 ، \vec{F}_3 يساوى

(أ) \vec{F}_3 (ب) $\vec{F}_1 + \vec{F}_2$ (ج) \vec{F}_3 (د) صفر

٦ ثلاث قوى متساوية في المقدار ومتلاقية في نقطة ومرتزة فإن قياس الزاوية بين أى قوتين =

(أ) 60° (ب) 90° (ج) 120° (د) 150°

٧ إذا كانت \vec{F} تتزن مع قوتين متعامدتين مقدارهما ٨ نيوتن ، ١٥ نيوتن

فإن : $\vec{F} =$

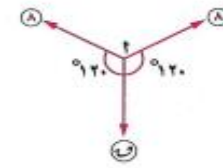
(أ) ٧ (ب) ١٧ (ج) ٢٣ (د) $7\sqrt{2}$

٨ إذا كانت القوة التي مقدارها \vec{F} تتزن مع قوتين مقدارهما ٥ ، ٣ نيوتن واللذان تحصران بينهما زاوية

قياسها 60° فإن : $\vec{F} =$

(أ) $19\sqrt{2}$ (ب) $34\sqrt{2}$ (ج) ٧ (د) ٦

١٧) نقطة مادية متزنة تحت تأثير القوى الثلاثة الموضحة بالشكل المقابل حيث \vec{W} تتزن مع قوتين مقدار كل منهما ٨ نيوتن وتصنع مع كل منهما زاوية قياسها 120° فإن : $\vec{W} = \dots\dots\dots$ نيوتن.



(د) ٨ ما 120°

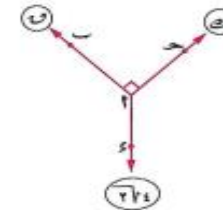
(ج) ١٦

(ب) ٨

(١) صفر

١٨) في الشكل المقابل :

ثلاث قوى متزنة مقاديرها \vec{W} ، \vec{L} ، \vec{E} ، $2\sqrt{2}$ نيوتن ، \vec{W} ، $(\vec{D} \text{ ح}) = 90^\circ$ ، \vec{W} ، $(\vec{D} \text{ ب}) = 135^\circ$ فإن : $(\vec{W} \text{ ، } \vec{L}) = \dots\dots\dots$



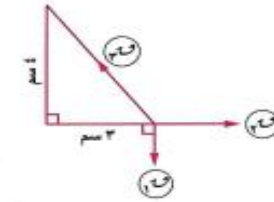
(ب) $(2\sqrt{2} \text{ ، } 4)$

(١) $(4 \text{ ، } 4)$

(د) $(2 \text{ ، } 2)$

(ج) $(4 \text{ ، } 2\sqrt{2})$

١٩) إذا كان الشكل المقابل يوضح اتزان جسم تحت تأثير ثلاث قوى متلاقية في نقطة مقاديرها \vec{W} ، \vec{P} ، \vec{Q} نيوتن وأضلاع المثلث القائم توازي خطوط عمل هذه القوى وفي ترتيب دورى واحد فإن $\vec{W} : \vec{P} : \vec{Q} = \dots\dots\dots$



(ب) $4 : 5 : 3$

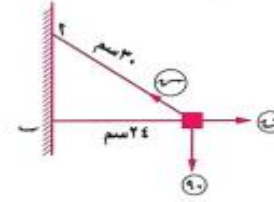
(١) $5 : 4 : 3$

(د) $5 : 3 : 4$

(ج) $3 : 5 : 4$

٢٠) في الشكل المقابل :

جسم وزنه 90 ث.جم معلق في نهاية خيط طوله 30 سم جذب الجسم بتأثير قوة أفقية حتى اتزن وهو على بعد 24 سم من الحائط فإن : $\vec{W} - \vec{S} = \dots\dots\dots$ ث.جم.



(د) ٢٠

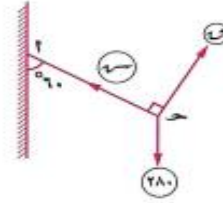
(ج) ٥٠

(ب) ١٢٠

(١) ١٥٠

٢١) في الشكل المقابل :

مصباح وزنه 280 ث.جم معلق في نهاية خيط اتزن بتأثير قوة عمودية على الخيط عندما يميل الخيط على الرأسى بزاوية قياسها 60° فإن : $\frac{\vec{W}}{\vec{S}} = \dots\dots\dots$

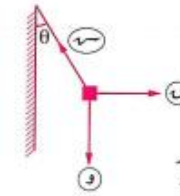


(د) $2\sqrt{2}$

(ج) $\frac{1}{2\sqrt{2}}$

(ب) $\frac{1}{2}$

(١) ٢



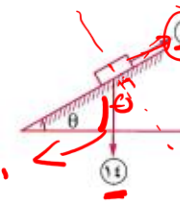
علق ثقل مقداره (9) نيوتن في طرف خيط مثبت طرفه الآخر في حائط رأسي
 وشد الثقل بقوة أفقية مقدارها (6) نيوتن فأتزن عندما كان الخيط مائلاً على
 الحائط بزاوية قياسها θ أي الجمل الآتية غير صحيح في وضع الاتزان ؟

- (أ) $W = T + R$
 (ب) $\vec{W} + \vec{T} + \vec{R} = \vec{0}$
 (ج) $W^2 = T^2 + R^2$
 (د) $W + T = R$



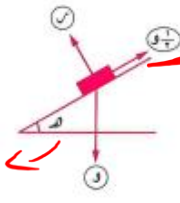
جسم وزنه 20 ث. كجم متزن
 فإن : $\frac{W}{R} = \dots$

- (أ) $\frac{1}{2}$
 (ب) $\frac{1}{\sqrt{2}}$
 (ج) $\frac{2}{3}$
 (د) $\frac{\sqrt{2}}{2}$



الجسم متزن على مستوى مائل أملس
 فإن : $\theta = (\dots)$

- (أ) 60°
 (ب) 45°
 (ج) 30°
 (د) 75°



إذا كان الجسم متزناً تحت تأثير القوى
 الميَّنة بالشكل فإن : $\theta = (\dots)$

- (أ) 30°
 (ب) 60°
 (ج) 45°
 (د) 15°



جسم وزنه 18 نيوتن على مستوى مائل أملس يميل على الأفقي بزاوية
 قياسها 30° يتزن بتأثير قوة أفقية مقدارها 6 نيوتن.

فإن : $W + R = \dots$ نيوتن.

- (أ) $3\sqrt{6}$
 (ب) $3\sqrt{12}$
 (ج) $3\sqrt{18}$
 (د) $3\sqrt{24}$

Handwritten calculations for question 22:

$$\frac{9}{13.5} = \frac{6}{10.5} = \frac{9}{13.5}$$

Handwritten calculation for question 23:

$$\frac{20}{7.07} = \frac{20}{7.07}$$

Handwritten calculation for question 24:

$$\frac{20}{7.07} = \frac{20}{7.07}$$

Handwritten calculation for question 25:

$$40 = 90 + 10$$

Handwritten calculation for question 25:

$$10 = 90 - 37$$

Handwritten calculation for question 26:

$$\frac{18}{9.0} = \frac{6}{10.5} = \frac{18}{13.5}$$

٢ ثلاث قوى مقاديرها ٦٠ ، ٤٠ ، ٤٠ نيوتن متزنة ومتلاقية فى نقطة فإذا كان قياس الزاوية بين القوتين الأولى والثانية 120° وبين الثانية والثالثة 90° فأوجد مقدار كل من : u ، w ، l «
٢٠٠ ، ٢٠٠ ، ٢٠٠ نيوتن»

٣ وضع جسم وزنه ١٢ ثقل. كجم على مستوى أملى على الأفقى بزاوية قياسها 30° وحفظ توازن الجسم بواسطة قوة أفقية. أوجد مقدار كل من القوة ورد فعل المستوى.
٣٠٤ ، ٣٠٨ ث. كجم»

٤ وضع جسم وزنه (٩) نيوتن على مستوى أملى على الأفقى بزاوية قياسها 30° وحفظ الجسم فى حالة توازن بتأثير قوة مقدارها ٢٦ نيوتن تعمل فى اتجاه خط أكبر ميل للمستوى لأعلى. احسب مقدار وزن الجسم ومقدار رد فعل المستوى.
٧٢٠ ، ٢٦٠ نيوتن»

١٦  علق ثقل مقداره ١٦ نيوتن في أحد طرفي خيط خفيف مثبت طرفه الآخر في نقطة من حائط رأسي ،


أزيع الثقل بقوة في اتجاه عمودي على الخيط حتى أصبح الخيط في وضع التوازن يميل على الحائط بزاوية قياسها 30° أوجد مقدار كل من القوة والشد في الخيط.

« ٨ ، ٨ $\sqrt{3}$ نيوتن »

١٧  أزيحت كرة بندول وزنها ٦٠٠ ش.جم حتى صار الخيط يصنع زاوية قياسها 30° مع الرأسى تحت تأثير قوة على الكرة في اتجاه عمودي على الخيط.

أوجد مقدار القوة ومقدار الشد في الخيط في وضع الاتزان.

« ٣٠٠٠ ، ٣٠٠٠ $\sqrt{3}$ ش.جم »


١٨  خيط خفيف طوله ١٧٠ سم ثبت طرفه أ في سقف حجرة وعلق من الطرف الآخر ب مصباح وزنه ٢٤ ش.جم. أوجد مقدار الشد والقوة اللازمة لجعل المصباح متزنًا وهو على بعد ٨٠ سم أسفل سقف الحجرة في كل من الحالتين الآتيتين :

« ٧٢.٢٥ ، ٦٣.٧٥ ش.جم »

١) إذا كانت القوة أفقية.

« ١٦ ، ٣٠ ش.جم »

٢) إذا كانت القوة عمودية على أ ب

١٩  وضع جسم وزنه ٦ نيوتن على مستوى أملس يميل على الأفقى بزاوية قياسها θ وحفظ توازنه بواسطة قوة مقدارها $2\sqrt{3}$ نيوتن وتميل على خط أكبر ميل للمستوى بزاوية لها نفس القياس θ لأعلى. أوجد قيمة θ ومقدار رد فعل المستوى على الجسم.

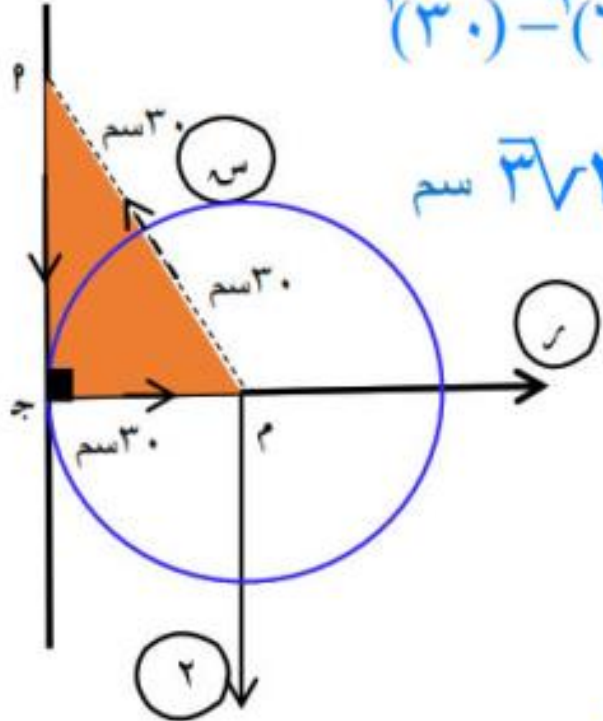
« 30° ، $2\sqrt{3}$ نيوتن »

∴ الحائط أملس ∴ رد الفعل عمودي

في Δ P ج م

$$\sqrt{(30)^2 - (60)^2} = P$$

$$= \sqrt{30^2} = 30 \text{ سم}$$



$$\frac{2}{\sqrt{30}} = \frac{30}{60} = \frac{r}{30}$$

$$\therefore \frac{\sqrt{30} \cdot 2}{3} = \frac{2}{\sqrt{30}} = \frac{30 \times 2}{\sqrt{30}}$$

$$= \frac{4}{\sqrt{30}} = \frac{60 \times 2}{\sqrt{30}} = 30 \text{ سم}$$

الدرس الخامس: تلاقي خطوط عمل القوى الثلث

إذا اتزن جسم جاسئ تحت تأثير ثلاث قوى غير متوازية ومستوية فإن خطوط عمل هذه القوى تتلاقى في نقطة واحدة.

مثال (١) كرة معدنية وزنها ٢ كجم وطول نصف قطرها ٣٠ سم ربطت من إحدى نقط سطحها ب بخيط طوله ٣٠ سم ومربوط طرفه الآخر P من نقطة في حائط رأسي أملس فأتزنت الكرة وهي مستندة على الحائط أوجد مقدار الشد في الخيط ورد فعل الحائط

∴ الحائط أملس ∴ r_1 عمودي على الحائط
والوزن يؤثر في المنتصف وبامتداد الوزن و
 r_1 يلتقوا في نقطة ه ∴ يمر r_2 بـ ه

∴ Δ ب ه مثلث القوى

ب ه = $\sqrt{3}$ عرف ليه؟

فيه ب = 1 عرف ليه؟

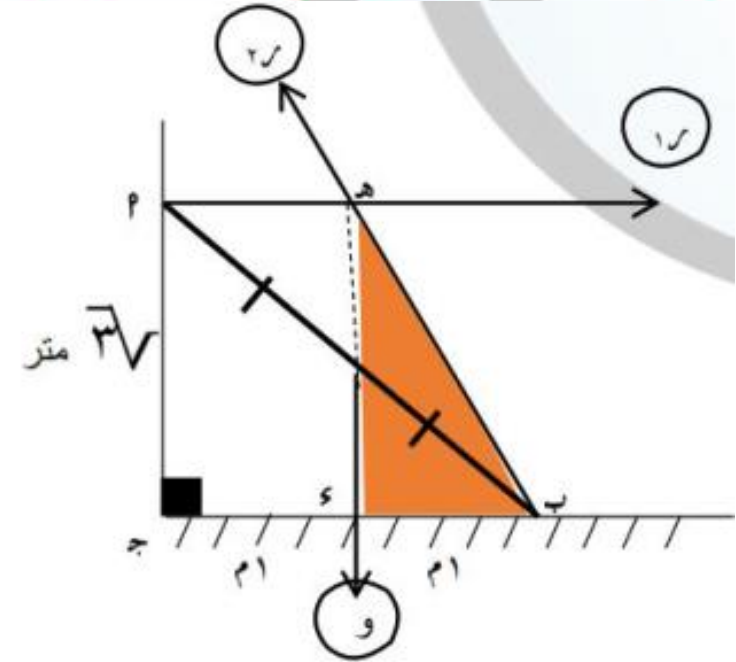
$$b^2 = (\sqrt{3})^2 + (1)^2 = 4$$

$$\frac{\sqrt{3} \times 8}{\sqrt{3}} = \frac{16}{2} = 8 \therefore$$

$$\therefore r_1 = \frac{\sqrt{3} \times 8}{\sqrt{3}} = 8 \text{ ث.كجم}$$

$$r_2 = \frac{\sqrt{3} \times 8 \times 2}{\sqrt{3}} = 16 \text{ ث.كجم}$$

مثال (2) م ب سلم منتظم وزنه $\sqrt{3}$ ث.كجم ، يرتكز بطرفه العلوي م على حائط رأسي أملس وبطرفه السفلي ب على أرض أفقية خشنة بحيث كان الطرف العلوي يبعد عن الأرض بمقدار $\sqrt{3}$ متراً والطرف السفلي يبعد عن الحائط مسافة 2 متر أوجد مقدار الضغط على كل من الحائط والأرض



مثال (٤) قضيب منتظم طوله ٥٠ سم ووزنه ١٢٠ ث. جم علق من طرفيه تعليقاً خالصاً بواسطة خيطين ثبت طرفاهما في نقطة واحدة فإذا كان طول الخيطين ٣٠ سم ، ٤٠ سم على الترتيب فأوجد مقدار الشد في كل منهما

$$\begin{aligned} \text{جاء} &= \frac{40}{50} = \frac{4}{5} \\ \text{جاي} &= \frac{30}{50} = \frac{3}{5} \end{aligned}$$

$$س١ = \frac{120 \cdot \text{جاي}}{\text{جا} \cdot 90} = \frac{3}{5} \times \frac{120}{90} = 4 \text{ ث. كجم}$$

$$س٢ = \frac{120 \cdot \text{جاء}}{\text{جا} \cdot 90} = \frac{4}{5} \times \frac{120}{90} = 10.67 \text{ ث. كجم}$$

$$\therefore (٢ ب) = (٥٠) = ٢٥٠٠$$

$$\therefore (٢ ج) = (٢ ب) = (٣٠) + (٩٠) = ١٢٠$$

$$= ٢٥٠٠$$

$$\therefore (٢ ج ب) = ٥٩٠$$

\therefore منتصف $٢ ب$ [لأن الوزن يؤثر في المنتصف]

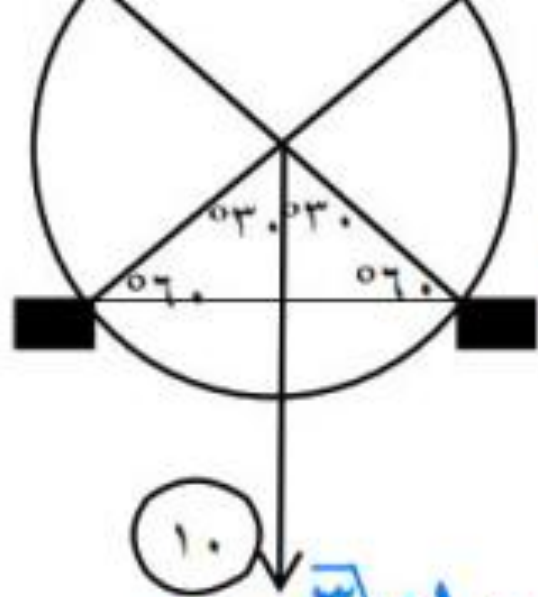
$$\therefore ٤ ج = ٤ ب = ٤ ج$$

$$\therefore (٢ ج ب) = (٢ ج ب)$$

$$\therefore (٢ ج ب) = (٢ ج ب)$$

$$\frac{120}{90} = \frac{س٢}{جاء} = \frac{س١}{جاي}$$

الحل



$$\frac{r_1}{\sin 30^\circ} = \frac{r_2}{\sin 30^\circ}$$

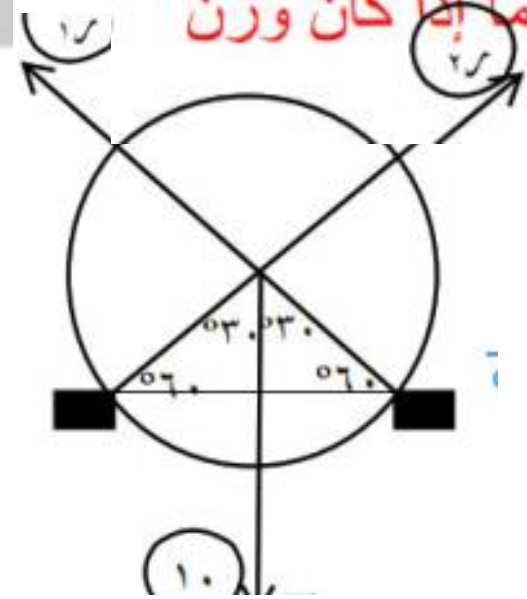
$$\frac{r_1}{0.5} = \frac{r_2}{0.5}$$

$$r_1 = r_2$$

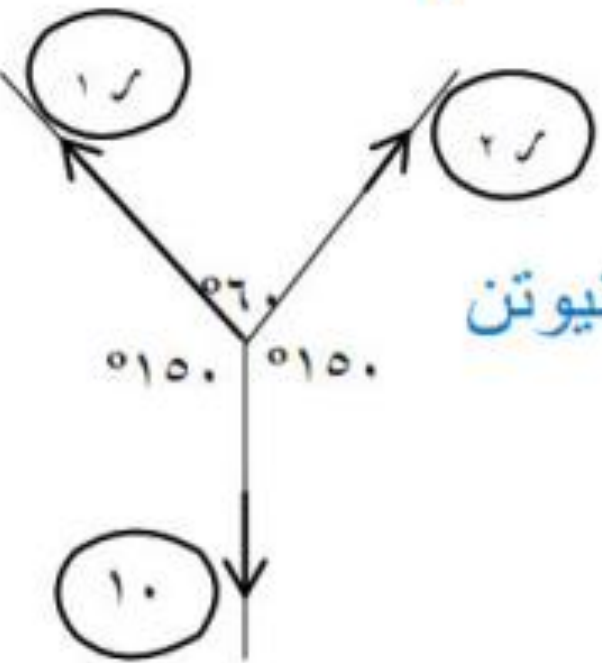
$$\frac{\sqrt{3} \cdot 10}{3} = \frac{10 \cdot \sin 30^\circ}{\sin 60^\circ} = r_1 = r_2$$

مثال (٥) كرة معدنية ترتكز على قضيبين متوازيين يقعان في مستوى أفقي واحد والبعد بينهما = طول نصف قطر الكرة

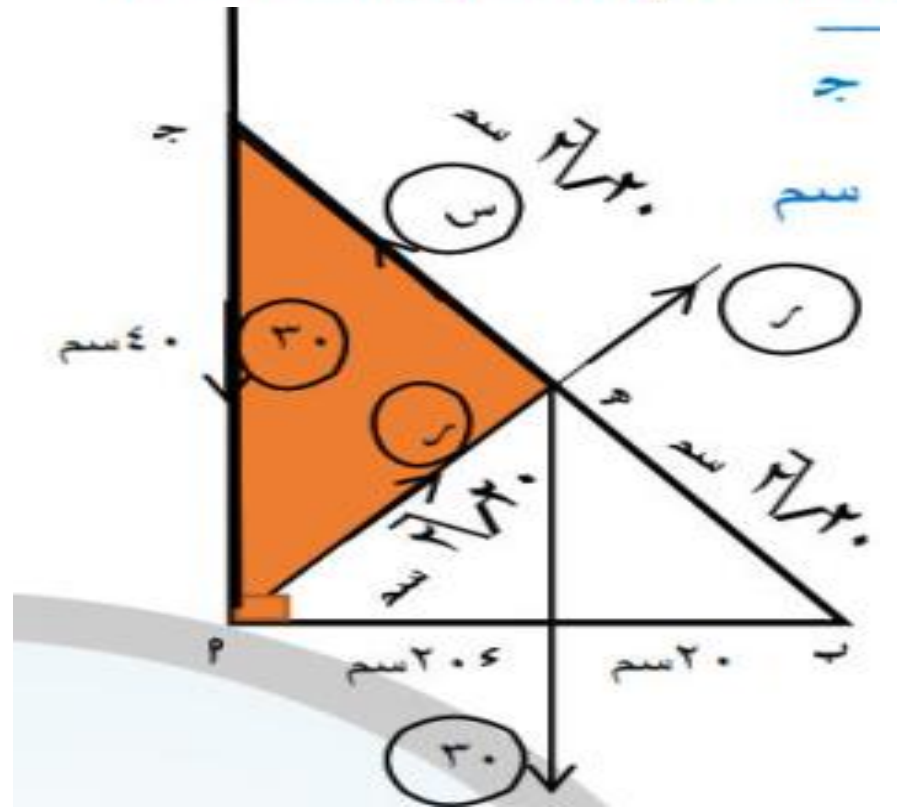
أوجد الضغط على كل منهما إذا كان وزن الكرة = ١٠ نيوتن



$$\therefore r_1 = r_2 = \frac{\sqrt{3} \cdot 10}{3} \text{ نيوتن}$$



مثال (٨) P ب قضيب منتظم طوله 40 سم ووزنه 30 نيوتن متصل بمفصل في حائط رأسي عند P ، حفظ القضيب في وضع أفقي بواسطة خيط خفيف، يتصل بطرف القضيب عند B وبنقطة J تعلو P رأسيًا بمسافة 40 سم أوجد الشد في الخيط ورد الفعل عند P



ΔP ب ج قائم الزاوية في P

$$\therefore ب ج = \sqrt{(40)^2 + (40)^2} = 40\sqrt{2}$$

\therefore e منتصف P ب

e ، h e يوازي P ج

$$\therefore h ج = 20\sqrt{2} \text{ سم}$$

e ، P h متوسط خارج من رأس القائمة = نصف طول الوتر

$$\therefore P ه = 20\sqrt{2} \text{ سم}$$

$\therefore \Delta P$ ه ج مثلث القوى

$$\frac{30}{40} = \frac{r}{20\sqrt{2}} = \frac{s}{40}$$

$$r = s = \frac{30 \times 20\sqrt{2}}{40} = 15\sqrt{2}$$

نيوتن

مثال (٩) م ب قضيب منتظم يتصل طرفه م

بمفصل مثبت في حائط رأسي ، أثرت في
الطرف ب قوة أفقية ما تزن القضيب عندما

كان يميل على الحائط بزاوية قياسها 45°

فإذا كان وزن القضيب 4 ث.كجم ويؤثر في
منتصفه أوجد مقدار القوة ورد فعل المفصل
على القضيب

الحل

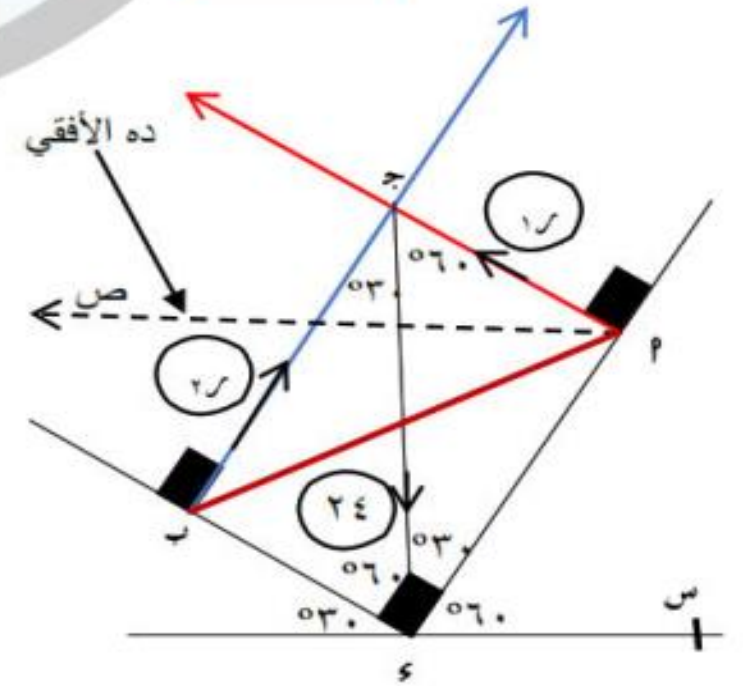
(١) $r_1 \perp$ المستوى الأول

(٢) $r_2 \perp$ المستوى الثاني

(٣) وزنه يؤثر في منتصفه ويتلاقوا في نقطة ج

مثال (٣) قضيب منتظم يرتكز بطرفيه على مستويين أملسين مانلين يضعان مع الأفقي زاويتين قياسهما 60° ، 30° أوجد قياس الزاوية التي يصنعها القضيب مع الأفقي في وضع التوازن وإذا كان مقدار وزنه 24 نيوتن أوجد مقدار رد فعل كل من المستويين

الحل



ب ج مستطيل \leftarrow م هي نقطة تلاقي قطري المستطيل

\therefore ج ϵ قطر المستطيل يمر بالنقطة م ،

\therefore ج ϵ رأسي \therefore ج ϵ (س $\hat{=}$) 90°

\therefore $\hat{m} = 30^\circ$ (م $\hat{=}$) 30°

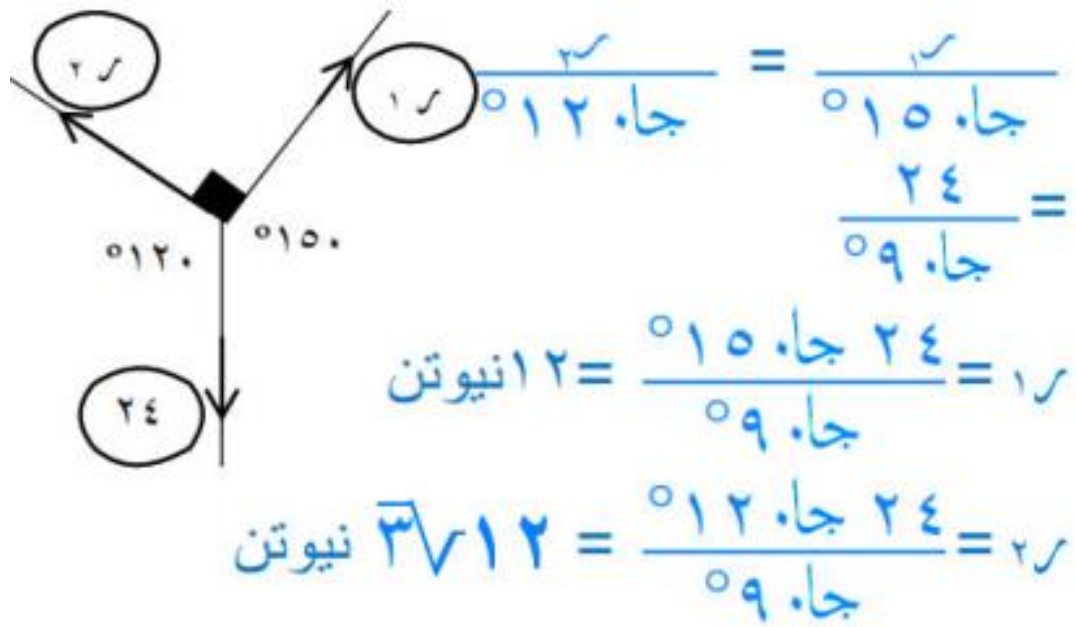
\therefore $\hat{m} = 30^\circ$ (م $\hat{=}$) 30° ، $\hat{m} = 60^\circ$ ،

\therefore (ص $\hat{=}$) 60° ، لأنها متبادلة مع

(م $\hat{=}$) 30° من التوازي

\therefore (ص $\hat{=}$) 30° \leftarrow زاوية الميل على الأفقي

\therefore القضيب يصنع زاوية 30° مع الأفقي



$$\frac{24 \text{ جا } 90^\circ}{\text{جا } 30^\circ} = \frac{24}{0.5} = 48$$

$$r_1 = \frac{24 \text{ جا } 150^\circ}{\text{جا } 30^\circ} = \frac{24 \cdot (-0.5)}{0.5} = -24$$

$$r_2 = \frac{24 \text{ جا } 120^\circ}{\text{جا } 60^\circ} = \frac{24 \cdot (-0.5)}{0.5} = -24$$

