جامعة الفرات الاوسط التقنية
كلية بوليتكنك النجف
قسم تقنيات الميكانيك انتاج

الميكانيك الهندسي للمرحلة الاولى

قسم تقنيات الميكانيك انتاج

جامعة الفرات الأوسط التقنية

كلية بوليتكنك النجف

أستاذ المادة: المدرس احمد حمودي

Email: Ahmed.adod.inj@atu.edu.iq

الاختبار القبلي

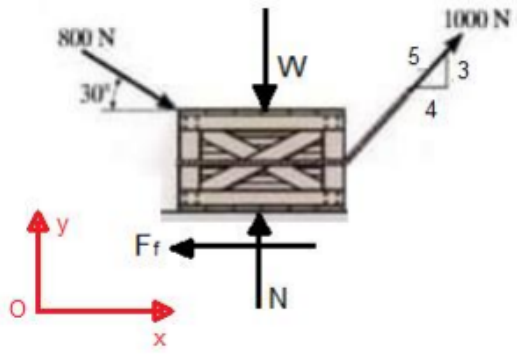
المسألة (1) (35 M) : توزع خمس علامات على رسم مخطط الجسم الحر وتحديد القوى واتجاهاتها والمحاور الإحداثية.

توزع خمسة عشر علامة على كل طلب متضمنه كتابة كل قانون لازم وتطبيقه بالقيم والإجابة مع الواحدة.

$F_1 = 800\ [N], F_2 = 1000\ [N], \mathrm{m} = 100\ [\mathrm{kg}], \mu_k = 0.2$

نرسم مخطط الجسم الحر للصندوق المدروس أثناء الحركة:

1- $\sum \overrightarrow{F} = m.\overrightarrow{a}$



بالإسقاط على الاتجاه الموجب للمحور Ox:

$$F_1.\cos 30 + F_2 \times \frac{4}{5} - F_f = m.a \Leftrightarrow$$

$$800 \times \cos 30 + 1000 \times \frac{4}{5} - 0.2 \times N = 100 \times a \ldots (1)$$

بالإسقاط على الاتجاه الموجب للمحور Oy:

$$N - mg - F_1 \sin 30 + F_2 \times \frac{3}{5} = 0 \Leftrightarrow$$

$$N = 100 \times 9.81 + 800 \times 0.5 - 1000 \times \frac{3}{5} \Rightarrow$$

$$N = 781\ [N]$$

نعوض قيمة N في المعادلة (1):

$$a = \frac{800 \times \cos 30 + 1000 \times \frac{4}{5} - 0.2 \times 781}{100} \Rightarrow a = 13.366\ [m.s^{-2}]$$

First Week **الأسبوع الأول :**

Engineering Mechanics الميكانيك الهند سي

Engineering Mechanics : is defined يعرف as the since العلم which consider يعبر the effects تأثير of the forces القوى on rigid bodies الأجسام الصلبة.

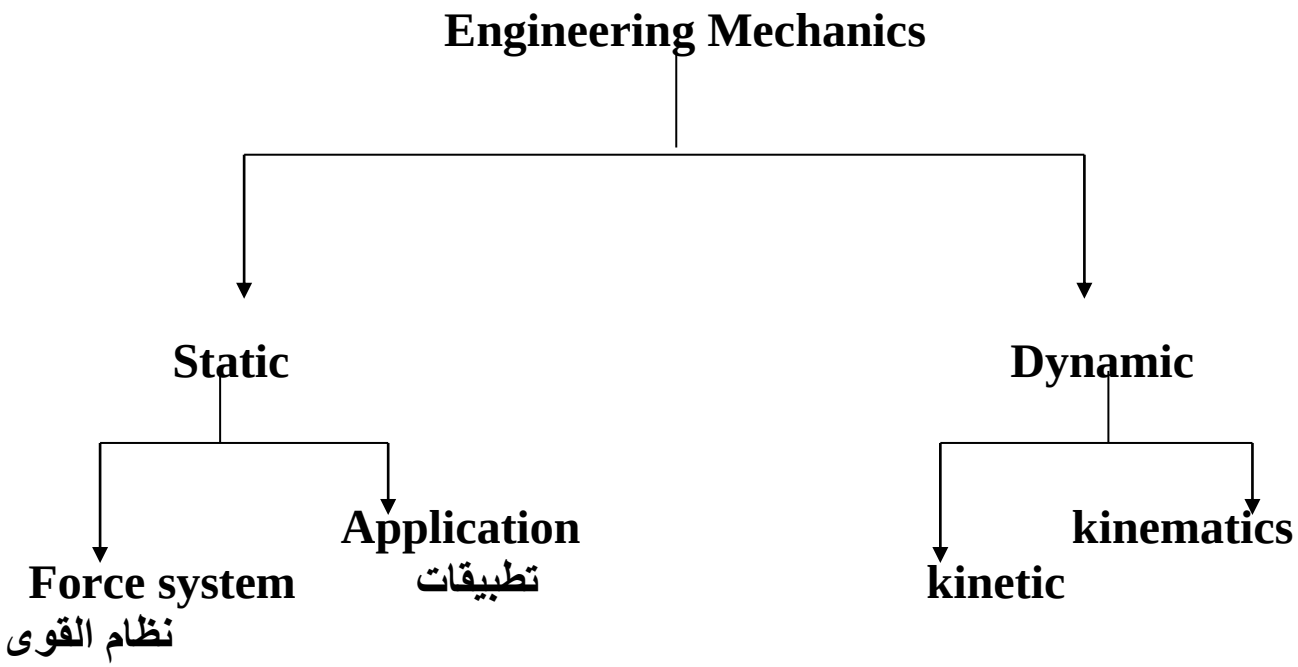
The subject الموضوع divide ينقسم in to two parts :

1. static علم السكون

in which we consider the effect distribution توزيع of forces on rigid bodies which are remain تبقى at rest متوقفة

2. Dynamics علم الحركة

In which we consider the motion حركة of rigid bodies and the effect of force acting on them .



مدرس المادة :احمد حمودي

Types of forces :

1. space forces القوى الفراغية
2. plane forces القوى المستوية

A: Concurrent forces القوى الملتقية
B: Parallel force القوى المتوازية
C : non concurrent force القوى الغير الملتقية

Quantities الكميات

1. vector quantities الكميات المتجهة
2. scalar quantities الكميات الغير متجهة

Vector quantities : any quantities that involves تتضمن both magnitude مقدار and direction اتجاه . vector quantities can represented تتمثل by arrow سهم hose length طوله is the magnitude and arrow head رأس السهم is the direction .

Scalar quantities : any quantities involves magnitude مقدار only فقط

Resultaut: المحصلـة

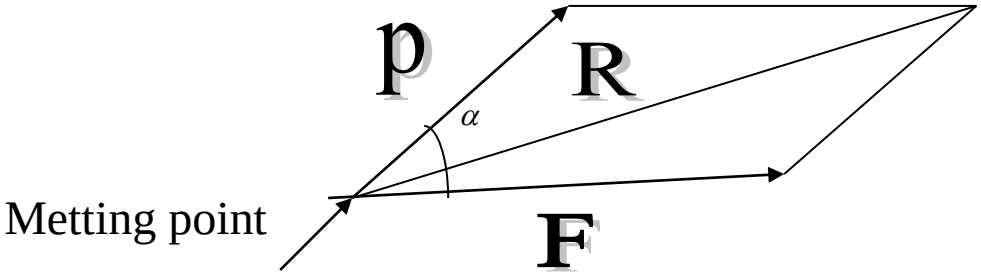
The resultant of a force system is the force which can replace تحل محل the original system with out changing بدون تغيير its external effects التأثير الخارجي on rigid bodies .

PARAIIE LOGRAM LAW قانون متوازي الاضلاع

IF two forces acting تؤثر on appoint and two side of(parallel log ram) متوازي أضلاع representing them meeting تلتقي in the same point نقطة . then the resultant المحصلة represent تتمثل of these two

مدرس المادة :احمد حمودي

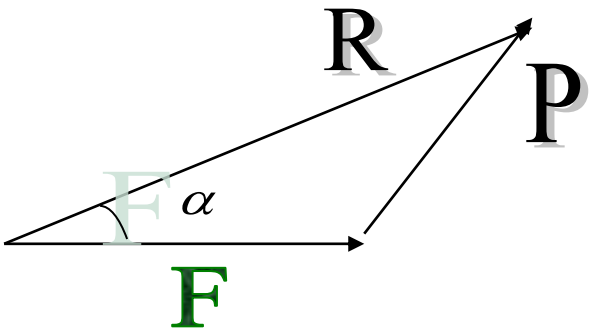
forces represents exactly بالضبط the diagonal قطر of the parallelogram from the same point نفس النقطة .



$$R = \sqrt{P^2 + F^2 + 2PF\cos\alpha}$$

Triangle Law قانون مثلث القوى

IF two forces are repented by their vectors placed Tip رأس to tail ذيل , their resultant vector is the third side الضلع الثالث of the triangle the Direction of resultant المحصلة being from the tail of the force to the tip of the last vector .



$$\frac{R}{\text{Sin }\beta} = \frac{P}{\text{sin }\alpha} = \frac{F}{\text{sin}\theta}$$

مدرس المادة :احمد حمودي

الاختبار البعدي

2-3) A pipe pulled by three ropes with tensile forces shown in Fig. (Pr. 2-3) so that a resultant force of (5 kN) is generated. If the tensile forces in two of them are known, find the angle of the third rope (θ) so that the magnitude of the tensile force (F) in it is at its minimum. What is the magnitude of the force?

٢-٣) أنبوب يسحب بواسطة ثلاثة حبال وبقوى شد مبينة في الشكل (مس. ٢-٣) بحيث تولد محصلة قوى تبلغ قيمتها (5 kN). فإذا كانت قوى الشد في حبلين منها معلومة، أوجد زاوية الحبل الثالث (θ) بحيث يكون مقدار قوة الشد (F) فيه عند أدنى حد. ما هو مقدار القوة؟

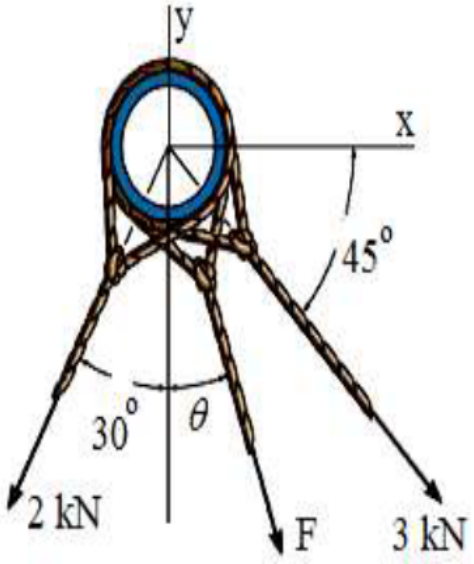


Fig. (Pr.2-3)

شكل (مس. ٢-٣)

الاختبار القبلي

2-4) Determine the magnitude of the resultant force acting on the eyebolt shown in Fig. (Pr.2-4) and its direction measured counterclockwise from the positive (x – axis).

٢-٤) أوجد مقدار محصلة القوى المؤثرة على عين البر غي المبين في الشكل (مس.٢-٤) واتجاهها مقاساً بعكس اتجاه عقارب الساعة من المحور الأفقي الموجب (x).

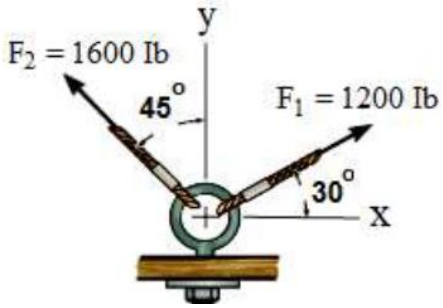
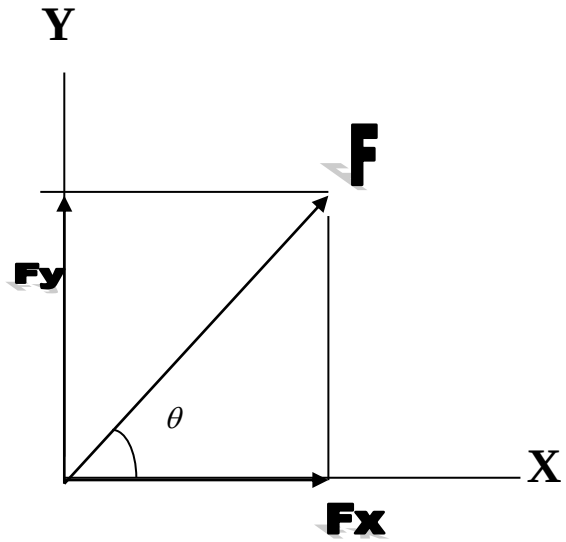


Fig. (Pr.2-4)

شكل (مس. ٢-٤)

Force and Components : القوى ومركباتها

IF we want to find the components of the force we must know نعلم
The magnitude مقدار and Direction اتجاه of the force .
(F_x) , (F_y) are the components of (F)



$\text{Cos } \theta = \theta$ جتا $= \frac{\text{المجاور}}{\text{الوتر}}$

$\text{Cos } \theta = \frac{Fx}{F}$

$$Fx = F \cos \theta$$

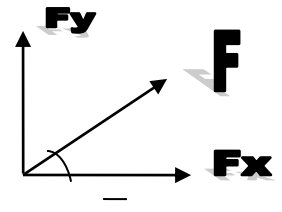
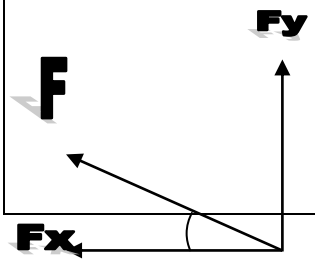
$\text{Sin } \theta = \theta$ جا $= \frac{\text{المقابل}}{\text{الوتر}}$

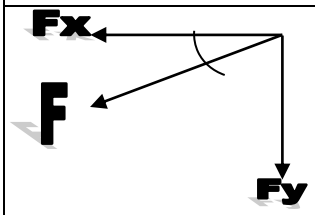
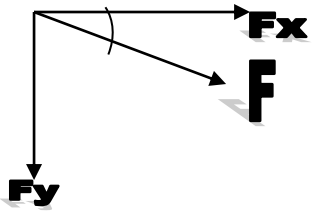
$\text{Sin } \theta = \frac{Fy}{F}$

$$Fy = F \sin \theta$$

The direction of Component fiade from هذا عندما تكون الزاوية بين القوة ومحور السينات

((Table الجدول))

Drawing الرسم	Location موقع	Sine of Fx اشارة	Sine of Fy اشارة
	الربع الاول	+	+
	الربع الثاني	–	+

	الربع الثالث	–	–
	الربع الرابع	+	–

ملاحظة : لاتوجد قوة سالبة وإنما السالب والموجب يمثل اتجاه المركبة .

IF we want the force (F) from the components (Fx) , (Fy).

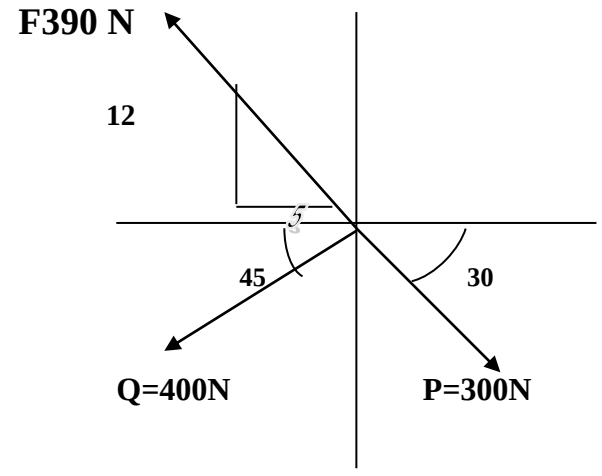
$$F = \sqrt{Fx^2 + Fy^2}$$ المقدار

$$\tan\theta = \frac{Fy}{Fx}$$ الاتجاه

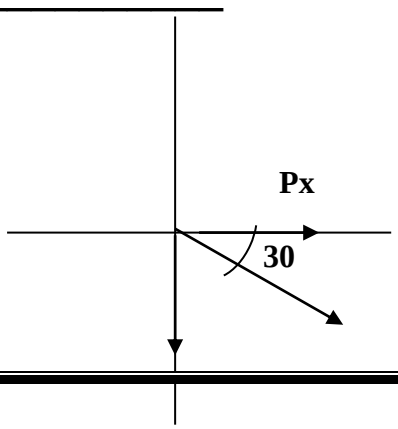
Tan θ = θ ظا = $\frac{\text{المقابل}}{\text{المجاور}}$

2 nd week الأسبوع الثاني

Q/ Find the Components المركبات of forces shown in Fig الموضحات في الرسم.



For the force (P)



Py **P=300N**

$P_X = P \cos\theta = 300 \cos 30 = 300 * 0.866$

$P_{X=+} 250.8$ N

PX=259.8 N ⟶

$P_{y=} P\sin\theta = 300\sin 30 = -300*0.5$

$P_y = -150$ N

P_y= 150 N ↓

For the force (F)

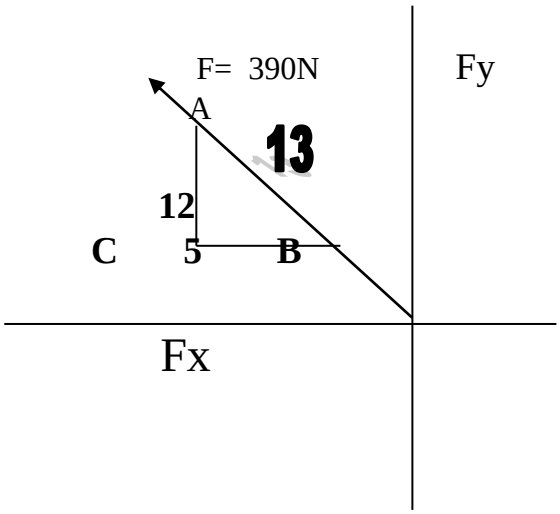
$AB = \sqrt{Bc^2 + cA^2}$ **حسب نظرية فيثاغورس**

$AB = \sqrt{5^2 + 12^2}$

$AB = \sqrt{25+144} = \sqrt{169}$

AB= 13

$F_X = F \cos\theta = -390 * \frac{5}{13}$



$F_X = -145$ N

$F_X = 145$ N ←

$F_y = F \sin\theta = +390 * \frac{12}{13}$

$F_y = 375$ N ↑

الاختبار البعدي

2-5) Determine the magnitude of the resultant force acting on the bracket shown in Fig. (Pr.2-5) and its direction measured counterclockwise from the negative (x – axis).

٢-٥) أوجد مقدار محصلة القوى المؤثرة على البراكيت المبين في الشكل (مس.٢-٥) واتجاهها مقاساً عكس اتجاه عقارب الساعة من المحور الأفقي السالب (x).

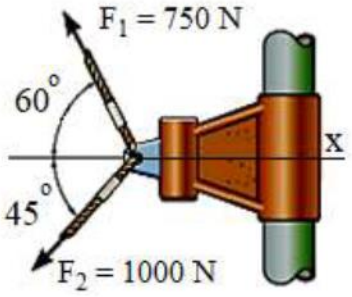


Fig. (Pr.2-5)

شكل (مس. ٢-٥)

3 rd week الأسبوع الثالث

الاختبار القبلي

2-6) Find the magnitude of the force (F) and its direction (θ) to achieve a resultant force acting the bracket shown in Fig. (Pr. 2-6), with a value of (100 N) directed along the positive vertical axis (y).

٢-٦) أوجد مقدار القوة (F) واتجاهها (θ) لتحقيق محصلة قوى تؤثر على البراكيت المبين في الشكل (مس. ٢-٦)، قيمتها (100 N) موجهة على طول المحور العمودي الموجب (y).

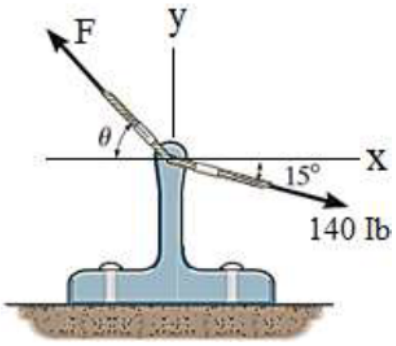


Fig. (Pr.2-6)

شكل (مس. ٢-٦)

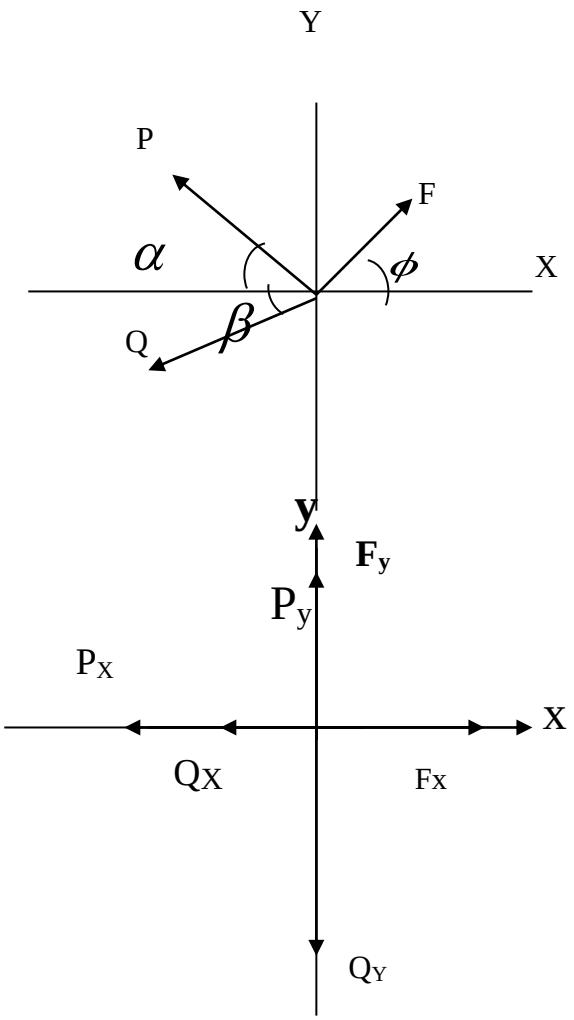
3 rd week الأسبوع الثالث

Resultant of concurrent force : محصلة القوى الملتقية

To find the resultant of concurrent forces we must follow اتبـاع the following points النقاط التالية :

1. Solve the forces in to its Components حلل القوى إلى مركباتها
2. Find the Resultaut of Components on x- axis (R_X)
   ايجاد محصلة المركبات على المحور السينات
3. Find the Resultaut of Components on Y- axis (R_y)
   ايجاد محصلة المركبات على محور الصادات
4. Find the magnitude of Resultaut (R)
   ايجاد مقدار محصلة القوى الملتقية
5. Find the Direction of (θ)
   ايجاد اتجاه محصلة القوى الملتقية

1. $F_{X=} F \cos \phi$
   $F_Y= F \sin \phi$
   $P_X= P \cos \alpha$
   $p_y= P\sin \alpha$
   $Q_X= Q \cos \beta$
   $Q_Y= Q \sin \beta$



2. $R_X= F_X – P_X – Q_X$

3. $Ry= F_Y + P_Y - Q_Y$

4. $R = \sqrt{Rx^2 + Ry^2}$

5. $\tan\theta = \frac{Ry}{Rx}$

حيث ان (θ) بين(R) ومحور السينات

Q/ Determine Completely the resultant of Concurrent forces system shown in Fig .

R_x = 200cos 30+ 100cos 45 - 300cos 60 -400

R_X = 200 * 0.866 + 100 * 0.707 – 300 * 0.5 – 400

R_X = - 306.1N

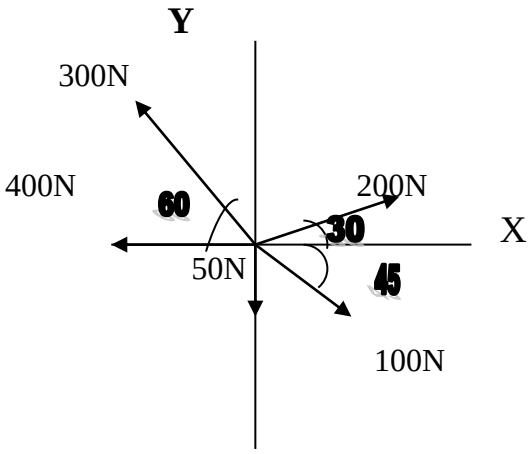
R_X = 306 .1 N ⟵

Ry= 200 sin 30 + 300 sin 60 – 100 sin 45 -50

Ry = 200*0.5+300*0.866-100*0.707-50

Ry = + 239.1 N

Ry = 239.1 N ↑

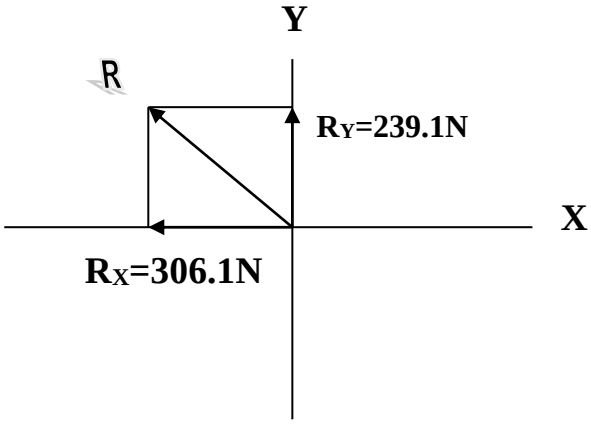


مدرس المادة :احمد حمودي

$$R = \sqrt{Rx^2 + Ry^2}$$

$$R = \sqrt{(306.1)^2 + (239.1)^2}$$

R = 388 N



$$\text{Tan } \theta = \frac{Ry}{Rx} = \frac{239.1}{306.1} = 0.781$$

$\theta = 38^{o}$

باستخدام الجداول المثلثية اوبأستخدام الحاسبة الالكترونية

Q/ The Resultant of the concurrent forces shown in the fig . is (300N) pointing up along the Y- axis Compwte the value of F) and (θ) .

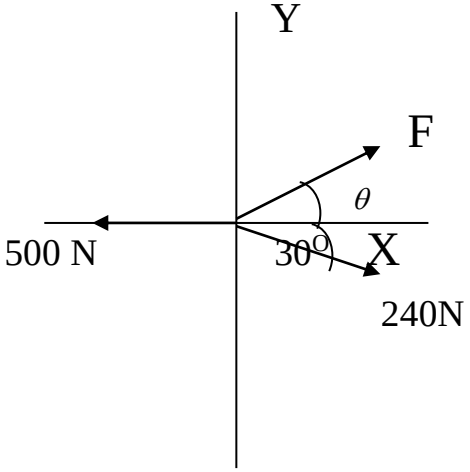
بما ان المحصلة على محور الصادات لذا Rx=0 , Ry=R

$R_X = F\cos\theta + 240\cos 30^{\circ} - 500 = 0$

$F\cos\theta + 240 * 0.866 - 500 = 0$

$F\cos\theta = 500 - 207.84$

$F_X = F\cos\theta = 292.16$ N



$R_Y = F\sin\theta - 240\sin 30 = R$

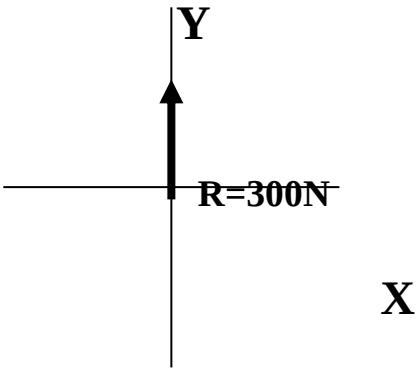
$F\sin\theta - 240*0.5 = 300$

$F_Y = F\sin\theta = 300+120$

$F_Y = F\sin\theta = 420$N

مدرس المادة :احمد حمودي

$$F = \sqrt{Fx^{2} + Fy^{2}} = \sqrt{(292.16)+(420)}$$



F = 512 N

$$\textbf{Tan } \theta = \frac{Fy}{Fx} = \frac{420}{292.16} = 1.437$$

θ = 55.17 °

من الجداول أو باستخدام الحاسوب

الاختبار البعدي

٢-٧) قوة مقدارها (4 kN) تؤثر على الهيكل المبين في الشكل (مس. ٢-٧)، فاذا كانت مركبتها المؤثرة على طول الضلع (BC) بقيمة (3 kN) موجه من (B) باتجاه (C)، فما مقدار الزاوية المطلوبة (θ) والمركبة التي تؤثر على طول الضـــــــلع (AB).

2-7) A force of (4 kN) acts on the frame shown in Fig. (Pr. 2-7), so if its component acting along the member (BC) has a value of (3 kN), directed from (B) towards (C), what is the magnitude of the required angle (θ) and its component that affected along the member (AB).

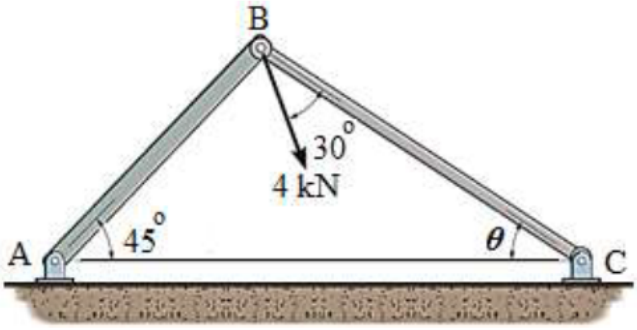


Fig. (Pr.2-7) شكل (مس. ٢-٧)

الاختبار القبلي

2-8) Determine the angle (θ) between the two forces that act on the screw eye, so that the resultant force has a magnitude of (160 Ib).

٢-٨) أوجد الزاوية (θ) المحصورة بين القوتين المؤثرتين على عين البرغي، بحيث يكون مقدار محصلة القوتين (160 Ib).

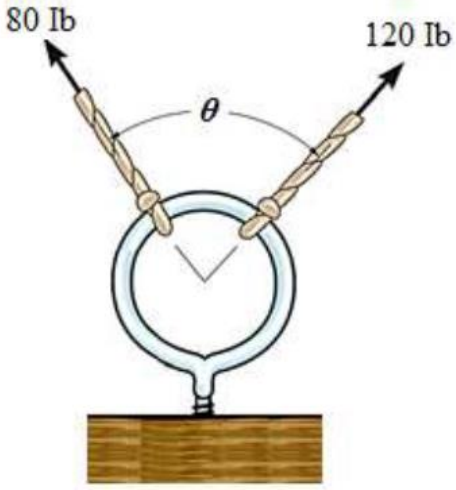


Fig. (Pr.2-8)

شكل (مس. ٢-٨)

الاسبوع الرابع 4 th week

Moment of a force عزم القوه

The moment of a force about حول an axis محور or line خط is the measure قياسof its ability قابليتها to produce أحداث turning دوران or twisting about the axis themagnitnde مقدار of the moment of a force about an axis which is perpendicular عموديto the plane مستوى containingيحتوي the force is equal يساوي to the force multiplying مضروبة by the perpendicular المسافة العمودية distance between بين the force and axic of rotation المحور الدوران . the symbol رمز of moment is (M)

$M_O = F * d$ مركز العزم : النقطة التي نريد العزم حولها

مركز العزم

F = Force القوة (N)

d = distance المسافة العمودية (m)

مدرس المادة :احمد حمودي

the moment has also direction اتجاه the moment is positive موجب when عندما it is clockwise باتجاه عقرب الساعة direction, negative سالب when it is counter clockwise عكس عقرب الساعة direction .

ملاحظـــة / العـــزم كمقـــدار دائمـــاً موجـــب أمـــا الاشـــارة (+) او (-) تعنـــي الاتجـــاه .

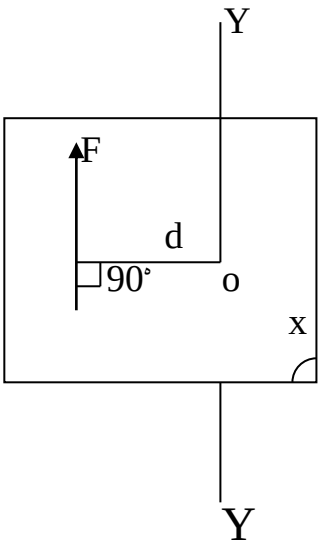
X ⟶ Plane of force مستوى القوة

F ⟶ Force القوة

YY ⟶ axis of rotation محور الدوران

d ⟶ perpendicular distance المسافة العمودية بين القوة ومحور الدوران

O ⟶ moment canter مركز العزم



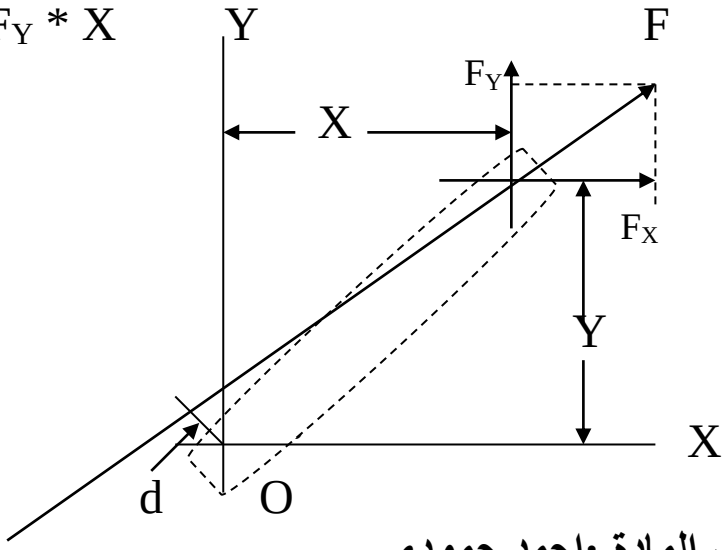
The Moment عزم of force القوة about حول an axis محور or point نقطة is equal to the moment of its components مركبات about same axis نفس المحور or point .

عزم القوة يساوي عزم مركباتها حول أي محور أونقطة مع الأخذ بنظر الاعتبار الاتجاه

The moment of resultant المحصلة about an axis or point is equivalent يكافئ to the moment of its forces about same axis or point

عزم (F) = عزم (F_X) وعزم (F_Y)

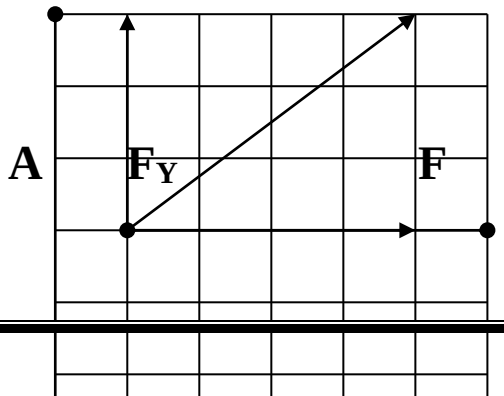
$$M_O = F * d = F_X * Y - F_Y * X$$



مدرس المادة :احمد حمودي

ملاحظة / أعتمدنا الاشارة الموجبة والسالبة لعزم (F_X) وعزم (F_Y) وذلك على اعتماد ان هناك جسم وهمي يمر بنقطة التقاء المركبات للقوة ومركز العزم (النقطة التي نريد حساب العزم حولها) (O) فأن (F_X) تحاول تدوير الجسم بأتجاه عقرب الساعة لذا عزمها موجب (F_Y) تحاول تدوير الجسم بأتجاه عكس عقرب الساعة لذا فأن عزمها سالب .

Q/ In fig assuming افرض clockwise moment العزم بأتجاه عقرب الساعة is positive موجب , compute احسب the moment of force(F = 450 N) about points A , B . C . D .



C

F_x

1M

D

1M **B**

$$F = \sqrt{F_X{}^2 + F_Y{}^2} = \sqrt{(4)^2 + (3)^2}$$

$$F = \sqrt{16 + 9} = \sqrt{25}$$

F = 5 (F طول)

$$\cos\theta = \frac{4}{5} \qquad \sin\theta = \frac{3}{2}$$

M_A =F*d = - F_X *3 -F_y*1

= - Fcos θ *3 Fsin θ *1 **مدرس المادة :احمد حمودي**

$$= -450 * \frac{4}{5} - 450 * \frac{3}{5}$$

M_A = -1350 N .m

هذا يعني ان عزم (F) حول (A) يساوي (1350 N.m) وبعكس اتجاه عقرب الساعة .

وهكذا يحسب عزم (F) حول بقية النقاط .

Q/ In fig the moment of acertain force (F) is (180 N.m) clockwise about(o)and (90 N.m) counter clock wise about (B) if its moment about (A) is zero , determine the force (F) and its direction .

M_o = F*d = 180 = F_x*3+ F_y*0 **Y**

180= 3F_x

A

$F_x = 60\ N$

$M_B = F*d = -90 = F_x*3 - F_y*6$ 3m

$-90 = 60*3 - F_y*6$

$-90 - 180 = -6\ F_y$

$-270 = -6\ F_y$ X

O 6m 1B

$F_y = \frac{270}{6}$

$Fy = 45\ N$

$$F = \sqrt{F_x{}^2 + F_y{}^2} = \sqrt{(60)^2 + (45)^2}$$

$F = 75N$

$$\tan\theta = \frac{F_y}{F_x} = \frac{45}{60} = \frac{3}{4}$$

$\theta = 37^o$

الاختبار البعدي

2-9) Determine the angle (θ) required in the design of the struts shown in Figure (Pr.2-9) so that the (2 kN) horizontal force has a component of (2.5 kN) directed from (A) towards (C). What is the component of the force acting along the member (AB)?

٢-٩) أوجد الزاوية (θ) المطلوبة في تصميم الدعامة المبينة في الشكل (مس.٢-٩) بحيث يكون للقوة الأفقية (2 kN) مركبـــة بقيمة (2.5 kN) موجهة مـــن (A) باتجاه (C). وما هي مركبة القوة المؤثرة على طول الضلع (AB)؟

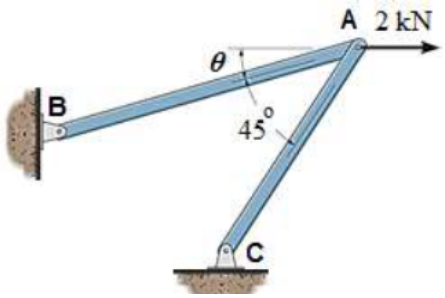


Fig. (Pr.2-9)

شكل (مس. ٢-٩)

الاختبار القبلي

2-11) Determine the magnitude of the force (F_1) and its direction (θ), if the resultant force of the three forces is (1000 N) directed (45°) counterclockwise from the positive (x – axis).

٢-١١) أوجد مقدار القوة (F_1) واتجاهها (θ)، إذا كانت محصلة القوى الثلاث هي (1000 N) متجهة (45°) عكس اتجاه عقارب الساعة من المحور الأفقي الموجب (x).

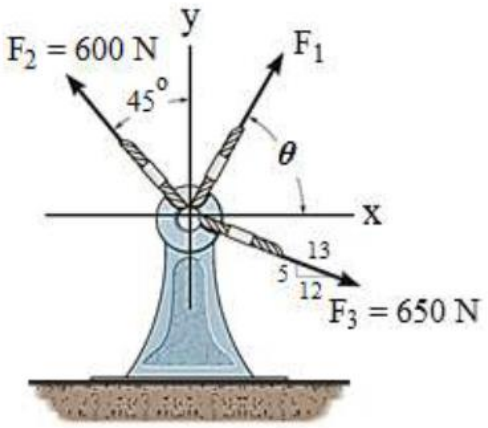


Fig. (Pr.2-11)

شكل (مس. ٢-١١)

5th week الاسبوع الخامس
Couple (Mc) المزدوج

The moment produce by equal متساوية and opposite متعاكسين and parallel forces is known يعرف as couple consider two forces equal in magnitude متساويتين بالمقدار (F) and opposite in direction متعاكسين بالاتجاه and (d) distance apart . there effects is to produce a tendency محاولة of rotation

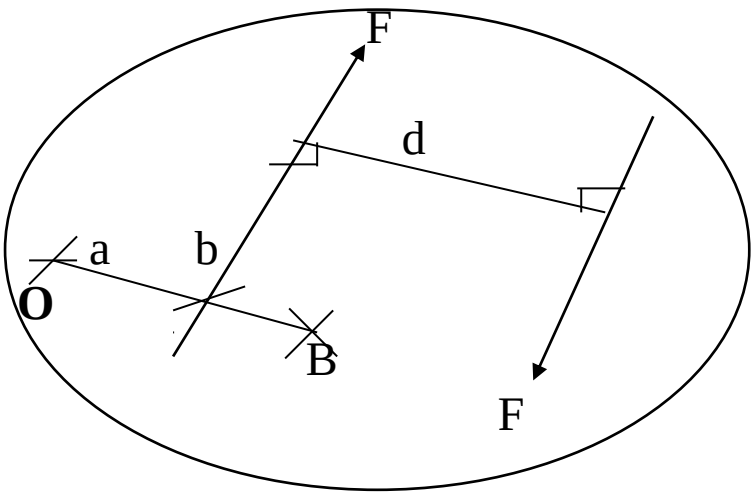
The magnified of couple is equal to (Mc) .

Mc = F * d

Mc = moment of couple عزم الازدواج .

F = Force القوة .

D = perpendicular distance between the forces المسافة العمودية بين القوتين



The direction of couple is positive in clock wise direction and negative in counter clockwise direction .

If a body subjected to couple only . the moment about any point of body equal to the moment of the couple .

مدرس المادة :احمد حمودي

$M_c = F*d$

$M_o = -F * a + F (a+ d)$
$= -F*a + F*a + F * d$
$= F * d$

$M_B = F * d + F (d – b)$
$= F * b + F * d – F * b$
$= F * d$

هذا يعني اذا كان هناك عزم مزدوج يؤثر على الجسم فقط فأن العزم حول أي نقطة في الجسم يساوي عزم المزدوج .

الاختبار البعدي

2-12) Find the magnitude of the force (F_3) and its direction (θ) to achieve a resultant force affecting the bracket shown in Fig. (Pr. 2-12) with value of (200 Ib) directed along the positive (x' - axis).

٢-١٢) أوجد مقدار القوة (F_3) واتجاهها (θ) لتحقيق محصلة قوى تؤثر على البراكيت المبين في الشكل (مس. ٢-١٢) قيمتها (200 Ib) موجهة على طول المحور (x') الموجب.

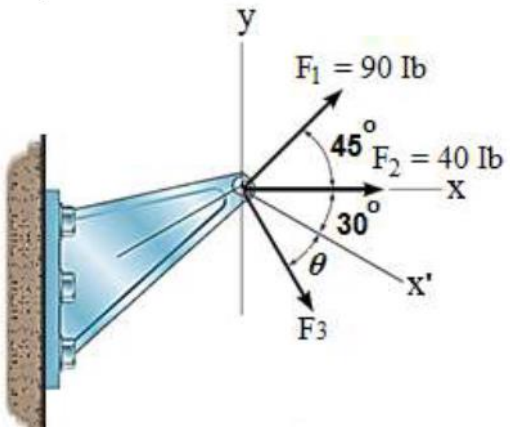


Fig. (Pr.2-12)

شكل (مس. ٢-١٢)

الاختبار القبلي

2-13) Determine the magnitude of the resultant force acting on the plate shown in Fig. (Pr.2-13) and its direction measured counterclockwise from the posative (x- axis).

٢-١٣) أوجد مقدار محصلة القوى المؤثرة على الصفيحة المبينة في الشكل (مس.٢-١٣) واتجاهها مقاساً بعكس اتجاه عقارب الساعة من المحور الأفقي الموجب (x).

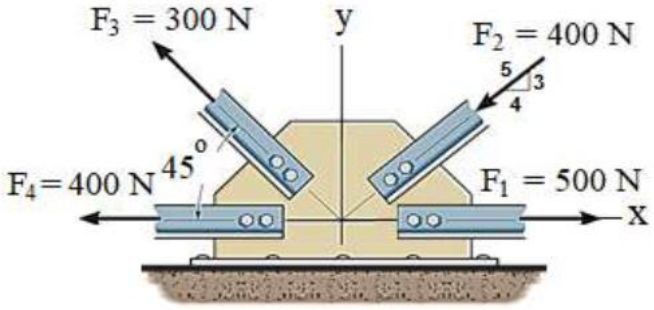


Fig. (Pr.2-13)

شكل (مس. ٢-١٣)

6th week الأسبوع السادس

Resultant of non – concurrent force محصلة القوى غير الملتقية

To Find the resultant of non – concurrent forces

لإيجاد محصلة القوى غير الملتقية يجب إتباع الخطوات التالية :

1.we must solve the forces in to its components

تحلل القوى إلى مركباتها

2. we must find the resultant of components parallel to x - axis (R_X) إيجاد محصلة المركبات الموازية لمحور السينات

3. we must find the resultant of components parallel to Y - axis (RY) إيجاد محصلة المركبات الموازية لمحور الصادات

4. we must find R , θ , d

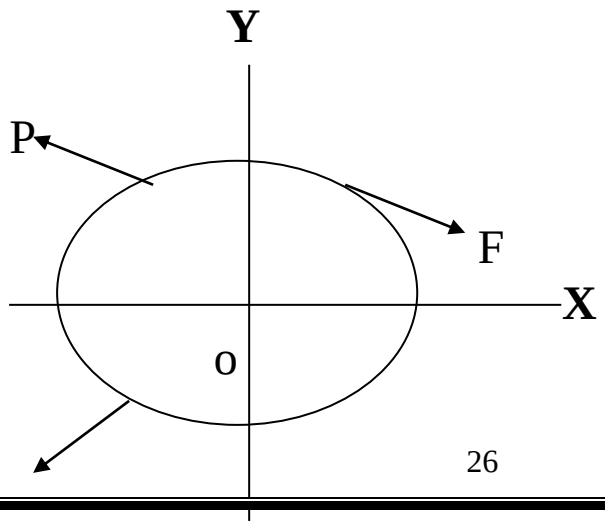
R = resultant المحصلة

θ = Direction of resultant اتجاه المحصلة

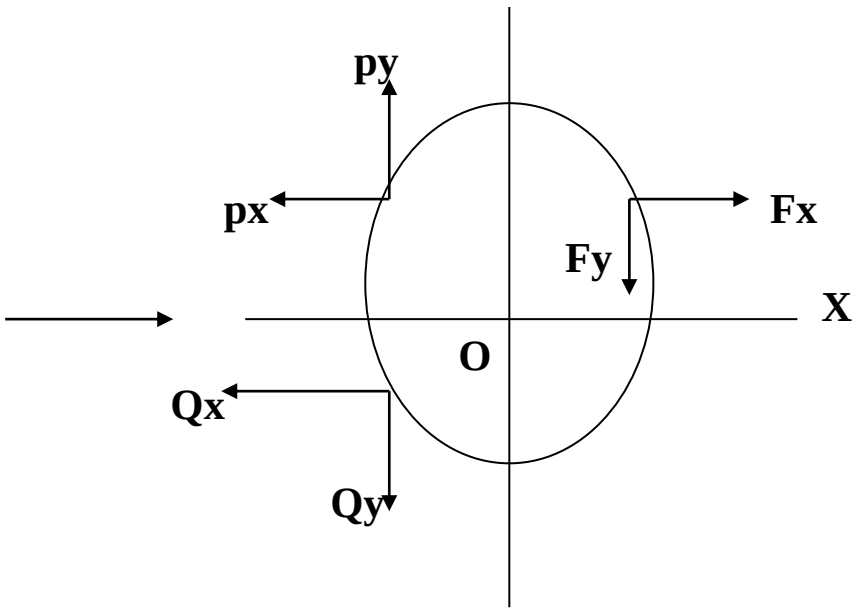
d = Distancec of resultant بعد المحصلة

the following fig الشكل التالي shown there meaning يوضح المعنى

مدرس المادة :احمد حمودي



Q Y



$R_x = F_x – P_x - Q_x$

$R_y = p_y – F_y – Q_y$

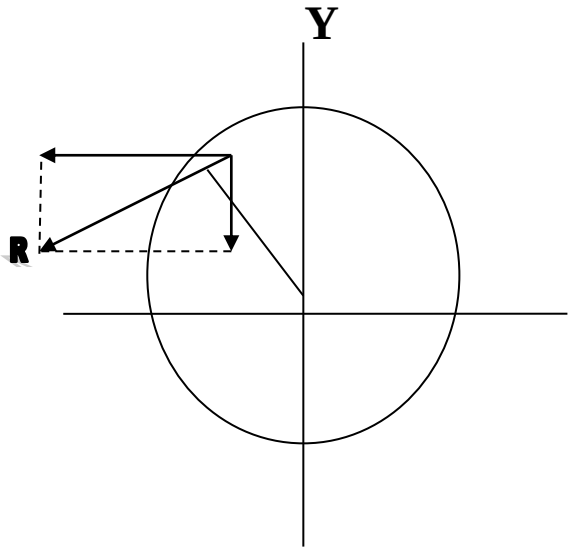
$$R = \sqrt{R_X{}^2 + R_Y{}^2}$$

$$\tan \theta_X = \frac{R_Y}{R_X}$$ θ_X = ميل المحصلة عن محور السينات

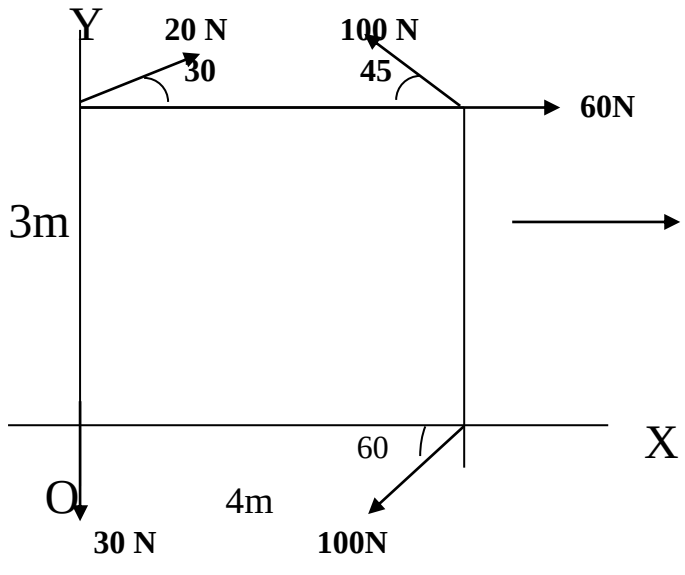
$$R * d = \sum M_O$$

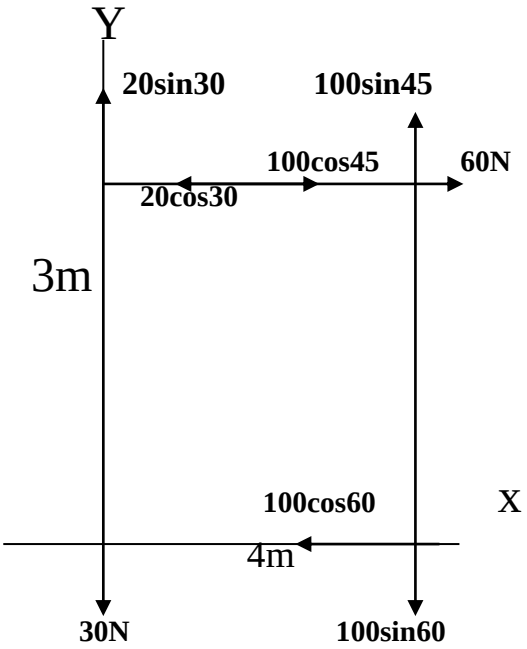
مجموع عزوم القوى حول (O) = عزم المحصلة حول (O)

مدرس المادة :احمد حمودي



Q// The rectangular framework shown in fig . is subjected to the indicated non – concurrent system of forces . determine the magnitude and direction of the resultant , also its arm relative to origin (O) .





$R_X = 20 \cos 30 - 100 \cos 45 - 100 \cos 60 + 60$

مدرس المادة :احمد حمودي

$R_X = 20 * 0.866 – 100 * 0.707 – 100 * 0.5 + 60$
$R_X = 17.32 + 60 – 70.7 – 50$
$R_X = 43.38$ N

$R_X = 43.38$ N ←

$R_Y = 20 \sin 30 + 100 \sin 45 – 100 \sin 60 – 30$
$R_Y = 10 * 0.5 + 100 * 0.707 – 100 * 0.866 – 30$
$R_Y = - 35.9$ N

$R_Y = 35.9$N ↓

$$R = \sqrt{R_X{}^2 + R_Y{}^2} = \sqrt{(43.38)^2 + (35.9)^2}$$

R = 56.3 N

$$\tan\theta = \frac{R_Y}{R_X} = \frac{35.9}{43.38} = 0.827$$

$$\theta = 39.6$$

$$R * d = \sum M_O$$

R*d = (30*0) + (20cos30 *3) + (20sin30*0)
- (100sin45*4) – (100cos45*3) + (60*3)
+ (100sin60*4) + (100cos60*0)
R*d = 0 + 20* 0.866 * 3 + 20*0.5 *0
+ 100 * 0.707 * 4 + 100 * 0.707 * 3 + 180 +100*0.866*4+100*0.5*0

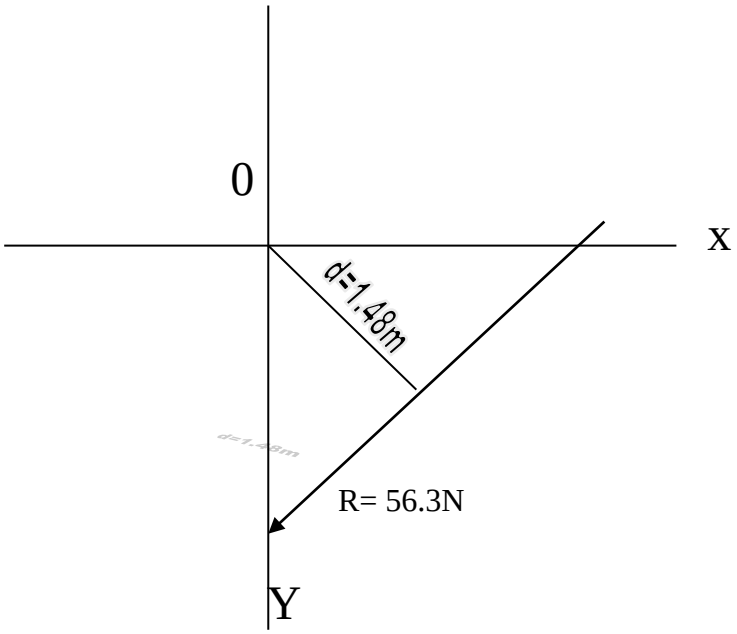
مدرس المادة :احمد حمودي

+ 100 * 0.866 * 4 + 100 * 0.5 * 0

R * d = 0 + 51.96 + 0 – 212.1 – 282.8 + 180 + 346.4 + 0
R * d = 83.46 N.m

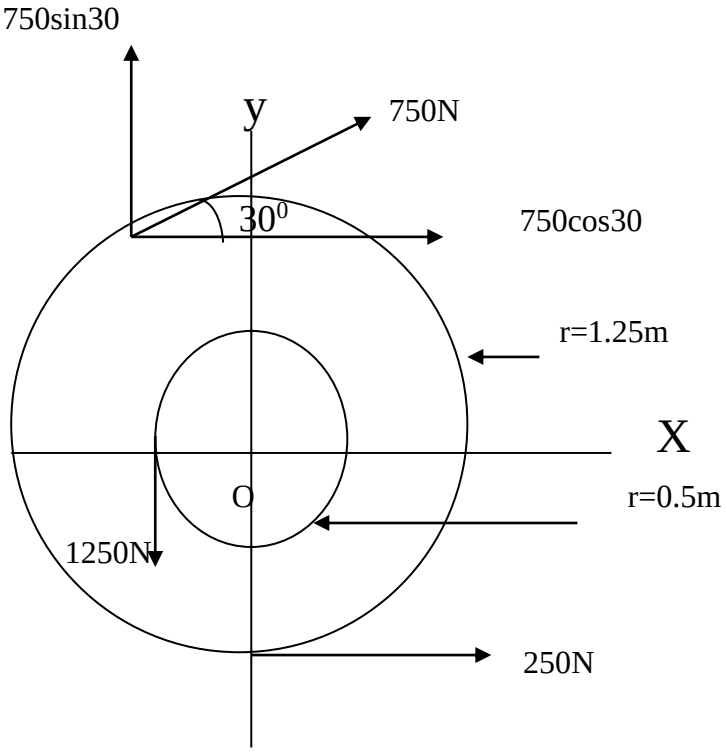
$$d = \frac{93.46}{56.3} = 1.48N$$

d = 1.48 m



الاختبار البعدي

Q// Determine completely the resultant of force acting on step pulley shown in Fig .



$R_x = 750 \cos 30 + 250$
$R_X = 750 * 0.866 + 250$
$R_X = 899.5N$

$R_X = 899.5$ N ⟶

$R_Y = 750 \sin 30 - 1250$
$R_Y = 750 * 0.5 –$
$R_Y = -875$ N

$R_Y = 875$ N ↓

$$R = \sqrt{R_X{}^2 + R_y{}^2} = \sqrt{(899.5)^2 + (875)^2}$$

R = 1255 N

$$\tan\theta = \frac{R_y}{R_X} = \frac{875}{899.5} = 0.972$$

$\theta = 44^o$

$$R * d = \sum M_O$$

R * d = 750 * 1.25 – 1250 * 0.5 – 250 * 1.25
R * d = 0

d = 0

أي أن (R) تمر في النقطة (O) .

مدرس المادة :احمد حمودي

الاختبار القبلي

2-14) The forces (F_1), (F_2), and (F_3) are applied to the brakes shown in Fig. (Pr. 2-14). What is the magnitude and direction of the resultant force, measured counterclockwise from the positive (x- axis) of the bracket?

٢-١٤) القوى (F_1) ، (F_2) ، و (F_3) مسلطة على البراكيت المبين في الشكل (مس. ٢-١٤). ما مقدار محصلة القوى واتجاهها مقاساً عكس اتجاه عقارب الساعة من المحور الأفقي الموجب (x) للبراكيت.

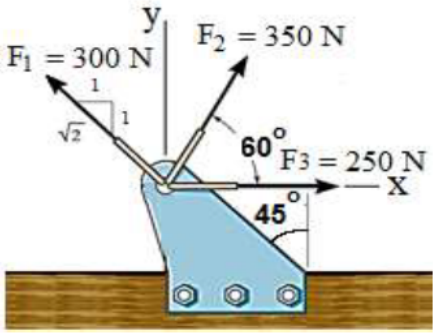


Fig. (Pr.2-14)

شكل (مس. ٢-١٤)

7 th , 8 th . 9 th الأسبوع السابع والثامن والتاسع

Equilibrium of force system اتزان نظام القوى

Definition and meaning of equilibrium تعريف ومعنى الاتزان

Such bodies بعض الاجسام are said to be يقال انها in equilibrium في حالة اتزان

Equilibrium الاتزان is the term مصطلح used يستخدم to designate وصف the condition حال where the resultant محصلة القوى of system of farce is zero . A body is said to be in equilibrium when Resultaut محصلة of force system نظام القوى acting on body is zero – the physical meaning المعنى الفيزياوي of equilibrium the body either أما at (rest) or moving on straight line يتحرك على خط مستقيم with constant velocity سرعة ثابتة .

Equilibrium of concurrent forces اتزان القوى الملتقية

When the concurrent forces are in equilibrium the resultant of concurrent force is zero (R = 0)

So we applied .

$$R_X = 0$$

$$R_Y = 0$$

Equilibrium of none concurrent forces اتزان القوى غير الملتقية

When the none concurrent forces are in equilibrium the resultant of the non concurrent forces is zero (R = 0) . so we applied there equation to solve problem .

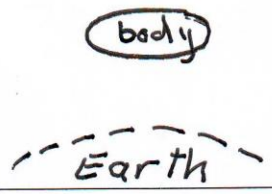
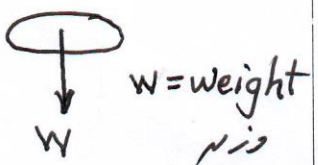
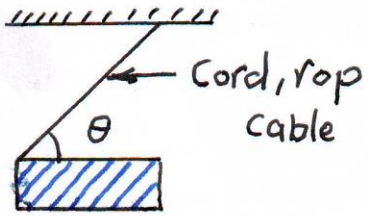
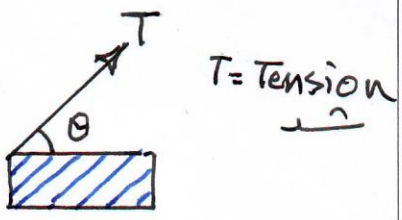
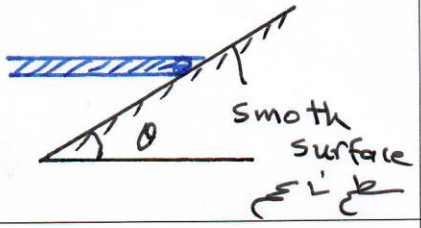
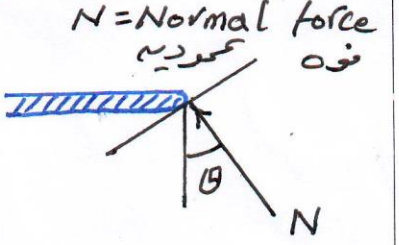
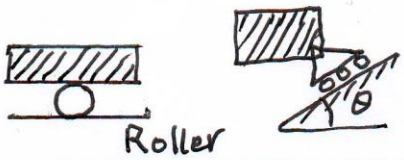
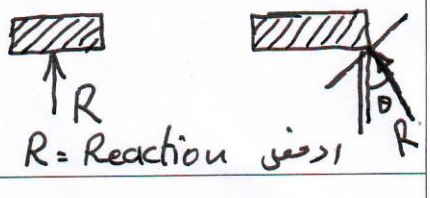
$$RX = 0$$

$$RY = 0$$

$$\sum M = 0$$

Free body Diagram رسم الجسم الحر

Problems مسائل in mechanics الميكانيك always دائما involve يحتوي the interaction ارتباط of bodies الأجسام up on one another على بعضها successful solution الحلول الناجحة of these problems المسائل generally عموماً requires يتطلب that the bodies be isolated تنفصل from one another عن بعضها so that the forces involved تتضمن may be Analized and unknown forces determine . An isolated معزول view مسقط of body is called a free body diagram (F . B . D)

Type of body removed نوع الجسم المحذوف	Sketch of reacting bodies رسم الاجسام المتصلة	Acting of a body removed up on free body تأثير الجسم المحذوف على الجسم المعزول
Earth الارض		
Cord وتر Rope حبل Cable حبل معدني (weight is neglected) وزنه محذوف		
Smooth surface سطح ناعم		
Roller رولة أو اسطوانة		
Smooth pin orhing بيم		

Q// If th concurrent forces shown in Fig are in equilibrium find (F) And(θ) .

بما ان القوى الملتقية في حالة اتزان لذا فأن (R = 0)

$R_X = 0$ $R_Y = 0$

$R_X = 0$

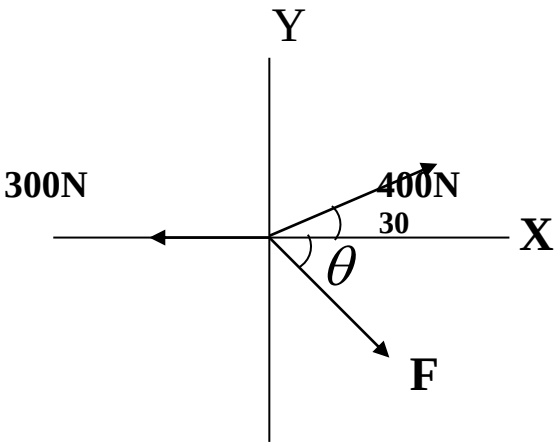
$400\cos 30 + F\cos\theta - 300 = 0$

$F\cos\theta = 300 - 400 * 0.866$

$F\cos\theta = 300 - 346.4$

$F_X = F\cos\theta = -46.4$ N

FX = 46.4 ← N



$R_Y = 0$

$400\sin 30 - F\sin\theta = 0$

$F\sin\theta = 400 * 0.5$

$F_Y = F\sin\theta = 200N$

F_Y = 200 N ↑

$$\tan\theta = \frac{F_Y}{F_X}$$

$$\tan\theta = \frac{200}{46.4}$$

$$\tan\theta = 4.31$$

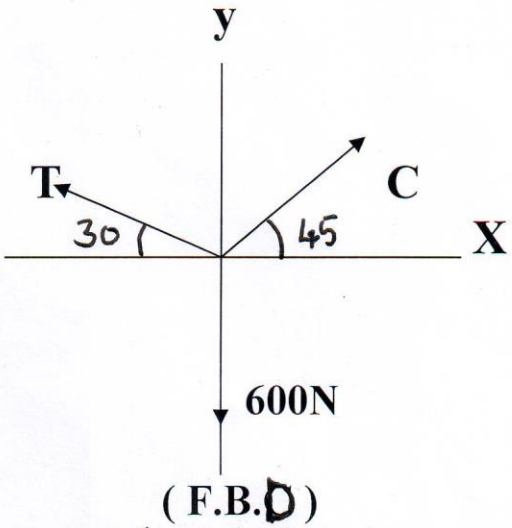
$$\theta = 76.9^{o}$$

$$F = \sqrt{F_X{}^2 + F_Y{}^2}$$

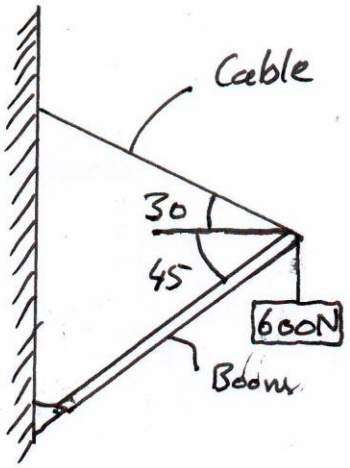
$$F = \sqrt{(46.4)^2 + (200)^2}$$

$$F = 205N$$

Q/ The cable حبل معدني and Boom ذراع الرافعة shown in Fig . Support a load of (600N) . ~~Detrains~~ أحسب determine the tensile force قوة الشد(T) in the cable and compressive force قوة الضغط (C) in the Boom ذراع الرافعة .when the system is in aquarium ?



(F.B.D)



بما ان النظام في حالة اتزان

$R = 0$

$R_X = 0$, $R_Y = 0$ لان القوى ملتقية

$R_X = 0$

$C \cos 45 - T \cos 30 = 0$

$C \cos 45 = T \cos 30$

$$C = \frac{T * 0.866}{0.707} \rightarrow (1)$$

$R_Y = 0$

$C \sin 45 + T \sin 30 - 600 = 0$

من ١

$$\frac{T * 0.866}{0.707} * 0.707 + 0.5T = 600$$

$0.866T + 0.5\,T = 600$

$1.366T = 600$

$T = 439\ N$

نعوض في ١

$$C = \frac{439 * 0.866}{0.707}$$

$C = 538\ N$

الاختبار القبلي

2-15) Determine the magnitude of the resultant force acting on the bracket shown in Fig. (Pr.2-15) and its direction measured clockwise from the positive (y – axis).

٢-١٥) أوجد مقدار محصلة القوى المؤثرة على البراكيت المبين في الشكل (مس٢-١٥) واتجاهها مقاساً مع اتجاه عقارب الساعة من المحور العمودي الموجب (y).

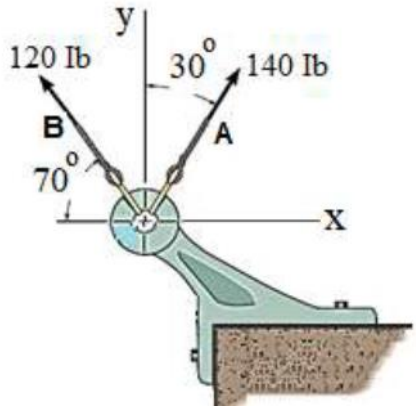


Fig. (Pr.2-15)

شكل (مس. ٢-١٥)

$$\sum M_B = 0$$

-100* X -200*9 + R_A sin 60 * 12 = 0

- 100X – 1800 = -12 * 0.866 R_A

100X + 1800 10.392 R_A

$$R_A = \frac{1800 + 100X}{10.392} \qquad \text{——————} \quad \mathbf{3}$$

نعوض ② و③ في ①

$$\mathbf{0.5}\left(\frac{1800+100X}{10.392}\right) = 0.707\left(\frac{1800-100X}{8.484}\right)$$

86.6 + 4.811X = 150 – 8.33X

13.144X = 63.4

$$\mathbf{X=}\ \frac{63.4}{13.144}$$

X = 4.83 cm

مدرس المادة :احمد حمودي

الأسبوع العاشـــر 10 th
الاحتكاك Friction

Friction definition تعريف الاحتكاك

Friction الاحتكاك may يمكن be defined يعرف as the contact resistance مقاومة التلامس exerted المسلطة by one body الجسم الاول up on على a second body الجسم الثاني when the second body move يتحرك or tends to move يحاول الحركة past the first body . from the definition من التعريف it should be observed يلاحظ that friction is a retarding معينة force قوة always acting دائما تؤثر opposite عكس to the motion الحركة or the tendency to move محاولة الحركة .

As we shell see كما رأينا friction exists primarily because of the roughness خشونة of contact surface السطوح المتلامسة .

IF the contact surfaces are perfectly أملس مثاليا smooth as assumed in some earlier problems . friction power loss فقدان طاقة , corrosion تأكل and increased in temperature .

Theory of friction نظرية الاحتكاك

Friction Force قوة الاحتكاك is directly proportional تتناسب طردياً to the normal force القوة العمودية they is the theory of friction .

((قوة الاحتكاك تتناسب طرديا مع القوة العمودية وهذا تسمى نظرية الاحتكاك))

W =weight of body وزن الجسم

N = Normal force القوة العمودية

P = Pull force قوة السحب

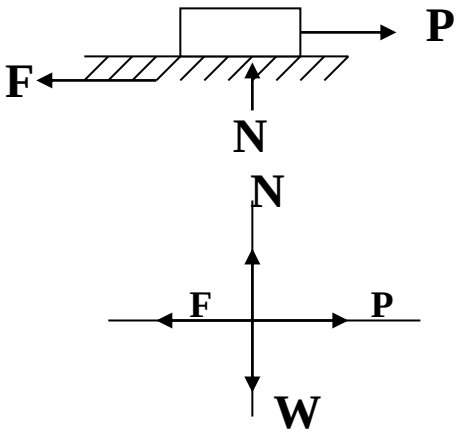
F = Friction force قوة الاحتكاك

$F \propto N$

F = (كمية ثابتة) * N

F = f * N

f = coefficient of friction معامل الاحتكاك



$f \prec 1$ دائما f اصغر من 1 F . B .D

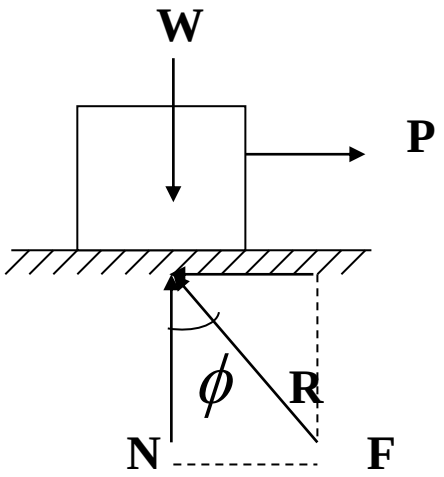
مدرس المادة :احمد حمودي

Angle of friction (ϕ) زاوية الاحتكاك

Angle of friction is the angle between the normal force and resultant of the normal force and friction force .

(هي الزاوية المحصورة بين القوة العمودية ومحصلة القوة العمودية وقوة الاحتكاك)

R = Reultant of normal force (N) and friction force (F)



$$\tan \phi = \frac{F}{N}$$

$F = f * N$ من نظرية الاحتكاك

$$f = \frac{F}{N}$$

$\tan \phi = f$ دائما f اصغر من 1

ملاحظة/ القوة العمودية تكون عمودية على سطوح التلامس أما قوة الاحتكاك تقع على سطوح التلامس هذا يعني ان القوة العمودية (N) تقع على محور الصادات دائما اما قوة الاحتكاك (F) تقع على محور السينات وان سطح التلامس هو محور السينات ان كان أفقي اومائل .

مدرس المادة :احمد حمودي

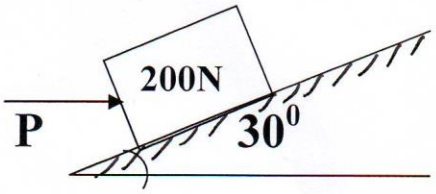
Q/ The (200 N) block shown in Fig . has impending motion up the plane caused by horizontal force (P) if the coefficient of friction is (0.2) . Determine the value of force (P) ?

القوى ملتقية وفي حالة اتزان

$R_X = 0$, $R_Y = 0$

$R_X = 0$

$P \cos 30 - 200 \cos 60 - F = 0$



$F = 0.866\ P - 200 * 0.5$

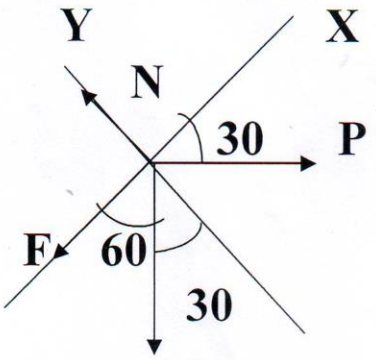
$F = 0.866P - 100$ ——— 1

$R_Y = 0$

$N - P \sin 30 - 200 \sin 60 = 0$

$N = 0.5\ P + 200 * 0.866$

$N = 0.5\ P + 173.2$ ——— 2



(F . B . D)

$F = f * N$ نعوض ١ و٢

$0.866P - 100 = 0.2\ (0.5\ p + 173.2)$

$0.866\ p - 100 = 0.1\ p + 34.64$

$0.866\ p - 0.1\ p = 100 + 34.64$

$0.766p = 134.64$ $p = \frac{134.64}{0.766}$

الاختبار البعدي

2-16) If the lift force on a wing cross-section (airfoil) is (600 N) and the ratio of the lift force (L) to the drag force (D) for the airfoil is (L/D = 12), compute the magnitude of the resultant force (R) and the angle (θ) which it makes with the horizontal.

٢-١٦) إذا كانت قوة الرفع على مقطع عرضي للجناح (مطيار) (600 N) وكانت نسبة قوة الرفع (L) إلى قوة الكبح (D) للجناح هي (L / D = 12)، احسب محصلة القوى (R) والزاوية (θ) التي تصنعها مع الأفق.

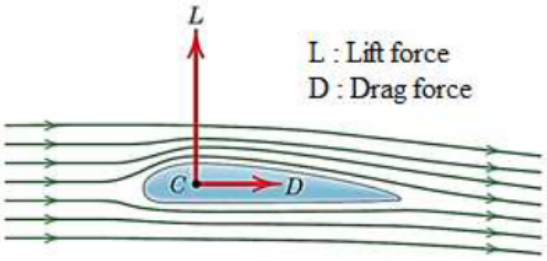


Fig. (Pr.2-16)

شكل (مس. ٢-١٦)

الاختبار القبلي

2-18) In the structure shown in Fig. (Pr. 2-18), find the value of the unknown force (F) that makes the resultant (F_R) of the three forces as small as possible. Then find the value of the resultant (F_R).

٢-١٨) في الهيكل المبين في الشكل (مس. ٢-١٨)، أوجد قيمة القوة المجهولة (F) التي تجعل محصلة القوى الثلاث (F_R) أصغر ما ممكن. ثم أوجد قيمة المحصلة (F_R).

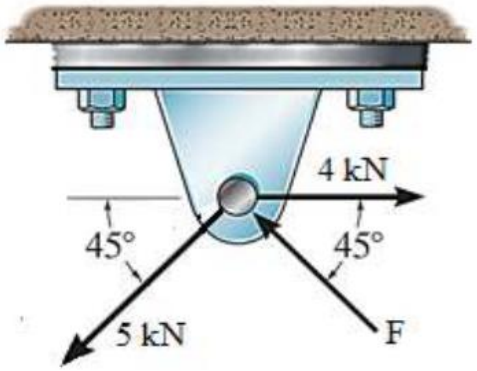


Fig. (Pr.2-18)

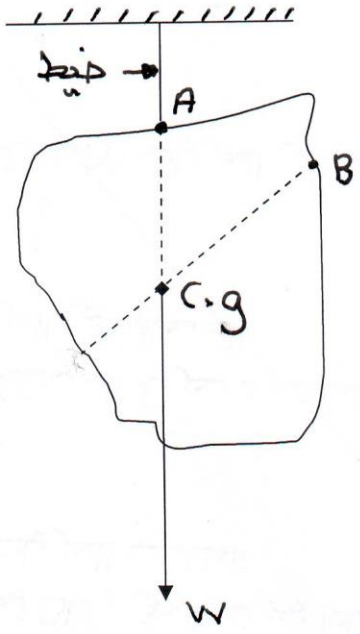
شكل (مس. ٢-١٨)

11 th week الاسبوع الحادي عشر

Centroide and Center of gravity مركز الثقل

A body جسم of weight وزنه (W) is supported معلق by string خيط attached at (A) as shown in Fig . the only external force القوة acting on the body المؤثر على الجسم الخارجية الوحيدة are its weight and reaction رد الفعل exerted المسلط by string على الخيط Equilibrium اتزان of the body can exist يحدث only if their two forces are equal in magnetide متساوية بالمقدار opposite in direction متعاكسة بالاتجاه and collinear على خط مستقيم the line of action of the weight (W) can be deter mind يمكن ايجاد by the line of action of support على خط تأثير الخيط let the body be supported in anew position لتعلق الجسم بموقع آخر by the string now attached to (B) . the body will shift its position so that the line of action of the weight is again collinear with the string .

These two position of the line of action of the weight are deter mine experimantly هذه الخطوط توجد بالتجربة . the inter action of these two line represents تقاطع الخطين يمثل the center of gravity (c . g) where the weight pass throw it .



enter of gravity of simple area and length

مركز ثقل المساحة البسيطة والطول

We can find يمكن إيجاد the laws قوانين of center of gravity of the simple area المساحة البسيطة from the formula

معادلات استخراج مراكز ثقل المساحات البسيطة

Also كذلك we can find the center of qrawity of the length from these formula المعادلات

$$\bar{X} = \frac{\int X \, dL}{L} \qquad \bar{y} = \frac{\int y \, dL}{L}$$

$\bar{X}$, $\bar{y}$ **=coordinate of center of gravity احداثيات مركز الثقل**

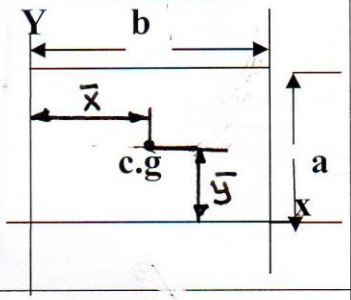
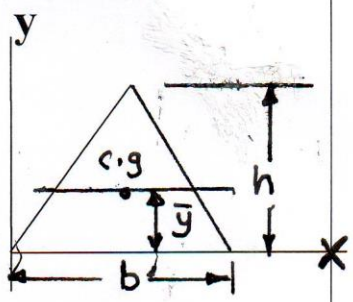
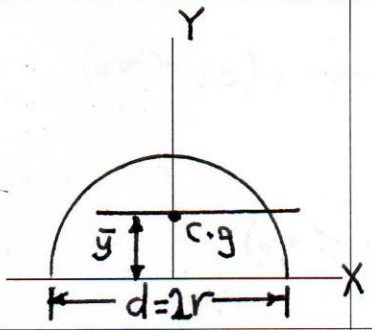
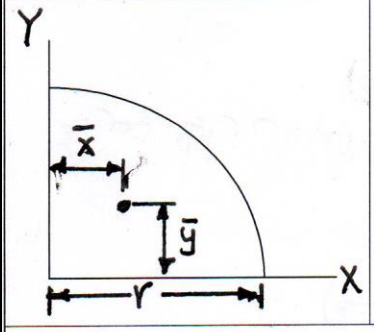
A = simple area المساحة البسيطة

L = Length الطول

dA = differentiation of area مشتقة المساحة

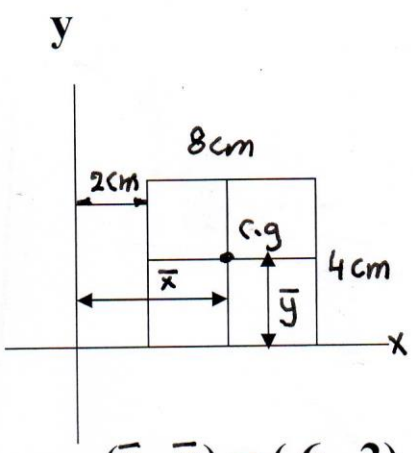
dL = = = length مشتقة الطول

The table الجدول shown الموضح the laws to find the center of gravity of simple area and length .

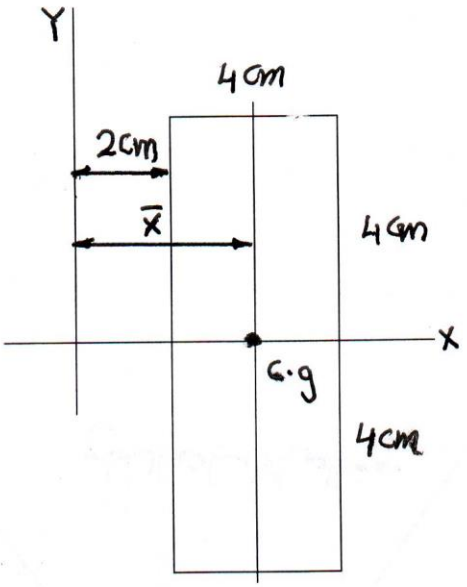
Shape الشكل	Area or length المساحة اوالطول	$\bar{X}$	$\bar{y}$
	**ab**	$\frac{b}{2}$	$\frac{a}{2}$
	$\frac{bh}{2}$	-----	$\frac{h}{3}$
	$\frac{\pi r^2}{2}$	**0**	$\frac{4r}{3\pi}=0.424r$
	$\frac{\pi r^2}{4}$	$\frac{4r}{3\pi}=0.424r$	$\frac{4r}{3\pi}=0.424r$

Q/Find the center of gravity of simple area shown in Fig .

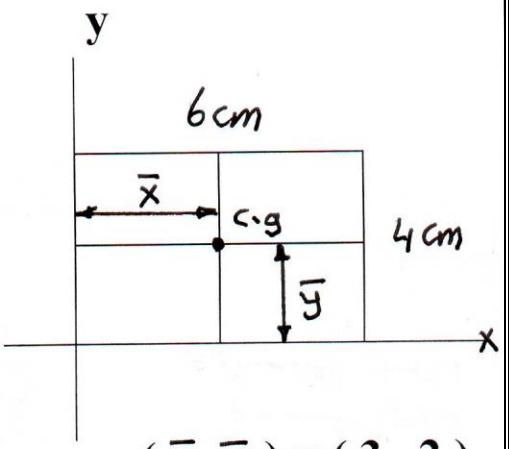
اوجد مركز ثقل المساحةةالبسيطة الموضحة في الشكل



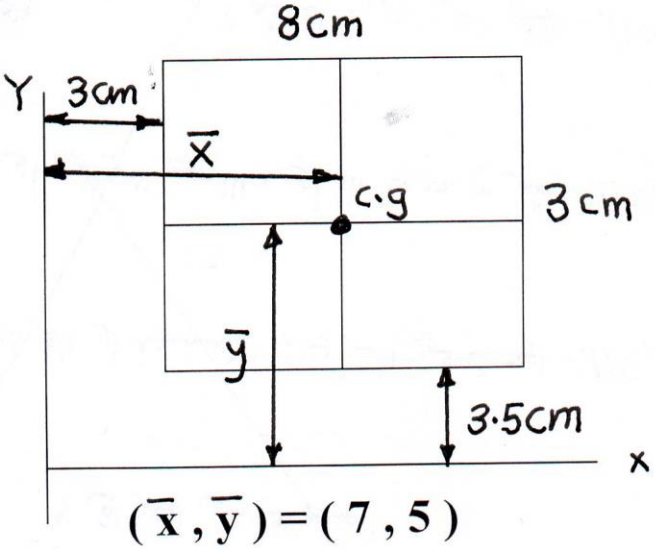
$(\bar{x}, \bar{y}) = (6, 2)$



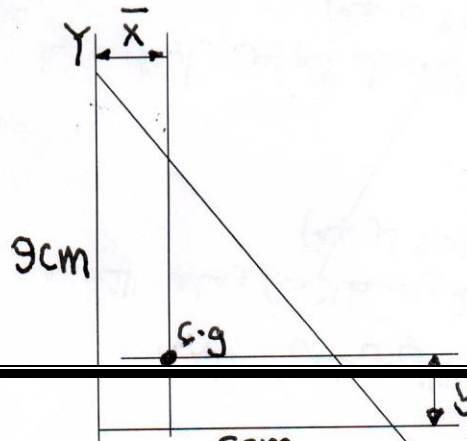
$(\bar{x}, \bar{y}) = (4, 0)$

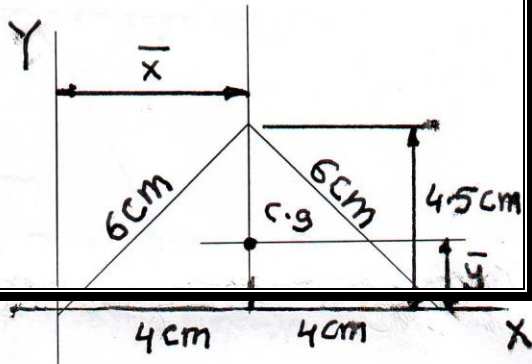


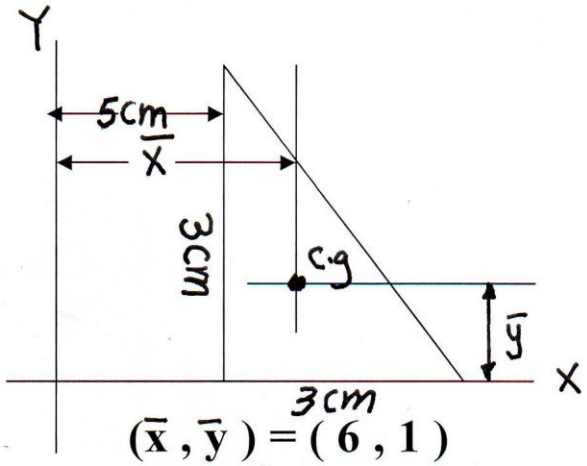
$(\bar{x}, \bar{y}) = (3, 2)$



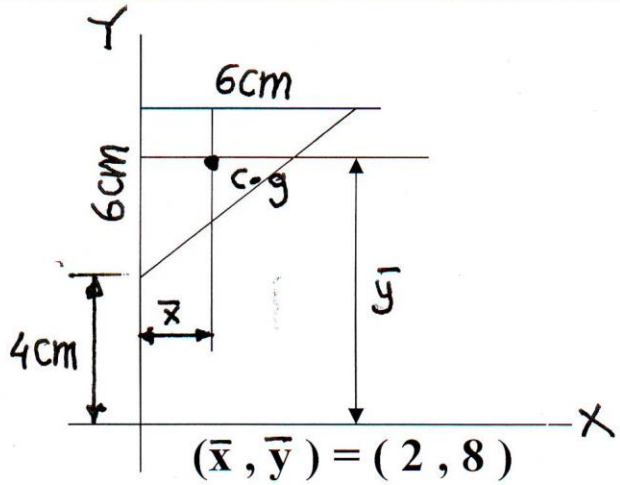
$(\bar{x}, \bar{y}) = (7, 5)$



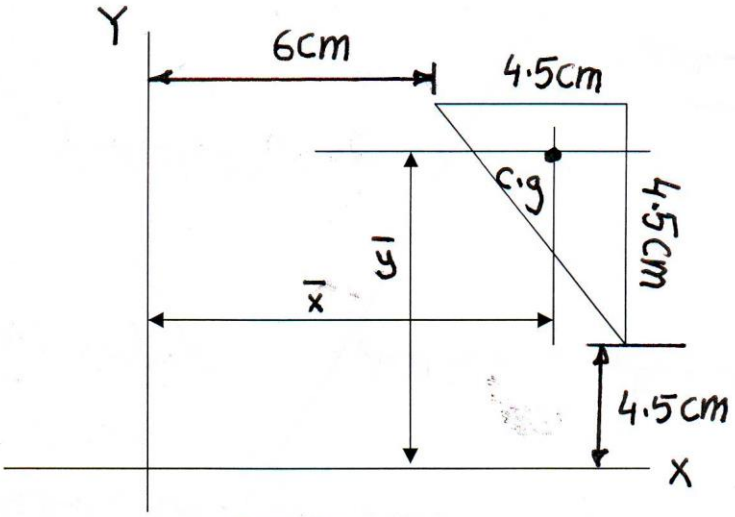




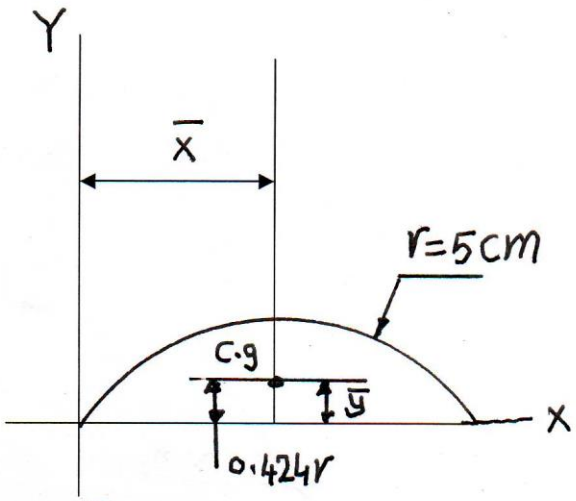
$(\bar{x}, \bar{y}) = (6, 1)$



$(\bar{x}, \bar{y}) = (2, 8)$



$(\bar{x}, \bar{y}) = (9, 7.5)$

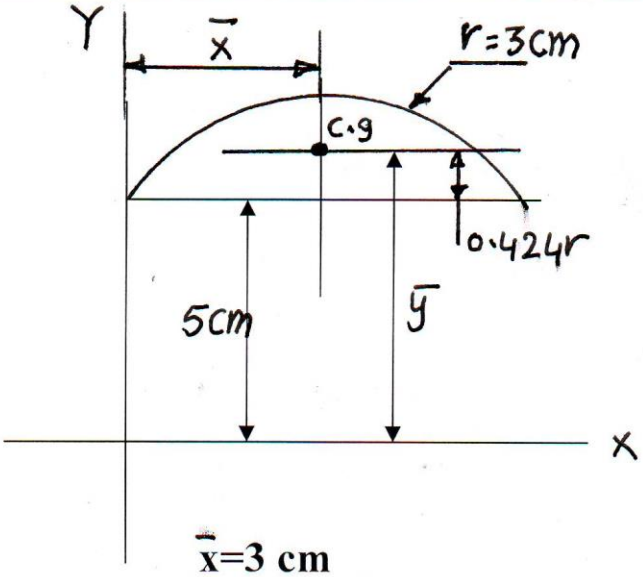


$\bar{X}$=5 cm

$\bar{Y}$= 0.424*5

$\bar{Y}$ = 2.12 cm

($\bar{x}$, $\bar{y}$) = (5, 2.12)

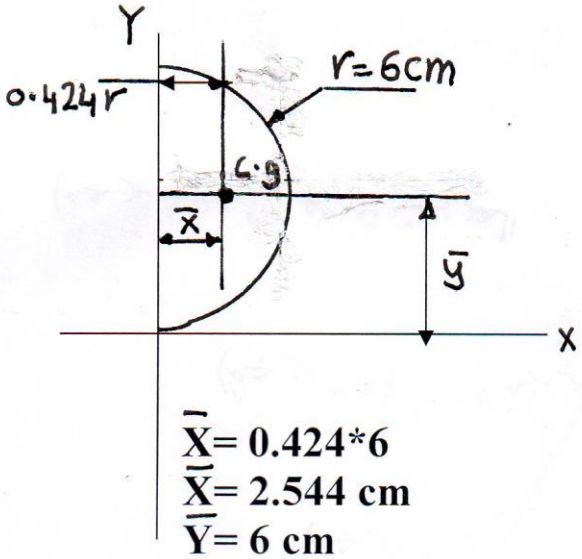


$\bar{x}$=3 cm

$\bar{y}$= 5+0.424*3

$\bar{y}$= 6.272 cm

($\bar{x}$, $\bar{y}$) = (3 , 6.272)

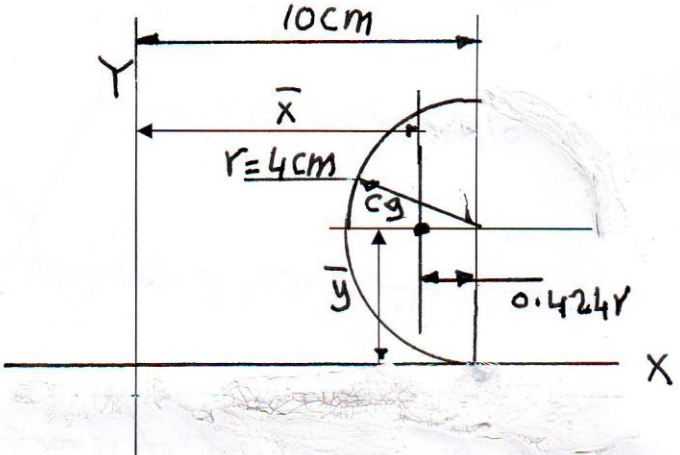


$\bar{X}$= 0.424*6

$\bar{X}$= 2.544 cm

$\bar{Y}$= 6 cm

($\bar{x}$, $\bar{y}$) = (2.544 , 6)

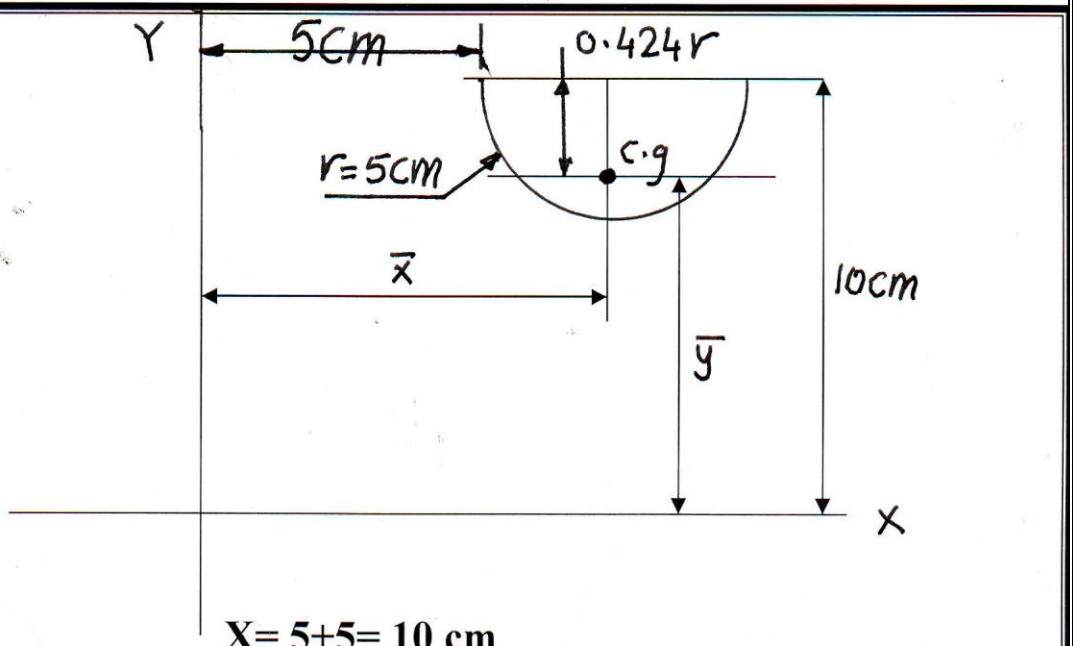


$\bar{x}$=10-0.424*4

$\bar{x}$ = 8.304 cm

$\bar{y}$=4 cm

(x , y) = (8.304 , 4)



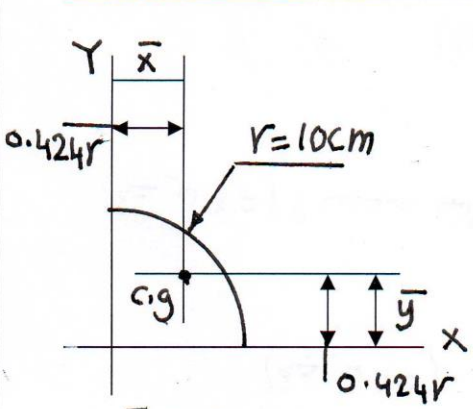
X= 5+5= 10 cm

Y=10-0.424*5

= 10-2.12

= 7.88 cm

(x , y) = (10 , 7.88)



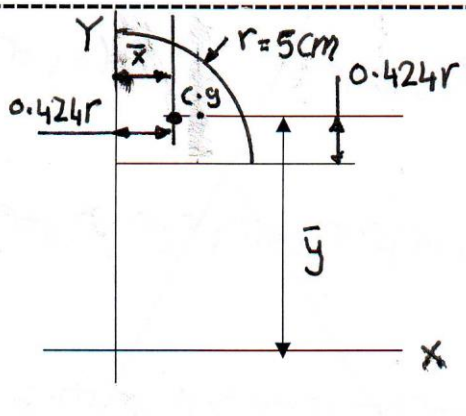
x̄=0.424*10

X̄ = 4.24 cm

ȳ=0.424*10

Ȳ = 4.24 cm

(x̄ , ȳ) = (4.24 , 4.24)



x̄=0.424*5

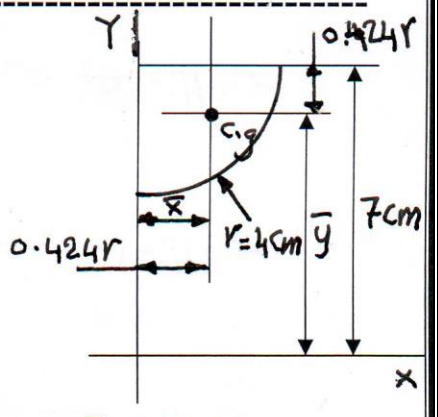
x̄=2.12 cm

ȳ=5+0.424*5

ȳ=5+2.12

ȳ=7.12 cm

(x̄ ,ȳ) = (2.12 , 7.12)



x̄=0.424*4

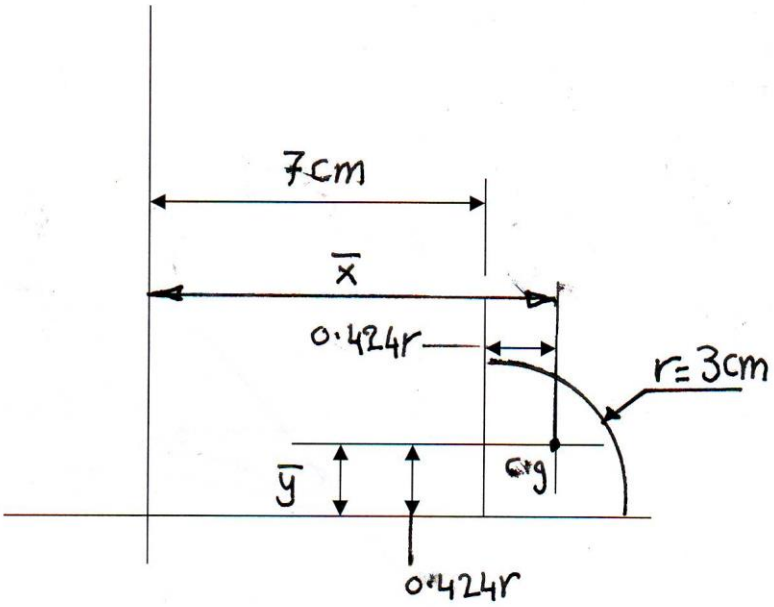
x̄=1.696 cm

ȳ=7-0.424*4

ȳ=7-1.696

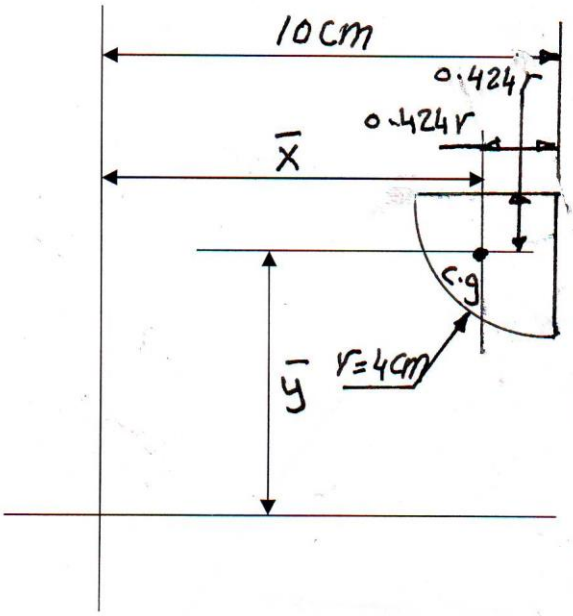
ȳ= 5.304 cm

(x̄ ,ȳ) = (1.696 , 5.304)



$\bar{x}$= 7+0.424*3
= 7+1.272
= 8.272 cm
$\bar{y}$= 0.424*3
$\bar{y}$= 1.272 cm

($\bar{x}$, $\bar{y}$) = (8.272 , 1.272)



$\bar{x}$=10-0.424*4
= 10-1.696
= 8.304 cm
$\bar{y}$= 9-0.424*4
$\bar{y}$=9- 1.696
= 7.304 cm
($\bar{x}$, $\bar{y}$) = (8.304 , 7.304

الاختبار البعدي

2-19) The tension in the cable (AB) that prevents the bar (OA) from rotating counterclockwise about the pivot (*O*) is (150 Ib). Determine the (n) and (t) components of this force acting on point (A) of the bar.

٢-١٩) قوة الشد في السلك (AB) التي تمنع العمود (OA) من الدوران عكس اتجاه عقارب الساعة حول المحور (*O*) هي (150 Ib). أوجد المركبة (n) والمركبة (t) لهذه القوة التي تؤثر على النقطة (A) من العمود.

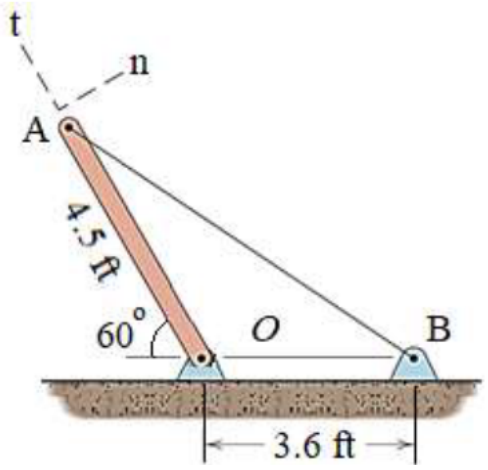


Fig. (Pr.2-19)

شكل (مس. ٢-١٩)

12 th week الاسبوع الثاني عشر
Centroide of Composite Area مركز ثقل المساحات المركبة

To find لايجاد the center of gravity مركز ثقل of composite area المساحة المركبة we must follow these points يجب اتباع النقاط التالية :

1. **we must divide the composite area in to simple area .**
   1. يجب تقسيم المساحة المركبة الى مساحة بسيطة .
2. **we must draw each simple area alone in the same position to composite area .**
   2. يجب رسم كل مساحة بسيطة لوحدها وحسب موقعها من المساحة المركبة .
3. **we must find the value of each simple area and the coordinate of its center of gravity .**
   3. يجب ايجاد قيمة كل مساحة بسيطة كذلك ايجاد احداثيات مركز ثقل كل مساحة بسيطة ايضاً .
4. **we must find the value of composite area by writing the equation of area .**

$$A = \sum a \longrightarrow 1$$

4. يجب ايجاد المساحة المركبة وذلك بكتابة معادلة المساحات .

5. **multiply each area in equation 1 by the x- coordinate of center of gravity of each area .**

$$A\bar{x} = \sum a\,x$$

5. نظرب كل مساحة في معادلة المساحات 1 بالاحداثي السيني لمركز ثقلها .

6. **multiply each area in equation 1 by the y – coordinate of the center of gravity of each area .**

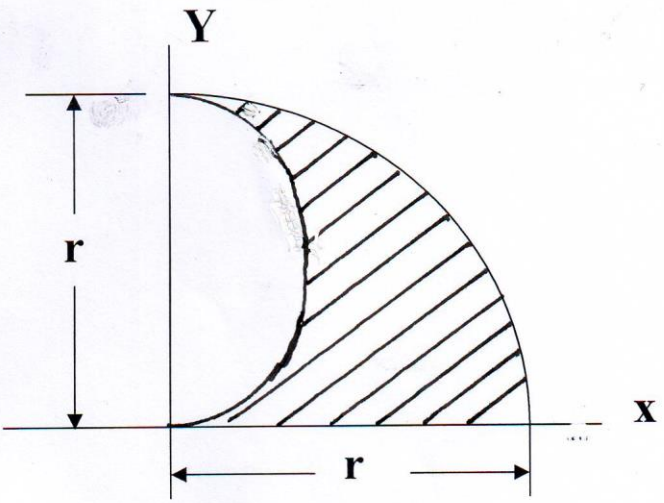
$$A\bar{y} = \sum a\,y$$

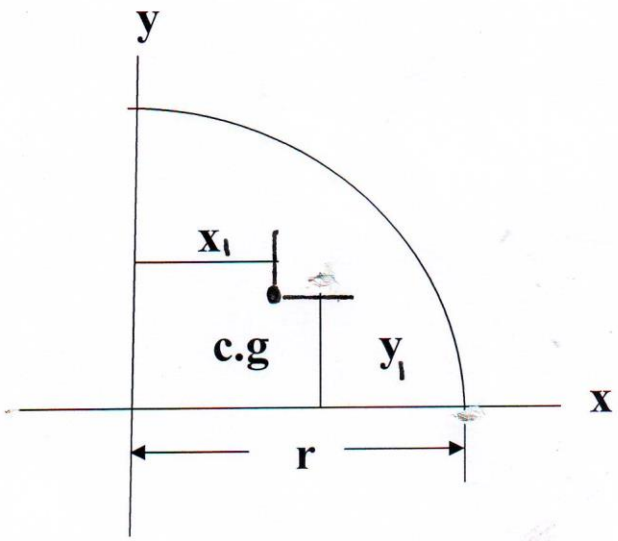
مدرس المادة : احمد حمودي

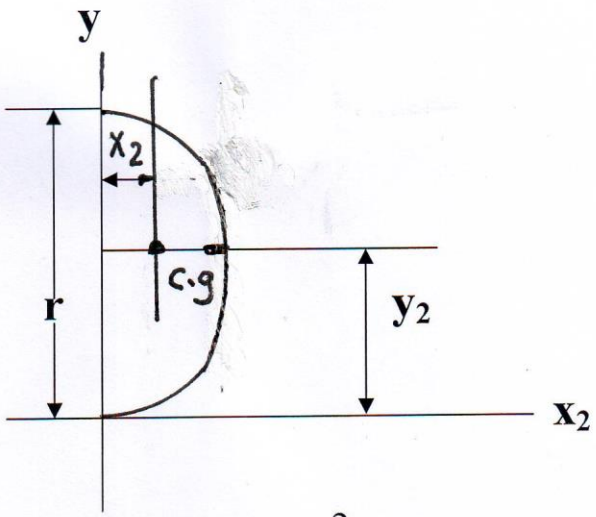
6. نظرب كل مساحة في معادلة المساحات (1) بالاحداثي الصادي لمركز ثقلها .
7. بعدها نجد ($\bar{x}$) و ($\bar{y}$) .

$$\bar{x} = \frac{\sum ax}{A} \qquad \bar{y} = \frac{\sum ay}{A}$$

Q// Find the center of gravity of composite area shown in fig .







$$a_1 = \frac{\pi r^2}{4}$$

$$x_1 = \frac{4r}{3\pi}$$

$$y_1 = \frac{4r}{3\pi}$$

$$a_2 = \frac{\pi \left(\frac{r}{2}\right)^2}{2}$$

$$a_2 = \frac{\pi r^2}{8}$$

$$x_2 = \frac{4\left(\frac{r}{2}\right)}{3\pi}$$

$$x_2 = \frac{4r}{6\pi} \qquad y_2 = \frac{r}{2}$$

مدرس المادة : علاء محمد مرزه

A = $\sum a$

A = $a_1 - a_2$ ---------- 1

$$A = \frac{r^2\pi}{4} - \frac{r^2\pi}{8} = \frac{2r^2\pi - r^2\pi}{8} = \frac{r^2\pi}{8}$$

$A\bar{X}$ = $\mathbf{a_1x_1 - a_2x_2}$

$$\bar{x} = \frac{a_1\bar{x}_1 - a_2x_2}{A} = \frac{\left(\frac{r^2\pi}{4} \times \frac{4r}{3\pi}\right) - \left(\frac{r^2\pi}{8} \times \frac{4r}{6\pi}\right)}{\frac{r^2\pi}{8}}$$

$$\bar{x} = \frac{\frac{r^3}{3} - \frac{r^3}{12}}{\frac{r^2\pi}{8}} = \frac{\frac{4r^3 - r^3}{12}}{\frac{r^2\pi}{8}} = \frac{\frac{3r^3}{12}}{\frac{r^2\pi}{8}}$$

$$\bar{x} = \frac{r^3/4}{r^2\pi/8} = \frac{r^3}{4} \times \frac{8}{r^2\pi} = \frac{2r}{\pi}$$

$$\bar{x} = 0.636\,r$$

مدرس المادة : احمد حمودي

$$A\bar{y} = a_1y_1 - a_2y_2$$

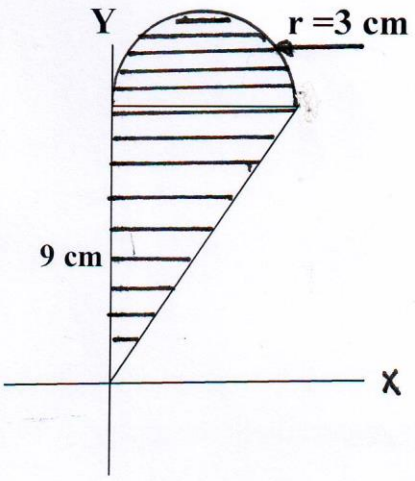
$$\bar{y} = \frac{a_1y_1 - a_2y_2}{A} = \frac{\left(\frac{r^2\pi}{4} * \frac{4\pi}{3\pi}\right) - \left(\frac{r2\pi}{8} * \frac{r}{2}\right)}{\frac{r^2\pi}{8}}$$

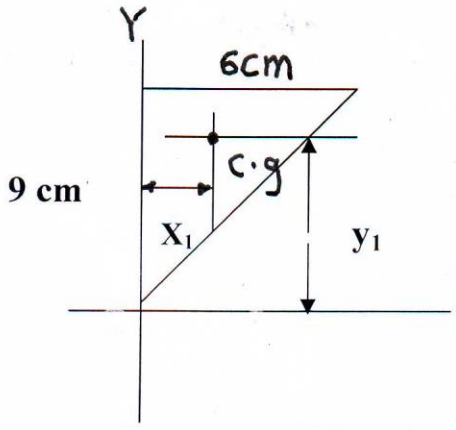
$$\bar{y} = \frac{\left(4r^3/12\right) - \left(\frac{r^3\pi}{16}\right)}{r^2\pi/8} = \frac{r^3\left(\frac{1}{3} - \frac{\pi}{16}\right)}{\frac{r^2\pi}{8}}$$

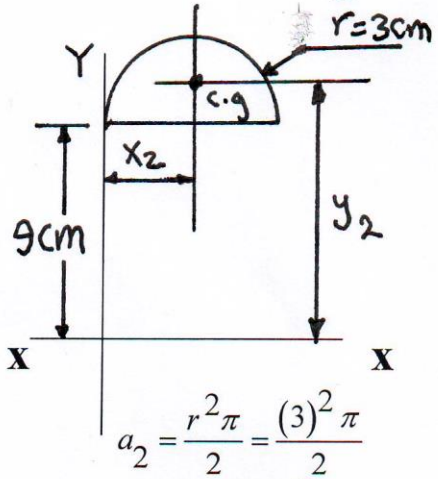
$$\bar{y} = \frac{r^3(0.333 - 0.196)}{0.393r^2} = \frac{0.137r^3}{0.392r^2}$$

$$\boxed{\bar{y} = 0.349\,r}$$

Q// Find the center of gravity of composite area shown in fig .







$a_2 = \frac{r^2\pi}{2} = \frac{(3)^2\pi}{2}$

$a_1 = 6*9/2 = 27\ cm^2$

$X_1 = 2\ cm$

$y_1 = 6\ cm$

$a_2 = 14.14\ cm^2$

$x_2 = 3\ cm$

$y_2 = 9+0.424*3$

$y2 = 10.272\ cm$

مدرس المادة : علاء محمد مرزه

$A = a_1 + a_2$

$A = 27 + 14.14 = 41.14\ cm^2$

$$A\bar{X} = a_1x_1 + a_2x_2$$

$$\bar{X} = \frac{a_1x_1 + a_2x_2}{A} = \frac{27*2+14.14*3}{41.14}$$

$$\bar{X} = 2.34cm$$

$$A\bar{y} = a_1y_1 + a_2y_2$$

$$\bar{y} = \frac{a_1y_1 + a_2y_2}{A} = \frac{27*6+14.14*10.272}{41.14}$$

$$\bar{y} = 7.46cm$$

مدرس المادة : احمد حمودي

Q// Find the centroide of the composite area shown in fig .



$$\bar{x} = \frac{a_1 x_1 + a_2 x_2 + a_3 x_3}{A} = \frac{36*4+18*2+18*10}{72}$$

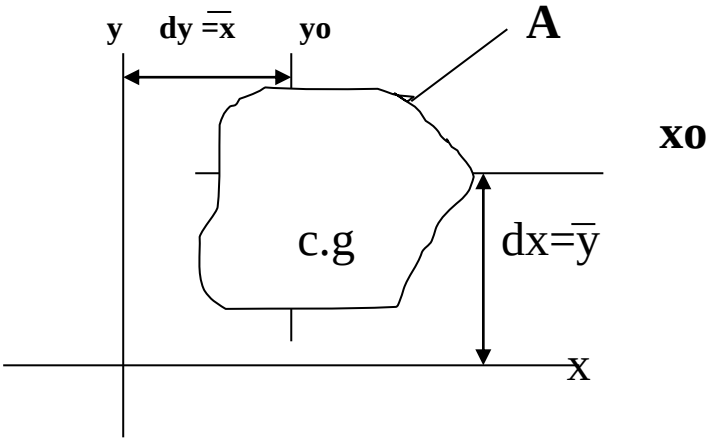
$$\bar{x} = 5cm$$

$$\bar{y} = \frac{a_1 y_1 + a_2 y_2 + a_3 y_3}{A} = \frac{36*8+18*4+18*4}{72}$$

$$\bar{y} = 6cm$$

Moment of Inertia (second moment of area) عزم القصور الذاتي

عزم القصور الذاتي للمساحة : هو عبارة عن التكامل الناتج المتكون من حاصل ظرب محتوى المساحة(dA) لجميع عناصر المساحة ومربع البعد عن المحور الذي يمر بمركز المساحة . وان وحدات عزم القصور الذاتي هي وحدات مساحة مظروبة بوحدات (مسافة)^2 اي ان وحداته هي وحدات طول مرفوعة للاس الرابع (m^4 , cm^4 , mm^4) وان عزم القصور الذاتي للمساحة حول المحاور التي تمر بمركز ثقل المساحة (Ixo , Iyo) يكون ثابتاً لانه يعتمد على ابعاد المساحة . اما عزم القصور حول المحاور الاعتيادية (Ix , Iy) يكون متغيراً لانه يعتمد على موقع المساحة فكلما تغير موقع المساحة تغير موقع مركز ثقلها بالنسبة للمحاور الاعتيادية وهذا ينعكس على عزم القصور الذاتي للمحاور الاعتيادية .



$$I_x = \int y^2 \, dA$$

$$I_y = \int x^2 \, dA$$

$Ix = Ixo + Adx^2$

$Iy = Iyo + Ady^2$

Ix , Iy = x , y عزم القصور الذاتي للمساحة(A)حول المحاور

Ixo , Iyo = xo , yo عزم القصور الذاتي للمساحة(A)حول المحاور

A = المساحة

$\bar{y}$=dx= (xo , x البعد بين)

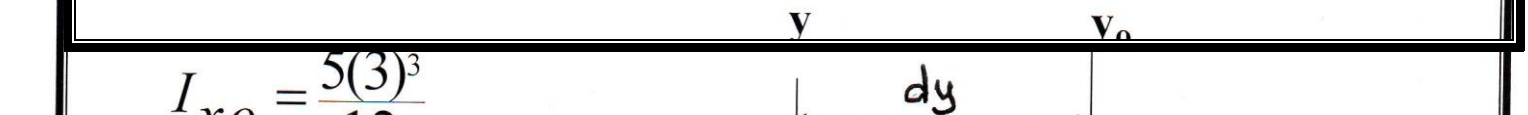
$\bar{x}$=dy= (yo , y البعد بين)

مدرس المادة : احمد حمودي

في مايلي جدول يمثل عزم القصور الذاتي للمساحات البسيطة حول المحاور التي تمر بمركز ثقلها .

الشكل Shope	Moment of Inertia	التفاصيل
y yo		
	$I = \frac{bh^3}{12}$	الظلع الموازي للمحور *(الضلع العمودي على المحور)^3

Q// Find the moment of Inertia of rectangle shown in Fig about (x) and (y) as as .



$$I_{xo} = \frac{3(6)^3}{36} = 18 cm^4$$

$$I_{yo} = \frac{6(3)^3}{36} = 4.5 cm^4$$

$A = \frac{3*6}{2} = 9\ cm^2$

$I_x = I_{xo} + Ad_{x2}$

$I_x = 18 + 9* (4)^2$

$I_x = 18 + 9 * 16$

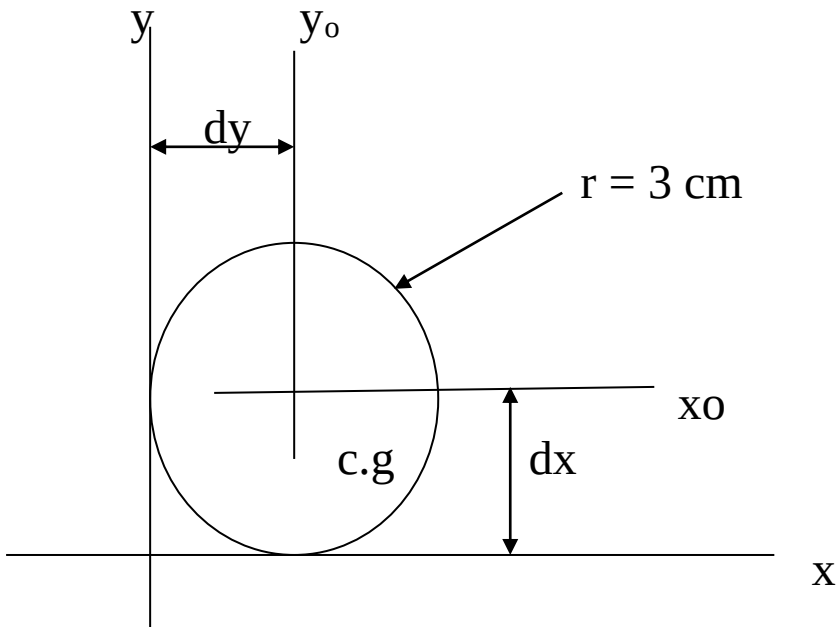
$I_x = 162\ cm^4$

$I_y = I_{yo} + Ady^2$

$I_y = 4.5 + 9\ (1)^2$

$I_y = 13.5\ cm^4$

Q// نفس منطوق السؤال السابق



$$I_{yo} = I_{xo} = \frac{\pi r^4}{4} = \frac{\pi(3)^4}{4}$$

$$I_{yo} = I_{xo} = 63.58 cm^4$$

مدرس المادة : احمد حمودي

$A = r^2 \pi$

A = 28.26 cm^4

Ix = Ixo + Adx^2

Ix = 63.58 + 28.26 $(3)^2$

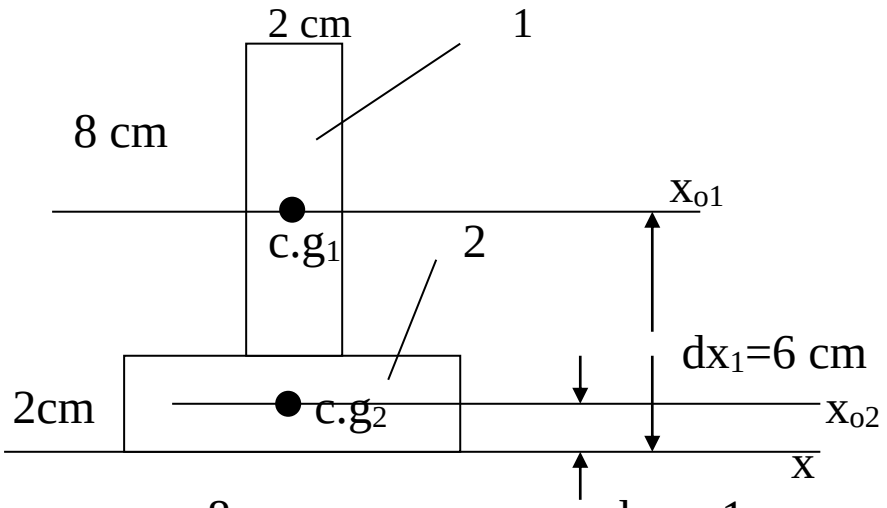
Ix = 317.92 cm^4

Iy = Iyo + Ady^2

Iy = 63.58 + 28.26$(3)^2$

Iy = 317.92 cm^4

Q/ Find the moment of inertia of T- section show in Fig. About x-axis .



$(Ix)_A = (Ix)_{a1} + (Ix)_{a2}$

$$Ix_{o1} = \frac{2(8)^3}{12} = 85.3 cm^4$$

$$(Ix)_{a1} = I_{xo1} + a_1 d^2_{x1}$$

$$(Ix)_{a1} = 85.3 + (8*2)(6)^2$$

$$(Ix)_{a1} = 661.3 cm^4$$

$$Ix_{o2} = \frac{8(2)}{12} = 5.3 cm4$$

$$(Ix)_{a2} = I_{xo2} + a_2 d^2_{x2}$$

$$(Ix)_{a2} = 5.3 + (8*2)*(1)^2$$

$$(Ix)_{a2} = 21.3 cm^4$$

$$(Ix)_A = (Ix)_{a1} + (Ix)_{a2}$$

$$(Ix)_A = 661.3 + 21.3$$

$$(Ix)_A = 682.6 cm^4$$

مدرس المادة : احمد حمودي

14 th week الاسبوع الرابع عشر

Dynamic علم الحركة:

Dynamic علم الحركة is a branch فرع of mechanic deal with يشمل bodies at motion الاجسام في حالة الحركة dynamic divided يقسم in to two branches الى فرعين in study في الدراسة .

a. **Kinematics: study يدرس the relation العلاقة between بين the displacement الازاحة velocity السرعة acceleration التعجيل and time .الزمن**
b. **Kinetic: study دراسة the effect تأثير of forces القوى on bodies الاجسام and the type of motion ونوع الحركة caused by the forces التي تسببها القوى.**

Types of plane motion انواع الحركة المستوية

1. **Rectilinear motion الحركة على خط مستقيم .**
2. **Curvilinear motion الحركة على خط منحني .**
3. **Rotation الحركة الدورانية .**

Displacement (S) الازاحـــة

The change of the location of the body with respect to fixed point تغيير موقع الجسم بالنسبة لنقطة ثابتة .

Velocity (V) السرعة

The rate of change of displacement with respect to time هو معدل تغيير الازاحة مع الزمن .

$$V = \frac{ds}{dt}$$

مدرس المادة : احمد حمودي

Acceleration (a) التعجيل

The rate of change of velocity with respect to time:

$$a = \frac{dv}{dt} = \frac{d\left(\frac{ds}{dt}\right)}{dt}$$ معدل تغيير السرعة مع الزمن

$$a = \frac{d^2 s}{dt^2}$$

---

15 th week الاسبوع الخامس عشر

First law القانون الاول

When the Resultant of force acting on a body is zero the body either at rest or moving with constant velocity on straight line
عندما تكون محصلة القوى المسلطة على الجسم صفراً فأن الجسم أما ان يبقى ساكناً او يتحرك على خط مستقيم وبسرعة ثابتة .

V = constant a = 0

$$V = \frac{s}{t}$$ v = السرعة s = الازاحة t = الزمن

Second law القانون الثاني

If the resultant of force acting on body is not zero when the body move in the direction of resultant with acceleration directly proportional to the resultant and inversely proportional to the mass of body .

$$a \propto \frac{R}{m}$$

مدرس المادة : احمد حمودي

a = التعجيل

R= المحصلة

m= الكتلة

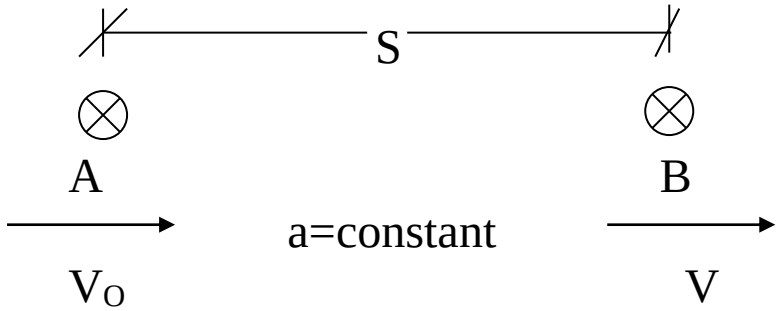
اذا كانت محصلة القوى المسلطة على الجسم لاتساوي صفر فأن الجسم سوف يتحربأتجاه المحصلة بتعجيل يتناسب طردياً مع المحصلة وعكسياً مع كتلة الجسم .

Third law القانون الثالث

For each action are reactions equal in magnitude and opposite in direction. لكل فعل رد فعل يساويه في المقدار ويعاكسه في الاتجاه.

Rectilinear motion with constant acceleration الحركة على خط مستقيم وبتعجيل ثابت

Let the body moves with constant acceleration (a) from point (A) to point (B) which (s) displacement from (A) in a time (t) starting with initial velocity (V_O) at (A) and reach a final velocity (V) at (B) .



اذا كان الجسم يتحرك بتعجيل ثابت (a) من النقطة (A) الى النقطة (B) حيث انه قطع ازاحة مقدارها (s) بزمن مقداره (t) مبتدأ بسرعة ابتدائية مقدارها (V_O) من النقطة (A) ومنتهياً بسرعة مقدارها (V) في النقطة (B) .

$$V = \frac{ds}{dt} \quad \text{———} \quad (1)$$

$$a = \frac{dv}{dt} \quad \text{———} \quad (2)$$

From 1 and 2

مدرس المادة : احمد حمودي

$$dt = \frac{ds}{v} \qquad dt = \frac{dv}{a}$$

$$\frac{ds}{v} = \frac{dv}{a}$$

Vdv = ads ———— ③

From 2

dv=adt

$$\int_{v_o}^{v} dv = \int_{o}^{t} dt$$

$$V \Big]_{v_o}^{v} = a\left[t\right]_{o}^{t}$$

(V - V_o) = a (t – o)

V = V_O + at

———— Ⓐ

From ①

ds = Vdt

$$\int_{o}^{s} ds = \int_{o}^{t} (vo + at)\, dt$$

$$\left[s\right]_{o}^{s} = \left[v_o t + \frac{at^2}{2}\right]_{o}^{t}$$

(s – o) = v_ot + $\frac{1}{2}$at^2

S = V_ot + $\frac{1}{2}$at^2

——— Ⓑ

مدرس المادة : احمد حمودي

From ③

Vdv = ads

$$\int_{vo}^{v} V\,dv = a\int_{o}^{s} ds$$

$$\frac{V^2}{2} - \frac{V_{VO}}{} = a[s]_o^s$$

$$\frac{V^2}{2} - \frac{V_o^2}{2} = a(s-o)$$

$$\frac{V^2 - V_o^2}{2} = as$$

$$V^2 - V_o^2 = 2as \qquad \boxed{V^2 = V_O^2 + 2as} \quad \text{———} \quad \textbf{(c)}$$

a ⟶ التعجيل (m/sec^2)

t ⟶ الزمن (sec)

V_o ⟶ السرعة الابتدائية (m/sec)

V ⟶ السرعة النهائية (m/sec)

S ⟶ **الازاحة (m)**

Freely fulling bodies سقوط الاجسام سقوطاً حراً

يعتبر سقوط الاجسام سقوطاً حراً حركة على خط مستقيم وبتعجيل ثابت (التعجيل الارضي)الذي يرمز له (g) والذي يساوي ($9.81\ m/sec^2$) لذا فأن قوانين الحركة تصبح على النحو التالي :

$V = V_o + gt$

$S = V_o t + \frac{1}{2} gt^2$

$V^2 = V_o^2 + 2gs$

ملاحظة يعوض عن التعجيل التسارعي (+) والتعجيل التباطؤي (-) في حالة تطبيق قوانين الحركة .

مدرس المادة : احمد حمودي

*** في حالة السقوط الحر في حالة سقوط الجسم من الاعلى الى اسفل يكون (g) موجباً (+) وفي حالة قذف الجسم الى الاعلى يكون (g) سالباً (-) .**

حركة الجسم

a= constant تعجيل ثابت — **V=constant سرعة ثابتة**

$V = V_O + at$

$S = V_o t + \frac{1}{2} a t^2$

$V^2 = V_o^2 + 2as$

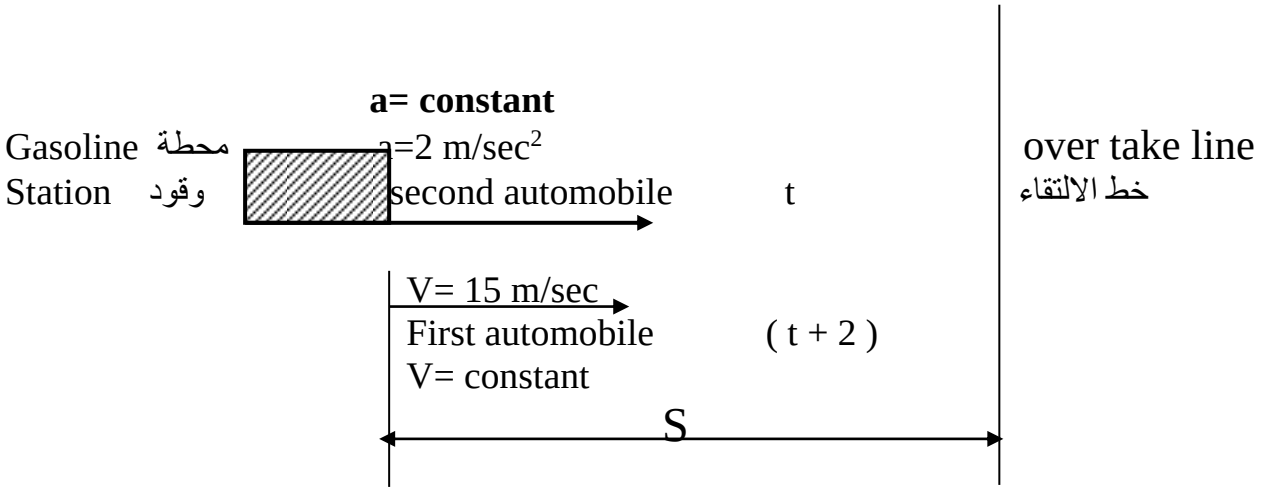
$V = \frac{s}{t}$

$a = 0$

التعجيل

تباطؤ (-) — **تسارع (+)**

Q/ An automobile سيارة moving at constant velocity of سرعتها ثابتة (15 m/sec) passes a gasoline station محطة وقود two second later بعد , another automobile سيارة اخرى leaves غادرة the gasoline station محطة الوقود ثانيتين وتسارعت بتعجيل accelerated at the constant rate of ($2m/sec^2$) ثابت , How soon will the second automobile over take the first . ماهو الزمن اللازم للثانية لتصل الى الاولى



مدرس المادة : احمد حمودي

Second automobile السيارة الثانية

a = constant = 2 m/sec^2

$S = V_o t + \frac{1}{2} a t^2$

$S = 0 + \frac{1}{2} * 2 * t^2$

$S = t^2$ ——— (1)

First automobile السيارة الاولى

V = constant = 15 m/ sec

$V = \frac{s}{t}$

$15 = \frac{s}{(t+2)}$

$S = 15t + 30$ ——— 2

From 1 and 2

$t^2 = 15t + 30$

$t^2 - 15t - 30 = 0$

$Ax^2 + Bx + c = \mathbf{0}$

$$\mathbf{X} = \frac{-B \pm \sqrt{B^2 - 4Ac}}{2A}$$

$$t = \frac{-(-15) \pm \sqrt{(-15)^2 - 4*1*30}}{2}$$

$$t = \frac{15 \pm \sqrt{345}}{2} = \frac{15 \pm 18.5}{2}$$

$$t = \frac{15 + 18.5}{2} = \frac{33.5}{2}$$

t = 16.72 sec

مدرس المادة : احمد حمودي

Q/ A stone is dropped down the well and (5 sec) later the sound of the splash صوت الاصطدام is heard .
If the velocity of sound is (340 m/sec) , what is the depth of the well ?

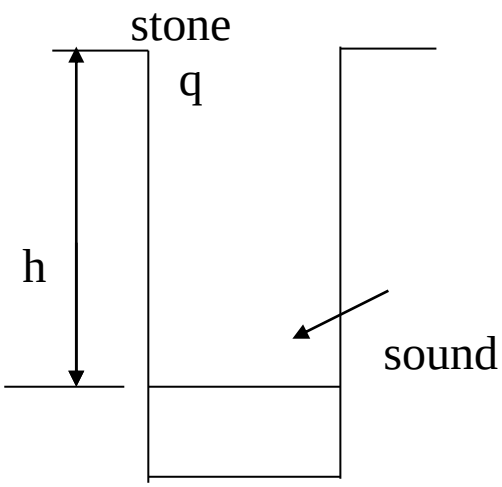
h = نفرض عمق البئر

5 ثانية = زمن صعود الصوت + زمن نزول الحجر

t = نفرض زمن نزول الحجر

5 – t = زمن صعود الصوت

Foe the stone بالنسبة للحجر



a = constant = g = 9.81 m/sec^2

$S = V_o t + \frac{1}{2} g t^2$

$h = 0 + \frac{1}{2} * 9.81 * t^2$

$h = 4.905\ t^2$ ———— 1

For the sound بالنسبة للصوت

V = constant = 340 m/sec

$V = \frac{s}{t}$

$340 = \frac{h}{5-t}$

340*5-340t = h

1700 – 340t = h ———— 2

h = 1700 – 340 t

من 1 , 2

$4.905\ t^2 = 1700 – 340\ t$

$4.905\ t^2 + 340\ t – 1700 = 0$

$$t = \frac{-B \pm \sqrt{B^2 - 4AC}}{2A}$$

مدرس المادة : احمد حمودي

$$t = \frac{-340 \pm \sqrt{(340)^2 - 4*4.905*-1700}}{2*4.905}$$

t = 4.683 sec

نعوض في 1

h = 4.905 * 4.683

h = 107 m

16 th week الاسبوع السادس عشر

Kinetics of rectilinear translation with constant acceleration

الحركة على خط مستقيم وبتعجيل ثابت وتحت تأثير قوة

In rectilinear motion في الحركة على خط مستقيم all part of the body جميع اجزاء الجسم moves in direction بأتجاه parallel to the line of motion خط الحركة يوازي and the displacement الازاحة and velocity السرعة and acceleration to each part لكل جزء from the body are parallel to the line of motion . always x-axis دائماً محور السينات taken positive يؤخذ موجباً in direction of motion بأتجاه الحركة , so the displacement , velocity , acceleration and the components of forces مركبات القوى are positive in the direction of motion بأتجاه الحركة and negative in the opposite direction وسالبة عكس الحركة and if we apply تطبيق second law of Newton قانون نيوتن الثاني so the equation is :

$$\sum x = \frac{W}{g} * a \qquad \sum Y = 0 \qquad \sum z = 0$$

$\sum x$ = محصلة القوى بأتجاه الحركة

W = وزن الجسم

g = التعجيل الارضي

a = تعجيل الجسم

مدرس المادة : احمد حمودي

لحل أي سؤال في هذا الموضوع نتبع الخطوات التالية :

1. **يجب رسم رسم الجسم الحر للجسم (F . B . D) ووضع جميع القوى المسلطة على الجسم مع الاخذ بنظر** الاعتبار ان قوى الاحتكاك **تكون** عكس الحركة .
2. **يجب إيجاد اتجاه الحركة للجسم ويؤشر بخط منقط على رسم الجسم الحر .**
3. **بما ان الجسم يسير بتعجيل ثابت وعلى خط مستقيم فنطبق المعادلات التالية .**

$$V = V_0 + at \qquad s = V_0 t + \frac{1}{2}at^2 \qquad V^2 = V_0^2 + 2as$$

4. **يؤخذ محور السينات موجباً بأتجاه الحركة وتطبيق المعادلات التالية :**

$$\sum x = \frac{W}{g} * a$$

$$\sum Y = 0$$

Q/ An elevator مصعد كهربائي weighting (1600 N) start from rest ابتدأ and move up ward وتحرك الى أعلى and reach velocity of (3m/sec) in distance of (6 m) if the acceleration is constant من السكون اذا كان في كيبل in elevator cable ماهي قوة الشد what is the tension, التعجيل ثابت المصعد .

$$\sum x = \frac{W}{g} * a$$

$$\sum x = \frac{W}{g} * a$$

T = قوة الشد

$$T - W = \frac{W}{g} * a$$

$$T = \frac{W}{g} * a + W \quad \text{———} \quad \mathbf{1}$$

$$V^2 = V_0^2 + 2as$$

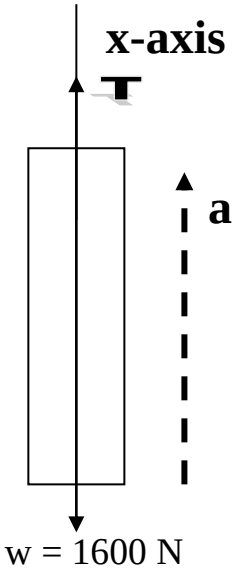
$$(3)^2 = 0 + 2 * a * 6$$

$$9 = 12\,a$$

$$a = \frac{9}{12} = 0.75 m/\sec^2$$

نعوض في 1

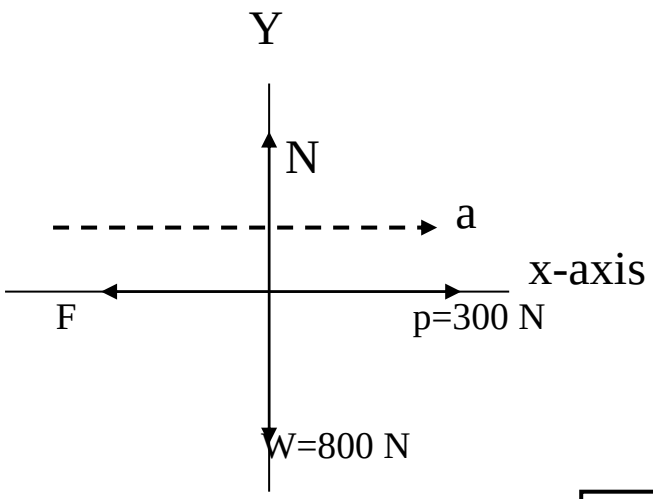
$$T = \frac{1600}{9.81} * 0.75 + 1600$$

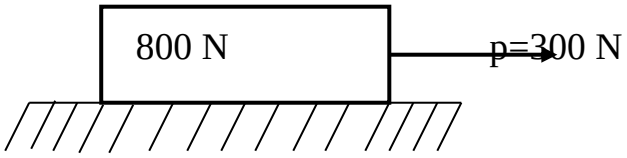


T = 1722.5 N

مدرس المادة : احمد حمودي

Q// In fig. the body reaches a velocity وصل الى سرعة of (12 m/sec) during traveling (30m) starting from rest ابتدأمن السكون moving with constant acceleration يتحرك بتعجيل ثابت . find the coefficient of friction معامل الاحتكاك between the body and ground بين الجسم والارض





$V^2 = V_0^2 + 2as$

$(12)^2 = 0 + 2 * a * 30$

$144 = 60\ a$

$a = \frac{144}{60} = 2.4\ m/sec^2$

$\sum Y = 0$

$N - W = 0$

$N = W = 800\ N$

$F = f * N$

$F = 800\ f$ ——— 1

$\sum x = \frac{W}{g} * a$

$P - F = \frac{W}{g} * a$

$300 - F = \frac{800}{9.81} * 2.4$

مدرس المادة : احمد حمودي

F = 300 – 195.7

F = 104.28 N

من معادلة 1

f = $\frac{F}{N} = \frac{104.28}{800}$

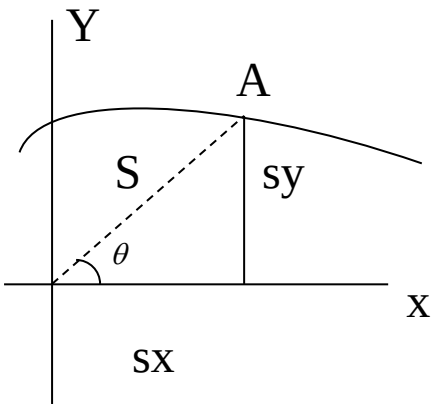
f = 0.13

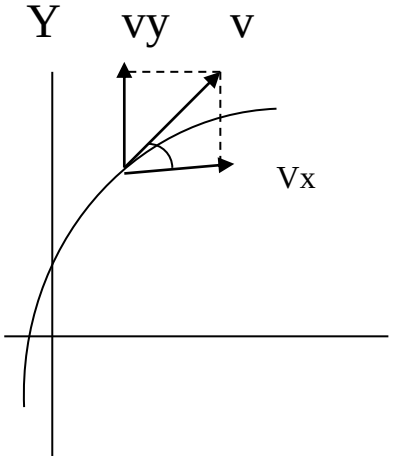
مدرس المادة : احمد حمودي

17 week الاسبوع السابع عشر

Curvilinear translations of body حركة الجسم على خط منحني

In case of moving on straight line فـي حالـة الحركـة علـى خـط مسـتقيم the displace velocity and acceleration are in the direction of motion. in case of curvilinear motion displacement الازاحة velocity السـرعة acceleration has two components لهـا مـركبتين . one parallel to x-axis and other parallel to y-axis . Projectile القذائف is sample نموذج of curvilinear motion.





دائماً تكون السرعة مماس للخط المنحني

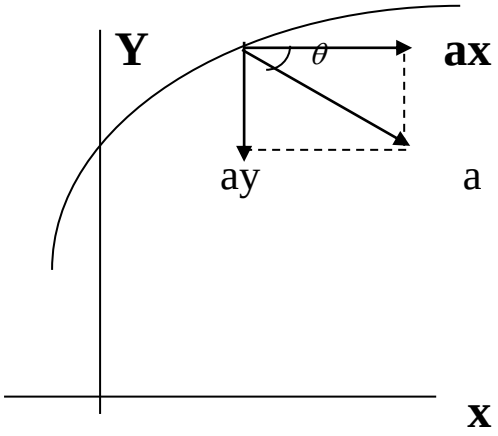
$$V=\sqrt{vx^2+vy^2}$$

$$\tan\theta=\frac{v_y}{v_x}$$

$$v_x=v\cos\theta$$

$$v_y=v\sin\theta$$

مدرس المادة : احمد حمودي



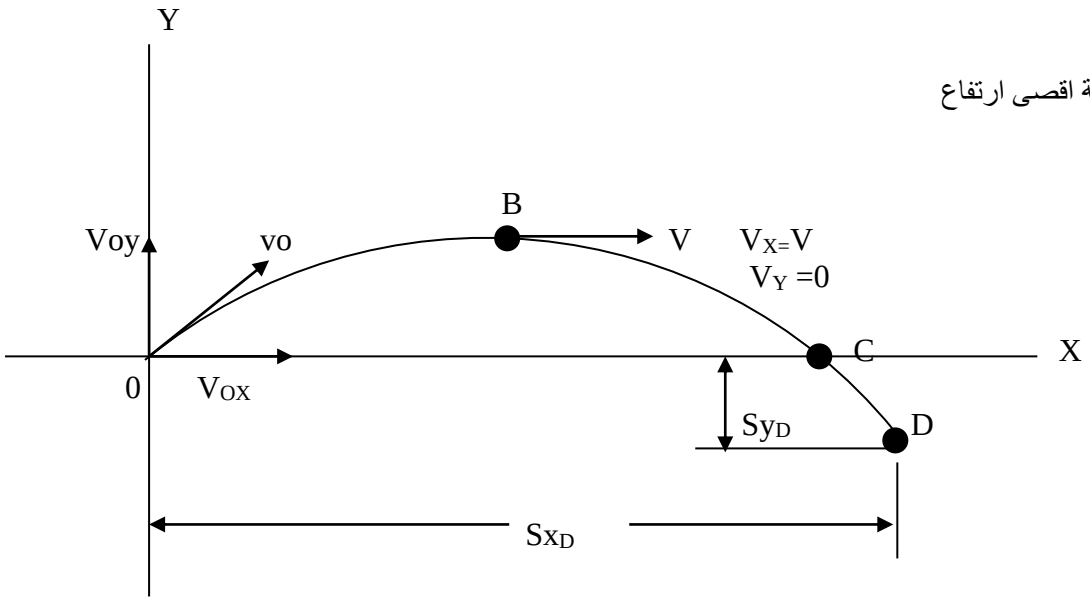
$$a=\sqrt{ax^{2}+ay^{2}}$$

$$\tan\theta=\frac{a_y}{a_x}$$

$$a_x=a\cos\theta$$

$$a_y=a\sin\theta$$

Flight of projectile Air resistance neglected
طيران القذائف , مقاومة الهواء محذوفة



مدرس المادة : احمد حمودي

1. Air resistance neglected مقاومة الهواء محذوفة

2. projectile moving in vacuum تتحرك القذيفة في الفراغ
3. wind velocity and rotation of projectile neglected سرعة الريح ودوران القذيفة محذوفة
4. Let the path مسار of projectile القذيفة be given by the curve المنحني (O , B , C , D) .
5. let the initial velocity of projectile is (Vo) الابتدائية السرعة Voللقذيفة هي
6. the only force فقط القوة المؤثرة acting on projectile على القذيفة.

Is its weight its total acceleration التعجيل الكلي at all position في جميع المواقع is due to gravity and directed يتجه vertically down ward الى اسفل with value (g= 9.81 m/sec^2) .

ax = 0 ay = -- g

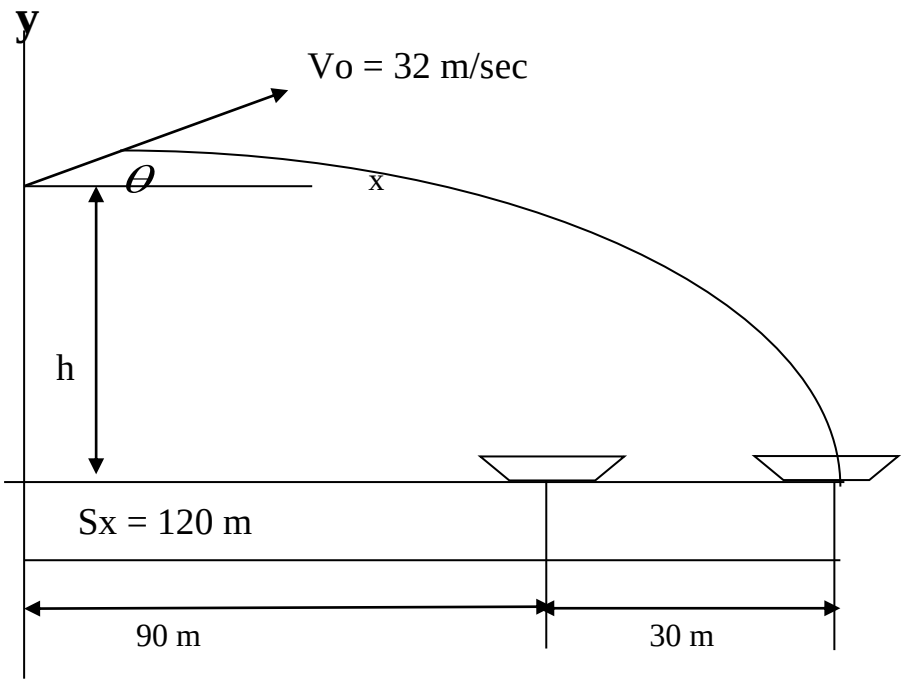
In stead of considering the actual path المسار الحقيقي of projectile we combine its simultaneous projection up on the (x-axis) and (y-axis) . the equation of these rectilinear components المركبات الخطية of the path are found by substituting تعويض the (x) and (y) components of (s) , (v) and (a) in the equation معادلات for rectilinear motion with constant acceleration نعوض في معادلات الحركة على خط مستقيم وبتعجيل ثابت.

مدرس المادة : احمد حمودي

As shown كما موضح in a compiling table جدول المقارنة

Rectilinear motion constant acceleration	X – component of flight	y- components of flight
$V = V_O + at$	$V_X = Vox + axt$ $Vx = Vo \cos \theta$	$Vy = Voy + ayt$ $Vy = Vo \sin \theta - gt$
$S = Vot + \frac{1}{2}at^2$	$Sx = Voxt + \frac{1}{2}axt^2$ $Sx = Vo \cos \theta t$	$Sy = Voyt + \frac{1}{2}ayt^2$ $Sy = Vo \sin\theta t - \frac{1}{2}gt^2$

Q/ Boat (A) moves with constant velocity of (6m/sec) from position show in fig . find (θ) in order for the projectile to hit the boat (5 sec) after starting , under this condition تحت هذه الحالـة given how height of the hill ماهو ارتفاع التل above the water?



مدرس المادة : احمد حمودي

For the bote بالنسبة للمركب

V = constant

$$V = \frac{S}{t}$$

S = v * t = 6 * 5 = 30 m

Sx = Vo cos θ t

120 = 32 * cos θ * 5

$$\text{Cos } \theta = \frac{120}{32*5} = 0.75$$

θ = 41.5^0

Sy = h = ارتفاع التل

Sy = Vo sin θ t - $\frac{1}{2}$ gt^2

- h = 32 * sin 41.5 * 5 - $\frac{1}{2}$ * 9.81 * (5) ^{2}

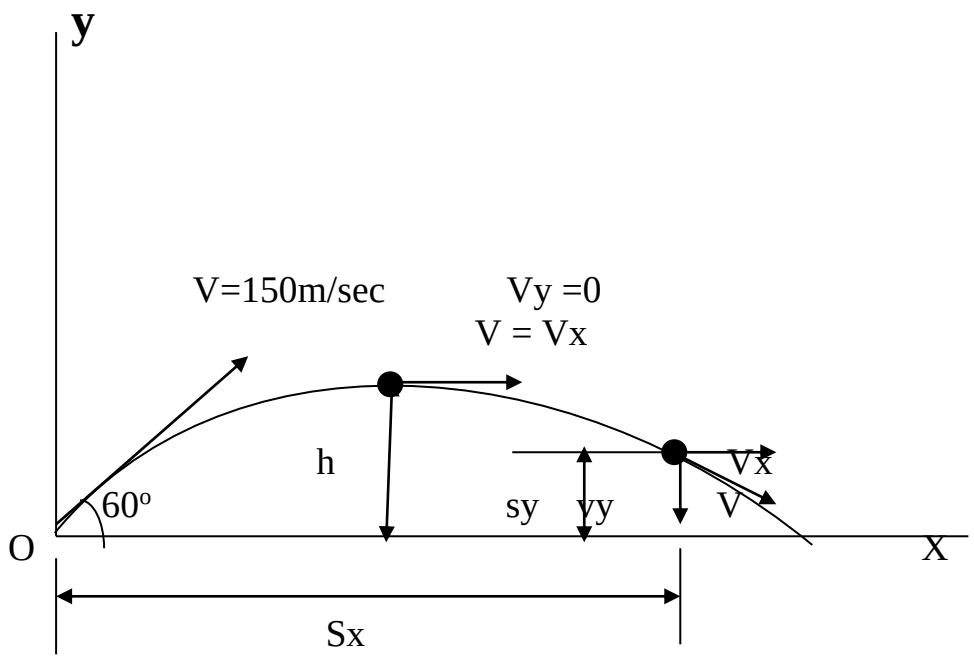
- h = - 16.6

h = 16.6 m **الاشارة السالبة تعني ان اتجاه h الى الاسفل**

مدرس المادة : احمد حمودي

A shell قذيفة leaves a mortar هاون with a muzzle velocity سرعة ابتدائية of (150 m/sec) directed up ward at (60°) with horizontal

Determine اوجد the position موقع of the shell and its resultant velocity after (20 sec) after firing . How height will it rise .



h = اقصى ارتفاع تصله القذيفة

After (20 sec) t = 20 sec

Sx = Vo cos θ t = 150 * cos60 * 20

Sx = 1500 m

Sy = Vo sin θ t - $\frac{1}{2}$ gt²

Sy = 150 * sin 60 * 20 - $\frac{1}{2}$ (9.81)(20)²

Sy = 628 m

موقعها **(1500 , 628)**

مدرس المادة : احمد حمودي

Vx = Vo cos θ = 150 cos 60

Vx = 75 m/sec

Vy = Vo sin θ - gt
Vy = 150 sin 60 – 9.81 (20)

Vy = - 66.7

Vy = 66.7 m/sec ↓

V= $\sqrt{Vx^2+Vy^2} = \sqrt{(75)^2+(66.2)^2}$

V = 100.5 m/sec

tan $\theta = \frac{Vy}{Vx} = \frac{66.2}{75} = 0.883$

$\theta = 41.5^o$

بالنسبة لاقصى ارتفاع

V = Vx
Vy = 0
Vy = Vo sin θ - gt
0 = 150 sin 60 – 9.81 t

t = $\frac{150 \times 0.866}{9.81}$

t = 13.25 sec

h = Sy **h = Sy = Vo sin θ t -** $\frac{1}{2}$ **gt²**

h = 150 sin 60 *13.25 - $\frac{1}{2}$ ***9.81 (13.25)²**

h = 860 m

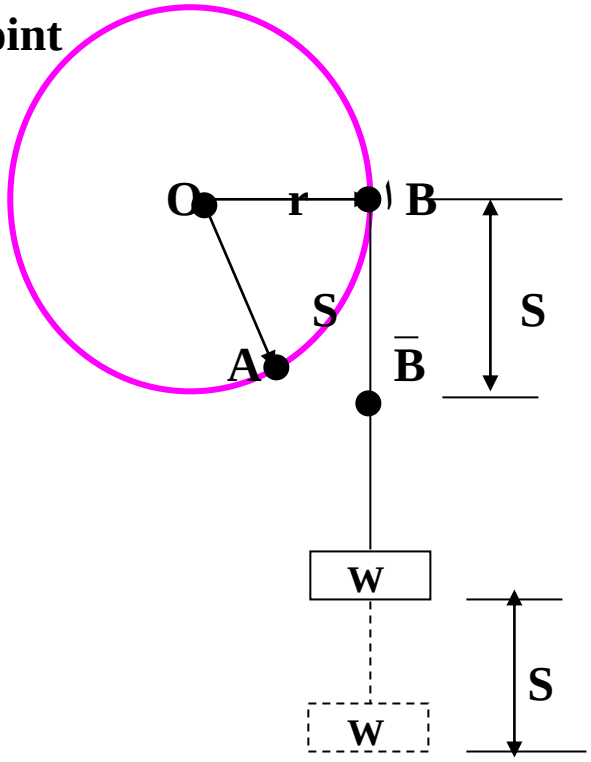
مدرس المادة : احمد حمودي

18 week **الاسبوع الثامن عشر**

Kinetic differential equation of Rotation
ايجاد علاقات الدوران

Consider a pulley free to rotate نفرض هناك بكرة حرة الدوران around an axle (O) حول المور under the action of weight (W) تحت تأثير الوزن suspended يتدلى from accord الوتر wound around the pulley . Assume نفرض that the weight desended يندفع (S) meter , as shown in fig .

This will unwound تفل from the pulley a length of accord طول الوتر equal to (s) meter بمقدار so that point (B) on the rim محيط will rotate to occupy the position of point (A)



the angular distance (θ) الازاحة الزاويـة through which the pulley rotate تدور لتصبح في النقطة . the relation between the linear displacement الازاحة الخطية of the weight and angular displacement الازاحة الزاوية (in radians) of pulley is given by relation .

$$S = r\,\theta \quad \text{———} \quad a$$

مدرس المادة : احمد حمودي

S = Linear displacement (m) الازاحة الخطية
r = radius of rotation (m) نصف قطر الدوران
θ = angular displacement (rad) الازاحة الدورانية

If we differentiate (a) with respect to time (t) we have

$$\frac{ds}{dt} = r\frac{d\theta}{dt}$$

$\frac{ds}{dt} = V$ = **linear velocity (m/sec)** السرعة الخطية

$\frac{d\theta}{dt} = \omega$ = **angular velocity (rad / sec)** السرعة الدورانية

V = r ω ——— b

If we differentiate equation (b) with respect to time (t) we have .

$$\frac{dv}{dt} = r\frac{d\omega}{dt}$$

$\frac{dv}{dt}$ = **at = tangential acceleration (m/sec^2)**

$\frac{d\omega}{dt} = \propto$ = **angular acceleration (rad/sec^2)** التعجيل الزاوي

at = r $\propto$ ——— c

since

V = r ω

and $a_n = \frac{v^2}{r}$

مدرس المادة : احمد حمودي

$a_n = \frac{r^2\omega^2}{r}$

a_n = r ω^2 ——— d

a_n = normal acceleration التعجيل العمودي (m/sec^2)
If be helpful to summarize نستعرض the differential equation of rotation and compare them with similar equation for rectilinear motion .

$V = \frac{ds}{dt}$ $\omega = \frac{d\theta}{dt}$

$a = \frac{dv}{dt}$ $\alpha = \frac{d\omega}{dt}$

$Vdv = ads$ $\omega d\omega = \alpha d\theta$

The relation differ only in symbol المعادلات تختلف فقط بالرموز المستخدمة
And they can transformed in to each other by relation .

S = r θ
V = r ω
at = r α
an = r ω^2

all θ, ω, α are vector quantities
جميعها كميات متجهة

the sine of positive (θ) determine the sine of positive (ω) and positive (α) .

مدرس المادة : احمد حمودي

Rotation with constant angular acceleration الدوران بتعجيل زاوي ثابت

The form of kinematics differential equations of rotation are mathematically identical مناسباً to the respective equations of rectilinear motion similar equations in rotation will yield similar results . the result are tabulated مجدول below .

Rectilinear motion الحركة على خط مستقيم	Related by العلاقة بينهما	Rotation الدوران
$V = Vo + at$	$S = r\,\theta$	$\omega = \omega_o + \alpha t$
$S = Vot + \frac{1}{2}at^2$	$V = r\,\omega$	$\theta = \omega ot + \frac{1}{2}\alpha t^2$
$V^2 = Vo^2 + 2as$	$at = r\alpha$ $an = r\,\omega^2$	$\omega^2 = \omega o^2 + 2\alpha\,\theta$

مدرس المادة : احمد حمودي

Q// A pulley بكرة has constant angular acceleration تعجيل زاوي ثابت of (3 rad /sec^2) . when the angular velocity is (2 rad/sec) . the total acceleration التعجيل الكلي of appoint on the rim المحيط of the pulley is (10 cm/sec^2) .compute احسب the diameter of pulley ?

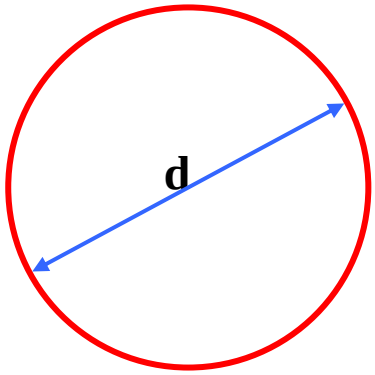
at = r α

at = 3r

an = r ω^2

an = r $(2)^2$

an = 4r



a = $\sqrt{at^2 + an^2}$

$a^2 = at^2 + an^2$

$(10)^2 = (3r)^2 + (4r)^2$

$100 = 9r^2 + 16r^2$

$100 = 25r^2$

$r^2 = \frac{100}{25} = 4$

r = $\sqrt{4}$ = 2 cm

α = 3 rad/sec^2

ω = 2 rad/sec

a = 10 cm/sec^2

d = 2r = 2 * 2 = 4 cm

مدرس المادة : احمد حمودي

Q// When the angular velocity السرعة الزاويـة of (4 cm) diameter pulley is (3 rad /sec) , the total acceleration of point on rim is (30 cm/sec^2) . determine احسب the angular acceleration التعجيل الزاوي of the pulley at this instant في هذه اللحظة .

d = 4 cm , r = 2 cm , ω = 3 rad/sec , a = 30 cm/sec^2 α =?

an =rω^2
an = 2 (3)^2 = 18 cm/ sec^2

a = $\sqrt{at^2+an^2}$

a^2 = at^2 + an^2

at^2 = a^2 – an^2

at^2 = (30)^2 – (18)^2

at^2 = 900 – 324

at^2 = 576

at = $\sqrt{576}$

at = 24 m/sec^2

at = r α

^{2}= 12 rad/sec $\frac{at}{r}=\frac{24}{2}=\alpha$

مدرس المادة : احمد حمودي

19 th week الأسبوع التاسع عشر

Strength of materials : مقاومة المواد

Is the resistance of materials to the external forces القوى الخارجية acting المؤثرة on it عليها .

Stress : الإجهاد

The resistance per unit area to deformation the symbol of stress is (σ) the unit وحدات of stress is unit of force divide by مقسومة على unit of area (N/m^2) .

$$\sigma = \frac{P}{A}$$

σ = stress الاجهاد

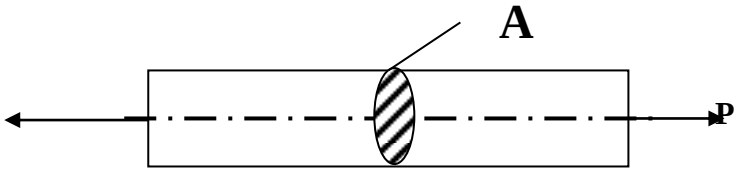
P = Force القوة

A = Area المساحة

Type of stress أنواع الإجهاد

1. Tensile stress (σ_T) إجهاد الشد

$$\sigma_T = \frac{P}{A}$$



P

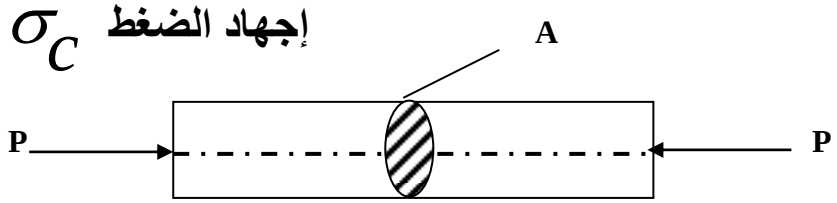
P = tensile force قوة شد

A = cross sectional Area مساحة المقطع

ملاحظة : (يجب ان تكون قوى الشد على محور واحد ويجب أخذ المساحة للمقطع عمودية على القوة)

2. Compression stress σ_C إجهاد الضغط

$$\sigma_C = \frac{P}{A}$$

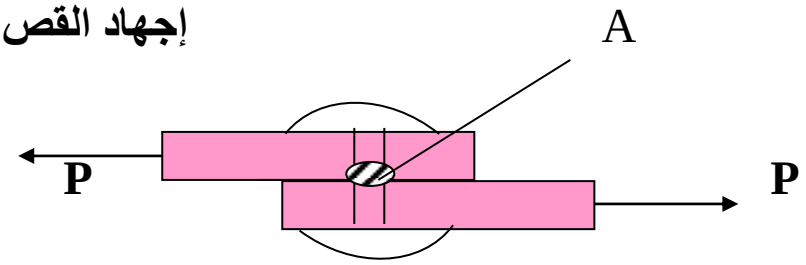


P = Compression force قوة ضغط
A = cross sectional Area مساحة المقطع

ملاحظة : (يجب ان تكون قوى الضغط على محور واحد ويجب أخذ المساحة عمودية على القوة) .

3.Shear stress (σ_s) إجهاد القص

$$\sigma_s = \frac{P}{A}$$



P = shear force قوة قص
A = cross sectional Area مساحة المقطع

ملاحظة : (يجب ان تكون قوى القص على محاور متوازية ويجب أخذ المساحة للمقطع موازية للقوة)

Strain الانفعال

When a force acting عندما تؤثر قوة on a body it under يحدث goes some deformation تغيير the deformation per unit length لوحدة الطول is known as strain .
Strain has no unit الانفعال بدون وحدات
(عندما تسلط قوة على جسم يحصل تغيير وهذا التغيير اذا قسم على وحدات الطول نحصل على الانفعال) .

The sample of strain is (ε)

$$\varepsilon = \frac{\Delta L}{L}$$

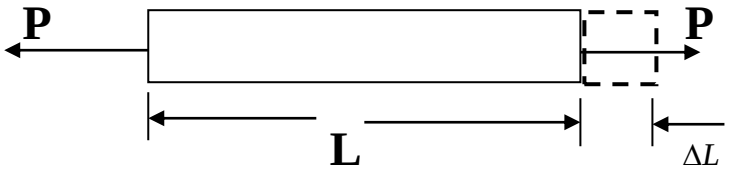
ε = strain الانفعال

ΔL = deformation التغيير في الطول

L = Length of body طول الجسم

Type of strain أنواع الانفعال

1. Tensile strain (ε_T)

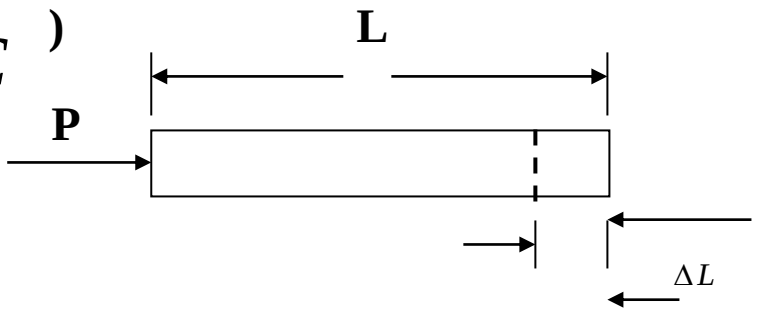


$$\varepsilon_T = \frac{\Delta L}{L}$$

ΔL = Tensile deformation الزيادة في الطول

L = Length of body طول الجسم

2. Compressive strain (ε_C)



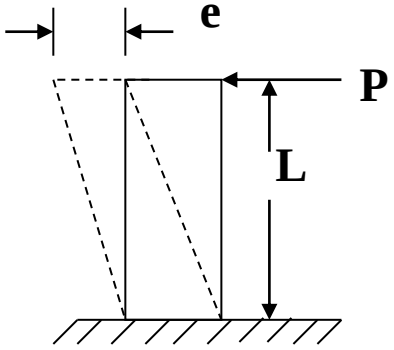
P

$$\varepsilon_C = \frac{\Delta L}{L}$$

ΔL = Compressive deformation النقصان بالطول

L = Length of body طول الجسم

3. Shear strain (ε_s) انفعال القص



$$\varepsilon_S = \frac{e}{L}$$

e = shear de formation مقدار الحيود بالطول

L = Length of body طول الجسم

مدرس المادة : احمد حمودي

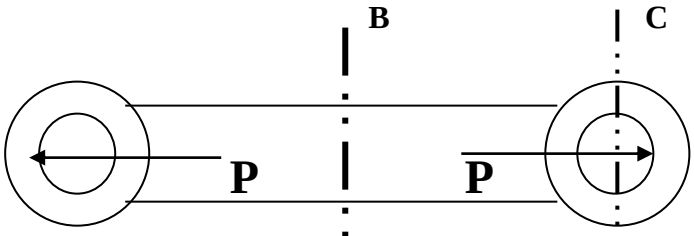
Elasticity المرونـــــــة

Is the property صفة of material المعدن of returning الرجوع back to their original position الموقع الأصلي after بعد removing إزالة the external force القوة الخارجية .

Elastic limit حدود المرونة

When the external force القوة الخارجية is removed تزال the force of resistance قوة المقاومة also vanishes يختفي and the body spring يقفز back to its original position الوضع الأصلي . This thing happens in Elastic limits يحدث only حدود المرونة فقط .

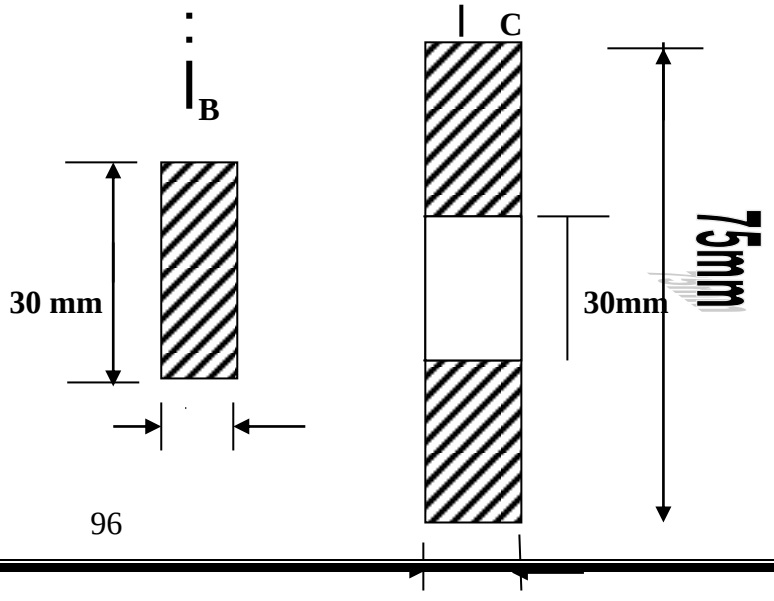
Q/ In Fig find the tensile stress in the section مقطع BB , CC if P = 14 400 N .



Section BB المقطع

$$\sigma_T = \frac{P}{A}$$

A = 10 * 30 = 300 mm^2



$$\sigma_T = \frac{14400}{300}$$

$$\boxed{\sigma_T = 48 N/mm^2}$$

10 mm

10 mm

مدرس المادة : احمد حمودي

Section CC المقطع

$$\sigma_T = \frac{P}{A}$$

A = 75 * 10 – 30 * 10
A = 750 – 300
A = 450 mm²

$$\sigma_T = \frac{14400}{450}$$

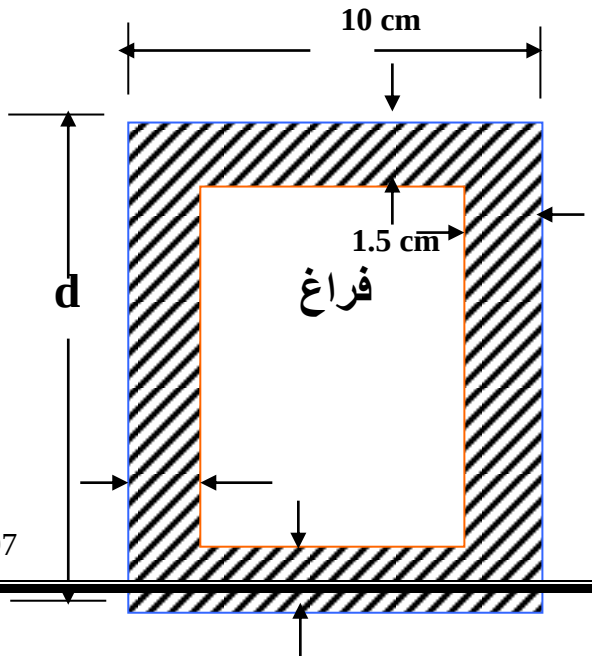
$$\boxed{\sigma_T = 32 N/mm^2}$$

The section shown in fig . is subjected to compression force of (820 000 N) .IF the compression stress is (12 000 N / cm²) Find the dimension (d) ?

A = (10 * d) – 7 (d – 3)

A = 10 d – 7d + 21

A = 3 d + 21 _____ 1



$$\sigma_c = \frac{P}{A}$$

$$A = \frac{P}{\sigma_c} = \frac{820000}{12000}$$

1.5cm

A = 68.33 cm^2

مدرس المادة : احمد حمودي

68.33 = 3d + 21
3d = 63.33 – 21
3d = 47 .33

$$d = \frac{47.33}{3}$$

d = 15 .76 cm

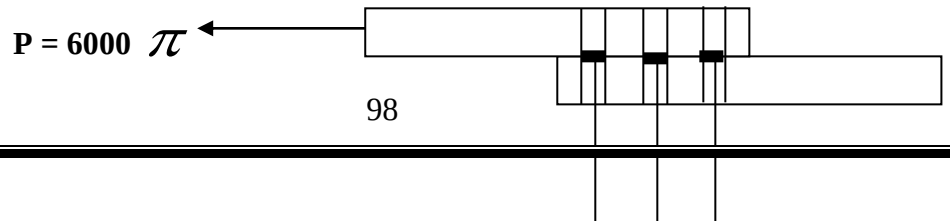
Q / In Fig . Two plates صفيحة are joint by three rivets برشام of (20 mm) diameter قطر . How much the shear stress in the material of rivet if (p = 6000 π N)

A = 3a
A = 3 (r^2 π)

مساحة الدائرة = (نصف القطر)2 * النسبة الثابتة

نق 2 * النسبة الثابتة = =

A = 3 ((10) ^{2} π)
A = 300 π mm^2



p=

6000 π

$$\sigma_s = \frac{P}{A} = \frac{6000\pi}{300\pi}$$

a a a

$$\sigma_s = 20 N/mm^2$$

مدرس المادة : احمد حمودي

20 th week الأسبوع العشرون
Hooks Law قانون هوك

Stress is directly proportional يتناسب طردياً to strain within ضمن elastic Limit حدود المرونة .

((الإجهاد يتناسب طردياً مع الانفعال ضمن حدود المرونة))

$$\sigma \propto \varepsilon$$

$$\sigma = cons\,tant * \varepsilon$$

كمية ثابتة
في حالة الشد والضغط

$$\sigma_T \propto \varepsilon_T$$

$$\sigma_T = E\ \varepsilon_T$$

$$E = \frac{\sigma_T}{\varepsilon_T} = \frac{P/A}{\Delta L/L}$$

$$\Delta L = \frac{PL}{AE}$$

معامل المرونة (يعتمد على نوع المعدن) E= modules of elasticity

$$\sigma_c \propto \varepsilon_c$$

$$\sigma_c = E\ \varepsilon_c$$

$$E = \frac{\sigma_C}{\varepsilon_C} = \frac{P/A}{\Delta L/L}$$

$$\Delta L = \frac{PL}{AE}$$

مدرس المادة : احمد حمودي

في حالة القص

$$\sigma_s \propto \varepsilon_s$$

$$\sigma_s = G\ \varepsilon_S$$

$$G = \frac{\sigma_S}{\varepsilon_S} = \frac{P/A}{e/L}$$

$$e = \frac{PL}{AG}$$

G = modules of rigidity (معامل الصلابة يعتمد على نوع المعدن)

Q// A body made of steel (2cm) diameter قطر and (40 cm) Length subjected to tensile force of (33000 N) . How much the elongation in the body if (E = 30 * 10^6 N/cm^2)

ملاحظة // قبل حل أي سؤال يجب توحيد وحدات الطول

$$A = r^2\pi$$

r = نصف القطر

$A = (1)^2 \ \pi = 3.14\ cm^2$

$$\Delta L = \frac{PL}{AE}$$

$$\Delta L = \frac{33000*40}{3.14*30*10^6}$$

$$\Delta L = 0.014 cm$$

مدرس المادة : احمد حمودي

Q/ A copper pipe أنبوب نحاس its outer diameter القطر الخارجي(36 mm) and inner diameter القطر الداخلي (30mm) and (260mm) length طوله find the reduction in length when the pipe is subjected مسلط عليه to compression force قوة الضغط (4300 N) if the modules of elasticity معامل المرونة of copper is (E = 117 * 10^3 N/mm^2) .

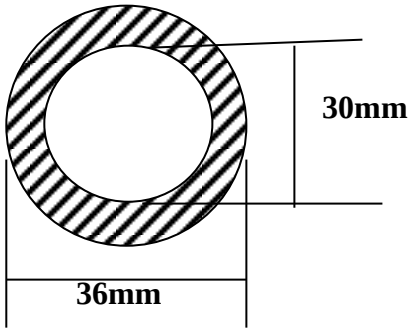
$A = r^2 \ \pi$

$A = \pi \ (r_o^2 - r_i^2)$

$A = 3.14 \ ((18)^2 - (15)^2)$

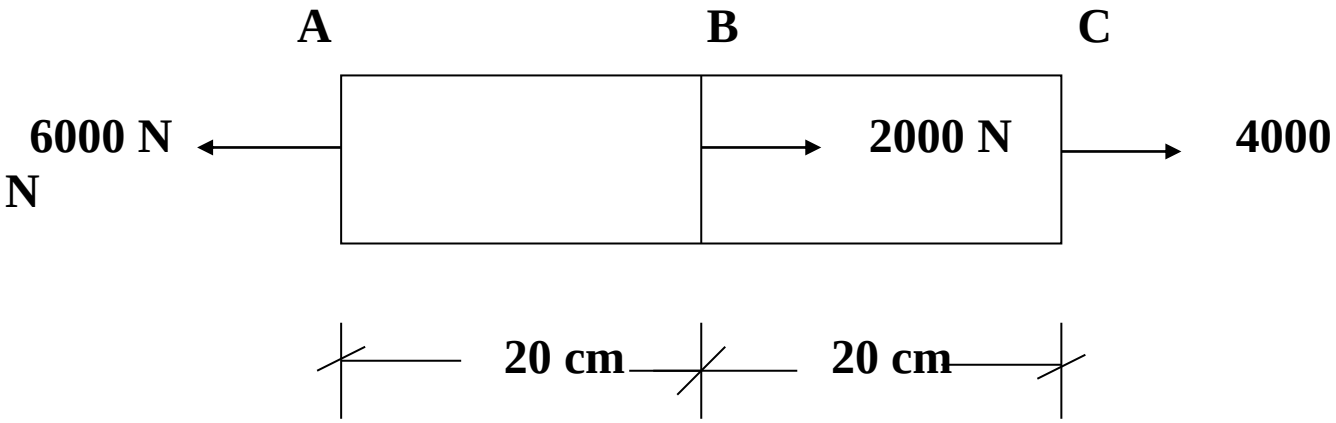
$A = 311.2\ mm^2$

$$\Delta L = \frac{PL}{AE} = \frac{4300*260}{311.2*117*10^3}$$



$\Delta L =$ **0.0304 mm**

Q// Find the total elongation in the body shown in fig . if diameter of body (2cm) and (40 cm) long . if (E = 2 * 10^6 * N / cm^2)



خطوات الحل :

1. يدقق اتزان الجسم : بما ان متزن لذا فأن جميع أجزاء الجسم في حالة أتزان .

2. نضع جميع القوى في النقاط غير المشتركة في اماكنها (مقداراً واتجاهاً)

مدرس المادة : احمد حمودي

$$\Delta L = \Delta L_1 + \Delta L_2$$

$$\Delta L = \frac{P_1 L_1}{A_1 E} + \frac{P_2 L_2}{A_2 E}$$

P_1 = 6000 N , L_1 = 20 cm

$A_1 = r^2 \pi = (1)^2 * 3.14$

$A_1 = 3.14\ cm^2$

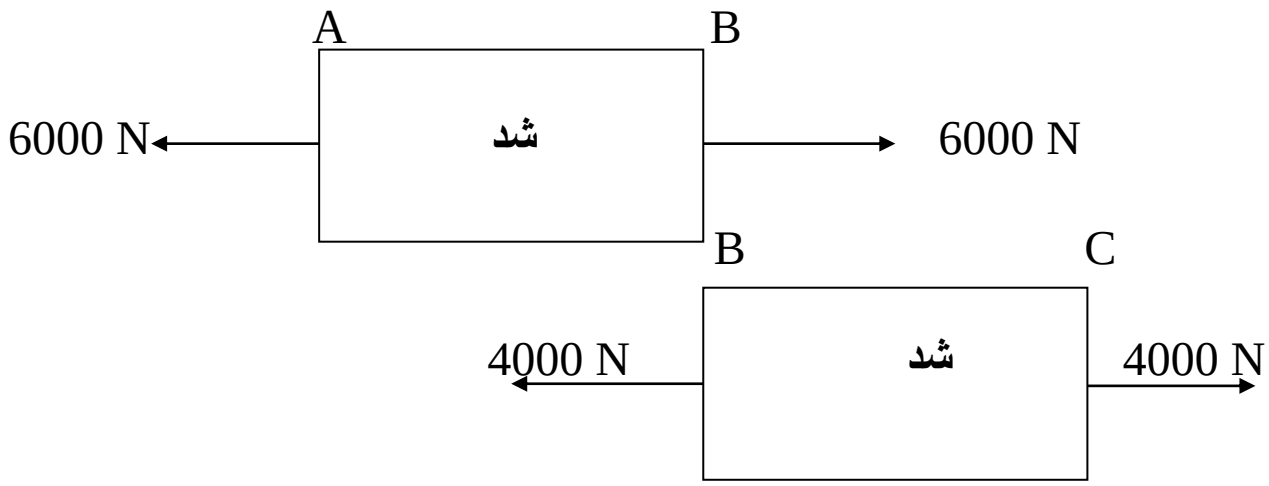
P_2 = 4000 N , L_1

$A_2 = r_2^2\ \pi = (1)^2 * 3.14$

$A_2 = 3.14\ cm^2$

$$\Delta L = \frac{6000*20}{3.14*2*10^6} = \frac{4000*20}{3.14*2*10^6}$$

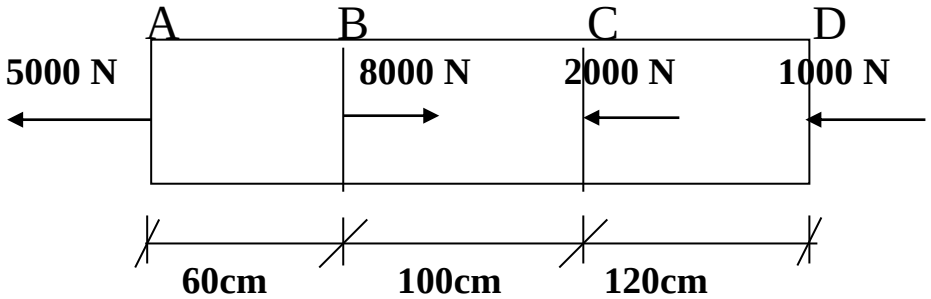
$\Delta L =$ **0.031 cm**

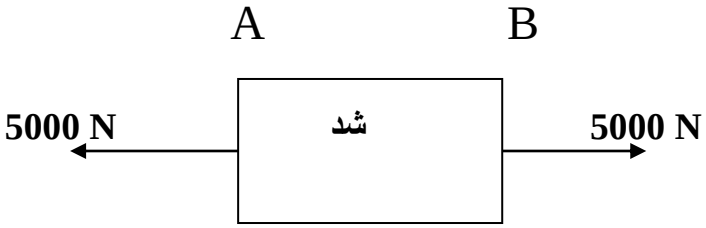


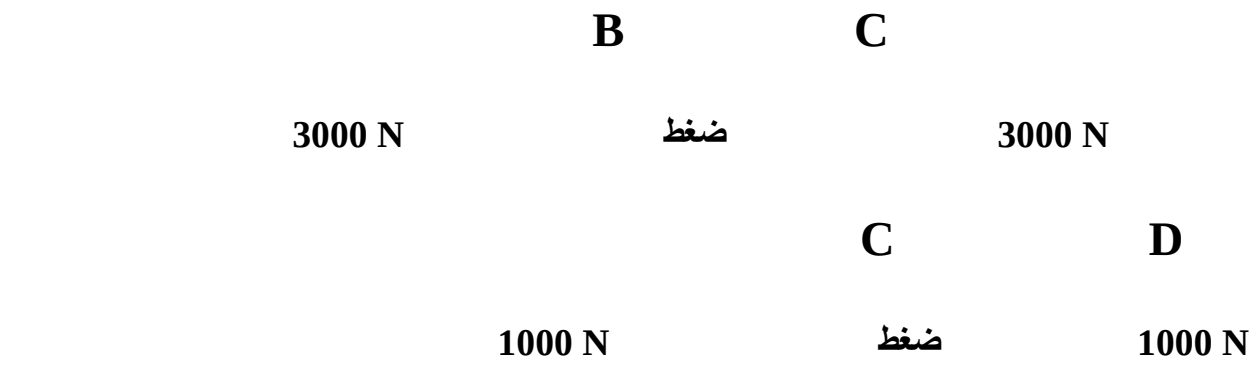
مدرس المادة : احمد حمودي

Q// In fig . if cross sectional area is (10 cm^2) and the moduls of Elasticity (E = 0.8 * 10^6 N/cm^2)

1. **which part أي جزء is subjected to tension شد and which parties subjected to compression ضغط .**
2. **Find the change in length اوجد التغير بالطول and whether this change is elongation استطالة or reduction قصر**







$$\Delta L = \Delta L_1 - \Delta L_2 - \Delta L_3$$

ملاحظة :

AB = شد (+)
BC = ضغط (-)
CD = ضغط (-)

مدرس المادة : احمد حمودي

$$\Delta L = \frac{P_1 L_1}{AE} - \frac{P_2 L_2}{AE} - \frac{P_3 L_3}{AE}$$

$$\Delta L = \frac{1}{AE} = \left[P_1 L_1 - P_2 L_2 - P_3 L_3 \right]$$

$$\Delta L = \frac{1}{10*0.8*10^6} = \left[5000*60 - 3000*100 - 1000*120 \right]$$

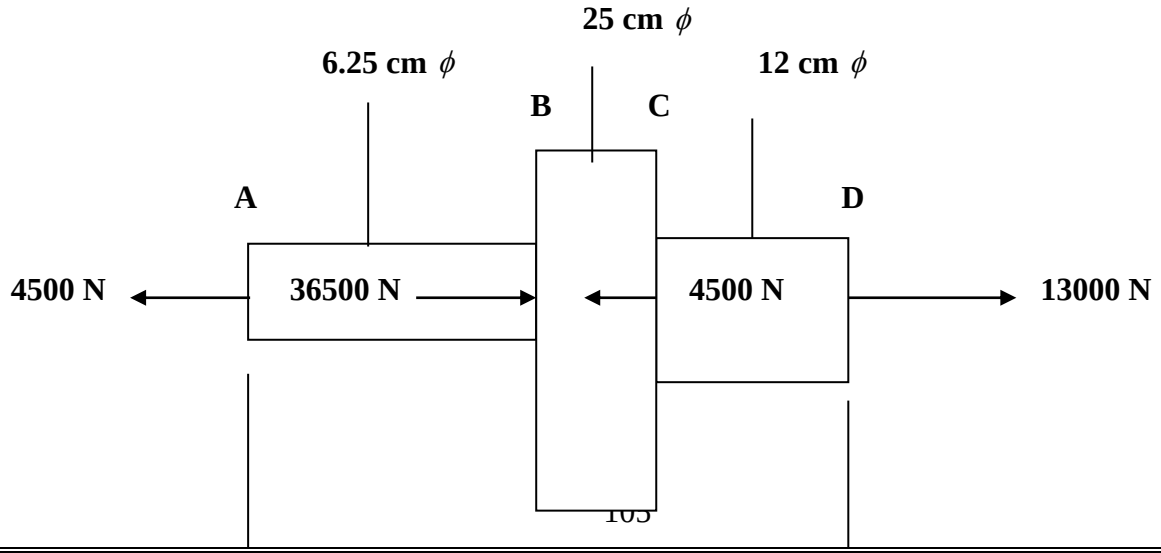
$$\Delta L = -0.015 cm$$

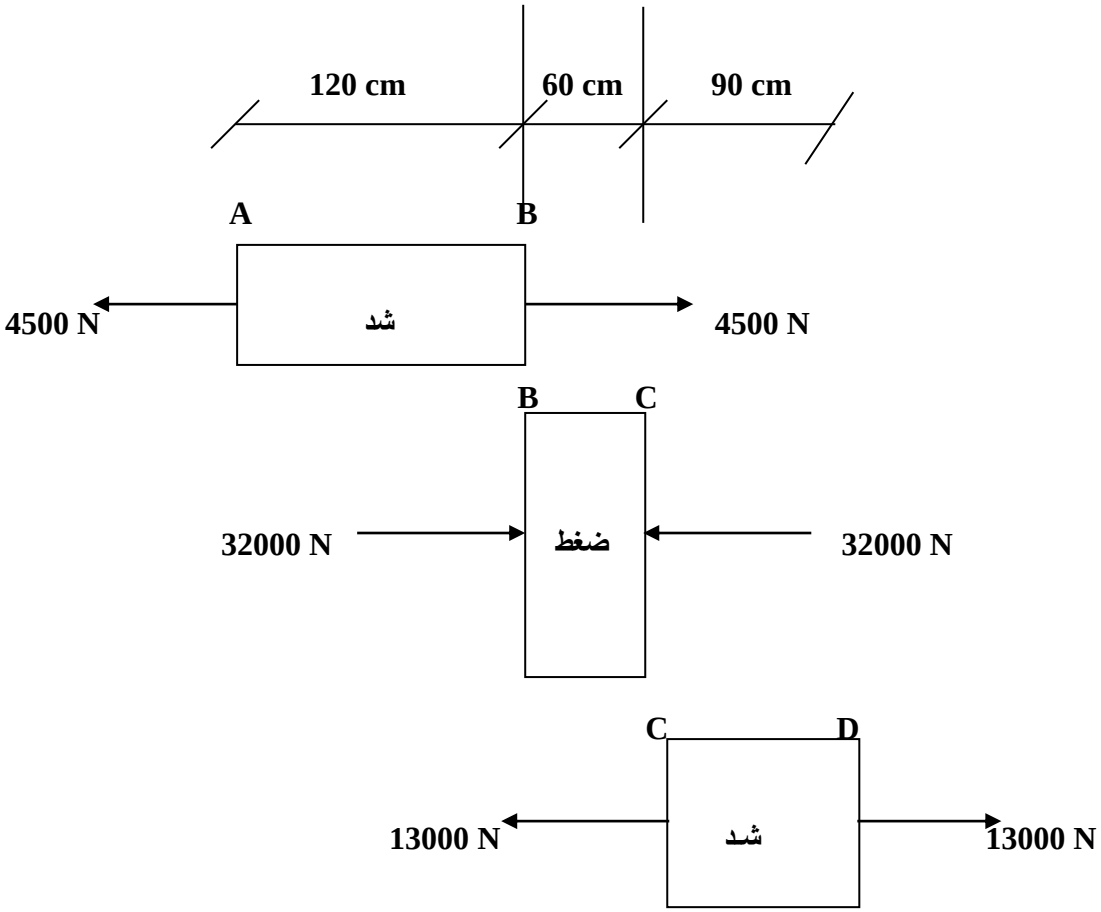
الإشارة السالبة معناها نقصان في الطول .

مدرس المادة : احمد حمودي

الأسبوع الحادي والعشرون والثاني والعشرون 21 , 22 th week

Q// In Fig . Find أوجد the change in length and this change is elongation or reduction if (E = 2.1 * 10^6 N/cm^2) .





مدرس المادة : احمد حمودي

$$\Delta L = \Delta L_1 - \Delta L_2 + \Delta L_3$$

$E_1 = E_2 = E_3 = E = 2.1 * 10^6$ N/cm2

P_1 = 4500 N , P_2 = 32000 N , P_3 = 13000 N

L_1 = 120cm , L_2 = 60 cm , L_3 = 90 cm

$A_1 = r_1^2 \pi$

$$A_1 = \left(\frac{6.25}{2}\right)^2 \pi$$

$A_2 = r_2^2 \pi$

$$A_2 = \left(\frac{25}{2}\right)^2 \pi$$

A_2 = (12.5) π

$A_3 = r_3^2 \pi$

$$A_3=\left(\frac{12}{2}\right)^2\pi$$

$$A_3=\left(6\right)^2\pi$$

$$\Delta L=\frac{P_1L_1}{A_1E}-\frac{P_2L_2}{A_2E}+\frac{P_3L_3}{A_2E}$$

$$\Delta L=\frac{1}{E}\left[\frac{P_1L_1}{A_1}-\frac{P_2L_2}{A_2}+\frac{P_3L_3}{A_3}\right]$$

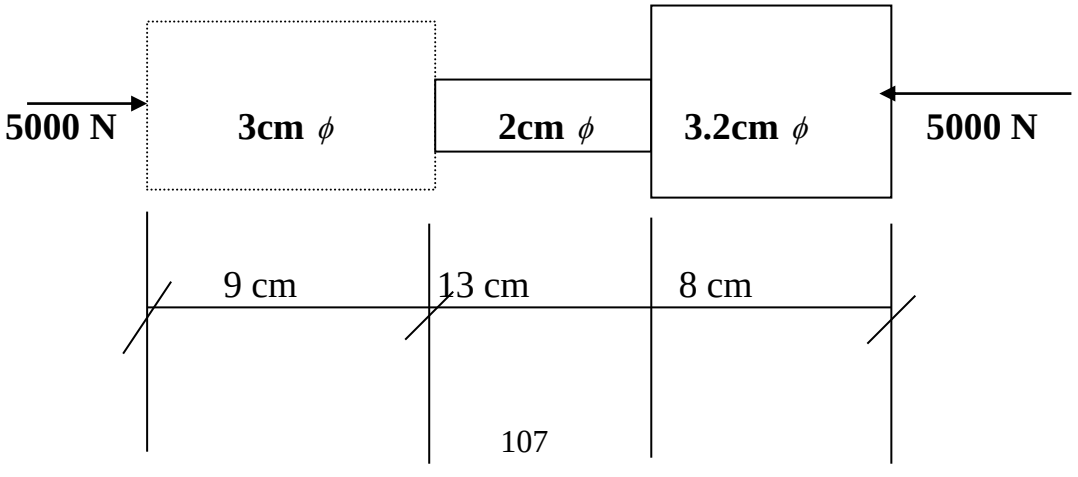
$$\Delta L=\frac{1}{2.1*10^6}\left[\frac{4500*120}{\left(\frac{6.25}{2}\right)^2\pi}-\frac{32000*60}{\left(12.5\right)^2\pi}+\frac{13000*90}{\left(6\right)^2\pi}\right]$$

$$\Delta L=0.049cm$$

هذا يعني ان هناك استطالة اوزيادة في الطول

مدرس المادة : احمد حمودي

Q/ In Fig . the body subjected مسلط عليه to compression ضغط force of (5000 N) if modules of elasticity is (E = 2*10^6 N/cm^2) find the reduction in length .



$$\Delta L = -(\Delta L_1 + \Delta L_2 + \Delta L_3)$$

$\mathbf{A_1 = (\ r_1^2\ )\ \pi\ =}\ \left(\frac{3}{2}\right)^2 \pi$

$\mathbf{A_2 = (\ r_2^2\ )\ \pi\ =}\ \left(\frac{2}{2}\right)^2 \pi$

$\mathbf{A_3 = (\ r_2^2\ )\ \pi\ =}\ \left(\frac{3.25}{2}\right)^2 \pi$

L_1 = 9 cm , L_2 = 13 cm , L_3 = 8 cm

$P_1 = P_2 = P_3 = P$ = 5000 N

$E_1 = E_2 = E_3 = E = 2*10^6$ N/ cm^2

مدرس المادة : احمد حمودي

$$\Delta L = -\left(\frac{PL_1}{A_1E} + \frac{PL_2}{A_2E} + \frac{PL_3}{A_3E}\right)$$

$$\Delta L = \frac{P}{E} - \left(\frac{L_1}{A_1} + \frac{L_2}{A_2} + \frac{L_3}{A_3}\right)$$

$$\Delta L = \frac{5000}{E\ 2*10^6} - \left(\frac{9}{\left(\frac{3}{2}\right)^2\pi} + \frac{13}{\left(\frac{2}{2}\right)^2\pi} + \frac{8}{\left(\frac{3.25}{2}\right)^2\pi}\right)$$

$$\Delta L = -0.016 cm$$

Q// A body is made of مصنوع من two materials steel حديد and AL minume ألمنيوم as shown in fig . The body is subjected مسلط عليه to compression force (p) قوة ضغط which cussed reduction نقصان in length الطول of (0.25 mm) if (E_{Fe} = 2100 Ton / cm^2)and (E_{AL}= 700 Ton / cm^2) .

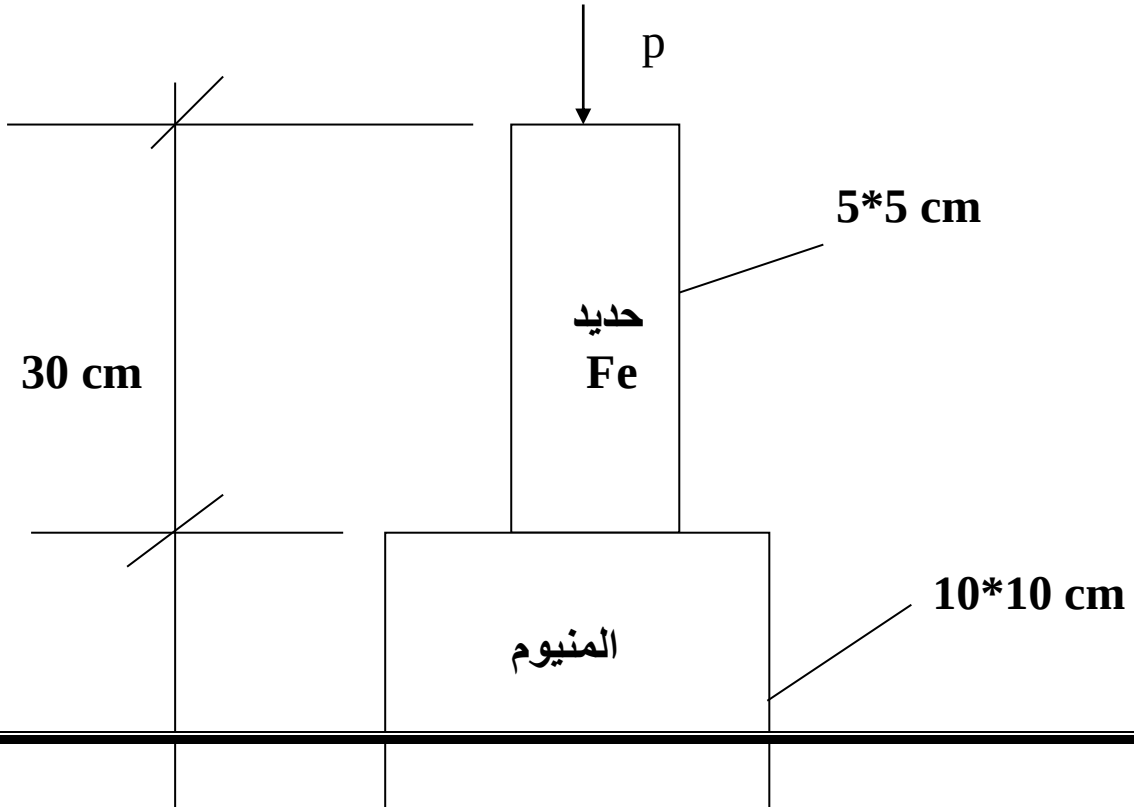
$$\Delta L = -\left(\Delta L_{Fe} + \Delta L_{AL}\right)$$

$$P_{AL} = P_{Fe} = p$$

L_{AL} = 38 cm
A_{AL} = 10 * 10 = 100 cm^2

L_{Fe} = 30 cm
A_{Fe} = 5 * 5 = 25 cm^2

مدرس المادة : احمد حمودي



38 cm **AL**

P

E_{AL} = 700 ton /cm^2

E_{Fe} = 2100 ton/ cm^2

$$\Delta L = -\left(\frac{PL_{Fe}}{A_{Fe}E_{Fe}} + \frac{PL_{AL}}{A_{AL}E_{AL}} \right)$$

$$-\frac{0.25}{10} = -\left(\frac{P*30}{25*2100} + \frac{32}{100*700} \right)$$

0.025 = P (0.0005714 + 0.0005428)

0.025 = P (0.0011142)

$$P = \frac{0.025}{0.0011142}$$

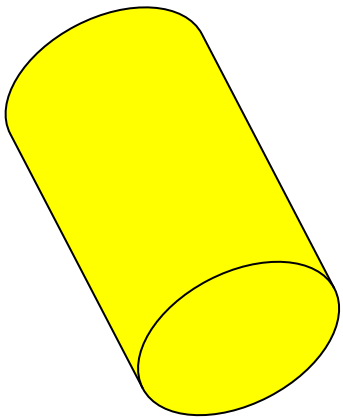
P = 22.43 Ton

مدرس المادة : احمد حمودي

23 Week الاسبوع الثالث والعشرون

Torsion الالتواء

$$\frac{T}{I_P} = \frac{\sigma_s}{r} = \frac{G\theta}{L}$$



T = torque (N . m) **عزم الالتواء**

I_P = polar moment of inertia (m^4) **عزم القصور الذاتي القطبي**

$\sigma_s = shear\ stress\ (N/m^2)$

r = radius نصف القطر (m)

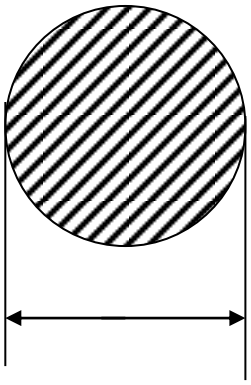
G = modules of rigidity (N/m^2) معامل الصلابة

θ = Tensional angle زاوية الالتواء (rad) بالقياس الدائري

L = Length of shaft (m) طول الشفت

1. = solid shaft العمود الصلد

$$I_P = \frac{\pi}{32} D^4$$

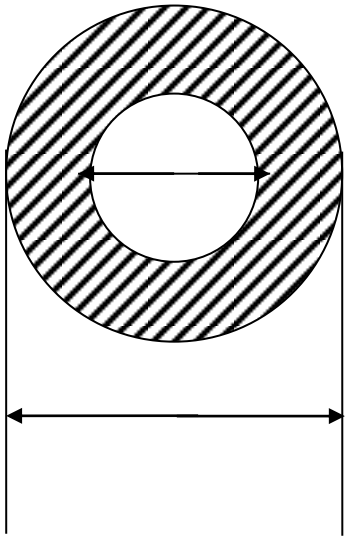


D

مدرس المادة : احمد حمودي

2. Hallow shaft العمود المجوف

$$I_P = \frac{\pi}{32}(D_O{}^4 - D_i{}^4)$$



D_o = outer diameter القطر الخارجي
D_i = inner diameter القطر الداخلي

Q/ A torqw of (48 000 000 N.mm) is subjected to solid shaft of (150 mm) diameter . Find the maximum shear stress in the shaft .

$$I_P = \frac{\pi}{32}D^4 = \frac{\pi}{32}(150)^4$$

$$r = \frac{150}{2} = 75mm$$

$I_P = 49675781\ mm^4$

(r = 75 mm) اعلى اجهاد قص يكون عندما

مدرس المادة : احمد حمودي

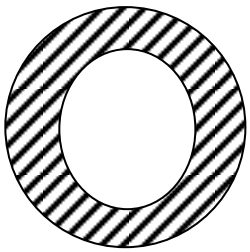
$$\frac{T}{I_P} = \frac{\sigma_{s\max}}{r}$$

$$\sigma_{s\max} = \frac{T \times r}{I_P} = \frac{48000[illegible]75}{496[illegible]}$$

$$\sigma_{s\max} = 72.46N/mm2$$

Q/ A torque of (30 * 10^6 N.mm) is subjected to Hallow shaft of (160 mm) outer diameter and (120 mm) inner diameter find maximum and minimum shear stress .

$$I_P = \frac{\pi}{32} = \left(D_O{}^4 - D_i{}^4\right)$$



$$I_P = \frac{\pi}{32}\left[(160)^4 - (120)^4\right]$$

$$I_P = 43.96 * 10^6 \; mm^4$$

$$r = \frac{D_O}{2}$$ **اعلى اجهاد قص عندما**

$$r = \frac{160}{2} = 80mm$$

$$\frac{T}{I_P} = \frac{\sigma_{S\max}}{r}$$

$$\sigma_{s\max} = \frac{T * 80}{I_P} = \frac{30 * 10^6 * 80}{43.96 * 10^6}$$

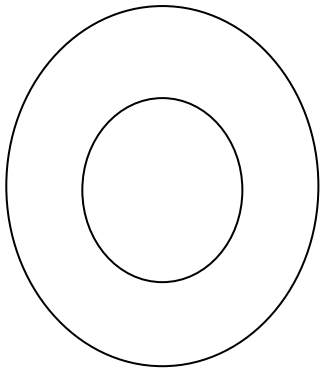
مدرس المادة : احمد حمودي

$$\sigma_{s\max} = 54.54 N/mm^2$$

$$r = \frac{Di}{2}$$ **أقل اجهاد قص عندما**

$$r = \frac{120}{2} = 60mm$$

$$\frac{T}{IP} = \frac{\sigma_{s\min}}{r}$$



$$\sigma s\min = \frac{T*60}{IP} = \frac{30*10^6*60}{43.96*10^6}$$

$$\sigma s\min = 40.94 N/mm^2$$

Q/ Find the diameter of solid shaft which subjected to torque of ($225*10^6$ N.mm) if the maximum shear stress is (102 N / mm^2) .

D = نصف قطر العمود

$$I_P = \frac{\pi}{32} D^4$$

$$r = \frac{D}{2}$$

$$\frac{T}{I_P} = \frac{\sigma_{s\max}}{D/2}$$

$$\frac{225*10^6}{\frac{\pi}{32} D^4} = \frac{102}{D/2}$$

مدرس المادة : احمد حمودي

$$\frac{225*10^6*32}{\pi D^4}=\frac{102*2}{D}$$

$$225*10^6*32=102*2*\pi*D^3$$

$$D^3=\frac{225*10^6*32}{204\pi}$$

$$D=\sqrt[3]{\frac{225*10^6*32}{204\pi}}$$

$$D=10^2\sqrt[3]{11.25}$$

$$D=10^2*2.24$$

$$D=224mm$$

Q/ A solid shaft of (18 mm) diameter and (400 mm) length is subjected to torque of (85 000 N.mm) , How much maximum shear stress in the shaft and How much the torsion angle زاويـة الالتواء in degree. If shaft made of brass (G = 34.5 * 10^3 N/mm^2) .

$$IP = \frac{\pi}{32} D^4 = \frac{\pi}{32}(18)^4$$

$$IP = 103000.77\, mm^4$$

$$r = \frac{18}{2}$$

$$r = 9\, mm$$

$$\frac{T}{IP} = \frac{\sigma s\,\max}{9}$$

$$\frac{85000}{103000} = \frac{\sigma s\,\max}{9}$$

$$\sigma_{s\,\max} = 74.26\, N/mm^2$$

$$\frac{T}{I_P} = \frac{G\theta}{L}$$

$$\theta = \frac{TL}{G\, I_P} = \frac{85000*400}{34.5*10^3*103000.77}$$

$$\theta = 0.0956 \quad rad$$

$$1 \quad rad = \left(\frac{180}{\pi}\right)^0 \quad \rightarrow \quad 1^0 = \left(\frac{\pi}{180}\right) \quad rad$$

$$\theta = 0.0956 * \frac{180}{\pi}$$

$$\theta = 5.48^0$$

مدرس المادة : احمد حمودي

Q/ A Hallow shaft عمود مجوف of (25 mm) outer diameter and (20 mm) inner diameter and (600 mm) length . subjected to torque of (54000 N.mm) How much the maximum and minimum shear stress , and how much the angle of torsion if the shaft is made of Al uminume and the modules of rigidity of Al uminume is

(G = 27.6 * 10^3 N/mm^2) .

$$I_P = \frac{\pi}{32}(D_O{}^4 - D_i{}^4) = \frac{\pi}{32}\left[(25)^4 - (20)^4\right]$$

$$I_P = 22630\, mm^4$$

$$r = \frac{D_O}{2} = \frac{25}{2}$$ **أعلى جهد قص عندما**

r = 12.5 mm

$$\frac{T}{I_P}=\frac{\sigma_{S\max}}{12.5}$$

$$\sigma_{S\max}=\frac{T\times 12.5}{I_P}=\frac{54000\times 12.5}{22630}$$

$$\sigma_{S\max}=29.82 N/mm^2$$

$$r=\frac{D_i}{2}=\frac{20}{2}$$

$$\frac{T}{I_P}=\frac{\sigma_{S\min}}{10}$$ **أقل اجهاد قص عندما** **r = 10 mm**

$$\sigma_{S\min}=\frac{T*10}{I_P}=\frac{54000*10}{22630}$$

$$\sigma_{S\min}=23.36 N/mm^2$$

مدرس المادة : احمد حمودي

$$\frac{T}{I_P}=\frac{G\theta}{L}$$

$$\theta=\frac{T\times L}{G\times I_P}=\frac{54000\times 600}{27.6\times 10^6\times 22630}$$

$$\theta=0.0518 \quad rad$$

$$\theta=0.0518\times\frac{180}{\pi}$$

$$\theta=2.96^\circ$$

مدرس المادة : احمد حمودي

24 week الأسبوع الرابع والعشرون
Thermal stresses الاجهادات الحرارية

-

It is well known معروف بشكل جيد that changes in temperature التغيير بدرجات الحرارة cause bodies to expand يتوسع or contract يتقلص , the amount of the liner deformation التغيير الخطي δ T ,being expressed by the relation العلاقة

$$\delta_T = \alpha L \left(\Delta T \right) \quad \rightarrow 1$$

In which α is the coefficient of linear expansion معامل التمدد الطولي

, usually expressed in units of meters per meter per degree of temperature changes (m / (m.c^0) (L) is the length الطول . $\left(\Delta T \right)$

Is the temperature change التغيير بدرجة الحرارة . substituting التعويض these units in equation (1) shows the dimensional unit of δT to be the same نفس that of the length (L) IF a temperature deformation تغيير درجات الحرارة is permitted to occur freely , as by the use of expiation joints وصلات التمدد no load or stress will be induced ينتج in the structure . But in some case في بعض الحالات it may not be feasible غير مرأية to permit these temperature deformation . the result النتيجة is that internal forces are created تنتج which resist them تقاومها.The stresses قوة داخلية caused by تتسبب these internal force القوة الداخلية are known الاجهادات thermal stresses اجتهادات حرارية .

مدرس المادة : احمد حمودي

25 th week الاسبوع الخامس والعشرون الى الثلاثون

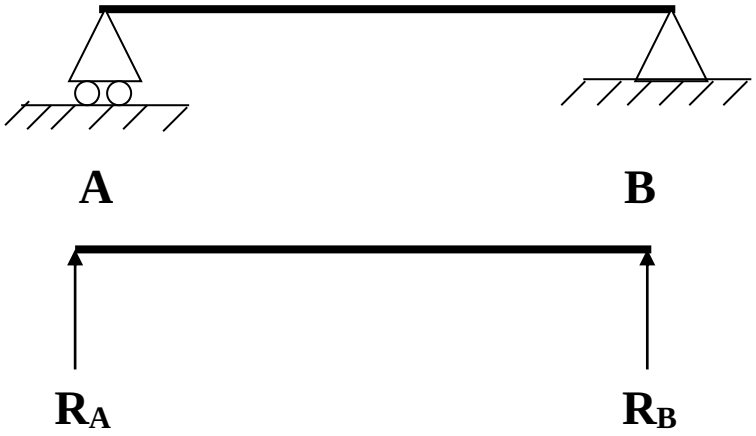
Shear force and bending moment diagram in beams

رسم منحني قوى القص وعزم الانحناء في الاعتاب (العتلات)

Types of beams انواع الاعتاب

1. Simply spported beam العتب ذو الاسناد البسيط

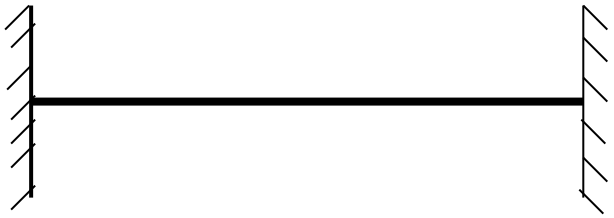
A B



2. Cantilever beam العتب الكابولي



2. Fixed end beam العتب المثبت من النهايتين



مدرس المادة : احمد حمودي

3. Over hanging beam العتب المعلق

a. over hanging beam from one side العتب المعلق من جهة واحدة



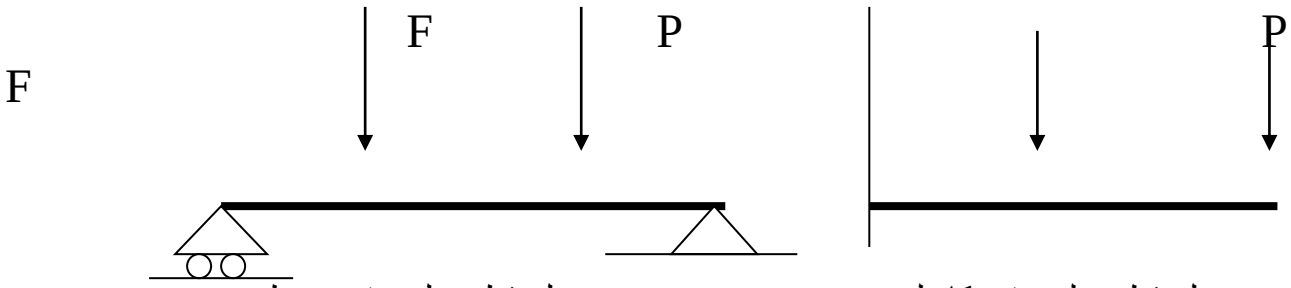
b. over hanging beam from two side العتب المعلق من جهتين



Types of load on beams انواع الاحمال المسلط على الاعتاب

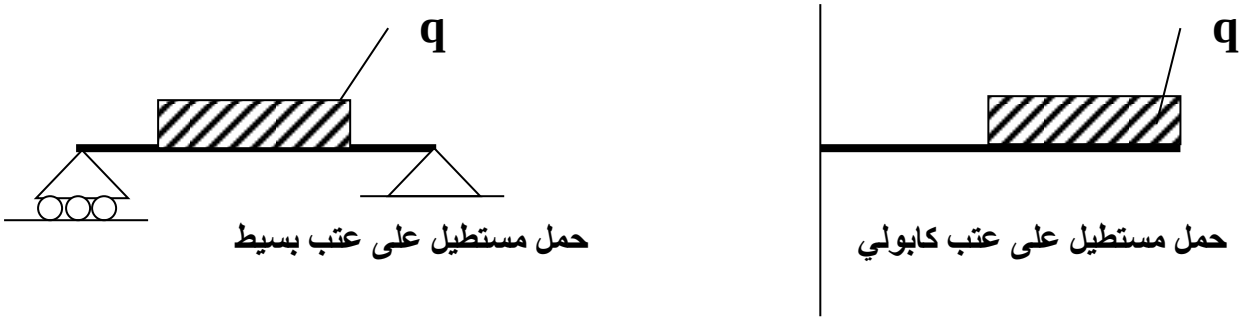
---

1. concentrated load (point load) الحمل النقطي



حمل نقطي على عتب بسيط حمل نقطي على عتب كابولي

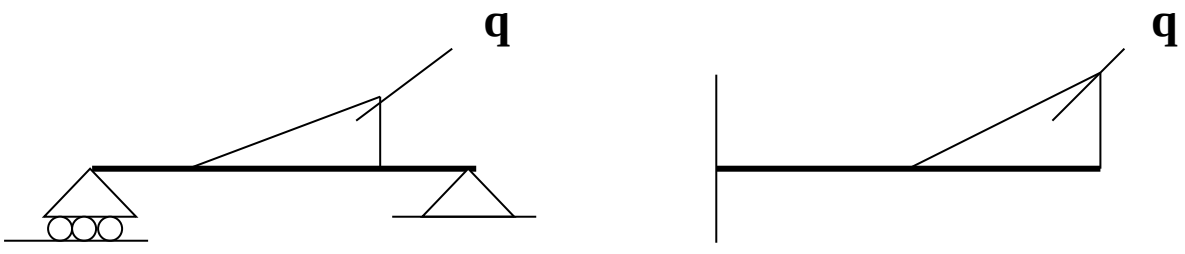
2. Uniformilly distributed load (rectangular load)
الحمل الموزع بصورة منتظمة (الحمل المستطيل)



حمل مستطيل على عتب بسيط **حمل مستطيل على عتب كابولي**

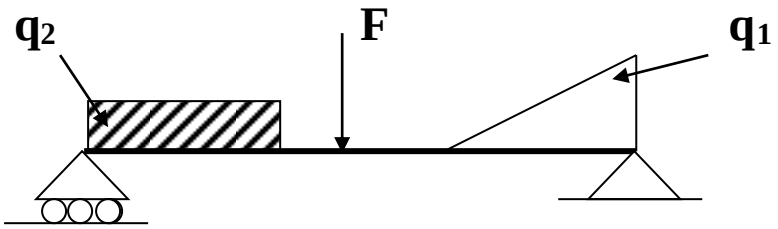
مدرس المادة : احمد حمودي

3. Non uniformly distributed load (Triangular load)
الحمل الموزع بصورة غير منتظمة (الحمل المثلث)

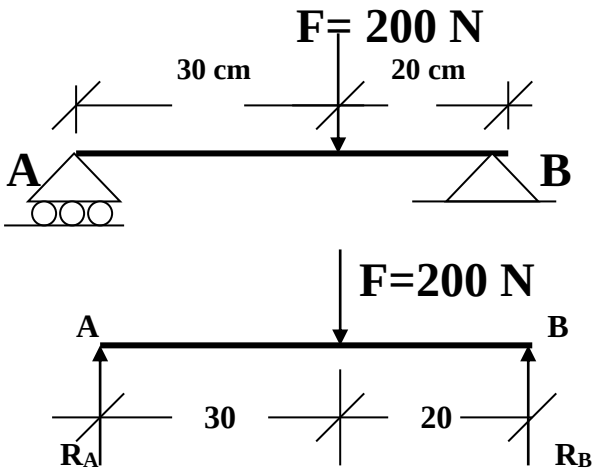


حمل غير منتظم على عتب بسيط **حمل غير منتظم على عتب كابولي**

4. Compound load الحمل البسيط



Q// Find the reaction in (A) and (B) in fig .



$R = \sum y = 0$

$R_A + R_B - F = 0$

$R_A + R_B = 200$ ---------- 1

$\sum M_A = 0$

$R_A * 0 + 200 * 30 - R_B * 50 = 0$

$6000 - 50\ R_B = 0$ $50\ R_B = 6000$

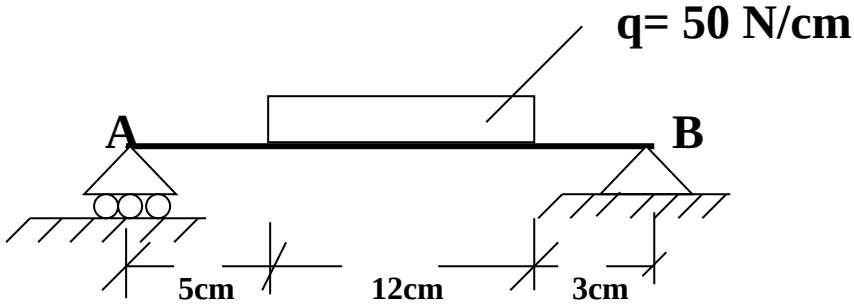
$50\ R_B = 6000$ $RB = \frac{6000}{50}$

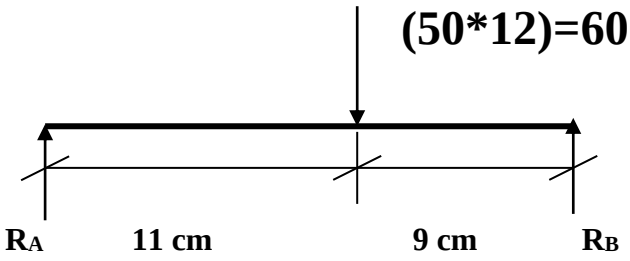
R_B 120 N نعوض في 1 $R_A = 200 - 120$

RA = 80 N

مدرس المادة : احمد حمودي

Q// Find the reaction in (A) and (B) .





(F . B . D)

$R = \sum y = 0$

$R_A + R_B - (50*12) = 0$

$R_A + R_B = 600$ ---------- 1

$\sum M_A = 0$

$R_A * 0 + 600 * 11 - R_B * 20 = 0$

$20\ R_B = 6600$

$$R_B = \frac{6600}{20} = 330\ N$$

نعوض في 1

$RA = 600 - RB$

$RA = 600 - 330$

$R_A = 270\ N$

مدرس المادة : احمد حمودي

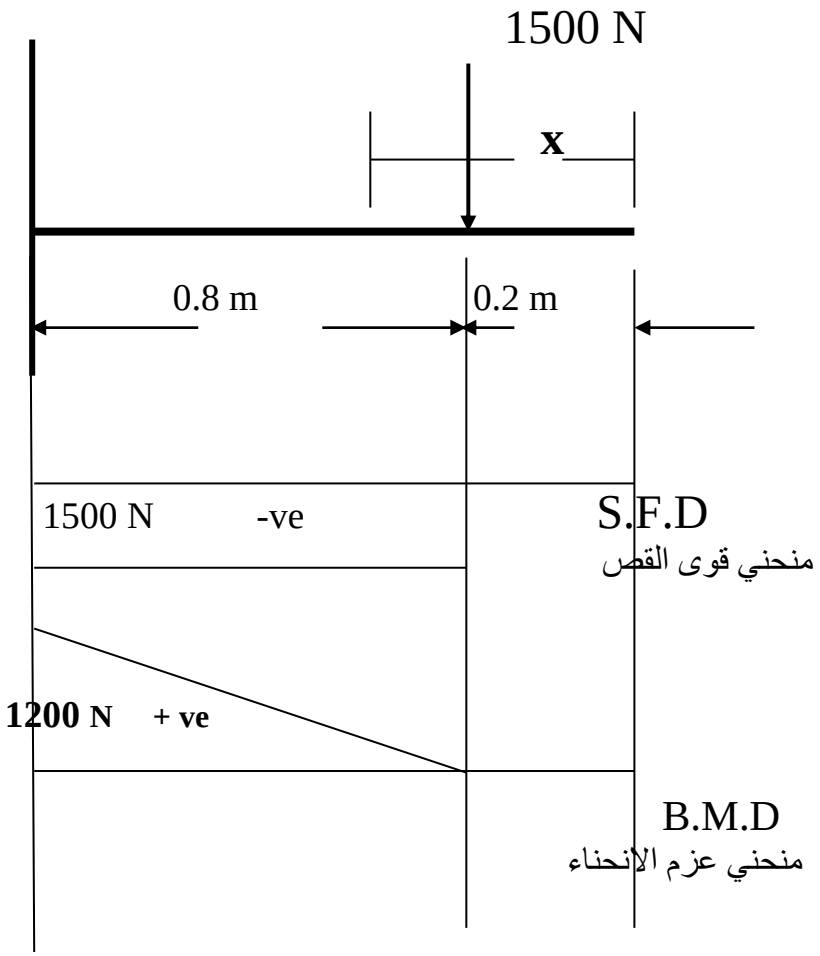
Q// Draw the shear force and bending moment diagram for cantilever beam shown in fig .

ارسم منحني قوى القص وعزم الانحناء للعتب الكابولي الموضح في الشكل

1. **نرسم خطوط مستقيمة من بداية العتب ونهايته وعلى امتداد جميع القوى المسلطة على العتب .**
2. **نأخذ مقاطع في العتب من البداية الى النهاية .**

3. تكون القوى الى يمين المقطع موجبة اذا كانت الى أعلى وسالبة اذا كانت الى أسفل لرسم منحني عزم الانحناء .

4. جميع القوى الى يمين المقطع يكون عزمها موجباً اذا كان بأتجاه عقرب الساعة وسالباً اذا كان عكس عقرب الساعة .



مدرس المادة : احمد حمودي

قوى القص

$0.2 \geq X \geq 0$	$01 \geq X \geq 0.2$
X = 0	X = 0.2 m

S.F = 0
X = 0.1 m
S.F = 0
X = 0.15 m
S.F = 0
X = 0.2
S.F = - 1500 N

S.F = - 1500 N
X = 0.4 m
$S.F_2$ – 1500 N
X = 0.6 m
S.F = - 1500 N
X = 0.8 m
S.F = - 1500 N
X = 1m
S.F = - 1500 N

- ----------

-

عزم الانحناء

$0.2 \geq X \geq 0$

X = 0
B.M = 0
X = 0.1 m
B.M = 0
X = 0.15 m
B.M = 0
X = 0.2 m
B.M = 0

يكون العزم = 0 في النقطة
(0.2)لان القوة تمر بها

$0 \geq X \geq 0.2$

X = 0.2
B.M = 1500 (X-0.2)
B.M = 1500 (0.2 – 0.2)
B.M = 0
X = 0.4 m
B.M = 1500 (0.4 – 0.2)
B.M = 1500 * 0.2
B.M = 300 N.m
x = 0.6 m
B.M = 1500 (0.6 – 0.2)
B.M = 1500 * 0.4
B.M = 600 N.m
X = 1
B.M = 1500(1-0.2)
B.M = 1500 * 0.8
B.M = 1200 N .m

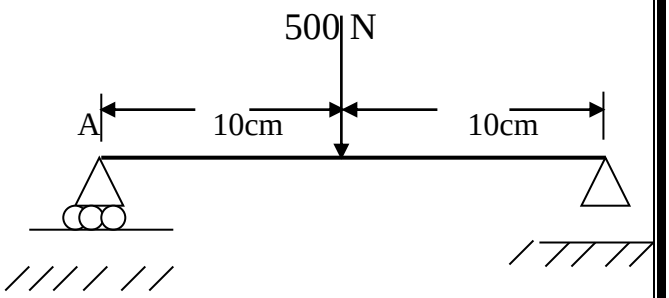
مدرس المادة : احمد حمودي

Q// Drew shear force and bending moment diagram for simply supported beam shown in fig .

$$\sum y = 0$$

$R_A + R_B - 500 = 0$

$R_A = 500 - R_B$ ——————— ①



B

$$\sum M_A = 0$$

$R_A * 0 + 500 * 10 - R_B * 20 = 0$

$20R_B = 5000$

$R_B = 250$ N

①نعوض في

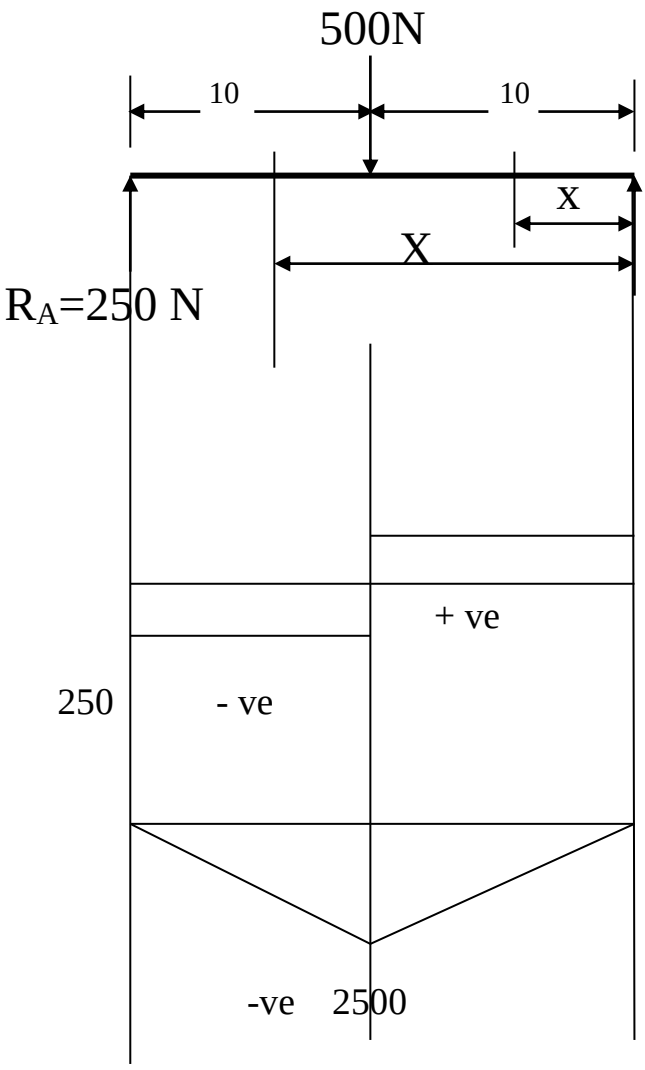
$R_A = 500 - 250$

$R_A = 250$ N

قوى القص

R_B=250N

$10 \geq X \geq 0$	$20 \geq X \geq 10$
X = 0	X = 10 cm
S.F = 250 N	S.F = 250 – 500
X = 5 cm	S.F = - 250 N
250	
S.F = 250 N	X = 15 cm
X = 7 cm	S.F = - 250 N
S.F.D	
S.F = 250 N	X = 17 cm
X = 10 cm	S.F = - 250 N
S.F= 250 –500	X = 20 cm
S.F = - 250 N	S.F = 250 – 500
	S.F = - 250 N



B.M.D

رسم منحني عزم الانحناء

$10 \geq X \geq 0$

X = 0
B.M = 0
X = 2 cm
$B_M = -R_B * x$
B_M = - 250x معادلة مستقيم
= -250*2
= - 500 N.cm
X = 5 cm
B.M = -250*5
= - 1250 N.cm
X= 10 cm
B.M = -250*10
= -2500 N.cm

$20 \geq X \geq 10$

$B_M = - R_B * x + 500(x-10)$
B.M = -250x+500x-5000
B.M = 250x-5000
معادلة مستقيم
x = 10 cm

B.M = 250*10-5000
B.M = 2500-5000
B.M = - 2500 N.cm
x = 12 cm
B.M = 250*12-5000
= 3000-5000
= -2000 N.cm

x= 15 cm
B.M = 250*15-5000
= 3750 - 5000
= - 1250 N.cm
x = 20 cm
B.M = 250*20-5000
B.M = 5000 -5000
B.M = 0

الاختبار النهائي

Notes: Answer all questions. Use of calculator is allowed

Q1/ Prove the derivation of the following equations: (25D)

$$v = v_0 + a * t \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (1)$$

$$s = s_0 + v_0 t + \frac{1}{2} a t^2 \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (2)$$

$$v^2 = v_0^2 + 2a(s - s_0) \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (3)$$

Find the magnitude of the resultant force acting on the plate shown in the Fig. (1) /Q2/ and its direction, measured clockwise from the positive horizontal axis (x).. (25D)

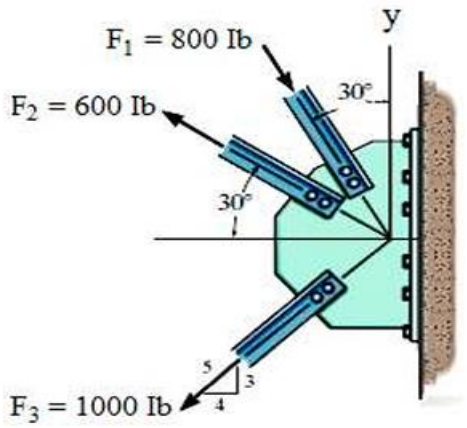


Fig. 1

A stone is thrown vertically upward from the ground with a velocity of 19.6 /Q3// m/sec.

1-Find the velocity of the stone after t= 1.5 sec from motion .

2-Find the time which stone needs to reach the highest elevation.

3-Find the time which the stone needs to reach the height of 18.37m. (25D)

Determine Completely the resultant of Concurrent forces system shown in Fig (2) . /Q4//
(25D)

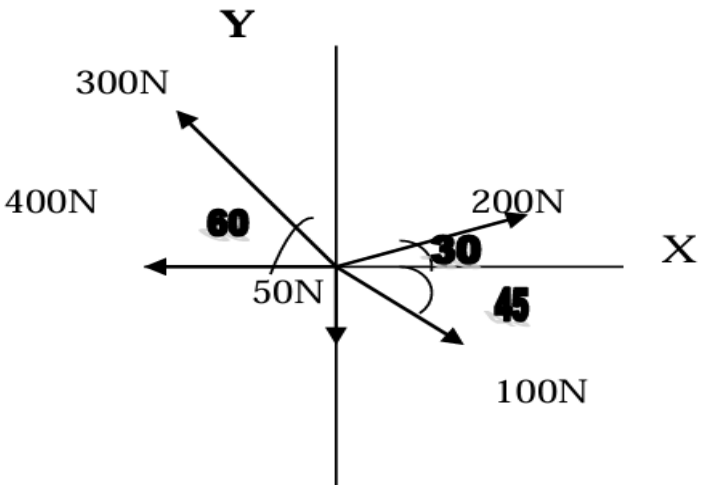


Fig. 2

I wish you success and good luck