وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
الجامعة التقنية الشمالية
المعهد التقني الدور

الحقيبة التعليمية

القسم العلمي: قسم التقنيات الميكانيكية

اسم المقرر: ميكانيك علم السكون

المرحلة / المستوى: الاول

الفصل الدراسي: الاول

السنة الدراسية:2025-2026

معلومات عامة

اسم المقرر:	**ميكانيك علم السكون**
القسم:	التقنيات الميكانيكية
الكلية:	المعهد التقني الدور
المرحلة / المستوى	الاول
الفصل الدراسي:	الاول
عدد الساعات الاسبوعية:	نظري 2 عملي 2
عدد الوحدات الدراسية:	4
الرمز:	METP120
نوع المادة	نظري عملي كلهما *
هل يتوفر نظير للمقرر في الاقسام الاخرى	كلا
اسم المقرر النظير	-
القسم	-
رمز المقرر النظير	-

معلومات تدريسي المادة

اسم مدرس (مدرسي) المقرر:	نور عبداللطيف عزت
اللقب العلمي:	**مدرس مساعد**
سنة الحصول على اللقب	2023
الشهادة :	**ماجستير**
سنة الحصول على الشهادة	**2020**
عدد سنوات الخبرة (تدريس)	**3 سنوات**

الوصف العام للمقرر

ميكانيك علم السكون هي فرع من الفيزياء يدرس حالات الأجسام التي تكون في حالة سكون، أي بدون حركة أو بدون تغير في حالتها الحركية. يتناول هذا العلم دراسة القوى والتوازنات التي تؤثر على الأجسام والمنظومات الميكانيكية في ظروف الثبات. يهدف درس ميكانيك علم السكون إلى فهم كيفية تحليل وتفسير قوى الطبيعة التي تؤثر على الأجسام دون أن تسبب لها حركة، بالإضافة إلى دراسة التوازنات وشروط الثبات والتوازن للأجسام في أنواعها المختلفة.

الاهداف العامة

- سيتمكن الطالب من فهم التوازنات والقوى
- سيتعلم الطالب تطبيق القوانين الفيزيائية
- يتعلم الطالب كيفية تحليل الهياكل والمنظومات الميكانيكية
- تمكن الطالب من تطبيق الرياضيات في الفيزياء

الأهداف الخاصة

- فهم شروط التوازن
- تحليل القوى الداخلية والخارجية
- تحليل البنى والمنظومات المعقدة
- استخدام القوانين الفيزيائية مثل استخدام قوانين نيوتن للحركة

أمثلة الأهداف التعليمية .

تعليم الطلاب الأسس والمفاهيم الأساسية في ميكانيك علم السكون، مثل التوازنات، والقوى، والتحليل الفيزيائي للأنظمة الثابتة و تنمية قدرة الطلاب على تحليل وتصميم الهياكل الميكانيكية الثابتة باستخدام المعرفة المكتسبة في ميكانيك علم السكون.

الأهداف السلوكية او نواتج التعلم

- ان يتعلم الطالب تطبيق مفاهيم ميكانيك علم السكون، مثل القوى والتوازنات، في حل مشاكل ومسائل ميكانيكية مختلفة.
- ان يستطيع الطالب المشاركة بفعالية في التجارب العملية لفهم التطبيقات العملية لمفاهيم ميكانيك علم السكون وتأثيرها على الأجسام.
- **أمثلة أهداف تدريسية:**

بعد الانتهاء من الدرس (المحاضرة) سيكون الطالب قادرا على ان:

- تحليل الهياكل الميكانيكية والأنظمة لضمان استقرارها وكفاءتها، وفهم تأثير القوى والتوازنات على تصميم الأجسام.

- تطوير معرفتهم ومهاراتهم في ميكانيك علم السكون، مما يؤهلهم لمواجهة التحديات الهندسية في مجالات متعددة بفعالية وكفاءة.
- تطبيق القوانين الفيزيائية التي تحكم التوازنات والقوى التي تؤثر على الأجسام الثابتة، مما يتيح لهم فهمًا عميقًا لمبادئ ميكانيك علم السكون.

المتطلبات السابقة

- ان يكون الطالب له معرفة بالقوانين الفيزيائية البسيطة وكيفية تحليل الاجسام المائلة.

الأهداف السلوكية او مخرجات التعليم الأساسية		
ت	تفصيل الهدف السلوكي او مخرج التعليم	آلية التقييم
1	القدرة على تحليل القوى والتوازنات	• **المحاضرات .** • **التجارب العملية** • **الواجبات الفردية والمشاركة .** • **الاختبارات.**
2	القدرة على تطبيق المفاهيم الفيزيائية	• **المحاضرات .** • **التجارب العملية** • **الواجبات الفردية والمشاركة .** • **الاختبارات.**
3	المشاركة الفعالة في التجارب العملية	• **المحاضرات .** • **التجارب العملية** • **الواجبات الفردية والمشاركة .** • **الاختبارات.**

4	التفكير النقدي والتحليلي	• **المحاضرات .** • **التجارب العملية** • **الواجبات الفردية والمشاركة .** • **الاختبارات.**

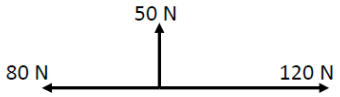
أساليب التدريس (حدد مجموعة متنوعة من أساليب التدريس لتناسب احتياجات الطلاب ومحتوى المقرر)

الاسلوب او الطريقة	مبررات الاختيار
1. **المحاضرات النظرية والعملية**	تهدف إلى تعليم الطالب كيفية التحليل والتعامل مع المسائل
2. **العصف الذهني**	اسلوب يهدف إلى توليد أفكار جديدة وحلول مبتكرة للمشاكل أو التحديات المطروحة
3. **التفكير الناقد**	تهدف إلى تقييم وتحليل الأفكار والمعلومات بشكل منطقي ومنظم
4. **التواصل اللغوي**	للتأثير على الآخرين وإقناعهم بالآراء أو الفكر الذي يتم تبادله، مما يساهم في بناء القناعات والاتفاقات.
5. **المناقشة والحوار**	تهدف كلاهما إلى تبادل الآراء والأفكار بين الأفراد ومناقشة المواضيع المختلفة

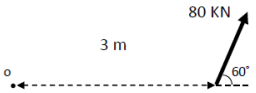
الفصل الاول من المحتوى العلمي							
عنوان الفصل	الوقت						
التوزيع الزمني	النظري	العملي	العنوان الرئيسي	العنوان الفرعي	طريقة التدريس	التقنيات	طرق القياس
الأسبوع الأول	2	2	**Fundamental Concepts**	-	محاضرة	عرض تقديمي، شرح، أسئلة وأجوبة، مناقشة	عرض الامثلة والمناقشة وملاحظة مستوى الطلبة
الأسبوع الثاني	2	2	**Analysis of Forces**	-	محاضرة	عرض تقديمي، شرح، أسئلة وأجوبة، مناقشة	عرض الامثلة والمناقشة وملاحظة مستوى الطلبة
الاسبوع الثالث	2	2	**Moment of a Force**	-	محاضرة	عرض تقديمي، شرح، أسئلة وأجوبة، مناقشة	عرض الامثلة والمناقشة وملاحظة مستوى الطلبة
الأسبوع الرابع والخامس	2	2	**Couple**	-	محاضرة	عرض تقديمي، شرح، أسئلة وأجوبة، مناقشة	عرض الامثلة والمناقشة وملاحظة مستوى الطلبة

اختبار نهاية الفصل:

Q1: find the magnitude and direction of resultant for the forces shown?



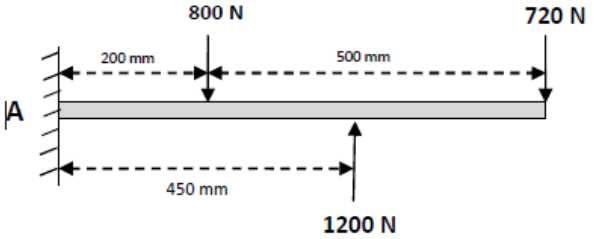
Q2: Find the moment of the force **F** about the point (o) as shown in the following figure?



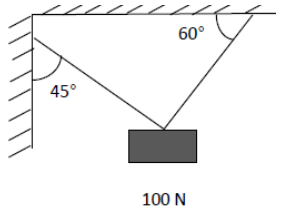
الفصل الثاني							
					الوقت		عنوان الفصل
طرق القياس	التقنيات	طريقة التدريس	العنوان الفرعي	العنوان الرئيسي	العملي	النظري	التوزيع الزمني
عرض الامثلة والمناقشة وملاحظة مستوى الطلبة	عرض تقديمي، شرح، أسئلة وأجوبة، مناقشة	محاضرة	-	**Resultant of Non-Collinear Coplanar Forces**	2	2	الأسبوع السادس
عرض الامثلة والمناقشة وملاحظة مستوى الطلبة	عرض تقديمي، شرح، أسئلة وأجوبة، مناقشة	محاضرة	-	**Equilibrium**	2	2	الأسبوع السابع والثامن

اختبار نهاية الفصل:

Q1: Reduce the given loading system to a force-couple system at point A, then determine the distance d to the right of point A at which the resultant of the three forces act?



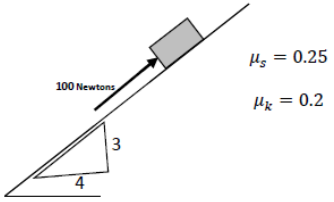
Q2: A body of weight 100 N is hanging by two cables as shown in figure. Calculate the tension in each cable if forces is in equilibrium?



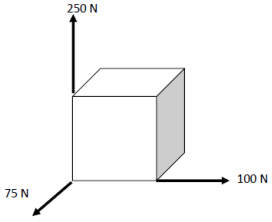
الفصل الثالث							
عنوان الفصل	الوقت						
التوزيع الزمني	نظري	عملي	العنوان الرئيسي	العنوان الفرعي	طريقة التدريس	التقنيات	طرق القياس
الأسبوع التاسع والعاشر	2	2	**Friction**	**Friction on Horizontal surface** **Friction on Incline Surface**	محاضرة	عرض تقديمي، شرح، أسئلة وأجوبة، مناقشة	عرض الامثلة والمناقشة وملاحظة مستوى الطلبة
الأسبوع الحادي عشر	2	2	**Resultant of Forces in 3-Dimentions**	-	محاضرة	عرض تقديمي، شرح، أسئلة وأجوبة، مناقشة	عرض الامثلة والمناقشة وملاحظة مستوى الطلبة

اختبار نهاية الفصل:

Q1: If the force 100 Newtons acts as shown on the 300 N body. Make a conclusion if the body is in equilibrium or not and find the friction force?



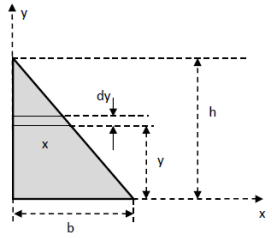
Q2: compute the resultant Rxyz of the three forces shown?



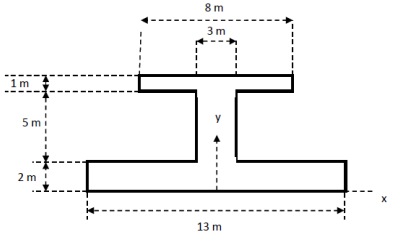
الفصل الرابع (من المحتوى العلمي)						
عنوان الفصل	الوقت					
التوزيع الزمني	نظري	عملي	العنوان الرئيسي	العنوان الفرعي	طريقة التدريس	التقنيات	طرق القياس
الأسبوع والثاني عشر والثالث عشر	2		**Center of Mass and Centroid**	**Determining the center of gravity** **Centroid of Composite Area**	محاضرة	عرض تقديمي، شرح، أسئلة وأجوبة، مناقشة	عرض الامثلة والمناقشة وملاحظة مستوى الطلبة
الأسبوع الرابع عشر والخامس عشر	2	2	**Moment of Inertia (Second moment of area of regular sections)**	-	محاضرة	عرض تقديمي، شرح، أسئلة وأجوبة، مناقشة	عرض الامثلة والمناقشة وملاحظة مستوى الطلبة

اختبار نهاية الفصل:

Q1: Determine the distance from the base of a triangle of altitude h to the centroid of its area?



Q2: Locate the centroid of the figure shown?(determine the height above the base of the centroid of the cross-sectional area of the beam. Neglect the fillets ?



المحتوى العلمي

1. Mechanics: is the physical science which deals with the effects of forces on objects.

1.1 Statics : It is the science which study the effect and distribution of forces on rigid bodies which are remain of rest.

علم السكون : وهو أحد أقسام علم الميكانيك ويقوم على دراسة توازن الاجسام تحت تأثير القوى المطبقة عليها.

1.2 Fundamental Concepts:

1.2.1 Force : is the action of one body on another.

القوة : هي تأثير جسم في آخر ، وتعمل القوة على تحريك أي جسم في إتجاه عملها ، والقوة كمية ذات إتجاه كما سيأتي فيما بعد.

1.2.2 Scalars: scalar quantities are those with which only a magnitude is associated. Examples of scalar quantities are time, volume, density and mass.

الكميات الغير متجهة : وهي الكميات التي تعرف من مقاديرها فقط مثل الزمن ،الحجم ، الكثافة ,الطاقة .....الخ.

1.2.3 Vectors: vector quantities have magnitude and direction. Example of vector quantities are velocity , acceleration, force and moment.

الكميات المتجهة :هي الكميات التي لها مقدار وإتجاه وتخضع لقانون متوازي الاضلاع (كما سيأتي لاحقاً) مثل الازاحة ، السرعة ، التعجيل ، القوة ، العزم .....الخ .

1.2.4 Units : we use SI units (System International Units) which use four fundamental quantities (length, mass, time and force) as below :

Length	meter (m)	الطول
Mass	Kilogram (Kg)	الكتلة
Time	second (s)	الوقت
Force	Newton (N)	القوة

$$N = \frac{Kg.m}{s^2}$$

1.3 Force Polygon

1.3.1 Addition of Vectors Quantities

Figure (1)

1.3.2 Parallelogram Law (Theory):

$$\vec{\mathbf{R}}_1 = \vec{\mathbf{A}} + \vec{\mathbf{B}}$$

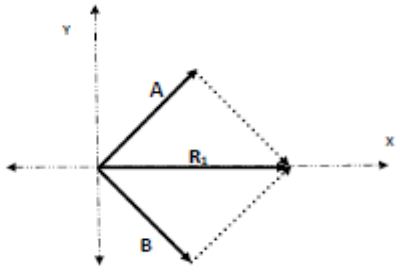


Figure (2)

1.3.3 Triangle Law (theory):

$$\vec{\mathbf{R}}_1 = \vec{\mathbf{A}} + \vec{\mathbf{B}}$$

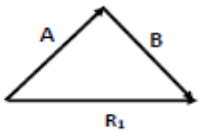


Figure (3)

1.3.3 Force Polygon for multi forces

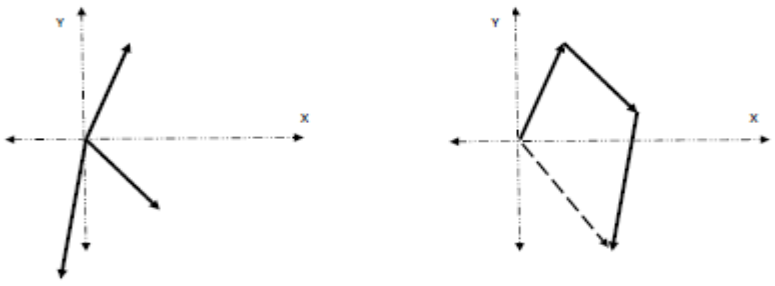


Figure (4)

2. Analysis of Forces تحليل القوى

Analysis of forces into a pair of perpendicular components is very important subject to be studied in order to have a full knowledge about the effect and distribution of forces on rigid bodies which are remaining of rest.

Analysis of forces into a pair of perpendicular components as shown in figure (5):

F_x: The component of F for the x- axis fx المركبة الافقية

F_y: The component of F for the y-axis fy المركبة العمودية

$$\sin\theta = \frac{F_y}{F}$$

$$\cos\theta = \frac{F_x}{F}$$

Or

$$F_y = F \sin\theta$$

And

$$F_x = F \cos\theta$$

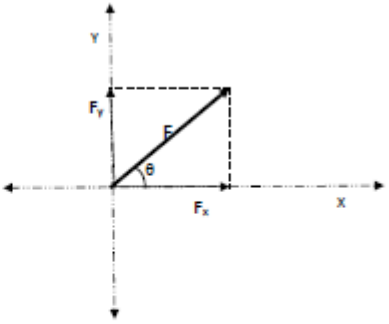


Figure (5)

3. Resultant of Concurrent Forces:

$$R_x = \sum F_x$$

$$R_y = \sum F_y$$

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

$$\theta = \tan^{-1}\frac{R_y}{R_x}$$

4. Moment of a Force

Moment is a rotational tendency when a force tend to rotate a body about an axis.

Moment of force defined as the product of the magnitude of the force by the perpendicular distance (arm) from the point to the action line of the force Figure (6).

$$M = F.d$$

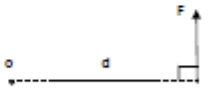


Figure (6)

The moment is a vector M perpendicular to the plane of the body. To identify the direction of the moment we use the right hind rule (قاعدة اليد اليمنى). The basic unit of moment in SI units are Newton •meters (N.m).

We can use plus sign (+) for clockwise moment and minus sign (-) for counterclockwise moment or vice versa.

يمكننا أن نستخدم إشارة (+) للعزم باتجاه عقارب الساعة والاشارة (-) للعزم باتجاه عكس عقارب الساعة والعكس بالعكس.

Figure (7)

Varignon's Theorem: **نظرية فارغنون**

The moment of a force is equal to the moment sum of its components.

عزم قوة ما حول نقطة ما يساوي مجموع عزوم مركبات تلك القوة حول نفس النقطة.

Figure (8)

From figure (8) we can write:

$$M_o = F\cos(\theta) \cdot (y) + (-F\sin(\theta) \cdot (x))$$

5. Couple: A couple is the moment produced by two equal, opposite and non-collinear forces. It produce only a tendency of rotation. The combined moment of the two forces about an axis normal to their plane and passing through any point such as o (Figure (9)) in their plane in the couple M. This couple has a magnitude:-

$$M = F(a + d) - Fa$$

$$M = Fa + Fd - Fa$$

$$M = Fd$$

The direction in this case is clockwise

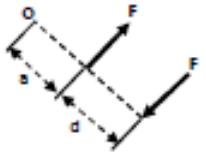


Figure (9)

Equivalent Couples: Changing the value of F and d dose not change a given couple as long as the product Fd remains the same. Likwise a couple is not affected if the forces act in a different but parallel plane. The figure below shows four different configuration of the same couple M

لا يتغير عزم الازدواج مادام مقدار واتجاه المتجه ثابتا . أي ان عزم ازدواج معين لا يتغير بتغير قيم F و d ما بقي حاصل ضربهما نفسه وكذلك لا يتغير عزم الازدواج بتغيير مستوى القوى عندما يكون المستوى الجديد موازيا للمستوى الاصلي والشكل ادناه يمثل رسومات مختلفة لنفس عزم الازدواج M وفي كل حالة من الحالات الأربعة فإن عزم الازدواج موصوف بمتجه حر مماثل يمثل نفس الميل قابل لتدوير الأجسام في الاتجاهات الموضحة

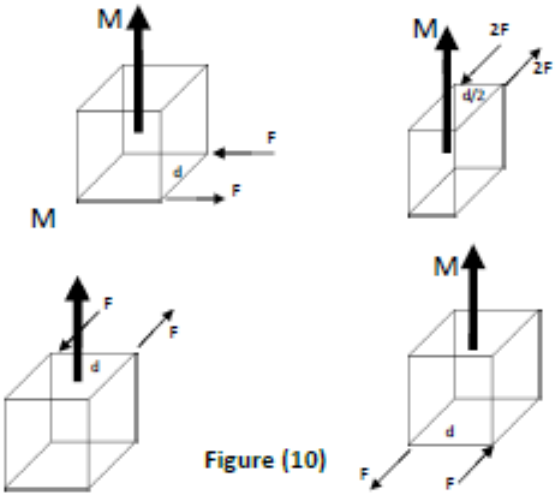


Figure (10)

6. Force – Couple System

The figure below (Figure (11)) illustrates the replacement of a force by a force and a couple.

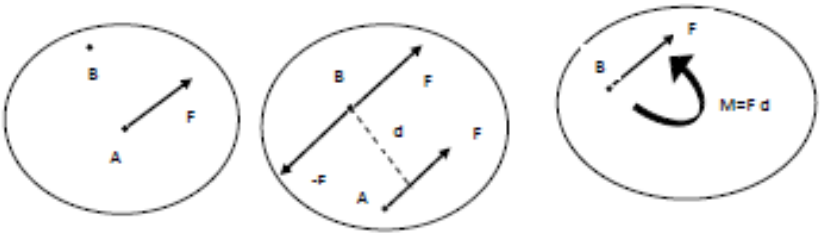


Figure (11)

The transfer is seen in the middle figure, where the equal and opposite forces F and –F are added at point B without introducing any net external effects on the body. Now we can see a counterclockwise couple M= f d as shown. We can combine a given couple and a force to reverse the above process as in the example below:

7. Resultant of Non-Collinear Coplanar Forces

إيجاد محصلة عدة قوى مستوية غير متلاقية

$$R_x = \sum F_x$$

$$R_y = \sum F_y$$

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

$$\theta = \tan^{-1}\frac{R_y}{R_x}$$

$$R\,d = \sum M_o$$

8. Equilibrium

When a body is in Equilibrium, the resultant of all forces acting on it is zero. Thus, the resultant force R and the resultant moment M are both zero, and we have the Equilibrium equations:

$$\mathbf{R} = \sum \mathbf{F} = \mathbf{0} \qquad \mathbf{M} = \sum \mathbf{M} = \mathbf{0}$$

$$\sum F_x = 0 \qquad \sum F_y = 0 \qquad \sum M_o = o$$

يكون الجسم في حالة توازن عندما تساوي محصلة جميع القوى المؤثرة عليه الصفر ومحصلة العزم مساويا للصفر.

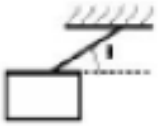
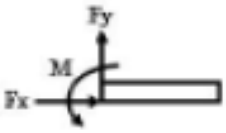
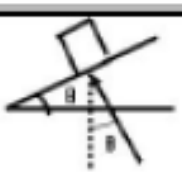
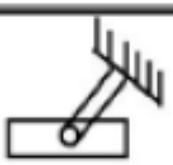
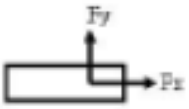
Note:-

The free body diagram is the most important step in the solution of equilibrium problems in mechanics by isolating the system by drawing a diagram which represents its external boundary and identifying all forces which act on the system (isolated) as applied by the removed contacting bodies and represent them in their proper positions on the diagram of the isolated system. Include body forces such as weights, where appreciable. Each unknown force should be represented by a vector arrow with the unknown magnitude or direction indicated by symbol. Finally we choose the coordinate axes directly on the diagram.

بناء مخطط الجسم الحر هو أهم خطوة في حل مسائل علم الميكانيك وذلك بعزل الجسم بواسطة مخطط يمثل جميع حدوده الخارجية ثم نضع جميع القوى المؤثرة على الجسم المعزول في المواضع المناسبة على الرسم (المخطط) والقوى الناتجة من الأجسام المتلامسة مع الجسم والتي أصبحت غير موجودة الآن. ولا ننسى وضع قوى للأوزان ذات القيمة. وأخيرا نختار الإحداثيات .

The following table shows how to represent the act of many types of contact upon the F.B.D:

Table (1): F.B.D for many types of contacts

The name of the body	The effect of the body	The free body diagram
Erath		
Flexible cables and ropes		
Cantilever beam		
Smooth surface		
Rollers , balls , cylinders		
Smooth pins		

9. Friction

Friction is the tangential forces generated between contacting surfaces.

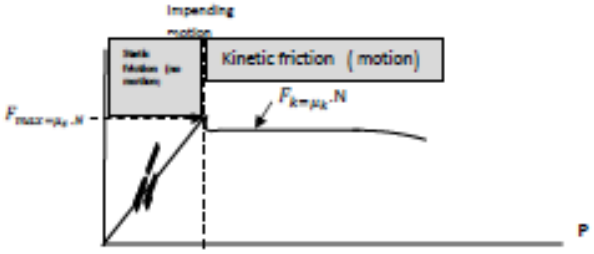


Figure (12)

9.1 Static Friction:- the region in the fig. above up to point of slippage or impending motion is called the range of static friction, and in this range the value of static friction force is determined by the equation of equilibrium. This friction force may have any value from zero up to and including the maximum value which proportional to the normal force N. thus we may write:-

$$F_{max} = \mu_s N$$

where μ_s is the proportionality constant, called the coefficient of static friction. (μ_s = معامل الاحتكاك السكوني)

Be aware that the last equation describes only the limiting or maximum value of the static friction force and not any lesser value, thus the equation applies only to where motion is impending (وشيك) with the friction force at its peak value. For a condition of static equilibrium where motion is not impending, the static friction force is $F < \mu_s N$

9.2 Kinetic Friction:- After slippage occurs, a condition of kinetic friction accompanies the ensuing motion. Kinetic friction force is usually somewhat less than the maximum static friction force. The kinetic friction force is also proportional to the normal force, thus

$$F_k = \mu_k N$$

Where μ_k is the coefficient of kinetic friction. Also we can write

$\mu_k < \mu_s$

9.3 Friction on Horizontal surface

$F_s = R \sin \emptyset$

$\tan \emptyset = \frac{F_s}{N}$

$\mu_s = \frac{F_s}{N} = \tan \emptyset$

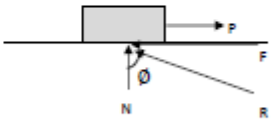
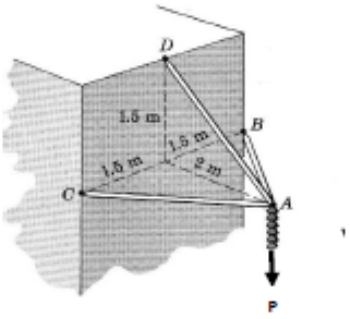


figure 13

(μ_s =معامل الاحتكاك السكوني) (F_s = قوة الاحتكاك السكوني) (N= القوة العمودية على السطحين المتلامسين)

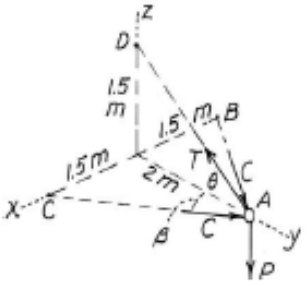
10 Resultant of Forces in 3-Dimentions

Ex: A high-voltage power line is suspended as shown. If P=1.553 KN calculate the tension T in link AD and the compression C in links AB and AC ?



$$\overline{AC} = \overline{AD} = \sqrt{2^2 + (1.5)^2}$$

$$= 2.5\,m$$



$$\Sigma F_z = 0: \quad T\sin\theta - 1.553 = 0$$

$$T = \frac{1.553}{1.5/2.5}, \quad \boxed{T = 2.59\ kN}$$

$$\Sigma F_y = 0: \quad 2C\cos\beta - 2.59\cos\theta = 0$$

$$C = \frac{2.59(2/2.5)}{2(2/2.5)}, \quad \boxed{C = 1.29\ kN}$$

11- Center of Mass and Centroid

11.1 Determining the center of gravity

To determine mathematically the location of the center of gravity of any body, we apply the principle of moments to the parallel system of gravitational forces. The moment of the resultant gravitational forces W about any axis equals the sum of the moments about the same axis of the gravitational forces dw acting on all particles treated as infinitesimal elements of the body.

$$W = \int dw$$

If we apply the moment principle about the y axis for example the moment about this axis of the elemental weight is X.dw and the sum of these moment for all elements of the body is $\int xdw$. this sum of moments must equal WX_c, the momnt of the sum thus:

$$X_c W = \int xdw$$

With similar expressions for the other two components, we may express the coordinates of the center of gravity G as:

$$X_c = \frac{\int xdw}{W}, \qquad y_c = \frac{\int ydw}{W}$$

With the substitution of W=mg and dw=gdm , the expressions for the coordinates of the center of gravity become:

$$X_c = \frac{\int xdm}{m}, \qquad Y_c = \frac{\int ydm}{m}$$

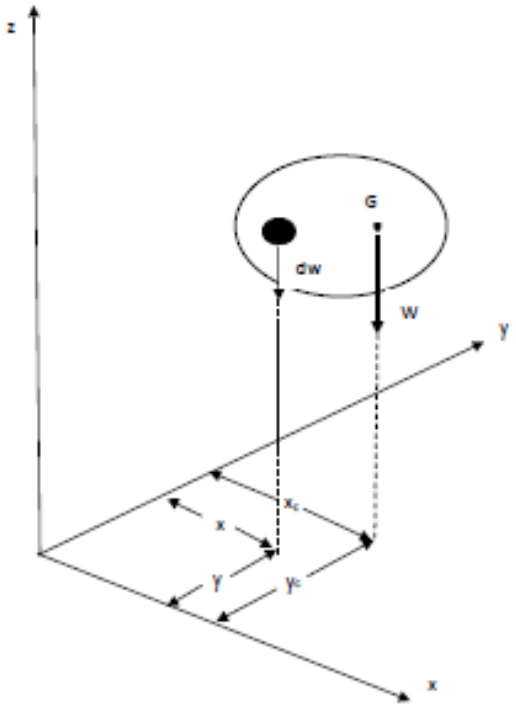


Figure 15

The density ρ of a body is its mass per unit volume. Thus, the mass of a differential element of volume dv becomes $dm = \rho dv$

$$X_c = \frac{\int x\rho dv}{\int \rho dv}, \qquad y_c = \frac{\int y\rho dv}{\int \rho dv}$$

If ρ is constant throughout the body then

$$X_c = \frac{\int x dv}{\int dv}, \qquad y_c = \frac{\int y dv}{\int dv}$$

When a body of density ρ has a small but constant thickness t, we can model it as a surface area A, the mass of an element becomes $dm = \rho t dA$.

Again, if ρ and t are constant over the entire area, the coordinates of he center of mass of the body also become the coordinates of the centroid c of the surface area:-

$$X_c = \frac{\int x dA}{A} , \qquad Y_c = \frac{\int y dA}{A}$$

For a slender rod or wire of length L, the body approximates a line segment and $dm = \rho A dL$. If ρ and A are constant over the length of the rod, the coordinates of the center of mass also become the coordinates of the centroid of the line segment:-

$$X_c = \frac{\int x dL}{L} , \qquad Y_c = \frac{\int y dL}{L}$$

11.2 Centroid of Composite Area

When a body or figure can be conveniently divided into several parts whose mass centers are easily determined, we use the principle of moments and treat each part as a finite element of the whole.

$$X_c = \frac{\Sigma A X_c}{\Sigma A} , \qquad Y_c = \frac{\Sigma A y_c}{\Sigma A}$$

12- Moment of Inertia (Second moment of area of regular sections)

عزم القصور الذاتي للمساحة أو العزم الثاني للمساحة

The second moment of area, also known as "moment of inertia of plane area", "area moment of inertia", or "second area moment", is a geometrical property of an area which reflects how its points are distributed with regards to an arbitrary axis.

ان عزم القصور الذاتي للمساحة هو خاصية رياضية بحتة للمساحة وليس له أي معنى فيزيائي ، وهو مقياس لتوزيع عناصر المساحة داخل مساحة مستوية.

The procedure to determine the second moment of area of regular sections about a given axis is (i) to find the second moment of area of a typical element and (ii) to sum all such second moments of area by integrating between appropriate limits.

ان عزم القصور الذاتي لشريحة من المساحة مثل dA الموضحة في الشكل16 نسبة الى اى محور يعرف بأنه حاصل ضرب مساحة الشريحة x مربع البعد عن ذلك المحور.

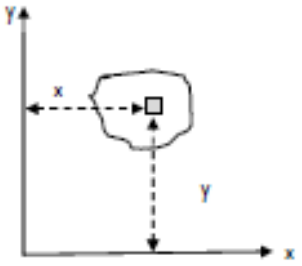


Figure 16

$$dI_y = x^2 dA$$

حيث dI_y يمثل عزم القصور الذاتي للمساحة dA نسبة الى محور y وان مجموع عزوم الشرائح المكونة للمساحة يعرف بأنه عزم القصور الذاتي للمساحة.

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

وبنفس الطريقة يمكن استنتاج عزم القصور الذاتي للمساحة حول محور x

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

Second moments of areas are usually denoted by I and have units of mm4, cm4, and so on.

ويكون عزم القصور الذاتي ذا قيمة موجبة دائما وذلك لان المساحات موجبة وان مربع البعد كمية موجبة أيضا.

خارطة القياس المعتمدة

المحتوى التعليمي	عناوين الفصول	الأهمية النسبية	الأهداف السلوكية					عدد الفقرات
			المعرفة	الفهم	التطبيق	التحليل	التقييم	
الفصل الاول	Analysis of Forces	**%100**	**%35**	**%25**	**%10**	**%10**	**%20**	5
الفصل الثاني	Equilibrium	**%100**	**%35**	**%25**	**%10**	**%10**	**%20**	5
الفصل الثالث	Friction	**%100**	**%35**	**%25**	**%10**	**%10**	**%20**	5
الفصل الرابع	Center of Mass and Centroid	**%100**	**%35**	**%25**	**%10**	**%10**	**%20**	5