وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
الجامعة التقنية الشمالية
المعهد التقني الدور

الحقيبة التعليمية

القسم العلمي: قسم التقنيات الميكانيكية

اسم المقرر: ميكانيك علم الحركة

المرحلة / المستوى: الاول

الفصل الدراسي: الثاني

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	**Dynamics**	-	محاضرة	عرض تقديمي، شرح، أسئلة وأجوبة، مناقشة	عرض الامثلة والمناقشة وملاحظة مستوى الطلبة
الأسبوع الثاني والثالث	2	2	**Kinds of Motion**	-	محاضرة	عرض تقديمي، شرح، أسئلة وأجوبة، مناقشة	عرض الامثلة والمناقشة وملاحظة مستوى الطلبة
الاسبوع الرابع والخامس	2	2	**Newton's Second Law**	-	محاضرة	عرض تقديمي، شرح، أسئلة وأجوبة، مناقشة	عرض الامثلة والمناقشة وملاحظة مستوى الطلبة

الفصل الثاني							
عنوان الفصل	الوقت						
التوزيع الزمني	النظري	العملي	العنوان الرئيسي	العنوان الفرعي	طريقة التدريس	التقنيات	طرق القياس
الأسبوع السادس	2	2	**Work**	-	محاضرة	عرض تقديمي، شرح، أسئلة وأجوبة، مناقشة	عرض الامثلة والمناقشة وملاحظة مستوى الطلبة
الأسبوع السابع	2	2	**Power**	-	محاضرة	عرض تقديمي، شرح، أسئلة وأجوبة، مناقشة	عرض الامثلة والمناقشة وملاحظة مستوى الطلبة
الاسبوع الثامن	2	2	**Energy**	-	محاضرة	عرض تقديمي، شرح، أسئلة وأجوبة، مناقشة	عرض الامثلة والمناقشة وملاحظة مستوى الطلبة

الفصل الثالث							
عنوان الفصل	الوقت						
التوزيع الزمني	نظري	عملي	العنوان الرئيسي	العنوان الفرعي	طريقة التدريس	التقنيات	طرق القياس
الأسبوع التاسع والعاشر	2	2	**Strength of Materials**	-	محاضرة	عرض تقديمي، شرح، أسئلة وأجوبة، مناقشة	عرض الامثلة والمناقشة وملاحظة مستوى الطلبة
الأسبوع الحادي عشر	2	2	**Normal stress due to an axial load on Uniform Cross section area**	-	محاضرة	عرض تقديمي، شرح، أسئلة وأجوبة، مناقشة	عرض الامثلة والمناقشة وملاحظة مستوى الطلبة

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		**Similarity Principle**	-	محاضرة	عرض تقديمي، شرح، أسئلة وأجوبة، مناقشة	عرض الامثلة والمناقشة وملاحظة مستوى الطلبة
الأسبوع الرابع عشر والخامس عشر	2	2	**Shear Stress**	-	محاضرة	عرض تقديمي، شرح، أسئلة وأجوبة، مناقشة	عرض الامثلة والمناقشة وملاحظة مستوى الطلبة

المحتوى العلمي

Dynamics

Dynamics: is the branch of mechanics which deals with the study of bodies in motion. It is divided into two parts:

1- Kinematics: is the study of motion of a body without any reference to force system acting on it.

2- Kinetics: is the study of relationship between motion and the forces causing it.

13.1 Motion

الاول الجسم لموضع مرجعا يعد آخر جسم الى بالنسبة الجسم موضع في المستمر التغير بأنها الحركة تعرف

In physics, **motion** is a change in position of an object with respect to time and its reference point. Motion is typically described in terms of velocity, acceleration, displacement, and time. Motion is observed by attaching a frame of reference to a body and measuring its change in position relative to another reference frame.

The following are the terms that should be studied before dealing with motion : **13.2 Rest** : When the body does not change its position with respect to the surroundings, the body is said to be at rest. **Example:** A person, sitting inside a moving bus, is at rest with respect to the person sitting next to him as he is not changing his position. Motion: When the body changes its position with respect to the surroundings, the body is said to be in motion. **Example:** Considering Sun as reference point, planets change its position, so, planets are in motion.

45

13.3 Kinds of Motion

1- Translational motion الجسم على المثبتة المحاور تبقى عندما وهي الانتقالية الحركة ة كاف الحركة تلك مواقع في بينها فيما متوازية .

which divides into **rectilinear** motion(مستقيم خط على الحركة) and **curvilinear** motion(منحني مسار على الحركة).

2- **Rotational Motion** بمحور متحدة دوائر الجسم جسيمات مسارات تكون عندما وهي دورانها محور حول بكاملها الكهربائية المروحة كحركة الدوران محور يدعى واحد .

ملاحظة : السيار عجلة حركة مثل دورانية وحركة انتقالية حركة من مركبة الحركة تكون قد ة

مسيرها أثناء في

13.4 Distance and Displacement

In Physics, we have to be able to describe the motion (or in simple words, movement) of the objects where object might be as small as an ant or as big as an Plane. One of the important way to describe the motion is "how far the object moved?". This parameter can be described by either of these two -

1. Distance مسافة

2. Displacement إزاحة

So, what is distance and what is displacement? Distance is the length of the path covered in the motion of an object while Displacement is the length of the straight line between the initial position of the object before movement (or motion) and final position of the object after movement with the direction. **Simple Definition**

Distance :- is the total length of path traversed by the moving body without worrying about direction. **Displacement** :- is the line segment with direction between initial and final position of a moving body .So, distance is a scalar (only magnitude

46

but no direction), on the other hand, displacement is vector (magnitude with direction). So, displacement has a direction but which direction? Easy.. direction will be mentioned with the answer.

Like in figure 18, movement happened from A to C through B (A to B and then B to C). In this case, Distance is be 7 meters (length of the path covered = sum of length AB and length of BC). Although, displacement is 5 meters in the direction of AC (Length of line segment between initial position, A and final position, C = Length of the line segment AC).

13.5 Rectilinear motion الحركة المستقيمة with constant acceleration:

Velocity (V): The time rate of change of position.

$V = ds / dt$

Acceleration (a): The time rate of change of velocity.

$a = dv / dt$

$V_2 = V_1 + a\ t$ .....(1)

$S = V_1\ t + (1/2)\ a\ t_2$.....(2)

$V_{22} = v_{12} + 2aS$ .....(3)

Ex 19: A train قطار is moving from rest من السكون in station (A) in a uniform acceleration تعجيل منتظم and a straight line and reaches station (B) in 72 Km/h which has a distance مسافة of 2 km from (A) . Then the train continue in this velocity and reaches station (D) after 0.5h from its initial movement .Then the driver used the brake to stop in station (E)after 35 minutes from its initial movement Find:

Figure 18 Distance and Displacement

47

1- Acceleration and the time of the train from (A) to (B)?

2- Distance between (B) and(D)?

3- Acceleration and distance between (D) and(E)?

4- Mean velocity of the train between (A) and (E)?

Sol:

72Km/h =72*1000/3600 =20 m/s , 2Km =2000 m , 0.5h=(1/2)h=1800 sec

From A to B V1=0, V2=20m/s , S=2000m

$V_2^2 = v_1^2 + 2aS$ $(20)^2=0+2*a*2000$ $a=0.1$ m/s^2

$V_2 = V_1 + a\ t$ $20=0+0.1*t$ $t=200$ sec

From B to D t_{BD}= 1800 sec - 200 sec=1600 sec

V=s/t s=vt= 20*1600 s_{BD}=32000 m

From D to E 35 min.=35*60=2100 sec. t_{ED}=2100-1800=300 sec.

$V_2 = V_1 + a\ t$ $0=20+a*300$ $a=-1/15$ m/s^2 السالب تعني تباط ؤ

$V_2^2 = v_1^2 + 2aS$ $0=(20)^2+2(-1/15)*s$ $s=3000$ m

Mean Velocity=$(s_1+s_2+s_3)/t_{total}$ =(2000+32000+3000)/(35*60)=17.62m/s

Problems

21. A body dropped (أسقط) from a top of tower(قمة برج) of 100m height(ارتفا ع

) and at the same time another body thrown(قذف) vertically from the bottom of the tower(أسفل البرج) to collide (اصطدم)with the first body at a 34m height find the first velocity of the second body (thrown body)

22. A ball is thrown up with initial velocity 19.6 m/s2 find.

1- The velocity after (1.5) s?

2- The time spent to reach the maximum height.?

3- The maximum height.?

4- The time spent to reach (18.375) m height.?

48

13.6 Newton's Second Law

The acceleration of a particle is proportional to the resultant force acting on it and in the direction of this force.

القوة باتجاه ويكون عليه المؤثرة القوة محصلة مع الجسم تعجيل يتناسب .

ي الثان نيوتن لقانون الرياضية الصيغة

$\Sigma F = m\ a$

EX. 20: A body of 80 kg is placed on a plane surface. Find the force P required to give the body an acceleration equal to 2.5 m/s^2 if the kinetic coefficient of friction between the boy and the surface is 0.25 ?

Sol: $\Sigma F_x = m\ a$

P cos 30- F=80*2.5 $F = \mu_k N = 0.25 \times N$

P cos 30 -0.25 N=200 ----------(1)

$\Sigma F_y = 0$ **الشاقولي بالاتجاه يتحرك لا الجسم**

N – P sin 30 -785=0 N=P sin 30 +785 ----------(2) sub. In (1)

P= Newtons

49

13.7 Curvilinear Motion ي منحن مسار على الحركة

F o r curvilinear motion there are two components of acceleration:

1) Tangential acceleration (a_t): $a_t = dv/dt$
2) Normal acceleration (a_n): $a_n = v^2/r$
Where:
r = radius of the curve path.
V = Final velocity
Total acceleration (a): $a = \sqrt{a_t^2 + a_n^2}$

Notes:

1) In rectilinear motion: r = ∞
$a_n = v^2/r = zero$; a = a_t = dv/dt
2) In case of constant velocity:
a_t = dv/dt = zero ; a = $a_n = v^2/r$ =(constant)
3) In case of regular change of velocity:
a_t = constant dv/dt ; a_n = variable = v^2/r
$V_2 = V_1 + a\,t$ .....(1)
$S = V_1\,t + (1/2)\,a\,t^2$ .....(2)
$V_2^2 = v_1^2 + 2aS$ .....(3)

EX 21 : A train moves from the rest on a curve path (r = 81 m)represented in the following relation ($S = 4t^2 + 3t + 7$) find tangential acceleration, normal acceleration, and total acceleration after (3) seconds.?
Sol:
V = ds/dt = 8t + 3 = 8(3) + 3 = 27 m/s
a_t = dv/dt = 8 m/s^2
$a_n = V^2/r = (27)^2/81 = 729/81 = 9$ m/s^2
$a = \sqrt{a_t^2 + a_n^2} = \sqrt{8^2 + 9^2}$
a = 12 m/s^2
50

EX. 22: A point moves on a curvilinear path with equation ($S = t^3 + 5t$).the total acceleration is (8.39) m/s^2 when t = 0.66 seconds. Find the radius of the path?
Sol:
V = ds /dt = 3 t^2 + 5 = 3(0.66)^2 + 5 = 6.3 m/s
at = dv/dt = 6t = 6(0.66) = 3.96 m/s^2 $a = \sqrt{a_t^2 + a_n^2}$ $a_n^2 = a^2 - a_t^2 = 8.39^2 - 3.96^2$
a_n=7.4 m/s^2
$a_n = V^2/r$ $r = V^2/a_n$
r = (6.3)^2 /7.4 = 5.4 m

13.8 Rotational Motion

Figure 19

مثل الجسم في خط أي أخذنا لو أعلاه الشكل في ON فانه θ قدرها بزاوية يتحرك الوضع الى
الجديد ON' وان النقطة N تتحرك الجديد الموضع الى N' طوله بقوس S مقداره r θ حيث r
الازاحة بنفس تدور سوف فإنها الجسم من أخرى نقطة أي اختيار تم لو وهكذا ON هو الزاوية
θ محور عن بعدها باختلاف تختلف النقاط تلك تقطعها التي المسافات أن من بالرغم الدوران
طرديا معه وتتناسب .

S
N
N'
o
r
θ
51

$S=r\,\theta \;\; dS\,dt=r\,d\theta\,dt \;\; V=r\,\omega \;\; dV\,dt=r\,d\omega\,dt \;\; a_t=r\,\alpha \;\; a_n=V^2 r$
$a=\sqrt{a_t^2+a_n^2}$

when rotational motion at constant acceleration: $\omega_2=\omega_1+\alpha t$

$\omega_2^2=\omega_1^2+2\alpha\,\theta \;\; \theta=\omega_1 t+\frac{1}{2}\alpha\, t^2$

Ex 23: The right angle bar(الزاوية قائم ذراع) rotates clockwise with an angular velocity which is decreasing(تتناقص) at the rate(بمعدل) of 4 rad/(sec)2 find the velocity and acceleration of point A when ω =2 rad/sec?

A
ω
52

Sol: $V=r\,\omega=0.5\times 2=1 m/s \;\; a_t=r\,\alpha=0.5\times(-4)=-2 \; m/s^2$
$a_n=V^2 r=(r\,\omega)^2 r=r\,\omega^2=0.5\times 2^2=2 \; m/s^2$
$a=\sqrt{a_t^2+a_n^2}=\sqrt{(-2)^2+2^2}=\sqrt{8}=2.83 \; m/s^2$

Ex24 : The rotational velocity in revolution per second of a radial line on a rotating gear is given by : $\omega=-200+8\,t^2$ Calculate:

1- θ during the 3rd second after t=0 ?

2- The angular acceleration α of the disk when its angular velocity is momentarily zero?

Sol: 1- $\theta=\int\omega\,dt=\int(-200+8\,t^2)dt=149.3\,rev.\times 2\pi=937.8\,rad$

2-

When $\omega = 0$ $0 = -200 + 8t$ $t = 5\ sec$

$\alpha = 16t = 16 \times 5 = 80\ rad/s^2$

53

14. Work, Power and Energy

14.1 Work الشغل

work done by a force is the product of the force and the distance moved in the direction of the force by the point at which it acts.

W = F.S

W = F.S. $\cos\ \theta$

W = - R. S

W= m.g . h

W = - m.g . h

W= m.g. sin θ . s

W= 0

Unit of work: N. m (Joule) figure 20

ملاحظة الشغل من المقادير الغير اتجاهي ة

54

14.2 Power القدرة المعدل الزمني لانجاز الشغل

The time rate of the work done. It used to measure the efficiency of the machine which performs work.

Power (p) = work / time = w/t

The unit of power are: N.m/s = joule / s =[watt]

horsepower (hp). hp = 746 j/s

1 kw = 1.34 hp

1 hp = 0.746 kw

Power in any instant = F Δs/ Δt = F. V

14.3 Energy شغل انجاز على المقدرة(طاقة ال(

The ability of the force to perform a work or (the work which the body can be done). It has the same units of the work.(N.m, dyne.cm).

There are two types of energy:

A) Kinetic energy (K.E):

The energy gained by a body because of its motion.

K. E = 1/2 m V_2

Definition:

K.E = work done

K.E = F .S

The proof:

$v_2^2 = v_1^2 + 2a\,s$ (multiply this eq. by (1/2)m) $12m\,v_2^2 = 12m\,v_1^2 + 2a\,s\;12m$

$12m\,v_2^2 - 12m\,v_1^2 = m\,a\,s$

K.E = F .S

It has the same units of the work (N.m)

B) Potential Energy (P.E):

It s the energy gained by a body because of its position. P.E=m.g.h

Definition:

Δ K. E = Δ P . E

The proof:

Δ K.E = F .S

55

$12\,m\,(v_2^2 - v_1^2) = m\,g\,(h_1 - h_2)$

$12\,m\,v_2^2 + m\,g\,h_2 = 12\,m\,v_1^2 + m\,g\,h_1$

Σ (K . E + P . E) = Σ (K . E + P . E)

Notes:

1- A body thrown up:

K . E in the time when it is thrown**= sum of P. E & K. E** in any instant**= P. E** in the max. height

2- A body fall down:

P. E before falling in any instant **= sum of P. E & K. E = K.E** near the round

EX 25:

Calculate the velocity v f the 50 Kg crate(/krat/قفص) when it reaches the bottom of the chute (/shoot/منحدر)at B if it is given an initial velocity of 4 m/s down the chute at A. the coefficient of kinetic friction is 0.3 ?

Sol: $\Sigma f_y = 0$ $N = 50 \times 9.81 \times \cos 15 = 474\ newtons$

$F = \mu_k \times N = 0.3 \times 474 = 142.1\ newtons$

$W_1 = 50 \times 9.81 \times \sin 15 \times 10 = 1263.5$ موجب(الوزن مركبة شغل)

$W_2 = -142.1 \times 10 = 1421\ joule$ سالب(الاحتكاك قوة شغل)

$\Delta W = -1421 + 1269.5 = -151.5\ joule$

Δ K. E = Δ P . E $12 \times 50 \times (V_B^2 - 4^2) = -151.5$

$V_B = 3.15$ m/s

15 ◦

B

A

10 m

56

Problem

23. A 0.05 kg shot has a horizontal velocity of 600 m/s is penetrated a target for 0.2 m distance. Find the mean resistance of the target?

24. A pendulum has a mass of its ball m and the length of its thread is 0.4 m. The ball pulled until the thread made 60◦with the vertical and released to vibrate. What is the velocity of the ball movement when it pass under the suspension point directly? (neglect air resistant)?

57

Strength of Materials

وحساب الاجسام على المسلطة الاحمال تأثير يدرس الذي العلم وهو :المواد مقاومة الاحمال تلك تُحدِثها التي والتشوهات والانفعالات الاجهادات .

Strength of materials: is the science which deals with relations between externally applied loads and their internal effects on bodies. The bodies are not assumed to be ideally rigid as in the statics. Rigid body does not deform under any loads.

منها المواد مقاومة حسابات لتسهيل المستعملة الفرضيات بعض هناك : –

1

1- بالاعتبار للمواد الذري التركيب يؤخذ لا .

2

2- متجانسة الجسم مادة.

3

3- الاتجاهات جميع في واحدة هي المادة خواص .

4

4- الجسم شكل تغير فيكون الحمل وضع قبل داخلية قوى اية الجسم في توجد لا بتأثير وابعاده
الحمل.

The purpose of studying strength of materials is to be ensure that the structures used will be safe against the maximum internal effects that may be produced by any combination of loading.

Definitions **تعاريف**

Loading: Is the external force acting on a body.

المنشآت على تؤثر التي القوى وهي :الاحمال.

الشد Tension : داخلية قوى تولد والتي الاجسام لها تتعرض التي الخارجية القوة وهي عمودية
الى يؤدي مما الاجسام هذه داخل الجزيئات تباعد مسببة محاورها باتجاه مقاطعها على استطالتها
سمكها عرضها في ونقصان طولها زيادة أي.

Figure 21

P

58

الانضغاط compression :قوى تولد والتي الاجسام لها تتعرض التي الخارجية القوة وهي
ة داخلي
على يكون القوى اتجاه لكن الشد في كما محوريا يكون تأثيرها وخط الاجسام مقاطع على عمودية الاجسام داخل الجزيئات تقارب تسبب القوى وهذه)الشكل في كما(الشد حالة في القوى اتجاه عكس والسمك العرض في والزيادة الطول في التقلص الى يؤدي مما.

Figure 22

Stress:

Is the force of resistance offered a body against the deformation.

$Stress = P/A$

Where:

P: applied load

A: cross-sectional area

There are two types of stress :-

الاجهاد *Stress* التشوه حدوث عند الجسم جزيئات بين تتولد التي الداخلية القوى معدل وهو
الاجهادات من نوعين هناك رئيسية بصورة .الاجسام مقاطع على الخارجية القوى تأثير بعد :-

1- Normal Stresses: when the force acts perpendicular to the cross-section area

1 -الاجهادات العمودية(المحورية) ***Normal Stresses*** :- القوى تؤثر عندما تتولد التي وهي
اما وتكون σ لها ويرمز والانضغاط الشد مثل الجسم مقطع على عمودية بصورة الخارجية *compression stresses* ضغطية اجهادات أو *tension stresses* شدية اجهادات

Figure 23

P

59

A) Compression (compressive stress) σ_c

B) Tension stress (σ_t):

Figure 24

2-Shearing (Tangential) stress (τ): The stress which is caused by force acting a long or parallel to the area resisting the forces sometimes called tangential tress.

2 -الاجهادات المماسية Tangential Stresses ى القو تؤثر عندما تتولد التي وهي
τ له ويرمز والالتواء القص مثل الاجسام لمقاطع موازية أو مماسية بصورة الخارجية

$\tau = P/A$

Where:

P = shearing force

A = area being sheared a long or parallel to p

Double shear: The devise the bolt resists shear across two cross sectional areas.

$\tau = p / 2A$

Strain (ϵ):

Is the deformation accompany loading.
Or
Is the change in shape or size produced in unit dimension of a body subjected to an external force. $\epsilon = \delta L_o = L - L_o L_o$
δ : the elongation(الاستطالة)
L_o : origin length, L: finally length
الانفعال strain **:-** تولدها اجهادات الى لتعرضه نتيجة الجسم له يتعرض الذي التشوه وهو القوى
الاصلية، الابعاد الى الجسم بأبعاد التغير بين كنسبة يعرف الانفعال مقدار وان الجسم على المسلطة له ويرمز ϵ .
P
P
P
P
60
Elasticity: the limit in which the material will return to its original shape when unload.
المرونة:- ويسمى عليها المؤثر الحمل ازالة بعد الاصلية ابعادها استرجاع على المادة قدرة هي المرن بالتشوه الحمل يحدثه الذي التشوه .
Plasticity: the limit in which the material will not return to its original shape when unload.
اللدونة :- المادة استرجاع وعدم عليها الحمل تأثير نتيجة المادة ابعاد في تطرأ التي التغيرات ان اللدونة التشوهات او بالتغيرات تسمى الحمل ذلك ازالة بعد الاصلية لابعادها.
Deformation: the change in which any dimension associated with the load or temperature induced displacement.
التشوه :- ويكون)الخارجية القوى(بالأحمال تحميله بعد الجسم وابعاد شكل تغير عن عبارة هو لدن او مرن اما.
Assumptions:
1- Constant cross sectional area of specimen.
2- The material homogeneous.
3- The load must be axial.
Notes:
1-Normal stress (axial load) normal strain (elongation).
2-Strain is a dimensionless quantity.
3- Units of stress are:
[N / m_2 (Pascal) (pa), N / mm_2 , Ib / ft_2 , Ib / in_2 (psi)]
[10_6 N / m_2 = 10_6 pa = 1 MPa , 10_9 Pa = G Pa]
هوك قانون Hooke Law
سبب الذي الاجهاد مع طردياً تناسباً يتناسب الانفعال بأن ويبين والاجهاد الانفعال بين العلاقة يحدد قانون وهو الانفعال ذلك

Hook's Law

E=$\sigma \epsilon$ σ =PA ϵ =δ L

E=PAδ L=PLAδ δ =PLAE

61

متغير مقطع وذو ثابت مقطع ذو عمود على محوري حمل نتيجة العمودية الاجهادات .

Normal stress due to an axial load on Uniform Cross section area

أبعادها نسب وانتخاب صحيح بشكل واستعمالها المناسبة المادة انتخاب هي الأساسية المسائل من حساب الضروري فمن لذا .بكفاءة أجله من المصممة بالعمل القيام من الماكنة أو المنشأ يمكن بشكل الغرض هذا لتحقيق الأخرى لخواصها إضافة المستعملة دة الما وصلابة مقاومة.

$\sigma = P\ A$

Example(26)

Compare between the two stresses of the two rods shown.

مثال:- الشكل في المبنيين العمودين من لكل الاجهادين بين قارن

σ 1=600N 10m m 2

σ 1=600N 10∗10−6 m 2

σ 1=60∗106N m 2

σ 2=60001000 m m 2= 60001000∗10−6

= 6∗106 N m 2

العمود في المادة فإن لذا (1) العمود مقاومة أضعاف عشرة تبلغ مقاومة ذات (2)

62

Example (27)

If the allowable stress is σ t =157 M N m 2. for the plate shown find the force F if the diameter of hole is d= 20 mm ,the plate's thickness is t= 10 mm and the plate's width is 200 mm?

منها كل قطر ثقوب بأربعة أضعفت مشدودة الصلب من لصفيحة المسموحة القوة تحديد رد ا ي d= 20 mm ، للشد المسموحة الاجهادات بأن علماً σ t =157 M N m 2، الصفيحة وسمك t=10 mm وعرضها

b= 200 mm ؟

Answer: -

A 1=0.2∗0.01=0.002 m 2

A 2=0.02∗0.01∗2=0.0004 m 2

∴ 0.002−0.0004=0.0016 m 2

σ t =F A F =σ t ∗A =157∗106∗16∗10−4

∴ F =251.2 K N

F

F

F

F

63

Example 28:

An aluminum tube is rigidly fastened between a bronze rod and steel rod as shown in the following figure. Axial loads are applied at position indicated. Determine the stress in each material.

- المحورية الأحمال سلطت .الشكل في كما فولاذي وآخر برونزي أنبوب بين مثبتة الألمنيوم من أنبوبة
المبينة الأماكن في .أحسب الإجهاد في كل مادة ؟

Sol: σ =PA

$\sigma\, B\, r\, o\, n\, z\, e$ =PA=25×10$_3$750×10$_{-6}$=33.333 $N\,/m\,2\;c\,o\,m\,p\,r\,e\,s\,s\,i\,o\,n$

$\sigma\, A\, l\, u\, m\, i\, n\, u\, m$ =PA=5×1031100×10−6=4.545 $N\,/m\,2\;c\,o\,m\,p\,r\,e\,s\,s\,i\,o\,n$

$\sigma\, S\, t\, e\, e\, l$ =PA=15×103850×10−6=17.64$N\,m\,2\;t\,e\,n\,s\,i\,o\,n$

*** شد يكون الفولاذ في الاجهاد بينما ضغطا يكون والالمنيوم البرونز في الاجهاد ان لاحظ**

*** الاجهادات حسابات على تؤثر لا الاجزاء اطوال ان لاحظ**

A_{Bronze}= 750 mm$_2$ $A_{Aluminum}$=1100 mm$_2$ A_{Steel} =850 mm$_2$

15 KN

64

Example (29):

Find the minimum diameter of steel wire when the load exerted on it is 5KN and the stress is not exceed 100 MN/m$_2$?

بأن علمت إذا للسلك لازم قطر أقل جد 5 KN مقداره حمل الى تعرض الصلب من سلك -:مثال
يتجاوز لا الاجهاد $_2$100 MN/m ؟

Sol. σ =PA P=5 ×103 N σ =100×10$_6$ $N\,/m\,2$

100×106=5×103π 4d2 d =7.98 $m\,m$

65

التطابق مبدأ Similarity Principle

للقوى إضافة الخارجية حافته على المؤثرة القوى من مجموعة الى أحياناً الأجسام تتعرض لتشوهات الجبري للمجموع مساوية تكون للجسم الناتجة التشوهات وإن نفسه الجسم طول على المؤثرة التطابق بمبدأ يدعى المبدأ هذا وان المختلفة المقاطع .

المرونة معامل نفس وله ثابتة مقطع مساحة ذو لعمود الكلية التشوهات عن التعبير ويمكن قوى لعدة ومعرض

$S\,L$ =P $L\,A$ E =1A E (P 1L 1+P 2L 2+P 3L 3+⋯)

ل الأو المقطع على المؤثرة القوة P 1 حيث

$_1$L الأول المقطع طول

جميع وكانت التوالي على)$_1$, L$_2$, L$_3$L(وأطوال) المقاطع) $_1$A ، $_2$A ، $_3$A مختلفة مقاطع ذو العمود كان إذا أما المقاطع

نفس له حالة في(تكون الكلية الاستطالة فان P الشد قوة نفس الى معرضة E -:)

$S\,L$ =$S\,L$ 1+$S\,L$ 2+$S\,L$ 3

$S\,L$ =P L $_1A$ $_1E$ +P L $_2A$ $_2E$ +P L $_3A$ $_3E$

$S\,L$ =$P\,E$ (L $_1A$ $_1$ + L $_2A$ $_2$ + L $_3A$ $_3$)

كالآتي تحسب الاستطالة فإن المقطع حسب المرونة معامل اختلف إذا أما :-

$S\,L$ =P (L $_1A$ $_1E$ $_1$+L $_2A$ $_2E$ $_2$+L $_3A$ $_3E$ $_3$)

Notes:

1) elongation of bar of homogeneous sectional area:

δ =δ $_1$+δ $_2$+δ $_3$+⋯=P$_1$L$_1$AE+P$_2$L$_2$AE+P$_3$L$_3$AE+⋯=1AE(P$_1$L$_1$+P$_2$L$_2$+P$_3$L$_3$+⋯)

Where:

P = The force affected on section
L = The length of section
2) Extension of bar of varying sectional area:
66
$\delta = \delta_1 + \delta_2 + \delta_3 + \cdots = P_1L_1AE + P_2L_2AE + P_3L_3AE + \cdots = PE(L_1A_1 + L_2A_2 + L_3A_3 + \cdots)$
Where:
A = cross sectional area المقطع مساحة
E = modulus of Elasticity المرونة معامل
Example (30):
If the tension force exerted to the multi suction rod of brass shown is 30 KN find the total elongation if E=100GN/m2 ?
Sol. $\delta = \delta_1 + \delta_2 + \delta_3 = P_1L_1AE + P_2L_2AE + P_3L_3AE = PE(L_1A_1 + L_2A_2 + L_3A_3)$
$\delta = 30 \times 103100 \times 109(150 \times 10-3\pi\ 4(25 \times 10-3)2 + 200 \times 10-3\pi\ 4(20 \times 10-3)2 + 150 \times 10-3\pi\ 4(35 \times 10-3)2)$ $\delta = 0.329\ m\ m$
1
2
3
L(mm)
150
200
150
D(mm)
25
20
35
25 mm
35 mm mm
20 mm
150 mm
200 mm
150 mm mm
30 KN
30 KN
30 KN
30 KN
30 KN
30 KN
67
القص إجهاد Shear Stress
الأجسام لمقاطع موازية أو مماسية بصورة الخارجية القوى تؤثر عندما يتولد الذي الاجهاد وهو.
مقطع على الانزلاق ول يحا ما مقطعاً تجعل بحيث مسلطة الأحمال كانت أينما القص إجهاد يحدث ملاصق.
مقطعه مساحة عبر القص Rivet ال يقاوم المجاور الشكل في
العرضي قص(أحادي $\tau = P\ A$)
Figure 25 Shear Stress
ص الق Bolt ال يقاوم المجاور الشكل في
العرضي قص(ثنائي $\tau = P\ 2A$)عبر مساحتين لمقطعه
Figure 26 Double shear

P
P
P
P
P
P
68
Example(31)
As shown in the figure it needed to make a hole in the plate when the maximum shear stress is 300MN/m2 and the maximum pressure stress in the pressure bar is 400 MN/m2. Find the max thickness of the plate to make a hole of diameter = 100 mm ?

مثال:- وإذا τ =300 $M\ N\ /m_{\ 2}$ قدره أقصى قص إجهاد ذات لوحة في ثقب عمل يطلب الشكل في مبين كما
للوحة سمك أقصى فإحسب . τ=400$M\ N\ /m_{\ 2}$ يساوي الضغط عمود في الأقصى الضغط إجهاد كان
؟ 100 mm قطره ثقب عمل على الاستطاعة يتم بحيث

Ans:-

$\sigma = F\ A\ \ F = \sigma\ \ A$

$= \sigma\ \ \pi\ \ d\ _2 4 = 400 * 10_6 * 3.14 * (_{1001000})_2 4 = 3.14 * 106$ Newtons

$\tau = F\ \pi\ \ d\ \ t\ \ t = F\ \pi\ \ d\ \ \tau = 3.14 * 10_6 3.14 *_{1001000} * 300 * 10_6$

$t = 10300 = 130 = 0.0333\ m = 33.3\ m\ m$

F
69

اللي إجهاد: Torsion Stress

المجوفة أو منها الصلدة سواءً وأشكالها أنواعها اختلاف على الأعمدة في عادة الالتواء يحدث
لتلك المستعرض المقطع تعرض عند وذلك والآلات، المكائن في الرئيسية زء ا الأج تشكل والتي
الأعمدة
محدودة بمسافة الأخرى عن أحدهما وتبعد الاتجاه في ومتعاكستين المقدار في متساويتين قوتين الى
حيث
والذي المستعرض المقطع انزلاق في تسببان واللتان المستعرض المقطع مستوى نفس في القوتين تقع
يؤدي
يتعرض الذي الجزء مقاطع رن ا دو في تسبب الذي العزم بكونه يعرض الذي)الالتواء عزم(نشوء الى
له
المستعرضين المقطعين بين)الالتواء زوية ا (تتكون لتأثيره ونتيجة الجزء لهذا الطولي المحور حول
نتيجة
المقطعين من كل على القص قوة وتنشأ الآخر على أحدهما رن ا لدو .

القصي التشوه: Shear Deformation

مهم، اختلاف وجود مع الاستطالات تسبب التي كالقوى تماماً قصياً، تشوهاً تسبب القصية القوة
من الشكل في لتغير للقص المعرض الجسم يتعرض شد، لقوة المعرض الجسم طول يزداد فبينما
مستطيل
الشكل في مبين كما أضلاع متوازي الى

Figure 27

على L
م بقس القصي الانفعال معدل نجد $\gamma\ s$

$\tan\gamma = \delta\ _s L$

$\boldsymbol{\gamma}$

S
sF**F**
δ_s
L
L
Fixed edge
Fixed edge
70
فيكون جداً صغيرة γ زوية ا ال أن وحيث $\tan\gamma \approx \gamma$
على فنحصل : -
$\gamma = \frac{\delta_s}{L}$ γ = unit shear strain
تفاضلي لعنصر متعامدين وجهين بين زوي ا ال التغير هو القصي الانفعال أن أي .
التطبيق ممكن هوك قانون أن فرض على القصي والانفعال القصي الاجهاد بين العلاقة وتكون
القص على .
$\tau = G\ \gamma$ (1)
القصي التشوه بين العلاقة وتكون modulus of rigidity القص في المرونة معامل هي G ان حيث
$\delta_s = \frac{P\ L}{A_s\ G}$ هي المسلطة القص وقوى
الخط فان العمود نهايتي على T التواء عزم سلطنا إذا صلد، دائري إدارة لعمود منظر ادناه الشكل في
AB الحلزون الى يلتوي سوف مستقيماً الأصل في يكون والذي الخارجي السطح على الواقع AC
عندما
المسلط الالتواء عزم إزداد كلما أكبر رن ا الدو زوية ا تصبح(θ زوية ا خلال العمود يلتوي)
Figure 28
71
Figure 29
θ زوية ا ب يدور DE هو δ_s كلياً قصياً تشوها ندرس أعلاه الشكل في
$\delta_s = D\ E = \rho\ \theta$
هي :)الليف(المقطع لهذا التشوه وحدة و
$\gamma = \frac{\delta_s}{L} = \rho\ \theta\ L$
ك هو قانون من فيه القص اجهاد ويكون
$\tau = G\ \gamma = (G\ \theta\ L)\rho$ (2)
$\int d\ T = \int d\ p * \rho$
$T = \int d\ p * \rho$
$\tau = \frac{d\ p}{d\ A}\ \ d\ p = \tau\ d\ A$
$\therefore T = \int \tau\ d\ A * \rho$
$\therefore T = \int (G\ \theta\ L)\rho\ 2\ d\ A$
$\therefore T = G\ \theta\ L * \int \rho\ 2\ d\ A$
ρd
ρ
$\int \rho\ 2\ d\ A$ عزم القصور الذاتي القطبي ر J
Figure 30
Figure 30
72
ملاحظة: المساحة مستوى على عمودي محور أو خط الى نسبة لمساحة الذاتي القصور عزم يسمى
الذاتي القصور عزم يكون ادناه الشكل في مثلاً J بالحرف له ويرمز القطبي الذاتي القصور بعزم

المستوى x,y المحور الى بالنسبة z هو :
$J\ z = \int r\ 2\ d\ \ A = \int (x\ 2 + y\ 2) d\ \ A$
$J\ z = \int x\ 2\ d\ \ A + \int y\ 2\ d\ \ A$
$\therefore J\ z = I\ x + I\ y$
مجموع يساوي مستويها على عمودي محور الى بالنسبة لمساحة القطبي الذاتي القصور عزم ان أي
القطبي المحور في يلتقيان مستويها في متعامدين محورين أي حول الذاتي القصور عزمي .
$\therefore T = G\ \theta\ L\ J\ \ \theta = t\ o\ t\ a\ l\ \ a\ n\ g\ l\ e\ \ o\ f\ \ t\ w\ i\ s\ t$
$\therefore \theta = T\ \ L\ G\ \ L\ \ T = t\ o\ r\ q\ u\ e$ اللي عزم
$Q\ \ G\ L = T\ J\ \ L = L\ e\ n\ g\ t\ h$ طول
$F\ r\ o\ m\ \ (2) G\ \ \theta\ L = \tau\ \rho$
$\therefore T\ J = \tau\ \rho$ ص ق إجهاد لأقصى
$\therefore \tau = T\ \ \rho\ J\ \ \rho = r = d\ 2$ For maximum shear stress
$T\ m\ a\ x = T\ \ r\ J$
x
r
y
y
x
x
y
y
dA
Figure 31
Figure 31
73
تتجاوز لا أن يجب الاجهادات فان المعادلات هذهِ اشتقاق في استعمل قد هوك قانون ان وحيث
منها الصلدة فقط الدائرية الإدارة لأعمدة المفعول سارية المعادلات هذهِ فان وكذلك .التناسب حد
والمجوفة
يلي كما :
الصلد للعمود:
$J = \pi * r\ {}_4 2 = \pi * d\ {}_4 32$
$\tau\ m\ a\ x = T * r\ J$
$\therefore \tau\ m\ a\ x = T * r\ {}_{\pi * r\ 42} = 2T\ \pi * r\ {}_3$
$\therefore \tau\ m\ a\ x = T * d\ /2_{\pi * d\ 432} = 16\ T\ \pi * d\ {}_3$
المجوف للعمود :
$J = \pi\ 2(R\ 4 - r\ 4)$
$J = \pi\ 32(D\ 4 - d\ 4)$
$\tau\ m\ a\ x = 2\ T\ \ R\ \pi\ (R\ {}_4 - r\ {}_4)$
$\tau\ m\ a\ x = 16\ T\ \ D\ \pi\ (D\ {}_4 - d\ {}_4)$
D
R
r
d
Figure 32
Figure 32

74
التواء عزم بواسطة المنقولة القدرة وإن كثيرة، عملية تطبيقات في القدرة لنقل الإدارة أعمدة تستعمل ثابت
يساوي ω ثابتة زوية ا بسرعة يدور
$power = T * \omega$ ———(1)
يدور الإدارة عمود كان فاذا . rad/s زمن وحدة لكل قطرية النصف زوية ا بال تقاس ω إن حيث
د بترد f
فان زمن وحدة لكل دورة
$\omega = 2 \pi f$
ا لدين ويكون
$power = T * 2 \pi f$
يساوي العزم ان أي
$T = power 2 \pi f$
اللي زوية ا وحساب الأعظم القص إجهاد على للحصول) T (للعزم القيمة هذه استخدام يمكن حيث.
ا ال السرعة منه فنستخرج للمحرك) r.p.m (بالدقيقة رت ا الدو عدد N يعطى أحيانا : ملاحظة
زوية ω
التالي القانون باستخدام :
$\omega = 2 \pi N/60$
م العز قيمة رج ا لاستخ)1 (المعادلة في قيمتها نعوض ثم
75
Example (32)
Find he moment (torque) transmittal by a 0.25 m diameter rod if $\tau max = 4.6 mn/m2$?
مثال: الأقصى القص اجهاد قيمة ان علمت اذا 0.25 m قطره الذي العمود ينقله الذي العزم جد τ=4.6 $mn/m2$ ؟
$\tau = 16T \pi d3 T = \pi d3 \tau 16$
$\therefore T = \pi (0.25)2 * 4.6 * 10616 = 14113 N.m$
Example (33)
A rigid bar transmit a torque equal to 10000 N.m. If τmax is not exeed 4.5 MN/m2. Find the minimum diameter of the bar ?
مثال: مقداره عزم ينقل صلد عمود 10000 N.m إذا أن علمت إذا القص إجهاد يتجاوز لا 24.5 MN/m
للعمود؟ قطر أقل جد
$\tau = 16T \pi d3 4.5 * 106 = 16 * 100003.14 * d3$
$d = 22.45 cm \quad d = 0.2245 m$
76
Exampe (34)
A steel drive shaft with a 50 mm diameter is loaded as shown in the figure with torsional torque exerted on the gears which connected on it use $G = 83 * 103 MN/m2$ and find in degree the relative rotational angle between A and D ?
مثال: على مسلطة إلتواء بعزوم الشكل في مبين كما محمل 50 mm ثابت قطر ذو فولاذي إدارة عمود

رن ا الدو زوية ا بالدرجات وإحسب G =83∗103 $M\ N\ /m$ 2 استعمل .به المربوطة المسننات النسبية
المسننين بين A و D
Ans:
$\theta = T\ L\ G\ J$
$\theta\ A\ /D = \theta\ A\ /B + \theta\ B\ /C + \theta\ C\ /D$
$= T_{AB}\ L_{AB} G\ J + T_{BC}\ L_{BC} G\ J + T_{CD}\ L_{CD} G\ J$
$= 1 G J\ \{700\ (3) - 500(1.5) + 800\ (2)\}$
700 N.m
C
C
B
B
D
D
A
1200 N.m
1300 N.m
800 N.m
77
$= \exists\ 283 * 10_3 * 10_6 * \pi\ (0.05)_4\ (2950) = 0.058 * 180\pi$
$= 3.32\ d\ e\ g\ r\ e\ e$
Example (35)
A steel bar of 2 m Length and 60 mm diameter. Find the torque transmitted of the bar and the angle in degree if the maximum shear stress is 70 MN/m2 and the modulus of rigidity G=80 GN/m2 ?
مثال: ومقدار العمود ينقله الذي العزم قيمة جد ، 60 mm وقطره 2 m طوله الصلب من صلد عمود المرونة معامل وان 270 MN/m يساوي له قص إجهاد أقصى أن علمت إذا بالدرجات زوية ا ال للقص
2G=80 GN/m ؟
Ans:-
$J = \pi\ d_4 32 = \pi\ (0.06)_4 32 = 1.2717 * 10 - 6$
$\tau = T\ r\ J\ \ 70 * 106 = T\ * 0.031.2717 * 10_{-6}$
$T = 2970\ N\ .m$
$\theta = T\ L\ G\ J\ \ \theta = 2970 * 280 * 10_9 * 1.2717 * 10_{-6}$
$\theta = 0.05833\ r\ a\ d$
$\theta = (0.05833)(180\pi\ )$
$= 3.34o$
78
ررية ا الح الاجهادات Thermal stresses
من بكثير أقل والسمك العرض في الزيادة أن وبما الحجمية الزيادة تتم المعادن تسخين عند التالي القانون من حسابها يمكن التي الطول في الزيادة الاعتبار بنظر يؤخذ إذن الطول في الزيادة :
$\Delta L = \propto * \Delta t\ * L$
ة رر ا الح درجة في الزيادة Δt حيث
الطول في الزيادة ΔL

∝ معامل التمدد الطولي(ا الحري)
L الطول الأصلي
واحدة نهاية من مثبت عمود(33 الشكل في كما)
تسخين فعند النهايتين من مثبت العمود كان إذا أما العمود استطالة أمام عوائق أية توجد لا وهنا الداخلية القوى أو التوتر وهذا ا الحري د بالإجها يدعى العمود داخل توتر هناك يتولد العمود الضاغطة
كالتالي حسابها ويمكن استطالته تعرقل والتي المثبتتين النهايتين بسبب تتكون:

$$\in=\Delta L\ L=\propto*\Delta L*L\ L$$

$$\therefore\in=\propto*\Delta t$$

$$\sigma=E\in$$

$$\therefore\sigma=E*\propto*\Delta t$$

$$F=\sigma\ A$$

$$\therefore F=E*\propto*\Delta t*A$$

∝ : coefficient of longitudinal expansion
(coefficient of thermal expansion)
(Longitudinal طولي)(Coefficient) معامل
(Expansion تمدد)
L
L
L
L
Figure 33
L
L
L
L
L
L
F
F
Figure 34
Figure 34
79

Example (36)

Find the stresses which grow in the rail/reil/(الحديدية السكك قبان) at 50oc temperature if it fixed in winter at -4oc temperature without cavities if $\propto=125*10-7\ 1/d\ e\ y$ and $E=206*109\ N/m\ 2$?

مثال: كانت إذا $c_o=50_{st}$ ررة ا الحر درجة عند الحديدية السكك قضبان في تتولد التي الاجهادات هي ما معامل بأن العلم مع رغات ا ف وبدون $c_o4-=_{wt}$ ررة ا الحر درجة وعند شتاءاً وضعت قد القضبان هذه التمدد
القضبان لمادة الولي $\propto=125*10-7\ 1/c\ o$ المرونة ومعامل $E=206*109\ N/m\ 2$ ؟

Ans:

$$\Delta t=(50-(-4))=54o\ C$$

$$\sigma=E*\propto*\Delta t$$

$$=206*109*125*10-7*54$$

$$=139.05*106\ N/m\ 2$$

$=139.05\ M\ N\ /m\ 2$

80

Example(37)

A steel bar with length of 0.4 m is fixed from one of its ends and the other end of the bar has a distance of 0.1 mm from the order fixative. The bar is worked so it's temperature increased by 30oC and its section became rectangular (50×30)mm. Find the value of stresses growing in the bar if $E\ =200\ G\ N\ /m\ 2$ and $\propto=12*10-6\ 1c_{o}$?

مثال: عن 0.1 mm تبعد الاخرى والنهاية نهايتيه احدى من مثبت 0.4 m طوله الصلب من عمود مستطيلاً مقطعه وأصبح co30 بمقدار ررته ا ح درجة إرتفعت لذلك ونتيجة تشغيله تم .الاخر المثبت أبعاده

(50×30)mm جد مقدار الاجهادات المتولدة في العمود إذا علمت أن المرونة معامل مقدار $E\ =200$ $G\ N\ /m\ 2$ ومعامل التمدد الحا ررري ا للصلب $\propto=12*10-6\ (1c_{o})$ ؟

Ans:- $\Delta L\ =\propto.\Delta t\ .L\ =12*10-6*30*0.4=144*10-6m$

$\Delta L\ =0.144\ m\ m$

بعد الحركة من يمنع الذي الطول فان لذلك 0.1 mm يساوي الحر العمود طرف عن المثبت بعد $0.144-0.1=0.044\ m\ m$ يساوي للمثبت العمود طرف وصول

$\therefore\in=0.044*10-30.4=0.11*10-3$

$\sigma\ =E\ \in=200*109*0.11*10-3=22*106\ N\ /m\ 2$

$F\ =\sigma\ *A\ =22*106*0.05*0.03=33*103\ N$

81

الانحناء عزم القص، قوة العتبات، أنواع الأحمال أنواع: Type Of Beams

العتبات وتقسم المختلفة الأحمال د لاسنا الهندسية التطبيقات في (Beams) العتبات تستخدم يلي كما رئيسية أنواع عدة الى واسنادها تثبيتها لنوع تبعاً:-

1

1 - البسيطة الاسناد Simply Supported

إحدى في مفصلي فعل برد تسند التي هي Simply Supported Beam البسيطة العتبة الأخرى النهاية في دحرجة ومسند النهايتين.

2

2 - الناتئة العتبات Cantilever Beam

الثاني الطرف من وسائبة واحد طرف من مثبتة العتبة وتكون .

3

3 - المثبتة العتبات Clamped edges

طرف من مثبتة أو (Fixed ended) التالي الشكل في كما طرفيها من مثبتة تكون أما وهي مثل (restrained beams) المقيدة بالعتبات عندئذ وتدعى الآخر الطرف من ومستندة cantilever, simply supported)

4 -البروز ذات العتبات Overhanging beams

الشكل في كما المسند بعد منها جزء يبرز التي العتبة نوع وهي.

5

5 - المتواصلة أو المستمرة العتبات Continuous Beams

زن ا ت الا قوانين من الأفعال ردود إيجاد يصعب مما مساند بعدة فيها الاسناد يتم حيث .

82

الأحمال أنواع Kind of loads

1

1 - نقطة في المركزة الأحمال Point load
أدناه الشكل في كما at mid-point load الوسط في المركزة القوة تكون وقد .
83
أدناه الشكل في كما Eccentric point load الوسط في ليست أو
النهايتين إحدى في أو End point load
2
2 - الموزعة الأحمال Distributes loads
84
الشكل في كما Uniformly Distributed loads منتظماً توزيعاً كان سواء
ه أدنا الشكل في كما Non-Uniformly Distributed loads منتظم غير أو
العتبات في الأفعال ردود حسابات Calculation of reaction
للتذكير مثالين يلي وفيما الأول الفصل في شرحه تم كما التوازن معادلات من حسابها يتم: -
Ex(38):- Find the reaction force of the simply supported beam shown?
B
A
3 N
6 N
2 m
2 m
2 m
6 N
3 N
$_{AX}R$
$_{yA}R$
$_{D}R$
85
Ans:-
$\Sigma M\ A = 0$
$3*2+6*4-R\ D\ *6=0$
$R\ D = 5\ N\ e\ w\ t\ o\ n\ s$
$\Sigma f\ y = 0\ R\ A\ y + 5 - 3 - 6 = 0$
$\therefore R\ A\ y = 4\ N$
$\Sigma f\ x = 0\ R\ A\ x = 0$
Ex(39):- For the cantilever beam shown find the reaction in A ? (Neglect the weight of the beam)
Ans:-
$+\ \Sigma M\ A = 0$
$_{A}R$
$_{A}M$
B
2 m
2 m
6
6 N**N**
3
3 N**N**
2 m

2 m
2 m
2 m
A
6
6 N**N**
3
3 N**N**
B
A
86
$-MA+3*2+6*4=0$
$MA=30\ N.m$
$+\Sigma fy=0$
$\therefore RA-3-6=0$
$RA=9\ Newtons$
87
العتبات في الانحناء وعزم القص قوة Shear Force of Bending moment in Beams
مقطع من متغير تأثيرها يكون beams العتبات في bending انحناء تسبب التي الاحمال إن
قص إجهادات تسبب والتي انحناء وعزوم قص قوى بشكل التأثير هذا ويظهر العتبة خلال لآخر
وإجهادات
انحناء .
القوى محصلة اتجاه كان إذا موجبة)أدناه الشكل في كما(العتبة مقطع في القص قوى تعد
الأعلى من المقطع يمين على تقع والتي الأعلى الى الأسفل من المقطع يسار على تقع التي الخارجية
عكسية الحالة كانت إذا سالبة وتعد الأسفل الى .
والعكس الأيمن الجزء الى نسبة الاعلى الى الايسر الجزء تحريك تحاول الموجبة القص قوة ان أي
بالعكس .
بالعكس والعكس الأعلى الى رً ا مقع العتبة في انحناء يسبب كان إذا موجباً الانحناء عزم يعد.
88
ا بياني محوري حمل تأثير تحت البسيطة العتبة في الانحناء وعزم القص قوة
Shear force, bending moment in simply supported beam with pointed load graphically
تعيين ولأجل العتبات د امتدا على القص وقوى لانحناء ا عزوم تغيير لطبيعة البصري الايضاح لأجل
التالية الخطوات باتباع shF ص الق وقوة bM الحناية لعزم البيانية الرسوم تخطط الخطرة المقاطع:
1
1 - الاسناد نقطة عن x بمقدار يبعد بقاطع العتبة اقطع.
2
2 - المذكور المستوى عند الانحناء وعزم القص قوة قيمة جد.
3
3 - ل x قيمة كل عند الانحناء وعزم القص قوة قيم واحسب x ل مختلفة قيم خذ .
4
4 - قص(لها الموجبة رت ا الاشا الاعتبار بنظر الأخذ مع مناسب رسم وبمقياس القيم تلك ارسم
موجب،
أسفله في والسالبة الأفقي المحور فوق تكون)موجب انحناء عزم.
5
5 - البعد قيمة أس على اعتمادا منحنيات أو مستقيمة وط بخط عليها الحصول تم التي القيم وصل x .

Ex(40): Draw graphically the shear forces and bending moments for the simply supported beam with mid-point load shown in figure ?

مثال:- والتي بسيطاً اسناداً المسندة AB العتبة على المؤثرة الانحناء وعزوم القص قوى مخطط ارسم 6 Newtons مقدارها مركزة قوة الى رضة والمع 10 m طولها النقطة عند c ؟

89

Ans: First we draw the F.B.D.
for the beam and calculate
the reaction forces

$+ \Sigma M\ A = 0$

$6 * 5 - R\ B * 10 = 0$

$\therefore R\ B = 3\ N\ e\ w\ t\ o\ n\ s$

$+ \Sigma\ f\ y = 0$

$R\ A - 6 + 3 = 0$

$R\ A = 3\ N\ e\ w\ t\ o\ n\ s$

Now make a section to
the left of the force (6 N)
let it be at point D with a

V
D
B
A
6 N
5 m
5 m
6 N
6 N
A
ARR
B
BRR
C
6 N
3 N
3 N
3 N
x
M

90

distance of X from A as shown.
draw F.B.D. for AD it is clear that the shear force and bending moment is positive and V= 3 N, M= 3 X (linear relationship)

أي ان قيمة عزم الانحناء تزداد خطي اً

$X = 0$ M=0 $X = 5\ m$ $M = 15\ M\ .m$

Now make a section to the right of the force (6 N) let it be at point E with a distance of X from A as shown.

Draw F.B.D. for AE it is clear
that the shear is negative
but the moment still positive.

$+\Sigma f\ y=0\ 3-6+V=7$

$V=3\ N$

$+\Sigma M\ E=0$

$M+6*(x-5)-3*x=0$

$M+6x-30-3x=0$

V

6 N

6 N

3 N

3 N

3 N

3 N

6 N

6 N

3 N

3 N

x

E

M

x

91

$M=3x+30-6x$

$M\ 30-3x$

$M=3\ (10-x\ )$ (Linear relationship)

خطياً تتناقص الانحناء عزم قيمة وهنا

$X=5\ M=15\ M\ .m\ \ X=7\ M=9\ N\ .m\ \ \ldots$

Now we can draw the shear forces and bending moment for the beam graphically as shown.

القص أن حيث مركزة لأحمال المعرضة العتبات جميع على السابق المثال حالة تعميم ويمكن بالقص الخاص المخطط استنتاج يمكن وبذلك خطياً، يتغير فأنه العزم أما الأحمال بين ثابتاً يكون مباشرةً والعزم .

15 NmNm

3 NN

3 NN

y

y

x

x

92

Ex: Draw graphically the shear forces and the bending moment for the simply supported beam shown with eccentric pointed load?

300 kN

300 kN

6 m6 m
2 m
2 m
B
B
A
A
93
ع التوزي منتظم حمل تأثير تحت البسيطة للعتبة الانحناء عزم القص، قوة
Ex: Draw graphically the shear forces and bending moment for the simply supported beam with uniform load shown?
$+\ \Sigma f\ y=0$
$45-15x+v=0$
$V=15x-45$ (linear eq.)
$x=1\ v=-30\ N$
$x=2\ v=-15\ N$
$x=3\ v=0$
$x=4\ v=15\ N$
$x=6\ v=45\ N$
$\Sigma M=0+$
$M+15x\ \ (x\ 2)-45x=0$
$M=45x-15x\ {}_{2}2$)منحني(
$x=0\ M=0\ ,\ x=1,\ M=45-152=37.5\ N\ .m$
$x=2\ M=45*2-15\ (2){}_{2}2=90-602=90-30=60\ N\ .m$
94
$x=3\ M=45*3-15\ (3){}_{2}2=135-1352=67.5\ N\ .m$
$x=4\ M=45*4-15\ (4){}_{2}2=180-2402=60\ N\ .m$
$x=6\ M=45*6-15\ (6){}_{2}2=270-270=0$
ي محور حمل تأثير تحت الكابولية للعتبة الانحناء عزم القص، قوة
Ex: Draw shear force and $M\ b$ For the beam shown?
Ans: $\Sigma M=0\ M=250*4=1000\ N\ .m$
$M=250\ x$ Linear
ع التوزي منتظم حمل تأثير تحت كابولية عتبة في الانحناء وعزم القص قوة
Ex: Draw $F\ s\ h$ of $B\ b$ For the beam shown?
ب سال قص
$v=2x$
$x=0\ v=0$
$x=1\ v=2$
$x=2\ v=4$
$x=3\ v=6$
$\Sigma M=0$
$M=2x*x\ 2\ M=x\ 2$
$x=0\ M=0$ ب سال عزم منحني
$x=1\ M=1$

$x=2\ M=4$
$x=3\ M=9$
95
$v-2x+6=0$
$v=2x-6\ x=0\ v=-6\ ,\ x=3$
$v=0$
$+\ \Sigma M=0\ M-2x\ (x\ 2)-9+6x=0$
$M=9+x\ 2-6x$
$x=0\ M=9\ x=1\ M=4$
$x=2\ M=1\ x=3\ M=0$

المقطع مساحة على العمودية الاجهادات تمركز

ذلك في الاجهادات تركز الى يؤدي فيه الاجهادات حساب رد ا الم الجزء مقطع مساحة في تغيير أي إن ل الشك في كما المقطع

على الحصول الصعب من نظرياً لكن المكائن تصميم عند مهم المتمركزة الاجهادات قيمة حساب إن معدل معامل(خلال من القيمة تلك يجدون المصممون أغلب لكن المتمركز الأقصى الاجهاد قيمة التغير معرفة خلال من عليه الحصول يمكن والذي الاجهادات تمركز معامل عليه يطلق الذي)الاجهاد وغيرها الثقوب وجود أو رت ا كالتخص الهندسي بالشكل.

أن أي الاجهاد معدل الى إجهاد أقصى بين النسبة بأنه ويعرف (K) بالرمز عادة له ويرمز:-

$K=\sigma_{max}\sigma_{av.}$

حيث

σmax ى الأقص الاجهاد

σ 970 معدل الاجها د

96

الشكل في فكما معين مقطع عند المتبقية المساحة بمعرفة الاجهاد معدل على الحصول ويمكن السابق

لذلك الصفيحة سمك تمثل)t(حيث $(l-d)t$ تساوي ($Anet$) المتبقية المساحة فإن معدل قيمة فان

يلي كما تحسب الاقصى والاجهاد الاجهاد: -

$\sigma\ 97=F\ A_{net}$

$\sigma max=K\ \sigma\ 97=K\ F\ A_{net}$

إن قيمة معامل تمركز الاجهاد تكون أكبر من واحد عادةً___ .