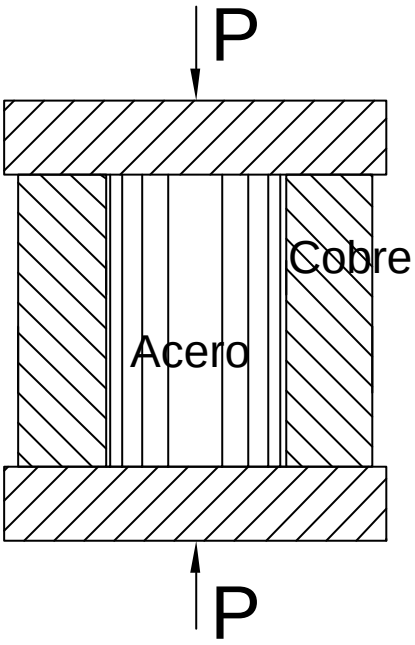
Universidad Tecnologica Nacional

Facultad Regional Santa Fe

Ing. INDUSTRIAL

G.T.P.

Solicit. AXIAL



Profesor :

Ing. José Di Paolo

Jefe de T P :

Ing. Hugo A. Tosone

Junio de 2008

EST. y RES. DE MATERIALES

PROBLEMA 01:

Para una barra de acero de 100 [m] de longitud y 2 [cm] de diámetro, solicitada por una carga axial de 2 [kN] se pide lo siguiente:

1) Calcular la tensión en cualquier sección transversal normal (sección recta).
2) Calcular la deformación unitaria longitudinal y la deformación total longitudinal, como así también la contracción absoluta que experimentará el diámetro de la barra.

El módulo de elasticidad es E = 210 [GPa] y el módulo de Poissón vale 0,3.

Rta.: 63,66 [MPa], e=3,032 x 10^{-4}, d=3,032 [cm], 1,82x10^{-4} [cm]

PROBLEMA 02:

Calcular la longitud mínima que deberá poseer la parte roscada de un tensor de hierro de 50[m] de largo y 20[mm] de diámetro que operará en servicio con una tensión de tracción de 120[MPa]. Tener en cuenta que la tuerca posee una rosca de 25[mm] de recorrido y que el módulo de elasticidad es 210 [GPa].

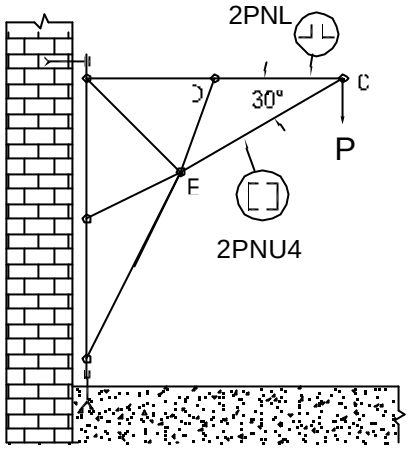
Rta.: 5,36 [cm].

PROBLEMA 03: (A 250)

En el croquis fuera de escala se representa una grúa de pared que soportará en su extremo una carga P=3000 [kgf].

Para la misma se pide lo siguiente:

1.-Dimensionar la barra DC con dos perfiles ángulo de lados iguales con una tensión admisible de 800 [kgf/cm^2].
2.-Calcular la tensión de compresión en la barra EC, compuesta por dos perfiles "PNU" n°4.
3.-Resolver los puntos 1 y 2 suponiendo una sobrecarga P_1 que produzca fuerzas de 10400 [kgf] en la barra DC y de 12000 [kgf] en la barra EC.

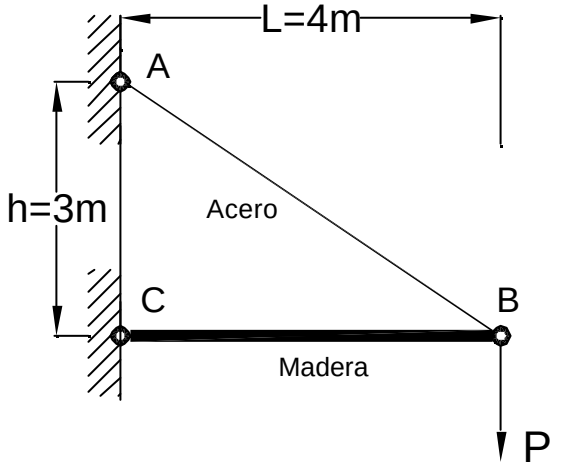


Rta: 1) 2 perfiles de 40[mm] x 5[mm]. 2) 483 [kgf/cm^2]
3) 2 perfiles de 50 x 7 , 966 [kgf/cm^2]

PROBLEMA 04: (A 235)

Para la estructura cargada con una fuerza P= 3600 [kgf] se pide:

1) Calcular la sección transversal necesaria para la barra A-B de acero de sección circular y del componente B-C de madera de sección cuadrada, si las tensiones admisibles son 800 y 10 [kgf/cm^2] respectivamente.
2) Calcular el corrimiento vertical, horizontal y absoluto del punto B, que se producirá por el estiramiento del acero y por el acortamiento de la madera, cuyos módulos de elasticidad son 2.100.000 [kgf/cm^2] y 100.000 [kgf/cm^2].



Rta.: 1)Fa=7,5[cm²], Fb=480[cm²], 2)vertical=0,37[cm], horizontal= 0,04 [cm], absoluto= 0,372 [cm]

PROBLEMA 05:

Una planchuela de 1,2[m] de largo, 14[cm] de ancho y 1[cm] de espesor posee un agujero de diámetro 'd' cuyo centro se encuentra sobre su eje longitudinal. Está solicitado a tracción por una fuerza de 80[kN] aplicada de ambos extremos de la planchuela.

Calcular el máximo diámetro “d” posible, de modo que la tensión de tracción no supere 100 [MPa] en ningún lugar de la planchuela.

No se tendrá en cuenta en este análisis el aumento localizado de tensiones que se produce en los bordes del agujero (concentración de tensiones).

Rta.: d=6 [cm]

PROBLEMA 06: (A 360)

Una barra troncocónica de sección circular que posee diámetros d_1 y d_2 en sus extremos y largo L, está solicitada a tracción por una fuerza P.

Deducir la expresión que permita calcular el alargamiento producido por P, comparándolo con el alargamiento que se obtiene para una barra de sección transversal constante y de forma elíptica, de diámetros d_1 y d_2. El módulo de elasticidad es E en ambos casos.

La variación de sección es lo suficientemente suave como para que se pueda utilizar sin error importante la teoría para el cálculo de deformaciones de barras de sección constante.

PROBLEMA 07: (A 120)

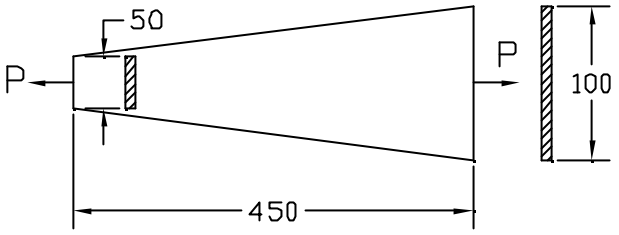
Una placa de acero delgada tiene forma trapecial como indica la figura.

El espesor es 12[mm] y el ancho varía uniformemente desde 50 a 100[mm] en una longitud de 450[mm].

Calcular el alargamiento producido por una fuerza P=500[kN], si E=210 [GPa].

Tener en cuenta que:

$$\int \frac{dx}{a+b\cdot x} = \frac{\ln(a+b\cdot x)}{b}$$



Rta.: 0,123[mm]

PROBLEMA 08: (A 340)

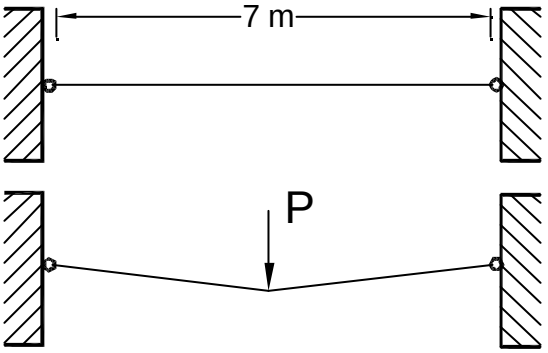
Un tensor de hierro de 20[mm] de diámetro está articulado en ambos extremos a dos soportes fijos, no existiendo tensión alguna en esas condiciones.

Un operario que pesa 800[N] se cuelga con violencia del punto medio, ejerciendo una fuerza dinámica vertical <u>estimada en el doble del peso de su cuerpo</u>.

Calcular la tensión de tracción que se generará a lo largo del tensor suponiendo que se producen deformaciones elásticas y que se cumple en todo momento la ley de Hooke.

El módulo de elasticidad es 210[GPa] y la tensión de proporcionalidad 210 [MPa].

Calcular la tensión a la que queda sometido el cable cuando la carga se estabiliza y P adquiere el valor estático de 800 [N]. Se podrá comprobar que el caso estudiado <u>no es lineal</u> ya que con la mitad de la carga el corrimiento vertical no se corresponde en la misma proporción.



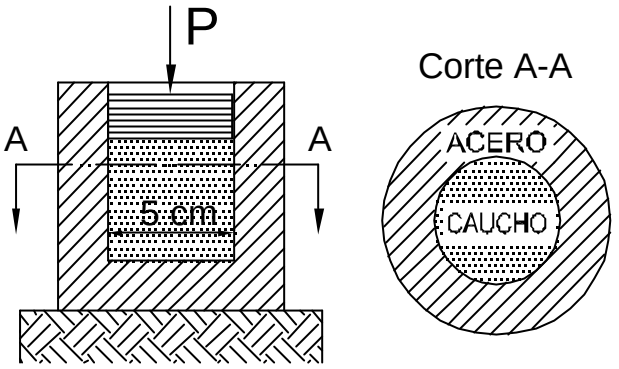
Rta: 87,96 [MPa]

PROBLEMA 09: (A180)

Un cilindro de caucho está colocado dentro de un tubo de acero y soporta la acción de una carga P mediante un pistón metálico.

Calcular la presión "q" que se originará lateralmente entre el acero y el caucho, si se desprecia el rozamiento entre ambos materiales.

Se supone que la deformación del acero es despreciable en relación con la del caucho, siendo P=500[kgf], d=5[cm], μ=0,45 (caucho)



Rta: 20,8 [kgf/cm^2]

CASOS HIPERESTATICOS

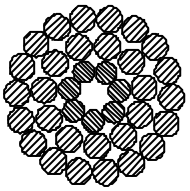
PROBLEMA 10: (A 100 b)

Un cable para uso en instalaciones eléctricas, está compuesto por alambres de acero en su núcleo, los que le confieren resistencia mecánica y alambres de aluminio, conductores de la corriente eléctrica, en las capas externas.

En determinadas condiciones la fuerza de tracción que se ejerce sobre el cable (aluminio+acero) posee un cierto valor T.

La sección recta de acero es 20[mm²] y la de aluminio es 120[mm^2]. Los módulos de elasticidad son: E_{Ac}=2.000.000 [kgf/cm^2], E_{Al}=600.000[kgf/cm^2].

a) Calcular las tensiones [kgf/cm^2] en ambos materiales en el caso en que la fuerza T sea 1200 [kgf].
b) Si se admite para los alambres de aluminio una tensión de trabajo de 4[kgf/mm^2] y suponiendo que la fuerza total T, al repartirse en ambos materiales produce sólo deformaciones elásticas, calcular el valor de la fuerza T y la tensión normal en [kgf/cm^2] en el acero.

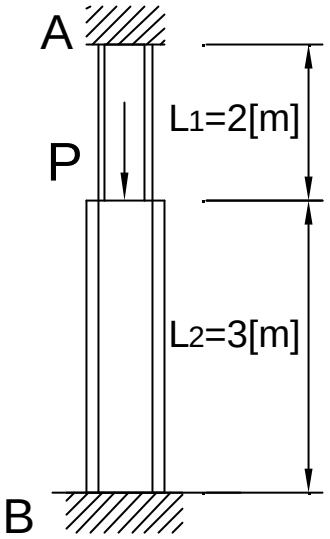


Rta:a) acero 2140 [kgf/cm^2], aluminio 642,9 [kgf/cm^2] b) T= 746,6 [kgf] acero 1333 [kgf/cm^2]

PROBLEMA 11: (A 050)

Calcular las tensiones y las fuerzas que solicitan a cada uno de los tramos de la estructura representada. El tramo superior es un perfil "doble te" N° 12 de 2[m] de longitud y el inferior es un perfil "doble te" N°16 de 3[m] de longitud.

En la unión de los mismos actúa una fuerza P de 15[t] tal como se indica.

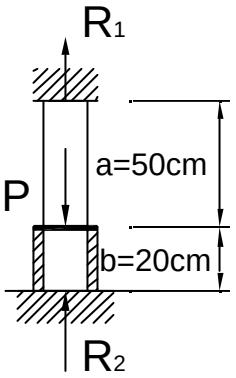


Rta.:
Tramo super.: 510,2 [kgf/cm^2], 7244,9 [kgf].
Tramo inferior: 340 [kgf/cm^2], 7755,1 [kgf]

PROBLEMA 12: (A 52)

Calcular las fuerzas R_1 y R_2 con que reaccionarán los apoyos de la barra de 10[cm] de diámetro y del tubo con di=10[cm], de=10,8[cm], debido a la acción de la carga P=50 [kN].

Ambos tramos son de igual material y miden 50[cm] y 20[cm] de largo.



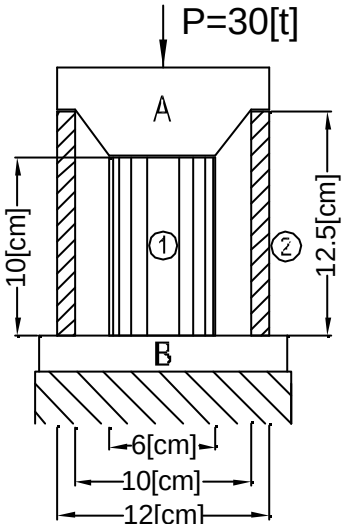
Rta.: R_1 = 35,31 [kN], R_2 = 14,69 [kN].

PROBLEMA 13: (A 40)

Calcular los valores de P_1 y P_2, que por la acción de P comprimen al cilindro 1 y al tubo 2.

El cilindro es de aleación de aluminio con E_1= 700.000 [kgf/cm^2], mientras que el tubo es de cobre con E_2= 1.100.000 [kgf/cm^2].

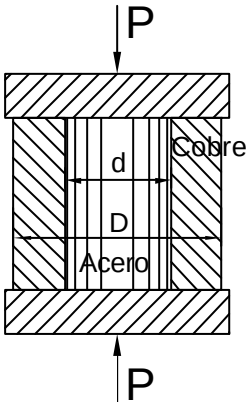
Calcular las tensiones en ambos materiales suponiendo que los cabezales A y B no experimentan deformación alguna.



Rta.: Aluminio: 11764[kgf], 415,95 [kgf/cm^2]
Cobre: 18244[kgf], 528,2 [kgf/cm^2]

PROBLEMA 14: (A 45)

Un cilindro de acero (interior) concéntrico con un tubo de cobre del mismo largo, se encuentran comprimidos entre dos placas de acero muy gruesas (consideradas indeformables), las que distribuyen una carga P=500[kN] entre el cilindro y el tubo. Calcular las tensiones en ambos materiales si para el acero es d=10[cm] y para el cobre es Di=10[cm], De=20[cm]. Los módulos de elasticidad son: Ea=210[GPa], Ec=110[GPa].

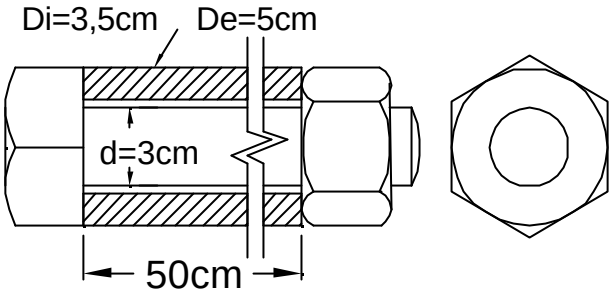


Rta.: σ_1=24,76[MPa] ; σ_2=13[MPa]

PROBLEMA 15: (A 22)

Calcular las tensiones y deformaciones absolutas en el bulón de acero y en el tubo de cobre, cuando la tuerca se ajuste girándola 240°. El paso de la rosca (avance por cada vuelta) es de 1[mm], los módulos de elasticidad del acero y el cobre son 2.100.000 y 1.100.000 [kgf/cm^2] respectivamente.

El diámetro del bulón es de 3 [cm], y los diámetros del tubo son 5 [cm] y 3,5 [cm].

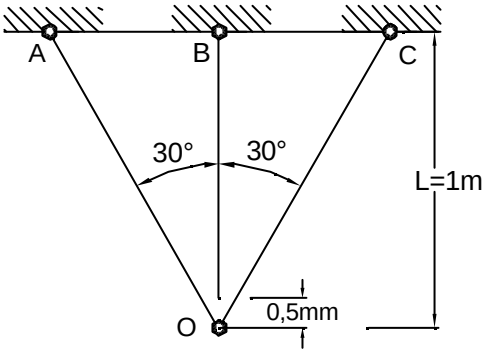


Rta: Acero 1191 [kgf/cm^2], 0,028 [cm].
Cobre 842 [kgf/cm^2] 0,038 [cm]

PROBLEMA 16: (A 260)

Calcular las tensiones que se producirán al forzar en el nudo inferior, el acoplamiento de las tres barras de la estructura representada, si por error al efectuar la perforación, la barra vertical resultó 0,5[mm] más corta que la medida necesaria para que no existiera forzamiento.

Las tres barras son de acero de 1,5[cm²] de sección transversal, siendo 210[GPa] el valor del módulo de elasticidad.



Rta.: Barra central 59,53 [MPa].
Barras laterales 34,25 [MPa]

INFLUENCIA DEL PESO PROPIO

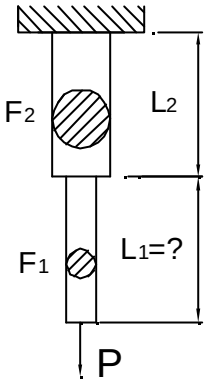
PROBLEMA 17: (A 030)

Teniendo en cuenta el peso propio, calcular la longitud L_1 de modo que sean iguales las tensiones máximas en ambos

tramos del cable representado.

Datos: P=500[kgf]; F_1=1[cm^2]; F_2=1,5[cm^2], L_2= 300[m].

El peso específico es 7,8 [kgf/dm^3].

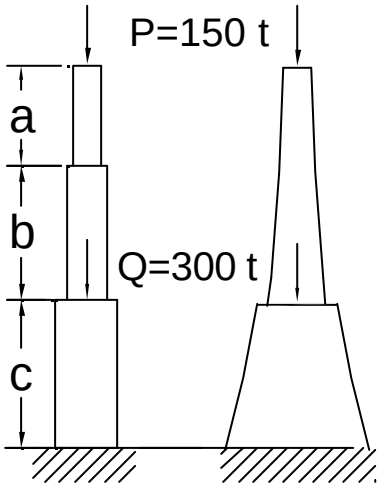


PROBLEMA 18: (A 85)

Teniendo en cuenta el peso propio se pide lo siguiente:

a) Calcular el área de cada una de las secciones rectas de un pilar de tres tramos (cada uno de sección uniforme), con una tensión admisible de 10[kgf/cm^2].
b) Calcular el pilar completo, como sólido de igual resistencia a compresión, con un tamo superior de 22[m] y un tramo inferior de 14[m] de altura respectivamente.
c) Comparar los volúmenes obtenidos con ambas soluciones.

Demás datos: Peso específico 2[kgf/dm^3], carga en el extremo superior del tramo superior P=150[t], carga en el extremo superior del tamo inferior Q=300[t], a=10[m], b=12[m], c=14[m].



Rta.: a) 1,8750 [m²], 2,4671 m², 7,5931 [m²]
b) tramo superior: 1,5[m^2] y 2,33[m^2], tramo inferior: 5,33[m^2] y 7,05[m^2]
c) Volúmenes: (a)154,60 [m^3], (b)127,5 [m^3]

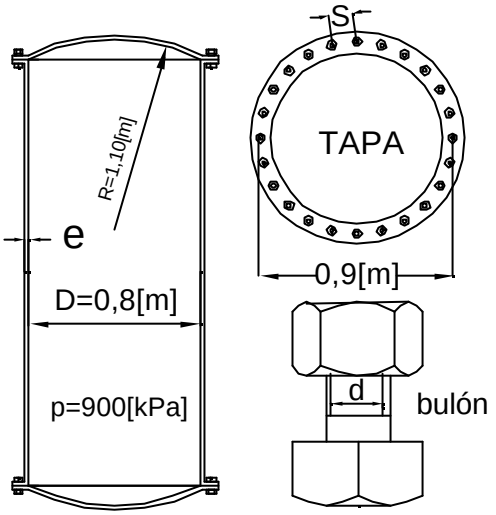
RECIPIENTES CON PRESION

PROBLEMA 19: (A 220)

El recipiente representado soporta una presión interna de 900 [kPa] y posee tapas aseguradas con 24 bulones cada una. Se pide:

1. Calcular el diámetro necesario del núcleo (*) de los bulones, si el material posee una tensión de rotura de 360 [MPa] y se utiliza un coeficiente de seguridad de 4.
2. Calcular la separación "S" entre los bulones si se distribuyen sobre una circunferencia de 0,9[m] de diámetro.
3. Calcular el espesor "e" necesario para la parte cilíndrica si para la chapa se fija una tensión admisible de 40 [MPa].

(*) parte central que no incluye la parte roscada (zonal no debilitado por la rosca).

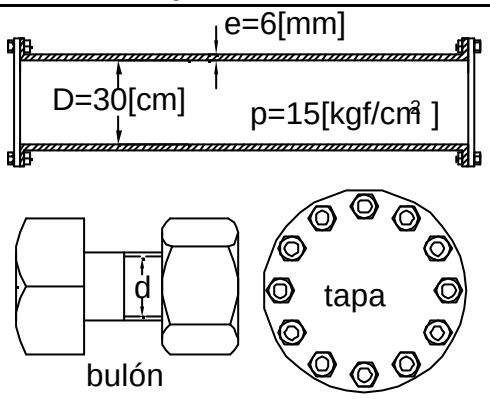


Rta.:
d=1,63x10^{-2}[m], S=0,1178[m], e=9x10^{-3}[m]

PROBLEMA 20: (AXIAL 240)

En la figura se representa un cilindro de chapa de acero solicitado por una presión interior de 15 [kgf/cm^2], cerrado en sus extremos por dos tapas soportadas por doce bulones cuyo diámetro de núcleo es de 10 [mm]. Se pide calcular lo siguiente:

1. Tensión máxima en los bulones.
2. Tensión máxima en la pared del cilindro de acero.



Rta.: 1) 1125 [kgf/cm^2] 2) 375 [kgf/cm^2]

PROBLEMA 21:

Un recipiente que deberá soportar una presión interior de 10 [kgf/cm^2], debe construirse de 1,20[m] de diámetro y 5[m] de longitud. Se pide lo siguiente:

1) Calcular el espesor e_1 que deberá poseer la parte cilíndrica.
2) Calcular el espesor e_2 para los fondos, que poseerán forma de casquete esférico de 2,50[m] de diámetro. La tensión de trabajo no debe superar a la admisible de 80 [MPa]. Considerar que para ambas partes se utilizarán chapas de hierro unidas entre sí por medio de soldadura eléctrica, siendo 0,8 el rendimiento de la soldadura.

Rta.: e_c=0,94[cm] , e_e=0,98[cm].

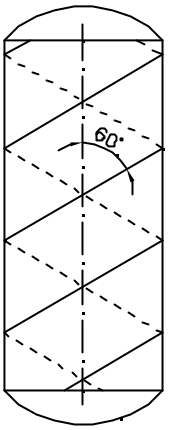
TENSIONES EN PLANOS OBLICUOS.

PROBLEMA 22: (A 320)

Un depósito cilíndrico de pared delgada de 50[cm] de radio se construye con chapa de hierro de 3,2[mm] de espesor, la que se dispone en forma de de hélice (soldando sus bordes) con una inclinación de 60° con respecto las generatrices longitudinales. En su interior deberá contener gas a una presión de 7,7 [kgf/cm^2]. Se pide lo siguiente:

a) Calcular la tensión normal y la tensión de corte, que ocurren en los cordones soldados que se muestran en la figura.

b) Calcular la máxima tensión de corte en el plano de la superficie de la chapa e indicar ángulo (en relación con la generatriz) para el que se producen. Calcular también el valor de la máxima tensión de corte en el volumen del metal.



Rta.: a)752 y -260, b)301 y 601,6[kgf/cm^2]

INFLUENCIA DE LA TEMPERATURA

PROBLEMA 23: (Timoshenko I)

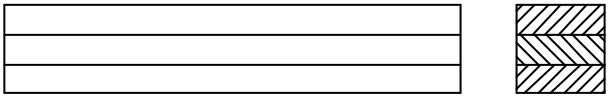
Calcular la luz de colocación para rieles de ferrocarril de 36 [m] de longitud, de modo que cuando la temperatura del metal expuesto a la radiación solar alcance los 70[°C], la tensión de compresión no supere los 80 [MPa]. La temperatura de colocación se estima en 20[°C]. El módulo de elasticidad del metal es 210 [GPa] y el coeficiente de dilatación del metal es 125 x 10^{-7} [°C^{-1}]

Rta.: 8,8 [mm]

PROBLEMA 24: (**A 135**, Timoshenko I, pág.28)

Calcular las tensiones que se originarán en la planchuela central de cobre y en las laterales de hierro, las tres soldadas entre sí, cuando se produzca un cambio de temperatura de 60 [°C]. Indicar además si las tensiones son de tracción o de compresión.

Los módulos de elasticidad del cobre y del hierro son 1.100.000 y 2.000.000 [kgf/cm^2], mientras que los coeficientes de dilatación son 0,0000170[°C^{-1}] y 0,0000125 [°C^{-1}] respectivamente. Las tres secciones transversales son iguales.



Rta.: acero: 116, cobre: 232 [kgf/cm^2]

PROBLEMA 25: (**A137**, Timoshenko I, pág.30)

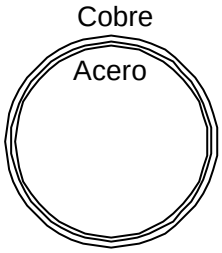
Un tubo de acero se introduce en uno de cobre cuando ambos están a cierta temperatura que permite realizar el acople, ya que la interferencia diametral a

temperatura ambiente es de 0,1 [mm],

Los espesores de ambos tubos son: 1 [mm] el de acero, 1,5 [mm] el de cobre (muy pequeños en comparación con sus diámetros) y el diámetro intermedio es 100 [mm].

Los módulos de elasticidad del acero y del cobre son 2.000.000 y 1.100.000 y [kgf/cm^2], mientras que los coeficientes de dilatación son 0,0000125 [°C^{-1}] y 0,0000170 [°C^{-1}] respectivamente.

Calcular las tensiones circunferenciales que se producirán en ambos materiales al enfriarse el conjunto.



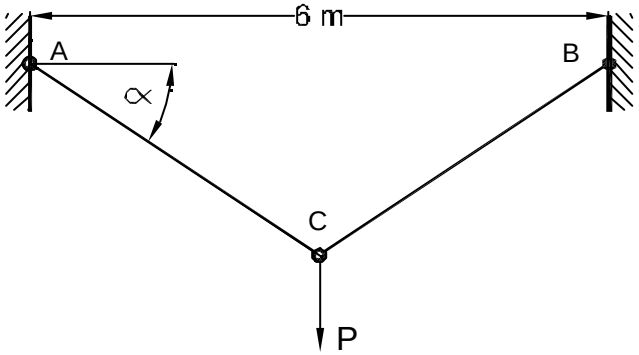
Rta.: acero: 904, cobre: 602 [kgf/cm^2]

OPTIMIZACIÓN DE DIMENSIONES

PROBLEMA 26: (A 350)

Se pretende diseñar un soporte metálico para sostener cargas máximas de 30000 [kgf] utilizando dos perfiles canal (PNU) colocados entre dos puntos articulados en A y B, unidos entre sí en la articulación C. Analizar en base al surtido disponible de perfiles normalizados, cual será el ángulo α más conveniente para lograr emplear la mínima cantidad de material, si se adopta una tensión admisible de 1400 [kgf/cm^2].

PNU	5	8	10	12	14	16
Sección (cm^2)	7,12	11	13,5	17	20,4	24



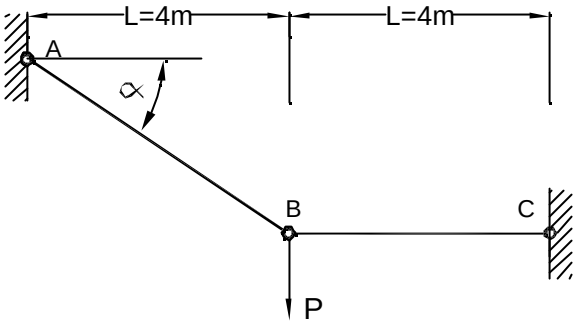
PROBLEMA 27: (A 370)

Las barras de acero AB y BC están articuladas en sus extremos y soportan una carga P=30 [kN] en el nudo "B".

1) Calcular el ángulo más conveniente para la barra inclinada de modo que el peso de material empleado resulte mínimo.

2) Calcular el diámetro teórico para cada una de las dos barras de hierro, si la tensión admisible es 80 [MPa].

Sugerencia: Consultar problema similar en la bibliografía: "Resistencia de Materiales" de V. I. Feodosiev, Editorial MIR, Moscú,1972, Pág.41.



Rta: α:54,74°, d_{AB}=24,2[mm], d_{BC}=18,7[mm]

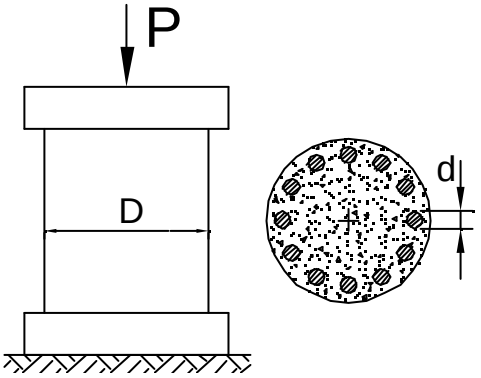
PROBLEMAS PROPUESTOS.

PROBLEMA N° 28

Una columna de hormigón armado con barras de acero distribuidas simétricamente y dispuestas en toda su longitud, se comprime con una fuerza de 300[kN].

Calcular la carga que soportará cada uno de ambos materiales, si la sección transversal de las barras de acero totalizan 1/10 de la sección neta de hormigón.

La columna es corta y no se considera la posibilidad de pandeo. Demás datos: E_H=14 [GPa] y E_A=210[GPa].



Rta.: P_H = 120[kN], P_A=180[kN]

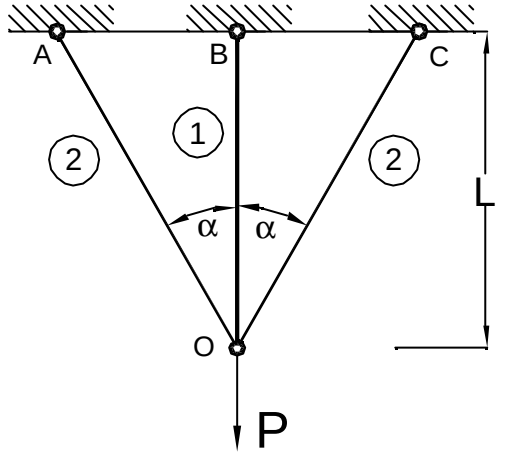
PROBLEMA N° 29

Para la estructura representada se pide:

a) Hallar las expresiones de la fuerza P_1 en la barra vertical de acero y P_2 en las barras inclinadas de cobre, en función de la fuerza P aplicada en el nudo O.

b) Particularizar para el caso en que las tres barras sean de la misma sección y del mismo material.

c) Calcular P_1 y P_2 si: P=4[kN], F_1=1,5[cm^2], F_2=2[cm^2] (barras inclinadas), E_1=210[GPa], E_2=110[GPa], α=30°.

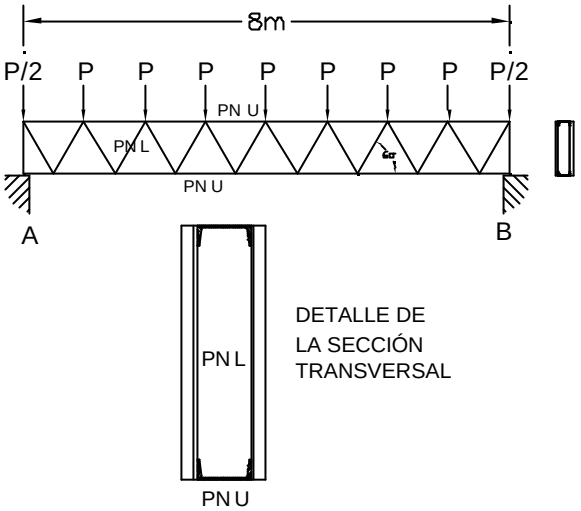


Rta.: P_1=2,62[kN], P_2=1,37[kN]

PROBLEMA N° 30 (GLOB_010)

La viga reticulada representada soporta la acción de fuerzas de intensidad P= 20[kN] en las uniones y debe diseñarse con perfiles "PNU" para las barras de cordón y con "PNL" para las barras diagonales (uno de cada lado). Se pide lo siguiente:

1) Proponer los vínculos correspondientes, dibujar el diagrama de cuerpo libre y calcular las reacciones de apoyo.
2) Realizar los cálculos necesarios y luego representar los diagramas de esf. de corte y momento flector, indicando los valores importantes sobre los mismos.
3) Utilizar el método de las secciones para determinar en que lugar las barras de cordón están mas tensionadas y luego calcular los máximos valores de tracción y compresión indicando en que tramos ocurren.
4) Con el mismo método que para el punto anterior, determinar cuales son las barras diagonales más tensionadas por tracción y por compresión.
5) En base a lo anterior y estableciendo una tensión admisible de 140 [MPa] para tracción y de 70 [MPa] para compresión (considerando el riesgo de pandeo) calcular la sección necesaria para cada barra de cordón. Sin embargo y por razones constructivas adoptar una misma sección para su construcción indicando el "PN U" necesario.
6) Idem punto anterior para las barras diagonales con las mismas tensiones admisibles.



U.T.N. Facultad Regional Santa Fe

Carrera:
Ingeniería Industrial
Asignatura:
Estática y Resistencia de Materiales
G.T.P.: **SOLICITACIÓN AXIAL**

Profesor: Ing. José Di Paolo
JTP: Ing. Hugo Tosone.

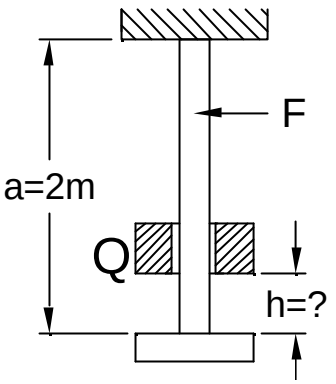
Octubre de 2008

PROBLEMA 1: (D 051)

Para el sistema representado, calcular h no teniendo en cuenta la masa del sistema golpeado.

Datos: Q=8 kgf, peso específico: 8 kgf/cm^3, L=2m, F=4cm^2, E=2x10^6 kgf/cm^2, s_{d_adm}=1000 kgf/cm^2

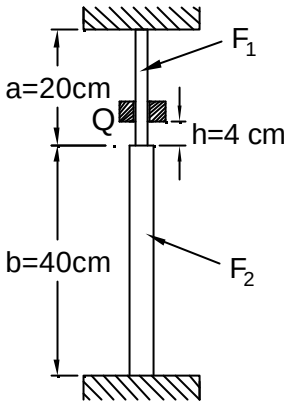
Rta.: 25 cm



PROBLEMA 2: (D 012)

No considerando la masa propia del sistema elástico que recibe el impacto, calcular el coeficiente dinámico kd, como así también las tensiones dinámicas $(\sigma_d)_1$ y $(\sigma_d)_2$, y el desplazamiento dinámico d, siendo:

Q = 10kgf , h= 4cm, L_1=20cm, L_2= 40cm , F_1=2cm², F_2=4cm², E_1= E_2= 2x10^6 kgf/cm², peso específico: 0,0078 kgf/cm^3

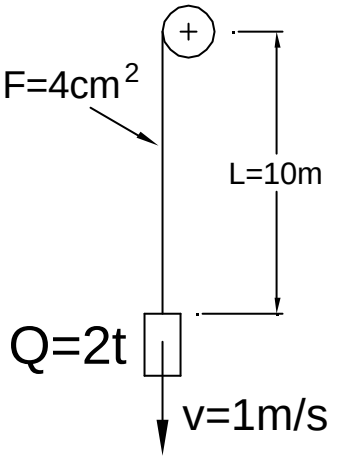


PROBLEMA 3: (D 060)

La cabina de un ascensor pesa 2000 kgf y baja a una velocidad de 1m/s cuando en forma brusca se traba el tambor de arrollamiento del cable, el que se encuentra fijo al edificio en la parte superior, siendo 10m el largo de cable desenrollado en ese momento.

El módulo de elasticidad reducido (*) del cable es 700.000 kgf/cm^2. Determinar el valor de la carga dinámica en esas condiciones.
(*)Debido al trenzado, el módulo de elasticidad resulta menor que el del material.

Rta.: 9.560 kgf



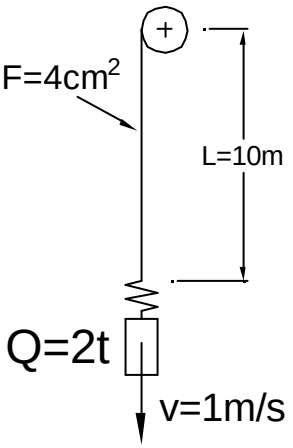
PROBLEMA 4: (D 070)

La cabina de un ascensor pesa 2000 kgf y posee un resorte amortiguador "en serie" con el cable.

Cuando baja a una velocidad de 1m/s, en forma brusca se traba el tambor de arrollamiento del cable, el que se encuentra fijo al edificio en la parte superior, siendo 10m el largo de cable desenrollado en ese momento. Si el módulo de elasticidad reducido (*) del cable es 700.000 kgf/cm^2, determinar el valor de Pd si la constante del resorte (su rigidez C_R) es 500 kgf/cm.

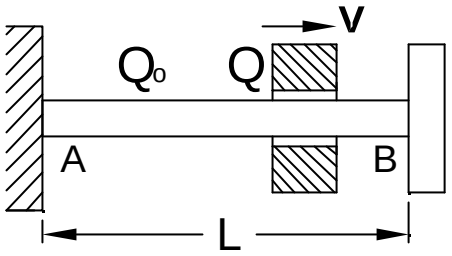
(*)Debido al trenzado, el módulo de elasticidad resulta menor que el del metal.

Rta.: 4.940 kgf



PROBLEMA 5: (D 080)

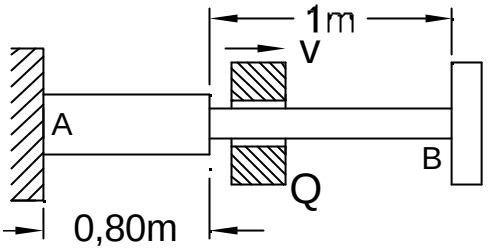
Para el caso de choque horizontal representado, efectuar el análisis energético y obtener la expresión para el coeficiente dinámico k_d.



PROBLEMA 6: (D 082)

Las barras de acero representadas poseen diámetros 3cm y 2cm respectivamente, siendo Q= 5kgf y v=3 m/s.

No teniendo en cuenta la masa de las barras calcular:

1) Tensiones dinámicas en ambas barras.

2) Desplazamiento máximo del punto de impacto.