INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR DE SAN ANDRÉS TUXTLA

Xochitl Hernández Cardoza

Materia: Estática

Profesor: Héctor Miguel Amador Chagala

Problemario y Resumen U5

202A

231U0112

Xochitl Hernández Cardoza

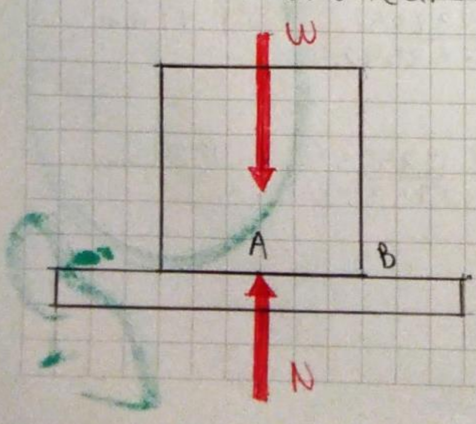
fricción

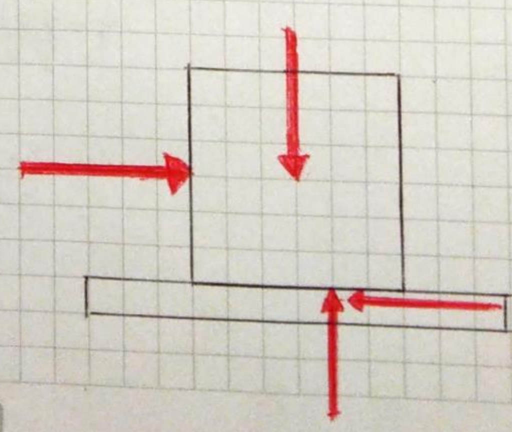
La fuerza de tracción que desarrolla la locomotora de un tren depende de la resistencia a la fricción ente las ruedas y los rieles, ante la posibilidad de que ocurran deslizamientos, como cuando el tren viaja por una pendiente o sobre rieles mojados, se depositan arena encima de los rieles para aumentar la fricción.

Leyes de fricción seca

Las leyes de friccion seca se pueden ejemplificar mediante el siguiente experimento. Un bloque de peso w se coloca sobre una superficie horizontal plana. Las fuerzas actuan sobre el bloque con su peso w y la reaccion de la superficie tampoco la tiene una componente horizontal, la reaccion de la superficie tampoco la tiene. Ahora suponga que se aplica sobre el bloque una fuerza horizontal P. Si P es pequeña, el bloque no se movera; por tanto, debe existir alguna otra fuerza horizontal que equilibre a P. Esta otra fuerza es la fuerza de friccion estatica F, la cual es en realidad la resultante de diversas fuerzas que actuan sobre toda la superficie de contacto y, en cierta medida, a la atraccion molecular.

Si se incrementa la fuerza P, tambien se incrementa la fuerza de friccion F, la cual continuan oponiendose a P hasta que su magnitud alcanza cierto valor maximo Fm. Si P se incrementa aun más, la fuerza de friccion ya no la puede equilibrar y el bloque comienza a deslizarse.





Xochilt Hernandez Cardozo

Angulos de friccion

Algunas veces es conveniente reemplazar la fuerza normal N y la fuerza de friccion F por la resultante R. Veamos que sucede cuando lo hacemos. Considere un bloque de peso W que descanza sobre una superficie horizontal plana. Si no se aplica una fuerza horizontal al bloque, la resultante R se reduce a la fuerza normal N. Sin embargo, si la fuerza aplicada P tiene una componente horizontal P_x que tiene a mover el bloque, la fuerza R tendra una componente horizontal F y, por tanto, formara un angulo Ø con la normal a la superficie. Si se incremente P_x hasta el movimiento se vuelva inminente, el angulo entre R y la vertical aumenta y alcanza un valor maximo. Este valor recibe el nombre de angulo de friccion estatica y se representa con Ø. Con base en la geometria de la figura, se observa que

Angulo de friccion estatica

$$\tan \varnothing = \frac{F_m}{N} = \frac{\mu_s N}{N}$$

$$\tan \varnothing_s = \mu_s$$

Si en realidad llega a ocurrir el movimiento, la magnitud de la fuerza de friccion decae a F_k en forma similar, el angulo Ø entre R y N decae a un valor menor $\varnothing_k$ llamado angulo de friccion cinetica. Con base en la geometria

Angulo de friccion cinetica

$$\tan \varnothing_k = \frac{F_k}{N} = \frac{\mu_k N}{N}$$

$$\tan \varnothing_k = \mu_k$$

Xochitl Hernandez Cardoza

Coeficiente de fricción

La evidencia experimental muestra que el maximo valor Fm de la fuerza de friccion estatica es proporcional a la componente normal N de la reaccion de la superficie. Asi se tiene que

Friccion estatica

$$F_m = \mu_s N$$

Donde μ_s es una constante llamada coeficiente de friccion estatica. De forma similar, la magnitud Fk de la fuerza de friccion cinetica puede expresarse de la siguiente forma

Friccion cinetica

$$F_k = \mu_k N$$

Donde μ_k es una constante denominada coeficiente de friccion cinetica. los coeficientes de friccion μ_s y μ_k no dependen del area de las superficies en contacto, si no que dependen en gran medida de la naturaleza de las superficies. Sus valores casi nunca se conocen con una precision mayor a 5%

En la tabla 8.1 se presentan valores aproximados de los coeficientes de friccion estatica para distintas combinaciones de superficies secas.

Tabla 8.1 Valores aproximados de los coeficientes de friccion estatica para superficies secas

Metal sobre metal	0.15 - 0.60
Metal sobre madera	0.20 - 0.60
Metal sobre piedra	0.30 - 0.70
Metal sobre cuero	0.30 - 0.60
Madera sobre Madera	0.25 - 0.50

Xochilt Hernandez Cardoza

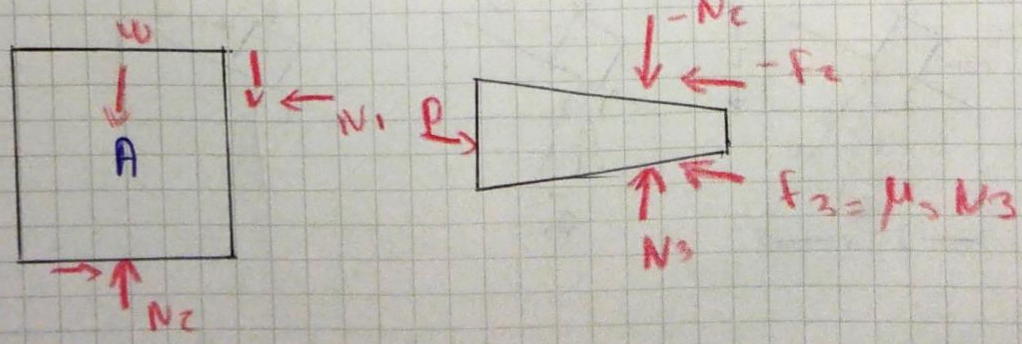
Cuñas y Tornillos

La friccion es un elemento clave al analizar la funcion y la operacion de varios tipos de maquinas simples. A continuacion se examinaron la cuña y el tornillo, que son extensiones del plano inclinado que hemos analizado en la seccion 8.1

Cuñas

Las cuñas son maquinas simples que se utilizan para levantar grandes bloques de piedras y otras pesadas. Estas cargas se pueden levantar aplicandole a la cuña una fuerza, que es menor que el peso de la carga. Además, debido a la friccion entre las superficies de contacto, una cuña con una forma apropiada permanecera en su lugar despues que ha sido forzada bajo la carga. Por tanto, las cuñas se pueden utilizar para hacer pequeños ajustes en la posicion de piezas pesadas de maquinaria.

Considere el bloque al bloque A mostrado en la figura 8.7. dicho bloque descansa sobre una pared vertical B y debe levantarse un poco forzando una cuña C entre el bloque A y una segunda cuña D. Se desea encontrar el valor minimo de la fuerza P que debe aplicarse la cuña C para mover el bloque. Se supondra que el peso w del bloque es conocido, ya sea en libras o determinado en newtons a partir de la masa del bloque expresada en kilogramos.



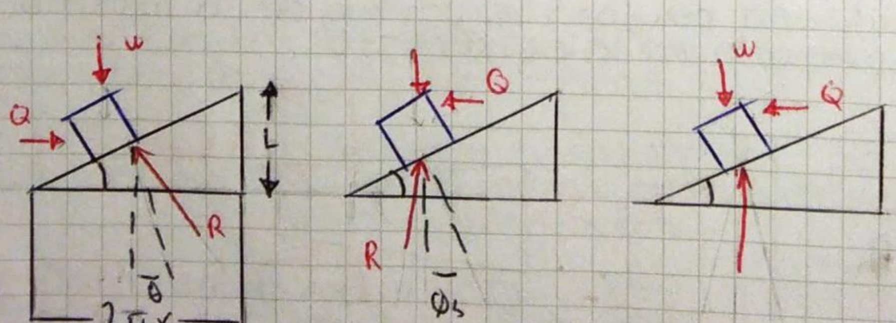
Xochitl Hernandez Cardoza

Tornillos de rosca cuadrada

Los tornillos de rosca cuadrada se utilizan en gatos, prensas y otros mecanismos. Su estudio es similar al analisis de un bloque que se desliza a lo largo de un plano inclinado. (Los tornillos tambien se utilizan comunmente como pasadores pero sus roscas, en ese caso, tienen una forma diferente).

En el gato mostrado en la figura 8.8, el tornillo soporta una carga w y esta apoyado en la base del gato. El contacto entre el tornillo y la base ocurre a lo largo de una porcion de sus roscas. Si se aplica una fuerza P sobre el mango, se puede hacer que el tornillo gire y levante a la carga w.

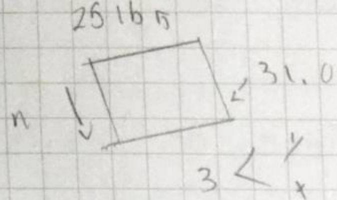
La rosca de la base ha sido desenvuelta y se muestra como una linea recta. La pendiente correcta de la linea recta se obtuvo al representar de manera horizontal el producto $2\pi r$, donde r es el radio promedio de la rosca y verticalmente el avance L del tornillo, esto es, la distancia a traves de la cual avanza el tornillo en una vuelta. El angulo θ que esta linea forma con la horizontal es el angulo de avance. Como la fuerza de friccion entre dos superficies en contacto no depende del area de contacto, se puede suponer que el area de contacto entre las dos roscas es menor que su valor real y, por tanto, pueden representarse al tornillo por medio



Problemario

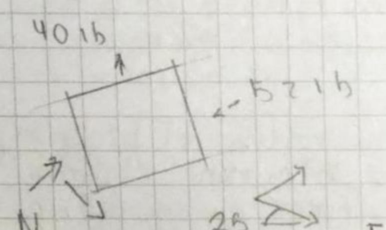
8.1 Si WA = 25 lb y Θ 30 determine a) el valor de WB para que el sistema este en equilibrio b) el valor maximo de WB para que el sistema este en equilibrio

F = $\mu_s N$ = -0.35 WB cos 30°
$\Sigma f = 0$ Fsr WB (sen 30°) - 25 lb = 0
(sen 30° - 0.35 (cos 30°)) WB = 25 lb
WB Maximo = 127 lb



F = $\mu_s N$ = 0.35 WB (cos 30°)
$\Sigma F_x = 0$:. F - 25 lb + WB (sen 30°) = 0
(0.35 (cos 30°) + sen 30) WB = 25 lb
WB Minimo = 31.1 lb

8.2 Si WA = 40 lb WH 52 lb y Θ = 25° determine a) si el sistema esta en equilibrio b) la magnitud y la direccion de la fuerza de friccion



Σf_y = N - (52 lb) cos 25° = 0
N = (52 lb) (cos (25)) =
N = 47.128 lb
Fmax = $\mu_s N$ = 0.35 (47.128 lb)
Fmax = 16.495 lb

F = 11.782 lb
Q = 35°

(el sistema no esta en equilibrio

Σf_x =
Equilibrio = 40 lb
(52 lb) sen 25 = 18.029 lb
F equilibrio - 40 lb + (52 lb) sen 25 = 0
F = 0.25 (47.128 lb)

8.3 Determine si el bloque de 10 kg mostrando en la fig. esta en equilibrio y encuentre la magnitud de la fuerza de w = (10 kg)(9.81 m/s²)
w = 98.1 N

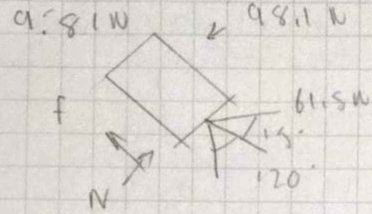
$\Sigma f_y = 0$ N (98.1 N) (cos 20°) + (40 N) sen 20° = 0
N = 78.503 N

ΣF_x = 0 (40 N) (cos 20) - (98.1) sen 20° - f = 0
equilibrio = 4.035 N

F = 4.04 N ∇20° Ay equilibrio

Xochitl Hernandez Cardoza

8.4 Determine si el bloque de 10 kg mostrado en la fig esta en equilibrio y encuentren la magnitud y la direccion de la fuerza de friccion cuando p = 62.5 N y θ = 15°



$w = (10\ kg)(9.81\ m/s^2)\ 98.1\ N$

$\Sigma F_y = 0$

$N - (98.1\ N)(\cos 20) + (62.5\ N)\sin 15 = 0$

$N = 16.008\ N$ F deslizamiento = $\mu \times N$

$F_{max} = \mu_s N$ F deslizamiento = (0.25)(76.02)

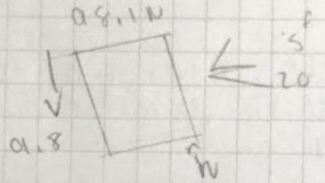
$F_{max} = (0.30)(76.008\ N)$ F desplazamiento 19.00 N

$F_{max} = 22.802\ N$

$\Sigma F_x = 0\ (62.5 N)(\cos 15 - (98.1 N)\sin 20 - f = 0$

F equilibrio $-26.818\ N$ No esta en equilibrio

8.5 Si θ = 25 determine el rango de valores de F para los cuales se mantina el equilibrio



$w = (10\ kg)(9.81\ m/s^2) = 98.1\ N$

$\Sigma F_y = 0\quad N - (98.1)(\cos 20° + p(\sin 25) = 0$

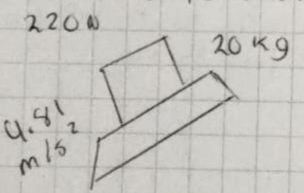
$\Sigma F_x = 0\quad p(\cos 25°) - (98.1\ N)\sin 20° + F = 0$

$F = \mu_s N = 0.3\ N$ $F = \mu_s\ n = -0.3\ N$

$P_D = 7.56\ N$ $P_U = 59.2\ N$

$7.56\ N \leq 59.2\ N$

8.6 Si el coeficiente de friccion estatico entre el bloque de 20 kg y el plano inclinado es de 0.30 determine el valor minimo de θ para el cual el bloque se mantiene en equilibrio



$w = (20\ kg)(9.81\ m/s^2)$

$w = 196.2\ N$

$F = \mu_s N$

$\Sigma F_g = 0$

$N - (220\ N)\sin\theta - (196.2)(\cos 35° = 0$

$F = \mu_s N = 0.3\ (220 \sin\theta + 196.2 \cos 35°)\ N$

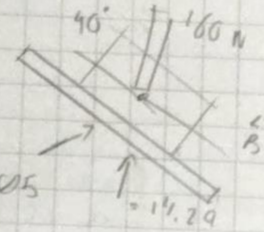
$\Sigma F_x = 0\ (220\ N)\cos\theta - F - (196.2\ N)\sin 35 = 0$

$0.3(220 \sin\theta + 196.2\ \cos\theta)N = (220(\cos\theta)N - (196.1 \sin 35\ N$

$220(\cos\theta) - 66(\sin\theta) = 160.751$

Xochitl Hernandez Cardozo

8.7 Sin tomar encuenta la masa del bloque y sabiendo que el coeficiente de friccion estatica entre el bloque y el plano inclinado es de 0.35 determine a) valor minimo de θ para el cual el bloque se mantiene en equilibrio b) el valor correspondiente de B



$\theta_s = \tan^{-1} \mu_s = \tan^{-1}(0.35) = 19.29$

$B = 19.29$

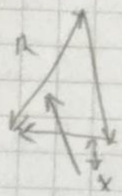
$B = \theta s$

$P = (160\ N) \cos(B + 40°)$

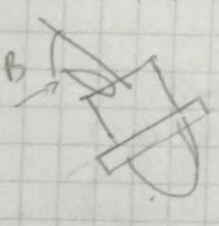
$P = (160\ N) \cos 59.29$

$P = 81.7\ N$

P minimo = 81.7 N



8.8 Si el coeficiente de friccion estatica entre el bloque de 30 y el plano inclinado que se muestran en la figura $\mu_s < 0.25$ determine a) el valor minimo de P es nesesario para encontrar o mantener el a) bloque en equilibrio b) el valor de B



$\theta s = \tan^{-1} \mu s$

$\theta s = \tan^{-1}(0.25) - 14.036°$

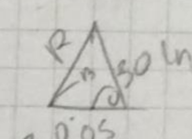
$B = \alpha = 90 - (30° + 14.036) = 45.96$

$P = (30\ lb) \operatorname{sen} \alpha$

$P = (30\ lb) \operatorname{sen}(45.964) = 21.567\ lb$

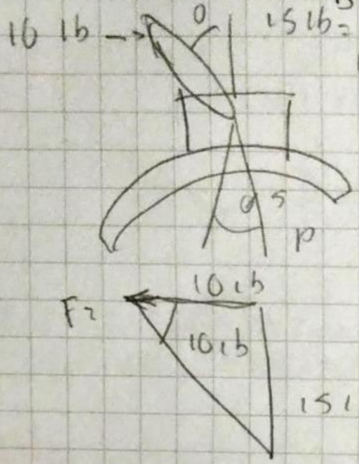
$P = 21.6\ lb$

$B = 46.0$



Xochitl Hernandez Cardoza

8.9 un bloque de 15 lb esta en reposo como indica la figura. Determine el rango positivo de valores de β para las cuales el bloque se mantiene en equilibrio si a) es θ menor a 90° b) θ tiene un valor entre 90 y 180°



15 lb = μ 0.40

μ = 0.35

$\theta_s = \tan^{-1} \mu_s$

$\theta_s = \tan^{-1}(0.40)$

$\theta_s = 21.801°$

$\beta_{1,2} = \theta_{1,2} - \theta_s$

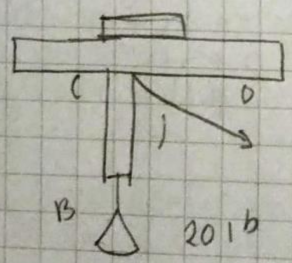
$\frac{10\,lb}{\operatorname{sen}\theta_s} = \frac{15\,lb}{\operatorname{sen}\beta_{1,2}}$

$\beta_{1,2} = \operatorname{sen}\left[\frac{15\,lb}{10\,lb}\operatorname{sen}(21.801°)\right] = \begin{cases} 33.354 \\ 46.146 \end{cases}$

a) $0 \leq \theta \leq 55.7°$

b) $167.9 \leq \theta\, 180°$

8.10 El bloque A de 20 lb se sostiene de un cable como indica la figura la polea c esta conectada por medio de un pequeño eslaban



$\uparrow \Sigma F_y = 0 \quad 2T - 20\,lb = 0$

$T = 10\,lb$

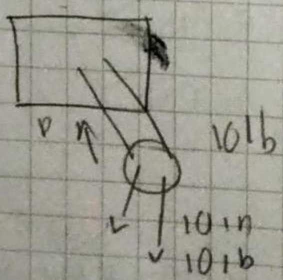
$\theta_s = \tan^{-1} \mu_s$

$\theta_s = \tan^{-1}(0.35) = 1929$

$\frac{20\,lb}{\operatorname{sen}(0.05)} = \frac{10\,lb}{\operatorname{sen}\theta_s} \qquad \frac{2\operatorname{sen}\theta_s}{\operatorname{sen}(\theta - \theta_s)}$

$\theta = \operatorname{sen}^{-1}(2\operatorname{sen}19.2900) + 29.2900 + 60.64$

$\theta\ max = 60.6$



Xochitl Hernandez Cardoza