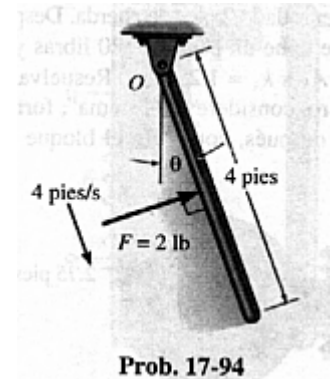


**UNIVERSIDAD DE IBAGUÉ – CORUNIVERSITARIA**  
**TUTORIAL – WORKING MODEL**

Ing. Alfonso Cubillos V  
alfonso.cubillos@unibague.edu.co

Una fuerza  $F = 2$  libras es aplicada perpendicularmente al eje de la varilla de 5 Libras y se desplaza de O a A con rapidez constante de 4 ft/sg. Si la varilla se encuentra en reposo cuando  $\theta = 0^\circ$  y  $F$  está en O cuando  $t = 0$ , grafique la fuerza resultante sobre el pivote en función del Angulo de la varilla. ¿Hasta qué ángulo ha girado la varilla cuando esto ocurre? La varilla gira en el plano horizontal.



**Desarrollo**

**1. Configure como quiere ver el espacio de trabajo.** Despliegue **View** menú, y escoja **WorkSpace**, active las opciones *Coordinates*, *Grid Lines* y *XYAxes*. Por ultimo, click *Close*. Esto hace que en el espacio de trabajo se active la grilla, el sistema de coordenadas y los ejes coordenados.

**2. Seleccione las unidades a trabajar:** En el menú **View**, seleccione **Number and Units**, en la casilla *Unit System*, seleccione *English(Slugs)*. Clic sobre *More Choises*, esto permite ver todas las unidades que están seleccionadas, cambie la distancia a pies (*feet*). Revise que el resto de unidades concuerdan con el ejercicio. Clic *Close*.

**3. Dibuje los cuerpos:** Para este caso es solo uno, la varilla. Clic sobre *rectangle*, dibuje un rectángulo de cualquier longitud y espesor. Seleccione el rectángulo, y abra **Window** menú, y escoja **Geometry** (También lo puede hacer simplemente tipiendo *Crtl+K*). *Height* y *Width* son 4 y 0.5 respectivamente. La geometría del rectángulo cambia automáticamente; cierre la ventana.

**4. Propiedades de los elementos:** Doble clic sobre la varilla, aparece la ventana de *Propiedades*. Coloque la siguiente información:

$x = 0$ ,  $y = -2$ ,  $mass = 0.155$  (Recuerde que esta en Slugs)

**5. Por medio del Zoom,** amplíe o reduzca el tamaño *visual* del objeto:



**6. Coloque las uniones:** Clic sobre *Pin Join*, y ubíquelo en la parte superior media de la varilla. Esto une con un pivote de un grado de libertad, la varilla y la tierra de referencia.

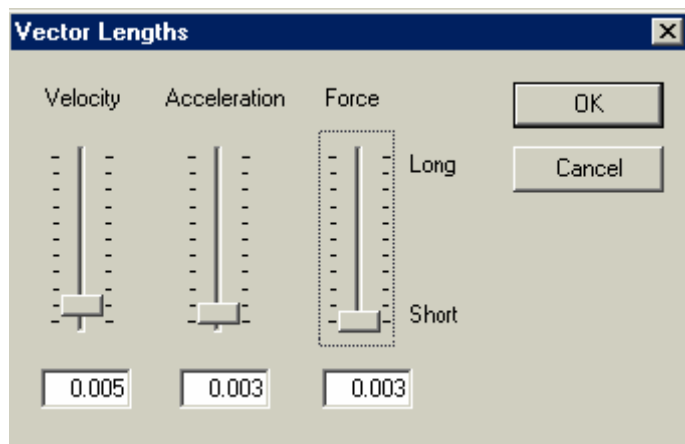




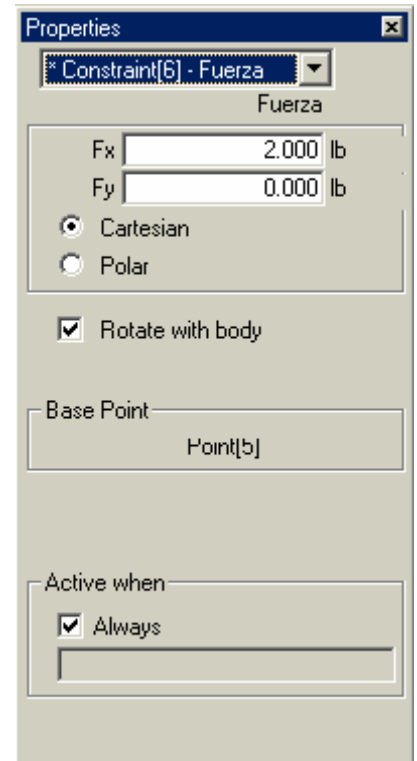
**7. Aplique la carga:** Haga clic sobre **Force**, y luego sobre la esquina superior izquierda de la varilla haga clic, esto ubica el punto de aplicación del vector Fuerza sobre la varilla. Mueva el mouse hacia la izquierda de la varilla y clic sobre cualquier lugar, no importa como quede la Fuerza, más adelante se configurará.

**8. Configure la carga :** Con doble clic sobre la fuerza, abre la ventana de propiedades de la misma. La fuerza en X es igual a 2, en Y = 0. También active la función *Rotate with body*, esta opción hace que la fuerza gire con el cuerpo, si este lo hace, en esta caso, la fuerza siempre será perpendicular a la varilla (Lo cual es requerido en el ejercicio). Cierre la ventana.

**Tip :** Si la *fuerza* se ve muy grande o muy pequeña, puede configurar el tamaño (no la magnitud), en el menú **Define**, y seleccionando **Vector Lengths**, aparece una ventana donde se puede configurar la longitud de los vectores *Velocidad*, *Aceleración* y *Fuerza*. Si quiere hacer más pequeña la



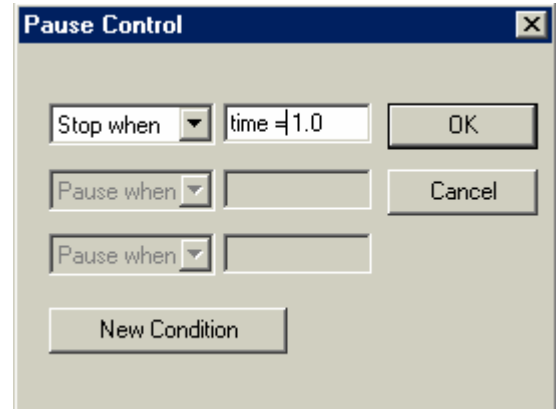
fuerza, solo desplace hacia abajo el *sintonizador*



respectivo, si no baja más y quiere ver más pequeña la fuerza, escriba un valor más pequeño del que esta sobre la casilla inferior; lo mismo puede hacer pero al contrario, si quiere ver los vectores más largos.

**9. Desplazar la fuerza sobre la barra:** En el lugar en donde esta aplicada la fuerza hay un *point*, este también tiene propiedades, haciendo doble clic sobre el punto donde esta aplicada la fuerza, se abre la ventana de propiedades del point. Como propiedades se encuentra un X y Y, esta es la *posición del point con respecto al centro del cuerpo*, entonces se debe garantizar que este point se desplace en Y con respecto al tiempo. Así, digite sobre la casilla Y la *función*:  $2-4*time$ , esto hace que la posición del punto en Y, con respecto al centro del cuerpo, se mueva en función del tiempo (*time*).

**10. Pause Control:** Se debe detener la simulación, cuando la fuerza llegue al final de la varilla. Para esto, En el menú **World**, seleccione **Pause Control**, clic **New Condition**, se activa una de las opciones, en el menú desplegable, seleccione *Stop When*, y en la siguiente casilla, digite *time = 1*, clic **OK**. Esto hace que la simulación pare cuando haya transcurrido un segundo, tiempo que demora la fuerza en llegar al extremo de la varilla.



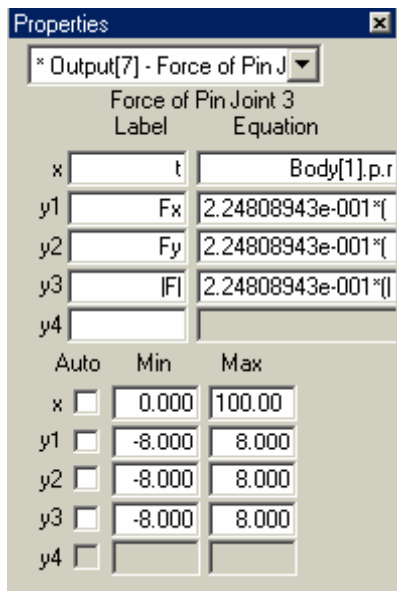
**RUN, RESET.**

**11. Plano Horizontal:** El ejercicio plantea que la varilla está en el plano horizontal, es decir, que la fuerza de la gravedad no está afectando el sistema, por lo tanto se debe suprimir la gravedad. En el menú **World**, seleccione **Gravity**, escoja **None**. De esta forma se despreja la gravedad.

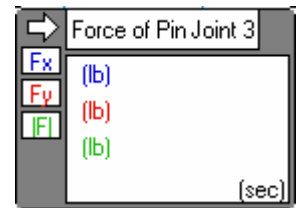
**Tip.** Puede hacer la **simulación más lenta**: el menú **World**, seleccione **Accuracy**, en el recuadro *Animation Step*, active las opciones, y en la primera casilla, digite *0.01*, esto hará la simulación más lenta, clic **OK**.

**RUN, RESET.**

**12. Obtenga Graficas:** Seleccione el punto de pivote entre la varilla y la tierra, en



menú **Measure**, escoja **Force**. (aparece la ventana de gráfico de Fuerza). **RUN**. En la parte superior izquierda de la gráfica, se encuentra una flecha



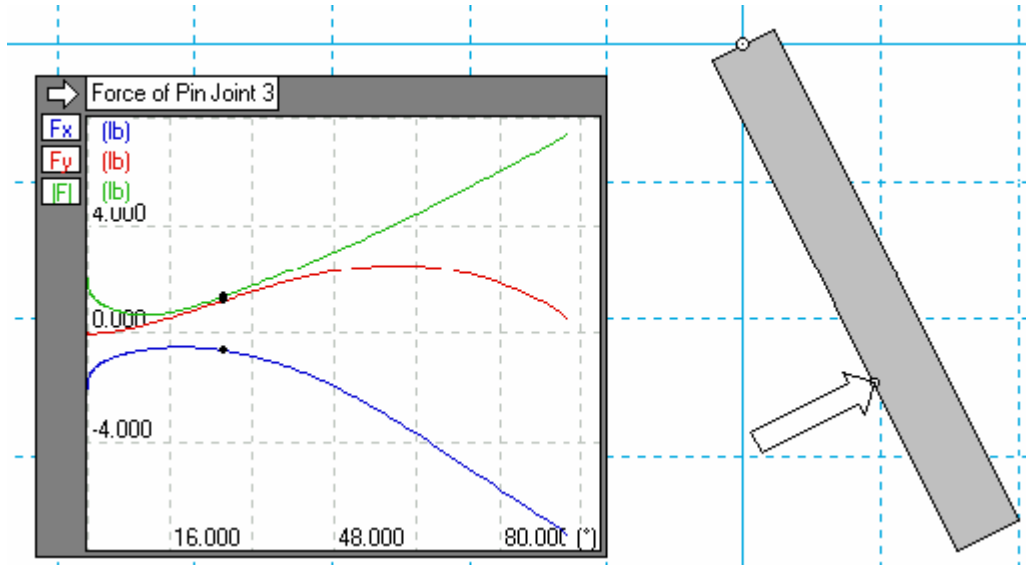
blanca, clic sobre ella hasta que se aprecien las curvas en la gráfica. **RESET**.

Doble clic sobre la gráfica para apreciar las propiedades de la gráfica; en la fila X, digite como *label* : Angulo, y como *Equation* : Body[1].p.r. El *label* no modifica la forma de la gráfica, lo único que hace es cambiarle el nombre al eje, lo importante, es que sobre la columna *Equation* este la función que define la gráfica. Las filas y1, y2 y y3 se configuran automáticamente.

Los valores de los cuadros inferiores, definen las escalas de cada una de las curvas sobre la gráfica, por defecto, la columna *Auto*, está totalmente seleccionada, esto significa que cada curva tendrá una escala diferente sobre la gráfica; sería bueno que todas las curvas tengan la misma escala

sobre la grafica para poder compararlas, esto se logra desactivando la opción *Auto*, y dejando los valores *Min* y *Max*, iguales sobre cada columna, como lo muestra la grafica.

Su simulación debe parecerse a esto :



### Qué pasa si ...?

Desactiva la opción *Rotate with body*, en las propiedades de la fuerza.

Cambia la masa de la varilla.

Si no se suprime la gravedad, o por que no, cambie el valor de la gravedad.

### Como lo haría ...?

Si quiere graficar la reacción sobre el pivote, pero en función de la velocidad angular de la varilla.

Si desea que la simulación realice un *pause* cuando la varilla llegue a sus 45°

Si quisiese ver solo la grafica de la magnitud de la fuerza resultante.

Para graficar en Matlab : Utilice el siguiente código que toma en cuenta la función analítica descrita en el mismo tutorial :

```
clear all
t=93.45;
tr=t*pi/180; tl=0:0.1:tr;
O=(14.74*tl.^(8/3)+6.55*tl.^(2/3)-10.24*tl.^(1/3)+4).^0.5;
plot(tl,O)
```