

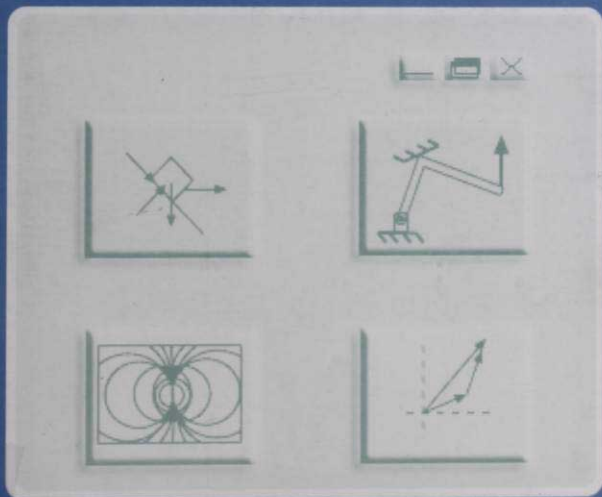
999

# Software de Apoyo Para el Curso de Fuerza y Equilibrio

FISFYE

MANUAL DE USUARIO

Hugo Sergio Becerril Hernández  
Nicolás Falcón Hernández  
Alejandro Pérez Ricárdez  
Abelardo Luis Rodríguez Soria



W  
73  
484

Basicas

UNIVERSIDAD  
AUTÓNOMA  
METROPOLITANA  
Cada instante al tiempo  [unam.mx](http://www.unam.mx)



# **Software de Apoyo Para el Curso de Fuerza y Equilibrio**

MANUAL DE USUARIO

FISFYE

Software de Apoyo Para el Curso de Fuerza y Equilibrio  
MANUAL DE USUARIO FISPVE

Este material fue dictaminado y aprobado para su publicación por el Consejo Editorial de la División de Ciencias Básicas e Ingeniería de la Unidad Azcapotzalco de la UAM, en su sesión del día 5 de marzo de 2003.

Pasar al área de física con diskette para que le sea copiado el software por alguno de los autores

# 217474  
CB 2892985

# Software de Apoyo Para el Curso de Fuerza y Equilibrio

FISFYE

MANUAL DE USUARIO

Hugo Sergio Becerril Hernández  
Nicolás Falcón Hernández  
Alejandro Pérez Ricárdez  
Abelardo Luis Rodríguez Soria



2892985



División de Ciencias Básicas e Ingeniería  
Departamento de Ciencias Básicas

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA METROPOLITANA  
UNIDAD AZCAPOTZALCO

RECTOR  
DR. ADRIÁN GERARDO DE GARAY SÁNCHEZ

SECRETARIA  
DRA. SYLVIE JEANNE TURPIN MARION

COORDINADORA GENERAL DE DESARROLLO ACADÉMICO  
DRA. NORMA RONDERO LÓPEZ

COORDINADOR DE EXTENSIÓN UNIVERSITARIA  
D. I. JORGE ARMANDO MORALES ACEVES

JEFE DE LA SECCIÓN DE PRODUCCIÓN Y DISTRIBUCIÓN EDITORIALES  
LIC. FRANCISCO JAVIER RAMÍREZ TRIVIÑO

CORRECCIÓN:  
MARISELA JUÁREZ CAPISTRÁN  
ILUSTRACIÓN DE PORTADA:  
CONSUELO QUIROZ REYES  
DISEÑO DE PORTADA:  
MODESTO SERRANO RAMÍREZ

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA METROPOLITANA  
UNIDAD AZCAPOTZALCO  
AV. SAN PABLO 180  
COL. REYNOSA TAMAULIPAS  
DEL. AZCAPOTZALCO  
C. P. 02200  
MÉXICO, D. F.

© UNIVERSIDAD AUTÓNOMA METROPOLITANA  
UNIDAD AZCAPOTZALCO

HUGO SERGIO BECERRIL HERNÁNDEZ  
NICOLÁS FALCÓN HERNÁNDEZ  
ALEJANDRO PÉREZ RICÁRDEZ  
ABELARDO LUIS RODRÍGUEZ SORIA

*SOFTWARE DE APOYO PARA EL CURSO FUERZA Y EQUILIBRIO.*  
*MANUAL DE USUARIO FISFYE*  
ISBN: 970-31-0183-6

1ª. EDICIÓN, 2003  
1ª. REIMPRESIÓN, 2006  
2ª. REIMPRESIÓN, 2009

IMPRESO EN MÉXICO

U A 11  
PC 73  
SG. 484

## Contenido

Introducción.....	7
Requerimientos mínimos para el sistema.....	7
Instalación.....	7
Uso de la aplicación.....	7
Estática de Partículas.....	8
Procedimiento.....	11
Ejemplos.....	12
Estática de Cuerpo Rígido.....	24
Procedimiento.....	26
Ejemplos.....	27
Campos.....	32
Procedimiento.....	34
Ejemplos.....	35
Vectores.....	45
Procedimiento.....	48
Ejemplos.....	49





## Introducción

Este sistema computacional fue desarrollado principalmente para servir de apoyo a los alumnos que cursan la U.E.A. de Fuerza y Equilibrio, que imparte el tronco básico de las carreras de ingeniería de la U.A.M. Azcapotzalco. También puede ser utilizado para otros cursos, como el de Estática.

El sistema nos permite obtener la solución de los distintos problemas que se analizan en el curso. Por otra parte, y de manera muy conveniente, también nos permite analizar el planteamiento de los mismos problemas, paso por paso hasta llegar al planteamiento final.

## Requerimientos mínimos para el sistema

- Windows 95. El sistema corre desde Windows 3.1 pero es muy lento, por lo cual se recomienda usar una computadora que tenga por lo menos Windows 95.
- Procesador Pentium o equivalente.
- Unidad de CD o unidad de disquetes (según versión).

## Instalación

- Insertar el CD o el disquete según el caso.
- Correr el Setup contenido en el CD o en el disquete, con el siguiente procedimiento:
  - Utilizar Inicio de Windows.
  - Buscar la opción Correr o Run.
  - Escribir en la caja de texto: *A.setup.exe* si es un disquete, o *D.setup.exe* si es un CD y suponiendo que la unidad de CD es asignada como D, si no es así, utilizar la letra asignada al CD en lugar de la D.
  - De aquí en adelante deberá seguir las instrucciones que se le vayan indicando.
  - Al finalizar la instalación, la aplicación puede ser corrida en la forma acostumbrada, es decir, utilizando Inicio, Programas, y el programa correspondiente, que en nuestro caso es *fisfy*.
  - Si se desea tener un icono en el escritorio o en alguna carpeta, puede hacerlo en las formas acostumbradas de Windows. Por ejemplo, una forma simple sería, utilizando Inicio, Programas, hacer clic derecho en la aplicación *fisfy* y arrastrar al escritorio o a la carpeta deseada para crear un acceso directo.

## Uso de la aplicación

Al correr la aplicación *fisfy*, la primera ventana que aparece, es como la mostrada en la Figura 1. En esta ventana podemos ver que la aplicación contiene cuatro módulos: Estática de Partículas, Estática de Cuerpo Rígido, Campos, y Vectores. Los primeros tres módulos corresponden a cada una de las evaluaciones del curso. El cuarto módulo permite aprender el manejo de vectores, el cual será utilizado en cada uno de los otros módulos.

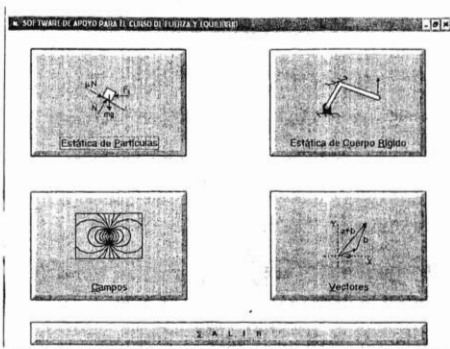


Figura 1. Ventana inicial de la aplicación.

## Estática de partículas

Para utilizar este módulo hacemos clic en el botón correspondiente que aparece en la primera ventana.



Al utilizar este módulo, aparece la siguiente ventana:

The screenshot shows the "ESTÁTICA DE CUERPO RÍGIDO" window. It contains a problem description, a diagram of a rigid body with forces, and a data entry panel. Annotations point to various parts of the interface:

- Menú:** Points to the top navigation bar.
- Datos:** Points to the data entry fields for force magnitude and direction.
- Figura Tipo de Problema:** Points to the diagram of the rigid body.
- Resultados:** Points to the calculated force values.
- Pizarra:** Points to the main content area.
- Scroll vertical:** Points to the vertical scrollbar.
- Barra de ayuda:** Points to the help bar at the bottom.

**TIPO DE PROBLEMA. DOS DIRECCIONES**  
 Se tiene un cuerpo en equilibrio, sobre el cual actúan algunas fuerzas conocidas, y dos más,  $F_1$  y  $F_2$ , que se conocen su dirección pero se desconocen su magnitud.  
 En nuestro ejemplo el sistema es el muelle, donde se tienen tres cuerdas, sobre el cual actúan las tensiones de cada cuerda:  $F_1$ ,  $F_2$  y la tensión en la cuerda vertical, que es igual al peso del bloque (100N).

**Diagrama:** Shows a central point with three forces:  $F_1$  at  $50^\circ$ ,  $F_2$  at  $150^\circ$ , and a vertical force of 100N.

**Panel de Datos:**

Lista de problemas	<input type="checkbox"/> Los ejercicios <input type="checkbox"/> A partir de recibir la nota <input type="checkbox"/> Notas y Exámenes <input type="checkbox"/> Exámenes
Cuentas seleccionadas	<input type="checkbox"/> No de fuerza (1) <input type="checkbox"/> Magnitud, Dirección (1) <input type="checkbox"/> Dirección (1)
Datos seleccionados	<input type="text"/> Dirección P1 <input type="text"/> Dirección F2
Resultados	$F_1 = 65.3$ $F_2 = 87.5$

**Figura Tipo de Problema:** Diagram showing forces  $F_1$  at  $50^\circ$ ,  $F_2$  at  $150^\circ$ , and a vertical force of 100N.

En esta ventana podemos plantear y resolver problemas correspondientes a la primera evaluación del curso. Aquí podemos identificar los elementos que la componen y que describiremos a continuación. (Se sugiere al lector ir probando cada parte que se describa, sin temor a cometer errores).

- **Datos.** Las áreas grises son las de datos, es decir, aquí es donde el usuario vacía los datos del problema que desea analizar. Está dividida en tres partes que son: Tipo de problema, Fuerzas conocidas, y Datos adicionales.
  - **Tipo de problema:** Lo primero que debe indicar el usuario es el tipo de problema, para lo cual es necesario que haya elaborado por lo menos el diagrama de cuerpo libre del sistema o de los sistemas que aparecen en su problema. A partir del diagrama de cuerpo libre, puede identificar fácilmente a que tipo corresponde el problema que desea analizar. Los diferentes tipos son: *Dos direcciones, A punto de resbalar, Ángulo y magnitud, y Equilibrante.*
    - **Dos direcciones:** Si se escoge esta opción quiere decir que se tiene un problema en el que las incógnitas son la magnitud de dos fuerzas, de las cuales se conoce su dirección. Este tipo de problema es el más frecuente, en los ejercicios de los libros de texto.
    - **A punto de resbalar:** En esta opción se tendrá un problema de un cuerpo en equilibrio, que está a punto de resbalar sobre una superficie rugosa. Se desconoce, la magnitud de una fuerza  $F_1$ , la magnitud de la fuerza Normal con la superficie, y la magnitud de la fuerza de fricción, y se conoce la dirección de  $F_1$ , la dirección de la fuerza normal, la dirección de la fuerza de fricción, y el coeficiente de fricción entre las superficies.
    - **Ángulo y magnitud:** Como la opción lo indica, en este caso se conoce el ángulo o dirección de una fuerza llamada  $F_1$ , de la cual se desconoce su magnitud. Por otra parte se conoce la magnitud de una fuerza, llamada  $F_2$ , de la cual se desconoce su dirección.
    - **Equilibrante:** Este último tipo de problema se presenta cuando se desconoce una fuerza tanto en magnitud y dirección, en cuyo caso la fuerza que se desconoce es la resultante de las demás fuerzas que actúan sobre el cuerpo con signo negativo, y es llamada la equilibrante.
  - **Fuerzas conocidas:** En cualquier problema se debe conocer al menos una fuerza, tanto en magnitud como en dirección, y algunas veces se conocen más de una. En esta parte se indica el número de fuerzas conocidas tanto en magnitud como en dirección, y se dan sus datos.
  - **Datos adicionales:** Según el tipo de problema que se tenga, automáticamente se modifica esta área, indicando los datos adicionales necesarios, que el usuario deberá proporcionar. Por ejemplo en el tipo de problema Direcciones, los datos adicionales son la dirección de la fuerza  $F_1$  y la dirección de la fuerza  $F_2$ .
- **Barra de menú.** Una vez que han sido dados los datos del problema en las áreas grises, se procede a resolver el problema, y si se desea también, ver las ecuaciones del planteamiento del mismo. Para lograr esto, se utiliza la barra de menú en las

opciones *Resolver* y *Ecuaciones* respectivamente, que serán las opciones del menú más utilizadas. Las opciones del menú son:

- **Ejemplo:** Con esta opción se muestra en la pizarra un ejemplo del tipo actual, tanto en la figura de tipo de problema, como en la pizarra. En ésta última, se da una explicación del problema que se usa de ejemplo. Además, el sistema proporciona en forma automática los datos del problema de ejemplo en las áreas grises. Si modifica estos datos, el sistema asume que desea resolver un problema diferente al del ejemplo.
  - **Resolver:** Esta opción corresponde al segundo paso en el análisis de un problema. Es decir, una vez que se han dado los datos, se procede a resolverlo. Al usar esta opción, solamente se muestran los resultados en el elemento indicado como "Resultados", y también se muestra gráficamente el resultado en la pizarra, por medio de flechas rojas.
  - **Ecuaciones:** Corresponde al tercer paso del procedimiento general. Si el usuario obtuvo los resultados mostrados en la opción anterior al resolver el problema por su cuenta, ya no tendrá necesidad de utilizar esta opción, ya que su procedimiento, seguramente, será el correcto. Si no es así entonces puede usar esta opción para analizar el planteamiento completo del problema, y así podrá identificar el error o errores cometidos. Podemos decir que esta es la parte principal de la aplicación, porque la identificación de las fallas al plantear un problema, es justamente el camino para ir aprendiendo cada uno de los temas del curso. Si al ver el procedimiento correcto, el usuario todavía tiene dudas, entonces será necesario pedir asesoría a su profesor o a los autores de este sistema.
  - **Herramientas:** Es común que al tratar de hacer los diagramas de cuerpo libre y los diagramas simplificados de fuerzas, o al plantear alguna parte del problema, se requiera de hacer cálculos y de resolver en algunos casos la geometría de algún triángulo. Por tal motivo se incluyó en la opción de Herramientas, el uso de la calculadora de Windows, el bloc de notas de Windows, y una aplicación para resolver triángulos.
  - **Ayuda:** La opción de ayuda permite ver la ventana de Acerca de ..., y también nos muestra en la pizarra, cual es la ayuda disponible del sistema.
  - **Salir:** Es la opción para abandonar el módulo y regresar a la ventana principal del sistema.
- **Figura tipo de problema.** Cuando se escoge un tipo de problema, nos muestra un ejemplo de este tipo de problema por medio de una figura.
  - **Resultados.** Este elemento es utilizado para mostrar los resultados del problema, una vez que se utiliza la opción Resolver del menú.
  - **Pizarra.** La pizarra es utilizada por el sistema para mostrar diferente información según el caso. Si se utiliza la opción Ejemplo del menú, se utiliza para mostrar un ejemplo de un problema que corresponde al tipo de problema escogido. Por otra parte, cuando se usa la opción Resolver del menú, la pizarra muestra el diagrama simplificado de fuerzas, que en este caso es similar al diagrama de cuerpo libre. Al utilizar la opción Ecuaciones del menú, la pizarra muestra el planteamiento completo, paso a paso, del problema propuesto.

- **Scroll vertical.** Este elemento forma parte integral de la pizarra, y como cualquier barra de scroll vertical en Windows, permite recorrer la pizarra verticalmente.
- **Barra de Ayuda.** Esta barra colocada en la parte inferior de la ventana, representa una ayuda, en el sentido que indica cual puede ser la acción más conveniente a seguir, según el estado en el que se encuentre.

## Procedimiento

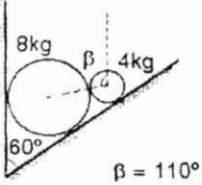
Aún cuando sabemos que en las aplicaciones de Windows, no se sigue un procedimiento secuencial, ya que las aplicaciones son conducidas por eventos, según el usuario lo desee, sugerimos a continuación un procedimiento para analizar los problemas, al menos mientras no domine completamente todas las partes de esta aplicación.

- El alumno o usuario debe iniciar este módulo con uno o varios enunciados de problemas que desee analizar.
- Debe de realizar los diagramas de cuerpo libre, y los correspondientes diagramas simplificados de fuerzas, del problema a analizar y de preferencia resolver por completo el problema hasta la parte que le sea posible. Si no intenta resolverlo, solamente podrá ver la solución como en cualquier libro de texto o como los ejemplos de clase, pero no podrá identificar sus fallas individuales. Así que insistimos en esta parte, que el usuario, si está utilizando la aplicación para estudiar el curso, debe intentar resolver cada problema por su cuenta, hasta donde le sea posible.
- Identificar el tipo de problema como se indicó en la descripción del elemento Datos.
- Utilizar la opción Resolver del menú, obteniéndose los resultados tanto en la pizarra como en el elemento "Resultados".
- Utilizar la opción Ecuaciones para obtener el planteamiento completo del problema, el cual será mostrado en la pizarra, y analizados totalmente utilizando la barra de scroll vertical, que puede ser accionada en la forma acostumbrada, con el mouse o con las flechas.
- Ocasionalmente y en forma totalmente libre puede utilizar las herramientas de calculadora, bloc de notas y solución de triángulos, según sea necesario.

## Ejemplos

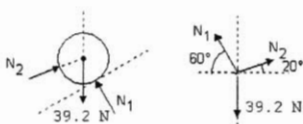
Para mostrar como utilizar este módulo, damos a continuación un ejemplo de cada tipo de problema.

### Ejemplo 1: Dos direcciones

	<p>Suponiendo que no hay fricción, y que las esferas se encuentran en equilibrio, determine el valor de las fuerzas de contacto entre las dos esferas y con las paredes.</p>
---	--

### SOLUCIÓN

Escogemos como sistema la esfera de 4 kg para el primer análisis, ya que el diagrama la esfera de 8 kg contiene tres normales desconocidas y en cambio la de 4 kg solo contiene dos normales desconocidas. Su diagrama de cuerpo libre y su diagrama simplificado de fuerzas serían:



Utilizando el software en la sección de Estática de partículas.

Vemos que en este problema se tienen dos fuerzas conocidas en dirección, pero desconocidas en magnitud que es el tipo de problema más frecuente. Una tercera fuerza es conocida. Por tanto el tipo de problema corresponde a (DOS DIRECCIONES). Los datos quedarían como:

Tipo de problema

- Dos direcciones
- A partir de resolver (de más)
- Análisis y Magnitud
- Equilibrio

Ecuación conocida

No. de fuerzas

Magnitud	Dirección (°)
39.2	120
	20

Datos adicionales

Dirección F1	<input type="text" value="120"/>
Dirección F2	<input type="text" value="20"/>

Es de notar que las direcciones de las fuerzas  $F_1$  y  $F_2$  son dadas con el ángulo que forman respecto a la dirección positiva del eje de las Xs. También podemos notar que las fuerzas  $F_1$  y  $F_2$  corresponden a  $N_1$  y  $N_2$  respectivamente.

Si usamos la opción del menú *Resolver*, obtenemos la solución del problema como:

$$N_1 = 37.4 \text{ N} \quad \blacklozenge$$

$$N_2 = 19.9 \text{ N} \quad \blacklozenge$$

Si se desea ver el procedimiento para obtener estos resultados, se usa la opción del menú *Ecuaciones*, obteniendo el procedimiento como sigue:

**ECUACIONES (PLANTEAMIENTO)**

Primero se obtiene el resultado de las fuerzas conocidas

$$F_x = 39.2 \cos(120) = -39.2$$

$$F_y = 39.2 \sin(120) = 33.98$$

$$F_r = (0, -39.2)$$

Ahora queremos encontrar la magnitud de dos fuerzas  $F_1$  y  $F_2$  (de los cuales sabemos sus direcciones:  $120^\circ$  y  $20^\circ$ ), que sumadas al vector resultante anterior, nos de el vector cero.

Así que sus ecuaciones de equilibrio son:

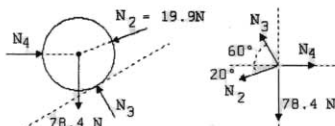
$$F_1 \cos(120) + F_2 \cos(20) + 0 = 0$$

$$F_1 \sin(120) + F_2 \sin(20) - 39.2 = 0$$

Resolviendo estas dos ecuaciones para  $F_1$  y  $F_2$ :

$$F_1 = 37.4 \quad F_2 = 19.9$$

Con esto, ya tenemos dos de las fuerzas de contacto que son  $N_1$  y  $N_2$ . Para obtener las demás fuerzas de contacto, tomaremos como sistema a la otra esfera, cuyo diagrama de cuerpo libre y diagrama simplificado de fuerzas correspondiente serán:



Ahora tenemos un problema similar al anterior, con la diferencia de conocer dos fuerzas, una de  $78.4\text{ N}$  que es el peso de la esfera, y otra  $N_2 = 19.9\text{ N}$  que se calculó anteriormente. Los datos:

Tipo de problema	
<input checked="" type="checkbox"/>	En direcciones
<input type="checkbox"/>	A punto de intersección (Ej. 106c)
<input type="checkbox"/>	Ángulo y Magnitud
<input type="checkbox"/>	Equilibrado
Fuerzas conocidas	
No. de fuerzas:	<input type="checkbox"/>
Magnitud	Dirección (°)
78.4	270
19.9	200
Datos adicionales	
Dirección F1	<input type="text"/>
Dirección F2	120

Hacemos notar que las fuerzas  $F_1$  y  $F_2$  corresponden a  $N_4$  y  $N_3$  respectivamente.

Si usamos la opción del menú Resolver, obtenemos la solución del problema como:

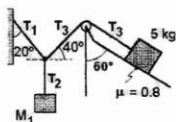
$$N_4 = F_1 = 67.9\text{ N} \quad \blacklozenge$$

$$N_3 = F_2 = 98.4\text{ N} \quad \blacklozenge$$

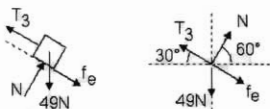
Para ver el procedimiento que nos conduce a estos resultados, se usa la opción del menú Ecuaciones, obteniendo el procedimiento como sigue:







El sistema más sencillo de analizar es el bloque de masa  $M_1$ , del cual concluimos que la tensión  $T_2 = M_1g$ . Los otros dos sistemas que podemos analizar son el nudo, y el bloque de masa 5kg. El nudo contiene tres tensiones desconocidas, por tanto iniciamos el análisis tomando como sistema el bloque de 5kg. Su diagrama de cuerpo libre y su diagrama simplificado de fuerzas son:



Utilizando el software en la sección de Estática de partículas.

El enunciado del problema nos indica que el cuerpo está a punto de resbalar hacia arriba, ya que se está pidiendo la masa  $M_1$  máxima sin perder el equilibrio, así que el sistema está en equilibrio pero a punto de resbalar hacia arriba, de forma que si aumentamos  $M_1$  en cualquier cantidad, se perderá el equilibrio resbalando el bloque en la dirección indicada. Por tanto el tipo de problema corresponde a (A PUNTO DE RESBALAR). Los datos quedarían como:

Tipo de problema	
<input checked="" type="checkbox"/>	En equilibrio
<input type="checkbox"/>	A punto de resbalar (A Bk)
Ángulo y Magnitud Equilibrante	
Fuerzas conocidas	
No. de fuerzas	1
Magnitud	49
Dirección (°)	270
Datos adicionales	
Dirección F1	150
Dirección N	60
Coef. Fric.	0.8
$M_1 = \frac{m_2 \cdot \sin(\theta)}{\mu - \cos(\theta)}$	

Podemos notar lo siguiente: F1 corresponde a la tensión  $T_3$  que tiene una dirección de  $150^\circ$  con +X, la dirección de la normal es  $60^\circ$  y la dirección de la fricción es la de la normal  $-90^\circ$  así que la opción es la indicada en la figura anterior.

Si usamos la opción del menú *Resolver*, obtenemos la solución del problema como:

$$\begin{aligned} T_3 = F_1 &= 58.4 \text{ N} & \blacklozenge \\ N &= 42.4 \text{ N.} & \blacklozenge \\ f_e &= 33.9 \text{ N.} & \blacklozenge \end{aligned}$$

Para ver el procedimiento seguido para obtener estos resultados, se usa la opción del menú *Ecuaciones*, obteniéndose:

**ECUACIONES (PLANTEAMIENTO):**

Primeramente se obtiene el resultado de las fuerzas conocidas

$$\begin{aligned} F_x &= 49 \cos(27.0) = 43.8 \\ F_y &= 49 \sin(27.0) = 22.0 \\ F_r &= (43.8 - 49) \end{aligned}$$

Ahora se desea encontrar las magnitudes de las fuerzas Normal, de fricción y  $F_1$ , que sumadas a lo resultante nos de cero. Las ecuaciones de equilibrio son:

$$\begin{aligned} F_1 \cos(150) + N \cos(30) - \mu N \cos(30) + 0 &= 0 \\ F_1 \sin(150) + N \sin(30) - \mu N \sin(30) - 49 &= 0 \end{aligned}$$

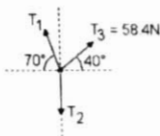
Resolviendo estas dos ecuaciones para  $F_1$  y  $N$

$$F_1 = 58.4 \quad N = 42.4 \quad f_e = 33.9$$

Obtenemos nuevamente los resultados:

$$\begin{aligned} T_3 = F_1 &= 58.4 \text{ N} & \blacklozenge \\ N &= 42.4 \text{ N.} & \blacklozenge \\ f_e &= 33.9 \text{ N.} & \blacklozenge \end{aligned}$$

Conociendo  $T_3$ , podemos ahora analizar el nudo para calcular  $T_1$  y  $T_2$ . el diagrama de cuerpo libre del nudo es:



Tenemos un problema secundario de DOS DIRECCIONES. Los datos:

Tipo de problema	
• Dos direcciones	
• A punto de equilibrio (de RGA)	
• Ángulo y Magnitud	
Equilibrante	
Fuerzas conocidas	
No. de fuerzas (1)	
Magnitud (58.4)	Dirección (°) (40)
Datos adicionales	
Dirección F1	F10
Dirección F2	F20

Hacemos notar que las fuerzas F1 y F2 corresponden a  $T_1$  y  $T_2$  respectivamente.

Si usamos la opción del menú Resolver, obtenemos la solución del problema como:

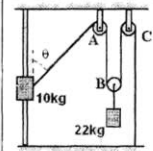
$$T_1 = F_1 = 130.8 \text{ N} \quad \blacklozenge$$

$$T_2 = F_2 = 160.5 \text{ N} \quad \blacklozenge$$

Por último, sabemos que  $T_2 = M_1 g$ , de donde:

$$M_1 = 16.38 \text{ kg} \quad \blacklozenge$$

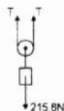
### Ejemplo 3: Ángulo y magnitud



Despreciando el peso de las poleas y la fricción encontrar la fuerza de contacto entre el collarín y su guía, así como el ángulo  $\theta$ . Suponer que el collarín se puede mover libremente en la vertical siguiendo su guía.

SOLUCIÓN:

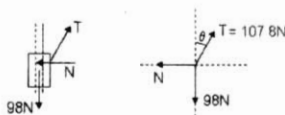
Primeramente calculamos la tensión de la cuerda, tomando como sistema el bloque de 22kg con la polea B. Tomando en cuenta que el peso del bloque es de  $(22\text{kg})(9.8\text{m/s}) = 215.6\text{N}$ , el diagrama de cuerpo libre es:



De este diagrama concluimos aplicando las condiciones de equilibrio, que la tensión de la cuerda es:

$$T = 107.8\text{N}$$

Ahora que conocemos la tensión de la cuerda, ya podemos analizar el collarín. Su diagrama de cuerpo libre y su diagrama simplificado de fuerzas son:



Utilizando el software en la sección de Estática de partículas.

Podemos ver que en este caso se conoce la magnitud de la fuerza de tensión, pero se desconoce su dirección. Por otra parte se conoce la dirección de la fuerza normal, pero se desconoce su magnitud, así que tenemos un problema del tipo (ÁNGULO Y MAGNITUD). Los datos quedarían como:

Tipo de problema:

Dos direcciones

A punto de rotación de más 1

Ángulo y Magnitud

Equilibrio

Fuerzas conocidas:

Nr. de fuerzas: 3

Magnitud	Dirección (°)
98	270

Datos adicionales:

Dirección F1	180
Magnitud F2	107.8

Podemos notar que la fuerza F1 corresponde a la fuerza normal N, y la fuerza F2 corresponde a la tensión en la cuerda.

Si usamos la opción del menú *Resolver*, obtenemos la solución del problema como:

$$N = F_1 = 44.9\text{ N} \quad \blacklozenge$$

$$\theta = 90^\circ - \theta_2 = 90^\circ - 65.4^\circ = 24.6^\circ \quad \blacklozenge$$

Para ver el procedimiento utilizado para obtener estos resultados, se usa la opción del menú *Ecuaciones*, obteniendo el procedimiento como sigue:

**ECUACIONES (PLANTEAMIENTO):**

Primero se obtiene el resultante de las fuerzas conocidas

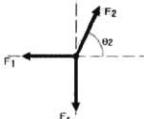
$$F_x = 98 \cos(270) = 0.0$$

$$F_y = 98 \sin(270) = -98.0$$

$$\vec{F}_r = (0, -98)$$

Ahora, se conoce la dirección de  $F_1$  y la magnitud de  $F_2$  y se desea encontrar la magnitud de  $F_1$  y la dirección de  $F_2$ . Así que sus ecuaciones de equilibrio son:

$$F_1 \cos(180) + 107.8 \cos(\theta_2) + 0 = 0$$

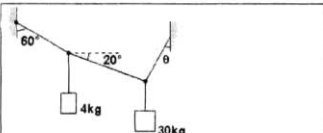
$$F_1 \sin(180) + 107.8 \sin(\theta_2) - 98 = 0$$


Resolviendo estas dos ecuaciones para  $F_1$  y  $\theta_2$ :

$$F_1 = 44.9 \quad \theta_2 = 65.4$$

Obteniéndose los mismos resultados.

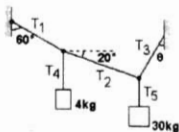
#### Ejemplo 4: Equilibrante



Encontrar la tensión en cada uno de los cables, así como el ángulo  $\theta$  indicado, suponiendo que los bloques se encuentran en equilibrio.

SOLUCIÓN:

Primero identificamos las distintas tensiones en las cuerdas.

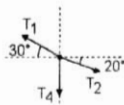


De aquí podemos concluir que los valores de la tensión  $T_4$  y la tensión  $T_5$  son:

$$T_4 = (4\text{kg})(9.8\text{m/s}^2) = 39.2\text{N} \quad \blacklozenge$$

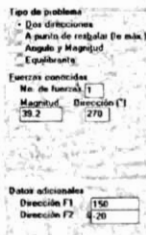
$$T_5 = (30\text{kg})(9.8\text{m/s}^2) = 294\text{N} \quad \blacklozenge$$

Ahora empezamos analizando el nudo A, cuyo diagrama de cuerpo libre es:



Utilizando el software en la sección de Estática de partículas.

Vemos que en este problema se tienen dos fuerzas conocidas en dirección, pero desconocidas en magnitud. Por tanto el tipo de problema corresponde a (DOS DIRECCIONES). Los datos quedarían como:



Podemos notar que las fuerzas  $F_1$  y  $F_2$  corresponden a  $T_1$  y  $T_2$  respectivamente.

Si usamos la opción del menú *Resolver*, obtenemos la solución del problema como:

$$T_1 = 212.1\text{ N} \quad \blacklozenge$$

$$T_2 = 195.5\text{ N} \quad \blacklozenge$$

Si se desea ver el procedimiento para obtener estos resultados, se usa la opción del menú *Ecuaciones*, obteniendo el procedimiento como sigue:

**ECUACIONES (PLANTEAMIENTO):**

Primero se obtiene la resultante de las fuerzas conocidas

$$F_x = 39.2 \cos(270) = 0.0$$

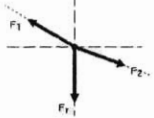
$$F_y = 39.2 \sin(270) = -39.2$$

$$\vec{F}_r = (0, -39.2)$$

Ahora queremos encontrar la magnitud de dos fuerzas  $F_1$  y  $F_2$  (de las cuales sabemos sus direcciones:  $150^\circ$  y  $70^\circ$ ), que sumadas al vector resultante anterior, nos de el vector cero.

Así que sus ecuaciones de equilibrio son:

$$F_1 \cos(150) + F_2 \cos(70) + 0 = 0$$

$$F_1 \sin(150) + F_2 \sin(70) - 39.2 = 0$$


Resolviendo estas dos ecuaciones para  $F_1$  y  $F_2$ :

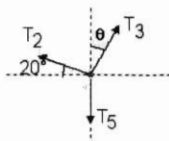
$$F_1 = 212.1 \quad F_2 = 195.5$$

Así que:

$$T_1 = 212.1 \text{ N} \quad \blacklozenge$$

$$T_2 = 195.5 \text{ N} \quad \blacklozenge$$

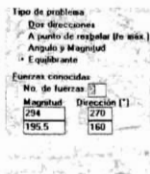
Tomamos como sistema ahora el nudo B, cuyo diagrama de cuerpo libre correspondiente será:



Conocemos  $T_2$  y  $T_5$  tanto en magnitud como en dirección, y desconocemos de  $T_3$  su magnitud como su dirección. Por lo tanto tenemos un tipo de problema (EQUILIBRANTE).



Utilizando los datos de  $T_2 = 195.5 \text{ N}$ , y de  $T_3 = 294$  tenemos:



Si usamos la opción del menú Resolver, obtenemos la solución del problema como:

$$T_3 = F = 292.1 \text{ N} \quad \blacklozenge$$

$$\theta = 90^\circ - 51^\circ = 39^\circ \quad \blacklozenge$$

Para ver el procedimiento que nos conduce a estos resultados, se usa la opción del menú Ecuaciones, obteniendo el procedimiento como sigue:

**ECUACIONES (PLANTEAMIENTO)**

Primeramente se obtiene el resultado de las fuerzas conocidas

$$F_x = 294\cos(270) + 195.5\cos(160) = -183.71$$

$$F_y = 294\sin(270) + 195.5\sin(160) = -227.14$$

$$\vec{F}_x = (-183.71, -227.14)$$

Ahora el problema consiste en encontrar la fuerza equilibrante de  $F_x$  que evidentemente es  $-F_x$

Así que

$$\vec{F} = (183.71, 227.14)$$

En magnitud y dirección:

$$F = 292.13$$

$$\theta = 51.0$$

Obtenemos el mismo resultado:

$$T_3 = F = 292.1 \text{ N} \quad \blacklozenge$$

$$\theta = 90^\circ - 51^\circ = 39^\circ \quad \blacklozenge$$

## Estática de Cuerpo Rígido.

Para utilizar este módulo hacemos clic en el botón correspondiente que aparece en la primera ventana.



Al utilizar este módulo, aparece la siguiente ventana:

**TIPO DE PROBLEMA: APOYOS**

Se tiene un cuerpo rígido sometido a algunas fuerzas y un momento conocidos. Está en equilibrio por un apoyo simple en B, y un apoyo articulado en A. En nuestro ejemplo 1, solo se conoce una fuerza de 100 N, y un momento de 20 Nm.

Colocamos el origen de nuestro sistema de coordenadas, en el punto A.

Las coordenadas del punto de aplicación de cada fuerza conocida se determinan de acuerdo a éste origen, y lo mismo para el punto B.

Menú

Ejemplo Resolver Ecuaciones Herramientas Ayuda Salir

No. de fuerzas conocidas: 3

F	$\theta$	X	Y
100	90	4.9	1.8

Momento conocido:  $M = 20$

Apoyo Simple

$\theta_B$	$X_B$	$Y_B$
-70	1.9	2.3

**Ejemplo 1**  
Encontrar la fuerza ejercida por el apoyo articulado en A, y la fuerza ejercida por el apoyo simple en B.

Figura Tipo de Problema

Barra de Ayuda

Pizarra

Scroll Vertical

Dar los datos en las áreas grises. Luego usar Resolver y Ecuaciones.

En esta ventana podemos plantear y resolver problemas correspondientes a la segunda evaluación del curso. Aquí podemos identificar los elementos que la componen y que describiremos a continuación. (Se sugiere al lector ir probando cada parte que se describa, sin temor a cometer errores).

- **Datos.** Las áreas grises son las de datos, es decir, aquí es donde el usuario vacía los datos del problema que desea analizar. Está dividida en tres partes que son: Tipo de problema, Fuerzas conocidas, y Apoyo simple.

- **Tipo de problema:** Al igual que en el módulo anterior, lo primero que debe indicar el usuario es el tipo de problema. En este caso sólo tenemos dos tipos de problema que son: *Apoyos*, y *Empotramiento*.
  - **Apoyos:** Si se escoge esta opción quiere decir que se tiene un problema de equilibrio de cuerpo rígido, con un apoyo articulado y un apoyo simple, o en forma equivalente un cuerpo rígido que está en equilibrio por medio de una fuerza desconocida en magnitud y dirección, y otra fuerza conocida sólo en dirección. Este tipo de problema es el más frecuente, en los ejercicios de los libros de texto. También se incluye la posibilidad de estar sometido a uno o varios momentos, que se agrupan en forma equivalente en uno solo, y una o varias fuerzas conocidas en magnitud y dirección.
  - **Empotramiento:** En esta opción se tendrá un problema de un cuerpo rígido en equilibrio, debido a un empotramiento. Como en la opción anterior, también puede estar sometido a uno o varios momentos, y una o varias fuerzas conocidas en magnitud y dirección.
- **Fuerzas conocidas:** En cualquier problema se debe conocer al menos una fuerza, tanto en magnitud como en dirección, y algunas veces se conocen más de una. En esta parte se indica el número de fuerzas conocidas tanto en magnitud como en dirección, así como su punto de aplicación. En esta área se dan los datos correspondientes.
- **Apoyo Simple:** Esta área de datos solo se presenta si tenemos un tipo de problema de Apoyos, en cuyo caso representa los datos del apoyo simple, en el cual está actuando una fuerza conocida en dirección, pero desconocida en magnitud.
- **Barra de menú.** Una vez que han sido dados los datos del problema en las áreas grises, se procede a resolver el problema, y si se desea también, ver las ecuaciones del planteamiento del mismo. Para lograr esto, se utiliza la barra de menú en las opciones *Resolver* y *Ecuaciones* respectivamente, que serán las opciones del menú más utilizadas. Las opciones del menú son:
  - **Ejemplo:** Consulte la página 6 para mayor información acerca de ésta opción.
  - **Resolver:** Esta opción corresponde al segundo paso en el análisis de un problema. Es decir, una vez que se han dado los datos, se procede a resolverlo. Al usar esta opción, solamente se muestran los resultados en la pizarra, cuya información puede ser recorrida utilizando la barra de scroll vertical.
  - **Ecuaciones:** Consulte la página 6 para mayor información acerca de ésta opción.
  - **Herramientas:** Consulte la página 6 para mayor información acerca de ésta opción.
  - **Ayuda:** Consulte la página 6 para mayor información acerca de ésta opción.
  - **Salir:** Consulte la página 6 para mayor información acerca de ésta opción.
- **Pizarra.** La pizarra es utilizada por el sistema para mostrar diferente información según el caso. Si se utiliza la opción Ejemplo del menú, se utiliza para mostrar un ejemplo de un problema que corresponde al tipo de problema escogido. Por otra parte, cuando se usa la opción Resolver del menú, la pizarra muestra la solución del

problema pero sin indicar el procedimiento para obtenerla. Al utilizar la opción Ecuaciones del menú, la pizarra muestra el planteamiento completo, paso a paso, del problema propuesto.

- **Scroll vertical.** Este elemento forma parte integral de la pizarra, y como cualquier barra de scroll vertical en Windows, permite recorrer la pizarra verticalmente.
- **Barra de Ayuda.** Esta barra colocada en la parte inferior de la ventana, representa una ayuda, en el sentido que indica cual puede ser la acción más conveniente a seguir, según el estado en el que se encuentre.

## Procedimiento

Aún cuando sabemos que en las aplicaciones de Windows, no se sigue un procedimiento secuencial, ya que las aplicaciones son conducidas por eventos, según el usuario lo desee, sugerimos a continuación un procedimiento para analizar los problemas, al menos mientras no domine completamente todas las partes de esta aplicación.

- El alumno o usuario debe iniciar este módulo con uno o varios enunciados de problemas que desee analizar.
- Debe de realizar los diagramas de cuerpo libre, y los correspondientes diagramas simplificados de fuerzas, del problema a analizar y de preferencia resolver por completo el problema hasta la parte que le sea posible. Si no intenta resolverlo, solamente podrá ver la solución como en cualquier libro de texto o como los ejemplos de clase, pero no podrá identificar sus fallas individuales. Así que insistimos en esta parte, que el usuario, si está utilizando la aplicación para estudiar el curso, debe intentar resolver cada problema por su cuenta, hasta donde le sea posible.
- Para vaciar los datos correspondientes al punto de aplicación de cada fuerza, debe colocar el origen del sistema de coordenadas en el apoyo articulado para el caso de apoyos, o en el empotramiento para el otro caso. Esto es necesario porque la aplicación fue programada considerando esta restricción.
- Identificar el tipo de problema como se indicó en la descripción del elemento Datos.
- Utilizar la opción Resolver del menú, obteniéndose los resultados en la pizarra que pueden ser recorridos utilizando la barra de scroll vertical.
- Utilizar la opción Ecuaciones para obtener el planteamiento completo del problema, el cual será mostrado en la pizarra, y analizados totalmente utilizando la barra de scroll vertical, que puede ser accionada en la forma acostumbrada, con el mouse o con las flechas.
- Ocasionalmente y en forma totalmente libre puede utilizar las herramientas de calculadora, bloc de notas y solución de triángulos, según sea necesario.

## Ejemplos

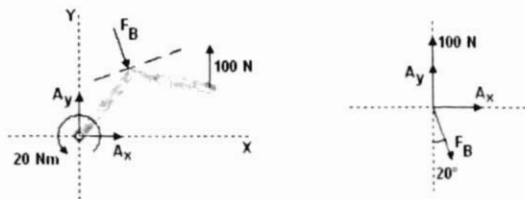
Para mostrar como utilizar este módulo, damos a continuación un ejemplo de cada tipo de problema.

### Ejemplo 5: Apoyos

	<p>Sabiendo que la barra mostrada se encuentra en equilibrio, determinar la fuerza ejercida por el apoyo articulado en A, y la fuerza ejercida por el apoyo simple en B.</p>
--	--

### SOLUCIÓN:

Nuestro sistema para este problema es la barra. Su diagrama de cuerpo libre y su diagrama simplificado de fuerzas serían:



Utilizando el software en la sección de Estática de cuerpo rígido.

Primeramente lo clasificamos como un tipo de problema de (APOYOS). Los datos quedarían como:

No. de barras conocidas

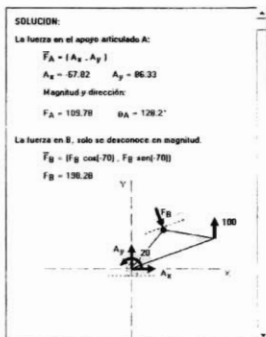
F	Q	X	Y
100	90	4.9	1.8

Momento conocido

Apoyo Simple

$\theta_0$	X <sub>0</sub>	Y <sub>0</sub>
90	1.9	2.3

Si usamos la opción del menú *Resolver*, obtenemos la solución del problema como:

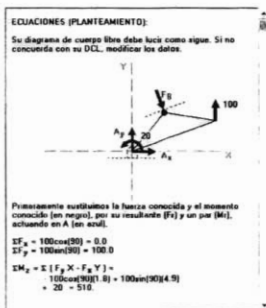


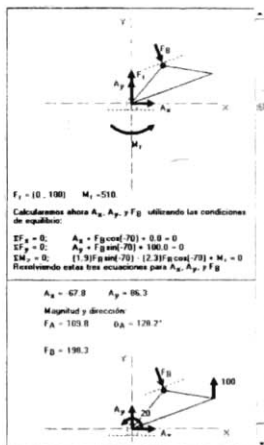
De la cual obtenemos:

$$F_A = 109.78 \text{ N} \quad \angle 128.2^\circ \quad \blacklozenge$$

$$F_B = 198.28 \text{ N.} \quad \blacklozenge$$

Si se desea ver el procedimiento para obtener estos resultados, se usa la opción del menú *Ecuaciones*, obteniendo el procedimiento como sigue:





De lo cual obtenemos los mismos resultados:

$$F_A = 109.78 \text{ N} \quad \nearrow 128.2^\circ \quad \blacklozenge$$

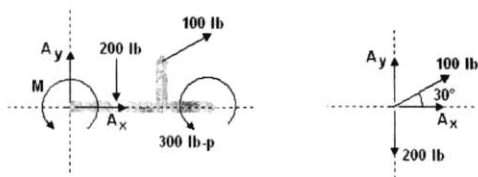
$$F_B = 198.28 \text{ N} \quad \blacklozenge$$

### Ejemplo 6: Empotramiento

La estructura mostrada, se encuentra en equilibrio cuando es sometida a las fuerzas y momento mostrados y empotrada en A. Determinar la reacción en el empotramiento.

SOLUCIÓN:

Nuestro sistema para este problema es la barra o estructura. Su diagrama de cuerpo libre y su diagrama simplificado de fuerzas serían:



Utilizando el software en la sección de Estática de cuerpo rígido.

Primeramente lo clasificamos como un tipo de problema de (EMPOTRAMIENTO). Los datos quedarían como:

No. de fuerzas conocidas			
F	θ	X	Y
100	30	4	2
200	270	2	0

Momento conocido: M = 300

Si usamos la opción del menú *Resolver*, obtenemos la solución del problema como:

**SOLUCIÓN:**

La reacción en el empotramiento A consta de una fuerza y un par.

La fuerza en el empotramiento A:

$$\vec{F}_A = \{A_x, A_y\}$$

$$A_x = 86.6 \quad A_y = 150$$

Magnitud y dirección:

$$F_A = 173.21 \quad \theta_A = 126.8^\circ$$

El par en el empotramiento A:

$$M_A = 73.21$$

De la cual obtenemos:

$$F_A = 173.21 \text{ lb} \quad \curvearrowright \quad 120.0^\circ \quad \blacklozenge$$

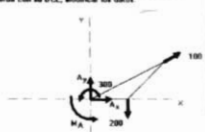
$$M = 73.21 \text{ lb-p.} \quad \blacklozenge$$



Si se desea ver el procedimiento para obtener estos resultados, se usa la opción del menú *Ecuaciones*, obteniendo el procedimiento como sigue:


**ECUACIONES (PLANTEAMIENTO)**

Se diagrama de cuerpo libre dado base como sigue. Si no concuerda con su DCL, modifique los datos.



Planteamiento: establezco las fuerzas conocidas y el momento conocido (en negro), por su resultado  $F$  (y) y un par  $M_A$  actuando en A (en azul).

$\Sigma F_x = 100 \cos(30) + 200 \cos(270) = 86.6$   
 $\Sigma F_y = 100 \sin(30) + 200 \sin(270) = -150.0$   
 $\Sigma M_A = 1 \{ (F_y X - F_x Y) \} =$   
 $100 \sin(30)(2) + 100 \cos(30)(4)$   
 $- 200 \sin(270)(8) + 200 \cos(270)(2)$   
 $= 300 = 73.21$



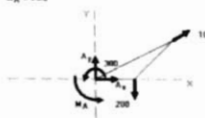
$F_x = 86.6$     $F_y = -150$     $M_A = 73.21$

Calculamos ahora  $A_x$ ,  $A_y$  y  $M_A$  utilizando las condiciones de equilibrio:

$\Sigma F_x = 0$     $A_x = 86.6 = 0$   
 $\Sigma F_y = 0$     $A_y = 150.0 = 0$   
 $\Sigma M_A = 0$     $M_A = 73.2 = 0$

Despejando  $A_x$ ,  $A_y$  y  $M_A$ :

$A_x = 86.6$     $A_y = 150$   
 Magnitud y dirección:  
 $F_A = 173.2$     $\theta_A = 120^\circ$   
 $M_A = 73.2$

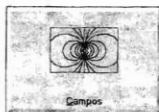


De lo cual obtenemos los mismos resultados:

$F_A = 173.21 \text{ N}$     $\angle 120.0^\circ$     $\blacklozenge$   
 $M = 73.21 \text{ Nm}$     $\blacklozenge$

## Campos

Para utilizar este módulo hacemos clic en el botón correspondiente que aparece en la primera ventana.



Al utilizar este módulo, aparece la siguiente ventana:

**Menú**

Tipo de Campo: Gravitacional, Eléctrico

Obtener: Campo, Fuerza

No. de Masas: 2

M (kg)	X (m)	Y (m)
10	0	3
7	5	0

Punto de Interés P

M (kg)	X (m)	Y (m)
5	3	2

**Datos**

**Problema:**  
Encontrar el campo gravitacional en el punto P, así como la fuerza gravitacional que experimenta otra masa al colocarla en dicho punto.

**Figura Tipo de Problema**

**CAMPO GRAVITACIONAL**

TIPO DE PROBLEMA: Calcular  $\vec{g}$  ó  $\vec{F}_G$  en un punto.

Se tienen una o varias masas colocadas en diferentes puntos, y se desea calcular el campo gravitacional en un punto dado, llamado el punto de interés (P), si es que se tiene la opción campo. En caso contrario, es decir si se tiene la opción Fuerza, entonces se desea calcular la fuerza gravitacional sobre otra masa colocada en el punto de interés.

**Campo**

**Fuerza**

Barra de Ayuda      Pizarra      Scroll Vertical

Dar los datos en las áreas grises. Luego usar Resolver y Ecuaciones.

En esta ventana podemos plantear y resolver problemas correspondientes a la tercera y última evaluación del curso. Aquí podemos identificar los elementos que la componen y que describiremos a continuación. (Se sugiere al lector ir probando cada parte que se describa, sin temor a cometer errores).

- **Datos.** Las áreas grises son las de datos, es decir, aquí es donde el usuario vacía los datos del problema que desea analizar. Está dividida en cuatro partes que son: Tipo de campo, Obtener, y Punto de Interés.

- **Tipo de campo.** Lo primero que debe indicar el usuario es el tipo de campo que desea analizar. Los tipos de campo que podemos analizar son: *Campo Gravitacional*, y *Campo Eléctrico*.
  - **Campo Gravitacional:** Si se escoge esta opción quiere decir que se tiene un problema en el cual queremos calcular el campo gravitacional producido por una o varias masas, en un punto P llamado el punto de interés. También permite el cálculo de la fuerza gravitacional que experimenta una masa adicional al colocarla en dicho punto. Esto último depende de que en la opción "Obtener" se escoja la opción campo o la opción fuerza, como se describirá más adelante.
  - **Campo Eléctrico:** Al escoger esta opción quiere decir que se tiene un problema en el cual queremos calcular el campo eléctrico producido por una o varias cargas, en un punto P llamado el punto de interés. También permite el cálculo de la fuerza eléctrica que experimenta una carga adicional al colocarla en dicho punto. Esto último depende de que en la opción "Obtener" se escoja la opción campo o la opción fuerza, como se describirá más adelante.
- **Obtener:** El objeto de datos Obtener contiene dos opciones, que son *Campo* y *Fuerza*. Se selecciona uno u otro según se desee obtener solamente el campo en un punto, o la fuerza que experimenta una masa o carga colocada en el punto.
  - **Campo:** Escogemos esta opción, cuando solamente estamos interesados en obtener el campo, ya sea gravitacional o eléctrico según el caso, producido por una o varias masas o cargas, en el punto de interés.
  - **Fuerza:** Si escogemos esta opción, no solamente se obtendrá el campo en el punto de interés, sino también se calcula la fuerza que experimenta una masa o carga adicional, al colocarla en dicho punto.
- **Datos de masas o cargas:** En esta parte colocamos los datos de las masas o cargas que producen el campo en el punto de interés. Los datos deben ser, el valor de cada masa o carga, y la posición que tienen en un sistema de coordenadas que escoge el usuario.
- **Punto de Interés:** Esta área de datos se ajusta automáticamente según sea la opción Campo, Fuerza del objeto "Obtener". Los datos que el usuario debe proporcionar en esta parte son: Las coordenadas rectangulares del punto de interés, respecto al sistema de referencia que se haya establecido. Además, si la opción Fuerza, es la escogida del objeto "Obtener", también deberá de dar la masa o la carga según el caso, que se colocará en el punto de interés, y que experimentará la fuerza gravitacional o eléctrica.
- **Barra de menú.** Una vez que han sido dados los datos del problema en las áreas grises, se procede a resolver el problema, y si se desea también, ver las ecuaciones del planteamiento del mismo. Para lograr esto, se utiliza la barra de menú en las opciones *Resolver* y *Ecuaciones* respectivamente, que serán las opciones del menú mas utilizadas. También podemos usar frecuentemente la opción *Lineas de fuerza*, que nos permite comprobar que el campo o fuerza obtenida es tangente a las líneas

de fuerza, y darse una idea de cómo son las líneas de fuerza producidas por las masas o cargas. Las opciones del menú son:

- **Ejemplo:** Consulte la pagina 6 para mayor información acerca de ésta opción.
- **Resolver:** Esta opción corresponde al segundo paso en el análisis de un problema. Es decir, una vez que se han dado los datos, se procede a resolverlo. Al usar esta opción, solamente se muestran los resultados en la pizarra, cuya información puede ser recorrida utilizando la barra de scroll vertical.
- **Ecuaciones:** Consulte la pagina 6 para mayor información acerca de ésta opción.
- **Líneas de fuerza.** Para comprobar que el campo obtenido o la fuerza obtenida es tangente a las líneas de fuerza correspondientes a la distribución de masas o cargas, puede utilizar esta opción. También puede utilizarse si estamos interesados en ver la forma que tienen las líneas de fuerza correspondientes.
- **Herramientas:** Consulte la pagina 6 para mayor información acerca de ésta opción.
- **Ayuda:** Consulte la pagina 6 para mayor información acerca de ésta opción.
- **Salir:** Consulte la pagina 6 para mayor información acerca de ésta opción.
- **Pizarra.** La pizarra es utilizada por el sistema para mostrar diferente información según el caso. Si se utiliza la opción Ejemplo del menú, se utiliza para mostrar un ejemplo de un problema que corresponde al tipo de problema escogido. Por otra parte, cuando se usa la opción Resolver del menú, la pizarra muestra la solución del problema pero sin indicar el procedimiento para obtenerla. Al utilizar la opción Ecuaciones del menú, la pizarra muestra el planteamiento completo, paso a paso, del problema propuesto.
- **Scroll vertical.** Este elemento forma parte integral de la pizarra, y como cualquier barra de scroll vertical en Windows, permite recorrer la pizarra verticalmente.
- **Barra de Ayuda.** Esta barra colocada en la parte inferior de la ventana, representa una ayuda, en el sentido que indica cual puede ser la acción más conveniente a seguir, según el estado en el que se encuentre.

## Procedimiento

Aún cuando sabemos que en las aplicaciones de Windows, no se sigue un procedimiento secuencial, ya que las aplicaciones son conducidas por eventos, según el usuario lo desee, sugerimos a continuación un procedimiento para analizar los problemas, al menos mientras no domine completamente todas las partes de esta aplicación.

- El alumno o usuario debe iniciar este módulo con uno o varios enunciados de problemas que desee analizar.
- Antes de ejecutar la aplicación, debe de resolver el problema hasta la parte que le sea posible. Si no intenta resolverlo, solamente podrá ver la solución como en cualquier libro de texto o como los ejemplos de clase, pero no podrá identificar sus

fallas individuales. Así que insistimos en esta parte, que el usuario, si está utilizando la aplicación para estudiar el curso, debe intentar resolver cada problema por su cuenta, hasta donde le sea posible.

- Iniciamos el módulo de Campos y vaciamos los datos en las áreas grises como sigue: En el objeto "Tipo de Campo" seleccionamos el tipo de problema que se desea resolver, o sea *Campo Gravitacional* o *Campo Eléctrico*.
- En el objeto "Obtener" seleccionamos la opción "Campo" si sólo se desea obtener el campo producido en el punto de interés. Si en cambio, se desea obtener la fuerza que experimenta otra masa o carga colocada en dicho punto, entonces seleccionamos la opción "Fuerza".
- A continuación damos los valores de las masas o cargas según el caso, y sus posiciones, por medio de coordenadas rectangulares respecto a un sistema de referencia establecido por el usuario.
- Por último damos las coordenadas rectangulares del punto de interés, y si se tiene la opción de "Fuerza", también damos el valor de la masa o carga que experimenta la fuerza.
- Una vez dados los datos del problema, utilizar la opción Resolver del menú, obteniéndose los resultados en la pizarra que pueden ser recorridos utilizando la barra de scroll vertical.
- Utilizar la opción Ecuaciones para obtener el planteamiento completo del problema, el cual será mostrado en la pizarra, y analizados totalmente utilizando la barra de scroll vertical, que puede ser accionada en la forma acostumbrada, con el mouse o con las flechas.
- Ocasionalmente y en forma totalmente libre puede utilizar las herramientas de calculadora, bloc de notas y solución de triángulos, según sea necesario.
- Podemos utilizar la opción Líneas de fuerza del menú, si deseamos comprobar que el vector obtenido sea tangente a las líneas de fuerza, o simplemente para tener idea de cómo son las líneas de fuerza correspondientes a la distribución de masas o cargas.

## Ejemplos

Para mostrar como utilizar este módulo, damos a continuación un ejemplo de cada tipo de problema.

## Ejemplo 7: Campo Gravitacional (Campo)

Encontrar el campo gravitacional en el punto P, producido por las dos masas mostradas en la figura.

## SOLUCIÓN:

Primeramente identificamos el tipo de problema como (CAMPO GRAVITACIONAL), y queremos obtener el CAMPO en un punto. Copiando los datos de la figura anterior y colocándolos en las áreas grises de la ventana, tenemos:

Tipo de Campo <input checked="" type="checkbox"/> Gravitacional <input type="checkbox"/> Eléctrico	Opciones: <input checked="" type="checkbox"/> Campo <input type="checkbox"/> Partícula									
No. de Masas: <input type="text" value="2"/>										
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th>M (kg)</th> <th>X (m)</th> <th>Y (m)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td><input type="text" value="10"/></td> <td><input type="text" value="0"/></td> <td><input type="text" value="3"/></td> </tr> <tr> <td><input type="text" value="7"/></td> <td><input type="text" value="5"/></td> <td><input type="text" value="0"/></td> </tr> </tbody> </table>	M (kg)	X (m)	Y (m)	<input type="text" value="10"/>	<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="3"/>	<input type="text" value="7"/>	<input type="text" value="5"/>	<input type="text" value="0"/>	
M (kg)	X (m)	Y (m)								
<input type="text" value="10"/>	<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="3"/>								
<input type="text" value="7"/>	<input type="text" value="5"/>	<input type="text" value="0"/>								
Punto de Interés P:										
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th>X (m)</th> <th>Y (m)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td><input type="text" value="3"/></td> <td><input type="text" value="2"/></td> </tr> </tbody> </table>		X (m)	Y (m)	<input type="text" value="3"/>	<input type="text" value="2"/>					
X (m)	Y (m)									
<input type="text" value="3"/>	<input type="text" value="2"/>									

Si usamos la opción del menú *Resolver*, obtenemos la solución del problema como:

**SOLUCIÓN:**

El campo gravitacional en P:

$$\vec{g} = (g_x, g_y)$$

$$g_x = -2.2003E-11 \text{ m/s}^2 \quad g_y = -2.0174E-11 \text{ m/s}^2$$

Magnitud y dirección:

$$g = 2.9857E-11 \text{ m/s}^2 \quad \theta_g = 222.5^\circ$$

De la cual obtenemos el campo gravitacional en el punto P como:

$$\mathbf{g}_P = (-2.2 \times 10^{-11}, -2.02 \times 10^{-11}) \text{ m/s}^2. \quad \blacklozenge$$

$$g_P = 2.986 \text{ m/s}^2 \quad \vec{g} \approx 42.5^\circ \quad \blacklozenge$$

Si se desea ver el procedimiento para obtener estos resultados, se usa la opción del menú *Ecuaciones*, obteniendo el procedimiento como sigue:

**ECUACIONES (PLANTEAMIENTO)**

Planteamiento obtenemos el campo gravitacional producido por cada masa en el punto P, tanto en magnitud como en dirección, utilizando:

$$g = G \left( \frac{M}{r^2} \right) \quad \text{(magnitud)}$$

$$g = \text{sen}(\theta) \cdot \frac{Ap}{Ax} \quad \text{(dirección)}$$

Donde: r: la magnitud del vector (Ax, Ay) que va de la masa M al punto P

	$g \text{ (m/s}^2)$	$\theta$
1	6.670E-11	103.6
2	5.6262E-11	45.0

Ahora calculamos el campo gravitacional en el punto P sumando los vectores anteriores.

$$g_x = 6.67E-11 \cos(103.6) = -5.84E-11 \text{ cos}(45.0) = -2.2009E-11$$

$$g_y = 6.67E-11 \sin(103.6) = 5.84E-11 \sin(45.0) = -2.0175E-11$$

**El campo gravitacional en P:**

$$\vec{g} = (g_x, g_y)$$

$$g_x = -2.2009E-11 \text{ m/s}^2 \quad g_y = -2.0175E-11 \text{ m/s}^2$$

Magnitud y dirección.

$$g = 2.9867E-11 \text{ m/s}^2 \quad \theta_g = 222.9^\circ$$

De lo cual obtenemos los mismos resultados:

$$\mathbf{g}_P = (-2.2 \times 10^{-11}, -2.02 \times 10^{-11}) \text{ m/s}^2. \quad \blacklozenge$$

$$g_P = 2.986 \text{ m/s}^2 \quad \vec{g} \approx 42.5^\circ \quad \blacklozenge$$

## Ejemplo 8: Campo Gravitacional (Fuerza)

Encontrar la fuerza gravitacional que experimenta la masa de 5kg debido a las masas de 10kg y 7kg.

## SOLUCIÓN:

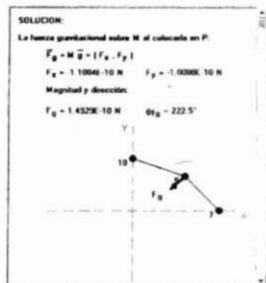
Primeramente identificamos el tipo de problema como (CAMPO GRAVITACIONAL), y queremos obtener una FUERZA gravitacional sobre la masa de 5kg. Así que el punto de interés "P", es el punto donde está colocada dicha masa. Copiando los datos de la figura anterior y colocándolos en las áreas grises de la ventana, tenemos:

Tipo de Campo		Obtiene	
<input checked="" type="radio"/> Gravitacional	<input type="radio"/> Eléctrica	<input type="radio"/> Campo	<input checked="" type="radio"/> Fuerza
No. de masas: <input type="text" value="3"/>			
M (kg)	X (m)	Y (m)	
<input type="text" value="10"/>	<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="3"/>	
<input type="text" value="7"/>	<input type="text" value="5"/>	<input type="text" value="0"/>	
Punto de Interés P:			
M (kg)	X (m)	Y (m)	
<input type="text" value="5"/>	<input type="text" value="3"/>	<input type="text" value="2"/>	

Podemos notar que aún cuando el número de masas en el problema es de 3, al proporcionar los datos del No. de masas colocamos el valor de dos. Esto es así porque en la aplicación, al hablar del No. de masas, se refiere a las masas que producen el campo gravitacional en el punto de interés. El valor de la otra masa se coloca en los datos del punto de interés. Sabemos que todas las masas experimentan fuerzas de gravitación, debido a las otras masas, pero al resolver el problema, solo se encuentra la fuerza que experimenta una sola masa, que es la que suponemos estar en el punto de interés.

Si usamos la opción del menú *Resolver*, obtenemos la solución del problema como:





De la cual obtenemos la fuerza gravitacional sobre la masa de 5kg como:

$$\vec{F}_G = (-1.1 \times 10^{-10}, -1.01 \times 10^{-10}) \text{ N.} \quad \blacklozenge$$

$$F_G = 1.49 \times 10^{-10} \text{ N} \quad \vec{\theta} \quad 42.5^\circ \quad \blacklozenge$$

Si se desea ver el procedimiento para obtener estos resultados, se usa la opción del menú *Ecuaciones*, obteniendo el procedimiento como sigue:

**ECUACIONES (PLANTEAMIENTO)**

Primero obtenemos el campo gravitacional producido por cada masa en el punto P, tanto en magnitud como en dirección, utilizando:

$$g = G \left( \frac{M}{r^2} \right) \quad (\text{magnitud})$$

$$g = \arctan(-\Delta y / \Delta x) \quad (\text{dirección})$$

Donde:  $r$  es la magnitud del vector  $(\Delta x, \Delta y)$  que va de la masa M al punto P.

	$g \text{ (m/s}^2\text{)}$	$\theta$
1	6.6708E-11	161.6
2	5.8032E-11	-45.0

Ahora calculamos el campo gravitacional en el punto P sumando los vectores anteriores.

$$g_x = 6.67E-11 \cos(161.6) + 5.84E-11 \cos(-45.0) = -2.2009E-11$$

$$g_y = 6.67E-11 \sin(161.6) + 5.84E-11 \sin(-45.0) = -2.0176E-11$$

El campo gravitacional en P:

$$\vec{g} = |g_x \cdot \hat{i} + g_y \cdot \hat{j}|$$

$$g_x = -2.2009E-11 \text{ m/s}^2 \quad g_y = -2.0176E-11 \text{ m/s}^2$$

Magnitud y dirección:

$$g = 2.9857E-11 \text{ m/s}^2 \quad \theta_g = 222.5^\circ$$

La fuerza gravitacional sobre M la colocamos en P:

$$\vec{F}_G = M \vec{g} = (F_x \cdot \hat{i} + F_y \cdot \hat{j})$$

$$F_x = -1.1004E-10 \text{ N} \quad F_y = -1.0096E-10 \text{ N}$$

Magnitud y dirección:

$$F_G = 1.4329E-10 \text{ N} \quad \theta_{F_G} = 222.5^\circ$$

De lo cual obtenemos los mismos resultados:

$$F_G = (-1.1 \times 10^{-10}, -1.01 \times 10^{-10}) \text{ N.} \quad \blacklozenge$$

$$F_G = 1.49 \times 10^{-10} \text{ N} \quad \vec{e}^{\theta} \quad 42.5^\circ \quad \blacklozenge$$

Hacemos notar que el procedimiento utilizado para calcular la fuerza gravitacional que experimenta la masa de 5 kg, debido a las otras masas, puede calcularse también, utilizando el concepto de fuerza entre dos masas, separadas por una distancia, en la que se utilizaría la expresión:

$$F_G = G \frac{m_1 m_2}{r^2}$$

Se deja como ejercicio al usuario, comprobar que el resultado que se obtiene por este procedimiento, es el mismo.

## Ejemplo 9: Campo Eléctrico (Campo)

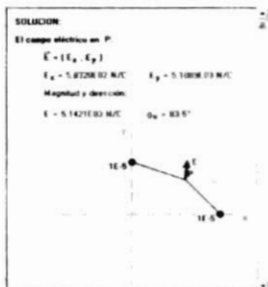
Encontrar el campo eléctrico en el punto P, producido por las dos cargas mostradas en la figura.

## SOLUCIÓN:

Primeramente identificamos el tipo de problema como (CAMPO ELÉCTRICO), y queremos obtener el CAMPO en un punto. Copiando los datos de la figura anterior y colocándolos en las áreas grises de la ventana, tenemos:

Tipo de Campo		Obtener	
<input checked="" type="checkbox"/> Gravitacional <input checked="" type="checkbox"/> Eléctrico		<input checked="" type="checkbox"/> Campo <input type="checkbox"/> Potencial	
No. de cargas: <input type="text" value="2"/>			
Q [C]	X [m]	Y [m]	
<input type="text" value="1E-5"/>	<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="3"/>	
<input type="text" value="1E-5"/>	<input type="text" value="5"/>	<input type="text" value="0"/>	
Punto de interés P			
X [m]	Y [m]		
<input type="text" value="3"/>	<input type="text" value="2"/>		

Si usamos la opción del menú *Resolver*, obtenemos la solución del problema como:



De la cual obtenemos el campo eléctrico en el punto P como:

$$\vec{E}_p = ( 583 , 5109 ) \text{ N/C.} \quad \blacklozenge$$

$$E_p = 5142 \text{ N/C} \quad \sphericalangle \quad 83.5^\circ \quad \blacklozenge$$

Si se desea ver el procedimiento para obtener estos resultados, se usa la opción del menú *Ecuaciones*, obteniendo el procedimiento como sigue:

**ECUACIONES (PLANTEAMIENTO)**

Primero obtenemos el campo eléctrico producido por cada carga en el punto P, tanto en magnitud como en dirección, utilizando:

$$E = k ( |Q| / r^2 ) \quad \text{[magnitud]}$$

$$\theta = \arctan( \Delta y / \Delta x ) \quad \text{[dirección]}$$

Siendo: la magnitud del vector  $(\Delta x, \Delta y)$  que va de la carga Q al punto P.

	E (N/m)	$\theta$
1	3.000E03	-18.4
2	1.120E04	125.0

Ahora calculamos el campo eléctrico en el punto P sumando los vectores anteriores.

$$E_x = 3.000E03 \cos(-18.4) = 2.8320E02$$

$$E_y = 3.000E03 \sin(-18.4) = -9.6320E02$$

$$E_x = 1.120E04 \cos(125.0) = -5.9320E02$$

$$E_y = 1.120E04 \sin(125.0) = 5.1090E03$$

**El campo eléctrico en P:**

$$\vec{E} = ( E_x , E_y )$$

$$E_x = 2.8320E02 \text{ N/C} \quad E_y = 5.1090E03 \text{ N/C}$$

Magnitud y dirección:

$$E = 5.1421E03 \text{ N/C} \quad \theta = 83.5^\circ$$

De lo cual obtenemos los mismos resultados:

$$\vec{E}_p = ( 583 , 5109 ) \text{ N/C.} \quad \blacklozenge$$

$$E_p = 5142 \text{ N/C} \quad \sphericalangle \quad 83.5^\circ \quad \blacklozenge$$

## Ejemplo 10: Campo Eléctrico (Fuerza)

Encontrar la fuerza eléctrica que experimenta la carga de  $2 \times 10^{-5} \text{ C}$  debido a las otras dos cargas.

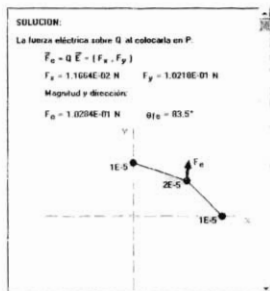
## SOLUCIÓN:

Primeramente identificamos el tipo de problema como (CAMPO ELÉCTRICO), y queremos obtener una FUERZA eléctrica sobre la carga de  $2 \times 10^{-5} \text{ C}$ . Así que el punto de interés "P", es el punto donde está colocada dicha carga. Copiando los datos de la figura anterior y colocándolos en las áreas grises de la ventana, tenemos:

Tipo de Campo:		Opciones:	
<input checked="" type="checkbox"/> Cuadrático <input type="checkbox"/> Eléctrico		<input checked="" type="checkbox"/> Campo <input type="checkbox"/> Fuerza	
No. de cargas: 2			
Q (C)	X (m)	Y (m)	
<input type="text" value="1E-5"/>	<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="3"/>	
<input type="text" value="1E-5"/>	<input type="text" value="5"/>	<input type="text" value="0"/>	
Punto de Interés P			
Q (C)	X (m)	Y (m)	
<input type="text" value="2E-5"/>	<input type="text" value="5"/>	<input type="text" value="2"/>	

Podemos notar que aún cuando el número de cargas en el problema es de tres, al proporcionar los datos del No. de masas colocamos el valor de dos. Esto es así porque en la aplicación, al hablar del No. de cargas, se refiere a las cargas que producen el campo eléctrico en el punto de interés. El valor de la otra carga se coloca en los datos del punto de interés. Sabemos que todas las cargas experimentan fuerzas eléctricas, debido a las otras cargas, pero al resolver el problema, solo se encuentra la fuerza que experimenta una sola carga, que es la que suponemos estar en el punto de interés.

Si usamos la opción del menú *Resolver*, obtenemos la solución del problema como:



De la cual obtenemos la fuerza eléctrica sobre la carga de  $2 \times 10^{-5} \text{ C}$  como:

$$\vec{F}_E = (1.17 \times 10^{-2}, 1.02 \times 10^{-1}) \text{ N.} \quad \blacklozenge$$

$$F_E = 1.03 \times 10^{-1} \text{ N} \quad \angle 83.5^\circ \quad \blacklozenge$$

Si se desea ver el procedimiento para obtener estos resultados, se usa la opción del menú *Ecuaciones*, obteniendo el procedimiento como sigue:





De lo cual obtenemos los mismos resultados:

$$F_E = (1.17 \times 10^{-2}, 1.02 \times 10^{-1}) \text{ N.} \quad \blacklozenge$$

$$F_E = 1.03 \times 10^{-1} \text{ N} \quad \angle \quad 83.5^\circ \quad \blacklozenge$$

Hacemos notar que el procedimiento utilizado para calcular la fuerza eléctrica que experimenta la carga de  $2 \times 10^{-5} \text{ C}$ , debido a las otras cargas, puede calcularse también, utilizando el concepto de fuerza entre dos cargas, separadas por una distancia, en la que se utilizaría la expresión:

$$F_E = K \frac{|q_1 q_2|}{r^2}$$

Se deja como ejercicio al usuario, comprobar que el resultado que se obtiene por este procedimiento, es el mismo.

## Vectores

Para utilizar este módulo hacemos clic en el botón correspondiente que aparece en la primera ventana.



Al utilizar este módulo, aparece la siguiente ventana:

Ejemplo Herramientas Ayuda Solr

**TIPO DE PROBLEMA: DIRECCION DE UN VECTOR.**

La dirección de un vector en el plano XY, es dada generalmente por medio del ángulo que forma el vector con la dirección positiva del eje de las Xs (+X). Siendo positivo si se gira en sentido opuesto al movimiento de las manecillas del reloj, y negativo en caso contrario.

En el ejemplo mostrado, dado el ángulo de 30° con -Y, la dirección del vector se puede expresar como:

$\theta = 180^\circ + 60^\circ = 240^\circ$  ó  $\theta = -90^\circ - 30^\circ = -120^\circ$

Hacer click en el botón de Practicar para realizar los ejercicios

Menú

Datos

Botón de Práctica.

Pizarra Barra de Ayuda Scroll Vertical

En esta ventana podemos practicar y resolver problemas correspondientes al tema de vectores, que aún cuando no es un tema que se evalúe individualmente, es parte fundamental de todo el curso. Aquí podemos identificar los elementos que la componen y que describiremos a continuación. (Se sugiere al lector ir probando cada parte que se describa, sin temor a cometer errores).

- **Datos.** Las áreas grises son las de datos, es decir, aquí es donde el usuario vacía los datos del problema que desea analizar. Está dividida en dos partes que son: Tipo de problema, y Vectores.
  - **Tipo de problema:** Se tienen cuatro tipos de problema que son: *Dirección de un vector*, *Componentes Rectangulares*, *Magnitud y Dirección (Polar)*, y *Resultante*.
    - **Dirección de un vector:** Esta opción permite al usuario practicar como expresar la dirección de un vector por medio del ángulo que forma con la dirección positiva del eje de las Xs. La computadora genera problemas al azar cuando se usa el botón de Práctica, de manera que el usuario puede practicar todo el tiempo que considere necesario, hasta haber entendido. Si desea ver una explicación teórica de este tema, puede usar la opción Ejemplo del Menú.
    - **Componentes Rectangulares:** Con esta opción podemos practicar, como encontrar las componentes rectangulares de un vector, conociendo su magnitud y su dirección. Al igual que en la opción



- anterior, la computadora genera problemas al azar con el botón de práctica.
- **Magnitud y Dirección (Polar):** Esta opción es la inversa de la opción anterior, es decir, podemos practicar el cálculo de la magnitud y la dirección de un vector, a partir de conocer sus coordenadas rectangulares. Al igual que en las dos opciones anteriores, la computadora genera problemas al azar.
  - **Resultante:** Esta opción difiere de las tres anteriores, en el sentido que no se tiene un botón de práctica, ya que en este caso nos permite plantear un problema para obtener la resultante de una serie de vectores, conocidos en magnitud y dirección.
- **Vectores:** El objeto de datos “Vectores” no es utilizado en los primeros tres tipos de problemas. Sólo en el caso del tipo de problema “Resultante”, este objeto muestra cajas de texto para dar los datos de varios vectores conocidos para obtener su resultante.
  - **Barra de menú.** Una vez que han sido dados los datos del problema en las áreas grises en el caso del tipo de problema “Resultante”, se procede a resolver el problema, y si se desea también, ver las ecuaciones del planteamiento del mismo. Para lograr esto, se utiliza la barra de menú en las opciones *Resolver* y *Ecuaciones* respectivamente. Para los otros tipos de problemas no se pueden utilizar las opciones *Resolver* y *Ecuaciones*, ya que sólo se puede practicar los problemas que genera la computadora al azar. En estos casos, se puede usar la opción Herramienta del menú para hacer algunas operaciones con la calculadora o para resolver un triángulo.
  - **Ejemplo:** Consulte la página 6 para mayor información acerca de esta opción.
  - **Resolver:** Esta opción corresponde al segundo paso en el análisis de un problema para el tipo de problema “Resultante”. Es decir, una vez que se han dado los datos, se procede a resolverlo. Al usar esta opción, solamente se muestran los resultados en la pizarra, cuya información puede ser recorrida utilizando la barra de scroll vertical.
  - **Ecuaciones:** Corresponde al tercer paso del procedimiento general para el tipo de problema “Resultante”. Si el usuario obtuvo los resultados mostrados en la opción anterior al resolver el problema por su cuenta, ya no tendrá necesidad de utilizar esta opción, ya que su procedimiento, seguramente, será el correcto. Si no es así entonces puede usar esta opción para analizar el planteamiento completo del problema, y así podrá identificar el error o errores cometidos.
  - **Herramientas:** Consulte la página 6 para mayor información acerca de esta opción.
  - **Ayuda:** Consulte la página 6 para mayor información acerca de esta opción.
  - **Salir:** Consulte la página 6 para mayor información acerca de esta opción.
- **Pizarra.** La pizarra es utilizada por el sistema para mostrar diferente información según el caso. Si se utiliza la opción Ejemplo del menú, se utiliza para mostrar un ejemplo de un problema que corresponde al tipo de problema escogido. Por otra parte, cuando se usa la opción *Resolver* del menú, la pizarra muestra la solución del problema pero sin indicar el procedimiento para obtenerla. Al utilizar la opción

Ecuaciones del menú, la pizarra muestra el planteamiento completo, paso a paso, del problema propuesto. En los tipos de problema que corresponden a práctica, la pizarra es utilizada para mostrar el problema propuesto al azar, y la solución del mismo después de la respuesta dada por el usuario.

- **Scroll vertical.** Este elemento forma parte integral de la pizarra, y como cualquier barra de scroll vertical en Windows, permite recorrer la pizarra verticalmente.
- **Barra de Ayuda.** Esta barra colocada en la parte inferior de la ventana, representa una ayuda, en el sentido que indica cual puede ser la acción más conveniente a seguir, según el estado en el que se encuentre.

## Procedimiento

El procedimiento en este módulo difiere para el tipo de problema “Resultante”, y los otros tres tipos de problemas para los cuales se tiene un botón de práctica.

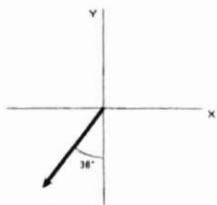
- Tipo de problema “Resultante”
  - Iniciar con uno o varios enunciados de problemas, y con su solución hasta donde sea posible.
  - Como vamos a encontrar la resultante de varios vectores, lo primero que debemos hacer es dar los datos de los vectores conocidos en magnitud y dirección en el objeto “Vectores”.
  - Una vez dados los datos del problema, utilizar la opción Resolver del menú, obteniéndose los resultados en la pizarra.
  - Utilizar la opción Ecuaciones para obtener el planteamiento completo del problema, el cual será mostrado en la pizarra, y analizado, totalmente utilizando la barra de scroll vertical, que puede ser accionada en la forma acostumbrada, con el Mouse o con las flechas.
  - Ocasionalmente y en forma totalmente libre puede utilizar las herramientas de calculadora, bloc de notas y solución de triángulos, según sea necesario.
- Tipo de problema con botón de Práctica.
  - Lo primero que tenemos que hacer para poder practicar, es hacer clic en el botón de Práctica.
  - Inmediatamente después, la computadora genera un problema al azar del tipo escogido, y lo muestra en la Pizarra. Al mismo tiempo presenta una ventana en la que nos pide que demos el valor o valores de la respuesta. Debemos dar estos resultados y luego hacer clic en el botón de “OK”.
  - Después de dar el resultado o los resultados, la computadora nos indica si la respuesta es correcta o incorrecta, y en todos los casos muestra en la pizarra cual es la respuesta correcta. Entonces nos pregunta si deseamos practicar con otro problema.
  - Si la respuesta es negativa, se habrá terminado la práctica, si es afirmativa, se repite el proceso hasta que ya se halla dominado el tema, o se desea simplemente dejar la práctica.

## Ejemplos

Para mostrar como utilizar este módulo, damos a continuación un ejemplo de cada tipo de problema.

### Ejemplo 11: Dirección de un vector

En este tipo de problema, nos permite practicar la obtención de la dirección de un vector, expresada como el ángulo que forma con  $-X$ . Al hacer clic en el botón de Práctica, aparece el siguiente problema en la pizarra:

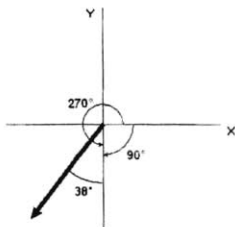


Y nos muestra una ventana con la siguiente pregunta:

Da el ángulo del vector respecto a  $-X$

En la caja de texto se debe proporcionar la dirección del vector, por medio del ángulo que forma con  $+X$ . En nuestro caso es  $270^\circ - 38^\circ = 232^\circ$  ó  $-90 - 38 = -128$ , como se muestra en la siguiente figura. Si se proporciona uno de estos dos valores, nos responde que el valor es correcto, e incorrecto en caso contrario.

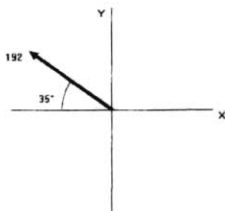




Después de cerrar la ventana de correcto o incorrecto, nos muestra otra en la que pregunta si se desea otro problema, es decir, si deseamos continuar practicando, o no. Hacer clic en el botón de Sí, o el de No, según se quiera seguir o no practicando.

### Ejemplo 12: Componentes Rectangulares

En este caso, podemos practicar la obtención de las componentes rectangulares de un vector, dadas su magnitud y su dirección. Al hacer clic en el botón de Práctica, aparece el siguiente problema en la pizarra:



Esta figura nos muestra un vector cuya magnitud es 192, y que forma un ángulo de  $35^\circ$  con  $-Y$ . A continuación nos pide las coordenadas rectangulares del vector, haciéndonos la petición: "Dar la componente X del vector, con precisión de décimos". El usuario debe hacer los cálculos en una hoja por separado y utilizando su calculadora de ser necesario.

En este ejemplo, la respuesta es:  $(192) (\cos(145^\circ)) = - (192) (\cos(35^\circ)) = -157.277$ , que con una precisión de décimos es  $-157.3$  aproximadamente. Al dar este resultado o cualquier otro, nos presenta otra ventana pidiendo "Dar la componente Y del vector, con precisión de décimos". A lo cual, la respuesta debe ser  $(192) (\sin(145^\circ)) = 192 (\sin(35^\circ)) = 110.127$ , que con precisión de décimos es  $110.1$  aproximadamente. Al dar este resultado u otro, la computadora nos responde con un "incorrecto" o "correcto", según el caso.

Al igual que en el ejemplo anterior, podemos seguir practicando tanto como se deseé.

**Ejemplo 13: Magnitud y Dirección (Polar)**

Este tipo de problema es la operación inversa del ejemplo anterior, es decir, queremos obtener la Magnitud y la Dirección de un vector, conociendo sus componentes rectangulares. Al hacer clic en el botón de Práctica, aparece el siguiente problema en la pizarra:

Dado el vector  $\vec{F}_T = ( -286 , -515 )$

Deseamos encontrar su magnitud y su dirección.

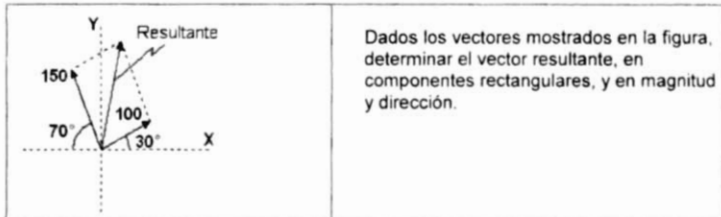
A continuación, nos pregunta la respuesta de su magnitud y dirección, mostrando una ventana con el mensaje "Dar la magnitud del vector, con precisión de décimos". Después nos muestra otra ventana con el mensaje "Dar la dirección del vector, con el ángulo respecto a +X, con precisión de décimos". Para calcularlos, utilizamos las expresiones:

$$F = \sqrt{F_x^2 + F_y^2}$$

$$\theta = \arctan(F_y / F_x)$$

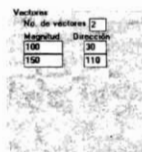
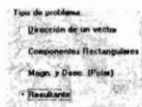
Para nuestro ejemplo, los resultados son:  $F = 589.085 \approx 589.1$ , y  $\theta = 240.955^\circ \approx 241.0^\circ$

Podemos seguir practicando tanto como se quiera.

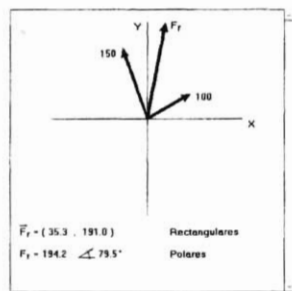
**Ejemplo 14: Resultante**

SOLUCIÓN:

Primeramente escogemos el tipo de problema "Resultante". Copiando los datos de la figura anterior y colocándolos en las áreas grises de la ventana, tenemos:



Si usamos la opción del menú *Resolver*, obtenemos la solución del problema como:



De la cual obtenemos el vector resultante como:

$$F_r = ( 35.3 , 191.0 ) \quad \blacklozenge$$

$$F_r = 194.2 \angle 79.5^\circ \quad \blacklozenge$$

Si se desea ver el procedimiento para obtener estos resultados, se usa la opción del menú *Ecuaciones*, obteniendo el procedimiento como sigue:

**SOFTWARE DE APOYO PARA EL CURSO FUERZA Y EQUILIBRIO.  
MANUAL DE USUARIO FISFYE**

**SE TERMINÓ DE IMPRIMIR EN EL MES DE  
ABRIL DE 2009 EN LOS TALLERES DE LA SECCIÓN  
DE IMPRESIÓN Y REPRODUCCIÓN DE LA  
UNIVERSIDAD AUTÓNOMA METROPOLITANA  
UNIDAD AZCAPOTZALCO**

**SE IMPRIMIERON 100 EJEMPLARES  
MÁS SOBANTES PARA REPOSICIÓN**

**LA EDICIÓN ESTUVO A CARGO DE LA  
SECCIÓN DE PRODUCCIÓN Y DISTRIBUCIÓN EDITORIALES  
DE LA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA METROPOLITANA  
UNIDAD AZCAPOTZALCO**







89

SOFTWARE APOYO PARA FUERZA Y EQUILIBRIO  
BECERRIL HERNANDEZ \* SECCION DE IMPRESION

ISBN: 970-31-0183-6

44348

R. 40



\$ 9.00



40-ANTOLOGIAS CBI \* 01-CBI

978-97031-01832

UNIVERSIDAD  
AUTONOMA  
METROPOLITANA  
Casa abierta al tiempo



División de Ciencias Básicas e Ingeniería  
Departamento de Ciencias Básicas  
Coordinación de Extensión Universitaria  
Sección de Producción y Distribución Editoriales

Ciencias