Rev. Cub. Fís. vol. 27, No. 2A, 2010, p.147-150
ISSN: 0253-9268. Artículo original.

TIBERO 2009

Revista Cubana de Física
Calle I No. 302 e/ 15 y 17
Vedado, La Habana. CP 10400
www.fisica.uh.cu/biblioteca/revcubfi/index.htm

Uso de una hoja de cálculo en la enseñanza de una disciplina no experimental

I. Gómez Ayala, L.A. Vega González, F. García Reguera

Departamento de Física, Universidad de Burgos, España; isagomez@ubu.es†; verga@ubu.es; ferman@ubu.es
† Autor para la correspondencia

Recibido el 1/02/09. Aprobado en versión final el 13/06/2010.

Sumario. Este trabajo muestra algunas de las posibilidades del uso de la hoja de calculo Excel en la enseñanza de una asignatura no experimental en el primer curso de universidad. Se muestra en una doble vertiente: por una parte como herramienta del profesor y de los alumnos para resolver problemas sistemáticos y, por otra, como herramienta para la comprensión de problemas interesantes que comúnmente no se tratan por no disponer de los conocimientos matemáticos adecuados. Así se consigue generalizar los resultados rápidamente de manera clara e interactiva a gran cantidad de condiciones iniciales diferentes. Se ha escogido Excel por su gran difusión y su facilidad de manejo.

Abstract. We present in this work some possible uses of an Excel worksheet for teaching a non-experimental subject to freshmen university students. We show two different kinds of applications: On the one hand we use the program as an aid for teachers and students in solving systematic exercises and, on the other hand, as a tool for understanding interesting problems that are usually not considered because the students lack the mathematical skills needed. With our approach, we are able to generalize results from a great variety of initial conditions in a fast, clear and interactive way. We have selected Excel because of its widespread presence and its ease of use.

Palabras clave. Computational methods in classical mechanics, 45.10-b, Computational techniques in mathematical methods in physics, 02.70-c, Learning theory and science teaching, 01.40.Ha, Research in physics education, 01.40.Fk, Teaching methods and strategies, 01.40.gb, Computers in education, 01.50.H, Numerical simulation; solution of equations, 02.60.Cb.

1 Introducción

Una dificultad muy habitual en la enseñanza de la Física en los primeros cursos de Universidad es que en ellos se tratan temas demasiados simplificados, idealizados y un tanto alejados de la realidad debido a la falta de herramientas matemáticas para el tratamiento de problemas reales normalmente más complejos. Es habitual que los casos más interesantes queden emboscados bajo un planteamiento matemático, si no muy complicado en sí mismo, sí inadecuado para los conocimientos simultáneos de los alumnos. En este trabajo se muestra cómo con el uso de una hoja de cálculo como Excel se consigue que, una vez que el alumno ha comprendido y, consecuentemente, ha planteado correctamente las ecuaciones necesarias para la resolución del problema, obtenga soluciones e interprete los resultados independientemente de la dificultad intrínseca de la resolución de dichas ecuaciones. De esta manera se consigue el objetivo de la asignatura: planteamiento correcto de las situaciones e interpretación de los resultados obtenidos.

2 Resolución de problemas sistemáticos

Como ejemplo se ha elegido la reducción de sistemas de vectores deslizantes que, en nuestro caso, se aplicará al manejo de fuerzas aplicadas a sólidos rígidos. El programa diseñado permite calcular los invariantes de sistemas formados por doce vectores cómo máximo. Este límite se puede ampliar fácilmente habilitando un número mayor de filas, pero no es necesario hacerlo puesto que el número de vectores de que consta el sistema no añade ningún interés especial al ejercicio. Permite también cambiar el centro de reducción del sistema de vectores para, por ejemplo, comprobar la propiedad de los puntos del eje central. El procedimiento es absolutamente sistemático por lo que se adecua perfectamente a un proceso programado.

La resultante es la suma de los vectores, el momento resultante respecto de un punto, en este caso respecto del origen del sistema de coordenadas, es la suma de los momentos de los vectores individuales y el invariante escalar y el momento mínimo son, respectivamente el producto escalar de la resultante por el momento resultante y la proyección del momento resultante en la dirección de la resultante. El eje central es la recta, paralela a la resultante, respecto de cuyos puntos el momento resultante es mínimo y su determinación viene de imponer la condición de paralelismo entre resultante y momento resultante.

Una vez obtenidos los resultados el alumno está en disposición de interpretarlos contestando a preguntas del tipo:

-¿Es el sistema nulo? Es decir ¿está el sólido en equilibrio en el caso de que los vectores representen el sistema de fuerzas a él aplicadas? Ello será cierto solo en el caso de que ambos invariantes del sistema, resultante y momento mínimo, sean nulos.

- ¿Puede el sistema sustituirse por un solo vector? Solo si el invariante escalar es nulo. El vector equivalente al sistema es su resultante.

- ¿Dónde debe aplicarse este vector equivalente, es decir, la resultante? En cualquier punto del eje central

- ¿Puede sustituirse el sistema por un par, es decir por un momento? Solo si la resultante del sistema es nula, siendo el momento equivalente el momento resultante.

En la interpretación de estos resultados es donde realmente reside el interés del tema.

Otra posibilidad que en casos especiales se puede utilizar es, dado que entender el procedimiento es en sí mismo saber el tema, proponer a ciertos alumnos despiertos y con un conocimiento básico de la hoja de cálculo que sean ellos mismos los que diseñen el programa. Realmente si lo consiguen, el análisis del tema ha sido exhaustivo y el objetivo de la lección está conseguido.

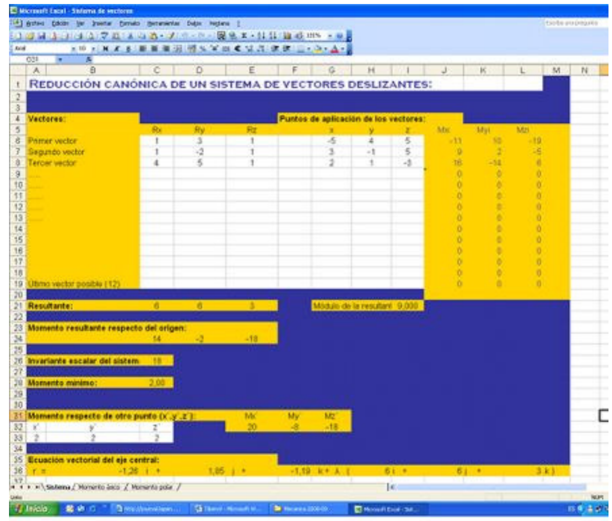
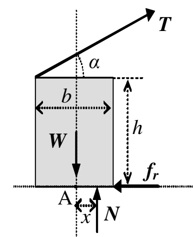


Figura 1. Ejemplo de reducción de sistemas de vectores deslizantes.

Figura 2. Diagrama de sólido libre.



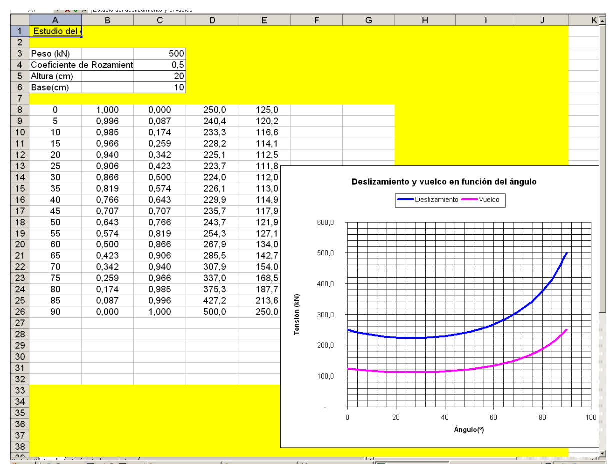


Figura 3. Deslizamiento y vuelco de un prisma esbelto.

3 Interpretación de problemas complejos

Como ejemplos se han elegido el estudio del deslizamiento y vuelco de un bloque prismático apoyado sobre una superficie horizontal plana rugosa al aplicársele una fuerza genérica y la estabilidad del equilibrio de un bloque prismático apoyado sobre una superficie semiesférica.

Deslizamiento y vuelco de un bloque prismático. Se estudia el equilibrio de un bloque prismático apoyado sobre una superficie horizontal plana cuando se le aplica una fuerza genérica, analizando las distintas posibilidades de deslizamiento y vuelco en función de su geometría y del rozamiento con la superficie de apoyo. Si el bloque es de altura h, base b y peso W y el plano horizontal presenta con él un coeficiente de fricción μ, al tirar del bloque mediante una cuerda que ejerce una fuerza T, éste deslizará o volcará en función de los valores de T, α, μ y de la relación entre b y h.

Para resolver el ejercicio el alumno debe saber plantear las ecuaciones de equilibrio a partir del diagrama de sólido libre del bloque, mostrado en la figura 2, e imponer las condiciones de deslizamiento y vuelco:

$$f_r = T\cos\alpha \tag{1}$$

$$N + T\sin\alpha = W \tag{2}$$

$$Nx = b/2\,T\sin\alpha + h\,T\cos\alpha \tag{3}$$

Condición de deslizamiento: $f_r = \mu N$ (4)

Condición de vuelco: $x = b/2$ (5)

A partir de (1), (2) y (4) se obtiene el valor de T necesario para el deslizamiento:

$$T = \frac{\mu W}{\cos\alpha + \mu\sin\alpha} \tag{6}$$

Y a partir de (2), (3) y (5), el necesario para el vuelco:

$$T = \frac{\frac{b}{2} W}{h\cos\alpha + b\sin\alpha} \tag{7}$$

Representando las ecuaciones (6) y (7), en función del ángulo o del coeficiente de rozamiento, para distintos valores de W, b y h se puede entender la influencia de cada parámetro en el equilibrio del bloque.

Como ejemplo, en la figura 3 se puede ver el resultado para un prisma esbelto (20x10cm) con un coeficiente de fricción de 0,5. En las columnas que aquí se han dejado a la vista se observa en (A8-A26) el rango de valores del ángulo de 5 en 5 grados, en (D8-D269) los valores de T que producen deslizamiento procedentes de la ecuación (6) y en (E8-E269) los valores de T necesarios para el vuelco. De modo que, a la vista de las graficas respectivas, es evidente que para este caso, se producirá siempre vuelco antes que deslizamiento, para tensiones de la cuerda comprendidas entre 10 y 15N.

En la pantalla mostrada en la figura 4, que presenta el aspecto habitual de uso, se puede ver la misma situación en función del coeficiente de rozamiento. Evidentemente el vuelco no depende de la fricción, solamente depende de la forma del cuerpo.

Estabilidad del equilibrio de un bloque prismático apoyado sobre una superficie semiesférica o semicilíndrica. Se estudia le estabilidad de un cubo de arista h y peso W apoyado sobre un superficie semiesférica rugosa. La posición inicial con el bloque horizontal es una posición de equilibrio, cuya estabilidad dependerá de la evolución del prisma una vez desplazado ligeramente de ella. Para resolver el ejercicio el alumno debe saber plantear las ecuaciones de equilibrio a partir del diagrama de sólido libre del bloque, mostrado en la figura 5, e interpretar los resultados:

$$N = W\cos\theta \tag{8}$$

$$f_r = W\sin\theta \tag{9}$$

$$M_A = R\,\theta\cos\theta - h/2\,\sin\theta \tag{10}$$

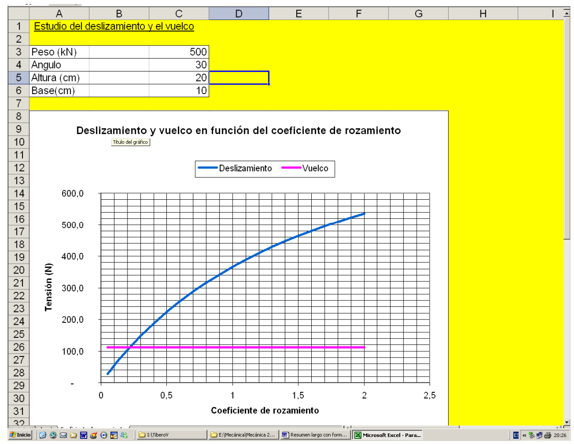
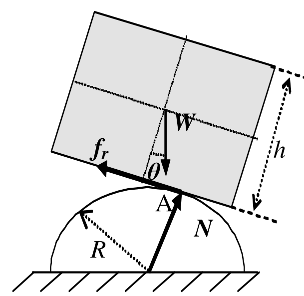


Figura 4. Deslizamiento y vuelco de un prisma esbelto.

Figura 5. Diagrama de sólido libre.



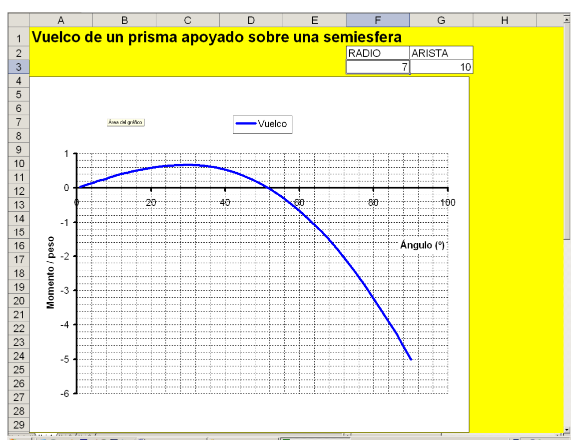


Figura 6. Estabilidad de un cubo apoyado en una semiesfera.

De las ecuaciones (8) y (9) se obtiene la condición de no deslizamiento:

$$\mu \geq tg\theta \ .$$

Y del signo del momento dado en la ecuación (10), se establece la estabilidad, que depende de la relación entre la altura del bloque y el radio de la semiesfera: Si M_A es mayor que cero, sentido antihorario, el equilibrio será estable, mientras que en el caso contrario será inestable. Representando M_A en función del ángulo θ para distintos valores de *h* y *R*, se interpreta fácilmente el comportamiento de la situación. En la figura 6 se muestra el resultado para una relación *R*/*h* de 0,7: el equilibro del cubo será estable para ángulos menores de unos 52º e inestable para ángulos mayores, siempre que el coeficiente de fricción entre cubo y semiesfera sea $\mu \geq tg52^{o}$.

4 Conclusiones

Avalados por los buenos resultados obtenidos con la aplicación de este procedimiento en las clases de resolución de problemas en la asignatura de Mecánica Aplicada a la Ingeniería consideramos el sistema indicado para facilitar la comprensión, generalización e interpretación de los resultados de problemas interesantes sin necesidad de unas habilidades matemáticas que los alumnos aún no poseen.

Referencias

1. R. Buzzo Garrao, "Estrategia EE (Excel-Euler) en la enseñanza de la Física", Lat.Am.J. Phys. Educ. Vol.1, No.1, 1870-9095 (Sept 2007).

2. F. Herrero; L.R. Rodríguez; L.A.Vega, "Problemas de estática resueltos", Ed. Reverté (1996).

3. I.H. Shames, "Mecánica para ingenieros. Estática", Ed. Prentice Hall (1998).

4. Talízina, N. "Psicología de la Enseñanza", Ed. Progreso (1988).