


OBJETIVO

Comprobación de la ley de las áreas para los movimientos de fuerza central (segunda ley de Kepler)

RESUMEN

Como ejemplo de un movimiento de fuerza central se registra el movimiento elíptico de una masa de péndulo por medio del método de las marcas de polvo. Así se obtiene una traza con "mascas de tiempo", a partir de las distancias entre las marcas de polvo se puede determinar inmediatamente la velocidad de la masa del péndulo en cada momento. Una evaluación sencilla muestra además que la superficie barrida por el vector radial de la masa del péndulo permanece constante por intervalos de tiempo iguales y en esta forma es independiente del largo del vector radial.

TAREAS

- Registro de la oscilación elíptica de un péndulo por medio del método de las marcas de polvo.
- Comparación de las velocidades de la masa del péndulo con distancia máxima y mínima con respecto a la posición de reposo.
- Determinación de la superficie barrida por la masa del péndulo con una distancia máxima y una mínima con respecto a la posición de reposo.

EQUIPO REQUERIDO

Número	Aparato	Artículo N°
1	Juego de aparatos para el registro con marcas de polvo	1000739
1	Péndulo con electrodo de registro	1000780
2	Pie soporte, 3 patas, 150 mm	1002835
2	Varilla de soporte, 1000 mm	1002936
1	Varilla de soporte, 750 mm	1002935
3	Nuez universal	1002830

1
FUNDAMENTOS GENERALES

Durante el movimiento de un planeta alrededor del sol, el momento angular permanece constante, porque la fuerza que actúa sobre el planeta está siempre orientada hacia el centro del movimiento. A partir de ello se puede deducir que la órbita del planeta debe permanecer en un plano fijo. Además también se puede deducir la conocida segunda ley de Kepler, según la cual el radio de conexión del sol hacia el planeta barre la misma superficie en intervalos de tiempos iguales.

Para la validez de la ley de superficies no juega ningún papel la dependencia exacta de la fuerza central con respecto al centro del movimiento. Esta sólo determina la forma de la órbita alrededor del centro de la fuerza. Por lo tanto, la ley de las superficies también vale para las oscilaciones elípticas de un péndulo alrededor de la posición de reposo, siempre y cuando las desviaciones del péndulo no sean muy grandes. La masa del péndulo se mueve en una superficie casi horizontal (ver Fig. 1) y en cada punto de la órbita r se experimenta una fuerza de restitución:

$$(1) \quad F = -\frac{m \cdot g}{d} \cdot r$$

g : Aceleración de caída,
 d : Longitud del péndulo,
 m : Masa del péndulo

la cual está orientada hacia la posición de reposo del péndulo. Esta fuerza deja que el momento angular:

$$(2) \quad L = m \cdot r(t) \times \frac{\Delta r(t)}{\Delta t}$$

de la masa del péndulo permanezca constante. Por lo tanto la superficie barrida por el vector del radio $r(t)$ en el intervalo de tiempo Δt permanece constante (ver Fig. 2).

$$(3) \quad \Delta A = \frac{1}{2} |r(t) \times \Delta r(t)| = \frac{1}{2} \cdot r(t) \cdot \Delta r(t) \cdot \sin \alpha$$

En el experimento se registra el movimiento de la masa del péndulo de acuerdo con el método de las marcas de polvo. Para ello el electrodo de registro de la masa del péndulo se desliza sobre una placa de marcas aislada, la cual está recubierta con un polvo fino de azufre. Una tensión entre el electrodo de registro y la placa de marcas que alterna con la frecuencia de la tensión de la red, hace que dependiendo de la polaridad se origine una atracción o una repulsión del polvo de azufre. Se registra una traza de marcas de tiempo, a partir de las distancias entre ellas se puede leer inmediatamente la velocidad de la masa pendular.

EVALUACIÓN

Primero se determinan gráficamente el centro de la traza registrada y los puntos de la curva de la órbita, en los cuales la distancia al centro es máxima o mínima.

Para estos puntos de la órbita se determina la superficie barrida por el vector del radio en 10 períodos de oscilación de la tensión alterna y para hacerlo más sencillo se consideran como triángulo.

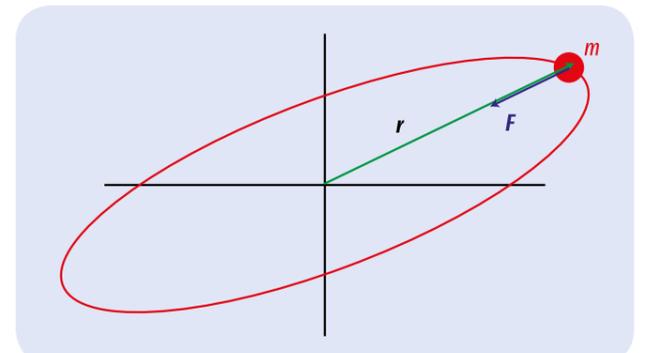


Fig. 1: Oscilación elíptica de la masa del péndulo observada desde arriba

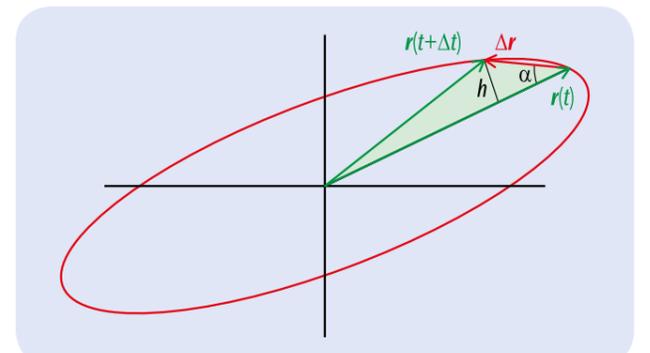
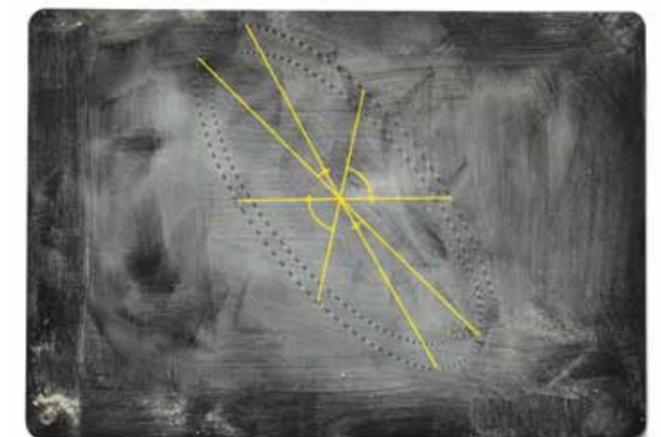

 Fig. 2: Superficie barrida por el vector del radio en el intervalo de tiempo Δt


Fig. 3: Ejemplo de medida con evaluación