

POKUS

- Zaznamenávání elipsovitého kmitání kyvadla práškovou metodou
- Porovnávání rychlostí houpání kyvadla v minimální a maximální vzdálenosti od klidové pozice
- Měření vymetených míst průvodičem kyvadla v každém časovém intervalu v minimální a maximální vzdálenosti od klidové pozice

ÚKOL

Potvrďte zákon ploch pro pohyb centrální síly (Keplerův druhý zákon).

SHRNUTÍ

Jako příklad pohybu pod vlivem centrální síly je eliptický pohyb houpáním kyvadla zaznamenáván práškovou metodou. Tímto se vytvářejí stopy s označením časového intervalu a ze vzdáleností mezi těmito stopami můžeme přímo změřit rychlost houpání kyvadla. Toto může být dále ještě zobrazeno jednoduchou grafickou analýzou, že rozsah vymetený průvodičem kyvadla v každém časovém intervalu je konstantní a je tak nezávislý na délce průvodiče.



POŽADOVANÉ PŘÍSLUŠENSTVÍ

1	Sada vybavení pro práškování	5401.U8400870
1	Kyvadlo s elektrodou pro zaznamenávání	5401.U8405640
2	Trojnohé stojany 150 mm	5401.U13270
2	Nerezové tyče 1 000 mm	5401.U15004
1	Nerezová tyč 750 mm	5401.U15003
3	Svorky	5401.U13255

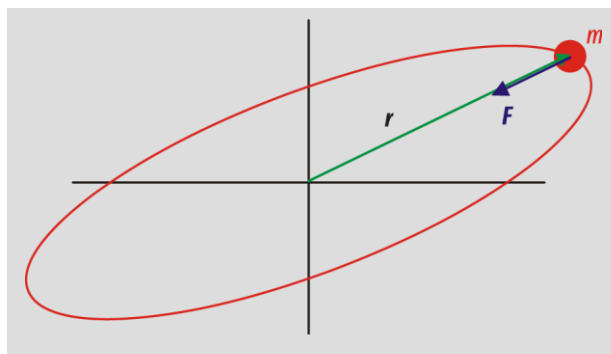
ZÁKLADNÍ PRINCIPY

Při pohybu planety kolem slunce úhlový moment zůstává stejný, protože síla působící na planetu je vždy směřována na střed. Z tohoto lze přímo usoudit, že oběžná dráha planety musí ležet v pevně dané rovině. Z tohoto lze také odvodit Keplerův druhý zákon, zákon ploch, který udává, že sluneční paprsky dopadají na stejné plochy ve stejném časovém intervalu.

Platnost zákona ploch není ovlivněná přesnou formou závislosti centrálních sil na vzdálenosti od centra sil. Tato závislost pouze určuje tvar oběžné dráhy kolem centra sil. Takže zákon ploch je také platný pro eliptické kmitání kyvadla kolem klidové polohy prováděný tak, že úhel vychýlení od vertikálního úhlu není tak velký. Houpání kyvadla je skoro přesně omezené do horizontální roviny (obrázek 1) a na jakémkoliv bodě jeho trajektorie definované průvodičem r se nachází horizontální omezující síla F , která směřuje ke klidové pozici a je dána takto:

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

g : gravitační zrychlení,



Obrázek 1: Eliptické kmitání kyvadla zvrchu.

d : délka kyvadla,
 m : hmotnost závaží kyvadla.

Úhlový moment je:

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

Úhlový moment zůstává neovlivněný silou F . Proto plocha ΔA vymetená průvodičem $r(t)$ v každém časovém intervalu Δt také zůstává stejná:

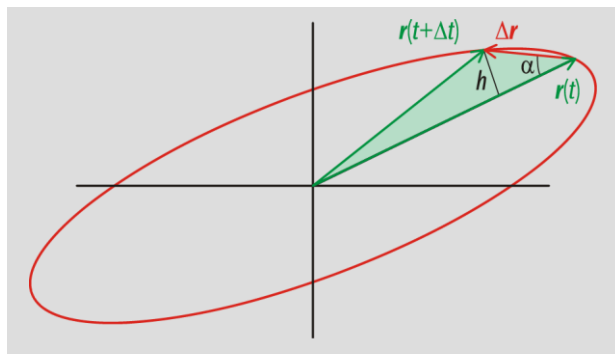
$$(3) \Delta A = \frac{1}{2} \cdot |r(t) \times \Delta r(t)| = \frac{1}{2} \cdot r(t) \cdot \Delta r(t) \cdot \sin \alpha$$

(obrázek 2).

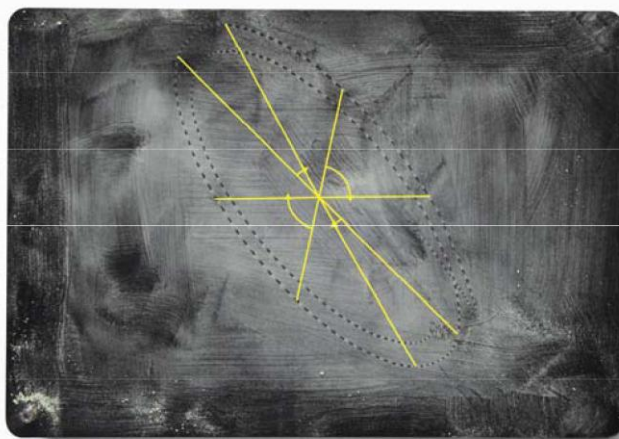
V pokusu je pohyb kyvadla zaznamenáván práškovou metodou. V této metodě elektroda na zaznamenávání připojená ke kyvadlu může klouzat nad izolovanou zaznamenávací deskou pokrytou jemným sírovým práškem. Střídavé napětí v síťovém kmitočtu je aplikované mezi elektrodou a zaznamenávací deskou, takže sírový prášek je střídavě přitahovaný a odpuzovaný podle změny polarity. Tímto způsobem jsou vytvářeny stopy a časová označení a ze vzdáleností mezi těmito stopami můžeme přímo určit rychlost pohybu kyvadla.

VYHODNOCENÍ

Zakreslete grafické znázornění a určete střed zaznamenávané dráhy a body na oběžné dráze, které odpovídají minimální a maximální vzdálenosti od středu. Na dalších bodech oběžné dráhy je možné určit vymetené místo průvodičem v 10 cyklech střídavého napětí. Pro zjednodušení, místa jsou spočítána jejich upravením do trojúhelníků.



Obrázek 2: Místo vymetené průvodičem kyvadla v časovém intervalu Δt .



Obrázek 3: Příklad pokusného měření dat s výpočtem.



HELAGO-CZ, s.r.o.

Kladská 1082

500 03 Hradec Králové

Tel.: 495 220 229

Fax: 495 220 154

E-mail: info@helago-cz.cz

<http://www.helago-cz.cz>

