



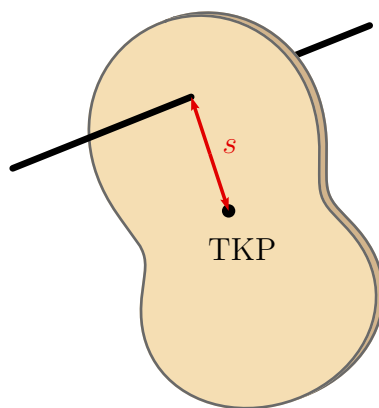
Figyelem! A teljes pontszám eléréséhez nem elegendő a megoldás számszerű közlése, a mérés lépéseit tartalmazó jegyzőkönyv és a végeredmény hibájára vonatkozó becslés is szükséges!

A mérés célja

A mérés során kvázi-kétdimenziós, inhomogén tömegeloszlású minta forgómozgását tanulmányozzuk. Célunk a test tömegközéppontján átmenő, síkjára merőleges tengelyre vonatkozó *tehetetlenségi nyomaték*ának meghatározása. Az alkalmazott módszer a test, mint fizikai inga lengésidejeinek mérése különböző felfüggesztési tengelyek mellett. Mint kiderül, a lengésidők minimumának ismerete lehetőséget ad a keresett tehetetlenségi nyomaték kiszámítására.

Elméleti bevezető

Tekintsünk a fentieknek megfelelően egy kellően vékony, kvázi-kétdimenziósnek tekinthető, M tömegű, akár inhomogén tömegeloszlású testet. A test valamely síkjára merőleges tengelyre felfüggesztve ingamozgást végez, amennyiben egyensúlyi helyzetéből kis mértékben kitérítjük; ezt illusztrálja az alábbi sematikus *ábra*.



A forgómozgás alapegyenletéből könnyedén kiszámítható, de a középiskolai tananyagból is ismert eredmény, hogy ezen fizikai inga lengésideje:

$$T_s = 2\pi \sqrt{\frac{\Theta_s}{Mgs}},$$

ahol g a nehézségi gyorsulás, s a tömegközéppont (TKP) és a felfüggesztési tengely távolsága, Θ_s pedig a test ezen tengelyre vonatkozó tehetetlenségi nyomatéka.

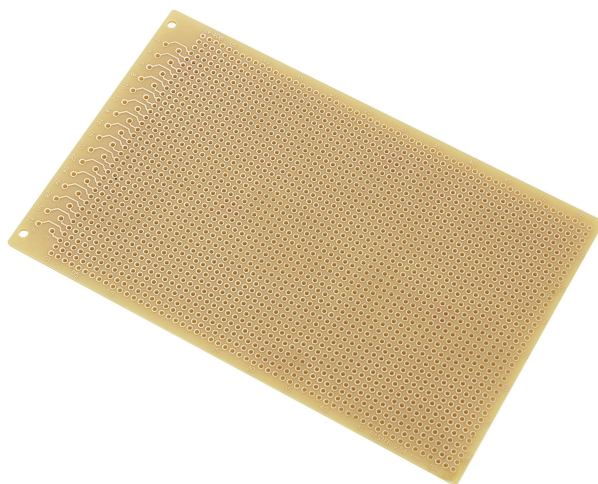
A Θ_s és s változókon keresztül a T_s lengésidő végső soron bonyolult módon függ a felfüggesztési tengely helyétől. A későbbiekben e függvény tulajdonságait szeretnénk felhasználni arra, hogy információt nyerjünk a test tehetetlenségi nyomatékára vonatkozóan.



Mérési eszközök

A lengésidők méréséhez használt minta egy $M = [31 \pm 0,5] \text{ g}$ tömegű, $a = [160 \pm 0,5] \text{ mm}$ illetve $b = [100 \pm 0,5] \text{ mm}$ oldalhosszú, téglalap alakú *nyomtatott áramkörti lap*, amelyet a jobb oldali *ábra* szemléltet. A mintát négyzetrácsba rendezett apró lyukak borítják, így tömegeloszlása inhomogén.

A feladat során a minta mellett rendelkezésre állnak vékony *varrótűk* és egy *kartondoboz* is. A varrótűt a minta valamely kicsiny lyukán átfűzve és a kartondobozba beszúrva egy kellően szorosan rögzített tengelyt kapunk, amely körüli ingamozgás már vizsgálható. A lengésidők méréséhez minden csapatnak egy digitális *stopperóra* áll rendelkezésére. A nehézségi gyorsulás a következőkben minden esetben közelíthető úgy, mint $g = 9,81 \text{ m/s}^2$.



Elméleti feladatok

1. feladat

(6 pont)

Tekintsük az elméleti bevezetőben tárgyalt elrendezést. Mely görbe mentén lesz az ott bevezetett T_s lengésidőnek minimuma? Fejezzük ki ezt a $T_{\min}$ minimumot a test paramétereivel!

2. feladat

(2 pont)

A mintául szolgáló nyomtatott áramkörti lap feljebb megadott paramétereinek (a , b , M) ismeretében, azok hibáit figyelmen kívül hagyva becsüljük meg a test tömegközépponti tehetlenségi nyomatékát! Az egyszerűség kedvéért közelíthetjük a mintát homogén tömegeloszlású testként, ekkor a kérdéses tehetlenségi nyomaték az alábbi formában áll elő:

$$\Theta_0 = \frac{M}{12}(a^2 + b^2).$$

3. feladat

(3 pont)

Az előző két feladat eredményeit felhasználva határozzuk meg és ábrázoljuk sematikusan azt a görbét, amely mentén a vizsgált minta lengésideje minimális!

kategória
F+
10-12.
osztályosok



XVI. DÜRER VERSENY

Döntő:
2023. február 10-12.



FIZIKA
MÉRÉS
FELADATSOR

Mérési feladatok

4. feladat

(8 pont)

Az elméleti feladatok megoldásainak felhasználásával válasszunk ki egy ideálisnak ítélt egyenest a mintán, amelynek mentén 8-10 lyukra vonatkozóan mérjük meg a lengésidőt! A hibák csökkentéséhez érdemes minden (n sorszámossal jellemezhető) lyuknál tizenöt lengés idejét mérni, ezt háromszor megismételni ($15T_1$, $15T_2$, $15T_3$), majd a kapott eredményeket átlagolni és tizenöttel elosztani (T). Ábrázoljuk az $n - T$ párokat milliméterpapíron!

5. feladat

(8 pont)

A 4. feladat eredményei közül keressük ki azt a lyukat, amelyhez a legkisebb lengésidő tartozik, majd ennek környezetében (továbbra is a kiszemelt egyenes mentén) végezzünk el 8-10 újabb mérést! Ábrázoljuk az $n - T$ párokat az előzővel azonos milliméterpapíron!

6. feladat

(8 pont)

Az 5. feladat mérési eredményeinek átlagolásával számítsuk ki a minimális $T_{\min}$ lengésidő értékét, majd ennek segítségével határozzuk meg a test tömegközépponti Θ_0 tehetetlenségi nyomatékát! Ellenőrizzük, hogy ez hibahatáron belül megegyezik-e a 2. feladat eredményével!

*A mérés elvégzésére és a jegyzőkönyv megírására 90 perc áll a csapatok rendelkezésére.
Sikeres versenyzést kívánnak:*

a szervezők

F+

Döntő:
2023. február 10-12.



FIZIKA
MÉRÉS
FELADATSOR