

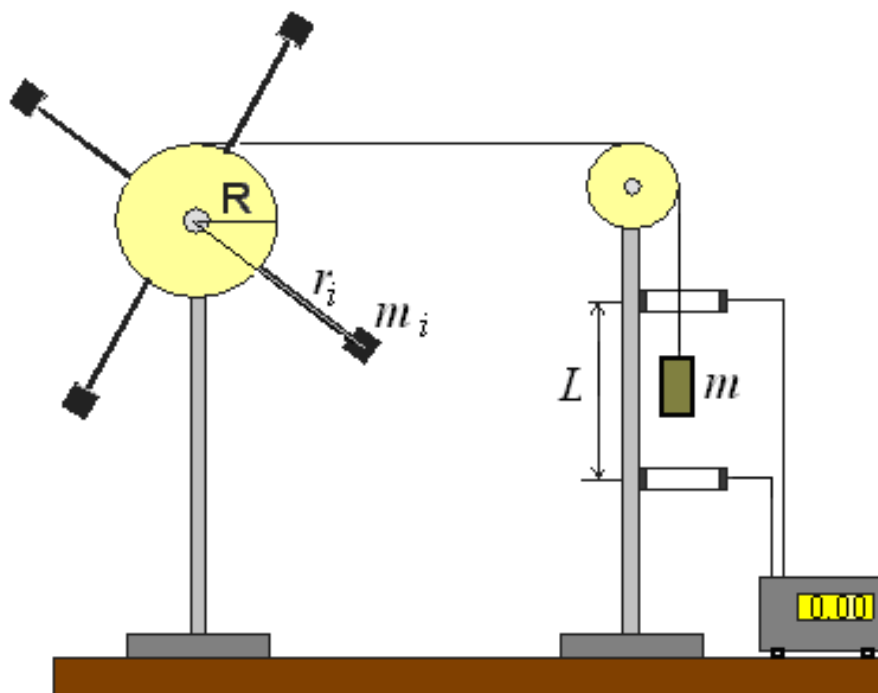


Градска школа физике ФИЗНИШ
Пројекат Друштва физичара Ниш који финансира Град
Ниш



Провера адитивности момента инерције, Обербеков точак

Лабораторијска апаратура позната као „Обербеков точак“ омогућава да се мерењем промене момента инерције, на основу угаоног убрзања, провери важење његове адитивности.



Сл. 6.4. Општи изглед апаратуре.

Апаратура се састоји од пуног точка са лагером у осовини. На њега се могу додавати тегови познатих маса који се монтирају на носаче.

Точак се убрзава преко неистегљиве нити тегом познате масе m који се креће вертикално наниже. На помоћном стативу су монтирани сензори за мерење времена за које тег пређе одређено растојање L , користећи електронски хронометар.

Поступак мерења:

Најпре се измери полупречник точка R , као и растојање L између старт и стоп сензора хронометра. Измери се маса тега m .

Тег се постави непосредно изнад старт сензора (како би кретање било без почетне брзине) а хронометар ресетује.

Пуштањем тега започиње његово убрзано кретање наниже које узрокује и убрзано обртање точка. Мерење времена треба поновити више пута, а затим усредњити резултат, како би се умањила одступања појединих мерења.

Сила mg делује на тег, који сада убрзава са неким убрзањем a ($a < g$), а то је истовремено и тангенцијално убрзање точка.

Применићемо овде закон о очувању енергије у изолованом механичком систему кога у овом случају чине Максвелов точак са свим додатим теговима односно свим својим деловима и додатни тег окачен о неистегљиву али савитљиву нит. То значи да ће укупна енергија пре и након процеса бити једнака. У овом случају је почетна енергија система једнака потенцијалној енергији тега који се налази на највишој тачци када започиње кретање:

$$E = E_p = mgL.$$

На крају кретања тег ће изгубити потенцијалну енергију али ће стећи кинетичку енергију док ће точак задобити одговарајућу кинетичку енергију ротације:

$$E_k = \frac{1}{2}mv^2 + \frac{1}{2}I\omega^2.$$

Изједначавањем наведених енергија добија се једнакост из које се може израчунати тражени момент инерције точка I :

$$I = \frac{m}{\omega^2}[2gL - v^2].$$

Ако су познате све друге величине, $v = at = \omega R$, као и $at^2 = 2L$, можемо одредити момент инерције точка као:

$$I = mR^2 \left(\frac{gt^2}{2L} - 1 \right).$$

Овде је приказан основни поступак мерења и одређивања момента инерције точка.

Укупан момент инерције точка је сума момената инерције појединих маса:

$$I = \sum m_i r_i^2.$$

Момент инерције сваког од овде коришћених додатних тегова је $m_i r_i^2$, при чему је са r_i означено растојање тежишта посматраног тега до центра ротације (точка) а са m_i његова маса. Ово је приказано на слици 6.4. за један од ових тегова.

Поступак одређивања момента инерције треба поновити након уклањања два односно четири тега са точка. Њихов допринос укупном моменту инерције се може проверити ако одредимо разлике момената инерције точка са свим теговима I_4 , без два

тега I_2 , као без иједног тега на њему I_0 . Након мерења, треба проверити колико резултати експеримента потврђују претпоставку о адитивности момента инерције релацијама

$$\gamma = \frac{I_4 - I_2}{2m_i r_i^2} \text{ и } \gamma = \frac{I_4 - I_0}{4m_i r_i^2}.$$

Ово под претпоставком да су масе тегова међусобно једнаке (што у неким случајевима може да буде приближно испуњено). Уколико ово није испуњено, потребно је сабрати моменте сваког од додатних тегова. У оба случаја приказани однос треба да буде близак јединици.

На крају треба проценити грешку мерења на основу грешака мерења маса, дужина и времена.

***Варијација растојања тегова од осе ротације.**

Оглед се може извести и тако да се мења растојање тегова од осе ротације, померањем на носећим шипкама. На тај начин ће се мењати и укупан момент инерције точка, што ће се одразити и на регистровано убрзање тега (и смањења времена потребног за прелаз истог растојања).

Да би овај део огледа био довољно едукативан а резултати недвосмислени, пожељно је да дужине носећих шипки буду знатне а да додатни тегови имају такође знатну масу у односу на масу основног носећег диска.