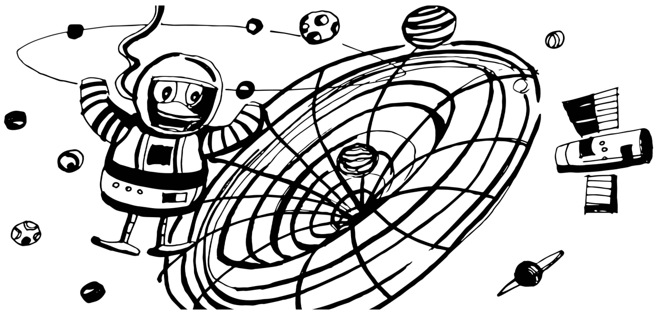
XV. DÜRER VERSENY

Döntő: 2022. február 4-6.

FIZIKA
FELADATSOR



F+
KATEGÓRIA
Mérés

10-12.
osztályosok

Gyurmagolyó tömegének meghatározása

A mérés célja

A mérés során feladatotok a kapott gyurmagolyó tömegének meghatározása a rendelkezésre álló eszközök felhasználásával.

A mérés leírása

A mérés menete a következő:

1.) Tegyetek a fonál végére rögzített pohárba különböző mennyiségű alátétet, és mérjétek meg adott magasságból indítva mennyi idő alatt ér földet.

2.) Ezt követően végezzétek el az előző mérést a pohárba helyezett gyurmagolyóval!

3.) A mérési eredményeiteket felhasználva határozzátok meg a gyurmagolyó tömegét!

Megjegyzés: A poharat mindig ugyanabból (lehetőleg minél nagyobb) magasságból indítsátok, erre szolgál a két egymásra helyezett asztal.
A henger csapágya nem súrlódásmentes, ezért nem kezd el forogni egy bizonyos alátétszám eléréséig, mely jelen esetben megközelítőleg 5 alátét.

Rendelkezésre álló eszközök

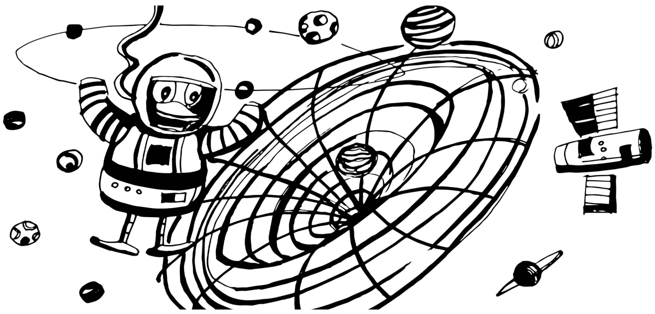
- Csapággyal rögzített henger állványon, melyre előzetesen fonalat rögzítettünk, végén műanyag pohárral (az üres pohár tömege $m_p = 2,50$ g $\pm\, 0,05$ g).
- Mérőszalag.
- Stopper.
- 12 db fém alátét (1 db alátét tömege $m_a = 5,90$ g $\pm\, 0,20$ g).
- Ismeretlen tömegű gyurmagolyó.

Feladatok

1. feladat

Határozzátok meg a fonál végére rögzített test gyorsulását!

Segítség: A csapágyazott henger tehetetlenségi nyomatékának meghatározása bonyolult, ezért az egyenletek felírása során Θ_h paraméterként kezeljük. A gyorsulás kifejezésekor használjuk fel, hogy $mR^2 + \Theta_h \approx \Theta_h$, ahol m a fonálon függő össz-tömeg és R a henger sugara. Továbbá feltételezhetjük, hogy a tengelysúrlódást egy konstans, a forgásiránnyal ellentétes irányú M_s nyomatékkal jellemezhetjük!



2. feladat

Az 1. feladatban kapott összefüggés megfelelően megválasztott ábrázolása esetén a mérési pontok egy egyenesre illeszkednek. Ábrázoljátok az így kapott egyenest a milliméterpapíron!

3. feladat

Az előző feladatrészben kapott grafikont, valamint a gyurmával történő mérési adataitokat felhasználva határozzátok meg a gyurmagolyó tömegét!

4. feladat

Mekkora az a minimális tömeg, amelynél a henger forgásba jön?

Hibaszámítás

Egy A mennyiséget többször mérve, a kapott $A_1, A_2, \ldots$ számok számtani közepét tekintsük A értékének, és A mennyiség ΔA abszolút hibáját vegyük akkorának, hogy az $A_1, A_2, \ldots$ számokat lefedje.

Nagy számú mérési eredmények esetén gyakran jó közelítés, ha ΔA-t az A_i számok szórásának vesszük.

Előfordulhat, hogy olyan mennyiség hibájára vagyunk kíváncsiak, amit közvetlenül nem mérhetünk, hanem más mennyiségekből számolhatunk. Legyen F egy ilyen mennyiség, ami függ az A és B mért mennyiségektől: $F(A, B)$. Ezen A és B mennyiségek abszolút hibája legyen ismert, rendre ΔA és ΔB!

- *Összeg:* Ha $F = c_A \cdot A + c_B \cdot B$ alakú, ahol c_A és c_B konstansok, akkor

$$\Delta F = c_A \cdot \Delta A + c_B \cdot \Delta B.$$

- *Szorzat:* Ha $F = c_{AB} \cdot A^m \cdot B^n$ alakú, ahol c_{AB}, m és n konstansok, akkor a relatív hiba,

$$\delta F := \frac{\Delta F}{F} = m\frac{\Delta A}{A} + n\frac{\Delta B}{B} = m \cdot \delta A + n \cdot \delta B.$$

Tömören: összeadás vagy kivonás esetén az abszolút hiba adódik össze, szorzás és osztás esetén pedig a relatív hiba. Ha ennél bonyolultabb mennyiség hibáját szeretnénk meghatározni (pl. logaritmus), akkor jó módszer, ha kiszámoljuk F mennyiség lehetséges maximális és minimális értékeit, és vesszük ezek eltérését $F(A, B)$-től. Ekkor F mennyiség hibájának a nagyobbik eltérést vehetjük.

Példa: az $F = \sin(A)$ mennyiség abszolút hibája ezzel a módszerrel $|\sin(A + \Delta A) - \sin(A)|$ és $|\sin(A - \Delta A) - \sin(A)|$ közül a nagyobbik.

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

a szervezők