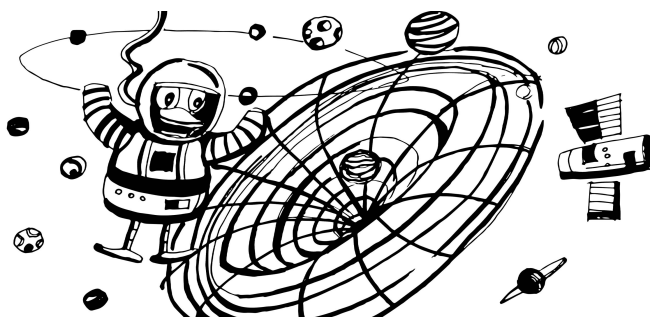




XV. DÜRER  
VERSENY

Döntő:  
2022. február 4-6.

FIZIKA  
FELADATSOR



**F**  
KATEGÓRIA  
Mérés  
10-12.  
osztályosok

## Gyurmagolyó tömegének meghatározása

### A mérés célja

A mérés során feladatokat 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 indítjátok, 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

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

### Feladatok

#### 1. feladat

Határozzátok meg a fonál végére rögzített test gyorsulását!

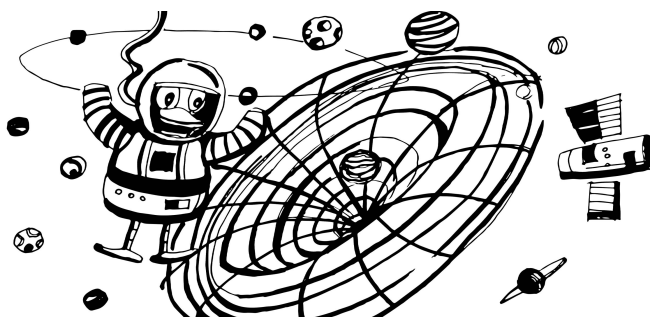
*Segítség:* A csapágyazott henger tehetetlenségi nyomatékának meghatározása bonyolult, ezért az egyenletek felírása során  $\Theta_h$  paraméterként kezeljük. A gyorsulás kifejezésekor használjuk fel, hogy  $mR^2 + \Theta_h \approx \Theta_h$ , ahol  $m$  a fonálon függő össz-tömeg és  $R$  a henger sugara.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



XV. DÜRER  
VERSENY

Döntő:  
2022. február 4-6.

FIZIKA  
FELADATSOR



**F**  
KATEGÓRIA  
Mérés  
10-12.  
osztályosok

## 2. feladat

Ábrázoljátok milliméterpapíron a leérkezési idő négyzetének reciprokát a fonál végére akasztott össz-tömeg függvényében!

## 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?

## Hibasámítás

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

Nagy számú mérési eredmények esetén gyakran jó közelítés, ha  $\Delta A$ -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  $\Delta A$  és  $\Delta B$ !

- *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 kívánunk:

a szervezők