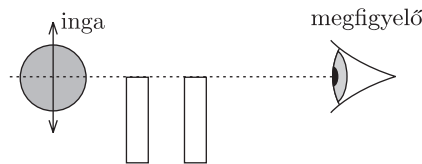


Megoldás. A mérés megkezdésekor nem gondoltam volna, hogy ennyire hosszadalmas lesz. A legnagyobb problémát az jelentette, hogy nem lehet pontosan megállapítani, mikor is áll meg az inga. Nem lehet egy adott pillanatot pontosan megjelölni, hogy igen, most már áll! Ennek ellenére megpróbáltam a „megállásra” objektív kritériumot találni, s a következő módon jártam el. A felakasztott, álló helyzetben lévő golyó középpontjával egy vonalban egymástól kis távolságra két lapot helyeztem el úgy, hogy a golyónak éppen a felét takarják el (lásd az *ábrát*). Az ingát szemből vizsgálva (onnan tudtam, hogy pont szemben vagyok a golyóval, hogy a közelebbi lap teljes egészében takarta a távolabbat), egészen pontosan meg tudtam állapítani, hogy mekkora épp a golyó kitérése. Az ábrán látható a felépítés vázlatja:



Amikor a kitérés 1 milliméter alá csökkent (ekkor szemmel már alig látható a golyó mozgása), úgy tekintettem, hogy megállt a golyó.

Magát az ingát vékony cérnából készítettem (mert kevesebb az egyenetlenség rajta, mint egy sima madzagon), és cellux segítségével a mennyezethez ragasztottam. Hosszabb ingával pontosabb mérési eredményekre számítottam. A golyó méretét úgy növeltem, hogy egyszerű játékgyurmából gyúrtam golyót, majd újabb és újabb gyurmarétegeket „építettem” minden alkalommal köré. A cérna alsó végére egy csavaranyát kötöttem, és abba nyomtam bele a legelső gyurmát, így jobban a helyén maradt. Arra figyeltem, hogy az újabb és újabb gyurmarétegek a csavaranyától egyenlő távolságra legyenek, s így a tömegközéppont helyzete lehetőleg a golyó közepénél maradjon.

Elkészítettem az ingát, felkötöttem a csavaranyát, belenyomtam a gyurmagolyót, majd lemértem a golyó keresztmetszetét és a tömegét. Ezután bejelöltem a papírlapon, mennyire térítettem ki az ingát, mielőtt elengedtem, hogy az összes többi lengést is ebből a magasságból indíthassam. Lemértem, hogy mennyi idő alatt „állt meg” az inga. Folytatva a mérést egy új réteget építettem a golyóra, újra lemértem a tömegét, átmérőjét és megállásának idejét és így tovább. Összesen 5 különböző méretű golyó megállási idejét mértem le. (A harmadik mérés folyamán sajnos leesett az ingám, túl gyengének bizonyult a cellux! Igazából maga a cellux fennmaradt a mennyezeten, csak a cérna csúszott ki belőle. Ennek elkerülésére a cérnát pillanatragasztó segítségével erősítettem a celluxhoz, majd a mennyezethez. Így már elég erős volt, azóta is ott van!)

A kapott eredményeket táblázatba foglaltam, majd grafikonon ábrázoltam a megállási idejét az átmérő függvényében. Arra számítottam, hogy a méret növelésével (mivel a homlokfelület növekedésével nő a légellenállás) csökkenni fog a megálláshoz szükséges idő. Nem így lett, épp ellenkezőleg történt!

Úgy gondolom, ez amiatt van, hogy bár ugyanolyan magasról indítottam az ingákat, mégis – a nagyobb tömeg miatt – a nagyobb méretű golyók nagyobb helyzeti energiával rendelkeztek az indításkor ($E_h = mgh$), és hosszabb ideig tart, amíg ez a nagyobb energia apránként elvész a közegellenállás következtében. Ezt az „elméletemet” további mérésekkel és számolással is próbáltam bizonyítani. Új adatokat vettem fel a táblázatomba: lemértem a golyó pályájának maximális magasságát és az első lengéskor befutott körív hosszát. Ezekből kiszámoltam a golyó helyzeti energiáját, maximális mozgási energiáját és a közegellenállás által végzett munkát. Azt tapasztaltam, hogy a mozgási energia körülbelül egyenesen arányos a közegellenállással, tehát feltételezésem – sajnos – nem állta meg a helyét!

Ezek után a második kérdésre koncentráltam. Ugyanazt az ingát használtam, mint az első részben, csak különféle anyagból készült, megközelítőleg azonos méretű golyók megállási idejét mértem. Először egy műanyag golyóét, utána egy üveggolyóét, majd egy gyurmaét, amit megközelítőleg akkorára gyúrtam, mint az első két golyó. A műanyag- és az üveggolyóét pillanatragasztó segítségével erősítettem a cérnához. Azt tapasztaltam, hogy a műanyag golyó 3 perc 24 másodperc, az üveggolyó 6 perc 9 másodperc, a gyurmagolyó pedig 4 perc 35 másodperc alatt állt meg. Tehát a feladatban feltett kérdésre a válasz az, hogy igen, *függ* a megállási idő a golyó anyagától.