

Egyszerű mozgások vizsgálata: buborék-mozgás MIKOLA csőben és szabadesés

A mérés során két egyenes vonalú mozgást tanulmányozunk. Először az egyenes vonalú egyenletes mozgást vizsgáljuk Mikola-cső segítségével, majd egy speciális egyenes vonalú egyenletesen gyorsuló mozgást, a szabadesést.

1) Buborék mozgásának vizsgálata MIKOLA-csőben

A MIKOLA-cső egy folyadékkal töltött, ferdére állított, egyenes és egyenletes keresztmetszetű üvegcső, amelyben 3-5 cm hosszúságú légbuborék mozoghat (1. ábra). A buborék alakját (2. ábra) és mozgását a folyadék felületi feszültségére és áramlására vonatkozó bonyolult törvények szabják meg. A mérés során felvesszük a buborék mozgására vonatkozó út – idő görbéket különböző hajlásszögek esetén.



1. ábra. Mikola-cső.



2. ábra. A buborék alakja

A mérés leírása

A kiértékelés "MIKOLA" program segítségével történik. A program a gép bekapcsolása után automatikusan betöltődik.

A buborék által megtett út mérését megkönnyíti a MIKOLA-csőre szerelt fém mérővonalzó, és az üvegre rajzolt osztásvonalak. Az osztásvonalak távolságait (a kezdőponttól számítva) a mérővonalzóval előre megmérjük, majd a kiértékelő programba beírjuk (3. ábra).



3. ábra. Távolságadatok begépelése.

A buborékot a MIKOLA cső lefelé fordításával a cső kezdő szakaszára visszük, majd a rövidke gumicsőszakasz behajtásával elzárjuk a buborék útját. A kívánt hajlásszög beállítása és az időmérésre való felkészülés után a reteszeltet megszüntetjük. Amikor az elinduló buborék a skála kezdőpontjához ér, az "Enter" gombbal az időmérőt elindítjuk, majd az osztásvonalak elérésének pillanataiban ugyancsak az "Enter" billentyű lenyomásával rögzítjük az indulástól eltelt t_i időtartamokat. A képernyőn megjelenő időadatokat leírjuk (4. ábra), ezután az "Enter" gomb lenyomásával áttérünk a kiértékelésre (5. ábra).



4. ábra. Időtartamok rögzítése a "MIKOLA" programmal.



5. ábra. Kiértékelés a "MIKOLA" programmal.

A kiértékelő program a mérési pontokra egyenest illeszt, és kiszámítja a görbe meredekségét, azaz a buborék sebességét, valamint az illeszkedés jóságát jellemző korrelációs együtthatót. Mindezeket az adatokat táblázatban fel kell jegyeznünk a sebesség-hajlásszög diagram céljára.

Mérési feladatok

1. Vegyük fel a buborék mozgására vonatkozó út – idő görbéket $\alpha = 10^\circ, 20^\circ, 40^\circ, 45^\circ, 50^\circ, 70^\circ, 90^\circ$ hajlásszögek esetén! (Minden szögnél elegendő egy mérés!) Jegyezzük fel a táblázatba a korrelációs együttható értékeit is, amelyeknek alapján meg tudjuk ítélni, hogy a mérési pontok mennyire jól illeszkednek a feltételezett egyenesre!

2. Ábrázoljuk különböző hajlásszögek esetén az $s(t)$ görbéket ugyanazon a diagramon! Elegendő négy vagy öt jellemző (különböző meredekségű) görbe feltüntetése.

3. Ábrázoljuk a program által kiszámított sebességértékeket a dőlésszög függvényében külön diagramon! Itt vegyük figyelembe azt, hogy az $\alpha = 0^\circ, v = 0$ is mérési pont.

4. Milyen erők mozgathatják felfelé a buborékot? Ezek az erők hogyan változnak, ha növeljük a cső dőlésszögét?

Figyeljük meg a buborék alakját különböző dőlésszögek esetén, készítsünk sematikus rajzot az alakjáról $\alpha = 10^\circ, 45^\circ$, és 90° esetén. A tapasztalatok alapján fogalmazzuk meg, hogyan változik a buborékra ható közegellenállási erő, ha növeljük a dőlésszögét?

Az említett erők változásának felhasználásával igyekezzünk kvalitatív magyarázatot találni a 3. feladatban kapott eredményekre!

2) A nehézségi gyorsulás mérése

A kizárólag nehézségi erő hatására szabadon eső testeknél a gyorsulás értéke adott földrajzi helyen állandó, és független a testek tömegétől. A mérés célja a nehézségi gyorsulás értékének a meghatározása.

A mérőhelyen erre kialakított mérési eszköz található: egy talpba rögzített skála beosztással rendelkező acélrúd elektronikus órával ellátva.

A mérés leírása

Az elektronikus óra működése: Az indítószerkezetben a golyót kisméretű elektromágnes tartja az induló pozícióban. Az indító mechanizmus fém kontaktusok segítségével úgy van kialakítva, hogy a golyó indítása egyben indítja az időmérést is. A golyó a talpban egy erre kialakított szenzorral ellátott területre esik. A becsapódás pillanatában az időmérés leáll. Az esés magasságát a tartóoszlop skálájáról tudjuk leolvasni.

Magasság beállítása: Az indítószerkezet magassága változtatható, ennek segítségével különböző esési magasságokat állíthatunk be.

A magasságskála: 10 - 960 mm

Skálaosztás: 10 mm

A skála pontossága: 0,2 mm

A mérés során felvesszük az eső testek út – idő adatait oly módon, hogy a különböző magasságokból történő esés idejét elektronikus órával megmérjük.

A test mozgását leíró út – idő összefüggés feltételezett alakja:

$$s = \frac{g}{2} t^2 .$$

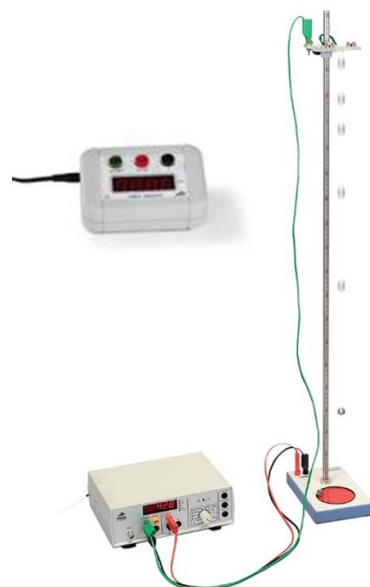
Méréseink alapján a g gyorsulás értékét illesztéssel határozzuk meg. Ennek érdekében célszerű új változó bevezetésével függvény-transzformációt végrehajtani.

Legyen: $y = s$ és $x = t^2$, ekkor

$$y = \frac{g}{2} x .$$

Az $y_i = s_i$ értékeket kell ábrázolnunk az $x_i = t_i^2$ értékek függvényében.

Amennyiben a pontok egy egyenesre illeszkednek, úgy igazoltuk a fenti út – idő összefüggést. A mérési pontokra egyenest illesztve az egyenes meredekségéből a nehézségi gyorsulás értéke meghatározható. A paraméterek hibájának grafikus becslését téglalap módszerrel végezzük el. (Ne feledjük, hogy az illesztett egyenes meredeksége a nehézségi gyorsulás értékének a fele, így a hibabecslésnél a nehézségi gyorsulás felének a hibáját becsüljük.)



Mérési feladatok:

1. Vegyük fel a szabadon eső test út – idő adatait. Az esési magasságokat 10 cm és 95 cm között 5 cm-enként változtassuk! A berendezés úgy van kalibrálva, hogy a tényleges esési magasság megegyezik az indító szerkezetnek az oszlop skáláján leolvasható magasságával. Mindegyik időadatot ötször mérjünk meg!
2. Ábrázoljuk az $y = s_i$ értékeket az $x_i = t_i^2$ függvényében, ahol t_i egy adott magasság esetén az esési idők átlaga.
3. Illesszünk a mérési pontokra egyenest, és adjuk meg a nehézségi gyorsulás értékét! Illesztésnél használjuk az $y = a + bx$ függvényalakot!
4. Téglalap-módszerrel állapítsuk meg a nehézségi gyorsulás kapott értékének bizonytalanságát!