2. MECHANIKA
Segédlet a kiértékeléshez

1.0. Rugóállandó meghatározása különböző terhelések alkalmazásával

1.0.1. Készítsük el a rugó kalibrációs diagramját, azaz ábrázoljuk a rugó legalsó pontjának pozícióját az anyacsavarszám függvényében!
Számoljuk ki a rugóállandót: először fejezzük ki az egyensúlyi egyenletből a rugó végének pozícióját a terhelő anyacsavarok számának függvényében, majd számítsuk ki az egyenes meredekségét a legkisebb négyzetek módszerével (a lineáris regresszió képletei megtalálhatók a honlapon), és számoljuk ki abból a rugó *k* rugóállandóját!
1.0.2. A kalibrációs diagram alapján határozzuk meg az ismeretlen tömeget!
1.0.3. Szorgalmi feladat: Becsüljük meg a tömegmérés hibáját abból kiindulva, hogy a leolvasás hibája 1 mm!

Ideális rugó esetén azt írhatnánk fel, hogy

$$(m_{PVC} + n \cdot m_{cs}) \cdot g = k \cdot (x - x_0)$$

x a rugó hossza, x_0 a nyugalmi hossz, ill. a mi esetünkben a leolvasott pozíciók.
Azt tapasztaljuk a legtöbb rugónál, hogy a kezdeti terheléseknél – amikor a PVC-rudat üresen, esetleg még 1-2 anyacsavarral terhelve tesszük a rugóra – a rugó megnyúlása kisebb, mint amit a nagyobb terheléseknél mérünk. A rugó tehát nem ideális rugó, nem követi a Hooke-törvényt, nem teljesül az, hogy a nyugalmi hossznál nem ébred erő a rugóban.
A rugóban nyugalmi állapotban is fellépő F_0 erőt is figyelembe véve azt írhatjuk fel, hogy

$$(m_{PVC} + n \cdot m_{cs}) \cdot g = k \cdot (x - x_0) + F_0 \,.$$

Fejezzük ki ebből a mért x-et:

$$x = (m_{cs} \cdot g/k) \cdot n + [\, x_0 + m_{PVC} \cdot g/k - F_0/k \,] \,.$$

Látjuk, hogy x(n) egy olyan egyenes egyenlete, aminek
a meredeksége $m_{cs} \cdot g/k$,
a tengelymetszete $x_0 + m_{PVC} \cdot g/k - F_0/k$.

A meredekség kiszámítására a honlapon található lineáris regressziós képletet kell használni:

$$y = ax + b \qquad a = \frac{\overline{x \cdot y} - \bar{x} \cdot \bar{y}}{\overline{x^2} - \bar{x}^2}.$$

jelen esetben $x := n$; $y := x$ $\rightarrow$ $a = m_{cs} \cdot g/k$ $\rightarrow$ ebből kifejezhető k értéke.

A számolás előtt készítsük el az x – n diagramot, és nézzük meg, mekkora terheléstől kezdődően illeszkednek a pontok egy egyenesre. A kezdeti nem illeszkedő pontokat hagyjuk ki a számolásból, és írjuk le a jegyzőkönyvbe, hogy mely pontokból van számolva.

Adjuk meg a meredekség kiszámolásához szükséges átlagok értékét, a meredekség értékét, és a rugóállandót. (Ne feledkezzünk el a mértékegységekről!)

A tengelymetszetet nem kell kiszámolni.
Az ismeretlen tömeget úgy határozzuk meg, hogy a rugó kalibrációs diagramján leolvassuk, hogy az adott tömeggel mért hossz hány anyacsavarnak felel meg, és ezt a darabszámot szorozzuk egy anyacsavar tömegével. (Természetesen, ha volt mellette néhány anyacsavar is, akkor azokat levonjuk.)

1.1. Harmonikus rezgőmozgás vizsgálata

1.1.1. Számoljuk ki a rugóállandót a három különböző terheléssel mért rezgőmozgás periódusidejéből, és hasonlítsuk össze ezeket az értékeket az 1.0.1 mérésben kiszámolt értékkel!

Szorgalmi feladatok:

1.1.2. A mért periódusidőből számoljuk ki az ismeretlen tömeget!

1.2. Magyarázzuk meg az eredményt! Melyik terhelésnél csillapodik gyorsabban, miért?

A rugót terhelő tömeg: $m_{PVC} + n \cdot m_{cs}$.

2.1. Matematikai inga - síkinga

2.1.1. Számoljuk ki a periódusidőt (T), és a periódusidő hibáját (ΔT) 95%-os konfidenciaszinten!

A periódusidőből számítsuk ki a g értékét!

Számoljuk ki a Gauss-féle hibaterjedést alkalmazva, hogy mekkora Δg hibával tudjuk meghatározni g értékét! A hosszmérés hibáját becsüljük meg, mennyi lehetett esetünkben.

Ellenőrizzük, hogy a $g = 9{,}81$ m/s^2 érték beleesik-e az általunk kiszámolt $g \pm \Delta g$ intervallumba; ha nem, keressünk rá elfogadható magyarázatot!

2.1.2. Írjuk le, mit tapasztaltunk! Hogyan változik a periódusidő a maximális kitérés függvényében?

A hosszmérés hibáját 3-5 mm között válasszuk.

2.2. Matematikai inga - kúpinga

2.2.1. Számoljuk ki a „kis”, ill. „nagy” kör sugarát!

3. Torziós inga

3.1. Számoljuk ki a korong tehetetlenségi nyomatékát (a korong adataiból)!

Számítsuk ki a doboznak a forgástengelyre vonatkoztatott tehetetlenségi nyomatékát a két mért periódusidőből! (Itt felhasználjuk, hogy a tehetetlenségi nyomaték additív mennyiség. A torziós szál D direkciós nyomatékát nem szükséges kiszámolni.)

3.2. Szorgalmi feladat: Számítsuk ki a doboz tehetetlenségi nyomatékát a 4 (ill. 3) mért periódusidő alapján görbeillesztéssel!

Korong tehetetlenségi nyomatéka:

$$\Theta_{korong} = \tfrac{1}{2}\, m\, R^2$$

Írjuk fel a

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{\Theta}{D}}\ .$$

összefüggést a két mérés adatait behelyettesítve:

az üres dobozzal mért idő esetén $\Theta = \Theta_{doboz}$,

a dobozra erősített koronggal mért idő esetén $\Theta = \Theta_{doboz} + \Theta_{korong}$,

majd rendezzük az egyenleteket, és fejezzük ki Θ_{doboz} értékét.