**Mérési jegyzőkönyv**

**02. Rugalmas állandók mérése**

A mérést végezte és a jegyzőkönyvet készítette:

Radics Máté (RAMRAAT.ELTE), Fizika BSc II. évfolyam

A leadás ideje: 2010. december 7. (kedd)

**1. A mérés célja**

A mérés célja két rugalmas test (egy téglalap keresztmetszetű, valamint egy hengeres rúd) Young-moduluszának, valamint egy torziós szál torziómoduluszának meghatározása volt.

Mérési feladatok:

1. A kapott minták felhajlásának mérése a terhelő erő függvényében (téglalap keresztmetszetű minta esetében mindkét élen), ábrázolás, egyenesillesztés, ezekből a Young-modulusz meghatározása
2. A felhajlás függésének igazolása kísérletileg a feltámasztási pontok távolságának változtatásával
3. A kiadott huzal torziómoduluszának meghatározása
4. Az üres torziós inga tehetetlenségi nyomatékának meghatározása
5. Az egyenes korrelációs együtthatójának megadásával a Steiner-tétel igazolása

+hibaszámítás

**2. Mérőeszközök**

* Egy téglalap keresztmetszetű (vörösréz) és egy hengeres (sárgaréz) rúd
* „Hajlítógép” felhajlásmérővel
* Torziós inga a hozzá tartozó torziós szállal és próbatestekkel

**3. A mért adatok**

**3.1.A felhajlás vizsgálata a terhelés függvényében (téglalap keresztmetszetű rúd)**

A használt jelölések:

rud.JPG

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
|  | |  |  |
| Mérés  száma | 1. | 11,95 | 7,25 |
| 2. | 12,00 | 7,20 |
| 3. | 12,05 | 7,15 |
| Átlag | | 12,00 | 7,20 |
| Szórás | | 0,05 | 0,05 |

Ezzel a rúd végleges adatai: .

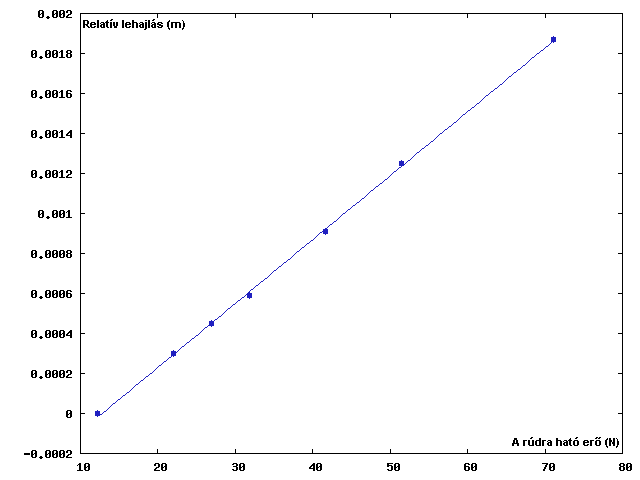
**3.1.1. A szélesebb élén nyugvó rúd felhajlása**

A keresztmetszet másodrendű nyomatéka: . Hibája: , azaz

A nullhelyzeti felhajlás volt.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Tömeg (kg) | Erő (N) | Mért  felhajlás (m) | Relatív  felhajlás (m) |
| 1,25 | 12,26 | 0,00062 | 0,00000 |
| 2,25 | 22,07 | 0,00092 | 0,00030 |
| 2,75 | 26,98 | 0,00107 | 0,00045 |
| 3,25 | 31,88 | 0,00121 | 0,00059 |
| 4,25 | 41,69 | 0,00153 | 0,00091 |
| 5,25 | 51,50 | 0,00187 | 0,00125 |
| 7,25 | 71,12 | 0,00249 | 0,00187 |

A kapott adatokra GNUplot segítségével egyenest illesztettem.



Az illesztett görbe meredeksége:

A rúd hossza: (a feltámasztási pontok távolsága).

Ezek alapján a rúd Young-modulusa:

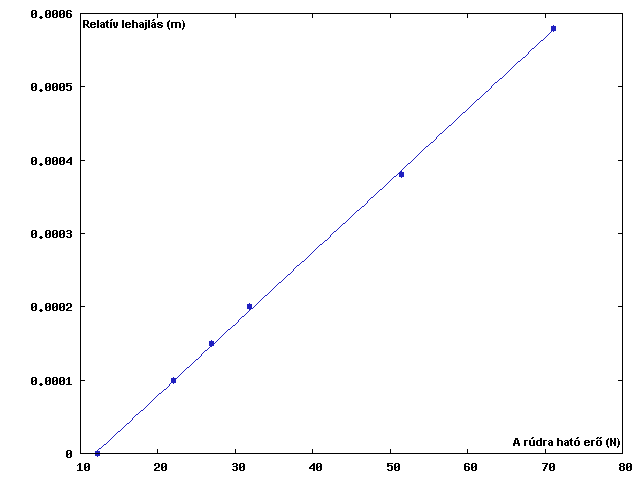
Hibája: , tehát

**3.1.2. A keskenyebb élén nyugvó rúd felhajlása**

Másodrendű nyomaték: , hibája: .

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Tömeg (kg) | Erő (N) | Mért  felhajlás (m) | Relatív  felhajlás (m) |
| 1,25 | 12,26 | 0,0004 | 0 |
| 2,25 | 22,07 | 0,0005 | 0,0001 |
| 2,75 | 26,98 | 0,0055 | 0,00015 |
| 3,25 | 31,88 | 0,0006 | 0,0002 |
| 5,25 | 51,50 | 0,0078 | 0,00038 |
| 7,25 | 71,12 | 0,0098 | 0,00058 |

Ezekre az adatokra is egyenest illesztettem.



Az illesztett görbe meredeksége:

, hibája: , azaz

A két eredmény eltérésének sajnos nem tudom az okát…

**3.2. A felhajlás függésének vizsgálata (hengeres rúd)**

Az állandó terhelő erő volt; ez a minta ránézésre sárgarézből készült.

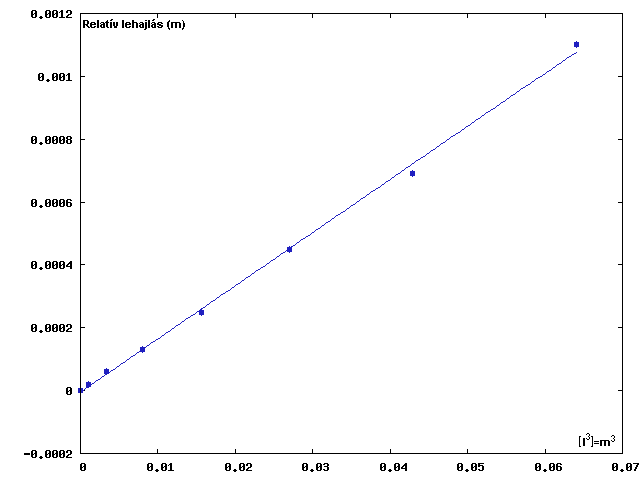
|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | |  |
| Mérés  száma | 1. | 11,93 |
| 2. | 11,92 |
| 3. | 11,91 |
| Átlag | | 11,92 |
| Szórás | | 0,01 |

A rúd végleges adatai:

Ebből a másodrendű nyomaték: , hibája:

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| A rúd  hossza (m) | Nullhelyzet  (m) | Mért  felhajlás (m) | Relatív  felhajlás (m) |  |
| 0,1 | 0,00043 | 0,00045 | 0,00002 | 0,001000 |
| 0,15 | 0,00042 | 0,00048 | 0,00006 | 0,003375 |
| 0,2 | 0,00043 | 0,00056 | 0,00013 | 0,008000 |
| 0,25 | 0,00045 | 0,00070 | 0,00025 | 0,015625 |
| 0,3 | 0,00057 | 0,00102 | 0,00045 | 0,027000 |
| 0,35 | 0,00051 | 0,00120 | 0,00069 | 0,042875 |

Az illesztett egyenes:



Az illesztett egyenes meredeksége:

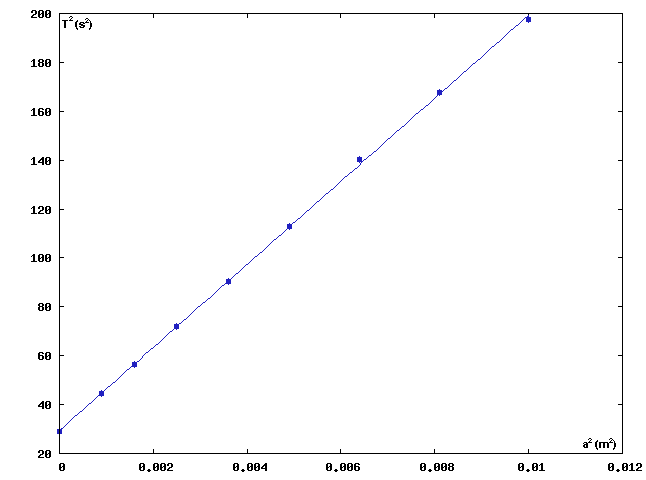
A Young-modulus: , hibája: . Ebből

**3.3. A torziómodulusz mérése:**

A középponttól való távolságok és a hozzájuk tartozó periódusidők:

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
|  |  |  |  |
| 0 | 0 | 53,789 | 28,933 |
| 3 | 9 | 66,650 | 44,422 |
| 4 | 16 | 75,147 | 56,471 |
| 5 | 25 | 84,792 | 71,897 |
| 6 | 36 | 95,110 | 90,459 |
| 7 | 49 | 106,257 | 112,906 |
| 8 | 64 | 118,405 | 140,197 |
| 9 | 81 | 129,519 | 167,752 |
| 10 | 100 | 140,526 | 197,476 |

A periódusidő négyzete a két test tengelytől való távolságnégyzetének függvényében:



Az illesztett egyenes adatai: . A korrelációs együttható: , í**gy az és a közti lineáris kapcsolatot** (azaz a Steiner-tételt) **is beláttuk.**

Az egyik henger adatai:

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| h  d |  |  |  |  |
| 1 | 196,7076 | 13,91 | 4,505 |
| 2 | 196,7075 | 13,90 | 4,510 |
| 3 | 196,7077 | 13,89 | 4,510 |
| Átlag | 196,7076 | 13,90 | 4,508 |
| Szórás | 0,0001 | 0,01 | 0,003 |

A másik henger adatai:

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| h  d |  |  |  |  |
| 1 | 196,2980 | 13,91 | 4,511 |
| 2 | 196,2982 | 13,90 | 4,510 |
| 3 | 196,2981 | 13,90 | 4,509 |
| Átlag | 196,2981 | 13,90 | 4,510 |
| Szórás | 0,0001 | 0,01 | 0,001 |

A torziós szál átmérője:

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Mérés | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | Átlag | Szórás |
| Átmérő () | 0,515 | 0,505 | 0,510 | 0,510 | 0,505 | 0,510 | 0,509 | 0,004 |
| Sugár () | 0,258 | 0,253 | 0,255 | 0,255 | 0,253 | 0,255 | 0,255 | 0,002 |

A torziós szál hossza:

Ezért **,** ebből a torziómodulusz: . Hibája:

, azaz . Ebből G végső értéke:

Ebből feltételezhető, hogy a torziós szál acélból készült.

**3.4. A tehetetlenségi nyomaték mérése**

**3.4.1. A tárcsák tehetetlenségi nyomatéka:**

, ezek hibája:

, és , azaz

**3.4.2. A rendszer tehetetlenségi nyomatéka:**

ahol az egyenes tengelymetszete.

**3.4.3. Az üres inga tehetetlenségi nyomatéka:**

, hibája: . Így