|  |  |
| --- | --- |
|  | **Oktatási Hivatal** |
| **A 2016/2017. tanévi**  **Országos Középiskolai Tanulmányi Verseny**  **döntő forduló**  **Fizika I. kategória**  **2017-ben**  **FELADATok** | |

**„Bimetal motor tulajdonságainak vizsgálata”**

**A mérőberendezés leírása:**

A vizsgálandó motor egy könnyen forgó csapággyal ellátott hengerből sugár irányban kiálló 12 vékony réz és acél lemezből összeragasztott bimetál lemezből áll. A kerék felső felét egy változtatható teljesítményű hősugárzóval fűtjük. A teljesítmény szabályozására a szabályozó elektronika előlapján található potenciométer szolgál, amelynek elforgatásával az elfordulási szöggel arányosan a teljesítmény 0 és 1.8kW között változtatható. A fűtés bekapcsolása után a kerék forgásba jön. Ugyanakkor a kerék jobb oldalán elhelyezett karral a kerék helyzete rögzíthető.

A kerékre külső forgatónyomatékot adhatunk a tengellyel összekötött 1cm sugarú hengerre felcsavar cérnára akasztott súlyokkal. A kívánt forgatónyomatékot megfelelő mennyiségű, 4 különböző méretű anyacsavarnak a cérna végére akasztott könnyű tartóba való elhelyezésével érhetjük el. Az anyacsavarok tömegei a következők: M4: 0,69g, M5: 1,05g, M6: 2,0g, M12:14,8g.

A méréshez rendelkezésre áll 1 db stopperóra.

**Figyelmeztetés:**

A fűtéshez használt hősugárzó meleg. A köré elhelyezett hőszigetelés biztosítja, hogy ne tudjuk megégetni magunkat. Ugyanakkor semmiképpen ne nyúljunk a berendezés belsejébe! Erre a mérések elvégzéséhez nincs szükség. Bármilyen esetleges probléma esetén forduljunk a jelenlevő tanárokhoz!

**Mérési feladatok:**

**1. A rendszer tehetetlenségi nyomatékának meghatározása.**

A rendszert ne fűtsük be! Egy megfelelő súly ráakasztásával (kb. 5g) 5 pontban mérjük meg az adott elforduláshoz tartozó időt! Minden mérés állóhelyzetből indítsunk! A szögeket a lapátok segítségével mérjük, egész lapátnyi elfordulás alapján. A mérésekből készített megfelelő grafikon alapján határozzuk meg a kerék tehetetlenségi nyomatékát! Megjegyezzük, hogy a csapágy és az alátámasztás közötti súrlódás elhanyagolható.

10 pont

**2. Súlypont eltolódás dinamikus meghatározása**

4 különböző fűtőteljesítmény mellett mérjük meg az induló gyorsulást az 1 lapátnyi elforduláshoz tartozó idő megmérésével! Mindig álló helyzetből indítsuk a mérést és várjuk megy amíg a hőmérséklet beáll! Ez kb. 5 perc. Minden mérést többször ismételjünk meg! Ebből az előző mérési eredmény felhasználásával határozzuk meg a rendszer vízszintes irányú súlyponteltolódásának mértékét! Az eredmény ábrázoljuk grafikusan! A forgórész tömege 155 g.

10 pont

**3. Súlypont eltolódás statikus meghatározása**

Az előző mérésnél használt fűtőteljesítmények mellett mérjük meg, hogy mekkora súllyal tudjuk egyensúlyban tartani a rendszert! Itt is határozzuk meg a rendszer vízszintes irányú súlyponteltolódásának mértékét. Az eredményeket hasonlítsuk össze az előző mérés eredményeivel.

10 pont

**4. Állandósult forgási sebesség meghatározása**

Mérjük meg, hogy hogyan függ az állandósult forgási sebesség a fűtési teljesítménytől. Készítsünk grafikont!

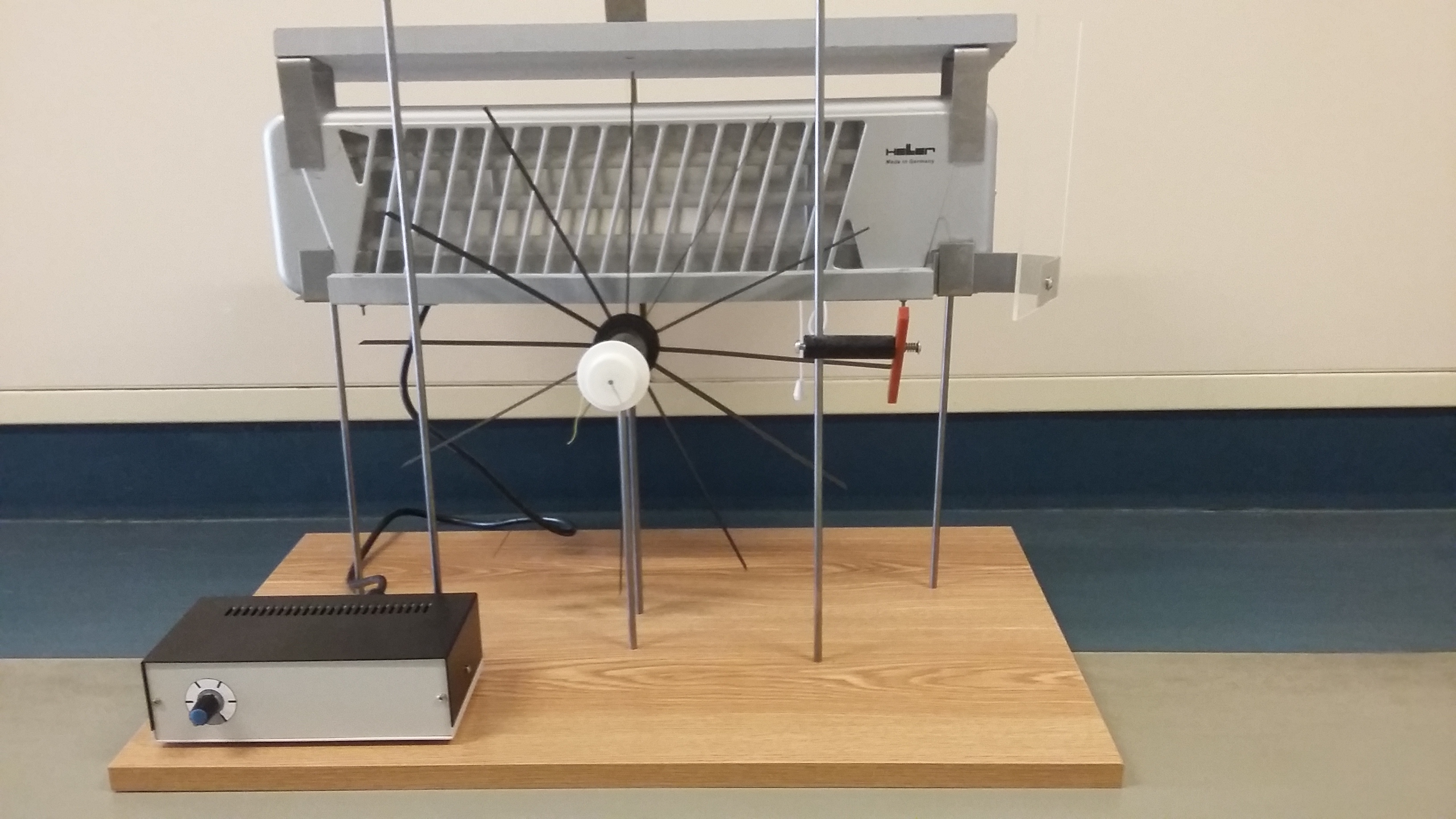
10 pont

*A mérés elvégzéséhez 4 óra áll rendelkezésre. A feladatok megoldásához számítógép és telekommunikációs eszköz kivételével bármilyen segédeszköz használható. Ha valamelyik eszközzel problémája van, forduljon a felügyelő tanárhoz.*

*Jó munkát!*

**Megoldás és pontozás**

A méréshez rendelkezésre álló berendezés az alábbi fényképen látható:

*1. ábra. A mérőberendezés fényképe.*

*1. feladat*

A *r* sugarú tengelyre akasztott *m* tömeg esetén a rendszer mozgásegyenlete a következőképpen adható meg: a bimetál kerék esetében a forgómozgás alapegyenletéből

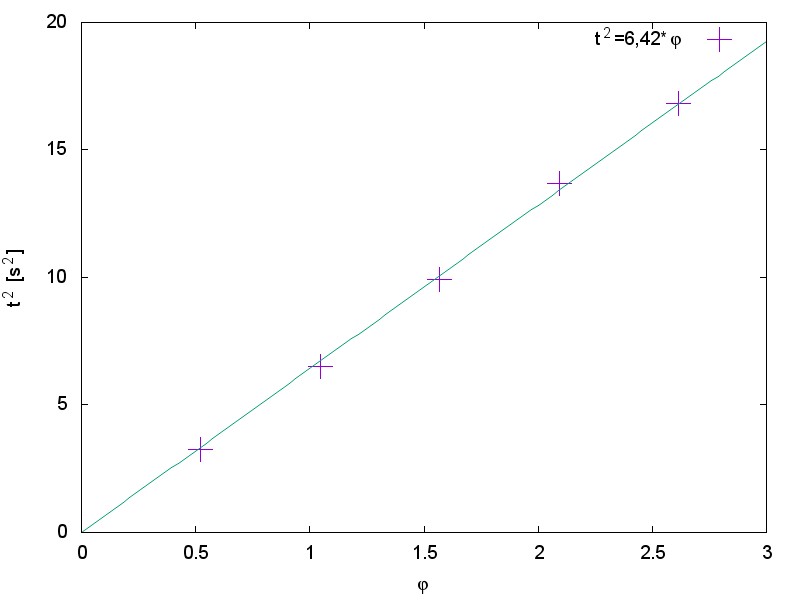
a ráakasztott tömegre pedig

ahol β a henger szöggyorsulása, Ө a kerék tehetetlenségi nyomatéka, *K* a kötélben fellépő erő, *g* pedig a nehézségi gyorsulás. A képletben már felhasználtuk, hogy a ráakasztott test gyorsulása *a=rβ.* A két egyenletből *K*-t kiküszöbölve adódik, hogy

Amint az a később kiszámolt konkrét adatok behelyettesítse után látható a kerék Θ tehetetlenségi nyomatéka sokkal nagyobb mint , így jó közelítéssel

Látható, tehát, hogy a kerék állandó szöggyorsulással forog. Ezért a *t* idő alatti elfordulási szög

Tehát a - elfordulási szög reláció egy egyenes kell legyen. Az egyenes meredekségéből pedig a kerék tehetetlenségi nyomatéka a ráakasztott tömeg ismeretében meghatározható. 6 g súly alkalmazása mellett kapott görbe az 1.-es ábrán látható.

*1.ábra. A mért elfordulási szög összefüggés*

Az adatok behelyettesítése után

adódik.

*Az elmélet helyes levezetése 3pont*

*A mérés helyes elvégzése 4 pont*

*A megfelelő ábra elkészítése 2 pont*

*A tehetetlenségi nyomaték kiszámítása 1 pont*

*2. feladat*

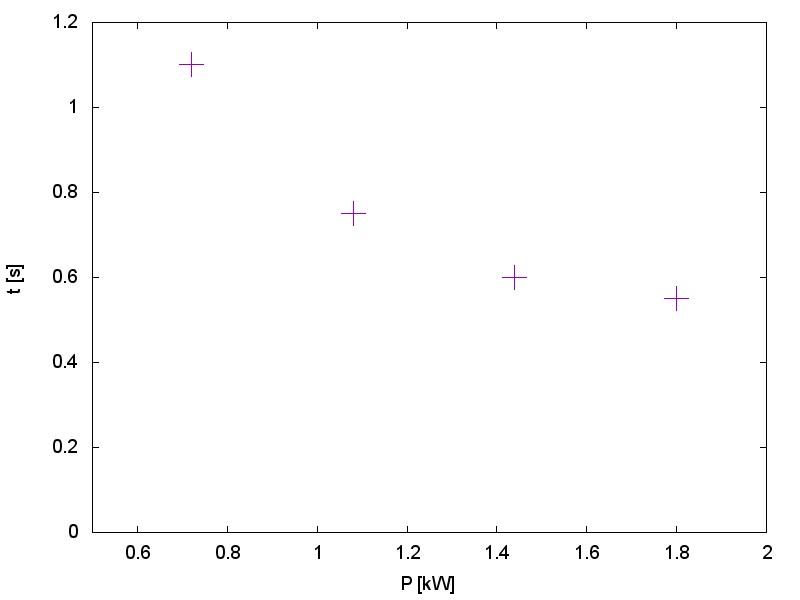
Az eszköz úgy van megépítve, hogy a fűtőtest csak a kerék felső felét fűti. A fűtés következtében a kerék felső felén levő bimetál szalagok elgörbülnek. Ezért a kerék súlypontja

eltolódik. Ha a kerék rögzítését megszüntetjük a súlyponteltolódás következtében a kerék forgásba jön. Az induló β szöggyorsulásra felírhatjuk, hogy

ahol *M* a kerék tömege *s* pedig a súlypont vízszintes eltolódása. Kis szögelfordulás esetén

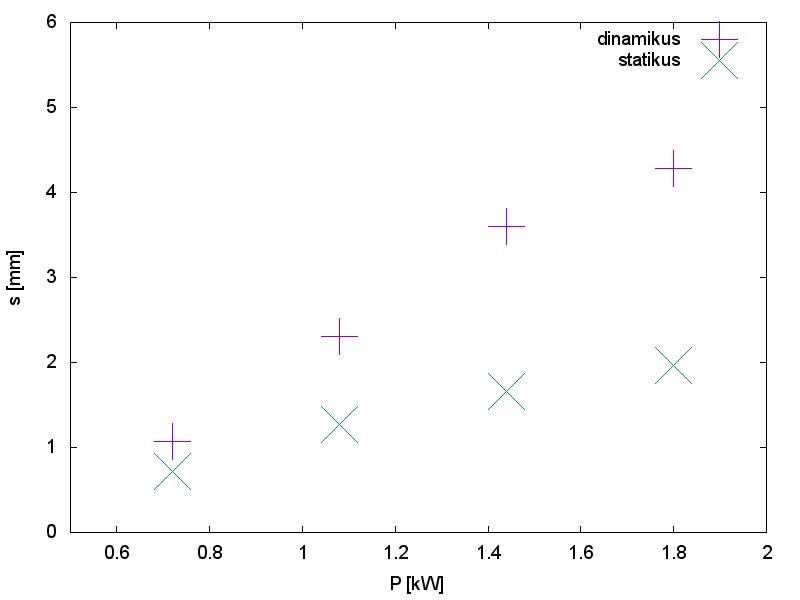
ahol *t* a φ szögű elforduláshoz tartozó idő. Az elfordulást legegyszerűbb két bimetál lapát elfordulásának venni (az ebből adódó problémát a 3. feladat során elemezzük). Mivel a kerékben 12 bimetál lapát van

A fűtőteljesítmény függvényében mért elfordulási idők a 2. ábrán láthatók.



*2. ábra. 300-os (1 lapátnyi) elfordulási szöghöz tartozó idők a fűtőteljesítmény függvényében.*

A fenti képlet alapján számított súlypont eltolódás a fűtőteljesítmény függvényében a 3. ábrán látható (+ jelek).



*3. ábra. A Dinamikus és statikus méréssel kapott súlyponteltolódási adatok a fűtőteljesítmény függvényében.*

*A helyes elmélet kidolgozása 4 pont*

*A mérések helyes elvégzése 4 pont*

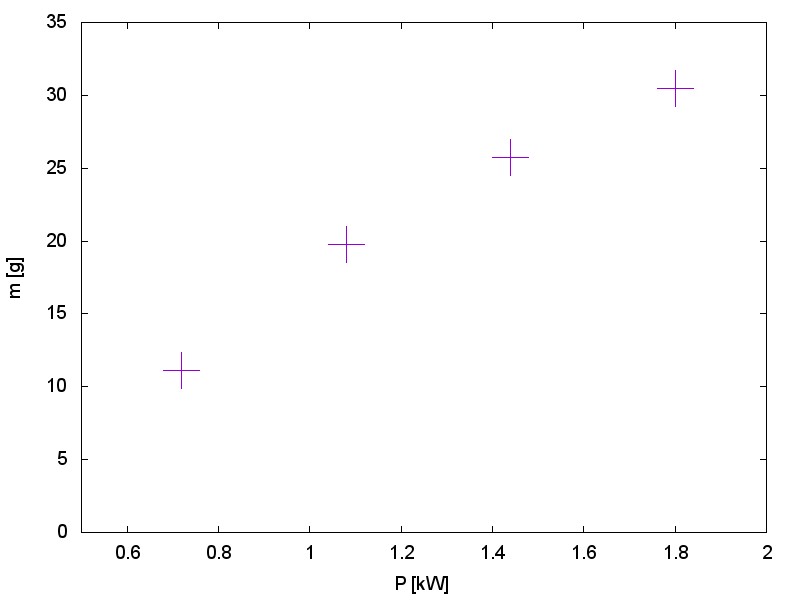
*A megfelelő ábrák elkészítése 2 pont*

*3. feladat*

Statikus esetben a hengerre akasztott súly forgatónyomatéka meg kell egyezzen a kerék súlyponteltolódásból adódó forgatónyomatékkal azaz

ahol *m* a hengerre csavar fonálra akasztott tömeg.

Az egyensúly eléréséhez szükséges tömeg a fűtőteljesítmény függvényében a 4. ábrán látható.



*4. ábra. Az egyensúly eléréséhez szükséges tömegek a fűtőteljesítmény függvényében.*

A fenti képlet alapján kiszámított súlyponteltolódási adatok a 3. ábrán láthatók (X jelek).

Megállapítható, hogy a „dinamikus” méréssel kapott súlyponteltolódási adatok kb. kétszer akkorák mint a „statikus” mérés eredményei. Ennek oka abban keresendő, hogy a melegítés hatására a súlypont függőleges irányban is jelentősen eltolódik. Ez ugyan az induló szöggyorsulást nem befolyásolja, de a mérésnél használt 300 -os elfordulásnál már jelentős hibát okozhat, hiszen az elfordulás közben a súlypont vízszintes irányú komponense jelentősen megnőhet. Ezzel a szöggyorsulás folyamatosan nő az elfordulással. Természetesen a jelenség a statikus mérésnél nem jelenik meg.

*Az elmélet helyes kidolgozása 3 pont*

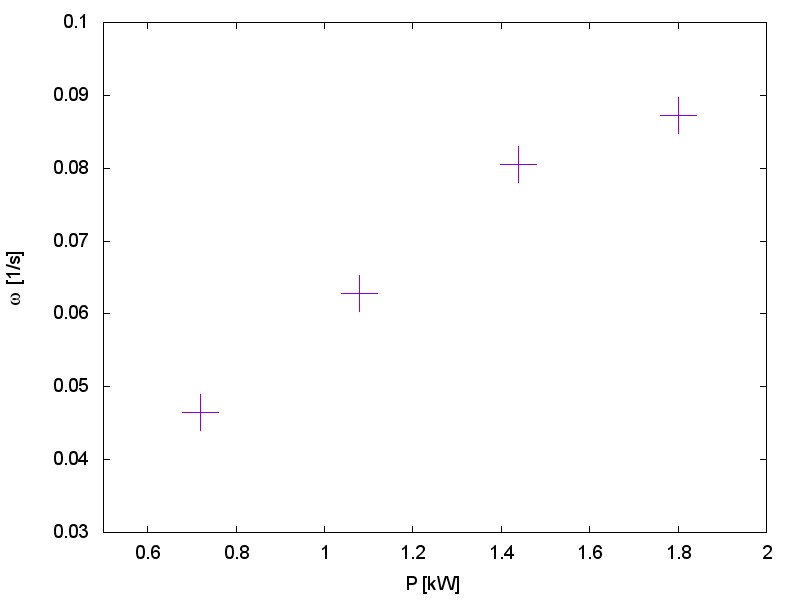
*A mérés helyes elvégzése 4 pont*

*A megfelelő ábra elkészítése 2 pont*

*Az eltérés megmagyarázása 1 pont*

*4. feladat*

A véges sebességű hőfelvétel és hőleadás következtében adott fűtőteljesítmény mellett rövid időn belül egy állandó forgási sebesség áll be. A teljesítmény függvényében egy fordulathoz tartozó idő mérésével meghatározott szögsebesség adatok a 4. ábrán láthatók.



*5. ábra. Az állandósult szögsebesség a fűtési teljesítmény függvényében.*

Látható, hogy a teljesítmény növelésével a szögsebesség telítődést mutat. Ez azzal magyarázható, hogy a hőmérséklet emelkedésével a kerék alsó része nehezebben tud lehűlni.

*A mérés helyes elvégzése 8 pont*

*A helyes ábra elkészítése 2 pont*