



Concursul Preolimpic de Fizică
România - Ungaria - Moldova
Ediția a XVI-a, Zalău
Proba experimentală, 3 iunie 2013



2. Kísérleti feladat (10 pont)

A rész. Tömeg és forgatónyomaték mérése stopperórával (4 pont)

Ebben a részfeladatban a rendelkezésedre álló kísérleti eszközzel ismeretlen tömegeket és tengelysúrlódásos forgatónyomatékokat kell megbecsülnöd. Ismertesd a becsléshez használt vizsgálati módszert, a kérdésekre adott válaszaidat pedig ne felejtsd el beírni a válaszlap megfelelő mezőibe!

1. részfeladat - Egy fizikai inga mozgásának elméleti vizsgálata

1a. Határozd meg egy m tömegű, ℓ hosszúságú, homogén tömegeloszlású rúd J_C tehetetlenségi nyomatékát a tömegközéppontján átmenő, rá merőleges tengelyre vonatkoztatva!

1b. Határozd meg az m tömegű, ℓ hosszúságú, homogén tömegeloszlású rúd J tehetetlenségi nyomatékát a tömegközépponttól d távolságra lévő, rúdra merőleges tengelyre vonatkoztatva!

1c. A homogén rúdra, annak tömegközéppontjától D távolságra, M tömegű, pontszerűnek tekinthető testet rögzítünk. Határozd meg az így kapott rendszer J_A tehetetlenségi nyomatékát a rúd tömegközéppontjától d távolságra elhelyezkedő, a rúdra merőleges forgástengelyre vonatkoztatva. Tételezd fel, hogy a forgástengely és a pontszerű test a rúd tömegközéppontjának áttellenes oldalán helyezkedik el!

1d. A rúdból és a pontszerű testből álló rendszert a rúd középpontjától számítva d távolságra elhelyezkedő tengelynél felfüggesztjük, így a rendszer a nehézségi erő tengelyre vonatkoztatott $K_G = C_G \cdot \sin \theta$ forgatónyomatéka hatására ingamozgást végez, melynek a függőlegestől számított szögkitérése az idő függvényében $\theta(t)$. Feltételezve, hogy a súrlódási erők forgatónyomatéka elhanyagolható és az inga szögkitérése kicsiny ($\sin \theta \approx \theta$), vezesd le az inga mozgásegyenletét!

1e. Oldd meg a mozgásegyenletet, ha a kezdeti időpillanatban az inga áll, szögkitérése θ_0 és $D = \ell/2$!

1f. Az 1e esethez képest most vedd figyelembe, hogy az ingát a tengelynél ható, állandó nagyságú K_f súrlódási forgatónyomaték fékezi. Mutasd meg, hogy a rúd ugyanolyan periódusidejű harmonikus rezgőmozgások sorozatát végzi, mint a súrlódásmentes esetben azzal a különbséggel, hogy az inga egyensúlyi helyzete a forgásirány megváltozásakor mindig áthelyeződik. Mi a feltétele, hogy az inga éppen az n – edik lengés közben álljon meg?

2. részfeladat - Tömeg és a tengelysúrlódás forgatónyomatékának kísérleti meghatározása stopperórával

Az asztalon a következő kísérleti eszközöket találod:

- satu;
- 75 cm-es rögzítőrúd;
- kb. 75 cm hosszúságú rézcső;
- csapágyazott tengely műanyag fogóval, amivel a rézcsövet rögzítheted;
- függőőn;
- réz kupak a rézcső alsó végének lezárásához;
- három mágneskorongból álló rúdmágnes;
- mérőszalag;
- stopperóra;

Állítsd össze a fényképen látható kísérleti elrendezést!

Hasznos tanácsok:

- Figyelj arra, hogy helyesen határozd meg a kezdeti szögkitérést a felfüggesztési ponton átmenő függőleges egyenes és a rúd szabad vége közötti távolság mért értékéből!
- Ügyelj rá, hogy a mágnes a rúd lengése során minden mágneses tulajdonsággal rendelkező testtől legalább 10 cm-re legyen!
- Óvd a mágnest az ütésektől! Figyelj arra, hogy a csőből a szivacsra essen!



2.a. Számításaid során a csövet vékony, homogén rúdnak tekintheted. Mérd le a cső hosszát a mérőszalaggal és a cső tömegét a tanári asztalon található elektronikus mérleggel! Számítsd ki a cső tehetetlenségi nyomatékát a felső végén átmenő forgástengelyre vonatkozóan! Mérd meg a cső lengésidejét a felső végén átmenő tengelyezés esetén! Figyelj arra, hogy az ingát mindig ugyanakkora szögkitéréssel indítsd és minden mérésnél több lengés összidejét mérd, majd ismételd meg méréseidet legalább 5-ször! Jegyezd le a kezdeti szögkitérést és az inga teljes megállásáig megtett lengések számát! Eredményeidet írd be az 1. táblázat első sorába!

2.b. Számítsd ki a cső tehetetlenségi nyomatékát a forgástengelyre vonatkozóan, ha az rendre 15, 20, 25, 30 cm-re helyezkedik el a cső felső végétől! Mérd meg az inga lengésidejét mindegyik tengely esetén! Itt is több lengés összidejét mérd, majd ismételd meg méréseidet legalább 5-ször! Jegyezd le a kezdeti szögkitérést és az inga teljes megállásáig megtett lengések számát! Eredményeidet írd be az 1. táblázat 2-5. sorába!

2.c. Helyezd a mágnest a csőbe, majd zárd le a cső alsó végét a kupakkal! Jelölje M a mágnes és a kupak összetömegét! A rendszert tekintsd egy homogén rúd és annak végén elhelyezkedő M tömegű pontszerű test együttesének! Mérd meg a cső lengésidejét, ha a forgástengely a cső felső végén, illetve attól 15, 20, 25, 30 cm-re helyezkedik el! Itt is több lengés összidejét mérd, majd ismételd meg méréseidet legalább 5-ször! Eredményeidet írd be a 2. táblázatba!

2.d. Írd le röviden azt a módszert, amellyel az 1. táblázat adatainak felhasználásával megbecsülhető a fizikai ingára ható tengelysúrlódási forgatónyomaték értéke!

2.e. Becsüld meg a tengelysúrlódási forgatónyomaték értékét!

2.f. Írd le röviden azt a módszert, amellyel az M tömeg megbecsülhető.

2.g. A 2. táblázat adatainak megfelelő módon való átalakításával keress olyan lineáris függvénykapcsolatot, amelyből az M tömeg meghatározható. Ábrázold grafikonon az így nyerhető egyenesre illeszkedő pontokat!

2.h. Becsüld meg az M tömeg értékét!

A feladatot javasolta:

Dr. Delia DAVIDESCU – Facultatea de Fizică – Universitatea București
Dr. Adrian DAFINEI – Facultatea de Fizică – Universitatea București



Concursul Preolimpic de Fizică
România - Ungaria - Moldova
Ediția a XVI-a, Zalău
Proba experimentală, 3 iunie 2013



VĂLĂSZLAP

2. Kísérleti feladat (10 pont)

A rész. Tömeg és forgatónyomaték mérése stopperórával (4 pont)

1. részfeladat - Egy fizikai inga mozgásának elméleti vizsgálata

1.a. Az m tömegű, ℓ hosszúságú, homogén tömegeloszlású rúd J_C tehetetlenségi nyomatéka a tömegközéppontján átmenő, rá merőleges tengelyre vonatkoztatva:

0,20p

1.b. Az m tömegű, ℓ hosszúságú, homogén tömegeloszlású rúd J tehetetlenségi nyomatéka a tömegközépponttól d távolságra lévő, rúdra merőleges tengelyre vonatkoztatva:

0,20p

1.c. A rúd-tömegpont rendszer J_A tehetetlenségi nyomatékának levezetése:

0,20p

1.d. Az inga mozgásegyenlete:

0,20p

1.e. A mozgásegyenlet megoldása θ_0 kezdeti szögkitérés esetén:

0,40p

1.f.

Összefüggés annak belátására, hogy a rúd ugyanolyan periódusidejű harmonikus rezgőmozgások sorozatát végzi, mint a súrlódásmentes esetben:

Összefüggés, melyből következik, hogy az inga egyensúlyi helyzete a forgásirány megváltozásakor mindig áthelyeződik:

0,40p

Annak feltétele, hogy az inga éppen az n – edik lengés közben álljon meg:

2. részfeladat - Tömeg és a tengelysúrlódás forgatónyomatékának kísérleti meghatározása stopperórával

2.a. A rézcső hossza:

0,10p

A rézcső tömege:

0,10p

1. táblázat (a 2.a., 2.b. és 2.d. feladathoz)

0,60p

#	A forgástengely távolsága a rúd felső végétől	Tehetetlenségi nyomaték	t_1	t_2	t_3	t_4	t_5	$t_{\text{átlag}}$	Az inga kezdeti szögkitérése	Lengések száma a megállásig
1.	0									
2.										
3.										
4.										
5.										
6.										

$$t_i = \frac{\tau_i}{N} = \frac{\text{mért idő}}{\text{lengések száma}}$$

0,40p

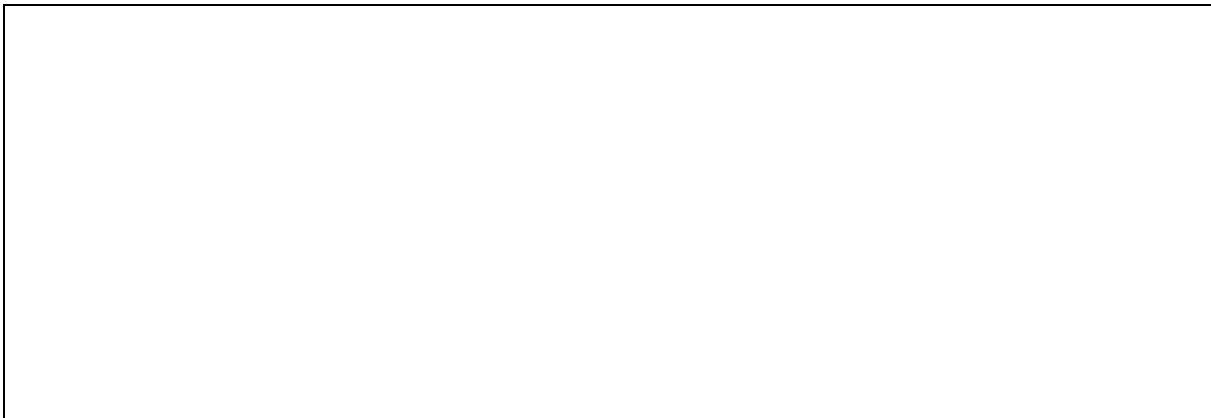
2. táblázat (a 2.c és 2.e feladatokhoz)

Nr.	A forgástengely távolsága a cső felső végétől	t_1	t_2	t_3	t_4	t_5	$t_{\text{átlag}}$
1.	0						
2.							
3.							
4.							
5.							
6.							

2.d. Annak a módszernek a rövid leírása, amellyel az 1. táblázat adatainak felhasználásával megbecsülhető a fizikai ingára ható tengelysúrlódási forgatónyomaték értéke:

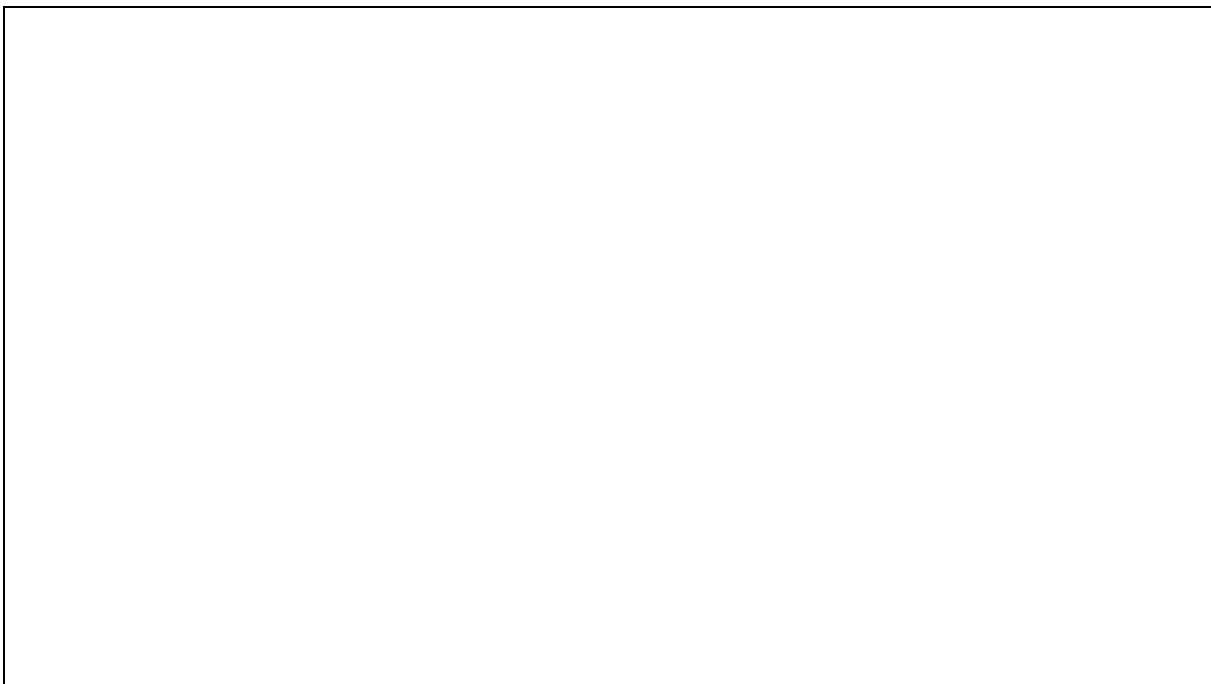
0,20p

2.e. A tengelysúrlódási forgatónyomaték becsült értéke:



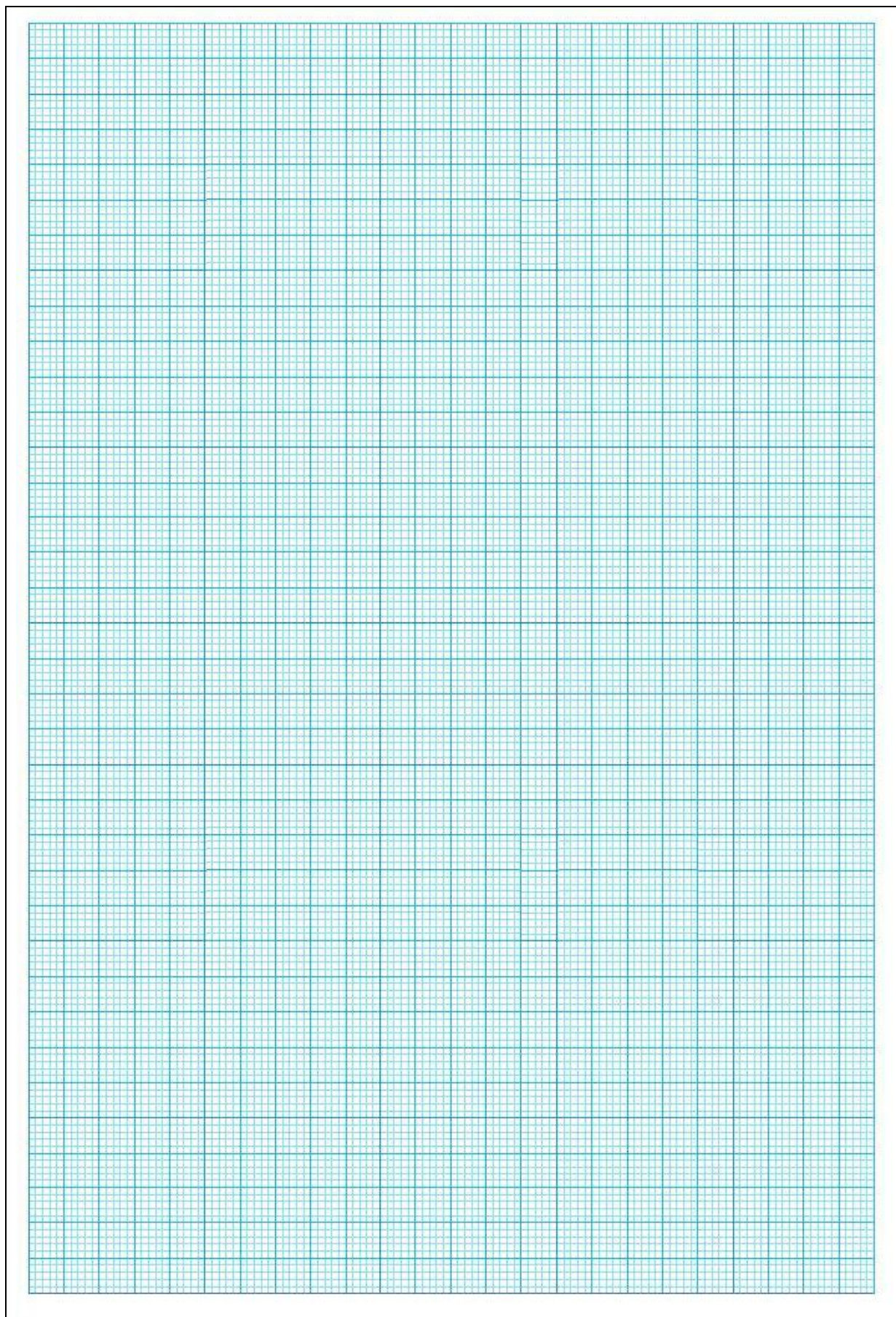
0,20p

2.f. Módszer, mellyel az M tömeg megbecsülhető:



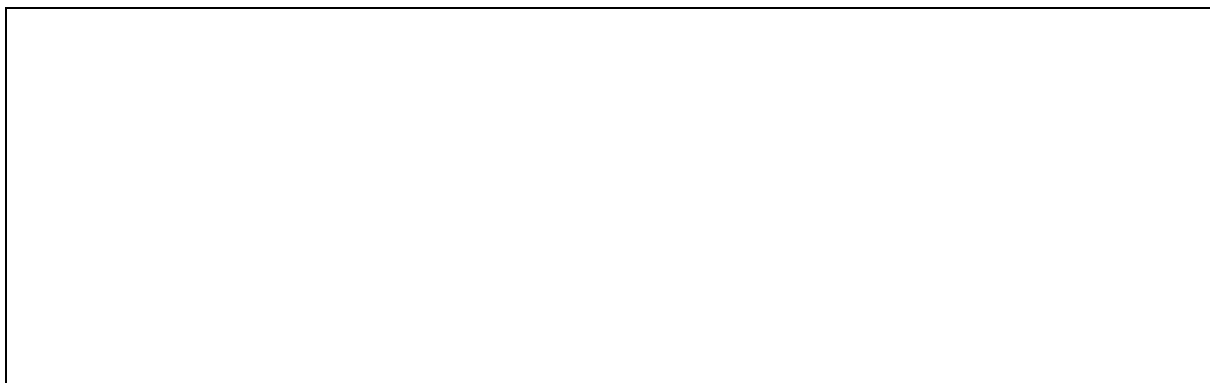
0,20p

2.g. Lineáris függvénykapcsolat ábrázolása, amelyből az M tömeg meghatározható a 2. táblázat adatainak segítségével:



0,40p

2.h. Az M tömeg becsült értéke:



0,20p