Исаев А.Д.

ФИЗИКАЛЫК ПРАКТИКУМ III

Исаев А.Д.

ФИЗИЧЕСКИЙ ПРАКТИКУМ III

A.D. Isaev

PHYSICAL PRACTICAL III

УДК: 530.1(076.5)

Бул иш университетибиздин окуу жана изилдөө лабораторияларынын заманбап аспаптары менен окурман-дарыбызды таныштыруу максатында, көрсөтмө усулдары түзүлүшүндө жазылып сунушталууда. Бул иште «PASCO» атындагы америкалык илимий-изилдөө фирмасынын жабдыктары колдонулду.

***Негизги сөздөр:** инерция моменти, айлануу огу, жиптин керилүү күчү.*

Работа написана в стиле методических указаний (лабораторных работ) с целью ознакомить читателей с современными приборами учебной и исследовательской лабораторий университета. Здесь использованны приборы американской научно-исследовательской фирмы «PASCO».

***Ключевые слова:** момент инерции, ось вращения, сила натяжения нити.*

The work is written in the style guidelines (labs) to familiarize readers with the modern instruments of teaching and research university laboratories. Here we use the instruments of the american research company «PASCO».

***Key words:** moment of inertia, the axis of rotation, the strength of the thread tension.*

№ III. 1 ЛАБОРАТОРДУК ИШ.
БИР МАТЕРИАЛДЫК ЧЕТИН МАССАСЫНЫН ИНЕРЦИЯ МОМЕНТИ.

Максаты: Мат. Чекит массасынын инерция моментин аныктоо жана эсептелген теориялык сан мааниге, канчалык жакын экендигин далилд□□.

III.1.1-Сүрөт.

Жабдылышы :
- Программалуу атайын таймер (SMART TİMER).
- Айлануучу жабдык (ME-8953)
- Чоң ролик.
- Штангенциркуль
- Тараза
- Массалар жана илгичтер тобу.
- Кыскычтар (1 граммдан кичине массалар үчүн)
- 10-интервалдуу жөнөкөй роликтер жана фотосенсор.
- Сызгыч.

Кыскача теориялык маалымат:

Бир чоң нерсенин инерция моменти, анын массасынын кичине массаларга бөлүнүүсү аркылуу $\Delta m \to 0$ лимит шарты менен $I = \sum r^2 \cdot \Delta m$ туюнтулат. Ошентип

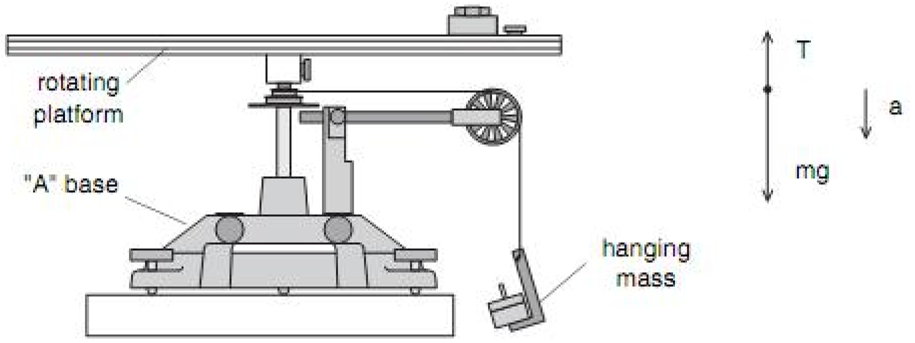
$I = \lim\limits_{\Delta m \to 0} r^2 \cdot \Delta m = \int r^2 \cdot dm$ Бул жерде r-айлануу огунан массалык элементке чейинки аралык. dm-элементин үч-өлчөмдүү координаттык системага байлоо үчүн масса тыгыздыктын аныктамасын киргизүү аркылуу

$$\rho = \lim_{\Delta V \to 0} \frac{\Delta m}{\Delta V} = \frac{dm}{dV} \Rightarrow dm = \rho \cdot dV \qquad (\text{III}.1.1)$$

инерция моментинин туюнтмасына $I = \int \rho \cdot r^2 \cdot dV$ келебиз. Нерседеги массанын таралуусу бир тектүү (гомогендик) болуусу зарыл, башкача айтканда $\rho = const$ (*туруктуу*), эгерде $\rho \neq const$ (*туруктуу эмес болсо*), массалык элементер чогулуп , нерсенин масса борборуна жыйрылып тургандай элестетебиз. Анда материалдык чекиттик борбордук масса айлануу огуна карата айланып: $I = m \cdot r^2$ туюнтмасы аркылуу берилет. Жогоруудагы туюнтманы тажрыйбада колдонуу үчүн нерсеге кучтүн моменти таасир этүүсү менен, айланып жаткан несенин бурчтук ылдамдануусу өлчөнөт $\tau = I \cdot \alpha$ болгондуктан $I = \frac{\tau}{\alpha}$ $\tau -$радиусу r-болгон апараттын цилиндрине оролгон жиптин керилүүсү аркылуу пайда болгон күчтүн моменти $\tau = r \cdot T$

T - жиптин керилүүсүн болсо кичине роликтен өткөн оордук күчү жаратат.

Ньютондун II законунан : $\sum F = m \cdot g - T = m \cdot a$



III.1.2-Сүрөт Айлануучу жабдык (аппарат).

Жиптин керилүүсү төмөнкүчө туюнтулат:

$$T = m \cdot (g - a) \qquad (\text{III}.1.2)$$

Эсептөөлөр:

Теориялык инерция моменти үчүн өлчөөлөр.

III.1.1-Таблица.

Теориялык Инерция моменти.

Масса-M	$0{,}3\,кг$
Радиус-R	$0{,}1\,м$

$$I_{теория} = M \cdot R^2 = 0{,}3 \cdot 0{,}1^2 = 0{,}003\ кг \cdot м^2$$

III.1.2-Таблица.

Инерция моментинин берилгендери.

Чекиттик масса жана Аппарат.		Жалгыз Аппарат.
Сүрүлүгү сарпталган масса $m_{сур}$	$0{,}005\,кг$	$0{,}005\,кг$
Илинген масса $m_{илинген\ масса}$	$0{,}050\,кг$	$0{,}050\,кг$
Жантаю коэффициенти-Ылдамдануу	$0{,}004\,м/с^2$	$0{,}005\,м/с^2$
Радиус , r	$0{,}0125\,м$	$0{,}0125\,м$

III.1.3-Таблица.

Натыйжалар.

Чекиттик масса жана Апараттын эсептелинген инерция моментери , $I_{Ч.М+А}$	$0{,}017\ кг\cdot м^2$
Жалгыз Апараттын инерция моменти , I_A	$0{,}014\ кг\cdot м^2$
Чекиттик масса инерция моменти (тажрыйбалык) , I_M	$0{,}003\ кг\cdot м^2$
Чекиттик масса инерция моменти (теория)	$0{,}003\ кг\cdot м^2$
Салыштырмалуу ката %	% 0

$$T = m\cdot(g-a) \qquad m = m_A - m_{сур}$$

$$T_{Ч.М+А} = m\cdot(g-a_{Ч.М+А}) \qquad a_{Ч.М+А} = a_{\tau Ч.М+А}$$

$$T_A = m\cdot(g-a_A) \qquad a_A = a_{\tau.A}$$

$$T_{Ч.М+А} = 0{,}045\cdot(9{,}8-0{,}004) = 0{,}44\ H \qquad T_A = 0{,}045\cdot(9{,}8-0{,}005) = 0{,}44\ H$$

$$I = \frac{\tau}{\alpha};\ \tau = r\cdot T \qquad \alpha = \frac{a_\tau}{r} = \frac{a}{r} \qquad I = \frac{r^2\cdot T}{a_\tau} = \frac{r^2\cdot T}{a}$$

$$I_{Ч.М+А} = \frac{r^2\cdot T_{Ч.М+А}}{a_{\tau Ч.М+А}} \qquad I_A = \frac{r^2\cdot T_A}{a_{\tau.A}} \qquad I = \sum_{i=1}^{n} m_i\cdot r_i^2 \ \Rightarrow \quad I_{Ч.М+А} = I_{Ч.М} + I_A \ \Rightarrow I_M = I_{Ч.М+А} - I_A$$

$$I_{Ч.М+А} = \frac{0{,}0125^2\cdot 0{,}44}{0{,}004} = 0{,}017\,кг\cdot м^2;\quad I_A = \frac{0{,}0125^2\cdot 0{,}44}{0{,}005} = 0{,}014\,кг\cdot м^2;$$

$$I_{Ч.М} = I_{Ч.М+А} - I_A = 0{,}017 - 0{,}014 = 0{,}003\,кг\cdot м^2\ (теория);\quad I_{Ч.М.тажрыйбалык} = 0{,}003\,кг\cdot м^2$$

Бул сан маани математикалык эсептөөдөн чыкты.

Корутунду: Негизинен $\varepsilon \neq 0$ болуусу керек.

№ III.2 ЛАБОРАТОРДУК ИШ.
БИР МАТЕРИАЛДЫК ЧЕКИТ МАССАСЫНЫН ИНЕРЦИЯ МОМЕНТИ.

(Бул тажрыйба компьютерге туташтырылган интерфейс аркылуу жасалат)

Эскертүү: «Data Studyo» программасы колдонулушу абзел.

Максаты:
Жабдылышы:
Кыскача теориялык маалымат

III.2.1-Таблица

Теориялык инерция моменти.

Масса M	0,3 *кг*
Радиус R Мат.чекит массасы (ч.м)	0,15 *м* 0,16 *м*

$$I_{теория} = M \cdot R^2 = 0{,}3 \cdot 0{,}15^2 = 0{,}00675 кг \cdot м^2$$

Эсептөөлөр:

III.2.2-Таблица

Инерция моменти берилгендери (компьютер интерфейс)

Мат.чекит массасы жана аппарат.		Жалгыз Апарат
Сүрүлүүгө кеткен масса $m_{сур.}$	0,004 *кг*	$0{,}0035 \approx 0{,}004$ *кг*
Илинген масса $m_{ил}$	0,05 *кг*	0,02 *кг*
Жантаю коэффициенти-Ылдамдануу	$0{,}0041 м/с^2$	$0{,}027 м/с^2$
Радиус $r_{чон\ ролик}$	0,0125 *м*	0,0125 *м*

III.2.3-Таблица

Натыйжалар.

Мат. чекит массасы менен апараттын инерция моменти биргеликте.	$0{,}0172 кг \cdot м^2$
Жалгыз апараттын инерция моменти	$0{,}0094 кг \cdot м^2$
Мат. чекит массасынын инерция моменти (тажрыйбалык сан маани)	$0{,}0078 кг \cdot м^2$
Мат. чекит массасынын инерция моменти (теориялык сан маани)	$0{,}0068 кг \cdot м^2$
% салыштырмалуу ката	$\approx 15\%$

1. $$T_{ч\,м+А} = \left(m_{ч\,м+А} - m_{сур}\right) \cdot (9{,}8 - a) = (0{,}05 - 0{,}004) \cdot (9{,}8 - a) = (0{,}05 - 0{,}004) \cdot (9{,}8 - 0{,}004) Н.$$

$$T_{ч\,м+А} = 0{,}451\, Н$$

$$I_{ч.м+А} = \frac{T_{ч\,м+А}}{a_{ч\,м+А}} \cdot r^2 \Rightarrow I_{ч.м+А} = \frac{0{,}451 \cdot 0{,}0125^2}{0{,}0041} \Rightarrow I_{ч.м+А} = 0{,}0172\, кг \cdot м^2$$

$$T_A = (m_A - m_{сур}) \cdot (g - a) = (0{,}02 - 0{,}0035) \cdot (9{,}8 - 0{,}0027)$$

2. $T_A = 0{,}0165 \cdot 9{,}7973 = 0{,}162\, H$

$$I_A = \frac{T_A \cdot r^2}{a_A} = \frac{0{,}162 \cdot 0{,}0125^2}{0{,}0027} = 0{,}0094 кг \cdot м^2 \; ; \quad I_A = 0{,}0094\, кг \cdot м^2$$

3.
$$I_{ч.м} = I_{ч.м+A} - I_A$$
$$I_{ч.м} = 0{,}0172 - 0{,}0094 = 0{,}0078\, кг \cdot м^2 \quad ; \; I_{ч.м} = 0{,}0078\, кг \cdot м^2$$

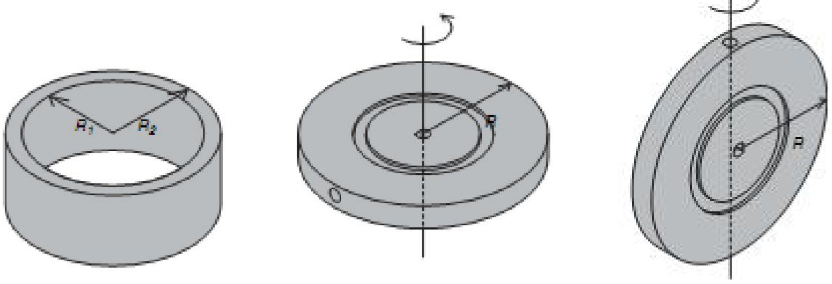
4. $$\varepsilon = \left| \frac{I_{ч.м\ тажрыйба} - I_{ч.м\ теория}}{I_{ч.м\ теория}} \right| \cdot 100\% \; ; \; \varepsilon = \left| \frac{0{,}0078 - 0{,}0068}{0{,}0068} \right| \cdot 100\% \approx 15\%$$

Корутунду: Натыйжа каталуу чыкты, тажрыйба кайталануусу зарыл.

№ III.3 ЛАБОРАТОРДУК ИШ.
ДИСК ЖАНА ШАКЕКТИН ИНЕРЦИЯ МОМЕНТИ.

(Интерфейссиз жасалат)

Максаты: Бир шакек жана дисктин тажрыйбалык инерция моментерин аныктап туруп, чогу эсептелинген теориялык инерция моментинин сан мааниси менен салыштыруу.



III.3.1-Сүрөт.

Жабдылышы:

– Сезгич убакыт программасы (SMART TİMER).
– Айлануучу жабдык (ME-8953)
– Чоң ролик.
– Штангенциркуль
– Массалар жана илгичтер тобу.
– Кыскычтар (1 граммдан кичине массалар үчүн)
– 10-интервалдуу жөнөкөй роликтер жана фотосенсор.
– Сызгыч.

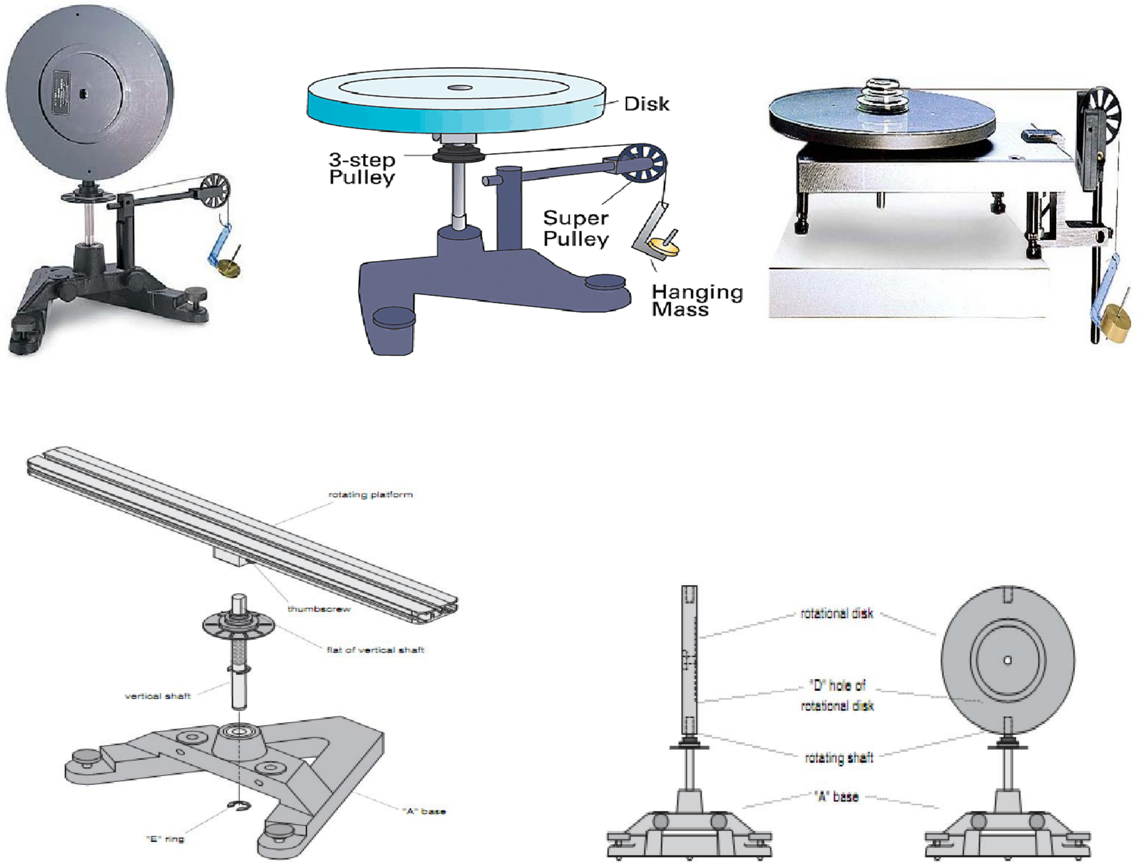
Кыскача теориялык маалымат

Бир шакектин борбордук массасы аркылуу өткөн ок боюнча инерция моменти төмөнкүчө туюнтулат:

$$I = \frac{1}{2} \cdot M \cdot (R_1^2 + R_2^2) \qquad \text{(III.3.1)}$$

Бул жерде M – шакетин массасы, R_1 – шакектин ички радиусу , R_2 – шакектин тышкы радиусу. Борбордук масса огуна карата инерция моменти:

$$I = \frac{1}{2} \cdot M \cdot R^2 \qquad \text{(III.3.2)}$$



III.3.2-Сүрөт

Инерция моментин тажрыйба аркылуу табуу үчүн нерсеге күчтүн моменти колдонулат $\tau = I \cdot \alpha \quad \Rightarrow I = \frac{\tau}{\alpha}$ α – «Smart Tımer» менен өлчөнөт, $\alpha = \frac{a_\tau}{r}$ a_τ – тангенцалдуу ылдамдануу, τ – айлануучу жабдыктын цилиндирине оролгон жиптин керилүүсү натыйжасында пайда болгон күчтүн моменти. $\tau = r \cdot T$ r – жип оролгон цилиндрдин радиусу , T – жиптин керилүүсү.

Массасы m – болгон илинген жүккө байланыштуу Ньютондун II закону т□м□нкүч□ туюнтулат.

$\sum F = m \cdot g - T = m \cdot a$ Жиптин керилүү күчү болсо: $T = m \cdot (g - a)$

Эсептөөлөр:

III.3.1-Таблица.

Теориялык инерция моменти.

Шакектин массасы $m_Ш$	$1{,}4401\,кг$
Дисктин массасы $m_Д$	$1{,}45087\,кг$
Шакектин ички радиусу $R_и$	$0{,}0537\,м$
Шакектин тышкы радиусу $R_т$	$0{,}0640\,м$
Дисктин радиусу $R_Д$	$0{,}1140\,м$

III.3.2-Таблица.

Инерция моментеринин берилгендери.

№	Шакек жана Диск биргеликте	Жалгыз Диск	Тик Диск
Сүрүлүүгө сарпталган масса $m_{сур}$	$0{,}007\,кг$	$0{,}005\,кг$	$0{,}004\,кг$
Илинген масса $m_и$	$0{,}030\,кг$	$0{,}030\,кг$	$0{,}030\,кг$
Жантаю $\alpha^!$ a_τ	$0{,}10\,{}^{рад}/_{с^2}$ $0{,}0025\,{}^{м}/_{с^2}$	$0{,}18\,{}^{рад}/_{с^2}$ $0{,}0045\,{}^{м}/_{с^2}$	$0{,}28\,{}^{рад}/_{с^2}$ $0{,}007\,{}^{м}/_{с^2}$
Радиус-R	$0{,}0125\,м$	$0{,}0125\,м$	$0{,}0125\,м$

Айлануу огунун инерция моменти өтө кичине болгондуктан эске алынбайт.

$$I_{ок} = \frac{R^2 \cdot T_{ок}}{\alpha^! \cdot r} = \frac{0{,}0125^2 \cdot 0{,}0665}{37{,}37 \cdot 0{,}025} = 0{,}00012\ кг \cdot м^2 \Rightarrow I_{ii} = 0{,}00012\ кг \cdot м^2$$

$$T_{ii} = (m_A - m_{сур}) \cdot (g - a_{сур}) = (0{,}01 - 0{,}0025) \cdot (9{,}8 - 0{,}934) \Rightarrow T_{ок} = 0{,}0665\ Н$$

$R-$ окко тагылган чоң роликтин радиусу; $\alpha -$ чоң ролик аркылуу өлчөнгөн бурчтук ылдамдануу; $r -$ кичине роликтин радиусу; $\alpha^! -$ кичине роликтен өлчөнгөн бурчтук ылдамдануу.

$$a_\tau^! = \alpha^! \cdot r; \quad a_\tau = \alpha \cdot R \quad ,бирок \Rightarrow a_\tau = a_\tau^! \Rightarrow \alpha^! \cdot r = \alpha \cdot R \Rightarrow \alpha = \frac{\alpha^! \cdot r}{R} \qquad I \cdot \alpha = R \cdot T \Rightarrow I = \frac{R \cdot T}{\alpha} = \frac{R^2 \cdot T}{\alpha^! \cdot r}$$

$$T_{Ш+Д} = (m_A + m_{сур}) \cdot (g - a_{Ш+Д}) \rightarrow T_{Ш+Д} = (0{,}030 - 0{,}007) \cdot (9{,}8 - 0{,}0025) = 0{,}225N \rightarrow T_{Ш+Д} = 0{,}225Н$$

$$T_{Ж.Д} = (0{,}030 - 0{,}005) \cdot (9{,}8 - 0{,}0045) = 0{,}245\,Н \rightarrow T_{Ж.Д} = 0{,}245\,Н$$

$$T_{Т.Д} = (0{,}030 - 0{,}004) \cdot (9{,}8 - 0{,}007) = 0{,}255Н \rightarrow T_{Т.Д} = 0{,}255\,Н$$

$$I_{Ш+Д} = \frac{R^2 \cdot T_{Ш+Д}}{\alpha^!_{Ш+Д} \cdot r} = \frac{0{,}0125^2 \cdot 0{,}225}{0{,}10 \cdot 0{,}025} = 0{,}0140\,кг \cdot м^2 \rightarrow I_{H+D} = 0{,}0140\,кг \cdot м^2$$

$$I_{Ж.Д} = \frac{R^2 \cdot T_{Ж.Д}}{\alpha^!_{Ж.Д} \cdot r} = \frac{0{,}0125^2 \cdot 0{,}245}{0{,}18 \cdot 0{,}025} = 0{,}0085\ кг \cdot м^2 \rightarrow I_{Ж.Д} = 0{,}0085\,кг \cdot м^2$$

$$I_{Т.Д} = \frac{0{,}0125^2 \cdot 0{,}255}{0{,}28 \cdot 0{,}025} = 0{,}0057\ кг \cdot м^2 \rightarrow I_{Т.Д} = 0{,}057\,кг \cdot м^2$$

$$I_{Ш} = I_{Ш+Д} - I_{Ж.Д} = 0{,}0140 - 0{,}0085 = 0{,}0055\ кг \cdot м^2 \rightarrow I_{Ш} = 0{,}0055\ кг \cdot м^2$$

$$I_{Ш.теория} = \frac{1}{2} \cdot M_{Ш} \cdot (R_т^2 + R_и^2) = \frac{1}{2} \cdot 1{,}4401 \cdot (0{,}0537^2 + 0{,}0640^2) = 0{,}0050\ кг \cdot м^2 \rightarrow I_{Ш.теория} = 0{,}0050\ кг \cdot м^2$$

$$I_{Д.теория} = \frac{1}{2} \cdot M_{Д} \cdot R^2 = \frac{1}{2} \cdot 1{,}45087 \cdot 0{,}1140^2 = 0{,}0094\ кг \cdot м^2 \rightarrow I_{Д.теория} = 0{,}0094\ кг \cdot м^2$$

$$I_{Д.Д.теория} = \frac{1}{4} \cdot M_{Д} \cdot R^2 = \frac{1}{4} \cdot 1{,}460 \cdot 0{,}1140^2 = 0{,}0047\ кг \cdot м^2 \rightarrow I_{Д.Д.теория} = 0{,}0047\ кг \cdot м^2$$

III.3.3-Таблица.

Натыйжалар.

Шакек менен Дисктин инерция моментери $I_{Ш+Д}$	$0{,}0140\ кг \cdot м^2$
Жалгыз Дисктин инерция моменти $I_{Ж.Д}$	$0{,}0085\ кг \cdot м^2$
Шакектин Инерция моменти $I_{Ш}$ (тажрыйбалык)	$0{,}0055\ кг \cdot м^2$
Тик Дисктин инерция моменти $I_{Т.Д}$ (тажрыйбалык)	$0{,}0057\ кг \cdot м^2$
Дисктин инерция моменти (теориялык)	$0{,}0095\ кг \cdot м^2$
Шакектин инерция моменти (теориялык)	$0{,}0050\ кг \cdot м^2$
Тик Диск үчүн. (теориялык)	$0{,}0047\ кг \cdot м^2$
Диск үчүн, %	%10
Шакек үчүн, %	%10
Тик Диск үчүн, %	%21

Корутунду: Натыйжа каталуу чыкты, тажрыйба кайталануусу зарыл.

№ III.4 ЛАБОРАТОРДУК ИШ.
ДИСК ЖАНА ШАКЕКТИН ИНЕРЦИЯ МОМЕНТИ.

(Бул тажрыйба компьютерге туташтырылган интерфейс аркылуу жасалат)

Эскертүү: «Data Studyo» программасы колдонулушу абзел.

Максаты:

Жабдылышы:

Кыскача теориялык маалымат

Шакек: $I_{Ш} = \frac{1}{2} M_{Ш} \cdot (R_1^2 + R_2^2)$

Диск (Жалпак): $I_{Ж.Д} = \frac{1}{2} M_{Ж.Д} \cdot R^2$ (III.4.1)

Диск (Тик): $I_{Т.Д} = \frac{1}{4} M \cdot R^2$

III.4.1-Таблица

Шакектин массасы	1,440 *кг*
Дисктин массасы	1,441 *кг*
Шакектин ички радиусу R_1	0,0537 *м*
Шакектин сырткы радиусу R_2	0,0640 *м*
Дисктин радиусу R	0,114 *м*

Эсептөөлөр:

III.4.2-таблица

Инерция моменти тажрыйбасы боюнча берилгендер.

№	Шакек жана Диск биргеликте.	Жалгыз Диск.	Тик Диск.
Сүрүлүүгө сарпталган масса.	Сыноо№9 0,004 *кг*	Сыноо№1 0,003 *кг*	Сыноо №10 0,004 *кг*
Илинген масса	0,05 *кг*	0,05 *кг*	0,05 *кг*
Жантаю коэффициенти.Ылдамдануу.	Сыноо№3 $0{,}0052\, м/с^2$	Сыноо№ $0{,}0081\, м/с^2$	Сыноо№1 $0{,}0134\, м/с^2$
Радиус	0,0125 *м*	0,0125 *м*	0,0125 *м*

III.4.3-Таблица

Натыйжалар.

Шакек менен дисктин инерция моменти	$0{,}0135 кг \cdot м^2$
Жалгыз Дисктин инерция моменти (тажрыйбалык)	$0{,}0089 кг \cdot м^2$
Шакектин инерция моменти (тажрыйбалык)	$0{,}0046 кг \cdot м^2$
Тик Дисктин инерция моменти (тажрыйбалык)	$0{,}0052 кг \cdot м^2$
Жалпак Дисктин инерция моменти (теориялык)	$0{,}0094 кг \cdot м^2$
Шакектин инерция моменти (теориялык)	$0{,}00504 кг \cdot м^2$
Тик Дисктин инерция моменти (теориялык)	$0{,}0047 кг \cdot м^2$
Диск үчүн %	5,3%
Шакек үчүн %	8,7%
Тик Диск үчүн %	10,6%

Теориялык эсептөөлөр:

$$I_{Ж.Д\ теория} = \frac{1}{2} \cdot M_Д \cdot R^2 \qquad I_{Ж.Д\ теория} = \frac{1}{2} \cdot 1{,}451 \cdot 0{,}114^2 = 0{,}0094\, кг \cdot м^2$$

$$I_{Шакек\ теория} = \frac{1}{2} \cdot M_Ш \cdot \left(R_1^2 + R_2^2\right) = \frac{1}{2} \cdot 1{,}450 \cdot \left(0{,}0537^2 + 0{,}0640^2\right) \quad I_{Шакек\ теория} = 0{,}00504\, кг \cdot м^2$$

Тажрыйбалык эсептөөлөр:

Эскертүү: $I_{ок} \approx 0$ (эске алынбайт)

$$T_{Ш+Д} = (m - m_{сур})\cdot(g-a) = (0{,}05-0{,}004)\cdot(9{,}8-0{,}0052)$$

$$T_{Ш+Д} = 0{,}046\cdot 9{,}7948 = 0{,}451\,Н$$

$$I_{Ш+Д} = \frac{T_{Ш+Д} + r^2_{чон\ ролик}}{a_{Ш+Д}} = \frac{0{,}451\cdot 0{,}0125^2}{0{,}0052} \Rightarrow I_{Ш+Д} = 0{,}0135\,кг\cdot м^2$$

2. $T_{Ж.Д} = (m - m_{сур})\cdot(g-a) = (0{,}05-0{,}003)\cdot(9{,}8-0{,}0081)$ $\qquad T_{Ж.Д} = 0{,}047\cdot 9{,}7919 = 0{,}460Н$

$$I_{Ж.Д} = \frac{T_{Ж.Д}\cdot r^2_{чон\ ролик}}{a_Д} = \frac{0{,}460\cdot 0{,}0125^2}{0{,}0081} \Rightarrow I_{Ж.Д} = 0{,}0089\ кг\cdot м^2$$

$$T_{Т.Д} = (m - m_{сур})\cdot(g-a) = (0{,}05-0{,}004)\cdot(9{,}8-0{,}0134) \qquad T_{Т.Д} = 0{,}046\cdot 9{,}7866 = 0{,}450\ Н$$

$$I_{Т.Д} = \frac{T_{Т.Д}\cdot r^2_{чон\ ролик}}{a_{Т.Д}} = \frac{0{,}450\cdot 0{,}0125^2}{0{,}0134} \Rightarrow I_{Т.Д} = 0{,}0052\,кг\cdot м^2$$

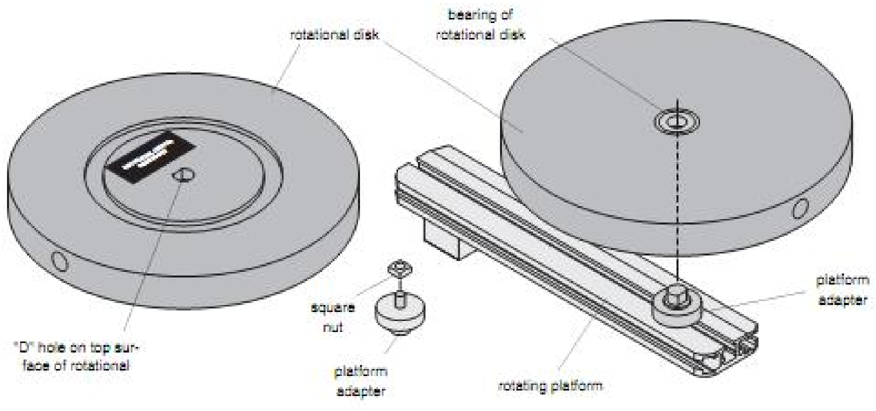
$$I_Ш = I_{Ш+Д} - I_Д = 0{,}0135 - 0{,}0089 = 0{,}0046\ кг\cdot м^2 \Rightarrow I_Ш = 0{,}0046\ кг\cdot м^2$$

$$I_{Т.Д\ теория} = \frac{1}{4}\cdot M_Д\cdot R^2 = \frac{1}{4}\cdot 1{,}451\cdot 0{,}114^2 \Rightarrow I_{Т.Д\ теория} = 0{,}0047\ кг\cdot м^2$$

Корутунду: Натыйжа канаттандырарлык болуп чыкты.

№ III.5 ЛАБОРАТОРДУК ИШ.
ДИСКТИН МАССА БОРБОРУНУН АЙЛАНУУ ОГУНАН ТЫШКЫ ОККО КАРАТА ИНЕРЦИЯ МОМЕНТИ. (Туруктуу абал / эркин айлануучу абал)

Максаты: Бир дисктин массалык борборунан өткөн окко жарыш болгон окко карата инерция моментин аныктоо.



III.5.1-Сүрөт.

Жабдылышы :
- Сезгич убакыт программасы.
- Айлануучу жабдык (ME-8953)
- Чоң ролик.
- Штангенциркуль
- Суу таразасы.
- Массалар жана илгичтер тобу.
- Кыскычтар (1 граммдан кичине массалар үчүн)

Кыскача теориялык маалымат:

Бир дисктин масса борборунан өткөн тик ок боюнча инерция моменти төмөнкүчө туюнтулат:

$$I_{м.б} = \frac{1}{2} \cdot M \cdot R^2 \qquad (III.5.1)$$

Бул жерде M-дисктин массасы, R-дисктин радиусу. Масса борборунун огуна жарыш болгон ок боюнча айланган инерция моменти болсо :

$$I = I_{м.б} + M \cdot d^2 \qquad (III.5.2)$$

Бул жерде d-эки октун арасындагы аралык.

Тажрыйбанын бул бөлүгүндө, диск айлануучу жабдык рельсине эркин айланып туруу үчүн атайын бурoo аркылуу бекитилет. Ошентип диск өзүнүн масса борборуна карата айланбайт. Абал, бүтүн дисктин массасы борборуна жыйрылып, массасы дистикиндей болгон материалдык чекит сыяктуу болуп элестетилет. Андай болсо дисктин инерция моменти төмөнкүчө азаят :

$$I = I_{м.б} + M \cdot d^2 \rightarrow I = M \cdot d^2$$

Инерция моментин тажрыйба жолу менен табуу үчүн, даярдалган системага күчтүн моментин колдонуп, бурчтук ылдамдануу өлчөнөт.

$\tau = I \cdot \alpha$ болгондуктан, $I = \frac{\tau}{\alpha}$; бул жерде $\alpha \rightarrow a_\tau / r$ 'ге барабар болгон бурчтук ылдамдануу. T-системаны айландыруу үчүн оордуктан пайда болгон оролгон жиптин керилүү күчү: $\tau = r \cdot T$, r-жип оролгон цилиндрдин радиусу жана T-айлануучу жабдыкты айландыруу

$$\sum F = m \cdot g - T = m \cdot a\,; \; T = m \cdot (g - a) \qquad (III.5.3)$$

Kütlenin (m) doğrusal ivmesi belirlendiğinde dönme ataletinin hesaplanması için gereken tork ve açısal ivme elde edilebilir.

Эсептөөлөр:

III.5.1-Таблица.

Теориялык инерция моменти.

Дисктин массасы	1,45087 $кг$
Дисктин радиусу	0,1140 $м$
Жарыш октордун арасындагы аралык	0,10 $м$

III.5.2-Таблица.

Инерция моментеринин берилгендери.

№	Туруктуу Диск жана Рельс биргеликте	Жалгыз Рельс	Айлануучу Диск жана Рельс биргеликте
Сүрүлүүгө сарпталган масса	0,005 $кг$	0,002 $кг$	0,005 $кг$
Илинген масса	0,05 $кг$	0,05 $кг$	0,05 $кг$
Жантаю $\alpha^!$ a_τ	0,07 $рад/с^2$ 0,00175 $м/с^2$	0,22 $рад/с^2$ 0,0055 $м/с^2$	0,09 $рад/с^2$ 0,00225 $м/с^2$
Радиус	0,0125 $м$	0,0125 $м$	0,0125 $м$

$I_{Т.Д.о.т}$ - Туруктуу Дисктин массалык борбор огунун тышындагы окко карата инерция моменти.

$I_{Т.Д.о.т+Р}$ – Туруктуу Диск ок тышы жана Рельс менен бирликте инерция моменти.

$I_{А.Д.о.т}$ – Айлануучу Дисктин ок тышы инерция моменти.

$I_{М.Ч}$– инерция моменти.

$I_Р$ – жалгыз Рельстин инерция моменти.

Булардын теориялык жана тажрыйбалык экендиги индекс аркылуу белгиленет.

Тажрыйбалык эсептөөлөр:

$T = (m_A - m_{сур}) \cdot (g - a); \quad I = \dfrac{R^2 \cdot T}{\alpha_{чон\ ролик} \cdot r}$; $\alpha_{чон\ ролик}$ – чоң ролик аркылуу алынган өлчөөлөр.

$$T_{Р.тажрыйбалык} = (0{,}05 - 0{,}002) \cdot (9{,}8 - 0{,}0055) = 0{,}048 \cdot 9{,}7945 = 0{,}470\,H;$$

$$T_{Р.тажрыйбалык} = 0{,}470\,H$$

$$I_{Р.тажрыйбалык} = \frac{R^2 \cdot T_{Р.тажрыйбалык}}{\alpha_{чон\ ролик} \cdot r} = \frac{0{,}0125^2 \cdot 0{,}470}{0{,}22 \cdot 0{,}025} = 0{,}0133\ кг \cdot м^2 \Rightarrow I_{Р.тажрыйбалык} = 0{,}0133\ кг \cdot м^2$$

$$T_{\substack{А.Д.о.т+Р \\ тажрыйбалык}} = (0{,}05 - 0{,}005) \cdot (9{,}8 - 0{,}00225) = 0{,}045 \cdot 9{,}7978 = 0{,}441\,H; \qquad T_{\substack{А.Д.о.т+Р \\ deneysel}} = 0{,}441\,H;$$

$$I_{\substack{А.Д.о.т+Р \\ тажрыйбалык}} = \frac{R^2 \cdot T_{\substack{А.Д.о.т+Р \\ тажрыйбалыкl}}}{\alpha_{чон\ ролик} \cdot r} = \frac{0{,}0125^2 \cdot 0{,}441}{0{,}09 \cdot 0{,}025} = 0{,}0306\,кг \cdot м^2 \Rightarrow \quad I_{\substack{А.Д.о.т+Р \\ тажрыйбалыкl}} = 0{,}0306\,кг \cdot м^2$$

$$T_{\substack{Т.Д.о.т+Р \\ тажрыйбалык}} = 0{,}045 \cdot 9{,}798 = 0{,}441\,H;$$

$$I_{\substack{Т.Д.о.т+Р \\ тажрыйбалык}} = \frac{R^2 \cdot T_{\substack{Т.Д.о.т+Р \\ тажрыйбалык}}}{\alpha_{чон\ ролик} \cdot r} = \frac{0{,}0125^2 \cdot 0{,}441}{0{,}07 \cdot 0{,}025} = 0{,}0393\,кг \cdot м^2 \Rightarrow$$

$$I_{\substack{Т.Д.о.т+Р \\ тажрыйбалык}} = 0{,}0393\,кг \cdot м^2$$

$$I_{\substack{Т.Д.о.т \\ тажрыйбалык}} = I_{\substack{Т.Д.о.т+Р \\ тажрыйбалыкl}} - I_{Р.тажрыйбалык}; \quad I_{\substack{Т.Д.о.т \\ тажрыйбалыкl}} = 0{,}0393 - 0{,}0133 = 0{,}026\,кг \cdot м^2;$$

$$I_{\substack{Т.Д.о.т \\ тажрыйбалык}} = 0{,}026\ кг \cdot м^2$$

$$I_{\substack{А.Д.о.т \\ тажрыйбалык}} = I_{\substack{А.Д.о.т+Р \\ тажрыйбалык}} - I_{Р.тажрыйбалык} = 0{,}0306 - 0{,}0133 = 0{,}0173\,кг \cdot м^2;$$

$$I_{\substack{А.Д.о.т \\ тажрыйбалык}} = 0{,}0173\,кг \cdot м^2$$

Теориялык эсептөөлөр:

$$I_{\underset{теория}{Т.Д.о.т}} = I_{ст} + M \cdot d^2 = \frac{1}{2} \cdot M \cdot R^2 + M \cdot d^2; \qquad I_{\underset{теория}{Т.Д.о.т}} = \frac{1}{2} \cdot 1{,}45087 \cdot 0{,}114^2 + 1{,}45087 \cdot 0{,}1^2;$$

$$I_{\underset{теория}{Т.Д.о.т}} = 0{,}0239\, кг \cdot м^2$$

$$I_{\underset{теория}{А.Д.о.т}} = M \cdot d^2 = 1{,}45087 \cdot 0{,}1^2 = 0{,}0145\, кг \cdot м^2 \;; \qquad I_{\underset{теория}{А.Д.о.т}} = 0{,}0145\, кг \cdot м^2$$

Салыштырмалуу каталары:

$$\varepsilon = \left| \frac{I_{\underset{тажрыйбалык}{Т.Д.о.т}} - I_{\underset{теория}{Т.Д.о.т}}}{I_{\underset{теория}{Т.Д.о.т}}} \right| \cdot 100\% = \left| \frac{0{,}026 - 0{,}0239}{0{,}0239} \right| \cdot 100\% = 8{,}8\%; \qquad \varepsilon = 8{,}8\%$$

$$\varepsilon = \left| \frac{I_{\underset{тажрыйбалык}{А.Д.о.т}} - I_{\underset{теория}{А.Д.о.т}}}{I_{\underset{теория}{А.Д.о.т}}} \right| \cdot 100\% = \left| \frac{0{,}0173 - 0{,}0145}{0{,}0145} \right| \cdot 100\% = 19\%; \qquad \varepsilon = 19\%$$

III.5.3-Таблица.

Натыйжалар.

Туруктуу Диск жана Рельстин инерция моменти биргеликте.	$0{,}0393\, кг \cdot м^2$
Жалгыз Рельстин инерция моменти (тажрыйбалык).	$0{,}0133\, кг \cdot м^2$
Туруктуу Дисктин борбордук ок тышы инерция моменти (тажрыйбалык).	$0{,}026\, кг \cdot м^2$
Айлануучу (эркин) Диск жана Рельстин инерция моменти (тажрыйбалык).	$0{,}0306\, кг \cdot м^2$
Жалгыз Айланучу (эркин) Дисктин инерция моменти (тажрыйбалык).	$0{,}0173\, кг \cdot м^2$
Туруктуу Дисктин борбордук ок тышы инерция моменти (теория).	$0{,}0239\, кг \cdot м^2$
Мат.чекит массасынын инерция моменти (теория).	$0{,}0145\, кг \cdot м^2$
Туруктуу Диск үчүн салыштырмалуу ката %	$\varepsilon = 8{,}8\%$
Айлануучу (эркин) Диск үчүн салыштырмалуу ката %	$\varepsilon = 19\%$

Корутунду : Натыйжа канаттандырарлык болуп чыкты.

Маалымат булактары:

1. Fundamentals of Physics, R. Resnick-D.Halliday, Toppan Company LTD, Totyo, Japan, 1985.
2. Physics For Scientists & Engineers with Modern Physics, Raymond A. Serway
3. Механика,молекулярная физика и термодинамика, Е.В.Полицинский,конспект лекций, 2010.

Рецензент: д.т.н., профессор Маймеков З.К.