

**ФИЗИКА МАТЕМАТИКА ИЛИМДЕРИ**  
**ФИЗИКО-МАТЕМАТИЧЕСКИЕ НАУКИ**  
**PHYSICO-MATHEMATICAL SCIENCE**

*Исаев А.Д.*

**ФИЗИКАЛЫК ПРАКТИКУМ IV**

*Исаев А.Д.*

**ФИЗИЧЕСКИЙ ПРАКТИКУМ IV**

*A.D. Isaev*

**PHYSICAL PRACTICAL IV**

УДК: 530.1(076.5)

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

**Негизги сөздөр:** инерция моменти, жиптин керилүү күчү, бурчтук ылдамдык, импульс моментинин сакталуу закону, баллистикалык (математикалык) маятник.

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

**Ключевые слова:** момент инерции, сила натяжения нити, угловая скорость, закон сохранения момента импульса, баллистический (математический) маятник.

*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 «PASCО».*

**Key words:** moment of inertia, the angular velocity, the law of conservation of angular momentum, ballistic (mathematical) pendulum.

**№IV.1 ЛАБОРАТОРДУК ИШ.**

**МАТЕРИАЛДЫК ЧЕКИТ МАССАСЫНЫН ИМПУЛЬС  
 МОМЕНТИНИН САКТАЛУУСУ.**

(Интерфейссиз жасалат)

**Максаты:** Белгилүү радиустагы тегерек орбита боюнча айланып жаткан нерсенин радиусун кичирейтип, импульс моментинин сакталуу закон ченемдүүлүгү аркылуу бурчтук ылдамдыкты аныктоо.

**Жабдылышы:**

- Кичине ролик учун программалануучу убакыт өлчөгүч.
- Айлануучу жабдык (ME-8953).
- Суу таразасы.
- Фотосенсорлор.

**Кыскача теориялык маалымат:**

Белгилүү радиустагы тегерек боюнча айланып жаткан нерсенин радиусу өзгөртүлгөндө импульстун моментери сакталат:

$$L = I_i \cdot \omega_i = I_f \cdot \omega_f \quad (\text{IV.1.1})$$

Бул жерде  $I_i$  - баштапкы инерция моменти,  $\omega$  – бурчтук ылдамдык. Ошентип акыркы бурчтук ылдамдыгын  $\Rightarrow \omega_f = \frac{I_i}{I_f} \cdot \omega_i$  таап алабыз. Айланып жаткан нерсенин инерция моментин табуу үчүн күчтүн

моменти таасир этүү учурунда бурчтук ылдамдануусу өлчөнөт  $\tau = I \cdot \alpha \Rightarrow I = \frac{\tau}{\alpha}$ ;  $\alpha = \frac{a \cdot \tau}{r}$  – бурчтук ылдамдануу,  $\tau$  – айлануучу

Жабдыктын цилиндрине оролгон жиптен келген күчтүн моментини.  $\tau = r \cdot T$

$r$  - цилиндридин радиусу,  $T$  - жиптин керилүү күчү

Илинген масса үчүн Ньютондун II закону:

$$\Sigma F = mg - T = ma \quad (IV.1.2)$$

Мындан улам жиптин керилүү күчү:

$$T = m \cdot (g - a) \quad (IV.1.3)$$

Илинген массанын түз сызыктуу ылдамдыгы аныкталгандан кийин, күчтүн моменти, бурчтук ылдамдануусу жана инерция моментин эсептей алабыз.

**Эсептөөлөр: Теориялык жана тажрыйбалык эсептөөлөр.**

**Сүрүлүүнүн аныкталуусу.** Инерция моментин тажрыйба жолу менен табуу үчүн колдонулуучу теория сүрүлүүнү камтыбагандыктан, бул жерде мурда сүрүлүүнү жеңүүчү кинетикалык энергияны аныктап алуу зарыл. Ошон үчүн илинген массанын ылдый карай түшүсүн бир калыптагы ылдамдыкта кылып алуу зарыл. (кичинекей массалар аркылуу орундатылат) Муну биз сүрүлүүгө сарпталган масса деп айтабыз. Кийинки тажрыйбаларда илинген ылдамдатуучу массалардан чыгарылып туруусу зарыл.

IV. 1.1-Таблица.

**Инерция моменттеринин берилгендери**

№	Массанын тышкы тоскоолу	Массанын ички тоскоолу
Сүрүлүүгө сарпталган масса $m_{суп}$	0,007 кг	0,006 кг
Илинген масса $m_A$	0,030 кг	0,030 кг
Ылдамдануу	$\alpha^1 = 0,08 \text{ рад} / \text{с}^2$ ; $a_\tau = 0,002 \text{ м} / \text{с}^2$	$\alpha^1 = 0,11 \text{ рад} / \text{с}^2$ ; $a_\tau = 0,00275 \text{ м} / \text{с}^2$
Радиус R	0,0125 м	0,0125 м
Инерция моменти I	0,0175 кг · м <sup>2</sup>	0,0133 кг · м <sup>2</sup>

$a = a_\tau$   $\alpha^1$  - кичинекей роликтеги ылдамдануу.

$$T_{\text{тышкы}} = (m_A - m_{суп}) \cdot (g - a_\tau) = (0,030 \text{ кг} - 0,007 \text{ кг}) \cdot (9,8 \text{ м} / \text{с}^2 - 0,002 \text{ м} / \text{с}^2)$$

$$T_{\text{тышкы}} = 0,023 \text{ кг} \cdot 9,798 \text{ м} / \text{с}^2 = 0,225 \text{ кг} \cdot \text{м} / \text{с}^2 \Rightarrow T_{\text{тышкы}} = 0,225 \text{ Н}$$

$$T_{\text{тышкы}} = (m_A - m_{суп}) \cdot (g - a_i) = (0,030 \text{ кг} - 0,006 \text{ кг}) \cdot (9,8 \text{ м} / \text{с}^2 - 0,00275 \text{ м} / \text{с}^2)$$

$$T_{\text{тышкы}} = 0,024 \text{ кг} \cdot 9,797 \text{ м} / \text{с}^2 = 0,235 \text{ кг} \cdot \text{м} / \text{с}^2 \Rightarrow T_{\text{тышкы}} = 0,235 \text{ Н}$$

$\alpha^1$  – кичине роликтин бурчтук ылдамдануусу.

$\alpha$  – чоң роликтин бурчтук ылдамдануусу (октогу).

Бирок  $a_\tau^1 = a_\tau \Rightarrow \alpha \cdot R = \alpha^1 \cdot r \Rightarrow \alpha = \frac{\alpha^1 \cdot r}{R}$  ; R – чоң роликтин радиусу, r – кичине роликтин радиусу .

$$\tau = I \cdot \alpha \Rightarrow r \cdot T = I \cdot \alpha \Rightarrow I = \frac{T \cdot R^2}{\alpha^1 \cdot r}$$

$$I_{ду} = \frac{0,0125^2 \cdot 0,225}{0,08 \cdot 0,025} = 0,0175 \text{ кг} \cdot \text{м}^2 ; I_i = \frac{0,0125^2 \cdot 0,235}{0,11 \cdot 0,025} = 0,0133 \text{ кг} \cdot \text{м}^2$$

Эми болсо, баштапкы жана акыркы бурчтук ылдамдыктарын өлчөөбүз керек.

Бул иш аракеттер айланып жаткан кичине роликтин ‘Smart Timer’дин жардамы менен баштапкы жана акыркы бурчтук ылдамдыктарынын өлчөнүүсү аркылуу ишке ашат.

IV. 1.2-Таблица.

		Ички тоскоол			
	$\omega \frac{\delta \dot{\alpha} \ddot{\alpha}}{\ddot{\eta}}$	1	2	3	$\bar{\omega}$
Бурчтук ылдамдык	Баштапкы	1,00	1,02	0,97	1,00
	Акыркы	2,71	2,80	2,94	2,81

$$I_d \cdot \omega_{dson} = I_i \cdot \omega_{ison} \Rightarrow \omega_{dson} = \frac{I_i}{I_d} \cdot \omega_{ison}$$

IV. 1.3-Таблица.

		Тышкы тоскоол			
	$\omega \frac{rad}{c}$	1	2	3	$\bar{\omega}$
Бурчтук ылдамдык	Баштапкы	0,82	0,84	0,84	0,83
	Акыркы	2,32	2,25	2,29	2,29

$$\omega_{дакыркы} = \frac{= 0,0133}{0,0175} \cdot 2,81 = 2,136 \approx 2,14 \frac{rad}{c}$$

IV. 1.4-Таблица.

Орточо тажрыйбалык бурчтук ылдамдык $\omega$	$2,29 \frac{rad}{c}$
Теориялык бурчтук ылдамдык	$2,14 \frac{rad}{c}$
% Салыштырмалуу ката	%7

Жиптин керилелек учурундагы айлануу кыймыл аракетинин кинетикалык энергиясы:

$$K_{d. акыркы} = \frac{1}{2} \cdot I_d \cdot \omega_{d. акыркы}^2; \quad K_{d. акыркы} = \frac{1}{2} \cdot 0,0175 \cdot 2,29^2 = 0,046 \text{ Дж.}$$

$$K_{i. акыркы} = \frac{1}{2} \cdot I_i \cdot \omega_{i. акыркы}^2; \quad K_{i. акыркы} = \frac{1}{2} \cdot 0,0133 \cdot 2,81^2 = 0,053 \text{ Дж}$$

$$K_{d. акыркы} < K_{i. акыркы} \quad \text{Эмне үчүн?}$$

**Корутунду :** Натыйжа каталуу чыкты, тажрыйба кайталануусу зарыл.

#### № IV.2 ЛАБОРАТОРДУК ИШ. БИР МАТЕРИАЛДЫК ЧЕКИТ МАССАСЫН ИМПУЛЬС МОМЕНТИНИН САКТАЛУУСУ.

(Компьютерде интерфейс аркылуу жасалат)

**Максаты:**

**Жабдылышы:**

- Сезгич убакыт программасы (SMART TIMER).
- 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:**

IV. 2.1-Таблица.

**Берилгендер.**

Чоң роликтин радиусу $r = 0,0125 \text{ м}$	Бурчтук ылдамдыктар	
№	Баштапкы $\omega (\text{рад}/\text{с}^2)$	Акыркы $\omega_f (\text{рад}/\text{с}^2)$
1	3,52	4,8
2	1,92	2,88
3		

IV. 2.2-Таблица.

**Инерция моменти берилгендери.**

№	Массанын тышкы тоскоолу $r_i (\text{м})$	Массанын ички тоскоолу $r_f (\text{м})$
Сүрүлүүгө сарпталган масса $m_{\text{суп}}$	0,004 кг	0,004 кг
Илинген масса, $m_A$	0,03 кг	0,03 кг
Жантаюу, Ылдамдануу	0,0020 $\text{м}/\text{с}^2$	0,0028 $\text{м}/\text{с}^2$
Радиус, $r_{\text{чоң ролик}}$	0,0125 м	0,0125 м
Инерция моменти	0,0199 $\text{кг} \cdot \text{м}^2$	0,0142 $\text{кг} \cdot \text{м}^2$

**Эсептөөлөр:**

1. Тышкы турдургучтагы масса ( $r_i = 0,17 \text{ м}$ )

$$T_i = (m_A - m_{\text{суп}}) \cdot (g - a) = (0,03 - 0,004)(9,8 - 0,002) \Rightarrow T_i = 0,026 \cdot 9,798 = 0,255 \text{ Н}$$

$$I_i = \frac{T_i \cdot r_{\text{чоң ролик}}^2}{a_i} = \frac{0,255 \cdot 0,0125^2}{0,002} \Rightarrow I_i = 0,0199 \text{ кг} \cdot \text{м}^2$$

2. Ички турдургучтагы масса ( $r_f = 0,08 \text{ м}$ )

$$T_f = (m_A - m_s)(g - a) = (0,03 - 0,004)(9,8 - 0,0028) \Rightarrow T_f = 0,026 \cdot 9,7972 = 0,2547 \text{ Н}$$

$$I_f = \frac{T_f \cdot r_{\text{чоң ролик}}^2}{a_f} = \frac{0,2547 \cdot 0,0125^2}{0,0028} \Rightarrow I_f = 0,0142 \text{ кг} \cdot \text{м}^2$$

**Эскертүү:** Эсептелинген инерция моментинен аппараттын инерция моментин чыгарып салуубуз абзел.

IV. 2.3-Таблица

**Натыйжалар**

№	Сыноо 1	Сыноо 2
Бурчтук ылдамдык (теориялык)	4,9	2,69
Салыштырмалуу ката %	%2	%7

Берилгендерди салыштыруу:  $I_i \cdot \omega_i = I_f \cdot \omega_f \Rightarrow 0,0199 \cdot 3,52 = 0,0142 \cdot 4,8$

$$0,07 \text{ кг} \cdot \text{м}^2 / \text{с} \approx 0,068 \text{ кг} \cdot \text{м}^2 / \text{с}$$

$$0,0199 \cdot 1,92 = 0,0142 \cdot 2,88$$

$$0,038 \text{ кг} \cdot \text{м}^2 / \text{с} \approx 0,041 \text{ кг} \cdot \text{м}^2 / \text{с}$$

$$I_i \cdot \omega_i = I_f \cdot \omega_f \Rightarrow \omega_{f \text{ теория}} = \frac{I_i}{I_f} \cdot \omega_i$$

$$1. \omega_{f \text{ теория}} = \frac{0,0199}{0,0142} \cdot 3,52 = 4,9 \text{ рад} / \text{с}^2 \Rightarrow \omega_{f \text{ теория}} = 4,9 \text{ рад} / \text{с}^2$$

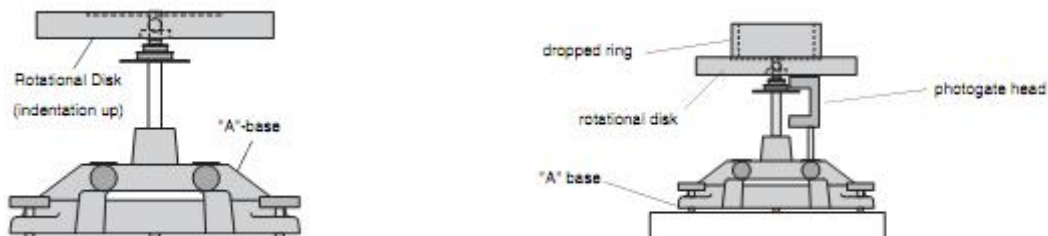
$$2. \omega_{f \text{ теория}} = \frac{0,0199}{0,0142} \cdot 1,92 = 2,69 \text{ рад} / \text{с}^2 \Rightarrow \omega_{f \text{ теория}} = 2,69 \text{ рад} / \text{с}^2$$

$$\varepsilon = \left| \frac{4,8 - 4,9}{4,9} \right| \cdot 100\% = 2\% \quad , \quad \varepsilon = \left| \frac{2,88 - 2,69}{2,69} \right| \cdot 100\% = 7\%$$

**Корутунду :** Натыйжалар жакшы болуп чыкты.

### № IV.3 ЛАБОРАТОРДУК ИШ. ИМПУЛЬС МОМЕНТИНИН САКТАЛУУСУ. (Интерфейссиз жасалат)

**Максаты:** Белгилүү бурчтук ылдамдыкта айланып жаткан диске, шакек түшүрүлүүсү аркылуу ортого чыккан чоңдуктардын сан маанилери менен системанын акыркы абалындагы бурчтук ылдамдануусу салыштырылат.



IV. 3.1-Сүрөт.

**Жабдылышы:**

- Кичине ролик учун программалануучу убакыт өлчөгүч.
- Айлануучу жабдык (ME-8953)
- Суу таразасы.
- Фотосенсорлор.

**Кыскача теориялык маалымат:**

Импульс моментинин сакталуу закону.

Кичине массалык бөлүкчөлөрдөн турган бир нерсе системасынын жалпы импульсу, ал системага таасир этип жаткан тышкы күчтөрдүн натыйжалоочуусу нөлгө барабар болгон учурда, туруктуу калаарын билебиз. Ушул эле сыяктуу сакталуу закон ченемлүүлүк айлануу кыймыл аракетинде бар экендиги белгилүү.

Бул закон ченемдүүлүк мындайча түшүндүрүлөт: кичине массалык бөлүкчөлөрдөн турган системага таасир этип жаткан тышкы күчтөр моменттеринин натыйжалоочуусу нөлгө барабар болсо, системанын жалпы импульсунун моменти туруктуу калат.

$$\sum \vec{\tau}_{\text{тышкы}} = \frac{d\vec{L}}{dt} = 0 \quad \text{болсо} \quad \vec{L} = \text{const} \quad (\text{туруктуу}) \quad (\text{IV.3.1})$$

Кичине бөлүкчөлөрдөн турган системанын сакталуу закону,  $\sum \vec{L}_n = \text{const}$

Кичине массалык бөлүкчөлөрдөн турган нерсенин ичинде жаңы бир массалык таралуу пайда болсо, инерция моментинин өзгөрүүсү, импульс моментинин сакталуусу төмөнкүчө туюнтулат:

$$\vec{L}' = \vec{L} = \text{const}$$

Белгилүү окко (мисал үчүн “z”) карата айланып жаткан нерсенин моментинин сакталуусу  $L_z = I \cdot \omega$  берилсе, анда бул абал үчүн:  $I_{\text{баштапкы}} \cdot \omega_{\text{баштапкы}} = I_{\text{акыркы}} \cdot \omega_{\text{акыркы}} = \text{const}$  болот.  $L_z = I \cdot \omega$  деп жазылат. Мында  $L_z$ ,  $\vec{L}$  нин айлануу огу боюнча түзүчүүсү жана I-инерция моменти.

$$I_i \cdot \omega_i = I_s \cdot \omega_s = \text{sabit} \quad (\text{IV.3.2})$$

**Масса борборуна тиешелүү теоремада:** массалык борборунан өткөн окко карата, нерсеге натыйжалоочу күчтүн моменти таасир этип жатса, ал нерсенин массалык борборунун кыймыл аракетин карабастан, импульс моментинин убакыт боюнча өзгөрүүсүнө барабар. Бул теорема масса борбору ылдамдатылган учурда да,  $\tau \vec{r} \vec{L}$  масса борборуна карата эсептелүүсүнө мүмкүнчүлүк берет.

Айланып жаткан дискке шакекти түшүргөндө, диск менен шакектин күч моментери сан мааниси боюнча барабар жана багыттары терс болгондуктан натыйжалоочу күчтүн моменти пайда болбойт. Ошондуктан импульс моментери да өзгөрүүгө дуушар боло албайт. Демек бул учурда да импульс моментери сакталат:  $L = I_i \cdot \omega_i = I_f \cdot \omega_f$

$I_i$  - баштапкы инерция моменти,  $\omega_i$  - баштапкы бурчтук ылдамдануу,  $I_f$  - акыркы инерция моменти,  $\omega_f$  - акыркы бурчтук ылдамдануу.

Дисктин баштапкы учурдагы инерция моменти:  $I_D = \frac{1}{2} \cdot M_D \cdot R^2$

Дисктин менен шакектин акыркы учурдагы биргеликте болгон инерция моменти:

$$I_f = I_{\text{Ш+Д}} = \frac{1}{2} \cdot M_D \cdot R^2 + \frac{1}{2} \cdot M_{\text{Ш}} \cdot (r_{\text{ички}}^2 + r_{\text{тышкы}}^2) \quad (\text{IV.3.3})$$

Мындан улам акыркы бурчтук ылдамдык:  $\omega_f = \frac{I_D}{I_{\text{Ш+Д}}} \cdot \omega_i$

$I_f = I_{\text{Ш+Д}}$  -шакек айланып жаткан дискке түшүрүлгөндөн кийинки учур.

**Эсептөөлөр:**

IV. 3.1-Таблица.

**Берилгендер жана эсептөөлөр.**

Баштапкы бурчтук ылдамдык	IV.3.2-Таблица
Акыркы бурчтук ылдамдык (тажрыйбалык)	IV.3.2-Таблица
Дисктин массасы	1,45087 кг
Шакектин массасы	1,4401 кг
Шакектин ички радиусу- $r_i$ , шакектин тышкы радиусу- $r_d$	0,0537 м 0,0640 м
Дисктин радиусу R	0,114 м
Акыркы бурчтук ылдамдык (теориялык)	IV.3.2-Таблица
Акыркы бурчтук ылдамдануулар $\varepsilon$ %	IV.3.2-Таблица

$$I_{D, \text{теория}} = \frac{1}{2} \cdot M_D \cdot R^2 = \frac{1}{2} \cdot 1,45087 \cdot 0,114^2 \Rightarrow I_{D, \text{теория}} = 0,0094 \text{ кг} \cdot \text{м}^2$$

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

$$I_{Ш+Д} = I_{Ш} + I_{Д} = 0,0094 + 0,0050 = 0,0144 \text{ кг} \cdot \text{м}^2 \Rightarrow I_{Ш+Д} = 0,0144 \text{ кг} \cdot \text{м}^2$$

IV. 3.2-Таблица.

Эсептөөлөрдүн уландысы

№	$\omega_i \frac{\delta \ddot{a}}{\ddot{n}}$	$\omega_f \frac{\delta \ddot{a}}{\ddot{n}}$	$\omega_i \frac{\delta \ddot{a}}{\ddot{n}}$	% $\varepsilon$
1	2,28	1,3	1,49	%13
2	3,36	2,01	2,19	%8,2
3	5,16	3,62	3,36	%7,7
4	6,5	4,5	4,24	%6,13
5	3,94	2,66	2,58	%3,1

R-дисктин радиусу.

$r_i$  – шакектин ички радиусу.

$r_D$  – шакектин тышкы радиусу.

$\omega_i$  – баштапкы бурчтук ылдамдык .

$\omega_f$  - акыркы бурчтук ылдамдык.

Эсептөө формуласы: 
$$\omega_f = \frac{I_D \cdot \omega_i}{I_{Д+Ш}} = \frac{0,0094}{0,0144} \cdot \omega_i \Rightarrow \varepsilon = \left| \frac{\omega_{f.тажрыйба} - \omega_{f.теория}}{\omega_{f.теория}} \right| \cdot 100\%$$

**Эскертүү:**

Натыйжалардын мындай чыгуусу, айланып жаткан нерсенин толук кандуу горизонттук абалда болбоосу жана кичине болсо да нерсенин орнотулган шиштеги сүрүлүү күчүнүн моменти  $\tau_{суп} \neq 0$  болгону деп болжолдойбуз. Шиштин инерция моменти  $I_{шиш} \approx 0$  экендиги өткөн тажрыйбаларда далилденген.

1.Тажрыйбалык жана теориялык бурчтук ылдамдануулардын дал келүүсү.

2.Кагылышуу учурунда айлануу кинетикалык энергиясынын жоготуулары

$$\%K_{lost} = \left| \frac{\frac{1}{2} I_i \cdot \omega_i^2 - \frac{1}{2} I_f \cdot \omega_f^2}{\frac{1}{2} I_i \cdot \omega_i^2} \right| \times 100\%$$

Салыштырмалуу катасы эң аз болгон сыноо үчүн:

$$\%K_{lost} = \left| \frac{\frac{1}{2} \cdot 0,0094 \cdot 3,94^2 - \frac{1}{2} \cdot 0,0144 \cdot 2,58^2}{\frac{1}{2} \cdot 0,0094 \cdot 3,94^2} \right| \times 100\%$$

$\%K_{lost} = 34\%$  Кинетикалык энергиясынын жоготуусу.

**Корутунду :** Натыйжалар жакшы болуп чыкты.

№ IV.4 ЛАБОРАТОРДУК ИШ.  
ИМПУЛЬС МОМЕНТИНИН САКТАЛУУСУ.  
(Интерфейс менен жасалат)

**Максаты:**

**Жабдылышы:**

**Кыскача теориялык маалымат**

$$L = I_i \cdot \omega_i = I_f \cdot \omega_f \quad (IV.4.1)$$

$I_{Ж.Д.теория}$  – Жалгыз дисктин инерция моментинин теориялык сан мааниси.  $I_{Д+Ш}$  – Диск + Шакек менен биргеликте инерция моменттеринин сан мааниси.

$$I_{Ж.Д.теория} = \frac{1}{2} \cdot M_{Д} \cdot R^2; \quad I_{Д+Ш.теория} = \frac{1}{2} \cdot M_{Д} \cdot R^2 + \frac{1}{2} \cdot M_{Ш} \cdot (R_1^2 + R_2^2)$$

Мындан улам төмөнкү туюнтмага алып келет:

$$\omega_f = \frac{M_{Д} \cdot R^2}{M_{Д} \cdot R^2 + M_{Ш} \cdot (R_1^2 + R_2^2)} \cdot \omega_i$$



IV.4.1-Сүрөт. Диск жана Шакек.

**Эсептөөлөр:**

IV. 4.1-Таблица

Берилгендер жана Эсептөөлөр

Баштапкы бурчтук ылдамдык $\omega_i$	$2,56 \frac{\delta \ddot{a} \ddot{a}}{\ddot{n}}$
Акыркы бурчтук ылдамдык (тажрыйбалык)	$1,76 \frac{\delta \ddot{a} \ddot{a}}{\ddot{n}}$
Дисктин массы	1,451 кг
Шакектин массасы	1,440 кг
Шакектин ички радиусу $R_1$	0,0537 м
Шакектин тышкы радиусу $R_2$	0,0640 м
Дисктин радиусу $R$	0,114 м
Акыркы бурчтук ылдамдык (теориялык)	$1,67 \frac{\delta \ddot{a} \ddot{a}}{\ddot{n}}$
Акыркы бурчтук ылдамдыктардын салыштырмалуу катасы %	$\approx 5,4$

$$\omega_i = \frac{v_i}{r_{\text{чон ролик}}} = \frac{0,032}{0,0125} = 2,56 \text{ рад/с}; \quad \omega_f = \frac{v_f}{r_{\text{чон ролик}}} = \frac{0,022}{0,0125} = 1,76 \text{ рад/с}$$

$$I_{Д.теория} = 0,0094 \text{ кг} \cdot \text{м}^2; \quad I_{Д+Ш.теория} = 0,0094 + 0,00504 = 0,0144 \text{ кг} \cdot \text{м}^2$$



$$2,56 \frac{\text{рад}}{\text{с}} \cdot 0,0094 \text{ кг} \cdot \text{м}^2 = 1,76 \frac{\text{рад}}{\text{с}} \cdot 0,0144 \text{ кг} \cdot \text{м}^2$$

$$0,0241 \frac{\text{кг} \cdot \text{м}^2 \cdot \text{рад}}{\text{с}} \approx 0,0253 \frac{\text{кг} \cdot \text{м}^2 \cdot \text{рад}}{\text{с}}$$

$$\omega_{f, \text{теория}} = \frac{\omega_i \cdot I_{D, \text{теория}}}{I_{D+Ш}} = \frac{0,0094}{0,0144} \cdot 2,56 = 1,67 \frac{\text{рад}}{\text{с}} \Rightarrow \omega_{f, \text{теория}} = 1,67 \frac{\text{рад}}{\text{с}}$$

$$\%KE_{\text{акыркы}} = \left| \frac{I_i \cdot \omega_{i, \text{теория}}^2 - I_f \cdot \omega_{f, \text{теория}}^2}{I_i \cdot \omega_{i, \text{теория}}^2} \right| \cdot 100\%;$$

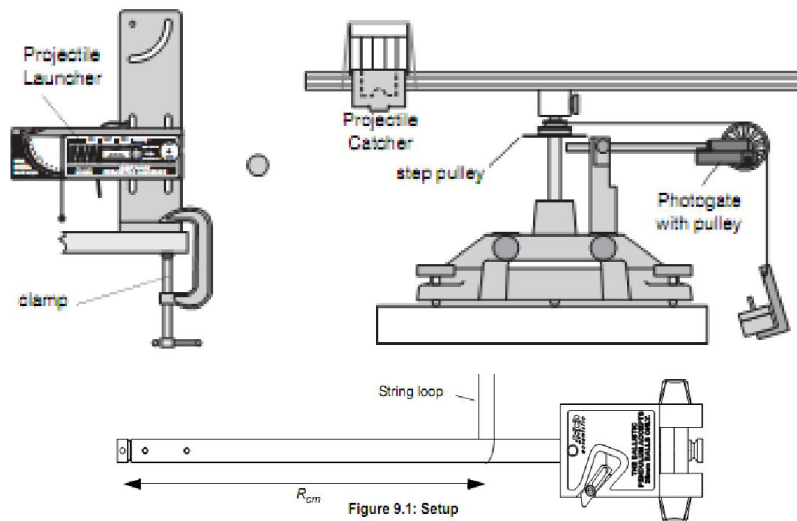
$$I_i = I_{D, \text{теория}}; I_f = I_{Ш+D, \text{теория}}; \omega_{i, \text{теория}} = \omega_{i, \text{тажрыйбалык}}$$

$$\%KE_{\text{акыркы}} \approx 27,6\% \text{ Кинетикалык энергия сарпталууда.}$$

Корутунду :

### № IV.5 ЛАБОРАТОРДУК ИШ. БАЛЛИСТИКАЛЫК (ФИЗИКАЛЫК) МАЯТНИК.

**Максаты:** Атуучу түзүлүш жабдыгын колдонуп импульс моментинин сакталуу законун тажрыйбалык түрдө далилдөө.



IV. 5.1-Сүрөт.

**Жабдылышы:**

-Атуучу түзүлүш-темир топ

**Кыскача теориялык маалымат:**

Бир нерсеге күчтүн momenti таасир эткенде, ал нерсе белгилүү окко карата айланат, жасалып жаткан жумуш болсо төмөнкүчө берилет :

$$W = \int_{\theta_i}^{\theta_f} \tau_z \cdot d\theta \quad \text{биздин абал үчүн} \quad \vec{\tau} = \vec{r} \times \vec{F}; \quad \tau_z = r \cdot F \cdot \sin \theta; \quad F = M \cdot g$$

$$W = \int_0^{\theta_f} r \cdot F \cdot \sin \theta \cdot d\theta = \int_0^{\theta_f} r \cdot M \cdot g \cdot \sin \theta \cdot d\theta \quad (\text{IV.5.1})$$

бул жерде  $M$  - баллистикалык маятник чыбыгы менен темир топтун чогу болгон массасы.

$$\text{Берилген интегралды чыгарсак: } W = r \cdot M \cdot g \int_0^{\theta_f} \sin \theta \cdot d\theta; \quad \int_0^{\theta_f} \sin \theta \cdot d\theta = -[\cos \theta_f - \cos 0] = 1 - \cos \theta_f$$

болору анык.

$$W = r \cdot M \cdot g \cdot (1 - \cos \theta_f) \quad (IV. 5.2)$$

Башка тараптан  $W = \Delta K = \frac{1}{2} \cdot I \cdot \omega_f^2 - \frac{1}{2} \cdot I \cdot \omega_i^2$  Биз муну  $\omega_f = \omega_0; \omega_i = 0$  деп алабыз.

$$\Delta K = \frac{1}{2} \cdot I \cdot \omega_0^2 \quad (IV.5.3)$$

(1) жана (2) туюнтмаларда таасир берүүчү күчтөрдүн багыты эске алынса, аткарылып жаткан жумуштун терс болору анык. Таасир берген күч ылдамдыкты азайтат. Бул эсте болуусу зарыл.

$$\frac{1}{2} I \cdot \omega_0^2 = r \cdot M \cdot g \cdot (1 - \cos \theta_f); \quad \omega = \sqrt{\frac{2 \cdot r \cdot M \cdot g \cdot (1 - \cos \theta_f)}{I}} \quad (IV.5.3)$$

$$\text{Негизинен импульс моментинин сакталуусунан: } m \cdot v \cdot r = I \cdot \omega_0 \quad (IV.5.4)$$

$m$  -темир топтун массасы;  $r$ -айлануу огуна карата радиус;  $I$ -баллистикалык маятник менен темир топтун биргеликте болгон инерция моменти.

$$v = \frac{I \cdot \omega_0}{m \cdot r} \quad (IV.5.5)$$

Эсептөөлөр:

$$r = 0,3 \text{ м}$$

$$m = 0,0657 \text{ кг (темир топтун массасы)}$$

$$M = 0,30584 \text{ кг (чыбыктын массасы)}$$

Баллистикалык маятник менен темир топтун биргеликте болгон тажрыйбалык инерция моменти:

$$I_q = 0,0260 \text{ кг} \cdot \text{м}^2 \text{ (Чыбыктын инерция моменти)}$$

Өлчөөлөр :

IV. 5.1-Таблица.

Сүрүлүү массасы $m_{суп}$	0,005 кг
Илинген $m_A$	0,05 кг
Ылдамдануу (бурчтук ылдамдануу $\alpha^1$ – кичине роликтен)	0,07 $\frac{\text{ддд}}{\text{н}}$
радиус R	0,0125 м

$$T = (m_A - m_{суп}) \cdot (g - a); \quad T = (0,05 - 0,005) \cdot (9,8 - 0,00175);$$

$$T = 0,045 \cdot 9,798 = 0,4409 \text{ Н}$$

$$I_{x+p} = \frac{R^2 \cdot T}{\alpha^1 \cdot r} = \frac{0,0125^2 \cdot 0,4409}{0,07 \cdot 0,025} = 0,0393 \text{ кг} \cdot \text{м}^2 \Rightarrow I_{q+r} = 0,0393 \text{ кг} \cdot \text{м}^2$$

(Чыбык +Рельстин инерция моменти)

$$I_p = 0,0133 \text{ кг} \cdot \text{м}^2 \text{ (Рельстин тажрыйбалык инерция моменти)}$$

$$I_q = I_{q+r} - I_p = 0,0393 - 0,0133 = 0,0260 \text{ кг} \cdot \text{м}^2 \Rightarrow I_q = 0,0260 \text{ кг} \cdot \text{м}^2$$

IV. 5.2-Таблица.

№	$\theta$ (°)
1	36,5
2	36
3	36
4	36
5	36

6	36
7	36
8	36
$\bar{\theta}$	36

Берилгендерди төмөнкү формулаларга койгондон кийин.

$$\omega_0 = \sqrt{\frac{2 \cdot r \cdot M \cdot g \cdot (1 - \cos \theta)}{I_q}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 0,3 \cdot 0,30584 \cdot 9,8 \cdot (1 - \cos 36^\circ)}{0,0260}} = 3,63 \text{ рад/с}$$

$$v = \frac{I \cdot \omega_0}{m \cdot R} = \frac{0,0260 \cdot 3,63}{0,0657 \cdot 0,3} = 4,79 \text{ м/с} \Rightarrow v = 4,79 \text{ м/с}$$

Жакшы натыйжага алып келет.

**Корутунду :** Натыйжалар жакшы болуп чыкты.

### № IV.6 ЛАБОРАТОРДУК ИШ. АТУУЧУ ТҮЗҮЛҮШ ЖАНА БАЛЛИСТИКАЛЫК МАЯТНИК.

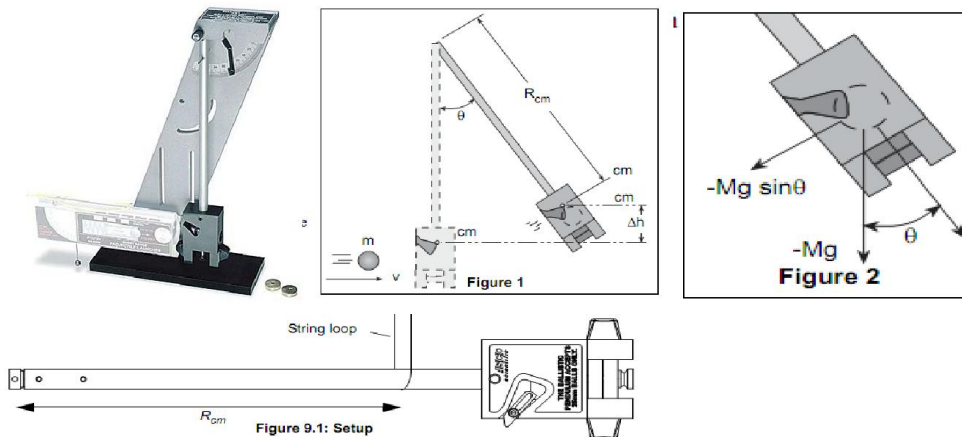
(Болжолдуу одоно ыкма)

**Максаты:** Бул тажрыйбада импульс жана импульстун моментеринин сакталуусу далилденет.

**Жабдылышы :**

**Кыскача теориялык маалымат**

Эсептөөлөр айлануу кыймыл аракетин эске алынбастан жүргүзүлөт. Учуп бара жаткан темир топ , баллистикалык чыбыктын тузагына киргенден кийин система баштапкы деңгелден  $\Delta h_{km}$  – айырма бийиктигине көтөрүлөт.



IV. 6.1-Сүрөт.

Ал эми  $M = m + m_q$  – массасынын эки денгелдеги толук механикалык энергияларынын формулаларын жазсак:

$$\frac{M \cdot v_{s1}^2}{2} + M \cdot g \cdot h_1 = \frac{M \cdot v_{s2}^2}{2} + M \cdot g \cdot h_2 \quad (IV.6.1)$$

Бул жерде  $K = \frac{M \cdot v_s^2}{2}$  – кинетикалык энергия.

$E_n = M \cdot g \cdot h$  – Жердин тартуу потенциалдык энергиясы.

$v_s$  – баллистикалык маятниктин ылдамдыгы.

$M = m + m_q \Rightarrow m_q$  – маятниктин массасы,

$m$  – маятниктин ичиндеги топтун массасы.

$$v_{s2} = 0 \Rightarrow \text{бизге } \frac{M \cdot v_{s1}^2}{2} = M \cdot g \cdot h_2 - M \cdot g \cdot h_1 \Rightarrow \frac{M \cdot v_{s1}^2}{2} = M \cdot g \cdot (h_2 - h_1) = M \cdot g \cdot \Delta h$$

бирок  $\Delta h = R_{km} - R_{km} \cdot \cos \theta \Rightarrow \Delta h = R_{km} \cdot (1 - \cos \theta)$ ; натыйжада  $v_{s1}^2 = 2 \cdot g \cdot R_{km} \cdot (1 - \cos \theta)$

$$v_{s1} = \sqrt{2 \cdot g \cdot R \cdot (1 - \cos \theta)} \quad (IV.6.2)$$

Атуучу түзүлүштөн баштапкы ылдамдыкта чыккан топ баллистикалык чыбыктын ичиндеги топ менен кагылышуу натыйжасында, чыбык белгилүү бурчка чейин четтеп барып токтойт. Бул окуяны төмөнкүчө туюнталабыз:  $m \cdot v_{i1} + m \cdot v_{i2} = M \cdot v_{s1} + M \cdot v_{s2}$  Негизинен кагылышууда эске албайлык кичине болсо да кинетикалык энергияда жоготуулар бар болот.

$v_{i1}$  – m-массалык топтун ылдамдыгы (кагылышуудан мурда)

$v_{i2}$  – m - массалык топтун ылдамдыгы (кагылышуудан кийин)

$v_{s1}; v_{s2}$  – Кагылышуудан мурда белгиленет.

Импульстун сакталуусу:  $\sum_{i=1}^m \vec{p}_i = \sum_{j=1}^n \vec{p}_j$ ; бирок  $v_{i2} = v_{s2} = 0$ ;  $m \cdot v_{i1} = M \cdot v_{s1} \Rightarrow m \cdot v_i = M \cdot v_s$

алып келет.

$$v_i = \frac{M}{m} \cdot \sqrt{2 \cdot g \cdot R \cdot (1 - \cos \theta)} \quad (IV.6.3)$$

Эсептөөлөр:

$$R_{km} = 0,3 \text{ м} ; m_{\text{темир топ}} = 65,8 \text{ г} ; m_{\text{пластик топ}} = 9,6 \text{ г} ; m_q = 273,0 \text{ г}$$

$m_q$  – бул тажрыйбада,  $m_q$  теориялык жолу менен табылат.

IV. 6.1-Таблица

Темир топ +темир баллистикалык чыбык кагылышуусу

№	$\theta$ (°)	$\Delta\theta$ (°)	$\Delta\theta^2 \cdot 10^{-2}$
1	34,0	+0,7	49
2	36,5	+3,2	1024
3	34,0	+0,7	49
4	34,5	+1,2	144
5	35,0	+1,7	289
6	32,0	-1,3	169
7	32,5	-0,8	64
8	32,0	-1,3	169
9	29,5	-3,8	1444
10	32,5	-1,3	169
$\bar{\theta}$	33,3		

$$\Delta\theta = \sqrt{\frac{3570 \cdot 10^{-2}}{90}} = 0,63^\circ \approx 0,6^\circ; \quad \theta_1 = 33,3 \pm 0,6^\circ \text{ (темир топ + темир топ)}$$

IV. 6.2- Таблица

$v_i \rightarrow v_s$  Пластикалык топ + темир топ (баллистикалык) кагылышуусу.

№	$\theta$ (°)	$\Delta\theta$ (°)	$\Delta\theta^2 \cdot 10^{-2}$
1	12,0	+0,4	16
2	12,0	+0,4	16
3	10,5	-1,1	121
4	11,0	+0,6	36
5	11,5	-0,1	1
6	11,0	-0,6	36
7	11,0	-0,6	36
8	11,5	-0,1	1
9	15,0	-3,4	1156
10	10,0	-1,6	256
$\bar{\theta}$	11,6		

$$\Delta\theta = 0,43^\circ \approx 0,4^\circ; \quad \theta_2 = 11,6 \pm 0,4^\circ \text{ (пластикалык топ + темир топ)}$$

IV.6.3-Таблица

$v_i \rightarrow v_s$  Темир топ + пластикалык топтордун (баллистикалык) кагылышуусу.

№	$\theta$ (°)	$\Delta\theta$ (°)	$\Delta\theta^2 \cdot 10^{-2}$
1	40,0	-2,8	784
2	44,0	+1,2	144
3	40,0	-2,8	784
4	42,0	-0,8	64
5	43,0	+0,2	4
6	44,5	+1,7	289
7	44,5	+1,7	289
8	45,0	+2,2	484
9	42,5	-0,3	9
10	42,0	-0,8	64
$\bar{\theta}$	42,8		

$$\Delta\theta = \sqrt{\frac{2915 \cdot 10^{-2}}{90}} = 0,57^\circ \approx 0,6^\circ; \quad \theta_3 = 42,8 \pm 0,6^\circ \text{ (темир + пластикалык топтор)}$$

Бул тажрыйбада:  $v_i = \frac{m_{\text{темир топ}} + m_{\text{ч}}}{m_{\text{пластикалык топ}}} \cdot \sqrt{2 \cdot g \cdot R_{\text{км}}} \cdot (1 - \cos\theta)$

$m_{\text{темир топ}}$  – темир топтун массасы.

$m_{\text{ч}}$  – баллистикалык чыбыктын массасы.

$m_{\text{пластикалык топ}}$  – пластикалык топтун массасы.

$$IV.6.1-Таблицасы \quad \text{ҮЧҮН} \quad \mathcal{G}_{i.темир топ} = \frac{m_{темир топ} + m_{ч}}{m_{темир топ}} \cdot \sqrt{2 \cdot g \cdot R_{km} \cdot (1 - \cos \theta_1)}$$

$$IV.6.2-Таблицасы \quad \text{ҮЧҮН} \quad \mathcal{G}_{i.пластикалык топ} = \frac{m_{темир топ} + m_{ч}}{m_{пластикалык топ}} \cdot \sqrt{2 \cdot g \cdot R_{km} \cdot (1 - \cos \theta_2)}$$

$$IV.6.3-Таблицасы \quad \text{ҮЧҮН} \quad v_{i.темир топ} = \frac{m_{пластикалык топ} + m_{ч}}{m_{темир топ}} \cdot \sqrt{2 \cdot g \cdot R_{km} \cdot (1 - \cos \theta_3)}$$

Жогорудагы системадан  $m_{ч}$  – табалык.

$$\frac{m_{пластикалык топ} + m_{ч}}{m_{темир топ}} \cdot \sqrt{2 \cdot g \cdot R_{km} \cdot (1 - \cos \theta_3)} = \frac{m_{темир топ} + m_{ч}}{m_{темир топ}} \cdot \sqrt{2 \cdot g \cdot R_{km} \cdot (1 - \cos \theta_1)}$$

$$(m_{пластикалык топ} + m_{ч}) \cdot \sqrt{(1 - \cos \theta_3)} = (m_{темир топ} + m_{ч}) \cdot \sqrt{(1 - \cos \theta_1)}$$

$$m_{пластикалык топ} \cdot \sqrt{(1 - \cos \theta_3)} + m_{ч} \cdot \sqrt{(1 - \cos \theta_3)} = m_{темир топ} \cdot \sqrt{(1 - \cos \theta_1)} + m_{ч} \cdot \sqrt{(1 - \cos \theta_1)}$$

$$m_{ч} \cdot (\sqrt{(1 - \cos \theta_1)} - \sqrt{(1 - \cos \theta_3)}) = m_{пластикалык топ} \cdot \sqrt{(1 - \cos \theta_3)} - m_{темир топ} \cdot \sqrt{(1 - \cos \theta_1)}$$

Тригонометриялык эрежелерге карата :

$$\cos^2 \theta + \sin^2 \theta = 1$$

$$\cos 2\theta = \cos^2 \theta - \sin^2 \theta$$

Мындан улам:  $\cos \theta = \cos \frac{2\theta}{2} = \cos^2 \frac{\theta}{2} - \sin^2 \frac{\theta}{2}$ ;  $\cos^2 \frac{\theta}{2} + \sin^2 \frac{\theta}{2} = 1$  болот.

$$\sqrt{1 - \cos \theta} = \sqrt{\cos^2 \frac{\theta}{2} + \sin^2 \frac{\theta}{2} - \cos^2 \frac{\theta}{2} + \sin^2 \frac{\theta}{2}} \Rightarrow \sqrt{1 - \cos \theta} = \sqrt{2} \cdot \sin \frac{\theta}{2};$$

Бул туюнтманы теңдемебизде колдонсок .

$$m_{ч} \cdot \left( \sqrt{2} \cdot \sin \frac{\theta_1}{2} - \sqrt{2} \cdot \sin \frac{\theta_3}{2} \right) = m_{пластикалык топ} \cdot \sqrt{2} \cdot \sin \frac{\theta_3}{2} - m_{темир топ} \cdot \sqrt{2} \cdot \sin \frac{\theta_1}{2}$$

$$m_{ч} = \frac{m_{пластикалык топ} \cdot \sin \frac{\theta_3}{2} - m_{темир топ} \cdot \sin \frac{\theta_1}{2}}{\sin \frac{\theta_1}{2} - \sin \frac{\theta_3}{2}}$$

$$m_{ч} = \frac{9,6 \cdot \sin(21,4^\circ) - 65,8 \cdot \sin(16,7^\circ)}{\sin(16,7^\circ) - \sin(21,4^\circ)} = \frac{65,8 \cdot 0,28 - 9,6 \cdot 0,37}{0,36 - 0,28} = \frac{18,42 - 3,55}{0,08} = 185,9 \text{ зр} \Rightarrow m_{ч} = 185,9 \text{ зр}$$

$$v_{i.темир топ} = \frac{m_{пластикалык топ} + m_{ч}}{m_{темир топ}} \cdot 2 \cdot \sin\left(\frac{\theta_1}{2}\right) \cdot \sqrt{g \cdot R_{km}}$$

$$v_{i.пластикалык топ} = \frac{m_{темир топ} + m_{ч}}{m_{пластикалык топ}} \cdot 2 \cdot \sin\left(\frac{\theta_3}{2}\right) \cdot \sqrt{g \cdot R_{km}}$$

$$v_{i.темир топ} = \frac{(9,6 + 185,9) \cdot 10^{-3}}{65,8 \cdot 10^{-3}} \cdot 2 \cdot \sin(21,4^\circ) \cdot \sqrt{9,8 \cdot 0,3} \Rightarrow v_{i.темир топ} = 3,67 \text{ м/с}$$

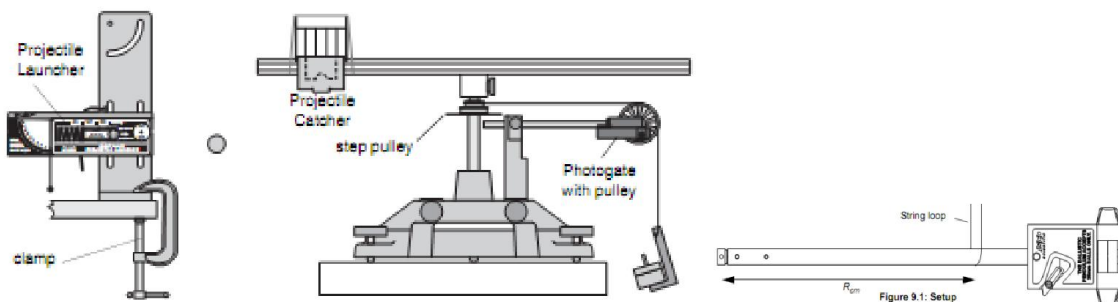
$$v_{i.пластикалык топ} = \frac{(65,8 + 185,9) \cdot 10^{-3}}{9,6 \cdot 10^{-3}} \cdot 2 \cdot \sin(5,8^\circ) \cdot \sqrt{9,8 \cdot 0,3} \Rightarrow v_{i.пластикалык топ} = 8,99 \text{ м/с}.$$

**Корутунду :** Натыйжалар жакшы болуп чыкты.

**№ IV.7 ЛАБОРАТОРДУК ИШ.  
ИМПУЛЬС МОМЕНТИНИН САКТАЛУУСУ.  
АЙЛАНУУЧУ ЖАБДЫККА БЕКИТИЛГЕН КАРМАГЫЧКА ТОП АТУУ.**

**Максаты:** Рельске орнотулган тузакка, топтун атылуусу жана кагылышуу учурундагы импульс моментинин сакталуу закон ченемдүүлүгү аркылуу Атуучу Түзүлүштөн учуп чыккан топтун баштапкы ылдамдыгын аныктоо. Топтун Атуучу Түзүлүштөн учуп чыгуу баштапкы ылдамдыгын №11 тажрыйбасы аркылуу аныктоо жана алынган натыйжаларды салыштыруу.

**Өткөрүү жери:** Экологиялык Инженерия лабораториясы.



IV.7.1-Сүрөт.

**Жабдылышы:**

- Айлануучу жабдык (ME-8951) - Изоленталар
- Атуучу түзүлүш (ME-6800) - Ак кагаз жана кофирка кагазы.
- Жип, сызгыч - Массалар жана граммажлар
- Кичинекей роликтер үчүн фотосенсорлор
- “Smart Timer”
- Атуучу түзүлүштүн кагылышуулар үчүн аксессуарлар (ME-6815)

**Кыскача теориялык маалымат:**

Горизонталдуу багытта атылган топ рельске бекемдетилген тузактын ичине киргенде айлануучу түзүлүш айланып баштайт. Мындай кагылышууда импульстун моменттери сакталат. Бирок энергия сакталбайт. Кагылышуудан мурда болгон импульстун моменти.

$$L = m_b \cdot v_0 \cdot R = I \cdot \omega \quad (IV.7.1)$$

Бул жерде  $m_b$  - топтун массасы;  $v_0$  - Атуучу Түзүлүштөн чыккан топтун баштапкы ылдамдыгы;  $R$  - рельстин үсүндө бекемдетилген чыбыктын тузагынан айлануу огуна чейинки аралык;  $I$  - айлануучу түзүлүш, чыбык жана анын тузагынын ичиндеги топ менен биргеликте болгон инерция моменти.

$$v_0 = \frac{I \cdot \omega}{m_b \cdot R} \quad (IV.7.2)$$

**Эсептөөлөр:**

Эң мурда атуучу тузулүштү колдонуп баштапкы ылдамдык табылат.

IV. 7.1-Таблица.

**Баштапкы ылдамдыкты аныктоо.**

Баштапкы бийиктик  $y_0 = 0,249 \text{ м}$  Ак кагаздын четине чейинки аралык  $x_0 = 0,868 \text{ м}$

Баштапкы ылдамдык  $v_0 = 4,75 \text{ м/с}$

№	$x_i$ (м)
1	0,213
2	0,192
3	0,195
4	0,197
5	0,201
$\bar{x}$	0,200
$x_T$	1,068 (м)

$$y = \frac{g \cdot t^2}{2} \Rightarrow t = \sqrt{\frac{2 \cdot y}{g}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 0,249}{9,8}} = 0,225 \text{ с} \quad t = 0,225 \text{ с} \quad v_0 = \frac{x_T}{t} = \frac{1,068}{0,225} = 4,75 \text{ м/с}$$

**Альтернативдүү ыкма:** Атуучу түзүлүштөн чыккан топтун баштапкы ылдамдыгын фотосенсорлор аркылуу аныктоо.

IV.7.2-Таблица.

Топтордун масса берилгендери. ( $r_{T.O} = 0,182 \text{ м}$   $T.O - \text{Тик Ок}$ )

№	Бурчтук ылдамдык $\omega_i$ рад/с	
	Кичинекей роликтен	Чоң роликтен
1	1,38	2,62
2	1,37	2,63
3	1,37	2,60
4	1,38	2,64
5	1,39	2,64
$\bar{\omega}$	1,38	2,63

IV. 7.3-Таблица.

Инерция моменти берилгендери.

Сүрүлүүгө сарпталган масса $m_{\text{суп}}$	0,003 кг
Илинген масса $m_A$	0,030 кг
Бурчтук ылдамдануу $\alpha$ $\alpha'$	0,20 рад/с <sup>2</sup>
(жантаю коэффициенти)	0,06 рад/с <sup>2</sup>
Радиус R	0,0125 м

$\alpha'$  – кичине роликтин бурчтук ылдамдануусу.

$\alpha$  – чоң роликтин бурчтук ылдамдануусу.

$$\square m_{\text{темир топ}} = 0,0657 \text{ кг}$$

$$T = (m_A - m_{\text{суп}}) \cdot (g - a); \quad I = \frac{R \cdot T}{\alpha}; \quad \alpha \cdot R = \alpha' \cdot r; \quad I = \frac{R^2 \cdot T}{\alpha' \cdot r}$$

$$T = (0,030 - 0,003) \cdot (9,8 - 0,0015) = 0,265 \text{ Н} \Rightarrow T = 0,265 \text{ Н} \quad I = \frac{0,0125^2 \cdot 0,265}{0,06 \cdot 0,025} = 0,0275 \text{ кг} \cdot \text{м}^2$$

$$v_0' = \frac{I \cdot \omega}{m_b \cdot r_{D.E}} = \frac{0,0275 \cdot 2,76}{0,0657 \cdot 0,182} = 6,35 \text{ м/с} \Rightarrow v_0' = 6,35 \text{ м/с}$$



(Импульс Моменттеринин сакталуу закону ыкмасы аркылуу.)

IV. 7.4-Таблица.

Натыйжалар.	
Орточо бурчтук ылдамдык ( $\frac{\delta\alpha}{\delta t}$ )	1,38      2,63
Инерция моменти I	0,0275 кг·м <sup>2</sup>
Эсеп. чыгыш ылдамдыгы $v_{0, айлануу}^1$	6,35 м/с
$v_{0, Атучу тузулуш}$	4,75 м/с
% Салыштырмалуу ката	% 33,7

$$\% Lost = \left| \frac{K_{\text{нөдө}} - K_{\text{кийин}}}{K_{\text{башта}}} \right| \cdot 100 \%$$

Топтун мурдагы жана кийинки кинетикалык энергияларынын проценттик каталары чоң болуусу  $v_0$  жана  $v_0^1$  проценттик каталарына байланыштуу экендиги анык.

**Корутунду:** (Тажрыйба кайталануусу абзел.)

**Адабияттар:**

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.