

# សៀវភៅណែនាំការពិសោធន៍

## កំលាំងនិចលភាព PMK 380





សូមគោរពជម្រាបជូនដល់លោកគ្រូអ្នកគ្រូ សិស្សានុសិស្ស និងអ្នកប្រើប្រាស់ទាំងអស់ អោយបានជ្រាបថា ក្រុមហ៊ុន **ប៊ីសាយអិនធីហ្វិក អិនស្ត្រូម៉ិន (BSI)** យើងខ្ញុំ ប្រែសំរួលសៀវភៅណែនាំអំពីការប្រើប្រាស់ឧបករណ៍នេះ ជាភាសាខ្មែរក្នុង គោលបំណងជួយសំរួលដល់អ្នកប្រើប្រាស់ ជាពិសេសលោកគ្រូអ្នកគ្រូ សិស្សានុសិស្សដែលត្រូវការបង្រៀន និង រៀន អោយមានប្រសិទ្ធភាពខ្ពស់។

ការប្រែសំរួលសៀវភៅណែនាំអំពីការប្រើប្រាស់ឧបករណ៍នេះ និងការចែកជូននេះ ក្រុមហ៊ុន មិនមានការទទួលកំរៃអ្វី ឡើយ។ ការប្រែសំរួលនេះ ជាការចូលរួមចំនែកជំនួយមួយផ្នែករបស់ក្រុមហ៊ុន ក្នុងការជួយក្នុងការបង្កើនប្រសិទ្ធភាព ការបង្រៀនរបស់លោកគ្រូ អ្នកគ្រូ និងការសិក្សារបស់ប្អូនៗសិស្សានុសិស្សតែប៉ុន្មាននោះ។

ក្រុមហ៊ុនយើងខ្ញុំ សុំអភ័យទោសទុកជាមុននូវរាល់កំហុសឆ្គងទាំងឡាយណាដែលកើតមានដោយអចេតនាពីការប្រែ សំរួលនេះ។ សូមលោកគ្រូ អ្នកគ្រូ សិស្សានុសិស្សទាំងអស់គ្នា មេត្តាយោគយល់ និងអធ្យាស្រ័យ។

នៅក្នុងករណីដែលលោកគ្រូ អ្នកគ្រូ សិស្សានុសិស្ស មានបញ្ហាក្នុងការប្រើប្រាស់ឧបករណ៍នេះ សូមជួយទំនាក់ទំនងមក កាន់អ្នកបច្ចេកទេសរបស់ក្រុមហ៊ុនយើងខ្ញុំដូចខាងក្រោម៖

**ក្រុមហ៊ុន ប៊ី សាយអិនធីហ្វិក អិនស្ត្រូម៉ិន**

ផ្ទះលេខ ១៧៨អីហ្ស៊ូរ៉ូ និងអីអង ផ្លូវ១៩៧២ សង្កាត់ភ្នំពេញថ្មី ខណ្ឌសែនសុខ ភ្នំពេញ

ទូរសព្ទ ០២៣ ៩០២ ០៨៨

អ៊ីមែល [info@bsi-kh.com](mailto:info@bsi-kh.com)

គេហទំព័រ [www.bsi-kh.com](http://www.bsi-kh.com)

គេហទំព័រ YouTube [www.youtube.com/bsicambodia](http://www.youtube.com/bsicambodia)



### បុព្វកថា

សៀវភៅដៃពិសោធន៍ត្រូវបានរៀបចំឡើងជាឧបករណ៍នៃឧបករណ៍នៃកំលាំងនិចលភាព។

តាមការរំពឹងទុកសៀវភៅនេះអាចជួយអ្នកក្នុងការពិសោធន៍ដោយឧបករណ៍និចលភាពនៅពេលនោះ។

ឧបករណ៍កំលាំងនិចលភាពគឺជាឧបករណ៍មួយដែលប្រើដើម្បីកំណត់កំលាំងនិចលភាពនៃរាងកាយ។

ឧទាហរណ៍តូចៗចំនោមបាល់រឹងផ្សេងទៀត ស៊ីឡាំងរឹង ស៊ីឡាំងប្រហោង និងបំណែកពីរនៃឌីសដែល មានអង្កត់ផ្ចិតខុសគ្នា។ ពួកវាទាំងអស់មានម៉ាស់ដូចគ្នា (ជិតដូចគ្នា) 0,5 គីឡូក្រាម។ នេះគឺមានគោលបំណងដើម្បីជួយឱ្យយល់ពីគោលគំនិតនៃកំលាំងនិចលភាព។ តួមួយទៀតគឺឌីសដែលមានរន្ធ និងម៉ូដែល "Dumbbell" ។ ឌីសដែលមានរន្ធប្រើដើម្បីយល់ពីទ្រឹស្តីបទ Steiner ។

ដោយពេលនេះ ឧបករណ៍និចលភាព វាស់ត្រឹមតែរយៈពេល កំលាំងនិចលភាពនៃរាងកាយអាចកំណត់បាន។ មានឧទាហរណ៍ពិសោធន៍ចំនួនប្រាំនៅក្នុងសៀវភៅនេះ។ ការពិសោធន៍ទីប្រាំក្នុងចំណោមការពិសោធន៍ផ្សេងទៀតគឺ ការរលាស់ចេរនៃឧបករណ៍កំលាំងនិចលភាព កំលាំងនិចលភាពនៃរាងកាយទ្រឹស្តីបទ Steiner កំលាំងនិចលភាពនៃរបារ និង ម៉ាស់និចលភាពនៃ Dumbbell ។

ដោយអត្ថិភាពនៃបរិធាននិចលភាពនៃនិចលភាពជាមួយនឹងសៀវភៅដៃពិសោធន៍ការរំពឹងទុកអាចជួយអ្នកឱ្យយល់អំពីគំនិតនៃនិចលភាព។

## តារាងមាតិកា

បុព្វបទ .....	i
តារាងមាតិកា .....	ii
បញ្ជីឧបករណ៍ .....	iii
ការពិសោធន៍ MI 01 លំនឹងរាងពងក្រពើនៃឧបករណ៍កំលាំងនិចលភាព .....	1
ការពិសោធន៍ MI 02 កំលាំងនិចលភាពនៃរាងកាយ.....	7
ការពិសោធន៍ MI 03 ថ្លើស្តីបទ Steiner .....	13
ការពិសោធន៍ MI 04 កំលាំងនិចលភាពនៃរបារ.....	18
ការពិសោធន៍ MI 05 ម៉ាស់និចលភាព Dumbbell.....	22

**បញ្ជីឧបករណ៍**

លេខរៀង	លេខកាតាឡុក	ឧបករណ៍	ចំនួន
1.	PMK 380.00	Moment of Inertia App.	1 set
2.	PMK 380.01	Photo Gate	1 pc
3.	PMK 380.02	Solid Ball	1 pc
4.	PMK 380.03	Solid Cylinder	1 pc
5.	PMK 380.04	Hollow Cylinder	1 pc
6.	PMK 380.05	Disc 213	1 pc
8.	PMK 380.06	Disc 174	1 pc
9.	PMK 380.07	Solid Cone	1 pc
10.	PMK 380.08	Dumbbell	1 set
12.	PMK 380.09	Disc with Hole	1 pc
13.	PMK 140.10	Timer Counter AT-01 <sup>*)</sup>	1 pc

\*) បន្ថែម





**ការពិសោធន៍ MI-01**

**ប៉ោលរំយោលចេរនៃកំលាំងរបស់បរិធាននិចលភាព**

**A. គោលបំណង**

បន្ទាប់ពីការពិសោធន៍នេះ អ្នកបានរំពឹងទុកថាអាចនឹងកំណត់រាងពងក្រពើ និងកំលាំងនៃភាពមិនប្រក្រតីនៃ រាងកាយ។

**B. ការណែនាំ**

កម្លាំង  $F$  ដែលកាត់កែងទៅ  $R$  គឺធ្វើសកម្មភាពទៅរាងកាយ ដែល  $R$  ជាកាំនៃតួ។ កម្លាំងបង្វិលជុំដែលការសម្តែងអាចជាការសរសេរ

$$\tau = R \times F \dots\dots\dots (1.1)$$

ប្រសិនបើវាដើរតួជាប្រព័ន្ធដែលមាននិទាយរដូវរង់ កម្លាំងបង្វិលជុំសមាមាត្រទៅនឹងគម្លាត  $q$  អាចសរសេរបាន

$$\tau = \kappa\theta \dots\dots\dots (1.2)$$

ដែល គឺជាប៉ោលរំយោលចេរ។

ចេញពីសមីការ (1.1) និង (1.2), នាំអោយបាន;

$$\theta = \frac{R}{\kappa} F \dots\dots\dots (1.3)$$

សមីការ (1.3) តំណាងឱ្យគម្លាតសមាមាត្រទៅនឹងកម្លាំង។ ប្រសិនបើធ្វើក្រាហ្វិកក្នុងទម្រង់ជាបន្ទាត់ត្រង់។

កម្លាំងបង្វិលជុំនេះគឺសមាមាត្រទៅនឹងពេលនៃនិចលភាព  $I$  និងការបង្កើនល្បឿនមុំ,  $\alpha = \frac{d^2\theta}{dt^2}$  ។

យើងសរសេរបាន:  $\tau = I \frac{d^2\theta}{dt^2}$

ពីសមីការ (1.2), យើងបាន

$$I \frac{d^2\theta}{dt^2} = -\kappa\theta$$

or

$$\frac{d^2\theta}{dt^2} + \frac{\kappa}{I} \theta = 0 \dots\dots\dots (1.4)$$

ដែល  $I$  គឺជាកំលាំងនិចលភាព

យើងដឹងថាសមីការ (1.4) គឺជាសមីការអម៉ូនិកសាមញ្ញជាមួយនឹងរយៈពេល

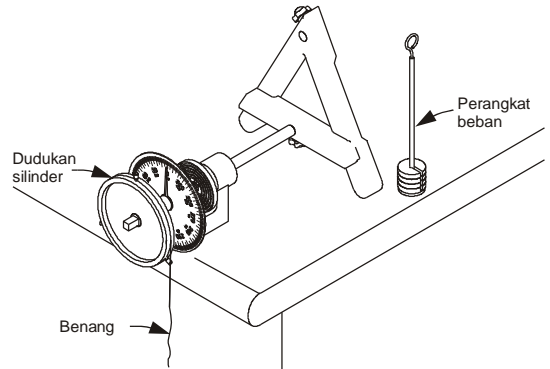
$$T = 2\pi\sqrt{\frac{I}{\kappa}} \dots\dots\dots (1.5)$$

ពីសមីការ (1.5) យើងនឹងដឹងពីកំលាំងនិចលភាពនៃរាងកាយ។

$$I_o = \frac{K}{4\pi^2} T_o^2 \dots\dots\dots (1.6)$$

ដែល  $I_o$  គឺជាកំលាំងនិចលភាពនៃរាងកាយ ហើយ  $T_o$  គឺជារយៈពេលនៃការយោលរបស់រាងកាយ។

**C. ឧបករណ៍**



រូបភាព 1.1 ការដំឡើងឧបករណ៍

ឧបករណ៍កំលាំងនិចលភាព	1 set
Balance <sup>*)</sup>	1 pc
Nylon thread <sup>*)</sup>	1 m
Vernier caliper <sup>*)</sup>	1 pc

Slotted mass and hanger, @ 50 g <sup>*)</sup>	1 set
Photo gate	1 Pc
Timer counter AT-01 <sup>*)</sup>	1 pc

<sup>\*)</sup> Additional item.

**D. ការដំឡើងឧបករណ៍**

1. ដំឡើងបរិធាននិចលភាពនៃនិចលភាពដើម្បីឈរមូលដ្ឋានប្រសិនបើវាមិនកំពុងដំឡើង។ ភ្ជាប់ខ្សែនីឡុងទៅនឹងប៊ូឡុងមួយនៃនូស៊ីឡាំង។ បន្ទាប់មកបត់ខ្សែស្រឡាយជាច្រើនវិល។ ទម្លាក់ឧបករណ៍និចលភាពដោយទម្លាក់ពីលើតុ (សូមមើលរូបភាព 1.1)។

**E. នីតិវិធី**

**I. កំណត់ការរលាស់ថេរ**

1. ការថ្លឹងទម្ងន់នៃម៉ាស់រន្ធដោតនីមួយៗ និងឧបករណ៍ព្យួរ។
2. ការបញ្ជាក់ទ្រនិចនៃឧបករណ៍និចលភាពពេលនៅមាត្រដ្ឋានសូន្យ។
3. ព្យួរ hanger ទៅនឹងខ្សែស្រឡាយ, សង្កេតមើលគម្លាតដែលបានកើតឡើង។ កត់ត្រាជា  $x_1$  ធ្វើជំហាននេះម្តងទៀតច្រើនដង។ កត់ត្រាលទ្ធផលរបស់អ្នកនៅក្នុងតារាង 1.1 ខាងក្រោម។
4. បន្ថែមម៉ាស់រន្ធដោតបន្ទាប់ និងគម្លាតចំណាំជា  $x_2$ ។ កត់ត្រាលទ្ធផលរបស់អ្នកនៅក្នុងតារាង 1.1 ខាងក្រោម។

5. ធ្វើជំហានទី 4 ម្តងទៀតសម្រាប់<sub>3, 4n</sub> ជាដើម។

**តារាងទី 1.1 គម្លាតនៃឧបករណ៍និចលភាពនៃនិចលភាពសម្រាប់ម៉ាស់បន្ថែមនីមួយៗ**

M (g)	Deviation, (°)										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	mean

**II. កំណត់កំលាំងនៃនិចលភាពនៃរាងកាយ**

1. ត្រង់ត្រលប់មកវិញនូវកំលាំងនិចលភាព។ ដោះខ្សែស្រឡាយចេញពីរន្ធស៊ីឡាំងប្រហោង។
2. ដំឡើងច្រករូបថតប្រសិនបើវាមិនត្រូវបានដំឡើង។
3. ភ្ជាប់ច្រករូបថតទៅនឹងឧបករណ៍កំណត់ម៉ោង AT-01 ។
4. ភ្ជាប់ឧបករណ៍កំណត់ម៉ោងទៅនឹងវ៉ុល 220V AC ។ បន្ទាប់មកបើក។  
ជ្រើសរើសមុខងារដុំដោយចុចប៊ូតុង FUNCTION ។ រុញ CH ។ ប៊ូតុងលើសចំនួន 10 ដងដើម្បីកំណត់ 10 នៃការយោលដែលនឹងសង្កេត។
5. បង្វែររន្ធស៊ីឡាំងប្រហោងរហូតដល់ 180° ហើយបន្ទាប់មកលែង។
6. សង្កេតកម្មវិធីកំណត់ម៉ោង។ វានឹងរាប់ថយក្រោយ។ បន្ទាប់ពីលំយោលចំនួន 10 បង្ហាញពេលវេលានៃលំយោលចំនួន 10 ដោយស្វ័យប្រវត្តិ។ កត់ត្រាពេលវេលានេះជា t1 នៅក្នុងតារាង 1.2 ខាងក្រោម។
7. ចុចប៊ូតុង FUNCTION ម្តងដើម្បីកំណត់ឡើងវិញ។
8. ធ្វើម្តងទៀតជំហានទី 5 ដល់ទី 7 កត់ត្រាពេលវេលារបស់វាជា t2, t3, ..., t10 នៅក្នុងតារាង 1.2 ។
9. គណនាមធ្យមនៃពេលវេលាយោលចំនួន 10 ហើយបន្ទាប់មកគណនារយៈពេលរបស់វា។ កត់ត្រាលទ្ធផលរបស់អ្នកនៅក្នុងតារាង 1.2 ។

តារាង 1.2 រយៈពេលរាងកាយនៃ ឧបករណ៍កំលាំងនិចលភាព,  $T_0$

10 oscillation time (s)											Body period $T_0$ (s)
$t_1$	$t_2$	$t_3$	$t_4$	$t_5$	$t_6$	$t_7$	$t_8$	$t_9$	$t_{10}$	$t_{\text{mean}}$	

**F. ការគណនា**

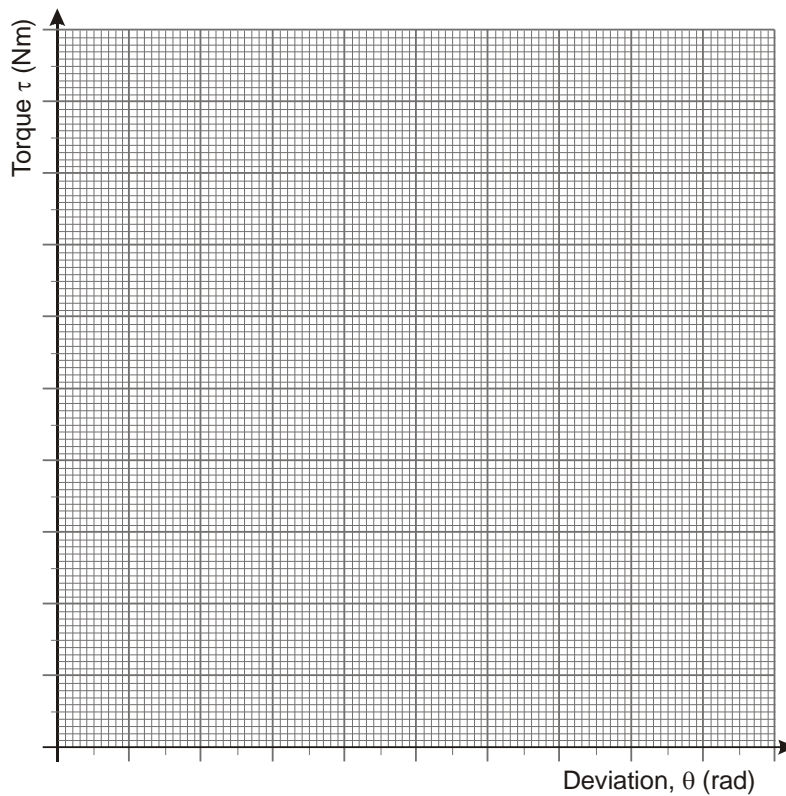
**I. ការកំណត់ប៉ោលរំយោលថេរ**

1. គណនាកម្លាំងសកម្មភាពដែលដោយគុណម៉ាស់បន្ទុកបន្ថែមនីមួយៗជាមួយនឹងការបង្កើនល្បឿនទំនាញ  $g = 9.80 \text{ ms}^{-2}$ ។
2. គណនាកម្លាំងបង្វិលជុំ, សមីការ (1.1) សម្រាប់កម្លាំងនីមួយៗដែលមាន  $R = 4,500$  សង់ទីម៉ែត្រ (កាំនៃរន្ធស៊ីឡាំងប្រហោង) ។
3. ផ្លាស់ប្តូរឯកតានៃគម្លាត (ដឺក្រេ) ទៅជាវ៉ាដ្យង់!
4. បង្កើតគម្លាតក្រាហ្វ កម្លាំងបង្វិលជុំ, ធៀបនឹង។
5. ពិជម្រាលនៃក្រាហ្វ គណនាប៉ោលរំយោលថេរ, !

តារាង 1.3 គម្លាតនៃបរិធាននិចលភាពនិចលភាពសម្រាប់ម៉ូម៉ង់នីមួយៗ

m (kg)	F (N)	= F x R (Nm)	mean ( $^{\circ}$ )	(rad)

**ក្រាហ្វនៃកម្លាំងបង្វិលជុំ, ធៀបនឹង**



ពីក្រាហ្វខាងលើទទួលបាន

= ... + ... (Nm)

ជម្រាលនៃក្រាហ្វ,  $m_t = \dots \text{ Nm/rad}$

ពីសមីការ (1.6) យើងទទួលបាននោះ:  $m_t = \kappa$  , ដូច្នេះ អាចត្រូវបាននាំអោយ

$\kappa = \dots \text{ Nm}$

**II. ការកំណត់ Moment of Inertia Body of Moment of inertia Apparatus**

1. គណនាមធ្យមនៃពេលវេលាយោលទាំង 10 ។ បន្ទាប់មកកំណត់រយៈពេលរបស់វា  $T_0$ .
2. គណនា moment of inertia of body,  $I_0$  (សមីការ (1.6))។

**G. សំណួរ**

ការលើកឡើងអំពីឥទ្ធិពលណាមួយចំពោះប៉ោលរំយោលថេរ, ?

.....

.....

.....

## H. ការសន្និដ្ឋាន

ផ្អែកលើការពិសោធន៍នេះ តើអ្នកសន្និដ្ឋានយ៉ាងណា?

**ការពិសោធន៍ MI-02**

**កំលាំងនិចលភាពនៃរាងកាយ**

**A. គោលបំណង**

បន្ទាប់ពីការពិសោធន៍នេះអ្នករំពឹងទុក

1. ការយល់ដឹងអំពីកំលាំងនិចលភាព។
2. អាចត្រូវបានកំណត់កំលាំងនិចលភាពនៃវត្ថុ។

**B. សេចក្តីណែនាំ**

**សំភារៈកំលាំងនិចលភាព**

ប្រព័ន្ធមួយមានភាគល្អិតបីដែលមានម៉ាស់  $m_1$ ,  $m_2$  និង  $m_3$ , ការរៀបចំរាងកាយរឹងដូចបង្ហាញក្នុងរូបភាព 2.1 ។

If  $m_1$  at position  $r_1$  and moving rotation with angular velocity  $\omega$ , have linier velocity

$v_1 = \omega \times r_1$ , its angular momentum

$$L_1 = r_1 p_1 = m_1 r_1 v_1$$

$$L_1 = m_1 r_1 (\omega r_1)$$

or

$$L_1 = m_1 r_1^2 \omega \dots\dots\dots(2.1)$$

In the same way for  $m_2$  and  $m_3$

$$L_2 = m_2 r_2^2 \omega$$

$$L_3 = m_3 r_3^2 \omega$$

សន្ទុះមុំសរុបអាចសរសេរបាន

$$L = L_1 + L_2 + L_3$$

$$L = (m_1 r_1^2 + m_2 r_2^2 + m_3 r_3^2) \omega$$

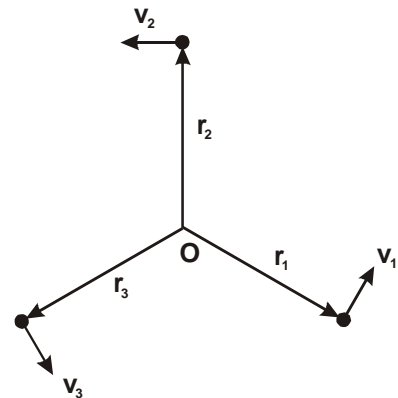
$$L = I \omega \dots\dots\dots (2.2)$$

ដែល

$$I = m_1 r_1^2 + m_2 r_2^2 + m_3 r_3^2$$

អាចសរសេរបាន

$$I = \sum_{i=1}^3 m_i r_i^2$$



រូប 2.1 Rigid body system consist of three particles are rotate with axis at O.

សមីការ (2.2) តំណាងឱ្យទំនាក់ទំនងរវាង  $L$ ,  $I$  និង  $\omega$  ទំនាក់ទំនងនេះដូចជាទំនាក់ទំនងរវាងសន្ទុះលីនេអ៊ែរ  $p$ ,  $m$  និង  $v$  នៅចលនាកម្រៃ,  $p = mv$  ។ បានក្លាយជាខ្ញុំដូចគ្នាបេះបិទជាមួយ  $m$  នៅចលនាកម្រៃ និងពេលហៅនៃនិចលភាព។

សម្រាប់ប្រព័ន្ធដែលមានភាគល្អិត  $N$  ដែលផ្សំពីរាងកាយរឹង គ្រានិចលភាពរបស់វា។

$$I = \sum_{i=1}^N m_i r_i^2$$

ប្រសិនបើម៉ាស់ចែកចាយបន្ត, ធាតុម៉ាស់  $\Delta m_i$  ដែលចម្ងាយ  $r_i$  ពីអ័ក្សរបស់វា ពេលវេលានៃនិចលភាពអាចត្រូវបានសរសេរ

$$I = \sum_{i=1}^N r_i^2 \Delta m_i$$

ប្រសិនបើ  $\Delta m_i$  គឺតូចណាស់ ពេលនិចលភាពអាចសរសេរបាន

$$I = \int r^2 dm \dots\dots\dots(2.3)$$

ដែល  $dm$  គឺជាធាតុនៃម៉ាស់។

ពីសមីការនៃនិចលភាពខាងលើ យើងអាចកំណត់ពេលនៃនិចលភាពសម្រាប់វត្ថុផ្សេងៗ ដូចបង្ហាញនៅតារាង 2.1 ខាងក្រោម។

**តារាង 2.1 Moment of Inertia various objects**

No.	Object	Axis Position	Moment of Inertia
1.	Solid cylinder	Cylinder's axis	$\frac{mR^2}{2}$
2.	Solid cylinder	Center diameter	$\frac{mR^2}{4} + \frac{ml^2}{12}$
3.	Hollow cylinder	Cylinder's axis	$\frac{m}{2}(R_1^2 + R_2^2)$
4.	Solid ball	Ball's diameter	$\frac{2mR^2}{5}$
5.	Hollow ball	Ball's diameter	$\frac{2mR^2}{3}$

ប្រសិនបើវត្ថុមួយត្រូវបានដាក់នៅលើបរិវារនិចលភាពនិចលភាព ហើយបន្ទាប់មកកំពុងយោល នោះរយៈពេលនៃការយោលរបស់វា

$$T^2 = \frac{4\pi^2}{\kappa}(I + I_o) \dots\dots\dots(2.4)$$

ដែល  $T$  គឺជាកំឡុងពេលនៃការយោល ហើយ

$I$  គឺជាម៉ូម៉ង់នៃនិចលភាពនៃវត្ថុដែលត្រូវបានដាក់នៅលើឧបករណ៍និចលភាពនៃខណៈពេល។

ពីសមីការ (1.6) និង (2.4) ពេលនៃនិចលភាពនៃវត្ថុអាចទទួលបាន

$$I = \left( \frac{T^2}{T_o^2} - 1 \right) I_o \dots\dots\dots(2.5)$$



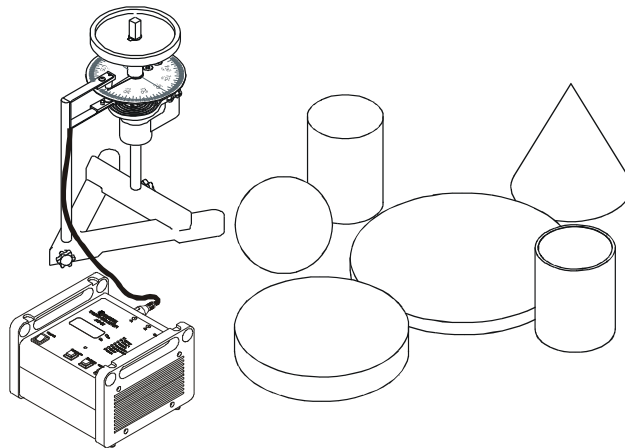
**C. ឧបករណ៍**

Moment of inertia apparatus	1 set
Solid ball, solid cylinder, hollow cylinder, disc 213, disc 174 and solid cones	@ 1 pc
Vernier caliper or ruler <sup>*)</sup>	1 pc

Balance <sup>*)</sup>	1 pc
Photo gate	1 pc
Timer counter AT-01 <sup>*)</sup>	1 pc

<sup>\*)</sup> *is not available.*

**D. ដំឡើងឧបករណ៍**



រូបភាព 2.2 ក. ឧបករណ៍ និងវត្ថុនៃកំលាំងនិចលភាព

ដំឡើងបរិធាននិចលភាពដើម្បីឈរមូលដ្ឋាន ប្រសិនបើវាមិនកំពុងដំឡើង ដូចបង្ហាញក្នុងរូបភាព 2.2ក។

**E. នីតិវិធី**

1. វាស់ម៉ាស់វត្ថុសាកល្បងនីមួយៗ។
2. វាស់វិមាត្រនៃវត្ថុសាកល្បងនីមួយៗ។ កត់ត្រាលទ្ធផលរបស់អ្នកនៅក្នុងតារាង 2.2។
3. ដំឡើងបាល់រឹងមួយនៅលើឧបករណ៍និចលភាព។
4. ការភ្ជាប់ប្រកប្រចតទៅនឹងឧបករណ៍កំណត់ម៉ោង AT-01 ។
5. ភ្ជាប់ឧបករណ៍កំណត់ម៉ោងទៅនឹងវ៉ុល 220V AC ។ បន្ទាប់មកបើក។  
ជ្រើសរើសមុខងារដោយចុចប៊ូតុង FUNCTION ។ រុញ CH ។ ប៊ូតុងលើសចំនួន 10 ដងដើម្បី  
កំណត់ 10 នៃការយោលដែលនឹងសង្កេត។
6. បង្វែរប្រហោងគ្រាប់បាល់រឹងរហូតដល់ 180° ហើយបន្ទាប់មកបញ្ចេញ។  
កត់ត្រាពេលវេលានៃការយោល 10s ដែលត្រូវបានបង្ហាញដោយកម្មវិធីកំណត់ម៉ោងនៅក្នុងតារាង 2.3  
ជា t1 ។
7. ចុចប៊ូតុង FUNCTION ម្តងដើម្បីកំណត់ឡើងវិញ។
8. ធ្វើជំហានទី 6 និងទី 7 ម្តងទៀត 10 ដង។ កត់ត្រាលទ្ធផលរបស់អ្នកនៅក្នុងតារាង 2.3។
9. គណនាពេលវេលាលំយោល 10s ហើយបន្ទាប់មកគណនារយៈពេលរបស់វា។  
កត់ត្រាលទ្ធផលរបស់អ្នកនៅក្នុងតារាង 2.3 ។
10. ជំនួសបាល់រឹងជាមួយនឹងវត្ថុដូចមាននៅក្នុងតារាង 2.3 (ជួរឈរទី 1)។ ធ្វើជំហានទី 6 ដល់ទី 9  
ម្តងទៀតសម្រាប់វត្ថុនោះរៀងៗខ្លួន។

**តារាង 2.4 វិមាត្រនៃវត្ថុសាកល្បង**

No.	Object	Out-dia (m)	In-dia (m)	Height (m)	Mass (kg)
1	Solid ball				
2	Solid cylinder				
3	Hollow cylinder				
4	Disc 213				
5	Disc 174				
6	Cones				

**តារាង 2.5 រយៈពេលនៃវត្ថុ**

Object	Time of 10 oscillation (s)											T (s)
	$t_1$	$t_2$	$t_3$	$t_4$	$t_5$	$t_6$	$t_7$	$t_8$	$t_9$	$t_{10}$	$t_{\text{mean}}$	
Solid ball												
Solid cylinder												
Hollow cylinder												
Disc 213												
Disc 174												
Solid cones												

**F. ការគណនា**

1. គណនាពេលទ្រឹស្តីនៃនិចលភាពនៃវត្ថុសាកល្បងនីមួយៗ។
2. គណនាពេលនៃនិចលភាពនៃវត្ថុសាកល្បងនីមួយៗដោយសមីការ (2.5) ។
3. ប្រៀបធៀបលទ្ធផលពីលេខ 1 និង 2។ គណនា error ទាក់ទងទៅនឹងទ្រឹស្តី។

$T_0 = \dots$  s

$I_0 = \dots$  kgm<sup>2</sup>

**តារាង 2.5 សន្ទុះនៃនិចលភាពនៃវត្ថុ លទ្ធផលពិសោធន៍ និងកំហុសចំពោះទ្រឹស្តី**

Object	$I_{\text{theory}}$ (kg m <sup>2</sup> )	T (s)	I (kgm <sup>2</sup> )	Error (%)
Solid ball				
Solid cylinder				
Hollow cylinder				
Disc 213				

Disc 174				
Solid Cones				

**ចំណាំ**

$T_0$  និង  $I_0$  ពីការពិសោធន៍ពីមុន (ពិសោធន៍ MI-02)

$$Error = \left| \frac{I_{exp} - I_{theory}}{I_{theory}} \right| \times 100\%$$

**G. សំនួរ**

1. នៅក្នុងការពិសោធន៍ខាងលើ ម៉ាស់នៃវត្ថុសាកល្បងគឺដូចគ្នា (ខិតជិតដូចគ្នា)។ ចុះកំលាំងនិចលភាពរបស់ពួកគេដូចគ្នា ឬខុសគ្នាយ៉ាងណា? តើអ្នកអាចពន្យល់? ហេតុអ្វី?
2. តើអ្នកដឹងអ្វីខ្លះអំពីកំលាំងនិចលភាព?

**H. ការសន្និដ្ឋាន**

ផ្អែកលើការពិសោធន៍នេះ តើអ្នកសន្និដ្ឋានយ៉ាងណា?

ការពិសោធន៍ MI-03

ទ្រឹស្តីបទ STEINER

A. គោលបំណង

បន្ទាប់ពីការពិសោធន៍នេះអ្នករំពឹងទុក

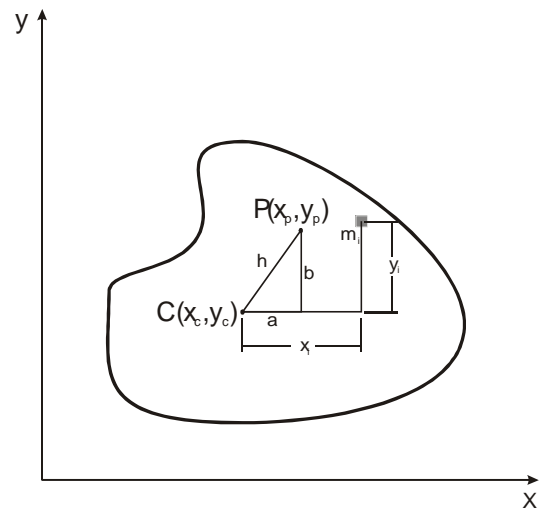
1. ការយល់ដឹងអំពីពេលវេលានៃគំនិតនិចលភាព និងទ្រឹស្តីបទ Steiner ។
2. អាចកំណត់ពីកំលាំងនិចលភាពនៃឌីសសម្រាប់ការផ្លាស់ប្តូរអ័ក្សនីមួយៗ។

B. សេចក្តីណែនាំ

ម៉ូម៉ង់នៃនិចលភាពនៃវត្ថុគឺអាស្រ័យលើទីតាំងអ័ក្ស។ វត្ថុមួយមានពេលនិចលភាពខុសៗគ្នាប្រសិនបើអ័ក្សរបស់វាខុសគ្នា។ ទំនាក់ទំនងសាមញ្ញរវាងពេលនិចលភាពទៅអ័ក្សណា

មួយដែលមានគោលបំណង  $I$  និងពេលនិចលភាពទៅអ័ក្សប៉ារ៉ាឡែល  $I_c$  ។

រូបភាព 3.1 ត្រូវបានបង្ហាញការព្យាករវត្ថុទៅនឹងប្លង់  $xy$  ដែលមានម៉ាស់កណ្តាលនៅ  $C(x_c, y_c)$  ។ អ័ក្សមួយកំពុងឆ្លងកាត់  $C$  កាត់កែងទៅ  $xy$  ហើយមួយទៀតកំពុងឆ្លងកាត់  $P(x_p, y_p)$  ។ អ័ក្សទាំងពីរគឺស្របគ្នា។ ចម្ងាយរវាងពួកគេគឺ



រូបភាព 3.1 The object is projected to  $xy$  plane.

$$h = \sqrt{a^2 + b^2} . \text{ Distance square an element}$$

of mass  $m_i$  from  $C$  is  $x_i^2 + y_i^2$  , and from  $P$  is  $(x - a)^2 + (y - b)^2$  . Became the moment of inertia of element  $m_i$  to axis  $P$ ,

$$I = \sum m_i [(x - a)^2 + (y - b)^2]$$

$$= \sum m_i (x_i^2 + y_i^2) - 2a \sum m_i x_i - 2b \sum m_i y_i + (a^2 + b^2) \sum m_i$$

From center mass definition,  $\sum m_i x_i = \sum m_i y_i = 0$  , equation above can be write

$$I = I_c + Mh^2 \dots\dots\dots (3.1)$$

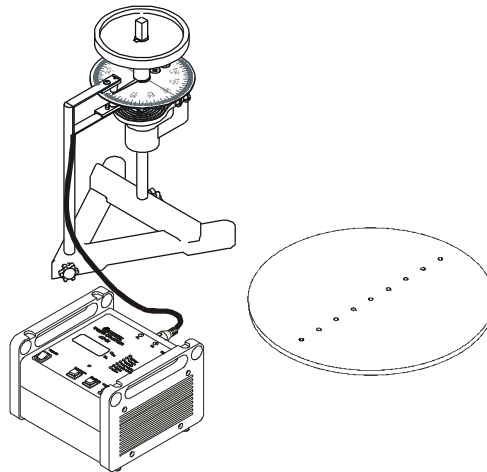
Where  $M = \sum m_i$

**C. ឧបករណ៍**

Moment of inertia apparatus	1 set
Aluminum disc with hole	1 pc
Balance	1 pc

Vernier caliper of Ruler	1 pc
Photo gate	1 pc
Timer counter AT-01	1 pc

**D. ដំឡើងឧបករណ៍**



រូបភាព 3.3 ក. ឧបករណ៍កំលាំងនិចលភាព ខ. ឌីសជាមួយរន្ធ

ដំឡើងឧបករណ៍កំលាំងនិចលភាពដើម្បីឈរមូលដ្ឋាន ប្រសិនបើវាមិនកំពុងដំឡើង ដូចបង្ហាញក្នុងរូបភាព 3.2ក

**E. នីតិវិធី**

1. វាស់ទំហំឌីស!
2. វាស់ចម្ងាយរន្ធនីមួយៗពីកណ្តាលឌីស។ កត់ត្រាលទ្ធផលនេះនៅក្នុងតារាង 3.1 (ជួរទីមួយ)។ ចំណាំ៖ នៅចំកណ្តាលឌីស  $h$  គឺសូន្យ ( $h = 0$ )។
3. ការដំឡើងឌីសនៅលើឧបករណ៍និចលភាព ដោយមានអ័ក្សនៅចំកណ្តាលឌីស។ ការរឹតបន្តឹងដោយរឹសដែលរួមបញ្ចូលនៅឧបករណ៍កំលាំងនិចលភាព។
4. ការភ្ជាប់ប្រកបរួមទៅនឹងឧបករណ៍កំណត់ម៉ោង AT-01 ។
5. ភ្ជាប់ឧបករណ៍កំណត់ម៉ោងទៅនឹងវ៉ុល 220V AC ។ បន្ទាប់មកបើក។ ជ្រើសរើសមុខងាររដ្ឋដោយចុចប៊ូតុង FUNCTION ។ រុញ CH ។ ប៊ូតុងលើសចំនួន 10 ដងដើម្បីកំណត់ 10 នៃការយោលដែលនឹងសង្កេត។
6. បង្វែរប្រហោងគ្រាប់បាល់រឹងរហូតដល់  $180^\circ$  ហើយបន្ទាប់មកបញ្ចេញ។ កត់ត្រាពេលវេលានៃការយោល 10s ដែលត្រូវបានបង្ហាញដោយកម្មវិធីកំណត់ម៉ោងនៅក្នុងតារាង 3.1 ជា  $t_1$ ។
7. ចុចប៊ូតុង FUNCTION ម្តងដើម្បីកំណត់ឡើងវិញ។
8. ធ្វើជំហានទី 6 ម្តងទៀត 10 ដង។

9. គណនាមធ្យមនៃពេលវេលានៃការយោល 10 ។ បន្ទាប់មកគណនារយៈពេលរបស់វា។  
កត់ត្រាលទ្ធផលរបស់អ្នកនៅក្នុងតារាង 3.1 ។
10. ការដកអ័ក្សទៅរន្ធដំបូងពីកណ្តាល។
11. ធ្វើម្តងទៀតជំហានទី 6 ដល់ទី 9 ។
12. ធ្វើជំហានទី 10 និងទី 11 ម្តងទៀតសម្រាប់រន្ធបន្ទាប់ជាអ័ក្ស។

Mass of disc,  $m = \dots$  kg

Radius of disc,  $r = \dots$  m

**តារាង 3.1 រយៈពេលនៃអ័ក្សនីមួយៗ h**

H (m)	Time of 10 oscillation (s)											T (s)
	$t_1$	$t_2$	$t_3$	$t_4$	$t_5$	$t_6$	$t_7$	$t_8$	$t_9$	$t_{10}$	$t_{\text{mean}}$	

**F. ការគណនា**

1. គណនាទ្រឹស្តីនៃកំលាំងនិចលភាពសម្រាប់អ័ក្សនីមួយៗដែលមានចម្ងាយពី h ទៅកណ្តាលដោយសមីការ (3.2)
2. គណនាកំលាំងនិចលភាពទៅកណ្តាលម៉ាស់ និងដល់ម៉ោងនីមួយៗដោយសមីការ (2.5)!
3. ការប្រៀបធៀបលទ្ធផល លេខ. ១ និង ២! គណនាកំហុសរបស់វាទាក់ទងគ្នា!

$T_0 = \dots$  s

$I_0 = \dots$  kg m<sup>2</sup>

**តារាង 3.2 Moment of inertia of each the axis, h.**

H (m)	$I_{theory}$ (kgm <sup>2</sup> )	T (s)	I (kg m <sup>2</sup> )	Error (%)

Note:

$$Error = \left| \frac{I_{exp} - I_{theory}}{I_{theory}} \right| \times 100\%$$

**G. សំនួរ**

ផ្អែកលើលទ្ធផលនៃការពិសោធន៍ តើអ្វីជាកំលាំងនិចលភាពនៃការផ្លាស់ប្តូរអ័ក្សនីមួយៗដែលបំពេញសមីការ (3.1)?

**H. ការសន្និដ្ឋាន**

ផ្អែកលើការពិសោធន៍ខាងលើ តើអ្នកសន្និដ្ឋានយ៉ាងណា?



ការពិសោធន៍ MI-04

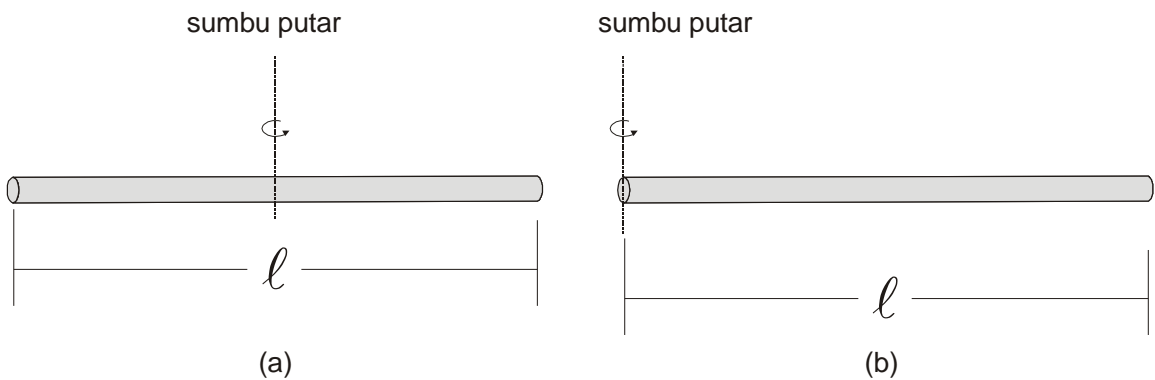
កំលាំងនិចលភាពនៃរបារ

A. គោលបំណង

បន្ទាប់ពីការពិសោធន៍នេះ អ្នកបានរំពឹងទុកថាអាចកំណត់កំលាំងនិចលភាពនៃរបារ។

B. សេចក្តីណែនាំ

របារស្តើងដែលមានប្រវែង  $l$  ត្រូវបានបង្វិលដោយអ័ក្សឆ្លងកាត់ម៉ាស់កណ្តាលនៃរបារ និងកាត់កែងទៅនឹងប្រវែងរបស់វា។ ដូចបង្ហាញក្នុងរូបភាព 4.1a ។



រូបភាព 4.1 ក របារស្តើងដែលមានប្រវែង  $l$  ត្រូវបានបង្វិលដោយអ័ក្សឆ្លងកាត់ canter នៃម៉ាសរបស់វា។

ខ. របារស្តើងដែលមានប្រវែង  $l$  ត្រូវបានបង្វិលដោយអ័ក្សឆ្លងកាត់គន្លឹះមួយនៃរបាររបស់វា។

ពីសមីការ (2.3) កំលាំងនិចលភាពរបស់វាទទួលបាន

$$I = \frac{ml^2}{12} \dots\dots\dots (4.1)$$

ដែល  $I$  គឺជាកំលាំងនិចលភាពនៃរបារ,  $m$  គឺជាម៉ាស់នៃរបារ និង  $l$  គឺជាប្រវែងនៃរបារ។

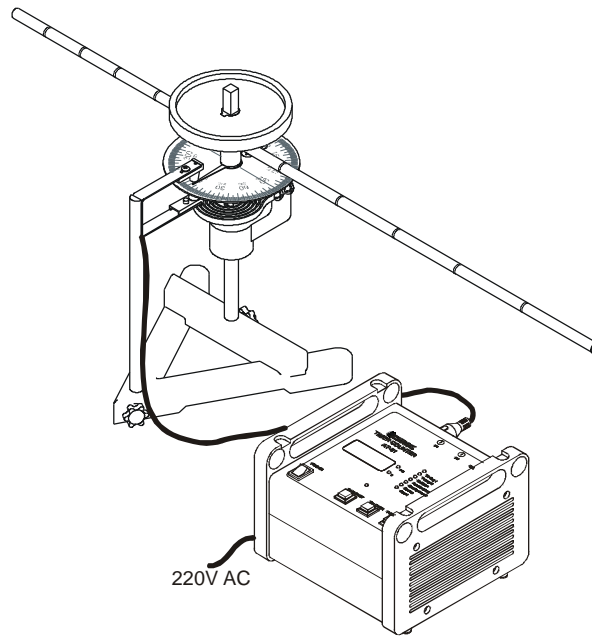
ប្រសិនបើរបារត្រូវបានបង្វិលដោយអ័ក្សឆ្លងកាត់គន្លឹះមួយនៃរបារ និងកាត់កែងទៅនឹងប្រវែងរបស់វា ដូចបង្ហាញក្នុងរូបភាព 4.1b នោះ កំលាំងនិចលភាពរបស់វាអាចត្រូវបានសរសេរ៖

$$I = \frac{ml^2}{3} \dots\dots\dots (4.2)$$

**C. ឧបករណ៍**

Moment of inertia apparatus	1 set	Ruler	1 pc
Bar of dumbbell	1 pc	Photo gate	1 pc
Balance	1 pc	Timer counter	1 pc

**D. ដំឡើងឧបករណ៍**



រូបភាព 4.2

**E. នីតិវិធី**

1. វាស់ប្រវែងរបារនៃ dumbbell ។
2. វាស់ម៉ាស់នៃរបារ dumbbell ។
3. ដំឡើងរបារនៅលើឧបករណ៍កំលាំងនិចលភាពជាមួយនឹងការបញ្ចូលទៅក្នុងរន្ធនៅលើអ័ក្សនៃឧបករណ៍និចលភាព។
4. លៃតម្រូវរបារដើម្បីឱ្យម៉ាស់កណ្តាលរបស់វាស្ថិតនៅចំកណ្តាលនៃឧបករណ៍និចលភាព។ ការរឹតបន្តឹងដោយរឹស។
5. ការភ្ជាប់ច្រករូបថតទៅនឹងឧបករណ៍កំណត់ម៉ោង AT-01 ។
6. ភ្ជាប់ឧបករណ៍កំណត់ម៉ោងទៅនឹងរ៉ឺល 220V AC ។ បន្ទាប់មកបើក។  
ជ្រើសរើសមុខងារដុំដោយចុចប៊ូតុង FUNCTION ។ រុញ CH ។ ប៊ូតុងលើសចំនួន 10 ដងដើម្បីកំណត់ 10 នៃការយោលដែលនឹងសង្កេត។

7. បង្វែរប្រហោងគ្រាប់បាល់រឹងរហូតដល់  $180^\circ$  ហើយបន្ទាប់មកបញ្ចេញ។ កត់ត្រាពេលវេលានៃលំយោល 10s ដែលត្រូវបានបង្ហាញដោយកម្មវិធីកំណត់ម៉ោងនៅក្នុងតារាង 4.1 ជា ៧។
8. ចុចប៊ូតុង FUNCTION ម្តងដើម្បីកំណត់ឡើងវិញ។
9. ធ្វើជំហានទី 7 និងទី 8 ម្តងទៀត 10 ដង។
10. គណនាមធ្យមនៃពេលវេលាយោលទាំង 10 ហើយបន្ទាប់មកគណនារយៈពេលរបស់វា។ កត់ត្រាលទ្ធផលរបស់អ្នកនៅក្នុងតារាង 4.1 ។
11. វិភាគអ័ក្សបង្វិលទៅផ្នែកមួយនៃចុងរាង។
12. ធ្វើម្តងទៀតជំហានទី 7 ដល់ទី 10 ។

Length of bar of dumbbell,  $\ell = \dots$  m

Mass of bar of dumbbell,  $m = \dots$  kg

**តារាង 4.1 រយៈពេលនៃរាង**

Axis	Time of 10 oscillation (s)											T (s)
	$t_1$	$t_2$	$t_3$	$t_4$	$t_5$	$t_6$	$t_7$	$t_8$	$t_9$	$t_{10}$	$t_{\text{mean}}$	
Passing center of mass												
Passing tip of bar												

**F. ការគណនា**

1. គណនាកំលាំងនិចលភាពនៃរាងតាមទ្រឹស្តី,  $I_{\text{theory}}$  ទ្រឹស្តីសម្រាប់អ័ក្សឆ្លងកាត់កណ្តាលនៃម៉ាស់ និងចុងរាង។ កត់ត្រាលទ្ធផលរបស់អ្នកនៅក្នុងតារាង 4.2។
2. គណនាកំលាំងនិចលភាពនៃរាង / ដោយសមីការ (2.5) សម្រាប់អ័ក្សឆ្លងកាត់កណ្តាលនៃម៉ាស់ និងចុងរាង។ កត់ត្រាលទ្ធផលរបស់អ្នកនៅក្នុងតារាង 4.2
3. ការប្រៀបធៀបលទ្ធផល លេខ ១ និង ២! គណនាកំហុសរបស់វាទាក់ទងគ្នា!

$T_0 = \dots$  s

$I_0 = \dots$  kg m<sup>2</sup>

**តារាង 4.2 កំលាំងនិចលភាពនៃ dumbbell**

Axis	$I_{\text{theory}}$ (kgm <sup>2</sup> )	$I^2$ (m <sup>2</sup> )	$I$ (kgm <sup>2</sup> )	Error (%)
Passing center of mass				
Passing tip of bar				

**ចំណាំ**

$$Error = \left| \frac{m_{\text{exp}} - m_{\text{mes}}}{m_{\text{mes}}} \right| \times 100\%$$

**G. សំនួរ**

តើអ្នកអាចពន្យល់អ្វីខ្លះអំពីការពិសោធន៍នេះ?

.....

.....

.....

**H. ការសន្និដ្ឋាន**

ផ្អែកលើការពិសោធន៍នេះ តើអ្នកសន្និដ្ឋានយ៉ាងណា?

**ការពិសោធន៍ MI-05**

**ម៉ាសនិចលភាពនៃ DUMBBELL**

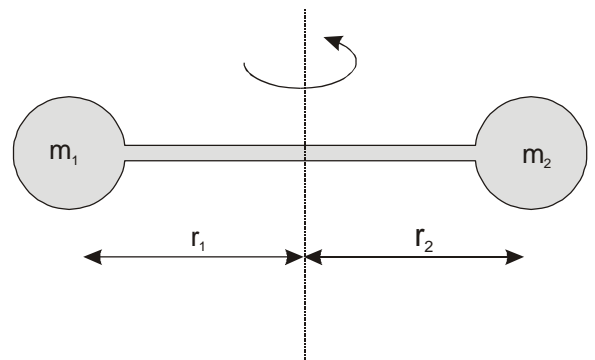
**A. គោលបំណង**

បន្ទាប់ពីការពិសោធន៍នេះអ្នករំពឹងទុក

1. ស្វែងយល់ពីកំលាំងនិចលភាពនៃ dumbbell ។
2. អាចត្រូវបានកំណត់ម៉ាស់ និងលក្ខណៈ នៃ dumbbell ។

**B. សេចក្តីណែនាំ**

វត្ថុមួយមានបាល់ពីរដែលម៉ាស់នីមួយៗ  $m_1$  និង  $m_2$  ។ បាល់ទាំងពីរត្រូវបានភ្ជាប់នៅគ្រប់ចុងរាង។ ម៉ាស់នៃរាងមិនត្រូវបានគេយកចិត្តទុកដាក់។ ចម្ងាយទៅម៉ាស់កណ្តាលរាល់បាល់គឺ  $r_1$  និង  $r_2$  ។ វត្ថុត្រូវបានបង្វិលទៅអ័ក្សដែលឆ្លងកាត់ម៉ាស់កណ្តាល ដូចបង្ហាញក្នុងរូបភាព 5.1។



រូបភាព 5.2 dumb bell with axis passing center mass.

ពេលនៃនិចលភាពនៃ dumbbell

អាចត្រូវបានសរសេរ:

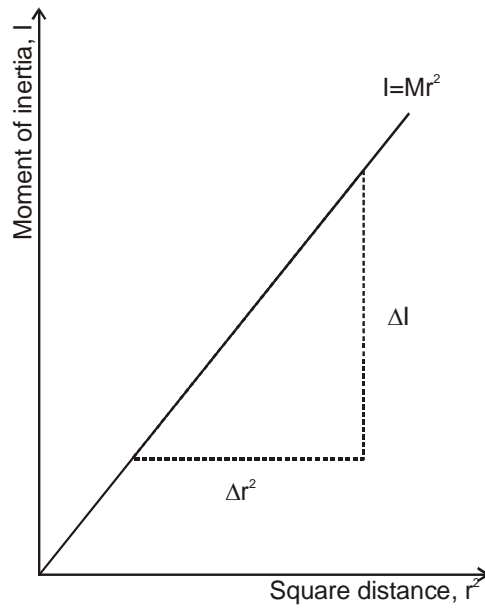
$$I = \sum_{i=1}^2 m_i r_i^2 = m_1 r_1^2 + m_2 r_2^2$$

If  $r_1 = r_2 = r$ , equation above can be rewrite

$$I = r^2(m_1 + m_2) = r^2 M \dots\dots\dots (5.1)$$

where  $M = m_1 + m_2$  is total mass of dumbbell.

សមីការ (5.1) កំពុងបង្ហាញថា ពេលវេលានៃនិចលភាពសមាមាត្រទៅនឹងចម្ងាយការងារទៅកណ្តាល។



រូបភាព 5.3 A graph I to  $r^2$

ពេលក្រាហ្វនៃនិចលភាពទៅកាវ៉េចម្ងាយគឺជាបន្ទាត់ត្រង់ដែលមានជម្រាលតំណាងឱ្យម៉ាស់សរុបនៃ dumbbell ។

$$M = \frac{\Delta I}{\Delta r^2} \dots\dots\dots (5.2)$$

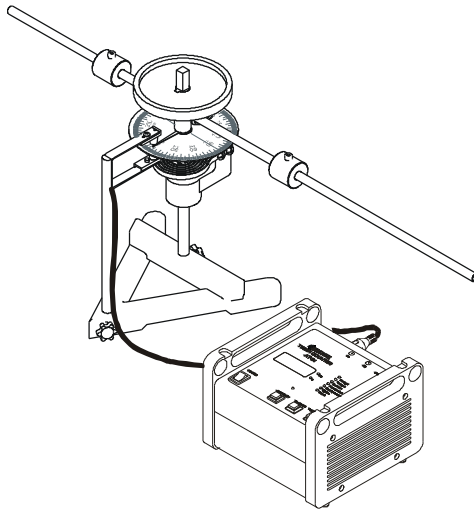
នៅក្នុងការពិសោធន៍របស់វា ជាមួយនឹងរយៈពេលរង្វាស់ និង ត្រូវបានគេស្គាល់ពីការពិសោធន៍ MI-01 ពេលវេលានៃនិចលភាពនៃ dumbbell អាចគណនាដោយសមីការ (4.3)។

**c. ឧបករណ៍**

Moment of inertia apparatus	1 set
Dumbbell	1 set
Balance	1 pc

Ruler	1 pc
Photo gate	1 pc
Timer counter	1 pc

**D. ដំឡើងឧបករណ៍**



រូបភាព 5.4 រៀបចំឧបករណ៍

ក. ឧបករណ៍កំលាំងនិចលភាព។ ខ. របារអាណូយមីញ៉ូម។ គ. Bobs ។

**E. នីតិវិធី**

1. វាស់ម៉ាសរបស់របារមួយ និងប៊ូបពីរ។
2. ដំឡើងរបារនៅលើឧបករណ៍និចលភាពជាមួយនឹងការបញ្ចូលទៅក្នុងរន្ធនៅលើអ័ក្សនៃឧបករណ៍និចលភាព។
3. លៃតម្រូវរបារដើម្បីឱ្យម៉ាស់កណ្តាលរបស់វាស្ថិតនៅចំកណ្តាលនៃឧបករណ៍និចលភាព។ ការរឹតបន្តឹងដោយរឹស។
4. បញ្ចូលបូទាំងពីរនៅក្នុងចុងរបារនីមួយៗ កែតម្រូវទីតាំងនៃបូទាំងពីរ ដូច្នោះចម្ងាយ 15 សង់ទីម៉ែត្រពីកណ្តាល។ ពួកគេកំពុងរឹតបន្តឹងដោយរឹសដែលវាអាចប្រើបាន។ កត់ត្រាចម្ងាយនេះនៅក្នុងតារាង 5.1 (ជួរទីមួយ)។
5. ការភ្ជាប់ច្រករូបថតទៅនឹងឧបករណ៍កំណត់ម៉ោង AT-01 ។
6. ភ្ជាប់ឧបករណ៍កំណត់ម៉ោងទៅនឹងវ៉ុល 220V AC ។ បន្ទាប់មកបើក។ ជ្រើសរើសមុខងារដោយចុចប៊ូតុង FUNCTION ។ រុញ CH ។ ប៊ូតុងលើសចំនួន 10 ដងដើម្បីកំណត់ 10 នៃការយោលដែលនឹងសង្កេត។
7. បង្វែរប្រហោងគ្រាប់បាល់រឹងរហូតដល់ 180° ហើយបន្ទាប់មកបញ្ចេញ។ កត់ត្រាពេលវេលានៃការយោល 10s ដែលត្រូវបានបង្ហាញដោយកម្មវិធីកំណត់ម៉ោងនៅក្នុងតារាង 5.1 ជា t1 ។
8. ចុចប៊ូតុង FUNCTION ម្តងដើម្បីកំណត់ឡើងវិញ។
9. ធ្វើជំហានទី 7 និងទី 8 ម្តងទៀត 10 ដង។

10. គណនាមធ្យមនៃពេលវេលាយោលទាំង 10 ហើយបន្ទាប់មកគណនារយៈពេលរបស់វា។  
កត់ត្រាលទ្ធផលរបស់អ្នកនៅក្នុងតារាង 5.1 ។
11. ធ្វើជំហានទី 7 ដល់ទី 10 ម្តងទៀតសម្រាប់  $r = 20 \text{ cm}$  និង  $25 \text{ cm}$  រៀងគ្នា។  
Mass of dumbbell = ... kg

**តារាង 5.1 រយៈពេលនៃ dumbbell**

$r \text{ (m)}$	Time of 10 oscillation (s)										$T \text{ (s)}$	
	$t_1$	$t_2$	$t_3$	$t_4$	$t_5$	$t_6$	$t_7$	$t_8$	$t_9$	$t_{10}$		$t_{\text{mean}}$

**F. ការគណនា**

- គណនា  $r^2$  កត់ត្រាលទ្ធផលរបស់អ្នក
- គណនាពេលវេលានិចលភាពនៃ dumbbell,  $T$  ដោយសមីការ (2.5) សម្រាប់ចម្ងាយនីមួយៗ,  $r$  កត់ត្រាលទ្ធផលរបស់អ្នកនៅក្នុងតារាង 5.2!
- បង្កើតក្រាហ្វ  $I_{\text{dum}}$  ធៀបនឹង  $r^2$ !
- គណនាម៉ាស់ និចលភាព នៃ dumbbell ដោយគណនាជម្រាលនៃក្រាហ្វ។
- គណនាកំហុសទាក់ទងនឹងលទ្ធផលរង្វាស់ម៉ាស់។

$T_0 = \dots \text{ s}$

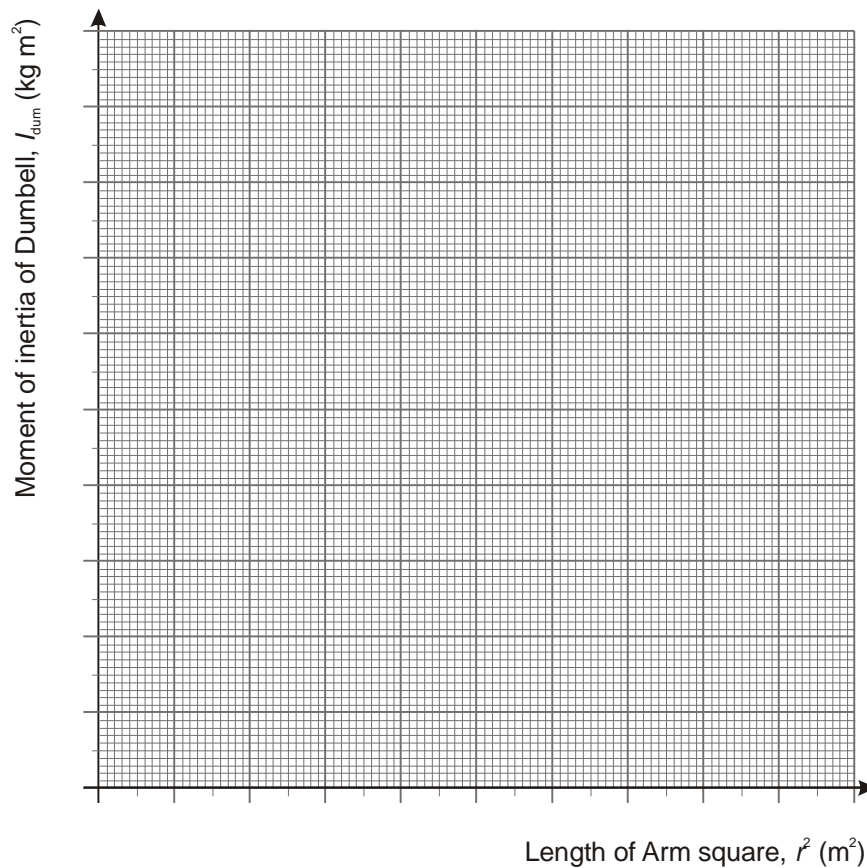
$I_0 = \dots \text{ kg m}^2$

**តារាង 5.2 កំលាំងនិចលភាពនៃ dumbbell**

$R$ (m)	$r^2$ (m <sup>2</sup> )	$T$ (s)	$I$ (kgm <sup>2</sup> )



Graph of  $I_{\text{dum}}$  versus  $r^2$



ដោយប្រើវិធីសាស្ត្រការវេតិចបំផុត សមីការនៃខ្សែកោងខាងលើ

$$I_{\text{dum}} = \dots r^2 + \dots$$

ពីសមីការខ្សែកោងខាងលើ ម៉ាស់និចលភាព នៃ dumbbell គឺ ... kg

ការវាស់ម៉ាស់ dumbbell គឺ ... kg.

កំហុសទាក់ទងនឹងការវាស់ម៉ាស់

$$\text{Error} = \left| \frac{m_{\text{exp}} - m_{\text{mes}}}{m_{\text{mes}}} \right| \times 100\% = \left| \frac{\dots - \dots}{\dots} \right| \times 100\% = \dots \%$$

**G. សំនួរ**

1. នៅក្នុងការពិសោធន៍នេះ តើតម្លៃពល  $r$  ទៅជាកំលាំងនិចលភាពយ៉ាងដូចម្តេច?
2. ពីក្រាហ្វ  $I_{\text{dum}}$  ទៅ  $r^2$ , ជម្រាលនៃក្រាហ្វបង្ហាញម៉ាស់ dumbbell ដែរឬទេ?

**H. ការសន្និដ្ឋាន**

ផ្អែកលើការពិសោធន៍នេះ តើអ្នកសន្និដ្ឋានយ៉ាងណា?