

Ministerul Educației al Republicii Moldova
Agenția Națională pentru Curriculum și Evaluare
OLIMPIADA REPUBLICANĂ LA FIZICĂ, EDIȚIA LIII

CHIȘINĂU, 31 martie – 3 aprilie 2017

Proba teoretică ORF 2017,

clasa a 10

Mișcarea pe traiectorii parabolice

(10,0 p)

La un capăt al unei platforme dreptunghiulare de grosime neglijabilă și lungimea $l = 8$ m aflată pe o suprafață orizontală este fixat un dispozitiv ce poate arunca de-a lungul platformei corpuri de masă $m = 5$ kg sub diferite unghiuri din intervalul $0^\circ < \alpha < 90^\circ$ față de orizontală și cu diferite viteze v . Masa platformei împreună cu dispozitivul de aruncare $M = 20$ kg. Neglijând rezistența aerului, cercetați mișcarea corpului aruncat și a platformei. În lipsa frecării dintre platformă și suprafață, determinați:

1. La ce distanță Δx_0 de la capătul opus al platformei va cădea corpul în afara acesteia? Pentru ce valori ale vitezei v în dependență de unghiul de aruncare α , corpul va cădea în afara platformei? Calculați Δx_0 pentru $v = 10$ m/s și $\alpha = 60^\circ$;
2. Cu ce viteză v trebuie să fie aruncat corpul sub diferite unghiuri față de orizontală, pentru ca acesta să cadă pe capătul opus al platformei? Calculați această viteză pentru $\alpha = 60^\circ$. Sub ce unghi α_m față de orizontală trebuie aruncat corpul pentru ca acesta să cadă pe capătul opus al platformei cu viteză minimă v_{\min} ? Ce valoare are v_{\min} ?

În prezența frecării dintre platformă și suprafață, determinați:

3. La ce distanță Δx_μ de la capătul opus al platformei va cădea corpul în afara platformei, dacă coeficientul de frecare dintre platformă și suprafața orizontală este $\mu = 1/(8\sqrt{3})$? Pentru ce valori ale vitezei v în dependență de unghiul de aruncare α , corpul va cădea în afara platformei? Calculați Δx_μ pentru două perechi de valori: $v_1 = 10$ m/s, $\alpha_1 = 45^\circ$ și $v_2 = 11$ m/s, $\alpha_2 = 70^\circ$;
4. Cu ce viteză v_μ trebuie să fie aruncat corpul sub diferite unghiuri față de orizontală, pentru ca acesta să cadă pe capătul opus al platformei? Calculați această viteză pentru unghiurile de aruncare $\alpha_1 = 45^\circ$ și $\alpha_2 = 70^\circ$.

problemă propusă de conf. univ., dr., Alexandru Rusu, UTM

Dopul

(10,0 p)

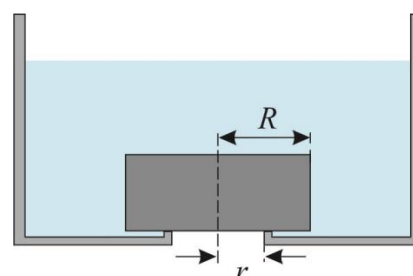
O gaură de rază r de pe fundul unui vas este acoperită cu un dop de forma unui cilindru de rază $R = 2r$ și înălțime h_0 .

1. Considerând că lichidul nu pătrunde sub dop, construiți graficul dependenței forței cu care dopul apasă asupra fundului vasului de înălțimea coloanei de lichid.

2. Considerând că lichidul pătrunde sub dop, aflați valorile minimă și maximă ale înălțimii coloanei de lichid pentru care dopul nu va putea acoperi gaura, dacă

- a) axa dopului coincide cu axa găurii (vezi figura alăturată);
- b) axa dopului este deplasată față de axa găurii la distanța r .

Densitatea lichidului este ρ , densitatea materialului din care este confecționat dopul este $\rho_0 = \rho/2$. Grosimea pereților vasului se neglijează.



problemă propusă de conf. univ., dr., Vitalie Chistol, UTM

Ministerul Educației al Republicii Moldova
Agenția Națională pentru Curriculum și Evaluare
OLIMPIADA REPUBLICANĂ LA FIZICĂ, EDIȚIA LIII

CHIȘINĂU, 31 martie – 3 aprilie 2017

Proba teoretică ORF 2017,

clasa a 10

Imagini în mișcare

(10,0 p)

O sursă punctiformă de lumină se poate mișca uniform cu viteza de 10 cm/s pe diferite traiectorii în raport cu axa optică principală a unei lentile convergente cu distanța focală $f = 40$ cm.

- a) Sursa de lumină se mișcă pe o direcție perpendiculară pe axa optică principală. La momentul inițial punctul luminos se afla pe axa optică principală la distanța de 50 cm de la lentilă. Construiți imaginea punctului luminos. De câte ori se mărește distanța dintre sursa punctiformă și imaginea sa după 5 s de la începutul mișcării?
- b) Sursa de lumină se mișcă pe o circumferință cu centrul pe axa optică principală a lentilei. Care este viteza imaginii punctului luminos, dacă planul circumferinței este perpendicular pe axa optică principală și se află la distanța 1) $d = 3f$, 2) $d = 0,9f$ de la lentilă.
- c) Sursa de lumină se mișcă spre lentilă paralel cu axa optică principală la distanța de 10 cm de la aceasta. Obțineți dependența de timp a distanței dintre punctul luminos și imaginea lui, precum și a celei de la imaginea punctului luminos până la axa optică principală a lentilei. Reprezentați grafic aceste dependențe. La momentul inițial punctul luminos se afla la distanța de 1,4 m de la lentilă.
- d) Sursa de lumină se află pe fundul unui vas cilindric lung pe axa optică principală a lentilei convergente așezată pe cilindru. Distanța dintre punctul luminos și imaginea lui este de 160 cm. Construiți imaginea punctului luminos în această lentilă. Care trebuie să fie înălțimea coloanei de apă turnată în vas pentru ca imaginea să se îndepărteze de lentilă cu 24 cm? Indicele de refracție al apei $n = 4/3$.

problemă propusă de conf. univ., dr., Spiridon Rusu, UTM

Ministerul Educației al Republicii Moldova
Agenția Națională pentru Curriculum și Evaluare
OLIMPIADA REPUBLICANĂ LA FIZICĂ, EDIȚIA LIII

CHIȘINĂU, 31 martie – 3 aprilie 2017

Proba teoretică ORF 2017,

clasa a 10

Движение по параболическим траекториям

(10,0 p)

На одном конце прямоугольной платформы пренебрежимо малой толщины и длиной $l = 8$ м находящейся на горизонтальной поверхности закреплено устройство которое может бросать вдоль платформы тела массой $m = 5$ кг под разными углами к горизонту из интервала $0^\circ < \alpha < 90^\circ$ с разными скоростями v . Масса платформы вместе с устройством $M = 20$ кг. Пренебрегая сопротивлением воздуха исследуйте движение брошенного тела и платформы. В отсутствии трения между платформой и поверхностью определите:

1. На каком расстоянии Δx_0 от противоположного конца вне платформы упадет тело? Для каких значения скорости v в зависимости от угла бросания α тело упадет вне платформы? Вычислите Δx_0 для $v = 10$ м/с и $\alpha = 60^\circ$;
2. С какой скоростью v должно быть брошено тело под разными углами к горизонту чтобы оно на противоположном конце платформы? Вычислите эту скорость для $\alpha = 60^\circ$. Под каким углом к горизонту α_m нужно бросать тело чтобы оно упало на противоположном конце платформы с минимальной скоростью v_{\min} ? Каково значение v_{\min} ?

В присутствии трения между платформой и поверхностью определите:

1. На каком расстоянии Δx_μ от противоположного конца платформы упадет тело вне платформы если коэффициент трения $\mu = 1/(8\sqrt{3})$? Для каких значений скорости v в зависимости от угла бросания α тело упадет вне платформы? Вычислите Δx_μ для двух пар значений: $v_1 = 10$ м/с, $\alpha_1 = 45^\circ$ и $v_2 = 11$ м/с, $\alpha_2 = 70^\circ$;
2. С какой скоростью v_μ необходимо бросить тело под разными углами к горизонту чтобы оно упало на противоположном конце платформы? Вычислите эту скорость для углов бросания $\alpha_1 = 45^\circ$ и $\alpha_2 = 70^\circ$.

problemă propusă de conf. univ., dr., Alexandru Rusu, UTM

Пробка

(10,0 p)

Отверстие радиусом r на дне сосуда закрыто цилиндрической пробкой радиусом $R = 2r$ и высотой h_0 .

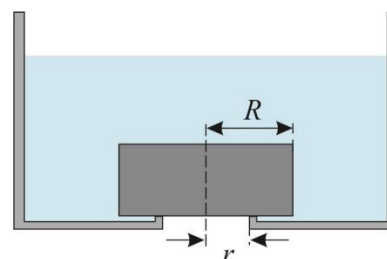
1. Считая, что жидкость не проникает под пробку, постройте график зависимости силы с какой пробка давит на дно сосуда от высоты столбика жидкости.

2. Считая, что жидкость проникает под пробку, найти минимальное и максимальное значения высоты столбика жидкости, при которых пробка не сможет закрыть отверстие, если

a) ось пробки совпадает с осью отверстия (см. рисунок);

b) ось пробки смещена относительно оси отверстия на расстоянии r .

Плотность жидкости ρ , плотность материала пробки $\rho_0 = \rho/2$. Толщиной стенок сосуда пренебречь.



problemă propusă de conf. univ., dr., Vitalie Chistol, UTM

Ministerul Educației al Republicii Moldova
Agenția Națională pentru Curriculum și Evaluare
OLIMPIADA REPUBLICANĂ LA FIZICĂ, EDIȚIA LIII

CHIȘINĂU, 31 martie – 3 aprilie 2017

Proba teoretică ORF 2017,

clasa a 10

Движущиеся изображения

(10,0 p)

Точечный источник света может двигаться равномерно со скоростью 10 см/с по различным траекториям относительно главной оптической оси собирающей линзы с фокусным расстоянием $f = 40$ см.

- а) Источник света движется по направлению перпендикулярном главной оптической оси. В начальный момент светящаяся точка находится на главной оптической оси на расстоянии 50 см от линзы. Постройте изображение светящейся точки. Во сколько раз увеличивается расстояние между точечным источником и ее изображением через 5 с после начала движения?
- б) Источник света движется по окружности с центром на главной оптической оси линзы. Какова скорость изображения светящейся точки если плоскость окружности перпендикулярна на главную оптическую ось и находится на расстоянии 1) $d = 3f$, 2) $d = 0,9f$ от линзы.
- в) Источник света движется по направлению к линзе параллельно главной оптической оси на расстоянии 10 см от нее. Получите зависимость от времени для расстояния между светящейся точкой и ее изображением, а также от изображения до главной оптической оси линзы. Представьте на графике временную зависимость расстояния от изображения до главной оптической оси. В начальный момент светящаяся точка находится на расстоянии 1,4 м от линзы.
- г) Источник света находится на дне длинного цилиндрического сосуда на главной оптической оси собирающей линзы, расположенной на сосуде. Расстояние между светящейся точкой и ее изображением равно 1,6 м. Постройте изображение светящейся точки в этой линзе. Какова должна быть высота водяного столба, которого необходимо налить в цилиндре чтобы изображение удалилось на 24 см от линзы? Показатель преломления воды $n = 4/3$.

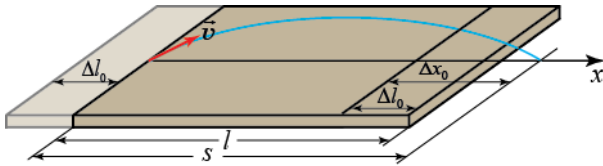
problemă propusă de conf. univ., dr., Spiridon Rusu, UTM

Ministerul Educației al Republicii Moldova
Agenția Națională pentru Curriculum și Evaluare
OLIMPIADA REPUBLICANĂ LA FIZICĂ, EDIȚIA LIII

CHIȘINĂU, 31 martie – 3 aprilie 2017

Proba teoretică ORF 2017,

clasa a 10

Nr.	Răspuns	Punctaj	
1	<p>1. Pentru aplicarea legii conservării impulsului și determinarea vitezei platformei u după aruncarea corpului: $mv \cos \alpha - Mu = 0 \Rightarrow u = \frac{mv \cos \alpha}{M}$ (0,5 p.)</p> <p>Pentru determinarea timpului de ridicare t_{rid} al corpului: $v \sin \alpha - gt_{rid} = 0 \Rightarrow t_{rid} = \frac{v \sin \alpha}{g}$ (0,25 p.)</p> <p>Pentru determinarea timpului de zbor al corpului Δt: $\Delta t = 2t_{rid} = 2 \frac{v \sin \alpha}{g}$ (0,25 p.)</p> <p>Pentru determinarea distanței</p> <p>S parcurse de corp pe orizontală: $S = v \cos \alpha \cdot \Delta t = \frac{v^2 \sin 2\alpha}{g}$ (0,5 p.)</p> <p>Pentru determinarea distanței parcurse de platformă Δl_0 în timpul de zbor al corpului aruncat: $\Delta l_0 = u \Delta t = \frac{mv \cos \alpha}{M} \cdot 2 \frac{v \sin \alpha}{g} = \frac{m}{M} \frac{v^2 \sin 2\alpha}{g}$ (0,5 p.)</p> <p>Pentru determinarea distanței dintre punctul de cădere a corpului și capătul opus al platformei Δx_0:</p> <p>$\Delta x_0 = S - l + \Delta l_0 = \left(1 + \frac{m}{M}\right) \frac{v^2 \sin 2\alpha}{g} - l$ (0,5 p.)</p> <p>Pentru observarea că: $\Delta x_0 > 0 \Rightarrow$ $\Rightarrow \left(1 + \frac{m}{M}\right) \frac{v^2 \sin 2\alpha}{g} - l > 0 \Rightarrow v > \sqrt{\frac{gl}{\left(1 + \frac{m}{M}\right) \sin 2\alpha}}$ (0,3 p.)</p> <p>Pentru calculul: $\Delta x_0 = 3,03 \text{ m}$ (0,2 p.)</p>		3,0 p.
2.	<p>Pentru observația: $\Delta x_0 = 0$ (0,15 p.)</p> <p>Pentru $\left(1 + \frac{m}{M}\right) \frac{v^2 \sin 2\alpha}{g} = l \Rightarrow v = \sqrt{\frac{gl}{\left(1 + \frac{m}{M}\right) \sin 2\alpha}}$ (0,15 p.)</p> <p>Pentru $\alpha = 60^\circ$: $v = 8,51 \text{ m/s}$ (0,2 p.)</p> <p>Pentru observația că viteza v va fi minimă, atunci când $\sin 2\alpha$ va fi maxim:</p> <p>$\sin 2\alpha = 1 \Rightarrow \alpha_m = \frac{\pi}{4}$ (0,3 p.)</p> <p>Pentru $v_{\min} = \sqrt{\frac{gl}{\left(1 + \frac{m}{M}\right)}} = 7,92 \text{ m/s}$ (0,2 p.)</p>	1,0 p.	

Ministerul Educației al Republicii Moldova
Agenția Națională pentru Curriculum și Evaluare
OLIMPIADA REPUBLICANĂ LA FIZICĂ, EDIȚIA LIII

CHIȘINĂU, 31 martie – 3 aprilie 2017

Proba teoretică ORF 2017,

clasa a 10

3.	<p>Pentru determinarea accelerației platformei: $Ma = -F_{fr} \Rightarrow Ma = -\mu Mg \Rightarrow a = -\mu g$ (0,3 p.)</p> <p>Pentru determinarea timpului de mișcare a platformei până la oprire: $u - a t_{op} = 0 \Rightarrow t_{op} = \frac{u}{ a } = \frac{mv \cos \alpha}{\mu Mg}$ (0,3 p.)</p> <p>Pentru observarea faptului că pot avea loc două cazuri: a) timpul de mișcare a platformei până la oprire $t_{op} \geq \Delta t$ (0,3 p.) b) timpul de mișcare a platformei până la oprire $t_{op} \leq \Delta t$ (0,3 p.)</p> <p>Pentru $t_{op} \geq \Delta t \Rightarrow \frac{mv \cos \alpha}{\mu Mg} \geq \frac{2v \sin \alpha}{g} \Rightarrow tg \alpha \leq \frac{m}{2\mu M}$ (0,3 p.)</p> <p>Pentru determinarea distanței parcurse de platformă $\Delta l_{\mu a}$ în timpul de zbor al corpului Δt :</p> $\Delta l_{\mu a} = u\Delta t - \frac{ a (\Delta t)^2}{2} = \Delta t \left(u - \frac{ a \Delta t}{2} \right) = 2 \frac{v \sin \alpha}{g} \left(\frac{mv \cos \alpha}{M} - 2 \frac{v \sin \alpha}{2g} \mu g \right) =$ $= \frac{v^2 \sin 2\alpha}{g} \left(\frac{m}{M} - \mu \cdot tg \alpha \right)$ <p style="text-align: right;">(0,5 p.)</p> <p>$\Delta x_{\mu a} = S - l + \Delta l_{\mu a} = \frac{v^2 \sin 2\alpha}{g} + \frac{v^2 \sin 2\alpha}{g} \left(\frac{m}{M} - \mu \cdot tg \alpha \right) - l =$</p> <p>Pentru $\left(1 + \frac{m}{M} - \mu \cdot tg \alpha \right) \frac{v^2 \sin 2\alpha}{g} - l, \text{ dacă } tg \alpha \leq \frac{m}{2\mu M} \Rightarrow \alpha \leq 60^\circ$ (0,6 p.)</p> <p>Pentru $\Delta x_{\mu a} > 0 \Rightarrow v_{\mu a} > \sqrt{\frac{gl}{\left(1 + \frac{m}{M} - \mu tg \alpha \right) \sin 2\alpha}}, \text{ dacă } \alpha \leq 60^\circ$ (0,3 p.)</p> <p>Pentru $v_1 = 10 \text{ m/s}$ și $\alpha_1 = 45^\circ$: $\Delta x_{\mu a} = \left(1 + \frac{m}{M} - \mu \cdot tg \alpha \right) \frac{v^2 \sin 2\alpha}{g} - l = 4,01 \text{ m}$ (0,2 p.)</p> <p>Pentru $t_{op} \leq \Delta t \Rightarrow \frac{mv \cos \alpha}{\mu Mg} \leq \frac{2v \sin \alpha}{g} \Rightarrow tg \alpha \geq \frac{m}{2\mu M}$ (0,3 p.)</p> <p>Pentru determinarea distanței parcurse de platformă $\Delta l_{\mu b}$ până la oprire:</p> $\Delta l_{\mu b} = \frac{u^2}{2 a } = \frac{m^2 v^2 \cos^2 \alpha}{2\mu g M^2}$ (0,5 p.) <p>Pentru determinarea $\Delta x_{\mu b}$:</p> $\Delta x_{\mu b} = S - l + \Delta l_{\mu b} = \frac{v^2 \sin 2\alpha}{g} + \frac{m^2 v^2 \cos^2 \alpha}{2\mu g M^2} - l = \frac{v^2}{g} \left(\sin 2\alpha + \frac{m^2 \cos^2 \alpha}{2\mu M^2} \right) - l$ (0,6 p.) <p>$\text{dacă } tg \alpha > \frac{m}{2\mu M} \Rightarrow \alpha \geq 60^\circ$</p>	5,0 p.
-----------	--	---------------

Ministerul Educației al Republicii Moldova
 Agenția Națională pentru Curriculum și Evaluare
OLIMPIADA REPUBLICANĂ LA FIZICĂ, EDIȚIA LIII

CHIȘINĂU, 31 martie – 3 aprilie 2017

Proba teoretică ORF 2017,

clasa a 10

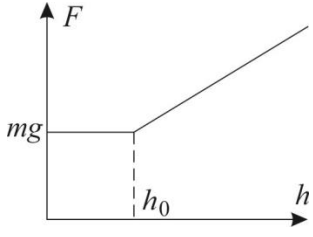
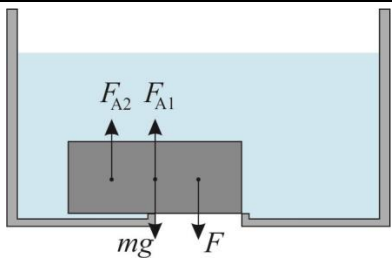
		<p>Pentru $\Delta x_{\mu b} > 0 \Rightarrow v_{\mu b} > \sqrt{\frac{gl}{\sin 2\alpha + \frac{m^2}{2\mu M^2} \cos^2 \alpha}}$, dacă $\alpha \geq 60^\circ$ (0,3 p.)</p> <p>Pentru $v_2 = 11 \text{ m/s}$ și $\alpha_2 = 70^\circ$: $\Delta x_{\mu b} = \frac{v^2}{g} \left(\sin 2\alpha + \frac{m^2 \cos^2 \alpha}{2\mu M^2} \right) - l = 0,55 \text{ m}$ (0,2 p.)</p>	
4.		<p>Pentru $\Delta x_{\mu a} = 0 \Rightarrow v_{\mu a} = \sqrt{\frac{gl}{\left(1 + \frac{m}{M} - \mu g \alpha\right) \sin 2\alpha}}$, dacă $\alpha \leq 60^\circ$ (0,3 p.)</p> <p>Pentru $\Delta x_{\mu b} = 0 \Rightarrow v_{\mu b} = \sqrt{\frac{gl}{\sin 2\alpha + \frac{m^2}{2\mu M^2} \cos^2 \alpha}}$, dacă $\alpha \geq 60^\circ$ (0,3 p.)</p> <p>Pentru $\alpha_1 = 45^\circ$, $\Delta x_{\mu a} = 0 \Rightarrow v_{\mu a} = \sqrt{\frac{gl}{\left(1 + \frac{m}{M} - \mu g \alpha\right) \sin 2\alpha}} = 8,16 \text{ m/s}$ (0,2 p.)</p> <p>Pentru $\alpha_2 = 70^\circ$, $\Delta x_{\mu b} = 0 \Rightarrow v_{\mu b} = \sqrt{\frac{gl}{\sin 2\alpha + \frac{m^2}{2\mu M^2} \cos^2 \alpha}} = 10,64 \text{ m/s}$ (0,2 p.)</p>	1,0 p.
		Total	10,0 p.

Ministerul Educației al Republicii Moldova
Agenția Națională pentru Curriculum și Evaluare
OLIMPIADA REPUBLICANĂ LA FIZICĂ, EDIȚIA LIII

CHIȘINĂU, 31 martie – 3 aprilie 2017

Proba teoretică ORF 2017,

clasa a 10

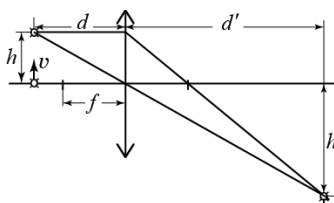
Nr.		Răspuns	Punctaj
2	1.	<p>Pentru $h < h_0$, $F = mg = \rho_0 \pi R^2 h_0$. (0,5p)</p> <p>Pentru $h > h_0$, $F = mg + F_p$. (0,3p) $F = \rho_0 g \pi R^2 h_0 + \rho g \pi R^2 (h - h_0)$ (0,5p)</p> <p>$F = \pi g R^2 h_0 (\rho_0 - \rho) + \rho g \pi R^2 h$ (0,2p)</p>  <p style="text-align: right;">(0,5p)</p>	2,0 p.
	2a.	<p>$mg = F_{A1}$ $F_{A1} = \rho g V = \rho g (\pi R^2 h_1 - \pi r^2 h_1) = \rho g \pi h_1 \cdot 3r^2$ (0,5p)</p> <p>$h_1 = \frac{F_{A1}}{3 \rho g \pi r^2} = \frac{m}{3 \rho \pi r^2} = \frac{\rho_0 \pi R^2 h_0}{3 \rho \pi r^2} = \frac{\rho_0 4r^2 h_0}{3 \rho r^2} = \frac{4 \rho_0 h_0}{3 \rho} = \frac{2}{3} h_0$ (0,5p)</p> <p>$mg + F = F_{A2}$ (0,5p)</p> <p>$F = \pi r^2 (h_2 - h_0) g \rho$ (0,5p) $F_{A2} = \rho g \pi R^2 h_0$ (0,5p)</p> <p>$\rho_0 \pi R^2 h_0 g + \pi r^2 (h_2 - h_0) g \rho = \rho g \pi (R^2 - r^2) h_0$, (0,2p)</p> <p>$\rho_0 4r^2 h_0 + r^2 (h_2 - h_0) \rho = \rho 3r^2 h_0$, $2 \rho h_0 + (h_2 - h_0) \rho = 3 \rho h_0$, $h_2 = 2h_0$ (0,3p)</p> <p>R.: $2/3 h_0 < h < 2h_0$</p>	3,0 p.
	2b.	 <p style="text-align: right;">(0,5p)</p> <p>$F_{A2} = \rho g \pi r^2 h_1$ (0,3p) $F_{A1} = F_A - 2F_{A2}$ (0,5p)</p> <p>$F_{A1} = \rho g \pi R^2 h_1 - 2 \rho g \pi r^2 h_1 = \pi \rho g h_1 (R^2 - 2r^2) = 2 \pi \rho g h_1 r^2$ (0,5p)</p> <p>$mg \cdot 2r = F_{A1} \cdot 2r + F_{A2} \cdot 3r$ $mg \cdot 2r = 2 \rho g \pi r^2 h_1 \cdot 2r + \pi \rho g h_1 r^2 \cdot 3r$ (0,5p)</p> <p>$2m = 7 \pi \rho r^2 h_1$ (0,2p) $h_1 = \frac{2m}{7 \pi \rho r^2} = \frac{2 \rho_0 R^2 h_0}{7 \rho r^2} = \frac{\rho \cdot 4r^2 h_0}{7 \rho r^2} = \frac{4}{7} h_0$ (0,5p)</p> <p>$F_{A2} = \rho g \pi r^2 h_0$ $F_{A1} = 2 \pi \rho g h_0 r^2$ (0,5p) $F = \rho g \pi r^2 (h_2 - h_0)$ (0,5p)</p> <p>$mg \cdot 2r + \rho g \pi r^2 (h_2 - h_0) \cdot r = 2 \rho g \pi r^2 h_0 \cdot 2r + \pi \rho g h_0 r^2 \cdot 3r$ (0,3p)</p> <p>$2m = \rho \pi r^2 (6h_0 - h_2)$ (0,2p)</p> <p>$h_2 = 6h_0 - \frac{2m}{\rho \pi r^2} = 6h_0 - \frac{2 \rho_0 R^2 h_0}{\rho r^2} = 6h_0 - \frac{\rho \cdot 4r^2 h_0}{\rho r^2} = 6h_0 - 4h_0 = 2h_0$ (0,5p)</p> <p>R.: $4/7 h_0 < h < 2h_0$</p>	5,0 p.
		Total	10,0 p.

Ministerul Educației al Republicii Moldova
Agenția Națională pentru Curriculum și Evaluare
OLIMPIADA REPUBLICANĂ LA FIZICĂ, EDIȚIA LIII

CHIȘINĂU, 31 martie – 3 aprilie 2017

Proba teoretică ORF 2017,

clasa a 10

Nr.	Răspuns	Punctaj
3	<p>a)</p> <p>Pentru construirea imaginii punctului luminos (0.2 p.) Determinarea distanței L_0 la momentul inițial și L după un timp t: $L_0 = d + d'$ (0.1 p.)</p> <p>$L = \sqrt{(h + h')^2 + (d + d')^2}$ (1) (0.2 p.)</p> <p>$\frac{1}{d} + \frac{1}{d'} = \frac{1}{f}$ (2) (0.2 p.) $\Rightarrow d' = \frac{fd}{d-f}$ (3) (0.1 p.)</p> <p>$\frac{h'}{h} = \frac{d'}{d}$ (4) (0.2 p.) $\Rightarrow h' = \frac{d'}{d}h$ (5) (0.1 p.) $h = vt$ (6) (0.1 p.)</p> <p>Determinarea raportului $n = \frac{L}{L_0}$ folosind relațiile (3), (5) și (6):</p> <p>$n = \frac{1}{d} \sqrt{v^2 t^2 + d^2}$ (0.2 p.) $n = \frac{1}{50} \sqrt{100 \cdot 25 + 2500} = \sqrt{2} \approx 1,41$ (0.1 p.)</p>	 <p style="text-align: right;">1,5 p.</p>
	<p>b)</p> <p>Pentru observarea că viteza unghiulară a punctului luminos și a imaginii acestuia este aceeași (0.4 p.)</p> <p>$v_1 = \omega R_1$ (0.1 p.) $v_2 = \omega R_2$ (0.1 p.) $\Rightarrow v_2 = \frac{R_2}{R_1} v_1$ (7) (0.1 p.)</p> <p>1) Punctul luminos se rotește pe un cerc la distanța $d = 3f$ $\frac{R_2}{R_1} = \frac{d'}{d}$ (0.3 p.) \Rightarrow folosind (3) $\Rightarrow \frac{R_2}{R_1} = \frac{f}{d-f}$ (0.3 p.)</p> <p>Din (7) $\Rightarrow v_2 = \frac{f}{d-f} v_1$ (0.3 p.) $\Rightarrow v_2 = \frac{f}{3f-f} v_1 = 5 \text{ cm/s}$ (0.1 p.)</p> <p>2) Punctul luminos se rotește pe un cerc la distanța $d = 0,9f$ $\frac{1}{d} - \frac{1}{d'} = \frac{1}{f}$ (8) (0.2 p.) $\Rightarrow d' = \frac{fd}{f-d}$ (9) (0.2 p.) $v_2 = \frac{f}{f-d} v_1$ (0.3 p.)</p> <p>$v_2 = \frac{f}{f-0,9f} v_1 = 100 \text{ cm/s}$ (0.1 p.)</p>	2,5 p.
	<p>c)</p> <p>$d = d_0 - vt$ (10) (0.2 p.) Determinarea momentului trecerii punctului luminos prin focarul principal după care imaginea devine virtuală $t_f = \frac{d_0 - f}{v}$ (11) (0.3 p.)</p> <p>Obținerea dependenței de timp a distanței dintre punctul luminos și imaginea sa folosind relațiile (1), (3), (5), (9) și (10):</p> $L = \begin{cases} \frac{d_0 - vt}{d_0 - vt - f} \sqrt{h^2 + (d_0 - vt)^2}, & t < t_f, & (0.5 \text{ p.}) \\ \frac{2f - (d_0 - vt)}{f - (d_0 - vt)} \sqrt{h^2 + (d_0 - vt)^2}, & t > t_f. & (0.5 \text{ p.}) \end{cases}$ <p>Obținerea dependenței de timp a distanței de la imaginea punctului luminos până la axa optică principală folosind relațiile (3), (5), (9) și (10):</p>	3,0 p.

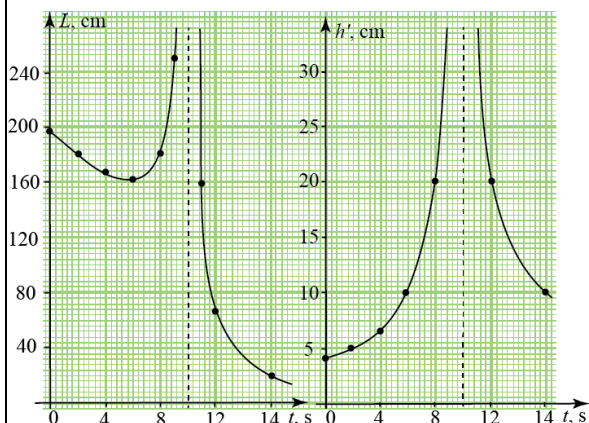
Ministerul Educației al Republicii Moldova
Agenția Națională pentru Curriculum și Evaluare
OLIMPIADA REPUBLICANĂ LA FIZICĂ, EDIȚIA LIII

CHIȘINĂU, 31 martie – 3 aprilie 2017

Proba teoretică ORF 2017,

clasa a 10

$$h' = \begin{cases} \frac{f}{d_0 - vt - f} h, & t < t_f, & (0.5 \text{ p.}) \\ \frac{f}{f - (d_0 - vt)} h, & t > t_f. & (0.5 \text{ p.}) \end{cases}$$



Pentru graficul dependenței $L(t)$ (0.25 p.) și a dependenței $h'(t)$ (0.25 p.)

d) Pentru construcția imaginii punctului luminos în lipsa lichidului (0.3 p.)

Exprimarea înălțimii lichidului prin adâncimea aparentă:

În lipsa lichidului $h = ct$ (0.3 p.) (12)

În lichid distanța până la punctul luminos este parcursă de raza de lumină în același timp cu viteza v :

$$h - x = vt \quad (0.3 \text{ p.}) \quad (13)$$

Din (12), (13) și legea refracției $\frac{\sin i}{\sin r} = \frac{c}{v} = n$ (0.3 p.) avem:

$$\frac{h}{h-x} = n \quad \Rightarrow \quad h = \frac{n}{n-1} x \quad (14) \quad (0.3 \text{ p.})$$

Același punctaj (1.2 p.) pentru obținerea (14) din considerente geometrice.

În lipsa lichidului

$$\begin{cases} \frac{1}{d} + \frac{1}{d'} = \frac{1}{f}, & (0.2 \text{ p.}) \\ d + d' = L, \end{cases} \Rightarrow d^2 - Ld + fL = 0 \quad (0.2 \text{ p.}) \Rightarrow$$

$$\Rightarrow d = \frac{L}{2} \pm \sqrt{\frac{L^2}{4} - fL} \quad (0.2 \text{ p.}) \Rightarrow d = 80 \text{ cm} \quad (0.1 \text{ p.}) \Rightarrow$$

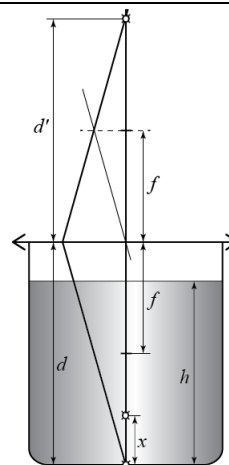
$$\Rightarrow d' = L - d = 80 \text{ cm} \quad (0.1 \text{ p.})$$

După turnarea lichidului

$$\frac{1}{d-x} + \frac{1}{d'+\Delta d'} = \frac{1}{f} \quad (0.4 \text{ p.}) \Rightarrow \frac{1}{80-x} + \frac{1}{80+24} = \frac{1}{40} \quad (0.1 \text{ p.}) \Rightarrow$$

$$\Rightarrow x = 15 \text{ cm} \quad (0.1 \text{ p.})$$

$$\text{Determinarea înălțimii coloanei de apă. Din (14)} \Rightarrow h = 60 \text{ cm.} \quad (0.1 \text{ p.})$$



3,0 p.

Total 10,0 p.

Ministerul Educației al Republicii Moldova
Agenția Națională pentru Curriculum și Evaluare
OLIMPIADA REPUBLICANĂ LA FIZICĂ, EDIȚIA LIII

CHIȘINĂU, 31 martie – 3 aprilie 2017

Proba practică ORF 2017,

clasa a 10

Aparate și accesorii:

1. Uluc de forma unui arc de cerc cu raza $R = (51,5 \pm 0,5)$ cm instalat pe suport de lemn;
2. Cilindru metalic cu raza $r = (7,5 \pm 0,1)$ mm;
3. Riglă milimetrică;
4. 2 inele de gumă;
5. 3 foi de hârtie A4, 1 foaie de hârtie indigo;
6. Bandă adezivă.
7. Scotch.

Cerințe:

- *Formulele de calcul trebuie să conțină doar mărimile fizice măsurate și cele cunoscute;*
- *Fiecare etapă soluționată să fie introdusă în caseta corespunzătoare a foii pentru răspunsuri;*
- *În calcule și răspunsuri se va ține cont de cifrele semnificative și erorile instrumentale;*
- *După efectuarea lucrării toate materialele vor fi restituite supraveghetorului;*

Tema: ”Studiul alunecării și rostogolirii unui cilindru pe un uluc de forma unui arc de cerc” [20 puncte]

Enunțul problemei:

Aveți la dispoziție un cilindru metalic cu raza $r = (7,5 \pm 0,1)$ mm și masa $m = (13,8 \pm 0,1)$ g ce poate să alunece sau să se rostogolească cu suprafața laterală în interiorul unui uluc de forma unui arc de cerc cu raza $R = (51,5 \pm 0,5)$ cm. Pe marginile cilindrului pot fi îmbrăcate inele de gumă. Ulucul este fixat într-un plan vertical pe un suport de lemn astfel încât punctul inferior al ulucului este și punctul inferior al cercului din care acesta a fost tăiat.

A. Cercetând alunecarea cilindrului pe uluc:

1. Propuneți o metodă de determinare a coeficientului de frecare la alunecare, efectuând nu mai puțin de 3 măsurări. Explicați-o. Estimați erorile comise. Scrieți rezultatul final.
2. Propuneți o metodă de determinare a vitezei cilindrului la momentul desprinderii acestuia de uluc. Determinați viteza cilindrului la eliberarea lui de câteva ori dintr-o anumită poziție pe uluc (nu mai puțin de 3 ori). Estimați erorile comise. Scrieți rezultatul final.
3. Propuneți o metodă de determinare a energiei cinetice a cilindrului la momentul desprinderii acestuia de uluc, eliberându-l de câteva ori (de cel puțin 3 ori) din aceeași poziție (se pot utiliza datele colectate în p. 3).
4. Propuneți o metodă de determinare a lucrului forței de frecare la alunecarea cilindrului pe o porțiune a ulucului. Explicați această metodă. Determinați acest lucru pe porțiunea aleasă. Interpretați rezultatul.

B. Cercetând rostogolirea cilindrului pe uluc:

5. Propuneți o metodă de determinare a coeficientului de frecare la rostogolire. Explicați-o. Estimați erorile comise. Scrieți rezultatul final. Trageți concluzii.
6. Întrucât rostogolirea cilindrului reprezintă o combinație dintre mișcarea de translație a cilindrului și cea de rotație a acestuia în jurul axei lui, mișcării de rotație îi corespunde, ca și celei de translație, o anumită rezervă de energie (energia cinetică de rotație). Propuneți o metodă de determinare a energiei cinetice de

Ministerul Educației al Republicii Moldova
Agenția Națională pentru Curriculum și Evaluare
OLIMPIADA REPUBLICANĂ LA FIZICĂ, EDIȚIA LIII

CHIȘINĂU, 31 martie – 3 aprilie 2017

Proba practică ORF 2017,

clasa a 10

rotație. Explicați-o. Determinați această energie, eliberând cilindrul dintr-o poziție arbitrară de cel puțin 3 ori.

7. Întrucât cilindrul la rostogolire se rotește cu atât mai repede cu cât mai mare este viteza mișcării de translație a acestuia (a centrului lui de masă), între energia cinetică de rotație și cea de translație trebuie să existe o dependență liniară: $(E_c)_{rot} = k(E_c)_{tr}$. Stabiliți în ce condiții este valabilă această relație, inclusiv, folosind datele experimentale din unul din punctele precedente. Pentru a crea aceste condiții aveți la dispoziție următoarele posibilități de studiere a rostogolirii pe uluc a cilindrului:

- a) fără inele;
- b) cu inelele de gumă îmbrăcate pe marginile lui;
- c) cu inele pe banda adezivă lipită pe mijlocul ulucului;
- d) fără inele pe banda adezivă;

Selectați una din aceste variante și eliberați cilindrul de cel puțin 3 ori din fiecare din cel puțin 5 poziții și determinați cel puțin 5 perechi de valori ale $(E_c)_{rot}$ și $(E_c)_{tr}$. Pentru ca mișcarea de rostogolire să fie stabilă, este rațional ca pozițiile de eliberare a cilindrului să fie situate în jumătatea superioară a ulucului.

8. Construiți graficul acestei dependențe și arătați că ea reprezintă un segment de dreaptă. Determinați panta dreptei k . Propuneți o formulă de calcul a energiei cinetice de rotație a cilindrului la rostogolirea acestuia fără alunecare pe o suprafață arbitrară.

Notă: Rezistența aerului se neglijează; pentru calcule $g = 9,81 \text{ m/s}^2$.

problemă propusă de conf. univ., dr., Alexandru Rusu și lect. Constantin Pîrțac, UTM

Ministerul Educației al Republicii Moldova
Agenția Națională pentru Curriculum și Evaluare
OLIMPIADA REPUBLICANĂ LA FIZICĂ, EDIȚIA LIII

CHIȘINĂU, 31 martie – 3 aprilie 2017

Proba practică ORF 2017,

clasa a 10

Приборы и принадлежности:

1. Желоб в виде дуги окружности радиусом $R = (51,5 \pm 0,5)$ см установленный на деревянной подставке;
2. Металлический цилиндр радиусом $r = (7,5 \pm 0,1)$ мм;
3. Миллиметровая линейка;
4. 2 резиновых кольца;
5. 3 листа бумаги А4, 2 листа копировальной бумаги;
6. Изолента.
7. Скотч.

Требования:

- Формулы для вычислений должны содержать только измеряемые и известные физические величины;
- Каждый решенный этап задачи должен быть внесен в соответствующую ячейку листа ответов;
- В вычислениях и ответах нужно учитывать значащие цифры и приборные погрешности;
- После выполнения работы все приборы и принадлежности возвращаются наблюдателю;

Тема:” Изучение скольжения и скатывания цилиндра по желобу в виде дуги окружности” [20 б]

Формулировка задачи:

Дается металлический цилиндр радиусом $r = (7,5 \pm 0,1)$ мм и массой $m = (7,5 \pm 0,1)$ г который может скользить или скатываться боковой поверхностью внутри желоба в виде дуги окружности радиусом $R = (51,5 \pm 0,5)$ см. По краям цилиндра могут быть одеты резиновые кольца. Желоб установлен в вертикальной плоскости на деревянной подставке, таким образом, что нижняя точка желоба является также нижней точкой кольца, из которого был вырезан желоб.

А. Исследуя скольжение цилиндра по желобу:

1. Предложите метод определения коэффициента трения скольжения проведя не менее 3 измерений. Объясните. Оцените погрешности. Напишите окончательный результат.
2. Предложите метод определения скорости цилиндра в момент его отрыва от желоба. Определите скорость цилиндра при его освобождении несколько раз (не менее 3) из определенного положения на желобе. Оцените погрешности. Напишите окончательный результат.
3. Предложите метод определения кинетической энергии цилиндра в момент его отрыва от желоба, освобождая его несколько раз (не менее 3) из одного положения (можно использовать данные из п. 3).
4. Предложите метод определения работы силы трения при скольжении цилиндра по определенной части желоба. Объясните метод. Определите эту работу по выбранной части желоба. Интерпретируйте результат.

Б. Исследуя скатывание цилиндра по желобу:

5. Предложите метод определения коэффициента трения качения. Объясните метод. Определите этот коэффициент. Оцените погрешности. Напишите окончательный результат. Сделайте выводы.
6. Ввиду того что скатывание цилиндра представляет собой комбинацию поступательного и вращательного движения вокруг его оси, вращательному движению, как и поступательному, соответствует определенный запас энергии (кинетическая энергия вращательного движения).

Ministerul Educației al Republicii Moldova
Agenția Națională pentru Curriculum și Evaluare
OLIMPIADA REPUBLICANĂ LA FIZICĂ, EDIȚIA LIII

CHIȘINĂU, 31 martie – 3 aprilie 2017

Proba practică ORF 2017,

clasa a 10

Предложите метод определения кинетической энергии вращательного движения. Объясните его. Определите значение этой энергии освобождая цилиндр из определенного положения не менее 3 раз.

7. Ввиду того что при скатывании цилиндр вращается тем быстрее чем больше скорость поступательного движения (центра масс), между кинетической энергией вращательного движения и кинетической энергией поступательного движения должна существовать линейная зависимость: $(E_k)_{\text{вр}} = k(E_k)_{\text{пост}}$. Выясните при каких условиях выполняется эта зависимость, учитывая и результаты, полученные в одном из предыдущих пунктов. Для выполнения этих условий имеются следующие возможности изучения скатывания по желобу цилиндра:

- а) без резиновых колец;
- б) с одетыми по краям кольцами;
- в) с одетыми по краям кольцами по полоске изоленты наклеенной по середине желоба;
- г) без резиновых колец по полоске изоленты.

Выберите один из этих вариантов и освободите цилиндр не менее 3 раз из не менее 5 положений и определите не менее 5 пар значений величин $(E_k)_{\text{вр}}$ и $(E_k)_{\text{пост}}$. Для того чтобы скатывание было стабильным следует брать эти 5 положений в верхней половине желоба.

8. Постройте график этой зависимости и покажите, что он представляет собой отрезок прямой. Определите наклон k этой прямой. Предложите формулу для расчета кинетической энергии вращательного движения цилиндра при его качении без скольжения по произвольной поверхности.

Примечание: Сопротивление воздуха пренебрегается; для расчетов $g = 9,81 \text{ м/с}^2$.

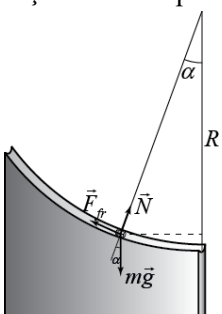
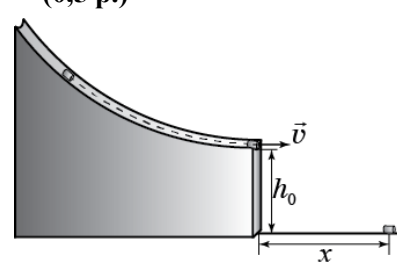
problemă propusă de conf. univ., dr., Alexandru Rusu și lect. Constantin Pîrțac, UTM

Ministerul Educației al Republicii Moldova
Agenția Națională pentru Curriculum și Evaluare
OLIMPIADA REPUBLICANĂ LA FIZICĂ, EDIȚIA LIII

CHIȘINĂU, 31 martie – 3 aprilie 2017

Proba practică ORF 2017,

clasa a 10

	Răspuns	Punctaj																						
1.	<p>Pentru reprezentarea schematică a montajului și indicarea forțelor ce acționează asupra cilindrii aflat într-o poziție arbitrară pe uluc (0,3 p.)</p> <p>Pentru ideea că coeficientul de frecare la alunecare poate fi determinat din condiția de echilibru a acestuia pe uluc: $mg \sin \alpha = F_{fr} \Rightarrow mg \sin \alpha = \mu mg \cos \alpha \Rightarrow \mu = \tan \alpha$ (0,3 p.)</p> <p>Pentru exprimarea μ prin mărimi direct măsurabile: $\mu = \tan \alpha = \frac{d}{R - (H - h)}$ (0,3 p.)</p> <p>Pentru colectarea datelor în tabelul (0,3 p.)</p> <div style="text-align: right;">  </div> <table border="1" style="width: 100%; text-align: center; margin-top: 10px;"> <thead> <tr> <th>Nr</th> <th>H, mm</th> <th>h, mm</th> <th>R, mm</th> <th>μ</th> <th>$\Delta\mu$</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>174</td> <td rowspan="3" style="font-size: 2em;">X</td> <td rowspan="3" style="font-size: 2em;">X</td> <td rowspan="3" style="font-size: 2em;">X</td> <td rowspan="3" style="font-size: 2em;">X</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>177</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>170</td> </tr> <tr> <td>med</td> <td>173,3</td> <td>166</td> <td>515</td> <td>0,165</td> <td>0,004</td> </tr> </tbody> </table> <p>Pentru calcularea corectă $\mu = \frac{84}{515 - 173 + 166} = 0,165$ (0,2 p.)</p> <p>Pentru estimarea erorii absolute comise: $\Delta\mu = \mu_{med} \left[\frac{\Delta d}{d} + \frac{\Delta R + \Delta H + \Delta h}{R - (H - h)} \right] = 0,165 \left[\frac{1}{84} + \frac{5 + 1 + 1}{515 - (173 - 166)} \right] = 0,004$ (0,3 p.)</p> <p>Pentru scrierea corectă a rezultatului final: $\mu = 0,165 \pm 0,004$ (0,3 p.)</p>	Nr	H, mm	h, mm	R, mm	μ	$\Delta\mu$	1	174	X	X	X	X	2	177	3	170	med	173,3	166	515	0,165	0,004	2,0 p.
Nr	H, mm	h, mm	R, mm	μ	$\Delta\mu$																			
1	174	X	X	X	X																			
2	177																							
3	170																							
med	173,3	166	515	0,165	0,004																			
2.	<p>Pentru exprimarea vitezei cilindrii prin mărimi direct măsurabile: $\begin{cases} x = vt \\ h_0 = \frac{gt^2}{2} \Rightarrow v^2 = \frac{gx^2}{2h_0} \Rightarrow v = \sqrt{\frac{g}{2h_0}} x \end{cases}$ (0,5 p.)</p> <p>Pentru colectarea datelor experimentale în tabel (pentru aceeași poziție a cilindrii pe uluc înainte de eliberare): (0,5 p.)</p> <table border="1" style="width: 100%; text-align: center; margin-top: 10px;"> <thead> <tr> <th>Nr</th> <th>x, m</th> <th>h_0, m</th> <th>v, m/s</th> <th>Δv, m/s</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>0,118</td> <td rowspan="3" style="font-size: 2em;">X</td> <td rowspan="3" style="font-size: 2em;">X</td> <td rowspan="3" style="font-size: 2em;">X</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>0,118</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>0,124</td> </tr> <tr> <td>med</td> <td>0,12</td> <td>0,158</td> <td>0,67</td> <td>0,01</td> </tr> </tbody> </table> <div style="text-align: right; margin-top: 10px;">  </div> <p>Pentru calcularea corectă $v = \sqrt{\frac{9,81}{2 \cdot 0,158}} \cdot 0,12 = 0,67 \text{ (m/s)}$ (0,3 p.)</p> <p>Pentru estimarea corectă a erorii absolute comise: $\Delta v = v_{med} \left(\frac{\Delta h}{2h} + \frac{\Delta x}{x} \right) = 0,01 \text{ m/s}$ (0,4 p.)</p> <p>Pentru scrierea corectă a rezultatului final: $v = (0,67 \pm 0,01) \text{ m/s}$ (0,3 p.)</p>	Nr	x, m	h_0 , m	v, m/s	Δv , m/s	1	0,118	X	X	X	2	0,118	3	0,124	med	0,12	0,158	0,67	0,01	2,0 p.			
Nr	x, m	h_0 , m	v, m/s	Δv , m/s																				
1	0,118	X	X	X																				
2	0,118																							
3	0,124																							
med	0,12	0,158	0,67	0,01																				

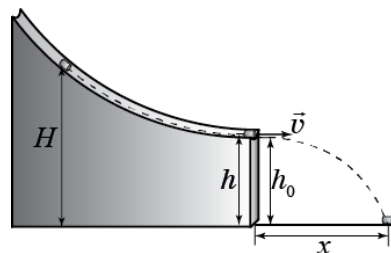
Ministerul Educației al Republicii Moldova
Agenția Națională pentru Curriculum și Evaluare
OLIMPIADA REPUBLICANĂ LA FIZICĂ, EDIȚIA LIII

CHIȘINĂU, 31 martie – 3 aprilie 2017

Proba practică ORF 2017,

clasa a 10

3.	<p>Pentru exprimarea energiei cinetice prin mărimi direct măsurabile:</p> $E_c = \frac{mv^2}{2} = \frac{mgx^2}{4h_0} \quad (0,5 \text{ p.})$ <p>Pentru sistematizarea datelor în tabel: (0,5 p.)</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; text-align: center;"> <thead> <tr> <th>Nr</th> <th>$x, \text{ m}$</th> <th>$h_0, \text{ m}$</th> <th>$m, \text{ kg}$</th> <th>$E_c, \text{ J}$</th> <th>$\Delta E_c, \text{ J}$</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>0,118</td> <td rowspan="3" style="font-size: 2em;">×</td> <td rowspan="3" style="font-size: 2em;">×</td> <td rowspan="3" style="font-size: 2em;">×</td> <td rowspan="3" style="font-size: 2em;">×</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>0,118</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>0,124</td> </tr> <tr> <td>med</td> <td>0,12</td> <td>0,158</td> <td>0,0138</td> <td>$3,08 \cdot 10^{-3}$</td> <td></td> </tr> </tbody> </table> <p>Pentru calcularea corectă a energiei cinetice $E_c = 3,08 \cdot 10^{-3} \text{ J}$ (0,3 p.)</p> <p>Pentru estimarea corectă a erorii absolute: $\Delta E_c = (E_c)_{med} \left(\frac{\Delta m}{m} + \frac{2\Delta x}{x} + \frac{\Delta h}{h} \right) = 10^{-4} \text{ J}$ (0,5 p.)</p> <p>Pentru scrierea corectă a rezultatului final: $E_c = (3,1 \pm 0,1) \cdot 10^{-3} \text{ J}$ (0,2 p.)</p>	Nr	$x, \text{ m}$	$h_0, \text{ m}$	$m, \text{ kg}$	$E_c, \text{ J}$	$\Delta E_c, \text{ J}$	1	0,118	×	×	×	×	2	0,118	3	0,124	med	0,12	0,158	0,0138	$3,08 \cdot 10^{-3}$		2,0 p.			
Nr	$x, \text{ m}$	$h_0, \text{ m}$	$m, \text{ kg}$	$E_c, \text{ J}$	$\Delta E_c, \text{ J}$																						
1	0,118	×	×	×	×																						
2	0,118																										
3	0,124																										
med	0,12	0,158	0,0138	$3,08 \cdot 10^{-3}$																							
4.	<p>Pentru aplicarea legii variației energiei:</p> $L_{fr} = E_2 - E_1 \Rightarrow L_{fr} = \frac{mv^2}{2} - mg(H - h) \quad (0,5 \text{ p.})$ <p>Pentru exprimarea L_{fr} prin mărimi direct măsurabile:</p> $L_{fr} = \frac{mgx^2}{4h_0} - mg(H - h) \quad (0,5 \text{ p.})$ <p>Pentru colectarea datelor experimentale în tabel: (0,5 p.)</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; text-align: center;"> <thead> <tr> <th>Nr</th> <th>$x, \text{ m}$</th> <th>$h, \text{ m}$</th> <th>$h_0, \text{ m}$</th> <th>$H, \text{ m}$</th> <th>$m, \text{ kg}$</th> <th>$L_{fr}, \text{ J}$</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>0,118</td> <td rowspan="3" style="font-size: 2em;">×</td> <td rowspan="3" style="font-size: 2em;">×</td> <td rowspan="3" style="font-size: 2em;">×</td> <td rowspan="3" style="font-size: 2em;">×</td> <td rowspan="3" style="font-size: 2em;">×</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>0,118</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>0,124</td> </tr> <tr> <td>med</td> <td>0,12</td> <td>0,166</td> <td>0,158</td> <td>0,309</td> <td>0,0138</td> <td>-0,0163</td> </tr> </tbody> </table> <p>Pentru explicația că lucrul este negativ, întrucât forța de frecare acționează în sens opus mișcării (0,5 p.)</p>	Nr	$x, \text{ m}$	$h, \text{ m}$	$h_0, \text{ m}$	$H, \text{ m}$	$m, \text{ kg}$	$L_{fr}, \text{ J}$	1	0,118	×	×	×	×	×	2	0,118	3	0,124	med	0,12	0,166	0,158	0,309	0,0138	-0,0163	2,0 p
Nr	$x, \text{ m}$	$h, \text{ m}$	$h_0, \text{ m}$	$H, \text{ m}$	$m, \text{ kg}$	$L_{fr}, \text{ J}$																					
1	0,118	×	×	×	×	×																					
2	0,118																										
3	0,124																										
med	0,12	0,166	0,158	0,309	0,0138	-0,0163																					

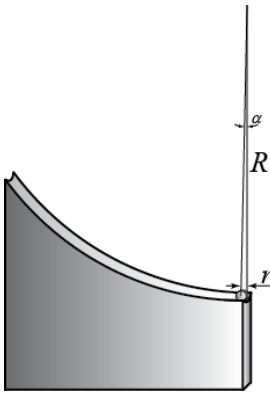
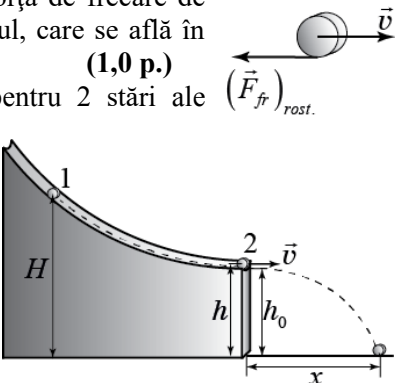


Ministerul Educației al Republicii Moldova
Agenția Națională pentru Curriculum și Evaluare
OLIMPIADA REPUBLICANĂ LA FIZICĂ, EDIȚIA LIII

CHIȘINĂU, 31 martie – 3 aprilie 2017

Proba practică ORF 2017,

clasa a 10

5.	<p>Pentru observarea faptului că cilindrul nu se rostogolește numai la plasarea lui foarte aproape de marginea ulucului sau chiar pe marginea lui. În acest caz distanța d a centrului de masă a cilindrului până la verticala ce trece prin marginea ulucului: $d \ll R$ (0,2 p.)</p> <p>Pentru determinarea coeficientului de frecare de rostogolire</p> $\mu_r = \operatorname{tg} \alpha \approx \frac{r}{R} = \frac{8}{515} = 0,015 \quad \text{(0,3 p.)}$ <p>Pentru estimarea erorii absolute:</p> $\Delta \mu_r = \mu_r \left(\frac{\Delta d}{d} + \frac{\Delta R}{R} \right) \approx 0,002 \quad \text{(0,2 p.)}$ <p>Pentru scrierea corectă a rezultatului final:</p> $\mu_r = 0,015 \pm 0,002 \quad \text{(0,1 p.)}$ <p>Pentru concluzia că $\mu_r \ll \mu \Rightarrow \mu_r \approx 0$ (0,2 p.)</p>	 <p style="text-align: right;">1,0 p</p>																									
6.	<p>Pentru observarea faptului că la rostogolire, întrucât forța de frecare de rostogolire este aplicată în punctele de contact cu ulucul, care se află în repaus și, deci, nu efectuează lucru mecanic. (1,0 p.)</p> <p>Astfel are loc legea conservării energiei mecanice pentru 2 stări ale cilindrului 1 și 2 în mișcarea sa de rostogolire:</p> $E_1 = E_2 \Rightarrow mg(H - h) = (E_c)_{rot} + (E_c)_{tr} \quad \text{(1,0 p.)}$ <p>Pentru exprimarea $(E_c)_{rot}$ prin mărimi direct măsurabile:</p> $(E_c)_{rot} = mg(H - h) - \frac{mgx^2}{4h_0} \quad \text{(1,0 p.)}$ <p>Pentru colectarea datelor experimentale în tabelul: (0,5 p.)</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; margin: 10px 0;"> <thead> <tr> <th>Nr.</th> <th>x, m</th> <th>H, m</th> <th>h, m</th> <th>h_0, m</th> <th>m, kg</th> <th>$(E_c)_{rot}$, J</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>0,162</td> <td rowspan="3" style="text-align: center; vertical-align: middle;">X</td> <td rowspan="3" style="text-align: center; vertical-align: middle;">X</td> <td rowspan="3" style="text-align: center; vertical-align: middle;">X</td> <td rowspan="3" style="text-align: center; vertical-align: middle;">X</td> <td rowspan="3" style="text-align: center; vertical-align: middle;">X</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>0,166</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>0,164</td> </tr> <tr> <td>med</td> <td>0,164</td> <td>0,294</td> <td>0,165</td> <td>0,156</td> <td>0,0138</td> <td>$3,5 \cdot 10^{-3}$</td> </tr> </tbody> </table> <p>Pentru calcularea $(E_c)_{rot}$ (0,5 p.)</p>	Nr.	x , m	H , m	h , m	h_0 , m	m , kg	$(E_c)_{rot}$, J	1	0,162	X	X	X	X	X	2	0,166	3	0,164	med	0,164	0,294	0,165	0,156	0,0138	$3,5 \cdot 10^{-3}$	 <p style="text-align: right;">4,0 p</p>
Nr.	x , m	H , m	h , m	h_0 , m	m , kg	$(E_c)_{rot}$, J																					
1	0,162	X	X	X	X	X																					
2	0,166																										
3	0,164																										
med	0,164	0,294	0,165	0,156	0,0138	$3,5 \cdot 10^{-3}$																					
7.	<p>Pentru observarea faptului că relația $(E_c)_{rot} = k(E_c)_{tr}$ este valabilă numai în cazul când rostogolirea cilindrului nu este însoțită de alunecare. În acest caz viteza mișcării de translație a cilindrului (a centrului de masă) coincide cu viteza liniară a punctelor de pe suprafața laterală. (1,0 p.)</p> <p>Pentru observația: Condiția ca alunecarea să nu se producă este ca forța de frecare la alunecare să fie mai mare decât forța de frecare de rostogolire: $(F_{fr})_{al} > (F_{fr})_{rost}$. Astfel forța de frecare la alunecare trebuie să fie cât mai mare posibil. Aceasta se atinge prin</p>																										

Ministerul Educației al Republicii Moldova
Agenția Națională pentru Curriculum și Evaluare
OLIMPIADA REPUBLICANĂ LA FIZICĂ, EDIȚIA LIII

CHIȘINĂU, 31 martie – 3 aprilie 2017

Proba practică ORF 2017,

clasa a 10

mărirea coeficientului de frecare la alunecare. Coeficientul de frecare la alunecarea cilindrului pe suprafața ulucului determinat în p.1 $\mu = 0,165$ este prea mic ca să nu se producă alunecarea. Coeficientul de frecare este cel mai mare la alunecarea cilindrului cu inele de gumă îmbrăcare pe marginile lui pe suprafața benzii adezive lipite pe mijlocul ulucului. **(1,0 p.)**

Pentru colectarea datelor experimentale în tabelul:

(1,0 p.)

Nr.	nr.	x, m	H, m	h, m	h_0 , m	m, kg	$(E_c)_{tr} \cdot 10^3$, J	$(E_c)_{rot} \cdot 10^3$, J
1	1	0,162	X	X	X	X	X	X
	2	0,166						
	3	0,164						
	med	0,164	0,294	0,165	0,156	0,0138	5,84	3,5
2	1	0,190	X	X	X	X	X	X
	2	0,186						
	3	0,186						
	med	0,187	0,255	0,165	0,156	0,0138	7,59	4,6
3	1	0,212	X	X	X	X	X	X
	2	0,216						
	3	0,214						
	med	0,214	0,278	0,165	0,156	0,0138	9,93	5,36
4	1	0,235	X	X	X	X	X	X
	2	0,237						
	3	0,239						
	med	0,237	0,305	0,165	0,156	0,0138	12,18	6,77
5	1	0,268	X	X	X	X	X	X
	2	0,274						
	3	0,274						
	med	0,272	0,344	0,165	0,156	0,0138	16,05	8,18

4,6 p

Pentru calcularea $(E_c)_{tr}$ pentru toate seriile de măsurări

(0,8 p.)

Pentru calcularea $(E_c)_{rot}$ pentru toate seriile de măsurări

(0,8 p.)

8. Pentru construirea graficului dependenței $(E_c)_{rot}$ de $(E_c)_{tr}$: **(1,0 p.)**

Pentru calcularea pantei dreptei: $k = \frac{BC}{AC} = \frac{8,6 - 0,7}{16} = 0,494$ **(0,4 p.)**

Pentru observația că $(E_c)_{rot} \approx \frac{1}{2}(E_c)_{tr}$ **(0,5 p.)**

Pentru propunerea formulei de calcul a energiei cinetice de rotație la alunecarea cilindrului fără alunecare pe o suprafață arbitrară:

2,4 p

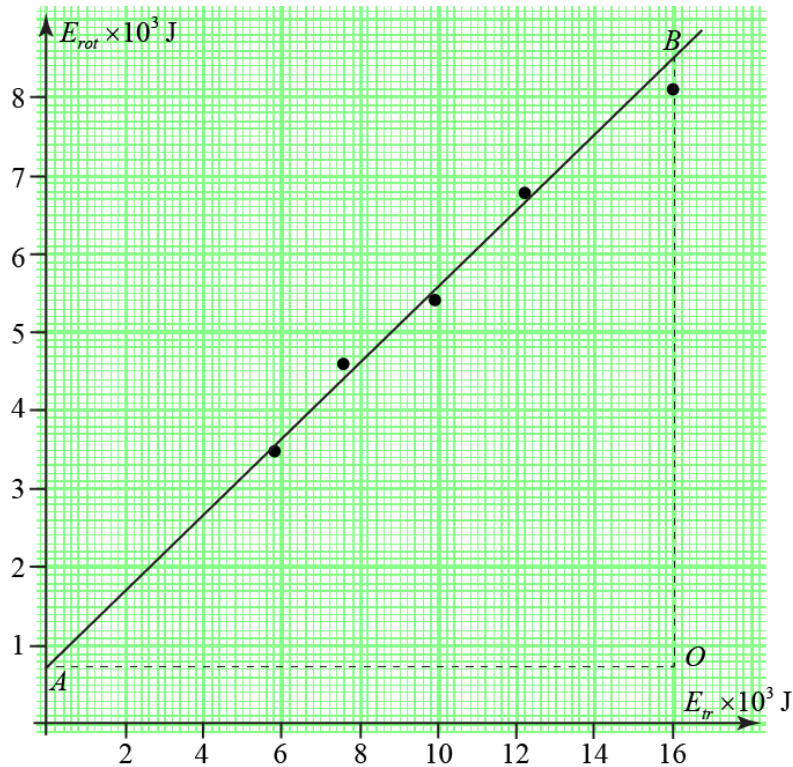
Ministerul Educației al Republicii Moldova
 Agenția Națională pentru Curriculum și Evaluare
OLIMPIADA REPUBLICANĂ LA FIZICĂ, EDIȚIA LIII

CHIȘINĂU, 31 martie – 3 aprilie 2017

Proba practică ORF 2017,

clasa a 10

$(E_c)_{rot} = \frac{1}{2} \frac{mv^2}{2} = \frac{mv^2}{4}$, unde v este viteza centrului de masă a cilindrului **(0,5 p.)**



Total 20,0 p.