

OLIMPIADA REPUBLICANĂ LA FIZICĂ, EDIȚIA LIV

CHIȘINĂU, 20– 23 aprilie 2018

Proba teoretică ORF 2018,

clasa a 10

Problema 1. Ciocniri

(10,0 p.)

O particulă de masa m_1 , având viteza v_1 , lovește o altă particulă de masa m_2 aflată în repaus. În rezultatul interacțiunii elastice particulele m_1 și m_2 capătă vitezele v'_1 și v'_2 orientate față de direcția vitezei v_1 sub unghiurile α și, respectiv, β . Cercetați:

1a. Ciocnirea elastică centrală a particulelor, când acestea după interacțiune nu se împrăștie. Determinați vitezele lor v'_1 și v'_2 după ciocnire. Analizați cazurile: a) $m_1 > m_2$, b) $m_1 < m_2$, c) $m_1 = m_2$ și propuneți o interpretare geometrică pentru fiecare caz.

1b. Ciocnirea elastică oblică a particulelor de aceeași masă ($m_1 = m_2$), când acestea după ciocnire se împrăștie. Determinați vitezele lor v'_1 și v'_2 după ciocnire, precum și unghiul de împrăștiere β a particulei aflate inițial în repaus. Propuneți o interpretare geometrică. Realizați calculele numerice pentru $v_1 = 10 \text{ m/s}$ și $\alpha = 30^\circ$.

1c. Ciocnirea elastică oblică a particulelor de mase diferite ($m_1 \neq m_2$). Stabiliți valorile posibile ale unghiului de împrăștiere α a primei particule în cazurile a) $m_1 > m_2$ și b) $m_1 < m_2$. Determinați vitezele particulelor v'_1 , v'_2 și unghiul de împrăștiere β a particulei a doua după ciocnire pentru $v_1 = 3 \text{ m/s}$, $m_1 = 2m_2$ și $\alpha = 30^\circ$.

Problemă propusă de conf. univ. Alexandru Rusu, UTM

Problema 2. Bila pe șine

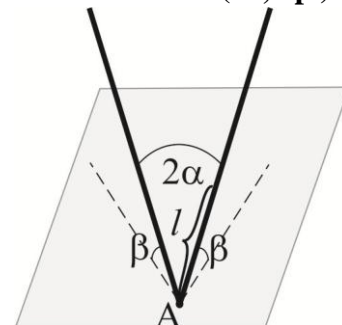
(10,0 p.)

Două șine sunt orientate sub unghiul 2α una față de alta, iar fiecare dintre șine formează unghiul β cu orizontul. Punctul A de intersecție a șinelor se află pe o suprafață orizontală. Pe șine poate să se rostogolească o bilă de rază R și masă m .

2a. Aflați lucrul necesar pentru a deplasa bila de pe suprafața orizontală pe șine la distanța l .

2b. Determinați distanța l_0 de la punctul A, începând cu care, bila, lăsată liber, se va deplasa pe șine în sus.

Se va considera că punctele de contact ale bilei cu șinele și centrul de masă al bilei se află în același plan vertical.



Problemă propusă de conf. univ. Vitalie Chistol, UTM

Problema 3. Refracția în medii neomogene

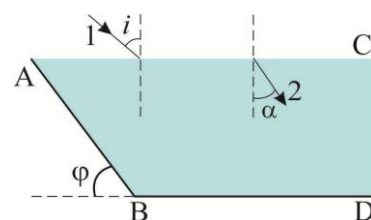
(10,0 p)

Un vas umplut cu lichid are forma indicată în figura alăturată, unde $\varphi = 55^\circ$. Fețele AB și CD ale vasului sunt perpendiculare pe planul figurii și sunt argintate.

3a. Raza de lumină 1 cade din aer pe suprafața lichidului sub un unghi de incidență $i = 60^\circ$ (în planul figurii). Sub ce unghi va cădea raza de lumină pe fundul vasului, dacă indicele de refracție al lichidului $n = 2$?

3b. Sub ce unghi va cădea raza de lumină 1 pe fundul vasului, dacă indicele de refracție al lichidului crește liniar de la o careva valoare la suprafața lichidului până la $n = 2$ la fundul vasului?

3c. Raza de lumină 2 intră în lichid sub unghiul $\alpha = 45^\circ$ față de normala la suprafața lichidului (în planul figurii). Indicați (și explicați) mersul razei de lumină și determinați sub ce unghi față de normala la suprafața ele vor părăsi lichidul, dacă indicele de refracție al lichidului scade liniar de la $n_1 = 2$ la suprafața lichidului până la $n_2 = 1,2$ la fundul vasului.



Problemă propusă de conf. univ. Vitalie Chistol și prof. Vasile Tronciu, UTM

OLIMPIADA REPUBLICANĂ LA FIZICĂ, EDIȚIA LIV

CHIȘINĂU, 20–23 aprilie 2018

Proba teoretică ORF 2018,

clasa a 10

Problema 1. Столкновения

(10,0 p.)

Частица массой m_1 движущаяся со скоростью v_1 ударяет другую, покоящуюся частицу, массой m_2 . В результате упругого взаимодействия частицы m_1 и m_2 приобретают скорости v'_1 и v'_2 направленные относительно направления скорости v_1 под углами α и β соответственно. Исследуйте:

1a. Центральным упругий удар частиц, когда они после удара не разлетаются. Определите их скорости v'_1 и v'_2 после столкновения. Рассмотрите случаи: а) $m_1 > m_2$, б) $m_1 < m_2$, в) $m_1 = m_2$ и предложите геометрическую интерпретацию для каждого случая.

1b. Косой упругий удар частиц одинаковой массы ($m_1 = m_2$), когда они после удара разлетаются. Определите их скорости v'_1 и v'_2 после столкновения, а также угол разлета β покоящейся частицы. Предложите геометрическую интерпретацию. Проведите численный расчет для $v_1 = 10 \text{ м/с}$ и $\alpha = 30^\circ$.

1c. Косой упругий удар частиц разных масс ($m_1 \neq m_2$). Установите возможные значения угла разлета α первой частицы в случаях а) $m_1 > m_2$ и б) $m_1 < m_2$. Определите скорости частиц v'_1 , v'_2 и угол разлета β второй частицы после столкновения для $v_1 = 3 \text{ м/с}$, $m_1 = 2m_2$ и $\alpha = 30^\circ$.

Problemă propusă de conf. univ. Alexandru Rusu, UTM

Problema 2. Шар на рельсах

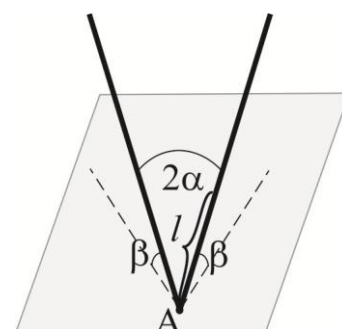
(10,0 p.)

Два рельса направлены под углом 2α одна к другой, а каждая из них направлена под углом β к горизонту. Точка А пересечения рельсов находится на горизонтальной поверхности. По рельсам может катиться шар радиуса R и массой m .

2a. Найдите работу необходимую для того чтобы переместить шар с горизонтальной поверхности вдоль шин на расстоянии l .

2b. Определите расстояние l_0 от точки А, начиная с которой, шар начнет свободно перемещаться вдоль рельсов вверх.

Будем считать что точки контакта сферы с шинами и центр массы сферы находятся в одной и той же вертикальной плоскости.



Problemă propusă de conf. univ. Vitalie Chistol, UTM

Problema 3. Преломление в неоднородных средах

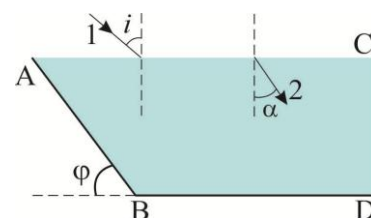
(10,0 p.)

Сосуд наполненный жидкостью имеет форму указанную на рисунке, где $\varphi = 55^\circ$. Стороны АВ и CD сосуда посеребрены и направлены перпендикулярно плоскости рисунка.

3a. Луч света 1 падает из воздуха на поверхность жидкости под углом падения $i = 60^\circ$ (в плоскости рисунка). Под каким углом луч света упадет на дно сосуда, если показатель преломления жидкости $n = 2$?

3b. Под каким углом упадет луч света 1 на дно сосуда, если показатель преломления жидкости растет линейно от какого-то значения на поверхности жидкости до $n = 2$ на дне сосуда?

3c. Луч света 2 входит в жидкость под углом $\alpha = 45^\circ$ относительно нормали к поверхности жидкости (в плоскости рисунка). Укажите () ход луча и определите под каким углом относительно нормали к поверхности луч света выйдет из жидкости, если показатель преломления жидкости уменьшается линейно от $n_1 = 2$ на поверхности жидкости до $n_2 = 1,2$ на дне сосуда.



Problemă propusă de conf. univ. Vitalie Chistol și prof. Vasile Tronciu, UTM

Ministerul Educației Culturii și Cercetării al Republicii Moldova
Agencia Națională pentru Curriculum și Evaluare
OLIMPIADA REPUBLICANĂ LA FIZICĂ, EDIȚIA LIV

CHIȘINĂU, 20– 23 aprilie 2018

Proba teoretică ORF 2018,

clasa a 10

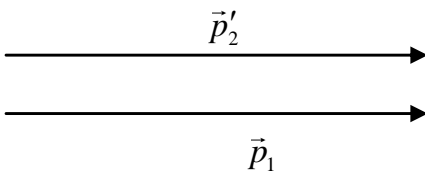
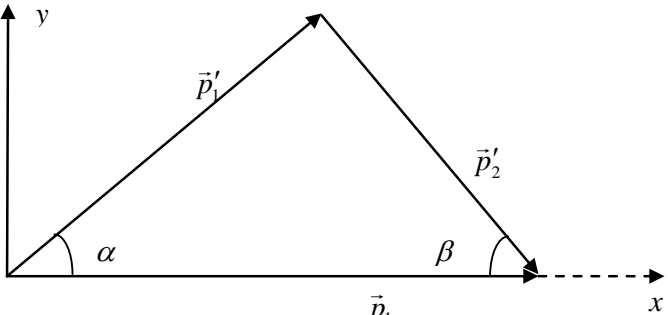
Nr.		Răspuns	Punctaj
1	1.	<p>Pentru aplicarea legii conservării impulsului în proiecții pe direcția mișcării particulelor:</p> $p_1 = p'_1 + p'_2 \quad (0,3 \text{ p.})$ <p>Pentru aplicarea legii conservării energiei mecanice:</p> $\frac{p_1^2}{2m_1} = \frac{p'^2_1}{2m_1} + \frac{p'^2_2}{2m_2} \quad (0,3 \text{ p.})$ <p>Pentru observarea faptului că soluția $p'_2 = 0$ a sistemului de ecuații</p> $\begin{cases} p_1 - p'_1 = p'_2 \\ \frac{p_1^2 - p'^2_1}{m_1} = \frac{p'^2_2}{m_2} \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} p_1 - p'_1 = p'_2 \\ \frac{(p_1 + p'_1) p'_2}{m_1} = \frac{p'^2_2}{m_2} \end{cases}$ <p>nu satisface condițiilor problemei și, deci, $p'_2 \neq 0$. (0,2 p.)</p> <p>Pentru reprezentarea ecuațiilor precedente în forma</p> $\begin{cases} p_1 - p'_1 = p'_2 \\ \frac{p_1 + p'_1}{m_1} = \frac{p'_2}{m_2} \end{cases} \quad (0,3 \text{ p.})$ <p>Pentru soluționarea corectă a sistemului precedent de ecuații:</p> $p'_1 = \frac{m_1 - m_2}{m_1 + m_2} p_1 \Rightarrow v'_1 = \frac{m_1 - m_2}{m_1 + m_2} v_1$ $p'_2 = \frac{2m_2}{m_1 + m_2} p_1 \Rightarrow v'_2 = \frac{2m_1}{m_1 + m_2} v_1 \quad (0,5 \text{ p.})$ <p>Pentru observația că pentru</p> $m_1 > m_2 : v'_1 > 0; v'_2 > 0$ $m_1 < m_2 : v'_1 < 0; v'_2 > 0$ $m_1 = m_2 : v'_1 = 0; v'_2 = v_1$ <p>și interpretarea geometrică:</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> <div style="text-align: center;"> <p>a) $m_1 > m_2$</p> </div> <div style="text-align: center;"> <p>b) $m_1 < m_2$</p> </div> </div>	2,0 p.

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

CHIȘINĂU, 20– 23 aprilie 2018

Proba teoretică ORF 2018,

clasa a 10

	 <p style="text-align: center;">c) $m_1 = m_2$</p>	(0,4 p.)
2.	<p>Pentru interpretarea geometrică și selectarea sistemului de referință:</p>  <p style="text-align: right;">(0,5 p.)</p> <p>Pentru aplicarea legii conservării impulsului în proiecții pe axele de coordonate și a legii conservării energiei mecanice:</p> $\begin{cases} p_1 = p'_1 \cos \alpha + p'_2 \cos \beta \\ 0 = p'_1 \sin \alpha - p'_2 \sin \beta \\ \frac{p_1^2}{2m} = \frac{p_1'^2}{2m} + \frac{p_2'^2}{2m} \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} p_1 = p'_1 \cos \alpha + p'_2 \cos \beta \\ p'_2 \sin \beta = p'_1 \sin \alpha \\ p_1^2 = p_1'^2 + p_2'^2 \end{cases} \quad (0,5 \text{ p.})$ <p>Pentru identificarea unei metode de determinare a unghiului β, precum și pentru determinarea corectă a acestuia: $\beta = \frac{\pi}{2} - \alpha$ (1,0 p.)</p> <p>Pentru soluționarea sistemului de ecuații și obținerea soluției corecte:</p> $\begin{cases} p'_1 = p_1 \cos \alpha \\ p'_2 = p_1 \sin \alpha \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} v'_1 = v_1 \cos \alpha \\ v'_2 = v_1 \sin \alpha \end{cases} \quad (0,5 \text{ p.})$ <p>Pentru calculul numeric corect (pentru $v_1 = 10 \text{ m/s}$ și $\alpha = 30^\circ$):</p> $\beta = 60^\circ; v'_1 = 5\sqrt{3} \text{ m/s}; v'_2 = 5 \text{ m/s} \quad (0,5 \text{ p.})$	3,0 p.
3.	<p>Pentru obținerea, reieșind din legile de conservare:</p> $\begin{cases} p_1 = p'_1 \cos \alpha + p'_2 \cos \beta \\ 0 = p'_1 \sin \alpha - p'_2 \sin \beta \\ \frac{p_1^2}{2m_1} = \frac{p_1'^2}{2m_1} + \frac{p_2'^2}{2m_2} \end{cases} ,$ <p>a ecuației corecte pentru $\left(\frac{p'_1}{p_1}\right)$ în dependență de unghiul de împrăștiere α a primei</p>	

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

CHIȘINĂU, 20– 23 aprilie 2018

Proba teoretică ORF 2018,

clasa a 10

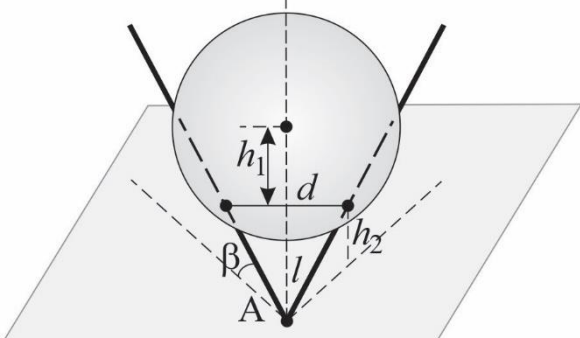
	<p>particule:</p> $\left(\frac{p'_1}{p_1}\right)^2 - 2\left(\frac{p'_1}{p_1}\right)\frac{m_1}{m_1+m_2}\cos\alpha + \frac{m_1-m_2}{m_1+m_2} = 0 \quad (*) \quad (1,0 \text{ p.})$ <p>Pentru stabilirea faptului că această ecuație are soluții reale, dacă</p> $m_2^2 - m_1^2 \sin^2 \alpha \geq 0 \Rightarrow \sin \alpha \leq \frac{m_2}{m_1} \quad (0,5 \text{ p.})$ <p>Pentru stabilirea faptului că în cazul a) $m_1 > m_2$, prima particulă se poate împrăști sub unghiuri ce nu întrec valoarea maximă determinată de relația</p> $\sin \alpha_{\max} = \frac{m_2}{m_1} \quad (0,5 \text{ p.})$ <p>Pentru stabilirea faptului că în cazul b) $m_1 < m_2$, prima particulă se poate împrăști sub orice unghiuri α. (0,2 p.)</p> <p>Pentru stabilirea faptului că în cazul $m_1 = 2m_2$ și $\alpha = 30^\circ$ ecuația (*) devine 5,0 p.</p> $\left(\frac{p'_1 - \sqrt{3}}{p_1 - 3}\right)^2 = 0 \Rightarrow v'_1 = \frac{\sqrt{3}}{3}v_1 = \sqrt{3}\frac{m}{s} \quad (0,5 \text{ p.})$ <p>Pentru obținerea expresiei corecte:</p> $\frac{p'_2}{p_1} = \frac{2m_2 \cos \beta}{m_1 + m_2} \Rightarrow v'_2 = \frac{2m_1 \cos \beta}{m_1 + m_2}v_1, \quad (1,0 \text{ p.})$ <p>Pentru obținerea ecuației pentru β și rezolvarea ei:</p> $\frac{p'_2}{p'_1} = \frac{2 \cos \beta}{\sqrt{3}} = \frac{1}{2 \sin \beta} \Rightarrow \sin 2\beta = \frac{\sqrt{3}}{2} \Rightarrow \beta = 30^\circ \quad (1,0 \text{ p.})$ <p>Pentru calcularea corectă a vitezei $v'_2 = 2\sqrt{3} \text{ m/s}$ (0,3 p.)</p>	
	Total	10,0 p.

Ministerul Educației Culturii și Cercetării al Republicii Moldova
Agencia Națională pentru Curriculum și Evaluare
OLIMPIADA REPUBLICANĂ LA FIZICĂ, EDIȚIA LIV

CHIȘINĂU, 20– 23 aprilie 2018

Proba teoretică ORF 2018,

clasa a 10

Nr.		Răspuns	Punctaj	
2	a.	<p>Notăm prin d distanța dintre punctele de contact ale sferei cu șinele. Înălțimea centrului de masă al sferei față de segmentul d este $h_1 = \sqrt{R^2 - (d/2)^2}$ (1p)</p> <p>$d = 2l \sin \alpha$, iar l este distanța de la punctul A până la segmentul d. (1p)</p> <p>Atunci: $h_1 = \sqrt{R^2 - l^2 \sin^2 \alpha}$. (0,5p)</p> <p>Segmentul d se află la înălțimea $h_2 = l \sin \beta$. (0,5p)</p> <p>Atunci: $L = mg(h_2 - h_1) = mg(l \sin \beta - \sqrt{R^2 - l^2 \sin^2 \alpha})$. (1p)</p>		4,0 p.
	b.	<p>Deplasând bila de-a lungul șinelor în sus pe o lungime foarte mică Δl, centrul de masă al bilei se coboară față de segmentul d cu $\Delta h_1 = h_1 - h'_1 = h_1 - \sqrt{R^2 - (l + \Delta l)^2 \sin^2 \alpha}$. (1p)</p> <p>Totodată centrul de masă al bilei se urcă împreună cu segmentul d cu $\Delta h_2 = h'_2 - h_2 = (l + \Delta l) \sin \beta - l \sin \beta = \Delta l \sin \beta$ (1p)</p> <p>Dacă $\Delta h_1 > \Delta h_2$ bila se va urca în sus, dacă $\Delta h_1 < \Delta h_2$ bila se va coborî în jos.</p> <p>Punctul de trecere îl obținem în cazul când $\Delta h_1 = \Delta h_2$. În acest caz $l = l_0$ (1p)</p> $h_1 - \sqrt{R^2 - (l_0 + \Delta l)^2 \sin^2 \alpha} = \Delta l \sin \beta$ $h_1 - \Delta l \sin \beta = \sqrt{R^2 - (l_0 + \Delta l)^2 \sin^2 \alpha}$ $(h_1 - \Delta l \sin \beta)^2 = R^2 - (l_0 + \Delta l)^2 \sin^2 \alpha$ $h_1^2 + \Delta l^2 \sin^2 \beta - 2h_1 \Delta l \sin \beta = R^2 - l_0^2 \sin^2 \alpha - \Delta l^2 \sin^2 \alpha - 2l_0 \Delta l \sin^2 \alpha$ (1p) <p>Neglijând termenii cu Δl^2 (1p) și ținând cont de (1), obținem</p> $h_1^2 - 2h_1 \Delta l \sin \beta = h_1^2 - 2l_0 \Delta l \sin^2 \alpha$ $\sqrt{R^2 - l_0^2 \sin^2 \alpha} \sin \beta = l_0 \sin^2 \alpha$ $(R^2 - l_0^2 \sin^2 \alpha) \sin^2 \beta = l_0^2 \sin^4 \alpha$ $R^2 \sin^2 \beta - l_0^2 \sin^2 \alpha \sin^2 \beta = l_0^2 \sin^4 \alpha$ $R^2 \sin^2 \beta = l_0^2 \sin^4 \alpha + l_0^2 \sin^2 \alpha \sin^2 \beta$ $R^2 \sin^2 \beta = l_0^2 (\sin^4 \alpha + \sin^2 \alpha \sin^2 \beta)$ $l_0 = \frac{R \sin \beta}{\sqrt{\sin^4 \alpha + \sin^2 \alpha \sin^2 \beta}},$ (1p)	6,0 p.	
		Total	10,0 p.	

Nr.	Răspuns	Punctaj
3a.	$\sin i / \sin r = n$, (0,5p) $\sin r = \sin i / n$ (0,2p) $\sin r = \sqrt{3} / 4 = 0,433$, $r \approx 25,7^\circ$ (0,3p)	1 p
3b.	<p>Împărțim lichidul în straturi horizontale subțiri astfel încât indicele de refracție în fiecare strat poate fi considerat constant.</p> $\sin i / \sin r_1 = n_1$, $\Rightarrow \sin i = n_1 \sin r_1$ (1) $\sin r_1 / \sin r_2 = n_2 / n_1$, $\Rightarrow n_1 \sin r_1 = n_2 \sin r_2$ Introducem în (1) și obținem: $\sin i = n_2 \sin r_2$. (1p) Prelungind în modul acesta mai departe, obținem $\sin i = n \sin r$, sau $\sin r = \sin i / n$. (0,7p) $\sin r = \sqrt{3} / 4$, $r \approx 25,7^\circ$. (0,3p) Vedem că r nu depinde faptul dacă variază indicele de refracție, sau nu.	3 p
3c.	<p>Unghiul limită al reflexiei totale din lichidul cu $n_1 = 2$ în aer este:</p> $\sin i = 1 / n_1 = 1 / 2$; $i = 30^\circ$. (0,5p) Pentru un unghi $\alpha \leq 30^\circ$ raza de lumină va părăsi vasul prin fundul lui. (0,5p) Pentru $\alpha = 45^\circ$ obținem: $n_1 \sin 45^\circ = n' \sin 90^\circ$, sau $n' = n_1 \sin 45^\circ = 2 \cdot \sqrt{2} / 2 \approx 1,41$. <div data-bbox="841 793 1291 1052" data-label="Diagram"> </div> <p>Pentru desen (1p)</p> <p>Deci refracția totală va avea loc în stratul cu $n' = 1,41 > 1,2$. (1p) În acest strat lumina se va refracta în direcție orizontală. În această direcție stratul este omogen. (0,5p) De aceea lumina se va propaga orizontal până la peretele din dreapta, apoi se va reflecta tot în direcție orizontală și se va propaga până la peretele din stânga. (0,5p) Din desen vedem că raza de lumină cade pe peretele oblic al vasului sub un unghi $\beta = 90^\circ - \varphi$, iar față de normala lichidului - sub unghiul $\beta_0 = 2\varphi - 90^\circ = 20^\circ$. (1p) $\frac{\sin \beta_0}{\sin \alpha_0} = 1 / n_1$, $\sin \alpha_0 = n_1 \sin \beta_0$, $\sin \alpha_0 = 2 \cdot 0,342 = 0,684$, $\alpha_0 \approx 43^\circ$. (1p) </p>	6 p
Total		10 p

Ministerul Educației Culturii și Cercetării al Republicii Moldova
Agenția Națională pentru Curriculum și Evaluare
OLIMPIADA REPUBLICANĂ LA FIZICĂ, EDIȚIA LIV
CHIȘINĂU, 20– 23 aprilie 2018

Proba practica ORF 2018,

clasa a 10

Aparate și accesorii:

1. Vas de formă cilindrică;
2. Vas cu apă;
3. Baghetă mică;
4. Baghetă mare;
5. Riglă milimetrică;
6. Șervetele.

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;*
- *Baghetele nu vor fi ținute timp îndelungat în apă;*
- *După efectuarea lucrării toate materialele vor fi restituite supraveghetorului.*

Tema: „ Determinarea densității corpurilor”

(20 p.)

Enunțul problemei:

Aveți la dispoziție un vas sub forma de cilindru, în care se poate turna apa din vasul plin, pentru determinarea densității baghetelor.

Baghetele se vor considera omogene și subțiri.

Forțele de frecare se vor neglija.

Densitatea apei $\rho=1000 \text{ kg/m}^3$.

a) Determinarea densității baghetei mici.

a1. Introduceți bagheta mică în vasul cilindric.

a2. Turnați apă în vas pentru a vizualiza poziția baghetei mici. Cantitatea de apă turnată în vas trebuie să fie suficientă pentru a măsura cât mai exact mărimile necesare. Scoateți bagheta din apa și o ștergeți cu șervețelul.

a3. Obțineți formula de calcul a densității materialului din care este confecționată bagheta.

a4. Reintroduceți bagheta în vasul cilindric și efectuați măsurările necesare. Efectuați cel puțin 3 măsurări și introduceți datele într-un tabel.

a5. Calculați densitatea baghetei.

a6. Calculați erorile absolută și relativă comise la determinarea densității baghetei.

b) Determinarea densității baghetei mari.

b1. Umpleți vasul cu apă până la refuz.

b2. Introduceți în vas bagheta mare doar pentru a vizualiza poziția ei. Scoateți bagheta din apa și o ștergeți cu șervețelul.

b3. Obțineți formula de calcul a densității baghetei. Care din mărimile necesare se determină cu cea mai mică precizie? Cum veți proceda pentru a măsura această mărime cât mai exact?

b4. Reintroduceți bagheta în vasul cilindric. Măsurați cel puțin de 3 ori această mărime și introduceți datele într-un tabel.

b5. Calculați densitatea baghetei.

b6. Considerând că doar mărimea măsurată în p. b4 este responsabilă pentru eroarea în determinarea densității, calculați erorile absolută și relativă în determinarea densității baghetei.

b7. Comparați rezultatele obținute în punctele a) și b). Trageți concluzii.

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

CHIȘINĂU, 20– 23 aprilie 2018

Proba practica ORF 2018,

clasa a 10

Приборы и принадлежности:

1. Цилиндрический сосуд;
2. Сосуд с водой;
3. Короткая палочка;
4. Длинная палочка;
5. Миллиметровая линейка;
6. Бумажные полотенца.

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;
- Палочки должны оставаться как можно меньше времени в воде;
- После выполнения работы все приборы и принадлежности возвращаются наблюдателю.

Тема:” Определение плотности тел”

Формулировка задачи:

Дается цилиндрический сосуд в который можно влить воду из другого сосуда для определения плотности палочек.

Палочки считаются однородными и тонкими.

Силы трения пренебрегаются.

Плотность воды $\rho = 1000 \text{ кг/м}^3$.

а) Определение плотности короткой палочки

a1. Введите короткую палочку в цилиндрический сосуд.

a2. Налейте воду в сосуд для визуализации положения палочки. Количество воды, налитое в сосуд должно быть достаточным для наиболее точного измерения необходимых величин. Удалите палочку из воды и протрите ее салфеткой.

a3. Получите формулу для расчета плотности материала, из которого изготовлена палочка.

a4. Измерьте необходимые величины как минимум 3 раза. Введите данные в таблицу.

a5. Вычислите плотность палочки.

a6. Вычислите абсолютную и относительную ошибки допущенные при определении плотности палочки.

б) Определение плотности длинной палочки

b1. Наполните цилиндрический сосуд водой до отказа.

b2. Введите длинную палочку в сосуд для визуализации ее положения. Удалите палочку из воды и протрите ее салфеткой.

b3. Получите формулу для расчета плотности палочки. Какая из необходимых величин определяется с наименьшей точностью? Как вы поступите для того чтобы измерить эту величину наиболее точно?

b4. Измерьте эту величину минимум 3 раз. Введите данные в таблицу.

b5. Вычислите плотность палочки.

b6. Считая что только величина измеренная в п. **b4** отвечает за погрешность в определении плотности, вычислите абсолютную и относительную ошибки допущенные при определении плотности стержня.

b7. Сравните результаты, полученные в пунктах а) и б) и сделайте выводы.

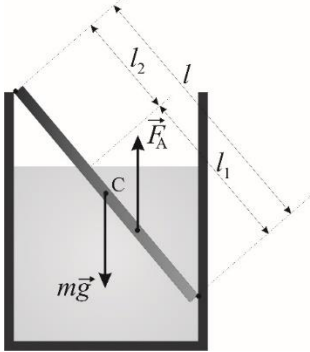
Problemă propusă de echipa UTM

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

CHIȘINĂU, 20– 23 aprilie 2018

Proba practică ORF 2018,

clasa a 10

	Răspuns	Punctaj																									
a.	<p>Pentru reprezentarea schematică a montajului cu bagheta mica și indicarea forțelor (1 p.)</p> <p>$mg = F_A$ (0,5 p.)</p> <p>$\rho l S g = \rho_a l_1 S g$ (0,5 p.)</p> <p>Pentru exprimarea prin mărimi direct măsurabile (0,5 p.)</p> <p>$\rho = \frac{l_1}{l} \rho_a$</p> <p>Pentru colectarea datelor în tabel (2,0 p.)</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; margin: 10px 0;"> <thead> <tr> <th>Nr.</th> <th>l, m</th> <th>l_2, m</th> <th>$l_1 = l - l_2$, m</th> <th>ρ, 10^3 kg/m^3</th> <th>$\Delta\rho$, 10^3 kg/m^3</th> <th>ε, %</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1.</td> <td rowspan="3"></td> <td>0,039</td> <td rowspan="3"></td> <td rowspan="3"></td> <td rowspan="3"></td> <td rowspan="3"></td> </tr> <tr> <td>2.</td> <td>0,040</td> </tr> <tr> <td>3.</td> <td>0,039</td> </tr> <tr> <td>med</td> <td>0,15</td> <td>0,0393</td> <td>0,1107</td> <td>0,74</td> <td>0,02</td> <td>3,2</td> </tr> </tbody> </table> <p>Pentru calculul densității (0,5 p.)</p> $\rho = \frac{l_1}{l} \rho_a = \frac{0,1107}{0,15} 1000 = 0,738 \cdot 10^3 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$ <p>Pentru formula erorii relative (1 p.)</p> $\varepsilon = \frac{\Delta\rho}{\rho} = \frac{\Delta l_1}{l_1} + \frac{\Delta l}{l} + \frac{\Delta\rho_A}{\rho_A} = \frac{0,002}{0,1107} + \frac{0,002}{0,150} + \frac{0,5}{1000} = 3,2\%$ <p>Pentru formula erorii absolute (0,5 p.)</p> $\Delta\rho = \rho \left(\frac{\Delta l_1}{l_1} + \frac{\Delta l}{l} + \frac{\Delta\rho_A}{\rho_A} \right) = 0,738 \cdot 0,032 \cdot 10^3 = 0,02 \cdot 10^3 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$ <p>Rezultatul final (0,5 p.)</p> $\rho = \bar{\rho} \pm \Delta\rho = (0,74 \pm 0,02) 10^3 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$	Nr.	l , m	l_2 , m	$l_1 = l - l_2$, m	ρ , 10^3 kg/m^3	$\Delta\rho$, 10^3 kg/m^3	ε , %	1.		0,039					2.	0,040	3.	0,039	med	0,15	0,0393	0,1107	0,74	0,02	3,2	 <p style="text-align: right; font-weight: bold; margin-top: 20px;">7,0 p.</p>
Nr.	l , m	l_2 , m	$l_1 = l - l_2$, m	ρ , 10^3 kg/m^3	$\Delta\rho$, 10^3 kg/m^3	ε , %																					
1.		0,039																									
2.		0,040																									
3.		0,039																									
med	0,15	0,0393	0,1107	0,74	0,02	3,2																					

Ministerul Educației Culturii și Cercetării al Republicii Moldova
Agencia Națională pentru Curriculum și Evaluare
OLIMPIADA REPUBLICANĂ LA FIZICĂ, EDIȚIA LIV

CHIȘINĂU, 20– 23 aprilie 2018

Proba practică ORF 2018,

clasa a 10

b. Pentru reprezentarea schematică a montajului cu bagheta mare și indicarea forțelor (1 p.)

Pentru prima condiție de echilibru (regula momentelor) (1 p.)

$$mg \left(l_1 - \frac{l}{2} \right) \cos \alpha + R_1 \sqrt{l_1^2 - d^2} = F_A \frac{d}{2}$$

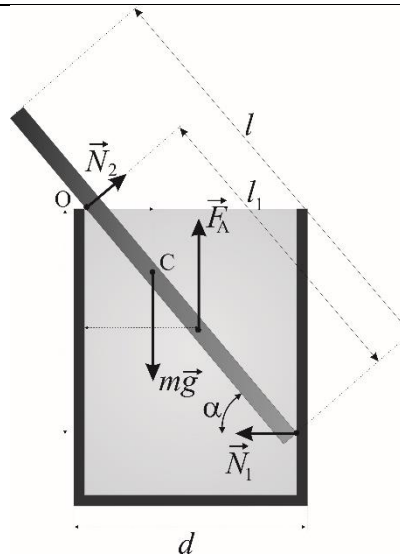
Pentru a doua condiție de echilibru

$$m\vec{g} + \vec{N}_1 + \vec{N}_2 + \vec{F}_A = 0 \quad (1 \text{ p.})$$

Pentru proiecții

$$N_2 \sin \alpha = N_1 \quad (0,5 \text{ p.})$$

$$N_2 \cos \alpha = mg - F_A \quad (0,5 \text{ p.})$$



13,0 p.

Pentru exprimarea tangentei

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{N_1}{mg - F_A} \quad (0,5 \text{ p.})$$

$$R_1 = (mg - F_A) \operatorname{tg} \alpha \quad (0,5 \text{ p.})$$

$$mg \left(l_1 - \frac{l}{2} \right) \frac{d}{l_1} + m \operatorname{tg} \alpha \sqrt{l_1^2 - d^2} = F_A \operatorname{tg} \alpha \sqrt{l_1^2 - d^2} + F_A \frac{d}{2} \quad (0,5 \text{ p.})$$

$$mg \left[\left(l_1 - \frac{l}{2} \right) \frac{d}{l_1} + \frac{l_1^2 - d^2}{d} \right] = F_A \operatorname{tg} \alpha \left(\frac{l_1^2 - d^2}{d} + \frac{d}{2} \right) \quad (0,5 \text{ p.})$$

$$mg \left(d - \frac{ld}{2l_1} + \frac{l_1^2}{d} - d \right) = F_A \left(\frac{l_1^2}{d} - d + \frac{d}{2} \right) \quad (0,5 \text{ p.})$$

$$\rho l \left(\frac{l_1^2}{d} - \frac{ld}{2l_1} \right) = \rho_a l_1 \left(\frac{l_1^2}{d} - \frac{d}{2} \right) \quad (0,5 \text{ p.})$$

$$\rho l \left(2l_1^2 - \frac{l}{l_1} d^2 \right) = \rho_a l_1 (2l_1^2 - d^2) \quad (0,5 \text{ p.})$$

$$\rho = \rho_a \frac{l_1 (2l_1^2 - d^2)}{l \left(2l_1^2 - \frac{l}{l_1} d^2 \right)} = \rho_a \frac{2l_1^2 - d^2}{l \left(2l_1 - l \left(\frac{d}{l_1} \right)^2 \right)} \quad (1,0 \text{ p.})$$

Pentru colectarea datelor în tabel (2,0 p.)

Nr.	l , m	l_2 , m	$l_1 = l - l_2$, m	d , m	ρ , 10^3 kg/m^3	$\Delta\rho$, 10^3 kg/m^3	ε , %
1		0,065					
2		0,066					
3		0,064					
med	0,21	0,065	0,145	0,085	0,76	0,04	5,5

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

CHIȘINĂU, 20– 23 aprilie 2018

Proba practică ORF 2018,

clasa a 10

<p>Pentru calculul densității (1,0 p.)</p> $\rho = \rho_a \frac{2l_1^2 - d^2}{l \left(2l_1 - l \left(\frac{d}{l_1} \right)^2 \right)} = 1000 \cdot \frac{2 \cdot 0,145^2 - 0,085^2}{0,21 \left(2 \cdot 0,145 - 0,21 \left(\frac{0,085}{0,145} \right)^2 \right)} = 0,76 \cdot 10^3 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$ <p>Pentru $\Delta d^2 \ll \Delta(2l_1^2)$ și $\Delta(2l_1) \ll \Delta \left(l \left(\frac{d}{l_1} \right)^2 \right)$ formula erorii relative are aspectul (2 p.)</p> $\varepsilon = \frac{\Delta \rho}{\rho} = \frac{4\Delta l_1}{l_1} = \frac{4 \cdot 0,002}{0,145} = 5,5\%$ <p>Pentru formula erorii absolute (0,5 p.)</p> $\Delta \rho = \rho \left(\frac{4\Delta l_1}{l_1} \right) = 0,76 \cdot 0,055 \cdot 10^3 = 0,04 \cdot 10^3 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$ <p>Rezultatul final (0,5 p.)</p> $\rho = \bar{\rho} \pm \Delta \rho = (0,76 \pm 0,04) 10^3 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$	
Total	20,0 p.