

**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,**

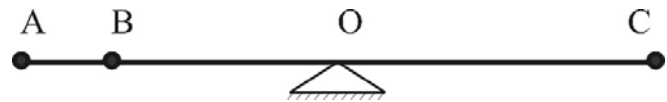
**clasa a 9**

**Problema 1**

(10,0 p)

*Partea 1*

Pe un balansoar sunt plasați trei copii în punctele A, B și C, conform figurii din dreapta. Distanțele OA și OC sunt egale cu 1,5 m, iar masele copiilor plasați în punctele A, B și C sunt 20, 15 și 30 kg, corespunzător.

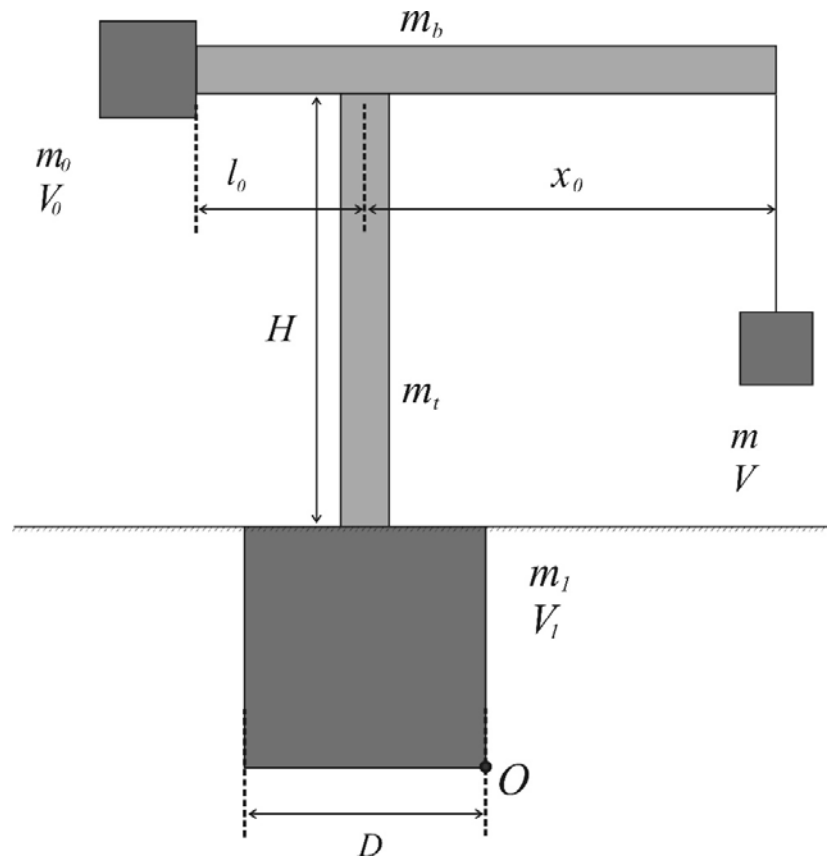


Care trebuie să fie distanța AB pentru a asigura echilibrul balansoarului?

*Partea 2*

O macara turn este fixată centrat într-un bloc de beton sub formă de cub. La capătul din stânga al brațului macaralei este un cub din beton pentru contrabalansare, iar la capătul din dreapta este ridicat un corp cu masa  $m$ , prin intermediul unui cablu de masă neglijabilă. Turnul și brațul macaralei fixate rigid unul de altul sunt omogene, iar fiecare metru din acestea are masa 250 kg. Desenul alăturat nu este la scară.

**Aplicație numerică:**  $m_0 = 20 \text{ t}$ ,  $l_0 = 9,0 \text{ m}$ ,  
 $x_0 = 41 \text{ m}$ ,  $H = 40 \text{ m}$ ,  $D = 4,0 \text{ m}$ , iar densitatea betonului  $\rho = 2500 \text{ kg/m}^3$



- Determinați masele (exprimate în t) sau volumele (exprimate în  $\text{m}^3$ ), unde este cazul, și înscrieți datele pe desenul din foaia de răspuns.
- Determinați și indicați pe desen centrele de greutate pentru fiecare element al macaralei.
- Indicați pe desen forțele de greutate care acționează asupra fiecărui element al macaralei.
- Reprezentați pe desen o pârghie care ar modela macaraua, cu punctul de sprijin  $O$  și indicați toate forțele care acționează asupra brațelor precum și lungimile acestora, exprimate în m.
- Determinați ce masă limită  $m$  poate ridica macaraua, conform poziției indicate pe desen. Exprimați rezultatul cu două cifre semnificative.
- Cablul de ridicare se poate rupe dacă forța de întindere a acestuia depășește  $F = 405 \text{ kN}$ . Scrieți expresia  $m(x)$ , unde  $x$  este coordonata suportului cablului de ridicare în raport cu axa turnului. Construiți calitativ graficul dependenței  $m(x)$ .
- Care este intensitatea curentului care circulă prin motorul macaralei cu rezistența ( $R = 10 \Omega$ ), dacă randamentul acestuia este  $\eta = 80\%$ , iar un corp cu masa 5,0 t este ridicat timp de 10 s la înălțimea 20 m? Pierderile mecanice pot fi neglijate.

Accelerația căderii libere (constanta forței de greutate) se va lua 10 N/kg.

**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 9**

**Problema 2**

(10,0 p)

Pentru confecționarea unui cuptor pentru topirea aluminiului se utilizează o țeavă din ceramică cu masa  $m_1 = 2,0 \text{ kg}$ , pe care este bobinată sârmă de nicrom.

- a) Estimați care ar trebui să fie puterea cuptorului pentru ca în această să se poată topi  $m_2 = 500 \text{ g}$  de aluminiu (temperatura de topire este  $T_2 = 660^\circ \text{C}$ ), timp de  $t = 20 \text{ min}$ . Temperatura inițială a cuptorului și aluminiului este  $T_1 = 20^\circ \text{C}$ . Pierderile de căldură se pot neglija. Căldura specifică a ceramicii este  $c_1 = 850 \text{ J}/(\text{kg K})$ , pentru aluminiu căldura specifică se va lua  $c_2 = 990 \text{ J}/(\text{kg K})$ , iar cea de topire  $\lambda_2 = 390 \text{ kJ/kg}$ .
- b) Tensiunea de alimentare a cuptorului este  $U = 220 \text{ V}$ . Care va fi intensitatea curentului  $I$  ce va trece prin sârma de nicrom în timpul funcționării cuptorului?
- c) Care va fi rezistența  $R$  firului de nicrom?
- d) Ce diametru minim  $d$  al sârmei de nicrom trebuie să alegem, dacă curentul maxim ce poate trece printr-o sârmă cu secțiunea transversală de  $1 \text{ mm}^2$  este de  $10 \text{ A}$ ?
- e) Ce lungime  $L$  trebuie să aibă sârma de nicrom, dacă rezistivitatea acestuia este  $\rho = 100 \cdot 10^{-8} \Omega \text{ m}$ ?
- f) Țeava ceramică pe care s-a bobinat sârma de nicrom a fost învelită cu un material termoizolant refractar apoi încapsulată într-un înveliș metalic. Cuptorul obținut a fost lăsat pornit timp de  $t = 2 \text{ h}$ , într-o încăpere izolată termic cu volumul de  $V_a = 10 \text{ m}^3$ , astfel încât temperatura aerului din încăperea a crescut cu  $\Delta T = 2^\circ \text{C}$ . Ținând cont că cuptorul a fost dotat cu un reglator de temperatură astfel încât în interior să se mențină o temperatură constantă de  $660^\circ \text{C}$ , determinați cu cât ar trebui să creștem puterea reală a cuptorului dacă vom ține cont de pierderile de căldură prin pereții acestuia. Căldura specifică a aerului este  $c_a = 1000 \text{ J}/(\text{kg K})$ , iar densitatea acestuia se va lua  $\rho_a = 1,3 \text{ kg/m}^3$
- g) Cum ar trebui schimbată lungimea firului pentru a compensa pierderile de căldură? Argumentați.

**Problema 3**

(10,0 p)

O bilă de oțel cu masa  $m_1$  și temperatura  $T_1 \gg 0^\circ \text{C}$  a fost plasată pe un bloc masiv de gheață cu temperatura  $T_2$ , aflat într-o incintă izolată termic. Determinați:

- a) adâncimea  $H$  la care se va scufunda bila.
- b) pentru care masă a bilei variația energiei potențiale a acesteia nu poate fi neglijată la scrierea ecuației bilanțului termic.

**Aplicație numerică:**  $T_1 = 300^\circ \text{C}$ ,  $T_2 = -20^\circ \text{C}$ ,  $m_1 = 10 \text{ kg}$ , căldura specifică a oțelului  $c_1 = 500 \text{ J}/(\text{kg K})$ , densitatea oțelului  $\rho_1 = 7800 \text{ kg/m}^3$ , căldura specifică a gheții  $c_2 = 2100 \text{ J}/(\text{kg K})$ , căldura latentă de topire a gheții  $\lambda_2 = 330 \text{ kJ/kg}$ , densitatea gheții  $\rho_2 = 900 \text{ kg/m}^3$

probleme propuse de Sergiu Cârlig,  
Liceul Academiei de Științe,  
Institutul de Fizică Aplicată

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 9**

**Задача 1**

(10,0 p)

*Часть 1*

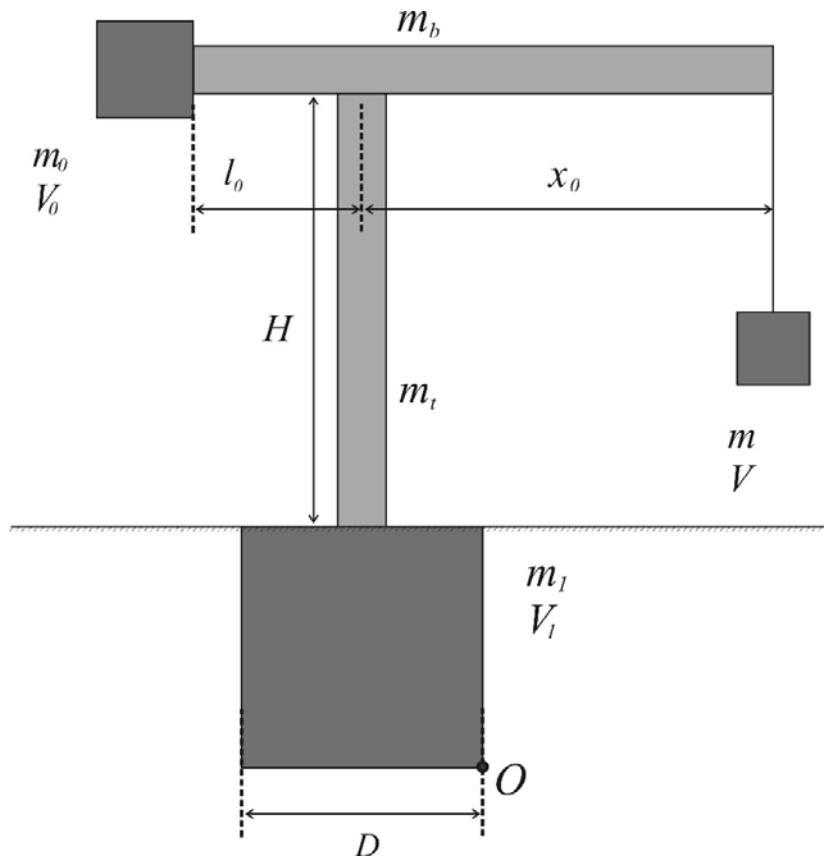
Трое детей находятся на качалке в точках А, В и С, в соответствии с рисунком. Расстояния ОА и ОС равны 1,5 м, а массы детей которые находятся в точках А, В и С равны 20, 15 и 30 кг, соответственно. Каково должно быть расстояние АВ чтобы качалка находилась в равновесии?



*Часть 2*

Башенный кран фиксируется центрально в бетонном кубе. На левом конце стрелы крана прикреплен бетонный противовес в форме куба, а на правом конце поднимается тело массой  $m$ , при помощи троса с малой массой. Башня крана и его стрела прикреплены жестко друг к другу, являются однородными, а каждый их метр весит 250 кг. Приведенный рисунок не в масштабе.

**Численное приложение:**  $m_0 = 20$  т,  $l_0 = 9,0$  м,  $x_0 = 41$  м,  $H = 40$  м,  $D = 4,0$  м, плотность бетона  $\rho = 2500$  кг/м<sup>3</sup>



- Определите массы (выраженные в т) или объемы (выраженные в м<sup>3</sup>), по необходимости. Напишите данные на рисунке приведенным на ответном листе.
- Определите и укажите центры тяжести для каждого элемента крана.
- Укажите на рисунке силы тяжести, действующие на каждом элементе крана.
- Смоделируйте кран одним рычагом с точкой опоры O и укажите действующие силы тяжести, а также длины их плечей выраженные в м.
- Определите какую предельную массу  $m$  сможет поднять кран, согласно указанному положению. Выразите результат с двумя значащими цифрами.
- Трос может оборваться если сила натяжения в нем превысит  $F = 405$  кН. Напишите выражение  $m(x)$ , где  $x$  координата оси троса относительно оси башни. Начертите качественно график зависимости  $m(x)$ .
- Чему равняется интенсивность тока, протекающего через электрический двигатель крана с сопротивлением  $R = 10$  Ом и КПД  $\eta = 80\%$ , если тело массой 5,0 т поднимается в течение 10 с на высоту 20 м? Механические потери можно пренебречь.

Ускорение свободного падения (постоянная сила тяжести) равно 10 Н/кг.

**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 9**

**Задача 2**

(10,0 p)

Для изготовления печи для плавки алюминия используется керамическая труба массой  $m_1 = 2,0$  кг, на которой намотана нихромовая проволока.

- a) Рассчитайте мощность печи, так чтобы можно было расплавить  $m_2 = 500$  г алюминия (температура плавления  $T_2 = 660$  °C), за  $t = 20$  мин. Начальная температура печи и алюминия равно  $T_1 = 20$  °C. Потери тепла можно пренебречь. Удельная теплоемкость керамики равно  $c_1 = 850$  Дж/(кг К), удельная теплоемкость алюминия равно  $c_2 = 990$  Дж/(кг К), удельная теплота плавления алюминия равно  $\lambda_2 = 390$  кДж/кг.
- b) Напряжение питания печи равно  $U = 220$  В. Чему равняется интенсивность тока  $I$ , протекающего через нихромовую проволоку?
- c) Каким будет сопротивление  $R$  нихромовой проволоки?
- d) Каким должен быть минимальный диаметр  $d$  нихромовой проволоки, если максимальный ток, который может проходить через провод с поперечным сечением  $1$  мм<sup>2</sup> составляет  $10$  А.
- e) Какая длина  $L$  должна иметь нихромовая проволока, если её удельное сопротивление равно  $\rho = 100 \cdot 10^{-8}$  Ом·м?
- f) Керамическая труба, на которой была намотана нихромовая проволока была покрыта огнеупорным теплоизолирующим материалом, а затем помещена в металлической оболочке. Полученная печь была оставлена включённой на время  $t = 2$  ч, в термоизолированной камере с объемом  $V_a = 10$  м<sup>3</sup>, при этом температура воздуха в этой камере увеличилась на  $\Delta T = 2$  °C. Учитывая, что печь снабжена регулятором температуры так, чтобы поддерживать внутри постоянную температуру в  $660$  °C, определите, на сколько должна увеличиться мощность печи, если примем во внимание потери тепла через её стенки. Удельная теплоемкость воздуха равна  $c_a = 1000$  Дж/(кг К), его плотность -  $\rho_a = 1,3$  кг/м<sup>3</sup>
- g) Как нужно изменить длину провода, чтобы компенсировать потери тепла? Аргументируйте.

**Задача 3**

(10,0 p)

Стальной шар массой  $m_1$  и температурой  $T_1 \gg 0$  °C был помещен на большой блок льда температурой  $T_2$ , расположенный в теплоизолированной камере. Определите:

- a) глубину  $H$  погружения шара в лёд.
- b) для какой массы шара его потенциальная энергия не может быть проигнорирована при написании уравнения теплового баланса.

**Численное приложение:**  $T_1 = 300$  °C,  $T_2 = -20$  °C,  $m_1 = 10$  кг, удельная теплоемкость стали  $c_1 = 500$  Дж/(кг К), плотность стали  $\rho_1 = 7800$  кг/м<sup>3</sup>, удельная теплоемкость льда  $c_2 = 2100$  Дж/(кг К), удельная теплота плавления льда  $\lambda_2 = 330$  кДж/кг, плотность льда  $\rho_2 = 900$  кг/м<sup>3</sup>

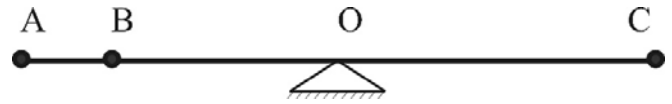
probleme propuse de Sergiu Cârlig,  
Liceul Academiei de Științe,  
Institutul de Fizică Aplicată

**Problema 1 (Задача 1)**

(10,0 p)

**Partea 1**

1,0 p



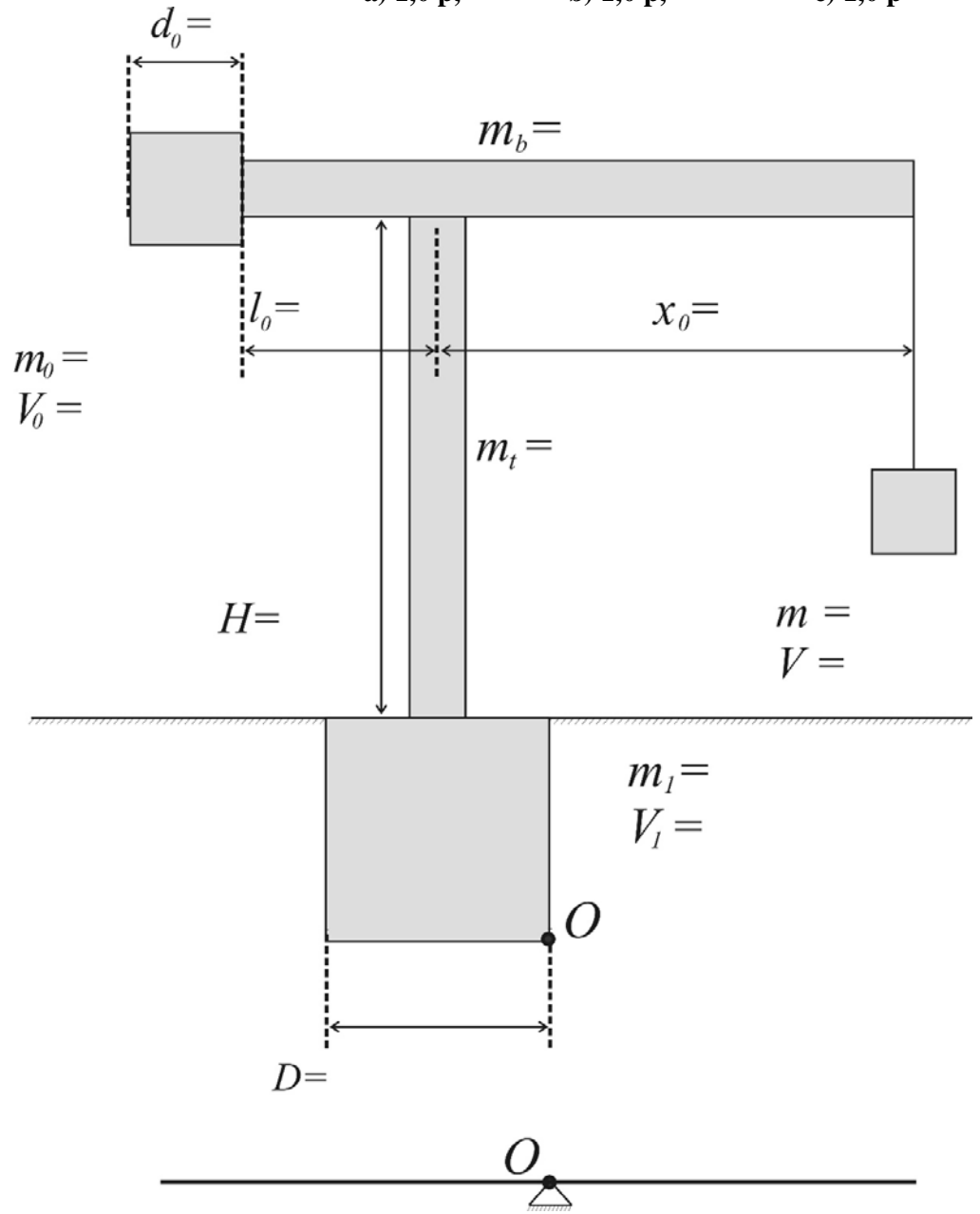
AB=\_\_\_\_\_

**Partea 2**

a) 1,0 p,

b) 1,0 p,

c) 1,0 p



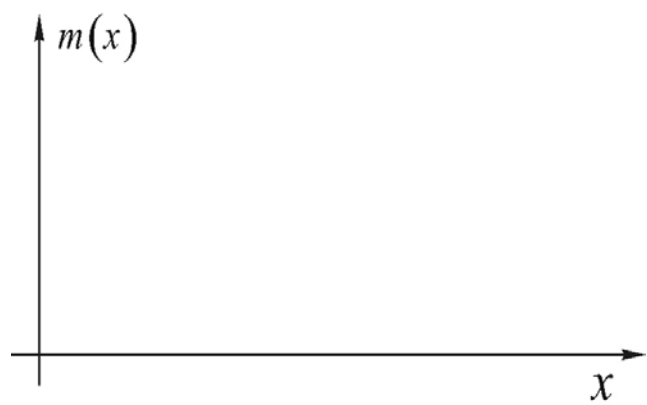
d)

1,0 p

e) **1,0 p**

$m =$

f) **3,0 p**



$m(x) =$

g) **1,0 p**



**Problema 2 (Задача 2)**

(10,0 p)

**a) 5,0 p**

$$P =$$

**b) 0,50 p**

$$I =$$

**c) 0,50 p**

$$R =$$

**d) 1,0 p**

$$d =$$



**e)** **1,0 p**

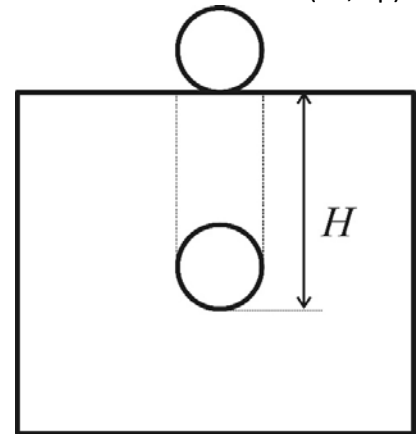
$L =$

**f)** **1,0 p**

$\Delta P =$

**g)** **1,0 p**

a) 7,0 p



$H =$

b) 3,0 p

**Problema 1**

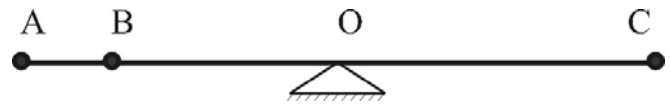
(10,0 p)

*Partea 1*

**1,0 p**

$$m_A g AO + m_B g (AO - AB) = m_C g OC$$

$$AB = \frac{m_A + m_B - m_C}{m_B} AO = 0,5 \text{ m}$$



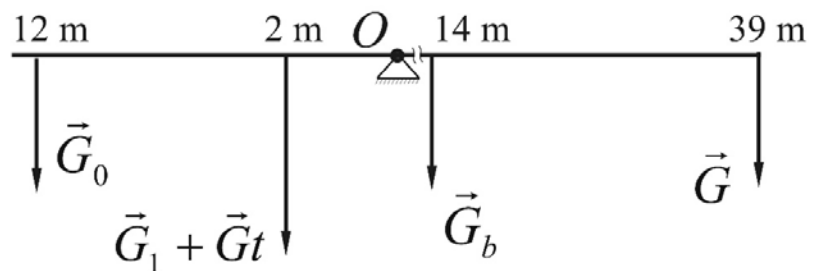
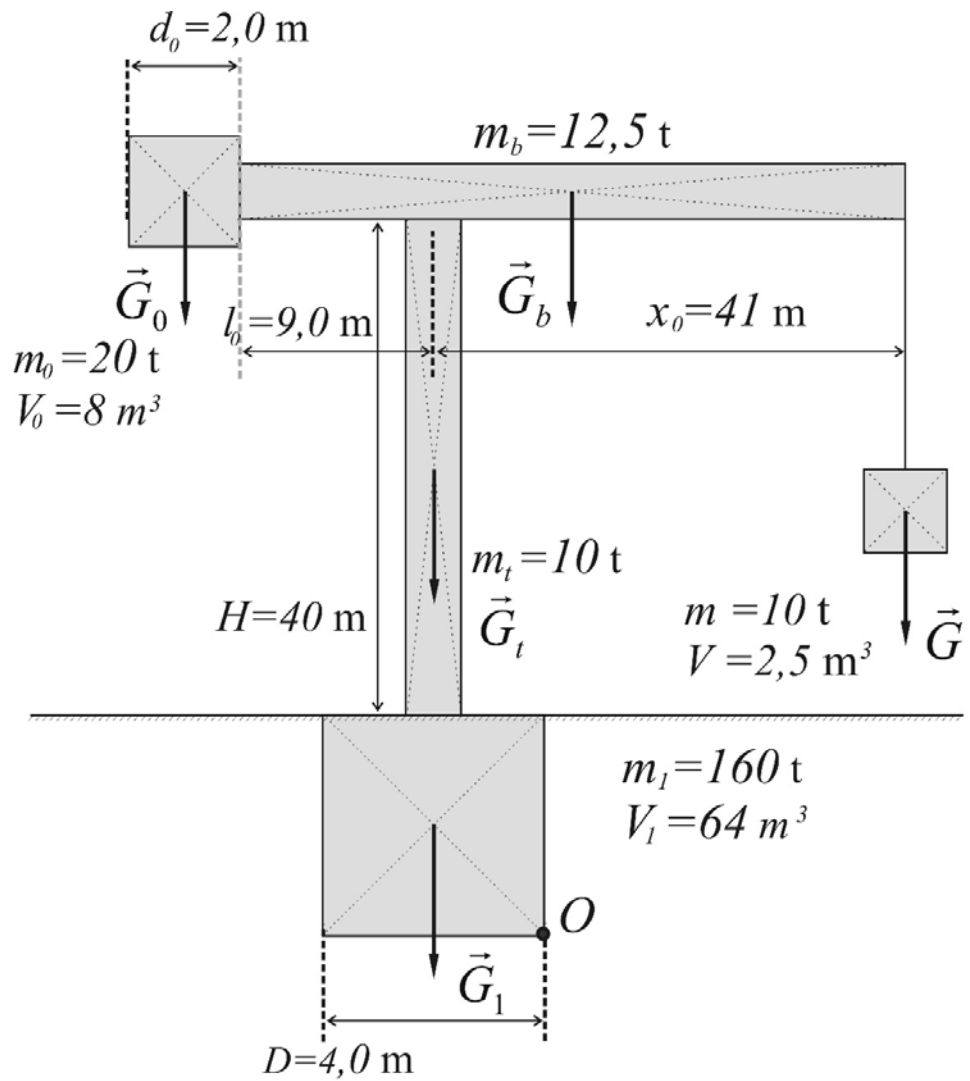
*Partea 2*

a) 4x0,25=1,0 p,

b) 5x0,20=1,0 p,

c) 5x0,20=1,0 p

d) 2x5x0,10=1,0 p



e) **2x0,50=1,0 p**

$$m_0 g \left( l_0 + \frac{d_0}{2} + \frac{D}{2} \right) + (m_t + m_1) g \frac{D}{2} = m_b g \frac{x_0 - l_0 - D}{2} + mg \left( x_0 - \frac{D}{2} \right)$$

$$m = \frac{m_0 (2l_0 + d_0 + D) + (m_t + m_1 + m_b) D - m_b (x_0 - l_0)}{2x_0 - D} = 10,38 \text{ t} \approx 10 \text{ t}$$

f) **3x1,0=3,0 p**

Determinăm până la ce distanță maximă  $L$  de la axa turnului se poate ridica masa maximă  $\frac{F}{g}$ :

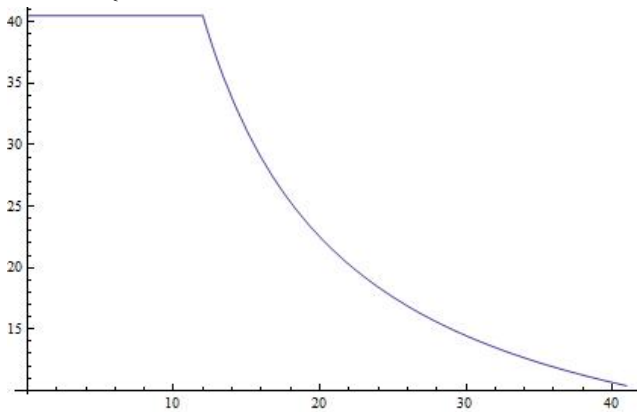
$$m_0 g \left( l_0 + \frac{d_0}{2} + \frac{D}{2} \right) + (m_t + m_1) g \frac{D}{2} = m_b g \frac{x_0 - l_0 - D}{2} + F \left( L - \frac{D}{2} \right)$$

$$L = \frac{m_0 (2l_0 + d_0 + D) + (m_t + m_1 + m_b) D - m_b (x_0 - l_0)}{2F} + \frac{D}{2} = 12 \text{ m}$$

$0 < x \leq L$ ;  $m = \frac{F}{g} = 40,5 \text{ t}$  (Se poate verifica verticala dusă prin centrul de greutate trece prin baza de sprijin.)

$$L < x \leq x_0; \quad m_0 g \left( l_0 + \frac{d_0}{2} + \frac{D}{2} \right) + (m_t + m_1) g \frac{D}{2} = m_b g \frac{x_0 - l_0 - D}{2} + mg \left( x - \frac{D}{2} \right)$$

$$m(x) = \begin{cases} \frac{F}{g}, & 0 < x \leq L \\ \frac{m_0 (2l_0 + d_0 + D) + (m_t + m_1 + m_b) D - m_b (x_0 - l_0)}{2x - D}, & L < x \leq x_0 \end{cases} \quad m(x) = \begin{cases} 40,5(\text{t}), & 0 < x \leq L \\ \frac{405}{x-2}(\text{t}), & L < x \leq x_0 \end{cases}$$



g) **2x0,50=1,0 p**

$$\eta = \frac{mgh}{mgh + I^2 Rt}$$

$$I = \sqrt{\frac{mgh}{Rt} \frac{1-\eta}{\eta}} = 50 \text{ A}$$

**Problema 2**

(10,0 p)

**a) 5,0 p**

$$Pt = c_1 m_1 (T_2 - T_1) + c_2 m_2 (T_2 - T_1) + \lambda_2 m_2$$

**4x1,0=4,0 p**

$$P = \frac{\{c_1 m_1 + c_2 m_2\} (T_2 - T_1) + \lambda_2 m_2}{t} = 1,3 \text{ kW}$$

**1,0 p****b) 0,50 p**

$$P = UI \quad I = \frac{P}{U} = 6,1 \text{ A}$$

**c) 0,50 p**

$$R = \frac{U}{I} = 36 \ \Omega$$

**d) 1,0 p**

$$1 \text{ mm}^2 \rightarrow 10 \text{ A} \Rightarrow 6,1 \text{ A} \rightarrow 0,61 \text{ mm}^2$$

$$S = \frac{\pi d^2}{4} \quad d = \sqrt{\frac{4S}{\pi}} = 0,88 \text{ mm}$$

**e) 1,0 p**

$$R = \rho \frac{L}{S} \quad L = \frac{SR}{\rho} = 22 \text{ m}$$

**f) 1,0 p**

$$Q = c_a m_a \Delta T \quad m_a = \rho_a V_a \quad \Delta P = \frac{Q}{t} = \frac{c_a \rho_a V_a \Delta T}{t} = 3,6 \text{ W}$$

**g) 1,0 p**

Deoarece pierderile prin transfer termic în exterior sunt foarte mici, puterea inițial calculată se va schimba nesemnificativ (cu 3,6 W la 1300 W). Prin urmare lungimea firului nu se va schimba.

**a) 7,0 p**

$$c_1 m_1 (T_1 - T_0) + m_1 g H = c_2 m_2 (T_0 - T_2) + \lambda_2 m_2$$

Unde  $m_2$  este masa gheții topite.

$$\frac{m_1}{\rho_1} = \frac{4}{3} \pi R^3 \quad R = \sqrt[3]{\frac{3 m_1}{4 \pi \rho_1}}$$

$$m_2 = \rho_2 \pi R^2 H = \pi^{1/3} \rho_2 \left( \frac{3 m_1}{4 \rho_1} \right)^{2/3} H = k H$$

$$k = \pi^{1/3} \rho_2 \left( \frac{3 m_1}{4 \rho_1} \right)^{2/3}$$

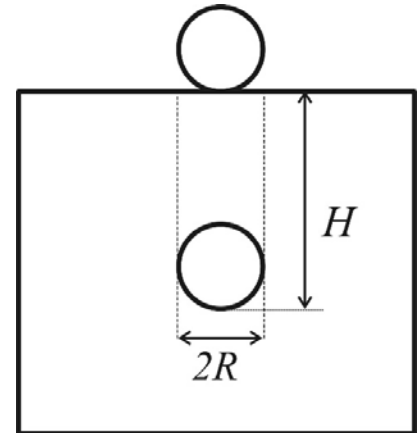
$$H = \frac{c_1 m_1 (T_1 - T_0)}{(c_2 (T_0 - T_2) + \lambda_2) k - m_1 g} = 0,31 \text{ m}$$

**4x1,0=4,0 p**

**2x0,50=1,0 p**

**1,0 p**

**1,0 p**



**b) 3,0p**

$$m_1 g \approx (c_2 (T_0 - T_2) + \lambda_2) k$$

$$m_1 \approx \left\{ \frac{\pi^{1/3}}{g} \rho_2 \left( \frac{3}{4 \rho_1} \right)^{2/3} [c_2 (T_0 - T_2) + \lambda_2] \right\}^3 \approx 10^{17} \text{ kg}$$

**2x0,50=1,0 p**

**1,0 p**

Chiar dacă în prima expresie în partea dreaptă s-ar pune coeficientul  $1/100$  masa bilei ar trebui să fie de  $10^{11}$  kg. Adâncimile de scufundare a bilei cu termenul  $m_1 g$  sau fără diferă la a 6 zecimală – 0.31401748 m și 0,314010915 m. Evident aproximațiile care au fost făcute: căldura cedată de bilă este consumată doar la încălzirea și topirea gheții, bila topește un cilindru de aceeași rază etc, sunt mult mai grosolane decât neglijarea termenului energiei potențiale.

**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 experimentală ORF 2017,**

Partea A Lentila convergentă

**clasa a 9**

(3,0 p)

**Materiale și utilaj**

lentilă convergentă, riglă, obiect luminos îndepărtat, ecran<sup>1</sup>.

Obțineți imaginea unui obiect îndepărtat pe ecran. Determinați care este distanța focală a lentilei convergente. Deduceți formula de calcul, arătați mersul razelor de lumină, completați tabelul măsurărilor și determinărilor. Completați foaia de răspuns.

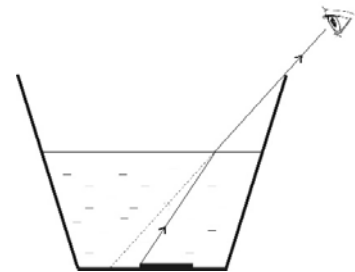
**Partea B** Indice de refracție

(17,0 p)

**Materiale și utilaj**

Pahar de hârtie, pahar de plastic cu lichid, riglă, abțibild cu scară milimetrică.

O monedă pusă pe fundul unui pahar cu lichid, privită dintr-o parte, are o poziție aparentă diferită de poziția ei reală, datorită fenomenului de refracție a luminii. Folosind materialele puse la dispoziție va trebui să determinați indicele de refracție al lichidului.



**Determinarea indicelui de refracție al lichidului**

1. Lipiți pe fundul paharului de hârtie abțibildul cu scara milimetrică.
2. Măsurați dimensiunile paharului și înscrieți datele pe foia de răspuns. Aceste măsurări vă vor ajuta să determinați alte lungimi pe parcursul experimentului.
3. Plasați paharul (fără lichid) pe masă astfel încât să puteți observa pe scara milimetrică de pe fundul acestuia un punct anume. Identificați poziția  $b$  a acestuia față de marginea de sus a paharului.
4. Fără să modificați poziția paharului sau a observatorului turnați lichidul în pahar astfel încât să observați alt punct de pe scara milimetrică. Măsurați deplasarea aparentă  $d$  a punctului observat.
5. Măsurați înălțimea  $h$  a lichidului din pahar.
6. Repetați experiența de 5 ori, turnând de fiecare dată cantități diferite de lichid în paharul de hârtie.
7. Faceți un desen schematic al mersului razelor de lumină în ambele cazuri - pahar fără lichid, pahar cu lichid.
8. Obțineți expresia pentru indicele de refracție al lichidului.
9. Completați tabelul, calculați valorile indicelui de refracție și erorile de calcul, considerând indicele de refracție al aerului  $n = 1,00$ .
10. Scrieți rezultatul final și formulați SUCCINT concluziile de rigoare.

problemă propusă de Sergiu Cârliș,   
Liceul Academiei de Științe,   
Institutul de Fizică Aplicată

<sup>1</sup> În calitate de ecran va servi o foaie albă pliată pentru a o plasa vertical, sau plasată orizontal pe masă.

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

CHIȘINĂU, 31 martie – 3 aprilie 2017

**Proba experimentală ORF 2017,**

**clasa a 9**

**Часть А** Собирающая линза

(3,0 p)

**Материалы**

Собирающая линза, миллиметровая линейка, яркий удаленный предмет, экран<sup>1</sup>.

Получите изображение удаленного предмета на экране. Определите фокусное расстояние собирающей линзы. Выведите расчетную формулу, начертите ход световых лучей, заполните таблицы измерений и вычислений. Заполните ответный лист.

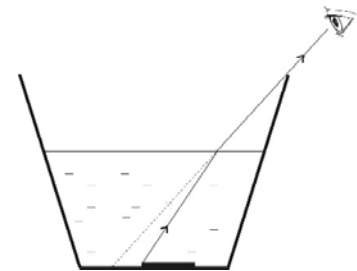
**Часть В** Показатель преломления

(17,0 p)

**Материалы**

Бумажный стакан, стакан с жидкостью, наклейка с миллиметровой шкалой, миллиметровая линейка.

Монета помещённая на дне стакана с жидкостью, имеет видимую позицию, отличную от её фактического положения, из-за рефракции лучей света. При помощи предоставленных материалов необходимо определить показатель преломления жидкости.



Определение показателя преломления жидкости

1. Прикрепите на дно стакана наклейку с миллиметровыми делениями.
2. Измерьте размеры стакана и заполните ответный лист. Эти измерения помогут определить другие длины в ходе эксперимента.
3. Поместите стакан (без жидкости) на столе, чтобы вы могли наблюдать на миллиметровой шкале определённую точку. Определите его положение  $b$  относительно *верхнему* краю стакана.
4. Не меняя положения стакана или наблюдателя налейте жидкость в стакан, так что бы вы смогли заметить другую точку на миллиметровой шкале. Измерьте видимое смещение  $d$  наблюдаемой точки.
5. Измерьте высоту  $h$  жидкости в стакане.
6. Сделайте 5 измерений, наливая в стакане разные количества жидкости.
7. Нарисуйте схематически ход световых лучей в обоих случаях - с жидкостью в стакане и без.
8. Выведите формулу для показателя преломления жидкости.
9. Заполните таблицу, рассчитайте показатель преломления и погрешности, учитывая показатель преломления воздуха  $n = 1,00$ .
10. Напишите итоговый результат, сформулируйте КРАТКО необходимые выводы.

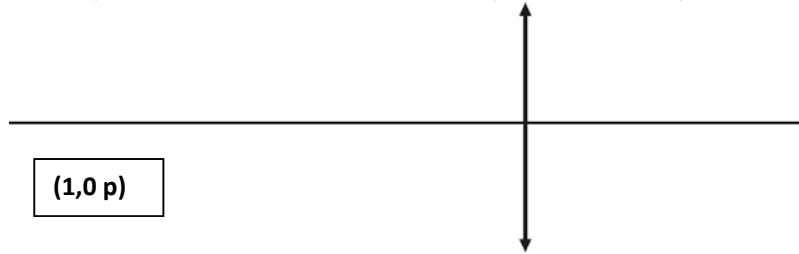
problemă propusă de Sergiu Cârliș,  
Liceul Academiei de Științe,  
Institutul de Fizică Aplicată

<sup>1</sup> В качестве экрана используйте сложенный белый лист, в вертикальном или в горизонтальном положении.



**Partea A** Lentila Convergentă (3,0 p)

Desenați mersul razelor de lumină. Deduceți formula distanței focale. Scrieți rezultatul obținut.



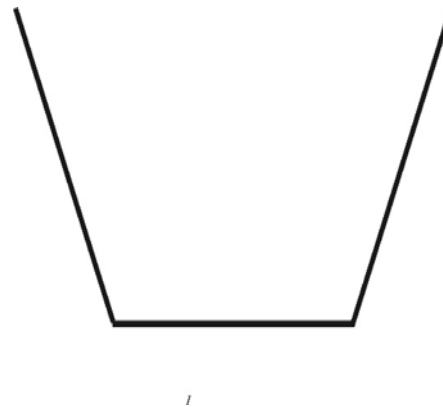
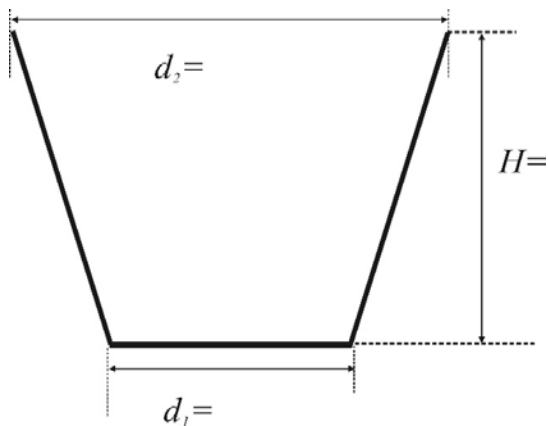
$f =$  (1,0 p)

$f = (\text{_____} \pm \text{_____})$  (1,0 p)

**Partea B** Indice de refracție (17,0 p)

Măsurați dimensiunile paharului de hârtie și indicați pe desen valorile. (1,0 p)

Desenați mersul razelor de lumină pentru paharul gol / paharul cu lichid. Indicați pozițiile observatorului, a punctului observat și a poziției aparente a acestuia. Arătați pe desen mărimile:  $b$ ,  $d$ ,  $h$  și  $H$ . (1,0 p)



Deduceți expresia pentru indicele de refracție al lichidului.

(4,0 p)

Formula de calcul a indicelui de refracție

**(1,0 p)** $n =$ 

Tabelul măsurărilor și determinărilor

**(6,0 p)**

Nr.	$H$	$d$	$b$	$h$	$n$	$\Delta n$
1						
2						
3						
4						
5						
V a l o r i m e d i i						

Exemple de calcul

**(1,0 p)** $n =$  $\Delta n =$ 

$$\mathcal{E}_{med} = \frac{\Delta n_{med}}{n_{med}} =$$

Rezultatul final

**(2,0 p)**

$$n = (\text{_____} \pm \text{_____}),$$

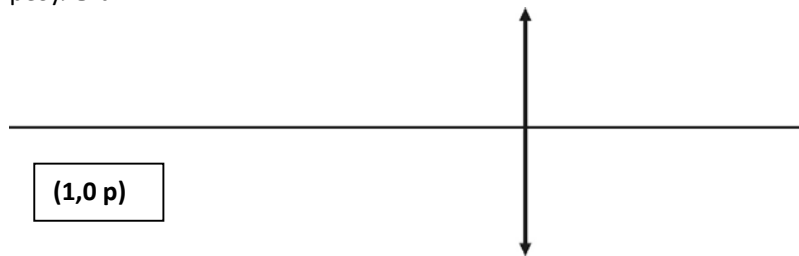
$$\mathcal{E}_{med} = \text{_____} \%$$

Concluzie

**(1,0 p)**

**Часть А** Собирающая линза (3,0 p)

Нарисуйте схематически ход световых лучей. Выведите формулу фокусного расстояния. Напишите полученный результат.



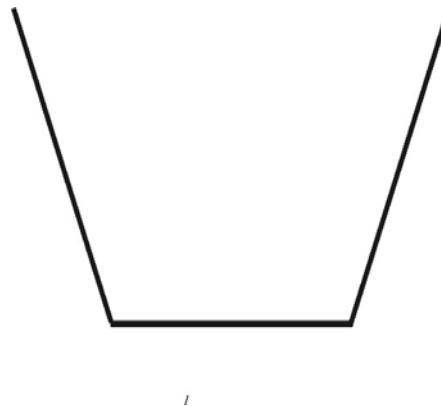
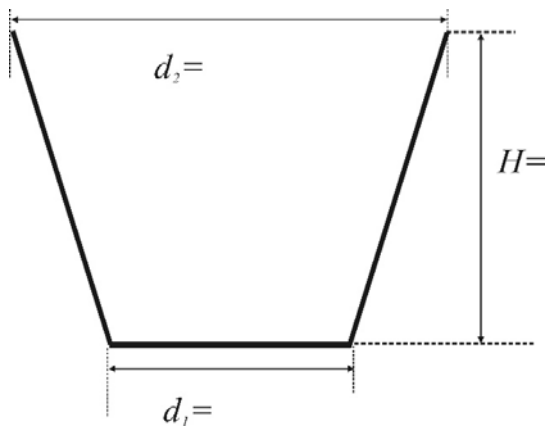
$f =$  (1,0 p)

$f = (\text{---} \pm \text{---})$  (1,0 p)

**Часть В** Показатель преломления (17,0 p)

Измерьте размеры стакана и напишите на рисунке значения. (1,0 p)

Нарисуйте схематически ход световых лучей в обоих случаях - с жидкостью в стакане и без. Укажите позиции наблюдателя, наблюдаемой точка и ее мнимое положение. Укажите на рисунке величины:  $b$ ,  $d$ ,  $h$  и  $H$ . (1,0 p)



Выведите формулу расчета показателя преломления.

(4,0 p)

Формула расчета показателя преломления

**(1,0 p)** $n =$ 

Таблица результатов измерений

**(6,0 p)**

Nr.	$H$	$d$	$b$	$h$	$n$	$\Delta n$
1						
2						
3						
4						
5						
V a l o r i m e d i i						

Расчёты результатов

**(1,0 p)** $n =$  $\Delta n =$ 

$$\mathcal{E}_{med} = \frac{\Delta n_{med}}{n_{med}} =$$

Итоговый результат

**(2,0 p)** $n = (\text{_____} \pm \text{_____}),$  $\mathcal{E}_{med} = \text{_____} \%$ 

Выводы

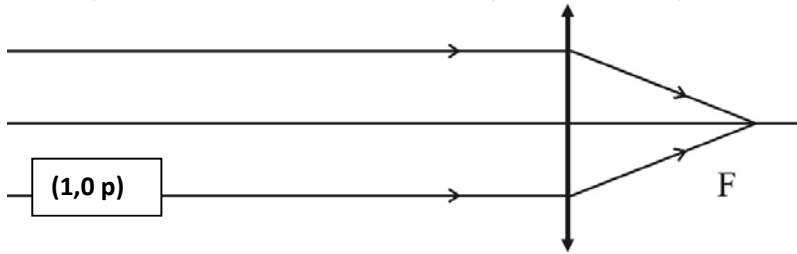
**(1,0 p)**

**Barem**

Proba experimentală ORF 2017, clasa a 9

**Partea A** Lentila Convergentă (3,0 p)

Desenați mersul razelor de lumină. Deduceți formula distanței focale. Scrieți rezultatul obținut.



$$\frac{1}{f} = \frac{1}{d_1} + \frac{1}{d_2}$$

$$d_1 \gg d_2$$

$$f = d_2$$

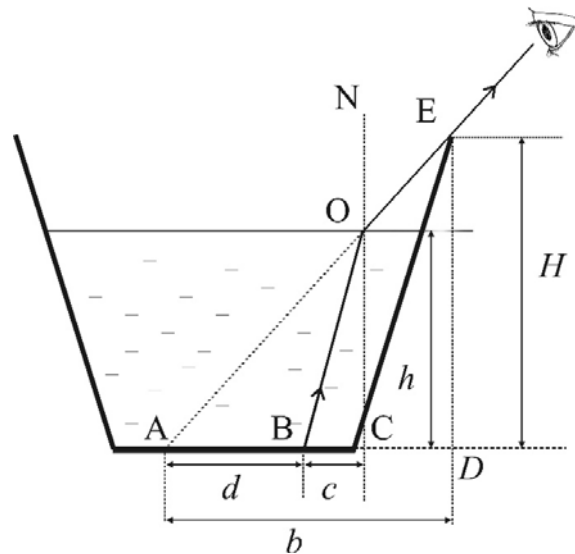
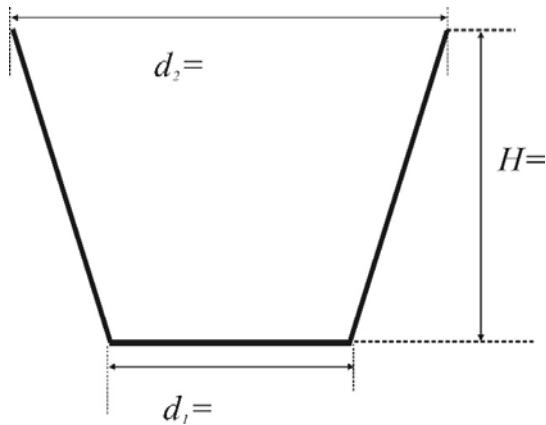
(1,0 p)

$$f = (\text{_____} \pm \text{_____}) \quad (1,0 \text{ p})$$

**Partea B** Indice de refracție (17,0 p)

Măsurați dimensiunile paharului de hârtie și indicați pe desen valorile. (1,0 p)

Desenați mersul razelor de lumină pentru paharul gol / paharul cu lichid. Indicați pozițiile observatorului, a punctului observat și a poziției aparente a acestuia. Arătați pe desen mărimile:  $D$ ,  $d$ ,  $h$  și  $H$ . (1,0 p)



Deduceți expresia pentru indicele de refracție al lichidului.

(4,0 p)

$$\angle r = \angle NOE = \angle AED$$

$$\angle i = \angle BOC$$

$$\frac{\sin r}{\sin i} = n \quad 1,0 \text{ p}$$

$$\sin r = \frac{b}{\sqrt{b^2 + H^2}} \quad 1,0 \text{ p}$$

$$\sin i = \frac{c}{\sqrt{c^2 + h^2}} \quad 1,0 \text{ p}$$

$$\triangle AOC \sim \triangle AED$$

$$\frac{b}{H} = \frac{d+c}{h}$$

$$c = \frac{h}{H}b - d \quad 1,0 \text{ p}$$

Formula de calcul a indicelui de refracție

(1,0 p)

$$n = \frac{b}{bh - dH} \sqrt{\frac{(bh - dH)^2 + h^2 H^2}{b^2 - H^2}}$$

Tabelul măsurărilor și determinărilor

(6,0 p)

Nr.	$H$	$d$	$b$	$h$	$n$	$\Delta n$
1						
2						
3						
4						
5						
	V a l o r i m e d i i					

Exemple de calcul

(1,0 p)

$$n =$$

$$\Delta n =$$

$$\mathcal{E}_{med} = \frac{\Delta n_{med}}{n_{med}} =$$

Rezultatul final

(2,0 p)

$$n = (\text{-----} \pm \text{-----}), \quad \mathcal{E}_{med} = \text{-----} \%$$

numărul de zecimale la eroare și rezultatul final coincid, eroare e rotunjită la 1 sau doua cifre semnificative

Concluzie

(1,0 p)

atingerea scopului, interpretarea rezultatului, surse de erori și mijloace de micșorare a acestora