Ministerul Educației Culturii si 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 9

Problema 1 (10,0 p)

Două ceainice electrice prevăzute pentru tensiunea de rețea U=220 V au puterile electrice de P_1=1,2 kW și P_2=2,0 kW, iar masele maxime de apă ce pot fi încălzite în ceainice sunt m_1=1,0 kg și m_2=2,0 kg.

I. Determinați:

a) rezistența electrică a fiecărui element de încălzire R_1 și R_2. (*1,0 p*)

b) curentul care trece prin fiecare rezistență (I_1 și I_2) dacă ceainicele sunt conectate fiecare la tensiunea nominală. (*1,0 p*)

c) în cât timp (t_1 și t_2) se va aduce până la fierbere (T=100 ºC) câte m=1,0 kg de apă în fiecare ceainic dacă temperatura inițială a apei este T_0=20 ºC, iar pierderile de căldură se vor neglija. (*1,0 p*)

d) ce masă m_3 de gheață luată la temperatura de T'=0 ºC trebuie pusă în unul dintre ceainice (în care?) pentru ca apa din acesta luată la temperatura inițială T_0=20 ºC să ajungă la fierbere concomitent cu apa din al doilea ceainic? Ceainicele sunt umplute la jumătate din capacitatea maximă, iar pierderile de căldură se vor neglija. (*1,0 p*)

e) umplând complet ceainicele cu apă la temperatura T_0=20 ºC și conectându-le la rețeaua electrică timp de t=7,0 min, s-a constat că din primul s-au evaporat m_4=42 g de apă , iar în al doilea apa abia începe să fiarbă. Determinați randamentele fiecărui ceainic. (*1,1 p*)

II. Rezistențele ceainicelor au fost legate în serie, iar gruparea a fost conectată la tensiunea U=220 V.
Determinați:

f) curenții I_1^s și I_2^s care trec prin fiecare rezistență ale ceainicelor. (*1,1 p*)

g) puterile P_1^s și P_2^s ale fiecărui ceainic în acest caz. (*1,2 p*)

h) ceainice au fost umplute complet cu apă la temperatura T_0=20 ºC. În care dintre acestea va începe să fiarbă apa mai devreme dacă se vor neglija pierderile de căldură? Determinați intervalele de timp t_1^s și t_2^s când apa din fiecare ceainic atinge punctul de fierbere. (*1,3 p*)

i) câtă apă m_5 ar fi trebuit vărsată din unul dintre ceainice (din care?) pentru ca atingerea punctului de fierbere să se producă simultan în ambele ceainice, fără a lua în calcul pierderile de căldură. (*1,3 p*)

Căldura specifică a apei este c= 4200 J/(kg ºC), căldura specifică de evaporare este λ_V =2,3 MJ/kg, iar căldura specifică de topire a gheții este λ_T =330 kJ/kg. Rezistențele elementelor de încălzire ale ceainicelor nu se modifică la creșterea temperaturii.

Problema 2 (10,0 p)

O barcă cu motor în apa unui lac are viteza de v_b= 4,0 m/s.

I. Barca se află într-un râu cu malurile paralele cu viteza curentului de apă constantă cu valoarea v_0= 3,0 m/s. Care va fi viteza bărcii față de maluri dacă față de apă aceasta se mișcă:

a) în aval (v_{jos}), (*1,0 p*)

b) în amonte (v_{sus}) , (*1,0 p*)

c) perpendicular pe direcția curentului de apă (v_p) , (*1,0 p*)

d) sub unghiul α față de direcția curentului de apă (v). Obțineți valorile vitezei pentru unghiurile α de 0º, 90º, 180º. (*1,0 p*)
Indicați în fiecare caz (a, b, c, d) pe desen vectorii tuturor vitezelor.

II. Datorită profilului fundului râului cu maluri paralele viteza curentului de la zero crește liniar până la mijlocului râului ($x=d$) până la valoarea v_0= 3,0 m/s, iar apoi scade uniform la zero până la celălalt mal ($x=2d$). Plasând originea sistemului de coordonate xOy în punctul de pornire al bărcii de la mal și orientând axa Oy a sistemului cartezian de coordonate de-a lungul malului, iar axa Ox perpendicular pe viteza curentului de apă, determinați:

e) viteza curentului de apă $v_c(x)$ în fiecare punct de pe direcția perpendiculară pe malurile râului. (*2,0 p*)

f) viteza bărcii în raport cu malurile dacă acesta se mișcă perpendicular la viteza curentului de apă. (*2,0 p*)

g) ecuația traiectoriei bărcii în sistemul e coordonate xOy. (*2,0 p*)

Proba teoretică ORF 2018, clasa a 9

Problema 3 (10,0 p)

partea I

Pe o placă transparentă de sticlă plan paralelă cu indicele de refracție n=1,33 și grosimea d=10 mm, este incidentă o rază de lumină sub unghiul de 30°. Placa se află în 1) aer (n_0=1,00), 2) glicerină (n_0=1,47).

Neglijând fenomenul reflexiei de la suprafața de separare a mediilor stabiliți pentru ambele cazuri:

a) mersul razelor; (*1,0 p*)
b) este raza incidentă paralelă cu raza emergentă (=raza care iese din placă)? (*1,5 p*)
c) distanța h dintre direcția razei incidentă și raza emergentă; (*3,0 p*)

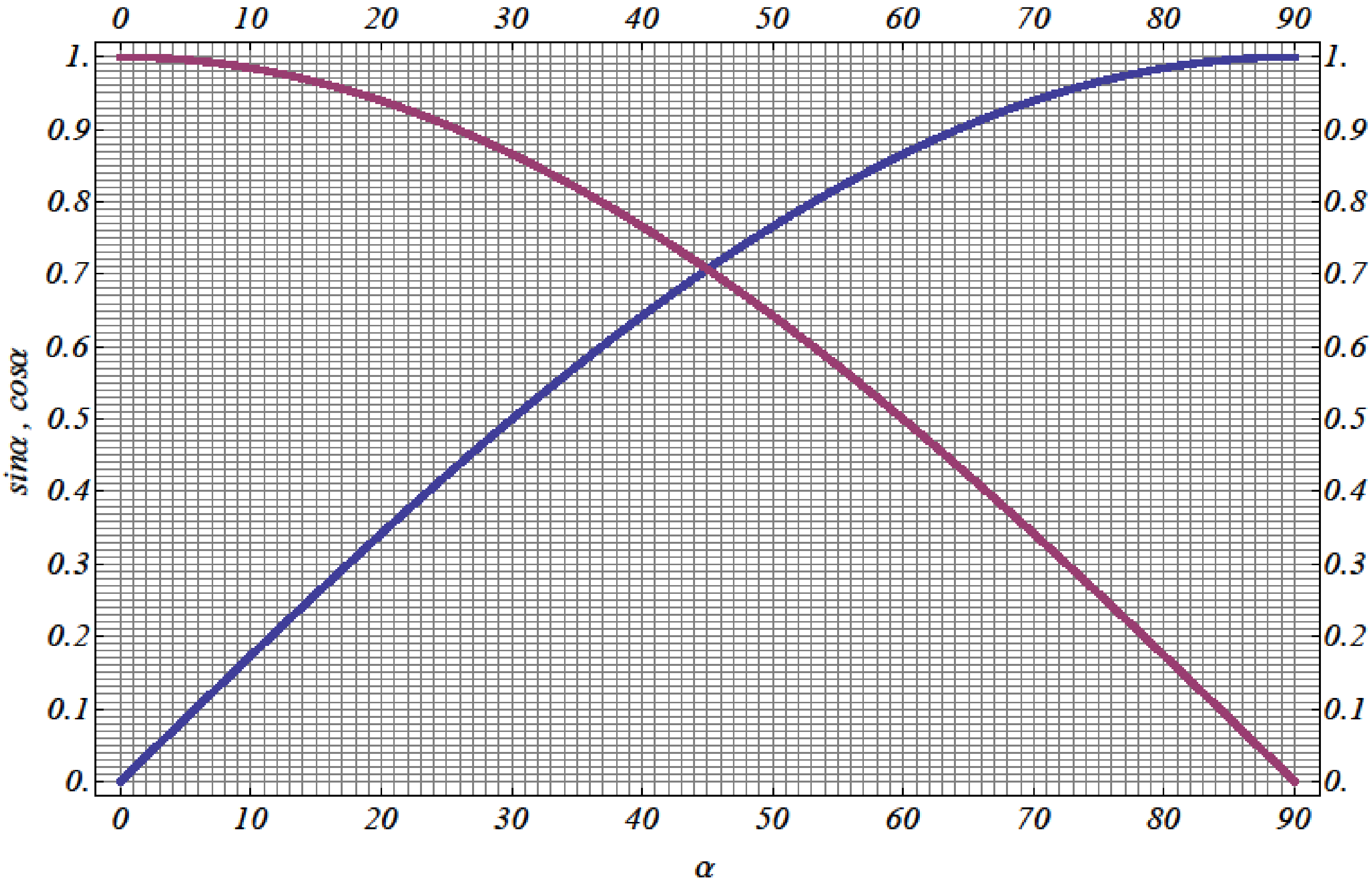
Valorile pentru sin si cos pot fi determinate din graficele atașate.

partea II

Un sistem este format din două plăci plan paralele, transparente, cu grosimile d_1 și d_2 și indicii de refracție n_1 și n_2 suprapuse una peste alta. Sistemul este plasat într-un mediu cu indicele de refracție n_0, astfel că (n_2>n_1>n_0). O rază este incidentă pe prima placă cu unghiul de incidență foarte mic, astfel că fenomenul de reflexie totală nu se realizează.

Neglijând fenomenul reflexiei de la suprafața de separare a mediilor determinați:

d) mersul razelor de lumină; (0,75 *p*)
e) unghiul dintre raza incidentă și raza emergentă; (*1,0 p*)
f) distanța dintre raza emergentă și direcția razei incidente; (*1,5 p*)
g) indicele de refracție al altei plăci plan paralele cu grosimea d=d_1+d_2 care ar substitui din punct de vedere optic sistemul descris mai sus. (*1,25 p*)



probleme propuse de Sergiu Cârlig și Mihai Macovei,
Institutul de Fizică Aplicată

OLIMPIADA REPUBLICANĂ LA FIZICĂ, EDIȚIA LIV

CHIȘINĂU, 20– 23 aprilie 2018

Proba teoretică ORF 2018, clasa a 9

Задача 1 (10,0 p)

I. Два электрических чайника мощностью P_1=1,2 кВт и P_2=2,0 кВт, работающих от сети с напряжением U=220 В нагревают каждый m_1=1,0 кг и m_2=2,0 кг воды соответственно. Определить:

a) электрическое сопротивление каждого нагревательного элемента R_1 и R_2; *(1,0 p)*
b) токи (I_1 и I_2), проходящие через каждый нагревательный элемент, если чайники подключены каждый к номинальному напряжению; (*1,0 p*)
c) сколько займёт времени (t_1 и t_2) чтобы вскипятить (T = 100 °C) по m = 1,0 кг воды в каждом чайнике, если начальная температура воды T_0 = 20 ° C, а потерями тепла можно пренебрегать; (*1,0 p*)
d) какую массу льда m_3, взятую при температуре T' = 0 ºC, следует добавить в один из чайников (в который?), чтобы вода в нём, с начальной температурой T_0 = 20 ºC, закипела одновременно с водой другого чайника? Чайники заполняются на половину максимального объёма, а тепло потерями можно пренебрегать; *(1,0 p)*
e) полностью заполняя чайники водой при T_0 = 20 ° C и подключая их к сети, через t = 7,0 минут было обнаружено что в первом испарилась m_4 = 42 г воды, а во втором вода только начинает кипеть. Определите КПД каждого чайника. *(1,1 p)*

II. Сопротивления чайников были соединены последовательно, а группировку подключили в сеть с напряжением U = 220 В. Определить:

f) токи (I_1^s и I_2^s), проходящие через каждый резистор чайников; *(1,1 p)*
g) мощности P_1^s и P_2^s каждого чайника в этом случае; *(1,2 p)*
h) чайники были полностью заполнены водой, взятой при температуре T_0 = 20 ºC. В котором из них вода начнет кипеть раньше, если пренебрегать потерями тепла? Определите временные интервалы t_1^s и t_2^s за которые вода в каждом чайнике достигает точки кипения; *(1,3 p)*
i) сколько воды m_5 нужно вылить из одного из чайников (из которого?), чтобы оставшаяся вода закипела одновременно с водой в другом чайнике. Потерями тепла пренебречь. *(1,3 p)*

Теплоемкость воды c = 4200 Дж / (кг ºC), удельная теплота испарения воды λ_V = 2,3 МДж / кг, а удельная теплота плавления льда λ_T = 330 кДж / кг. Сопротивление нагревательных элементов не изменяется при повышении температуры.

Задача 2 (10,0 p)

Моторная лодка по озеру двигается со скоростью v_b= 4,0 м/с.

I. Лодка находится на поверхности реки с параллельными берегами и с постоянной скоростью течения воды v_0= 3,0 м/с. Какова скорость лодки относительно берега, если относительно воды она движется:

a) вниз по течению (v_{jos}), (*1,0 p*)
b) вверх по течению (v_{sus}) , (*1,0 p*)
c) перпендикулярно направлению потока воды (v_p) , (*1,0 p*)
d) под углом α к направлению потока воды (v). Вычислите значении скоростей для углов α равных 0º, 90º, 180º. (*1,0 p*)
Укажите на рисунке в каждом случае (a, b, c, d) вектора всех скоростей.

II. Из-за профиля дна реки с параллельными берегами скорость течения воды линейно возрастает от нуля у берегов ($x = 0$) и до значения v_0= 3,0 м/с у середины реки ($x = d$). Размещая начало системы координат Oxy в отправной точки лодки у берега и ориентируя ось y декартовой системы координат вдоль берега, а ось x перпендикулярно к скорости потока воды, определить:

e) скорость потока воды $v_c(x)$ в каждой точке вдоль направления перпендикулярного к берегам реки. (*2,0 p*)
f) скорость лодки относительно берега, если она движется перпендикулярно к потоку воды. (*2,0 p*)
g) уравнение траектории лодки в системе координат xOy. (*2,0 p*)

Ministerul Educației Culturii si 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 9

Задача 3 (10,0 p)

Часть I

На плоскопараллельной прозрачной стеклянной пластине с показателем преломления n=1,33 и толщиной d=10 мм, падает луч света под углом 30°. Пластина находится в 1) воздухе (n_0=1,00),
2) глицерине (n_0=1,47).

Пренебрегая отражением света от границ раздела разных сред определите для обоих случаев:

a) ход лучей; (*1,0 p*)
b) параллельны ли выходящий и падающий лучи? (*1,5 p*)
c) расстояние h между выходящим лучом и продолжением падающего луча; (*3,0 p*)

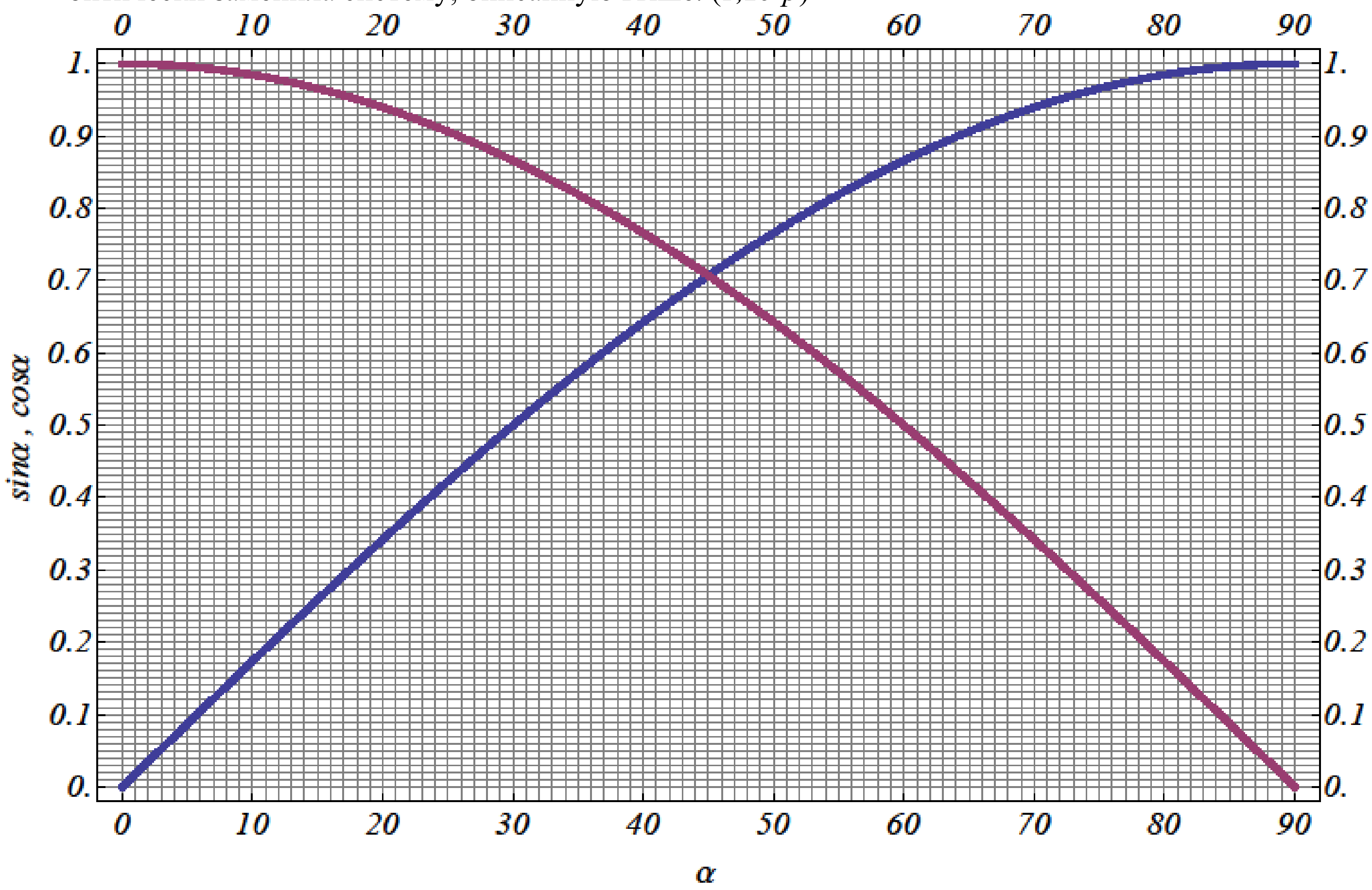
Значения sin и cos могут быть определены из прилагаемых графиков.

Часть II

Система состоит из двух прозрачных плоскопараллельных пластин, с толщинами d_1 и d_2, и показателями преломления n_1 и n_2, соответственно, которые плотно прижатых друг к другу. Система помещается в среду с показателем преломления n_0, так что ($n_2 > n_1 > n_0$). Луч падает на первую пластину под очень маленьким углом падения, так что явление полного внутреннего отражения не имеет место.

Пренебрегая отражением света от границ раздела разных сред определить:

d) ход лучей; (0,75 *p*)
e) угол между падающим лучом и выходящим лучом; (*1,0 p*)
f) расстояние h между выходящим лучом и продолжением падающего луча; (*1,5 p*)
g) показатель преломления другой плоскопараллельной пластины толщиной $d = d_1 + d_2$, которая бы оптически заменила систему, описанную выше. (*1,25 p*)



probleme propuse de Sergiu Cârlig și Mihai Macovei,
Institutul de Fizică Aplicată

Problema 1 (Задача 1) (10,0 p)

a) **1,0 p**

b) **1,0 p**

c) **1,0 p**

d) **1,0 p**

e) **1,1 p**

f) **1,1 p**

g) **1,2 p**

h) **1,3 p**

i) **1,3 p**

Problema 2 (Задача 2) (10,0 p)

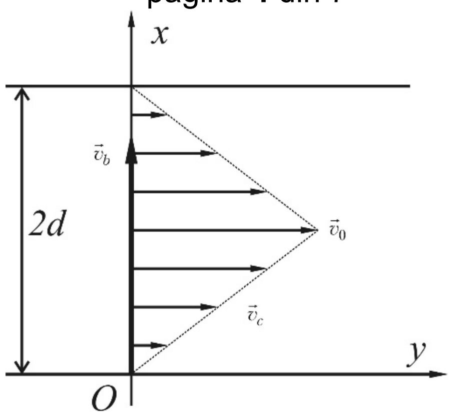
a) **1,0 p**

b) **1,0 p**

c) **1,0 p**

d) **1,0 p**

e) **2,0 p**



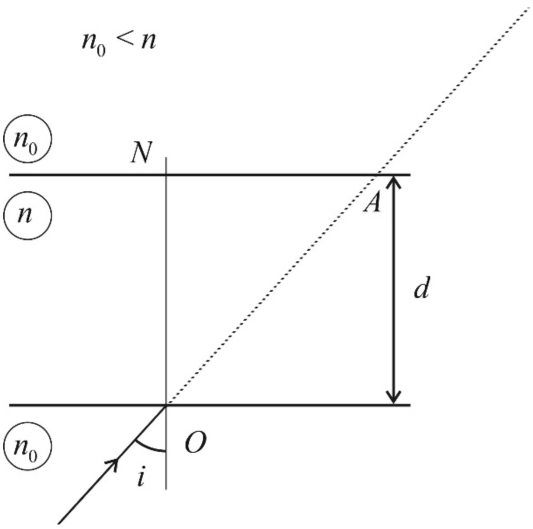
f) **2,0 p**

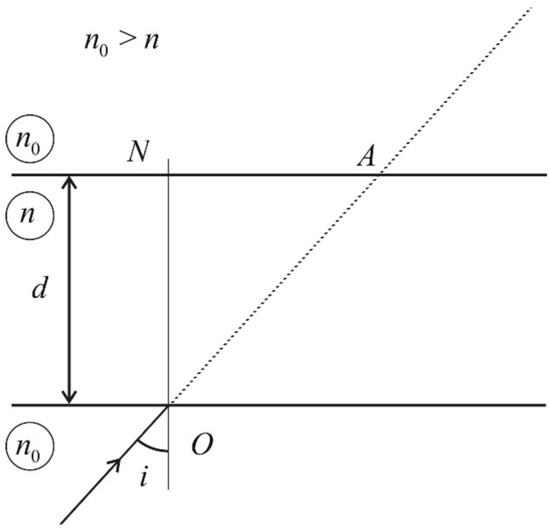
g) **2,0 p**

Problema 3 (Задача 3) (10,0 p)

partea I

a) **1,0 p**



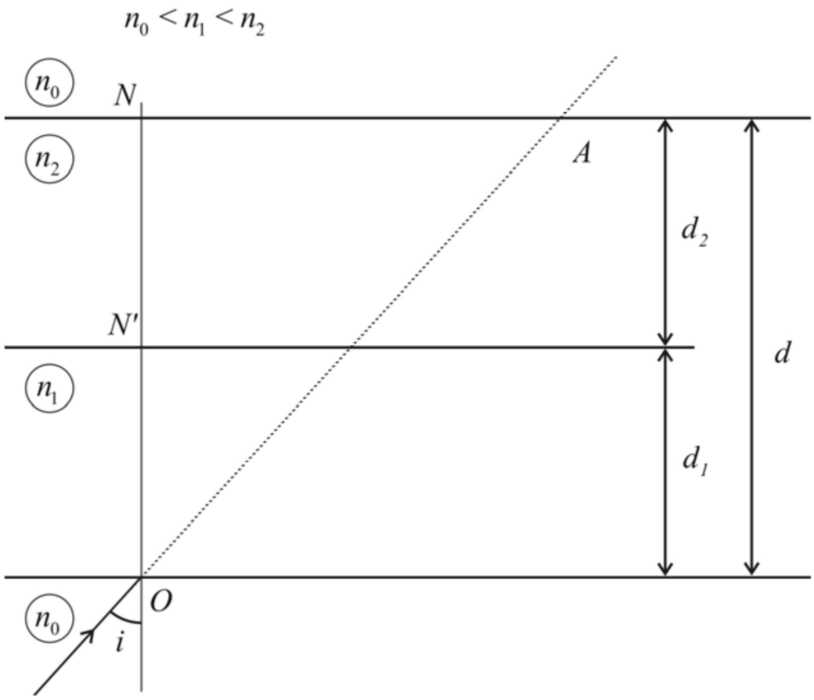


b) **1,5 p**

c) **3,0 p**

partea II

d) **0,75 p**



e) **1,0 p**

f) **1,5 p**

g) **1,25 p**

Orice rezolvare prin altă metodă care duce la rezultatul corect este apreciată cu punctaj maxim, iar dacă nu se ajunge la rezultatul corect punctajul se acordă proporțional cu pașii corecți efectuați.

Problema 1 (10,0 p)

a) **1,0 p**=0,15+0,15+0,2 (rez)+ 0,15+0,15+0,2 (rez)

$$P_1 = \frac{U^2}{R_1} \Rightarrow R_1 = \frac{U^2}{P_1} = 40,3\ \Omega \qquad P_2 = \frac{U^2}{R_2} \Rightarrow R_2 = \frac{U^2}{P_2} = 24,2\ \Omega$$

b) **1,0 p**=0,15+0,15+0,2 (rez)+ 0,15+0,15+0,2 (rez)

$$P_1 = UI_1 \Rightarrow I_1 = \frac{P_1}{U} = 5,5\,\mathrm{A} \qquad P_2 = UI_2 \Rightarrow I_2 = \frac{P_2}{U} = 9,1\,\mathrm{A}$$

c) **1,0 p**=0,1+0,1+0,1+0,1+0,1 (rez)+ 0,1+0,1+0,1+0,1+0,1 (rez)

$$P_1 t_1 = cm_1\Delta T \Rightarrow t_1 = \frac{cm_1\Delta T}{P_1} = 280\,\mathrm{s} = 4\min 40\,\mathrm{s} \qquad P_2 t_2 = cm_2\Delta T \Rightarrow t_2 = \frac{cm_2\Delta T}{P_2} = 168\,\mathrm{s} = 3\min 18\ \mathrm{s}$$

d) **1,0 p**=0,1+0,1+0,1+0,1+0,1+0,1+0,1+0,1+0,2 (rez)

$$\frac{P_1 t_2}{2} = \frac{cm_1\Delta T}{2} + \lambda_T m_3 + cm_3\Delta T'; \ \Delta T = \left(T - T_0\right) = 80\ ^\circ\mathrm{C};\ \Delta T' = \left(T - T'\right) = 100\ ^\circ\mathrm{C};\ \Rightarrow$$

$$m_3 = \frac{1}{2}\frac{c\Delta T}{\lambda_T + c\Delta T'}\left(\frac{P_1}{P_2}m_2 - m_1\right) = 45\ \mathrm{g};$$

e) **1,1 p**=0,1+0,1+0,1+0,1+0,1+0,1 (rez)+0,1+0,1+0,1+0,1+0,1 (rez)

$$P_1 t\eta_1 = cm_1\Delta T + \lambda_V m_4; \quad \eta_1 = \frac{cm_1\Delta T + \lambda_V m_4}{P_1 t} = 0,86; \quad P_2 t\eta_2 = cm_2\Delta T; \quad \eta_2 = \frac{cm_2\Delta T}{P_2 t} = 0,80;$$

f) **1,1 p**= 0,2+0,2+0,2+0,2+0,3 (rez)

$$I \equiv I_1^s = I_2^s = \frac{U}{R_1 + R_2} = \frac{P_1 P_2}{P_1 + P_2}\frac{1}{U} = 3,41\,\mathrm{A}$$

g) **1,2 p** = 0,2+0,2+0,2 (rez)+ 0,2+0,2+0,2 (rez)

$$P_1^s = I^2 R_1 = P_1\left(\frac{P_2}{P_1 + P_2}\right)^2 = 469\,\mathrm{W}; \quad P_2^s = I^2 R_2 = P_2\left(\frac{P_1}{P_1 + P_2}\right)^2 = 281\,\mathrm{W}$$

h) **1,3 p** = 0,15+0,15+0,15+0,15+0,05 (rez)+ 0,15+0,15+0,15+0,15+0,05 (rez)

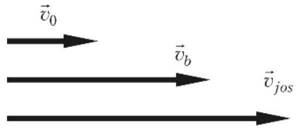
$$P_1^s t_1^s = cm_1\Delta T \Rightarrow t_1^s = \frac{cm\Delta T}{P_1^s} = 716\,\mathrm{s} = 11\min 56\,\mathrm{s}; \ P_2^s t_2^s = cm_2\Delta T \Rightarrow t_2^s = \frac{cm\Delta T}{P_2^s} = 2391\,\mathrm{s} = 39\min 51\,\mathrm{s}$$

i) **1,3 p** = 0,15+0,15+0,15+0,15+0,15+0,15+0,15+0,15+0,1 (rez)

$$P_1^s t = cm_1\Delta T \quad P_2^s t = c\left(m_2 - m_5\right)\Delta T \Rightarrow m_5 = m_2 - m_1\frac{P_1}{P_2} = 1,4\ \mathrm{kg}$$

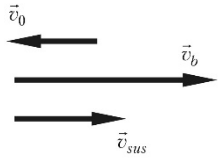
Problema 2 (10,0 p)

a) **1,0 p**=0,2+0,2+0,3 (rez)+0,3 (des)



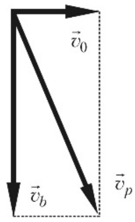
$$\vec{v}_{jos} = \vec{v}_b + \vec{v}_0 \qquad v_{jos} = v_b + v_0 = 7,0\ \mathrm{m/s}$$

$$\vec{v}_A = \vec{v}_R + \vec{v}_T$$



b) **1,0 p**=0,2+0,2+0,3 (rez)+0,3 (des)

$$\vec{v}_{sus} = \vec{v}_b + \vec{v}_0 \qquad v_{sus} = v_b - v_0 = 1,0\ \mathrm{m/s}$$



c) **1,0 p**=0,2+0,2+0,3 (rez)+0,3 (des)

$$\vec{v}_p = \vec{v}_b + \vec{v}_0 \qquad v_p = \sqrt{v_b^2 + v_0^2} = 5,0\ \mathrm{m/s}$$

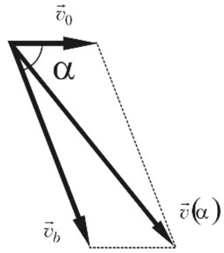
d) **1,0 p**=0,25+0,25+0,25 +0,25

$$\vec{v}(\alpha) = \vec{v}_b + \vec{v}_0 \qquad v(\alpha) = \sqrt{v_b^2 + v_0^2 + 2v_b v_0 \cos\alpha}$$

$$\alpha = 0; \quad v = v_b + v_0 = 7,0\ \mathrm{m/s}$$

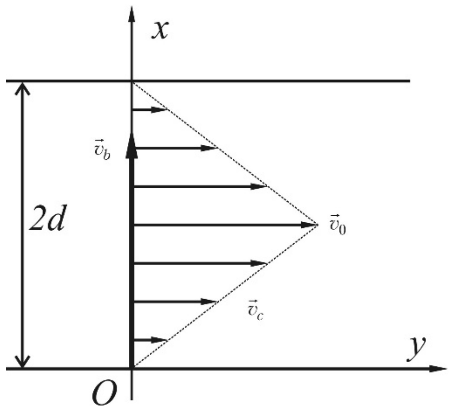
$$\alpha = 90; \quad v = \sqrt{v_b^2 + v_0^2} = 5,0\ \mathrm{m/s}$$

$$\alpha = 180^\circ; \quad v = v_b - v_0 = 1,0\ \mathrm{m/s}$$



e) **2,0 p** = 1,0 p +1,0 p (pentru fiecare porțiune)

$$v_c = \begin{cases} v_0 \dfrac{x}{d}, & x \in (0; d) \\ v_0\left(2 - \dfrac{x}{d}\right), & x \in (d; 2d) \end{cases}$$



f) **2,0 p** = 1,0 p +1,0 p (pentru fiecare porțiune)

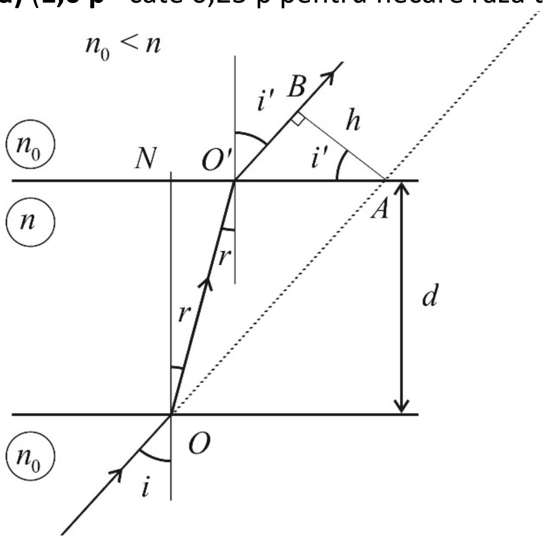
$$\vec{v} = \vec{v}_b + \vec{v}_c; \quad v = \begin{cases} \sqrt{v_b^2 + v_0^2\left(\dfrac{x}{d}\right)^2}, & x \in (0; d) \\ \sqrt{v_b^2 + v_0^2\left(2 - \dfrac{x}{d}\right)^2}, & x \in (d; 2d) \end{cases}$$

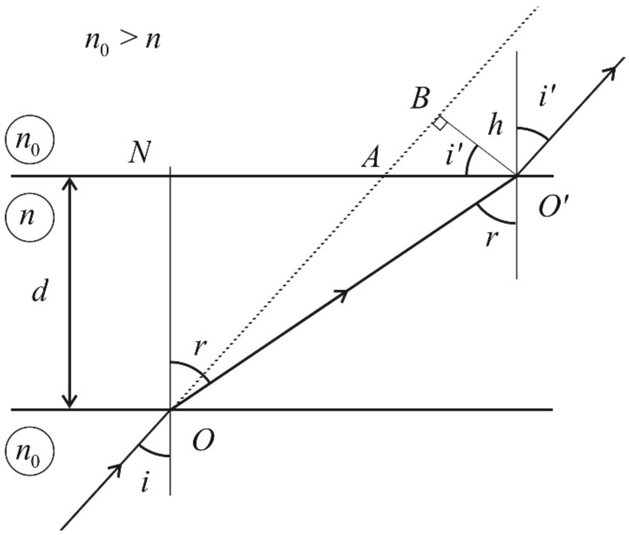
g) **2,0 p** = 1,0 p +1,0 p (pentru fiecare porțiune)

$$x(t) = v_b t \quad y(t) = v_c t = \frac{v_c}{v_b} x \quad y(x) = \begin{cases} \dfrac{v_0}{v_b} \dfrac{x^2}{d}, & x \in (0; d) \\ \dfrac{v_0}{v_b}\left(2x - \dfrac{x^2}{d}\right), & x \in (d; 2d) \end{cases}$$

Problema 3 (10,0 p)

a) (**1,0 p**= cate 0,25 p pentru fiecare rază trasată = 0,25x4)





b) 1,5 p =2 x (0,25+0,25+0,25)

b₁. $O)\ \dfrac{\sin i}{\sin r}=\dfrac{n}{n_0}\qquad O')\ \dfrac{\sin r}{\sin i'}=\dfrac{n_0}{n}\ \Rightarrow i=i'$

b₂. $O)\ \dfrac{\sin i}{\sin r}=\dfrac{n}{n_0}\qquad O')\ \dfrac{\sin r}{\sin i'}=\dfrac{n_0}{n}\ \Rightarrow i=i'$

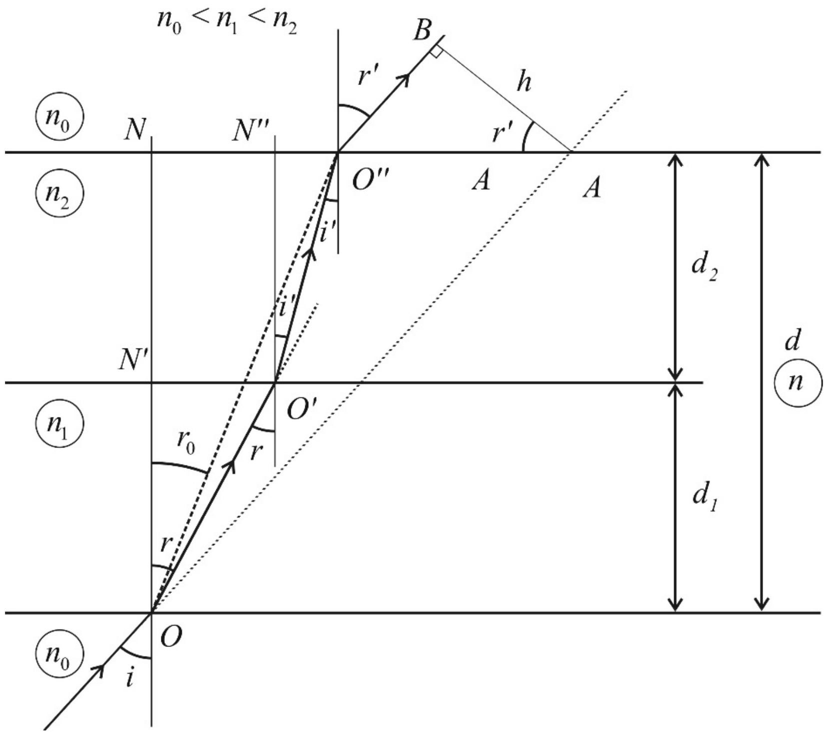
c. 3,0 p =2 x (0,25+0,25+0,25+0,25+0,25+0,25)

c₁. $h=AB=O'A\cos i\quad O'A=AN-O'N\quad AN=d\,\mathrm{tg}i$
$O'N=d\,\mathrm{tg}r\quad h=d\cos i(\mathrm{tg}i-\mathrm{tg}r)\quad h=1{,}5\,\mathrm{mm}$

c₂. $h=O'B=O'A\cos i\quad O'A=O'N-AN\quad AN=d\,\mathrm{tg}i$
$O'N=d\,\mathrm{tg}r\quad h=d\cos i(\mathrm{tg}r-\mathrm{tg}i)\quad h=0{,}74\,\mathrm{mm}$

partea II

d) (**0,75 p**= cate 0,25 p pentru fiecare rază trasată = 0,25x3)



e) 1,0 p=0,25+0,25+0,25+0,25

$O)\ \dfrac{\sin i}{\sin r}=\dfrac{n_1}{n_0}\qquad O')\ \dfrac{\sin r}{\sin i'}=\dfrac{n_2}{n_1}$

$O'')\ \dfrac{\sin i'}{\sin r'}=\dfrac{n_0}{n_2}\qquad \Rightarrow i=r'\qquad \Rightarrow \alpha=0$

f) 1,5 p=0,25+0,25+0,25+0,25+0,25+0,25

$h=AB=O''A\cos i$

$O''A=NA-NN''-N''O''$

$NN''=N'O'=d_1\mathrm{tg}r\quad NA=(d_1+d_2)\mathrm{tg}i$

$N''O''=d_2\mathrm{tg}i'$

$h=\left[(d_1+d_2)\mathrm{tg}i-d_1\mathrm{tg}r-d_2\mathrm{tg}i'\right]\cos i$

g) 1,25 p=0,25+0,25+0,25+0,5

$h=\left[(d_1+d_2)\mathrm{tg}i-d_1\mathrm{tg}r-d_2\mathrm{tg}i'\right]\cos i$

$h=d\cos i(\mathrm{tg}i-\mathrm{tg}r_0)\qquad \alpha\ll 1\ \Rightarrow\ \mathrm{tg}\alpha\approx\sin\alpha\qquad \dfrac{d_1}{n_1}+\dfrac{d_2}{n_2}=\dfrac{d}{n}\qquad n=\dfrac{d\,n_1n_2}{d_1n_2+d_2n_1}$

o altă metoda

$O)\ \dfrac{\sin i}{\sin r_0}=\dfrac{n}{n_0};\ O)\ \dfrac{\sin i}{\sin r}=\dfrac{n_1}{n_0};\ O')\ \dfrac{\sin r}{\sin i'}=\dfrac{n_2}{n_1}\quad O'')\ \dfrac{\sin i'}{\sin r'}=\dfrac{n_0}{n_2}\qquad \alpha\ll 1\ \Rightarrow\ \mathrm{tg}\alpha\approx\sin\alpha\quad \dfrac{d_1}{n_1}+\dfrac{d_2}{n_2}=\dfrac{d}{n}$

$n=\dfrac{d\,n_1n_2}{d_1n_2+d_2n_1}$

OLIMPIADA REPUBLICANĂ LA FIZICĂ, EDIȚIA LIV

CHIȘINĂU, 20– 23 aprilie 2018

Proba experimentală ORF 2018, clasa a 9

(20,0 p)

Materiale și utilaj
Riglă metalică ≈50 cm, corp cu masă necunoscută (o bucată de plastilină), cilindru cu masa cunoscută (m_2=50,0 g), cronometru.

O riglă prinsă orizontal de un capăt de marginea mesei la abaterea de la poziția de echilibru efectuează oscilații, pentru care primele 20-50 oscilații pot fi considerate neamortizate. În această problemă veți studia oscilațiile mici ale unei rigle, considerată un pendul elastic. Formula pentru determinarea frecvenței oscilațiilor acestuia este: $\nu = \frac{1}{2\pi}\sqrt{\frac{k}{m}}$, unde k este constanta elastică a sistemului, m este masa sistemului, iar $\pi = 3{,}14$ este o constantă matematică.

1. Prindeți rigla perpendicular pe o margine a mesei astfel încât partea suspendată să aibă 50,0 cm.
2. Abateți rigla de la poziția de echilibru și cronometrați cel puțin 20 oscilații de mai multe ori. Scrieți datele în tabel și calculați perioada oscilațiilor T_0 . Această perioadă corespunde unei mase efective m_0 a sistemului oscilant.
3. Plasați sfera[1] din plastilină cu masa m_1 la capătul liber al riglei și determinați perioada T_1 a oscilațiilor.
4. Plasați corpul cu masă cunoscută m_2 peste corpul de plastilină și determinați perioada T_2 a oscilațiilor.
5. Determinați mărimile m_1 , m_0 și k .
6. Completați tabelul din foia de răspuns, deduceți formulele de calcul, scrieți câte un exemplu de calcul, calculați valorile medii și erorile de calcul.
7. Scrieți rezultatele finale și formulați SUCCINT concluziile de rigoare.

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

[1] Dacă cumva corpul nu este sferic aveți posibilitatea să îl modelați!

OLIMPIADA REPUBLICANĂ LA FIZICĂ, EDIȚIA LIV

CHIȘINĂU, 20– 23 aprilie 2018

Proba experimentală ORF 2018, clasa a 9

(20,0 p)

Материалы
Линейка ≈50 см, тело с неизвестной массой (кусок пластилина), цилиндр с известной массой (m_2=50,0 г), секундомер.

Металлическая линейка, горизонтально прикрепленное на одном конце к краю стола, при отклонении от положения равновесия, выполняет колебания, первые 20-30 которых можно считать незатухающими. В этой задачи вы изучите малые колебания линейки, которая считается упругим маятником. Формула для определения частоты колебаний в этом случае: $\nu = \frac{1}{2\pi}\sqrt{\frac{k}{m}}$, где k – упругость системы, m – масса системы, а $\pi = 3{,}14$ является математической постоянной.

1. Прикрепите линейку перпендикулярно к краю стола так, чтобы подвешенная часть имела 50,0 см.
2. Отклоните линейку от положения равновесия и измерьте время минимум 20 колебаний. Запишите данные в таблицу и вычислите период колебаний T_0. Этот период соответствует эффективной массе m_0 колебательной системы.
3. Поместите пластилиновый шар[2] с массой m_1 на свободном конце линейки и определите период колебаний T_1.
4. Поместите тело с известной массой на пластилиновый шар и определите период колебаний T_2.
5. Определите величины m_1, m_0 и k.
6. Заполните таблицу, выведите расчётные формулы, приведите по одному примеру численных расчётов, рассчитайте средние значения и погрешности.
7. Напишите итоговые результаты, сформулируйте КРАТКО необходимые выводы.

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

[2] Если тело не является сферическим, вы можете его смоделировать!

Tabelul măsurărilor și determinărilor Таблица измерений и вычислений **(9,0 p)**

Nr	t_0	N_0	T_0	ΔT_0	t_1	N_1	T_1	ΔT_1	t_2	N_2	T_2	ΔT_2	m_1	Δm_1	m_0	Δm_0	k	Δk
1																		
2																		
3																		
4																		
5																		
valori medii средние значения																		

Formule de calcul Формулы расчётов **(6,0 p)**

$m_1 =$

$m_0 =$

$k =$

Exemple de calcul Расчёты результатов **(1,5 p)**

$m_1 =$ (0,5 p)

$m_0 =$ (0,5 p)

$k =$ (0,5 p)

Rezultatele finale Итоговые результаты **(1,5 p)**

$m_1 = (\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ \pm \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_)$, $\varepsilon_{med} = \_\_\_\_\_\_\_\_ \%$ (0,5 p)

$m_0 = (\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ \pm \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_)$, $\varepsilon_{med} = \_\_\_\_\_\_\_\_ \%$ (0,5 p)

$k = (\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ \pm \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_)$, $\varepsilon_{med} = \_\_\_\_\_\_\_\_ \%$ (0,5 p)

Concluzii Выводы **(2,0 p)**

Tabelul măsurărilor și determinărilor Таблица измерений и вычислений (9,0 p)

Câte 0.5 puncte pentru fiecare coloană 18x0,5=9 p

Nr	t_0	N_0	T_0	ΔT_0	t_1	N_1	T_1	ΔT_1	t_2	N_2	T_2	ΔT_2	m_1	Δm_1	m_0	Δm_0	k	Δk
1																		
2																		
3																		
4																		
5																		
valori medii средние значения																		

Formule de calcul Формулы расчётов (6,0 p)

$$T_0 = 2\pi\sqrt{\frac{m_0}{k}}\ \textbf{(1,0 p)} \quad T_1 = 2\pi\sqrt{\frac{m_0+m_1}{k}}\ \textbf{(1,0 p)} \quad T_2 = 2\pi\sqrt{\frac{m_0+m_1+m_2}{k}}\ \textbf{(1,0 p)} \quad T_0^2 = 4\pi^2\frac{m_0}{k} \quad T_1^2 = 4\pi^2\frac{m_0+m_1}{k} \quad T_2^2 = 4\pi^2\frac{m_0+m_1+m_2}{k}$$

$$m_1 = m_2\frac{T_1^2-T_0^2}{T_2^2-T_1^2}\ \textbf{(1,0 p)} \quad m_0 = m_2\frac{T_0^2}{T_1^2-T_0^2}\ \textbf{(1,0 p)} \quad k = 4\pi^2\frac{m_2}{T_2^2-T_1^2}\ \textbf{(1,0 p)}$$

Exemple de calcul Расчёты результатов (1,5 p)

$m_1 =$ **(0,5 p)**

$m_0 =$ **(0,5 p)**

$k =$ **(0,5 p)**

Rezultatele finale Итоговые результаты (1,5 p)

$m_1 = (\_\_\_\_\_\_\_\_ \pm \_\_\_\_\_\_\_\_)$, $\varepsilon_{med} = \_\_\_\_\_\_ \%$ (0,2+0,2+0,1=**0,5 p)**

$m_0 = (\_\_\_\_\_\_\_\_ \pm \_\_\_\_\_\_\_\_)$, $\varepsilon_{med} = \_\_\_\_\_\_ \%$ (0,2+0,2+0,1=**0,5 p)**

$k = (\_\_\_\_\_\_\_\_ \pm \_\_\_\_\_\_\_\_)$, $\varepsilon_{med} = \_\_\_\_\_\_ \%$ (0,2+0,2+0,1=**0,5 p)**

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

Concluzii Выводы (2,0 p)

atingerea scopului (0,5p), interpretarea rezultatului (0,5p), surse de erori (0,5p) și modalități de micșorare ale acestora (0,5p)