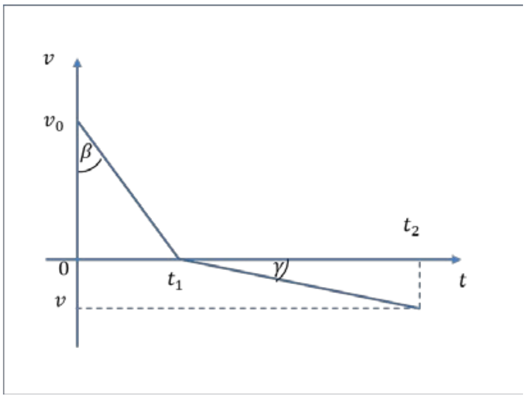
Olimpiada Națională de Fizică
31 martie – 5 aprilie 2013
Proba teoretică
Subiecte

IX

Subiectul 1

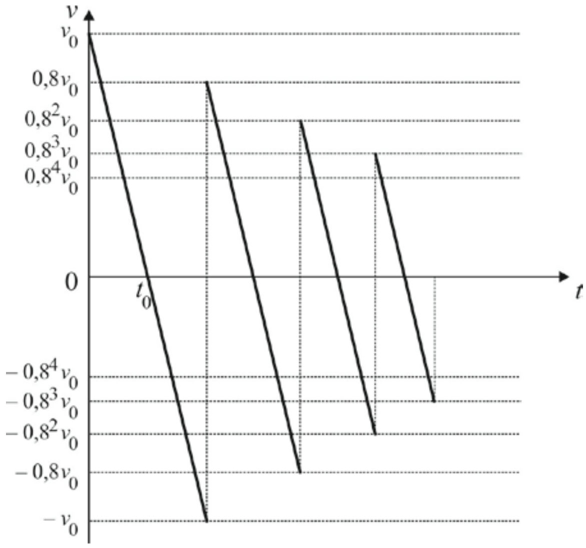
A. Unui mobil aflat la baza unui plan înclinat i se imprimă o viteză inițială pe direcția planului și sensul spre vârful acestuia. Planul înclinat fiind suficient de lung, mobilul revine la baza planului înclinat și își continuă mișcarea pe un plan orizontal până la oprire. Se consideră că modulul vitezei inițiale pe planul orizontal este egal cu modulul vitezei la ieșirea de pe planul înclinat. Coeficientul de frecare la alunecare între mobil și suprafața de deplasare are aceeași valoare pe întregul parcurs. Viteza mobilului între momentul lansării și cel al revenirii în punctul de lansare este reprezentată în figura alăturată.



Se cunosc: $\text{ctg}\,\beta = \frac{3}{4}g$, $\text{tg}\,\gamma = \frac{1}{4}g$ (unde $g = 10\ \text{m/s}^2$).

- **a)** Calculează unghiul planului înclinat α și valoarea coeficientului de frecare μ;
- **b)** Cunoscând $v_0 = 15\,\text{m/s}$, completează graficul până la oprirea definitivă a corpului și calculează timpul total de mișcare al corpului;
- **c)** Calculează distanța parcursă de corp de la lansare și până la oprirea definitivă.

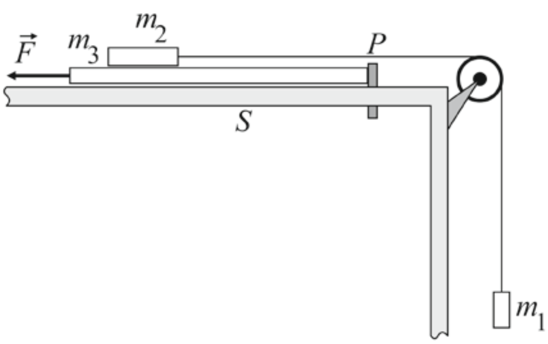
B. Viteza unui corp variază în timpul mișcării sale conform graficului din figura alăturată, în care segmentele de dreaptă sunt reciproc paralele. Consideră $v_0 = 10$ m/s și $t_0 = 1\,\text{s}$.



- **a)** Descrie o mișcare a unui corp compatibilă cu acest grafic; evidențiază posibila cauză.
- **b)** Completează graficul cu cea de-a 5-a secvență a mișcării;
- **c)** Calculează timpul total t_{total} și distanță parcursă d_{total} până la oprirea definitivă a corpului.

Subiectul 2

Se consideră un sistem format din două cărămizi $(m_1$ și $m_2)$, o scândură (m_3), un scripete ideal și un suport orizontal (figura alăturată). Se cunosc: $m_1 = 0,2$ kg, $m_2 = 0,8$ kg, $m_3 = 3$ kg, $g = 10\frac{\text{m}}{\text{s}^2}$; coeficientul de frecare statică dintre corpul de masă m_2 și scândura de masă m_3 este $\mu_s = 0,5$, iar coeficientul de frecare cinetică este $\mu_c = 0,25$; între scândură și suportul orizontal S frecarea este neglijabilă; firul dintre corpurile de mase m_1 și m_2 este ideal. Inițial, sistemul este în repaus, scândura sprijinindu-se



1. Fiecare dintre subiectele 1, 2, respectiv 3 se rezolvă pe o foaie separată care se secretizează.
2. În cadrul unui subiect, elevul are dreptul să rezolve cerinţele în orice ordine.
3. Durata probei este de 3 ore din momentul în care s-a terminat distribuirea subiectelor către elevi.
4. Elevii au dreptul să utilizeze calculatoare de buzunar, dar neprogramabile.
5. Fiecare subiect se punctează de la 10 la 1 (1 punct din oficiu). Punctajul final reprezintă suma acestora.

pe un opritor P. Începând cu momentul $t=0$, se acționează asupra scândurii cu o forță orizontală $F=k\cdot t$, în care constanta $k=4\,\frac{\text{N}}{\text{s}}$. Lungimile scândurii și firului sunt suficient de mari. Calculează:

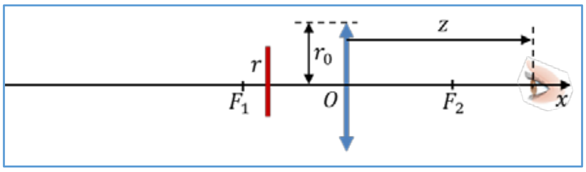
a) intervalul de timp Δt_1, din momentul începerii mişcării scândurii, în care corpul de masă m_2 este în repaus faţă de scândură;

b) viteza scândurii faţă de suportul S în momentul în care corpul de masă m_2 începe să alunece pe scândură;

c) viteza scândurii fată de corpul de masă m_2 după $\Delta t_2=1,5\,\text{s}$ din momentul în care corpul de masă m_2 începe să alunece pe scândură.

Subiectul 3

Ionel privește printr-o lentilă convergentă, simetrică, de formă circulară. Lentila are distanța focală $f=10\text{ cm}$ și deschiderea r_0. El așază la distanța d de lentilă un disc circular de rază $r=\frac{1}{2}r_0$. Pentru Ionel, distanța minimă a vederii clare este $\delta=20\text{ cm}$.



a) Care este distanță maximă, z, față de lentilă, de la care poate privi Ionel pentru a putea vedea imaginea completă și clară a discului? Discuție în funcție de $d\le f$.

De ziua sa, Ionel primește o a doua lentilă, de aceeași deschidere r_0, dar cu distanța focală $f'=kf$. Folosind cele două lentile precum și un tub cilindric cu deschiderea interioară r_0, Ionel își construiește o lunetă astronomică pe care o utilizează pentru privirea cerului înstelat.

b) Ce lungime minimă L_0 trebuie să aibă tubul? Caz particular $k=10$.

c) Arată că mărirea lineară a lunetei nu depinde de poziția obiectului și calculează valoarea măririi, precum și grosismentul lunetei. Caz particular $k=10$.

La un moment dat, Ionel observă un liliac aflat la o distanță $d=100\,m$ de lunetă. El reglează luneta pentru a vedea cât mai clar imaginea liliacului.

d) Calculează grosismentul lunetei în acest caz, considerând $k=10$.

Cu luneta reglată pentru vizualizarea la infinit, Ionel observă, la un moment dat, că liliacul zboară spre el.

e) Calculează viteza relativă a liliacului față de imaginea sa în lunetă dacă liliacul se mișcă rectiliniu și uniform spre Ionel cu viteza v_0. Discuție în funcție de k.

Ionel toarnă un lichid transparent, cu indicele de refracție n_0, care umple complet spațiul dintre cele două lentile. Ambele lentile sunt biconvexe, simetrice și sunt confecționate din același material transparent cu indicele de refracție n.

f) Ce lungime minimă L trebuie să aibă tubul lunetei în acest caz?

Subiect propus de:
Prof. Seryl Talpalaru – Colegiul Naţional „Emil Racoviţă”, Iaşi
Prof. Dorel Haralamb – Colegiul National „Petru Rareş”, Piatra Neamţ
Prof. Dr. Constantin Corega – Colegiul Naţional „Emil Racoviţă”, Cluj-Napoca

1. Fiecare dintre subiectele 1, 2, respectiv 3 se rezolvă pe o foaie separată care se secretizează.
2. În cadrul unui subiect, elevul are dreptul să rezolve cerinţele în orice ordine.
3. Durata probei este de 3 ore din momentul în care s-a terminat distribuirea subiectelor către elevi.
4. Elevii au dreptul să utilizeze calculatoare de buzunar, dar neprogramabile.
5. Fiecare subiect se punctează de la 10 la 1 (1 punct din oficiu). Punctajul final reprezintă suma acestora.

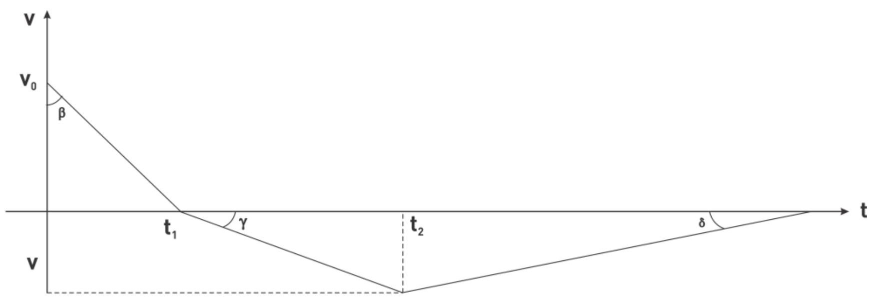
Ministerul Educaţiei Naţionale
Inspectoratul Şcolar Judeţean Satu Mare

Olimpiada Naţională de Fizică
31 martie – 5 aprilie 2013

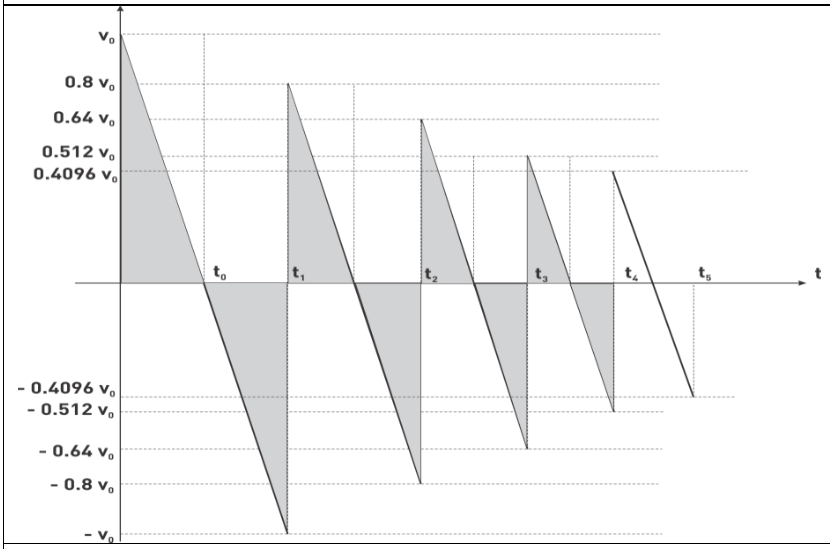
Proba teoretică
Barem de evaluare

IX

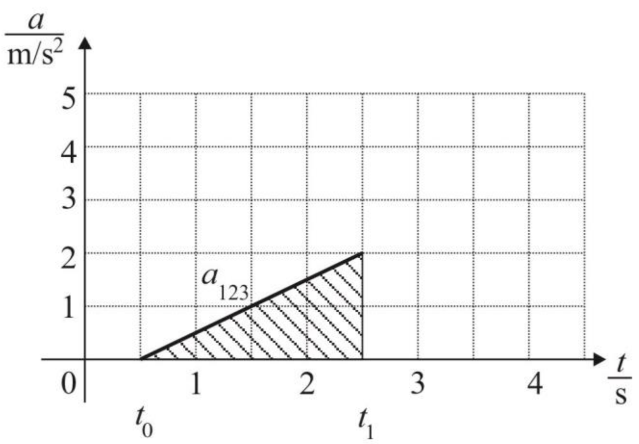
Subiectul 1

Barem de notare	**Parţial**	**Total**
Subiectul 1		**10**
A		**4,00**
a) Din grafic : $ctg\beta = \dfrac{\Delta v}{\Delta t} = \dfrac{\lvert v_0 \rvert}{t_1} = \lvert a_u \rvert$	0,25	1,50
$tg\gamma = \dfrac{\Delta v}{\Delta t} = \dfrac{\lvert v \rvert}{t_2 - t_1} = \lvert a_c \rvert$	0,25	
$\lvert a_u \rvert = g(\sin\alpha + \mu\cos\alpha)$	0,25	
$\lvert a_c \rvert = g(\sin\alpha - \mu\cos\alpha)$	0,25	
$\sin\alpha = \dfrac{\lvert a_u \rvert + \lvert a_c \rvert}{2g} = \dfrac{ctg\beta + tg\gamma}{2g} = \dfrac{1}{2}$, $\alpha = 30°$	0,25	
$\mu = \dfrac{1}{2\sqrt{3}} \cong 0,289$	0,25	
b) $t_1 = \dfrac{v_0}{ctg\beta} = 2s$	0,25	2,00
Distanțele parcurse la urcare și coborâre pe planul înclinat fiind egale înseamnă că și ariile celor 2 triunghiuri din figură sunt egale: $\dfrac{v_0 t_1}{2} = \dfrac{v\Delta t_2}{2}$	0,25	
Dar $tg\gamma = \dfrac{\lvert v \rvert}{t_2 - t_1} = \lvert a_c \rvert$ deci $t_2 = t_1 + \sqrt{\dfrac{v_0 t_1}{tg\gamma}} \Rightarrow t_2 = 2\left(1+\sqrt{3}\right)s$	0,25	
$v = \Delta t_2 \cdot tg\gamma = 5\sqrt{3} m/s$	0,25	
$tg\delta = \dfrac{\lvert v \rvert}{t_3 - t_2} = \lvert a_3 \rvert$ dar $\lvert a_3 \rvert = \lvert -\mu g \rvert = \dfrac{5}{\sqrt{3}} m \cdot s^{-2}$		
Graficul vitezei va fi**:**  $\Delta t_3 = 3s$, $t = t_1 + \Delta t_2 + \Delta t_3 = \left(5 + 2\sqrt{3}\right)s$	1,00	

1. Orice rezolvare corectă ce ajunge la rezultatul corect va primi punctajul maxim pe itemul respectiv.
2. Orice rezolvare corectă, dar care nu ajunge la rezultatul final, va fi punctată corespunzător, proporţional cu conţinutul de idei prezent în partea cuprinsă în lucrare din totalul celor ce ar fi trebuit aplicate pentru a ajunge la rezultat, prin metoda aleasă de elev.

c)Calculând aria suprafeței cuprinsă între graficul vitezei și axa Ot: $$d_{total} = v_0 t_1 + \frac{v\Delta t_3}{2} = 30 + 7{,}5\sqrt{3} \approx 43m$$	0,50	0,50
B		**5,00**
a) Se acordă punctaj integral pentru următoarele afirmații: Rezultanta forțelor ce acționează asupra corpului are următoarele caracteristici: • Aceeași direcție cu viteza inițială a corpului dar sens contrar; • Constantă în modul.	0,50	1,00
Sau Corpul e aruncat pe verticală, de jos în sus, de la suprafața unei mese orizontale;		
Viteza corpului scade cu 20% din viteza inițială la fiecare întâlnire cu suprafața	0,50	
$v_4 = 0{,}8^4 v_0 \Rightarrow v_4 = 4{,}096 m/s$	0,25	1,00
	0,75	
$a = \frac{\Delta v}{\Delta t} = 10 m/s^2$	0,50	3,00
$t = 2\frac{v_0}{a}\left(1+0{,}8+0{,}8^2+0{,}8^3+....+0{,}8^{n-1}\right) = 2\frac{v_0}{a}\frac{1-0{,}8^n}{1-0{,}8}$	0,50	
$D = 2\frac{v_0^2}{2a}\left(1+0{,}8^2+0{,}8^4+0{,}8^6+....+0{,}8^{2(n-1)}\right) = \frac{v_0^2}{a}\frac{1-0{,}8^{2n}}{1-0{,}8^2}$	0,50	
Pentru n foarte mare $(n\to\infty) \Rightarrow 0{,}8^n \to 0 \Rightarrow\ t_{total} = 2\frac{v_0}{a}\frac{1}{1-0{,}8} = 10s$	0,75	
$D_{total} = \frac{v_0^2}{a}\frac{1}{1-0{,}64} = 27{,}8m$	0,75	
Oficiu		**1**

Problema 2

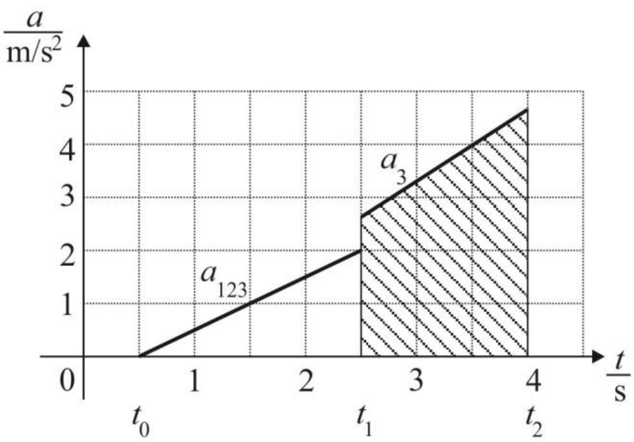
Barem de notare	Parţial	Total
Problema 2		**10**
a) Sistemul începe să se mişte în momentul în care F ajunge egală cu $G_1 = m_1 g$: $t_0 = \dfrac{m_1 g}{k} \Rightarrow t_0 = 0,5\,\mathrm{s}$	0,50	**3,00**
Pe durata mişcării împreună: $\begin{cases}(m_1+m_2+m_3)a = F - m_1 g \\ (m_1+m_2)a = F_f - m_1 g \\ F_f \le \mu_s m_2 g\end{cases}$	1,50	
Rezultă: $t \le \dfrac{g}{k}\left[m_1 + \left(1+\dfrac{m_3}{m_1+m_2}\right)(\mu_s m_2 - m_1)\right]$	0,50	
Respectiv $t \le 2,5\,\mathrm{s}$	0,25	
Corpurile se mişcă împreună între momentele $t_0 = 0,5\,\mathrm{s}$ şi $t_1 = 2,5\,\mathrm{s}$. Rezultă: $\Delta t_1 = 2\,\mathrm{s}$	0,25	
b) Dependenţa acceleraţiei de timp între momentele $t_0 = 0,5\,\mathrm{s}$ şi $t_1 = 2,5\,\mathrm{s}$ este: $a = \dfrac{kt - m_1 g}{m_1+m_2+m_3}$	0,25	**3,00**
adică: $a = t - 0,5$ (unităţi SI)	0,50	
	0,75	
Variaţia vitezei corpurilor în acest interval de timp este egală cu aria haşurată.	0,50	
Rezultă: $\mathrm{v}_1 = \dfrac{1}{2}\Delta t_1 \cdot a(t_1)$	0,75	
adică: $\mathrm{v}_1 = 2\,\dfrac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}}$	0,25	

1. Orice rezolvare corectă ce ajunge la rezultatul corect va primi punctajul maxim pe itemul respectiv.
2. Orice rezolvare corectă, dar care nu ajunge la rezultatul final, va fi punctată corespunzător, proporţional cu conţinutul de idei prezent în partea cuprinsă în lucrare din totalul celor ce ar fi trebuit aplicate pentru a ajunge la rezultat, prin metoda aleasă de elev.

Olimpiada Naţională de Fizică
31 martie – 5 aprilie 2013

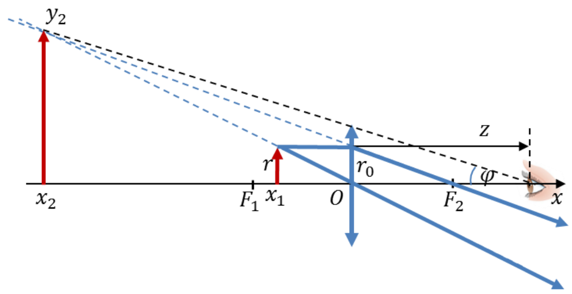
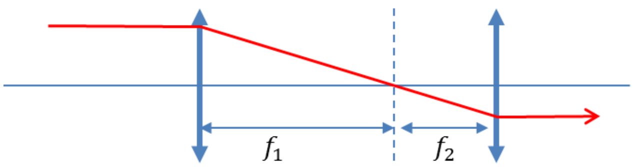
Proba teoretică
Barem de evaluare

IX

Barem de notare	Parţial	Total
c) După desprindere: $\begin{cases} a_{12} = \dfrac{\mu_c m_2 - m_1}{m_1 + m_2} g \\ a_3 = \dfrac{kt - \mu_c m_2 g}{m_3} \end{cases}$	1,00	**3,00**
adică (unităţi SI): $\begin{cases} a_{12} = 0 \\ a_3 = \dfrac{4}{3}t - \dfrac{2}{3} \end{cases}$	0,50	
Viteza scândurii faţă de m_2 se datorează doar acceleraţiei scândurii. Aceasta este egală cu aria haşurată în figura alăturată.	0,50	
	0,50	
Rezultă: $\mathrm{v}_2' = \dfrac{1}{2}\Delta t_2 \cdot \left(a_3\left(t_1\right) + a\left(t_2\right)\right)$	0,50	
adică: $\mathrm{v}_2' = 5{,}5\ \dfrac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}}$	0,25	
Oficiu		**1**

1. Orice rezolvare corectă ce ajunge la rezultatul corect va primi punctajul maxim pe itemul respectiv.
2. Orice rezolvare corectă, dar care nu ajunge la rezultatul final, va fi punctată corespunzător, proporţional cu conţinutul de idei prezent în partea cuprinsă în lucrare din totalul celor ce ar fi trebuit aplicate pentru a ajunge la rezultat, prin metoda aleasă de elev.

Problema 3

Barem de notare	Parțial	Total
Problema 3		**10**
a) Pentru a vedea imaginea discului întreagă, ochiul trebuie așezat la distanța minimă conform figurii: 	1,00	2,50
$\tan\varphi = \dfrac{r_0}{z} = \dfrac{r_2}{z+x_2}$; $\quad z = f\dfrac{2x_1}{2x_1+f} = -f\dfrac{2d}{f-2d}$	0,50	
Discuție: a) Pentru $d \le \frac{f}{2}$, $z < 0$, oriunde ar fi așezat ochiul pe axul optic principal, imaginea discului este completă. Pentru ca imaginea să fie și clară ochiul trebuie așezat astfel încât distanța imagine – ochi să fie mai mare sau cel puțin egală cu distanța minimă a vederii distincte. b) Pentru $\frac{f}{2} < d < f$, există un $z_{min} > 0$. Pentru ca imaginea discului să fie văzută întreagă, ochiul ar putea fi așezat în intervalul $(0, z_{min})$. Pentru ca imaginea discului să fie și clară este necesar ca distanța imagine – ochi să fie mai mare sau cel puțin egală cu distanța minimă a vederii distincte: $z - x_2 \ge \delta$. Cu valorile din problemă, condiția este îndeplinită pentru orice x_1 din intervalul analizat. (Se poate verifica din $\frac{20x_1}{2x_1+10} - \frac{10x_1}{10+x_1} \ge 20$)	1,00	
b) Luneta astronomică este un sistem afocal. Ca urmare, lungimea lunetei trebuie să îndeplinească condiția $L_0 \ge f + kf = (1+k)f = 110\ cm$.	1,00	1,00
c) În figura alăturată a fost reprezentată una dintre razele de lumină care trece prin lunetă, utilizată la construcția imaginii obiectului. Din figură rezultă imediat că: 	0,50	1,50
$\beta = -\dfrac{f_2}{f_1} = -\dfrac{1}{k} = -\dfrac{1}{10}$ Obs. Se pot calcula măririle transversale β_1 și respectiv β_2; apoi $\beta = \beta_1 \cdot \beta_2$.	0,50	
$G_\infty = \dfrac{\tan\alpha_2}{\tan\alpha_1} = \dfrac{f_{ob}}{f_{oc}} = k \times = 10\ \times$	0,50	
d) Față de lentila ocular, imaginea se formează la distanța δ față de lentilă, considerând că ochiul este lipit de lentilă.	0,50	1,00
$G = \dfrac{\tan\alpha_2}{\tan\alpha_1}, \tan\alpha_1 = \dfrac{y_1}{-x_1}, \tan\alpha_2 = \dfrac{y_2}{\delta}, \beta_1 = \dfrac{kf}{x_1+kf} = -\dfrac{1}{99}$	0,50	

1. Orice rezolvare corectă ce ajunge la rezultatul corect va primi punctajul maxim pe itemul respectiv.
2. Orice rezolvare corectă, dar care nu ajunge la rezultatul final, va fi punctată corespunzător, proporţional cu conţinutul de idei prezent în partea cuprinsă în lucrare din totalul celor ce ar fi trebuit aplicate pentru a ajunge la rezultat, prin metoda aleasă de elev.

<table>
<tr><td>$$\beta_2 = 1 - \frac{-\delta}{f} = 3; \quad G = \frac{\beta_1\beta_2 x_1}{\delta} = \frac{500}{33} = 15{,}15$$</td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>e) Distanța dintre imaginea liliacului și liliac este $D = x_{2,2} - x_1 + (1+k)f$.
$$\Delta D = \Delta\left(x_{2,2} - x_1\right)$$
$$x_{2,1} = \frac{x_1 k f}{x_1 + kf}, \quad x_{1,2} = x_{2,1} - f(1+k) \ \Rightarrow$$
$$\Rightarrow \frac{\Delta D(x_1)}{\Delta t} = \left(\frac{1}{k^2} - 1\right)\frac{\Delta x_1}{\Delta t}; \ v_{rel} = \left(\frac{1}{k^2} - 1\right) v_0$$</td><td>1,00</td><td rowspan="2">1,50</td></tr>
<tr><td>Discuție:
a) $k < 1 \Rightarrow v_{rel} > 0$, imaginea se îndepărtează de obiect;
b) $k = 1 \Rightarrow v_{rel} = 0$, imaginea este în repaus față de obiect;
c) $k > 1 \Rightarrow v_{rel} < 0$, imaginea se apropie de obiect.</td><td>0,50</td></tr>
<tr><td>f) Turnând lichid între cele două lentile, distanțele focale ale acestora se modifică (focarele nu mai sunt simetrice față de lentilă!). Pentru determinarea noilor distanțe focale utilizăm formula punctelor conjugate. Pentru prima lentilă:
$$\begin{cases} \frac{n}{x'_2} - \frac{1}{x_1} = \frac{n-1}{R} \\ \frac{n_0}{x_2} - \frac{n}{x'_2} = \frac{n_0 - n}{R} \end{cases} \qquad \frac{n_0}{x_2} - \frac{1}{x_1} = \frac{n-1}{R},$$</td><td>0,50</td><td rowspan="4">1,50</td></tr>
<tr><td>Cum
$$\frac{1}{f} = (n-1)\frac{2}{R}, \quad \frac{1}{f_{im1}} = \frac{1}{f_1}\frac{2n - n_0 - 1}{2n_0(n-1)}$$</td><td>0,50</td></tr>
<tr><td>Asemănător pentru a doua lentilă
$$\frac{1}{f_{ob2}} = \frac{1}{f_2}\frac{2n - n_0 - 1}{2n_0(n-1)}$$</td><td>0,25</td></tr>
<tr><td>Tubul trebuie să aibă lungimea minimă
$$L = f_{1im} + |f_{2ob}| = L_0 \frac{2n_0(n-1)}{2n - n_0 - 1}$$</td><td>0,25</td></tr>
<tr><td>Oficiu</td><td></td><td>1</td></tr>
</table>