



MINISTERUL EDUCAȚIEI, CERCETĂRII, TINERETULUI
ȘI SPORTULUI
INSPECTORATUL ȘCOLAR JUDEȚEAN - ILFOV
OLIMPIADA NAȚIONALĂ DE FIZICĂ
Ediția a 48-a; 1 – 6 aprilie 2012
PROBA PRACTICĂ

X
A

Lucrarea A

Modul de lucru – Barem de notare – 10 puncte

a) Determinarea masei discului mobil (3 puncte)

Se realizează montajul prezentat în figura 1.

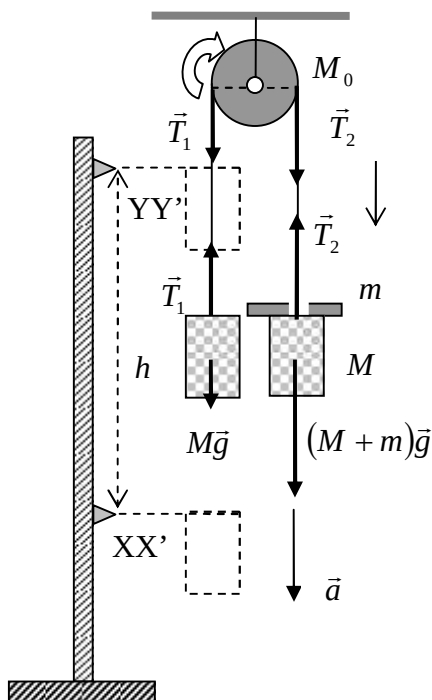


Fig. 1

$$(M + m)g - T_2 = (M + m)a;$$

$$T_1 - Mg = Ma;$$

$$(T_2 - T_1)r = I\epsilon = \frac{1}{2}M_0 r^2 \frac{a}{r};$$

$$T_2 - T_1 = \frac{1}{2}M_0 a;$$

$$a = \frac{mg}{2M + m + \frac{1}{2}M_0};$$

$$h = \frac{1}{2}at^2;$$

$$a = \frac{2h}{t^2};$$

$$\frac{mg}{2M + m + \frac{1}{2}M_0} = \frac{2h}{t^2};$$

$$M_0 = \frac{mgt^2}{h} - 2(2M + m).$$

Pentru $m = 7 \text{ g}$; $M = 77 \text{ g}$;

h	0,1 m	0,2 m	0,25 m	0,3 m
t	0,85 s	1,19 s	1,31 s	1,47 s
M_0	0,173 kg	0,164 kg	0,178 kg	0,172 kg

Pentru $m = 12 \text{ g}$; $M = 77 \text{ g}$;

h	0,1 m	0,15 m	0,2 m	0,25 m	0,3 m
t	0,66 s	0,81 s	0,93 s	1,04 s	1,14 s
M_0	0,180 kg	0,182 kg	0,177 kg	0,176 kg	0,187 kg

$$\overline{M}_0 = 176,55 \text{ g}.$$

b) Determinarea coeficientul de frecare la alunecare a unui fir peste discul blocat
..... **6,00 puncte**

Metoda 12,00 puncte

Dacă mișcarea elementelor sistemului reprezentat în figura alăturată este uniformă, înseamnă
că:

$$T_1 = G_1 = m_1g;$$

$$T_2 = G_2 = m_2g;$$

$$T_2 = T_1e^{\mu m}; \mu = p;$$

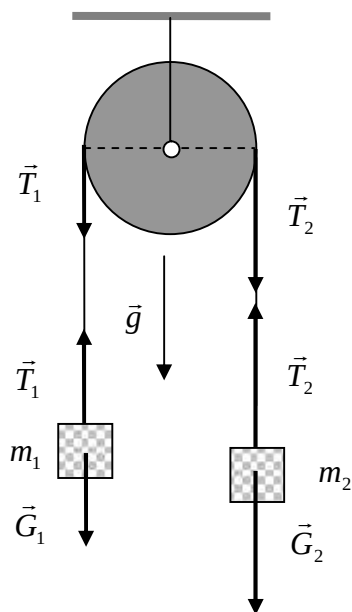
$$m_2 = m_1e^{\mu m};$$

$$\frac{m_2}{m_1} = e^{\mu m}; \ln \frac{m_2}{m_1} = \mu m;$$

$$\mu = \frac{1}{p} \ln \frac{m_2}{m_1};$$

$$m_1 = 77 \text{ g}; m_2 = 123 \text{ g}; \frac{m_2}{m_1} = 1,59; \ln \frac{m_2}{m_1} = 0,468;$$

$$\mu \approx 0,149.$$



Metoda 2 4,00 puncte

1) La capetele firului trecut peste discul blocat sunt suspendate două corpuri identice, fiecare cu masa M . Sistemul este în echilibru, în orice poziție s-ar afla cele două corpuri suspendate, de exemplu în poziția prezentată în figura 1.

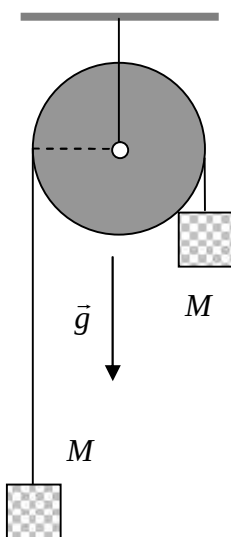


Fig. 1

2) Sub corpul superior se suspendă un corp cu masa m , suficient de mică, astfel încât sistemul să rămână în repaus, așa cum indică figura 2.

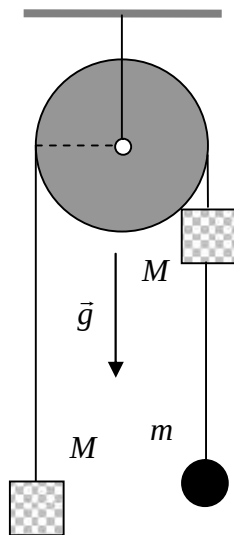


Fig. 2

3) Se deplasează corpul cu masa m , firul său de suspensie formând cu verticala un unghi α , așa cum indică figura 3, căutat în așa fel încât, după eliberarea corpului, atunci când firul său de suspensie trece prin poziția verticală inițială, sistemul celor două coruri suspendate de firul trecut peste disc să se deplaseze.

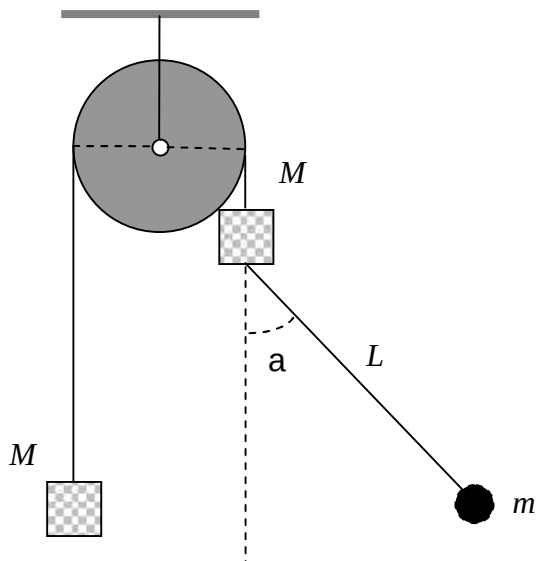


Fig. 3

4) Corespunzător acestei situații, utilizând figura 4, unde sunt reprezentate forțele care acționează asupra elementelor sistemului, rezultă:

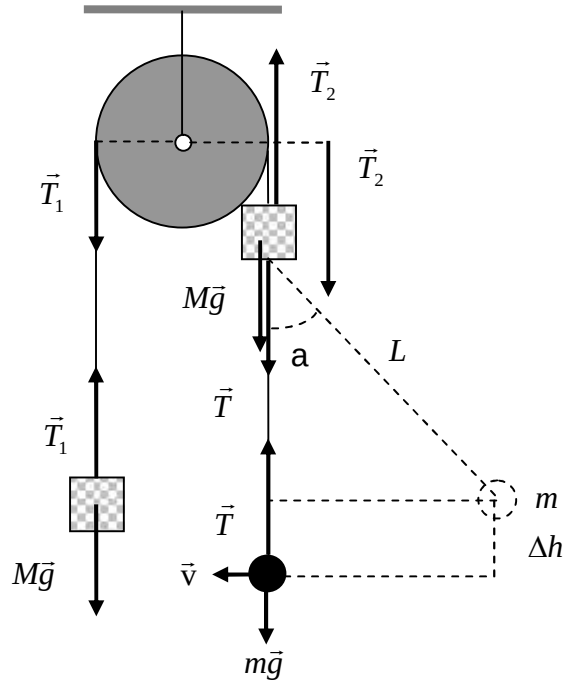


Fig. 4

$$T - mg = F_{\text{cp}} = \frac{mv^2}{L};$$

$$v^2 = 2g\Delta h = 2g(L - L \cos \alpha) = 2gL(1 - \cos \alpha) = 4gL \sin^2 \frac{\alpha}{2};$$

$$T = mg + \frac{m}{L} 4gL \sin^2 \frac{\alpha}{2};$$

$$T = mg \left(1 + 4 \sin^2 \frac{\alpha}{2} \right);$$

$$T_2 = Mg + T = Mg + mg \left(1 + 4 \sin^2 \frac{\alpha}{2} \right);$$

$$T_1 = Mg;$$

$$T_2 = T_1 e^{\text{pm}};$$

$$Mg + mg \left(1 + 4 \sin^2 \frac{\alpha}{2} \right) = Mge^{\text{pm}};$$

$$\frac{M + m \left(1 + 4 \sin^2 \frac{\alpha}{2} \right)}{M} = e^{\text{pm}};$$

$$1 + \frac{m}{M} \left(1 + 4 \sin^2 \frac{\alpha}{2} \right) = e^{\text{pm}};$$

$$\text{pm} = \ln \left[1 + \frac{m}{M} \left(1 + 4 \sin^2 \frac{\alpha}{2} \right) \right];$$

$$m = \frac{1}{p} \ln \left[1 + \frac{m}{M} \left(1 + 4 \sin^2 \frac{a}{2} \right) \right].$$

m	30 g	40 g	50 g
m/M	0,389	0,519	0,649
a	70°	40°	30°
$a / 2$	35°	20°	15°
$\sin^2 a / 2$	0,328	0,116	0,066
m	0,2	0,18	0,19

$$\bar{m} = 0,19.$$

Oficiu 1,00 punct



MINISTERUL EDUCAȚIEI, CERCETĂRII, TINERETULUI
ȘI SPORTULUI
INSPECTORATUL ȘCOLAR JUDEȚEAN - ILFOV
OLIMPIADA NAȚIONALĂ DE FIZICĂ
Ediția a 48-a; 1 – 6 aprilie 2012
PROBA PRACTICĂ

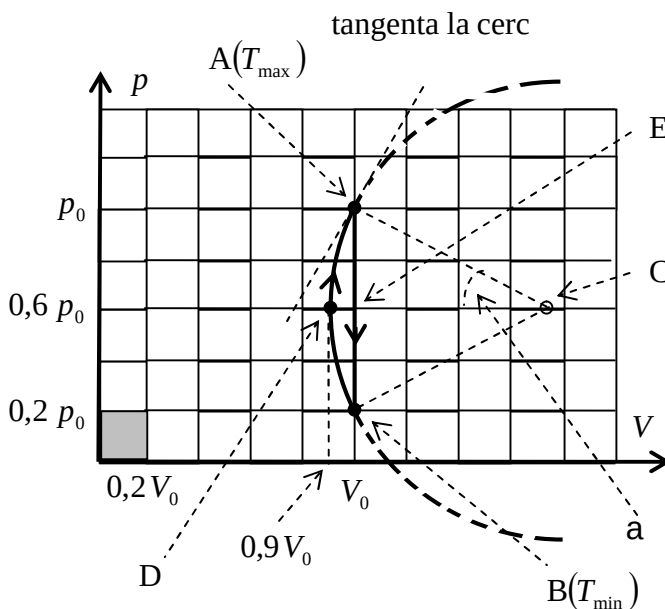
X
B

Lucrarea B

REZOLVARE – Problema 1 – Barem de notare – 5,00 puncte

Dacă parametrii de stare ai stării A sunt $(V_{\max} = V_0; p_{\max} = p_0; T_{\max})$, atunci semnificațiile fizice dimensionale ale laturilor oricărei celule pătrată din diagrama termodinamică dată sunt $\left(\frac{V_0}{5} = 0,2 V_0; \frac{p_0}{5} = 0,2 p_0\right)$. Geometric însă, lungimile laturilor unei celule sunt egale. Utilizând informațiile din enunțul problemei, parametrii stării B sunt: $(V_{\max} = V_0; p_{\min} = 0,2 p_0; T_{\min})$. De asemenea, parametrii stării D sunt: $(V_{\min} = 0,9 V_0; 0,6 p_0)$.

Transformarea ciclică dată fiind cea reprezentată în diagrama din figurile alăturate, se stabilește, pe cale grafică, poziția centrului C al cercului din care face parte arcul BDA al transformării ciclice. Pentru aceasta se construiesc tangentele la arcul de cerc în punctele A, B și D și apoi se construiesc perpendicularele pe acestea în punctele respective. Ele trebuie să se intersecteze într-un același punct, C, care este centrul căutat al cercului din care face parte sectorul BDA al transformării ciclice.



Aria suprafeței segmentului de cerc AEBDA este egală cu aria suprafeței sectorului de cerc ACBDA, din care trebuie scăzută aria suprafeței triunghiului ABC, adică:

$$S_{\text{AEBDA}} = S_{\text{ACBDA}} - S_{\text{ABC}} = \frac{2a}{2p} p r^2 - \frac{1}{2} 4 \text{ uc}(r - 0,5 \text{ uc});$$

$$S_{\text{AEBDA}} = a r^2 - 2 \text{ uc}(r - 0,5 \text{ uc});$$

$$S_{\text{AEBDA}} \approx 1,35 (\text{uc})^2;$$

$$1 (\text{uc})^2 = (0,2 p_0)(0,2 V_0) = 0,04 p_0 V_0;$$

$$S_{\text{AEBDA}} = 1,35 \cdot 0,04 p_0 V_0 = 0,054 p_0 V_0,$$

ceea ce reprezintă aria suprafeței din interiorul ciclului și pe care o identificăm cu bilanțul lucrurilor mecanice pe care sistemul termodinamic le schimbă cu exteriorul în întregul ciclu, adică:

$$L_{\text{util}} = S_{\text{AEBDA}};$$

$$L_{\text{util}} = 0,054 p_0 V_0.$$

Să analizăm acum schimburile de căldură cu exteriorul de pe cele două sectoare ale ciclului propus. Pentru transformarea izocoră, reprezentată în diagramă prin sectorul AEB:

$$Q_{\text{AEB}} = \nu C_v (T_B - T_A) = \nu C_v (T_{\text{min}} - T_{\text{max}}) < 0,$$

ceea ce însemnează căldură cedată de sistemul termodinamic;

$$Q_{\text{AEB}} = Q_{\text{cedat}} < 0.$$

Pentru transformarea reprezentată în diagramă prin arcul de cerc BDA, în acord cu principiul I al termodinamicii, rezultă:

$$\Delta U_{\text{BDA}} = Q_{\text{BDA}} - L_{\text{BDA}} = \Delta U_{\text{BA}},$$

deoarece variația energiei interne a sistemului nu depinde de felul transformării;

$$Q_{\text{BDA}} = L_{\text{BDA}} + \Delta U_{\text{BA}};$$

$$L_{\text{BDA}} = L_{\text{BD}} + L_{\text{DA}},$$

unde evaluările le vom face în acord cu interpretarea fizică dată ariei suprafeței de sub graficul fiecărei transformări, respectând și convențiile algebrice pentru variantele schimbului de lucru mecanic;

$$L_{\text{BD}} < 0; L_{\text{BD}} = -\left(0,6 p_0 \cdot 0,1 V_0 - \frac{L_u}{2}\right);$$

$$L_{\text{DA}} > 0; L_{\text{DA}} = +\left(0,6 p_0 \cdot 0,1 V_0 + \frac{L_u}{2}\right);$$

$$L_{\text{BDA}} = L_u > 0,$$

având semnificația unui lucru mecanic cedat;

$$\Delta U_{\text{BA}} = \nu C_v (T_{\text{max}} - T_{\text{min}}) = \nu \frac{3}{2} R \left(\frac{p_0 V_0}{\nu R} - \frac{0,2 p_0 V_0}{\nu R} \right) = 1,2 p_0 V_0 > 0;$$

$$Q_{\text{BDA}} = L_u + 1,2 p_0 V_0 = 0,054 p_0 V_0 + 1,2 p_0 V_0;$$

$$Q_{\text{BDA}} = 1,254 p_0 V_0 > 0,$$

având semnificația de căldură absorbită (primită) de sistemul termodinamic;

$$Q_{\text{BDA}} = Q_{\text{absorbit}} > 0.$$

În aceste condiții randamentul termic căutat este:

$$h = \frac{L_{\text{util}}}{Q_{\text{absorbit}}} = \frac{0,054 p_0 V_0}{1,254 p_0 V_0} = 0,043;$$

$$h = 4,3 \% \dots \dots \dots \mathbf{4,50 \text{ puncte}}$$

Oficiu 0,50 puncte

Lucrarea B

Problema 2 – Rezolvare – Barem de notare – 5,00 puncte

a) 1,50 puncte

Având în vedere că, în momentul ciocnirii, centrele celor trei discuri sunt vârfurile unui triunghi echilateral, așa cum indică figura 1, în acord cu legile de conservare a impulsului și a energiei mecanice, rezultă:

$$mv = 2mv_1\cos 30^\circ - mv';$$

$$\frac{mv^2}{2} = \frac{mv'^2}{2} + 2\frac{mv_1^2}{2};$$

$$v + v' = \sqrt{3}v_1;$$

$$v^2 - v'^2 = 2v_1^2;$$

$$v - v' = \frac{2v_1}{\sqrt{3}};$$

$$v + v' = \sqrt{3}v_1;$$

$$v_1 = \frac{2\sqrt{3}}{5}v; \quad v' = \frac{1}{5}v,$$

orientările vectorilor $\vec{v}_1$ și $\vec{v}'$ fiind cele reprezentate în desen.

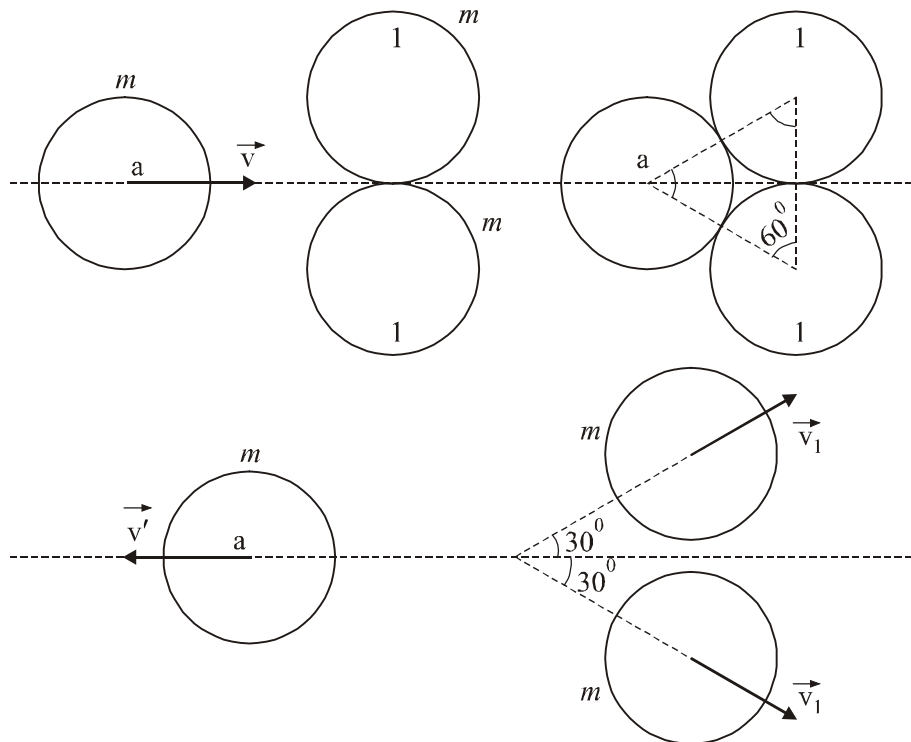


Fig. 1

b) 1,50 puncte

În acord cu figura 2, utilizând rezultatele anterioare, obținem:

$$v_2 = \frac{2\sqrt{3}}{5} v_1 = \frac{2\sqrt{3}}{5} \frac{2\sqrt{3}}{5} v = \frac{12}{25} v; \quad v'_1 = \frac{1}{5} v_1 = \frac{2\sqrt{3}}{25} v;$$

$$v_3 = \frac{2\sqrt{3}}{5} v_2 = \frac{2\sqrt{3}}{5} \frac{12}{25} v = \frac{24\sqrt{3}}{125} v;$$

$$v'_2 = \frac{1}{5} v_2 = \frac{12}{25} v;$$

$$v_4 = \frac{2\sqrt{3}}{5} v_3 = \frac{2\sqrt{3}}{5} \frac{24\sqrt{3}}{125} v = \frac{144}{625} v;$$

$$v'_3 = \frac{1}{5} \sqrt{3} v_3 = \frac{24\sqrt{3}}{625} v,$$

orientările vectorilor $\vec{v}_2$, $\vec{v}_3$ și $\vec{v}_4$ fiind cele reprezentate în desen, iar orientările vectorilor $\vec{v}'_1$, $\vec{v}'_2$ și respectiv $\vec{v}'_3$ fiind opuse orientărilor vectorilor $\vec{v}_1$, $\vec{v}_2$ și respectiv $\vec{v}_3$.

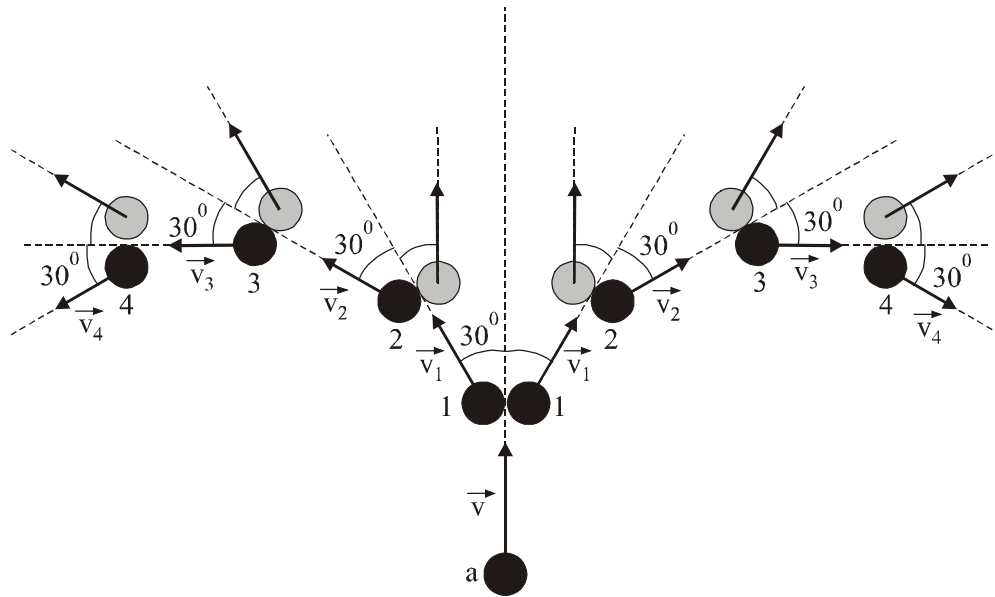


Fig. 2

c) 1,50 puncte

În acord cu rezultatele anterioare, așa cum indică figura 3, discul negru al fiecărui grup 6, după ciocnirea perfect elastică cu discul negru al fiecărui grup 5, se va deplasa pe o direcție paralelă cu direcția deplasării discului negru a .

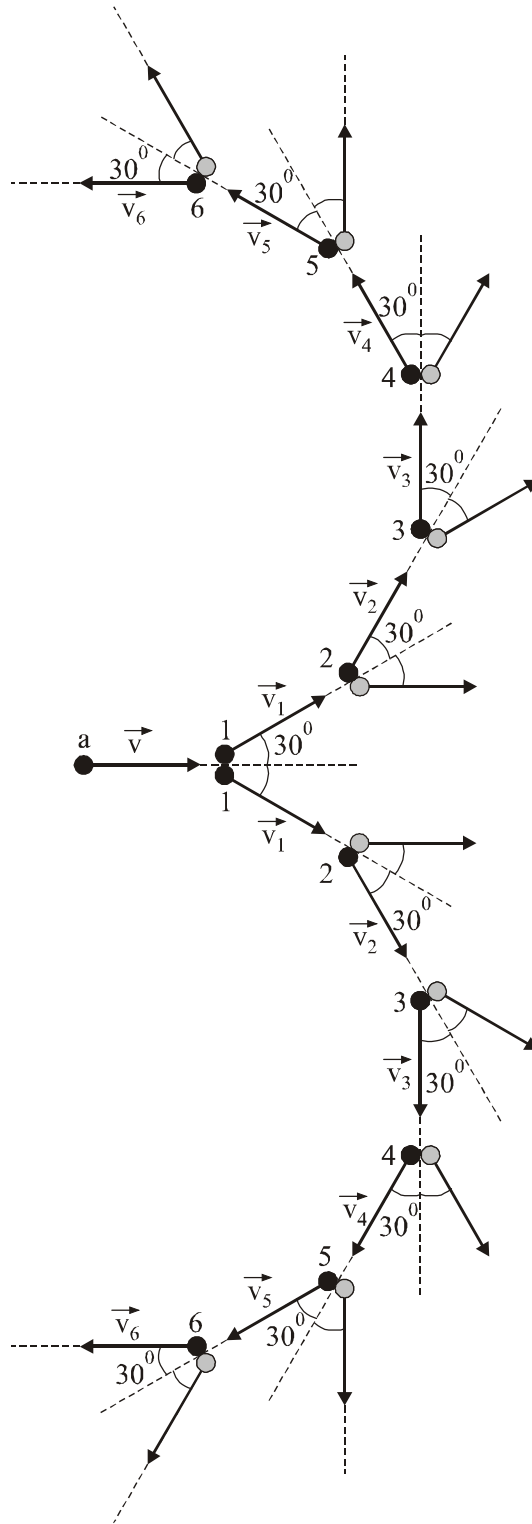


Fig. 3

Oficiu 0,50 puncte