



**OLIMPIADA NAȚIONALĂ  
DE FIZICĂ  
TIMIȘOARA, 2016  
15-20 APRILIE**



MINISTERUL EDUCAȚIEI NAȚIONALE  
ȘI CERCETĂRII ȘTIINȚIFICE  
INSPECTORATUL ȘCOLAR  
JUDEȚEAN TIMIȘ



Universitatea de Vest  
din Timișoara

Pagina 1 din 5

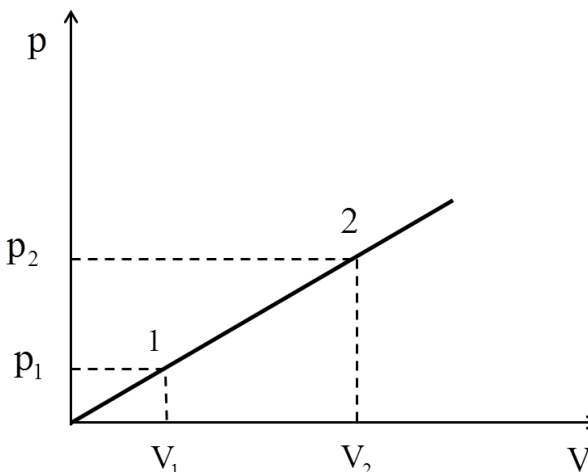
# Olimpiada Națională de Fizică

**Timișoara 2016**

**Proba teoretică**

**Barem**

**X**

Subiectul 2	Parția I	Puncta j
Barem subiectul 2		<b>10</b>
<p>1. Considerăm o transformare liniară descrisă de ecuația <math>p=a_i V</math> sau <math>pV^{-1}=a_i</math> (<math>i=\overline{1,4}</math>)</p>  <p>Principiul I al termodinamicii între cele două stări este:</p> $Q_{12}=\Delta U_{12}+L_{12}, \nu C_{\mu}(T_2-T_1)=\nu C_V(T_2-T_1)+\frac{p_2+p_1}{2}(V_2-V_1)$ <p>Ținând seama de faptul că procesul este liniar ecuația devine:</p> $\nu C_{\mu}(T_2-T_1)=\nu C_V(T_2-T_1)+\frac{\nu RT_2-\nu RT_1+a_1 V_1 V_2-a_1 V_2 V_1}{2}$ $\nu C_{\mu}(T_2-T_1)=\nu C_V(T_2-T_1)+\frac{\nu R(T_2-T_1)}{2}$ <p>Se vede în final : <math>C_{\mu}=C_V+\frac{R}{2}</math> și că este aceeași pentru orice transformare liniară de tip politrop: <math>pV^{-1}=ct</math>.</p>	1p	<b>1p</b>
2. Reprezentarea grafică în $(T,V)$		<b>2</b>

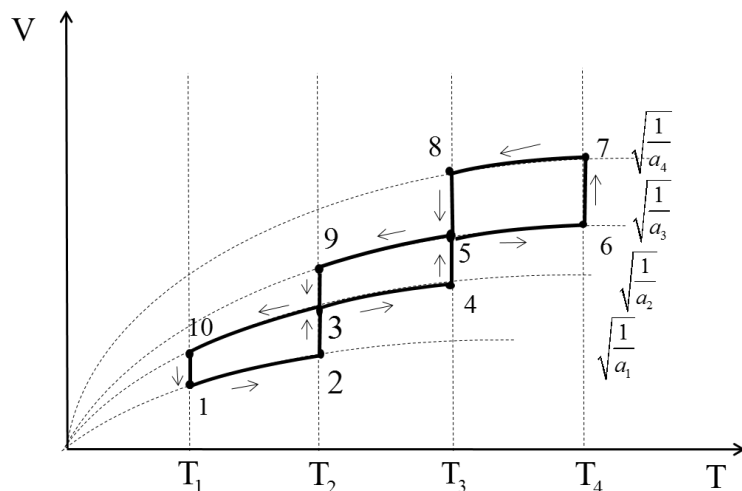
- Orice rezolvare corectă ce ajunge la rezultatul corect va primi punctajul maxim pe itemul respectiv.
- Orice rezolvare corectă, dar care nu ajunge la rezultatul final, va fi punctată corespunzător, proporțional cu conținutul de idei prezent în partea cuprinsă în lucrare din totalul celor ce ar fi trebuit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



$p=aV$  și  $pV=vRT$  se observă că ecuația devine:

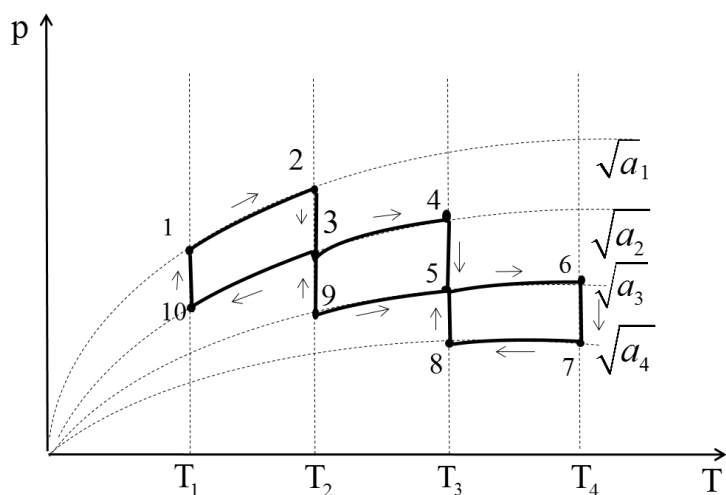
$$aV^2 = vRT, V = \sqrt{\frac{vRT}{a}}, V = F(\sqrt{T})$$

Reprezentarea va fi:



Urmând aceleași considerente pentru coordonatele  $(T,p)$  graficul va fi :

$$p=aV \text{ și } pV=vRT \text{ rezultă } p^2=avRT, p=\sqrt{avRT}, p=F(\sqrt{a})$$



3. Randamentul:  $\eta = \frac{Q_1 - |Q_2|}{Q_1}$  unde  $Q_1$  este căldura absorbită de gaz în procesele de destindere

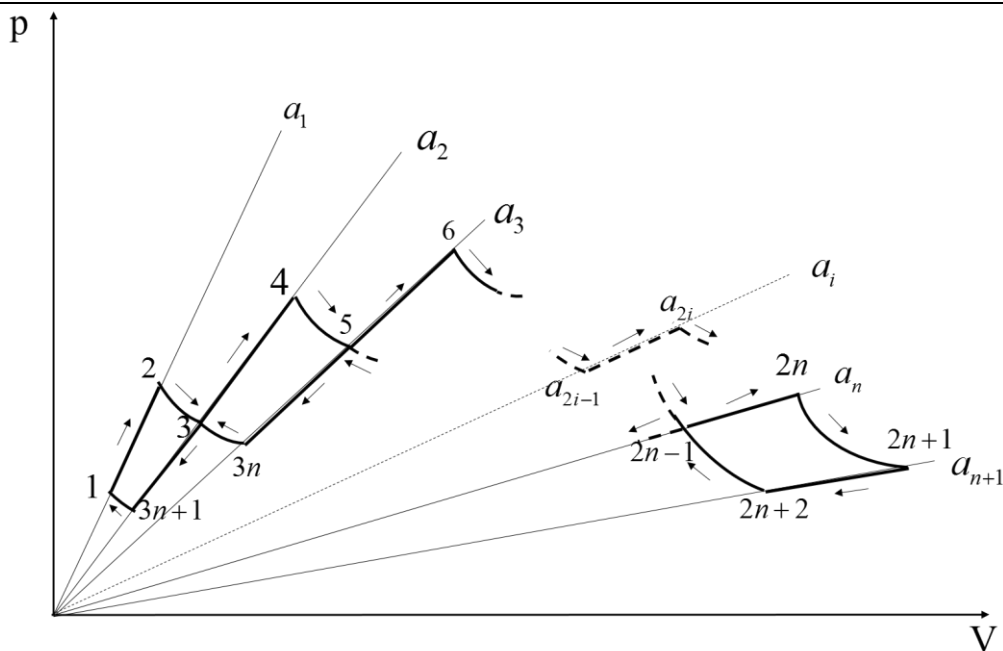
3

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, proporțional cu conținutul 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.



$Q_1 = v \left( C_v + \frac{R}{2} \right) (T_2 - T_1) + v R T_2 \ln \frac{V_3}{V_2} + v \left( C_v + \frac{R}{2} \right) (T_3 - T_2) + v R T_3 \ln \frac{V_5}{V_4} + v \left( C_v + \frac{R}{2} \right) (T_4 - T_3) + v R T_4 \ln \frac{V_7}{V_6} =$ $= 3v \left( C_v + \frac{R}{2} \right) \Delta T + v R \left( T_2 \ln \frac{V_3}{V_2} + T_3 \ln \frac{V_5}{V_4} + T_4 \ln \frac{V_7}{V_6} \right)$ <p>Dar având în vedere forma liniară a unor transformări rezultă:</p> $p_2 V_2 = p_3 V_3, a_1 V_2^2 = a_2 V_3^2, \frac{V_3}{V_2} = \sqrt{\frac{a_1}{a_2}}, \frac{V_5}{V_4} = \sqrt{\frac{a_2}{a_3}}, \frac{V_7}{V_6} = \sqrt{\frac{a_3}{a_4}} \text{ mai general putem spune}$ <p>că raportul volumelor prin destindere izotermă sau compresie izotermă au același factor de multiplicare <math>\sqrt{f}</math></p> $Q_1 = 3v \left( C_v + \frac{R}{2} \right) \Delta T + v R \left( T_2 \ln \frac{V_3}{V_2} + T_3 \ln \frac{V_5}{V_4} + T_4 \ln \frac{V_7}{V_6} \right) = 3v \left( C_v + \frac{R}{2} \right) \Delta T + 3v R (T_1 + 2\Delta T) \ln \sqrt{f}$ <p>În procesele de compresie căldura este cedată spre exterior</p> $ Q_2  = 3v \left( C_v + \frac{R}{2} \right) \Delta T + v R \left( T_3 \ln \frac{V_8}{V_5} + T_2 \ln \frac{V_9}{V_3} + T_1 \ln \frac{V_{10}}{V_1} \right) = 3v \left( C_v + \frac{R}{2} \right) \Delta T + v R (T_3 + T_2 + T_1) \ln \sqrt{f} =$ $= 3v \left( C_v + \frac{R}{2} \right) \Delta T + 3v R (T_1 + \Delta T) \ln \sqrt{f}$ $\eta = \frac{R \Delta T \ln \sqrt{f}}{\left( C_v + \frac{R}{2} \right) \Delta T + R (T_1 + 2\Delta T) \ln \sqrt{f}}$ $\eta = \frac{\ln \sqrt{f}}{2 + \left( \frac{T_1}{\Delta T} + 2 \right) \ln \sqrt{f}} = \frac{1}{\frac{2}{\ln \sqrt{f}} + \frac{T_1}{\Delta T} + 2}$	<p>1p</p> <p>1p</p> <p>1p</p>	
<p>4. Pentru acest caz scriem expresiile pentru căldura primită și pentru cea cedată într-un ciclu complet.</p>		<p>3</p>

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, proporțional cu conținutul 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.



$$Q_1 = v \left( C_v + \frac{R}{2} \right) \Delta T + vR (T_1 + \Delta T) \ln \sqrt{f} + v \left( C_v + \frac{R}{2} \right) \Delta T + vR (T_1 + 2\Delta T) \ln \sqrt{f} + \\ + v \left( C_v + \frac{R}{2} \right) \Delta T + vR (T_1 + 3\Delta T) \ln \sqrt{f} + \dots + v \left( C_v + \frac{R}{2} \right) \Delta T + vR (T_1 + n\Delta T) \ln \sqrt{f} = \\ = nv \left( C_v + \frac{R}{2} \right) \Delta T + nvR \left( T_1 + \frac{n+1}{2} \Delta T \right) \ln \sqrt{f}$$

1p

$$|Q_2| = v \left( C_v + \frac{R}{2} \right) \Delta T + vRT_1 \ln \sqrt{f} + v \left( C_v + \frac{R}{2} \right) \Delta T + vR (T_1 + \Delta T) \ln \sqrt{f} + \\ + v \left( C_v + \frac{R}{2} \right) \Delta T + vR (T_1 + 2\Delta T) \ln \sqrt{f} + \dots + v \left( C_v + \frac{R}{2} \right) \Delta T + vR (T_1 + (n-1)\Delta T) \ln \sqrt{f} = \\ = nv \left( C_v + \frac{R}{2} \right) \Delta T + nvR \left( T_1 + \frac{n-1}{2} \Delta T \right) \ln \sqrt{f}$$

1p

$$\eta = \frac{R\Delta T \ln \sqrt{f}}{\left( C_v + \frac{R}{2} \right) \Delta T + R \left( T_1 + \frac{n+1}{2} \Delta T \right) \ln \sqrt{f}}$$

$$\eta = \frac{\ln \sqrt{f}}{2 + \left( \frac{T_1}{\Delta T} + \frac{n+1}{2} \right) \ln \sqrt{f}} = \frac{1}{\frac{2}{\ln \sqrt{f}} + \frac{T_1}{\Delta T} + \frac{n+1}{2}}$$

0,5p

$$\eta_{\text{Carnot}} = 1 - \frac{T_1}{T_{n+1}} = 1 - \frac{T_1}{T_1 + n\Delta T} = \frac{n\Delta T}{T_1 + n\Delta T} = \frac{1}{\frac{T_1}{n\Delta T} + 1}$$

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, proporțional cu conținutul 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 NAȚIONALĂ  
DE FIZICĂ  
TIMIȘOARA, 2016  
15-20 APRILIE**



MINISTERUL EDUCAȚIEI NAȚIONALE  
ȘI CERCETĂRII ȘTIINȚIFICE  
INSPECTORATUL ȘCOLAR  
JUDEȚEAN TIMIȘ



Universitatea de Vest  
din Timișoara

Pagina 5 din 5

$\frac{1}{\eta_{Carnot}} < \frac{1}{\eta} + \frac{2}{\ln \sqrt{f}} + \frac{T_1}{\Delta T} + \frac{n+1}{2} > 1 + \frac{T_1}{n\Delta T}$ $\frac{2}{\ln \sqrt{f}} - 1 > \left[ \frac{n+1}{2} + \left(1 - \frac{1}{n}\right) \frac{T_1}{\Delta T} \right]$ <p>Tot ce este în paranteza dreaptă este un număr pozitiv pt orice <math>n \geq 1</math> și având semnul minus cantitatea este negativă. Partea stângă a inegalității este aceeași pentru orice <math>n</math> și pozitivă. Deci condiția impusă este adevărată. și având semnul minus cantitatea este negativă. Partea stângă a inegalității este aceeași pentru orice <math>n</math> și pozitivă. Deci condiția impusă este adevărată.</p>	0,5p	
Oficiu		<b>1</b>

*Barem propus de: prof. Ioan Pop – Colegiul Național „Mihai Eminescu”, Satu Mare*

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, proporțional cu conținutul 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.