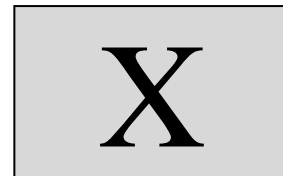




Olimpiada Națională de Fizică

Timișoara 2016

Proba teoretică



Subiectul 1A – Apa minerală Buziaș

Una dintre cele mai apreciate ape minerale românești se găsește la Buziaș, în județul Timiș. Carbogazificarea unei astfel de ape se obține prin încorporarea în volumul acesteia a dioxidului de carbon. Efectul vizibil rezultat constă în formarea unor bule de gaz pe care le vei considera sferice. Acestea apar la diferite adâncimi și se ridică către suprafața liberă a lichidului din vasul cu apă, deschis, aflat în atmosferă normală.

În cele ce urmează vi se propune determinarea unor mărimi fizice pe baza modelării procesului de ridicare a unei astfel de bule de gaz. Se consideră cunoscute: masa molară μ a gazului care formează bula, temperatura absolută T a apei (considerată constantă), densitatea ρ_0 apei, constanta gazelor ideale R , presiunea atmosferică p_0 și accelerația gravitațională g . Fie h adâncimea la care se formează bula de gaz. Stratul superficial de apă care delimitează bula de gaz acționează ca o membrană ce comprimă gazul cu o presiune p_σ având expresia:

$$p_\sigma = \frac{2\sigma}{r}$$

unde r este raza bulei de gaz, iar σ este un coeficient constant în condițiile precizate în problemă.

- a) Cunoscând că $p_0 = 10^5 \text{ Pa}$, $\rho_0 = 10^3 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}$, $h = 10 \text{ cm}$, $\sigma = 70 \text{ mN/m}$, $g = 10 \text{ m/s}^2$ și $r = 1 \text{ mm}$ compară valoarea presiunii p_σ cu valorile presiunilor atmosferice și hidrostatice.

(1 punct)

În condițiile precizate raza bulei variază foarte puțin astfel încât presiunea p_σ rămâne practic neschimbată. În acest context, consideră că modificarea presiunii gazului din bulă, în timpul ridicării acesteia, depinde doar de adâncimea la care se află bula. De asemenea consideră neglijabilă frecarea bulei de gaz cu apa.

- b) Determină, în funcție de mărimile fizice precizate, expresia vitezei maxime v_{\max} atinsă de bulă. Considerând că mișcarea de urcare a bulei are loc cu o accelerație constantă a_{med} , dedu expresia acestei accelerații.

(2,5 puncte)

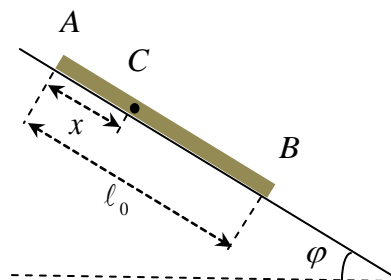
- c) Precizează semnificația fizică a ariei suprafeței delimitate de graficul accelerației instantanee a bulei de gaz în funcție de adâncimea y la care se află aceasta.

(0,5 puncte)

Subiectul 1B – Frecare la alunecare și dilatare...

O țiglă metalică omogenă, de forma unui paralelipiped dreptunghic, are coeficientul de dilatare liniară α . Țigla se află pe suprafața plană a unui acoperiș care este înclinat cu unghiul φ față de orizontală. Coeficientul de frecare la alunecare dintre țiglă și suprafața acoperișului este μ și îndeplinește condiția $\mu > \tan \varphi$.

În dimineața unei zile lungimea țiglei AB este ℓ_0 (vezi figura alăturată). În seara aceleiași zile s-a constatat că a avut loc o variație Δt a temperaturii acoperișului față de temperatura măsurată dimineața. Ca urmare a variației de



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 în orice ordine cerințele.
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.



temperatură lungimea țiglei se modifică. Secțiunea transversală care conține punctul C, aflată la distanța x față de capătul A al țiglei, are proprietatea că nu-și modifică poziția, în raport cu acoperișul, ca urmare a dilatării sale.

a) Precizează și reprezintă forțele care acționează, în timpul procesului de dilatare a țiglei ($\Delta t > 0$), atât asupra porțiunii AC cât și asupra porțiunii BC a țiglei.

(1 punct)

b) Determină expresia distanței x , în funcție de ℓ_0 , φ și μ , considerând $\Delta t > 0$.

(1,5 puncte)

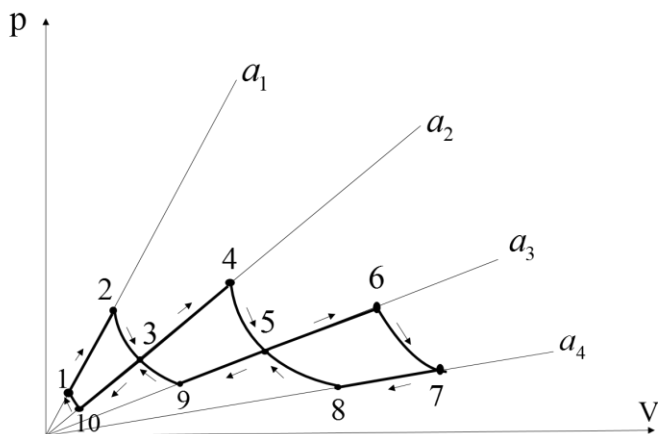
c) Determină expresia distanței d pe care se deplasează centrul de masă al țiglei ca urmare a variației de temperatură. Exprimă rezultatul în funcție de ℓ_0 , φ , μ și α și Δt . Consideră atât situația în care $\Delta t > 0$ cât și cea în care $\Delta t < 0$.

(2,5 puncte)

Subiect propus de: prof. Victor Stoica, Inspectoratul Școlar al Municipiului București

Subiectul 2 – Un ciclu termodinamic cu „repetiții”

Un gaz ideal monoatomic parcurge ciclul termodinamic din figura de mai jos.



În starea „1” temperatura gazului este T_1 . Procesele care se desfășoară între stările $[(1,2); (3,4); (5,6); (7,8); (9,10)]$ sunt procese liniare, în coordonate (V, p) , conform figurii. Fie raportul

pantelor dreptelor ce reprezintă transformările liniare din ciclul considerat $\frac{a_i}{a_{i+1}} = f$, unde $i = \overline{1, 4}$:

($f \leq 2$).

Procesele între stările $[(2,3); (4,5); (6,7); (8,9); (10,1)]$ sunt procese izoterme pentru care temperaturile la care se desfășoară respectă condițiile $T_2 = T_1 + \Delta T$, $T_4 = T_1 + 2\Delta T$ și $T_6 = T_1 + 3\Delta T$.

1. Determină expresia căldurii molare a gazului în transformările liniare ale ciclului prezentat.

(1 punct)

2. Reprezintă ciclul termodinamic în coordonatele: (T, V) și (T, p) . (2 puncte)

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 în orice ordine cerințele.
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.



3. Dedu expresia randamentului motorului ce ar funcționa după acest ciclu.

(3puncte)

4. Consideră că numărul de bucle de tip $(1,2,3,10,1)$; $(3,4,5,9,3)$; $(5,6,7,8,5)$ ce constituie ciclul termodinamic este „n”, un număr mare dar finit. Pentru noul ciclu propus rămân valabile considerentele referitoare la ciclul ilustrat în figură, adică $\frac{a_i}{a_{i+1}} = f$, unde $i = \overline{1, n}$ și

$T_i = T_1 + (i-1)\Delta T$. Determină în acest caz expresia randamentului motorului care ar funcționa după acest ciclu termodinamic. Demonstrează că randamentul motorului ce funcționează după acest ciclu este mai mic decât randamentul ciclului Carnot care ar funcționa între temperaturile extreme atinse în ciclul considerat.

(3 puncte)

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

Subiectul 3 (10 puncte)

Partea A - O modelare simplă pentru un uragan

Diferența de temperatură, datorată efectului de seră, generează un dezechilibru termic între ocean și atmosfera de deasupra acestuia și face posibilă apariția uraganelor, în zonele situate în vecinătatea ecuatorului.

Analiza proceselor fizice care se petrec într-un uragan, conduce la ideea că, într-o modelare simplă, un uragan ar putea fi descris ca un motor termic ce ar funcționa după un ciclu Carnot. În această modelare, sursa caldă cu temperatura T_1 este reprezentată de suprafața oceanului, din zona de formare a uraganului, iar sursa rece, cu temperatura T_2 este reprezentată de aerul din partea superioară a troposferei.

Diagrama din figura 1 evidențiază o secțiune „pe verticală” (de la suprafața oceanului și până în troposferă) într-un uragan, iar cea din figura 2 ilustrează ciclul Carnot asociat acestei modelări.

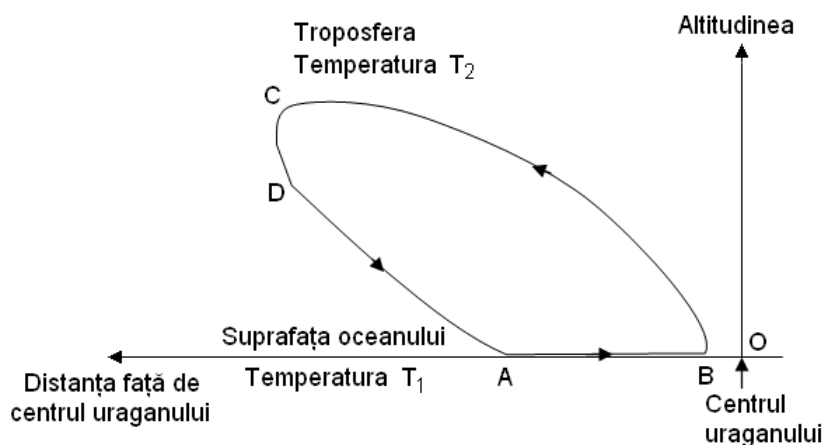


Figura 1

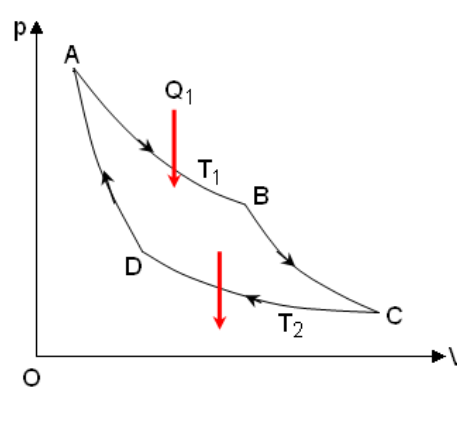


Figura 2

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 în orice ordine cerințele.
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.



Pentru a analiza procesele fizice care se desfășoară în uragan, consideră o „parcelă de aer” (o cantitate de aer cu un număr fix de particule, care se deplasează în atmosferă schimbând energie, dar nu și particule și care își modifică temperatura și presiunea). Parcela de aer se mișcă în imediata vecinătate a suprafeței oceanului, din regiunea A cu presiune ridicată, către regiunea B cu presiune scăzută, din centrul uraganului. Pe parcursul acestei deplasări, parcela de aer este în contact termic cu suprafața oceanului și temperatura acesteia rămâne practic constantă. De aceea, procesul descris de parcela de aer, care se deplasează de la A la B poate fi considerat izoterm.

Apoi, parcela de aer urcă prin centrul (ochiul) uraganului spre troposferă și presiunea ei scade rapid. Procesul descris de parcela de aer care se deplasează de la B la C poate fi considerat adiabatic.

În timpul coborârii, presiunea gazului în parcela de aer care se deplasează de la C la D crește, într-un proces care poate fi considerat izoterm.

Atunci când parcela de aer coboară din regiunea D, până în regiunea A, poți considera că ea este supusă unei comprimări adiabate.

Problema de față îți propune să estimezi câteva mărimi caracteristice unui uragan, utilizând modelarea simplă menționată mai sus și să determini sensul de rotație a unui uragan din emisfera nordică. Ai în vedere să exprimi, după caz, rezultatele acestor estimări în funcție de simbolurile, respectiv valorile mărimilor fizice specificate.

Consideră o parcelă de aer cu masa δm_{aer} , care se deplasează din zona punctului A, caracterizată prin presiunea p_A , până în zona punctului B, caracterizată prin presiunea mai scăzută p_B . Presupune că masa δm_{aer} conține aer uscat și că acesta poate fi considerat un gaz ideal. Mișcându-se în imediata vecinătate a suprafeței oceanului, masa de aer antrenează în această deplasare și vaporii de apă existenți în apropierea suprafeței oceanului. Notează cu δm_{vap} , masa de vaporii de apă, care se deplasează de la A către B, odată cu masa de aer δm_{aer} . Ai în vedere că – în modelul folosit – în zona B, cu presiune scăzută din centrul (ochiul) uraganului, acești vaporii de apă se condensează, determinând apariția ploii. Căldura latentă specifică de vaporizare a apei este λ_{vap} , masa molară a aerului este μ_{aer} , iar constanta universală a gazelor ideale este R .

Sarcina de lucru nr. 1

1.a. Determină expresia cantității totale de căldură Q_1 , primită de parcela de aer cu masa δm_{aer} , în cursul proceselor desfășurate între A și B. (1,5 puncte)

Sarcina de lucru nr. 2

2.a. În modelarea simplă utilizată, deduc expresia lucrului mecanic efectuat de parcela de aer cu masa δm_{aer} , pe parcursul unui ciclu Carnot. (1,5 puncte)

-
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 în orice ordine cerințele.
 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.



Consideră că parcela de aer cu masa δm_{aer} , are viteza \vec{v}_A în zona A. Presupune că lucrul mecanic determinat în cadrul sarcinii de lucru 2.a. este folosit integral pentru a crește energia cinetică a parcele de aer până la valoarea pe care aceasta energie o are în punctul B.

2.b. Determină, în aceste condiții, expresia modulului vitezei v_B a parcele de aer cu masa δm_{aer} , în zona B din centrul uraganului. (1,0 puncte)

În cursul formării și evoluției unui uragan deasupra oceanului Atlantic, au fost înregistrate, la un moment dat, următoarele valori: $T_1 = 303 \text{ K}$, $T_2 = 215 \text{ K}$, $p_A = 1,00 \cdot 10^5 \text{ Pa}$, $p_B = 0,95 \cdot 10^5 \text{ Pa}$ și

$$\frac{\delta m_{vap}}{\delta m_{aer}} = 5,81 \cdot 10^{-3}. \quad \text{Cunoști că } R = 8,31 \text{ J} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}, \quad \mu_{aer} = 2,90 \cdot 10^{-2} \text{ kg} \cdot \text{mol}^{-1} \quad \text{și}$$

$$\lambda_{vap} = 2,26 \cdot 10^6 \text{ J} \cdot \text{kg}^{-1}.$$

2.c. Estimează, în cadrul modelării simple utilizate, valoarea vitezei v_B , în zona B din centrul uraganului, dacă viteza v_A a avut o valoare foarte mică, ce poate fi neglijată. (0,5 puncte)

Sarcina de lucru nr. 3

Fotografia din figura alăturată surprinde un uragan văzut din spațiu. El arată ca o spirală enormă de nori care înconjură o zonă mică – fără nori – cunoscută sub numele de „ochiul uraganului”.



Deși diferența de presiune dintre ochiul uraganului și marginea sa exterioară este mare, raza uraganului este atât de mare (de ordinul sutelor de kilometri) încât variația de presiune pe unitatea de lungime este foarte mică. În aceste condiții, modul în care se mișcă o spirală de nori în uragan este influențat de forța datorată variației de presiune, dar și forța Coriolis (forță comparabilă ca valoare cu cea a forței datorate variației de presiune).

Într-un sistem de referință S solidar legat de Pământul care se rotește în jurul axei proprii cu viteza unghiulară $\vec{\Omega}$, asupra unui corp cu masa m , care se deplasează cu viteza relativă \vec{v}_{rel} în raport cu sistemul S se exercită o forță Coriolis

$$\vec{F} = -2m\vec{\Omega} \times \vec{v}_{rel} \quad (1)$$

3.a. Având în vedere cele menționate în cadrul acestei sarcini de lucru, precizează sensul de rotație a spiralei de nori care formează un uragan în emisfera nordică. Explică, din punct de vedere fizic, de ce spirala de nori a unui uragan din emisfera nordică are sensul de rotație pe care l-ai specificat.

(2,0 puncte)

3.b. Precizează dacă fotografia prezentată în cadrul sarcinii de lucru 3 a fost făcută pentru un uragan format în emisfera nordică sau în emisfera sudică. (0,5 puncte)

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 în orice ordine cerințele.
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.



Partea B -Hrană pentru leneși

Leneșul cu trei degete este un mamifer din subordinul Folivora, care viețuiește în America Centrală și de Sud. Pe sol, acest mamifer se deplasează greoi și cu viteză foarte redusă și de aceea a dobândit denumirea de leneș.

Presupune că pentru un leneș cu trei degete singura modalitate de pierdere de energie este disiparea de căldură în mediu.



Consideră că studiezi comportamentul a doi leneși cu trei degete, care trăiesc în același mediu ambiant și care au masele în raportul 2 : 1. Dacă temperaturile celor două mamifere studiate sunt egale, atunci pierderea de energie este direct proporțională cu suprafața corpului fiecăruia dintre cei doi leneși cu trei degete.

În condițiile menționate, estimează de câte ori este mai mare cantitatea de mâncare de care are nevoie leneșul cu masă mai mare, comparativ cu cea necesară leneșului cu masă mai mică, pentru compensarea pierderilor de căldură în mediu. (2,0 puncte)

Subiect propus de:

Prof. Dr. Delia DAVIDESCU

-
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 în orice ordine cerințele.
 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.



**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 2

Olimpiada Națională de Fizică

Timișoara 2016

Proba teoretică

Barem

X

Subiectul 1	Parțial	Punctaj
1. Barem subiectul 1		10
<p>A. a) $p_{hidrostatica} = \rho_0 gh = 10^3 \text{ N/m}^2$</p> $p_{\sigma} = \frac{2\sigma}{r} = 140 \text{ N/m}^2$ $\Rightarrow p_a \gg p_{hidrostatica} \gg p_{\sigma}$	1p	1p
<p>A. b) $\Delta E_c = L_{gaz} + L_G$ unde L_{gaz} reprezintă lucrul mecanic efectuat de gaz datorită forțelor de presiune exercitate de lichid asupra gazului, iar L_G lucrul mecanic al grutății gazului.</p> $v_i = 0 \Rightarrow \frac{mv_{\max}^2}{2} = \frac{m}{\mu} RT \ln \frac{V_f}{V_i} - mgh$ $p_i V_i = p_f V_f$ $p_i = p_0 + p_{\sigma} + \rho_0 gh ; p_f = p_0 + p_{\sigma}$ $v_{\max} = \sqrt{\frac{2RT}{\mu} \ln \frac{p_0 + p_{\sigma} + \rho_0 gh}{p_0 + p_{\sigma}} - gh} ; \text{se atinge la ieșirea bulei din apă}$ $v_{\max}^2 = 2a_{med} h \Rightarrow a_{med} = \frac{RT}{\mu h} \ln \frac{p_0 + p_{\sigma} + \rho_0 gh}{p_0 + p_{\sigma}} - g$	1p 1p 0,5p	2,5p
<p>A. c) Semnificația fizică cerută este $\frac{L_{tot}}{m}$ unde L_{tot} reprezintă lucrul mecanic al tuturor forțelor care acționează asupra bulei sau $\frac{\Delta(v^2)}{2}$ unde Δv^2 reprezintă variația pătratului vitezei corespunzătoare procesului de ridicare a bulei</p>	0,5p	0,5p

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.



<p>B. a)</p>	1p	1p
<p>B. b) Procesul de dilatare este lent ceea ce face ca accelerațiile celor două părți să fie practic neglijabile.</p> $\frac{mx}{\ell_0} g \sin \varphi + \mu \frac{mx}{\ell_0} g \cos \varphi - F = 0 \quad (\text{pentru porțiunea AC}) \quad (1)$ $\frac{m(\ell_0 - x)}{\ell_0} g \sin \varphi - \mu \frac{m(\ell_0 - x)}{\ell_0} g \cos \varphi + F = 0 \quad (\text{pentru porțiunea BC}) \quad (2)$ <p>Din (1) și (2) rezultă $x = \frac{\ell_0}{2} (1 - \frac{tg \varphi}{\mu})$</p>	1p 0,5p	1,5p
<p>B. c) Cazul $\Delta t > 0$ $\ell = \ell_0 (1 + \alpha \Delta t)$; $x' = x (1 + \alpha \Delta t)$ Porțiunea care separă jumătatea superioară față de centrul de masă al corpului AB are lungimea: $\frac{\ell_0}{2} - x$, iar după dilatare aceasta devine $\frac{\ell}{2} - x'$ $d = (\frac{\ell}{2} - x') - (\frac{\ell_0}{2} - x) = \frac{\ell_0}{2\mu} \alpha \cdot \Delta t \cdot tg \varphi$; CM coboară față de C</p> <p>Cazul $\Delta t < 0$ $\frac{mx}{\ell_0} g \sin \varphi - \mu \frac{mx}{\ell_0} g \cos \varphi + F = 0 \quad (\text{pentru porțiunea AC}) \quad (3)$ $\frac{m(\ell_0 - x)}{\ell_0} g \sin \varphi + \mu \frac{m(\ell_0 - x)}{\ell_0} g \cos \varphi - F = 0 \quad (\text{pentru porțiunea BC}) \quad (4)$ $x = \frac{\ell_0}{2} (1 + \frac{tg \varphi}{\mu})$ $d = (\frac{\ell}{2} - x') - (\frac{\ell_0}{2} - x) = \frac{\ell_0}{2\mu} \alpha \cdot \Delta t \cdot tg \varphi$; CM urcă față de C</p>	1p 1p 0,5p	2,5p
Oficiu		1

Barem propus de: prof. Victor Stoica, Inspectoratul Școlar al Municipiului București

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 1 din 5

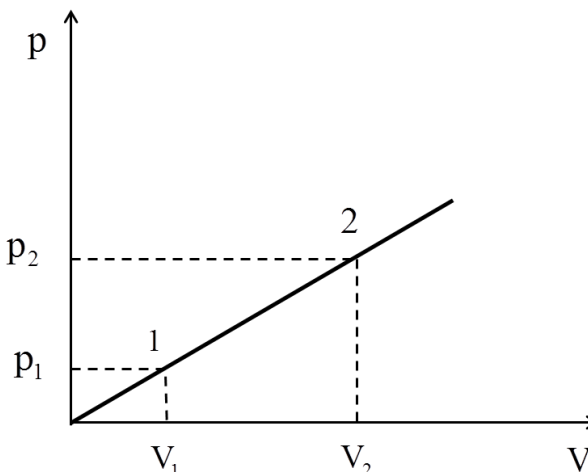
Olimpiada Națională de Fizică

Timișoara 2016

Proba teoretică

Barem

X

Subiectul 2	Parția I	Puncta j
Barem subiectul 2		10
<p>1. Considerăm o transformare liniară descrisă de ecuația $p=a_i V$ sau $pV^{-1}=a_i$ ($i=\overline{1,4}$)</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 : $C_{\mu}=C_V+\frac{R}{2}$ și că este aceeași pentru orice transformare liniară de tip politrop: $pV^{-1}=ct$.</p>	1p	1p
2. Reprezentarea grafică în (T,V)		2

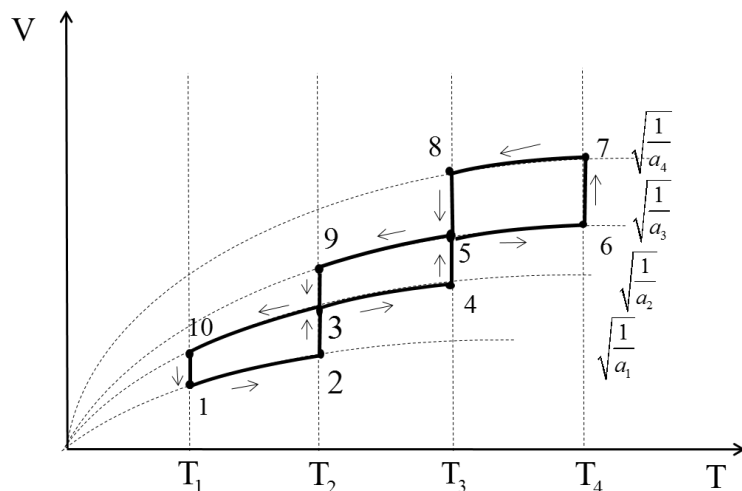
- Orice rezolvare corectă ce ajunge la rezultatul corect va primi punctajul maxim pe itemul respectiv.
- Orice rezolvare corectă, dar care nu ajunge la rezultatul final, va fi punctată corespunzător, proporțional cu conținutul de idei prezent în partea cuprinsă în lucrare din totalul celor ce ar fi trebuit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



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

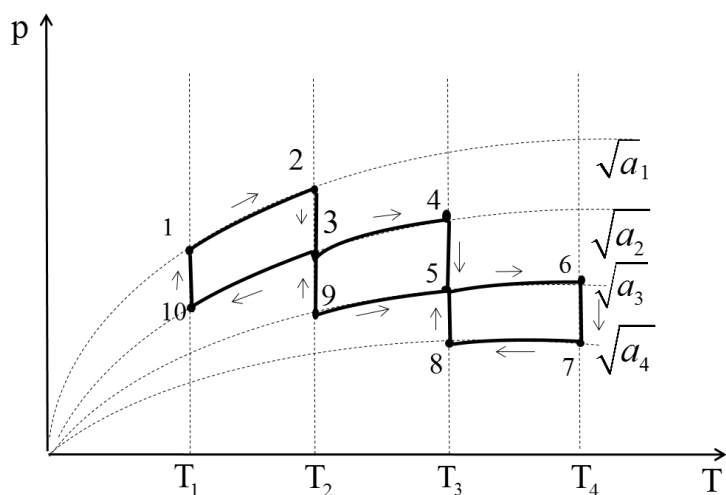
$$aV^2 = vRT, V = \sqrt{\frac{vRT}{a}}, V = F(\sqrt{T})$$

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

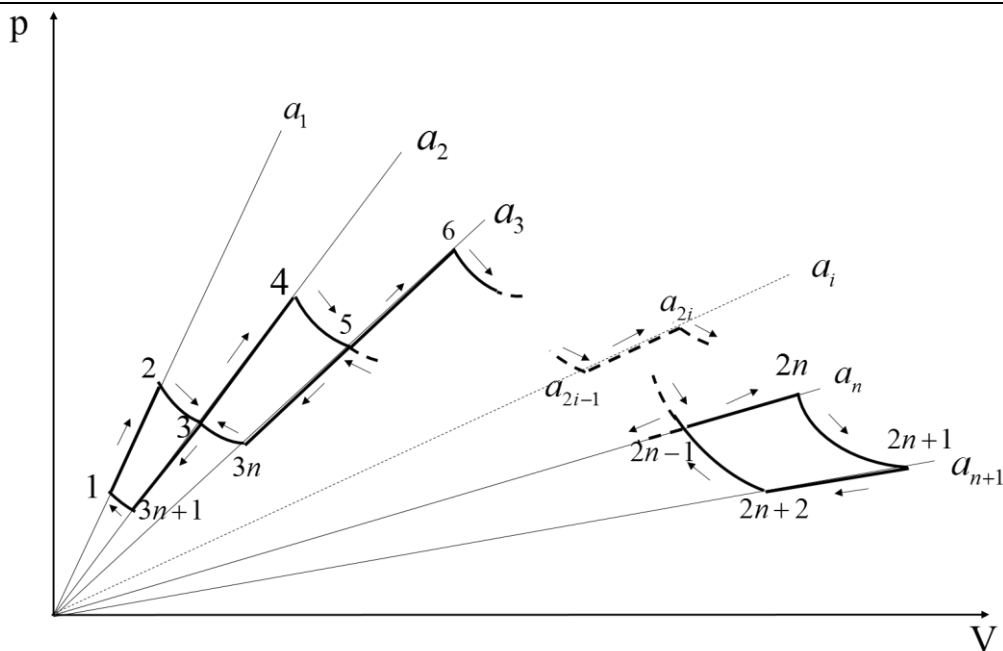
3

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 \sqrt{f}</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.



$$Q_1 = \nu \left(C_v + \frac{R}{2} \right) \Delta T + \nu R (T_1 + \Delta T) \ln \sqrt{f} + \nu \left(C_v + \frac{R}{2} \right) \Delta T + \nu R (T_1 + 2\Delta T) \ln \sqrt{f} +$$

$$+ \nu \left(C_v + \frac{R}{2} \right) \Delta T + \nu R (T_1 + 3\Delta T) \ln \sqrt{f} + \dots + \nu \left(C_v + \frac{R}{2} \right) \Delta T + \nu R (T_1 + n\Delta T) \ln \sqrt{f} =$$

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

1p

$$|Q_2| = \nu \left(C_v + \frac{R}{2} \right) \Delta T + \nu R T_1 \ln \sqrt{f} + \nu \left(C_v + \frac{R}{2} \right) \Delta T + \nu R (T_1 + \Delta T) \ln \sqrt{f} +$$

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

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

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 $n \geq 1$ și având semnul minus cantitatea este negativă. Partea stângă a inegalității este aceeași pentru orice n și pozitivă. Deci condiția impusă este adevărată. și având semnul minus cantitatea este negativă. Partea stângă a inegalității este aceeași pentru orice n și pozitivă. Deci condiția impusă este adevărată.</p>	0,5p	
Oficiu		1

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.



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



MINISTERUL EDUCAȚIEI NAȚIONALE
ȘI CERCETĂRII ȘTIINȚIFICE
INSPECTORATUL ȘCOLAR
JUDEȚEAN TIMIȘ



Universitatea de Vest
din Timișoara

X


Barem de evaluare

Se punctează în mod corespunzător oricare altă modalitate de rezolvare corectă a problemei

Subiectul 3

<i>Partea A - O modelare simplă pentru un uragan</i>		
Nr. item	Sarcina de lucru nr. 1	Punctaj
1.a.	<p>Pentru:</p> $Q_{1,aer} = \frac{\delta m_{aer}}{\mu_{aer}} \cdot R \cdot T_1 \cdot \ln \frac{p_A}{p_B}$ <p style="text-align: right;">0,4p</p> $Q_{1,vap} = \delta m_{vap} \cdot \lambda_{vap}$ <p style="text-align: right;">0,4p</p> <p>expresia cantității totale de căldură Q_1, primită de parcela de aer cu masa δm_{aer}, în cursul proceselor desfășurate între A și B</p> <p style="text-align: right;">0,7p</p> $Q_1 = \delta m_{vap} \cdot \lambda_{vap} + \frac{\delta m_{aer}}{\mu_{aer}} \cdot R \cdot T_1 \cdot \ln \frac{p_A}{p_B}$	1,5p
Nr. item	Sarcina de lucru nr. 2	Punctaj
2.a.	<p>Pentru:</p> <p>expresia randamentului ciclului Carnot, corespunzător modelării simple utilizate în problemă</p> $\eta = 1 - \frac{T_2}{T_1}$ <p style="text-align: right;">0,4p</p> $\eta = \frac{L}{Q_1}$ <p style="text-align: right;">0,4p</p> <p>expresia lucrului mecanic efectuat de parcela de aer cu masa δm_{aer}, pe parcursul unui ciclu</p> <p style="text-align: right;">0,7p</p> $L = \left(1 - \frac{T_2}{T_1}\right) \cdot \left[\delta m_{vap} \cdot \lambda_{vap} + \frac{\delta m_{aer}}{\mu_{aer}} \cdot R \cdot T_1 \cdot \ln \frac{p_A}{p_B} \right]$	1,5p
2.b.	<p>Pentru:</p> <p>teorema de variație a energiei cinetice</p> $\frac{\delta m_{aer} \cdot v_B^2}{2} - \frac{\delta m_{aer} \cdot v_A^2}{2} = \left(1 - \frac{T_2}{T_1}\right) \cdot \left[\delta m_{vap} \cdot \lambda_{vap} + \frac{\delta m_{aer}}{\mu_{aer}} \cdot R \cdot T_1 \cdot \ln \frac{p_A}{p_B} \right]$ <p style="text-align: right;">0,6p</p>	1,0p

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.

	<p>expresia modulului vitezei v_B a parcele de aer, în zona B din centrul uraganului</p> $v_B = \sqrt{2 \cdot \left(1 - \frac{T_2}{T_1}\right) \cdot \left[\frac{\delta m_{vap}}{\delta m_{aer}} \cdot \lambda_{vap} + \frac{R \cdot T_1}{\mu_{aer}} \cdot \ln \frac{p_A}{p_B} \right] + v_A^2}$ <p>0,4p</p>	
2.c.	<p>Pentru:</p> <p>valoarea vitezei v_B</p> $\begin{cases} v_B \cong 102 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1} \\ v_B \cong 368 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1} \end{cases}$ <p>0,5p</p>	0,5p
Nr. item	Sarcina de lucru nr. 3	Punctaj
3.a.	<p>Pentru:</p> <p><i>Exemplu de răspuns:</i></p> <p>Sub influența forței datorate variației de presiune o parcelă de aer ar tinde să se deplaseze radial către centrul uraganului. În același timp, acțiunea forței Coriolis determină o modificare spre dreapta a direcției de deplasare a acesteia, în raport cu direcția și sensul vitezei relative a parcele față de Pământ.</p> <p>Pentru emisfera nordică, în figura de mai jos este schițată situația (1) când o parcelă de aer se deplasează dinspre nord spre centrul uraganului și respectiv situația (2) când o parcelă de aer se deplasează dinspre sud spre centrul uraganului. Mișcarea multor astfel de parcele de aer determină formarea spiralei de nori, care în emisfera nordică se rotește în sens trigonometric pozitiv (antiorar).</p> <p style="text-align: center;">N</p>  <p style="text-align: center;">S</p> <p>2,0p</p>	2,0p
3.b.	<p>Pentru:</p> <p><i>Exemplu de răspuns:</i></p> <p>Analizând fotografia prezentată în cadrul sarcinii de lucru 3 se observă că spirala de nori a uraganului indică o rotire a acestuia în sens antiorar. Prin urmare, fotografia a fost realizată pentru un uragan din emisfera nordică.</p> <p>0,5p</p>	0,5p

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.

<i>Partea B - Hrană pentru leneși</i>		
3.iii.	<p>Pentru:</p> <p><i>Exemplu de răspuns:</i></p> <p>Cei doi leneși cu trei degete, trăiesc în același mediu ambiant. Dacă temperaturile celor două mamifere sunt egale, atunci pierderea de energie este direct proporțională cu suprafața corpului fiecăruia dintre cei doi leneși cu trei degete. Întrucât volumul este proporțional cu masa (pentru densități egale) creșterea de două ori a masei determină o creștere de 2 ori a volumului, o creștere de $2^{\frac{1}{3}}$ a dimensiunilor lineare și deci o creștere de $2^{\frac{2}{3}}$ a suprafeței.</p> <p>Prin urmare, pentru a compensa pierderile de căldură, cantitatea de hrană necesară leneșului cu masă mai mare ar trebui să fie de $2^{\frac{2}{3}} \cong 1,587$ ori mai mare decât cea necesară leneșului cu masă mai mică.</p>	2,0p
<i>OFICIU</i>		1,0p
<i>TOTAL</i>		10p

© Barem de evaluare propus de:
Prof. dr. Delia DAVIDESCU

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.