



**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

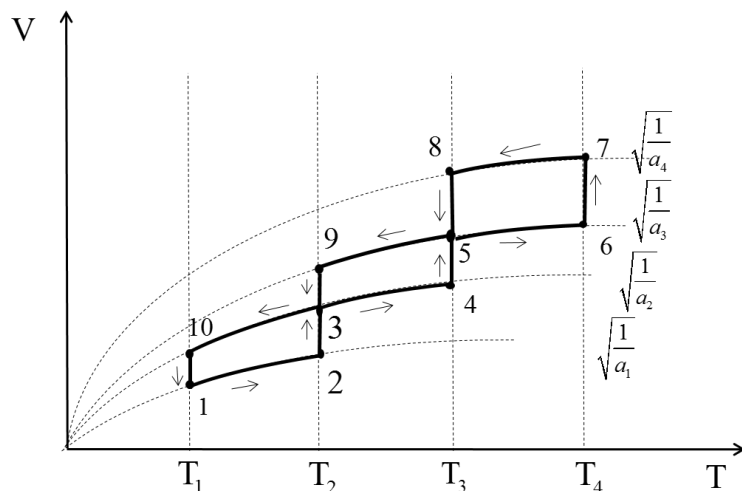
- Orice rezolvare corectă ce ajunge la rezultatul corect va primi punctajul maxim pe itemul respectiv.
- Orice rezolvare corectă, dar care nu ajunge la rezultatul final, va fi punctată corespunzător, proporțional cu conținutul de idei prezent în partea cuprinsă în lucrare din totalul celor ce ar fi trebuit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



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

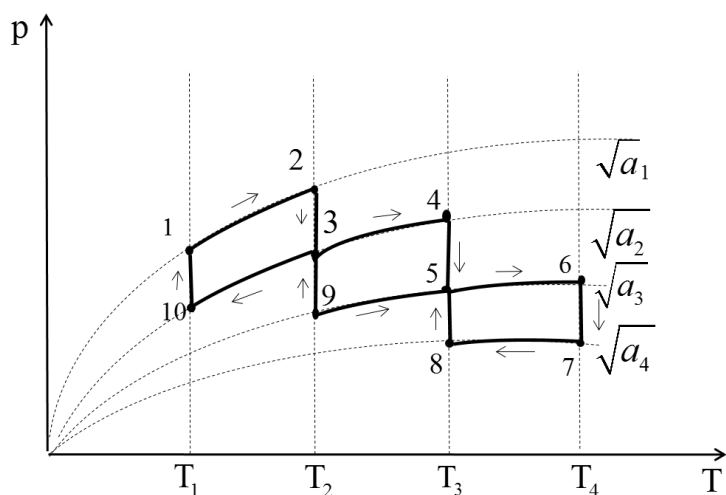
$$aV^2 = vRT, V = \sqrt{\frac{vRT}{a}}, V = F(\sqrt{T})$$

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

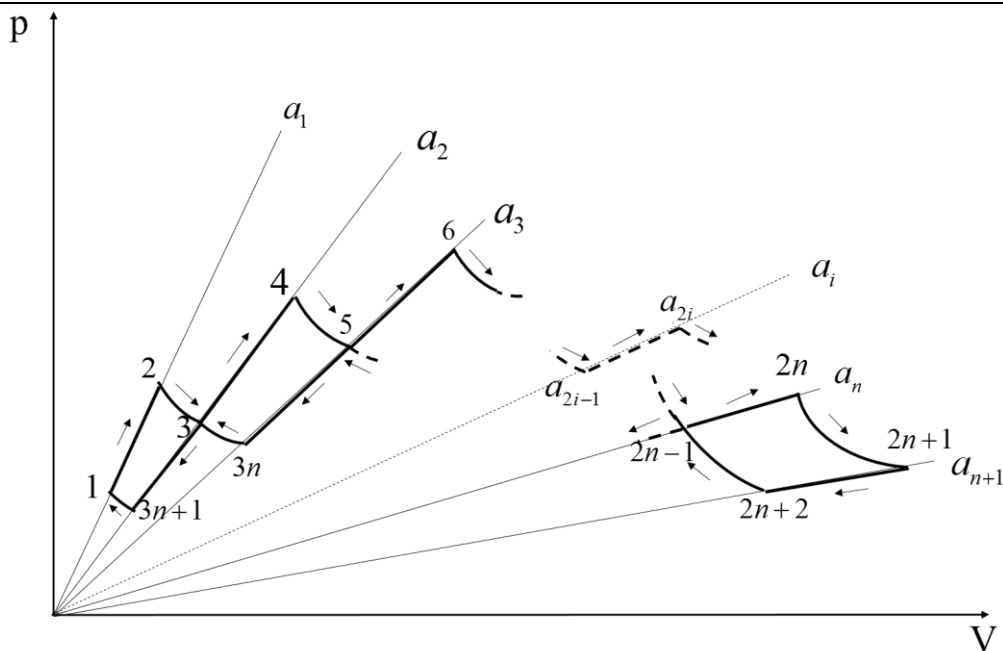
3

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.



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

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



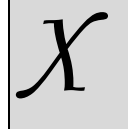
Universitatea de Vest
din Timișoara

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 $n \geq 1$ 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.




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 $\eta = 1 - \frac{T_2}{T_1}$</p> <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

- 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>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.