

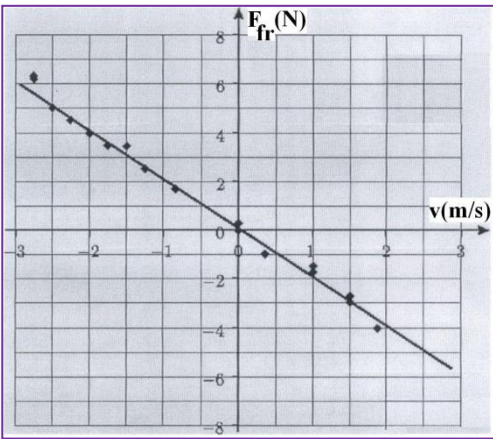
Ministerul Educației și Cercetării
Centrul Național de Evaluare și Examinare
Etapă județeană / a sectoarelor municipiului București,
a Olimpiadei de FIZICĂ
15 februarie 2020

XI

Barem de evaluare și de notare

BAREM – Clasa a XI-a

Pagina 1 din 5

Problema 1. <i>Miscări în mediu vâscos</i>						Parțial	Puntaj																																																																																																												
Barem subiect 1							10 puncte																																																																																																												
<p><i>A.</i> Ecuația de mișcare (legea a II-a a lui Newton) are forma: $ma = -kx + F(v)$ în care v și a sunt viteza, respectiv accelerația. Rezultă $F(v) = ma + kx$</p> <p>Mișcarea pendulului elastic fiind oscilatorie (din primul grafic observăm că atât x cât și v iau atât valori pozitive cât și valori negative), pentru aflarea dependenței $F(v)$ este suficient să analizăm doar prima perioadă, cuprinsă între $x = 50\text{ cm}$ și $x = 20\text{ cm}$ (la început se parcurge bucla de jos iar apoi bucla de sus a primului grafic).Cu ajutorul datelor din cele două grafice putem realiza tabelul:</p>						1 p	5 puncte																																																																																																												
<table><tr><th>$x\text{ (m)}$</th><th>$v\text{ (m/s)}$</th><th>$a\text{(m/s}^2\text{)}$</th><th>$ma\text{ (N)}$</th><th>$kx\text{ (N)}$</th><th>$(ma+kx)\text{ (N)}$</th></tr><tr><td>0,50</td><td>0</td><td>-25,00</td><td>-25,00</td><td>25,00</td><td>0,00</td></tr><tr><td>0,45</td><td>-1,50</td><td>-19,00</td><td>-19,00</td><td>22,50</td><td>3,50</td></tr><tr><td>0,40</td><td>-2,00</td><td>-16,00</td><td>-16,00</td><td>20,00</td><td>4,00</td></tr><tr><td>0,25</td><td>-2,75</td><td>-6,30</td><td>-6,30</td><td>12,50</td><td>6,20</td></tr><tr><td>0,00</td><td>-2,75</td><td>6,30</td><td>6,30</td><td>0,00</td><td>6,30</td></tr><tr><td>-0,10</td><td>-2,50</td><td>10,00</td><td>10,00</td><td>-5,00</td><td>5,00</td></tr><tr><td>-0,15</td><td>-2,25</td><td>12,00</td><td>12,00</td><td>-7,50</td><td>4,50</td></tr><tr><td>-0,225</td><td>-1,75</td><td>14,75</td><td>14,75</td><td>-11,25</td><td>3,50</td></tr><tr><td>-0,275</td><td>-1,25</td><td>16,30</td><td>16,30</td><td>-13,75</td><td>2,55</td></tr><tr><td>-0,30</td><td>-0,85</td><td>16,70</td><td>16,70</td><td>-15,00</td><td>1,70</td></tr><tr><td>-0,32</td><td>0,00</td><td>16,30</td><td>16,30</td><td>-16,00</td><td>0,30</td></tr><tr><td>-0,28</td><td>1,00</td><td>12,50</td><td>12,50</td><td>-14,00</td><td>-1,50</td></tr><tr><td>-0,225</td><td>1,50</td><td>8,50</td><td>8,50</td><td>-11,25</td><td>-2,75</td></tr><tr><td>-0,10</td><td>1,85</td><td>1,00</td><td>1,00</td><td>-5,00</td><td>-4,00</td></tr><tr><td>0,09</td><td>1,50</td><td>-7,50</td><td>-7,50</td><td>4,50</td><td>-3,00</td></tr><tr><td>0,165</td><td>1,00</td><td>-10,00</td><td>-10,00</td><td>8,25</td><td>-1,75</td></tr><tr><td>0,20</td><td>0,35</td><td>-11,00</td><td>-11,0</td><td>10,00</td><td>-1,00</td></tr></table>						$x\text{ (m)}$		$v\text{ (m/s)}$	$a\text{(m/s}^2\text{)}$	$ma\text{ (N)}$	$kx\text{ (N)}$	$(ma+kx)\text{ (N)}$	0,50	0	-25,00	-25,00	25,00	0,00	0,45	-1,50	-19,00	-19,00	22,50	3,50	0,40	-2,00	-16,00	-16,00	20,00	4,00	0,25	-2,75	-6,30	-6,30	12,50	6,20	0,00	-2,75	6,30	6,30	0,00	6,30	-0,10	-2,50	10,00	10,00	-5,00	5,00	-0,15	-2,25	12,00	12,00	-7,50	4,50	-0,225	-1,75	14,75	14,75	-11,25	3,50	-0,275	-1,25	16,30	16,30	-13,75	2,55	-0,30	-0,85	16,70	16,70	-15,00	1,70	-0,32	0,00	16,30	16,30	-16,00	0,30	-0,28	1,00	12,50	12,50	-14,00	-1,50	-0,225	1,50	8,50	8,50	-11,25	-2,75	-0,10	1,85	1,00	1,00	-5,00	-4,00	0,09	1,50	-7,50	-7,50	4,50	-3,00	0,165	1,00	-10,00	-10,00	8,25	-1,75	0,20	0,35	-11,00	-11,0	10,00	-1,00	
$x\text{ (m)}$	$v\text{ (m/s)}$	$a\text{(m/s}^2\text{)}$	$ma\text{ (N)}$	$kx\text{ (N)}$	$(ma+kx)\text{ (N)}$																																																																																																														
0,50	0	-25,00	-25,00	25,00	0,00																																																																																																														
0,45	-1,50	-19,00	-19,00	22,50	3,50																																																																																																														
0,40	-2,00	-16,00	-16,00	20,00	4,00																																																																																																														
0,25	-2,75	-6,30	-6,30	12,50	6,20																																																																																																														
0,00	-2,75	6,30	6,30	0,00	6,30																																																																																																														
-0,10	-2,50	10,00	10,00	-5,00	5,00																																																																																																														
-0,15	-2,25	12,00	12,00	-7,50	4,50																																																																																																														
-0,225	-1,75	14,75	14,75	-11,25	3,50																																																																																																														
-0,275	-1,25	16,30	16,30	-13,75	2,55																																																																																																														
-0,30	-0,85	16,70	16,70	-15,00	1,70																																																																																																														
-0,32	0,00	16,30	16,30	-16,00	0,30																																																																																																														
-0,28	1,00	12,50	12,50	-14,00	-1,50																																																																																																														
-0,225	1,50	8,50	8,50	-11,25	-2,75																																																																																																														
-0,10	1,85	1,00	1,00	-5,00	-4,00																																																																																																														
0,09	1,50	-7,50	-7,50	4,50	-3,00																																																																																																														
0,165	1,00	-10,00	-10,00	8,25	-1,75																																																																																																														
0,20	0,35	-11,00	-11,0	10,00	-1,00																																																																																																														
<p>Calculule ce conduc la tabel0,2p·12 poziții=2,40 p</p> <p>Datele din coloanele 2 și 6 al tabelului se folosesc pentru a obține reprezentarea grafică din figura alăturată (realizare grafic)</p> <p>Constatăm că punctele caracteristice ale graficului se așează practic pe o dreaptă care trece prin origine, având forma $F = -\alpha \cdot v$ unde factorul de proporționalitate α (dedus din grafic) are valoarea aproximativă $\alpha \approx 2\text{ N} \cdot \text{s/m}$</p> <p>Se acordă câte 0,2 p pentru fiecare rând corect, din cele 12 solicitate prin enunțul subiectului !</p>						2,40 p																																																																																																													
						1 p																																																																																																													
						0,60 p																																																																																																													

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

Ministerul Educației și Cercetării
Centrul Național de Evaluare și Examinare
Etapa județeană / a sectoarelor municipiului București,
a Olimpiadei de FIZICĂ
15 februarie 2020

XI

Barem de evaluare și de notare

BAREM – Clasa a XI-a

Pagina 2 din 5

B. Scriem expresia forței de rezistență vâscoasă sub forma $\vec{F}_{fr(v)} = -b \cdot \vec{v}$, unde b este o constantă pozitivă.

Din ecuația de mișcare $m\vec{a} = m\Delta\vec{v} / \Delta t = -b\vec{v} + q(\vec{v} \times \vec{B})$

proiectată pe axele reperului cartezian Oxyz, obținem relațiile

$$\Delta v_x = -\alpha v_x \Delta t + k v_y \Delta t = -\alpha \Delta x + k \Delta y \text{}$$

respectiv

$$\Delta v_y = -\alpha v_y \Delta t - k v_x \Delta t = -\alpha \Delta y - k \Delta x \text{}$$

unde am folosit notațiile simplificatoare $\alpha \equiv b/m$, $k \equiv qB/m$.

Pentru legătura dintre momentele finite $t=0$ și un moment oarecare ulterior $t>0$ avem

$$v_x - 0 = -\alpha(x - 0) + k(y - 0), \text{ respectiv } v_y - v_0 = -\alpha(y - 0) - k(x - 0), \text{ (♦).}$$

În punctele în care $v_x = 0$ (adică impulsul $\vec{p} = m\vec{v}$ este paralel cu axa Oy sau particula s-a oprit definitiv) avem $\alpha x = ky$, adică $x/y = k/\alpha = tg\varphi$. De aici rezultă că $\alpha = k \cdot ctg\varphi$, (*).....

Acum, ținem cont de faptul că, fiind perpendiculară pe direcția vitezei (vezi desenul), forța Lorentz $q(\vec{v} \times \vec{B})$ nu efectuează lucru mecanic. Modulul vitezei particulei este micșorat doar de forța de frânare de natură vâscoasă. Putem scrie astfel că $m\Delta v / \Delta t = -b \cdot v$ sau $\Delta v = v - v_0 = -(b/m)v\Delta t = -(b/m)\Delta s = -\alpha\Delta s$, unde $\Delta s = s - 0 = s$, este spațiul parcurs în lungul traiectoriei, astfel că $v = v_0 - \alpha s$, (**).

1). Când $v = 0$ (la oprirea definitivă a particulei) avem $v_0 = \alpha s$, adică spațiul parcurs de particulă este $S = v_0 / \alpha = mv_0 / b = (v_0 / k)tg\varphi = (p_0 / qB)tg\varphi$

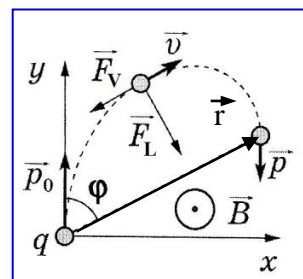
2). Fie (x_0, y_0) coordonatele locului unde particula se oprește definitiv ($v = |\vec{v}| = 0$). În locul respectiv $v_x = 0$ și, pe de o parte putem, scrie $tg\varphi = x_0 / y_0$, adică $y_0 = x_0 \cdot ctg\varphi$. Din relația (♦), cu $v_y = 0$ (căci și această componentă se anulează) găsim că $-v_0 = -\alpha(y_0) - k(x_0) = -x_0(k + \alpha ctg\varphi)$, adică $x_0 = v_0 / (k + \alpha \cdot ctg\varphi)$.

Știind că $\alpha = k \cdot ctg\varphi$ găsim în final că $x_0 = (v_0 / k) \sin^2 \varphi$

Apoi obținem $y_0 = (v_0 / k) \sin^2 \varphi \cdot ctg\varphi = (v_0 / k) \sin \varphi \cos \varphi$ și, în cele din urmă,

$$\ell = (x_0^2 + y_0^2)^{1/2} = \dots = (p_0 / qB) \sin \varphi \text{}$$

Din OFICIU



0,25 p

0,50 p

0,50 p

0,50 p

0,50 p

0,50 p

0,50 p

0,25 p

0,25 p

0,25 p

**4
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 a, b, c respectiv d.
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. Orice rezolvare ce ajunge la rezultatul corect va primi punctajul maxim pe itemul respectiv
6. 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.
7. Fiecare subiect se punctează de la 10 la 1. Punctajul final reprezintă suma acestora.

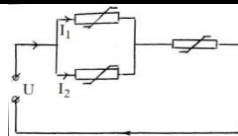
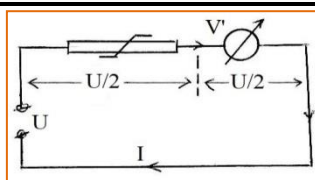
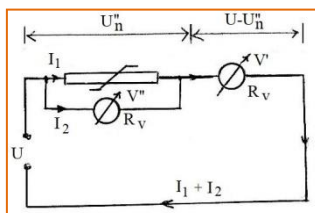
Ministerul Educației și Cercetării
Centrul Național de Evaluare și Examinare
Etapa județeană / a sectoarelor municipiului București,
a Olimpiadei de FIZICĂ
15 februarie 2020

XI

Barem de evaluare și de notare

BĂREM – Clasa a XI-a

Pagina 3 din 5

Problema 2. <i>Circuite electrice cu elemente pasive neliniare</i>		10 puncte
<p>A. Vom scrie caracteristica V-A sub forma $I = AU^2$. Atașăm indicele 3 elementului neliniar înseriat cu gruparea paralelă 1+2. Curentul principal fiind $I(=I_3)$, putem scrie $I = AU_3^2$ și $I_1 = I_2 = I/2 = AU_{12}^2$, cu $U_{12} = U - U_3$.....</p> <p>Obținem ecuația $U - \sqrt{I/A} = \sqrt{I/2A}$, din care rezultă $I/A = 2U^2/(3 + 2\sqrt{2}) = 2(3 - 2\sqrt{2})U^2$</p> <p>Astfel $U_3 = \sqrt{I/A} = (2 - \sqrt{2})U \approx 0,586U$ respectiv $U_{12} = (\sqrt{2} - 1)U \approx 0,414U$</p>		<p>1 p</p> <p>1 p</p> <p>1 p</p>
<p>B. Primul desen</p> <p>În prima situație (vezi și desenul) putem scrie $U_V = U/2 = IR_V$ și ,</p> <p>din care rezultă $I = (U/2a)^{1/2}$ și $R_V = (aU/2)^{1/2}$</p> <p>Al doilea desen.</p> <p>În a doua situație (vezi celălalt desen) putem scrie $U'_n = aI_1^2$ și $U'_n = I_2R_V = I_2(aU/2)^{1/2}$,</p> <p>din care rezultă $I_2 = (2a/U)^{1/2} \cdot I_1^2$ (*)</p> <p>Pentru al doilea voltmetru avem relația</p> <p>$U - aI_1^2 = (I_1 + I_2)R_V = (I_1 + I_2) \cdot (aU/2)^{1/2}$</p> <p>Ținem cont de legătura (*) și pentru curentul I_1 obținem următoarea ecuație de gradul doi: $(8a/U)^{1/2} \cdot I_1^2 + I_1 - (2U/a)^{1/2} = 0$</p> <p>.....</p> <p>cu soluția $I_1 = (\sqrt{17} - 1) \cdot (U/32a)^{1/2}$</p> <p>Celălalt curent este $I_2 = (9 - \sqrt{17}) \cdot (U/128a)^{1/2}$</p> <p>Astfel $I \equiv I_1 + I_2 = (7 + \sqrt{17}) \cdot (U/128a)^{1/2}$.</p> <p>Voltmetrele indică:</p> <p>$U'_n = aI_1^2 = I_2R_V = I_2(aU/2)^{1/2} = \dots = (9 - \sqrt{17}) \cdot (U/16) \approx 0.305U$,</p> <p>respectiv $IR_V = (I_1 + I_2)R_V = (\sqrt{17} + 7)(U/16) \approx 0,695U$.</p>	 	<p>0,25 p</p> <p>0,25 p</p> <p>0,25 p</p> <p>0,25 p</p> <p>0,25 p</p> <p>0,25 p</p> <p>0,25 p</p> <p>0,25 p</p> <p>0,25 p</p> <p>0,25 p</p> <p>0,25 p</p>

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 a, b, c respectiv d.
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. Orice rezolvare ce ajunge la rezultatul corect va primi punctajul maxim pe itemul respectiv
6. 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.
7. Fiecare subiect se punctează de la 10 la 1. Punctajul final reprezintă suma acestora.

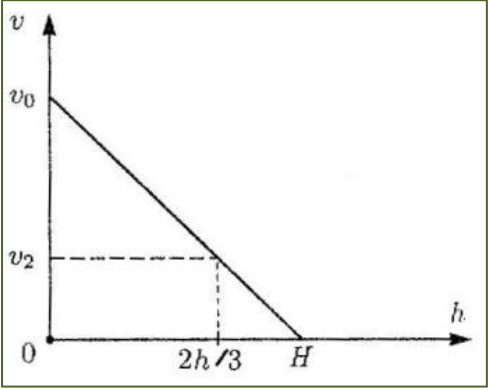
Ministerul Educației și Cercetării
Centrul Național de Evaluare și Examinare
Etapa județeană / a sectoarelor municipiului București,
a Olimpiadei de FIZICĂ
15 februarie 2020

XI

Barem de evaluare și de notare

BĂREM – Clasa a XI-a

Pagina 4 din 5

<p>C. În prima situație, pe rezistor avem căderea de tensiune $U - V_1$ și curentul din circuitul principal are valoarea $I_1 = (U - V_1) / R$</p> <p>Prin voltmetru circulă curentul $I_{V_1} = I_1 - kV_1^2 = (U - V_1) / R - kV_1^2$</p> <p>În a doua situație, pe rezistor căderea de tensiune este V_2, iar pe lampă ea este $U - V_2$</p> <p>Curentul principal în circuit va fi $I_2 = k(U - V_2)^2$ iar prin rezistor el va fi V_2 / R</p> <p>Acum prin voltmetru circulă curentul $I_{V_2} = k(U - V_2)^2 - V_2 / R$</p> <p>În cele două situații voltmetrul are aceeași rezistență internă, care se poate elimina prin raportul $(I_{V_1}) / (I_{V_2}) = V_1 / V_2$. În final găsim $k = UV_2 / [RV_1(V_1V_2 + (U - V_2)^2)]$</p>	<p>0,25 p</p> <p>0,75 p</p> <p>0,25 p</p> <p>0,75 p</p> <p>0,50 p</p> <p>0,50 p</p>	<p style="text-align: center; color: blue;">3 puncte</p>
<p>Din OFICIU</p>	<p>1 p</p>	
<p>Problema 3. TOPIREA UNUI ȚURȚURE</p>		<p style="text-align: center; color: red;">10 puncte</p>
<p>Fie $t (< t_1)$ temperatura bilei la un moment dat, când canalul interior (cu secțiunea $S = 2 \text{ cm}^2$) avea lungimea $h (< H)$. Bilanțul căldurii pe care bila (fierbinte) a transferat-o țurturelui (rece) are forma $C(t_1 - t) = \lambda m = \lambda(\rho S h)$</p> <p>De aici rezultă că $t_1 = t + (\lambda / C)(\rho S)h$. (*)</p> <p>Conform enunțului, când $h = H$, avem $t = t_0 = 0^\circ \text{C}$, ceea ce ne permite să scriem relația $t_1 = t_0 + (\lambda / C)(\rho S)H = 0 + (\lambda / C)(\rho S)H$</p> <p>Calculul numeric ne conduce la valoarea $t_1 = 100^\circ \text{C}$.</p> <p>Fie v viteza instantanee cu care coboară țurturele în momentul când temperatura bilei este $t (< t_1)$. Conform precizărilor din enunț, pentru energia “pierdută” de bilă într-o secundă, când țurturele a coborât pe distanța v, putem scrie egalitatea $\alpha(t - t_0) = \lambda \cdot \rho \cdot S \cdot v$. Aici α este un factor constant de proporționalitate, necunoscut.</p> <p>Cu ajutorul expresiei $t = t_1 - (\lambda / C)(\rho S)h$, stabilită mai sus (vezi relația (*)), pentru viteza cu care coboară țurturele găsim dependența liniară $v = \alpha[(t_1 - t_0) / \lambda \rho S - h / C] = (\alpha / C)(H - h)$</p> <p>Observăm că viteza v scade odată cu creșterea lui h (dreapta din figură, cu pantă negativă)</p> <p>Pentru desen</p> <p>În particular, când $h = 2H/3$, avem $v_2 = (\alpha / C)(H/3)$ și de aici obținem o expresie pentru parametrul necunoscut α, anume $\alpha / C = 3v_2 / H$</p>	<p>1,50 p</p> <p>0,50 p</p> <p>1 p</p> <p>0,50 p</p> <p>1,50 p</p> <p>1 p</p> <p>1 p</p> <p>0,50 p</p> <p>0,50 p</p>	

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

Ministerul Educației și Cercetării
Centrul Național de Evaluare și Examinare
Etapa județeană / a sectoarelor municipiului București,
a Olimpiadei de FIZICĂ
15 februarie 2020

XI

Barem de evaluare și de notare

BAREM – Clasa a XI-a

Pagina 5 din 5

La momentul inițial, când $h = 0$, viteza deplasării verticale, în jos, a ținuturului era $v = (\alpha / C)(H) = 3v_2 = 0,3 \text{ mm/s} \dots$	1p	
Din OFICIU	1 p	

Barem propus de:

prof. univ. dr. **Florea ULIU**, Departamentul de Fizică, Universitatea din Craiova;
prof. **Cristian MIU**, Colegiul Național "Ion Minulescu" din Slatina;
prof. **Leonaș DUMITRAȘCU**, Liceul "Ștefan Procopiu" din Vaslui;
prof. **Dumitru ANTONIE**, Colegiul Tehnic nr. 2, Tg. – Jiu.

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 a, b, c respectiv d.
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. Orice rezolvare ce ajunge la rezultatul corect va primi punctajul maxim pe itemul respectiv
6. 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.
7. Fiecare subiect se punctează de la 10 la 1. Punctajul final reprezintă suma acestora.