

Barem de evaluare și de notare
Se punctează oricare altă modalitate de rezolvare corectă a problemei

Problema experimentală nr. 1 – Determinarea lungimii, a masei și a densității cu ajutorul cronometrului

| Nr. item | <i>Sarcina de lucru nr. 1 – Deducerea expresiilor utile pentru rezolvarea problemei experimentale</i> | Punctaj |
|----------|--|---------------------------------|
| 1.a. | Pentru: expresia coordonatelor punctului C" al locului în care este prins firul de <ul style="list-style-type: none"> ▪ suspensie $C''(a \cdot \cos \alpha, a \cdot \sin \alpha, h)$ | 0,20p |
| 1.b.. | Pentru: deducerea expresiei unghiului φ <ul style="list-style-type: none"> ▪ $\varphi = \arcsin\left(\frac{2a}{L} \cdot \sin \frac{\alpha}{2}\right)$ Observație: pentru rezolvarea parțială a acestei sarcini de lucru se acordă numai 0,2p | 0,60p |
| 1.c. | Pentru: determinarea expresiei unghiului φ și pentru înălțimea h , în cazul în care <ul style="list-style-type: none"> ▪ unghiul α este suficient de mic $\varphi \cong r \cdot \alpha$ determinarea expresiei pentru înălțimea h , în cazul în care unghiul α este suficient de mic <ul style="list-style-type: none"> ▪ $\begin{cases} h \cong 2 \cdot L \cdot \left(\frac{\varphi}{2}\right)^2 \\ h \cong \frac{a^2 \cdot \alpha^2}{2 \cdot L} \\ h \cong 0 \end{cases}$ | 0,20p 0,20p |
| 1.d. | Pentru: <ul style="list-style-type: none"> ▪ deducerea expresiei volumului interior al cutiei goale $V = \pi \cdot L^3 \cdot r^2 \cdot \rho$ ▪ deducerea expresiei masei cutiei goale $m = \pi \cdot L^3 \cdot \rho_0 \cdot r \cdot q \cdot \eta \cdot (r + 2\rho)$ deducerea expresiei momentul de inerție al cutiei goale <ul style="list-style-type: none"> ▪ $\begin{cases} J = \pi \cdot a^2 \cdot t \cdot \rho \cdot \frac{a^2}{2} + 2\pi \cdot a \cdot b \cdot t \cdot \rho \cdot a^2 \\ J = \pi \cdot L^5 \cdot r^3 \cdot q \cdot \rho_0 \cdot \left(\frac{r}{2} + 2\rho\right) \cdot \eta \end{cases}$ | 0,20p 0,20p 0,20p |

| | | |
|--------------------|--|---------------------|
| <p>1.e.</p> | <p>Pentru:</p> <p>determinarea expresiei masei cutiei în care s-au turnat k volume elementare de apă</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ $\begin{cases} m_k = m + \frac{\pi \cdot a^2 \cdot b}{N} \cdot \rho_0 \cdot k \\ m_k = \pi \cdot L^3 \cdot \rho_0 \cdot r \cdot \left[q \cdot \eta \cdot (r + 2p) + p \cdot r \cdot \frac{k}{N} \right] \end{cases}$ 0,20p <p>determinarea expresiei pentru momentul de inerție J_k al cutiei care conține un număr k întreg de volume elementare de apă</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ $J_k = J$ pentru oricare k 0,20p <p><i>Observație: Apa este considerată lichid ideal cu viscozitate nulă; ea nu se rotește atunci când vasul care o conține este în mișcare de rotație. Momentul de inerție al cutiei rămâne J, oricare ar fi cantitatea de apă din interiorul său.</i></p> | <p>0,40p</p> |
| <p>1.f.</p> | <ul style="list-style-type: none"> ▪ $2T \cdot \cos \varphi = m_k \cdot g$ 0,20p ▪ $T \cong \frac{m_k \cdot g}{2}, \text{ în cazul în care } \cos \varphi \cong 1$ <p>expresia modului componentei din planul orizontal pentru fiecare dintre tensiuni</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ $\begin{cases} T \cdot \sin \varphi \cong T \cdot \varphi \\ T \cdot \sin \varphi \cong \frac{m_k \cdot g \cdot \varphi}{2} \end{cases}$ 0,20p <p>expresia momentului fiecărei componente a tensiunii din fire conținută în planul orizontal</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ $\begin{cases} M \cong \frac{m_k \cdot g \cdot \varphi}{2} \cdot a \cdot \sin \left(\frac{\pi}{2} - \frac{\alpha}{2} \right) \\ M \cong \frac{m_k \cdot g \cdot a}{2} \cdot \varphi \end{cases}$ 0,20p <p>expresia momentului total determinat de componentele orizontale ale tensiunilor din fire $M_T = 2M$</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ $\begin{cases} M_T \cong m_k \cdot g \cdot a \cdot \varphi \\ M_T \cong m_k \cdot g \cdot \frac{a^2}{L} \cdot \alpha \end{cases}$ 0,20p | <p>0,80p</p> |

| | | |
|------------------------|---|--|
| <p>1.g.</p> | <p>Pentru: ecuația mișcării de rotație a cutiei</p> $J_k \cdot \ddot{\alpha} = -M_T$ <ul style="list-style-type: none"> ▪ $J_k \cdot \ddot{\alpha} + m_k \cdot g \cdot \frac{a^2}{L} \cdot \alpha = 0$ $J_k \cdot \ddot{\alpha} + \Omega^2 \cdot \alpha = 0$ <p>precizarea că ecuația descrie o oscilație armonică a mărimii unghiului α, cu pulsația</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ $\Omega^2 = \frac{g}{L} \cdot \frac{q \cdot \eta \cdot (r + 2p) + p \cdot r \cdot \frac{k}{N}}{q \cdot \left(\frac{r}{2} + 2p\right) \cdot \eta}$ | <p>0,60p</p> <p>0,20p</p> <p>0,40p</p> |
| <p>1.h.</p> | <p>Pentru: determinarea puterii la care apare L în expresia perioadei, $w = 1$</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ $T_{oscil} = 2\pi \cdot \sqrt{\frac{L \cdot q \cdot \left(\frac{r}{2} + 2p\right) \cdot \eta}{g \cdot \left[q \cdot \eta \cdot (r + 2p) + p \cdot r \cdot \frac{k}{N}\right]}}$ | <p>0,40p</p> <p>0,40p</p> |
| <p>Nr. item</p> | <p><i>Sarcina de lucru nr. 2 – Măsurări</i></p> | <p>Punctaj</p> |
| <p>2.a.</p> | <p>Pentru:</p> <p><i>Exemplu de răspuns:</i></p> $\bar{a} = 32 \text{ u.a}$ $\bar{b} = 100 \text{ u.a}$ $\bar{t} = 0,3 \text{ u.a.}$ $\bar{L} = 440 \text{ u.a}$ <p><i>Observație: Dacă rezultatele indicate de concurent nu sunt determinate din cel puțin trei măsurări se acordă doar 0,10p</i></p> $r = \frac{a}{L} \quad r = 7,0 \cdot 10^{-2}$ <ul style="list-style-type: none"> ▪ $p = \frac{b}{L} \quad p = 2,3 \cdot 10^{-1}$ $q = \frac{t}{L} \quad q = 6,8 \cdot 10^{-4}$ <p>mărima volumului materialului metalic al cutiei în unități arbitrare</p> <p><i>Exemplu de răspuns:</i></p> $V_m = \pi \cdot a \cdot t \cdot (a + 2b)$ <ul style="list-style-type: none"> ▪ $\begin{cases} V_m = \pi \cdot (32 \text{ u.a.}) \cdot (0,3 \text{ u.a.}) \cdot (32 \text{ u.a.} + 2 \cdot 100 \text{ u.a.}) \\ V_m = 2,3 \cdot 10^4 (\text{u.a.})^3 \end{cases}$ <p><i>Observație: Dacă rezultatul nu se încadrează în intervalul $2,1 \cdot 10^4 (\text{u.a.})^3 \leq V_m \leq 2,5 \cdot 10^4 (\text{u.a.})^3$, atunci se acordă zero puncte</i></p> | <p>0,80p</p> <p>0,30p</p> <p>0,30p</p> <p>0,20p</p> |

| <p>2.b.</p> | <p>Pentru: mărima volumului cutiei în unități arbitrare <i>Exemplu de răspuns:</i> $V = \pi \cdot a^2 \cdot b$</p> <ul style="list-style-type: none"> $\begin{cases} V = \pi \cdot 32^2 \cdot 100 (u.a.)^3 \\ V = 3,2 \cdot 10^5 (u.a.)^3 \end{cases}$ <p><i>Observație: Dacă rezultatul nu se încadrează în intervalul $2,9 \cdot 10^5 (u.a.)^3 \leq V \leq 3,5 \cdot 10^5 (u.a.)^3$, atunci se acordă zero puncte</i></p> | <p>0,20p</p> <p>0,20p</p> | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|------------------------|---|----------------------------------|-----------|----------|------------------|------------------|-------|--------|--------|------------------------|----------------|----------------|---------------------------------|------------------------|----------------|----------------|---------------------------------|---|---|---|----|-------|-------|-------|-------|-------|--------|--------|----------|----|---|---|----|-------|-------|-------|-------|-------|--------|--------|----------|----|---|---|----|-------|-------|-------|-------|-------|--------|--------|----------|----|---|---|----|-----|------|------|------|------|------|-------|----------|----|---|---|----|------|------|------|------|-----|-------|--------|----------|----|---|---|----|-----|------|------|------|------|-------|--------|---------|----|---|---|----|------|------|------|------|------|-------|--------|----------|----|---|---|----|------|------|-----|------|-----|-------|--------|----------|----|---|---|----|-----|------|------|------|------|-------|--------|----------|----|---|---|----|---|------|------|------|------|-------|--------|----------|----|----|----|----|------|------|------|------|------|-------|--------|----------|----|----|----|----|------|------|------|------|------|-------|--------|--------|----|----|----|----|-----|-----|-----|------|------|-------|--------|----------|----|----|----|----|------|------|------|------|------|-------|--------|----------|-----|----|----|----|------|------|------|------|------|-------|--------|---------|-----|----|----|----|------|-----|------|------|------|------|-------|----------|-----|----------------------------------|
| <p>2.c.</p> | <p>Pentru: mărima volumului elementar în unități arbitrare <i>Exemplu de răspuns:</i> $v = \frac{\pi \cdot a^2 \cdot b}{N}$</p> <ul style="list-style-type: none"> $N = 30$ $v = 1,1 \cdot 10^4 (u.a.)^3$ <p><i>Observație: Dacă rezultatul nu se încadrează în intervalul $1,0 \cdot 10^4 (u.a.)^3 \leq v \leq 1,2 \cdot 10^4 (u.a.)^3$, atunci se acordă zero puncte</i></p> | <p>0,20p</p> <p>0,20p</p> | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <p>2.d.</p> | <p>Pentru: perioadele de oscilație de rotație pentru cutia goală și pentru cutia în care s-au adăugat una sau mai multe volume elementare de apă</p> <table border="1" data-bbox="320 1077 1257 1536"> <thead> <tr> <th rowspan="2">Nr. Crt.</th> <th rowspan="2">volum apa</th> <th rowspan="2">nr oscil</th> <th colspan="5">timp măsurătoare</th> <th rowspan="2">medie timp măsurat (s)</th> <th rowspan="2">perioadă T (s)</th> <th rowspan="2">T²</th> <th rowspan="2">4π²/T²</th> </tr> <tr> <th>1</th> <th>2</th> <th>3</th> <th>4</th> <th>5</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>0</td><td>0</td><td>10</td><td>12.84</td><td>12.75</td><td>12.88</td><td>12.63</td><td>12.72</td><td>12.764</td><td>1.2764</td><td>1.629197</td><td>24</td></tr> <tr><td>1</td><td>1</td><td>10</td><td>11.34</td><td>11.37</td><td>11.44</td><td>11.22</td><td>11.16</td><td>11.306</td><td>1.1306</td><td>1.278256</td><td>30</td></tr> <tr><td>2</td><td>2</td><td>10</td><td>10.28</td><td>10.38</td><td>10.29</td><td>10.37</td><td>10.31</td><td>10.326</td><td>1.0326</td><td>1.066263</td><td>37</td></tr> <tr><td>3</td><td>3</td><td>10</td><td>9.6</td><td>9.66</td><td>9.65</td><td>9.65</td><td>9.69</td><td>9.65</td><td>0.965</td><td>0.931225</td><td>42</td></tr> <tr><td>4</td><td>4</td><td>10</td><td>9.12</td><td>9.12</td><td>9.11</td><td>9.13</td><td>9.1</td><td>9.116</td><td>0.9116</td><td>0.831015</td><td>47</td></tr> <tr><td>5</td><td>5</td><td>10</td><td>8.4</td><td>8.25</td><td>8.41</td><td>8.31</td><td>8.25</td><td>8.324</td><td>0.8324</td><td>0.69289</td><td>56</td></tr> <tr><td>6</td><td>6</td><td>10</td><td>7.94</td><td>7.94</td><td>7.91</td><td>7.91</td><td>7.93</td><td>7.926</td><td>0.7926</td><td>0.628215</td><td>62</td></tr> <tr><td>7</td><td>7</td><td>10</td><td>7.62</td><td>7.66</td><td>7.5</td><td>7.56</td><td>7.6</td><td>7.588</td><td>0.7588</td><td>0.575777</td><td>68</td></tr> <tr><td>8</td><td>8</td><td>10</td><td>7.4</td><td>7.28</td><td>7.22</td><td>7.34</td><td>7.29</td><td>7.306</td><td>0.7306</td><td>0.533776</td><td>73</td></tr> <tr><td>9</td><td>9</td><td>10</td><td>7</td><td>6.96</td><td>7.06</td><td>7.06</td><td>7.03</td><td>7.022</td><td>0.7022</td><td>0.493085</td><td>80</td></tr> <tr><td>10</td><td>10</td><td>10</td><td>6.84</td><td>6.88</td><td>6.84</td><td>6.87</td><td>6.81</td><td>6.848</td><td>0.6848</td><td>0.468951</td><td>84</td></tr> <tr><td>11</td><td>11</td><td>10</td><td>6.68</td><td>6.59</td><td>6.63</td><td>6.65</td><td>6.62</td><td>6.634</td><td>0.6634</td><td>0.4401</td><td>89</td></tr> <tr><td>12</td><td>12</td><td>10</td><td>6.4</td><td>6.4</td><td>6.5</td><td>6.28</td><td>6.38</td><td>6.392</td><td>0.6392</td><td>0.408577</td><td>96</td></tr> <tr><td>13</td><td>13</td><td>10</td><td>6.25</td><td>6.25</td><td>6.25</td><td>6.22</td><td>6.22</td><td>6.238</td><td>0.6238</td><td>0.389126</td><td>101</td></tr> <tr><td>14</td><td>14</td><td>10</td><td>6.12</td><td>6.13</td><td>6.13</td><td>6.15</td><td>6.16</td><td>6.138</td><td>0.6138</td><td>0.37675</td><td>104</td></tr> <tr><td>15</td><td>15</td><td>10</td><td>6.97</td><td>5.9</td><td>5.94</td><td>5.93</td><td>5.91</td><td>6.13</td><td>0.613</td><td>0.375769</td><td>105</td></tr> </tbody> </table> <ul style="list-style-type: none"> <i>Observații</i> - se acordă doar 0,90p dacă sunt mai puțin de 10 seturi de date experimentale; - se acordă 0,00p dacă sunt mai puțin de 5 seturi de date experimentale; - se acordă tot punctajul pentru un set de date, dacă sunt cel trei măsurări pentru fiecare situație și se acordă doar jumătate din punctaj, dacă sunt mai puțin de trei măsurări pentru fiecare situație. | Nr. Crt. | volum apa | nr oscil | timp măsurătoare | | | | | medie timp măsurat (s) | perioadă T (s) | T ² | 4π ² /T ² | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 0 | 0 | 10 | 12.84 | 12.75 | 12.88 | 12.63 | 12.72 | 12.764 | 1.2764 | 1.629197 | 24 | 1 | 1 | 10 | 11.34 | 11.37 | 11.44 | 11.22 | 11.16 | 11.306 | 1.1306 | 1.278256 | 30 | 2 | 2 | 10 | 10.28 | 10.38 | 10.29 | 10.37 | 10.31 | 10.326 | 1.0326 | 1.066263 | 37 | 3 | 3 | 10 | 9.6 | 9.66 | 9.65 | 9.65 | 9.69 | 9.65 | 0.965 | 0.931225 | 42 | 4 | 4 | 10 | 9.12 | 9.12 | 9.11 | 9.13 | 9.1 | 9.116 | 0.9116 | 0.831015 | 47 | 5 | 5 | 10 | 8.4 | 8.25 | 8.41 | 8.31 | 8.25 | 8.324 | 0.8324 | 0.69289 | 56 | 6 | 6 | 10 | 7.94 | 7.94 | 7.91 | 7.91 | 7.93 | 7.926 | 0.7926 | 0.628215 | 62 | 7 | 7 | 10 | 7.62 | 7.66 | 7.5 | 7.56 | 7.6 | 7.588 | 0.7588 | 0.575777 | 68 | 8 | 8 | 10 | 7.4 | 7.28 | 7.22 | 7.34 | 7.29 | 7.306 | 0.7306 | 0.533776 | 73 | 9 | 9 | 10 | 7 | 6.96 | 7.06 | 7.06 | 7.03 | 7.022 | 0.7022 | 0.493085 | 80 | 10 | 10 | 10 | 6.84 | 6.88 | 6.84 | 6.87 | 6.81 | 6.848 | 0.6848 | 0.468951 | 84 | 11 | 11 | 10 | 6.68 | 6.59 | 6.63 | 6.65 | 6.62 | 6.634 | 0.6634 | 0.4401 | 89 | 12 | 12 | 10 | 6.4 | 6.4 | 6.5 | 6.28 | 6.38 | 6.392 | 0.6392 | 0.408577 | 96 | 13 | 13 | 10 | 6.25 | 6.25 | 6.25 | 6.22 | 6.22 | 6.238 | 0.6238 | 0.389126 | 101 | 14 | 14 | 10 | 6.12 | 6.13 | 6.13 | 6.15 | 6.16 | 6.138 | 0.6138 | 0.37675 | 104 | 15 | 15 | 10 | 6.97 | 5.9 | 5.94 | 5.93 | 5.91 | 6.13 | 0.613 | 0.375769 | 105 | <p>1,80p</p> <p>1,80p</p> |
| Nr. Crt. | volum apa | | | | nr oscil | timp măsurătoare | | | | | | | | medie timp măsurat (s) | perioadă T (s) | T ² | 4π ² /T ² | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | 1 | 2 | 3 | | 4 | 5 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 0 | 0 | 10 | 12.84 | 12.75 | 12.88 | 12.63 | 12.72 | 12.764 | 1.2764 | 1.629197 | 24 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1 | 1 | 10 | 11.34 | 11.37 | 11.44 | 11.22 | 11.16 | 11.306 | 1.1306 | 1.278256 | 30 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2 | 2 | 10 | 10.28 | 10.38 | 10.29 | 10.37 | 10.31 | 10.326 | 1.0326 | 1.066263 | 37 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 3 | 3 | 10 | 9.6 | 9.66 | 9.65 | 9.65 | 9.69 | 9.65 | 0.965 | 0.931225 | 42 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 4 | 4 | 10 | 9.12 | 9.12 | 9.11 | 9.13 | 9.1 | 9.116 | 0.9116 | 0.831015 | 47 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 5 | 5 | 10 | 8.4 | 8.25 | 8.41 | 8.31 | 8.25 | 8.324 | 0.8324 | 0.69289 | 56 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 6 | 6 | 10 | 7.94 | 7.94 | 7.91 | 7.91 | 7.93 | 7.926 | 0.7926 | 0.628215 | 62 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 7 | 7 | 10 | 7.62 | 7.66 | 7.5 | 7.56 | 7.6 | 7.588 | 0.7588 | 0.575777 | 68 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 8 | 8 | 10 | 7.4 | 7.28 | 7.22 | 7.34 | 7.29 | 7.306 | 0.7306 | 0.533776 | 73 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 9 | 9 | 10 | 7 | 6.96 | 7.06 | 7.06 | 7.03 | 7.022 | 0.7022 | 0.493085 | 80 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 10 | 10 | 10 | 6.84 | 6.88 | 6.84 | 6.87 | 6.81 | 6.848 | 0.6848 | 0.468951 | 84 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 11 | 11 | 10 | 6.68 | 6.59 | 6.63 | 6.65 | 6.62 | 6.634 | 0.6634 | 0.4401 | 89 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 12 | 12 | 10 | 6.4 | 6.4 | 6.5 | 6.28 | 6.38 | 6.392 | 0.6392 | 0.408577 | 96 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 13 | 13 | 10 | 6.25 | 6.25 | 6.25 | 6.22 | 6.22 | 6.238 | 0.6238 | 0.389126 | 101 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 14 | 14 | 10 | 6.12 | 6.13 | 6.13 | 6.15 | 6.16 | 6.138 | 0.6138 | 0.37675 | 104 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 15 | 15 | 10 | 6.97 | 5.9 | 5.94 | 5.93 | 5.91 | 6.13 | 0.613 | 0.375769 | 105 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <p>Nr. item</p> | <p><i>Sarcina de lucru nr. 3 – Prelucrarea datelor experimentale</i></p> | <p>Punctaj</p> | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <p>3.a.</p> | <p>Pentru:</p> <ul style="list-style-type: none"> $\left(\frac{2\pi}{T_{oscil}} \right)^2 = \frac{g}{L} \cdot \frac{p \cdot r}{q \cdot \left(\frac{r}{2} + 2p \right) \cdot \eta \cdot N} \cdot k + \frac{g}{L} \cdot \frac{(r+2p)}{\left(\frac{r}{2} + 2p \right)}$ | <p>1,80p</p> <p>0,50p</p> | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

$$\left(\frac{2\pi}{T_{oscil}}\right)^2 = A \cdot k + B$$

$$A = \frac{g}{L} \cdot \frac{p \cdot r}{q \cdot \left(\frac{r}{2} + 2p\right)} \cdot \eta \cdot N$$

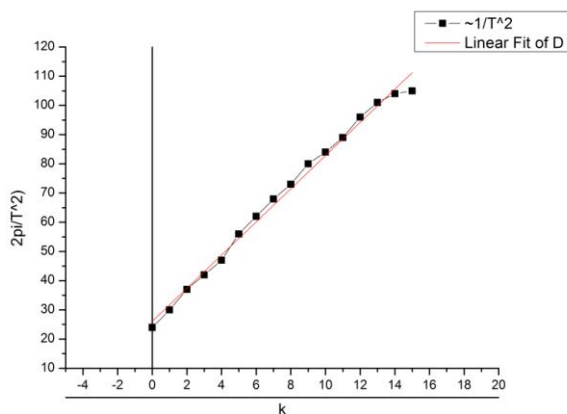
$$B = \frac{g}{L} \cdot \frac{(r + 2p)}{\left(\frac{r}{2} + 2p\right)}$$

0,20p

| k | $\frac{4\pi^2}{T^2} (s^{-2})$ |
|-----|-------------------------------|
| 0 | 24 |
| 1 | 30 |
| 2 | 37 |
| 3 | 42 |
| 4 | 47 |
| 5 | 56 |
| 6 | 62 |
| 7 | 68 |
| 8 | 73 |
| 9 | 80 |
| 10 | 84 |
| 11 | 89 |
| 12 | 96 |
| 13 | 101 |
| 14 | 104 |
| 15 | 105 |

reprezentare grafică $\left(\frac{2\pi}{T_{oscil}}\right)^2 = f(k)$

1,10p



$$A = 5,67 s^{-2} \quad B = 26 s^{-2}$$

| | | | |
|-------------------------|---------------------|----------|----------------|
| Equation | $y = a + b \cdot x$ | | |
| Weight | No Weighting | | |
| Residual Sum of Squares | 80,16176 | | |
| Adj. R-Square | 0,99222 | | |
| | | Value | Standard Error |
| D | Intercept | 26,05147 | 1,14243 |
| | Slope | 5,67647 | 0,12977 |

| | | |
|--------------------|--|---|
| <p>3.b.</p> | <p>Pentru:</p> $L = \frac{g}{B} \cdot \frac{(r + 2p)}{\left(\frac{r}{2} + 2p\right)}$ <p>valoarea în metri a lungimii L a firului de suspensie</p> $\left\{ \begin{array}{l} L = \frac{(9,8 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2})}{(26 \text{ s}^{-2})} \cdot \frac{(0,070 + 0,46) \text{ u.a.}}{(0,035 + 0,46) \text{ u.a.}} \\ L = 0,42 \text{ m} \\ L = 4,2 \cdot 10^{-1} \text{ m} \end{array} \right.$ <p>factorul de scală</p> $\left\{ \begin{array}{l} f = \frac{(0,42 \text{ m}) \cdot (1 \text{ u.a.})}{440 \text{ u.a.}} \\ f = 0,96 \cdot 10^{-3} \text{ m/a.u.} \end{array} \right.$ $\left\{ \begin{array}{l} a = 0,32 \cdot (0,96 \text{ m}) \\ a = 3,1 \cdot 10^{-2} \text{ m} \end{array} \right.$ $\left\{ \begin{array}{l} b = 100 \cdot 0,96 \times 10^{-3} \text{ m} \\ b = 96 \text{ mm} \\ b = 9,6 \cdot 10^{-2} \text{ m} \end{array} \right.$ $\left\{ \begin{array}{l} t = 0,3 \cdot 0,96 \times 10^{-3} \text{ m} \\ t = 2,9 \cdot 10^{-4} \text{ m} \end{array} \right.$ | <p>0,50p</p> <p>0,20p</p> <p>0,30p</p> |
| <p>3.c.</p> | <p>Pentru:</p> $\eta = \frac{B}{A} \cdot \frac{\rho \cdot r}{(r + 2p)} \cdot \frac{1}{N \cdot q}$ $\eta = 6,9$ <p>masa materialului cutiei $m = \pi \cdot L^3 \cdot \rho_0 \cdot r \cdot q \cdot \eta \cdot (r + 2p)$</p> $\left\{ \begin{array}{l} m = 48 \text{ g} \\ m = 4,8 \cdot 10^{-2} \text{ kg} \end{array} \right.$ | <p>0,20p</p> <p>0,10p</p> <p>0,10p</p> |
| <p>3.d.</p> | <p>Pentru:</p> <p>densitatea materialului cutiei $\rho = \eta \cdot \rho_0$</p> $\rho = 6,9 \cdot 10^3 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}$ <p>volumul elementar al seringii $v = \frac{\pi \cdot r^2 \cdot p}{N} \cdot L^3$</p> $v = 1,1 \cdot 10^{-5} \text{ m}^3$ | <p>0,20p</p> <p>0,10p</p> <p>0,10p</p> |

| | | |
|--|---|---|
| <p>3.e.</p> | <p>Pentru:</p> <p>scrierea erorilor pentru măsurarea lungimii în unități arbitrare și a timpului cu cronometrul</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ <i>Observații: În scrierea erorilor pentru măsurarea lungimii în unități arbitrare se acceptă răspunsuri de tipul $0,2 \text{ u.a.} \div 0,5 \text{ u.a.}$ Eroarea la măsurarea timpului depinde de tipul de cronometru folosit. Se vor admite abateri ale datelor cu 10%.</i> <p>Justificarea pe scurt a răspunsului:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ <i>Exemplu de răspuns: Eroarea crește cu creșterea cantității de apă, mai ales datorită creșterii momentului de inerție, deoarece apa nu este lichid ideal.</i> | <p>0,30p</p> <p>0,20p</p> <p>0,10p</p> |
| <p><i>Punctaj total - Problema experimentală nr. 1</i></p> | | <p>10p</p> |

© *Barem de evaluare și de notare propus de:*

Prof. Dr. Delia DAVIDESCU

Conf. Univ. Dr. Adrian DAFINEI

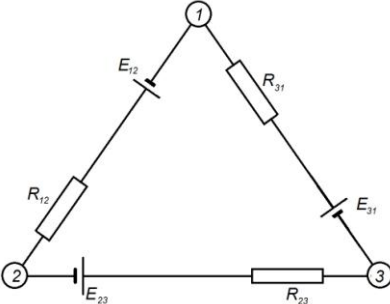
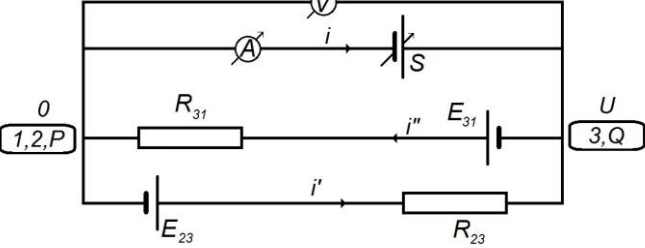
Barem de evaluare și de notare
Se punctează oricare altă modalitate de rezolvare corectă a problemei

Problema experimentală nr. 2 – Cutie neagră electrică

| Nr. item | Sarcina de lucru nr. 1 | Punctaj |
|----------|---|---------|
| 1.a. | <p>Pentru:</p> <p>trasarea caracteristicii curent-tensiune, corespunzătoare datelor din tabelul 1</p> <div style="text-align: center;"> </div> <p style="text-align: right;">0,70p</p> <p>Observații:</p> <ul style="list-style-type: none"> - se acordă câte 0,10p pentru indicarea mărimii și a unității de măsură corespunzătoare fiecăreia dintre axele de coordonate; - se acordă 0,50p pentru marcarea corectă pe grafic a punctelor corespunzătoare setului de date experimentale din tabelul 1. | 070p |
| 1.b. | <p>Pentru:</p> <p>determinarea valorilor pentru intersecția cu axele de coordonate a caracteristicii curent-tensiune și pentru panta graficului, corespunzător datelor din tabelul 1</p> <p>▪ $\begin{cases} (0, I_{sc,12}) \equiv (0, 4) \\ (U_{cd,12}, 0) \equiv \left(-\frac{40}{7}, 0\right) \end{cases} \quad \text{și} \quad m_{12} = 0,7 \Omega^{-1}$</p> <p style="text-align: right;">0,30p</p> | 0,30p |

| | | |
|--------------------|---|---------------------|
| <p>1.c.</p> | <p>Pentru:</p> <p>trasarea caracteristicii curent-tensiune, corespunzătoare datelor din tabelul 2</p> <p style="text-align: right;">0,70p</p> <p><i>Observații:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - se acordă câte 0,10p pentru indicarea mărimii și a unității de măsură corespunzătoare fiecăreia dintre axele de coordonate; - se acordă 0,50p pentru marcarea corectă pe grafic a punctelor corespunzătoare setului de date experimentale din tabelul 2. | <p>0,70p</p> |
| <p>1.d.</p> | <p>Pentru:</p> <p>determinarea valorilor pentru intersecția cu axele de coordonate a caracteristicii curent-tensiune și pentru panta graficului, corespunzător datelor din tabelul 2</p> <p>▪ $\begin{cases} (0, I_{sc,23}) \equiv (0, -5,2) \\ (U_{cd,23}, 0) \equiv (\frac{26}{3}, 0) \end{cases}$ și $m_{23} = \frac{12}{20} \Omega^{-1}$</p> <p style="text-align: right;">0,30p</p> | <p>0,30p</p> |
| <p>1.e.</p> | <p>Pentru:</p> <p>trasarea caracteristicii curent-tensiune, corespunzătoare datelor din tabelul 3</p> <p style="text-align: right;">0,70p</p> <p><i>Observații:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - se acordă câte 0,10p pentru indicarea mărimii și a unității de măsură corespunzătoare fiecăreia dintre axele de coordonate; - se acordă 0,50p pentru marcarea corectă pe grafic a punctelor | <p>0,70p</p> |

corespunzătoare setului de date experimentale din tabelul 3.

| 1.f. | Pentru: | 0,30p | |
|----------|--|-------|---------|
| | <p>determinarea valorilor pentru intersecția cu axele de coordonate a caracteristicii curent-tensiune și pentru panta graficului, corespunzător datelor din tabelul 3</p> <ul style="list-style-type: none"> $\begin{cases} (0, I_{sc,31}) \equiv (0, 1,2) \\ (U_{cd,31}, 0) \equiv (-4, 0) \end{cases} \quad \text{și} \quad m_{31} = 0,3\Omega^{-1}$ | 0,30p | |
| Nr. item | <i>Sarcina de lucru nr. 2</i> | | Punctaj |
| 2.a. | Pentru: | 4,60p | |
| | <p>schema unui circuit triunghi echivalent cu cutia neagră</p>  | 0,40p | |
| | <p>schema echivalentă a circuitului, pentru primul set de măsurări, în cursul cărora sunt legate împreună bornele 1, 2, P și respectiv 3, Q</p>  | 0,40p | |
| | <p>expresia caracteristicii curent-tensiune a cutiei negre pentru legarea (1,2,P), (3,Q)</p> | | |
| | $i = U \cdot \left(\frac{1}{R_{23}} + \frac{1}{R_{31}} \right) + \left(-\frac{E_{23}}{R_{23}} + \frac{E_{31}}{R_{31}} \right)$ | 0,40p | |
| | <p>expresia pantei $m_{12} = \frac{1}{R_{23}} + \frac{1}{R_{31}}$</p> | | |
| | <p>expresia intercepției $n_{12} = -\frac{E_{23}}{R_{23}} + \frac{E_{31}}{R_{31}}$</p> | | |

| | | |
|--|--|-------|
| | <p>expresiile pentru intersecțiile cu axele de coordonate</p> $\left\{ \begin{array}{l} I_{sc,12} = -\frac{E_{23}}{R_{23}} + \frac{E_{31}}{R_{31}} \\ U_{cd,12} = \frac{\frac{E_{23}}{R_{23}} - \frac{E_{31}}{R_{31}}}{\frac{1}{R_{23}} + \frac{1}{R_{31}}} \end{array} \right.$ | 0,40p |
|--|--|-------|

| | | |
|--|--|-------|
| | <p>expresia caracteristicii curent-tensiune a cutiei negre, pentru legarea (2,3,P), (1,Q)</p> $i = U \cdot \left(\frac{1}{R_{31}} + \frac{1}{R_{12}} \right) + \left(-\frac{E_{31}}{R_{31}} + \frac{E_{12}}{R_{12}} \right)$ <p>expresia pantei $m_{23} = \frac{1}{R_{31}} + \frac{1}{R_{12}}$</p> <p>expresia interceptiei $n_{23} = -\frac{E_{31}}{R_{31}} + \frac{E_{12}}{R_{12}}$</p> <p>expresiile pentru intersecțiile cu axele de coordonate</p> $\left\{ \begin{array}{l} I_{sc,23} = -\frac{E_{31}}{R_{31}} + \frac{E_{12}}{R_{12}} \\ U_{cd,23} = \frac{\frac{E_{31}}{R_{31}} - \frac{E_{12}}{R_{12}}}{\frac{1}{R_{31}} + \frac{1}{R_{12}}} \end{array} \right.$ | 0,40p |
| | <p>expresia caracteristicii curent-tensiune a cutiei negre, pentru legarea (3,1,P), (2,Q)</p> $i = U \cdot \left(\frac{1}{R_{12}} + \frac{1}{R_{23}} \right) + \left(-\frac{E_{12}}{R_{12}} + \frac{E_{23}}{R_{23}} \right)$ <p>expresia pantei $m_{31} = \frac{1}{R_{12}} + \frac{1}{R_{23}}$</p> <p>expresia interceptiei $n_{31} = -\frac{E_{12}}{R_{12}} + \frac{E_{23}}{R_{23}}$</p> <p>expresiile pentru intersecțiile cu axele de coordonate</p> $\left\{ \begin{array}{l} I_{sc,31} = -\frac{E_{12}}{R_{12}} + \frac{E_{23}}{R_{23}} \\ U_{cd,31} = \frac{\frac{E_{12}}{R_{12}} - \frac{E_{23}}{R_{23}}}{\frac{1}{R_{12}} + \frac{1}{R_{23}}} \end{array} \right.$ | 0,40p |

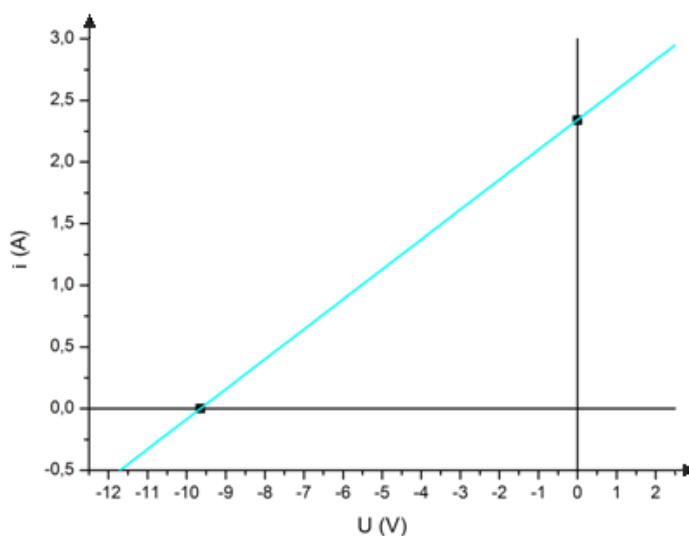
| | | |
|--|--|-------|
| | <p>determinarea valorilor rezistențelor electrice și ale tensiunilor electromotoare ale surselor, care formează circuitul electric</p> <p>$R_{12} = 10\Omega$</p> <p>$R_{23} = 5\Omega$</p> <p>▪ $R_{31} = 2\Omega$</p> <p>$E_{31} = 10V$</p> <p>$E_{23} = 5V$</p> <p>$E_{12} = -2V$</p> | 1,40p |
|--|--|-------|

| | | |
|------|--|-------|
| 2.b. | <p>Pentru:</p> <p>desenarea schemei circuitului electric echivalent, cu indicarea valorilor elementelor constitutive</p> | 0,40p |
| | | 0,40p |

| | | |
|----------|-------------------------------|---------|
| Nr. item | Sarcina de lucru nr. 3 | Punctaj |
|----------|-------------------------------|---------|

| | | |
|------|--|-------|
| 3.a. | <p>Pentru:</p> <p>schema echivalentă a circuitului realizat prin legarea (1,P) și (2,Q)</p> | 2,00p |
| | | 1,00p |
| | <p>determinarea dependenței curent – tensiune pentru circuitul specificat</p> $i = \frac{17}{70} U + \frac{164}{70}$ | |

trasarea graficului pentru dependența curent-tensiune, în cazul în care terminalele P și Q se leagă respectiv la terminalele 1 și 2



0,60p

valoarea intensității curentului electric de scurtcircuit $i_{sc} = \frac{164}{70} A$

0,40p

valoarea tensiunii de circuit deschis $U_{cd} = -\frac{164}{17} V$

Punctaj total - Problema experimentală nr. 2

10p

© *Barem de evaluare și de notare propus de:*

Prof. Dr. Delia DAVIDESCU

Conf. Univ. Dr. Adrian DAFINEI