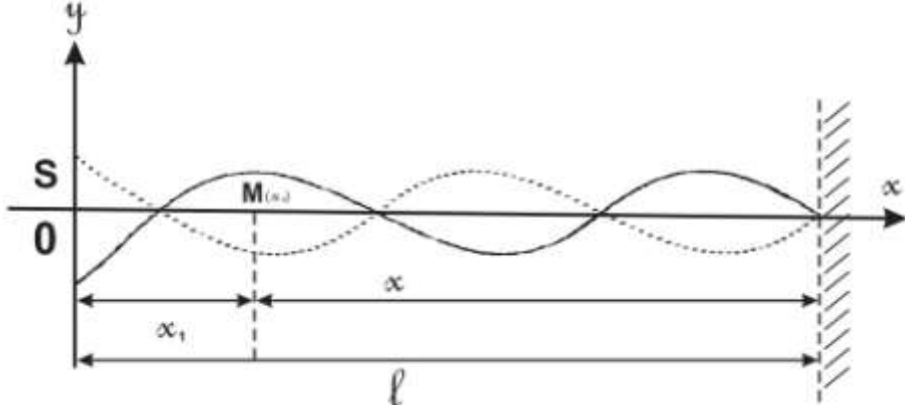
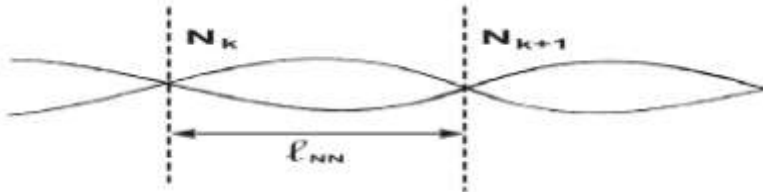
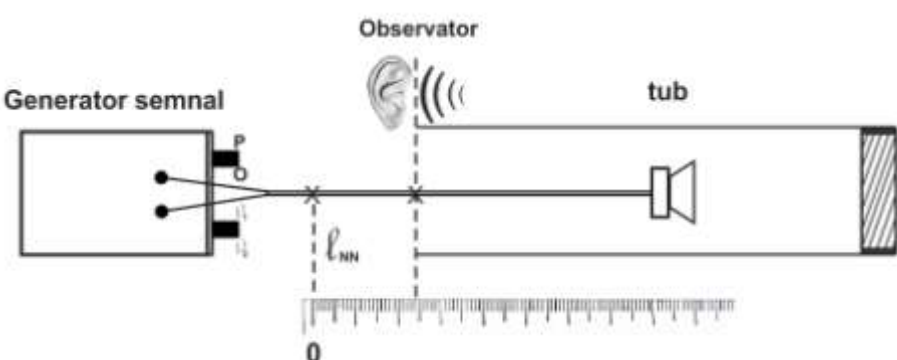


Grila de evaluare și de notare

Orice altă rezolvare care conduce la rezultate corecte se va puncta corespunzător

Nr. item	Subiectul 1: <i>Determinarea lungimii de undă și a frecvenței unei surse sonore prin metoda undelor staționare</i>	Punctaj
1	Pentru: Justificarea demersului experimental : <ul style="list-style-type: none"> • Precizarea modalității formării undelor staționare (reflexia unei directe, defazarea ei cu π rad –echivalentă cu diferență de drum $\lambda/2$, urmată de interferența unei directe cu unda reflectate) 	1p
	<ul style="list-style-type: none"> • Scrierea ecuației și schițarea grafică a undelor ce se suprapun în punctul M de coordonată x_1 față de sursa S : $y_{incident} = A \sin 2 \pi \left(\frac{t}{T} - \frac{x_1}{\lambda} \right)$ respectiv $y_{reflectat} = A \sin 2 \pi \left(\frac{t}{T} - \frac{\ell + x + \lambda/2}{\lambda} \right)$ <p>de peretele rigid aflat la distanța ℓ față de sursă</p>	1p
	 <ul style="list-style-type: none"> • Precizarea faptului că diferența de fază dintre cele două unde este constantă în timp (undele provin de la aceeași sursă) conform principiului superpoziției, unda rezultantă trebuie să fie o undă staționară (poziția maximelor și a minimelor de interferență nu se modifică în timp) 	1p
	$\vec{y}_M = \vec{y}_i + \vec{y}_r$ <p>Adică $\vec{y}_M = A \sin 2 \pi \left(\frac{t}{T} - \frac{x_1}{\lambda} \right) + A \sin 2 \pi \left(\frac{t}{T} - \frac{\ell + x + \lambda/2}{\lambda} \right)$</p> <p>Utilizând $\sin \alpha \pm \sin \beta = 2 \sin \frac{1}{2}(\alpha \pm \beta) \cos \frac{1}{2}(\alpha \mp \beta)$</p> <p>Se obține $\vec{y}_M = 2A \cos 2 \pi \left(\frac{\ell + x + \lambda/2 - x_1}{2\lambda} \right) \sin 2 \pi \left(\frac{t}{T} - \frac{2\ell + \lambda}{2\lambda} \right)$</p> <p>Unde $x + \ell - \lambda/2 - x_1 = 2x + \lambda/2 = \delta$ reprezintă diferența de drum parcurs de unda directă și cea reflectată, până la suprapunere în punctul M.</p>	1p

	<p>Deci amplitudinea undei sonore se modifică periodic în lungul tubului.</p> <p>Faptul este ușor sesizabil cu urechea, ascultând la capătul deschis al tubului în timp ce deplasăm lent sursa sonoră (difuzorul legat prin firele de conexiune cu generatorul de semnal) în interiorul tubului.</p> <p>Punctele pentru care amplitudinea undei staționare este maximă ("ventre") îndeplinesc condiția :</p> $\cos 2 \pi \left(\frac{2x + \frac{\lambda}{2}}{2\lambda} \right) = \pm 1$ <p>adică</p> $2 \pi \left(\frac{2x + \frac{\lambda}{2}}{2\lambda} \right) = k\pi$ <p>De aici rezultă coordonatele maximelor (ventrelor) :</p> $X_{\max} = (2k-1) \frac{\lambda}{4} \text{ unde } k=1,2,3,\dots$	1p
	<p>Minimele de interferență ("nodurile"), notate mai jos cu N apar la anularea reciprocă a undei directe și a celei reflectate . Ele se obțin din condiția :</p> $2 \pi \left(\frac{2x + \frac{\lambda}{2}}{2\lambda} \right) = (2k + 1) \frac{\pi}{2}$ <p>În punctele de coordonate</p> $X_{\min} = 2k \frac{\lambda}{4} \text{ unde } k=0,1,2,3,\dots$	1p
2.	<p>Distanța între un nod și un ventru va fi :</p> $X_{\min} - X_{\max} = 2k \frac{\lambda}{4} - (2k-1) \frac{\lambda}{4} = \frac{\lambda}{4}$	1p
	<p>În mediu mai zgomotos sunt mai evidente pozițiile minimelor, deci experimental va fi mai ușor de măsurat distanța dintre două minime succesive.</p>  <p>$X_{\max k+1} - X_{\max k} = \frac{\lambda}{2} = l_{NN}$ denumită și lungimea "fusului", după aspectul formațiunii pe coarda vibrantă.</p>	1p
	<p>Deci formula de lucru solicitată candidaților este :</p> $\lambda_i = 2 l_{NN i}$ unde i reprezintă numărul de ordine al măsurătorii. <p>Având în vedere viteza de propagare a undei, lungimea de undă va avea expresia :</p> $\lambda = v_{\text{propagare}} \cdot T_{\text{oscilație}} = \frac{v_{\text{sunet}}}{v_{\text{osc}}}$ <p>obținem expresia frecvenței $\nu_i = \frac{v}{2 l_{NN i}}$ unde i reprezintă numărul de ordine al măsurătorii, i=1,2,3 la fiecare din pozițiile comutatorului de alegere a frecvenței oscilatorului (ν_1 respectiv ν_2)</p>	1p
3	<p>Schița montajului folosit:</p>	1,5p

	 <p>Descrierea corectă a modului de lucru:</p> <p>Observație: Eroarea de măsurare a lungimii unui fus este minimă dacă se marchează pozițiile minimelor sonore prin îndoirea succesivă a firului de conectare a difuzorului pe marginea tubului, la capătul deschis, în timp ce difuzorul se scoate lent din tub.</p>	1,5p
4 a	Completarea tabelor cu valorile numerice ale mărimilor măsurate	1p
4 b	Calculul mărimilor cerute ($\lambda_1 \approx 0.92\text{m}$, $\lambda_2 \approx 0.54\text{m}$ iar $v_1 \approx 362\text{Hz}$, $v_2 \approx 630\text{Hz}$)	2p
4 c	(Pot apărea mici abateri valorice, <u>acceptabile</u> , datorate particularităților elementelor de circuit ale oscilatorului !)	1p
	<p>Calculul erorilor (pentru câte 3 măsurători , pentru fiecare din cele două frecvențe de lucru ale generatorului)</p> <p>unde :</p> $\bar{\lambda} = \frac{\lambda_1 + \lambda_2 + \dots + \lambda_i}{i} \quad \text{iar} \quad \bar{v} = \frac{v_1 + v_2 + \dots + v_i}{i}$ <p>Iar $\varepsilon_i = \lambda_i - \bar{\lambda}$ și $\varepsilon'_i = v_i - \bar{v}$</p> $\bar{\varepsilon} = \frac{ \varepsilon_1 + \varepsilon_2 + \dots + \varepsilon_i }{i}$ $\bar{\varepsilon}_r = \frac{\bar{\varepsilon}}{\bar{\lambda}} \cdot 100 (\%) \quad \text{iar} \quad \bar{\varepsilon}'_r = \frac{\bar{\varepsilon}'}{\bar{v}} \cdot 100 (\%)$ $\varepsilon_{r \max} = \frac{\text{Valoarea unei diviziuni (UM folosită)}}{\text{Valoarea cea mai mică (dintre cele măsurate cu acel instrument)}} \cdot 100 (\%)$	
5	<p>Concluzii finale :</p> <p>a) precizia determinărilor experimentale</p> <p>b) menționarea surselor reprezentative de erori</p> <p>c) modalități de reducere a erorilor</p>	<p>0.50p</p> <p>0.750p</p> <p>0.75p</p>
6	Punctaj din oficiu	1p
	<i>Subiectul 2 : Determinarea rezistenței electrice R , a impedanței Z și a inductanței L a oscilatorului sonor folosit în determinările de la subiectul 1.</i>	
1	<ul style="list-style-type: none"> Justificarea teoretică a demersului experimental propus Multimetru folosit ca ohmetru permite măsurarea directă a rezistenței ohmice R a difuzorului , în Ω 	1p
	<ul style="list-style-type: none"> Legea lui Ohm în curent alternativ conduce la expresia impedanței difuzorului $Z = \frac{U_{ca}}{I_{ca}}$	2p



	<ul style="list-style-type: none">Cu multimetrul conectat ca voltmetru în paralel la bornele difuzorului se măsoară tensiunile în cazul ambelor frecvențe ale generatorului de semnalCu multimetrul conectat ca ampermetru se va determina intensitatea curentului , de asemenea pentru ambele frecvențe de lucru ale generatorului de semnalCalculul impedanței $Z = \frac{U_{borne}(V_{ca})}{I_{circuit}(A_{ca})}$ (Ω)	
	<ul style="list-style-type: none">Considerând semnalul electric sinusoidal, iar circuitul oscilatorului ca fiind necapacitiv ($X_C \rightarrow 0$), din expresia impedanței pentru circuitul RL serie $Z = \sqrt{R^2 + X_L^2} = \sqrt{R^2 + \omega^2 L^2} = \sqrt{R^2 + 4\pi^2 \nu^2 L^2}$Deci inductanța oscilatorului are expresia :$L = \frac{1}{2\pi\nu} \sqrt{Z^2 - R^2}$Impedanța și inductanța oscilatorului depind de frecvența semnalului	2p 1p
2	<ul style="list-style-type: none">Folosind cele doua valori medii $\bar{\nu}_1$ și $\bar{\nu}_2$ anterior determinate , rezultă formulele de lucru pentru impedanța Z_i și inductanța L_i ale oscilatorului :$Z = \frac{U_{bi}}{I_i}$ și $L_i = \frac{1}{2\pi\nu} \sqrt{\frac{U_{bi}^2}{I_i^2} - R_i^2} \cdot 1000$ (mH) la $i=1,2,3$ măsurători.Analiza dependența de frecvență a impedanței și inductanței oscilatorului.	3p 1p
3	Schița montajului folosit	1p
	Descrierea corectă a modului de lucru	2p
4a	Completarea tabelului cu valorile măsurate	1p
4b	Completarea tabelului cu mărimile calculate ($R \approx 25-26\Omega$; $Z \approx 27-29 \Omega$; $L \approx 1.5-2.2$ mH) Pot apărea mici abateri valorice, <u>acceptabile</u> , datorate particularităților elementelor de circuit ale oscilatorului !)	2p
4c	Calculul corect al erorilor	1p
5	Concluzii finale :	
	a) precizia determinărilor experimentale	0,5p
	b) menționarea surselor reprezentative de erori	0,75p
	c) modalități de reducere a erorilor	0,75p
6	Punctaj din oficiu	1p

Punctaj final proba practică: media aritmetică a punctajelor obținute la subiectul 1 și la subiectul 2:

$$P = \frac{P_{sub1} + P_{sub2}}{2}$$

Subiecte propuse de :
prof. Ionuțiu Stelian –Grupul Școlar „Iuliu Maniu” Arad
prof. Berta Carol –Grupul Școlar „Iuliu Maniu” Arad