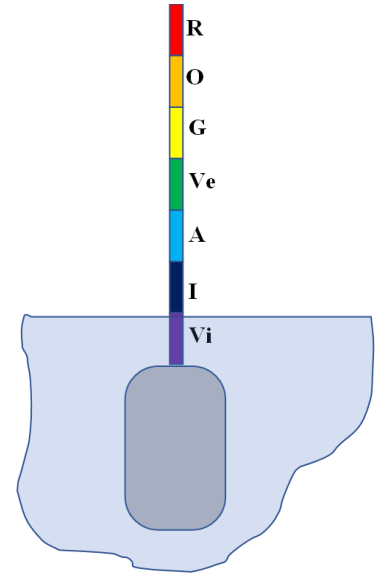


Subiectul 1 (10 puncte): Apa termală și rândunica!

La băile "Felix" sunt mai multe bazine cu apă geotermală, având compoziție chimică benefică. Elevii de la cercul STEaM din Oradea, au decis să ajute turiștii să identifice temperatura apei din bazine. Au proiectat "termometre" originale care să indice temperatura, utilizând culori diferite, astfel încât indicațiile termometrelor să fie vizibile de la distanță. Un astfel de termometru este un uriaș *densimetru cu volum constant*. "Termometrul" este constituit dintr-un recipient care plutește în imersiune în apa bazinului, de care este sudată o tijă cilindrică verticală, de lungime $l = 1$ m, împărțită în sectoare de egală înălțime, vopsite în culorile curcubeului, ca în figura alăturată. Baza fiecărui sector colorat indică o anumită temperatură. Experiența îndelungată a arătat că temperatura minimă atinsă în apele termale, indiferent de bazin, este $t_{Vi} = 22$ °C, iar cea mai mare este t_R . Consideră că raportul dintre volumul recipientului și aria secțiunii transversale a tijei cilindrice este $\frac{V}{S} = 238$ unități SI, coeficientul de dilatare în volum a apei termale are valoarea $\gamma = 3 \cdot 10^{-4} \text{ K}^{-1}$, iar înălțimea tijei aflată deasupra nivelului apei este h .



a) Dedu expresia lui h în funcție de temperatura t a apei dintr-un bazin, și trasează graficul $h(t)$ pentru valori ale temperaturii $t \geq 20$ °C, evidențiind coordonatele corespunzătoare stării celei mai reci a apei.

b) Scrie expresia temperaturii în funcție de h și determină t_R (temperatura apei când din apă iese doar segmentul colorat în roșu).

c) Deasupra fiecărui bazin se află câte un difuzor care emite impulsuri sonore de scurtă durată, atunci când apa din bazin este împrospătată. În timpul unei astfel de atenționări, o rândunică zboară pe deasupra difuzorului cu viteza $v = 20 \frac{\text{m}}{\text{s}}$. Consideră că succesiunea semnalelor se face de fiecare dată după o perioadă de timp $T = 0,2$ s, iar viteza sunetului în aer are valoarea $c = 340 \frac{\text{m}}{\text{s}}$. Când rândunica se apropie de difuzor, recepționează impulsurile cu o anumită frecvență f_a , iar când se îndepărtează, cu o altă frecvență f_d .

Determină diferența $\Delta f = f_a - f_d$ dintre frecvențele de repetiție a semnalelor recepționate de rândunică în cele două cazuri, precum și valoarea ei numerică.

Indicație. Dacă consideri necesar, poți utiliza expresia matematică pentru legea dilatării în volum:

$V = V_0(1 + \gamma \cdot t)$, unde V_0 reprezintă volumul la temperatura $t_0 = 0$ °C, iar V reprezintă volumul la temperatura t , măsurată în grade Celsius.

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 cerințele în orice ordine.
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 notează de la 10 la 0 (fără punct din oficiu). Punctajul final este suma acestora.

Subiectul 2 (10 puncte): O călătorie către centrul Pământului!

În zona versantului de sud-vest al Dealului Șomleu, în apropiere de comuna Sânmartin, se află *Peștera de la Betfia*. Intrarea principală este un aven (numit popular și "crater") cu adâncimea $h = 54$ m (fig. 2.1), care duce în Sala Mare a peșterii. Avenul oferă o experiență unică celor care se înarmează cu echipament, pregătire și curaj pentru a-l vizita. Un grup de elevi a coborât în crater, iar unul dintre ei a uitat un „Pentarez” pe care îl confecționase la cercul de fizică pentru studiul rețelelor electrice.

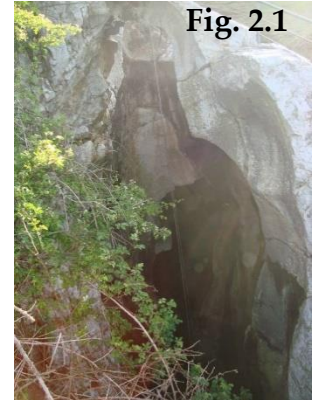


Fig. 2.1

a) Pentru a recupera și a aduce la suprafață „Pentarezul” aflat în Sala Mare a peșterii, un elev aflat la suprafață, a conectat un bec la bornele unui generator portabil cu tensiunea electrică $U = 24$ V, prin intermediul a două fire conductoare identice, cu aria secțiunii transversale $S = 0,43$ mm², iar de bec a atașat un cârlig. Știind că becul funcționează la puterea nominală $P = 25$ W și că randamentul electric este $\eta = 75\%$, determină rezistivitatea electrică și natura conductoarelor (utilizează tabelul de mai jos).

Materialul	Argint	Cupru	Aluminiu	Oțel	Nichelină
Rezistivitatea electrică ($\Omega \cdot m$)	$1,5 \cdot 10^{-8}$	$1,7 \cdot 10^{-8}$	$2,6 \cdot 10^{-8}$	$1,1 \cdot 10^{-7}$	$4,0 \cdot 10^{-7}$
Densitate ($g \cdot cm^{-3}$)	10,5	8,9	2,7	8,0	7,8

b) Un elev aflat la suprafață a coborât uniform becul cu cârlig, cu ajutorul firelor conductoare, a agățat „Pentarezul” cu ajutorul cârligului și apoi l-a ridicat uniform la suprafață. Calculează randamentul mecanic pentru acțiunea de recuperare a „Pentarezului” din Sala Mare a peșterii până la suprafață. Se cunoaște masa „Pentarezului” $m_p = 50$ g cât și masa becului cu cârlig $m = 20$ g, iar accelerația gravitațională poate fi considerată $g \cong 10$ m \cdot s⁻².

c) „Pentarezul” este construit din grupări paralele, identice, formate din rezistori cu rezistențe electrice diferite. Elevii au conectat în serie câte 5 rezistori identici, formând un contur pentagonal. Apoi, grupările serie de rezistori au fost legate între ele prin intermediul a 5 fire metalice de rezistențe neglijabile (fig. 2.2). Un elev a legat în paralel cu una dintre rezistențele „Pentarezului”, un rezistor diferit, de rezistență X . Având la dispoziție un ohmmetru, elevul a măsurat rezistența electrică între punctele A și B și a obținut valoarea $R_1 = 8$ Ω . Măsurând rezistența electrică între punctele B și C, C și D, D și E, cât și între E și A, elevul a obținut aceeași valoare $R_2 = 14$ Ω . Calculează valoarea rezistenței electrice a rezistorului diferit, X .

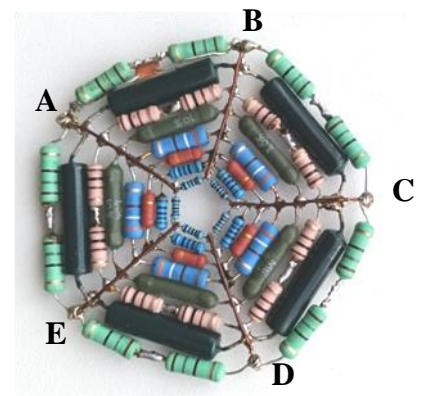


Fig. 2.2

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 cerințele în orice ordine.
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 notează de la 10 la 0 (fără punct din oficiu). Punctajul final este suma acestora.

Subiectul 3 (10 puncte): Cetatea pentagonală și circuite electrice!

Cetatea din Oradea este unul dintre cele mai însemnate monumente arhitectonice medievale târzii din Transilvania. Este locul în care istoria orașului se simte și se vede cel mai bine. Cetatea este deschisă din anul 2015 după restaurare și are forma unui pentagon.

a) Elevii unei clase a 8-a au proiectat un sistem de iluminare a cetății pentagonale de forma unei stele cu 5 colțuri (fig.3.1). În vârfurile stelei, elevii au conectat câte o baterie cu tensiunea electromotoare $E = 12\text{ V}$ și rezistența internă $r = 1\ \Omega$. Cele 10 becuri economice ale instalației de iluminat au fost plasate

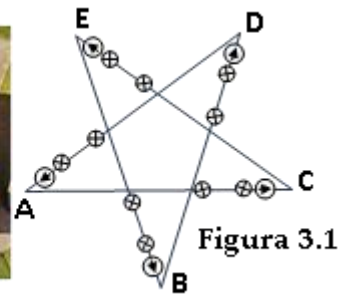
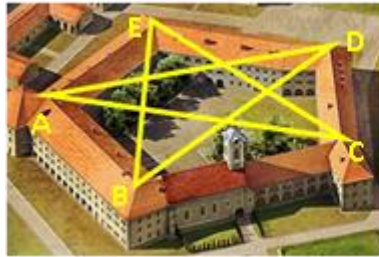


Figura 3.1

în apropiere de vârfurile stelei, în serie cu sursele, cât și în apropierea zonelor de suprapunere a firelor de legătură. Firele de legătură nu fac contact electric în zonele de suprapunere, iar pe o latură a stelei pot fi conectate doar două becuri. Fiecare bec are valoarea rezistenței electrice $R_{bec} = 25\ \Omega$, firele de legătură au o rezistență electrică pe unitatea de lungime $R_0 = 15\text{ m}\Omega/\text{m}$, iar fiecare latură a stelei are lungimea $l = 300\text{ m}$. Calculează intensitatea curentului electric prin sursa aflată în vârful C și tensiunea electrică dintre bornele pozitive ale surselor plasate în vârfurile alăturate ale stelei, A și B.

b) Căutând soluții cât mai economice pentru realizarea sistemului de iluminare, elevii au găsit în laboratorul de fizică o baterie pentru care parametrii de funcționare nu se disting. Pentru a determina acești parametri, elevii conectează la bornele bateriei un rezistor variabil și măsoară cu un ampermetru ideal intensitatea curentului prin rezistor pentru diferite valori ale rezistenței măsurate cu un ohmmetru. S-a obținut pentru puterea disipată de rezistor, în funcție de intensitatea curentului electric, graficul din figura 3.2. Determină tensiunea electromotoare și rezistența interioară a bateriei.

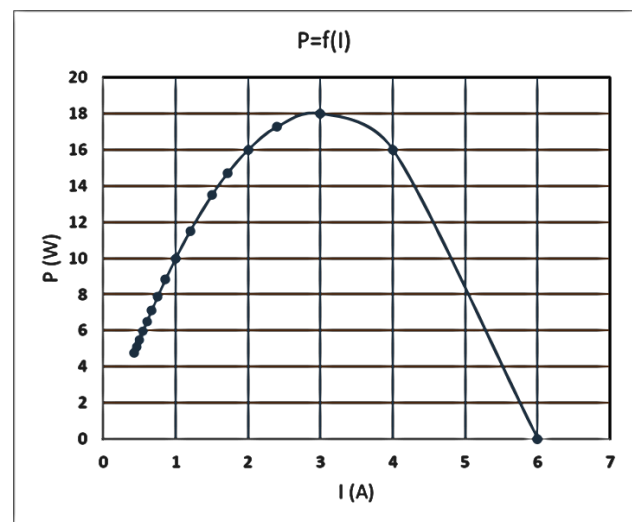
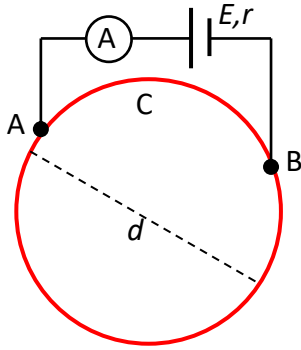


Fig.3.2

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 cerințele în orice ordine.
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 notează de la 10 la 0 (fără punct din oficiu). Punctajul final este suma acestora.

c) Profesorul conectează mai multe surse identice în paralel și măsoară intensitatea curentului pentru o valoare R a rezistenței rezistorului. Unul dintre elevi constată că dacă inversează polaritatea uneia dintre surse, intensitatea curentului prin rezistorul cu rezistența R , scade de 2 ori. Determină numărul surselor conectate în paralel.

**Fig. 3.3**

d) Un elev unește capetele unui conductor filiform cu secțiunea constantă, astfel încât realizează un inel cu diametrul $d = 40$ cm. Apoi, conectează bornele unei baterii între două puncte ale inelului, ca în figura 3.3. Calculează lungimea arcului de cerc ACB pentru ca intensitatea curentului prin sursă să fie minimă. Ampermetrul utilizat este considerat ideal.

Subiecte propuse de:

Prof. Corina DOBRESIU, Colegiul Național de Informatică „Tudor Vianu” – București,

Prof. Ion BĂRARU, Colegiul Național „Mircea cel Bătrân” – Constanța,

Prof. Florin MĂCEȘANU, Școala Gimnazială „Ștefan cel Mare” – Alexandria

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 cerințele în orice ordine.
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 notează de la 10 la 0 (fără punct din oficiu). Punctajul final este suma acestora.