

Se dau următoarele materiale:

- Baterie format 3R12 ($U = 4,5 \text{ V}$) (1 bucată)
- Conductor metallic de legătură cu mufe tip crocodil (8 bucăți cu rezistență electrică $R_f = 0,66 \Omega$)
- Mine de creion din grafit (4 bucăți)
- Riglă (1 bucată)
- Ampermetru (1 bucată)
- Voltmetru (1 bucată)
- Cronometru (1 bucată)
- Conductor din nichelină (1 bucată)
- Rezistori cu rezistențe electrice cunoscute R_C (6 bucăți marcate/etichetate cu rezistențe electrice între $2,0 \Omega$ și $3,3 \Omega$)
- Rezistor de protecție la supracurent ($R_0 = 220 \Omega$)
- Hârtie milimetrică (2 coli)

Atenție: Nu îți scrie numele pe foile de hârtie milimetrică! Acestea se vor preda împreună cu foile de concurs.

1. Rezistivitatea grafitului

Pentru a folosi un ampermetru într-un circuit electric aparatul se reglează inițial pe domeniul maxim de măsură pentru a preveni deteriorarea sa. În figura de mai jos este prezentat ampermetrul pe care sunt marcate cele două domenii (5 A și 200 mA) care vor fi utilizate.



Săgeata marcată cu 1 – borna COM – unde se introduce cablul de conexiune (sondă)

Săgeata marcată cu 2 – domeniul de 5 A – borna unde se introduce al doilea cablu de conexiune; selectorul circular se pune pe poziția marcată cu 2

Săgeata marcată cu 3 – domeniul de 200 mA – borna unde se introduce a 2-a sondă; selectorul circular se pune pe poziția marcată 3

Atenție: nu ai voie să dezlipești eticheta autocolantă de pe instrumentele de măsură

1. Durata probei este de 3 ore.
2. Elevii au dreptul să utilizeze calculatoare de buzunar, dar neprogramabile.
3. Punctajul acordat pentru rezolvarea cerințelor este de 100 puncte, din care 10 puncte sunt din oficiu.



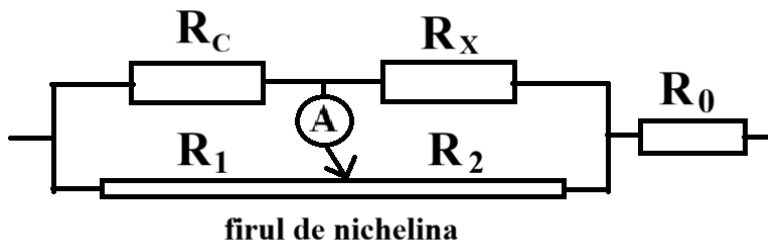
Olimpiada Națională de Fizică, Craiova 06-10 aprilie 2026

Proba practică Clasa a X-a

pagina 2 din 4

Realizează o punte Wheatstone conform schemei de mai jos. Pentru montaj ampermetrul se utilizează pe domeniul de 200 mA. **Vei închide circuitul numai atunci când toate rezistoarele sunt montate, inclusiv rezistorul de protecție**, așa cum este arătat în schemă. În acest fel protejezi ampermetrul împotriva deteriorării. Orice schimbare de domeniu al ampermetrului o faci cu bateria deconectată. Dacă intensitatea măsurată de ampermetru depășește domeniul de 200 mA trebuie să folosești borna și poziția selectorului de 5A (marcate cu roșu în figură), altfel instrumentul se defectează.

Rezistorul cu rezistență variabilă este o grupare formată din rezistori cunoscuți (R_C). Rezistorul necunoscut cu rezistență electrică R_X este mina de creion, pe care o vei prinde în circuit pe o lungime de 7,2 cm cu ajutorul mufelor de tip crocodil. Poți folosi de asemenea unul dintre conductorii metalici cu mufe de tip crocodil astfel: prinzi o mufă de o sondă a ampermetrului iar cealaltă mufă o pui în contact cu firul din nichelină. Împarți astfel firul de nichelină în două rezistoare R_1 și R_2 conform schemei de mai jos. În serie cu puntea Wheatstone de mai jos montezi un rezistor de protecție la supracurent R_0 .



1.1. (5p) Pe foaia de concurs realizează schema circuitului electric descris mai sus, alimentat cu ajutorul bateriei. Ține cont de prezența firelor de legătură folosite în circuit. Sub schema desenată descrie succint un procedeu experimental utilizat pentru a măsura mai ușor cu rigla lungimile de fir metalic (nichelină) implicate, dar și pentru a diminua suprafața de contact între sonda aparatului și firul de nichelină (crescând astfel precizia măsurătorilor).

1.2. (4p) Ce înseamnă punte Wheatstone echilibrată? Redactează un răspuns pe foaia de concurs, argumentând pe baza legilor circuitelor electrice. Scrie condiția de echilibrare într-o punte Wheatstone (cu fire ideale) și relația corespunzătoare montajului din figura de mai sus (relația între cele patru rezistențe electrice ale rezistorilor).

1.3. Pentru diferite valori ale rezistenței R_C determină din condiția de echilibrare valoarea R_X .

a) (3p) Scrie pe foaia de concurs formula finală pentru determinarea rezistenței R_X , pentru circuitul pe care l-ai propus la subpunctul 1.1 și ținând cont de materialele pe care le ai la dispoziție.

b) (4p) Realizează pe foaia de concurs, în acest scop, un tabel care să conțină mărimile măsurate și calculate, precum și valoarea medie a rezistenței minei de creion (8 măsurători), determinate cu ajutorul montajului realizat la punctul 1.1.

c) (3p) Specifică sub tabel ce lungime totală de fir de nichelină ai folosit pentru realizarea echilibrului punții. Cu ajutorul rezistenței electrice medii calculate pentru porțiunea de mină introdusă în circuit determină raportul dintre rezistență și lungime (R_X/L). **Vei folosi aceeași mină de creion în toate măsurătorile de mai sus fără să modifice lungimea porțiunii de mină parcursă de curent!**

1. Durata probei este de 3 ore.
2. Elevii au dreptul să utilizeze calculatoare de buzunar, dar neprogramabile.
3. Punctajul acordat pentru rezolvarea cerințelor este de 100 puncte, din care 10 puncte sunt din oficiu.



Olimpiada Națională de Fizică, Craiova 06-10 aprilie 2026

Proba practică Clasa a X-a

pagina 3 din 4

1.4. **(6p)** Determină diametrul minelor de creion, pe baza unui tabel adecvat (6 măsurători), folosind celelalte mine neutilizate în montajul anterior. Explică în scris pe foaia de concurs procedeul folosit.

1.5. **(4p)** Determină rezistivitatea materialului din care este confecționată mina de creion folosind datele din cele două tabele anterioare (de la punctele 1.3 și 1.4). Exprimă rezultatul final ținând cont de erorile implicate.

1.6. **(2p)** Calculează *abaterea standard* a rezultatelor la determinarea rezistenței R_X , definită mai jos. Exprimă valoarea finală a rezistenței R_X .

1.7. **(4p)** Precizează patru surse de erori sistematice și patru surse de erori accidentale în determinarea rezistenței R_X .

2. Coeficientul termic al rezistivității electrice a grafitului

2.1. **(11p)** Folosește datele din tabelul de mai jos pentru determinarea coeficientului termic al rezistivității grafitului policristalin. Pentru aceasta realizează pe foaia de hârtie milimetrică o reprezentare grafică a rezistivității în funcție de temperatură (exprimată în grade Celsius), care să conțină datele de mai jos. Consideră o dependență liniară între rezistivitatea grafitului și temperatură, în intervalul de temperaturi indicate.

$\rho(\mu\Omega \cdot m)$	50	48	46	44	42	39
$t(^{\circ}C)$	-73	-53	-33	-13	7	30

2.2. **(9p)** Calculează coeficienții a și b din relația $\rho = a \cdot t + b$. Determină analitic coeficientul termic al grafitului prin calcularea pantei dreptei obținute. Calculează apoi rezistivitatea grafitului la temperatura $t' = 50^{\circ}C$.

Indicație Pentru găsirea coeficienților a și b ai unei dependențe liniare $y = ax + b$ vei putea folosi următoarele expresii:

$$a = \frac{n \cdot \sum_{i=1}^n (x_i \cdot y_i) - (\sum_{i=1}^n x_i) \cdot (\sum_{i=1}^n y_i)}{n \cdot (\sum_{i=1}^n x_i^2) - (\sum_{i=1}^n x_i)^2} \quad \text{respectiv} \quad b = \frac{\sum_{i=1}^n (y_i) - a \cdot (\sum_{i=1}^n x_i)}{n}$$

2.3. **(5p)** Descrie fenomenele fizice care se petrec în grafit la creșterea temperaturii și care explică semnul și valoarea coeficientului termic al rezistivității pe care l-ai găsit.

Atașează foaia de hârtie milimetrică (nesemnată) la foaia de răspuns a subiectului.

3. Temperatura grafitului

3.1. **(6p)** Realizează un circuit simplu care conține bateria, o mină de creion, fire de legătură, ampermetrul și voltmetrul. Vei utiliza și un cronometru. **Este important ca ampermetrul să fie conectat în circuit având cele două sonde conectate la bornele COM și respectiv 5A, pentru a preveni deteriorarea sa.** Voltmetrul se conectează în circuit pe un domeniu de **minim 5V**. Utilizând ampermetrul și voltmetrul într-un montaj adecvat citește valorile intensității curentului electric și ale tensiunii electrice la bornele minei din 20 în 20 de secunde din momentul închiderii circuitului. Folosește în acest scop cronometrul digital.

Montarea corectă a ampermetrului și voltmetrului în circuitul descris mai sus se poate realiza în două moduri, Specifică pe foaia de concurs cele două moduri, însoțite de cele două scheme de montaj aferente.

1. Durata probei este de 3 ore.
2. Elevii au dreptul să utilizeze calculatoare de buzunar, dar neprogramabile.
3. Punctajul acordat pentru rezolvarea cerințelor este de 100 puncte, din care 10 puncte sunt din oficiu.



Olimpiada Națională de Fizică, Craiova 06-10 aprilie 2026

Proba practică

Clasa a X-a

pagina 4 din 4

Alege acel mod astfel încât necunoașterea rezistențelor interne ale aparatelor de măsură să influențeze cât mai puțin precizia rezultatelor. Argumentează în scris alegerea făcută!

Vei introduce în circuit mina de creion pe o lungime măsurată de 80 mm.

Desenează pe foaia de concurs schema circuitului realizat.

Consemnează pe foaia de concurs într-un tabel aceste valori pe un interval de cel mult 4 minute (minim 10 măsurători). Determină prin calcul și consemnează în acest tabel puterea consumată de mina de creion și rezistența electrică a minei de creion la fiecare citire. Vei ține cont și de rezistențele firelor de legătură și vei presupune că acestea rămân constante în experiment.

Atenție! În aceste condiții bateria se poate descărca după câteva serii de măsurători, iar mina de grafit poate produce arsuri la atingere!

3.2. (10p) Trasează un grafic adecvat pe foaia de hârtie milimetrică în care să reprezinți valorile puterii calculate la 3.1 în funcție de timp $P = P(\tau)$. Graficul va conține minim 10 perechi de puncte. Ce formă are distribuția de puncte din grafic? Interpretează forma graficului trasat, oferind pe foaia de concurs explicații pe baza legilor fizice studiate.

3.3. Se constată după un timp de câteva minute de la închiderea circuitului că puterea consumată se stabilizează.

a) (2p) Determină din graficul realizat la 3.2. valoarea acestei puteri. Presupune că tensiunea electromotoare a bateriei a rămas constantă în experiment.

b) (2p) Folosind raționamente bazate pe transferul căldurii dedu pe foaia de concurs o ecuație care să exprime relația între căldura produsă prin efect Joule, căldura preluată de grafit și căldura transferată aerului prin suprafața externă a minei de grafit.

c) (2p) Scrie relația găsită la echilibru termic în condițiile de stabilizare a puterii

3.4. (8p) Se cunoaște valoarea medie a coeficientului de transfer termic la interfața mină – aer în prezența unor curenți slabi de aer: $h = 50 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$. Se neglijează pierderile de căldură prin extremitățile minei de creion. Determină pe baza ecuației găsită la punctul anterior care este valoarea aproximativă a temperaturii la suprafața minei de creion (aerul din laborator are temperatura de 21 °C), atunci când puterea consumată de mină este stabilizată.

Atașează foaia de hârtie milimetrică (nesemnată) la foaia de răspuns a subiectului.

Indicație:

Abateră standard se definește astfel $S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2}{(n-1)}}$, unde n reprezintă numărul de măsurători, X_i este valoarea măsurătorii cu numărul i iar \bar{X} reprezintă valoarea medie a mărimii măsurate.

Subiecte propuse de:

Prof. Nicolae DRAGOMIR – Colegiul Național Militar „Tudor Vladimirescu” Craiova

Prof. Aurel BABALEAN – Colegiul „Ștefan Odobleja” Craiova

1. Durata probei este de 3 ore.
2. Elevii au dreptul să utilizeze calculatoare de buzunar, dar neprogramabile.
3. Punctajul acordat pentru rezolvarea cerințelor este de 100 puncte, din care 10 puncte sunt din oficiu.