



Olimpiada Națională de Fizică

Breaza, 1 – 6 aprilie 2018

Proba experimentală

XII

Verificarea experimentală a legii STEFAN – BOLTZMANN

RADIAȚIA TERMICĂ

Conform electrodinamicii clasice, o sarcină electrică aflată în mișcare accelerată emite radiații electromagnetice. Din această cauză un corp aflat la o anumită temperatură, emite radiații electromagnetice, determinate de mișcarea termică a particulelor încărcate din care este format corpul. Spectrul acestor radiații este continuu și acoperă în principiu toate frecvențele de la zero la infinit. Radiația electromagnetică continuă emisă de corpurile aflate la o anumită temperatură este numită *radiație termică*. În general, compoziția spectrală și proprietățile radiației termice sunt determinate de temperatură dar și de natura corpului emițător.

Un corp interacționează cu radiația electromagnetică provenită din mediu. În cursul acestei interacțiuni o parte din radiația externă este absorbită de către corp, o parte este reflectată și o parte este transmisă. Corpul pentru care absorbția este totală (nu există reflexie și transmisie), pentru toate valorile posibile ale frecvențelor, se numește *corp negru*.

Un corp poate să emite și să absoarbă radiații electromagnetice în același timp. Dacă puterea radiației emise de corp devine egală cu puterea radiației absorbite de corp, între corp și mediu se stabilește o stare de echilibru, la o anumită temperatură. Radiația corespunzătoare acestei stări este o *radiație termică de echilibru*.

Legile cantitative ale radiației termice sunt stabilite pentru radiația de echilibru a corpului negru. În acest caz proprietățile radiației termice depind numai de temperatura de echilibru, nu și de natura corpului (principal toate corpurile negre sunt echivalente). Una din legile cantitative ale radiației termice este *legea Stefan – Boltzmann* stabilită experimental de Stefan și dedusă teoretic de Boltzmann. Conform acestei legi puterea totală (pentru toate frecvențele) radiată de unitatea de arie a unui corp negru în toate direcțiile este proporțională cu puterea a patra a temperaturii absolute:

$$R_T = \sigma T^4$$

unde σ reprezintă o constantă universală. În realitate nu există corpuri negre, total absorbante. Puterea radiată de un corp care nu este negru este afectată de un factor adimensional subunitar ε , numit *emisivitate*, care descrie abaterea față de proprietățile corpului negru și depinde de natura corpului emisiv:

$$R_T = \varepsilon \sigma T^4$$

Schimbul de energie dintre un corp cu temperatura T și mediu, aflat la temperatura T_0 , se realizează în general prin radiație și prin conducție și convecție. În acord cu cele prezentate anterior, puterea radiată de corp este:

$$P_R = S \varepsilon \sigma T^4 = C T^4$$

1. Durata probei este de **3 ore**.
2. Elevii au dreptul să utilizeze calculatoare de buzunar neprogramabile.
3. Punctajul acordat: 18 puncte pentru rezolvarea cerințelor, 2 puncte din oficiu.



Olimpiada Națională de Fizică

Breaza, 1 – 6 aprilie 2018

Proba experimentală

XII

unde S reprezintă aria suprafeței emise iar $C = S\varepsilon\sigma$ este o constantă. Puterea schimbată de corp cu mediu prin conducție și convecție este:

$$P_C = K(T - T_0)$$

unde K reprezintă o constantă.

MATERIALE LA DISPOZIȚIE

1. Bec cu incandescentă (parametri nominali ai becului sunt $U_n = 5V$ și $I_n = 0,07A$ – **becul ars nu se înlocuiește**).
2. Rezistor cu rezistența electrică $R = 10\Omega$.
3. Multimetru digital utilizat ca voltmetru.
4. Sursă de curent continuu cu tensiunea reglabilă.
5. Conductoare.

CERINȚE

1. Ridicați caracteristica curent - tensiune a becului și explicați calitativ dependența obținută. În prealabil, desenați schema montajului electric pe care doriți să îl realizați și descrieți, pe scurt, modul de lucru.
2. Reprezentați grafic dependența puterii transferată de sursă becului în funcție de temperatura absolută, $P_E = P_E(T)$. Interpretați rezultatele obținute. În prealabil, descrieți, pe scurt, principiul fizic al metodei de determinare a temperaturii filamentului, descrieți succint modul de lucru și reprezentând un grafic adecvat, determinați rezistența becului la temperatura camerei.
3. Pe baza datelor experimentale, determinați constanta K din legea puterii schimbate de corp cu mediu prin conducție și convecție și stabiliți dacă filamentul becului verifică legea Stefan - Boltzmann.
4. Stabiliți ce fracțiune din energia becului este transferată mediului prin radiație, atunci când acesta funcționează în regim nominal.

INDICAȚII

1. Se consideră că temperatura mediului este $T_0 = 293K$.
2. Filamentul becului este confecționat din wolfram și are coeficientul termic al rezistivității electrice $\alpha = 0,0045K^{-1}$.
3. Pentru a evita arderea filamentului nu aplicați becului tensiuni mai mari de 6V.

Subiect propuse de:

prof. **Valerian TOMESCU**, Colegiul Tehnic „Gheorghe Lazăr” Plopeni
prof. **Gheorghe DUMITRESCU**, Colegiul Tehnic „Toma Socolescu” Ploiești