

## CAIET DE SARCINI

Obiectul *Difractometrul de raze X pentru laborator(de tip bench-top)*

Autoritatea contractantă *I.P. Institutul de Fizică Aplicată, mun. Chișinău, str. Academiei 5, MD 2028*

### 1. Descriere generală. Informații

#### CERINȚE GENERALE

1.Cerințe obligatorii pentru furnizarea echipamentului:

Tot echipamentul trebuie să fie absolut nou, neutilizat anterior, fabricat nu mai devreme de 2022, fără defecte de manoperă, fără modificări, nedeteriorat, fără restricții (cauțiune, interdicție, sechestru etc) la libera circulație în Republica Moldova, produs în serie, ce reflectă cele mai recente modificări în construcție și materiale.

1.1. Disponibilitatea documentației tehnice și a descrierii software-ului în limbile engleză sau română/rusă (furnizate la livrarea echipamentului).

1.2. Furnizorul realizează instalarea și punerea în funcțiune a echipamentului.

1.3. Perioada de garanție: minim 12 luni de la data punerii în funcție.

1.4. Furnizorul asigură punerea în funcțiune a echipamentului la sediul Clientului și instruirea personalului Clientului. Instruirea include: lucrul cu echipamentul, lucrul cu software-ul, întreținerea și îngrijirea.

1.5. Serviciile de garanție și post-garanție trebuie efectuate de furnizor.

1.6. Toate sistemele de conectare la curent electric trebuie realizate în conformitate cu standardele europene. Sursa de alimentare pentru tot echipamentul trebuie să aibă următoarele caracteristici: 220V  $\pm$ 10%, 50Hz.

#### SPECIFICAȚII TEHNICE

Componentele echipamentului	Specificațiile tehnice -caracteristicile tehnice, parametri și descrierea; - cerințe funcționale; - cerințe de compatibilitate; - cerințe de livrare
Difractometru de raze X	Difractometru pentru determinarea compoziției de fază calitative și cantitative a materialelor policristaline, precizarea parametrilor rețelei cristaline, stabilirea dimensiunii regiunilor de împrăștiere coerentă, a micro-distorsiunilor rețelei cristaline, precum și determinarea proporției componentelor amorfe/cristalizate. Difractometrul trebuie să aibă o carcasă din metal pentru utilizarea în siguranță de către personal. Mânere pentru transportul dispozitivului dintr-un loc în altul trebuie să fie prevăzute împreună cu dispozitivul. Dispozitivul va fi așezat pe o masă de laborator pregătită de Client, greutatea difractometrului nu trebuie să depășească 100 kg.
Generator de raze X	- Puterea de lucru (de ieșire), nu mai puțin de 600 W; - Tensiunea – în intervalul: 2 – 40 kV, treaptă nu mai mult de 1 kV; - Curent electric în intervalul: 2 – 15 mA, pas nu mai mare de 1 mA; - Stabilitatea generatorului nu mai mult de $\pm$ 0,01% (cu condiția că fluctuațiile de tensiune și curent ale sursei de alimentare sunt maximum $\pm$ 10%); - Tub de raze X cu anod de cupru, punct focal liniar de mărimea 1x10 mm <sup>2</sup> . Puterea nu mai puțin de 1000 W. Filtru Ni K-beta inclus în complectare.

	<p>Pentru a asigura o durată lungă de exploatare a tubului de raze X, puterea maximă a acestui trebuie să depășească puterea generatorului.</p> <p>Înlocuirea tubului cu raze X și reglarea ulterioară a dispozitivului trebuie să fie extrem de simplă, descrisă în instrucțiunile pentru exploatare ale dispozitivului, efectuată de utilizator cu garanție a regimului de funcționare fără implicarea specialiștilor producătorului și fără a fi nevoie de a transmite dispozitivul la un centru de deservire sau la producător.</p> <p>Butonul de pornire al generatorului difractometrului trebuie să se afle pe panoul frontal.</p> <p>Generatorul trebuie să aibă un sistem electronic de protecție în caz de:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- funcționarea necorespunzătoare a clapetei,</li> <li>- niveluri de supra și sub tensiune,</li> <li>- exces și nivel scăzut de curent al tubului,</li> <li>- exces și nivel scăzut de curent al filamentului,</li> <li>- defectarea sistemului de răcire a tubului.</li> <li>- oprirea completă a radiațiilor X, activarea alarmei sonore și a lămpilor indicatoare în cazul defecțiunii oricărui dintre sistemele de protecție;</li> <li>- oprirea radiațiilor X în cazul defectării sistemului de alarmă.</li> </ul> <p>Obturatorul tubului cu raze X trebuie să aibă un sistem de protecție care să nu permită deschiderea acestui când ușa camerei este deschisă.</p> <p>Generatorul trebuie să fie compatibil cu tuburi de raze X precum Toshiba A-20, A-41, Phillips PW22XX sau echivalentul.</p>
Goniometru	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Tip: vertical <math>\theta - 2\theta</math> (cu raport fix <math>\theta/2\theta</math>);</li> <li>- Numărul gradelor de libertate pentru reglare și verificarea calității setărilor dispozitivului: numai 1;</li> <li>- Raza goniometrului, nu mai puțin de: 150 mm;</li> <li>- intervalul de funcționare al unghiurilor goniometrului: de la <math>-3^\circ</math> la <math>140^\circ</math> (<math>2\theta</math>)</li> <li>- Posibilitate de scanare pas cu pas</li> <li>- Viteza de scanare: 0,01 - <math>100^\circ/\text{min}</math> (<math>2\theta</math>)</li> <li>- pas minim: <math>0,005^\circ</math> (<math>2\theta</math>)</li> <li>- Sistem de slot:</li> </ul> <p>Pe fasciculul incident fante automatizate, care asigură divergența verticală a fasciculului și limitează lățimea zonei de eșantion „expuse” la cel mult 20 mm în intervalul unghiurilor de la 2 la <math>60^\circ</math> (<math>2\theta</math>);</p> <p>Fantele fixe ale fasciculului incident de 0,1 mm: <math>1,25^\circ</math> și <math>0,625^\circ</math></p> <p>Pe fasciculul difractat trebuie instalat:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- fantă pentru suprimarea fonului de la radiația împrăștiată 8, 13 mm;</li> <li>- fantă de primire <math>0,3^\circ</math> și 13 mm;</li> </ul> <p>Fantă de limitare a înălțimii fasciculului: 10 mm.</p> <p>Pentru a elimina asimetria maximelor de difracție la unghiuri mici, în set ar trebui să fie prevăzută o fantă Soller pentru fasciculele primare și difractate, oferind o divergență orizontală de cel mult <math>2,5^\circ</math>.</p> <p>Cuțitul pentru protecție împotriva radiațiilor împrăștiate (disponibil) trebuie să împiedice pătrunderea radiațiilor împrăștiate în detector și să nu apară zone „oarbe” în intervalul complet de unghiuri de înregistrare de la 2 la <math>140^\circ</math> (<math>2\theta</math>).</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- În goniometru trebuie să fie posibilă instalarea unui monocromator curbat din grafit reglat la radiația <math>\text{CuK}\alpha</math>,</li> <li>- Calibrarea goniometrului trebuie să fie efectuată folosind proba de referință furnizată cu difractometru, abaterea pozițiilor măsurate ale maximelor de difracție ale acestei probe de la valorile de referință nu trebuie să depășească <math>\pm 0,01</math> grade.</li> </ul>

	Calibrarea va fi luată în considerare automat în timp real pentru toate măsurătorile ulterioare.
Detectoare	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Tip: Semiconductor cu dispersie energetică, care nu necesită răcire, cu următoarele caracteristici:</li> <li>- Detectorul trebuie să asigure înregistrarea difractogramelor, pornind de la unghiul <math>2\theta = 2^\circ</math> (nu mai mare), deteriorarea detectorului la unghiuri mici în apropierea fasciculului direct nu va fi considerată în afara garanției.</li> <li>- Lățimea ferestrei pentru înregistrarea simultană a intervalului unghiular este de cel puțin <math>5^\circ</math> (<math>2\theta</math>)</li> </ul>
Suporturi pentru probe	<p>Disponibilitatea unui set (cel puțin 20 buc/set) de cuvete cu adâncimea nu mai mare de 0,5 mm pentru prelevarea probelor de pulbere (efectuarea experimentului).</p> <p>Disponibilitatea unui set (cel puțin 2 buc/set) de cuvete de siliciu cu fon scăzut cu adâncimea nu mai mare de 0,2 și cu un diametru de cel mult 5 mm pentru experimentul cu microcantități de substanță.</p> <p>Disponibilitatea unui set (cel puțin 3 buc/set) de suporturi pentru experimentul cu mostre masive.</p> <p>Probă de siliciu pentru ajustare inclusă.</p>
Carcasă de protecție	Carcasa de protecție trebuie să fie în întregime metalică, să îndeplinească cerințele de protecție la utilizarea razelor X, inclusiv prezența interblocării accesului în interiorul carcasei atunci când fereastra tubului este deschisă și prezența sistemelor de alarmă.
Complex pentru dirijare și control și software	<p>PC-ul pentru control și dirijare este bazat pe sistemul de operare Windows 10, inclusiv câte un pachet software în limbile engleză sau română/rusă pentru a asigura următoarele funcții fundamentale:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- instalarea parametrilor sistemului, dirijarea și controlul difractometrului, reglarea acestui, colectarea și prelucrarea datelor de difracție;</li> <li>- calibrarea unghiului în timp real;</li> <li>- efectuarea măsurătorilor în mod manual (metoda experimentului pas cu pas și continuă);</li> <li>- efectuarea măsurătorilor în mod automat (posibilitatea de a efectua experimentul în zone specificate, inclusiv multiple);</li> <li>- crearea fișierelor de comandă pentru măsurarea curbilor de difracție a razelor X în mod automat;</li> <li>- prelucrarea primară a datelor de difracție (corecția fonului, selectarea liniei K (alfa 2), afișarea multiplă a desenelor de difracție, calculul pozițiilor maximelor de difracție, a intensității integrale, factorilor de asimetrie);</li> <li>- software pentru analiza de fază calitativă și cantitativă în timp real (în timpul înregistrării desenului de difracție) folosind baze de date de difracție pentru pulbere, algoritmi de căutare ținând cont de prioritățile poziției sau raportului intensităților integrale ale principalelor maxime de difracție;</li> <li>- analiza cantitativă de fază prin metoda numerelor corindon, Rietveld (folosind date structurale) și derivate directe (după compoziția de fază și intensități comune, în lipsa datelor structurale);</li> <li>- precizarea parametrilor rețelei cristaline, mărimii regiunii de împrăștiere coerentă, micro distorsiunilor rețelei (cu descrierea profilului instrumental prin metoda parametrilor fundamentali, fără utilizarea probelor standard), determinarea proporției componentelor amorfe și cristalizate;</li> <li>- prezența unui convertor pentru conversia fișierelor de date din format binar în format text și ASCII;</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>- disponibilitatea procesării automate a datelor și a modului de stabilire a liniilor;</li> <li>- abilitatea de a importa structuri cristaline din diferite baze de date;</li> <li>- baze de date, cele mai recente versiuni la momentul livrării.</li> </ul>
Documentele necesare	- Manual cu instrucțiuni pentru exploatarea difractometrului și utilizarea software în limba engleză și/sau română/rusă;
Conținutul setului livrat:	Difractometru de raze X – 1 buc.; Tub de raze X cu anod de cupru – 1 buc.; Detector liniar semiconductor – 1 buc.; Suporturi de mostre; Computer pentru dirijare și control completat cu software – 1 buc.; Manualul utilizatorului – 1 set în engleză și 1 set în română sau rusă pe suport hârtie sau electronic.

## **2. Utilizarea, păstrarea, protecția, calitatea produselor**

Difractometru pentru determinarea compoziției de fază calitative și cantitative a materialelor policristaline, precizarea parametrilor rețelei cristaline, stabilirea dimensiunii regiunilor de împrăștiere coerentă, a micro-distorsiunilor rețelei cristaline, precum și determinarea proporției componentelor amorfe/cristalizate.

Autoritatea contractantă: **I.P. Institutul de Fizică Aplicată**