

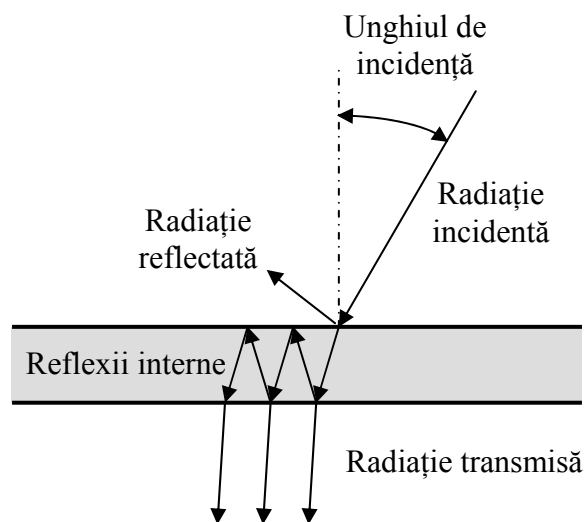
## Proprietățile materialelor utilizate în sisteme solare termice

În procesul de conversie a radiației solare în forme utile de energie, apar numeroase interacțiuni între radiația solară și diverse materiale componente ale echipamentelor de conversie, astfel încât studiarea interacțiunii dintre radiația solară și diverse materiale, este foarte importantă.

### Proprietățile materialelor transparente de acoperire

Numeroase echipamente de conversie a radiației solare (colectoare termice, panouri fotovoltaice, cuptoare pentru gătit), prezintă acoperiri cu materiale transparente, care sunt traversate de radiația solară, în drumul spre elementul de conversie (suprafață absorbantă, element fotovoltaic, etc.). În cazul aplicațiilor care convertesc radiația solară în căldură, scopul acoperirilor transparente este de a reduce pierderile de căldură din jurul suprafețelor absorbante.

În urma interacțiunii dintre radiația solară și materialele transparente de acoperire, doar o parte din aceasta trece prin materialul transparent. O parte din radiație este reflectată și o parte este absorbită de material, fenomen favorizat de reflexiile interne multiple produse pe suprafețele de separație dintre materialul transparent și aer (așa cum se arată în figura alăturată).



Transmisia radiației solare prin materiale transparente

Proprietatea care definește capacitatea materialului de a permite trecerea radiației prin acesta se numește *transmitanță* sau *factor de transmisie* sau *transmisibilitate* ( $\tau$ ). Transmitanța reprezintă fracția din radiația solară incidentă care trece prin material. Radiația reflectată se pierde, ca și cea absorbită de material. Valoarea 1 a transmitanței, are semnificația faptului că toată radiația incidentă traversează materialul transparent.

În tabelul alăturat sunt prezentate valori ale transmitanței pentru diferite materiale și pentru cazul în care radiația incidentă este normală la suprafața materialului transparent.

*Valori ale transmitanței radiației solare, pentru diferite materiale transparente de acoperire*

Material	Grosime [mm]	Transmitanță $\tau$	
		Radiație directă	Radiație difuză
Sticlă cu fier	4	0.81	0.74
Sticlă solară (cu puțin fier)	4	0.87...0.9	0.8
Sticlă solară (cu puțin fier)	2	0.9...0.93	-
Sticlă solară antireflexie	3.2	0.95...0.98	-
Polycarbonat dublu	8...16	0.77	0.83

Energia absorbită de materialul transparent nu reprezintă în totalitate o pierdere energetică, deoarece o mare parte din aceasta se transformă în căldură și contribuie la reducerea pierderilor prin conducție termică, prin materialul transparent de acoperire.

Atât absorbția cât și reflexia radiației incidente la interacțiunea cu un material transparent, depind de valoarea unghiului de incidență. Pentru valori ale unghiului de incidență mai mici de  $55^\circ$ , comportarea este apropiată de cea corespunzătoare incidenței normale. Pentru valori ale unghiului de incidență mai mari, transmitanța se reduce considerabil. La valori mari ale unghiului de incidență, radiația solară aproape ca nu mai trece prin materialul transparent. Acest fenomen poate fi evidențiat cu ajutorul unui material transparent poziționat sub un unghi mare de incidență față de radiația solară, astfel încât practic radiația este reflectată aproape integral. Dacă un material transparent este acoperit cu un material având indicele de refracție între valorile corespunzătoare aerului și materialului respectiv, transmitanța poate să crească. Asemenea acoperiri se numesc *acoperiri antireflexie*.

Simultan cu trecerea radiației solare, prin materialul transparent de acoperire, se transmite în sens invers (de la interior spre exterior), căldura emisă de suprafața absorbantă. Această căldură reprezintă o radiație termică sau radiație infraroșie, deoarece lungimea de undă a acesteia, corespunde domeniului infraroșu cu lungime de undă mare. Ca exemplu, un corp având temperatura suprafeței de  $100^\circ\text{C}$ , emite cca. 60% din radiație, în domeniul lungimilor de undă între  $(5...14)\mu\text{m}$  (microni), adică  $(5000...14000)$  nm, în timp ce radiația solară conține o cantitate nesemnificativă de radiație cu lungimi de undă peste  $2.5\mu\text{m}$  (microni), adică 2500 nm.

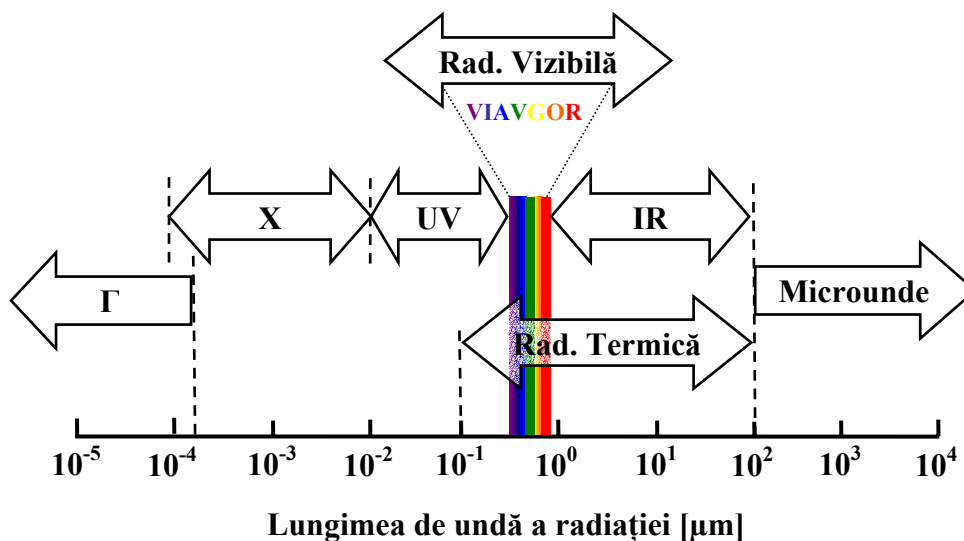
Domeniul lungimilor de undă între  $(6...15)\mu\text{m}$ , adică  $(6000...15000)$  nm, corespunde și radiațiilor emise și absorbite de toate substanțele organice de pe planeta Pământ.

Radiațiile infraroșii în domeniul lungimilor de undă  $(8...14)\mu\text{m}$ , adică  $(8000...14000)$  nm, corespunde radiațiilor emise și absorbite de corpul uman. Aceste radiații au fost denumite “chi” de medicina tradițională chineză și de practicanții unor diverse forme de arte marțiale, care susțin că această energie circulă liberă prin corp și are numeroase efecte benefice, asupra organismului.

Într-un curs al universității canadiene din Waterloo, se definește radiația în general, ca fiind emisia de fotoni, datorată care se manifestă ca urmare a modificării orbitei electronilor. Radiația termică se manifestă dacă modificarea orbitei electronilor este datorată încălzirii.

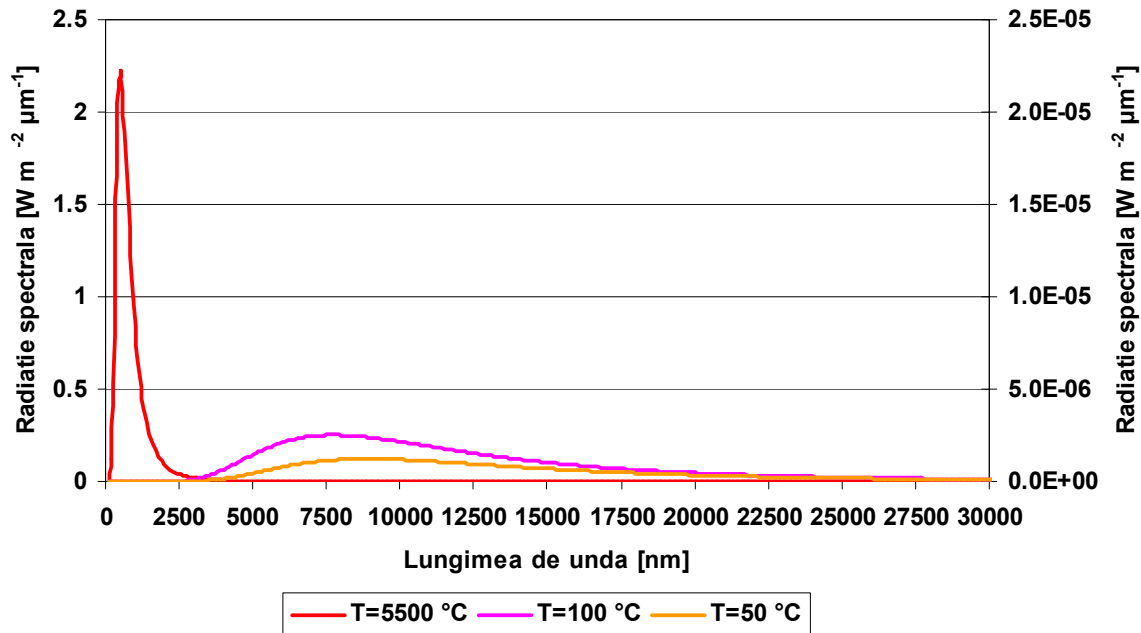
[http://www.mhtlab.uwaterloo.ca/courses/ece309/lectures/pdf/S08\\_chap7\\_web.pdf](http://www.mhtlab.uwaterloo.ca/courses/ece309/lectures/pdf/S08_chap7_web.pdf)

În figura alăturată sunt prezentate domeniile de manifestare ale diferitelor tipuri de radiație.



Domeniile lungimilor de undă [ $\mu\text{m}$ ] ale diverselor tipuri de radiație  
[http://www.mhtlab.uwaterloo.ca/courses/ece309/lectures/pdf/S08\\_chap7\\_web.pdf](http://www.mhtlab.uwaterloo.ca/courses/ece309/lectures/pdf/S08_chap7_web.pdf)

În figura alăturată sunt prezentate domeniile de emisie a radiației, de către corpul negru absolut, la temperaturi de  $5500^\circ\text{C}$  (temperatura suprafeței soarelui), respectiv la temperaturi de  $(100\dots 50)^\circ\text{C}$ .



Domeniile de emisie a radiației, de către corpul negru absolut

Se observă că domeniile de lungimi de undă în care sunt emise cele două tipuri de radiație “solară” și “termică” (emisie de căldură), sunt diferite.

În aceste condiții, materialele transparente de acoperire, pot și trebuie să aibă comportare diferită față de radiația solară și radiația termică. Aceste materiale au valori mari ale transmittanței corespunzătoare radiației solare și valori reduse ale transmittanței

corespunzătoare radiației termice (infraroșii). Combinația celor două proprietăți, provoacă așa numitul efect de seră, deoarece permite trecerea radiației solare și împiedică trecerea radiației termice, care este astfel “captată” în interior.

În tabelul alăturat sunt prezentate valorile transmitanței corespunzătoare radiației termice, pentru diverse materiale transparente de acoperire.

*Valori ale transmitanței radiației termice, pentru diferite materiale transparente de acoperire*

<b>Material</b>	<b>Grosime [mm]</b>	<b>Transmitanță <math>\tau</math></b>
		<b>Radiație termică</b>
Sticlă cu fier	0.71	0
Plexiglas	1.5	0
Fibră de sticlă	1	0
Policarbonat	1.2	0.01
Polietilenă	0.13	0.7
Polipropilenă	0.13	0.6

## Proprietățile materialelor absorbante

Radiația care ajunge pe o suprafață opacă, este parțial absorbită și parțial reflectată de aceasta. Proprietatea materialelor de a absorbi radiația solară, se numește *absorbanta* sau uneori *factor de absorbție* ( $\alpha$ ).

Absorbanta materialelor este de regulă diferită în funcție de lungimea de undă a radiației incidente. Se reamintește că radiația solară are lungimi de undă mai reduse decât radiația termică.

Absorbanta depinde atât de natura materialului cât și de calitatea finisajului, respectiv gradul de oxidare a acestuia. Astfel absorbanta unui material finisat pentru a avea suprafața lucioasă va fi redusă, acea suprafață reflectând o mare parte din radiația incidentă.

Suprafața materialelor absorbante, aflate la temperaturile de lucru, care de regulă sunt mai ridicate decât temperatura mediului ambiant, prezintă proprietatea de a emite radiație termică, în funcție de temperatura suprafeței și de emisivitatea materialului ( $\epsilon$ ). Temperatura suprafeței depinde de combinația celor două efecte: absorbție și emisie de radiație. De regulă, în regim termic staționar, absorbanta ( $\alpha$ ) este egală cu emisivitatea ( $\epsilon$ ) deoarece în caz contrar, suprafața materialului fie s-ar încălzi, fie s-ar răci continuu.

*Valori ale absorbantei pentru diferite materiale absorbante*

<b>Material</b>	<b>Absorbanta (<math>\alpha</math>) vizibil</b>	<b>Emisivitate (<math>\epsilon</math>) infraroșu</b>
Email negru pentru metal	0.9	0.9
Absorbant neselectiv	0.97	0.97
Crom negru	0.87	0.09
Nichel negru	0.88	0.07
Cupru fără oxigen	0.95	0.04
Absorbant selectiv TiNOX	0.95	0.05

Tratamentele de acoperire selectivă, permit o comportare foarte bună a materialelor din punct de vedere al eficienței conversiei radiației solare în căldură, deoarece prezintă absorbanta mare în domeniul lungimilor de undă ale radiației solare incidente și emisivitate mică în domeniul lungimilor de undă mari, corespunzătoare radiației termice emise. Asemenea materiale asigură pierderi de căldură prin radiație termică, reduse.

## Randamentul optic

Randamentul optic ( $\eta_0$ ) definește eficiența comportării din punct de vedere optic a ansamblului de materiale componente ale unui sistem solar termic și reprezintă fracția dintre radiația solară incidentă și cea care este efectiv convertită în căldură, fiind absorbită de materialul absorbant, după ce a trecut prin materialul transparent de acoperire.

Din punct de vedere matematic, randamentul optic se definește ca produsul dintre transmitanța materialului transparent de acoperire ( $\tau$ ) și absorbanta materialului absorbant ( $\alpha$ ).

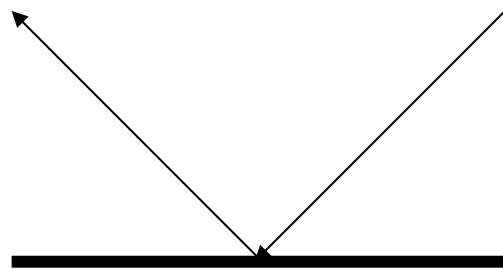
$$\eta_0 = \tau \cdot \alpha$$

## Reflexia

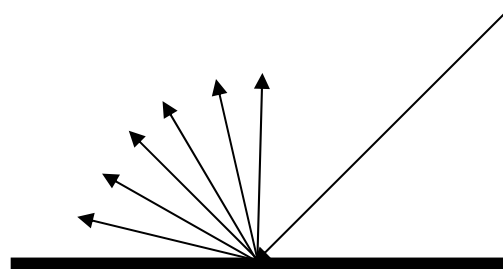
Numeroase sisteme solare termice utilizează efectul de concentrare a radiației solare, în vederea creșterii temperaturii suprafeței absorbante.

În continuare, prin radiație solară se va înțelege radiația directă, pentru că aceasta este concentrată cu ajutorul unor diverse sisteme dedicate.

Comportarea radiației solare pe diverse suprafețe reflectorizante, este diferită în funcție de calitatea suprafeței respective, așa cum este sugerat în figurile alăturate.



Reflexie directă



Reflexie difuză

Suprafețele cu proprietăți bune de reflexie, prezintă o comportare de tipul reflexiei directe, iar cele cu proprietăți de reflexie slabe, prezintă o comportare de tipul reflexiei difuze. Astfel pe o suprafață de tip oglindă, reflexia este directă, iar imaginile reflectate își păstrează aspectul, în timp ce pe o suprafață mată, reflexia este difuză, iar aspectul unei imagini reflectate nu este păstrat.