

## Problema a V-a - Astigmatism

În viața de toate zilele este binecunoscut experimentul cu un pai introdus oblic într-un pahar cu apă și care, din cauza refracției, se vede frânt la interfața dintre apă și aer. Cu ajutorul acestui experiment elevii de gimnaziu, începători în fizică, sunt stimulați să se apropie mai mult de studiul fenomenelor luminoase și, în mod particular, de înțelegerea fenomenului de refracție.

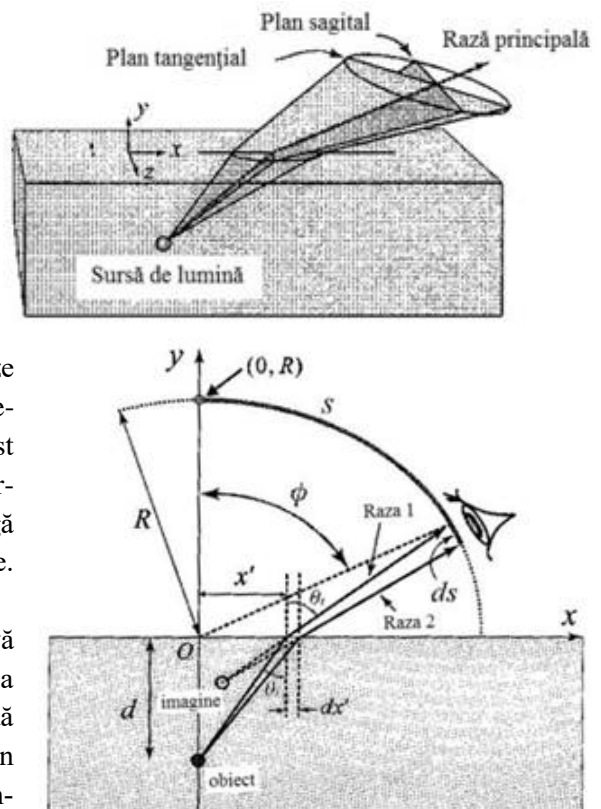
Același efect se poate pune în evidență și atunci când se privește oblic, din partea de sus (de deasupra nivelului apei), spre un acvariu. Ceea ce se constată este faptul că peștișorii se vor vedea mai aproape de suprafața apei decât sunt ei în realitate.

Când un con de raze de lumină (ce vin de la o sursă luminoasă punctiformă situată în apă) cade oblic pe interfața apă-aer, razele refractate trebuie examinate în două plane speciale, reciproc perpendiculare, așa cum se arată în figura alăturată. **Planul tangențial** din desen este planul  $x-y$ . El este planul vertical ce conține raza principală, adică cea care trece prin centrul pupilei ochiului observatorului. Pe același desen, **planul sagital** este planul ce conține raza principală însă este perpendicular pe cel tangențial. Când se privește oblic, la diferite înclinări, de deasupra apei, mănunchiul de raze de lumină ce pornesc din sursă spre suprafața apei se vor refracta în mod diferit și vor forma mai multe imagini. Acest fapt/fenomen este cunoscut sub denumirea de **astigmatism**. Într-un sistem optic cu astigmatism, razele de lumină ce se propagă în planele tangențial și sagital vor avea puncte focale diferite. Vă propunem să le caracterizați separat.

Pentru ca toți concurenții să utilizeze aceleași notații vă oferim desenul alăturat, în care, partea de jos (în gri), este apa în care se află un obiect luminos punctiform (LED). Cele două raze de lumină infinit vecine care, după ce se refractă ajung în ochiul observatorului, se propagă în planul  $xOy$  și formează undeva, în apă, imaginea tangențială. Este pusă în evidență și deschiderea  $ds$  a pupilei ochiului celui ce observă imaginea. Considerați cunoscute următoarele mărimi: indicele de refracție relativ al apei față de aer,  $n = 4/3$ , distanța  $d$  (adică adâncimea la care se află sursa punctiformă-obiectul). Fie  $(R, \phi)$  coordonatele polare ale poziției ochiului. Restul mărimilor cu care veți putea opera sunt puse în evidență (se văd) pe desen. Vi se cere:

1). Să determinați coordonatele  $(x_T, y_T)$  ale imaginii tangențiale precum și distanța dintre imaginea tangențială și ochiul observatorului, localizat prin coordonatele polare  $(R, \phi)$ .

2). Adaptând în mod adecvat rezultatul obținut la punctul precedent, vi se cere să determinați distanța dintre imaginea sagitală și ochiul observatorului.



*Problemă propusă de*  
**prof. univ. dr. Florea ULIU**, Universitatea din Craiova

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 în orice ordine cerințele a, b, c etc.
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 punctează de la 10 la 1 (1 punct din oficiu). Punctajul final reprezintă suma acestora.