



### Problema I (10 puncte)

#### Estimarea densității pepenului din fotografie

Problema de față îți propune ca numai pe baza fotografiei din figura 1 să faci câteva estimări pentru densitatea unui pepene, care plutește într-o găleată cu apă și să analizezi micile oscilații verticale ale pepenului în găleata cu apă.

În toate estimările pe care le vei face vei considera că pepenele este omogen și că poate fi aproximat printr-o sferă. În diferitele variante de estimare vei neglija sau vei lua în considerare refracția și/ sau efectele tridimensionale.



Figura 1

#### Sarcina de lucru 1

Sarcina de lucru 1 îți propune să analizezi factorii care influențează acuratețea determinării densității pepenului și să faci o primă estimare a densității acestuia, fără a lua în considerare refracția lumini la suprafața aer-apă și efectele tridimensionale.

**1a.** Dedu expresia volumului  $V_0$  al porțiunii din pepene, care este cufundată în apă. Exprimă rezultatul în funcție de raza  $r$  a pepenului și de raportul  $q = \frac{r_0}{r}$ , în care  $r_0$  reprezintă raza cercului de intersecției a pepenului cu suprafața apei.

**1b.** Determină expresia densității  $\rho$  a pepenului în funcție de densitatea  $\rho_0$  a apei și de raportul  $q$ .

**1c.** Reprezintă grafic raportul  $\frac{\rho}{\rho_0}$  în funcție de  $q$ .

**1d.** Utilizând graficul trasat la în cadrul sarcinii de lucru 1c, descrie pe scurt modul în care valoarea raportului  $q$  influențează acuratețea determinării densității  $\rho$ .

**1e.** Estimează densitatea pepenelui din fotografia prezentată în figura 1, fără a lua în considerare refracția lumini la suprafața aer-apă și separarea spațială dintre planele orizontale care conțin cercul de intersecție a suprafeței apei cu pepenele și cercul ecuatorial orizontal al acestuia.

### Sarcina de lucru 2

Estimarea realizată în cadrul sarcinii de lucru 1 poate fi îmbunătățită dacă se ține cont de separarea spațială dintre planele orizontale care conțin cercul de intersecție a suprafeței apei cu pepenele și respectiv cercul ecuatorial orizontal al acestuia.

În cadrul acestei sarcini de lucru neglijează fenomenul de refracție a lumini la suprafața aer-apă. Consideră că aparatul cu care s-a realizat fotografia este plasat în poziția  $A$ , la distanța  $h$  față de suprafața apei din găleată și notează raza „aparentă” a pepenelui  $BD = r'$  (figura 2). Presupune că aparatul de fotografiat este plasat destul de sus în raport cu suprafața apei din găleată, astfel încât poate să înregistreze latitudini apropiate de cercul ecuatorial al pepenelui. În figura 2 suprafața apei este reprezentată prin dreapta ce trece prin punctele  $B, C$  și  $D$ . Schița din figura 2 nu este realizată la scară.

**2a.** Dedu expresia razei  $r$  a pepenelui, în condițiile specificate în cadrul acestei sarcini de lucru. Exprimă rezultatul în funcție de  $h, r_0$  și  $r'$ .

**2b.** Estimează densitatea pepenelui din fotografia prezentată în figura 1, în condițiile menționate în cadrul sarcinii de lucru 2. Consideră că fotografia a fost realizată de un tânăr cu înălțimea de  $1,70\text{ m}$ , stând în picioare lângă găleata cu diametrul de  $0,30\text{ m}$ . Înălțimea găleții este de  $0,30\text{ m}$ .

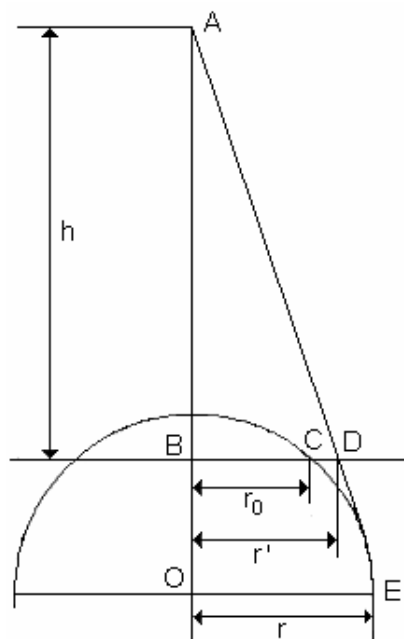


Figura 2

### Sarcina de lucru 3

În cadrul sarcinii de lucru 3 ți se cere să analizezi dacă luarea în considerare a fenomenului de refracție a luminii influențează semnificativ rezultatul estimării densității pepenelui, în situația în care ții cont de separarea spațială dintre planele orizontale care conțin cercul de intersecție a suprafeței apei cu pepenele și respectiv cercul ecuatorial al acestuia.

**3a.** Dedu - în condițiile specificate pentru sarcina de lucru 3 - o expresie care să conțină raza  $r$  a pepenelui, indicele de refracție  $n$  pentru apă și mărimile  $h, r_0, r'$  a căror semnificație a fost menționată în cadrul sarcinii de lucru 2.

**3b.** Estimează densitatea pepenelui din fotografia prezentată în figura 1, în condițiile specificate în cadrul sarcinii de lucru 3. Indicele de refracție al apei este  $n = 4/3$ .

**3c.** Precizează dacă luarea în considerare a fenomenului de refracție influențează în mod semnificativ rezultatul estimării densității pepenelui. Argumentează pe scurt răspunsul tău.

### Sarcina de lucru 4

În cadrul sarcinii de lucru 4 ți se cere să analizezi micile oscilații verticale ale pepenelui din fotografia prezentată în figura 1.

**4a.** Determină valoarea înălțimii  $h$  a calotei sferice a pepenelui, care se află situată în aer - în condițiile estimărilor realizate în cadrul sarcinii de lucru 3b.

**4b.** Determină expresia pulsației micilor oscilații verticale ale pepenelui în jurul poziției de echilibru, prezentată în fotografia din figura 1. Exprimă rezultatul în funcție de  $\rho_0, \rho, r, h$  și de accelerația gravitațională  $g$ .

**4c.** Scrie ecuația micilor oscilații verticale ale pepenelui, dacă amortizarea acestora este neglijabilă. Exprimă rezultatul în funcție de elongația  $\Delta h$  și de pulsația  $\omega$ .

**4d.** Calculează intervalul de timp necesar efectuării a douăzeci de mici oscilații verticale, neamortizate ale pepenelui, în condițiile estimărilor realizate în cadrul sarcinii de lucru 3b. Consideră că  $g = 9,81 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}$ .

© Problemă propusă de:

Delia DAVIDESCU – Centrul Național de Evaluare și Examinare – MEETS București

Adrian DAFINEI – Facultatea de Fizică – Universitatea București



FOAIE DE RĂSPUNSURI

Problema I (10 puncte)

Estimarea densității pepenelui din fotografie

Sarcina de lucru 1

1a. Expresia volumului  $V_0$  al porțiunii din pepene, care este cufundată în apă

0,8p

1b. Expresia densității  $\rho$  a pepenelui

0,5p

1c. Reprezentarea grafică  $\frac{\rho}{\rho_0} = f(q)$

1,0p

**1d.** Scurtă descriere a modului în care valoarea raportului  $q$  influențează acuratețea determinării densității  $\rho$

0,4p

**1e.** Estimarea densității pepenelui din fotografie, în condițiile menționate în cadrul sarcinii de lucru 1

0,4p

### *Sarcina de lucru 2*

**2a.** Expresia razei  $r$  a pepenelui, în condițiile specificate în cadrul sarcinii de lucru 2

0,6p

**2b.** Estimarea densității pepenelui din fotografie, în condițiile menționate în cadrul sarcinii de lucru 2

1,6p

### *Sarcina de lucru 3*

**3a.** O expresie care să conțină raza  $r$  a pepenelui, indicele  $n$  de refracție pentru apă și mărimile  $h$ ,  $r_o$ ,  $r'$

0,8p

**3b.** Estimarea densității pepenelui din fotografie, în condițiile menționate în cadrul sarcinii de lucru 3

1,1p

**3c.** Precizarea referitoare la faptul că luarea în considerare a fenomenului de refracție influențează sau nu, în mod semnificativ, rezultatul estimării densității pepenelui. Argumentarea pe scurt a răspunsului

0,4p

#### *Sarcina de lucru 4*

**4a.** Valoarea înălțimii  $h$  a calotei sferice a pepenelui, care se află situată în aer

0,4p

**4b.** Expresia pulsației micilor oscilații verticale ale pepenelui în jurul poziției de echilibru

1,2p

**4c.** Ecuația micilor oscilații verticale ale pepenelui, dacă amortizarea acestora este neglijabilă

0,4p

**4d.** Valoarea intervalului de timp necesar efectuării a douăzeci de mici oscilații verticale, neamortizate ale pepenelui, în condițiile estimărilor realizate în cadrul sarcinii de lucru 3b

0,4p