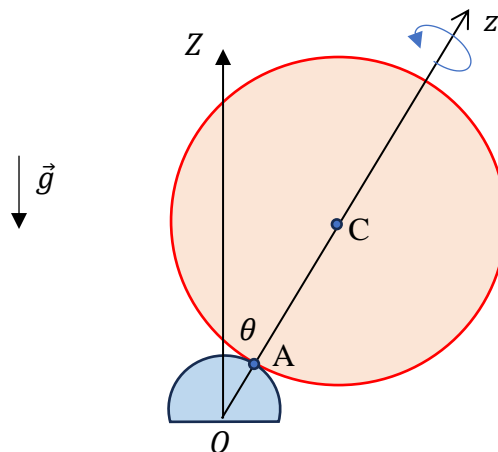




Problema teoretică nr. 1 (10 puncte) - Mingea de baschet



Jucătorii de baschet, atunci când vor să impresioneze spectatorii, pot balansa mingea de baschet în rotație pe vârful degetului arătător, ținut vertical (v. prima figură). Această echilibrare dinamică a mingii este atât rezultatul precesiei axei de rotație a mingii în jurul direcției verticale, cât și al „echilibrării active” a mingii prin re poziționarea continuă a degetului sub minge. Scopul problemei de față este de a modela un astfel de experiment, luând în considerare doar precesia. Mingea de baschet are diametrul $D = 24$ cm și masa $m = 600$ g. Vârful degetului poate fi aproximat cu o emisferă cu diametrul $d = 10$ mm. Rotația mingii pe deget se va presupune că se face fără alunecare. Notațiile din figura a doua pot fi utile în rezolvare. Valoarea accelerației gravitaționale se consideră cunoscută, $g = 9,81 \frac{\text{N}}{\text{kg}}$.

Sarcina de lucru nr.1 – Viteza unghiulară (2,8 p)

1.a.	Determină expresia vectorului viteză unghiulară $\vec{\omega}$ de rotație a mingii, scris în funcție de datele din enunț, de proiecția lui pe axa Oz (ω_z) și de versorul axei Oz a mingii (\hat{z}), care face unghiul θ cu axa verticală fixă OZ (eventual și de derivata sa în raport cu timpul, $\dot{z} \equiv \frac{dz}{dt}$, dacă este cazul).	(2,0 p)
1.b.	Calculează produsul $\vec{\omega} \cdot \dot{z}$.	(0,8 p)

Sarcina de lucru nr. 2 – Forța de contact (2,4 p)

2.a.	Cu ajutorul datelor din enunț, a versorului \hat{z} și/sau a derivatelor sale în raport cu timpul, precum și a versorului \hat{Z} , determină expresia rezultantei \vec{F} a forțelor de contact cu care degetul acționează asupra mingii.	(0,8 p)
-------------	--	---------



eFizică!
10 Noiembrie 2024

2.b.	Demonstrează că proiecția vitezei unghiulare $\vec{\omega}$ de rotație a mingii pe axa Oz (ω_z) este constantă.	(1,6 p)
-------------	--	---------

Sarcina de lucru nr. 3 – Viteza unghiulară de precesie (3,4 p)

3.a.	În cazul mișcării staționare a mingii ($\theta = \text{const.}$), determină expresia matematică a vitezei unghiulare de precesie a ei (Ω) în jurul axei OZ, admitând că este constantă.	(2,8 p)
3.b.	Determină valoarea numerică minimă a componentei ω_z a vitezei unghiulare de rotație a mingii pentru care precesia este posibilă în cazul în care $\hat{z} \parallel \hat{Z}$.	(0,3 p)
3.c.	Determină expresia matematică a vitezei unghiulare de precesie a mingii în cazul de la 3.b. și calculează valoarea ei numerică.	(0,3 p)

Sarcina de lucru nr. 4 – Forța de frecare (1,4 p)

4.	Determină expresia matematică pentru forța de frecare dintre minge și deget, precum și viteza maximă de precesie pentru ca mingea să nu se desprindă de deget.	(1,4 p)
-----------	--	---------

© Subiect propus de: Conf. Univ. Dr. Sebastian POPESCU, Facultatea de Fizică, Universitatea „Alexandru Ioan Cuza” din Iași



--

Foaie de Răspunsuri

Problema nr. 1 (10 puncte) - Mingea de baschet

1.a.	$\vec{\omega} =$	2,0p
1.b.	$\vec{\omega} \cdot \hat{z} =$	0,8p
2.a.	$\vec{F} =$	0,8p
2.b.	$\omega_z = \text{const.}$	1,6p



eFizică!
10 Noiembrie 2024

Codul concurentului -- Problema

--

3.a.	$\Omega =$	2,8p
3.b	$\omega_{z,min} =$	0,3p
3.c.	$\Omega =$	0,3p
4.	$F_f =$ $\Omega_{max} =$	1,4p
Total		10p



Problema teoretică nr. 2 (10 puncte)

Estimarea densității pepenului din fotografie

Această problemă îți propune ca numai pe baza fotografiei din figura nr.1 să faci câteva estimări ale densității unui pepene, care plutește într-o găleată cu apă, iar apoi să analizezi micile oscilații verticale ale aceluiași pepene, care plutește pe apa unui lac.

În toate estimările pe care le vei face, vei considera că pepenele este omogen, că poate fi aproximat printr-o sferă și că refracția luminii la interfața aer-apă se poate neglija. În diferitele variante de estimare vei neglija sau nu efectele tridimensionale.



Figura nr.1

Sarcina de lucru nr.1

În cadrul sarcinii de lucru nr.1 vei analiza factorii care influențează acuratețea determinării densității pepenului. De asemenea, pe baza fotografiei din figura nr.1 vei face o primă estimare a densității pepenului, fără a lua în considerare efectele tridimensionale.

1.a.	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.	(0,8 p)
-------------	--	---------



1.b.	Determină expresia densității ρ a pepenelui în funcție de densitatea ρ_0 a apei și de raportul q .	(0,7 p)
1.c.	Reprezintă grafic raportul $\frac{\rho}{\rho_0}$ în funcție de q .	(1,0 p)
1.d.	Utilizând graficul trasat la în cadrul sarcinii de lucru 1c, descrie pe scurt modul în care valoarea raportului q influențează acuratețea determinării densității ρ .	(0,7 p)
1.e.	Estimează densitatea ρ_1 a pepenelui din fotografia prezentată în figura 1, fără a lua în considerare separarea spațială dintre planele orizontale care conțin cercul de intersecție a suprafeței apei cu pepenele și cercul ecuatorial orizontal al acestuia. În foile în care redactezi rezolvarea problemei, descrie pe scurt procedura pe care ai utilizat-o. Scrie valorile pentru mărimile utilizate și calculele explicite pentru această estimare.	(0,8 p)

Sarcina de lucru nr. 2

Estimarea realizată în cadrul sarcinii de lucru nr. 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.

Consideră că aparatul cu care s-a realizat fotografia este plasat în poziția A, la distanța h față de suprafața apei din găleată (reprezentată prin dreapta ce trece prin punctele B, C și D) și notează raza „aparentă” a pepenelui $BD = r'$ (figura nr. 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.

Schița din figura 2 nu este realizată la scară.

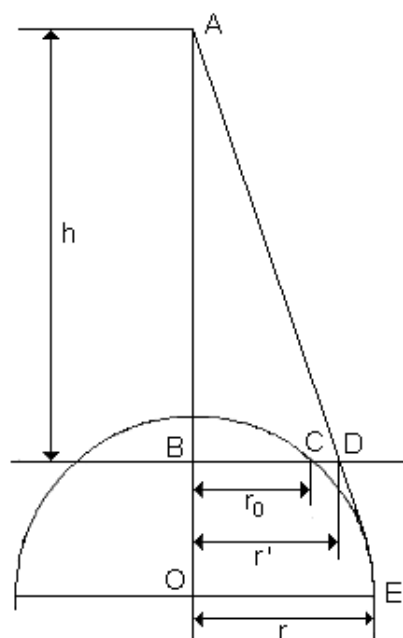


Figura nr. 2

2.a.	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' .	(1,0 p)
------	---	---------



eFizică!
10 Noiembrie 2024

Consideră că fotografia a fost realizată de o persoană cu înălțimea de $1,70\text{ m}$, care a stat în picioare lângă găleată. Ai în vedere că suprafața liberă a apei din găleată este situată la $0,30\text{ m}$ față de podea și că diametrul găleții, măsurat în partea superioară a acesteia până la marginea exterioară a găleții este de $0,30\text{ m}$.

2.b.	Estimează densitatea ρ_{II} a pepenului din fotografia prezentată în figura 1, în condițiile menționate în cadrul acestei sarcini de lucru. În foile în care redactezi rezolvarea problemei, descrie pe scurt procedura pe care ai utilizat-o în cadrul acestei sarcini de lucru. Scrie valorile pentru mărimile utilizate și calculele explicite pentru această estimare.	(2,0 p)
-------------	--	---------

Sarcina de lucru nr. 3

În cadrul sarcinii de lucru nr. 3 vei studia micile oscilații verticale ale aceluiași pepene, care plutește pe apa unui lac.

În acest scop, vei utiliza o modelare simplă, în care se presupune că oscilațiile pepenului nu sunt influențate de apa din lac și că forțele de frecare exercitate asupra pepenului pot fi neglijate.

Pentru a răspunde cerințelor din cadrul acestei sarcini de lucru, vei folosi valorile unor mărimi estimate în cadrul sarcinii de lucru nr. 2.

3.a.	Dedu valoarea înălțimii h_c corespunzătoare calotei sferice a pepenului, calotă care se află situată în aer.	(0,5 p)
3.b.	Determină expresia pulsației ω a micilor oscilații verticale ale pepenului în jurul poziției de echilibru. Exprimă rezultatul în funcție de ρ_0 , ρ , r , de înălțimea calotei sferice a pepenului h_c și de mărimea accelerației gravitaționale g .	(2,0 p)
3.c.	Calculează valoarea intervalului de timp necesar efectuării a zece oscilații mici, verticale, neamortizate ale pepenului. Valoarea accelerației gravitaționale este $g = 9,81\text{ m} \cdot \text{s}^{-2}$.	(0,5 p)

© Subiect propus de:
Prof. Dr. Delia DAVIDESCU

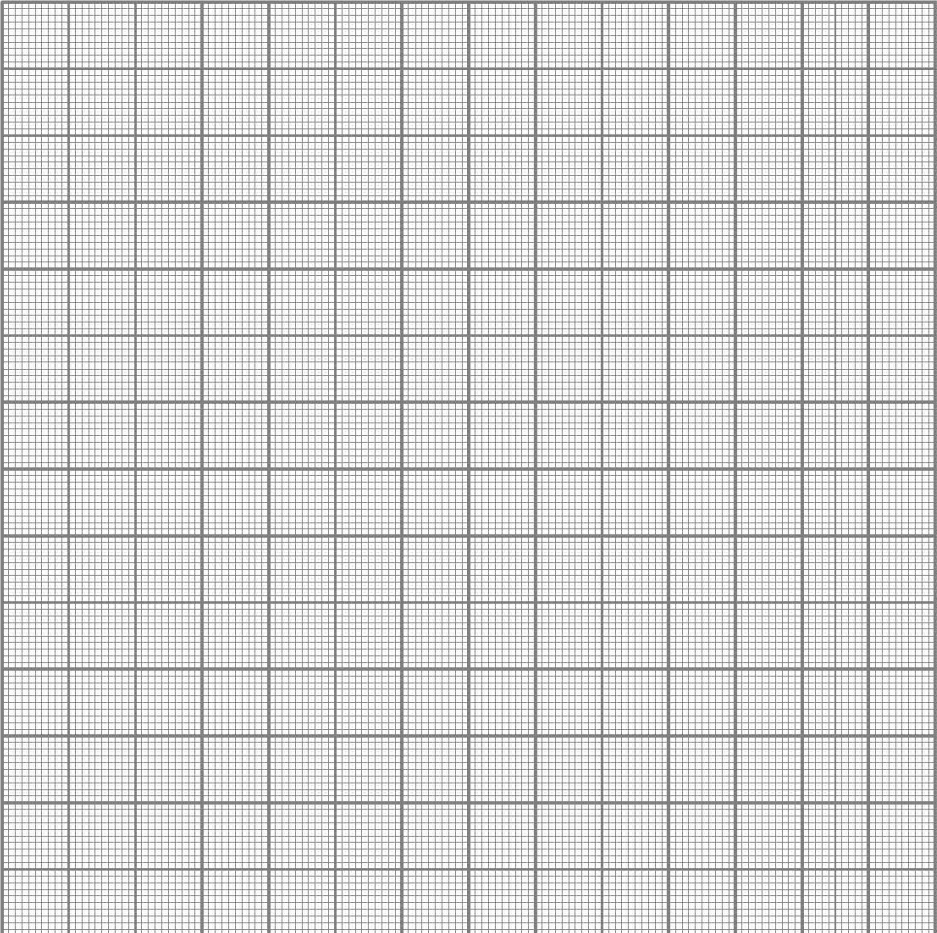


--

Foaie de Răspunsuri

Problema nr. 2 (10 puncte)

Estimarea densității pepenului din fotografie

1.a.	Expresia volumului V_0 al porțiunii din pepene, care este cufundată în apă $V_0 =$	0,8p
1.b.	Expresia densității pepenului $\rho =$	0,7p
1.c.	Reprezentarea grafică $\frac{\rho}{\rho_0} = f(q)$ 	1,0p



--

1.d.	Descrierea pe scurt a modului în care valoarea raportului q influențează acuratețea determinării densității ρ	0,7p
1.e.	Valoarea estimată a densității pepenelui din fotografie $\rho_I =$	0,8p
2.a.	Expresia razei pepenelui $r =$	1,0p
2.b.	Valoarea estimată a densității pepenelui din fotografie, în condițiile menționate în cadrul sarcinii de lucru 2 $\rho_{II} =$	2,0p
3.a.	Valoarea înălțimii calotei sferice a pepenelui, care se află situată în aer – în condițiile estimărilor realizate în cadrul sarcinii de lucru nr. 2.b. $h_c =$	0,5p
3.b.	Expresia pulsației ω a micilor oscilații verticale ale pepenelui $\omega =$	2,0p
3.c.	Valoarea intervalului de timp necesar efectuării a zece oscilații mici, verticale, neamortizate ale pepenelui $t =$	0,5p
Total		10p