



Problema nr. 1 (10 puncte)

Electricitate cu corpuri rotunde

Problema îți propune studiul unor caracteristici electrice ale câtorva sisteme de corpuri rotunde.

Sarcina de lucru nr. 1

Un cilindru conductor, cu rezistență electrică neglijabilă, având raza a și lungimea h este introdus în interiorul unui tub cilindric dintr-un material conductor. Tubul are raza interioară b și lungimea h ($h \gg b$), iar rezistența sa electrică este neglijabilă. Cilindrul și tubul au aceeași axă de simetrie și sunt astfel dispuse încât se suprapun pe toată lungimea (Figura nr. 1).

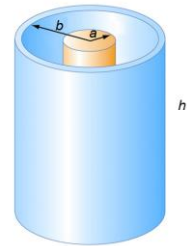


Figura nr. 1

Consideră că spațiul dintre cilindru central și tubul cilindric exterior al structurii, este umplut complet cu o pătură cilindrică cu raza interioară a , cu raza exterioră b și cu lungimea h . Pătura cilindrică este realizată dintr-un material conductor solid, având conductivitatea electrică σ .

1.a.	Determină expresia rezistenței electrice R_{cil} , măsurată între cilindru interior și tubul cilindric. Exprimă rezultatul în funcție de a , b , h și σ .	(1,0 p)
-------------	--	---------

În continuare, consideră că spațiul dintre cilindru central și tubul cilindric exterior al structurii este umplut complet cu o pătură cilindrică cu raza interioară a , cu raza exterioră b și cu lungimea h . De această dată, pătura cilindrică este realizată dintr-un material dielectric solid, omogen, având permitivitatea dielectrică relativă ϵ_r . Cilindrul conductor interior este încărcat cu sarcina electrică Q , iar tubul cilindric exterior este legat la pământ.

1.b.	Dedu expresia capacității C_{cil} a condensatorului cilindric astfel construit. Exprimă rezultatul în funcție de a , b , h , ϵ_r și de permitivitatea dielectrică ϵ_0 a vidului. Pentru câmpul electric din condensator, efectele de margine sunt neglijabile.	(1,0 p)
-------------	--	---------

Prin conectarea la o sursă de tensiune continuă, armăturile condensatorului cilindric care conține pătura dielectrică sunt încărcate respectiv cu sarcinile electrice $-Q$, $+Q$. După încărcare, condensatorul se decuplează de la sursă.

1.c.	Determină expresia lucrului mecanic L_Q , ce trebuie efectuat pentru extragerea foarte lentă, completă, a păturii dielectrice din interiorul condensatorului cilindric. Presupune că în cursul extragerii păturii dielectrice poți neglija gravitația și frecările. Exprimă răspunsul în funcție de a , b , h , ϵ_r , ϵ_0 și Q .	(1,0 p)
-------------	--	---------



1.d.	Dedu expresia mărimii forței minime F_Q , ce trebuie aplicată plății dielectrice la începutul extragerii din condensatorul cilindric. Exprimă răspunsul în funcție de $a, b, h, \varepsilon_r, \varepsilon_0$ și Q .	(1,0 p)
-------------	--	---------

În cele ce urmează, consideră că armăturile condensatorului cilindric care conține plăta dielectrică sunt conectate tot timpul la o sursă ideală, cu tensiunea electromotoare continuă, V .

1.e.	Determină expresia lucrului mecanic L_V , care trebuie efectuat pentru extragerea foarte lentă, completă, a plății dielectrice din interiorul condensatorului cilindric conectat la sursa de tensiune. Presupune că în cursul extragerii plății dielectrice poți neglija gravitația și frecările. Exprimă răspunsul în funcție de $a, b, h, \varepsilon_r, \varepsilon_0$ și V .	(1,0 p)
-------------	--	---------

1.f.	Dedu expresia mărimii forței minime $F_V(x)$ ce trebuie aplicată plății dielectrice pentru continuarea extragerii în momentul în care plăta a ieșit pe lungimea x ($0 \leq x \leq h$) din condensatorul cilindric conectat la sursa de tensiune. Exprimă răspunsul în funcție de $a, b, h, \varepsilon_r, \varepsilon_0$ și V .	(1,0 p)
-------------	---	---------

Sarcina de lucru nr. 2

O sferă conductoare cu raza a este plasată în centrul unei sfere conductoare, goală în interior, care are raza internă b (Figura nr. 2). Cele două sfere concentrice formează structura care va fi studiată în cadrul sarcinii de lucru nr. 2. Rezistențele electrice ale tuturor componentelor din circuit sunt neglijabile. Se presupune că sfera interioară poate fi conectată electric printr-un fir conductor, care trece printr-un canal practicat în sfera exterioară. Firul de contact nu modifică în nici un fel proprietățile electrice ale structurii și este izolat electric de sfera exterioară. Structura poate fi conectată la o sursă ideală cu tensiunea continuă V .

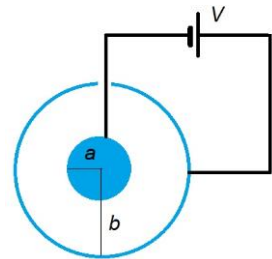


Figura nr. 2

2.a.	În cadrul sarcinii de lucru 2.a. consideră că spațiul dintre cele două sfere este umplut complet cu un material omogen, având conductibilitatea electrică σ . În aceste condiții, determină expresia rezistenței electrice R_s a structurii cu geometria prezentată în figura nr. 2. Exprimă rezultatul în funcție de a, b și σ .	(0,5 p)
-------------	---	---------

2.b.	În cadrul sarcinii de lucru 2.b. ai în vedere că spațiul dintre cele două sfere este umplut cu aer. Dedu expresia capacității electrice C_s a condensatorului sferic, având ca dielectric aerul. Exprimă rezultatul în funcție de a, b și ε_0 .	(0,5 p)
-------------	---	---------

Pentru placarea cu argint a pereților unui vas semisferic de cupru cu raza b , acesta se umple cu un lichid electrolitic omogen având conductivitatea electrică σ . Echivalentul electrochimic κ al lichidului



eFizică!

30 Octombrie 2022

din vas (coeficientul de proporționalitate dintre masa m de argint depusă și sarcina electrică Q transportată de ioni) este $\kappa = m/Q$.

În centrul sferei din care este decupat vasul se plasează un electrod sferic de argint cu raza a ($a \ll b$). Concentrația ionilor din soluție nu variază în cursul electrolizei.

Dacă între electrodul central și peretele vasului se aplică o diferență de potențial constantă V , care dirijează ionii din soluție către vas, atunci pe peretele acestuia apare o depunere de argint. Dacă sensul de polarizare este inversat, ionii din soluție circulă în sens opus și peretele vasului semisferic este corodat. În electrolitul din vas ionii circulă radial. Între peretele vasului semisferic și electrodul central se aplică o diferență de potențial $v(t)$ care variază periodic în timp, cu perioada T , după legea

$$v(t) = \begin{cases} -V \cdot \sqrt{1 - 3t/T} & \text{pentru } 0 \leq t \leq T/3 \\ V \cdot \sqrt{3t/T - 1} & \text{pentru } T/3 < t < 2T/3 \\ V & \text{pentru } 2T/3 \leq t \leq T \end{cases} \quad (1)$$

2.c.	Determină expresia pentru valoarea efectivă V_{efectiv} a diferenței de potențial aplicată între peretele vasului semisferic și electrodul central. Exprimă rezultatul în funcție de V .	(1,0 p)
2.d.	Dedu expresia masei m a stratului de argint depus în intervalul de timp $n \cdot T$, pe peretele vasului semisferic de rază b . Exprimă rezultatul în funcție de b, σ, V, κ, T și de numărul $n \in \mathbb{N}^*$.	(2,0 p)

© Subiect propus de:

Delia Constanța DAVIDESCU, PhD

Adrian DAFINEI, PhD



--

Foaie de Răspunsuri

Problema nr. 1 (10 puncte)

Electricitate cu corpuri rotunde

1.a.	Expresia rezistenței electrice $R_{cil} =$	1,0p
1.b.	Expresia capacității condensatorului cilindric $C_{cil} =$	1,0p
1.c.	Expresia lucrului mecanic $L_Q =$	1,0p
1.d.	Expresia mărimii forței minime $F_Q =$	1,0p
1.e.	Expresia lucrului mecanic $L_V =$	1,0p
1.f.	Expresia mărimii forței minime $F_V(x) =$	1,0p
2.a.	Expresia rezistenței electrice a structurii analizate $R_s =$	0,5p
2.b.	Expresia capacității electrice a condensatorului sferic $C_s =$	0,5p
2.c.	Expresia pentru valoarea efectivă a diferenței de potențial $V_{efectiv} =$	1,0p
2.d.	Expresia masei stratului de argint depus $m =$	2,0p
Total		10p



Problema nr. 2 (10 puncte)

Studiul unor oscilații

În această problemă vei analiza mișcarea pe o suprafață orizontală a unui corp P , de masă m , legat la unul dintre capetele unui resort elastic, cu masă neglijabilă și cu constanta de elasticitate k . Celălalt capăt al resortului este fixat de un suport imobil. Coeficientul de frecare la alunecare dintre corpul P și suprafața orizontală este μ . Se alege originea axei Ox în poziția în care se află corpul pe suprafața orizontală, atunci când resortul este nedeformat.

Apoi, corpul P este deplasat spre dreapta pe distanța x_0 (unde $x_0 \geq 10 \frac{\mu mg}{k}$) și este menținut într-o astfel de poziție (Figura nr.1). La un moment dat, corpul P este lăsat liber și ansamblul corp-resort începe să oscileze.

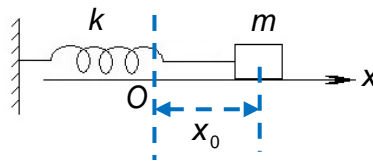


Figura nr. 1

Consideră că mărimea accelerației gravitaționale în locul unde se desfășoară oscilația este g .

În această problemă, exprimă - după caz - răspunsurile pe care le vei obține în cadrul diferitelor sarcini de lucru, în funcție de mărimile μ, m, g, k și x_0 .

Sarcina de lucru nr. 1 – Legea de mișcare

În prima sarcină de lucru ți se cere să studiezi mișcarea ansamblului corp-resort, corespunzătoare primelor patru semioscilații ale acestuia.

1.a.	Considerând $t_0 = 0$ momentul de timp la care corpul P este lăsat liber și ansamblului corp-resort începe să oscileze, deduce expresiile pentru legile de mișcare $x_i = x_i(t)$, $i = \overline{1,4}$, corespunzătoare fiecăreia dintre primele patru semioscilații ale ansamblului. Pentru fiecare dintre expresiile legilor de mișcare deduse, precizează intervalul corespunzător al coordonatelor în care aceste expresii sunt valide.	(1,6 p)
1.b.	Schițează, pe același grafic, cele patru dependențe deduse în cadrul sarcinii de lucru 1.a. Pe schița realizată, notează mărimile pe care le consideri relevante pentru descrierea mișcării ansamblului corp-resort. Denumeste această schiță Graph 1.	(0,8 p)

Sarcina de lucru nr. 2 – Energia sistemului oscilant

În cadrul sarcinii de lucru nr. 2, vei investiga dependența de coordonata x a energiilor potențială, cinetică și totală a ansamblului corp-resort care oscilează și vei construi reprezentări grafice adecvate.



eFizică!

30 Octombrie 2022

2.a.	Schițează, pe același grafic, dependențele de coordonata x a energiei potențiale a resortului $E_{p,i} = E_{p,i}(x)$, $i = \overline{1,4}$, corespunzătoare fiecăreia dintre primele patru semioscilații ale ansamblului. Denumeste Graph 2 schița realizată.	(0,4 p)
2.b.	Determină expresiile dependenței de coordonata x a energiei cinetice $E_{c,i} = E_{c,i}(x)$, $i = \overline{1,4}$ a corpului P , corespunzătoare fiecăreia dintre primele patru semioscilații ale ansamblului.	(1,6 p)
2.c.	Schițează, pe același grafic, dependențele de coordonata x a energiei cinetice a corpului $E_{c,i} = E_{c,i}(x)$, $i = \overline{1,4}$, deduse în cadrul sarcinii de lucru 2.b. Denumeste această schiță Graph 3. Notează, pe schița realizată, mărimile pe care le consideri relevante pentru ilustrarea dependențelor $E_{c,i} = E_{c,i}(x)$, $i = \overline{1,4}$.	(1,2 p)
2.d.	Determină expresiile dependenței de coordonata x a energiei totale $E_{t,i} = E_{t,i}(x)$, $i = \overline{1,4}$ a ansamblului corp-resort, corespunzătoare fiecăreia dintre primele patru semioscilații ale acestuia.	(1,2 p)
2.e.	Schițează, pe același grafic, dependențele de coordonata x a energiei totale $E_{t,i} = E_{t,i}(x)$, $i = \overline{1,4}$ a ansamblului corp-resort, deduse în cadrul sarcinii de lucru 2.d. Denumeste Graph 4 schița pe care ai realizat-o. Pe schița realizată, notează mărimile pe care le consideri relevante pentru ilustrarea dependențelor $E_{t,i} = E_{t,i}(x)$, $i = \overline{1,4}$.	(0,8 p)

Sarcina de lucru nr. 3 – Viteza corpului P

Sarcina de lucru nr. 3 îți propune să studiezi modul cum variază viteza corpului P , în funcție de coordonata x , în timpul oscilație.

3.a.	Dedu câte o expresie care să evidențieze dependența dintre viteza corpului P și coordonata x a acestuia, pentru fiecare dintre primele patru semioscilații.	(1,2 p)
3.b.	Schițează, pe același grafic, dependențele $v_i = v_i(x)$, $i = \overline{1,4}$ ale vitezei corpului P , dependente deduse în cadrul sarcinii de lucru 3.a. Denumeste schița pe care ai realizat-o Graph 5. Notează, pe schița realizată, mărimile pe care le consideri relevante pentru ilustrarea modului în care viteza corpului variază în funcție de coordonata sa.	(1,2 p)

© Subiect propus de:

Delia Constanța DAVIDESCU, PhD

Adrian DAFINEI, PhD



--

Foaie de Răspunsuri

Problema nr. 2 (10 puncte)

Studiul unor oscilatii

1.a.	Expresiile legilor de mișcare, corespunzătoare fiecăreia dintre primele patru semioscilații ale ansamblului corp – resort $x_1(t) =$ $x_1 \in$ $x_2(t) =$ $x_2 \in$ $x_3(t) =$ $x_3 \in$ $x_4(t) =$ $x_4 \in$	1,6p
1.b.	Graph 1 este trasat pe o foaie separată	0,8p
2.a.	Graph 2 este trasat pe o foaie separată	0,4p
2.b.	Expresiile dependenței de coordonata x a energiei cinetice a corpului P , corespunzătoare fiecăreia dintre primele patru semioscilații ale ansamblului. $E_{c,1}(x) =$ $E_{c,2}(x) =$ $E_{c,3}(x) =$ $E_{c,4}(x) =$	1,6p
2.c.	Graph 3 este trasat pe o foaie separată	1,2p



--

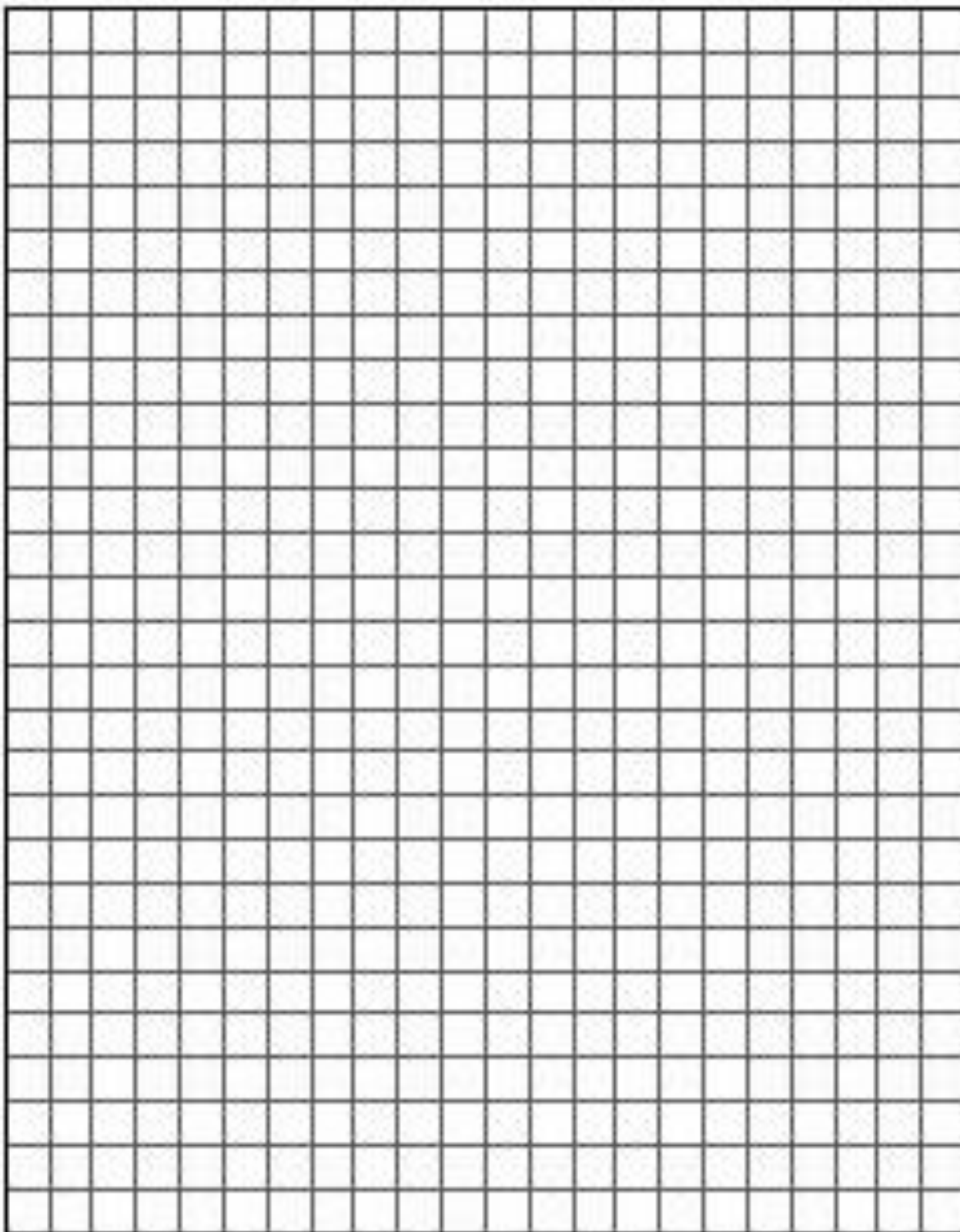
2.d.	Expresiile dependenței de coordonata x a energiei totale a ansamblului corp-resort, corespunzătoare fiecăreia dintre primele patru semioscilații $E_{t,1}(x) =$ $E_{t,2}(x) =$ $E_{t,3}(x) =$ $E_{t,4}(x) =$	1,2p
2.e.	Graph 4 este trasat pe o foaie separată	0,8p
3.a.	Expresii care să evidențieze dependența dintre viteza corpului P de coordonata x a acestuia, pentru fiecare dintre primele patru semioscilații Pentru $i = 1$ Pentru $i = 2$ Pentru $i = 3$ Pentru $i = 4$	1,2p
3.b.	Graph 5 este trasat pe o foaie separată	1,2p
Total		10p



eFizică!
30 Octombrie 2022

Codul concurentului -- Problema

--

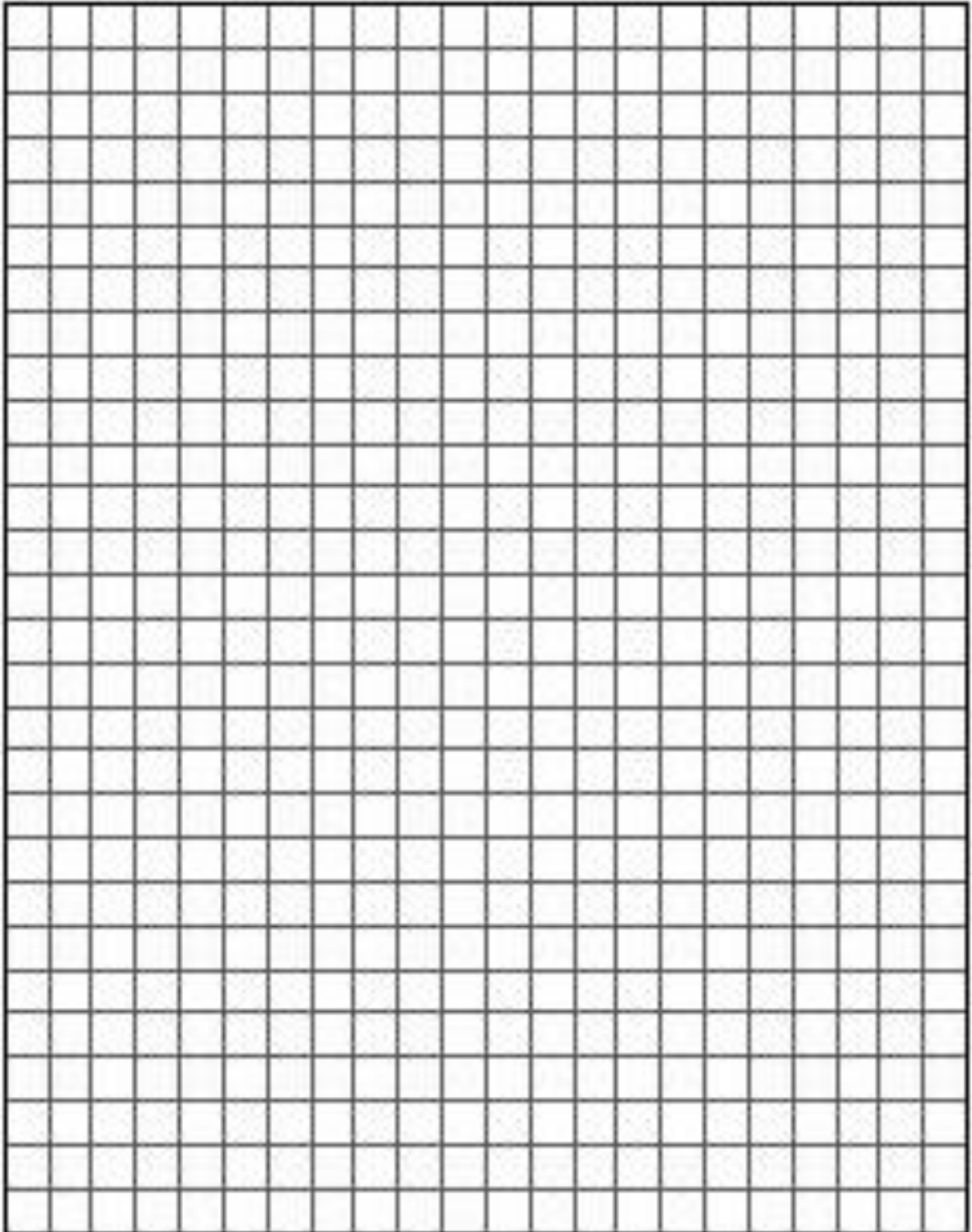




eFizică!
30 Octombrie 2022

Codul concurentului -- Problema

--

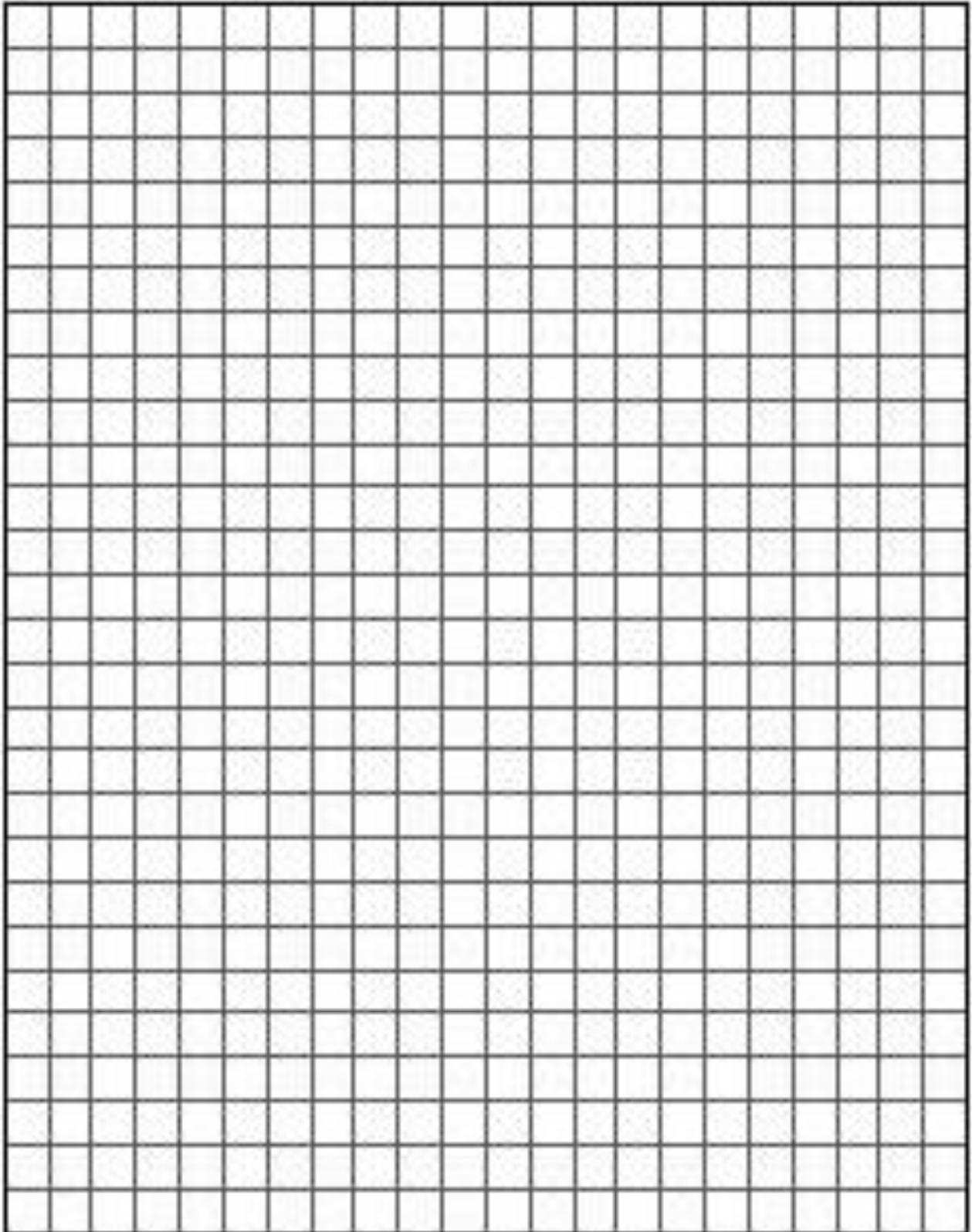




eFizică!
30 Octombrie 2022

Codul concurentului -- Problema

--

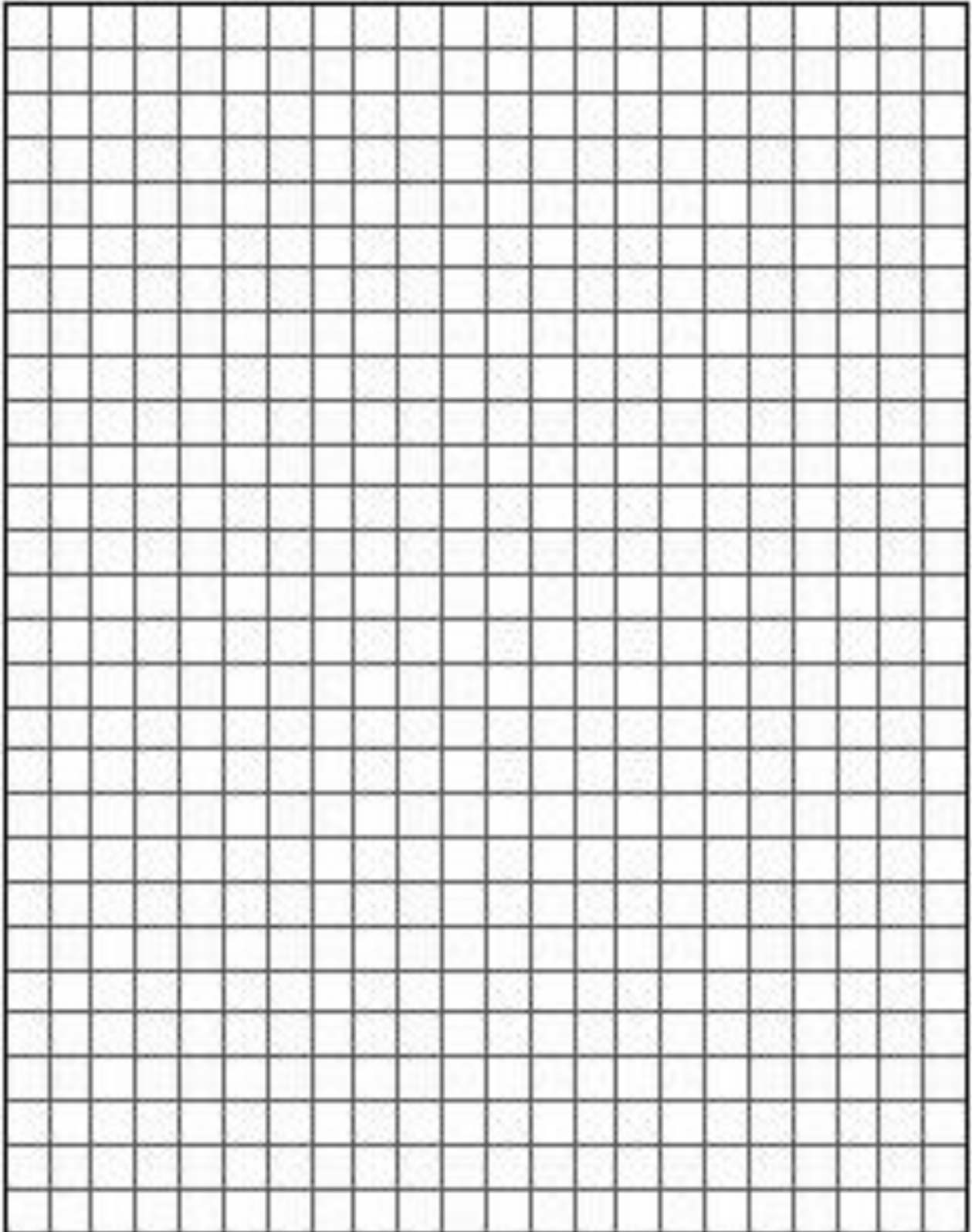




eFizică!
30 Octombrie 2022

Codul concurentului -- Problema

--

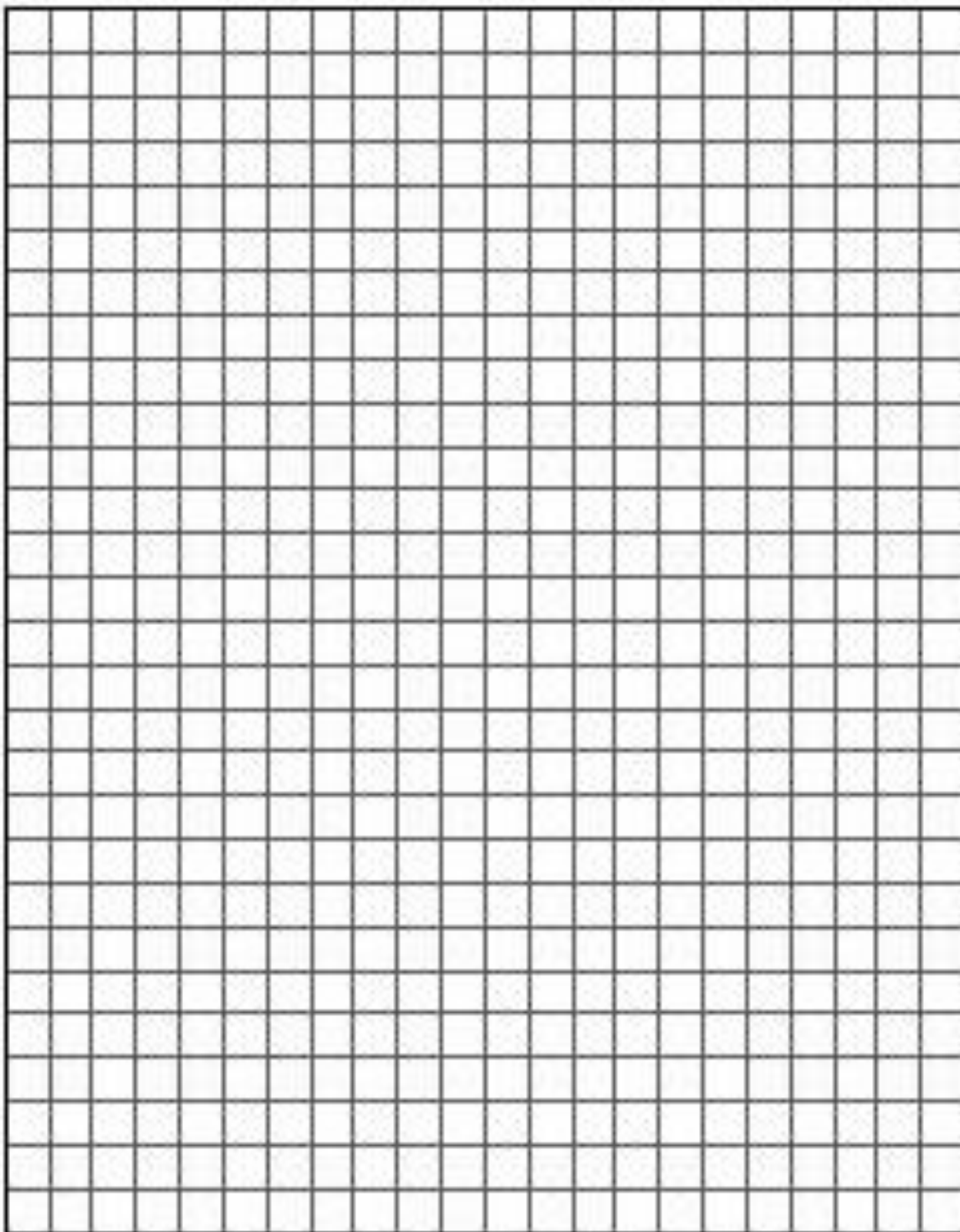




eFizică!
30 Octombrie 2022

Codul concurentului -- Problema

--





eFizică!
30 Octombrie 2022

Codul concurentului -- Problema

--

