

Subiectul I: Experimente la altitudini diferite

(10 puncte)

Tatăl lui Daniel este aviator. Daniel l-a rugat pe tatăl său să îl ajute să facă un proiect la fizică, legat de fenomenele petrecute în timpul zborului. Ei montează un dispozitiv GPS alături de un resort vertical de care este agățată o bilă cu masa de 20 g. În aeroportul Otopeni aceasta alungește resortul cu $\Delta \ell = 39,2$ cm. În timpul zborului resortul se alungește doar pe verticală. Alungirea resortului este măsurată cu o riglă gradată. Dispozitivul GPS înregistrează poziția pe orizontală a avionului față de punctul de plecare și înălțimea corespunzătoare la care se află avionul față de sol, la fiecare 10 km parcurși pe orizontală. Ei așază dispozitivul lângă altimetrul din cabină și poziționează o cameră GO-PRO care înregistrează afișajele celor două aparate și valorile lungimii resortului. La nivel internațional, unitatea de măsură pentru altitudine este piciorul (ft), $3 \text{ ft} \cong 1 \text{ m}$. Tatăl decolează de pe aeroportul "Henri Coandă" Otopeni, situat la o altitudine de 300 ft, zboară la o altitudine de aproximativ 10000 m și aterizează la Sibiu, unde altitudinea este de 1200 ft (vezi **Figura 1**). Toate altitudinile sunt măsurate față de nivelul mării cu ajutorul unui altimetru.

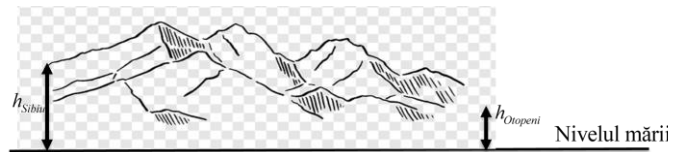


Figura 1

Tabelul 1

Coordonata orizontală, x, înregistrată de GPS / km	Coordonata verticală, y, înregistrată de GPS / m	Altitudinea, h, înregistrată de altimetru / ft
0	0	300
10	1980	6300
20	3800	12300
30	5740	18300
40	7720	24300
50	9650	30300
60	9520	30300
70	9100	30300
80	9000	30300
90	8900	30300
100	8700	30300
110	8500	30300
120	8100	30300
130	8000	30300
140	8200	30300
150	8600	30300
160	6960	24480
170	5220	18660
180	3580	12840
190	1790	7020
200	0	1200

Se consideră că accelerația gravitațională în aeroportul Otopeni este $g = 9,8 \text{ m/s}^2$.

După aterizarea de la Otopeni, Daniel urmărește înregistrarea și realizează **Tabelul 1**.

- a. Daniel a învățat la fizică despre accelerația (constantă) gravitațională g . Aceasta scade atunci când ne depărtăm de centrul Pământului. Din

înregistrare Daniel constată că alungirea cea mai mică este $\Delta \ell' = 39$ cm. *Determină* accelerația gravitațională la altitudinea maximă.

- b. În timpul zborului, avionul traversează Carpații Meridionali, cei mai înalți munți din țara noastră. Conform datelor din **Tabelul 1**, calculează cea mai mare înălțime a munților. *Exprimă rezultatul în metri.*
- c. *Reprezintă* grafic dependența altitudinii înregistrate de altimetru în funcție de coordonata orizontală înregistrată de GPS. Pentru reprezentarea grafică poți utiliza o coală de hârtie cu pătrățele.
- d. Avionul funcționează cu un combustibil numit kerosen, consumurile fiind diferite în funcție de etapa zborului. În timpul urcării consumul de combustibil pe kilometru este de șapte ori mai mare decât în timpul coborârii (indiferent de distanța parcursă pe orizontală). Consumul pe porțiunea de zbor de croazieră (la aceeași altitudine), este egal cu media aritmetică dintre consumul la urcare și consumul la coborâre. Avionul pleacă cu $M_1 = 2$ t kerosen de la Otopeni în rezervoare, iar la Sibiu mai alimentează cu $M_2 = 1,2$ t kerosen. Când ajung înapoi, la Otopeni, constată că mai au în rezervor $M_3 = 2003$ kg kerosen. Dacă un kilogram de kerosen costă doi lei, calculează costul pe kilometru la urcare, la coborâre, respectiv la zborul pe orizontală, folosind datele din proiectul lui Daniel.

Subiectul II: Experimente de fizică cu pahare

(10 puncte)

Gabriela are pe masa orizontală de laborator două pahare goale din sticlă. Paharele au fiecare exteriorul de forma cubică. Paharul mare are latura $\ell_1 = 7$ cm, iar paharul mic are latura $\ell_2 = 4$ cm. Atât fundurile paharelor cât și pereții lor au aceeași grosime $d = 1$ cm.

- a. În primul experiment, Gabriela toarnă apă în paharul mare. Apoi, introduce complet paharul mic în paharul mare. Pereții paharelor sunt paraleli în orice moment de timp. Gabriela constată că după introducerea completă a paharului mic în paharul mare nu s-a vărsat apă pe masa de laborator și nici nu a intrat apă în paharul mic. *Determină* volumul de apă pe care l-a turnat Gabriela în paharul mare.
- b. În al doilea experiment, Gabriela toarnă apă în paharul mare până la înălțimea $h_1 = 2,8$ cm, măsurată față de masa de laborator (vezi **Figura 2**). Apoi, ea introduce paharul mic în cel mare, pe verticală, cu viteza constantă $v = 1$ mm/s. Pereții paharelor sunt menținuți în permanență paraleli. *Determină* intervalul de timp cronometrat de Gabriela din momentul în care paharul mic atinge apa din paharul mare până în momentul în care apa începe să intre în paharul mic.
- c. Gabriela continuă experimentul de la cerința (b) până în momentul în care baza paharului mic atinge fundul paharului mare. *Determină* înălțimea la care ajunge nivelul apei din paharul mic la acest moment de timp.

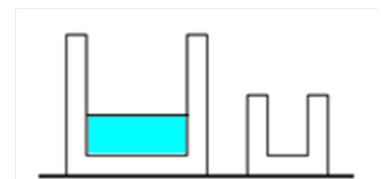


Figura 2

Subiectul III: Concurs de navomodele

(10 puncte)

Prima ediție a concursului de navomodele „FizQ-Navy” s-a desfășurat sâmbătă, 17 aprilie 2021, pe suprafața orizontală a apei unui lac. În **Figura 3** este prezentată o schiță a evenimentelor realizată de Andrei, pe care a notat dimensiunile L_1 și L_2 , între care există relația: $L_1^2 = 2L_2^2$. În schița din **Figura 3** este prezentat traseul marcat cu linie roșie, unde sunt instalații de semnalizare (balize) notate cu cifre de la 1 la 8, Dimensiunile balizelor sunt mult mai mici decât cele ale navomodelelor. Pe traseul marcat cu linie roșie navomodelele trebuie să treacă prin dreptul fiecărei balize, pe drumul cel mai scurt. Acest traseu poate fi parcurs în sensul acelor de ceasornic, sau în sens invers acelor de ceasornic.

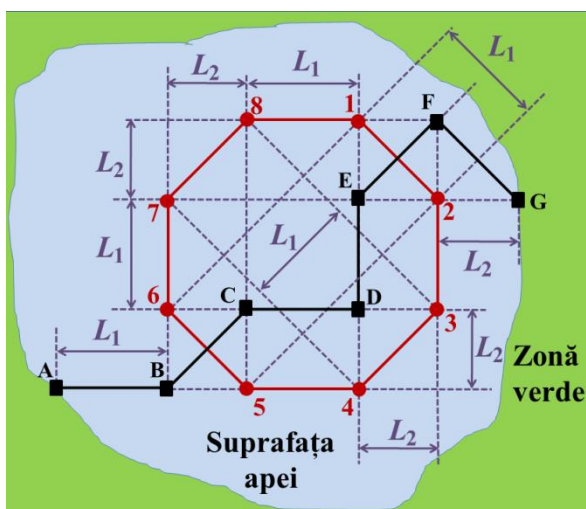


Figura 3

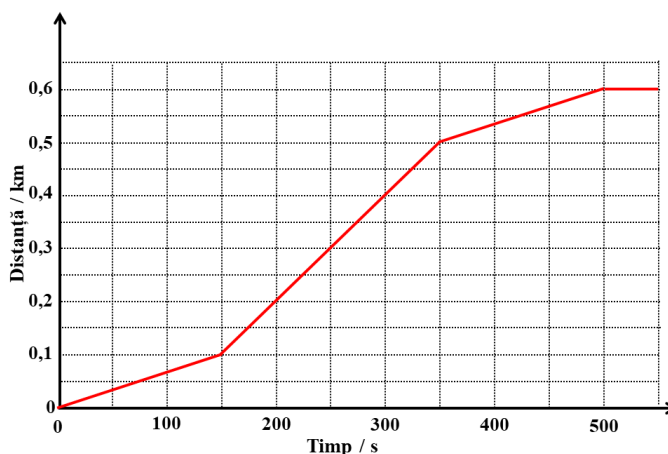


Figura 4

- a. O dronă survolează suprafața apei pe traseul $A \rightarrow B \rightarrow C \rightarrow D \rightarrow E \rightarrow F \rightarrow G$, marcat cu linie neagră (vezi **Figura 3**), situat într-un plan orizontal, la înălțimea $h = 19,6$ m față de suprafața apei. Viteza dronei pe porțiunile $A \rightarrow B$ și $F \rightarrow G$ este aceeași. În **Figura 4** este reprezentată distanța pe care zboară drona în funcție de timp. Se consideră frecările cu aerul neglijabile, iar accelerația gravitațională $g = 9,8$ m/s².
- a.1. Calculează viteza medie a dronei din momentul plecării din A până în momentul sosirii în G.
- a.2. Calculează viteza maximă a dronei pe traseul $A \rightarrow B \rightarrow C \rightarrow D \rightarrow E \rightarrow F \rightarrow G$.
- a.3. La un moment dat, o defecțiune la motorul dronei face ca aceasta să cadă liber din G pe verticală. Calculează durata căderii libere a dronei pe distanța h .
- a.4. Calculează perimetrul conturului marcat cu linie roșie (vezi **Figura 3**).
- a.5. Calculează aria suprafeței interioare a conturului marcat cu linie roșie (vezi **Figura 3**).

- b.** Andrei studiază mișcarea navomodelelor din **Tabelul 2**, pe durata desfășurării concursului, pe traseul din **Figura 3**, marcat cu linie roșie. Se consideră că distanța dintre două balize consecutive este $L_1 = 100\text{m}$.

Tabelul 2

b.1. Navomodelele „Bucuria” și „Venus” pleacă simultan de la baliza 1, în sensul acelor de ceasornic. *Determină* intervalul de timp după care navomodelele „Bucuria” și „Venus” se întâlnesc prima dată.

Numele navomodelului	Viteza navomodelului (dm/s)
„Bucuria”	18
„Dacia”	12
„Mircea”	17
„Sirena”	20
„Venus”	16
„Viitorul”	15

b.2. Navomodelele „Mircea” și „Viitorul” pleacă simultan de la baliza 1. Navomodelul „Mircea” se deplasează în sensul acelor de ceasornic, iar navomodelul „Viitorul” se deplasează în sens invers acelor de ceasornic. *Calculează* intervalul de timp în care navomodelele „Mircea” și „Viitorul” se întâlnesc pentru prima dată.

b.3. *Calculează* diferența dintre distanța parcursă de navomodelul „Mircea” și distanța parcursă de navomodelul „Viitorul” în intervalul de timp calculat la cerința (b.2).

b.4. Navomodelele „Sirena” și „Dacia” pleacă simultan de la baliza 1. *Determină* numărul de trasee complete efectuate de navomodelul „Sirena”, respectiv de navomodelul „Dacia”, până la prima lor întâlnire în locul din care au plecat.

- c.** Andrei se află într-o barcă cu motor. Se consideră că barca întâmpină din partea apei o forță de rezistență, F_r , ce depinde de pătratul vitezei conform legii: $F_r = k \cdot v^2$, unde k este o constantă de proporționalitate. Andrei reprezintă grafic viteza bărcii în funcție de timp (vezi **Figura 5**).

c.1. *Precizează* momentul de timp în care viteza bărcii este de două ori mai mică decât viteza ei la momentul inițial $t_0 = 0\text{s}$.

c.2. *Calculează* cu cât la sută este mai mare forța de rezistență întâmpinată de barcă la momentul inițial, $t_0 = 0\text{s}$, decât forța de rezistență întâmpinată de barcă la momentul de timp $t' = 4\text{s}$.

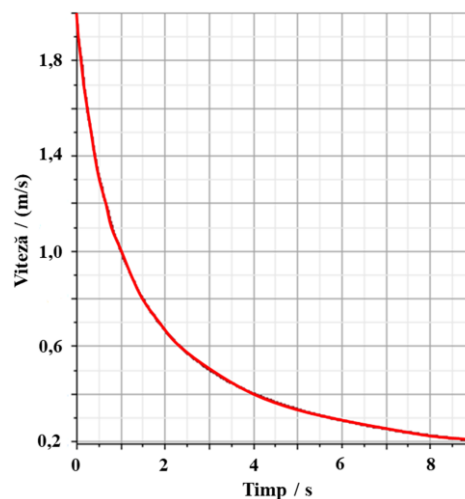


Figura 5

Subiecte propuse de:

- prof. Florina BĂRBULESCU**, Colegiul Național „Sfântul Sava” din București,
prof. dr. Cezarina MOROȘANU, Colegiul Tehnic „Gheorghe Cartianu” din Piatra Neamț,
prof. Emil NECUȚĂ, Colegiul Național „Alexandru Odobescu” din Pitești,
prof. Florin MORARU, Colegiul Național „Nicolae Bălcescu” din Brăila,
prof. dr. Gabriel FLORIAN, Colegiul Național „Carol I” din Craiova.