

Subiectul I: Experimente de fizică

(10 puncte)

Alex și Maria, elevi în clasa a VI-a, sunt pasionați de modul în care se desfășoară orele de fizică. Elevii primesc din partea profesorului de fizică sarcini de lucru experimentale.

- a. Pe o masă din laboratorul de fizică se află un vas de formă paralelipipedică, cu pereți de sticlă, foarte subțiri. Folosind o riglă cu lungimea de 50 cm, Alex și Maria determină lungimea vasului paralelipipedic, $L = 40$ cm, lățimea $\ell = 25$ cm și înălțimea $h = 20$ cm.

a1. Calculează volumul vasului paralelipipedic.

a2. Riglă este gradată în cm și mm. Determină eroarea relativă la măsurarea lungimii, lățimii și înălțimii. Determină și eroarea relativă corespunzătoare volumului calculat.

Indicații referitoare la calculul erorii relative a unei mărimi fizice.

- Eroarea relativă de măsură a unei mărimi fizice se definește prin relația:

$$e_A = \frac{\Delta A}{A}$$

unde A reprezintă valoarea numerică a mărimii măsurate iar ΔA , eroarea absolută de măsură.

- Dacă o riglă are diviziunea minimă de 1 mm, atunci $\Delta A = 1$ mm. Pentru măsurarea unei lungimi de 10 cm, eroarea relativă este:

$$e = \frac{\Delta \ell}{\ell} = \frac{1 \text{ mm}}{10 \text{ cm}} = \frac{1 \text{ mm}}{100 \text{ mm}} = 0,01 = 1\%$$

- Dacă erorile absolute sunt mult mai mici decât valorile măsurate, atunci aplicăm relațiile din **Tabelul 1** pentru calculul erorii relative a unei mărimi fizice.

Tabelul 1

Mărimea fizică A exprimată în funcție de mărimile fizice A_1 și A_2	Eroarea relativă
$A = A_1 + A_2$	$e_A = e_{A_1} + e_{A_2}$
$A = A_1 - A_2$	
$A = A_1 \cdot A_2$	
$A = \frac{A_1}{A_2}$	

- b. După exercițiul de calcul al erorilor, cei doi copii au primit mai multe corpuri identice, de formă cilindrică, din aluminiu. Ei trebuie să determine volumul unui asemenea corp cilindric. Cu rigla pe care o au la dispoziție, Alex măsoară înălțimea unui cilindru și obține $h_1 = 10$ cm. Apoi așază vertical un cilindru în vasul de sticlă de formă paralelipipedică, cu lungimea $L = 40$ cm, lățimea $\ell = 25$ cm și înălțimea $h = 20$ cm, astfel încât baza cilindrului este în contact cu fundul vasului. Maria deschide un robinet astfel încât să curgă apă în vas, iar cilindrul să fie în repaus față de vas. Cei doi copii folosesc telefonul pentru măsurarea intervalului de timp și constată că apa ajunge la înălțimea cilindrului după $\Delta t_1 = 30$ s. Dacă repetă experimentul, dar cu doi cilindri așezați vertical în vas, fiecare cu baza lipită de fundul vasului, intervalul de timp în care apa ajunge în vas la înălțimea fiecărui cilindru va fi $\Delta t_2 = 20$ s. Și în această situație cei doi cilindri sunt în repaus față de vas. În ambele cazuri, debitul apei este același, adică volumul de apă $\Delta V_{\text{apă}}$ ce curge în vas în $\Delta t = 1$ s este constant în timp. *Determină* volumul unui cilindru.
- c. Alex suspendă un resort elastic de un stativ și, măsurând lungimea resortului nedeformat, obține valoarea $\ell_0 = 20$ cm. Maria suspendă un corp din aluminiu ($\rho = 2,7 \text{ g/cm}^3$), cu volumul $V' = 2,5 \text{ dm}^3$, la capătul inferior al resortului, după care măsoară lungimea resortului deformat, obținând $\ell = 25$ cm. Se consideră accelerația gravitațională $g = 10 \text{ m/s}^2$.
- c1. *Determină* constanta elastică a resortului.
- c2. *Determină* masa m_1 a unui corp suspendat la capătul inferior al resortului, astfel încât alungirea resortului să fie $\Delta \ell_1 = 8$ cm.

Subiectul II: Salturi cu parașuta

(10 puncte)

În aeroclubul „FizQ” se folosesc pentru salturi cu parașuta avioane de tip AN2. În avion se află echipajul format din $n = 3$ persoane ce au în medie aceeași masă $m = 72$ kg și sportivi parașutiști. În **Tabelul 2** sunt prezentate datele colectate de Mihai referitoare la sportivii care au participat la ședința de antrenament din 17 aprilie 2021. Sportivii au efectuat fiecare câte un salt cu parașuta de la înălțimea $H_0 = 10000$ ft (1 ft = 1 picior anglo-saxon = 304,8 mm). Un salt cu parașuta are două etape principale: căderea liberă în timpul căreia parașuta este închisă și zborul planat efectuat cu parașuta deschisă. Se consideră că mișcarea sportivilor are loc doar pe verticală.

Tabelul 2

Prenumele sportivului	Masa sportivului împreună cu echipamentul / kg	Durata căderii libere / s	Durata de la deschiderea parașutei până la aterizarea pe sol / min
Cezar	84	58,8	3,99
Dorin	78	60,3	4,01
Emil	77	58,4	4,02
Florin	82	62,1	3,95
Nicolae	86	63,3	3,96
Sebastian	79	60,0	4,00
Sorin	81	61,2	3,95
Victor	81	59,6	3,98

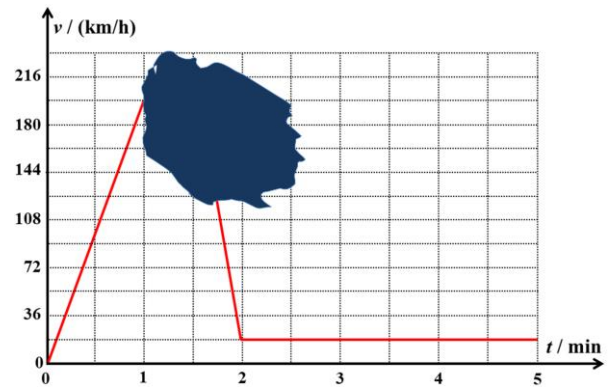


Figura 1

- a. Utilizează datele din **Tabelul 2**.
- a.1. În timpul zborului planat, Emil își alege drept referențial parașuta cu care efectuează saltul, iar Florin își alege drept referențial avionul din care a efectuat saltul. *Precizează* starea de mișcare a fiecărui parașutist față de referențialul ales.
- a.2. *Calculează* cu cât la sută este mai mare greutatea totală a celor opt sportivi, împreună cu echipamentul, decât greutatea totală a echipajului.
- a.3. *Calculează* durata saltului cu parașuta, pentru fiecare sportiv, exprimată în unitatea de măsură din SI.
- a.4. *Precizează* prenumele sportivilor pentru care durata saltului cu parașuta este cea mai mare, respectiv cea mai mică.
- b. Datorită neatenției, Mihai a pătat cu cerneală coala de hârtie pe care este reprezentată viteza lui Sebastian, în funcție de timp, pe toată durata saltului cu parașuta (vezi **Figura 1**). Poți utiliza valori ale mărimilor fizice din **Tabelul 2**.
- b.1. *Calculează* intervalul de timp de la deschiderea parașutei lui Sebastian până la stabilizarea vitezei acestuia la valoarea minimă, exprimat în unitate de măsură din SI.
- b.2. *Precizează* viteza, cu care „atinge” Sebastian suprafața pământului, exprimată în unități de măsură fundamentale.
- b.3. *Determină* distanța parcursă de Sebastian în intervalul de timp calculat la cerința (b.1).
- b.4. *Determină* accelerația medie a lui Sebastian pe durata căderii libere, cu două cifre semnificative. *Cifrele semnificative sunt toate cifrele unui număr; zerourile de la început nu se numără, de exemplu, pentru numărul 0,0417 prima cifră semnificativă este 4*.
- c. Datorită interacțiunii cu aerul, după deschiderea parașutei, sportivii ating o viteză constantă în ultimele minute de zbor planat, când forța de rezistență F_r din partea aerului este egală cu greutatea parașutistului împreună cu echipamentul. Această forță de rezistență depinde de viteza sportivului conform legii $F_r = k \cdot v$, unde k este o constantă de proporționalitate. Sorin și Victor au vitezele constante $v_s = 19,8$ km/h și $v_v = 18,9$ km/h. Se consideră accelerația gravitațională $g = 9,8$ m/s².

- c.1.** *Determină* durata căderii cu viteză constantă, pe distanța $H = 231$ m, înainte de contactul cu solul, în cazul lui Sorin, respectiv Victor.
- c.2.** Masa fiecărui parașutist, împreună cu echipamentul, se regăsește în **Tabelul 2**. *Determină* valoarea constantei de proporționalitate k , pentru forța de rezistență F_r , cu două cifre semnificative, în cazul lui Sorin, respectiv Victor.

Subiectul III: *Un zidar priceput*

(10 puncte)

Un zidar trebuie să construiască un coș de fum cu înălțimea $H = 1,2$ m. Coșul este construit din straturi succesive de cărămizi așezate astfel încât să aibă spații de $a = 1$ cm între ele (între două cărămizi și între rândurile succesive). În **Figura 2** este prezentat ca exemplu un coș construit unde cărămizile sunt așezate „țesut”, astfel încât spațiile dintre cărămizile dintr-un rând să nu se suprapună cu spațiile dintre cărămizile rândurilor vecine.



Figura 2

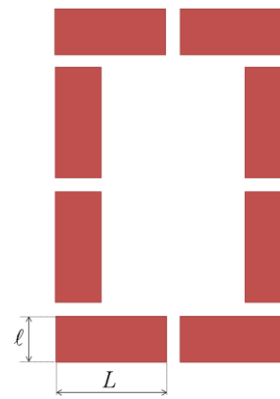


Figura 3

- a.** Zidarul folosește cărămizi cu lățimea $\ell = 10$ cm și grosimea $h = 5$ cm. Cărămizile de pe primul rând sunt așezate ca în **Figura 3**. *Calculează* lungimea L a unei cărămizi astfel încât să folosească doar cărămizi întregi.
- b.** Spațiile dintre cărămizi sunt umplute cu un adeziv, numit mortar. Primul rând de cărămizi este așezat pe un strat de mortar, iar deasupra ultimului strat de cărămizi nu se mai pune mortar. *Calculează* volumul de mortar folosit de zidar pentru a construi coșul.
- c.** Mortarul uscat este un amestec de nisip, var și ciment, în proporții volumice: o parte de ciment, două părți de var și șase părți de nisip. La acestea se adaugă, la final, apă. Zidarul realizează mortar uscat în volum egal cu al spațiilor libere dintre cărămizi calculat anterior. După adăugarea apei el constată că volumul mortarului nu se modifică. Nisipul reprezintă piatră măcinată, având spații libere între granule, cimentul și varul pot fi considerate fără spații goale între particulele foarte fine. Se consideră că apa umple toate spațiile dintre granule, iar densitățile materialelor sunt: $\rho_{\text{apă}} = 1,0$ g/cm³, $\rho_{\text{piatră}} = 2,4$ g/cm³, $\rho_{\text{nisip}} = 1,6$ g/cm³, $\rho_{\text{ciment}} = 1,4$ g/cm³, $\rho_{\text{var}} = 1,2$ g/cm³. *Calculează* masa mortarului.

Subiecte propuse de:

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