***Subiectul 1***

Gelu "Ișteţelul", Victoraș cel "Drăgălaș" și Anuța "Hărnicuța" se cunosc de mici și sunt buni prieteni. Gelu şi Victor locuiesc pe strada Dreaptă, casele lor fiind situate la distanța $D = 600m$ una de alta. Anuța locuiește pe o stradă perpendiculară pe strada Dreaptă, la distanța $D' = 150m$ de intersecția lor, aflată la jumătatea distanței D. Cei trei prieteni hotărăsc să se întâlnească la Anuța pentru a discuta temele. Astfel, Gelu pleacă spre Victor la ora $10:00$, însoțit de simpatica Nușa "Cățelușa", care deja cunoaște drumul și se bucură nespus. Victor, pleacă de acasă cu o întârziere de $\Delta t = 2\min$ față de prietenul său. Băieții merg cu viteze aproximativ egale, $v_1 = v_2 = v = 0{,}5m/s$, dar simpatica Nușa poate alerga cu o viteză de trei ori mai mare. După ce a parcurs distanța $d_1 = 200m$, Gelu își vede prietenul apropiindu-se și din acel moment, cățelușa, de bucurie, aleargă de la unul la celălalt, până la întâlnirea acestora.

a) Determină ora la care s-au întâlnit Gelu şi Victor, precum și ora la care cei doi prieteni au ajuns la Ana dacă, după întâlnire, au mers cu aceeași viteză $v$, însoțiți de Nușa. Reprezintă grafic, folosind același sistem de axe de coordonate, coordonatele pozițiilor lui Gelu şi Victor în funcție de timp; reprezentarea se va face din momentul plecării lui Gelu de acasă până la întâlnirea celor doi copii, luând drept reper casa lui Gelu.

b) Calculează distanța totală parcursă de Nușa până la întâlnirea copiilor; se consideră că întoarcerea cățelușei la întâlnirea fiecăruia dintre copii se face într-un timp foarte scurt, care poate fi neglijat.

c) Determină momentul la care cățelușa se reîntâlnește prima dată cu stăpânul ei, Gelu, considerând ca moment inițial, momentul plecării de acasă.

d) Ajungând la Ana, cei trei prieteni studiază tema pe care o au pentru a doua zi, la fizică. Doamna profesoară le-a dat câte o bucată de carton, având forma unui pătrat, de latură $50cm$. Cartonul este marcat cu linii paralele cu laturile, care îl împart în pătrate egale de latură $10cm$. Elevii trebuie să decupeze de-a lungul liniilor marcate, forme geometrice care să le permită confectionarea unor cuburi, dar în așa fel încât să confecționeze un cub dintr-o singură bucată decupată, fără să alipească alte fețe din materialul primit și fără să rotească nicio față de formă pătrată în jurul ei. Calculează volumul total al cuburilor care pot fi confecționate din cartoanele celor trei prieteni, precum și aria suprafetei de carton rămasă, exprimând valorile în unități de măsură din Sistemul Internațional.

***Subiectul 2***

În vacanța dintre semestre, Paul a mers cu trenul de la Mediaș la București, lungimea acestui traseu pe calea ferată fiind d=334km. Între cele două localități există cale ferată dublă, electrificată (vezi figura). Stâlpii ce susțin rețeaua electrică sunt amplasați la distanțe egale. Începând cu ora 6:00 și până la 19:00, din fiecare localitate pleacă spre cealaltă, din oră în oră, trenuri cu lungimea de 100m fiecare. Trenurile pleacă, în ambele sensuri, din stare de repaus, mărindu-și viteza pe primii 5 km ai deplasării, într-un interval de 5 minute, apoi se mișcă cu viteză constantă, fără opriri pe parcurs. Frânarea începe cu 5 km înaintea sosirii la destinație, în 5 minute ajungând să se oprească în stația de sosire. Pe porțiunea de mișcare uniformă, Paul cronometrează cu precizie timpul cât trece prin dreptul ferestrei sale un tren ce vine din sens opus, obținând valoarea Δt=2,5s.

a) Calculează distanța parcursă de Paul pe calea ferată în intervalul Δt.

b) Determină viteza medie cu care parcurge un tren traseul Mediaș - București.

c) Câte trenuri ce vin din sens opus a întâlnit Paul în timpul deplasării? Analizează, în funcție de ora plecării lui Paul din Mediaș, toate situațiile posibile.

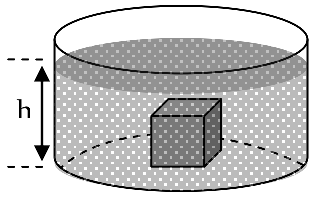
d) Între ce limite este cuprinsă distanța dintre doi stâlpi ai rețelei electrice, dacă pe porțiunea cu mișcare uniformă Paul a numărat în două minute 40 de stâlpi trecând prin dreptul ferestrei sale?

**1.** Fiecare dintre subiectele 1, 2, respectiv 3 se rezolvă pe o foaie separată care se secretizează.
**2.** În cadrul unui subiect, elevul are dreptul să rezolve în orice ordine cerințele respective.
**3.** Durata probei este de 3 ore din momentul în care s-a terminat distribuirea subiectelor către elevi.
**4.** Elevii au dreptul să utilizeze calculatoare de buzunar, dar neprogramabile.
**5.** Fiecare subiect se punctează de la 10 la 1 (1 punct din oficiu). Punctajul final reprezintă suma acestora.

e) Reprezintă grafic, în funcţie de timp, numărul total al trenurilor aflate în mişcare pe traseu, pentru intervalul orar 6:00 – 12:00.

***Subiectul 3***

La una dintre şedinţele de pregătire pentru participarea la Olimpiada de Fizică, etapa judeţeană, profesorul propune elevilor din clasa a VI-a rezolvarea unei probleme care presupune determinarea volumului util al unei cutii cu peretele transparent şi care este perpendicular pe suprafaţa de bază. Aşa cum se remarcă din figura alăturată, aria suprafeţei de bază nu poate fi determinată direct prin măsurători de lungime pentru că nu are o formă care să permită utilizarea unei relaţii de calcul cunoscute. Metoda propusă necesită atât măsurători de lungime cât şi de timp. Se înregistrează modificarea nivelului apei care curge uniform (volume egale în intervale de timp egale) în vas, în funcţie de timp. În timp ce curge apa în vas, pe fundul vasului, se află un corp de forma unui cub, cu latura $\ell = 10cm$ şi care rămâne lipit de fundul vasului indiferent de câtă apă se află în vas. Datele obţinute în urma măsurătoriilor efectuate se găsesc în tabelul de mai jos, iar înălţimea maximă a apei din vas nu poate depăşi $h_{\max} = 20cm$ fără ca apa să curgă din vas :




| h(cm) | 1,2 | 2 | 4 | 8 | 11,2 | 13,6 | 16 | 18,4 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| t(s) | 9 | 15 | 30 | 60 | 90 | 120 | 150 | 180 |

a) Reprezintă grafic, pe baza datelor din tabel, înălţimea $h$ cu care urcă nivelul apei din vas în funcţie de timpul $t$ şi precizează semnificaţia fizică a coordonatelor punctelor care caracterizează reprezentarea grafică, cum ar fi: punctele care limitează graficul şi punctul în care se modifică înclinarea graficul.

b) Calculează vitezele de creştere ale nivelului apei din vas.

c) Calculează volumul vasului.

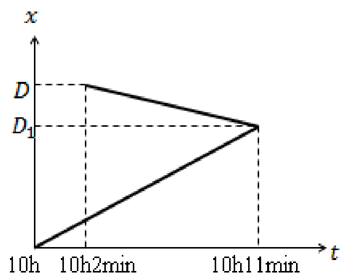
d) Măsurarea oricărei mărimi fizice este afectată de erori datorită preciziei limitate a instrumentelor de măsură. Pentru evaluarea preciziei cu care a fost măsurată o mărime fizică se foloseşte mărimea fizică numită eroare relativă de măsură. Eroarea relativă de măsură $e$ se defineşte ca fiind $e_A = \frac{\Delta A}{A}$ unde $A$ este valoarea numerică a mărimii măsurate, iar $\Delta A$ eroarea absolută de măsură. De exemplu, datorită faptului că rigla folosită în situaţia descrisă anterior are diviziunea minimă de $1mm$ , iar cronometrul nu poate măsura timpi mai mici de $0,01s$ eroarea relativă pentru măsurarea unei lungimi de $10cm$ este $e_l = \frac{\Delta\ell}{\ell} = \frac{0,1cm}{10cm} = 0,01 = 1\%$, iar eroarea relativă pentru măsurarea unui timp de $10s$ este $e_t = \frac{\Delta t}{t} = \frac{0,01s}{10s} = 0,001 = 0,1\%$.
Datorită erorii absolute mult mai mici în comparaţie cu valoarea numerică a mărimii măsurate se pot justifica relaţiile pentru calculul erorii relative prezentate în tabelul alăturat.

| Operaţia necesară calculării valorii numerice a mărimii fizice $A$ în funcţie de valorile numerice ale mărimilor fizice $A_1$ şi $A_2$ | Eroarea relativă rezultată $e_A$ |
|---|---|
| $A = A_1 + A_2$ | $e_A = e_{A_1} + e_{A_2}$ |
| $A = A_1 - A_2$ | $e_A = e_{A_1} + e_{A_2}$ |
| $A = A_1 \cdot A_2$ | $e_A = e_{A_1} + e_{A_2}$ |
| $A = \frac{A_1}{A_2}$ | $e_A = e_{A_1} + e_{A_2}$ |

Calculează eroarea relativă $e_V$ corespunzătoare determinării volumului vasului folosind în calcul cele mai mici erori relative pentru măsurarea laturii cubului şi a înălţimii corespunzătoare apei din vas. Consideră că latura cubului $\ell$ şi înălţimea vasului $h_{\max}$ s-au măsurat cu aceeaşi riglă cu diviziunea minimă de $1mm$.

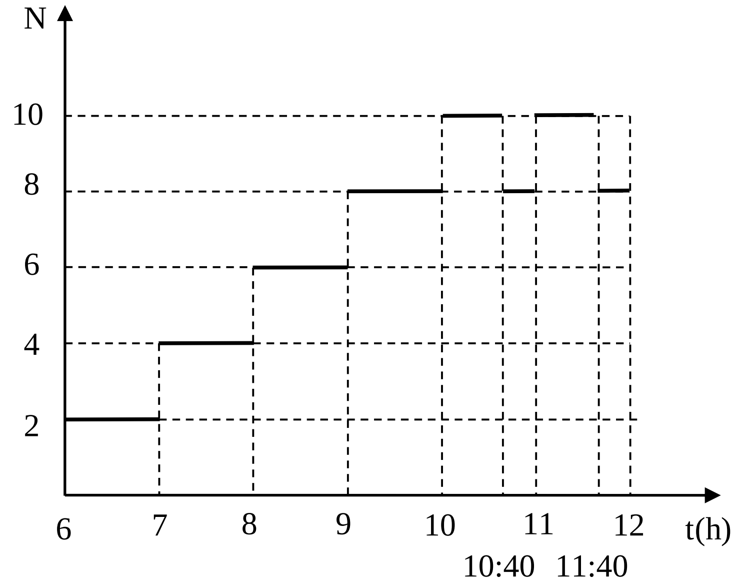
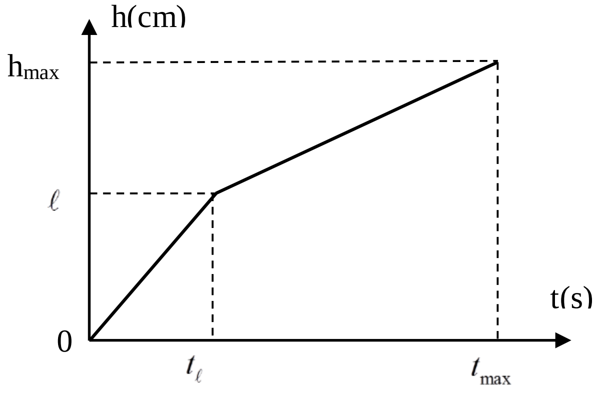
*Subiect propus de:*

*prof. Florina Stan, Colegiul Naţional de Informatică „Tudor Vianu" - Bucureşti*
*prof. Petrică Plitan, Colegiul Naţional „Gheorghe Şincai" – Baia Mare*
*prof. Victor Stoica, I.S.M.B.*

<table>
<tr><td>Barem subiect 1</td><td>Punct. Parțial</td><td>Punct. Total</td></tr>
<tr><td>a) $D = v \cdot \Delta t_1 + v \cdot (\Delta t_1 - \Delta t)$<br>$\Delta t_1 = \dfrac{D + v \cdot \Delta t}{2v}$<br>$\Delta t_1 = 660s = 11\min$<br>Copiii se întâlnesc la $10h11\min$<br>Distanțele parcurse de cei doi copii până la întâlnire:<br>$D_1 = v \cdot \Delta t_1 = 330m$<br>$D_2 = v \cdot (\Delta t_1 - \Delta t) = 270m$<br>De la întâlnire până la casa Anei, copiii merg $180m$ în timpul $360s = 6\min$ ,deci ajung la Ana la $10h17\min$.<br>Reprezentare grafică:<br><br></td><td>1<br><br>1<br><br>1<br><br>1</td><td>4</td></tr>
<tr><td>b) Notez cu $\Delta t_0$ durata mișcării primului copil (Gelu) până când îl observă pe al doilea (Victor).<br>$\Delta t_0 = 400s$<br>Notez cu $d_2$ distanța parcursă de al doilea copil (Victor) până când îl observa pe primul (Gelu).<br>$d_2 = v \cdot (\Delta t_0 - \Delta t)$<br>$d_2 = 140m$<br>Din momentul în care cei doi se văd,mai au de parcurs $D - d_1 - d_2 = 260m$ până la întâlnire, care din acest moment se va produce după timpul<br>$\Delta t_3 = 260s$<br>$d_N = 3v \cdot \Delta t_3$<br>$d_N = 390m$<br>Notez cu $D_N$ , distanța parcursă de Nușa "Cățelușa" în timpul scurs de la plecarea lui Gelu, până la întâlnirea copiilor.<br>$D_N = 200m + 390m = 590m$</td><td>1,5<br><br>0,5</td><td>2</td></tr>
<tr><td>c) Cronometrând din momentul în care începe să alerge, Nușa îl intâlnește pe Victor după $\Delta t_4 = 130s$ , deci după 530s din momentul plecării.<br>În acest interval de timp, copiii se deplasează pe o distanță $d_3 = \Delta t_4 \cdot v = 65m$<br>între Nușa și Gelu rămân $260 - 2 \cdot 65 = 130$ m</td><td>0,5</td><td>1</td></tr>
</table>

1. Orice rezolvare corectă ce ajunge la rezultatul corect va primi punctajul maxim pe itemul respectiv.
2. Orice rezolvare corectă, dar care nu ajunge la rezultatul final, va fi punctată corespunzător, proporţional cu conţinutul de idei prezent în partea cuprinsă în lucrare din totalul celor ce ar fi trebuit aplicate pentru a ajunge la rezultat, prin metoda aleasă de elev.

| | | |
|---|---|---|
| $\Delta t_5 = \dfrac{D - d_1 - d_2 - 2 \cdot d_3}{4 \cdot v} = 65s$<br>În concluzie, după întâlnirea cu Victor, Nușa se întoarce și îl reântâlnește pe Gelu după $65s$, altfel spus după 595 s de la plecarea de acasă. | 0,5 | |
| d) Din fiecare bucată de carton copiii pot confecționa câte două cuburi, astfel că volumul total este:<br>$V_{tot} = 6 \cdot V_1 = 6 \cdot 10^{-3} m^3$<br>Aria suprafeței de carton rămase:<br>$A_{tot} = 3 \cdot A_1 = 39 \cdot 10^{-2} m^2$. | 1<br>1 | **2** |
| Oficiu | | **1** |
| Barem subiect 2 | Punct. Parțial | Punct. Total |
| a) Porțiunea de mișcare uniformă a trenurilor este comună. Viteza unui tren față de altul ce vine din sens opus este:<br>$v_{rel} = v + v = 2v$<br>Paul parcurge, față de trenul ce vine din sens opus, în intervalul $\Delta t$ lungimea acestuia:<br>$l = 2v \cdot \Delta t \Rightarrow v = \dfrac{l}{2\Delta t} = 20\dfrac{m}{s} = 72\dfrac{km}{h}$<br>Iar față de calea ferată, distanța parcursă de Paul este:<br>$D = v \cdot \Delta t = 50m$ | 0,5<br>0,5<br>0,5 | **1,5** |
| b) Timpul în care trenul merge cu viteză constantă este:<br>$d - 2d_1 = v \cdot t_2 \Rightarrow t_2 = \dfrac{d - 2d_1}{v} = 4{,}5h = 4h\ 30min$<br>Iar timpul total de deplasare între cele doua stații:<br>$t = t_2 + 2t_1 = 4h\ 40min$<br>Viteza medie a trenului pentru toată deplasarea:<br>$v_m = \dfrac{d}{t} = 71{,}57\dfrac{km}{h}$ | 1<br>0,5<br>0,5 | **2** |
| c) Trenul ce pleacă la 6:00 din Mediaș ajunge la București la 10:40; va întâlni pe drum trenurile plecate la orele 6, 7, 8, 9, 10 din București, așadar:<br>ora 6:00 → 5 trenuri<br>Cel care pleacă la 7:00 întâlnește în plus trenul plecat la ora 11 din București.<br>ora 7:00 → 6 trenuri<br>ora 8:00 → 7 trenuri<br>ora 9:00 → 8 trenuri<br>ora 10:00 → 9 trenuri<br>Deoarece la 10:40 trenul plecat la 6:00 din București ajunge la Mediaș, trenul ce pleacă din Mediaș la 11:00 va întâlni tot atâtea trenuri ca și cel plecat la 10:00.<br>ora 11:00, 12:00, 13:00, 14:00, 15:00 → 9 trenuri<br>ora 16:00 → 8 trenuri<br>ora 17:00 → 7 trenuri<br>ora 18:00 → 6 trenuri<br>ora 19:00 → 5 trenuri | 0,5<br>0,5<br>0,5<br>0,5 | **2** |
| d) Distanța parcursă de tren față de sol în cele 2 minute este:<br>$d' = v \cdot \Delta t' = 2400m$<br>În cele 2 min de observare prin dreptul ferestrei pot trece maxim 41 distanțe dintre 2 stâlpi, minim 39. Stâlpii fiind echidistanți rezultă următoarele valori, minimă și maximă: | 0,5<br>0,5 | **1,5** |

| | | |
|---|---|---|
| $D_{min} = \frac{d'}{41} = 58{,}536m$ ; $D_{max} = \frac{d'}{39} = 61{,}538m$ | 0,5 | |
| e) Începând cu ora 6:00, când apar 2 trenuri pe traseu, la fiecare oră se adaugă încă 2.<br>După ora 10:00 vor fi astfel 10 trenuri în mişcare, până la 10:40, când 2 trenuri se opresc la destinații. De la 11:00 vor circula din nou 10 trenuri, până la 11:40. Notând numărul trenurilor aflate la un moment dat în mişcare pe traseu cu N:<br><br> | 0,5<br>0,5<br>1 | **2** |
| Oficiu | | **1** |
| Barem subiect 3 | Punct. Parțial | Punct. Total |
| a)<br>Se va puncta:<br><br><br>- reprezentarea corectă a dependenței $h = f(t)$<br>- precizarea unităților de măsură<br>- trasarea celor două dependențe liniare<br>- indicarea, pe reprezentarea grafică a punctelor următoare: originea, punctul în care se schimbă panta graficului, a punctului corespunzător umplerii vasuui<br>- semnificația cordonatelor: $t_\ell$ reprezintă timpul necesar ajungerii nivelului apei la înălțimea $\ell$, iar $t_{\max}$ este timpul necesar umplerii vasului cu apă. | 0,25<br>0,25<br>1,5<br>0,5<br>0,5 | **3** |
| b) $v = \frac{h}{t}$ viteza de creştere a nivelului apei din vas<br>$v_1 = \frac{h_1}{t_1} = \frac{2}{15}\frac{cm}{s}; v_2 = \frac{h_2}{t_2} = \frac{2}{25}\frac{cm}{s}$ | 0,5<br>1 | **1,5** |

1. Orice rezolvare corectă ce ajunge la rezultatul corect va primi punctajul maxim pe itemul respectiv.
2. Orice rezolvare corectă, dar care nu ajunge la rezultatul final, va fi punctată corespunzător, proporţional cu conţinutul de idei prezent în partea cuprinsă în lucrare din totalul celor ce ar fi trebuit aplicate pentru a ajunge la rezultat, prin metoda aleasă de elev.

| | | |
|---|---|---|
| c) fie $v_{curgere} = \frac{V}{t}$ viteza, constantă, de curgere a apei în vas<br>$V = (S-\ell^2)v_1 t$ ; $V = Sv_2 t$ rezultă $(S-\ell^2)v_1 t = Sv_2 t \Rightarrow S = \frac{v_1}{v_1 - v_2}\ell^2$ (S reprezintă aria suprafeței bazei cutiei) | 1 | **2,5** |
| $V = Sh_{\max} = \frac{v_1}{v_1 - v_2}\ell^2 h_{\max} = \frac{\frac{h_1}{t_1}}{\frac{h_1}{t_1} - \frac{h_2}{t_2}}\ell^2 h_{\max}$ | 1 | |
| Folosind oricare perechi de valori corespunzătoare rezultă $V = \frac{\frac{2}{15}}{\frac{2}{15} - \frac{6}{75}} 100 \cdot 20 = 5000 cm^3 = 5L$ | 0,5 | |
| d) $e_{h_1} = e_{h_2} = 0,01; e_{t_1} = \frac{1}{7500}; e_{t_2} = \frac{1}{12500}; e_{h_{\max}} = 0,005$ | 1 | **2** |
| $V = \frac{\frac{h_1}{t_1}}{\frac{h_1}{t_1} - \frac{h_2}{t_2}}\ell^2 h_{\max} \Rightarrow e_V = 2e_{h_1} + 2e_{t_1} + e_{h_2} + e_{t_2} + 2e_\ell + e_{h_{\max}} = 0,03 + \frac{2}{7500} + \frac{1}{12500} + 0,02 + 0,005$<br>$e_V \cong 0,055 = 5,5\%$ | 1 | |
| Oficiu | | **1** |

*Barem propus de:*
*prof. Florina Stan, Colegiul Național de Informatică „Tudor Vianu” - București*
*prof. Petrică Plitan, Colegiul Național „Gheorghe Şincai” – Baia Mare*
*prof. Victor Stoica, I.S.M.B.*