

**Etapa județeană / a sectoarelor municipiului București,  
a Olimpiadei de FIZICĂ  
Probă scrisă  
15 februarie 2020  
SUBIECTE – Clasa a XI-a**

Pagina 1 din 4

**Problema 1. Mișcări în mediu vâscos (10 puncte)**

**A.** O bilă de mici dimensiuni, cu masa  $m = 1 \text{ kg}$ , oscilează în plan orizontal într-un mediu vâscos, sub acțiunea unei forțe elastice  $F_e = -kx$  pentru care se cunoaște constanta de elasticitate  $k = 50 \text{ N/m}$ . La trecerea bilei prin poziția  $x = 0$ , forța de elasticitate se anulează. Cele două grafice pe care le-ai primit (fig. 1A.1 și 1A.2) prezintă dependența vitezei  $v$  a bilei de coordonata sa  $x$ , respectiv a accelerației  $a$  în funcție de viteza  $v$ . Preluând din cele două grafice informațiile necesare, alcătuiești un tabel de forma:

Nr. crt.	$x(m)$	$v(m/s)$	$a(m/s^2)$	$ma(N)$	$F_e = -kx(N)$	$F(v)(N)$
1.						
.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....
12.						

în care  $F(v)$  este forța de rezistență la înaintare datorată vâscozității mediului. Apoi, pe coala de hârtie milimetrică primită, reprezentați grafic folosind, cel puțin 12 perechi de date, dependența forței de frecare/frânare vâscoasă, ce acționează asupra bilei, de viteza sa  $v$ . Exprimați analitic această dependență.

Indicații: 1). Efectele gravitaționale se vor neglija. 2). Din prima figură preluați informațiile furnizate de arcul mare inferior și de arcul mare superior (minimum 12 valori distincte ale lui  $x$ ). 3) Pentru fiecare rând al tabelului, completat corect, se acordă câte 0,2 puncte.

**(5 puncte).**

**B.** Într-un alt experiment, aceeași bilă de mici dimensiuni, a fost încărcată electric cu sarcina  $q$ . Acum ea se mișcă într-un câmp magnetic omogen cu inducția constantă,  $\vec{B}(0,0,B)$  într-un alt mediu vâscos. Forța de rezistență (frânare) ce acționează din partea mediului vâscos asupra bilei este direct proporțională cu viteza sa și de sens opus ei. La momentul inițial ( $t=0$ ) bila trece prin originea  $O$  a sistemului cartezian  $Oxyz$ , impulsul său având modulul  $p_0$ . Suportul impulsului,  $\vec{p}_0$  este perpendicular pe liniile de câmp ale inducției magnetice, sensul impulsului fiind cel al axei  $+Oy$ , adică putem scrie că,  $\vec{p}_0(0, p_0, 0)$ . Se cunoaște unghiul  $\varphi$  dintre vectorul de poziție  $\vec{r}$  al locului de pe traiectorie în care viteza bilei are sens opus impulsului inițial  $\vec{p}_0$  și vectorul  $\vec{p}_0$ . Neglijând efectele gravitaționale, răspundeți la următoarele întrebări:

a.) Care este lungimea drumului parcurs de bilă de la momentul  $t=0$ , până în momentul în care ea s-a oprit definitiv?

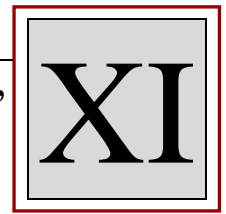
b.) Ce **modul** are **raza vectoroare** a bilei în momentul în care modulul vitezei sale s-a anulat ?

**(4 puncte)**

**Problema 2. Circuite electrice cu elemente pasive neliniare (10 puncte)**

**A.** Caracteristica volt – amperică a unui element neliniar, pasiv, de circuit arată o dependență pătratică a intensității curentului de tensiunea aplicată la bornele elementului:  $I \propto U^2$ . Dispunem de trei astfel de elemente pe care le grupăm în felul următor: **două elemente în paralel** iar **ansamblul** acestora se **înseriază** cu al **treilea element** neliniar (**identic cu primele două**). Această grupare este

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 a, b, respectiv c.
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.



**Etapa județeană / a sectoarelor municipiului București,  
a Olimpiadei de FIZICĂ  
Probă scrisă  
15 februarie 2020  
SUBIECTE – Clasa a XI-a**

Pagina 2 din 4

alimentată de la o *sursă ideală* ( $r=0$ ) cu t.e.m.  $U$  cunoscută. Aflați *căderea de tensiune* pe fiecare element neliniar al circuitului. **(3 puncte)**

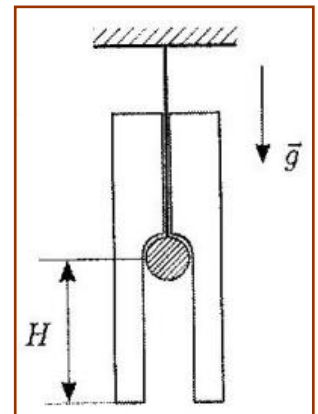
**B.** *Tensiunea* la bornele unui element neliniar pasiv *este direct proporțională cu pătratul intensității curentului* ce trece prin el. În serie cu un astfel de element este cuplat un voltmetru iar ansamblul este alimentat de o baterie ideală cu t.e.m.  $U$ . Voltmetrul indică tensiunea  $U/2$ . Apoi, în paralel cu elementul neliniar, se montează un alt voltmetru, identic cu primul. Ce vor indica voltmetrele în noua situație? **(3 puncte)**

**C.** O lampă cu descărcare în gaz are o *caracteristică volt-amperică* de forma  $I = k \cdot U^2$ . Ea se leagă în serie cu un rezistor cu rezistența  $R$  iar ansamblul se alimentează de la o sursă cu tensiunea constantă  $U$ . Dacă un voltmetru neideal se montează în paralel cu lampa, el indică tensiunea  $V_1$ . Dacă același voltmetru se montează în paralel cu rezistorul, el indică tensiunea  $V_2$ . Determinați *valoarea factorului de proporționalitate*  $k$ . **(3 puncte)**

**Problema 3. Topirea unui țurture**

**(10 puncte)**

Printr-un canal foarte subțire, situat pe axul vertical al unui țurture cilindric de gheață, este trecut un fir fixat de tavan, la celălalt capăt al firului fiind atârnată o bilă confecționată dintr-un material cu o foarte mare conductibilitate termică. La începutul experimentului bila a fost încălzită până la temperatura  $t_1 (> 0)$  iar temperatura țurturei, ca și a aerului din cameră, era  $t_0 = 0^\circ C$ . Din cauza topirii, apa rezultată, sub formă de picături cu temperatura  $t_0 = 0^\circ C$ , cade într-un vas colector aflat pe dușumea. Canalul ce se formează în țurture are secțiunea transversală  $S = 2 \text{ cm}^2$  (vezi figura!).



Să se determine:

**a.) temperatura inițială** a bilei ( $t_1 = ?$ ) știind că, în timpul experimentului, țurturele a încetat să mai coboare când înălțimea canalului median a ajuns la valoarea  $H = 10 \text{ cm}$ ;

**b.) viteza**  $v_0$  **a țurturei** la momentul inițial dacă se știe că atunci când canalul avea înălțimea  $h = 2H/3$ , viteza de coborâre a țurturei era  $v_2 = 0,1 \text{ mm/s}$ .

**Precizare:** Considerați că puterea transferului de căldură bilă - țurture este direct proporțională cu diferența de temperatură și că toată căldura cedată de bilă se duce numai spre țurture. Se cunosc: capacitatea calorică a bilei  $C = 59,4 \text{ J/K}$ , densitatea gheții  $\rho = 900 \text{ kg/m}^3$  și căldura latentă specifică de topire a gheții  $\lambda = 330 \text{ kJ/kg}$ .

**Probleme selectate și propuse de:**

prof. univ. dr. **ULIU** Florea, Departamentul de Fizică al Universității din Craiova;  
prof. **MIU** Cristian, Colegiul Național "Ion Minulescu" din Slatina;  
prof. **DUMITRAȘCU** Leonaș, Liceul "Ștefan Procopiu" din Vaslui;  
prof. **ANTONIE** Dumitru, Colegiul Tehnic nr.2 din Tg. – Jiu.

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 a, b, respectiv c.
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.

**Etapa județeană / a sectoarelor municipiului București,  
a Olimpiadei de FIZICĂ**  
Probă scrisă  
15 februarie 2020  
*SUBIECTE – Clasa a XI-a*

XI

Pagina 3 din 4

Fig. 1A.1

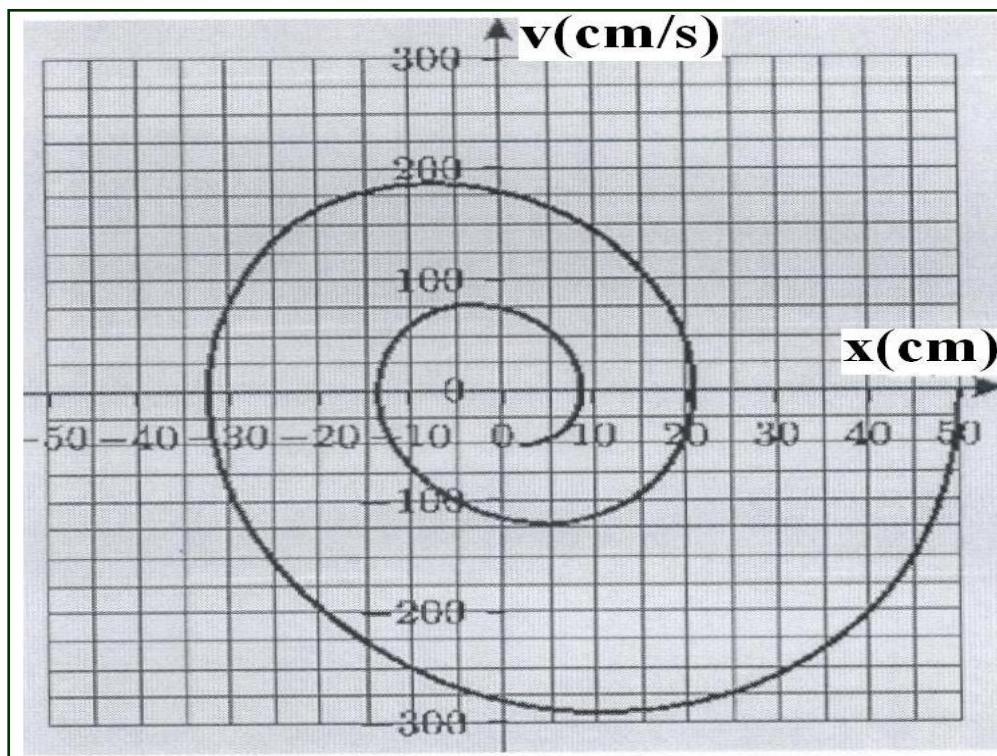
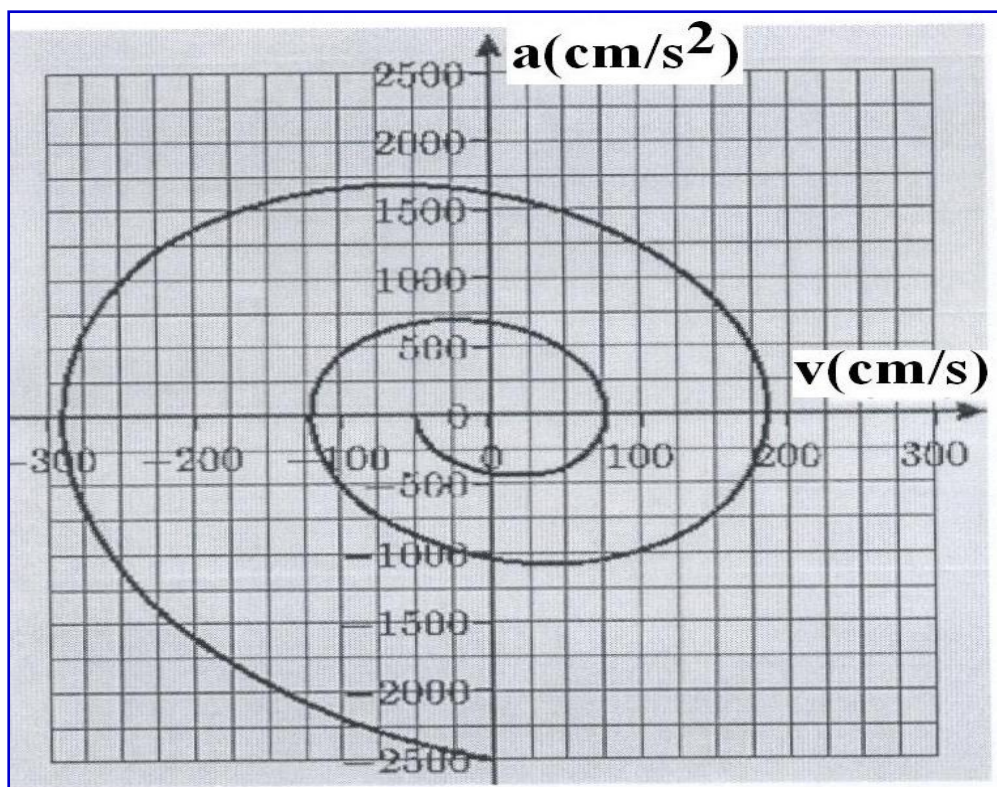


Fig. 1A.2



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 a, b, respectiv c.
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.

**NU SEMNA ACEASTĂ FOAIE!  
FOAIA VA FI ATAȘATĂ LUCRĂRII TALE**

**XI**