

CUPRINS

MECANICĂ

Introducere. NOȚIUNI DE CALCUL VECTORIAL	9
I. CINEMATICA	11
1. MIȘCARE, TRAIECTORIE, VECTOR DE PLASARE	11
2. VECTORUL VITEZĂ. VECTORUL ACCELERAȚIE	12
3. MIȘCAREA RECTILINIE UNIFORMĂ	14
4. COMPUNEREA MIȘCĂRILOR	19
5. MIȘCAREA RECTILINIE UNIFORM VARIATĂ	23
6. MIȘCAREA ÎN CÂMP GRAVITAȚIONAL	26
7. MIȘCAREA CIRCULARĂ UNIFORMĂ	31
II. DINAMICA	34
1. PRINCIPIILE MECANICII NEWTONIENE	34
2. TIPURI DE FORȚE	35
2.1. FORȚA DE TRACȚIUNE ȘI FORȚA DE INERTIE	35
2.2. FORȚA DE FRECĂRE	36
2.3. TENSIUNEA ÎN FIR	38
2.4. ECHILIBRUL FORTELOR PE PLAN ÎNCLINAT	42
2.5. FORȚA CENTRIFUGĂ ȘI CENTRIPETĂ	48
2.6. FORȚE DE ATRACȚIE ÎNTRE CORPURI	49
2.7. FORȚE ELASTICE	51
III. ENERGIA MECANICĂ	54
1. LUCRUL MECANIC. PUTEREA	54
2. ENERGIA POTENȚIALĂ. ENERGIA CINETICĂ. CONSERVAREA ENERGIEI	56
3. CÂMP CONSERVATIV DE FORȚE. RANDAMENTUL PLANULUI ÎNCLINAT	57
4. PENDULUL GRAVITAȚIONAL	63
IV. CONSERVAREA IMPULSULUI	65
1. LEGEA CONSERVĂRII IMPULSULUI	65
2. CIOCNIRI	67
TESTE-GRILĂ MECANICĂ	75

TERMODINAMICĂ

I. TEORIA CINETICO-MOLECULARĂ	79
1. NOȚIUNI TERMODINAMICE DE BAZĂ	79
2. AMESTEC DE GAZE	81
3. GAZUL IDEAL. FORMULA FUNDAMENTALĂ A TEORIEI CINETICO-MOLECULARE	83
II. LEGILE GAZULUI IDEAL	86
1. LEGEA TRANSFORMĂRII GENERALE ȘI LEGILE SIMPLE ALE GAZULUI IDEAL	86
2. REPREZENTĂRI GRAFICE	90
3. TERMOMETRIE	93
4. PRESIUNE	94
4.1. UNITĂȚI. ECHILIBRUL PRESIUNILOR	94
4.2. TUBUL TORICELLI. CORECTAREA MANOMETRELOR GREȘIT ETALONATE	100
4.3. PEREȚI SEMIPERMEABILI	102
III. PRINCIPIUL I AL TERMODINAMICII	106
1. LUCRUL MECANIC ÎN TERMODINAMICĂ	106
2. CALORIMETRIA	110
2.1. PRINCIPIILE CALORIMETRIEI	110
2.2. COEFICIENȚI CALORICI	111
2.3. CANTITATEA DE CĂLDURĂ. ECUAȚIA LUI POISSON ...	112
2.4. COEFICIENȚI CALORICI PENTRU GAZE DISOCIATE ...	116
3. ENERGIA INTERNĂ A GAZULUI IDEAL	117
4. PRINCIPIUL CONSERVĂRII ENERGIEI	118
5. TRANSFORMAREA POLITROPĂ	119
6. APLICAȚII ALE PRINCIPIULUI I	122
IV. PRINCIPIUL II AL TERMODINAMICII	131
1. ENUNȚURI	131
2. CICLUL CARNOT	132
3. CALCULE ALE RANDAMENTELOR UNOR CICLURI REVERSIBILE	133
4. MOTOARE TERMICE	135
V. TRANSFORMĂRI DE STARE DE AGREGARE	142
TESTE-GRILĂ TERMODINAMICĂ	147

ELECTRICITATE

I. NOȚIUNI DE ELECTROSTATICĂ	151
1. SĂRCINA ELECTRICĂ. CÂMP ELECTROSTATIC	151
2. ENERGIA POTENȚIALĂ	156
3. CAPACITATEA ELECTRICĂ	157
II. CURENTUL ELECTRIC STAȚIONAR	159
1. INTENSITATEA CURENTULUI ELECTRIC	159
2. TENSIUNEA ELECTRICĂ, TENSIUNEA ELECTROMOTOARE	160
3. REZISTENȚA ELECTRICĂ	162
4. LEGEA LUI OHM	164
5. LEGILE LUI KIRCHHOFF	167
6. GRUPAREA REZISTOARELOR	170
7. DIFERENȚA DE POTENȚIAL ÎNȚRE DOUĂ PUNCTE ÎN CIRCUIT	176
8. MĂSURAREA REZISTENȚELOR	178
9. GRUPAREA GENERATOARELOR	183
10. ENERGIA ȘI PUTEREA ELECTRICĂ	186
III. ELECTROLIZA	190
IV. CÂMPUL MAGNETIC	192
1. CÂMPUL MAGNETIC PRODUS DE CĂTRE CONDUCTORI PARCURȘI DE CURENT	192
2. ACȚIUNEA CÂMPULUI MAGNETIC ASUPRA CONDUCTORILOR PARCURȘI DE CURENT	194
3. FLUXUL MAGNETIC	195
4. ACȚIUNEA CÂMPULUI MAGNETIC ASUPRA SĂRCINILOR ELECTRICE ÎN MIȘCARE	196
5. FORȚA ELECTRODINAMICĂ	200
V. INDUCȚIA ELECTROMAGNETICĂ	201
VI. AUTOINDUCȚIA	217
ENERGIA CÂMPULUI MAGNETIC	218
VII. CURENTUL ELECTRIC ALTERNATIV	220
1. CIRCUIT RLC SERIE	220
2. CIRCUIT RLC PARALEL	226
3. PUTEREA ÎN CURENT ALTERNATIV	235
TESTE-GRILĂ ELECTRICITATE	241

OPTICĂ

I. OPTICA GEOMETRICĂ	245
1. REFLEXIA LUMINII	245
1.1. LEGILE REFLEXIEI	245
1.2. REFLEXIA PE O SUPRAFAȚĂ PLANĂ	246
1.3. OGLINZI SFERICE	249
2. REFRACTIA LUMINII	256
2.1. LEGILE REFRACTIEI	256
2.2. REFRACTIA ÎN LĂMA CU FEȚE PLAN-PARALELE	257
2.3. REFLEXIA TOTALĂ	261
2.4. REFRACTIA ÎN PRISMĂ	263
2.5. DIOPTRUL SFERIC	266
2.6. LENTILE	269
2.7. INSTRUMENTE OPTICE	286
II. OPTICA ONDULATORIE	288
1. INTERFERENȚA LUMINII	288
1.1. DISPOZITIVE DE OBTINERE A UNDELOR COERENTE	289
1.2. LAMA CU FEȚE PLAN-PARALELE	297
2. DIFRAȚIA LUMINII	303
3. POLARIZAREA LUMINII	306
III. DISPERSIA LUMINII	307
IV. ABSORBȚIA LUMINII	308
V. OPTICA CUANTICĂ	309
1. EFECTUL FOTOELECTRIC EXTERN	309
2. LEGILE EFECTULUI FOTOELECTRIC	310
TESTE-GRILĂ OPTICĂ	314
 TESTE DATE LA EXAMENE DE ADMITERE ÎN FACULTĂȚI – 2009	 316
 BIBLIOGRAFIE	 348

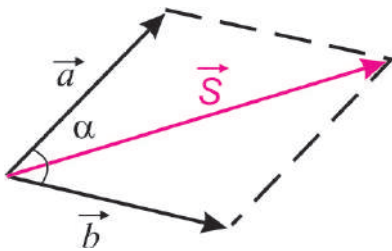
I

ntroducere

NOTIUNI DE CALCUL VECTORIAL

Vectorii sunt mărimi caracterizate prin modul și unități de măsură, punct de aplicație (origine), direcție și sens.

SUMA VECTORIALĂ



$$\vec{S} = \vec{a} + \vec{b}$$

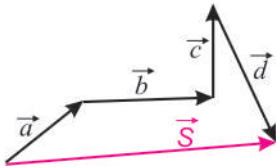
$$|\vec{S}| = \sqrt{a^2 + b^2 + 2ab \cos \alpha}$$

Direcția și sensul se obțin cu regula paralelogramului.

$$\text{Dacă: } |\vec{a}| = |\vec{b}| \Rightarrow |\vec{S}| = \sqrt{2a^2(1 + \cos \alpha)}$$

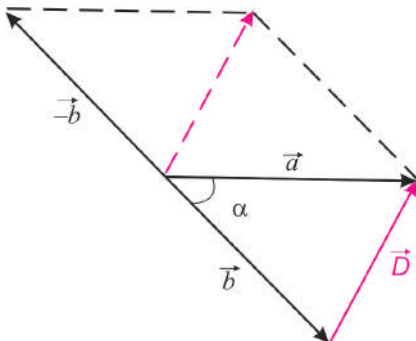
$$|\vec{S}| = 2a \cos \frac{\alpha}{2}$$

Suma mai multor vectori se mai realizează astfel:



Se așază vectorii cu originea unuia în vârful celui precedent. **Suma lor este vectorul care unește originea primului cu vârful ultimului.**

DIFERENȚA VECTORIALĂ



$$\vec{D} = \vec{a} - \vec{b}$$

$$|\vec{D}| = \sqrt{a^2 + b^2 - 2ab \cos \alpha}$$

Direcția și sensul: originea în vârful scăzătorului și vârful în vârful descăzutului.

$$\text{Dacă: } |\vec{a}| = |\vec{b}| \Rightarrow |\vec{D}| = \sqrt{2a^2(1 - \cos \alpha)}$$

$$|\vec{D}| = 2a \sin \frac{\alpha}{2}$$

Fizică – sinteze și complemente – probleme rezolvate

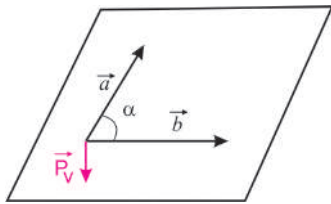
PRODUSUL UNUI SCALAR CU UN VECTOR $\vec{P} = a \cdot \vec{b}$

Este un vector: $|\vec{P}| = a \cdot |\vec{b}|$ cu **direcția și sensul** lui \vec{b} .

PRODUSUL SCALAR A 2 VECTORI $P_s = \vec{a} \cdot \vec{b}$

Este un scalar: $P_s = |\vec{a}| \cdot |\vec{b}| \cos \alpha$

PRODUSUL VECTORIAL A 2 VECTORI $\vec{P}_v = \vec{a} \times \vec{b}$

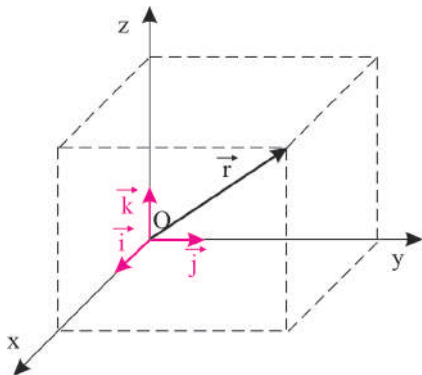


Este un vector cu:

$$|\vec{P}_v| = |\vec{a}| \cdot |\vec{b}| \sin \alpha$$

- **direcția** perpendiculară pe (\vec{a}, \vec{b}) ;
- **sensul** dat de regula burghiului.

Versorii sunt vectori cu modulul egal cu unitatea, iar direcția și sensul sunt cele ale vectorului respectiv. În sistemul rectangular de axe, versorii se notează cu:



\vec{i} (pe axa Ox)

\vec{j} (pe axa Oy)

\vec{k} (pe axa Oz)

$$\vec{i} \cdot \vec{i} = \vec{j} \cdot \vec{j} = \vec{k} \cdot \vec{k} = 1$$

Astfel: $\vec{i} \cdot \vec{j} = \vec{i} \cdot \vec{k} = \vec{j} \cdot \vec{k} = 0$

$$\vec{i} \times \vec{j} = \vec{k}$$

$$\vec{j} \times \vec{i} = -\vec{k}$$

$$\vec{j} \times \vec{k} = \vec{i}$$

$$\vec{k} \times \vec{j} = -\vec{i}$$

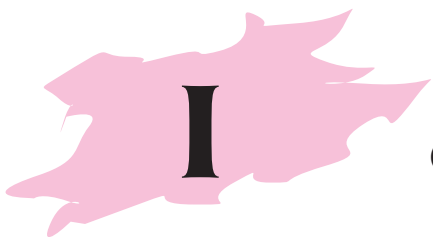
$$\vec{k} \times \vec{i} = \vec{j}$$

$$\vec{i} \times \vec{k} = -\vec{j}$$

$$\vec{i} \times \vec{i} = \vec{j} \times \vec{j} = \vec{k} \times \vec{k} = 0$$

Vectorul $\vec{r} = x\vec{i} + y\vec{j} + z\vec{k}$ are modulul:

$$|\vec{r}| = \sqrt{\vec{r} \cdot \vec{r}} = \sqrt{x^2 + y^2 + z^2}$$



CINEMATICA

1. MIȘCARE, TRAJECTORIE, VECTOR DEPLASARE

Mecanica studiată în acest capitol este **mecanica clasică newtoniană**, bazată pe cele 3 principii ale lui Newton.

Mișcarea unui corp este schimbarea poziției sale față de alte corpuri.

Un corp este în **repaus** dacă poziția sa față de alte corpuri nu se schimbă.

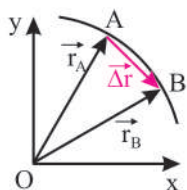
Pentru a studia mișcarea unui corp, se alege un alt corp de referință, numit **sistem de referință**.

Mișcarea corpurilor se studiază, de cele mai multe ori, înlocuindu-le printr-un **punct material** care este caracterizat prin masa corpului, neavând dimensiuni geometrice.

În timpul mișcării corpurile descriu curbe, numite **traietorii**.

Sistemele de referință se reprezintă prin **axe de coordonate**, în plan sau în spațiu.

Poziția mobilului în spațiu este precizată prin **vectorul de poziție**, care are originea în sistemul de axe de coordonate și vârful în poziția punctului material pe traiectorie.



Deplasarea mobilului este variația coordonatelor sale:

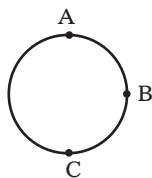
\vec{r}_A, \vec{r}_B **vectorii de poziție** în punctele A și B ale traiectoriei

$$\Delta \vec{r} = \vec{r}_B - \vec{r}_A \quad \text{vectorul deplasare}$$

OBSERVAȚIE: lungimea traiectoriei diferă de vectorul deplasare.

EXEMPLU

Să se calculeze:



a) spațiul parcurs; b) vectorul deplasare pentru un mobil care merge pe o traiectorie circulară de rază R, între punctele:

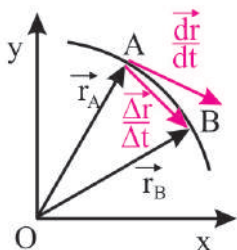
1. A - B
2. A - C
3. A - A (după parcurgerea cercului).

REZOLVARE:

$$1. \text{ a) } S_{AB} = \frac{2\pi R}{4} = \frac{\pi R}{2}; \quad 2. \text{ a) } S_{AC} = \frac{2\pi R}{2} = \pi R; \quad 3. \text{ a) } S_{AA} = 2\pi R;$$

$$\text{b) } \Delta r_{AB} = R\sqrt{2}; \quad \text{b) } \Delta r_{AC} = 2R; \quad \text{b) } \Delta r_{AA} = 0.$$

2. VECTORUL VITEZĂ. VECTORUL ACCELERAȚIE



Viteza medie a punctului material, care se deplasează pe o traiectorie oarecare, într-un interval de timp Δt , este:

$$\vec{v}_{\text{medie}} = \frac{\Delta \vec{r}}{\Delta t}$$

(este **secantă** la traiectorie)

\vec{r}_A, \vec{r}_B – vectori de poziție

Viteza momentană este limita spre care tinde acest raport, dacă $\Delta t \rightarrow 0$; adică este derivata funcției $\vec{r}(t)$ în raport cu timpul:

$$\vec{v}_{\text{momentană}} = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta \vec{r}}{\Delta t} = \frac{d\vec{r}}{dt}$$

(este **tangentă** la traiectorie)

PROBLEME

- 1** Un corp se deplasează după legea: $x = 8 + 20t - 2t^2$. Să se calculeze:
 a) viteza medie în primele 3 s;
 b) viteza momentană la $t = 3$ s.

REZOLVARE:

$$\text{a) } \left. \begin{array}{l} t_1 = 0 \Rightarrow x_1 = 8 \\ t_2 = 3\text{s} \Rightarrow x_2 = 50 \end{array} \right| \Rightarrow v_{\text{medie}} = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{42}{3} = 14 \text{ m/s}$$

$$\text{b) } v_{\text{mom}} = 20 - 4t$$

$$\text{la } t = 3 \text{ s} \quad \Rightarrow v_{\text{mom}} = 8 \text{ m/s}$$

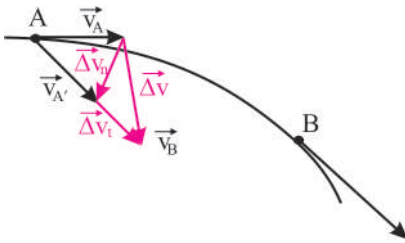
- 2** Un corp se deplasează după legea: $x(t) = 2t^2 + 5t + 3$ (m). Care sunt vitezele momentane la momentele: a) $t_1 = 3$ s ; b) $t_2 = 8$ s?

REZOLVARE:

$$v = x'(t) = 4t + 5$$

$$\text{a) } v_1 = 17 \text{ m/s}; \quad \text{b) } v_2 = 37 \text{ m/s}.$$

VECTORUL ACCELERAȚIE



Dacă se mută punctul de aplicație al vectorului \vec{v}_B în A și se pune pe suportul lui un vector \vec{v}'_A , astfel încât $|\vec{v}'_A| = |\vec{v}_A|$, atunci se pot defini:

$$|\overline{\Delta v}_t| = |\vec{v}_B| - |\vec{v}_A| \quad (\text{variația } \mathbf{tangențială} \text{ a vitezei)}$$

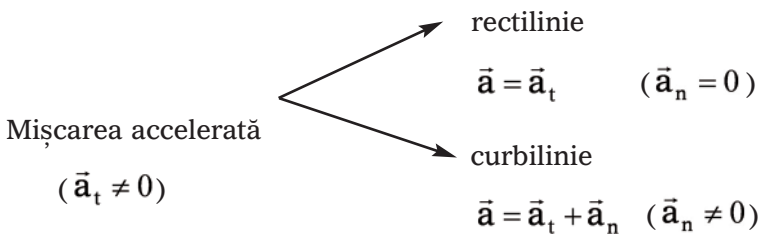
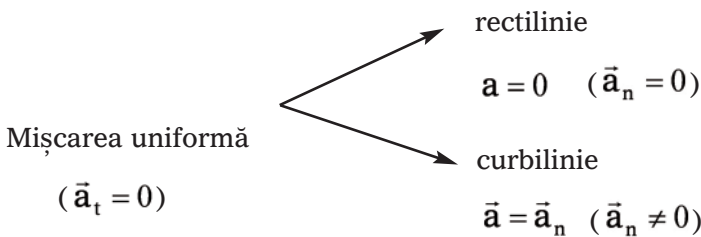
$$\overline{\Delta v}_n = \vec{v}'_A - \vec{v}_A \quad (\text{variația } \mathbf{normală} \text{ a vitezei)}$$

$$\overline{\Delta v} = \overline{\Delta v}_t + \overline{\Delta v}_n \quad (\text{variația } \mathbf{totală} \text{ a vectorului viteză})$$

$$\frac{\overline{\Delta v}}{\Delta t} = \frac{\overline{\Delta v}_t}{\Delta t} + \frac{\overline{\Delta v}_n}{\Delta t} \Rightarrow \boxed{\vec{a} = \vec{a}_t + \vec{a}_n}$$

$$\boxed{\mathbf{a}_{mom} = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{dv}{dt} = v'(t)}$$

CLASIFICAREA MIȘCĂRILOR



Dacă $\Delta t \rightarrow 0 \Rightarrow |\vec{a}| = \sqrt{\mathbf{a}_t^2 + \mathbf{a}_n^2}$

3. MIȘCAREA RECTILINIE UNIFORMĂ

$$(\vec{v} = \text{constant})$$

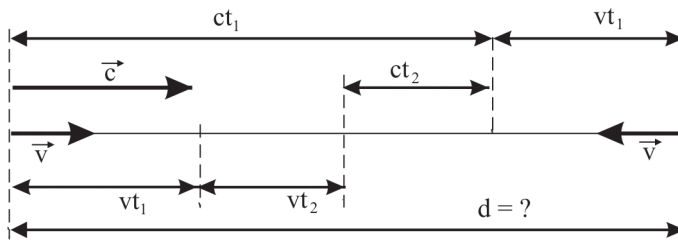
$$\overline{\Delta v_t} = 0; \overline{\Delta v_n} = 0;$$

$$S = v \cdot t$$

PROBLEME

- 1** Două avioane zboară unul spre celălalt, fiecare cu aceeași viteză, v . Care a fost inițial distanța dintre avioane, dacă un semnal sonor care se propagă cu viteza c , emis de un avion și reflectat de celălalt, se întoarce înapoi în timpul T ?

REZOLVARE:



$$ct_1 + vt_1 = d \quad \Rightarrow \quad t_1 = \frac{d}{c + v}$$

$$ct_1 = vt_1 + vt_2 + ct_2$$

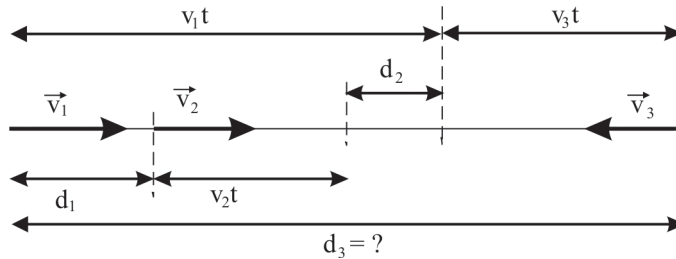
$$t_2 = \frac{(c - v)t_1}{c + v} = \frac{d(c - v)}{(c + v)^2}$$

$$T = t_1 + t_2 \Rightarrow T = \frac{d}{c + v} + \frac{d(c - v)}{(c + v)^2}$$

$$d = \frac{T(c + v)^2}{2c}$$

- 2 Un autoturism se mișcă cu viteza v_1 în spatele unui autocamion care se mișcă cu viteza v_2 . Când distanța dintre acestea este d , conducătorul autoturismului se angajează în depășire, dar vede venind un autobuz din sens opus cu viteza v_3 . Ce distanță minimă d_3 trebuie să fie între autobuz și autoturism, pentru ca după depășire autoturismul să fie la distanța d_2 în fața autocamionului?

REZOLVARE:



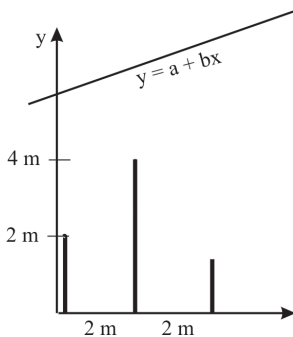
$$d_3 = v_1 t + v_3 t \Rightarrow t = \frac{d_3}{v_1 + v_3} \quad ; \quad v_1 t = d_1 + v_2 t + d_2$$

$$d_1 + d_2 = (v_1 - v_2) \frac{d_3}{v_1 + v_3}$$

$$d_3 = \frac{(d_1 + d_2)(v_1 + v_3)}{v_1 - v_2}$$

- 3 Trei pomi sunt plantați pe un rând la intervalul de 2 m. Înălțimile acestora sunt: 2 m, 4 m, respectiv 1,5 m, iar vitezele lor de creștere sunt: 20 cm/an, 8 cm/an, respectiv 14 cm/an. După câți ani vârfurile pomilor vor fi coliniare?

REZOLVARE:



$$2 + v_1 t = a \Rightarrow 2 + 0,2t = a$$

$$4 + v_2 t = a - 2b \Rightarrow 4 - 0,08t = a - 2b$$

$$1,5 + v_3 t = a - 4b \Rightarrow 1,5 + 0,14t = a - 4b$$

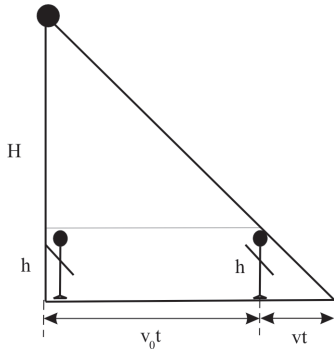
$$\begin{cases} 4 + 0,08t = 2 + 0,2t - 2b \\ 1,5 + 0,14t = 2 + 0,2t - 4b \end{cases}$$

$$t = 25 \text{ ani}$$

Fizică – sinteze și complemente – probleme rezolvate

- 4 Un om de înălțime h pleacă cu o viteză v_0 de sub un felinar de înălțime H . Cu ce viteză v se va lăși umbra lui pe pământ?

REZOLVARE:



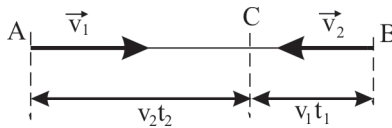
$$\frac{h}{H} = \frac{v t}{(v + v_0) t}$$

$$\frac{h}{H - h} = \frac{v}{v_0}$$

$$v = v_0 \cdot \frac{h}{H - h}$$

- 5 Din localitățile A și B, pornesc doi pietoni unul spre celălalt, într-o mișcare rectilinie uniformă. În momentul întâlnirii, primul parcursese cu d mai mult decât celălalt. După întâlnire pietonii își continuă drumul. Primul ajunge în localitatea B după un timp t_1 de la întâlnire, iar al doilea în localitatea A după un timp t_2 . Să se afle vitezele cu care se deplasează cei doi pietoni.

REZOLVARE:



$$AC - BC = d \quad ; \quad t = \frac{AC}{v_1} = \frac{BC}{v_2}$$

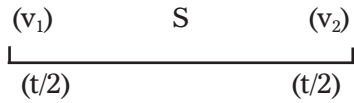
$$\frac{v_2 t_2}{v_1} = \frac{v_1 t_1}{v_2} \quad \Rightarrow \quad \frac{v_1}{v_2} = \sqrt{\frac{t_2}{t_1}}$$

$$v_2 t_2 - v_1 t_1 = d$$

$$v_1 \frac{\sqrt{t_1}}{\sqrt{t_2}} t_2 - v_1 t_1 = d \quad v_1 = \frac{d \sqrt{t_2}}{t_2 \sqrt{t_1} - t_1 \sqrt{t_2}}$$

$$v_2 = \frac{d \sqrt{t_1}}{t_2 \sqrt{t_1} - t_1 \sqrt{t_2}}$$

Să se afle viteza medie dacă un mobil se deplasează astfel:

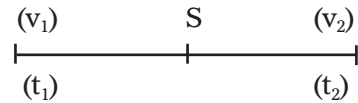


Prima **jumătate de timp** cu viteza v_1 , a doua cu v_2

$$v_m = \frac{S}{t} = \frac{v_1 \frac{t}{2} + v_2 \frac{t}{2}}{t}$$

$$v_m = \frac{v_1 + v_2}{2}$$

(media aritmetică)



Prima **jumătate din drum** cu viteza v_1 , a doua cu v_2

$$v_m = \frac{S}{t} = \frac{S}{\frac{S}{2v_1} + \frac{S}{2v_2}}$$

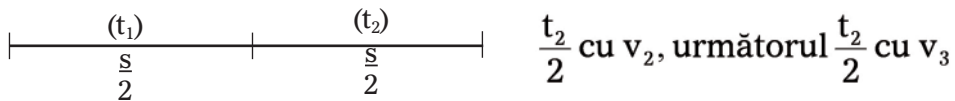
$$v_m = \frac{2v_1v_2}{v_1 + v_2}$$

(media armonică)

PROBLEME

- 1** O mașină parcurge prima jumătate din drumul său cu viteza v_1 , iar restul drumului astfel: cu v_2 , în prima jumătate a timpului necesar parcurgerii acestei distanțe, și în restul timpului cu v_3 . Să se determine viteza medie.

REZOLVARE:



$$v'_{2m} = \frac{v_2 + v_3}{2}$$

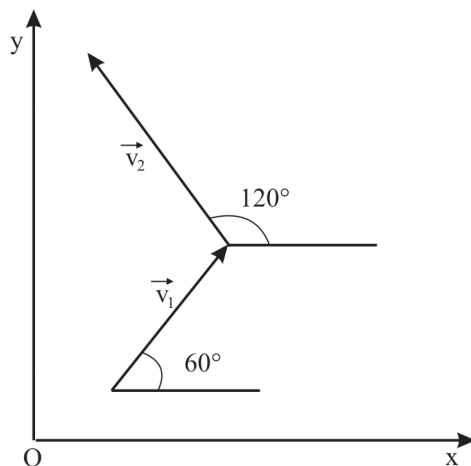
$$v_m = \frac{2v_1v'_{2m}}{v_1 + v'_{2m}} = \frac{v_1(v_2 + v_3)}{v_1 + \frac{v_2 + v_3}{2}}$$

$$v_m = \frac{2v_1(v_2 + v_3)}{2v_1 + v_2 + v_3}$$

Fizică – sinteze și complemente – probleme rezolvate

- 2 Un mobil parcurge consecutiv două distanțe egale, mișcându-se cu vitezele constante $v_1 = 20$ m/s, orientată sub unghiul $\alpha_1 = 60^\circ$ față de Ox, și cu $v_2 = 40$ m/s, orientată sub unghiul $\alpha_2 = 120^\circ$ față de aceeași axă. Să se calculeze viteza medie.

REZOLVARE:



Dacă proiecțiile vitezei medii pe axele Ox și Oy sunt v_{mx} și v_{my} :

$$v_m = \sqrt{v_{mx}^2 + v_{my}^2}$$

$$v_{mx} = \frac{2v_1 \cos 60^\circ v_2 \cos 120^\circ}{v_1 \cos 60^\circ + v_2 \cos 120^\circ}$$

$$v_{mx} = \frac{-20 \cdot 40 \cdot \frac{1}{2}}{20 \cdot \frac{1}{2} - 40 \cdot \frac{1}{2}}$$

$$v_{mx} = 40$$

$$v_{my} = \frac{2v_1 \sin 60^\circ v_2 \sin 120^\circ}{v_1 \sin 60^\circ + v_2 \sin 120^\circ}$$

$$v_{my} = \frac{2 \cdot 20 \cdot \frac{\sqrt{3}}{2} \cdot 40 \cdot \frac{\sqrt{3}}{2}}{20 \cdot \frac{\sqrt{3}}{2} + 40 \cdot \frac{\sqrt{3}}{2}}$$

$$v_m = \sqrt{1600 + \frac{1600}{3}} = \frac{80\sqrt{3}}{3} \text{ m/s}$$