

# Be a Feynman 2k22

## Gutoiul

### 1 Sistemul antitanc cu laser

Sa presupunem ca vrem sa realizam un sistem defensiv pe baza de fascicul laser. Pentru ca acesta sa fie eficient, trebuie sa fie capabil sa topeasca o tona de otel in o secunda. Caldura specifica a otelului este  $500\text{J/Kg}^\circ\text{K}$ , caldura latentă  $\lambda = 250\text{J/g}$ , temperatura initiala este  $20^\circ\text{C}$  iar temperatura de topire a otelului este  $1370^\circ\text{C}$ . Care este puterea minima (in GW) ce trebuie sa o aiba acest laser pentru a putea fi folosit ca sistem de aparare, considerand ca energia transmisa de fascicul este absorbita in totalitate de otel si nu pierde energie prin alte efecte?

Solutie:

$$\begin{aligned}P &= \frac{E}{t} \Rightarrow E = Pt \\Q &= mc\Delta T + m\lambda = mc(T_f - T_i) + m\lambda \\Q = E &\Rightarrow P = \frac{mc(T_f - T_i) + m\lambda}{t} = 9.25 \cdot 10^8 \text{W} = 0.925 \text{GW}\end{aligned}$$

### 2 Amortizarea fasciculului laser in aer

Daca un fascicul laser trece printr-un mediu, acesta isi va pierde din energie deoarece fotonii pot sa interactioneze cu moleculele din mediul respectiv. Considerati un fascicul laser monocromatic, cu un profil circular cu diametrul de 2 cm, ce se propaga prin aer de densitate  $\rho = 1.2 \text{ kg/m}^3$  si masa molară  $\mu = 29 \text{ g/mol}$ , iar moleculele din aer sunt approximate ca sfere de raza  $r = 0.05 \text{ nm}$ . Daca un foton "ciocneste" o molecula, acestia au o probabilitate  $p = 10^{-9}\%$  sa interactioneze si sa nu ajunga la tinta. Dupa ce distanta (in m) fasciculul laser isi va pierde jumatate din energie?

Solutie:

distanța medie dintre molecule:  $\lambda = \left(\frac{\mu}{\rho N_a}\right)^{1/3}$  unde  $N_a$  este numărul lui Avogadro

dupa ce laserul parcurge o distanța  $\lambda$ :  $E(\lambda) = E_0 \cdot \left(1 - \frac{2\pi r^2 p}{\lambda^2}\right)$

dupa o distanța  $x$ :  $E(x) = E_0 \cdot \left(1 - \frac{2\pi r^2 p}{\lambda^2}\right)^{\frac{x}{\lambda}}$

$$E(x) = 0.5 \cdot E_0 \rightarrow x = 35.416 \text{m}$$

### 3 In mijlocul lacului

Dupa o petrecere in natura, Marian se trezeste in mijlocul unui lac, pe o pluta, fara nicio idee cum a ajuns acolo sau unde se afla, iar cel mai apropiat mal se afla la  $L = 50\text{m}$ . Pe pluta se mai afla si o piatra de  $m=1\text{kg}$ . Marian, fiind un baiat relativ inteligent si de o masa de  $M=80\text{kg}$  cu tot cu pluta, arunca bolovanul la un unghi de  $\theta = 30^\circ$  fata de orizontala cu o viteza de  $v = 10 \text{ m/s}$ , in directia opusa celui mai apropiat mal. In cat timp va ajunge pe uscat (in s)?

Solutie:

impulsul pietrei pe orizontala:  $p_x = mv \cos \theta$   
 impulsul initial este 0  $\rightarrow$  impulsul total final pe ox este 0 (impulsul pe verticala nu se conserva)  
 $MV = p_x \rightarrow V = \frac{mv \cos \theta}{M}$   
 timpul pana va ajunge pe uscat:  $t = \frac{LM}{mv \cos \theta} = 461.88 \text{ s}$

## 4 Tun cu gaz necunoscut

Un tun este format dintr-un vas de volum  $V=1 \text{ L}$  legat la un tub de lungime  $l=0.5 \text{ m}$  si sectiune  $S=25 \text{ cm}^2$ . La momentul initial, in interiorul tubului se afla la echilibru un proiectil de masa  $M=100\text{g}$  si sectiune  $S$ , asa cum se vede in figura de mai jos (vezi Fig. 1). In vas se afla un gaz necunoscut ce are in compozitie molecule triatomice. Printr-un proces foarte complicat si foarte rapid, toate moleculele din vas sunt "sparte" in atomii componenti. Calculati viteza cu care va iesi proiectilul din tun (in m/s).

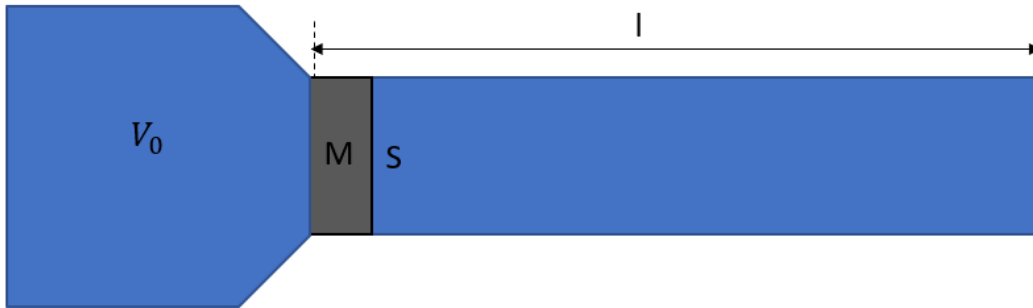


Figure 1: Schema tunului

Solutie:

initial presiunea in interiorul vasului este egala cu presiunea atmosferica  
 imediat dupa "spargerea" moleculelor, presiunea se va tripla  
 procesul fiind rapid, gazul din tun va suferi o transformare adiabatica, iar gazul fiind acum  
 monoatomic,  $\gamma = \frac{5}{3}$

$$3p_0V^\gamma = p_f(V + lS)^\gamma \rightarrow p_f = 3p_0 \left( \frac{V}{V + lS} \right)^\gamma$$

energia cinetica a proiectilului este egala cu diferenta dintre lucrul mecanic efectuat de gazul din interior si lucrul mecanic efectuat de gazul din exterior:

$$\frac{MV^2}{2} = \gamma(3p_0V - p_f(V + lS)) - p_0Sl$$

viteza proiectilului:  $v = 239.739 \text{ m/s}$

## 5 Beta+

Intr-o dezintegrare  $\beta^+$ , un proton se transforma in un neutron, un pozitron si un neutrino. Intr-un atom de  $^{132}_{63}\text{Eu}$  se produce o dezintegrare  $\beta^+$ . Dimensiunea unui nucleu poate fi aproximata ca  $R = R_0A^{\frac{1}{3}}$ , unde  $R_0 = 1.2 \text{ fm}$  si  $A$  este numarul de nucleoni. Aflati energia cinetica minima a

pozitronului (in keV) dupa ce acesta paraseste atomul, stiind ca distributia electronilor din atom are simetrie sferica, iar dezintegrarea s-a petrecut la "marginea" nucleului.

Solutie:

datorita distributiei electronilor, acestia nu vor influenta viteza finala a pozitronului fiind o reactie din care ies 3 particule, viteza initiala a pozitronului poate avea valori apropiate de 0

$$R = R_0 132^{1/3} = 6.11 fm$$

$$E_c = \frac{62e^2}{4\pi\epsilon_0 R} = 14612.42 keV$$

## 6 Dispersie

Este un lucru cunoscut ca indicele de refractie al unui material nu este constant, ci depinde de lungimea de unda a radiatiei incidente. Aceasta dependenta poate fi aproximata cu formula:  $n(\lambda) = n_0 + \frac{b}{\lambda^2}$ . Pentru a pune in evidenta acest lucru, un fascicul de lumina alba, ce contine toate lungimile de unda intra 400 nm si 750 nm, este incident la centrul unei lentile convergente cu lungimea focala  $f=10$  cm. La distanta de 10 cm de lentila se amplaseaza un ecran, iar intre sursa fasciculului si lentila se amplaseaza o prisma cu un unghi drept, ca in figura de mai jos (vezi Fig.2). Dimensiunile prisme sunt  $AB=10$  cm,  $BC=5$  cm, iar parametrii materialului din care este construita sunt  $n_0 = 1.38$  si  $b = 11180 \text{ nm}^2$ . Care este dimensiunea imaginii (in cm) formate pe ecran?

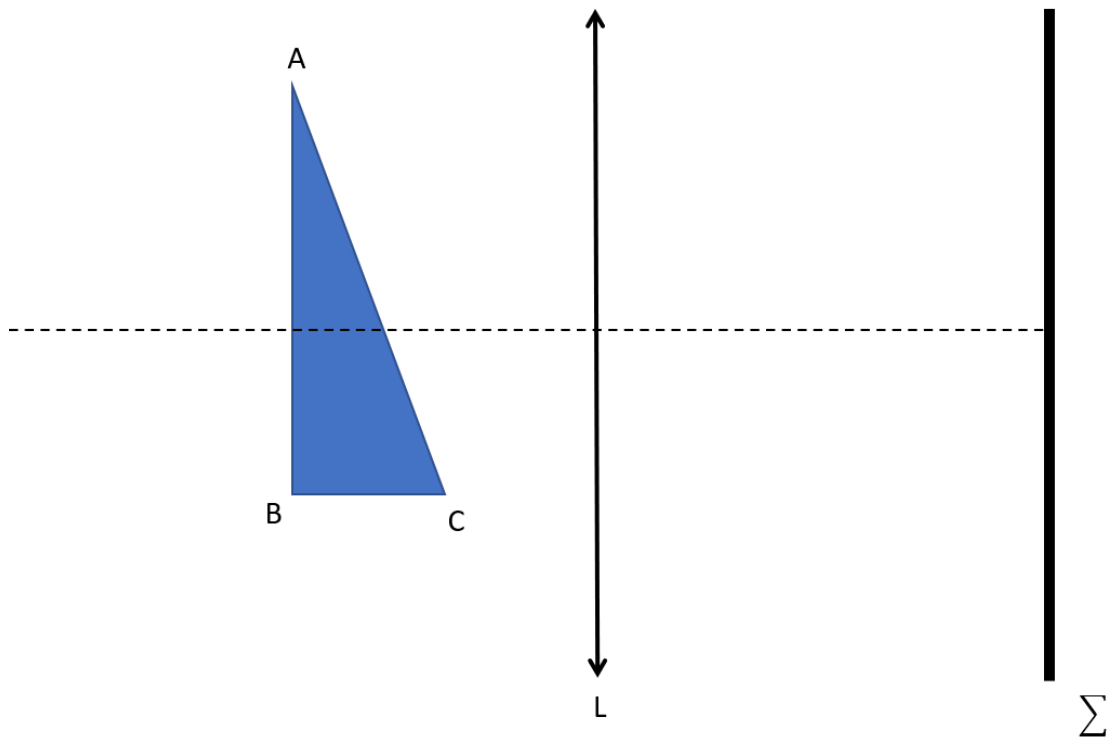


Figure 2: Schema optica

Solutie:

pentru  $\lambda = 400nm$  se obtine  $n_1 = 1.45$ , iar pentru  $\lambda = 750nm$  se obtine  $n_2 = 1.4$

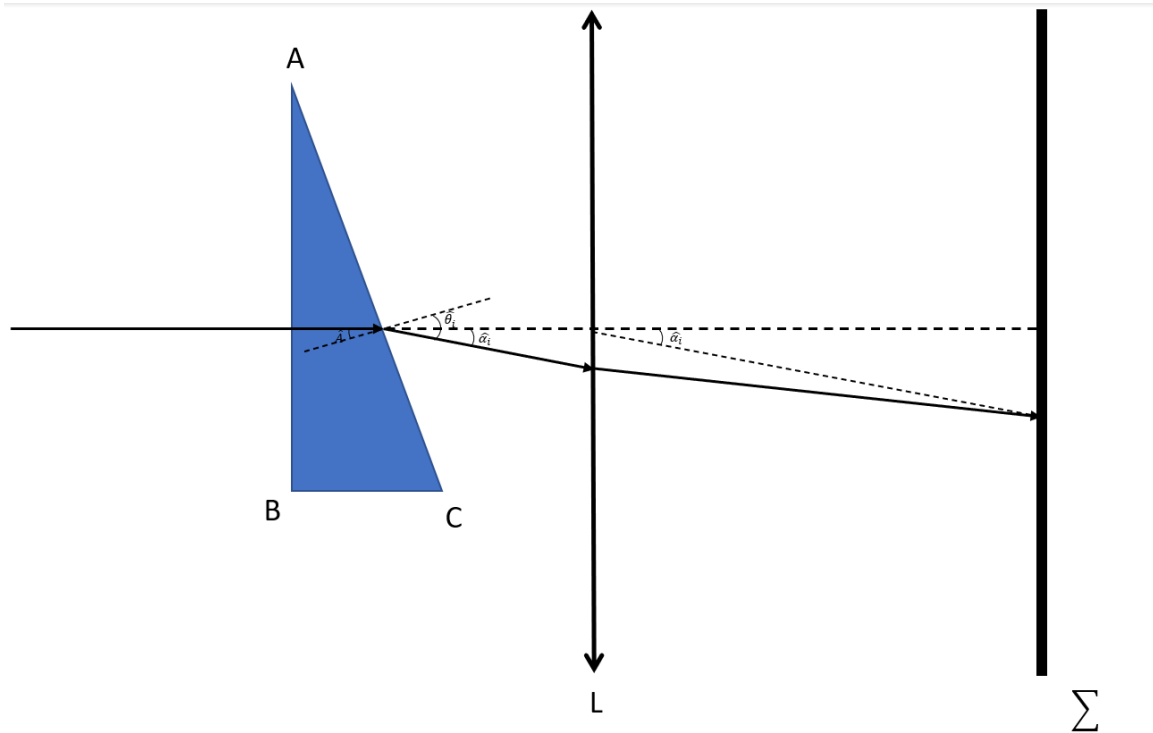


Figure 3: Mersul unei raze de lumina prin sistem

$$\sin A = \frac{1}{\sqrt{5}}$$

$$n_i \sin A = \sin \theta_i$$

$$\alpha_i = \theta_i - A$$

ecranul se afla in planul focal, deci raza de lumina va intersecta ecranul la distanta  $d_i$  de axa optica principala,  $d_i = f \tan \alpha_i$

dimesiunea imaginii este:  $\delta = d_1 - d_2 = 0.30575 \text{ cm}$

## 7 Difuzie

Un recipient cu masa de 1 kg in forma de cub cu latura  $l=10\text{cm}$  plin cu gaz se afla in cosmos. Una dintre fetele cubului prezinta mai multe gauri de dimensiuni mici, a caror suprafata reprezinta 1% din suprafata totala a acesteia. Stiind la un momement dat viteza medie a moleculelor 250 m/s si densitatea gazului  $50 \text{ kg/m}^3$ , aflati acceleratia recipientului la acel moment (in  $\text{m/s}^2$ ). Nota: numarul de particule ce lovesc un perete in unitatea de timp este  $\frac{\Delta N}{\Delta t} = \frac{1}{4}nvA$ , unde N este numarul de particule, n densitatea de particule, iar A aria peretelui.

Solutie:

$$F = ma = \frac{\Delta p}{\Delta t}$$

$$\Delta p = \Delta(mv) = v \Delta m$$

$$\Delta m = \frac{\Delta N}{N} \rho l^3$$

$$n = \frac{N}{l^3}, A = l^2$$

doar  $f = 1\%$  din particulele ce lovesc peretele ies din recipient  $\rightarrow \Delta m = \frac{1}{4}\rho f l^2 v^2 \Delta t$

$$a = \frac{1}{4} \frac{\rho f l^2 v^2}{m}$$

$$a = 7.8125 \text{ m/s}^2$$

## 8 Entropia statistica

In fizica statistica, entropia unui sistem se refera la gradul de dezordine. Concret, entropia unei stari este definita ca  $S = k_b \ln \Omega$ , unde  $k_b$  este constanta lui Boltzmann, iar  $\Omega$  este numarul de microstari. Se considera un sistem format din 100 particule ale celor energii posibile sunt de forma  $E_n = n\epsilon$ , unde  $n \geq 0$  este un numar natural. Care este entropia sistemului, exprimata in  $k_b$ , atunci cand energia totala a acestuia este  $3\epsilon$ ?

Solutie:

energia totala de  $3\epsilon$  poate fi obtinuta daca: a) o particula are energia  $3\epsilon$  si 99 au 0; b) o particula are energia  $2\epsilon$ , una  $1\epsilon$  si 98 au 0; sau c) 3 particule au energia  $\epsilon$  si 97 0

$$\Omega = C_{100}^1 + C_{100}^1 \cdot C_{99}^1 + C_{100}^3$$

$$S = 12.0535 k_b$$