

**Etapă județeană/a sectoarelor municipiului București a
olimpiadei de fizică
23 februarie 2019
Probă scrisă**

X

Pagina 1 din 3

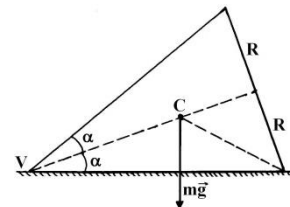
Problema I: Patru pitici

(10 puncte)

Patru pitici fizicieni au fost invitați în laborator pentru a fi premiați. În așteptarea premiilor, pentru a nu se plictisi, aceștia se joacă cu pălăria unuia dintre ei, care este de forma unui con.

A. Răsturnarea unui con (5 puncte)

Pălăria este așezată pe masă, așa cum este ilustrat în desenul alăturat, în poziție culcată, sprijinindu-se pe o generatoare. În cele ce urmează, veți considera pălăria ca fiind un con circular drept, masiv, omogen, cu masa m , având raza cercului de bază egală cu R și deschiderea unghiulară la vârf 2α (ca în desen). Pentru a aduce conul cu axa de simetrie în poziție verticală, cu vârful în jos, în contact cu masa, este necesar să efectuăm **lucrul mecanic minim** W . Se cunoaște accelerația gravitațională, g .

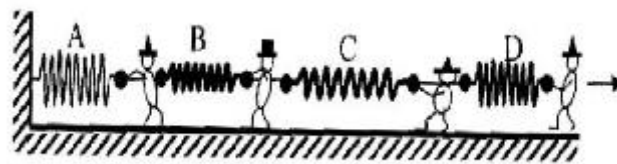


A1. Ce **lucru mecanic minim** W'_{\min} trebuie să efectuăm pentru a aduce conul din poziția inițială (*cea din desen*) în poziția cu axa de simetrie verticală, cu vârful în sus, și cu baza circulară așezată pe suprafața orizontală? Se știe că, față de vârful V, centrul de greutate al conului este localizat la **trei pătrimi** din **înălțime**. Exprimați răspunsul în funcție de W și α (jumătatea unghiului din vârful conului).

A2. Determinați valoarea lucrului mecanic minim W'_{\min} pentru $\alpha = 30^\circ$ și $W = 3,00 \text{ J}$.

B. Resorturi (4 puncte)

Fiecare din cei patru pitici a primit drept premiu câte un resort. Atât resorturile cât și constantele lor de elasticitate sunt diferite. Valorile constantelor de elasticitate ale celor patru resorturi sunt 1 N/cm , 2 N/cm , 3 N/cm , respectiv, 4 N/cm . Ei se hotărăsc să realizeze împreună un experiment, legând cele patru resorturi unul după altul și cuplând sistemul astfel obținut de un perete rigid.



Dorința lor era să realizeze, prin efort propriu, un „lanț” cât mai lung, procedând așa cum se arată în figură, adică trăgând fiecare de capătul din dreapta al propriului resort. Forța cu care trage fiecare pitic este de 4 N .

B1. Stabiliți valorile constantelor elastice ale resorturilor aflate în „lanț” în pozițiile notate prin A, B, C și D (ca în figură), astfel încât alungirea sistemului să fie maxim posibilă. Calculați valoarea acestei **alungiri maxime**.

B2. Stabiliți valorile constantelor elastice ale resorturilor aflate în „lanț” în pozițiile notate prin A, B, C și D (ca în figură), astfel încât alungirea sistemului să fie minim posibilă. Calculați valoarea acestei **alungiri minime**.

Problema a II-a: Niște prisme optice

(10 puncte)

A. Incidență razantă (3,5 puncte)

O rază de lumină este incidentă razant ($i \approx 90^\circ$) pe fața de intrare a unei prisme optice al cărei unghi refringent (de vârf) este A . Unghiul de emergență al razei de lumină din prismă, cunoscut, este i' (notație uzuală). Prisma este confecționată dintr-un material transparent, omogen, cu indicele de refracție n (> 1) și se află în aer ($n_{\text{aer}} = 1$).

A1. Să se demonstreze valabilitatea relației $n^2 - 1 = [(\cos A + \sin i')/\sin A]^2$.

A2. Ce utilitate practică poate avea această formulă ?

1. Fiecare dintre problemele 1, 2, respectiv 3 se rezolvă pe o foaie separată care se secretizează.
2. În cadrul unei probleme, elevul are dreptul să rezolve cerințele în orice ordine.
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 problemă se punctează de la 10 la 1 (1 punct din oficiu). Punctajul final reprezintă suma acestora.

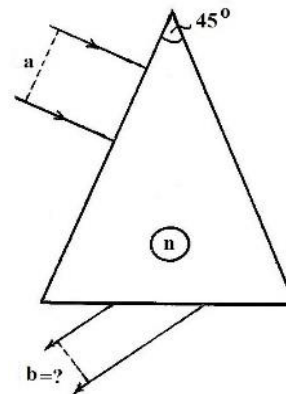
**Etapă județeană/a sectoarelor municipiului București a
olimpiadei de fizică
23 februarie 2019
Probă scrisă**

X

Pagina 2 din 3

B. Traversarea unei prisme (5,5 puncte)

Un fascicul luminos paralel, cu lărgimea a , este incident **normal** pe fața de intrare (din partea stângă) a unei prisme optice având secțiunea principală sub formă de triunghi isoscel. Unghiul refringent al prisme este de 45° . Prisma se află în aer ($n_{\text{aer}} = 1$). Materialul transparent din care este confecționată prisma are un indice de refracție n ($n > 1$).



B1. Știind că pe fața opusă (din partea dreaptă) a prisme razele fasciculului luminos suferă reflexie totală, determinați expresia lărgimii b a fasciculului ce iese prin baza prisme.

B2. Care este valoarea **minim** posibilă a **indicelei de refracție al prisme** pentru care acest traiect luminos mai este posibil?

B3. Calculați **raportul** b/a când **indicele de refracție al prisme are valoarea minimă** stabilită la punctul B2.

Problema a III-a: Experimente cu cilindri și gaze ideale

(10 puncte)

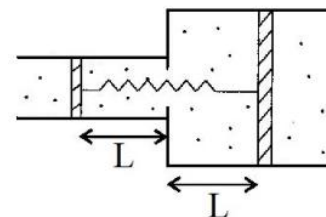
A. Transformare necvasistatică (2 puncte)

Într-un vas cilindric dispus vertical, sub un piston, se află un gaz cu comportament ideal. Apăsând pe piston, gazul se comprimă. În ce caz se efectuează asupra gazului un lucru mecanic mai mare, atunci când comprimarea este cvasistatică sau atunci când ea este foarte rapidă? În ce caz temperatura finală este mai mare? Este necesar ca răspunsurile pe care le dați celor două întrebări să fie argumentate din punct de vedere fizic!

Precizări: 1). Vasul ce conține gazul nu este termoizolat; 2). În cele două experimente de comprimare, starea inițială a gazului din interior este aceeași iar volumele finale, până la care s-a realizat comprimarea, sunt aceleași.

B. Pistoane legate cu un resort (3,5 puncte)

Două tuburi orizontale, cu secțiunile transversale S și $2S$, sudate ermetic unul în prelungirea celuilalt, cu axa mediană comună, au celelalte capete libere (în legătură directă cu atmosfera exterioară, a cărei presiune este p_0). Pistoanele din interior (vezi figura) sunt legate între ele printr-un resort cu constanta de elasticitate k . Ele etanșează foarte bine, dar se pot deplasa liber în interior, fără frecare. În volumul dintre pistoane se află un mol de gaz ideal monoatomic. În poziția inițială, distanța de la pistonul mic la locul de sudură al tuburilor este egală cu distanța de la pistonul mare la locul de sudură al tuburilor, valoarea acestei distanțe fiind L . La locul de sudură, în interior, se află un opritor inelar care nu permite pistonului mic să treacă în zona tubului cu secțiunea transversală $2S$. Gazul este încălzit, astfel încât pistoanele se deplasează, făcând ca, în cele din urmă, când se restabilește echilibrul, lungimea resortului să devină $\frac{5L}{2}$.



B1. Calculați presiunea gazului în starea finală de echilibru.

B2. Calculați cu cât a crescut **temperatura** gazului.

B3. Calculați **căldura** primită de gaz în decursul procesului.

Capacitatea calorică a tuburilor, pistoanelor și resortului este neglijabilă.

1. Fiecare dintre problemele 1, 2, respectiv 3 se rezolvă pe o foaie separată care se secretizează.
2. În cadrul unei probleme, elevul are dreptul să rezolve cerințele în orice ordine.
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 problemă 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
23 februarie 2019
Probă scrisă**

X

Pagina 3 din 3

C. Prefucrarea datelor experimentale (3,5 puncte)

În cursul procesului de încălzire a $\nu = 1$ mol de **He** ($\mu = 4$ g/mol), **inversul volumului gazului** măsurat la diferite **temperaturi absolute** are valorile precizate în tabelul de mai jos:

$\frac{1}{V} (m^{-3})$	450	400	350	300	250	200	150	100
$T (K)$	100	150	200	250	300	350	400	450

C1. Să se arate că, în procesul de încălzire, **densitatea** gazului **variază liniar cu temperatura absolută** conform relației: $\rho(T) = \rho_0 + a \cdot T$ și să se determine constantele ρ_0 [g/m³] și a [g/(m³ · K)].

C2. Să se determine **temperatura absolută** a gazului la care **presiunea sa devine maximă** și **densitatea gazului** corespunzătoare acestei stări.

C3. Să se determine pentru ce valori ale temperaturii absolute T , presiunea gazului este **cu 25 % mai mică** decât cea **maximă**.

Subiecte propuse de:

prof. univ. dr. Florea ULIU, Universitatea din Craiova
prof. Dumitru ANTONIE, Colegiul Tehnic nr. 2 din Târgu Jiu
prof. Cristian MIU, Colegiul Național "Ion Minulescu" din Slatina

1. Fiecare dintre problemele 1, 2, respectiv 3 se rezolvă pe o foaie separată care se secretizează.
2. În cadrul unei probleme, elevul are dreptul să rezolve cerințele în orice ordine.
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 problemă se punctează de la 10 la 1 (1 punct din oficiu). Punctajul final reprezintă suma acestora.