

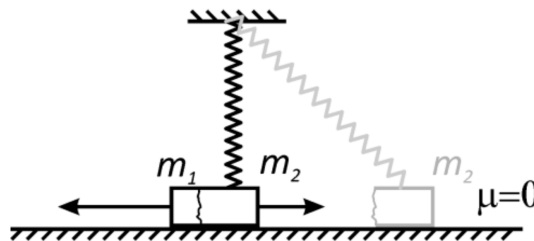
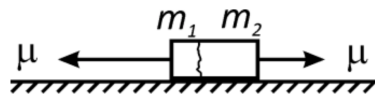
EXAMEN LICENŢĂ – 28 iunie 2022

specializarea: FIZICĂ

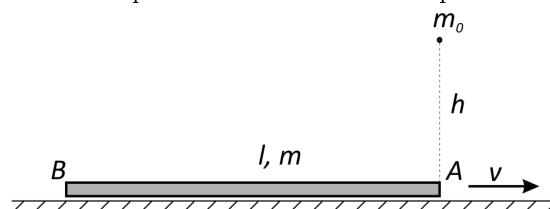
Proba 1: Evaluarea cunoştinţelor fundamentale şi de specialitate

Probleme

- Un proiectil aflat în repaus explodează pe o suprafaţă orizontală rupându-se în două părţi de mase: $m_1 = 100$ g şi $m_2 = 150$ g care se deplasează orizontal. m_1 se opreşte după 2 s, parcurgând o distanţă de 60 cm. Considerând $g = 10 \frac{m}{s^2}$, şi că mişcările se efectuează cu frecare, aflaţi:
 - Ce viteză a avut m_1 imediat după explozie şi care este coeficientul de frecare dintre corp şi suprafaţă.
 - Care este viteza celui de al doilea corp imediat după explozie şi ce distanţă parcurge până la oprire.
 - Valoarea energiei generate de explozie.
 - Presupunem că imediat după explozie, m_2 se agaţă de un resort ideal (vezi figura), vertical, nealungit, lungime iniţială $l_0 = 15$ cm şi constantă elastică 25 N/m. Ce distanţă ar parcurge corpul m_2 până când s-ar desprinde de pe suprafaţa orizontală dacă se neglijează frecarea? Verificaţi dacă are viteza iniţială necesară!



- Un punct material (pm) de masă m se mişcă pe o traiectorie circulară de rază R sub acţiunea unei forţe centrale gravitaţionale $\vec{F} = -\frac{k}{r^2} \cdot \vec{r}$, unde k este o constantă, iar r este distanţa de la pm la centrul câmpului gravitaţional.
 - Demonstraţi că în această mişcare mărimea vitezei este constantă şi exprimaţi viteza în funcţie de datele problemei (m , k şi R).
 - Care este direcţia şi valoarea acceleraţiei punctului material într-un punct oarecare de pe traiectorie?
 - Exprimaţi energia cinetică, E_c , potenţială, U , şi totală, E , funcţie de k şi R . Reprezentaţi grafic $U(r)$ (doar calitativ).
 - Care este valoarea momentului cinetic al corpului de masă m ? Date m, R, k .
- O scândură de lungime l şi masă $m = 3,6$ kg se deplasează cu viteza $v = 1,5$ m/s, fără frecare, pe o suprafaţă orizontală. O bilă de plastilină de masă $m_0 = 400$ g este lăsată să cadă liber de la înălţimea $h = 20$ m exact în momentul în care capătul A al scândurii trece pe sub ea.



- (a) Care trebuie să fie lungimea l a scândurii pentru ca plastilina (considerată punctiformă) să cadă exact în capătul B al scândurii?
- (b) Care va fi viteza ansamblului bilă-scândură, după ciocnire (la ciocnire, bila se lipește de scândură)? Va fi mai mare sau mai mică decât v ?
- (c) Ce lucru mecanic, L , trebuie efectuat asupra sistemului format după ciocnire pentru a-l readuce la viteza v .
- (d) Ce forță orizontală constantă ar trebui să acționeze asupra ansamblului de corpuri format, imediat după ciocnire, pentru a-l readuce la viteza v după ce scândura mai străbate, de la ciocnire, o distanță egală cu lungimea ei?
4. O scândură de lungime $l = 3$ m și masă $m = 3,6$ kg se deplasează cu viteza $v = 1,5$ m/s, fără frecare, pe o suprafață orizontală. O bilă de plastilină de masă $m_0 = 400$ g este lăsată să cadă liber de la înălțimea h exact în momentul în care capătul A al scândurii trece pe sub ea.
- (a) Care este valoarea lui h pentru ca plastilina (considerată punctiformă) să cadă exact în capătul B al scândurii?
- (b) Care va fi viteza și energia cinetică a ansamblului bilă-scândură, după ciocnire (la ciocnire, bila se lipește de scândură)?
- (c) Ce forță orizontală constantă ar trebui să acționeze asupra ansamblului de corpuri format, imediat după ciocnire, pentru a-l readuce la viteza v după ce scândura mai străbate, de la ciocnire, o distanță egală cu lungimea ei?
- (d) În cât timp τ va reveni sistemul la viteza v în condițiile punctului (c)?
5. O minge punctiformă de masă m este lansată orizontal, cu viteza v_0 , de la o înălțime h_0 deasupra Pământului. Se știe că la ciocnirea cu solul este afectată doar componenta verticală a vitezei mingii, astfel: $v'_{1y} = -kv_{1y}$, unde v'_{1y} este componenta pe verticală a vitezei mingii imediat după ciocnire. Se cunoaște k , precum și accelerația gravitațională g .
- (a) Ce distanță parcurge mingea pe orizontală până ce atinge solul?
- (b) Ce distanță pe orizontală parcurge mingea între prima și a doua ciocnire cu solul?
- (c) Care este energia potențială gravitațională maximă a mingii între prima și a doua ciocnire cu solul?
- (d) După cât timp mingea rămâne pe sol, fără să sară din nou? Ce distanță orizontală va fi parcurs până atunci?
6. Un corp de formă paralelipedică plutește într-un vas mare umplut parțial cu mercur, fiind scufundat în mercur cu doar $n = 2/3$ din înălțimea sa. Ulterior se mai adaugă apă peste mercur, astfel încât corpul să fie total scufundat, nivelul apei fiind chiar la partea superioară a paralelipipedului. Se cunosc: densitatea $\rho_{Hg} = 16500$ kg/m³ a mercurului și $\rho_a = 1000$ kg/m³ a apei, accelerația gravitațională $g = 10$ m/s², aria $S = 10^{-3}$ m² a suprafeței orizontale a paralelipipedului și înălțimea $h = 1$ m a paralelipipedului. Paralelipipedul nu se răstoarnă.
- (a) Ce densitate are corpul?
- (b) A câta parte din înălțimea corpului va fi scufundată în mercur după ce s-a turnat și apa în vas?
- (c) Apăsăm corpul cu o forță verticală. Ce forță verticală ar fi necesară pentru a menține paralelipipedul cu latura superioară imediat sub nivelul mercurului?
- (d) Apăsăm corpul cu o forță verticală. Ce forță verticală ar fi necesară pentru a menține paralelipipedul cu latura superioară la distanța x sub nivelul apei? Reprezentați grafic $F(x)$ și calculați lucrul mecanic minim necesar împingerii paralelipipedului până când latura superioară ajunge sub nivelul mercurului.
7. Se consideră un conductor liniar, infinit de lung, parcurs de un curent având intensitatea $I_1 = 10$ A. În câmpul magnetic creat de aceasta, la distanța d la care valoarea inducției câmpului magnetic este $B_1 = 2\mu T$, se poziționează un alt conductor liniar și infinit de lung, paralel cu primul. Să se afle:
- (a) distanța d dintre cei doi conductori
- (b) valoarea și sensul curentului în cel de al doilea conductor, dacă asupra unui al treilea conductor, așezat paralel la distanța $x = d/3$ de primul, nu acționează nici o forță rezultantă
- (c) după ce se elimină cel de al treilea conductor, calculați forța de interacțiune care acționează asupra unității de lungime de conductor. Ce tip de forță este?

- (d) undeva la infinit se produce un scurtcircuit între cei doi conductori. Să se calculeze intensitatea curentului de scurtcircuit, dacă forța pe unitatea de lungime crește de 200 de ori. Ce tip de forță este?

Se dă $\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7}$ H/m.

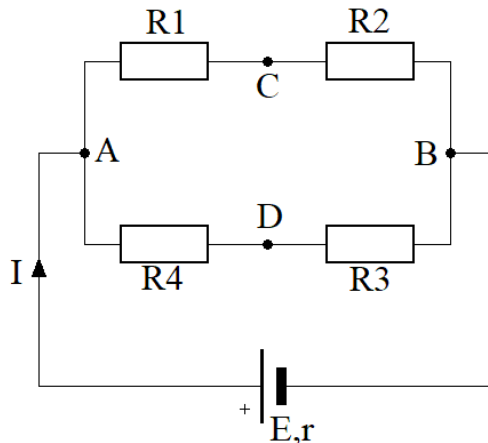
8. Un plan infinit este uniform încărcat cu densitatea de sarcină $\sigma = +18/\pi\mu\text{C}/\text{m}^2$. Se cere:
- care este forma liniilor de câmp generate de această distribuție.
 - care este intensitatea câmpului electric creat de această distribuție.
 - care este diferența de potențial dintre două puncte A și B aflate la distanțele $d_A = 10$ cm și $d_B = 20$ cm pe aceeași normală față de plan.
 - care este lucrul mecanic efectuat la deplasarea unei sarcini $q = +1\mu\text{C}$ între punctele A și B .

Se dă $1/4\pi\epsilon_0 = 9 \cdot 10^9 \text{Nm}^2/\text{kg}^2$.

9. Un plan infinit este uniform încărcat cu densitatea de sarcină $\sigma = +18/\pi\mu\text{C}/\text{m}^2$. Se cere:
- care este forma liniilor de câmp generate de această distribuție.
 - care este intensitatea câmpului electric creat de această distribuție.
 - care este diferența de potențial dintre două puncte A și B aflate la distanțele $d_A = 10$ cm și $d_B = 20$ cm pe aceeași normală față de plan.
 - care este lucrul mecanic efectuat la deplasarea unei sarcini $q = +1\mu\text{C}$ între punctele A și B .

Se dă $1/4\pi\epsilon_0 = 9 \cdot 10^9 \text{Nm}^2/\text{kg}^2$.

10. Se consideră circuitul din figura de mai jos.

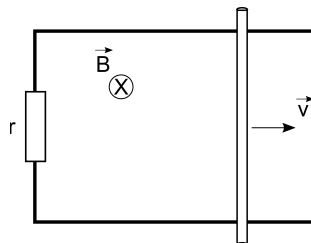


Dacă s-ar scurtcircuita punctele A și B intensitatea curentului din ramura principală ar fi I_{scAB} . În cazul în care se scurtcircuitază punctele C și D valoarea intensității curentului din ramura principală devine I_{scCD} .

Să se afle în absența oricărui scurtcircuit:

- tensiunea electromotoare E și rezistența internă R a bateriei.
 - valoarea intensității curentului în ramura principală a circuitului.
 - raportul diferențelor de potențial măsurate între punctele C și D , respectiv A și B
 - cantitatea de sarcină electrică ce traversează rezistorul $R4$ într-un interval de timp t .
11. Se leagă în serie două elemente galvanice identice, o baterie cu tensiunea electromotoare $E_b = 2$ V și rezistență internă neglijabilă, respectiv un consumator având rezistența electrică $R = 9 \Omega$. În acest caz prin circuit circulă un curent având intensitatea $I_1 = 0,56$ A. Dacă se inversează polaritatea acumulatorului, intensitatea curentului electric va păstra același sens, dar va avea intensitatea $I_2 = 0,16$ A.
- Să se schițeze schema electrică a circuitului pentru una dintre conexiunile acumulatorului.
 - Să se calculeze tensiunea electromotoare și rezistența internă a elementelor galvanice.
 - Să se determine tensiunea la bornele elementelor galvanice și a acumulatorului pentru ambele conexiuni ale acumulatorului.

- (d) Folosind încă un consumator de rezistență R' puterea disipată în circuitul exterior este maxim. Cum trebuie conectat acest consumator și ce valoare va avea rezistența sa?
12. Doi conductori liniari cu rezistență neglijabilă sunt așezați paralel și conectați prin intermediul unui rezistor de rezistență $r = 0,1 \Omega$. Câmpul magnetic exterior are inducția magnetică $B = 0,6 \text{ T}$ (vezi figura alăturată). Peste cei doi conductori se așază o tijă conductoare având lungimea $l = 1 \text{ m}$, aria secțiunii $S = 0,168 \text{ mm}^2$, și rezistivitatea $\rho = 1,68 \cdot 10^{-8} \Omega \text{ m}$. Tijă se deplasează fără frecare în direcția indicată în figură cu o viteză constantă $v = 10 \text{ m/s}$.



- (a) Ce rezistență electrică are tija conductoare?
- (b) Calculați tensiunea electromotoare și intensitatea curentului electric indus în urma mișcării tije.
- (c) Determinați mărimea și sensul forței care va acționa asupra tije.
- (d) Se fixează poziția tije. Se înlocuiește rezistorul cu o sursă de tensiune electromotoare $E = 3 \text{ V}$ și rezistență internă neglijabilă. Determinați intensitatea curentului care trece prin tija, precum și mărimea și sensul forței care va acționa acum asupra tije. Cum influențează poziția tije aceste mărimi? Justificați pe scurt răspunsul dat.
13. Pe un banc optic se află un obiect cu înălțimea $y_1 = 5 \text{ mm}$. O lentilă biconvexă cu razele de curbura ale fețelor $R_1 = 15 \text{ cm}$, $R_2 = -30 \text{ cm}$ formează pe un ecran imaginea obiectului cu înălțimea $y_2 = -20 \text{ mm}$. Dacă obiectul se îndepărtează de lentilă cu $a = 50 \text{ mm}$, pe ecran (se modifică poziția ecranului) se formează o imagine cu înălțimea $y'_2 = -10 \text{ mm}$. Se cere:
- (a) Distanța focală f_1 a lentilei.
- (b) Indicele de refracție n al materialului din care este alcătuită lentila.
- (c) Poziția imaginii dacă se introduce o a doua lentilă cu distanța focală $f_2 = 30 \text{ cm}$ la distanța $d = 110 \text{ cm}$ față de prima lentilă. (Se consideră poziția îndepărtată a imaginii.)
- (d) Mărimea imaginii formată de sistemul celor două lentile.
14. O biprismă Fresnel de unghi refringent $A = 30'$ este confecționată din sticlă de indice de refracție $n = 1.5$. Fanta iluminată cu lumină monocromatică de lungime de undă $\lambda = 600 \text{ nm}$ se așază la distanța $d_0 = 50 \text{ cm}$ de muchia biprisme, iar figura de interferență se studiază într-un plan ce se găsește la distanța $d = 250 \text{ cm}$ de muchia biprisme.
- (a) Să se deseneze schema optică a montajului interferențial.
- (b) Să se calculeze interfranja figurii de interferență.
- (c) Să se calculeze numărul maximelor de interferență observate pe ecran.
- (d) Să se calculeze lărgimea spectrală maximă a luminii ($\Delta\lambda$) la care încă se mai observă interferența.
15. Se dă o prismă optică a cărei secțiune ABC este un triunghi echilateral situată într-un lichid transparent cu indice de refracție $n_0 = 1,3$. Pe fața AB a prisme cade o rază de lumină monocromatică astfel încât în interiorul prisme raza de lumină se propagă paralel cu baza BC . În aceste condiții unghiul de deviație a razei (unghiul măsurat între raza incidentă și cea emergentă din prismă) este de 70° . Se cere
- (a) Unghiul de incidență a razei.
- (b) Indicele de refracție al materialului (n_1) din care prisma este confecționată.
- (c) Dacă lichidul transparent este înlocuit cu aer și unghiul de incidență a razei de lumină nu se modifică, putem observa raza de lumină ieșind din prismă prin fața AC ? Argumentați răspunsul!
- (d) Unghiul de deviație a razei de lumină în configurația descrisă în punctul (c).
16. O biprismă Fresnel de unghiul de refringent de $30'$ este confecționată din sticlă de indice de refracție $n = 1,5$. Fanta iluminată cu lumină monocromatică ($\lambda = 600 \text{ nm}$) se așază la distanța $d_0 = 50 \text{ cm}$ față de muchia biprisme iar figura de interferență este observată pe un ecran așezată la distanța $d = 250 \text{ cm}$ față de muchia biprisme. Se cere :

- (a) Interfranja.
- (b) Numărul maximelor de interferență observabile.
- (c) Lărgimea maximă admisibilă a fantei.
- (d) O față de ieșire a biprismei este acoperită cu o lamă subțire transparentă cu grosime $l = 1,8 \mu\text{m}$ confecționată din material transparent. În ce direcție și cu cât se deplasează maximum de interferență de ordinul 0 pe ecran dacă indicea de refracție a lamesii este $n_1 = 1,75$?
17. Imaginea unui obiect luminos este formată de un menisc convergent (lentila convex-concavă, $R', R'' > 0$) pe un ecran, care se află la o distanță de 75 cm față de obiect.
- (a) Calculați distanța focală a lentilei, dacă imaginea formată este de 4 ori mai mare decât obiectul.
- (b) Desenați mersul razelor de lumină!
- (c) Cunoscând diametrul ($D = 3 \text{ cm}$) lentilei și indicele de refracție ($n = 1,4$) a materialului din care lentila este făcută, determinați grosimea lentilei în mijloc. Lentila poate fi tratată ca o lentilă subțire, iar grosimea lentilei pe margine tinde spre zero. ($\sqrt{1-x^2} \simeq 1-x^2/2$)
- (d) Determinați tipul lentilei și distanța focală, dacă lentila din subpunctele precedente este imersată în ulei cu indice de refracție $n_0 = 1,6$.
18. O lentilă plan-convexă este fabricată folosind un material cu indice de refracție $n = 1,4$. Suprafața convexă a lentilei este acoperită de un strat subțire uniform cu grosimea d a cărei indice de refracție este $n_0 = 1,6$.
- (a) Determinați raza de curbură a lentilei, dacă distanța focală este $f = 30 \text{ cm}$. (Influența stratului subțire asupra distanței focale este neglijabilă.)
- (b) Fața convexă a lentilei este iluminată cu o lumină monocromatică ($\lambda = 640 \text{ nm}$). Un observator aflând pe axa optică a lentilei observă un minim de interferență în mijlocul lentilei. În acest caz deduceți grosimea stratului subțire (i.e. valorile posibile pentru d).
- (c) Dacă observatorul se află la o distanță de $L = 40 \text{ cm}$ față de lentilă, determinați numărul inelelor de maxim de interferență observabile pe fața convexă a lentilei, dacă grosimea stratului subțire este $d = 200 \mu\text{m}$, iar diametrul lentilei este $D = 4 \text{ cm}$.
- (d) În ce direcție pe axa optică trebuie deplasată observatorul astfel ca numărul maximelor de interferență observabile să crească și până la ce limită poate fi crescut acest număr?
19. Substanța de lucru a unui motor termic este o cantitate de ν moli de gaz ideal monoatomic, care se află în starea inițială caracterizată de volumul V_1 și presiunea p_1 . În primul proces 1-2 gazul se dilată izobar până la volumul $V_2 = eV_1$, urmat de o dilatare adiabatică 2-3. În procesul 3-1 gazul este comprimat în starea inițială printr-un proces izoterm.
- (a) Să se reprezinte acest ciclu în coordonate (p, V) . Să se determine parametrii termodinamici ai gazului în stările 2 și 3 în funcția parametrilor din starea inițială.
- (b) Să se determine cantitățile de căldură schimbate în procesele 1-2, 2-3 și 3-1.
- (c) Să se demonstreze ca randamentul acestui ciclu este mai mic decât randamentul ciclului Carnot care ar lucra între aceleași limite de temperatură.
- (d) Să se determine variațiile de entropie în procesele 1-2, 2-3 și 3-1. Să se reprezinte acest ciclu în coordonate (T, S) .
- Constanta universală a gazului ideal R și numărul lui Euler e se consideră cunoscute.
20. O cantitate de $\nu = 2,5$ moli de gaz biatomic aflat inițial în starea 1 are temperatura $T_1 = 300 \text{ K}$. Gazul este răcit izocor până în starea 2 unde presiunea este $p_2 = p_1/3$, apoi destins izobar până în starea 3, unde temperatura este $T_3 = T_1$, după care gazul revine izoterm în starea inițială 1.
- (a) Reprezentați ciclul în diagramele $P - V$ și $V - T$;
- (b) Calculați temperatura în starea 2. De câte ori crește volumul în transformarea 2-3?
- (c) Aflați variația energiei interne între stările 1 și 2, și lucrul mecanic efectuat în transformarea 2-3. Calculați variația entropiei în transformarea izotermă 3-1.
- (d) Calculați în ciclul de transformări: lucrul mecanic efectuat, variația energiei interne și variația entropiei. Mașina care lucrează după acest ciclu este motor termic?

Se consideră $R = 8310 \text{ J}/(\text{kmol K})$.

21. Într-o transformare de stare ($pV^3 = \text{const.}$ unde p este presiunea și V este volumul) a 0,2 moli de gaz ideal monoatomic temperatura absolută scade la o pătrime din valoarea inițială. Presiunea finală a gazului în acest proces este de 10^5 Pa.
- Determinați raportul dintre volumul final și inițial în procesul de mai sus.
 - Determinați presiunea inițială în acest proces.
 - Determinați lucrul mecanic efectuat de gaz dacă variația energiei interne este de 1800 J.
 - Determinați variația entropiei în acest proces.

Transformarea este reversibilă. Se dă constanta universală a gazului ideal, $R = 8.31 \text{ J}/(\text{mol K})$.

22. Într-un cilindru cu piston care se mișcă fără frecare se află un gaz ideal biatomic. În starea inițială, gazul ocupă un volum de 1 litru, la presiunea de 2 atmosfere și temperatura de 27 grade Celsius.
- Comprimând izoterm gazul până la o presiune de zece ori mai mare decât presiunea inițială, să se calculeze volumul final al gazului, lucrul mecanic efectuat de gaz și cantitatea de căldură schimbată de sistem cu exteriorul.
 - În continuare, se destinde gazul adiabatic până ajunge la presiunea inițială. Să se calculeze volumul gazului, variația de temperatură, lucrul mecanic efectuat de gaz și variația energiei interne a gazului.
 - Printr-o transformare izobară se ajunge în starea inițială. Să se determine variația energiei interne a gazului, lucrul mecanic efectuat și cantitatea de căldură schimbată de gaz cu exteriorul.
 - Calculați variația entropiei pentru cele trei transformări.

Se cunosc $R = 8.31 \text{ kJ}/(\text{kmol K})$, $i = 5$, $\gamma = (i + 2)/i$, $C_p = (i + 2)R/2$.

23. Un gaz ideal biatomic necunoscut parcurge un ciclu de trei transformări de stare notate cu $AB \rightarrow BC \rightarrow CA$:
- în transformarea AB temperatura T crește de patru ori, iar presiunea se transformă după legea $p = a\sqrt{T}$, unde a este constant,
 - în transformarea BC temperatura gazului scade, iar volumul său nu se modifică,
 - în procesul CA temperatura gazului continuă să scadă în timp ce presiunea rămâne constantă.

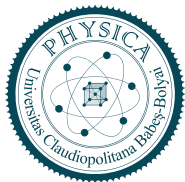
În punctul inițial A presiunea este 10^5 Pa, volumul gazului este de 10 l, iar temperatura este 300 K.

- Să se determine volumul gazului în punctul B.
- Să se determine p în funcție de V pentru transformarea AB . Să se reprezinte ciclul $ABCA$ în coordonatele (p, V) și să se determine randamentul motorului termic care funcționează conform ciclului.
- Să se determine căldura molară în procesul AB .
- Să se calculeze variația entropiei în procesul AB .

Se dă numărul gradelor de libertate $i = 5$ și constanta universală a gazului ideal $R = 8.31 \text{ J}/(\text{mol K})$.

24. Un mol de gaz ideal monoatomic ($C_V = 3R/2$) parcurge ciclul $1 \rightarrow 2 \rightarrow 3 \rightarrow 1$. În starea inițială 1, gazul are $p_1 = 3 \text{ atm.}$ și $V_1 = 9,31$ litri. În urma dilatării izoterme $1 \rightarrow 2$ volumul crește de 3 ori. În transformarea $2 \rightarrow 3$ gazul este răcit ținând volumul constant. Știind că transformarea $3 \rightarrow 1$ este politropă cu exponentul $n = 2$, să se găsească:
- Parametrii (p, V, T) în stările 1, 2 și 3,
 - Reprezentarea grafică a ciclului $1 \rightarrow 2 \rightarrow 3 \rightarrow 1$ în coordonatele (p, V) ,
 - Randamentul unui motor care funcționează după ciclul $1 \rightarrow 2 \rightarrow 3 \rightarrow 1$.
 - Variația energiei interne și a entropiei după parcurgerea ciclului de transformări, respectiv variația entropiei în transformarea politropă $3 \rightarrow 1$.

Se dau $\ln(3) = 1,098$; $R = 8310 \text{ J}/(\text{kmol K})$; $k_B = 1,371 \times 10^{-27} \text{ J/K}$.



Universitatea Babeş-Bolyai
FACULTATEA DE FIZICĂ

EXAMEN LICENȚĂ – 28 iunie 2022

specializarea: FIZICĂ

Barem test grilă

Nr. întrebare	Rezultat corect
---------------	-----------------