SUBIECTUL 1

A. *Curăţarea suprafeţelor metalice*

Sablarea este fenomenul de curăţare a suprafeţelor metalice de impurităţi, inclusiv oxizi, cu ajutorul unui jet de partcule aproximativ identice, mici şi de aceeaşi formă şi care sunt suflate cu mare viteză spre suprafaţa unei plăci care este fixă. Particulele interacționează cu impuritățile de orice fel de pe suprafaţa plăcii pe care le desprind după care acestea cad la baza plăcii. Jetul de particule (de exemplu nisip fin, ori biluţe metalice etc.) este îndreptat normal pe suprafaţa plăcii. Viteza particulelor este aceeaşi v_0, masa fiecărei particule din jet este m, iar acestea sunt uniform distribuite în jetul respectiv. Concentraţia volumică a particulelor din jet este n. O fracţiune f din numărul de particule din jet cad la baza plăcii, iar restul sar înapoi, normal în raport cu suprafaţa plăcii, cu viteza $g \cdot v_0$ ($g < 1$).

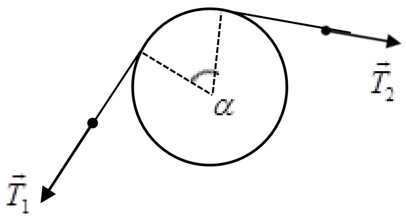
a) Stabileşte, în funcţie de n, m, v_0, g şi f ce presiune exercită particulele asupra suprafeţei în acest proces şi în condiţiile date.

b) Care ar putea fi presiunea maximă, respectiv minimă, exercitată de acest jet de particule asupra suprafeţei considerând că toate particulele cad lângă placă, ori toate sar în condiţiile date.

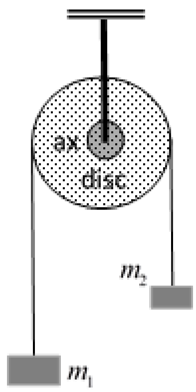
B. *Analiza frecării la scripete*

Un scripete fix suspendat vertical este un sistem mecanic a cărui funcționare este influențată atât de frecarea care are loc între discul respectiv şi axul în jurul căruia se roteşte cât şi de frecarea dintre firul trecut peste şanţul discului şi discul scripetelui.

a) Fie α unghiul la centru format de razele discului duse din centrul de rotație la punctele extreme de contact ale firului cu discul (vezi figura alăturată). Determină, în funcție de coeficientul de frecare la alunecare μ_f dintre fir şi disc şi de tensiunile mecanice T_1 respectiv T_2 ($T_1 > T_2$) care tensionează firul ideal la cele două capete, valorile permise ale unghiului α astfel încât firul să nu alunece în raport cu discul.



b) Se doreşte analiza frecării dintre axul în jurul căruia se roteşte discul scripetelui şi disc. Dispozitivul experimental este format dintr-un scripete fix al cărui disc are raza **R** şi care se roteşte în jurul unui ax cu raza **r** ca în figura alăturată. Se consideră greutatea discului neglijabilă, iar datorită faptului că se doreşte ca alunecarea discului în jurul axului să se facă cât mai uşor, practic, în timpul rotirii discului există un singur punct, în planul figurii, de contact între acesta şi axul respectiv. Firul care trece peste disc este ideal. De fiecare capăt al firului se suspendă masele marcate m_1 şi m_2 astfel încât $m_1 > m_2$. Diferența dintre m_1 şi m_2 este cea mai mare posibilă astfel încât sistemul să fie în echilibru mecanic, iar imprimarea unei mişcări de rotație a discului în sensul coborârii lui m_1 determină rotirea discului cu viteză constantă.



1) Determină, în funcţie de m_1, m_2, R şi r poziția punctului de aplicație al forței de frecare care acționează asupra discului prin evaluarea funcției trigonometrice $\sin\beta$ unde β reprezintă unghiul format de direcţia forţei de frecare cu direcţia orizontală.
2) Determină coeficientul de frecare la alunecare dintre disc şi ax.

SUBIECTUL 2

A. *Racheta cu hidrogen*

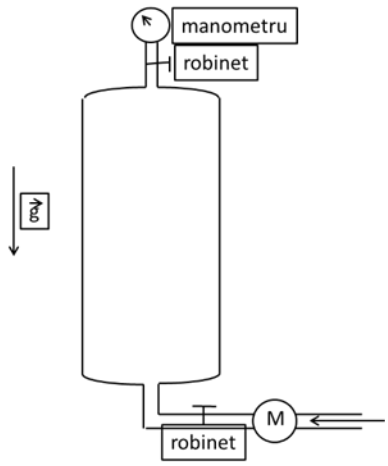
Camera de reacţie a unui motor de rachetă, la care combustibilul este hidrogenul, este concepută să funcţioneze astfel încât să aibă loc o ardere completă a acestuia în prezența oxigenului. Ca urmare a acestui fapt rezultă, în urma arderii, vapori de apă, vapori de apă oxigenată şi ozon. Reacţia chimică care descrie acest proces este: $2H_2 + 3O_2 \rightarrow H_2O + H_2O_2 + O_3$. În camera de reacţie pătrunde hidrogen cu debitul masic constant Q_H

și oxigen cu debitul masic constant Q_O. Se cunoaște, de asemenea, că secțiunea transversală a camerei de reacție este S, aceeași cu a ajutajului de evacuare a gazelor rezultate în urma arderii. În timpul arderii presiunea gazului ideal din camera de reacție este P, iar temperatura acestuia își păstrează valoarea T. Determină, în funcție de datele precizate anterior (Q,T,P,S), forța F de reacție pe care o dezvoltă motorul descris anterior. Se consideră cunoscute și masele molare ale oxigenului ($16g/mol$) respectiv hidrogenului ($1g/mol$) ca și constanta R a gazelor ideale.

B. *Hidroforul*

Un hidrofor este format dintrun rezervor ce poate fi considerat un cilindru metalic, așezat în plan vertical, care are în partea superioară un manometru (vezi figura alăturată), iar prin partea inferioară poate sa pătrundă apă (sau un alt lichid) împins cu ajutorul unei pompe. Cilindrul este un bun coductor termic si se află în contact termic cu aerul înconjurător.

În condițiile inițiale manometrul indică presiunea p_0 și în cilindru cantitatea de lichid este neglijabilă. Pe măsură ce pătrunde lichidul în cilindru indicațiile manometrului indică presiuni din ce în ce mai mari.



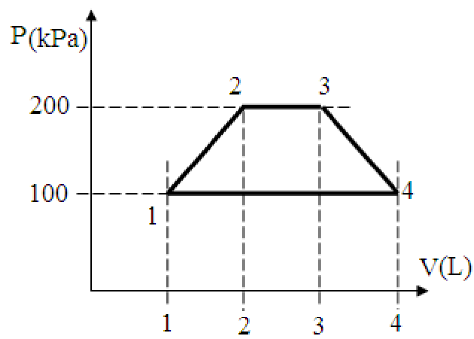
a) Arată că indicațiile manometrului pot da informații despre gradul de umplere al cilindrului (de exemplu fracțiunea f din cilindru ocupată de lichid).

b) Determină, în funcție de p_0, ce presiune p va indica manometrul dacă înălțimea coloanei de lichid este 1/5 din înălțimea H_0 a cilindrului?

c) Reprezintă grafic fracțiunea f de umplere a cilindrului în funcție de presiunea p indicată de manometru.

C. *Ciclu termodinamic*

Un gaz ideal monoatomic cu căldura molară la volum constant $C_V=\dfrac{3R}{2}$, parcurge ciclul termodinamic reprezentat în desenul alăturat.

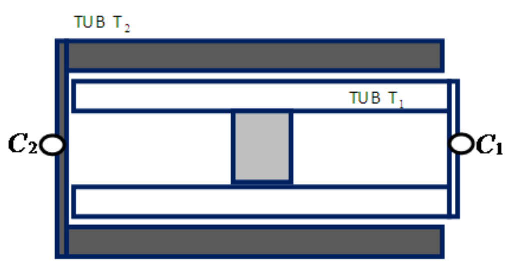


a) Calculează lucrul mecanic efectuat pe întreg ciclul termodinamic.

b) Se consideră o transformare care corespunde dreptei ce trece prin punctele 3 respectiv 4. Ce coordonate $(V_x;P_x)$ are punctul aflat pe dreapta respectivă și în care temperatura gazului este maximă?

SUBIECTUL 3

Un tub T_1 cu lungimea L=1m, raza interioară $r_1=\pi\sqrt{\pi}cm$ și cea exterioară $R_1=2r_1$ are plasat la mijloc un piston mobil cu lungimea h=20cm și raza r_1. Tubul T_1 este introdus etanș în tubul T_2 cu aceeași lungime având raza interioară $r_2=2r_1$ și cea exterioară $R_2=3r_1$. Tuburile și pistonul mobil sunt din același material cu densitatea $\rho=2500\dfrac{kg}{m^3}$.

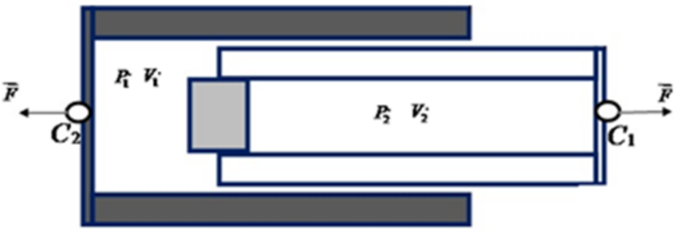


După aducerea pistonului la mijloc, se astupă etanș tubul T_1 cu capacul C_1 respectiv tubul T_2 cu capacul

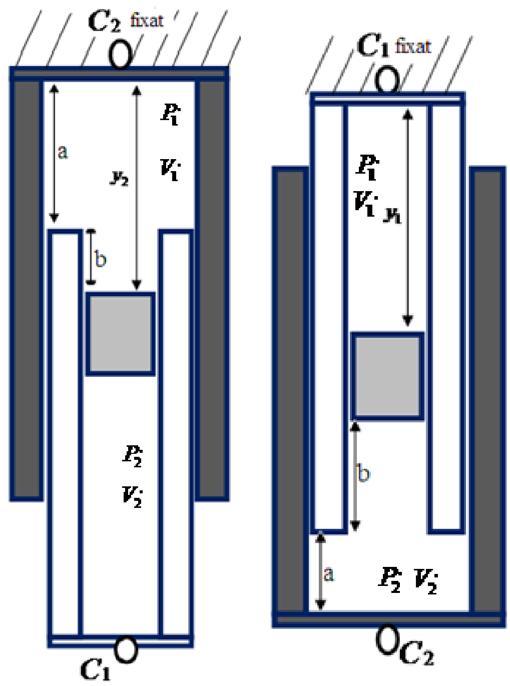
C_2 așa cum se observă în figura alăturată. Se consideră accelerația gravitațională $g = 10\frac{m}{s^2}$ și $\pi^2 \approx 10$.

a) Calculează densitatea aerului din compartimentele separate de piston, dacă presiunea este $P_0 = 10^5 Pa$, temperatura T= 300K, masa molară $\mu = 29\frac{g}{mol}$ și $R = 8,31\frac{J}{mol\cdot K}$;

b) Tuburile se află pe o suprafață orizontală și se acționează cu forțe orizontale egale ca valoare și de sensuri opuse pe axa longitudinală. Ce valoare au forțele pentru ca pistonul mobil să iasă pe jumătate din tubul T_1 considerând deplasările fără frecare și foarte lente, masa și temperatura aerului din interior fiind tot timpul constante.

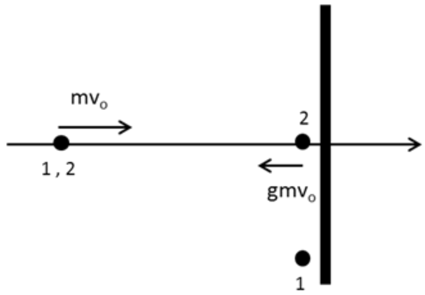
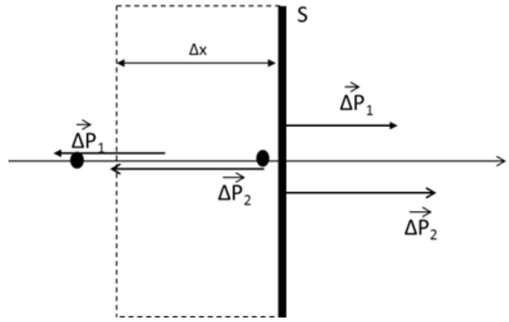


c) Se suspendă tuburile pe verticală, pe rând, de capacul C_2 fiind fixat tubul T_2 și apoi de capacul C_1 fiind fixat tubul T_1. Calculează distanțele y_2 de la capacul fixat C_2, respectiv y_1 de la capacul fixat C_1 până la pistonul mobil în cele două situații. Se consideră capacele de dimensiuni și mase neglijabile și foarte bine lipite fiecare de tub, iar în aceste cazuri deplasările sunt fără frecare și foarte lente, masa și temperatura aerului din interior fiind tot timpul constante.

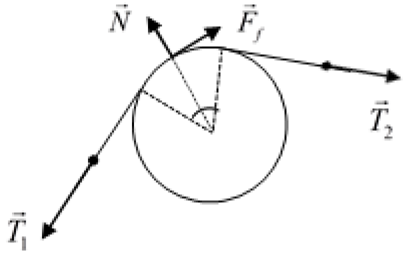
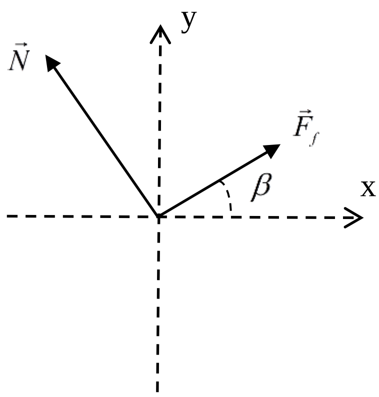
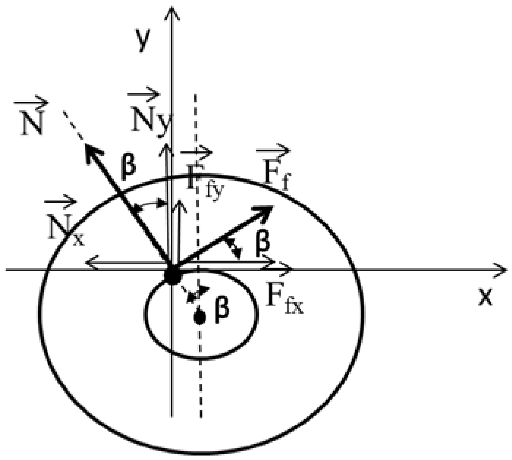


Subiect propus (în ordine alfabetică) de:
prof. Florin Moraru – Colegiul Național „Nicolae Bălcescu", Brăila
prof. Ioan Pop – Colegiul Național „Mihai Eminescu", Satu Mare
prof. Victor Stoica – Inspectoratul Școlar al Municipiului București

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.

Subiectul 1	**Parţial**	**Punctaj**
1. Barem subiectul 1		**10**
A. a) Una dintre particulele, „1” care constituie jetul şi care cade la baza plăcii după interacţia cu ea, îşi modifică impulsul cu $\Delta p_1 = mv_0$, iar particula „2” care sare înapoi îşi modifică impulsul cu $\Delta p_2 = mv_0(1+g)$  Întrun interval de timp Δt considerat placa va fi lovită de toate particulele jetului ce se afla la îceputul intervalului de timp considerat întrun volum $\Delta V = S\Delta x$, unde S este suprfaţa normală a plăcii, iar Δx este distanţa pe care urmează să o parcurgă, în acest interval de timp, jetul de particule cu viteza v_0.	1p	
Prin urmare variaţia de impuls a tuturor particulelor ce vor lovi placa în intervalul de timp Δt şi vor rămâne la baza plăcii va fi: $\Delta P_1 = fn\Delta V\Delta p_1 = fnSv_0mv_0\Delta t$, iar particulele care sar înapoi vor avea variaţia de impuls  $\Delta P_2 = (1-f)n\Delta V\Delta p_2 = (1-f)nSv_0mv_0(1+g)\Delta t$	1p	
Variaţia de impuls a tuturor particulelor din jet care lovesc placa în intervalul de timp Δt este : $\Delta P = \Delta P_1 + \Delta P_2 = nmv_o^2S\Delta t[f+(1-f)(1+g)] = nmv_o^2S\Delta t(1+g-fg)$. Forţa ce se exercită normal pe placă este : $F = \Delta P/\Delta t$, iar presiunea este $p = F/S$. Rezultatul final : $p = nmv_0^2(1+g-fg)$.	1p	
A. b) Presiunea este cea mai mare când tot jetul se întoarce sărind, adică f = 0, $p_{\max} = nmv_0^2(1+g)$ Presiunea este mai mică cînd jetul rămâne la baza plăcii, adică f = 1, $p_{\min} = nmv_0^2$ **Observaţie**: considerentele anterioare fac posibilă determinarea relaţiei de stare în cazul gazului ideal unde moleculele se întorc ca urmare a ciocnirii perfect elastice, deci g = 1, moleculele gazului ideal se mişcă după cele trei direcţii ale spaţiului cu aceeaşi viteză şi la fel în ambele sensuri ale unei direcţii. Deci pe o singură direcţie şi în acelaşi sens se mişcă doar 1/6 din molecule; înlocuind în p_{max} g= 1 şi în loc de n doar 1/6 n rezultă presiunea: $p_{gaz\ ideal} = 1/3\ nmv_o^2$ unde m masa moleculei ideale, n concentraţia volumică de molecule ideale, v_o^2 viteza pătratică medie a moleculelor gazului.	1p	

1. Orice rezolvare corectă ce ajunge la rezultatul corect va primi punctajul maxim pe itemul respectiv.
2. Orice rezolvare corectă, dar care nu ajunge la rezultatul final, va fi punctată corespunzător, proporţional cu conţinutul de idei prezent în partea cuprinsă în lucrare din totalul celor ce ar fi trebuit aplicate pentru a ajunge la rezultat, prin metoda aleasă de elev.

B. a) $(T_1 - T_2)\cos\frac{\alpha}{2} \le F_{f_{\max}}$ $N = (T_1 + T_2)\sin\frac{\alpha}{2}$; $F_{f_{\max}} = \mu_f \cdot N$ $tg\frac{\alpha}{2} \ge \frac{T_1 - T_2}{\mu_f (T_1 + T_2)}$ 	1p	
B. b)		
1) Din condiția de echilibru la rotație față de centrul axului rezultă: $G_1 R - G_2 R - F_f r = 0 \Rightarrow F_f = \frac{R}{r}(G_1 - G_2)$ Din condițiile de echilibru la translație rezultă: $F_{fx} = N_x$ $F_{fy} + N_y = G_1 + G_2$ $F_{fx} = F_f \cos\beta$; $F_{fy} = F_f \sin\beta$; $N_x = N\sin\beta$; $N_y = N\cos\beta$ $N = F_f \frac{\cos\beta}{\sin\beta}$  	2p	
$F_f \sin\beta + F_f \frac{\cos^2\beta}{\sin\beta} = G_1 + G_2 \Rightarrow \frac{F_f}{\sin\beta}(\sin^2\beta + \cos^2\beta) = G_1 + G_2 \Rightarrow \sin\beta = \frac{F_f}{G_1 + G_2}$ $\sin\beta = \frac{R}{r} \cdot \frac{m_1 - m_2}{m_1 + m_2}$	1p	

1. Orice rezolvare corectă ce ajunge la rezultatul corect va primi punctajul maxim pe itemul respectiv.
2. Orice rezolvare corectă, dar care nu ajunge la rezultatul final, va fi punctată corespunzător, proporţional cu conţinutul de idei prezent în partea cuprinsă în lucrare din totalul celor ce ar fi trebuit aplicate pentru a ajunge la rezultat, prin metoda aleasă de elev.

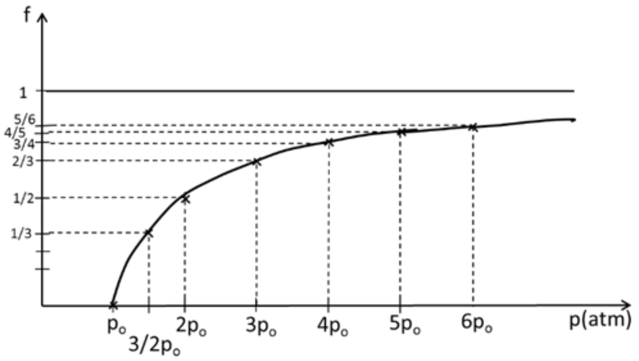
2) $N = F_f \dfrac{\sqrt{1-\dfrac{F_f^{\,2}}{(G_1+G_2)^2}}}{\dfrac{F_f}{G_1+G_2}} = \sqrt{(G_1+G_2)^2 - F_f^{\,2}}$ $\mu = \dfrac{F_f}{N} = \dfrac{\dfrac{R}{r}(\mathrm{m}_1 - m_2)}{\sqrt{(\mathrm{m}_1+m_2)^2 - \dfrac{R^2}{r^2}(\mathrm{m}_1-m_2)^2}}$	1p	
Oficiu		**1**

Subiectul 2.	**Parţial**	**Punctaj**
2. Barem subiect 2		**10**
A. $F = \dfrac{\Delta p}{\Delta t} = \dfrac{\Delta m_{ardere} v_e}{\Delta t} = Q_{ardere} v_e$; unde v_e este viteza de evacuare a gazelor rezultate, iar Q_{ardere} este debitul masic al gazelor rezultate.		
Fie $Q = Q_H + Q_O \Rightarrow \Delta m_O + \Delta m_H = Q \cdot \Delta t$; $\Delta m_O + \Delta m_H = \Delta m_{H_2O} + \Delta m_{H_2O_2} + \Delta m_{O_3}$	1p	
$\Delta m = \nu \cdot \mu \Rightarrow \Delta m_O = 3 \cdot \mu_{O_2} = 96 \dfrac{g}{mol}; \Delta m_H = 2 \cdot \mu_{H_2} = 4 \dfrac{g}{mol}$ $\Delta m_{H_2O} = (\Delta m_O + \Delta m_H) \dfrac{\mu_{H_2O}}{2\mu_{H_2} + 3\mu_{O_2}} = \dfrac{9}{50}(\Delta m_O + \Delta m_H)$ $\Delta m_{H_2O_2} = (\Delta m_O + \Delta m_H) \dfrac{\mu_{H_2O_2}}{2\mu_{H_2} + 3\mu_{O_2}} = \dfrac{17}{50}(\Delta m_O + \Delta m_H)$ $\Delta m_{H_3} = (\Delta m_O + \Delta m_H) \dfrac{\mu_{O_3}}{2\mu_{H_2} + 3\mu_{O_2}} = \dfrac{12}{25}(\Delta m_O + \Delta m_H)$ $Q_{H_2O} = \dfrac{9}{50} Q; Q_{H_2O_2} = \dfrac{17}{50} Q; Q_{O_3} = \dfrac{12}{25} Q$	1p	
$PV = \dfrac{m}{\mu} RT; Q_{ardere} = \dfrac{\Delta m_{ardere}}{\Delta t} = \dfrac{\rho \Delta V}{\Delta t} = S v_e \rho \Rightarrow v_e = \dfrac{Q_{ardere} RT}{SP\mu}$ $\Delta p = Q_{ardere} v_e \Delta t \Rightarrow F = Q_{ardere} v_e$ $F = F_{H_2O} + F_{H_2O_2} + F_{O_3} = \dfrac{Q^2 RT}{2500SP}\left(\dfrac{81}{\mu_{H_2O}} + \dfrac{289}{\mu_{H_2O_2}} + \dfrac{576}{\mu_{O_3}}\right)$	1p	

B.		
a) Cilindrul fiind metalic are o bună conductivitate termică şi fiind în contact cu aerul atmosferic are aceeaşi temperatură ca acesta; la fel lichidul are aceeaşi temperatură cu a aerului atmosferic. În timpul intrării lichidului în cilindru, aerul este supus unui proces izoterm. În cazul în care a intrat un volum de lichid egal cu fracţiunea f din volumul inţial al cilindrului putem scrie ecuaţia procesului izoterm între cele două stări pentru aerul din perna de aer $p_0V_0 = pV$ unde $V = (1-f)V_0$ substituind în ecuaţie obţinem: $f = 1-\frac{p_0}{p}$ ceea ce reprezintă cerinţa, adică : f = F(p)	1p	
b) $\frac{1}{5}=1-\frac{p_o}{p}$ de unde rezultă : $p_1=\frac{5}{4}p_o$, fracțiunea $f=\frac{Sh}{SH_o}=\frac{h}{H_o}$ unde H_o este înalțimea cilindrului.	0,5p	

c)

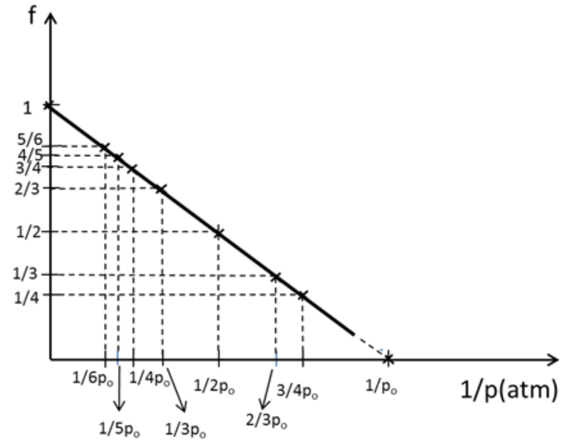
f	0	1/3	1/2	2/3	3/4	4/5	5/6
p(atm)	p_o	$3/2p_o$	$2p_o$	$3p_o$	$4p_o$	$5p_o$	$6p_o$



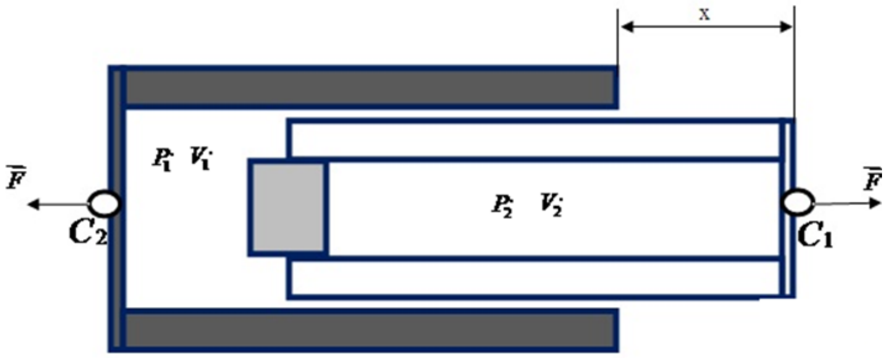
Sau
O reprezentare a dependentei : f = G (1/p) duce la o dependent liniara, conform graficului.

f	0	1/3	1/2	2/3	3/4	4/5	5/6
1/p(atm)	$1/p_o$	$2/3p_o$	$1/2p_o$	$1/3p_o$	$1/4p_o$	$1/5p_o$	$1/6p_o$

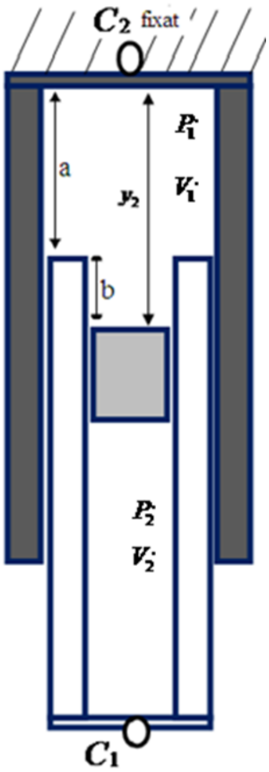
1,5p

 		
C.	3p	
a) Lucrul mecanic este aria trapezului isoscel $L=\dfrac{(P_2-P_1)\left[(V_4-V_1)+(V_3-V_2)\right]}{2}$ $L=\dfrac{10^5\dfrac{N}{m^2}\cdot 4\cdot 10^{-3}m^3}{2}=200J$	1p	
b) $\Delta U=\upsilon C_V\Delta T$ $\Delta U=\upsilon C_V(T_3-T_X)$ $\Delta U=\upsilon C_V\left[\dfrac{P_3V_3-P_XV_X}{\upsilon R}\right]$ Dreapta care trece prin punctele 3 şi 4 are ecuaţia $P=a\cdot V+b$ $P_X=a\cdot V_X+b$ $\Delta U=\upsilon C_V\left[\dfrac{P_3V_3-(aV_X+b)V_X}{\upsilon R}\right]$ $\Delta U=\dfrac{3}{2}\left(P_3V_3-aV_X{}^2-bV_X\right)$ ΔU este maxim pentru: $-2aV_X-b=0\Rightarrow V_X=-\dfrac{b}{2a}$ $P_3=a\cdot V_3+b$ rezultă $a=-10^8\dfrac{N}{m^5}$ şi $b=5\cdot 10^5 Pa$ $V_X=2{,}5\cdot 10^{-3}m^3=2{,}5L$ şi $P_X=2{,}5\cdot 10^5 Pa$	1p 1p	
Oficiu		**1**

1. Orice rezolvare corectă ce ajunge la rezultatul corect va primi punctajul maxim pe itemul respectiv.
2. Orice rezolvare corectă, dar care nu ajunge la rezultatul final, va fi punctată corespunzător, proporţional cu conţinutul de idei prezent în partea cuprinsă în lucrare din totalul celor ce ar fi trebuit aplicate pentru a ajunge la rezultat, prin metoda aleasă de elev.

Subiectul 3	**Parţial**	**Punctaj**
3. Barem subiect 3		**10**
a) $P\cdot V=\frac{m}{\mu}\cdot R\cdot T$; $\rho_a=\frac{P\cdot\mu}{R\cdot T}$; $\rho_a=1{,}16\frac{kg}{m^3}$	1p	
b) Transformări izoterme $P_1\cdot V_1=P_1'\cdot V_1'$ $P_2\cdot V_2=P_2'\cdot V_2'$ $P_0\left(\frac{L-h}{2}\right)=P_2'\left(L-\frac{h}{2}\right)$  Condiţia de echilibru pentru tubul T_1 $P_0\cdot 4\pi r^2=F+P_2'\cdot\pi r^2+P_1'\left(4\pi r^2-\pi r^2\right)$ $P_1'=P_2'=P_0\cdot\frac{\frac{L-h}{2}}{L-\frac{h}{2}}=\frac{P_0\left(L-h\right)}{2L-h}$ $F=4\pi r^2\left(P_0-\frac{P_0\left(L-h\right)}{2L-h}\right)$ $F=4\pi r^2 P_0\cdot\frac{L}{2L-h}$ $F=\frac{20000N}{9}=2222{,}2N$	1p 1p 1p	
c) $P_1\cdot V_1=P_1'\cdot V_1'$ $P_2\cdot V_2=P_2'\cdot V_2'$ $P_0\left(\frac{L-h}{2}\right)\cdot\pi r^2=P_1'\left(4\pi r^2\cdot a+\pi r^2\cdot b\right)$	1p	

1. Orice rezolvare corectă ce ajunge la rezultatul corect va primi punctajul maxim pe itemul respectiv.
2. Orice rezolvare corectă, dar care nu ajunge la rezultatul final, va fi punctată corespunzător, proporţional cu conţinutul de idei prezent în partea cuprinsă în lucrare din totalul celor ce ar fi trebuit aplicate pentru a ajunge la rezultat, prin metoda aleasă de elev.

$P_0\left(\frac{L-h}{2}\right)\cdot\pi r^2 = P_2'(L-h-b)\cdot\pi r^2$ $y_2 = a+b$ Masa pistonului mobil $m_P = \rho\cdot\pi r^2\cdot h$ Masa tubului T_1 $m_1 = \rho\left(4\pi r^2 - \pi r^2\right)\cdot L = 3\pi r^2\rho L$ La echilibru: Pentru piston: $P_1'\cdot\pi r^2 + m_P\cdot g = P_2'\cdot\pi r^2$ Pentru tub: $P_0\cdot 4\pi r^2 = m_1\cdot g + P_2'\cdot\pi r^2 + P_1'\left(4\pi r^2 - \pi r^2\right)$	1p	
Din condiţiile de echilibru obţinem relaţiile: $P_1' + \rho g h = P_2'$ şi $4P_0 = 3\rho L g + P_2' + 3P_1'$ $4P_0 = 3\rho L g + P_2' + 3\left(P_2' - \rho g h\right)$ $P_2' = P_0 - \frac{3}{4}\rho g(L-h)$ $P_2' = 85000 Pa$ $P_1' = 80000 Pa$	1p	
$L-h-b = \frac{P_0\cdot\frac{L-h}{2}}{P_2'}$ $b = (L-h)\cdot\frac{\left(2P_2' - P_0\right)}{2P_2'} \Rightarrow b = 32,9cm$ $4a+b = \frac{P_0(L-h)}{2P_1'} \Rightarrow a \approx 4,3cm$ $y_2 = 32,9cm + 4,3cm = 37,2cm$	0,5p	
Pentru a doua situaţie: 		

1. Orice rezolvare corectă ce ajunge la rezultatul corect va primi punctajul maxim pe itemul respectiv.
2. Orice rezolvare corectă, dar care nu ajunge la rezultatul final, va fi punctată corespunzător, proporţional cu conţinutul de idei prezent în partea cuprinsă în lucrare din totalul celor ce ar fi trebuit aplicate pentru a ajunge la rezultat, prin metoda aleasă de elev.

<table>
<tr><td>

$P_1 \cdot V_1 = P_1' \cdot V_1'$

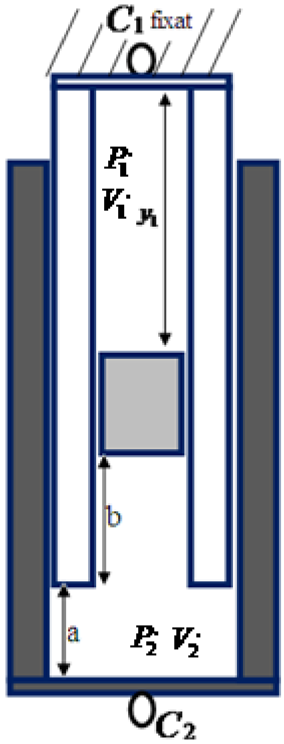
$P_2 \cdot V_2 = P_2' \cdot V_2'$

$P_0\left(\frac{L-h}{2}\right)\cdot \pi r^2 = P_1'\left(L-h-b\right)\cdot \pi r^2$

$P_0\left(\frac{L-h}{2}\right)\cdot \pi r^2 = P_2'\left(4\pi r^2 \cdot a + \pi r^2 \cdot b\right)$

$y_1 = L-h-b$

Masa pistonului mobil $m_P = \rho \cdot \pi r^2 \cdot h$



Masa tubului T 2

$m_2 = \rho\left(9\pi r^2 - 4\pi r^2\right)\cdot L = 5\pi r^2 \rho L$

La echilibru:

Pentru piston: $P_1' \cdot \pi r^2 + m_P \cdot g = P_2' \cdot \pi r^2$

Pentru tub:

$P_0 \cdot 9\pi r^2 = m_2 \cdot g + P_2' \cdot 4\pi r^2 + P_0\left(9\pi r^2 - 4\pi r^2\right)$

Din condiţiile de echilibru obţinem relaţiile:

$P_1' + \rho g h = P_2'$

$P_2' = 4P_0 - 5\rho g L$

$P_0\left(\frac{L-h}{2}\right) = P_1'\left(L-h-b\right) = \left(P_2' - \rho g h\right)\cdot y_1 = \left(4P_0 - 5\rho g L - \rho g h\right)\cdot y_1$

$y_1 = \frac{P_0\left(\frac{L-h}{2}\right)}{\left(4P_0 - 5\rho g L - \rho g h\right)}$

$y_1 = \frac{16}{27} m = 59,26 cm$

</td><td>0,5p

1p</td><td></td></tr>
<tr><td>Oficiu</td><td></td><td>**1**</td></tr>
</table>

Barem *propus (în ordine alfabetică) de:*
prof. Florin Moraru – Colegiul Naţional „Nicolae Bălcescu”, Brăila
prof. Ioan Pop – Colegiul Naţional „Mihai Eminescu”, Satu Mare
prof. Victor Stoica – Inspectoratul Şcolar al Municipiului Bucureşti