Atenție: Pagina 4 din 5 din enunț (anexa 1) conține un tabel pe care îl vei completa, fără a-l copia pe foaia de lucru. Această pagină o vei preda împreună cu foaia de lucru și o vei numerota corespunzător. Nu îți vei scrie numele pe această pagină!

***Subiectul I:* „Proteine" (10 puncte)**

A. (6,25 p) În cadrul unui proiect, Raluca, Miruna, Sabina și Robert, elevi în clasa a X-a, și-au propus să determine valoarea energetică pentru următoarele produse alimentare: caju și arahide, bazându-se pe transferul de căldură de la un corp la altul. Pentru aceasta au folosit următoarele materiale de lucru: senzor de temperatură, laptop, bec de gaz, 6 eprubete din sticlă, cântar electronic, clește din lemn, pensetă metalică, apă și cilindru gradat.

Pentru fiecare determinare au turnat 10 ml de apă într-o eprubetă din sticlă și au introdus senzorul de temperatură în apa din eprubetă, măsurând temperatura inițială și finală a apei. Pentru fiecare produs alimentar au cântărit masa acestuia și apoi au aprins produsul alimentar. În timpul arderii produsului alimentar, flacăra produsă a încălzit apa din eprubetă. Elevii au măsurat masa resturilor de produs rămase în urma arderii și au obținut următoarele date experimentale:

Aliment	Nr.crt	*t* inițial apă (grad C)	*t* final apă (grad C)	*m* inițial (g)	*m* final (g)
Alună (caju)	1	21,53	70,81	1,00	0,30
	2	23,22	89,90	1,20	0,20
	3	20,68	95,84	1,50	0,40
Alună de pământ (arahidă)	1	23,15	62,26	1,60	0,90
	2	19,95	83,13	1,50	0,60
	3	21,73	65,54	1,50	0,80

Considerând că transferul de căldură de la produsul alimentar la apă se realizează cu un randament de 12% și ținând cont de datele experimentale determinate de cei patru elevi:

a1. (1,00 p) Precizează patru sisteme care preiau diferența de căldură obținută ca urmare a arderii produselor alimentare.

a2. (0,75 p) Folosind notații uzuale, scrie relațiile teoretice prin care se poate deduce formula de calcul a valorii energetice pentru 100 g produs, pentru fiecare produs alimentar. Scrie denumirea fiecărei mărimi fizice utilizate.

a3. (4,50 p) Pornind de la datele experimentale prezentate mai sus, completează coloanele tabelului din anexa 1, rotunjind fiecare rezultat la sutimi (exemple: 6,427 se rotunjește la 6,43; 6,423 se rotunjește la 6,42) și calculează valoarea energetică pentru 100 g produs. Exprimă rezultatele finale în funcție de eroarea absolută medie sub forma $\overline{E} \pm \Delta \overline{E}$. Considerăm căldura specifică a apei 4186,8 J/(kg·K) și densitatea apei este 1000 kg/m^3. Toate determinările experimentale se consideră valide.

O calorie(cal) este de energia necesară pentru a crește temperatura unui gram de apă cu un grad.

2. Elevii au dreptul să utilizeze calculatoare de buzunar neprogramabile.
3. Punctajul acordat: 20 puncte pentru rezolvarea cerințelor, fără puncte din oficiu.

B. (3,75 p) Elevii și-au propus să determine tensiunea de rupere a învelișului bobului de porumb (σ_c) în timpul preparării popcornului. Tensiunea de rupere depinde de caracteristicile fizice ale bobului de porumb conform relației: $p_c = \frac{2h\sigma_c}{\bar{r}}$, unde h = 200 μm și reprezintă grosimea învelișului bobului de porumb, p_c reprezintă presiunea critică suportată de învelișul bobului de porumb iar $\bar{r}$ este raza medie a bobului de porumb. Elevii au folosit ecuația Clapeyron și valorile următoarelor constante: presiunea atmosferică normală ($p_0 = 1{,}0 \cdot 10^5$ Pa), temperatura de vaporizare a apei (T_0 = 373 K), masa molară a apei (μ = 18 g/mol), căldura latentă specifică de vaporizare a apei ($\lambda = 2{,}3 \cdot 10^6$ J/kg) precum și constanta universală a gazelor ($R = 8{,}315\ \frac{\mathrm{J}}{\mathrm{mol}*\mathrm{K}}$):

$$T_c = \frac{T_0}{1 - \frac{RT_0}{\mu\lambda} \cdot ln\frac{p_c}{p_0}}.$$

b1. (0,75 p) Explică pe scurt cauza expandării boabelor de porumb în procesul culinar de obținere a popcorn-ului.

b2. (1,00 p) Determină raza medie a boabelor de porumb, cu ajutorul imaginii date în anexa 2. Raza bobului de porumb este egală cu raza maximă a cercului înscris în bobul de porumb. Exprimă rezultatul sub forma $\bar{r}\ \pm \Delta\bar{r}$. Imaginea prezentată în anexa 2 a fost realizată pe hârtie milimetrică.

b3. (2,00 p) Calculează valorile presiunii critice și a tensiunii de rupere a învelișului boabelor de porumb, știind că expandarea se realizează la temperatura critică T_c = 451 K.

***Subiectul II:* „Ulei vegetal" (10 puncte)**

Metodele calorimetrice sunt metode fizice cu ajutorul cărora putem determina proprietăți termice ale unor materiale.

Scopul lucrării: Determinarea căldurii specifice pentru un tip de ulei vegetal

Materiale la dispoziție individual:

- cilindru gradat 250 ml, a cărui masă este notată pe cilindru
- ulei vegetal (500 ml)
- termometru cu alcool, cu masa notată pe teaca termometrului
- pahar Berzelius pentru gheață
- pahar Berzelius pentru recuperare lichid
- prosoape de hârtie
- agitator din lemn (atenție la capătul ascuțit)
- linguriță din plastic
- gheață (un vas cu gheață se află la catedră)

Constante cunoscute: căldura specifică a apei (4185 J/kg·K), căldura specifică a sticlei (836 J/kg·K), densitatea apei (1000 kg/m^3), densitatea uleiului (930 Kg/m^3)

Sarcini de lucru:

Determină căldura specifică a uleiului vegetal pe baza unor măsurători calorimetrice realizate cu ajutorul substanțelor date. Pe post de calorimetru vei folosi cilindrul gradat protejat cu manșon izolator.

Cu ajutorul materialelor puse la dispoziție, răspunde următoarelor cerințe:

a. **(2,00 p)** Construiește un montaj care să permită determinarea căldurii specifice a uleiului vegetal și descrie în detaliu modul de lucru prin care, realizând măsurătorile necesare, poți determina căldura specifică a uleiului vegetal, presupunând că transferul de căldură între instalația experimentală și mediul înconjurător este neglijabil.

b. **(1,75 p)** Folosind notații uzuale, scrie relațiile teoretice prin care se poate deduce formula de calcul a căldurii specifice a uleiului vegetal, pe baza constantelor, respectiv a mărimilor măsurate. Scrie denumirea fiecărei mărimi fizice utilizate.

c. **(5,75 p)** Realizând patru seturi de măsurători după procedura descrisă, execută pe fișa de lucru un tabel de date care să includă coloane ce conțin valorile măsurate ale temperaturilor inițiale, cele ale temperaturilor de echilibru, masa de apă și masa de ulei folosite, valorile calculate pentru căldura specifică, precum și valoarea medie, erorile absolute și abaterea standard pentru această mărime.

Abaterea standard pentru o mărime fizică M se calculează în funcție de erorile absolute și numărul total de măsurători n cu formula:

$$\sigma_M = \sqrt{\frac{\Sigma|\Delta M|^2}{n(n-1)}}.$$

Exprimă rezultatul final al măsurătorii căldurii specifice sub forma $c \pm \sigma_c$

d. **(0,50 p)** Identifică 5 surse de erori prezente în experiment.

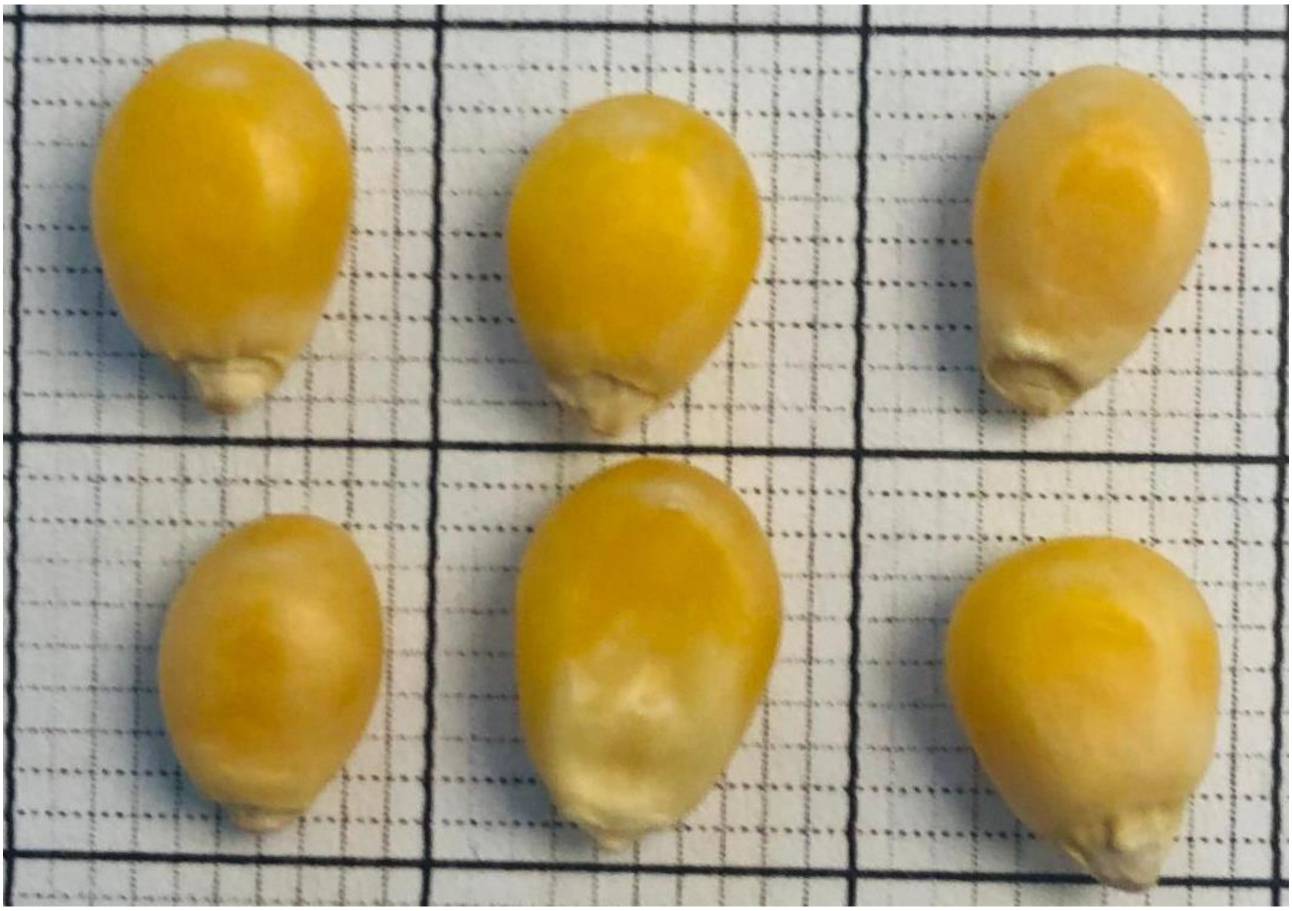
Subiecte propuse de:
prof. Gabriel ENACHE– Colegiul Național „Dr. Ioan Meșotă” *Brașov*
prof. Mirela SABĂU – Colegiul Național „Dr. Ioan Meșotă” *Brașov*

Anexa 1

Aliment	Nr. crt	t inițial apă (^{0} C)	t final apă (^{0} C)	m inițial (g)	m final (g)	Q primit apă (J)	Q cedat aliment (J)	Valoare Energetică E (kcal/100g)	Valoare energetică medie (kcal/100g)	Eroare absolută (kcal/100g)	Eroare absolută medie (kcal/100g)
Alună (caju)	1	21,53	70,81	1,00	0,30						
	2	23,22	89,90	1,20	0,20						
	3	20,68	95,84	1,50	0,40						
Alună de pământ (arahidă)	1	23,15	62,26	1,60	0,90						
	2	19,95	83,13	1,50	0,60						
	3	21,73	65,54	1,50	0,80						

Conținut caloric CAJU.....................................
Conținut caloric ARAHIDA ....

Anexa 2



Figyelem: Az 5. oldalon egy táblázat található, melyet ki kell töltened, anélkül, hogy a munkalapra lemásolnád. Ezt a lapot leadod a dolgozatoddal együtt és megfelelően számozod. Nem írod rá a neved erre a lapra.

I Tétel:„Fehérjék” (10 pont)

A.(6,25 p) A tízedikes diákok, Raluca, Miruna, Sabina és Robert egy pályázat kretén belül azt tűzték ki célul, hogy meghatározzák a kesudió és a földimogyoró energiatartalmát, alapul véve a két test között fellépő hőcserét. Ehhez a következőket használták: hőmérséklet érzékelőt (szenzor), laptopot, gázlámpát, 6 üveg kémcsövet, elektronikus mérleget, fa fogót, fémcsipeszt, vizet és mérőhengert. Minden egyes méréshez 10 ml vizet töltöttek egy üvegkémcsőbe és a hőmérséklet érzékelőt beleengedték a vízbe, így határozva meg a víz kezdeti és végső hőmérsékletét. Minden egyes élelmiszernek megmérték a tömegét majd meggyújtották. Az égés közben megjelenő láng felmelegítette a kémcsőben található vizet. A diákok megmérték a megmaradt égéstermékek tömegét és a következő adatokat kapták:

Élelmiszer	Sorszám	Kezdeti t vízhőmérséklet (grad C)	Végső t vízhőmérséklet (grad C)	Kezdeti m (g)	Végső m (g)
Kesudió	1	21,53	70,81	1,00	0,30
	2	23,22	89,90	1,20	0,20
	3	20,68	95,84	1,50	0,40
Földimogyoró	1	23,15	62,26	1,60	0,90
	2	19,95	83,13	1,50	0,60
	3	21,73	65,54	1,50	0,80

Feltételezve azt, hogy az élelmiszer égése alatt a víznek, csak a felszabadult hő 12% adódik át, és figyelembe véve a négy diák által megmért adatokat:

a1. (1,00 p) Jelölj meg négy rendszert, amelyek felveszik az élelmiszerek égéséből származó hő különbözetet.

a2.(0,75 p) A szokásos jelölések felhasználásával, írd le azokat az elméleti összefüggéseket, amelyekből levezethető mindegyik 100g élelmiszer energiatartalmának kiszámolásához szükséges képlet. Írd le mindegyik használt fizikai mennyiség megnevezését.

a3.(4,50 p) A fent bemutatott kísérleti eredményekből kiindulva, töltsd ki az 1-es csatolmányban (Anexa 1) található táblázat oszlopait, minden eredményt két tizedes pontosságra kerekítve (példák: 6,427-et 6,43-ra kerekíts; a 6,423-at pedig 6,42-re) és számold ki 100g termék energiatartalmát. A végső eredményeket az $\overline{E} \pm \Delta\overline{E}$ abszolút eltérés függvényében fejezd ki. A víz fajhőjét 4186,8 J/(kg·K)-nek vesszük és a víz sűrűsége pedig 1000 kg/m^3. Minden mérési eredményt érvényesnek tekintünk.

Egy kalória (cal) az a hőmennyiség, amelyik egy gramm víz hőmérsékletét egy fokkal megemeli.

B.(3,75 p) A diákok azt a célt tűzték ki, hogy meghatározzák a kukorica héjának a szakító feszültségét(σ_c) pattogatott kukorica készítése közben. A szakító feszültség függ a kukoricaszem héjának a fizikai jellemzőitől, a következő összefüggésnek megfelelően: $p_c = \frac{2h\sigma_c}{\bar{r}}$, ahhol h = 200 µm és a kukoricaszem héjának a vastagságát jelöli, p_c a kukoricaszem héja által elviselt kritikus nyomás, $\bar{r}$ pedig a kukoricaszem átlagos sugara. A diákok a Clapeyron egyenletet és a következő állandókat használták: a normál légköri nyomást (p_0 = 1,0·10^5 Pa), a víz forráspontját (T_0

= 373 K), a víz móltömegét (μ = 18 g/mol), a víz párolgási fajlagos latens hőjét (λ = 2,3·10^6 J/kg), valamint az egyetemes gázállandót (R = 8,315 $\frac{\mathrm{J}}{\mathrm{mol\cdot K}}$):

$$T_c = \frac{T_0}{1 - \frac{RT_0}{\mu\lambda} \cdot ln\frac{p_c}{p_0}}.$$

b1.(0,75 p) Magyarázd el röviden mi az oka annak, hogy pattogatott kukorica készítési folyamata alatt a kukoricaszemek szétpukkannak.

b2.(1,00 p) Határozd meg a kukoricaszemek átlagsugarát, a második csatolmányban (Anexa 2) található képek segítségével. A kukoricaszem sugara megegyezik a kukoricaszembe beírható legnagyobb körnek a sugarával. Az eredményt az $\bar{r} \pm \Delta\bar{r}$ formában fejezd ki. A 2-ik csatolmányban (Anexa 2) látható képek, milliméterpapíron készültek.

b3.(2,00 p) Számold ki a kukoricaszemek héjának a kritikus nyomását és a szakítási feszültséget, tudva azt, hogy a szemek szétpukkanása a T_c = 451 K kritikus hőmérsékleten történik.

***II. Tétel* "Növényi olaj" (10 pont)** A kalorimetriás módszerek olyan fizikai módszerek melyekkel meghatározhatjuk az egyes anyagfajták termikus tulajdonságait.

A kísérlet célja: Egy növényi olaj fajhőjének meghatározása.

Egyénileg rendelkezésre álló eszközök:

- 250 ml-es mérőhenger, melynek tömegét feltüntették a hengeren
- növényi olaj (500 ml)
- alkoholos hőmérő, össztömege a hőmérő tokján látható
- berzelius pohár a jég számára
- berzelius pohár a folyadék begyűjtésére
- papírtörlő
- fából készült keverő (figyelj a hegyes végére)
- műanyag kiskanál
- jég (a jeget tartalmazó edény a katedrán található)

Ismert állandók: a víz fajhője (4185 J/kg·K), az üveg fajhője (836 J/kg·K), a víz sűrűsége (1000 kg/m^3), az olaj sűrűsége (930Kg/m^3)

Feladatok:

Határozd meg a növényi olaj fajhőjét kalorimetriás mérések segítségével a megadott anyagokat használva. Kaloriméterként használd a szigetelőréteggel védett mérőhengert.

A rendelkezésedre álló eszközöket felhasználva válaszolj a következő követelményekre:

a. **(2,00 p)** Állíts össze egy kísérleti eszközt, amelyik alkalmas a növényi olaj fajhőjének kísérleti meghatározására, és írd le részletesen a munkamódszert melynek alapján, elvégezve a szükséges méréseket, és meghatározhatod a növényi olaj fajhőjét feltételezve, hogy a kísérleti eszköz és a külső környezet közötti hőcsere elhanyagolható.

b. **(1,75 p)** A használatos jelölések segítségével írd fel az elméleti összefüggéseket melynek segítségével levezethető a növényi olaj fajhőjének kifejezése az állandók valamint a mért értékek függvényében. Írd le mindegyik felhasznált fizikai mennyiség megnevezését.

c. **(5,75 p)** A leírt munkamódszer alapján négy mérést elvégezve, a munkalapra szerkessz egy táblázatot, melynek oszlopai tartalmazzák a kezdeti és az egyensúlyi hőmérsékletek értékeit, a használt víz és olaj tömegét, a fajhő kiszámolt értékeit, ennek középértékét, az abszolút mérési hibát, és a tapasztalati szórást (standard deviáció).

A tapasztalati szórás (négyzetes közepes eltérés) az M fizikai mennyiség esetén kiszámítható az abszolút hiba és a végzett mérések n száma segítségével a következő képlettel:

$$\sigma_M = \sqrt{\frac{\Sigma|\Delta M|^2}{n(n-1)}}$$

Fejezd ki a fajhő meghatározásának végeredményét $c \pm \sigma_c$ alakban.

d. **(0,50 p)** Azonosíts 5 mérési hibát a kísérlet során.

A tételt javasolták:
prof. Gabriel ENACHE,*Colegiul Național „Dr. Ioan Meșotă” Brașov*
prof. Mirela SABĂU,*Colegiul Național „Dr. Ioan Meșotă” Brașov*

A tételeket fordították:
prof. Deme-Szabó Csilla, Colegiul Economic „Partenie Cosma” Oradea
prof. Faluvégi Ervin Zoltán ISJ. Sălaj

Anexa 1

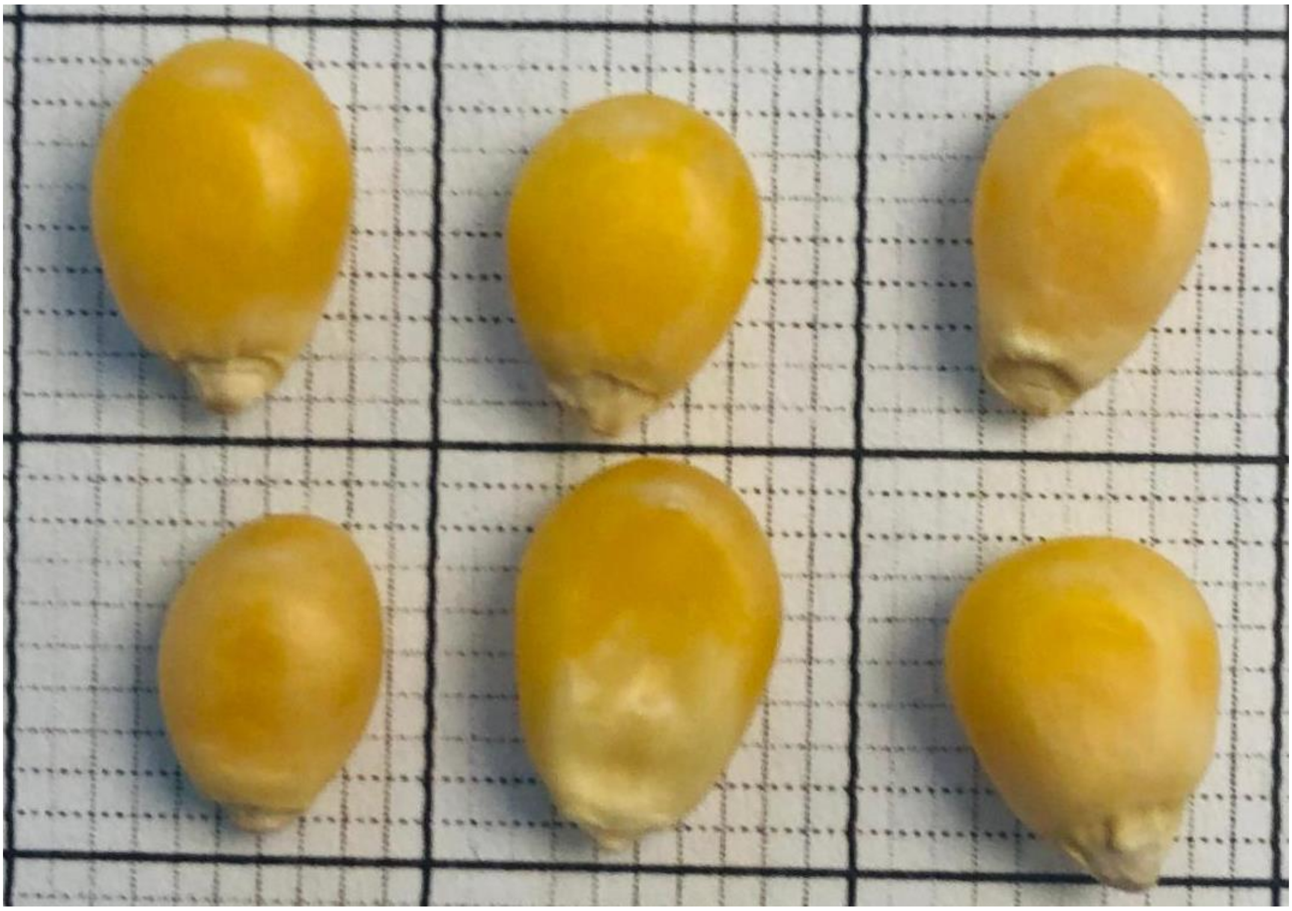
1-es csatolmány

Aliment Élelmiszer	Nr. crt Sor sz.	t inițial apă víz kezdeti t (^{0} C)	t final apă víz végső t (^{0} C)	m inițial m kezdeti (g)	m final m végső (g)	Q primit apă Q felvett-víz (J)	Q cedat aliment Q leadott-élelmiszer (J)	Valoare energetică E energiatartalom (kcal/100g)	Valoare energetică medie energiatarta-lom középértéke (kcal/100g)	Eroare absolută Abszolút hiba (kcal/100g)	Eroare absolută medie Abszolút hiba középértéke (kcal/100g)
Alună (caju) Kesudió	1	21,53	70,81	1,00	0,30						
	2	23,22	89,90	1,20	0,20						
	3	20,68	95,84	1,50	0,40						
Alună de pământ (arahidă) Földimo-gyoró	1	23,15	62,26	1,60	0,90						
	2	19,95	83,13	1,50	0,60						
	3	21,73	65,54	1,50	0,80						

Conținut caloric CAJU Kesudió energiatartalma ……………………………….

Conținut caloric ARAHIDA Földimogyoró energiatartalama …………………..

Anexa 2
2-es csatolmány



Olimpiada Națională de Fizică
Brașov 21-26 aprilie 2024
Proba experimentală
BAREM DE CORECTARE

X

Subiectul 1 **(10 puncte)**

	Parţial	Punctaj	
Barem Subiectul 1		**10 p**	
a1 Se punctează oricare 4 din următoarele, sau orice alta varianta corectă: - aer - pensetă - cleste lemn - eprubetă - vaporizarea apei din interiorul produsului alimentar	**0,25** **0,25** **0,25** **0,25**	**1,00**	
a2 - căldura cedată de produsul alimentar - căldura primită de apă - ecuația calorimetrică Qp = 12%* Qc	**0,25** **0,25** **0,25**	**0,75**	
a3 Anexa rezultate - coloana căldura primită de apă - coloana căldura cedată de aliment - coloana valoare energetică aliment kcal/100g - valoare energetică medie - coloana eroare absolută - eroare absolută medie - exprimarea rezultatului sub forma cerută	**0,60** **0,60** **1,20** **0,50** **0,60** **0,50** **0,50**	**4,50**	
b.1 - conținutul de apă din bobul de porumb vaporizează - presiunea vaporilor de apă crește cu creșterea temperaturii - la p>= p critică bobul de porumb expandează	**0,25** **0,25** **0,25**	**0,75**	
b2 - Exprimă rezultatul în forma cerută - calculează valoarea medie a razei bobului de porumb • (3,05 - 3,25) mm • (2,95 - 3,35) mm • (2,85 - 3,45) mm - calculează valoarea presiunii critice $[0{,}98 - 1{,}02]$ $*10^{6}$ N/m^2 [0,96 - 0,98) $*10^{6}$ N/m^2 sau (1,02 – 1,04] $*10^{6}$ N/m^2 [0,90 - 0,96) $*10^{6}$ N/m^2 sau (1,04 – 1,10] $*10^{6}$ N/m^2 - calculează valoarea pentru tensiunea de rupere a învelișului bobului de porumb $[0{,}98 - 1{,}02]$ $*10^{7}$ N/m^2 [0,96 - 0,98) $*10^{7}$ N/m^2 sau (1,02 – 1,04] $*10^{7}$ N/m^2 [0,90 - 0,96) $*10^{7}$ N/m^2 sau (1,04 – 1,10] $*10^{7}$ N/m^2	**0,25** **0,75** **0,50** **0,25** **1,00** **0,50** **0,25** **1,00** **0,50** **0,25**	**3,00**	

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.

	Parţial	Punctaj	
Barem Subiectul 2		**10 p**	
a. - menționează temperatura inițială a gheții 0 grade Celsius **=t_0** - menționează temperatura inițială a uleiului = temperatura inițială a cilindrului **=t_i** - menționează condițiile de plutite a bucăților de gheață în ulei(eliminarea apei de pe gheață/ folosirea servețelelor) - menționează introducerea gheții în ulei - menționează necesitatea mentinerii gheții în vecinatatea suprafetei libere a uleiului, astlef încât, transferul de caldură ulei-apă să se realizeze în timpul coborârii picăturilor de apă - menționează așteptarea topirii gheții și realizarea echilibrului termic - menționează măsurarea temperaturii după atingerea echilibrului termic **= t_e** - menționează măsurarea volumului de apă obținut prin topirea gheții	**0,25** **0,25** **0,25** **0,25** **0,25** **0,25** **0,25** **0,25**	**2 p**	
b. - exprimă căldura cedată: ulei/ amestec ulei și apă, cilindru, termometru $Q_{cedat}=m_{ulei}c_{ulei}(t_e-t_i)+[(m_{cilindru}+m_{ter})c_{sticlă}(t_e-t_i)]$ - exprimă căldura primită de gheață în vederea topirii și a apei obținută prin topire $Q_{primit}=m_{gheață}\lambda_{topire}+m_{gheață}c_{apă}(t_e-t_0)$ - scrie expresia de calcul pentru căldura specifică a uleiului în funcție de constantele de material date și de mărimile măsurate $c_{ulei}=\frac{m_{gheață}\cdot\lambda_{topire}+m_{gheață}\cdot c_{apă}\cdot(t_e-t_0)-[(m_{cil}+m_{ter})\cdot c_{sticlă}\cdot(t_i-t_e)]}{m_{ulei}\cdot(t_i-t_e)}$	**0,50** **0,50** **0,75**	**1,75 p**	
c. - coloana pentru temperatura inițială - coloana pentru masa de ulei - coloana pentru masa de apă - coloana pentru temperatura de echilibru - calcul căldura specifică pentru fiecare măsurătoare - calcul valoare medie căldura specifică - calcul valori erori absolute - calcul abatere medie pătratică pentru căldura specifică - exprimarea rezultatului sub forma cerută - patru determinări (4*0,10p)	**0,40** **0,40** **0,40** **0,40** **0,40** **0,70** **0,40** **1,00** **0,25** **0,40**	**5,75**	

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.

- Valoarea medie între 1700-2300 J/(Kg*K) Valoarea medie între 1500- 1699 J/(Kg*K) sau 2301-2500 J/(Kg*K Valoarea medie între 1200-1499 J/(Kg*K) sau 2501-2800 J/(Kg*K)	**1,00** **0,75** **0,25**		
d. Surse de erori: se punctează oricare din cele 5 sau orice altă variantă corectă - schimbul de căldură cu mediul exterior - citirea incorectă a diviziunilor de pe termometru - eroare la măsurarea volumului de apă - eroare la măsurarea volumului de ulei - inertia termica a cilindrului de sticla - introducerea cubului de gheață direct din apă(fără ștergere/tamponare) - cubul de gheață nu plutește în interiorul uleiului - gheața nu este obținuta din apă distilată	**5*0,1**	**0,50**	

Tabel orientativ pentru problema 2 c

Nr. crt	t inițial (^{0}C)	t echi (^{0}C)	m ulei (g)	m apă (g)	c ulei (J/kg*K)	$\bar{c}$ ulei (J/kg*K)	Δc ulei (J/kg*K)	$\Delta \bar{c}$ ulei (J/kg*K)	σ_c (J/kg*K)
	4*0,10	4*0,10	4*0,10	4*0,10	4*0,10	0,70	4*0,10		1,00

1. *Orice altă rezolvare corectă ce ajunge la rezultatul corect va primi punctajul maxim pe itemulrespectiv*
2. *Orice rezolvare corectă, dar care nu ajunge la rezultatul final, va fi punctată corespunzător, proporțional cu conținutul de idei prezent în parteacuprinsă în lucrare din totalul celor ce ar fi trebuit aplicate pentru a ajunge la rezultat, prin metoda aleasă de elev.*

Probleme propuse de:
prof. Gabriel ENACHE– Colegiul Național „Dr. Ioan Meșotă” *Brașov*
prof. Mirela SABĂU – Colegiul Național „Dr. Ioan Meșotă” *Brașov*

Anexa problema 1

Aliment	Nr. crt	t iniţial apă (^{0}C)	t final apă (^{0}C)	m iniţial (g)	m final (g)	Q primit apă (J)/ **6*0,10 p**	Q cedat aliment (J) **6*0,10 p**	Valoare energetică E (kcal/100g) **6*0,20 p**	Valoare energetică medie (kcal/100g) **2*0,25 p**	Eroare absolută (kcal/100g) **6*0,10 p**	Eroare absolută medie (kcal/100g) **2*0,25 p**
Alună (caju)	1	21,53	70,81	1,00	0,30	**2063,26**	**17193,83**	**586,67**	**570,58**	**16,09**	**10,73**
	2	23,22	89,90	1,20	0,20	**2791,76**	**23264,67**	**555,67**		**14,91**	
	3	20,68	95,84	1,50	0,40	**3146,80**	**26223,33**	**569,39**		**1,19**	
Alună de pământ (arahidă)	1	23,15	62,26	1,60	0,90	**1637,46**	**13645,50**	**465,60**	**524,05**	**58,45**	**40,63**
	2	19,95	83,13	1,50	0,60	**2645,22**	**22043,50**	**585,00**		**60,95**	
	3	21,73	65,54	1,50	0,80	**1834,24**	**15285,33**	**521,55**		**2,5**	

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 I (10 puncte)

A. (4p) Un fascicul de lumină cilindric, orizontal, se propagă spre suprafața interioară argintată a unei semisfere, ca în *Figura I.1*. Fasciculul este paralel cu axa orizontală de simetrie a semisferei. În interiorul semisferei este introdus un ecran orizontal opac de forma unui semidisc cu raza egală cu raza sferei, $R_0 = 120\,\text{cm}$. Înălțimea la care se află raza inferioară a fasciculului este $h = 20\,\text{cm}$, iar înălțimea la care se află raza superioară a fasciculului este $H = 50\,\text{cm}$, față de axa de simetrie a semisferei.

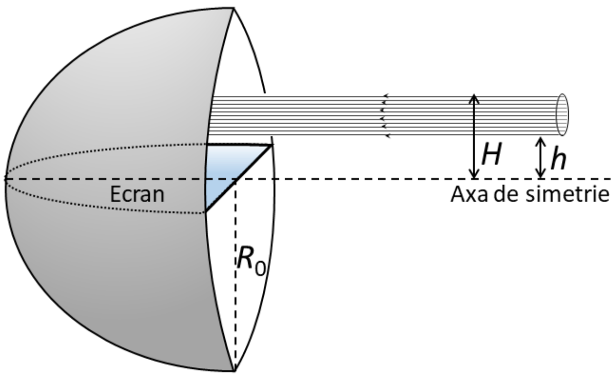


Figura I.1

a. Precizează care este forma petei de lumină care se obține pe ecranul orizontal, după reflexia fasciculului de lumină pe suprafața interioară a semisferei. Justifică răspunsul.
b. Determină dimensiunea maximă a petei de lumină obținute pe ecran.
c. Determină înălțimea maximă la care trebuie să se afle raza superioară a fasciculului de lumină pentru ca toate razele fasciculului să se reflecte o singură dată pe suprafața interioară a semisferei.

B. (6p) Un fascicul cilindric de lumină monocromatică se propagă pe direcție orizontală spre baza unui con transparent cu indicele de refracție $n = 1{,}41 \left(\cong \sqrt{2}\right)$ și cu deschiderea unghiulară $2\alpha = 120^\circ$, ca în *Figura I.2*. Indicele de refracție al aerului este $n_{\text{aer}} \cong 1$. Raza fasciculului cilindric este egală cu raza bazei conului, $R_0 = 4$ cm. Fasciculul de lumină emergent este proiectat pe un ecran printr-o lentilă convergentă cu distanța focală $f = 20\,\text{cm}$. Imaginea obținută pe ecran are forma unui inel circular.

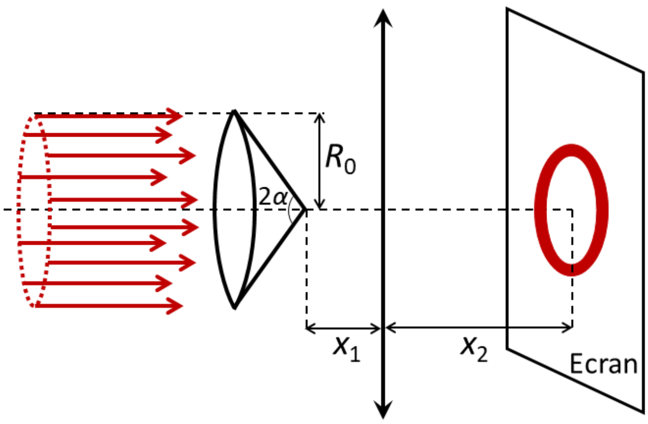


Figura I.2

a. Se fixează ecranul la distanța $x_2 = 35$ cm față de lentilă. Reprezintă pe același grafic raza interioară și raza exterioară a inelului în funcție de distanța x_1 dintre vârful conului și lentilă, $R_{\text{i}} = R_{\text{i}}(x_1)$ și respectiv $R_{\text{e}} = R_{\text{e}}(x_1)$, pentru $x_1 \in [0, 2f]$.
b. Se fixează conul la distanța $x_1 = 25$ cm față de lentilă. Reprezintă pe același grafic raza interioară și raza exterioară a inelului în funcție de distanța x_2 dintre lentilă și ecran, $R_{\text{i}} = R_{\text{i}}(x_2)$ și respectiv $R_{\text{e}} = R_{\text{e}}(x_2)$, pentru $x_2 \in [0, 2f]$.

Subiectul II (10 puncte)

A. (6,5p) Un cilindru cu piston (figura II.1), este împărțit în două compartimente prin intermediul unui perete mobil M, care poate aluneca liber, fără frecare în interiorul cilindrului.

Compartimentul (I) al cilindrului este delimitat între baza B a cilindrului și peretele mobil M și conține $\nu = 1{,}00\ mol$ de vapori de apă.

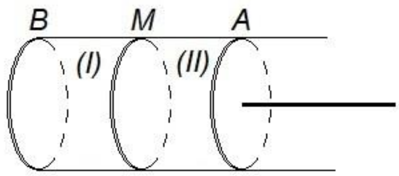


Figura II.1

Compartimentul (II) este delimitat în cilindru de peretele mobil M și de pistonul mobil A. Acest compartiment conține $\nu = 1{,}00\ mol$ de azot gazos (N_2).
Peretele mobil M, pistonul mobil A și cilindrul sunt bune conductoare termice. Consideră că peretele mobil M nu permite schimbul de masă între cele două compartimente. De asemenea, consideră că pistonul mobil A nu permite schimbul de masă între compartimentul (II) și mediul exterior.

În starea inițială, volumul total ocupat de azotul gazos și de vaporii de apă este V_0, presiunea din fiecare din cele două compartimente este $p_1 = 0{,}50\,atm$, iar temperatura din fiecare din cele două compartimente este $T_1 = 373\,K$.

Pistonul A începe să se deplaseze lent, comprimând azotul gazos și vaporii de apă, într-un proces cvasistatic și izoterm, până la volumul total final $V_0/8$.
Consideră că volumul specific al apei este neglijabil în comparație cu volumul specific al vaporilor de apă la aceeași temperatură. Ai în vedere că la temperatura $T_1 = 373\,K$, presiunea vaporilor saturanți de apă este de o atmosferă. Presupune că atât azotul gazos, cat și vaporii de apă pot fi considerați gaze ideale. Ține cont că $1\,atm = 1{,}01 \cdot 10^5\,Pa$ și că valoarea constantei universale a gazelor ideale este $R = 8{,}31\,J \cdot mol^{-1} \cdot K^{-1}$.

a. Trasează o schiță $p = p(V)$, a dependenței presiunii p de volumul total V din cilindru, volum delimitat de pistonul A și de baza B a cilindrului, la temperatura constantă T_1. Marchează pe schiță parametrii de stare relevanți pentru sistemul analizat.

b. Dedu expresia lucrului mecanic efectuat de piston, în procesul de comprimare, de la volumul total inițial V_0 până la volumul total final $V_0/8$. Calculează valoarea acestui lucru mecanic.

B. (3,5p) Această problemă îți propune să analizezi o modalitate de a determina experimental valoarea căldurii latente specifice de vaporizare a azotului.

În laboratorul de fizică, Mihai pune pe talerul unei balanțe un vas care conține azot lichid și, alături de acest vas, el așază o bară de metal. Temperatura aerului din incinta laboratorului, a barei metalice de pe talerul balanței și a peretelui exterior al vasului în care se află azotul este de $300\ K$.

Urmărind evoluția în timp a indicației balanței Mihai notează, în tabelul II.1, datele experimentale obținute. Scăderea valorii masei m, indicate de balanță se datorează faptului că azotul din vas se vaporizează. În cursul prelevării datelor experimentale, la un moment dat, Mihai introduce bara de metal în azotul lichid.

Tabelul II.1

$m(g)$	153,0	152,0	151,0	150,0	149,0	148,0	130,6	129,6	128,6	127,6	126,6	125,6
$t(s)$	0,0	36,8	79,1	120,7	160,5	203,1	331,8	381,6	457,3	488,6	540,9	594,6

Bara de metal are masa de $18{,}8\,g$. Între temperatura camerei și temperatura de vaporizare a azotului, căldura specifică a metalului din care este confecționată bara variază semnificativ cu temperatura. În figura II.2 este reprezentată dependența de temperatură $c = c(T)$ a căldurii specifice a metalului folosit de Mihai în experiment. Consideră că la presiune atmosferică normală, azotul se vaporizează la temperatura de $77\,K$.

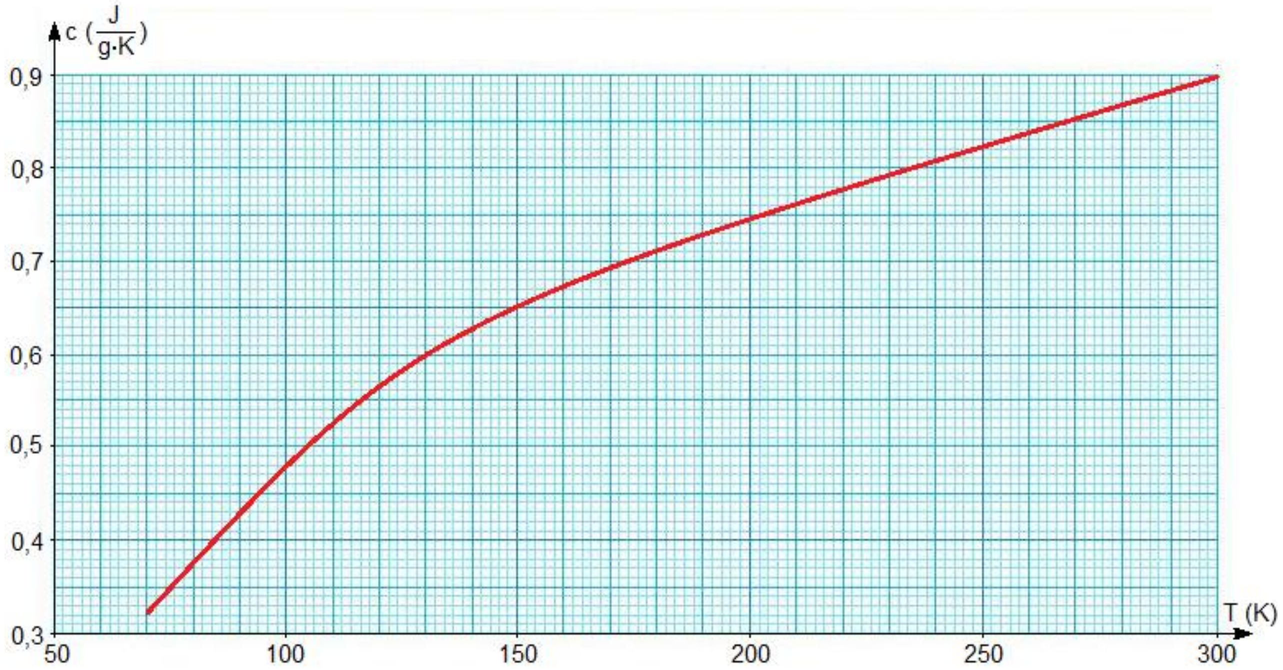


Figura II.2

a. Reprezintă grafic dependența de timp a masei indicate de balanță $m = m(t)$. Trasează această dependență pe foaia de hârtie milimetrică denumită „Subiectul II Partea B - Clasa a X-a”, ce ți-a fost furnizată.

b. Estimează valoarea căldurii latente specifice de vaporizare a azotului.

Subiectul III (10 puncte)

A. (5p) Profilul din figura III.1 constă într-o pantă descendentă AB care se continuă cu arcul de cerc BC racordat cu arcul de cerc CD. Cele două arce de cerc au fiecare raza *R*. Se știe că în punctul de racord tangenta δ la cele două arce este comună. Pe acest contur se deplasează fără frecare un corp punctiform de masă m.

a. Determină înălțimea minimă de la care trebuie eliberat corpul punctiform pentru ca, la un moment dat, să se desprindă de profil.

b. De la ce înălțime trebuie eliberat corpul pentru ca în urma desprinderii să atingă din nou profilul într-un punct care se găsește la aceeași înălțime ca și punctul de desprindere?

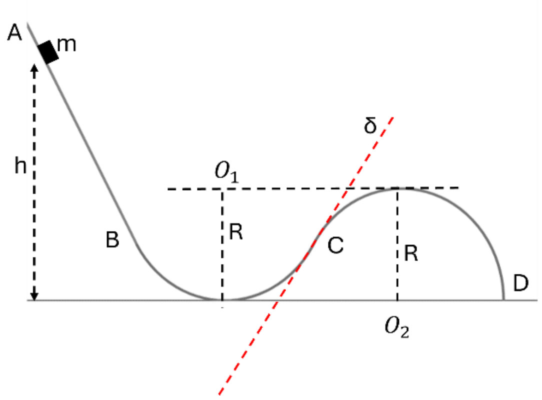


Figura III.1

B. (4p) O pompă de căldură funcționează conform transformării ciclice din figura III.2 unde $T_2 = T_4 = 2T_1$, $T_3 = 4T_1$ și substanța de lucru este un gaz ideal biatomic ($C_V = \frac{5}{2}R$).

a. Determină eficiența pompei de căldură.

Pompa de căldură este utilizată pentru a menține o temperatură constantă într-o încăpere, furnizându-i într-o oră căldura $Q = 340\,\mathrm{kJ}$. Lucrul mecanic necesar funcționării pompei de căldură este efectuat de un motor electric.

b. Calculează lucrul mecanic efectuat de motorul electric în timp de o oră.

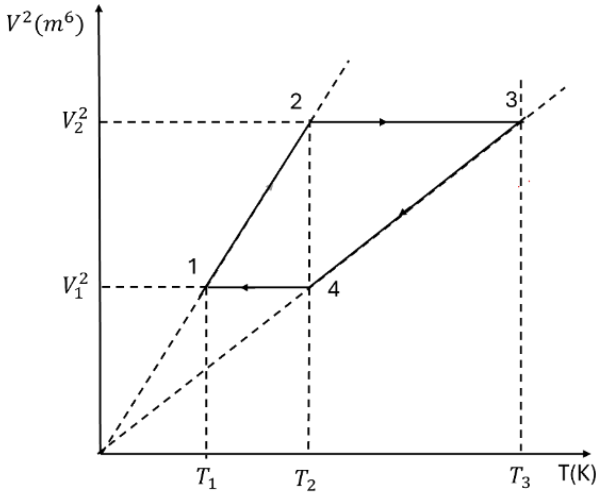


Figura III.2

C. (1p) Gruparea paralel din figura III.3 este formată din două rezistoare cu rezistențele electrice constante R_1 și R_2. Utilizînd următoarele ipoteze:
i) $I = I_1 + I_2$ (consecință a legii conservării sarcinii electrice),
ii) intensitatea curentului electric se distribuie prin cei doi rezistori astfel încât puterea electrică disipată pe grupare să fie minimă,
iii) puterea electrică disipată într-un rezistor cu rezistența electrică *R*, parcurs de curentul electric cu intensitatea *I*, este $P = RI^2$,
demonstrează relația $I_1 R_1 = I_2 R_2$.

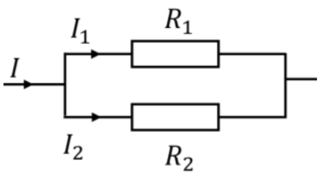


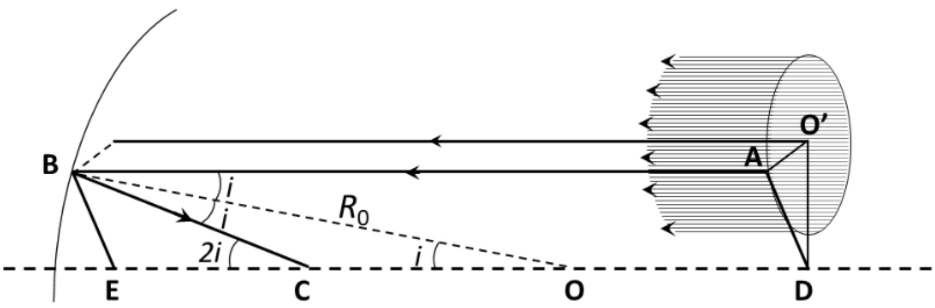
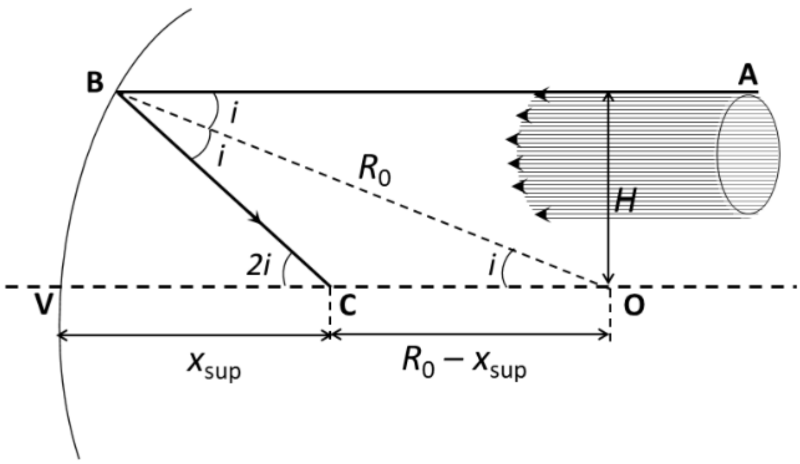
Figura III.3

Subiecte propuse de:
Prof. dr. DAVIDESCU Delia , *Liceul Internațional de Informatică, București*
Prof. dr. DOBROTĂ Costin-Ionuț, *Colegiul Național „Dimitrie Cantemir”, Onești*
Prof. PAVĂL Cristina, *Colegiul Național „Sfântul Sava”, București*
Prof. SOLSCHI Viorel, *Colegiul Național „Mihai Eminescu”, Satu Mare*

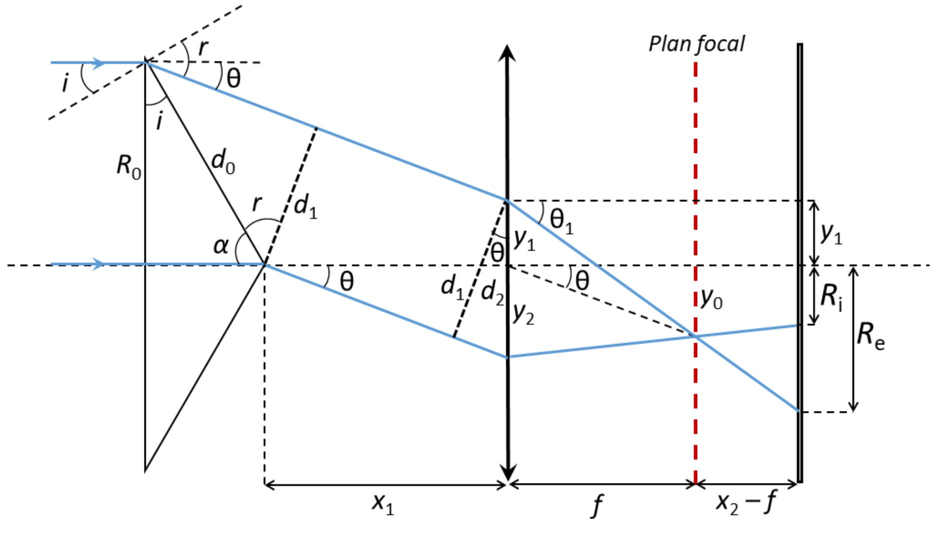
1. Fiecare dintre subiectele **I**, **II**, respectiv **III** se rezolvă pe o foaie separată care se secretizează.
2. În cadrul unui subiect, elevul are dreptul să rezolve cerințele în orice ordine.
3. Durata probei este de 3 ore din momentul în care s-a terminat distribuirea subiectelor către elevi.
4. Elevii au dreptul să utilizeze calculatoare de buzunar, dar neprogramabile.
5. Fiecare subiect se notează de la 10 la 0 (fără punct din oficiu). Punctajul final este suma acestora.

BAREM DE EVALUARE ȘI NOTARE

Subiectul I

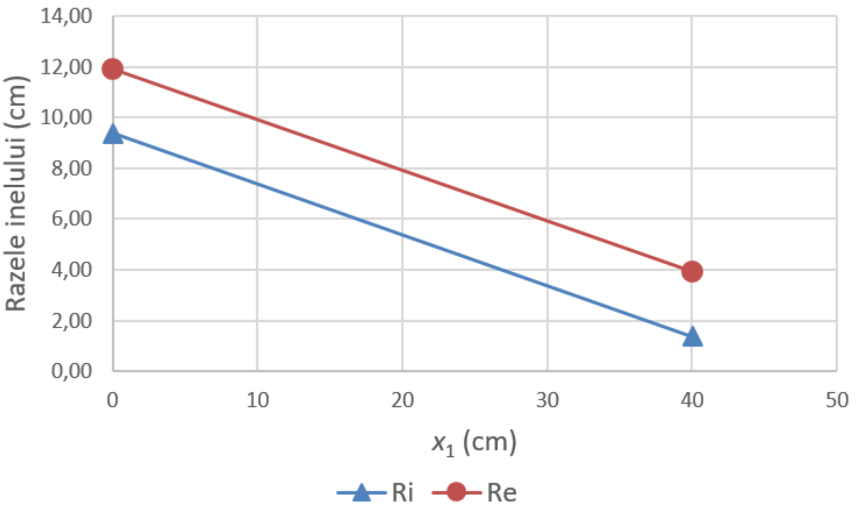
		Parțial	Punctaj
A a.	Pata de lumină obținută pe ecranul orizontal este un segment orizontal, orientat pe direcția axei de simetrie a semisferei.	0,3p	1p
	Exemplu de răspuns:  Se alege o rază oarecare AB a fasciculului incident. Raza AB și axa de simetrie a semisferei determină planul ABED. Conform primei legi a reflexiei, raza incidentă (AB), raza reflectată (BC) și normala (BO) sunt conținute în planul ABED, deci raza reflectată atinge axa de simetrie a semisferei în punctul C. Toate razele fasciculului incident se reflectă pe direcții care ating axa de simetrie, determinând un segment de dreaptă luminos.	0,7p	
A b.	*Exemplu de răspuns:* Pentru raza superioară a fasciculului incident: 		2p

BAREM DE EVALUARE ȘI NOTARE

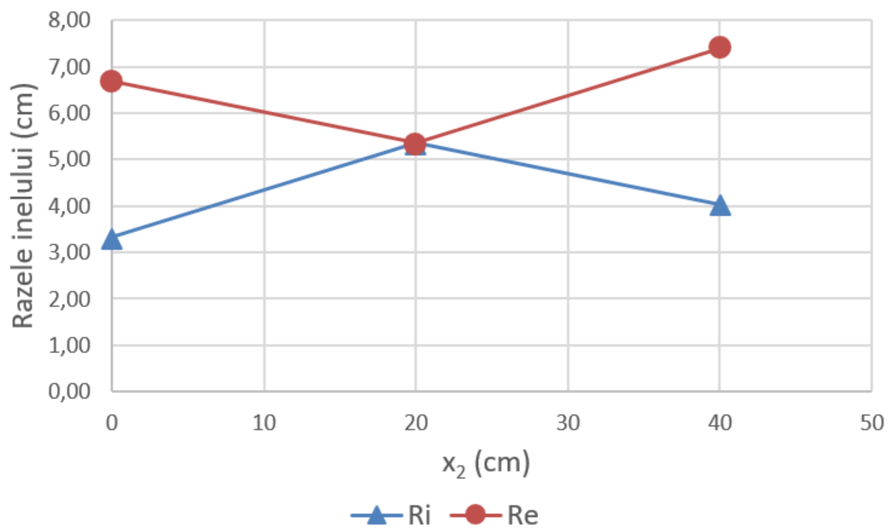
	$\sin i = \dfrac{H}{R_0}$	0,3p	
	Teorema sinusului în triunghiul OBC: $\dfrac{\sin i}{R_0 - x_{sup}} = \dfrac{\sin(\pi - 2i)}{R_0}$	0,3p	
	$x_{sup} = R_0\left(1 - \dfrac{R_0}{2\sqrt{R_0^2 - H^2}}\right) \quad \Rightarrow \quad x_{sup} \cong 54\,\text{cm}$	0,5p	
	Analog, pentru raza inferioară a fasciculului incident: $x_{inf} = R_0\left(1 - \dfrac{R_0}{2\sqrt{R_0^2 - h^2}}\right) \quad \Rightarrow \quad x_{inf} \cong 59\,\text{cm}$	0,5p	
	Dimensiunea maximă a petei de lumină: $\Delta x = x_{inf} - x_{sup} \quad \Rightarrow \quad \Delta x \cong 5\,\text{cm}$	0,4p	
A c.	Toate razele fasciculului incident vor avea o singură reflexie pe suprafața semisferei dacă raza reflectată BC atinge axa de simetrie în punctul V (vezi figura de la A.b):	0,3p	**1p**
	$x_{sup} = R_0\left(1 - \dfrac{R_0}{2\sqrt{R_0^2 - H_{max}^2}}\right)$ $x_{sup} = 0$	0,3p	
	$H_{max} = \dfrac{\sqrt{3}}{2}R_0 \quad \Rightarrow \quad H_{max} \cong 104\,\text{cm}$	0,4p	
B a.	*Exemplu de răspuns:* Determinarea razelor inelului luminos, R_i, R_e, pentru un set de valori ale distanțelor (x_1, x_2):  		**5p**

1. Orice rezolvare corectă ce ajunge la rezultatul final va primi punctajul maxim pe itemul respectiv.
2. Orice rezolvare corectă, dar care nu ajunge la rezultatul final, va fi punctată corespunzător, proporțional cu ponderea ideilor corecte din rezolvarea elevului.

BAREM DE EVALUARE ȘI NOTARE

	Unghiul de incidență: $i = 90^{o} - \alpha$ $i = 30^{o}$	0,2p	
	Legea refracției la ieșirea din con: $\sin r = n \cdot \sin i \quad \Rightarrow \quad r = 45^{o}$	0,3p	
	Unghiul de deviație: $\theta = r - i$ $\theta = 15^{o}$	0,5p	
	Lățimea fasciculului emergent: $d_1 = d_0 \cos r \quad \Leftrightarrow \quad d_1 = \dfrac{R_0 \cos r}{\sin \alpha}$	0,5p	
	Lățimea fasciculului incident pe lentilă: $d_2 = \dfrac{d_1}{\cos \theta} \quad \Leftrightarrow \quad d_2 = \dfrac{R_0 \cos r}{\sin \alpha \cdot \cos \theta} \quad \Rightarrow \quad d_2 = 3{,}38\,\text{cm}$	0,4p	
	$y_0 = f \cdot \text{tg}\theta$ $y_2 = x_1 \cdot \text{tg}\theta$ $y_1 = d_2 - x_1 \cdot \text{tg}\theta$	0,6p	
	Din $\text{tg}\theta_1 = \dfrac{y_1 + R_e}{x_2} = \dfrac{y_1 + y_0}{f} \quad \Rightarrow$ Raza exterioară a inelului: $R_e = \left(x_1 + x_2 - \dfrac{x_1 \cdot x_2}{f}\right)\text{tg}\theta + \left(\dfrac{x_2}{f} - 1\right)d_2$	1p	
	Din asemănarea triunghiurilor formate de razele dintre lentilă și ecran: $\dfrac{R_e - R_i}{d_2} = \dfrac{x_2 - f}{f} \quad \Rightarrow$ Raza interioară a inelului: $R_i = \left(x_1 + x_2 - \dfrac{x_1 \cdot x_2}{f}\right)\text{tg}\theta$	1p	
	Pentru $x_2 = 35\,\text{cm}$ se reprezintă grafic razele inelului în funcție de x_1:  	0,5p	

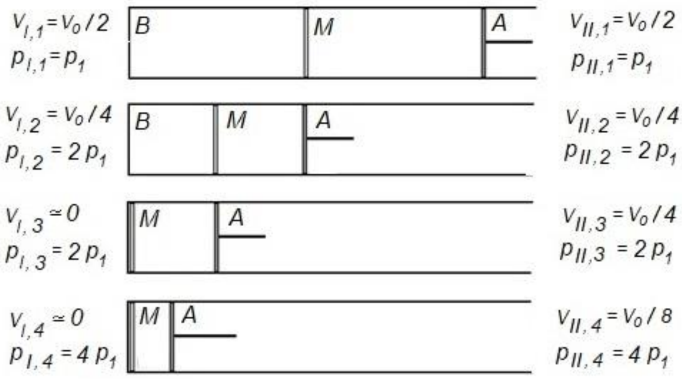
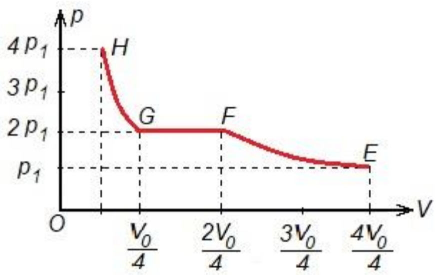
BAREM DE EVALUARE ȘI NOTARE

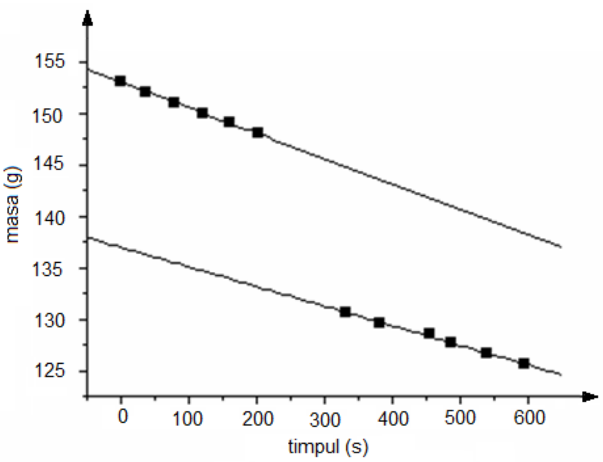
<table>
<tr><td>B
b.</td><td>Pentru $x_1 = 25\,\mathrm{cm}$ se reprezintă grafic razele inelului în funcție de x_2:
• Pentru $x_2 \in [0, f]$: $\begin{cases} R_i = \left(x_1 + x_2 - \frac{x_1 \cdot x_2}{f}\right)\mathrm{tg}\theta + \left(\frac{x_2}{f} - 1\right)d_2 \\ R_e = \left(x_1 + x_2 - \frac{x_1 \cdot x_2}{f}\right)\mathrm{tg}\theta \end{cases}$
• Pentru $x_2 \in [f, 2f]$: $\begin{cases} R_i = \left(x_1 + x_2 - \frac{x_1 \cdot x_2}{f}\right)\mathrm{tg}\theta \\ R_e = \left(x_1 + x_2 - \frac{x_1 \cdot x_2}{f}\right)\mathrm{tg}\theta + \left(\frac{x_2}{f} - 1\right)d_2 \end{cases}$</td><td>0,5p</td><td rowspan="2">1p</td></tr>
<tr><td></td><td></td><td>0,5p</td></tr>
<tr><td colspan="3">TOTAL</td><td>10p</td></tr>
</table>

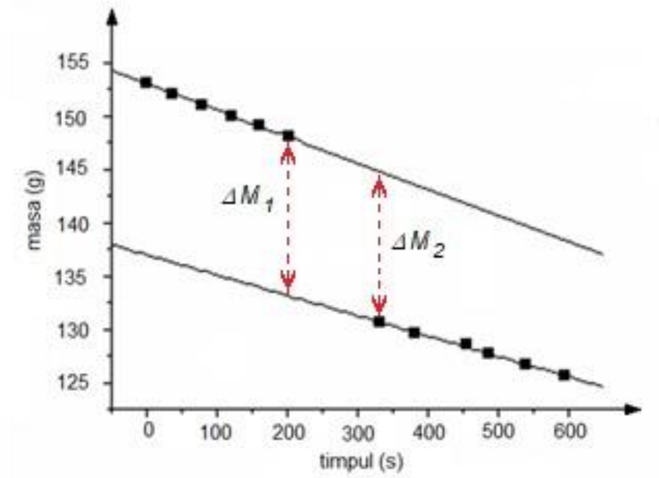
Barem de evaluare și de notare propuse de:

Prof. dr. DOBROTĂ Costin-Ionuț, *Colegiul Național „Dimitrie Cantemir”, Onești*

Barem Subiectul II

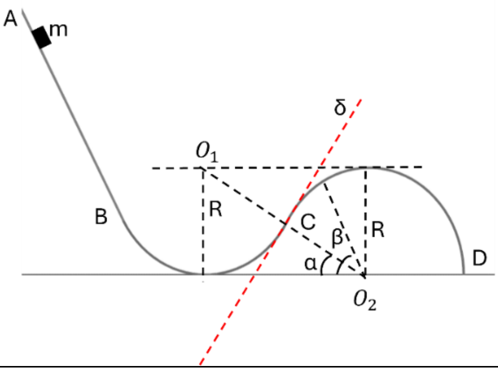
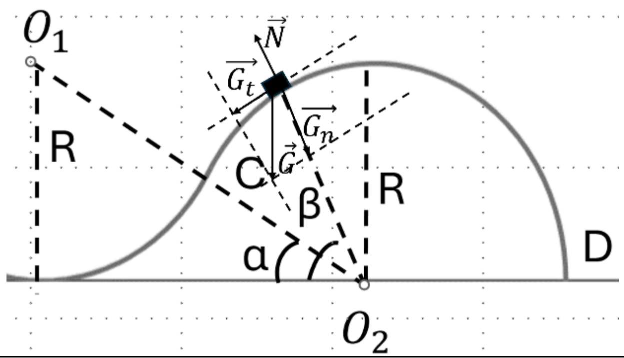
Nr. item	Subiectul II A		Punctaj
a.		1,2p	**3,0p**
	Expresia volumului ocupat de azotului gazos în starea inițială $V_{II,1}=\dfrac{\nu RT_1}{p_1}$	0,1p	
	Expresia volumului ocupat de vaporii de apă din cilindru în starea inițială $V_{I,1}=\dfrac{\nu RT_1}{p_1}$	0,1p	
	Expresia volumul total ocupat de azotul gazos și de vaporii de apă din cilindru, în starea inițială $V_{I,1}+V_{II,1}=V_0$ $V_0=2\dfrac{\nu RT_1}{p_1}$	0,2p	
	Schița graficului $p=p(V)$  Parametrii de stare relevanți pentru sistemul analizat $E(p_1,V_0)$, $F\left(2p_1,\dfrac{V_0}{2}\right)$, $G\left(2p_1,\dfrac{V_0}{4}\right)$, $H\left(4p_1,\dfrac{V_0}{8}\right)$	1,4p	
b.	*Exemplu de răspuns:* Într-o primă etapă, deplasarea pistonului determină comprimarea cvasistatică, izotermă atât a azotului gazos din compartimentul al II-lea, cât si a vaporilor de apă din compartimentul I. Aceste două comprimări izoterme se realizează fiecare de la volumul $V_0/2$ și presiunea p_1, la volumul $V_0/4$ și presiunea $2p_1$. Expresia lucrul mecanic total L_1 efectuat de piston în această primă etapă a comprimării $L_{1,\,piston}=-2\nu\cdot R\cdot T_1\cdot\ln\dfrac{(V_0/4)}{(V_0/2)}$ $L_{1,\,piston}=2\nu\cdot R\cdot T_1\cdot\ln 2$	1,0p	**3,5p**

	Exemplu de răspuns: În procesul de comprimare cvasistatică, izotermă la temperatura $T_1 = 373K$, atunci când presiunea din compartimentul din stânga devine $p_{I,1} = 2p_1$ (adică $p_{I,1} = 1atm$), vaporii de apă încep să se condenseze. Pe parcursul condensării vaporilor de apă, pistonul efectuează lucru mecanic asupra sistemului, determinând o comprimare a sistemului la presiunea constantă $2p_1$, de la volumul total $\frac{V_0}{4} + \frac{V_0}{4} = \frac{V_0}{2}$ până, respectiv, la volumul total $\frac{V_0}{4}$. Expresia lucrul mecanic efectuat de piston în acest proces $L_{2\,,\,piston} = 2p_1 \cdot \left(\frac{V_0}{2} - \frac{V_0}{4}\right)$ $\qquad$ $L_{2\,,\,piston} = \nu \cdot R \cdot T_1$	1,0p	
	Exemplu de răspuns: Ultima etapă a comprimării cvasistatice și izoterme determină numai o modificare a presiunii și volumului azotului gazos din compartimentul al II-lea. Acesta evoluează de la volumul $\frac{V_0}{4}$ și presiunea $2p_1$, respectiv la volumul $\frac{V_0}{8}$ și presiunea $4p_1$. Expresia lucrul mecanic $L_{3\,,\,piston}$ efectuat de piston în acest proces $L_{3\,,\,piston} = -\nu \cdot R \cdot T_1 \cdot \ln\frac{(V_0/8)}{(V_0/4)}$ $\qquad$ $L_{3\,,\,piston} = \nu \cdot R \cdot T_1 \cdot \ln 2$	1,0p	
	Expresia lucrului mecanic total efectuat de piston $L = L_{1,\,piston} + L_{2\,,\,piston} + L_{3\,,\,piston}$ $\qquad$ $L = \nu \cdot R \cdot T_1 \cdot (1 + 3\ln 2)$	0,3p	
	Valoarea lucrului mecanic total efectuat de piston $L = 9{,}55 \cdot 10^3\,J$	0,2p	
Nr. item	***Subiectul II B***		***Punctaj***
a.	Reprezentarea grafică a dependenței $m = m(t)$ *Punctele experimentale se dispun pe două drepte distincte, de pante aproximativ egale.* *Saltul apărut între cele două porțiuni ale dependenței $m = m(t)$ apare la introducerea barei de metal în vas.* *Vaporizarea unei mase de azot lichid într-un interval scurt de timp se datorează căldurii cedate de bara de metal, care se răcește de la temperatura camerei la temperatura azotului lichid din vas.* 	1,0p	**1,0p**

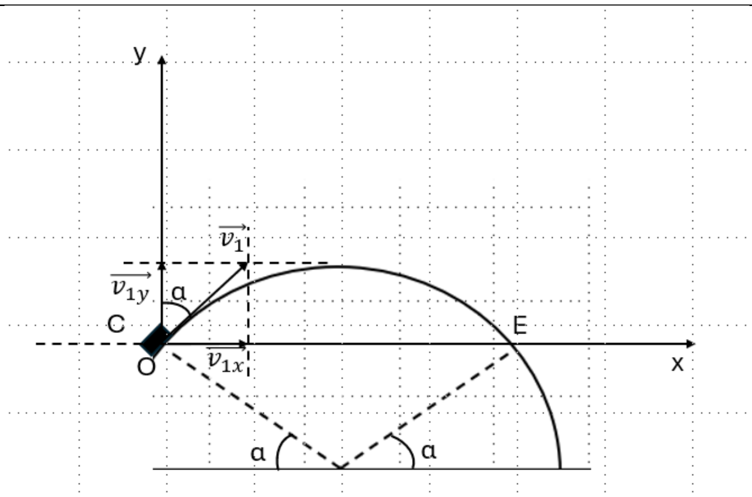
b.	Expresia cantității de căldură primită de masa ΔM de azot, care se vaporizează la introducerea barei de metal în vas $Q_p = \Delta M \cdot \lambda_{vaporizare}$	0,2p	**2,5p**
	Estimarea pe baza reprezentării grafice $m = m(t)$ a masei ΔM de azot vaporizată, ca urmare a introducerii barei de metal în vasul cu azot lichid  *Exemplu de răspuns:* Primele șase seturi de date experimentale descriu evoluția sistemului în situația în care vasul cu azot lichid - în care nu a fost încă introdusă bara de metal - primește căldură de la mediu, datorită izolației sale termice imperfecte. Temperatura în vas, invariabilă, este tot timpul egală cu temperatura azotului lichid, iar temperatura din exteriorul vasului este temperatura camerei de asemenea constantă. Întrucât proprietățile calorice ale sistemului nu variază semnificativ, viteza de variație a masei de azot este constantă și deci panta locală a dependenței $m = m(t)$ este constantă. Ultimele șase seturi de date experimentale exprimă același tip de evoluție a sistemului pentru care azotul se vaporizează cu viteză constantă, pentru a compensa intrările de căldură datorate imperfecțiunii izolației termice a vasului (care de data aceasta conține și bucata de metal). Din reprezentarea grafică $m = m(t)$ se estimează că $\Delta M_1 \approx 15g$ și $\Delta M_2 \approx 14g$ .Masa de azot vaporizată, ca urmare a introducerii barei de metal în vasul cu azot lichid poate fi aproximată prin $\Delta M = \dfrac{\Delta M_1 + \Delta M_2}{2}$ $\Delta M \approx 14{,}5g$	0,4p	
	Estimarea ariei suprafeței delimitate de curba dependenței $c = c(T)$, de axa *c=0* și de ordonatele corespunzătoare temperaturilor $T_{vap} = 77K$ și $T_{aer} = 300K$ *Exemplu de răspuns:* $A_{estim} \approx 155 J/g$	1,0p	

	Estimarea modulului căldurii cedate de bara de metal, prin răcirea de la temperatura aerului din laborator la temperatura de vaporizare a azotului lichid $\frac{\lvert Q_c \rvert}{m_{bara}} = A_{estim}$ $\lvert Q_c \rvert = m_{bara} \cdot A_{estim}$ $\lvert Q_c \rvert \approx (18{,}8 g) \cdot (155\ J/g)$ $\lvert Q_c \rvert \approx 2914 J$	0,4p	
	$\lvert Q_c \rvert = Q_p$ $m_{bara} \cdot A_{estim} = \Delta M \cdot \lambda_{vaporizare}$	0,2	
	Estimarea valorii căldurii latente specifice de vaporizare a azotului $\lambda_{vaporizare} \approx 2 \cdot 10^5 J/kg$	0,3p	
TOTAL			**10p**

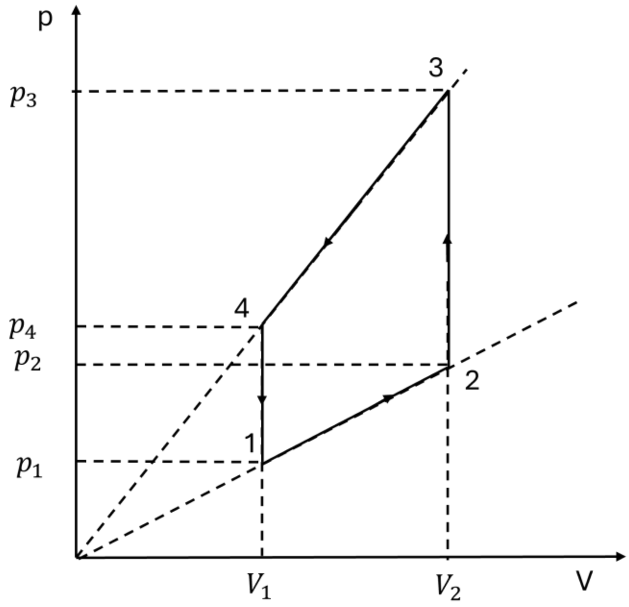
Prof. Dr. Delia DAVIDESCU

Barem subiectul III		**Punctaj**
		10 p
A.		**5 p**
a.		**3p**
		
Deoarece dreapta δ este tangentă în punctul C atât la arcul de cerc BC cât și la arcul CD rezultă că punctele O_1, C și O_2 sunt coliniare și că unghiul $\alpha = 30°$.	0,2p	
Corpul cu masa m se poate desprinde de traseu numai după trecerea prin punctul C.	0,3p	
Fie poziția intermediară corespunzătoare unghiului β. În acest caz: $F_{cp} = G_n - N$	0.3p	
$\frac{mv^2}{R} = mgsin\beta - N$	0,5p	
Condiția de desprindere este: $N \leq 0$ deci, la limită $\frac{mv^2}{R} = mgsin\beta$.	0,5p	
Înălțimea de la care trebuie eliberat corpul pentru a se desprinde în această poziție este dată de relația: $mgh = \frac{mv^2}{2} + mgRsin\beta$	0,5p	
		
Rezultă că $h = \frac{3R}{2}sin\beta$.	0,2p	

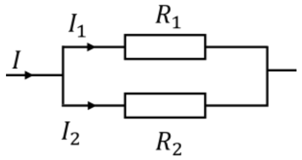
1. Orice rezolvare corectă ce ajunge la rezultatul final va primi punctajul maxim pe itemul respectiv.
2. Orice rezolvare corectă, dar care nu ajunge la rezultatul final, va fi punctată corespunzător, proporțional cu ponderea ideilor corecte din rezolvarea elevului.

Înălțimea de la care este eliberat corpul este minimă atunci când $sin\beta$ este minim, deci când $\beta = \alpha$.	0,3p	
$h_{min} = \frac{3R}{4}$	0,2p	
Soluție alternativă pentru justificarea desprinderii în punctul C: Condiția de desprindere se găsește din relația: $\frac{mv^2}{R} - mgsin\beta = N$ punând condiția $N = 0$. Este evident că în punctul C viteza este maximă iar unghiul β este minim, deci desprinderea va avea loc în punctul C.		
b)		**2p**
		
Corpul se desprinde de semicilindru în punctul C și îl lovește din nou în punctul E care se află la aceeași înălțime. Legea de mișcare pe verticală: $0 = v_1 tcos\alpha - \frac{1}{2}gt^2$	0,2p	
Iar pe orizontală: $2Rcos\alpha = v_1 tsin\alpha$	0,2p	
Din prima ecuație găsim timpul de zbor este: $t = \frac{2v_1 cos\alpha}{g}$	0,2p	
Înlocuind în a doua ecuație se obține: $v_1^2 = \frac{Rg}{sin\alpha}$.	0,5p	
Din legea de conservare a energiei se obține: $mgh_1 = \frac{mv_1^2}{2} + mgRsin\alpha$	0,6p	
$h_1 = \frac{3R}{2}$.	0,3p	

1. Orice rezolvare corectă ce ajunge la rezultatul final va primi punctajul maxim pe itemul respectiv.
2. Orice rezolvare corectă, dar care nu ajunge la rezultatul final, va fi punctată corespunzător, proporțional cu ponderea ideilor corecte din rezolvarea elevului.

B.		**4p**
a.		**3,5p**
		
$Q_{1-2} = \nu(C_v + \frac{R}{2})(T_2 - T_1) > 0$	0,4p	
$Q_{2-3} = \nu C_v(T_3 - T_2) > 0$	0,2p	
$Q_{3-4} = \nu(C_v + \frac{R}{2})(T_4 - T_3) < 0$	0,4p	
$Q_{4-1} = \nu C_v(T_1 - T_4) < 0$	0,2p	
$Q_{cedat} = Q_{3-4} + Q_{4-1}$	0,3p	
$Q_{cedat} = -\frac{17\nu R T_1}{2}$	0,5p	
$Q_{primit} = Q_{1-2} + Q_{2-3}$	0,3p	
$Q_{primit} = 8\nu R T_1$	0,5p	
$\varepsilon = \frac{\lvert Q_{cedat}\rvert}{\lvert L\rvert} = \frac{\lvert Q_{cedat}\rvert}{\lvert Q_{cedat}\rvert - Q_{primit}}$	0,5p	
Valoarea eficienței pompei de căldură este: ε =17	0,2p	
b.		**0,5p**
$\lvert L\rvert = \frac{\lvert Q_{cedat}\rvert}{\varepsilon}$	0,3p	
$L = -20$ kJ	0,2p	

1. Orice rezolvare corectă ce ajunge la rezultatul final va primi punctajul maxim pe itemul respectiv.
2. Orice rezolvare corectă, dar care nu ajunge la rezultatul final, va fi punctată corespunzător, proporțional cu ponderea ideilor corecte din rezolvarea elevului.

C.		**1p**
		
$P = P_1 + P_2$ $P = I_1^2 R_1 + I_2^2 R_2$	0,2p	
$I = I_1 + I_2$ $P = I_2^2(R_1 + R_2) - 2II_2R_1 + I^2R_1$ *Soluție posibilă:* Ne propunem să găsim valoarea intensității curentului I_2 pentru care în sistem este disipată puterea P. Se obține ecuația: $(R_1 + R_2)I_2^2 - 2IR_1I_2 + I^2R_1 - P = 0$ Din condiția de existență a soluțiilor reale: $(2IR_1)^2 - 4(I^2R_1 - P)(R_1 + R_2) \geq 0$ Se obține: $P_{minim} = \frac{R_1R_2}{R_1+R_2}I^2$ Notă: Se punctează orice soluție care impune condiția de minim pentru puterea disipată pe gruparea de rezistoare.	0,5p	
Acestei valori a puterii îi corespund curenții: $I_2 = I\frac{R_1}{R_1+R_2}$ și $I_1 = I\frac{R_2}{R_1+R_2}$. Rezultă că: $I_1R_1 = I_2R_2$, în conformitate cu legea a doua a lui Kirchhoff.	0,3p	

Barem propus de:

Prof. PAVĂL Cristina, Colegiul Național „Sfântul Sava”, București
Prof. SOLSCHI Viorel, Colegiul Național „Mihai Eminescu”, Satu Mare

1. Orice rezolvare corectă ce ajunge la rezultatul final va primi punctajul maxim pe itemul respectiv.
2. Orice rezolvare corectă, dar care nu ajunge la rezultatul final, va fi punctată corespunzător, proporțional cu ponderea ideilor corecte din rezolvarea elevului.