



MINISTERUL EDUCAȚIEI
Olimpiada Națională de Fizică
Oradea 6-10 aprilie 2023
Proba teoretică
Clasa a X-a



Pagina 1 din 3

Subiectul nr. 1 (10 puncte)

Tambur

Această problemă îți propune să analizezi evoluția unui sistem de corpuri în trei situații distincte.

I. Pe un tambur cu masa neglijabilă și cu raza R , care se poate roti fără frecare în jurul unei axe orizontale, este înfășurată o sfoară cu masa neglijabilă care are un capăt prins pe suprafața laterală a tamburului. La celălalt capăt al sforii este legat un mic săculeț cu nisip care are masa M . Pe tambur sunt montate patru spițe de mase neglijabile, având fiecare lungimea l , care au fixate în capete bile foarte mici cu masa m fiecare. Direcțiile spițelor se află într-un plan perpendicular pe axul tamburului și conțin centrul secțiunii circulare a tamburului din acest plan. Oricare două spițe alăturate sunt perpendiculare, ca în figura alăturată.

Se lasă sistemul să evolueze liber, pornind din repaus din poziția în care săculețul se află la înălțimea h_0 față de sol și porțiunea de fir cuprinsă între tambur și săculeț este verticală. Se neglijează interacțiunea cu aerul și se consideră cunoscută accelerația gravitațională g a Pământului, la nivelul solului.

1.a. Determinați expresia matematică a vitezei săculețului imediat înainte de atingerea solului, în funcție de datele precizate în enunț. **(2,0p)**

După ce săculețul ajunge pe sol, tamburul continuă să se rotească, sfoara se desfășoară apoi se reînfașoară.

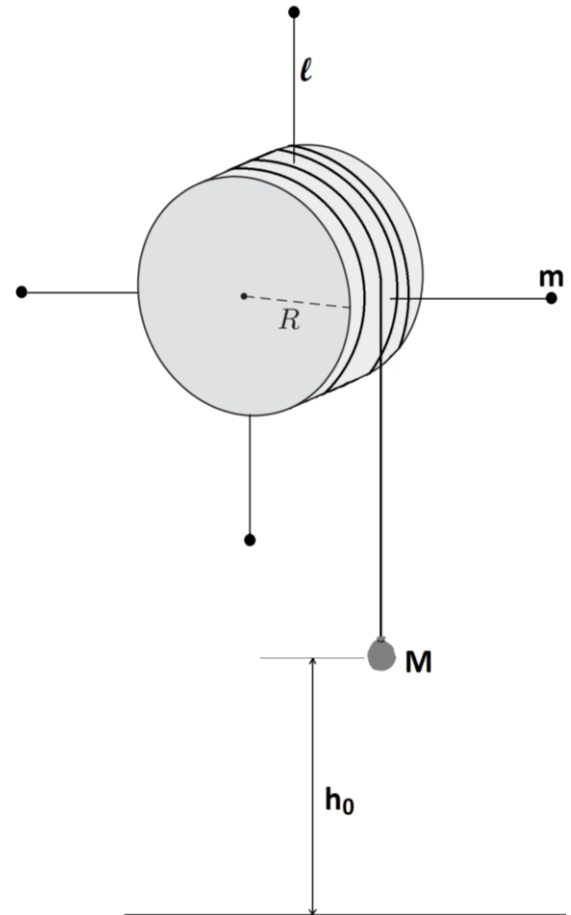
1.b. Deduceți expresia matematică a înălțimii h_1 , la care va fi ridicat săculețul ca urmare a reînfașurării sforii, în funcție de datele precizate în enunț. **(2,0p)**

1.c. Dacă procesul continuă prin reînfașurări succesive, determinați numărul n de atingeri ale solului de către săculeț după care sistemul va rămâne în repaus. **(2,0p)**

II. Considerați o nouă situație în care sistemul de corpuri rămâne același, cu excepția tamburului care se înlocuiește cu un cilindru gol, fără baze, cu suprafața laterală foarte subțire și cu masa m_0 uniform distribuită. Se lasă sistemul să evolueze liber, pornind din repaus din poziția în care săculețul se află la înălțimea h_0 față de sol și porțiunea de fir cuprinsă între tambur și săculeț este verticală.

1.d. Deduceți expresia înălțimii h_1^A la care va fi ridicat în aceste noi condiții săculețul, ca urmare a primei reînfașurării a sforii, în funcție de datele precizate în enunț. **(2,0p)**

III. Considerați acum o a treia situație în care sistemul de corpuri rămâne același cu excepția tamburului care se înlocuiește cu un cilindru plin cu masa m_0 uniform distribuită. Se lasă sistemul să evolueze liber pornind din repaus, din poziția în care săculețul se află la înălțimea h_0 față de sol și porțiunea de fir cuprinsă între tambur și săculeț este verticală.



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 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.



MINISTERUL EDUCAȚIEI
Olimpiada Națională de Fizică
Oradea 6-10 aprilie 2023
Proba teoretică
Clasa a X-a



Pagina 2 din 3

1.e. Determinați expresia înălțimii h_1^B la care va fi ridicat în acest caz săculețul, ca urmare a primei reînfășurării a sforii, în funcție de datele precizate în enunț. Comparați acest rezultat cu cele obținute la punctele 1.b. și 1.d., stabilind o relație de ordine între cele trei rezultate. **(2,0p)**

© Subiect propus de:
prof. Gabriela Alexandru, Colegiul Național "Grigore Moisil" București

Subiectul nr. 2 (10 puncte)

Înghițul apei dintr-un lac cu apă dulce

Procesul de răcire și ulterior de îngheț al apei dintr-un lac cu apă dulce este influențat semnificativ de variația densității apei în funcție de temperatura acesteia în vecinătatea temperaturilor mici, apropiate de 0°C , densitatea apei fiind maximă la temperatura de 4°C .

Apa de la suprafața lacului este în contact cu aerul rece și cedează căldură aerului ambiant.

Pe timpul răcirii apei de la temperaturi mai mari spre temperatura de 4°C , densitatea acesteia crește. Ca urmare, apa de la suprafața lacului, fiind deja răcită și având densitatea mai mare decât apa din straturile inferioare, coboară și este înlocuită cu apa mai caldă din adâncuri, care urcă având densitatea mai mică, fiind mai ușoară decât cea de la suprafață. Acest fenomen egalizează lent temperatura apei din întregul lac astfel că, atât timp cât temperatura apei de la suprafața lacului este mai mare de 4°C , lacul se răcește în totalitatea volumului acestuia.

Procesul de răcire continuă, dar imediat ce temperatura apei de la suprafața lacului scade sub 4°C densitatea acesteia începe să scadă, astfel că apa din straturile superioare fiind mai puțin densă și deci mai ușoară decât cea din adâncuri, rămâne la suprafața lacului și se răcește până la temperatura de 0°C . Ulterior apa de la suprafața lacului îngheață, mai întâi ca o pojghiță fină, apoi stratul de gheață se îngroașă.

Pe timpul înghețului, restul apei din lac rămâne la o temperatură de 4°C și viața subacvatică este posibilă.

Pe parcursul procesului de formare a gheții într-un lac cu apă dulce, aerul de deasupra lacului este considerat un termostat, temperatura lui este constantă și are valoarea $t = -20^\circ\text{C}$, temperatura apei situată imediat sub stratul de gheață rămâne constantă și are valoarea $t_0 = 0^\circ\text{C}$, iar la începutul procesului de îngheț nu există strat de gheață pe suprafața lacului. Procesul de formare a gheții are loc doar pe baza schimbului de căldură dintre apa lacului și aerul de deasupra acestuia.

Considerați cunoscute:

- căldura latentă specifică de solidificare a apei $\lambda_g = 334 \text{ KJ/Kg}$;
- densitatea gheții $\rho_g = 900 \text{ Kg/m}^3$;
- coeficientul de conductivitate termică a gheții $k_g = 2,2 \text{ W/(m}\cdot\text{K)}$, cantitatea de căldură ce trece în unitatea de timp printr-un strat de gheață cu grosimea de 1 m , cu suprafața de 1 m^2 , la o diferență de temperatura de 1°C între cele două fețe ale sale.

2.a. Determinați expresia matematică ce redă dependența grosimii x a stratului de gheață formată la suprafața lacului în funcție de diferența de temperatură dintre fețele stratului de gheață și de durata procesului de îngheț. **(4,5p)**

2.b. Calculați grosimea stratului de gheață care se formează în timpul $\tau = 10 \text{ ore}$ de îngheț. **(1,0p)**

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 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.



MINISTERUL EDUCAȚIEI
Olimpiada Națională de Fizică
Oradea 6-10 aprilie 2023
Proba teoretică
Clasa a X-a



Pagina 3 din 3

2.c. Calculați numărul zilelor consecutive de ger cu temperatura $t = -20^\circ\text{C}$ necesare pentru ca grosimea stratului de gheață să ajungă la $50,3\text{ cm}$. **(1,5p)**

2.d. Explicați și justificați, pe baza relației obținute la punctul 2.a., de ce, în general, în regiunile cu un climat temperat, lacurile adânci cu apă dulce, cu adâncimi de cel puțin 2 m , îngheață doar la suprafață și nu în totalitatea volumului acestora. **(3,0p)**

Notă: Pentru o variație Δx foarte mică a mărimii x , puteți lua în considerare relația: $\Delta(x^2) \cong 2 \cdot x \cdot \Delta x$

© Subiect propus de:

prof. Florin Butușină, Colegiul Național "Simion Bărnuțiu" Șimleu Silvaniei

Subiectul nr. 3 (10 puncte)

Diferite rețele electrice

Rețeaua electrică din figura nr. 1 este alcătuită dintr-un număr foarte mare de hexagoane. Fiecare latură de hexagon este un fir metallic, având rezistența electrică R .

3.a. Determinați expresia rezistenței electrice echivalente între nodurile A și B ale rețelei electrice, presupusă infinită, din figura nr.1. **(4,0p)**

Notă: Considerați că în rețeaua electrică, se injectează un curent electric continuu de exemplu prin nodul A și că se extrage prin nodul B curentul electric continuu, cu aceeași intensitate ca a celui injectat prin nodul A .

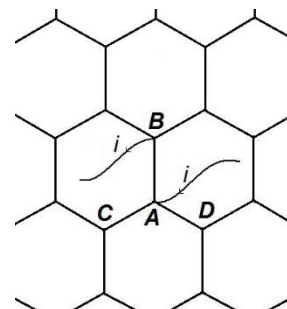


Figura nr. 1

Cele șase vârfuri ale hexagonului din figura nr. 2 sunt legate între ele, fiecare cu fiecare, prin fire metalice, având fiecare rezistența electrică R . Firele sunt izolate la exterior, astfel încât nu există contacte electrice între fire decât în vârfurile hexagonului, care sunt nodurile rețelei electrice. Rețeaua astfel construită este alimentată între punctele A și D cu un curent electric continuu.

3.b. Presupuneți că schimbați între ele pozițiile unor noduri, de exemplu F cu E . Analizați situația (eventual redesați schema electrică) și determinați diferența de potențial dintre nodurile F și E . **(1,5p)**

3.c. Deduceți expresia rezistenței electrice echivalente între nodurile A și D ale rețelei din figura nr. 2. **(2,5p)**

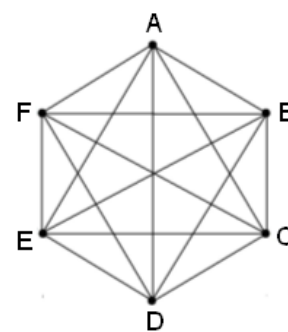


Figura nr. 2

Considerați că toate vârfurile unui poligon regulat cu un număr n par vârfuri sunt legate între ele fiecare cu fiecare prin fire metalice, având fiecare rezistența electrică R . Firele metalice sunt izolate la exterior, astfel încât nu există contacte electrice între fire decât în vârfurile poligonului, care sunt nodurile rețelei electrice.

3.d. Determinați expresia rezistenței electrice dintre două noduri diametral opuse ale acestei rețele. **(2,0p)**

© Subiect propus de:

Prof. Dr. Delia Davidescu, Liceul Teoretic Internațional de Informatică, 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 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.