



OLIMPIADA NAȚIONALĂ DE FIZICĂ

Bacău 2022

Proba teoretică

VII

Pagina 1 din 3

Un grup de elevi din clasa a VII-a au plecat în weekend într-o scurtă vizită într-o zonă din vecinătatea unei localități rurale, să se recreeze și să viziteze un mic șantier arheologic deschis recent. Și, bineînțeles, să mai discute despre fizica din lumea reală...

1. Adi, Ava și Dora studiază evoluția unei drone utilitare (quadcopter).
2. Ana și George au ajuns cu cățeeii lor – Rex și Bella, la șantierul arheologic, unde a fost instalată o rampă din lemn pentru accesul la vârful unei structuri piramidale decopertate, pentru a studia o inscripție.
3. Ștefan și Ciprian vor să verifice dacă mingile aduse pentru cățeeii sunt suficient de elastice.

Pentru toate subiectele vei considera $g = 10 \text{ m/s}^2$.

Subiectul 1 – Drona**(10 puncte)**

Pentru delimitarea anumitor perimetre sunt folosiți marcatori metalici cu masa $m_1 = 2 \text{ kg}$, care sunt lansați cu precizie de GPS de la înălțime, de o dronă utilitară de masă $m = 4 \text{ kg}$. Drona se află inițial în repaus pe un suport, astfel încât marcatorul atârnat vertical atinge solul cu vârful. După pornirea motoarelor drona se ridică vertical în atmosferă liniștită, sub acțiunea forței totale dezvoltate de motoare, având modulul $F = 80 \text{ N}$.

- a) Calculează viteza dronei după ce s-a ridicat pe o înălțime $h = 10 \text{ m}$, considerând că forța medie de rezistență la înaintare exercitată din partea aerului este 25% din greutatea totală a sistemului.
- b) Drona este dirijată la locul de lansare a marcarilor și menținută în echilibru astfel încât vârful marcatorului se află la înălțimea $h = 10 \text{ m}$ față de sol. Reprezintă forțele care acționează asupra dronei aflate în echilibru, cu foarte puțin timp înainte de lansarea marcatorului și determină valoarea lor numerică. Consideră pentru această situație că forțele medii de rezistență sunt neglijabile. Pentru răspuns, folosește **Fișa de lucru „DRONA”**.
- c) Când drona este în echilibru în poziția precizată la punctul b) marcatorul este eliberat și se înfige în sol pe adâncimea $a = 25 \text{ cm}$. Reprezintă forțele care acționează asupra marcatorului în timpul pătrunderii în sol. Calculează lucrul mecanic efectuat de greutatea marcatorului de la ridicarea dronei de pe suport, până la oprirea acestuia în sol și forța medie de rezistență a solului, $F_{r,s}$, la pătrunderea unui marcator în sol. Consideră că forțele de rezistență la căderea liberă a marcatorului în aer sunt neglijabile. Pentru răspuns, folosește **Fișa de lucru „DRONA”**.



1. Fiecare dintre subiectele 1, 2, respectiv 3 se rezolvă pe câte 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 cu 10 puncte. Punctajul final reprezintă suma acestora.

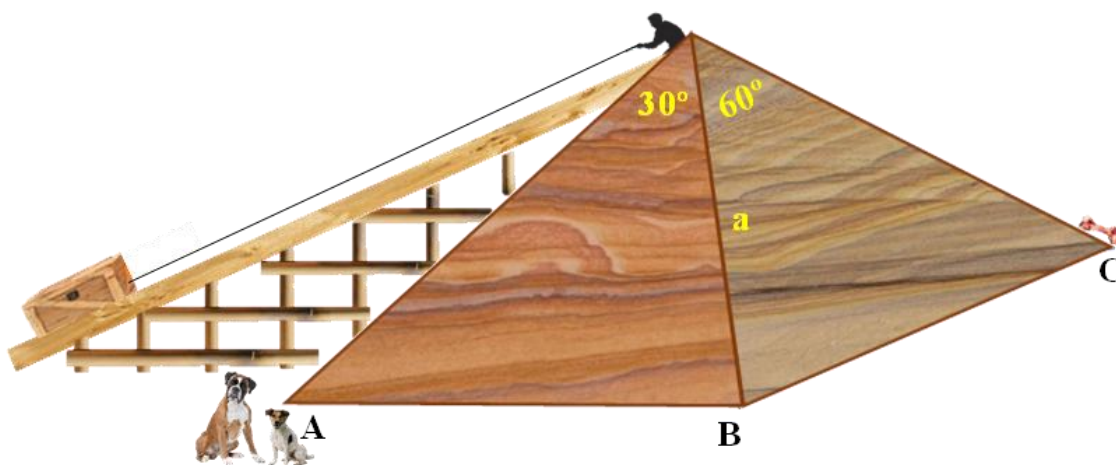


Subiectul 2 – Piramida

(10 puncte)

Structura cercetată și decopertată de vegetația crescută de-a lungul timpului este o piramidă dreaptă care are ca fețe patru triunghiuri isoscele cu unghiurile de la vârf de 30° , respectiv 60° , alternativ.

- a) Copiii amplasează în colțurile C și D de la baza piramidei câte un os potrivit staturii fiecărui patruped. La un semnal, Rex și Bella, aflați inițial în colțul A, pornesc simultan cu aceeași viteză: Rex spre osul din C, iar Bella spre osul din D, opus colțului B. Câțelii se deplasează **pe drumul cel mai scurt**, fiecare spre osul lui, dar spre zona din dreapta față de punctul A, deoarece spre stânga se află rampa instalată pe schele, care le blochează drumul. Determină raportul k dintre intervalele de timp în care Rex și Bella ajung în C, respectiv în D.



În timp ce patrupedele își văd de oasele lor, arheologii urcă și coboară unelte și instrumente cu ajutorul unei lăzi, pe rampa care s-a șlefuit destul de uniform, de atâta frecare. Lungimea rampei (plan înclinat) este $l = 10$ m, iar înălțimea maximă $h = 5$ m. Calculele făcute de Ana și George au condus la un randament $\eta = 80\%$ pentru ridicarea prin tractare, ca în imagine, a lăzii cu masa $m = 10$ kg, cu viteză constantă și mică (mișcare cvasistatică).

- b) Pentru urcarea lăzii în condițiile descrise mai sus, determină lucrul mecanic util, lucrul mecanic consumat și valoarea forței de frecare dintre corp și rampă.
- c) Între fir și ladă se intercalează un resort având constanta de elasticitate $k = 125$ N/m. Un arheolog menține lada cu instrumente, în repaus, pe rampă. Calculează deformarea maximă, respectiv minimă, a resortului și reprezintă forțele care acționează asupra lăzii în fiecare dintre cele două situații. Consideră că atât firul, cât și resortul, au masa neglijabilă. Pentru reprezentarea forțelor, folosește **Fișa de lucru „PIRAMIDA”**.
- d) Când lada este în repaus pe rampă și deformarea resortului este minimă, arheologul începe să tragă de firul legat de resort în sus, paralel cu rampa, cu viteza constantă de $0,25$ m/s. Determină după cât timp lada va începe să se miște.

1. Fiecare dintre subiectele 1, 2, respectiv 3 se rezolvă pe câte 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 cu 10 puncte. Punctajul final reprezintă suma acestora.



OLIMPIADA NAȚIONALĂ DE FIZICĂ

Bacău 2022

Proba teoretică

VII

Pagina 3 din 3

Subiectul 3 – Elasticitate

(10 puncte)

Ștefan și Ciprian vor să studieze cât mai multe fenomene în care sunt implicate deformările elastice.

a) Pentru început, cei doi folosesc o minge din cauciuc, mică și foarte elastică; o lasă să cadă din repaus de la înălțimea $h_0 = 1,80$ m față de podeaua orizontală netedă și filmează întregul proces (căderea mingii, ciocnirea cu podeaua, urcarea mingii pe verticală și așa mai departe). Ulterior, folosesc înregistrarea video pentru a determina înălțimile maxime la care se ridică mingea, pe verticală, după fiecare ciocnire cu podeaua. Valorile înălțimilor la care se ridică mingea după primele cinci ciocniri sunt prezentate în tabelul alăturat. Consideră că efectele interacțiunii dintre minge și aer sunt neglijabile și că mișcarea mingii are loc doar pe verticală.

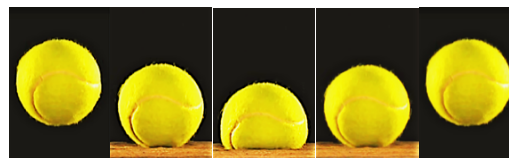
Nr. ciocnirii	h (m)
1	1,44
2	1,15
3	0,92
4	0,74
5	0,59

a₁) Calculează, pentru fiecare dintre primele cinci ciocniri ale mingii cu podeaua, raportul dintre energia cinetică a mingii imediat după ciocnire și energia cinetică a mingii imediat înainte de ciocnire. Exprimă rezultatul cu două cifre semnificative.

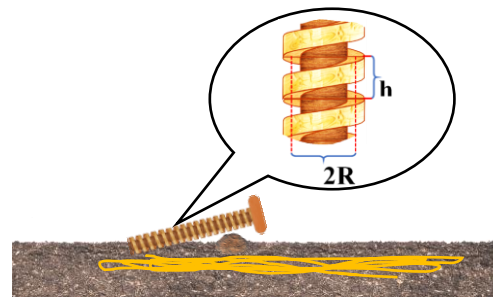
a₂) Pe baza rezultatului obținut anterior, formulează o concluzie cu privire la pierderea relativă de energie cinetică (raportul dintre pierderea de energie cinetică și energia cinetică inițială) în fiecare ciocnire a mingii cu podeaua. Considerând că regula găsită este valabilă și pentru următoarele ciocniri, calculează înălțimea maximă la care se ridică mingea după a șasea ciocnire cu podeaua.

a₃) Consideră că ciocnirile mingii cu podeaua sunt practic instantanee. Notăm cu Δt_{n-1} intervalul de timp dintre ciocnirea $n - 1$ și ciocnirea n , cu Δt_n intervalul de timp dintre ciocnirea n și ciocnirea $n + 1$. Calculează raportul $\Delta t_n / \Delta t_{n-1}$.

b) Pentru a înțelege de ce, în urma ciocnirii cu podeaua, mingea nu se ridică la înălțimea de la care a căzut, Ștefan și Ciprian au filmat ciocnirea unei mingii de dimensiuni mai mari (minge de tenis de câmp), cu o suprafață plană orizontală. Au selectat din filmul respectiv cinci imagini consecutive, obținute la momente de timp foarte apropiate între ele, în care este surprinsă poziția mingii înainte, în timpul și după contactul cu suprafața plană. Imaginile sunt prezentate mai sus, în ordinea succesiunii în timp. Descrie transformările care au loc, din punct de vedere energetic, în timpul căderii mingii, contactului cu suprafața orizontală și apoi urcării mingii.



c) Ștefan și Ciprian au găsit un fel de șurub din lemn, cu filet pătrat, cu pasul $h = 4$ mm și raza medie $R = 10$ cm. Avea ceva „urme” de cauciuc. Au bănuț că era folosit ca „dop” la o conductă. Pentru reconstituirea dopului, au procurat un fir de cauciuc cu lungimea $L_0 = 90$ m (în stare nedeformată) și cu secțiunea un pătrat cu latura $a = h/2 = 2$ mm. Masa firului este $m = 360$ g, iar modulul de elasticitate al materialului este $E = 5,0 \cdot 10^5 \frac{\text{N}}{\text{m}^2}$. Firul de cauciuc se află pe sol (ca în figura alăturată), iar șurubul din lemn este ținut vertical, cu vârful pe sol. Apoi elevii înfășoară firul pe șurub, începând de jos: întâi în interiorul filetului până sus, apoi îl înfășoară în jos spiră lângă spiră, într-un singur strat până la punctul de plecare. Porțiunea de filet umplută și apoi acoperită de firul de cauciuc are înălțimea $H = 20$ cm. Se consideră că firul de cauciuc, care are acum lungimea L , este întins uniform. Calculează energia înmagazinată în firul de cauciuc aflat pe șurubul poziționat vertical.



Lungimea cercului de rază r este $\ell = 2\pi r$, unde $\pi = 3,14$.

Subiecte propuse de:

prof. Ion Băraru, Colegiul Național „Mircea cel Bătrân” – Constanța,

prof. Liviu Blanariu, CNPEE – București

prof. dr. Daniel Lazăr, Colegiul Național „Iancu de Hunedoara” - Hunedoara

prof. Florin Măceșanu, Școala Gimnazială „Ștefan cel Mare” - Alexandria

1. Fiecare dintre subiectele 1, 2, respectiv 3 se rezolvă pe câte 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 distribuția subiectelor către elevi.
4. Elevii au dreptul să utilizeze calculatoare de buzunar, dar neprogramabile.
5. Fiecare subiect se notează cu 10 puncte. Punctajul final reprezintă suma acestora.



OLIMPIADA NAȚIONALĂ DE FIZICĂ

Bacău 2022
Proba teoretică

VII

Pagina 1 din 2

Fișa de lucru „DRONA”

**ACEASTĂ FIȘĂ FACE PARTE DIN SOLUȚIE, ȘI SE RETURNEAZĂ FĂRĂ DATE DE IDENTIFICARE,
ATAȘATĂ LUCRĂRII TALE!**

Pentru Subiectul 1, punctul b):



Răspuns:

Pentru Subiectul 1, punctul c):



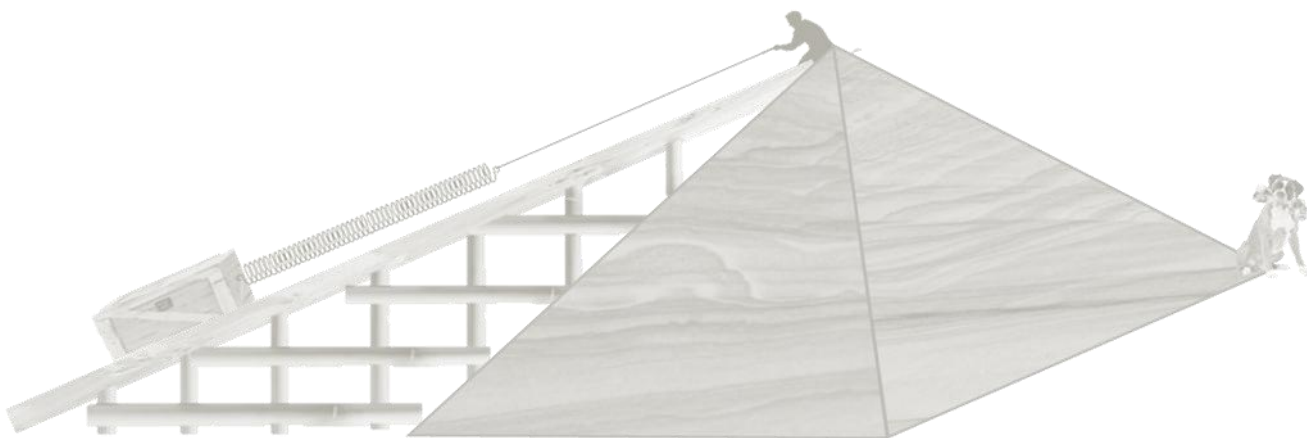
Răspuns:



Fișa de lucru „PIRAMIDA”

**ACEASTĂ FIȘĂ FACE PARTE DIN SOLUȚIE, ȘI SE RETURNEAZĂ FĂRĂ DATE DE IDENTIFICARE,
ATAȘATĂ LUCRĂRII TALE!**

Deformare maximă



Deformare minimă

