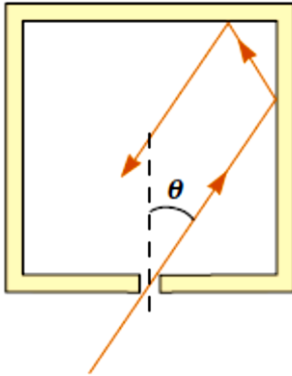
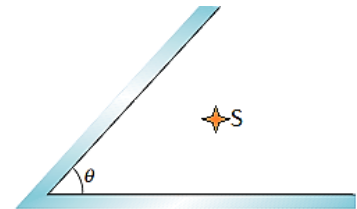


Subiectul 1. Oglinzi plane, raze de lumină și imagini.

Pentru a înțelege cum se reflectă lumina în oglinzile plane și cum se formează imaginea obiectelor în aceste oglinzi, Gabriela și Ștefan au realizat trei experimente.

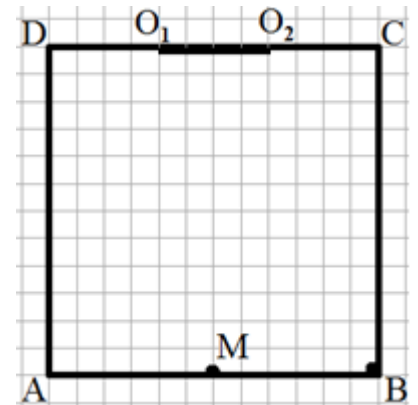


A. Pentru realizarea primului experiment, au confecționat o cutie cubică, iar pereții interiori i-au acoperit cu folie de aluminiu perfect reflectătoare. În mijlocul unuia dintre pereții cutiei, au făcut un mic orificiu. Ștefan a luat un LASER și a trimis o rază de lumină în interiorul cutiei, prin orificiul făcut în peretele cutiei. Pentru o anumită orientare a razei de lumină trimisă de Ștefan, raza de lumină suferă în interiorul cutiei trei reflexii și iese din cutie. Determină unghiul θ , făcut de raza de lumină ce intră în cutie și normala la peretele în care a fost făcut orificiul (vezi desenul alăturat).



B. În cel de-al doilea experiment au dorit să urmărească formarea imaginilor unui obiect luminos S , plasat între două oglinzi plane care fac între ele anumite unghiuri θ , conform desenului alăturat. Precizează câte imagini distincte ale obiectului se pot vedea în sistemul format din cele două oglinzi, atunci când unghiul θ ia valorile $\theta_1 = 90^\circ$ respectiv $\theta_2 = 60^\circ$. Justifică rezultatul prin construcția imaginilor.

C. Pentru realizarea celui de-al treilea experiment, copii au utilizat o încăpere cu podeaua de forma unui pătrat $ABCD$ care are latura de 6m și o oglindă plană cu lungimea $l_o = O_1O_2 = 2\text{ m}$ plasată pe peretele DC , inițial la distanțe egale de pereții laterali, așa cum se vede în desenul alăturat. Ștefan se află în repaus în colțul B . Gabriela se deplasează din punctul M (aflat la mijlocul segmentului AB) către colțul A cu viteza constantă $v = 1 \frac{\text{m}}{\text{s}}$. Apoi, fără să piardă timp la schimbarea de direcție,



Gabriela se deplasează cu aceeași viteză din A către D . În același moment de timp cu plecarea Gabrielei din M , Ștefan declanșează mișcarea de translație a oglinzii plane, care se realizează pe ghidaje orizontale, cu viteza $u = 0,5 \frac{\text{m}}{\text{s}}$, către

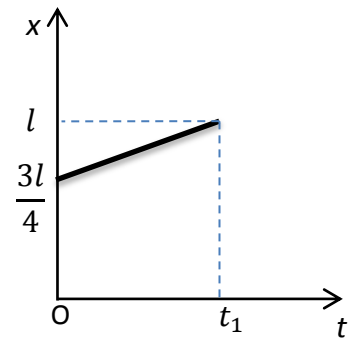
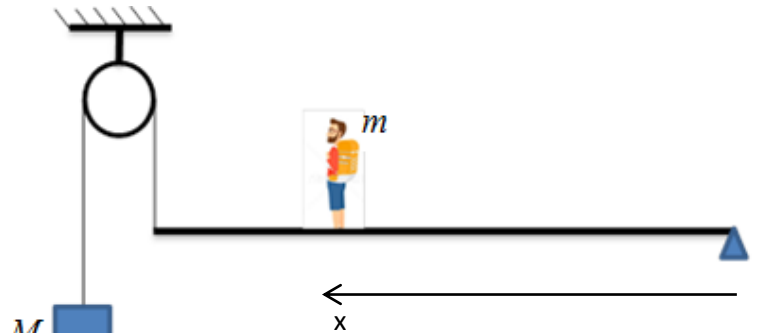
colțul C . Centrul oglinzii se află la aceeași înălțime cu ochii celor doi copii.

- Calculează valoarea vitezelor cu care se deplasează imaginea Gabrielei față de ea, în intervalul de timp Δt în care se deplasează oglinda.
- Determină intervalul de timp în care Gabriela și Ștefan se văd unul pe celălalt *în oglindă*.
- În cameră, perpendicular pe peretele AB în punctul M , se plasează un paravan opac MN , de lungime $l_p = MN = 5\text{ m}$. Ștefan se află în continuare în repaus în colțul B , iar Gabriela se plasează din nou în M și reia mișcarea descrisă anterior. Determină intervalul de timp ΔT în care Gabriela și Ștefan se văd unul pe celălalt *în oglindă*.

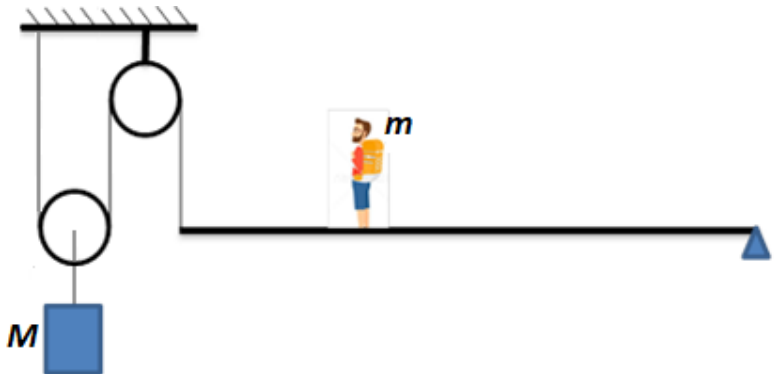
- Fiecare dintre subiectele 1, 2, respectiv 3 se rezolvă pe o foaie separată care se secretizează.
- În cadrul unui subiect, elevul are dreptul să rezolve în orice ordine cerințele a, b, c, respectiv d.
- Durata probei este de 3 ore din momentul în care s-a terminat distribuirea subiectelor către elevi.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

Subiectul 2. Echilibristică cu nisip.

Un acrobat echilibrist, cu masa $m = 75$ kg, se deplasează pe o bară rigidă și îngustă, prinsă la un capăt într-o articulație mobilă. Celălalt capăt al barei este legat de un corp de masă $M = 100$ kg, prin intermediul unui fir trecut peste un scripete fix, ca în figura alăturată. În timpul deplasării, bara trebuie să rămână permanent orizontală. Pentru aceasta, acrobatul ia în spate un rucsac de masă neglijabilă, pe care îl umple cu nisip. În partea de jos a rucsacului practică un orificiu prin care nisipul poate curge cu debit constant. După mai multe probe, acrobatul reușește să se deplaseze pe bară astfel încât aceasta să rămână orizontală pe tot parcursul mișcării. El constată că, în această situație, rucsacul se golește chiar în momentul în care ajunge la capătul barei. În graficul alăturat este reprezentată dependența poziției x a acrobatului în raport cu articulația, în funcție de timpul scurs din momentul începerii deplasării acrobatului. Lungimea barei este notată cu l , iar accelerația gravitațională poate fi considerată: $g = 10 \frac{\text{N}}{\text{kg}}$. Consideră că nisipul din rucsac nu atinge bara în timpul căderii.



- Determină masa m_0 a barei rigide.
- Calculează masa inițială m_n a nisipului din rucsac.
- Corpul de masă $M = 100$ kg se prinde de capătul barei prin intermediul unui sistem

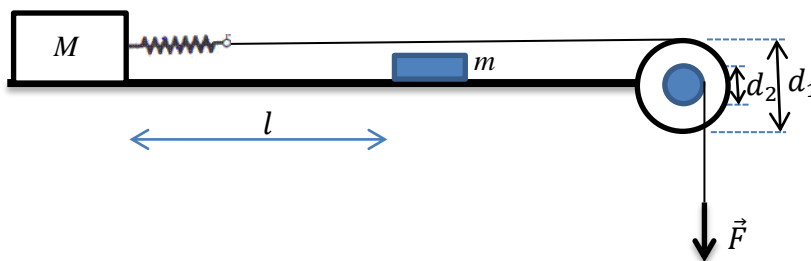


- format din doi scripeți, unul fix și unul mobil, ca în figura alăturată. Determinați pozițiile față de articulația barei între care se poate deplasa acrobatul cu rucsacul în care este nisip, pentru a menține bara orizontală. Rucsacul este umplut inițial cu masa de nisip m_n aflată la punctul b) și este găurit astfel încât să curgă nisip cu debit constant. Exprimă rezultatul în funcție de lungimea barei, l .
- Determină valoarea raportului dintre viteza acrobatului în cazul deplasării reprezentate în grafic și viteza acrobatului în condițiile de la punctul c), știind că debitul de curgere al nisipului rămâne același în ambele situații.

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

Subiectul 3. Interacțiuni și mișcare.

Cristi și Ioana se pregătesc pentru un târg de științe organizat în școala lor. Ei creează un dispozitiv cu ajutorul căruia să poată determina masa unui corp fără să îl cântărească. Astfel, ei așază pe un plan orizontal suficient de lung un corp de masă $M = 2\text{ kg}$, confecționat din lemn. Corpul este legat de un scripete diferențial, obținut prin lipirea a doi scripeți coaxiali cu diametrele $d_1 = 20\text{ cm}$, respectiv $d_2 = 5\text{ cm}$, prin intermediul unui fir ideal în care este inserat un resort elastic, ca în figura alăturată.



Copiii așază pe plan, în fața corpului de masă M , la distanța $l = 30\text{ mm}$, un corp de masă m , confecționat din același material ca și primul. Corpurile au același coeficient de frecare la alunecare cu suprafața planului. Cristi deplasează capătul firului înfășurat pe scripetele mic cu viteză constantă, iar Ioana măsoară valorile alungirii resortului inserat în primele 22 s, la fiecare 2 s, trecându-le în următorul tabel:

$t(\text{s})$	0	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22
$\Delta l(\text{mm})$	0	10	20	30	40	50	50	50	50	55	55	55

Se consideră că trecerea corpurilor din stare de repaus în stare de mișcare are loc instantaneu, iar diferența dintre frecarea statică și cinetică în acel moment este neglijabilă. Corpurile au fost acoperite cu un adeziv pe fețele verticale care le menține solidare din momentul contactului. Accelerația gravitațională poate fi considerată: $g = 10 \frac{\text{N}}{\text{kg}}$.

- Reprezintă grafic dependența alungirii resortului în funcție de timp, în cele 22 s, dacă primul corp începe să alunece chiar la momentul $t = 10\text{ s}$.
- Calculează masa m a celui de-al doilea corp.
- Determină viteza cu care Cristi deplasează capătul firului.
- Știind că valoarea maximă a forței cu care acționează Cristi de-a lungul celor 22 de secunde are valoarea $F = 11\text{ N}$, calculează valoarea constantei de elasticitate a resortului, k și coeficientul de frecare la alunecare al corpurilor pe suprafața planului orizontal.

*Subiect propus de: Prof. Florin Moraru, Colegiul Național „Nicolae Bălcescu”, Brăila;
Prof. Corina Dobrescu, Colegiul Național de Informatică „Tudor Vianu”, București;
Prof. Emil Necuță, Colegiul Național „Alexandru Odobescu”, Pitești.*

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