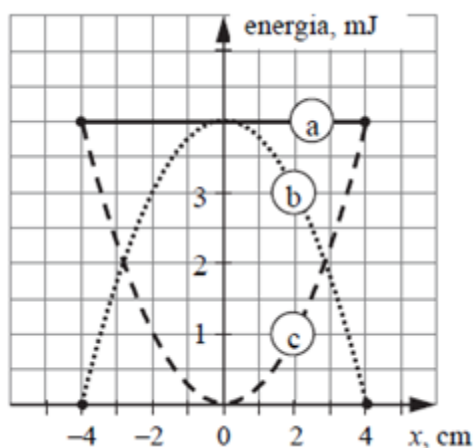
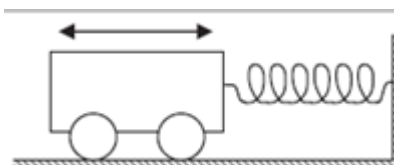
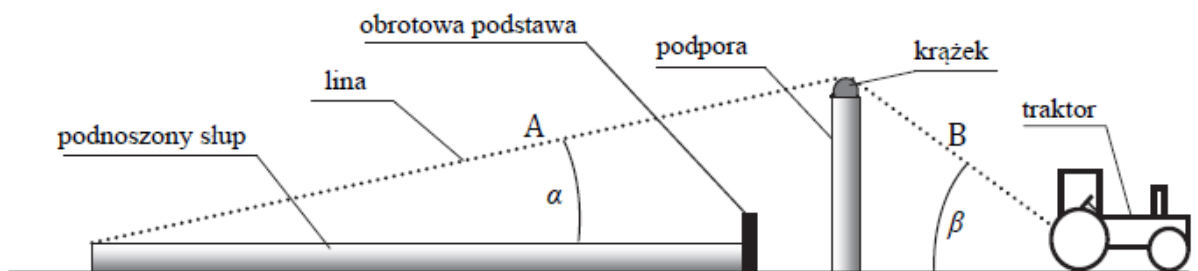


## Lista zadań – Kolokwium śródsemestralne

1. Hokeista uderzył kijem w nieruchomy krążek. Po uderzeniu krążek uzyskał poziomą prędkość początkową o wartości  $v_1 = 14 \text{ m/s}$ . Dalej krążek poruszał się po powierzchni lodu ruchem jednostajnie opóźnionym prostoliniowym. Od momentu uzyskania prędkości  $v_1$  po uderzeniu aż do chwili zatrzymania krążek przebył drogę  $s_1 = 28 \text{ m}$ . Przyjmij, że siła tarcia kinetycznego działająca na krążek poruszający się po lodzie ma stałą wartość, proporcjonalną do wartości ciężaru krążka. Pomiń inne siły działające na krążek w kierunku poziomym.
- Wykaż, że wartość  $a$  przyspieszenia krążka nie zależy od jego masy  $m$ . W tym celu wyprowadź wzór pozwalający wyznaczyć  $a$  tylko za pomocą współczynnika tarcia  $f$  i przyspieszenia ziemskiego  $g$ .
  - Oblicz czas ruchu krążka od momentu uzyskania prędkości  $v_1$  aż do zatrzymania się.
  - Następnie hokeista ponownie uderzył kijem w ten sam nieruchomy już krążek. Po tym uderzeniu krążek uzyskał poziomą prędkość początkową o wartości  $v_2$  dwukrotnie mniejszej od  $v_1$ . Oblicz drogę jaką przebył krążek od momentu uzyskania prędkości  $v_2$  aż do chwili zatrzymania się.
2. Wózek o masie  $200 \text{ g}$  jest doczepiony do sprężyny, której drugi koniec jest unieruchomiony (patrz na rysunek). Wózek wykonuje drgania wzdłuż osi poziomej. Opory ruchu, masę kółek i masę sprężyny pomijamy. Na wykresie poniżej przedstawiono w jednym układzie współrzędnych wykresy zależności energii kinetycznej, potencjalnej i całkowitej układu wózek – sprężyna od wychylecia wózka  $x$ .



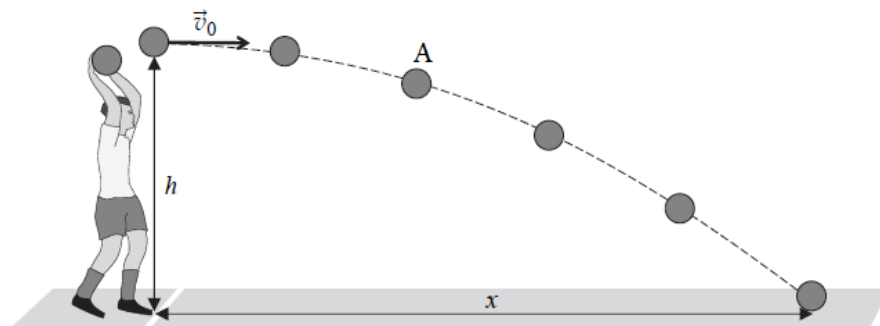
- a. Wiedząc w jaki sposób poszczególne energie zależą od wychylenia  $x$  przypisz odpowiednią literę a, b lub c odpowiadającą zależności tej energii od wychylenia  $x$  do jej nazwy tj. energii kinetycznej, energii potencjalnej sprężystości i całkowitej energii mechanicznej. Uzasadnij swój wybór.
  - b. Oblicz maksymalną prędkość, z jaką porusza się wózek.
  - c. Oblicz stałą sprężystości sprężyny.
3. Słupy energetyczne linii przesyłowych wysokiego napięcia można składać z części na powierzchni ziemi, a następnie podnosić je do pozycji pionowej za pomocą liny, podpory z obrotowym krążkiem i pojazdu, np. traktora. Do wierzchołka leżącego słupa przyczepia się jeden z końców liny i przerzuca ją przez podporę, natomiast drugi koniec liny jest ciągnięty przez traktor. Drugi koniec słupa opiera się o zakotwiczoną w ziemi obrotową podstawę (patrz rysunek). Zakładamy, że krążek na podporze obraca się bez tarcia.



- a. Oceń prawdziwość zdań:
  - i. Podczas powolnego podnoszenia słupa siła naciągu liny w części A ma inną wartość niż siła naciągu liny w części B.
  - ii. W początkowej fazie podnoszenia słupa kąt  $\beta$  między liną, a poziomem maleje.
  - iii. Przy niezmiennej wysokości podpory i niezmiennym położeniu obrotowej podstawy siła naciągu liny konieczna do uniesienia słupa z pozycji poziomej zależy od wysokości (długości) słupa.
- b. Masa słupa wynosi 2000kg, a kąt  $\alpha$  jest równy  $15^\circ$ . Przyjmujemy, że środek masy słupa znajduje się w połowie jego długości. Oblicz minimalną wartość naciągu liny konieczną do uniesienia leżącego słupa.
- c. Słup o długości 12 m był podnoszony bardzo powoli. Gdy był on już w położeniu prawie pionowym, lina odzepiła się od niego i słup się przewrócił. Oblicz wartość prędkości liniowej końca słupa w chwili

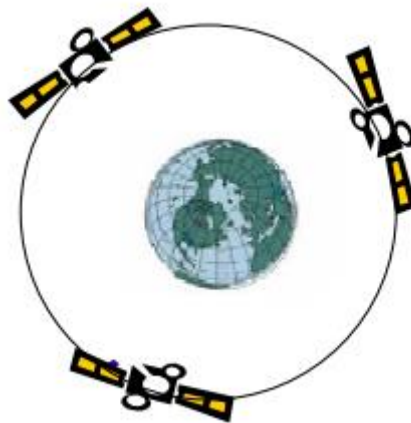
uderzenia o powierzchnię ziemi. Przyjmij, że słup jest jednorodnym prętem, a jego moment bezwładności względem osi prostopadłej i przechodzącej przez jego koniec wynosi  $\frac{1}{3}ml^2$ , gdzie  $m$  to masa pręta, a  $l$  jego długość.

4. Rozważamy ruch dwóch samochodów, które poruszały się po poziomym i prostym odcinku trasy. Pierwszy samochód ruszył i jadąc ze stałym przyspieszeniem, rozpędził się w czasie 2 s do prędkości o wartości 10 m/s. Następnie przez 6 s jechał ze stałą prędkością, a potem 2 s hamował ze stałym opóźnieniem aż do zatrzymania się. Drugi samochód ruszył równocześnie z pierwszym. Przez pierwszą połowę czasu trwania ruchu rozpędzał się ze stałym przyspieszeniem, a potem hamował ze stałym opóźnieniem aż do zatrzymania się. Oba samochody przebyły tę samą drogę w tym samym czasie.
- Narysuj wykres zależności  $v(t)$  – wartości prędkości od czasu – dla ruchu pierwszego samochodu.
  - Oblicz całkowitą drogę przebytą przez pierwszy samochód oraz maksymalną wartość prędkości drugiego samochodu.
  - Narysuj wykres zależności  $x(t)$  – wartości położenia od czasu – dla ruchu drugiego samochodu.
5. Rzut z autu jest elementem gry w piłkę nożną i polega na wprowadzeniu piłki do gry z linii bocznej boiska. Podczas wykonywania autu piłkarz rzuca piłkę oburącz zza głowy. Rozwiązując zadanie pominiemy opory ruchu oraz przyjmij, że prędkość początkowa piłki rzuconej z autu  $v_0$  ma kierunek poziomy, a przyspieszenie ziemskie ma wartość  $g = 9.81 \text{ m/s}^2$ . Rysunek poniżej przedstawia położenie piłki podczas ruchu w jednakowych odstępach czasu.



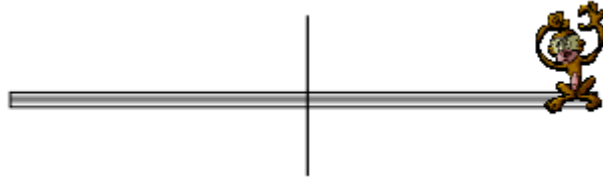
- Narysuj wykres rozkładu poszczególnych składowych prędkości dla piłki w punkcie B.

- b. Zawodnik podczas meczu wyrzuca piłkę z autu w kierunku poziomym. W momencie wyrzutu piłka znajduje się na wysokości  $h = 1.96 \text{ m}$  ponad powierzchnia boiska. Oblicz czas lotu piłki od momentu wyrzutu do chwili uderzenia piłki o ziemię.
- c. Piłka wyrzucona poziomo z autu, z wysokości  $h = 1.96 \text{ m}$ , spada na boisko w odległości  $x = 5.10 \text{ m}$  – jeśli zmierzyć w kierunku poziomym od miejsca wyrzutu. Oblicz wartość  $v_0$  prędkości początkowej piłki.
6. Do celów telekomunikacji wykorzystywane są tzw. satelity geostacjonarne, które krążąc dookoła Ziemi pozornie "wiszą" nad wybranym punktem powierzchni Ziemi ( $M_Z = 5.972 \cdot 10^{24} \text{ kg}$ ).



- a. Jakie muszą być okres i kierunek obiegu takiego satelity i jak musi być położona jego orbita w stosunku do równika? Wyprowadź wzór.
- b. Wykaż, że jeżeli promień orbity takiego satelity wynosi  $42\,300 \text{ km}$ , to prędkość z jaką krąży, wynosi około  $3 \text{ km/s}$ .
- c. W wyniku błędu obsługi inna firma ulokowała na takiej samej orbicie satelitę telekomunikacyjnego o masie dwa razy mniejszej i poruszającego się w przeciwną stronę. W wyniku zderzenia oba obiekty utworzyły jedną bryłę. Oblicz prędkość tej bryły tuż po zderzeniu. Dlaczego utworzona w wyniku zderzenia bryła nie może poruszać się po orbicie stacjonarnej?

7. Na jednym z końców obracającej się wokół pionowej osi cienkościennej rurki siedzi małpka. Rurka ma długość 2 m, a jej masa wynosi 0.5 kg, małpka ma masę 2 kg. Oś obrotu przechodzi przez środek rurki.



- Oblicz wartość momentu bezwładności pręta z małpką siedzącą na końcu pręta. Przyjmij, że rozmiary małpki są niewielkie w stosunku do długości pręta.
- W pewnej chwili pręt z małpką siedzącą na końcu został wprowadzony w powolny ruch obrotowy, tak, że wykonał jeden obrót w 10 s. Małpka nie była z tego zadowolona i przeszła na środek pręta. Pręt z siedzącą na środku małpką zaczął wirować szybciej pomimo, iż nikt do niego nie podchodził. Dlaczego tak się stało? Uzasadnij odpowiednimi obliczeniami.
- Oblicz okres obrotu pręta, jeżeli małpka siedzi na jego środku.

8. Tarcza szlifierska ma kształt walca o średnicy 20 cm i masie 2000 g. Maksymalną prędkość obrotów tarcza osiąga po 5 s od momentu włączenia. Tarcza rozpędza się ruchem przyspieszonym ze stałym przyspieszeniem kątowym za pomocą siły przyłożonej stycznie do wałka napędowego w odległości  $r = 2$  cm od osi obrotu. Podczas rozpędzania tarczy zmierzono częstotliwość jej obrotów (z dokładnością 1 Hz) w zależności od czasu ruchu. Wyniki pomiarów zebrano w tabeli. Czas zmierzono z dokładnością do 0.1 s. Moment bezwładności walca wynosi  $\frac{1}{2}mr^2$ .

f [Hz]	t [s]
0	0
5	0.8
7	1
10	1.6
12	2
15	2.5
20	3.2
22	3.5
25	4
28	4.5
30	5

- Oblicz wartość przyspieszenia kątownego tarczy podczas rozpędzania.
- Wyznacz wartość siły rozpędzającej tarczę.
- Na skutek oporów ruchu tarcza zatrzymuje się po czasie 30 s od momentu, gdy przestaje na nią działać siła rozpędzająca. Ile razy wartość przyspieszenia kątownego jest większa od wartości opóźnienia kątownego?