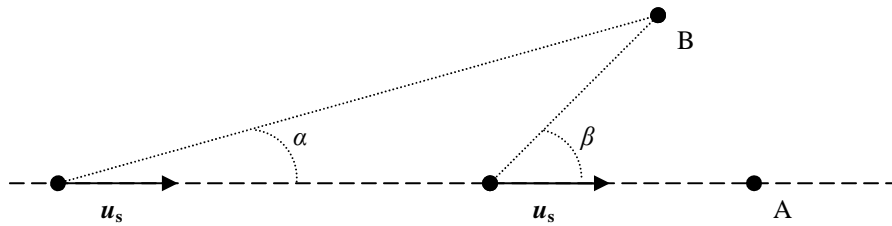


**Politechnika Warszawska - Wydział Fizyki**  
**Kuratorium Oświaty w Warszawie**

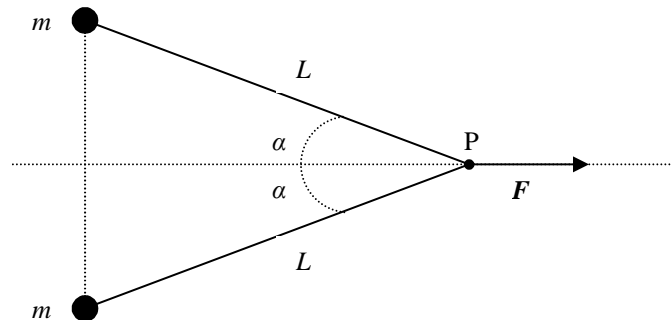
**XXI KONKURS FIZYCZNY dla szkół średnich**  
**Finał - 14 marca 2015 r.**

**Zadanie 1.**



Punktowe źródło dźwięku drgające z częstością  $f_s$  porusza się z prędkością  $u_s$  po linii prostej. Prędkość dźwięku w powietrzu ma wartość  $v$  ( $v > u_s$ ). Detektor A znajduje się na linii poruszania się źródła dźwięku, detektor B odsunięty jest na pewną odległość w bok od tej linii. (a) Jaka jest częstość drgań  $f_A$  fali rejestrowana przez detektor A? (Dane są:  $v, u_s, f_s$ .) (b) Jaka jest częstość drgań  $f_B$  fali, która dotarła do detektora B, jeśli w momencie jej wytworzenia źródło dźwięku przemieszczało się przez położenie określone przez kąt  $\alpha$  ( $0 < \alpha < 180^\circ$ )? Należy przyjąć, że wielkość  $u_s/f_s$  jest mała w porównaniu do odległości pomiędzy źródłem dźwięku a detektorem. (Dane są:  $v, u_s, f_s, \alpha$ .) (c) Wyznaczyć wartość  $\alpha$ , jeśli w momencie rejestracji częstości  $f_B$  źródło dźwięku znajduje się w położeniu określonym przez kąt  $\beta$ . (Dane są:  $v, u_s, \beta$ .) Odp.: (b)  $f_B = \frac{v}{v - u_s \cos \alpha} f_s$ ; (c)  $\alpha = \beta - \sin^{-1} \left( \sin \beta \frac{u_s}{v} \right)$ .

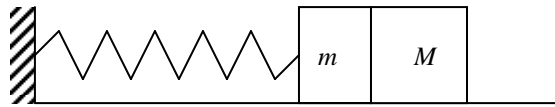
**Zadanie 2.**



Dwa identyczne krążki hokejowe, każdy o masie  $m$ , spoczywające na gładkiej tafli lodu połączone nicią o długości  $2L$  tworzącą w chwili początkowej kąt  $2\alpha$ . Stała siła o wielkości  $F$ , prostopadła do prostej łączącej krążki i przyłożona w punkcie P nici, nadaje układowi przyspieszenie. Z jaką prędkością kątową względem punktu P porusza się każdy z krążków

tuż przed zderzeniem? Odp.:  $\sqrt{\frac{F(1 - \cos \alpha)}{mL}}$ .

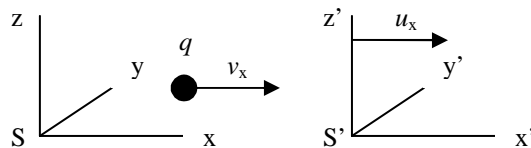
### Zadanie 3.



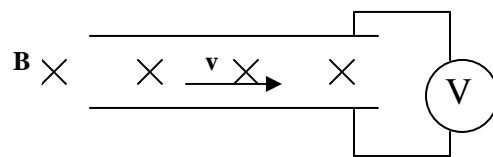
Klocek o masie  $m$ , przymocowany do lekkiej sprężyny, znajduje się w stanie równowagi. Drugi koniec sprężyny przymocowany jest do ściany. Klocek o masie  $M$  przystawiono do klocka o masie  $m$  i zaczęto powoli popychać w stronę ściany ściskając sprężynę o odcinek  $A$ . Układ następnie zwolniono. Jak daleko oddalone są od siebie klocki w momencie gdy sprężyna jest maksymalnie rozciągnięta po raz pierwszy? Tarcie pomijamy.

Odp.:  $\sqrt{\frac{m}{m+M}} A \left( \frac{\pi}{2} - 1 \right)$ .

### Zadanie 4.



(I) W układzie odniesienia  $S$  jednorodne pole magnetyczne skierowane równoległe do osi  $y$  wypełnia całą przestrzeń i ma wartość  $B_y$ . Jednorodne pole elektryczne skierowane równoległe do osi  $z$  wypełnia całą przestrzeń i ma wartość  $E_z$ . Na ładunek  $q$  poruszający się równoległe do osi  $x$  z prędkością  $v_x$  działa wówczas w kierunku osi  $z$  siła Lorentz'a  $F_z = q(v_x B_y + E_z)$ . W układzie odniesienia  $S'$  którego osie  $x'$ ,  $y'$  i  $z'$  są równoległe do odpowiednich osi układu  $S$  i który porusza się z prędkością  $u_x$  równoległą do osi  $x$  siła Lorentz'a ma wartość  $F'_z = q'(v'_x B'_y + E'_z)$ , gdzie wielkości primowane odnoszą się do wartości mierzonych w układzie  $S'$ . Przyjmując  $q'=q$ ,  $F'_z=F_z$  i  $B'_y=B_y$  wykazać, że  $E'_z=u_x B_y + E_z$ . (Komentarz:  $q'=q$  jest słuszne zawsze,  $F'_z=F_z$  i  $B'_y=B_y$  jeśli prędkość  $u_x$  jest mała w porównaniu do prędkości światła.)



(II) Odległość pomiędzy okładkami początkowo nienaładowanego kondensatora płaskiego wynosi  $d$ . Równoległe do jego okładek przestrzeń wypełnia pole magnetyczne o indukcji  $B$ . Jakie napięcie wskaże woltomierz podłączony do okładek kondensatora jeśli elektrycznie obojętna ciecz o względnej przenikalności elektrycznej  $\epsilon_r$  przepływa pomiędzy okładkami z prędkością  $v$  skierowaną prostopadle do pola magnetycznego? Odp.:  $dvB \left( 1 - \frac{1}{\epsilon_r} \right)$ .

**Uwaga:** W rozwiązaniach zadań należy przyjąć powszechnie znane stałe fizyczne (np.:  $g$ ,  $R$ ,  $\epsilon_0$  itp.) za dane.