

Fizyka I, seria X

Zadania wstępne

1.

- czy wektor prędkości jest zawsze styczny do toru?
- czy wektor przyspieszenia jest zawsze styczny do toru?
- czy wektor przyspieszenia może być: styczny do toru? prostopadły do toru?
- zapisz ruch punktu po okręgu o promieniu R i środku w punkcie (a,b) ze stałą prędkością kątową: we współrzędnych kartezjańskich (x,y) , we współrzędnych biegunowych (r,ϕ) .

2. Naskicuj (najlepiej na jednym wykresie) jak dla cząstki poruszającej się ruchem harmonicznym zmienia się w czasie podczas jednego okresu: położenie, prędkość, przyspieszenie, energia kinetyczna.

4. W pewnym obszarze przestrzeni wytworzono jednorodne pole elektryczne, którego wektor jest równoległy do osi x i jednorodne pole magnetyczne, równoległe do osi y . Jaką prędkość muszą mieć cząstki wpadające w obszar tych pól, by poruszały się tam po liniach prostych?

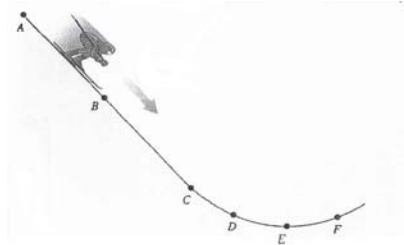
5. Naładowana cząstka porusza się w jednorodnym polu magnetycznym. Które ze stwierdzeń są zawsze prawdziwe:

- cząstka ma stałą energię kinetyczną,
- cząstka może poruszać się po linii prostej ze stałą prędkością,
- cząstka może poruszać się po linii prostej ze stałym przyspieszeniem,
- siła działająca na cząstkę zależy jedynie od jej prędkości.

6. Przypomnij sobie ze szkoły postać siły Lorentza działającej na naładowaną cząstkę w jednorodnym polu magnetycznym, skierowanym prostopadle do prędkości początkowej. Wykaż, że w takiej sytuacji okres obiegu cząstki w ruchu po okręgu nie zależy od energii cząstki (w przybliżeniu nierelatywistycznym).

Zadanie 1. Przykład ruchu krzywoliniowego (dla wszystkich)

Rozważyć ruch narciarza na torze przedstawionym na rysunku. Narysować wektory przyspieszenia w punktach toru B , D , E i F .



Zadanie 2. Zastosowanie współrzędnych biegunowych (Fizyka)

W trzech rogach trójkąta równobocznego o boku $a = 0.6$ m znajdują się 3 pająki. W pewnej chwili zaczynają się one gonić wzajemnie tzn. poruszają się ze stałą prędkością $v_0 = 5$ cm/s skierowaną wzdłuż prostej łączącej danego pająka z poprzedzającym go. Dla dowolnego pająka znaleźć równanie, czas ruchu i równanie toru.

Zadanie 3. Prosty oscylator harmoniczny (dla wszystkich)

Na końcu sprężyny przymocowanej do ściany znajduje się kulka o masie $m=10$ g. Kulka wykonuje swobodne drgania harmoniczne o amplitudzie $A=10$ cm wzdłuż osi x , wokół punktu równowagi $x=0$ cm. Znane są następujące informacje z początkowych chwil ruchu:

1. W chwili czasu $t=0$ s wychylenie wynosiło $-0.5A$, a prędkość była zwrócona w kierunku punktu maksymalnego wychylenia.
2. W chwili czasu $t=1/12$ s kulka znajduje się w punkcie maksymalnego wychylenia $-A$.
3. Pomiędzy chwilą $t=0$ s a $t=1/12$ s kulka nie znalazła się nigdy w położeniu równowagi ($x=0$ cm).

Na podstawie tych informacji:

- a) podaj funkcję opisującą zależność wychylenia kulki z położenia równowagi ($x=0$) od czasu oraz narysuj jej wykres,
- b) wyznacz okres tego ruchu i zaznacz go na powyższym wykresie,
- c) wyznacz częstotliwość tego ruchu,
- d) oblicz stałą sprężystości sprężyny, na której zamocowano kulkę,
- e) wykorzystując analogię między ruchem harmonicznym a ruchem po okręgu, wyznacz prędkość i przyspieszenie kulki, oraz narysuj ich wykresy,
- f) podaj wyrażenia na energię kinetyczną kulki i energię potencjalną sprężyny; wykaż odpowiednim rachunkiem, że energia w tym ruchu jest zachowana.

Zadanie 4. Oscylator energetycznie (Fizyka)

Cząstka o masie m i energii E znajduje się w polu siły jednowymiarowego oscylatora harmonicznego: $\mathbf{F} = -k\mathbf{x}$. Wyznacz i narysuj potencjał tej siły. Scharakteryzuj punkty przestrzeni dostępne cząstce w trakcie jej ruchu. Przedyskutuj ruch tej cząstki w zależności od jej energii.

Zadanie 5. Wahadło matematyczne jakościowo (dla wszystkich)

Wykonano dwa układy doświadczalne: w pierwszym metalową kulkę o masie m zawieszono na nitce o długości d , zaś w drugim taką samą kulkę umieszczono w rynience wygiętej w okrąg o promieniu d . Zaniedbując opory ruchu i efekty związane z toceniem kulki udowodnij, że w obu przypadkach ruch kulki opisuje to samo równanie, znajdź je i rozwiąż dla przypadku małych wychyleń od położenia równowagi.

Zadanie 6. Drgania tłumione (Fizyka)

Rozważ ruch punktu materialnego na który działa siła harmoniczna oraz siła oporu proporcjonalna do prędkości (oscylator tłumiony). Równanie ruchu ma więc postać:

$$ma = -kx - bv, \quad \ddot{x} = -\frac{k}{m}x - \frac{b}{m}\dot{x}$$

$$\boxed{\ddot{x} + \frac{b}{m}\dot{x} + \omega_0^2 x = 0},$$

gdzie $\omega_0 = \sqrt{k/m}$ jest częstością drgań własnych (swobodnych) oscylatora. Pokaż, że zagadnienie to ma rozwiązanie w postaci zanikających eksponentalnie oscylacji harmonicznym: $x(t) = A_0 \exp(-\beta t) \sin(\omega t + \delta)$, gdzie A_0 – amplituda początkowa, β – współczynnik tłumienia ośrodka, ω – częstość kołowa drgań tłumionych. Sprawdź dla jakich wartości parametrów jest ono poprawne. Wyznacz parametry β i ω .

Zadanie 7. Jonowy spektrometr masowy z selektorem prędkości (dla wszystkich)

Do badania mas naładowanych cząstek (na przykład jonów różnych izotopów tego samego pierwiastka) używa się układu spektrometru masowego. Aby spektrometr działał poprawnie, na wejściu musimy najpierw uformować wiązkę jonów o dobrze określonej prędkości. W tym celu jony przechodzą przez selektor prędkości - skrzyżowane pola magnetyczne o indukcji B i prostopadle do niego pole elektryczne o natężeniu E (oba pola są prostopadle do prędkości wpadających cząstek). Następnie cząstki wylatujące z selektora poruszają się w jednorodnym polu magnetycznym o indukcji B_s , skierowanym prostopadle do ich prędkości początkowej. W polu tym jony o masie poruszają się po okręgach i po przebyciu połowy okręgu uderzają w klisze (albo inny detektor).

Dla jednokrotnie zjonizowanych (ładunek równy ładunkowi elektronu $q=1,6 \times 10^{-19}$ C) jonów uranu ^{235}U i ^{238}U (masy odpowiednio 400×10^{-27} kg i 405×10^{-27} kg) o prędkości $v_0 = 250$ m/s w polu o indukcji $B_s = 0,01$ T oceń odległość śladów jonów dwóch izotopów na kliszy.

Zadanie 8. (tylko fizyka)

Znaleźć i przedyskutować ruch cząstki o masie m i ładunku q w jednorodnym polu magnetycznym o indukcji $B=(B_x, B_y, B_z)$. Prędkość początkowa $v_0=(v_{0x}, v_{0y}, v_{0z})$, położenie początkowe x_0 .

Zadanie 9. (dla wszystkich)

Współczesne karabiny snajperskie nadają pociskowi prędkość rzędu 1000 m/s. Oszacuj, jakie jest maksymalne odchylenie pocisku wywołane siłą Coriolisa przy strzelaniu równoległe do powierzchni ziemi na odległość 100 m. W jakich warunkach wartość tego odchylenia jest maksymalna, a w jakich minimalna?