

FIZYKA OGÓLNA I PYTANIA I PROBLEMY

Poniższe pytania i problemy mogą pomóc w pracy nad samodzielnym przyswojeniem materiału kursu w trakcie przygotowania do egzaminu.

UWAGA: Nie wyczerpują one całości tego materiału i nie stanowią dosłownej listy przyszłych tematów egzaminacyjnych!!!

Bardzo pomocne w pracy nad opanowaniem materiału będzie staranne przeanalizowanie przykładów, sprawdzianów i podsumowań znajdujących się w odpowiednich rozdziałach podręcznika „Podstawy fizyki” Hallidaya, Resnicka i Walkera (HRW).

Opis ruchu cząstki, kinematyka

1. Co to jest punkt materialny? W jaki sposób opisuje się ruch punktu w przestrzeni? Podać definicje (*kompletne i dokładne!*) wektora położenia (wodzącego), przemieszczenia, prędkości (chwilowej), prędkości średniej, szybkości, przyspieszenia (chwilowego), przyspieszenia średniego, toru punktu. Sporządzić odpowiednie ilustracje graficzne.
2. Wyrazić wektory położenia, prędkości i przyspieszenia poprzez składowe w kartezyjańskim układzie współrzędnych.
3. Wyjaśnić sens stwierdzenia: „ruch w trzech wymiarach może być analizowany jako złożenie trzech ruchów jednowymiarowych”.
4. Omówić różnicę między prędkością chwilową i średnią. Co można powiedzieć o przemieszczeniu cząstki, jeżeli w pewnym przedziale czasu jej prędkość średnia była równa zero?
5. Czy poruszające się ciało może mieć dodatnią prędkość i ujemne przyspieszenie? Jeżeli tak, to co dokładnie należy rozumieć przez takie stwierdzenie?
Czy ciało o prędkości równej zero może mieć różne od zera przyspieszenie? Ile wynosi przyspieszenie rzuconej pionowo w górę piłki w najwyższym osiągniętym przez nią punkcie? Ile wynosi przyspieszenie rzuconej pionowo piłki w trakcie jej wznoszenia się i opadania? Czy cząstka może mieć prędkość skierowaną na wschód, jeżeli jej przyspieszenie jest skierowane na zachód?
Czy wektor prędkości cząstki może być zmienny, jeżeli szybkość cząstki jest stała? Czy wartość prędkości cząstki może się zmieniać, jeżeli wektor prędkości jest stały? Czy kierunek prędkości ciała może się zmieniać, jeżeli przyspieszenie tego ciała jest stałe? Czy w ruchu dwuwymiarowym przyspieszenie może mieć stały kierunek?
6. Cząstka porusza się po linii prostej ze stałym przyspieszeniem. Pokazać, że jej średnia prędkość pomiędzy dwiema chwilami czasu t_1 i t_2 , w których prędkość cząstki wynosi odpowiednio v_1 i v_2 , jest równa $v_{sr} = (v_1+v_2)/2$.

7. Ile wynosi przyspieszenie rzuconego pionowo do góry kamienia w trzech fazach ruchu: (1) gdy wznosi się on do góry, (2) gdy znajduje się on w punkcie najwyższego wzniesienia, (3) gdy opada w dół.

8. Piłkę podrzucono pionowo do góry. Opory ruchu można pominąć. Czy w najwyższym położeniu:

- a) prędkość piłki zmienia zwrot,
- b) przyspieszenie piłki zmienia zwrot,
- c) przyspieszenie piłki ma wartość zero,
- d) energia kinetyczna piłki zmienia znak.

9. Wyprowadzić wzory opisujące rzut ukośny (zasięg, wysokość, kształt toru) (zob. HRW rozdz. 4).

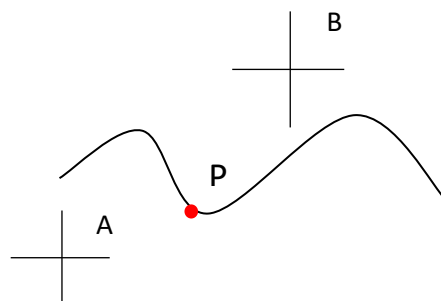
10. Naszkieować tor ciała rzuconego z prędkością początkową v_0 pod pewnym kątem do powierzchni Ziemi i w kilku wybranych punktach tego toru narysować wektory prędkości i przyspieszenia oraz ich składowe w kartezjańskim układzie Oxy (oś x skierowana poziomo w prawo, oś y pionowo w górę, pomijamy opór powietrza).

11. Ciało z problemu 10 osiąga tę samą wysokość w dwóch różnych chwilach swego ruchu. Które z wymienionych wielkości fizycznych są jednakowe w tych momentach: położenie, prędkość, szybkość, przyspieszenie?

12. Czy cząstka może poruszać się w taki sposób, że jej prędkość jest prostopadła (1) do jej wektora położenia, (2) do jej przyspieszenia, (3) do obu tych wektorów jednocześnie? Podać przykład odpowiednich ruchów.

13. Cząstka porusza się po okręgu ze stałą szybkością. Które z następujących wielkości fizycznych charakteryzujących cząstkę podczas tego ruchu są stałe: położenie, prędkość, przyspieszenie, wartość przyspieszenia dośrodkowego, przyspieszenie styczne, wartość całkowitego przyspieszenia?

14. Cząstka P (oznaczona kropką na rysunku) porusza się po pokazanym torze w prawo. Czy prędkość punktu P, opisywana względem układu A jest taka sama jak względem układu B? Narysuj wektory wodzące i wektor(y) prędkości cząstki.



15. Wyprowadzić związki między prędkościami i przyspieszeniami ciała względem dwóch poruszających się względem siebie ruchem prostoliniowym układów odniesienia.

16. Omówić transformację Galileusza.

17. Pasażer pociągu jadącego ze stałą prędkością rzuca pionowo do góry piłkę. Czy piłka powróci do niego, spadnie przed nim czy za nim?

18. Jedziesz pociągiem. Niestety, dach Twojego wagonu ma dziurę i przecieka. Kiedy stoisz na stacji krople deszczu kapią na podłogę przedziału pionowo w dół. Co się dzieje gdy pociąg jedzie ze stałą prędkością?

19. Pasażer windy jadącej w dół ze stałą prędkością upuszcza monetę. Jakie będzie przyspieszenie monety obserwowane przez osobę jadącą windą i przez obserwatora nieruchomego względem budynku?

Zasady dynamiki Newtona, pęd cząstki, popęd siły

1. Omówić, w jaki sposób można zdefiniować siłę i masę bezwładną.

2. Wskazać siły działające na człowieka siedzącego na krześle.

3. Sformułować 1. zasadę dynamiki. Jaki układ nazywamy układem inercyjnym? Czy układy inercjalne istnieją w przyrodzie? Co to jest bezwładność ciała?

4. Jeżeli układ odniesienia związany z Ziemią uznamy za inercjalny, to z którym z wymienionych obiektów nie można związać układu inercjalnego: 1) tramwajem jadącym ze stałą prędkością, 2) hamującym samochodem, 3) spadającym swobodnie jabłkiem, 4) Księżycem, 4) windą jadącą do góry ze stałą szybkością?

5. Dlaczego gwałtowne uderzenie końcem trzonka młotka w stół powoduje silniejsze wbicie się jego głowicy na trzonek?

6. Sformułować 2. zasadę dynamiki.

7. a) Gdy na pewne ciało działa siła $\mathbf{F}_1 = -6.0\mathbf{j}$ N, ciało to ma przyspieszenie $-0.20\mathbf{j}$ m/s². Jakie będzie przyspieszenie tego ciała, gdy oprócz siły \mathbf{F}_1 działa na nie druga siła $\mathbf{F}_2 = (10.0\mathbf{i} + 2.0\mathbf{j})$ N?

b) Na nieruchome ciało o masie 5 kg zaczęły działać dwie wzajemnie prostopadłe siły o wartościach 3 N i 4 N. Po jakim czasie ciało to uzyska prędkość 5 m/s?

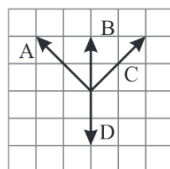
c) Czy jest możliwe, że gdy cząstka porusza się w lewo, to działa na nią siła skierowana w prawo?

d) Czy na ciało poruszające się ze stałą szybkością po torze krzywoliniowym działa siła?

8. Czy spotykane czasem powiedzenie, że „przyspieszenie to stosunek siły do masy” stanowi definicję przyspieszenia?

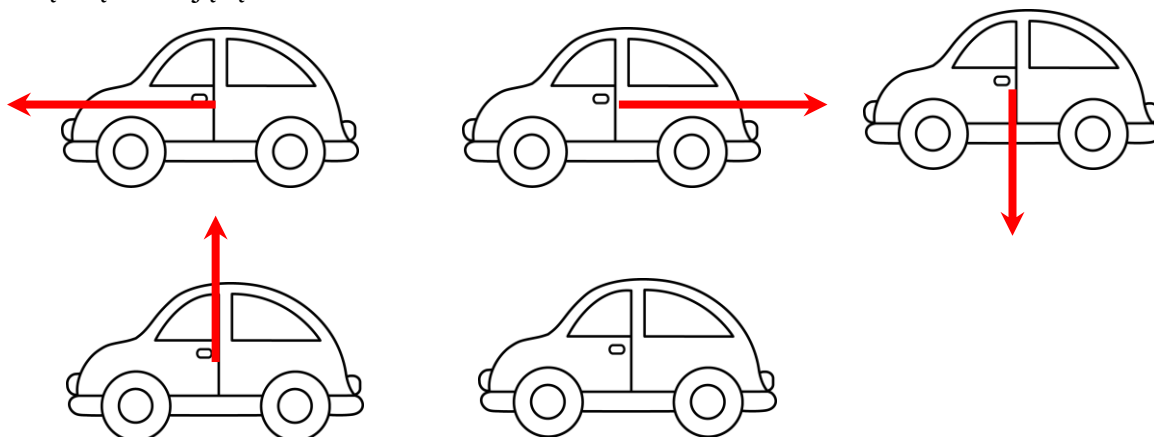
9. Która z pokazanych na rysunku sił jest wypadkową trzech pozostałych? A może żadna nią nie jest?

Rys. za Konkurs Fizyczny "Lwiątka" 2012.



10. Czy upuszczony swobodnie obiekt może spadać ruchem jednostajnym? Jak zmienia się (rośnie, maleje, jest stałe) przyspieszenie skoczka spadochronowego przed otwarciem spadochronu?

11. Samochód jedzie po poziomej szosie ze stałą prędkością. Który rysunek pokazuje wypadkową siłę działającą na samochód?



12. Czy na ciało poruszające się ze stałą szybkością po okręgu działają jakieś siły?

13. Zdefiniować (*dokładnie i kompletnie!*) pęd cząstki. Sformułować 2. zasadę dynamiki cząstki wykorzystując pojęcie pędu. Co można powiedzieć o pędzie cząstki, na którą nie działa żadna siła lub wypadkowa sił działających jest równa zero?

14. Czy pęd ciała zależy od układu odniesienia?

15. Sformułować 3. zasadę dynamiki.

16. Siły akcji i reakcji w sensie 3. zasady dynamiki mają równe wartości i są przeciwnie skierowane. Jakie to ma skutki dla siły wypadkowej działającej na ciało?

17. Paczka leży na wadze sprężynowej. Jakie siły działają na paczkę? Wskazać siłę reakcji w sensie trzeciej zasady Newtona dla każdej z tych sił.

18. Gdy dziecko ciągnie samochodzik-zabawkę, zabawka ciągnie dziecko z siłą równą co do wartości i przeciwnie skierowaną. Dlaczego mimo to dziecko może pociągnąć zabawkę? Gdy młotek uderza w gwóźdź, gwóźdź wywiera na młotek przeciwnie skierowaną siłę o takiej samej wartości. Dlaczego mimo to wbijamy gwóźdź?

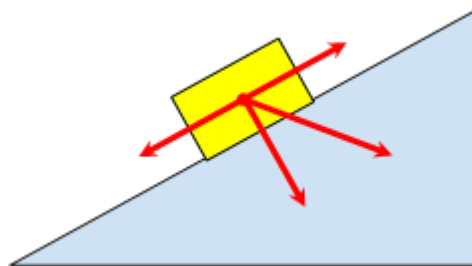
19. Masa Ziemi jest 80 razy większa od masy Księżyca. Ile wynosi stosunek siły grawitacji z jaką Ziemia przyciąga Księżyc, do wartości siły z jaką Księżyc przyciąga Ziemię?

20. Jakie siły akcji i reakcji w znaczeniu 3. zasady dynamiki występują podczas spadku swobodnego kamienia?

21. Szyba jadącego szybko samochodu uderza w komara, który zostaje zgnieciony. Jaką siłę wywiera komar na samochód? Co można powiedzieć o przyspieszeniach (opóźnieniach) samochodu i komara? Jak zmieniły się pędy komara i samochodu? A jak ich prędkości?

22. Jaką wielkość nazywamy popędem siły?

23. Jakie siły nazywamy siłami kontaktowymi? Co to jest siła tarcia? Tarcie kinetyczne i statyczne, współczynniki tarcia. Na równi pochyłej spoczywa klocek. Który wektor może reprezentować siłę tarcia? Dlaczego?



24. Co to są równania ruchu? Co to są warunki początkowe? Czego dowiadujemy się o ruchu punktu materialnego rozwiązując równania różniczkowe ruchu?

25. Uderzenie rakiety tenisowej w lecącą piłkę trwa 0.03 s i powoduje zmianę prędkości piłki o masie 0.06 kg z 20 m/s w jednym kierunku na 25 m/s w drugim kierunku. Jaka średnia siła działa na piłeczkę w trakcie uderzenia?

26. Ciężarek o masie 1 kg został zrzucony z wieży z wysokości 100 m. Sporządzić wykres jego pędu w funkcji czasu i przebytej drogi.

27. Omówić pojęcie siły dośrodkowej. Gdy kręcimy ciężarkiem umocowanym do sznurka, na ciężarek działa siła dośrodkowa. Jaka siła działa na rękę trzymającą drugi koniec sznurka?

Ruch drgający

1. Jaki ruch nazywamy ruchem harmonicznym prostym? Co to jest oscylator harmoniczny? Podać przykłady ruchu harmonicznego prostego.
2. Napisać równanie ruchu cząstki wykonującej ruch harmoniczny prosty wzdłuż linii prostej („równanie oscylatora harmonicznego”). Rozwiązać to równanie. Nazwać i podać interpretację podstawowych wielkości charakteryzujących ruch harmoniczny. Przedyskutować wpływ wyboru warunków początkowych na parametry charakteryzujące ruch harmoniczny.
3. Sporządzić wykresy zależności położenia, prędkości i przyspieszenia oscylatora od czasu dla kilku wybranych zespołów warunków początkowych.
4. Sporządzić i porównać wykresy zależności położenia od czasu dwóch oscylujących cząstek w następujących sytuacjach: 1) oba oscylatory mają tę samą amplitudę i częstość, ale różnią się fazą początkową o 45° , 2) oba oscylatory mają tę samą częstość i fazę początkową, ale amplituda jednego z nich jest dwukrotnie mniejsza niż drugiego, 3) oba oscylatory mają jednakową amplitudę i fazę początkową równą zero, ale ich częstości różnią się dwa razy.
5. Położenie początkowe oscylatora wykonującego drgania o okresie równym 0.25 s jest 5 cm, a prędkość początkowa 218 cm/s. Ile wynosi jego amplituda i faza początkowa? Przyjąć równanie oscylatora w postaci $x(t) = A\sin(\omega t + \varphi)$.
6. Obliczyć energię kinetyczną i potencjalną ciała w ruchu harmonicznym prostym (zob. np. Orear, paragraf 11.4, HRW, paragraf 16.4).
7. Jaką część energii całkowitej oscylatora stanowi energia potencjalna, a jaką kinetyczna, gdy oscylator znajduje się w położeniu równym połowie maksymalnego wychylenia z położenia równowagi?
8. Klocek o masie 2 kg przymocowany jest do końca poziomej sprężyny o stałej sprężystości $k=150$ N/m. Klocek został wychylony z położenia równowagi o 15 cm i puszczony. Obliczyć amplitudę, okres, częstotliwość i częstość kołową drgań, energię mechaniczną oraz największą prędkość osiąganą przez klocek. Ruch klocka odbywa się bez tarcia.
9. W jakich warunkach ruch wahadła prostego jest prostym ruchem harmonicznym? Obliczyć okres drgań takiego wahadła.
10. Drgania tłumione. Napisać równanie ruchu oscylatora tłumionego w przypadku, gdy wartość siły oporu jest proporcjonalna do prędkości. Podać rozwiązania tego równania i ich interpretację fizyczną. Co można powiedzieć o amplitudzie i częstości drgań tłumionych?
11. Drgania wymuszone. Napisać równanie ruchu oscylatora tłumionego, na który działa dodatkowo okresowa siła wymuszająca. Podać rozwiązanie tego równania dla przypadku drgań ustalonych. Z jaką częstością drga wówczas oscylator? Jaka jest amplituda drgań? Kiedy mówimy o rezonansie? Co to jest częstość rezonansowa? Co rozumiemy przez „przesunięcie fazowe między przemieszczeniem a siłą wymuszającą”?

Praca siły, energia mechaniczna, położenia równowagi cząstki

1. Podać (*dokładną i kompletną!*) definicję pracy wykonywanej przez stałą siłę w trakcie przemieszczenia cząstki wzdłuż linii prostej. Jednostka pracy. Obliczyć pracę wykonaną przez siłę o wartości 100 N działającą pod kątem 30° do poziomu w trakcie przesunięcia o 3 m po podłodze szafki o masie 10 kg.
2. Na cząstkę poruszającą się wzdłuż linii prostej działa stała siła. Jak skierowany musi być wektor siły w stosunku do prędkości cząstki, aby siła ta wykonała maksymalną, a jak, by wykonała minimalną pracę?
3. Do końca nitki przywiązany jest ciężarek, którym kręcimy nad głową. Obliczyć pracę wykonaną przez siłę naprężenia nitki w trakcie połowy pełnego obrotu.
4. Podać definicję pracy w przypadku ogólnym, tzn. pracy wykonywanej przez siłę, która jest funkcją położenia, w trakcie przemieszczania cząstki między dwoma punktami po dowolnym torze krzywoliniowym. Od czego może zależeć wartość wykonanej pracy?
5. Podać definicję (*dokładną i kompletną!*) energii kinetycznej ciała. Wyprowadzić związek między pracą i energią kinetyczną. Co mówi twierdzenie o pracy i energii kinetycznej?
6. W jaki sposób, korzystając z twierdzenia o pracy i energii kinetycznej, można obliczyć prędkość u podnóża stoku osiągniętą przez saneczkę? Znane są: długość i nachylenie stoku, współczynnik tarcia kinetycznego sanek o śnieg, prędkość saneczek na początku stoku oraz masa saneczkarza i sanek.
7. Ciężarek o masie 2 kg porusza się wzdłuż osi y pod działaniem siły sprężystej $F = -ky$ N. Ciężarek rusza z punktu $y = 0$ z prędkością początkową 3 m/s. W jakim punkcie jego prędkość osiągnie wartość zero? $k = 8$ N/m.
8. Cząstki o masach M i m mają równe energie kinetyczne. Jaki jest stosunek pędów tych cząstek?
9. Jakie siły nazywamy zachowawczymi? Podać przykłady sił zachowawczych. Podać definicję (*dokładną i kompletną!*) energii potencjalnej. Omówić związek między pracą sił zachowawczych a energią potencjalną.
10. Obliczyć energię potencjalną w przypadku siły sprężystej, siły ciężkości i siły grawitacji (wskazać dokładnie wybór punktu, w którym przyjmujemy wartość energii potencjalnej równą zeru!). Obliczyć energię potencjalną dla siły $F(x) = a/x^3$ (a stała dodatnia) wybierając punkt odniesienia w ten sposób, aby funkcja opisująca energię potencjalną miała jak najprostszą postać.
11. Wyprowadzić i omówić zasadę zachowania energii mechanicznej.
12. W jaki sposób znajdujemy siłę, jeżeli znana jest energia potencjalna?

13. Kiedy mówimy, że punkt materialny znajduje się w położeniu równowagi? Jakie mogą być rodzaje równowagi, co jest charakterystyczne dla każdego z nich? Równowaga a energia potencjalna.

14. Co to jest krzywa energii potencjalnej? Wskaż na krzywej energii potencjalnej punkty odpowiadające położeniom równowagi cząstki. Jakie punkty nazywamy punktami zwrotnymi i jakie jest ich znaczenie fizyczne?

15. Jakie jest znaczenie fizyczne nachylenia krzywej energii potencjalnej w każdym jej punkcie?

Układ punktów materialnych

1. W jaki sposób opisujemy układ punktów materialnych (wektory wodzące, prędkości, przyspieszenia, pędy). Co to są siły wewnętrzne i zewnętrzne? Kiedy układ nazywamy izolowanym? Jaką wielkość nazywamy pędem całkowitym układu cząstek? Całkowitą energią kinetyczną?

2. Podać definicję (*dokładną i kompletną!*) środka masy układu N cząstek. Znaleźć środek masy (tzn. jego położenie) dla układu trzech cząstek o masach 6 kg, 2 kg i 4 kg usytuowanych w płaszczyźnie Oxy odpowiednio w punktach (3.0,2.0) m, (4.0, -4.0) m i (-2.0,7.0) m. Wynik wyrazić podając współrzędne środka masy oraz wektor jego położenia. Znaleźć środek masy układu trzech cząstek o masach 1.0 kg, 2.0 kg, 3.0 kg umieszczonych w wierzchołkach trójkąta równobocznego o boku 1.0 m, usytuowanego w układzie Oxy w taki sposób, iż „lewy” koniec jego podstawy znajduje się w początku układu.

3. Dwie cząstki o masach m_1 i m_2 oddalone są od siebie o d_1+d_2 . Pokazać, że środek masy tego układu leży na prostej łączącej cząstki w punkcie takim, że $d_1/d_2 = m_2/m_1$. Znaleźć położenie środka masy układu Ziemia-Księżyc (oba ciała traktujemy jako punkty, potrzebne dane liczbowe znaleźć np. w tablicach).

4. Czy położenie środka masy względem elementów układu zależy od wyboru układu odniesienia? Aby uzasadnić odpowiedź, rozważyć układ cząstek o masach m_i i wektorach położenia \mathbf{r}_i ($i = 1, 2, \dots, N$) względem układu S . Niech położenie początku innego układu S' względem S opisuje wektor \mathbf{R} , a położenia cząstek względem S' opisują wektory \mathbf{r}'_i . Pokazać, że położenie środka masy układu względem S' jest $\mathbf{r}'_{SM} = \mathbf{r}_{SM} - \mathbf{R}$, a następnie obliczyć położenie środka masy względem cząstki o numerze i w obu układach.

5. Cząstki o jednakowych masach znajdują się w wierzchołkach sześcianu. Gdzie leży środek masy układu?

6. Co można powiedzieć o ruchu środka masy? Zdefiniować pęd środka masy. Pokazać, że pęd środka masy jest równy całkowitemu pędowi układu.

7. Na trzy cząstki o masach $m_1=4.0$ kg, $m_2=2.0$ kg i $m_3=4.0$ kg działają odpowiednio siły $\mathbf{F}_1 = 4.0\mathbf{j}$ N, $\mathbf{F}_2 = -8.0\mathbf{j}$ N i $\mathbf{F}_3 = -6.0\mathbf{i}$ N. Obliczyć przyspieszenie środka masy układu. Obliczyć położenie i prędkość środka masy, jeżeli w pewnej chwili początkowej cząstki spoczywały w punktach o współrzędnych (1.0,1.0) m, (2.0,-2.0) m i (-2.0,1.0) m.

8. Kula o promieniu 5 cm i masie 3 kg została przywiązana do końca sprężyny o masie 2 kg i stałej sprężystości $k=1000$ N/m. Do drugiego końca sprężyny przywiązano kulę o promieniu 6 cm i masie 5 kg. Całość rzucono do góry. Ile wynosi przyspieszenie środka masy tak skonstruowanego obiektu? Dlaczego?

9. Omówić zasadę zachowania pędu w przypadku układu punktów materialnych.

Prędkość kątowna, moment pędu, moment siły

1. Cząstka porusza się po okręgu. Podać (*dokładną i kompletną!*) definicję wektora prędkości kątowej cząstki. Naskicować na rysunku omawianą sytuację.

2. Podać (*dokładną i kompletną!*) definicję momentu pędu cząstki. Czy można przypisać cząstce moment pędu bez podania najpierw punktu odniesienia? Czy istnieją punkty, względem których moment pędu cząstki poruszającej się po linii prostej jest równy zeru? Czy cząstka może mieć pęd i nie mieć momentu pędu? Jaki jest kierunek wektora momentu pędu Ziemi związanego z jej ruchem wokół Słońca?

3. Cząstka o masie 0.2 kg porusza się w płaszczyźnie Oxy wzdłuż linii prostej $y=2.0$ m z prędkością 5.0i m/s. Obliczyć moment pędu cząstki względem początku układu współrzędnych oraz względem punktu o współrzędnych (2,0) m.

4. Podać (*dokładną i kompletną!*) definicję momentu siły działającego na cząstkę. Omówić związek między momentem pędu cząstki a działającym na nią momentem siły. Kiedy moment pędu cząstki jest zachowany?

5. Cząstka porusza się stale pod wpływem siły skierowanej w stronę nieruchomego punktu O. Podaj przykład układu, w którym mamy do czynienia z taką sytuacją. Jaki jest moment pędu cząstki względem tego punktu? Dlaczego?

6. Co to są siły centralne? Podać przykłady. Co można powiedzieć o momencie pędu cząstki poruszającej się w polu siły centralnej? Omówić i uzasadnić podstawowe własności ruchu cząstki pod działaniem siły centralnej (ruch w płaszczyźnie, drugie prawo Keplera). Siła dośrodkowa i trzecie prawo Keplera dla orbit kołowych.

7. Podać definicję całkowitego momentu pędu układu cząstek i całkowitego momentu sił działających na układ. Jaki jest związek między nimi? Wykazać, że suma momentów sił wewnętrznych działających na każdą parę cząstek układu jest równa zeru. Zasada zachowania momentu pędu – kiedy moment pędu układu cząstek jest stały?

Bryła sztywna

1. Jaki obiekt nazywamy bryłą sztywną? Czym różni się bryła sztywna od dowolnego układu punktów materialnych? Z jakich elementów składa się ruch bryły sztywnej? Co znaczy powiedzenie, że bryła wykonuje obrót „wokół stałej osi”? Jakie wielkości nazywamy momentem pędu bryły i momentem siły względem osi?

2. Zwijamy w ciasną belę długi dywan, tak że nie ślizga się on po podłodze, a zwinięta belka obraca się wokół swej osi o stały kąt na jednostkę czasu. W jaki sposób zmienia się długość obszaru podłogi przykrytego dywanem?

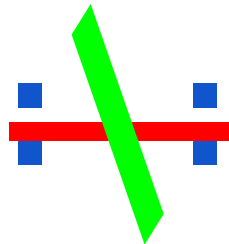
3. Zdefiniować moment bezwładności bryły względem osi. Od czego zależy moment bezwładności bryły?

4. W jaki sposób oblicza się moment bezwładności układu cząstek (bryły) względem osi? Obliczyć momenty bezwładności bryły złożonej z trzech cząstek o masach 6 kg, 2 kg i 4 kg usytuowanych w płaszczyźnie Oxy odpowiednio w punktach (3, 2) m, (4, -4) m i (-2, 7) m. względem każdej z osi układu odniesienia.

5. Wyprowadzić związek między momentem pędu względem osi i momentem bezwładności oraz prawo ruchu obrotowego bryły wokół stałej osi. Czy siła, której wektor pokrywa się z osią obrotu bryły powoduje przyspieszenie kątowe bryły?

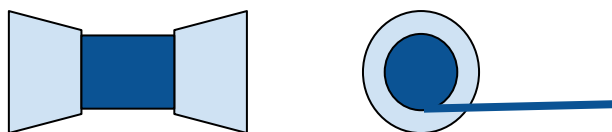
6. Czy moment pędu ciała sztywnego musi być równoległy do prędkości kątowej?

7. Tarcza (zielona) jest osadzona na wale (czerwonym) umocowanym w uchwytych (niebieskich) jak zaprezentowano na rysunku poniżej. Jak skierowany jest moment pędu tarczy przy obrocie wału?



8. Kiedy moment pędu bryły sztywnej w ruchu wokół stałej osi nie zmienia się? Uzasadnić, że gdy moment pędu bryły jest stały, to $L = \text{const}$. Podać i wyjaśnić przykłady konsekwencji zachowania momentu pędu (np. piruet, skok do wody z obrotem, doświadczenia z wirującym kołem...)

9. W którą stronę obraca się szpulka (patrz rysunki poniżej), którą pociągniemy za nici równoległe do podłoża? Dlaczego?



10. Moment bezwładności wirującej łyżwiarki maleje w czasie zmiany pozycji kręconego piruetu do $\frac{1}{2}$ wartości pierwotnej. Ile wynosi stosunek energii kinetycznych łyżwiarki w tych dwóch pozycjach?

Nieinercyjny układ odniesienia

1. Jaki układ odniesienia nazywamy nieinercyjnym?

2. Cząstka o masie m , na którą działa wypadkowa siła zewnętrzna \mathbf{F}_{wyp} , porusza się względem nieinercyjnego układu odniesienia z przyspieszeniem \mathbf{a} . Od czego i w jaki sposób zależy to przyspieszenie?

3. Co to są siły bezwładności i co jest ich cechą charakterystyczną? Czy “pojawienie się” siły bezwładności wynika z oddziaływania między ciałami?

4. Kulka o masie m może toczyć się po ustawionej poziomo płaskiej tarczy. Tarcza obraca się wokół przechodzącej przez jej środek pionowej osi. Jakie siły bezwładności mogą działać na kulkę? Napisać odpowiednie wyrażenia przedstawiające każdą z tych sił i omówić ich właściwości.

Elementy szczególnej teorii względności

1. Sformułować postulaty, na których oparta jest STW.

2. Względność równoczesności – omówić i zaanalizować eksperyment, w którym dwa sygnały świetlne odbierane są przez obserwatorów w dwóch różnych inercjalnych układach odniesienia („eksperyment z impulsami w jadącym wagonie”).

3. Transformacja Lorentza – sformułowanie, postać, konsekwencje.

4. Na czym polega procedura pomiaru odcinka długości oraz przedziału czasu między dwoma zdarzeniami w STW? Wyprowadzić z formuł transformacyjnych Lorentza związki między długościami odcinków czasowych („dylatacja czasu”) oraz odcinków przestrzennych („skrócenie Lorentza”) zmierzone przez obserwatorów w dwóch inercjalnych, poruszających się względem siebie ze stałą prędkością, układach odniesienia.

5. Układ O' porusza się względem układu O ze stałą prędkością u w kierunku dodatnim wspólnego kierunku osi $x-x'$ obu układów. Dwa zdarzenia A i B są jednoczesne względem O' . Korzystając z transformacji Lorentza zbadać i uzasadnić, czy będą one jednoczesne względem O w następujących przypadkach: (a) gdy A i B zachodzą w tym samym miejscu w O' , (b) gdy A i B zachodzą w różnych miejscach w O' .

