



Różnice i podobieństwa ruchu po okręgu i ruchu prostoliniowego.

- Wprowadzenie
- Przeczytaj
- Grafika interaktywna (schemat)
- Sprawdź się
- Dla nauczyciela



Różnice i podobieństwa ruchu po okręgu i ruchu prostoliniowego.

Źródło: dostępny w internecie: <https://pixabay.com/pl/photos/motocykl-wy%c5%9bcigi-rower-pr%c4%99dko%c5%9b%c4%87-438464/> [dostęp 23.03.2022], domena publiczna.

Czy to nie ciekawe ?

Ruch jest powszechnym zjawiskiem w przyrodzie i polega na zmianie położenia ciała względem wybranego układu odniesienia. Mimo że nazwy wielkości fizycznych opisujących ruch wydają się być powszechnie znane, to często zapomina się o sensie fizycznym tych wielkości, wynikającym z ich definicji. W tym e-materiale dowiesz się szczegółów dotyczących opisu ruchu prostoliniowego i po okręgu.

Twoje cele

Pracując z tym e-materiałem:

- dowiesz się, jakie wielkości opisują ruch,
- poznasz opis ruchu prostoliniowego i ruchu po okręgu,
- zrozumiesz związek między kierunkiem przyspieszenia a kształtem toru ruchu,
- przeanalizujesz podobieństwa i różnice między ruchem prostoliniowym i ruchem po okręgu,
- zastosujesz zdobytą wiedzę przy rozwiązywaniu problemów.

Przeczytaj

Warto przeczytać

Ruch to zmiana położenia ciała z upływem czasu, obserwowana względem wybranego ciała, nazywanego **układem odniesienia**. Dla wygody opisu położenia z układem odniesienia wiąże się **układ współrzędnych**.

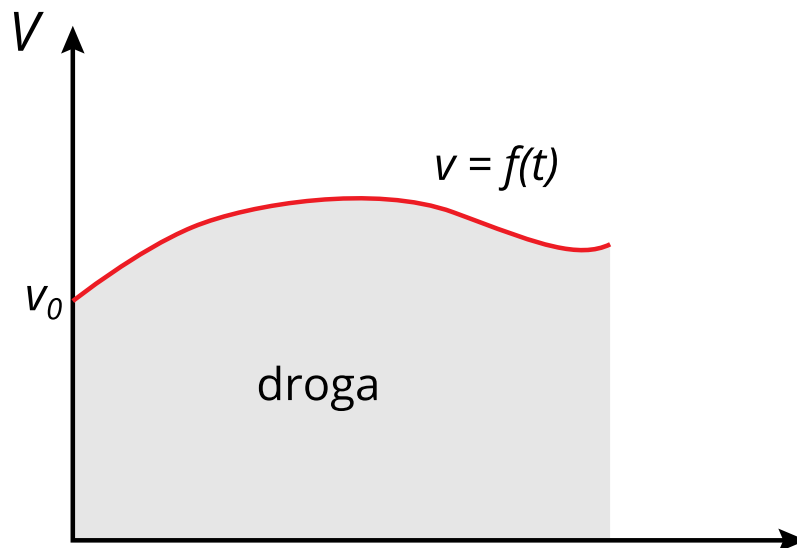
Wielkościami opisującymi ruch są między innymi: tor, droga, przemieszczenie, prędkość i przyspieszenie.

W tym e-materiale poznasz wielkości opisujące ruch ciała, którego wymiary nie wpływają na opis ruchu i w opisie ruchu możemy traktować je jako **punkt materialny**.

Punktem materialnym nazywa się ciało, które ma masę, ale nie ma wymiarów.

Torem ruchu nazywa się linię, po której porusza się punkt.

Droga to długość toru lub jego fragmentu. Drogę oznacza się literą s . Gdy mamy dany wykres zależności prędkości od czasu, to przebytą drogę możemy obliczyć jako pole figury ograniczonej tym wykresem i osią czasu (Rys. 1.).



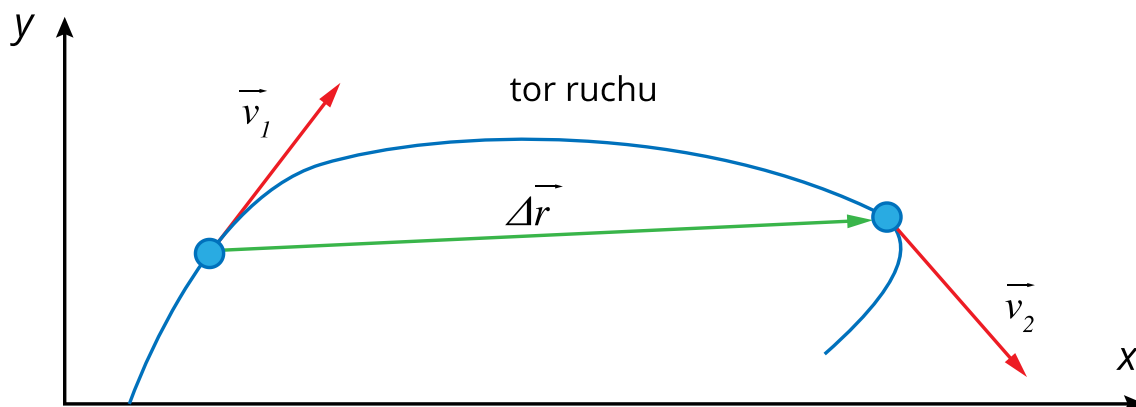
Rys.1. Droga jako pole figury ograniczonej wykresem zależności prędkości od czasu i osią czasu.

Źródło: Politechnika Warszawska, Wydział Fizyki, licencja: CC BY 4.0.

Przemieszczenie to wektor łączący wybrane położenia poruszającego się punktu. Oznacza się je symbolem $\Delta\vec{r}$.

Prędkość jest wielkością wektorową opisującą ruch. Prędkość jest oznaczana zazwyczaj symbolem \vec{v} . Jeżeli opisujemy wartość prędkości, wówczas stosuje się symbol v – bez strzałki. Wektor prędkości jest styczny do toru ruchu. Wartość prędkości można obliczyć dzieląc wartość przemieszczenia przez czas, w którym nastąpiło. Ponieważ prędkość może ulegać ciągłym zmianom, pomiar przemieszczenia powinien odbywać się w jak najkrótszym czasie. Jeżeli wartość prędkości jest stała, to czas pomiaru nie musi być krótki.

Dokładnie wektor prędkości definiuje równanie: $\vec{v} = \frac{\Delta \vec{r}}{\Delta t}$, gdzie $\Delta t \rightarrow 0$.



Rys. 2. Tor ruchu, przykładowy wektor przemieszczenia $\Delta \vec{r}$ i przykładowe wektory prędkości \vec{v}_1, \vec{v}_2 .

Źródło: Politechnika Warszawska, Wydział Fizyki, licencja: CC BY 4.0.

Przyspieszenie jest wektorem opisującym zmianę prędkości, oznacza się je symbolem \vec{a} i definiuje wzorem $\vec{a} = \frac{\Delta \vec{v}}{\Delta t}$, przy czym $\Delta t \rightarrow 0$. Jeżeli przyspieszenie jest stałe, jego wartość możemy obliczyć ze wzoru $a = \frac{\Delta v}{\Delta t}$.

Ze względu na **kształt toru** ruchu, ruchy można podzielić na **prostoliniowe** i **krzywoliniowe**. Szczególnym przykładem ruchu krzywoliniowego jest **ruch po okręgu**.

O przebiegu ruchu decyduje prędkość początkowa oraz siła wypadkowa działająca na ciało, której skutkiem, zgodnie z II zasadą dynamiki, jest przyspieszenie ciała.

Jeżeli siła wypadkowa, a zatem i przyspieszenie, jest równoległa do prędkości początkowej, to także wektor zmiany prędkości, opisany wzorem $\Delta \vec{v} = \vec{a} \Delta t$, jest równoległy do wektora prędkości początkowej (Rys. 3.) i torem ciała jest linia prosta.

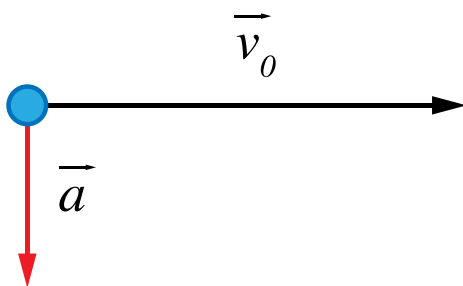


Rys. 3. Jeżeli wektor przyspieszenia \vec{a} jest równoległy do wektora prędkości początkowej \vec{v}_0 , to wektor zmiany prędkości $\Delta\vec{v}=\vec{a}\Delta t$ jest także równoległy do wektora prędkości początkowej. W takim przypadku zmienia się tylko wartość wektora prędkości, a torem ruchu jest linia prosta.

Źródło: Politechnika Warszawska, Wydział Fizyki, licencja: CC BY 4.0.

W szczególności, gdy siła wypadkowa jest równa zero, to ciało będzie poruszać się ruchem jednostajnym prostoliniowym lub pozostawać w spoczynku. Jeżeli przyspieszenie ma stałą wartość i zwrot zgodny z prędkością, to ciało porusza się ruchem jednostajnie przyspieszonym prostoliniowym. Jeżeli zwrot przyspieszenia jest przeciwny do prędkości, to wartość prędkości maleje a ruch ciała jest jednostajnie opóźniony.

Zupełnie odmienny skutek wywołuje siła o stałej wartości, która jest stale prostopadła do wektora prędkości. Siła taka powoduje przyspieszenie, a zatem i wektor zmiany prędkości $\Delta\vec{v}$ prostopadły do wektora prędkości \vec{v} (Rys. 4.).



Rys. 4. Wektor przyspieszenia \vec{a} prostopadły do wektora prędkości.

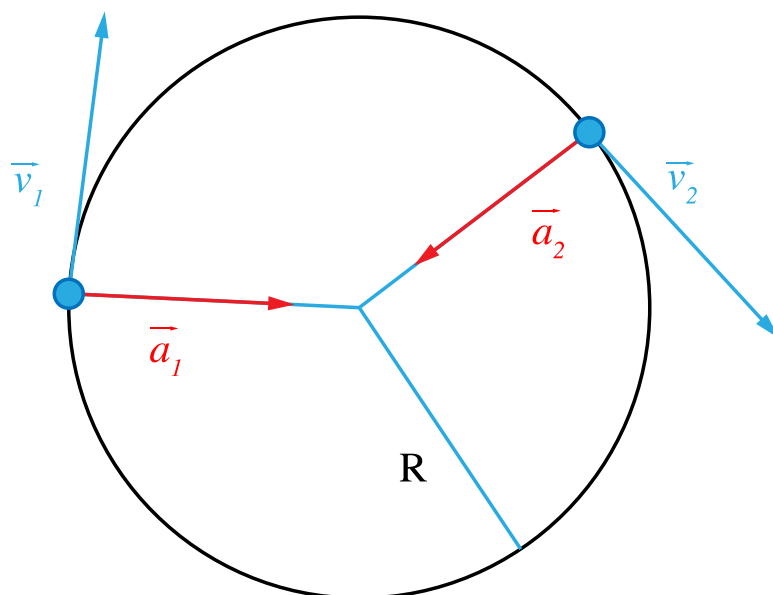
Źródło: Politechnika Warszawska, Wydział Fizyki, licencja: CC BY 4.0.

Przykładem siły w przybliżeniu spełniającej te warunki jest siła grawitacyjna Słońca działająca na planety lub siła napięcia sznurka działająca na ciężarek, który zaczepiony na sznurku wiruje po okręgu.

Zatem, jeżeli przyspieszenie ma stałą wartość i jest stale prostopadłe do wektora prędkości, to ciało porusza się ruchem jednostajnym po okręgu (Rys. 4.). Przyspieszenie występujące w ruchu jednostajnym po okręgu nazywa się dośrodkowym. Ma ono wartość:

$$a = \frac{v^2}{R}$$

gdzie v to wartość prędkości poruszającego się punktu, a R to promień okręgu, po którym porusza się punkt.



Rys. 5. Prędkość i przyspieszenie w ruchu jednostajnym po okręgu. Należy pamiętać, że choć wartości prędkości v_1 i v_2 są sobie równe, to wektory prędkości \vec{v}_1 i \vec{v}_2 nie są sobie równe, ponieważ mają różne kierunki. Podobnie przyspieszenia \vec{a}_1 i \vec{a}_2 mają jednakowe wartości, ale różnią się kierunkami.

Źródło: Politechnika Warszawska, Wydział Fizyki, licencja: CC BY 4.0.

Ruch jednostajny po okręgu może być scharakteryzowany okresem T i częstotliwością f .

Okresem nazywa się czas jednego obiegu okręgu, a **częstotliwość** jest liczbą obiegów w jednostce czasu.

Częstotliwość obliczymy zatem dzieląc liczbę obiegów okręgu przez czas, w którym te obiegi nastąpiły. Stąd między okresem i częstotliwością mamy związek:

$$f = \frac{1}{T}$$

Jednostka częstotliwości to $[f] = \frac{1}{s} = 1 \text{ Hz}$, czyli herc.

Ponieważ w ciągu jednego okresu ciało poruszające się po okręgu przebywa drogę równą obwodowi koła, to wartość prędkości można opisać wzorami:

$$v = \frac{2\pi R}{T}$$

lub

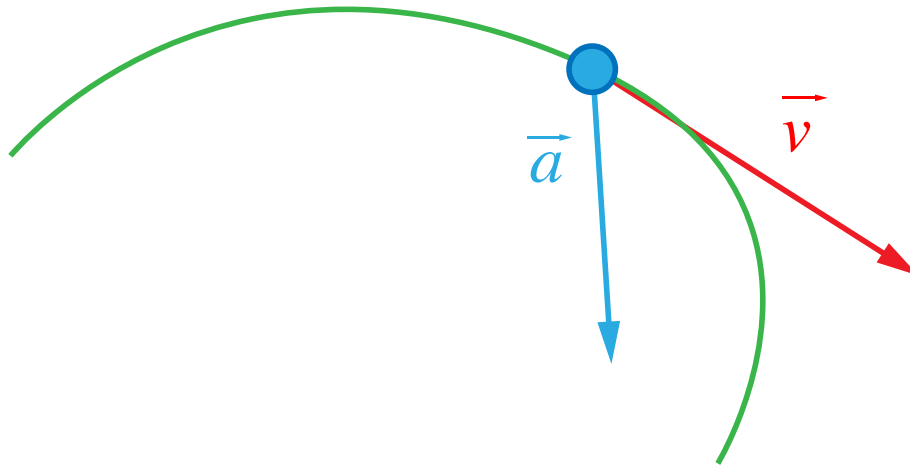
$$v = 2\pi Rf$$

Z przedstawionych informacji wynika, że kierunek wektora przyspieszenia wpływa istotnie na rodzaj ruchu. Porównanie ruchu, w którym przyspieszenie jest równoległe do wektora prędkości i ruchu, w którym przyspieszenie jest prostopadłe do wektora prędkości, zestawiono w Tabeli 1.

Tabela 1. Porównanie ruchów prostoliniowych i ruchu jednostajnego po okręgu.

| Rodzaj ruchu ----- | Ruch prostoliniowy jednostajny w jednym kierunku (bez zmiany zwrotu prędkości) | Ruch prostoliniowy zmienny jednostajnie | Ruch po okręgu jednostajny |
|--|---|--|--|
| Wielkość opisująca | | | |
| tor | linia prosta | linia prosta | okrąg |
| prędkość | stała co do wartości i kierunku | stała co do kierunku, o zmiennej wartości | zmienny kierunek, stała wartość |
| droga w jednakowych odstępach czasu | jednakowe wartości | rosnące wartości w ruchu przyspieszonym, malejące w opóźnionym | jednakowe wartości |
| przyspieszenie | równe 0 | stałe i równoległe do prędkości | o stałej wartości i prostopadłe do prędkości |
| okres | nie dotyczy | nie dotyczy | Stały, równy czasowi jednego obiegu okręgu |

Jeżeli wektor przyspieszenia tworzy z wektorem prędkości kąt inny niż 0° lub 90° , to ciało zmienia zarówno wartość jak i kierunek wektora prędkości i porusza się po torze krzywoliniowym ze zmienną co do wartości prędkością (Rys. 6.).



Rys. 6 . Przykład toru ruchu dla przypadku, w którym przyspieszenie nie jest ani równoległe, ani prostopadłe do wektora prędkości.

Źródło: Politechnika Warszawska, Wydział Fizyki, licencja: CC BY 4.0.

Słowniczek

punkt materialny

(*ang.: material point*) obiekt, który ma masę, ale nie ma wymiarów. Punkt materialny modeluje zachowanie poruszających się obiektów rzeczywistych, o ile ich wpływ ich wymiarów jest pomijalny dla opisu badanego ruchu.

Grafika interaktywna (schemat)

Różnice i podobieństwa ruchu po okręgu i ruchu prostoliniowego.

Zapoznaj się z grafiką, która pokazuje, jak może zmieniać się ruch ciała.

OBIEKT MULTIMEDIALNY

KLIKNIJ, ABY OTWORZYĆ NA PEŁNYM EKRANIE

Źródło: Politechnika Warszawska, Wydział Fizyki, licencja: CC BY 4.0.

Polecenie 1

Kiedy długość drogi i wartość przemieszczenia są identyczne?

W ruchu prostoliniowym odbywającym się bez zmiany zwrotu prędkości.

Zawsze.

Polecenie 2

Wskaż wielkości, które występują w opisie zarówno ruchu po okręgu, jak i ruchu jednostajnego prostoliniowego.

częstotliwość

prędkość liniowa

okres

Polecenie 3

Czy potrafisz podać jakiś inny przykład, w którym ciało najpierw porusza się po okręgu, a następnie odłącza od niego i kontynuuje ruch w polu siły grawitacji?

Polecenie 4

Która z wielkości - okres obiegu czy częstotliwość obiegu - jest w opisie ruchu po okręgu odpowiednikiem prędkości w ruchu prostoliniowym? Uzasadnij swój wybór.

Polecenie 5

Zwróć uwagę na to, że tory drobinek wełny pokazane na grafice nie są symetryczne - są mniej strome, kiedy drobinka się wznosi, a bardziej strome, kiedy opada. Czy potrafisz postawić co najmniej jedną hipotezę co do przyczyn tego stanu rzeczy?

Polecenie 6

Uzasadnij, dlaczego dla ciał poruszających się po okręgu przemieszczenie w ciągu okresu jest zerowe, zaś droga nie.

Sprawdź się

Pokaż ćwiczenia:   

Ćwiczenie 1



Wybierz poprawne zdania:

W ruchu jednostajnym prostoliniowym wartość prędkości jest wprost proporcjonalna do czasu trwania ruchu.

W ruchu jednostajnie przyspieszonym prostoliniowym wektor prędkości jest stały.

W ruchu jednostajnym prostoliniowym wektor prędkości jest stały.

W ruchu jednostajnym prostoliniowym wartość prędkości jest stała.

Ćwiczenie 2



W ruchu jednostajnym po okręgu:

Wektor prędkości jest stały.

Wartość prędkości jest stała.

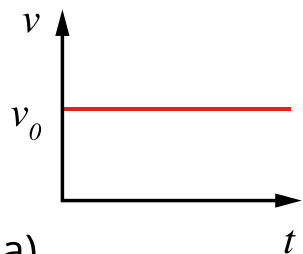
Wektor przyspieszenia jest stały.

Wartość przyspieszenia jest stała.

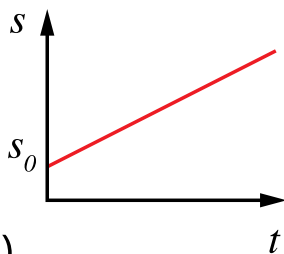
Ćwiczenie 3



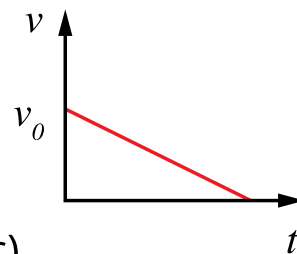
Dopasuj wykresy do rodzaju ruchów:



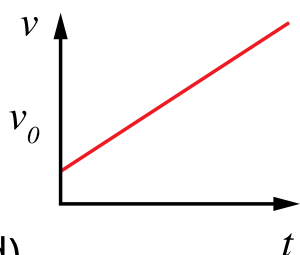
a)



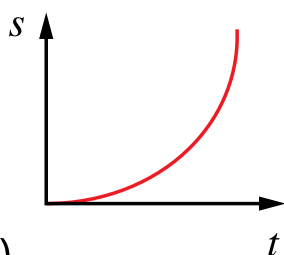
b)



c)



d)



e)

Źródło: Politechnika Warszawska, Wydział Fizyki, licencja: CC BY 4.0.

Jednostajny prostoliniowy

e c b d a

Jednostajnie przyspieszony

Jednostajnie opóźniony

Ćwiczenie 4



Zaznacz wyraz, aby uczynić poniższe zdania prawdziwymi:

Jeżeli wektor przyspieszenia jest równoległy do wektora prędkości ciała, to zmienia się wartość / kierunek wektora prędkości. Jeżeli wektor przyspieszenia jest prostopadły do wektora prędkości ciała, to zmienia się wartość / kierunek wektora prędkości.

Ćwiczenie 5



Samochód osobowy wyprzedzając ciężarówkę w ciągu dwóch sekund zwiększył prędkość od $80 \frac{\text{km}}{\text{h}}$ do $98 \frac{\text{km}}{\text{h}}$. Wartość przyspieszenia samochodu wynosiła:

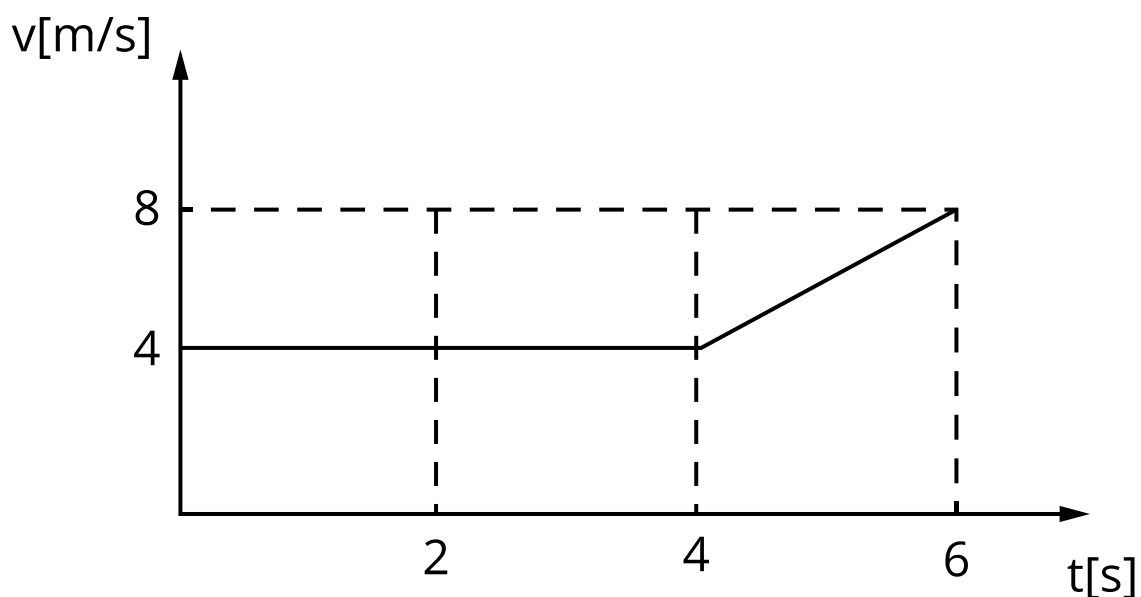
$2,5 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$

$5 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$

$4,5 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$

$9 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$

Ćwiczenie 6



Źródło: Politechnika Warszawska, Wydział Fizyki, licencja: CC BY 4.0.

Wykres przedstawia zależność prędkości od czasu dla ruchu prostoliniowego pewnego ciała. Na podstawie wykresu oblicz przyspieszenie i drogę przebytą przez ciało w przedziałach czasu: od 0 s do 4 s i od 4 s do 6 s. Wyniki podaj z dokładnością, odpowiednio, do jednej, dwóch, jednej oraz dwóch cyfr znaczących.

Dla etapu od 0 do 4s:

$$a = \boxed{} \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$$

$$\Delta s = \boxed{} \text{ m}$$

Dla etapu od 4s do 6s:

$$a = \boxed{} \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$$

$$\Delta s = \boxed{} \text{ m}$$

Ćwiczenie 7



Ciężarek uczepony na sznurku wiruje po okręgu, wykonując 8 obiegów okręgu w ciągu 24 sekund. Oblicz okres i częstotliwość obiegów okręgu. Wyniki podaj z dokładnością do jednej cyfry znaczącej w każdym polu.

$$T = \boxed{} \text{ s}$$

$$f = \boxed{} / \boxed{} \text{ Hz}$$

Ćwiczenie 8



Oblicz promień zakrętu i przyspieszenie dośrodkowe samochodu o masie 1000 kg, który objeżdża dookoła rondo w ciągu 0,25 min z prędkością $36 \frac{\text{km}}{\text{h}}$. Wyniki podaj z dokładnością do dwóch cyfr znaczących w obu polach. Przyjmij wartość $\pi = 3.14$.

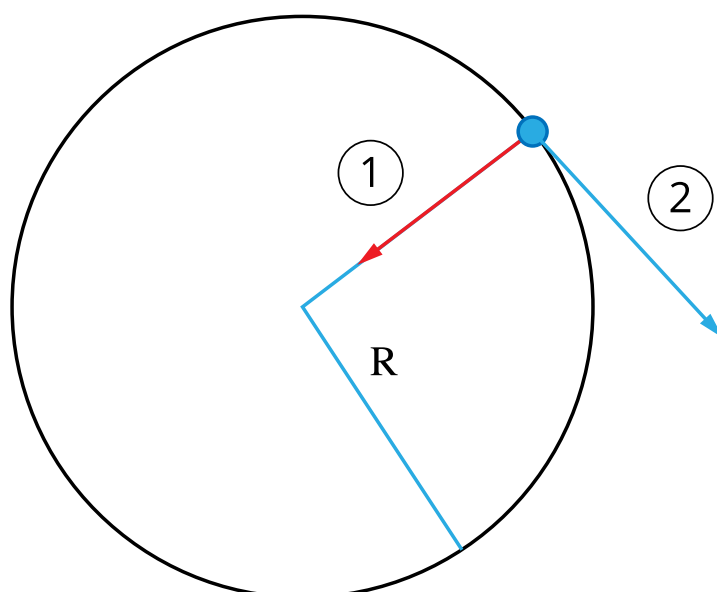
$R \approx$ m

$a \approx$ $\frac{\text{m}}{\text{s}^2}$

Ćwiczenie 9



Dopasuj symbol przyspieszenia \vec{a} i prędkości \vec{v} do odpowiedniego wektora:



Źródło: Politechnika Warszawska, Wydział Fizyki, licencja: CC BY 4.0.

1

\vec{a}

2

\vec{v}

Dla nauczyciela

| | |
|---|--|
| Imię i nazwisko autora: | Jarosław Krakowski |
| Przedmiot: | Fizyka |
| Temat zajęć: | Powtórzenie wiadomości o ruchu |
| Grupa docelowa: | III etap edukacyjny, liceum, technikum, zakres podstawowy |
| Podstawa programowa: | <p>Cele kształcenia – wymagania ogólne</p> <p>I. Wykorzystanie pojęć i wielkości fizycznych do opisu zjawisk oraz wskazywanie ich przykładów w otaczającej rzeczywistości.</p> <p>Zakres podstawowy</p> <p>Treści nauczania – wymagania szczegółowe</p> <p>II. Mechanika. Uczeń:</p> <p>3) opisuje ruchy prostoliniowe jednostajne i jednostajnie zmienne, posługuje się zależnościami położenia, wartości prędkości oraz drogi od czasu;</p> <p>4) opisuje ruch jednostajny po okręgu posługując się pojęciami okresu, częstotliwości i prędkości liniowej wraz z ich jednostkami.</p> |
| Kształtowane kompetencje kluczowe: | <p>Zalecenia Parlamentu Europejskiego i Rady UE z 2018 r.:</p> <ul style="list-style-type: none">• kompetencje w zakresie rozumienia i tworzenia informacji,• kompetencje matematyczne oraz kompetencje w zakresie nauk przyrodniczych, technologii i inżynierii,• kompetencje cyfrowe,• kompetencje osobiste, społeczne i w zakresie umiejętności uczenia się. |

| | |
|---|---|
| Cele operacyjne: | <p>Uczeń:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. podaje wielkości opisujące ruch, 2. opisuje ruch prostoliniowy i ruch po okręgu, 3. tłumaczy związek między kierunkiem przyspieszenia a kształtem toru ruchu, 4. wymienia podobieństwa i różnice między ruchem prostoliniowym a ruchem po okręgu. |
| Strategie nauczania: | IBSE (Inquiry-Based Science Education-nauczanie/uczenie się przedmiotów przyrodniczych przez odkrywanie/dociekanie naukowe) |
| Metody nauczania: | ćwiczenia przedmiotowe |
| Formy zajęć: | praca w grupach, praca w zespole klasowym |
| Środki dydaktyczne: | zestawy zadań, grafika interaktywna |
| Materiały pomocnicze: | rzutnik multimedialny |
| PRZEBIEG LEKCJI | |
| Faza wprowadzająca: | |
| <p>Na początku lekcji nauczyciel prosi uczniów o podanie definicji punktu materialnego oraz układu odniesienia i, w razie potrzeby, przypomina definicje tych pojęć. Następnie pyta uczniów o znaczenie podstawowych wielkości pojawiających się przy opisywaniu ruchu: toru, drogi, przemieszczenia, prędkości i przyspieszenia. Zwraca przy tym szczególną uwagę na różnicę między potocznym znaczeniem słowa „droga” i definicją drogi jako długości toru.</p> | |
| Faza realizacyjna: | |

Następnie uczniowie, przy pomocy nauczyciela, analizują podczas dyskusji na forum klasy wpływ kąta pomiędzy wektorem przyspieszenia a wektorem prędkości na rodzaj ruchu. Nauczyciel stara się ukierunkować ich tak, aby dokonali podziału ruchów ze względu na kształt toru, a w ruchach prostoliniowych wyróżnili ruchy jednostajne i jednostajnie zmienne.

Nauczyciel dzieli klasę na grupy i przydziela grupom zadania - przygotowanie krótkiej charakterystyki jednego z ruchów: jednostajnego prostoliniowego, jednostajnie przyspieszonego prostoliniowego, jednostajnie opóźnionego prostoliniowego i ruchu po okręgu.

Grupy uczniów przygotowują charakterystyki przydzielonego rodzaju ruchu. Wybrani przez uczniów przedstawiciele przedstawiają krótko wyniki prac swojej grupy na forum klasy. Po wysłuchaniu wszystkich przedstawicieli i rozwianiu ewentualnych wątpliwości nauczyciel rozpoczyna z uczniami dyskusję na temat różnic i podobieństw między ruchem po okręgu i ruchem prostoliniowym. Na tablicy tworzona jest tabelka (podobna do tej zawartej w rozdziale „Przeczytaj”) z podsumowaniem.

Faza podsumowująca:

Uczniowie rozwiązują zadania 1, 6, 7, 8.

Praca domowa:

Zadania: 2, 3, 4, 5, 9.

Wskazówki metodyczne opisujące różne zastosowania danego multimedium

Może być wykorzystane przy powtarzaniu wiadomości o ruchach.