**Marta Pycia**

Liceum Ogólnokształcące

im. Tadeusza Kościuszki

w Miechowie

Obraz zawierający tekst, Telefon komórkowy, Przenośne urządzenie do komunikacji, Komunikator

Opis wygenerowany automatycznie

Scenariusz lekcji fizyki z wykorzystaniem nowoczesnych technik cyfrowych

Smartfon w ruchu po okręgu

**Wprowadzenie:**

Tematyka związana z ruchem po okręgu na lekcjach fizyki często dla uczniów jest zbiorem nie do końca zrozumiałych rysunków i wzorów. Trudno jest im połączyć nowe pojęcia z tym, co znają z życia codziennego. Dwa rodzaje prędkości – liniowa i kątowa odbierane są jako czysta abstrakcja, gdy pozostają suchym wzorem na tablicy. W szczególności, gdy pracujemy na poziomie fizyki podstawowej.

Proponowany przeze mnie scenariusz lekcji ma na celu zrozumienie przez uczniów pojęć związanych z ruchem po okręgu oraz ich zależności. Uczniowie sprawdzą doświadczalnie a także przy użyciu narzędzi cyfrowych, czy wzory, które poznają na lekcjach odzwierciedlają rzeczywistość. Ich zadaniem będzie zbadać, czy w ruchu po okręgu prędkość kątowa jest proporcjonalna do prędkości liniowej (V = ) oraz czy przyspieszenie dośrodkowe jest proporcjonalne do kwadratu prędkości liniowej ( ).

Poprzez wykonanie doświadczenia uczniowie część wielkości zmierzą przy pomocy aplikacji Phyphox (przyspieszenie dośrodkowe a oraz prędkość kątową ), a część wyznaczą na podstawie zmierzonych przez siebie wartości takich jak promień okręgu R i czas obrotu T.

[Załącznik 1](https://lomiechow-my.sharepoint.com/:v:/g/personal/mpycia3_lomiechow_eu/ESSEiBb_0nxDjQmR6sfcBPkB8qO7esWxqC2WyBUlle0fGg?nav=eyJyZWZlcnJhbEluZm8iOnsicmVmZXJyYWxBcHAiOiJPbmVEcml2ZUZvckJ1c2luZXNzIiwicmVmZXJyYWxBcHBQbGF0Zm9ybSI6IldlYiIsInJlZmVycmFsTW9kZSI6InZpZXciLCJyZWZlcnJhbFZpZXciOiJNeUZpbGVzTGlua0NvcHkifX0&e=2snPeb) - *film przedstawiający przykład użycia stopera akustycznego w aplikacji Phyphox.*

W drugim etapie pracy uczniowie wykonają niezbędne obliczenia, na podstawie danych z aplikacji stworzą wykresy (przykładowy arkusz jest dołączony do scenariusza). Efektem ich pracy będą wyznaczone wielkości: V, V2, , *a* dla smartfona poruszającego po okręgu.

Dla efektu końcowego wszystkie grupy naniosą wyniki swoich obliczeń na wspólny wykres, który da ostateczną odpowiedź do tezy postawionej na początku lekcji. Ta część może być przeprowadzona w różnej formie – w zależności od możliwości i dostępnego sprzętu. Najlepsza i rekomendowana metoda, to użycie arkusza kalkulacyjnego online udostępnionego dla wszystkich grup. Grupy współpracując online tworzą wspólny wykres na podstawie danych zebranych przez wszystkie grupy.

Jeśli jest to niemożliwe wyniki grup mogą być naniesione na arkusz kalkulacyjny na stanowisku z podłączonym projektorem i wyświetlone na ekranie.

[Załącznik 2](https://lomiechow-my.sharepoint.com/:w:/g/personal/mpycia3_lomiechow_eu/EZ3bYs4CikBAnglzcn3z3FYB_z4N49xfRgdYipCBP2lwoA?e=AQeyDU) – *instrukcja użycia aplikacji PhyPhox.*

Scenariusz zawiera link do arkusza kalkulacyjnego, na który swoje wyniki mogą nanosić uczniowie wszystkich szkół wykorzystujących ten scenariusz tworząc globalny wykres.

**Elementy podstawy programowej:**

*Wymagania ogólne:*

*III. Planowanie oraz przeprowadzanie obserwacji lub doświadczeń oraz wnioskowanie na ich podstawie.*

*Wymagania szczegółowe:*

*prowadzi obliczenia szacunkowe i poddaje analizie otrzymany wynik;*

*tworzy teksty, tabele, diagramy lub wykresy, rysunki schematyczne lub blokowe dla zilustrowania zjawisk bądź problemu; właściwie skaluje, oznacza i dobiera zakresy osi;*

*rozpoznaje zależność rosnącą bądź malejącą na podstawie danych z tabeli lub na podstawie wykresu; rozpoznaje proporcjonalność prostą na podstawie wykresu;*

*przeprowadza wybrane obserwacje, pomiary i doświadczenia korzystając z ich opisów; wyróżnia kluczowe kroki i sposób postępowania oraz wskazuje rolę użytych przyrządów i uwzględnia ich rozdzielczość;*

*wyznacza średnią z kilku pomiarów jako końcowy wynik pomiaru powtarzanego;*

*przeprowadza obliczenia i zapisuje wynik zgodnie z zasadami zaokrąglania oraz zachowaniem liczby cyfr znaczących wynikającej z dokładności pomiaru lub z danych;*

**Cele lekcji:**

• Zrozumienie pojęć związanych z ruchem po okręgu oraz ich zależnościami

• Rozwijanie umiejętności współpracy w grupie z wykorzystaniem. dostępnych rozwiązań cyfrowych.

**Zastosowane metody pracy:**

Metoda projektu, praca w grupach z wykorzystaniem dokumentu współdzielonego online, doświadczenie z wykorzystaniem aplikacji Phyphox.

**Załączniki do scenariusza:**

* Karta pracy dla uczniów – [załącznik 3](https://lomiechow-my.sharepoint.com/:w:/g/personal/mpycia3_lomiechow_eu/ERYE2W4Td1JForBuByq86JgBv5auotAOebvo-8f-TZ_7Mw?e=iTrMSS)
* Tutorial pracy z aplikacją Phyphox z przykładowymi wykorzystania wyników – [załącznik 2](https://lomiechow-my.sharepoint.com/:w:/g/personal/mpycia3_lomiechow_eu/EZ3bYs4CikBAnglzcn3z3FYB_z4N49xfRgdYipCBP2lwoA?e=GDywi0)
* Gotowy arkusz kalkulacyjny przygotowany do wyznaczenia wykresów (wystarczy wprowadzić własne wyniki) – [załącznik 6](https://lomiechow-my.sharepoint.com/:x:/g/personal/mpycia3_lomiechow_eu/EVJZ-fF6RlNGnoJozG2y5PcBbL6_lDv83IaCxemezu2VZQ?e=j2oymD)
* Przykładowy arkusz kalkulacyjny zawierający dane z aplikacji oraz wykresy powstałe na ich podstawie – [załącznik 4](https://lomiechow-my.sharepoint.com/:x:/g/personal/mpycia3_lomiechow_eu/EWW-R02PFSFIuzyTfaL0kCEB69HBx9jBUuB2GmFlGS_FVA?e=vagtHV)
* Link arkusza kalkulacyjnego online umożliwiającego porównanie pracy uczniów z przykładowymi wynikami – [załącznik 5](https://lomiechow-my.sharepoint.com/:x:/g/personal/mpycia3_lomiechow_eu/EaTtnWgN81JHlXd-8iekHO4BAnrJ_13LdkIgJ-E4SwnChA?e=QwAZFo)
* Film obrazujący użycie smartfonu z aplikacją PhyPhox na lekcji - [Załącznik 1](https://lomiechow-my.sharepoint.com/:v:/g/personal/mpycia3_lomiechow_eu/ESSEiBb_0nxDjQmR6sfcBPkB8qO7esWxqC2WyBUlle0fGg?nav=eyJyZWZlcnJhbEluZm8iOnsicmVmZXJyYWxBcHAiOiJPbmVEcml2ZUZvckJ1c2luZXNzIiwicmVmZXJyYWxBcHBQbGF0Zm9ybSI6IldlYiIsInJlZmVycmFsTW9kZSI6InZpZXciLCJyZWZlcnJhbFZpZXciOiJNeUZpbGVzTGlua0NvcHkifX0&e=2snPeb)

**Czas trwania:**

Zajęcia powinny zostać przeprowadzone w cyklu dwóch lekcji, czyli 2 x 45 min. Pierwsza lekcja powinna obejmować przeprowadzenie eksperymentu oraz przeprowadzenie obliczeń – praca w grupach 3 - 4 osobowych. Druga godzina lekcyjna przewidziana jest na umieszczenie wyników wszystkich grup na wspólnych wykresach dających odpowiedź do postawionej tezy, wspólną dyskusję dotyczącą otrzymanych wyników oraz wyciągnięcie wniosków.

**Uczniowie uczestniczący w zajęciach znają już pojęcia:**

- okres w ruchu po okręgu T

- prędkość liniowa V

- prędkość kątowa

- siła dośrodkowa F

**Do przeprowadzenia lekcji potrzebne będą:**

- Smartfony z zainstalowaną aplikacją Phyphox, stoper (może być stoper akustyczny na aplikacji Phyphox na oddzielnym smartfonie),

- laptopy (1 na grupę 3- 4 osobową) z dostępem do Internetu,

- krzesło obrotowe (najlepiej jedno na grupę, ewentualnie grupy mogą kolejno korzystać z tego samego krzesła – pomiar zajmują kilka minut),

- taśma miernicza.

**Przebieg zajęć**

* Przedstawienie uczniom tematu zajęć, krótkie przypomnienie najważniejszych wielkości opisujących ruch po okręgu.
* Czynności organizacyjne: przedstawienie przebiegu doświadczenia, podział na grupy 3-4 osobowe, rozdanie kart pracy. ([załącznik 3](https://lomiechow-my.sharepoint.com/:w:/g/personal/mpycia3_lomiechow_eu/ERYE2W4Td1JForBuByq86JgBGNetQBANzosVMP4GDqRq4g?e=IOjhji)).
* Przeprowadzenie doświadczenia:

**Etap I:**

Praca w małych grupach. W każdej grupie jedna osoba siada na obrotowym krześle trzymając w wyprostowanej ręce smartfon z uruchomioną aplikacją Phyphox. Zadaniem każdej grupy będzie zarejestrowanie przyspieszenia dośrodkowego oraz prędkości kątowej podczas jednostajnego obracania krzesłem. Dla porównania wyników uczniowie w czasie obrotu wyznaczą także prędkość liniową poruszającego się smartfona. W tym celu będą mierzyć czas pełnego obrotu (okres T) i wyznaczą promień okręgu, czyli odległość smartfona od osi obrotu.

**Etap II:**

Kontynuacja pracy w małych grupach. Uczniowie pracując na komputerze opracowują wyniki pomiarowe otrzymane z aplikacji. Phyphox umożliwia w prosty sposób wyeksportowania danych pomiarowych ze smartfona do np. chmury OneDrive, czy dysku Google. Zadaniem uczniów będzie stworzenie dwóch wykresów: zależność prędkości kątowej od czasu oraz przyspieszenia dośrodkowego od czasu oraz oszacowanie wartości średniej obu wielkości.

(Przy realizacji programu fizyki rozszerzonej uczniowie dodatkowo obliczają niepewności pomiarowe i zaznaczają je na wykresach).

[Przykładowe wyniki](https://lomiechow-my.sharepoint.com/:x:/g/personal/mpycia3_lomiechow_eu/EWW-R02PFSFIuzyTfaL0kCEBjCQRA6VRTaTfwQy_26Dv2A?e=k92Mha)

**Etap III:**

Uczniowie nadal pozostają podzieleni na małe grupy. W tym kroku obliczają wartość prędkości liniowej V smartfona na podstawie zmierzonych wartości czasu T i promienia R, a następnie kwadrat prędkości liniowej V2 .

**Etap IV:**

Pozostając w swoich grupach uczniowie nanoszą wyniki na wykresy wspólne dla wszystkich grup:

* Zależności prędkości liniowej od kątowej V()
* Zależności przyspieszenia dośrodkowego od kwadratu prędkości liniowej a(V2)

Tą część najlepiej wykonać na współdzielonym arkuszu kalkulacyjnym online. Jeśli nie ma takiej możliwości można wprowadzić wszystkie wyniki na stanowisku z podłączonym projektorem, tak, aby uczniowie mogli obserwować efekt końcowy. Niezbędny szablon do tworzenia wykresu został dołączony do scenariusza. Ostatecznie przy ewentualnych problemach technicznych wykresy można narysować na tablicy.

[Link do arkusza z pustym wykresem](https://lomiechow-my.sharepoint.com/:x:/g/personal/mpycia3_lomiechow_eu/EVJZ-fF6RlNGnoJozG2y5PcBbL6_lDv83IaCxemezu2VZQ?e=dHdUYR)

**Etap V:**

Wspólna dyskusja i analiza otrzymanych wyników, podczas której uczniowie oceniają, czy doświadczenie potwierdziło hipotezę, czy otrzymane zależności są liniowe. Należy ocenić, czy doświadczenie wykonane zostało starannie i na ile „czynnik ludzki” miał wpływ na przebieg doświadczenia, co ewentualnie można poprawić w doświadczeniu, aby otrzymać lepsze wyniki.

Jeśli wyniki pomiarowe klasa uzna za poprawne można także skorzystać z przygotowanego arkusza kalkulacyjnego online i dołączyć klasowe wyniki do wyników zebranych przez uczniów innych szkół. W ten sposób stworzymy globalne doświadczenie: [Link do wykresów](https://lomiechow-my.sharepoint.com/:x:/g/personal/mpycia3_lomiechow_eu/EaTtnWgN81JHlXd-8iekHO4BAnrJ_13LdkIgJ-E4SwnChA?e=dBRJbO)