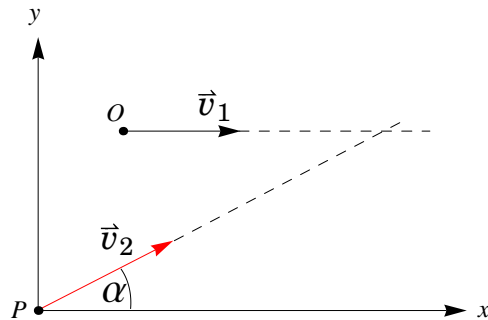


ZADANIA Z FIZYKI

I. MECHANIKA

Zagadnienia: Przemieszczenie i prędkość w ruchu jednostajnym i jednostajnie zmiennym. Wektorowy opis ruchu jednostajnego na płaszczyźnie. Druga i trzecia zasada dynamiki Newtona. Analiza rzutu poziomego. Praca i moc. Energia kinetyczna i energia potencjalna w polu grawitacyjnym. Zasada równoważności pracy i energii. Tarcie statyczne i kinetyczne. Ruch na równi pochyłej. Siła dośrodkowa (i odśrodkowa).

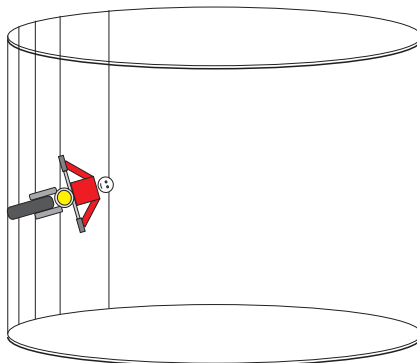
1. Wilk biegnie ze stałą prędkością $v_w=6$ m/s w kierunku stojącego zająca. W jakiej odległości od siebie musi zauważyć zając wilka, by ruszając od razu po spostrzeżeniu wilka ruchem jednostajnie przyspieszonym umknął wilkowi? Przyspieszenie zająca to $a=2$ m/s².
2. Kapitan łodzi podwodnej P spoczywającej tuż pod powierzchnią wody w początku układu odniesienia $x-y$ dostrzega nieprzyjacielski okręt O płynący ze stałą prędkością $\vec{v}_1 = (\sqrt{2}, 0)$ (Rys. 1). Torpeda, którą dysponuje łódź podwodna porusza się z prędkością o wartości $v_2 = \sqrt{6}$. Pod jakim kątem względem osi x należy wystrzelić torpedę, aby trafiła nieprzyjacielski statek? Przyjmij, że w momencie wystrzelenia torpedy, nieprzyjacielski statek znajduje się w miejscu o współrzędnych $(1, \sqrt{3})$. Gdzie będzie znajdował się okręt w momencie trafienia weń torpedy?



Rysunek 1.

3. Pilot samolotu lecącego poziomo na wysokości H z prędkością v ma za zadanie zrzucić ładunek z lekarskami, tak aby spadł on w wyznaczonym punkcie na ziemi. Pod jakim kątem względem poziomu powinien pilot widzieć miejsce odbioru ładunku w momencie wypuszczania paczki, aby trafiła ona na miejsce zrzutu?
4. Balon opada ze stałą prędkością v . Jaką ilość balastu należy wyrzucić z balonu, aby balon zaczął się wznosić z dwa razy większą prędkością? Przyjmij, że opór powietrza jest proporcjonalny do prędkości balonu oraz że masa balonu M i siła wyporu F_w są znane.
5. Hak lokomotywy wytrzymuje maksymalne naprężenie wywołane siłą N_{\max} . Dzięki oddziaływaniu z szynami na lokomotywę działa siła F , która sprawia, że pociąg rusza z pewnym przyspieszeniem. Ile wagonów można bezpiecznie przyłączyć do lokomotywy? Dana jest masa lokomotywy M oraz masa każdego wagonu m . Tarcie pominać.
6. Kierowca prowadząc samochód z prędkością $v_1=60$ km/h dostrzega człowieka wchodzącego na szosę. Natychmiast zaczyna hamować i zatrzymuje się tuż przed pieszym. Obliczyć, z jaką prędkością samochód uderzyłby w pieszego, jeżeli przed rozpoczęciem hamowania jechałby z prędkością $v_2=70$ km/h. Założyć, że siła tarcia nie zależy od prędkości. Wskazówka: Zastosowanie twierdzenia o równoważności pracy i energii znacznie ułatwia rozwiązanie tego zadania.

7. Kierowca jadący samochodem z prędkością v_0 zobaczył nagle przed sobą długi autobus, który wyjeżdżając z przecznicy zjechał mu drogę. Co powinien uczynić, aby uniknąć wypadku: hamować czy wykonać skręt? Załóż, że współczynnik tarcia kinetycznego i statycznego mają mniej więcej tę samą wartość μ (w rzeczywistości współczynnik tarcia statycznego jest nieco większy od współczynnika tarcia kinetycznego).
8. Dźwig unosi na wysokość h ciało o masie m ruchem jednostajnie przyspieszonym. Oblicz moc silnika, jeżeli straty energii wynoszą $\eta\%$, a ruch trwał t sekund.
9. Narciarz zjeżdża "na krechę" ze zbocza o kącie nachylenia α . Jaką prędkość uzyska u podnóża stoku, jeżeli wystartował z wysokości h ? Współczynnik tarcia nart o podłoże wynosi μ . Pominąć opór powietrza.
10. Z jaką minimalną prędkością może jechać na motocyklu akrobata cyrkowy po wewnętrznej stronie powierzchni bocznej walca o średnicy 18 m, jeżeli środek ciężkości motocyklisty wraz z motocyklem znajduje się w odległości $h=1$ m od ściany, a współczynnik tarcia opon kół motocykla o ścianę wynosi $f=0,4$ (Rys. 2)?

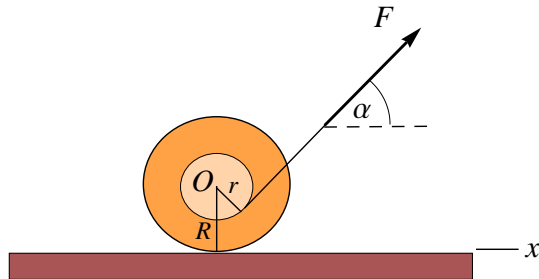


Rysunek 2.

II. BRYŁA SZTYWNA. ZASADY ZACHOWANIA PĘDU, ENERGII I MOMENTU PĘDU. GRAWITACJA

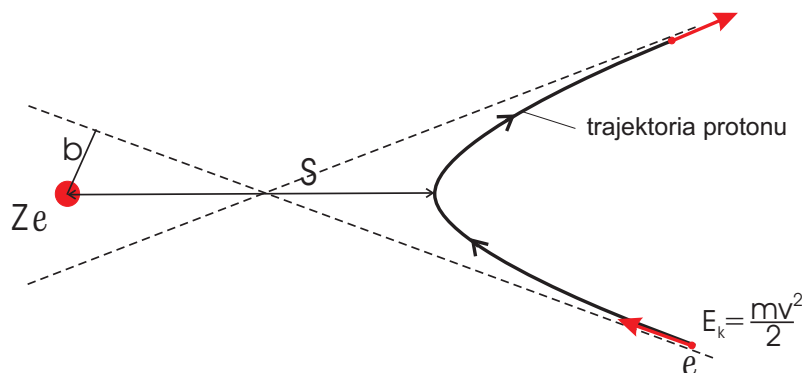
Zagadnienia: Moment siły. Moment bezwładności. Druga zasada dynamiki dla ruchu obrotowego bryły sztywnej. Siła dośrodkowa (i odśrodkowa). Tarcie statyczne. Pęd i zasada zachowania pędu. Moment pędu ciała punktowego i moment pędu bryły sztywnej. Zasada zachowania momentu pędu. Energia potencjalna w polu elektrostatycznym. Energia potencjalna w polu grawitacyjnym centralnym. Zasada zachowania energii mechanicznej.

1. Na szpulę nawinięta jest nić, do której przyłożono siłę F , jak na Rys. 3. Znajdź przyspieszenie toczącej się szpuli. Dane są: siła F , kąt α , masa szpuli m , promienie r i R oraz moment bezwładności szpuli I . Zakładamy, że szpula toczy się bez poślizgu. Przedyskutuj wynik - co można powiedzieć o zwrocie wektora przyspieszenia?



Rysunek 3.

2. Wytlumacz, dlaczego pokonując zakręt na rowerze, koniecznym jest pochylenie roweru. Pod jakim kątem powinien pochylić rowerzysta pokonujący zakręt o promieniu R z maksymalną możliwą prędkością v , przy której nie wpada w poślizg? Współczynnik tarcia statycznego wynosi μ .
3. Yoyo zaczyna świecić, gdy uzyska prędkość kątową wirowania równą ω^* . Jaka musi być długość sznurka, aby opadające yoyo, bez prędkości początkowej, zaczęło świecić (skorzystaj z zasady zachowania energii)? Potraktuj yoyo jak walec o masie M i promieniu R . Promień części wewnętrznej, gdzie nawinięty jest sznurek, wynosi r .
4. Obliczyć moment bezwładności jednorodnego walca o promieniu R i masie m względem osi symetrii? Wyprowadź odpowiedni wzór z definicji momentu bezwładności $I = \int r^2 dm$.
5. Proton zbliża się do jądra atomowego o dużej masie i ładunku Ze . W odległości nieskończenie dużej od jądra

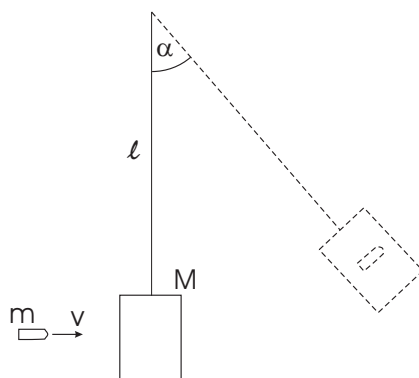


Rysunek 4.

energia protonu jest równa $E_k = mv^2/2$. Tor protonu ekstrapolowany liniowo od dużych odległości do małych przechodzi przez minimum odległości b od jądra, jak na Rys. 4 (b - nazywa się parametrem zderzenia). Obliczyć odległość S największego zbliżenia dla orbity rzeczywistej protonu. Skorzystaj z zasady zachowania momentu pędu i zauważ, że w nieskończoności moment pędu cząstki wynosi $m vb$.

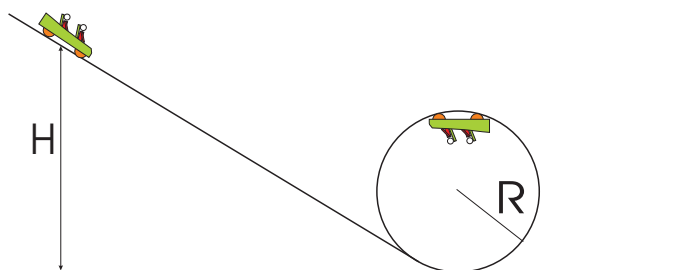
6. W celu zmierzenia prędkości pocisku posługujemy się tak zwanym wahadłem balistycznym. Składa się ono z ciała o dużej masie (worek z piaskiem) zawieszonym na sztywnym pręcie, którego masę zaniedbujemy (Rys. 5).

Gdy wystrzelona kula ugrzęźnie w wahadle, powoduje to wychylenie się wahadła o pewien kąt α . Wiedząc, że $\alpha = 31^\circ$, a długość wahadła $l = 90$ cm, oblicz prędkość v pocisku o masie $m = 10$ g, jeżeli masa wahadła wynosi $M = 5$ kg.



Rysunek 5.

7. Wyjaśnij, dlaczego łyżwiarz, chcąc wykonać piruet, najpierw rozkłada szeroko ręce, a następnie składa je na piersi trzymając jak najbliżej siebie.
8. W "wesołym miasteczku" zbudowano "diabelską pętlę" o promieniu R (Rys. 6). Jaka powinna być wysokość H zjeżdżalni dla wózków, aby wraz z pasażerami mijały bezpiecznie (nie odrywały się od toru) najwyższy punkt pętli?



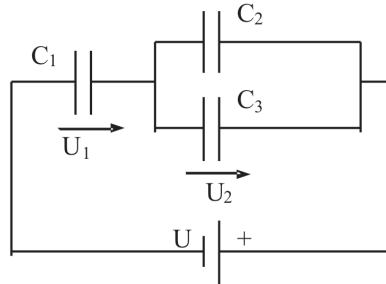
Rysunek 6.

9. Oblicz prędkość, jaką należy nadać satelicie, aby mógł krążyć po orbicie stacjonarnej. Na jakiej będzie się znajdował wysokości? Zakładając, iż znajduje się on dokładnie na południe od Krakowa, znajdź kąt, pod jakim będzie on „widziany” nad horyzontem w Krakowie. Szerokość geograficzna Krakowa to $\theta = 50^\circ$.
10. Na powierzchnię Ziemi spada z bardzo dużej odległości meteoryt. Z jaką prędkością upadłby on na Ziemię, gdyby nie było hamowania atmosfery?
11. Sputnik krąży wokół Ziemi po orbicie eliptycznej o mimośrodku e . Wyznacz stosunek prędkości liniowych v_p/v_a , gdzie v_p to prędkość sputnika w perygeum, a v_a - jego prędkość w apogeum. Uwaga: mimośród elipsy to $e = c/a$, gdzie c to ogniskowa elipsy równa $c = \sqrt{a^2 - b^2}$, a a, b to długość wielkiej i małej półosi elipsy.

III. ELEKTROSTATYKA. PRĄD STAŁY

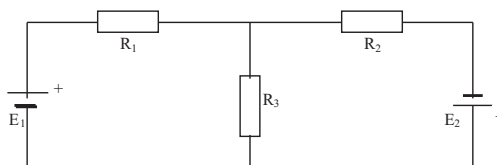
Zagadnienia: Pojemność kondensatora. Szeregowe i równoległe łączenie kondensatorów. Związek między natężeniem pola a napięciem (dla kondensatora). Siła elektromotoryczna i opór wewnętrzny ogniwa. Prawo Ohma. I i II równanie Kirchhoffa. Praca i moc prądu stałego. Łączenie oporników (opór zastępczy).

- Trzy kondensatory o pojemnościach $C_1 = 1 \text{ mF}$, $C_2 = 2 \text{ mF}$, $C_3 = 3 \text{ mF}$ połączono, jak na Rys. 7 i dołączono do źródła napięcia stałego $U = 12 \text{ V}$. Obliczyć ładunki zgromadzone na każdym z kondensatorów.



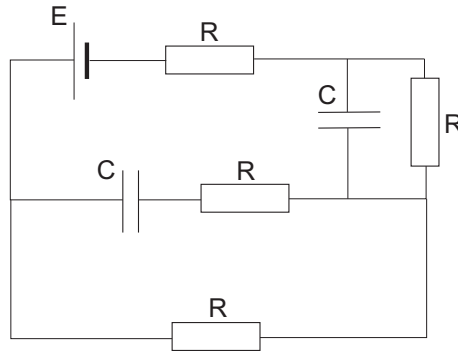
Rysunek 7.

- Aby porównać pojemności dwóch kondensatorów C_1 i C_2 naładowano je odpowiednio do napięć $U_1 = 300 \text{ V}$ i $U_2 = 100 \text{ V}$. Następnie tak naładowane kondensatory połączono równoległe, przy czym różnica potencjałów między okładkami kondensatorów okazała się równa 250 V . Wyznaczyć stosunek pojemności C_1/C_2 .
- Preszpan ulega przebiciu przy natężeniu pola o wartości $E = 1,8 \cdot 10^6 \text{ V/m}$. Dwa płaskie kondensatory o pojemnościach $C_1 = 2/3 \mu\text{F}$ i $C_2 = 5/3 \mu\text{F}$ z izolacyjną warstwą preszpanu o grubości 2 mm są połączone szeregowo. Przy jakim napięciu układ ten ulegnie przebiciu?
- Wielkość pola magnetycznego wytwarzanego przez elektromagnes jest proporcjonalna do natężenia prądu, który przezeń płynie. Jak należy połączyć ze sobą dwa akumulatory o sile elektromotorycznej $E=2 \text{ V}$ i oporze wewnętrznym $r=0,1 \Omega$, aby przez elektromagnes o oporze $R=0,05 \Omega$ dołączony do akumulatorów płynął prąd o maksymalnym natężeniu? Sprawdź, czy nie lepiej jest podłączyć jeden akumulator do elektromagnesu.
- Do ogniwa o sile elektromotorycznej E i oporze wewnętrznym r dołączamy opornik o zmiennym oporze R . Jaka musi być wartość oporu R , aby wydzielala się na nim maksymalna moc?
- Obliczyć przekrój poprzeczny S przewodu wykonanego materiału o oporze właściwym ρ , którym można przesłać ze źródła o napięciu U prąd o mocy P do odbiornika znajdującego się w miejscowości odległej o L od źródła ze względnymi stratami nie większymi niż η . W oparciu o uzyskany wynik wytłumacz, dlaczego do przesyłu energii elektrycznej ze względów ekonomicznych stosuje się linie *wysokiego* napięcia.
- Przez miedziany przewód o polu przekroju poprzecznego $S = 1 \text{ mm}^2$ płynie prąd o natężeniu $I = 1 \text{ A}$. Zakładając że na jeden atom miedzi przypada jeden elektron przewodnictwa, oblicz prędkość unoszenia elektronów. Dane są: liczba Avogadra $N_A = 6,02 \cdot 10^{23} \text{ 1/mol}$, gęstość miedzi $d = 8,9 \cdot 10^3 \text{ kg/m}^3$, masa molowa miedzi $\mu = 0,064 \text{ kg/mol}$.
- Znaleźć natężenie prądu w każdej części obwodu z Rys. 8, jeżeli $E_1 = 24 \text{ V}$, $E_2 = 18 \text{ V}$, $R_1 = 20 \Omega$, $R_2 = R_3 = 2 \Omega$.



Rysunek 8.

9. Dwie żarówki przystosowane do napięcia 220 V o mocy 25 W i 75 W połączone szeregowo i włączone do sieci o napięciu 220 V. Z jaką mocą świeci każda z tych żarówek?
10. Znajdź napięcie na każdym kondensatorze i oporniku w obwodzie przedstawionym na Rys. 9. Siła elektromotoryczna baterii $E = 1$ V, pojemność kondensatorów $C = 1 \mu\text{F}$, a opory oporników wynoszą $R = 1 \Omega$.

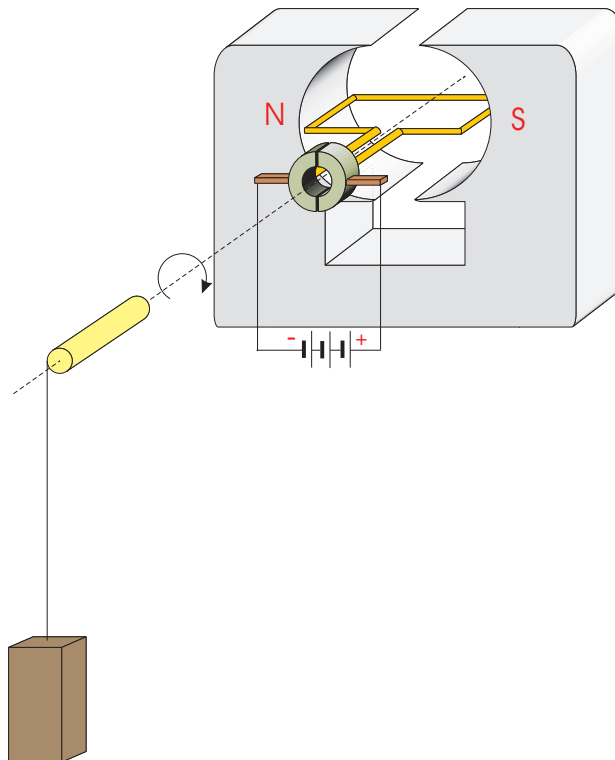


Rysunek 9.

IV. MAGNETYZM

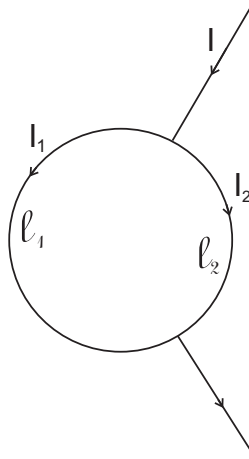
Zagadnienia: Siła Lorentza. Siła elektrodynamiczna. Prawo Ampera. Prawo Biota-Savarta. Zjawisko indukcji elektromagnetycznej i opisujące je prawo Faradaya. Zawada dla obwodów RLC. Napięcie i natężenie skuteczne.

1. Przez poprzeczkę o masie 50 g i długości 5 cm zawieszoną poziomo na nieważkich niciach płynie prąd o natężeniu 10 A. Poprzeczka znajduje się w polu magnetycznym o wektorze indukcji skierowanym pionowo do góry. Znajdź wartość wektora indukcji pola magnetycznego, wiedząc, że nici odchyliły się od pionu o kąt 15° .
2. Oblicz energię kinetyczną protonów poruszających się w jednorodnym polu magnetycznym o indukcji $B = 1,5 \text{ T}$, jeśli promień okręgu, po którym krążą, wynosi $r = 0,5 \text{ m}$. Masa protonu $m = 1,67 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$, ładunek $e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$. Wykreśl tor protonu i zaznacz na rysunku ustawienie wektora indukcji magnetycznej oraz siły Lorentza.
3. W prostym umieszczonym poziomo długim przewodniku płynie prąd o natężeniu $I_1 = 5 \text{ A}$. Pod tym przewodnikiem znajduje się drugi równoległy do niego aluminiowy przewód, w którym płynie prąd o natężeniu $I_2 = 1 \text{ A}$. Odległość między przewodnikami wynosi $d = 1 \text{ cm}$. Jakie powinno być pole przekroju poprzecznego drugiego przewodnika, aby znajdował się on w stanie równowagi, wisząc swobodnie? Jaki to będzie rodzaj równowagi?
4. Wytłumacz zasadę działania silnika elektrycznego na prąd stały (Rys. 10). Indukcja pola magnetycznego w silniku elektrycznym wynosi $B = 10 \text{ T}$. Natężenie prądu płynącego przez ramkę ma wartość $I = 2 \text{ A}$. Oblicz moment sił elektrodynamicznych działających na ramkę silnika zakładając, że wektor indukcji pola magnetycznego w miejscu, gdzie znajduje się "aktywny" bok ramki, leży zawsze w płaszczyźnie ramki. Ramka silnika ma kształt kwadratu o boku $a = 3 \text{ cm}$. Czy taki silnik mógłby podnieść ciało o masie $m = 0,5 \text{ kg}$ zawieszony na nici nawiniętej na oś silnika? Promień osi silnika $r = 2 \text{ mm}$.



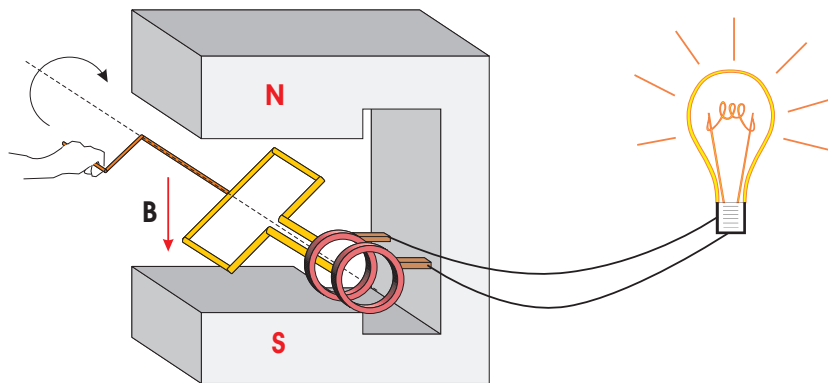
Rysunek 10.

5. Do dwóch punktów przewodnika kołowego dołączono ułożone radialnie przewody połączone ze źródłem prądu (Rys. 11). Znajdź indukcję pola magnetycznego w środku koła.
6. Znajdź indukcję pola magnetycznego w środku prostokąta o bokach $a = 1 \text{ m}$ i $b = 3^{1/2} \text{ m}$, w którym płynie prąd o natężeniu 2 A. Wskazówka: skorzystaj z prawa Biota-Savarta i całkując po odcinku z prądem, jako zmienną całkowania wybierz kąt występujący w tym prawie.



Rysunek 11.

7. Jednorodne pole magnetyczne rośnie proporcjonalnie do czasu: $B = kt$, gdzie $k = 10 \text{ T/s}$. Jaka ilość ciepła wydzieli się w ramce mającej kształt kwadratu o boku $a = 1 \text{ m}$ w czasie $t = 2 \text{ s}$? Ramka zrobiona jest z przewodnika aluminiowego o przekroju poprzecznym $S = 1 \text{ mm}^2$. Powierzchnia ramki jest prostopadła do pola magnetycznego.
8. Wytlumacz zasadę działania prądnicy (Rys. 12). Jakie napięcie skuteczne wytwarza prądnica składająca się z pojedynczej ramki, której pole powierzchni wynosi $S = 10 \text{ cm}^2$. Ramka wiruje w jednorodnym polu magnetycznym o indukcji $B = 1 \text{ T}$ z prędkością kątową $\omega = 100 \text{ 1/s}$.



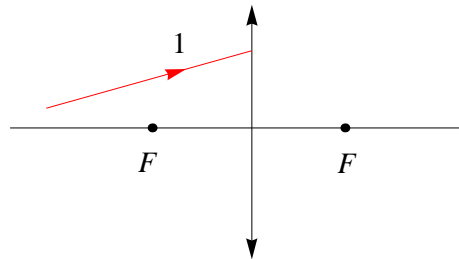
Rysunek 12.

9. W przewodniku kołowym, którego promień równa się $r = 1 \text{ m}$, umieszczonym w jednorodnym polu magnetycznym zmiennym w czasie, indukuje się siła elektromotoryczna $E = kt$ ($k = \pi \text{ V/s}$). Kąt pomiędzy normalną do powierzchni przewodnika kołowego i wektorem indukcji magnetycznej równa się 60° . Wyznaczyć zależność $B(t)$, jeżeli $B(t = 0) = 0$.
10. Do sieci prądu zmiennego o napięciu skutecznym $U_s = 120 \text{ V}$ włączono szeregowo przewodnik o oporze $R = 15 \Omega$ oraz cewkę o indukcyjności $L = 50 \text{ mH}$. Obliczyć częstotliwość napięcia, jeżeli amplituda prądu $I_0 = 7 \text{ A}$.

V. OPTYKA I

Zagadnienia: Prawo załamania światła. Ognisko i ogniskowa soczewki. Równanie soczewki cienkiej. Konstrukcje obrazów dawanych przez soczewki. Zasada działania mikroskopu i lunety. Zdolność rozdzielcza układu optycznego. Kryterium zdolności rozdzielczej Rayleigha. Podstawowe pojęcia fotometrii takie jak strumień świetlny, natężenie źródła (światłość), natężenie oświetlenia (oświetlenie) i prawo odwrotnych kwadratów. Zjawisko Dopplera oraz odpowiedni wzór na zmianę częstotliwości dla fal elektromagnetycznych.

1. Gospodyni domowa wlała wodę do garnka i patrząc z góry oceniła, że jest wypełniony do połowy. Popęła błąd, bowiem będąc na studiach zaniedbywała zajęcia z fizyki. Jaki procent objętości garnka zajmuje naprawdę nalana woda? Współczynnik załamania wody wynosi $n=4/3$. Wskazówka: Zastosuj prawo załamania światła w przybliżeniu dla małych kątów.
2. Znaleźć konstrukcyjnie dalszy bieg promienia 1 przedstawionego na Rys. 13. Dane są położenia ognisk F soczewki skupiającej.



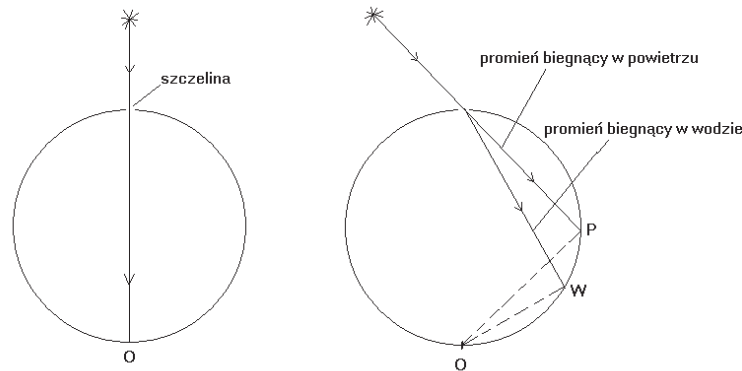
Rysunek 13.

3. Żuczek porusza się wzdłuż osi optycznej soczewki skupiającej o ogniskowej f . Zaczyna swój ruch w odległości $3f$ od soczewki a kończy w miejscu odległym o $2f$. Dystans ten przebywa w ciągu 2 s. Określ kierunek ruchu i średnią prędkość obrazu żuczka.
4. Człowiek przy czytaniu trzyma książkę w odległości 50 cm od oczu. Jaką zdolność zbierającą powinny posiadać okulary jakich powinien używać ten człowiek?
5. Dwie soczewki zbierające o ogniskowych $f_1 = 20$ cm i $f_2 = 25$ cm znajdują się w odległości $d = 45$ cm od siebie. Jaka jest ogniskowa f_0 układu? Jak daleko od drugiej soczewki powstanie obraz, gdy przedmiot znajduje się w odległości $a = 100$ cm od pierwszej soczewki? Jaki to będzie obraz? Przedstaw graficznie zasadę powstawania obrazu dla danego układu.
6. Przedstaw na rysunku zasadę działania lunety Keplera. Luneta o ogniskowej obiektywu $f = 60$ cm nastawiona jest na nieskończoność. O ile trzeba przesunąć okular lunety, aby przy oku nastawionym na nieskończoność wyraźnie widzieć przedmioty z odległości $d = 60$ m od lunety?
7. Znajdź odległość, z której zaczynamy rozróżniać reflektory zbliżającego się do nas z daleka samochodu. Odległość między reflektorami wynosi 1,5 m. Przyjmij, że szerokość źrenicy oka wynosi 2,5 mm, a światło emitowane przez reflektory ma długość $\lambda=0,6 \mu\text{m}$. Wskazówka: Zdolność rozdzielcza soczewki o aperturze D wynosi $\phi = 1,22\lambda/D$ [rad].
8. Nad stołem na wysokości $h = 1$ m znajduje się lampa, której światłość wynosi $I = 160$ cd. Powierzchnia stołu nie jest oświetlona równomiernie. Oblicz powierzchnię S , na której w każdym punkcie jej oświetlenie wynosi nie mniej niż $E_0 = 20$ lx.
9. W sfotografowanym widmie gwiazdy ϵ Andromedy znaleziono, że linia tytanu ($\lambda = 49540$ nm) jest przesunięta o 17 nm w stronę fioletowego końca widma. Przyjmując, że efekt ten spowodowany jest zjawiskiem Dopplera, znajdź z jaką prędkością i w którą stronę porusza się ta gwiazda względem Ziemi?

VI. OPTYKA II

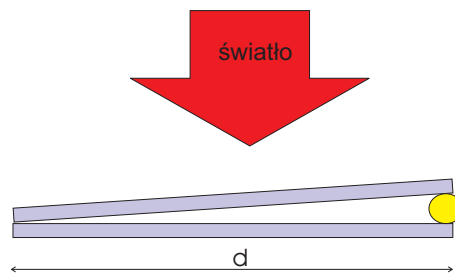
Zagadnienia: Prawo załamania światła. Kulista powierzchnia łamiąca i niezmiennik Abbego. Zjawisko interferencji. Interferencja w cienkich warstwach. Zjawisko interferencji dla siatki dyfrakcyjnej (lub przesłony z dwoma szczelinami). Znajdowanie ekstremum funkcji.

1. Mamy do dyspozycji walcową cienkościenną szklankę owiniętą lekko przezroczystym papierem z wyciętą pionową szczeliną. Szklanka wypełniona jest do połowy wodą. Jeśli światło pada prostopadle na szczelinę, wówczas obraz szczeliny pod wodą jak i nad powierzchnią wody wypada w tym samym miejscu O na wprost szczeliny (widok z góry przedstawiono na Rys. 14). Miejsce to można zaznaczyć pisakiem. Jeśli z kolei skierujemy światło pod pewnym kątem na szczelinę, wtedy promień biegnący w powietrzu nie ulegnie załamaniu, a załamany zostanie promień biegnący w wodzie. Miejsca padania obu tych promieni na ściankę naczynia P i W również można zaznaczyć. Suwmiarką można zmierzyć cięciwy OW oraz OP . W jaki sposób można wyznaczyć w tym doświadczeniu współczynnik załamania wody?



Rysunek 14.

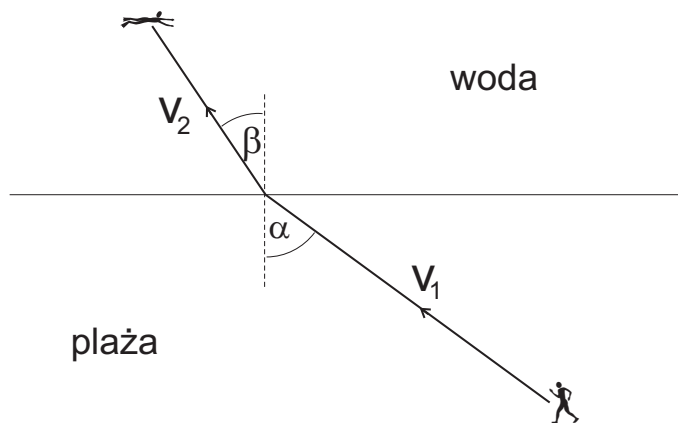
2. Przedmiot jest umieszczony w ośrodku o współczynniku załamania $n = 2$, przy czym leży on w odległości 15 cm od powierzchni kulistej, której promień krzywizny $r = -10$ cm. Znaleźć położenie obrazu, ogniskową przedmiotową i obrazową oraz wykreślić obraz.
3. Przedmiot jest umieszczony w ośrodku o współczynniku załamania $n_1 = 1$, przy czym jego obraz powstaje w odległości $b = 40$ cm od powierzchni kulistej o promieniu krzywizny $r = 10$ cm i współczynniku załamania $n_2 = 2$. Znaleźć położenie przedmiotu, ogniskową przedmiotową i obrazową oraz wykreślić obraz.
4. Cienkościenna kula szklana napełniona jest wodą o współczynniku załamania $n = 4/3$. Przedmiot znajduje się w odległości $a = 2R$ od powierzchni kuli. Znaleźć położenie końcowego obrazu po wszystkich załamaniach.
5. Jaka jest grubość błonki mydlanej, jeśli oglądana w świetle odbitym pod kątem 0° wzmacnia kolor zielony ($\lambda = 500$ nm)? Wyprowadź odpowiedni wzór na warunek wzmocnienia. Współczynnik załamania wody z mydłem wynosi 1,33.
6. Aby zmierzyć średnicę włosa włożono go między dwie zeszlifowane płytki przezroczyste, wskutek czego powstał klin powietrzny (Rys. 15). Odległość włosa od wierzchołka klina wynosi $d = 12$ cm. Między włosem a wierzchołkiem klina zaobserwowano w świetle odbitym o długości 589 nm padającym prostopadle na płytki 11 pasm interferencyjnych na 1 cm długości płytki. Oblicz grubość włosa.
7. Soczewka płasko-wypukła leży swą wypukłą stroną na płaskiej płytce szklanej. Średnice dwóch sąsiednich ciemnych prążków Newtona, obserwowanych w odbitym świetle sodu ($\lambda = 589$ nm) wynoszą odpowiednio $d_1 = 0,72$ mm i $d_2 = 0,84$ mm. Wytłumacz, jak powstają pierścienie Newtona, wyprowadź wzór na długość promieni Newtona i oblicz promień krzywizny soczewki użytej w doświadczeniu.
8. Dwie szczeliny równoległe znajdujące się we wzajemnej odległości $d = 0,3$ mm i w odległości $l = 50$ cm od ściany, oświetlone są wiązką światła o pewnej długości fali. Jaka jest długość fali, jeśli odległość między drugim a trzecim



Rysunek 15.

jasnym prążkiem wynosi $x = 1 \text{ mm}$? Wyjaśnij, jak powstają opisane w zadaniu prążki. Uwaga: w rozwiązaniu skorzystaj z tego, iż mamy tu do czynienia z bardzo małymi kątami.

9. Ratownik WOPR znajdujący się w pewnym miejscu na plaży zauważa osobę tonącą w morzu (Rys. 16). Jakim torem powinien się poruszać ratownik, aby dotrzeć do tonącej osoby w jak najkrótszym czasie? Prędkość z jaką może się poruszać po piasku wynosi v_1 , a jego prędkość w wodzie to v_2 . Odpowiedź wyraż podając odpowiedni warunek, jaki powinny spełniać kąty α i β . Co niniejszy problem ma wspólnego z optyką? Zapoznaj się z zasadą Fermata.



Rysunek 16.

ODPOWIEDZI DO ZADAŃ

I. Mechanika

1. $x_0 > 9$ m.
2. $\alpha = 30^\circ$.
3. $\operatorname{tg} \alpha = \frac{1}{v} \sqrt{\frac{gH}{2}}$.
4. $m = \frac{3(Mg - F_w)}{g}$.
5. $n \leq \frac{MN_{\max}}{m(F - N_{\max})}$.
6. $v_x = \sqrt{v_2^2 - v_1^2} = 36$ km/h.
7. Lepiej hamować.
8. $P = \frac{m(g + \frac{2h}{t^2})h}{(1-\eta)t}$.
9. $v = \sqrt{2gh(1 - \mu \operatorname{ctg} \alpha)}$.
10. $v \geq \sqrt{\frac{gr}{f}}$, gdzie $r=8$ m.

II. Bryła sztywna. Zasady zachowania pędu, energii i momentu pędu. Grawitacja

1. $a = \frac{F(\cos \alpha - \frac{r}{R})}{m + \frac{I}{R^2}}$.
2. $\operatorname{tg} \alpha = \frac{1}{\mu}$.
3. $L = \frac{\omega^{*2}(2r^2 + R^2)}{4g}$.
4. $I = \frac{1}{2}mR^2$.
5. $S = \frac{2kZe^2 + \sqrt{\Delta}}{2E_k}$, gdzie $\Delta = kZ^2e^4 + 4b^2E_k^2$.
6. $v = \frac{m+M}{m} \sqrt{2gl(1 - \cos \alpha)}$.
7. Wskazówka: Odwołaj się do zasady zachowania momentu pędu.
8. $H \geq \frac{5}{2}R$.
9. $v = \sqrt[3]{\frac{2\pi GM}{T}}$, $r = \sqrt[3]{\frac{GMT^2}{4\pi^2}}$, $\alpha \approx 32,7^\circ$.
10. $v = \sqrt{\frac{2GM}{R}}$.
11. $\frac{v_p}{v_a} = \frac{1+e}{1-e}$.

III. Elektrostatyka. Prąd stały

1. $Q_1 = U \frac{C_1(C_2+C_3)}{C_1+C_2+C_3}$, $Q_2 = U \frac{C_1C_2}{C_1+C_2+C_3}$, $Q_3 = U \frac{C_1C_3}{C_1+C_2+C_3}$.
2. $\frac{C_1}{C_2} = \frac{U_3-U_2}{U_1-U_3}$.
3. $U > Ed \left(\frac{C_1}{C_2} + 1 \right)$.
4. Połączenie równoległe.
5. $R = r$.
6. $S \geq \frac{2F\rho L}{\eta U^2}$.
7. $v = \frac{I\mu}{edN_A S} = 0.75 \text{ mm/s}$ (e - ładunek elektronu).
8. $I_1 = \frac{11}{7} \text{ A}$, $I_2 = \frac{37}{7} \text{ A}$, $I_3 = \frac{26}{7} \text{ A}$.
9. $P'_1 = \frac{1}{(1/P_1+1/P_2)^2 P_1} = 14.06 \text{ W}$, $P'_2 = \frac{1}{(1/P_1+1/P_2)^2 P_2} = 4.69 \text{ W}$.
10. Napięcie na wewnętrznym oporniku wynosi zero. Na pozostałych elementach (opornikach i kondensatorach) napięcie jest takie samo i wynosi $U = E/3 = 1/3 \text{ V}$.

IV. Magnetyzm

1. $B = \frac{mg \operatorname{tg} \alpha}{Il}$.
2. $E_k = \frac{e^2 B^2 r^2}{m}$.
3. $S = \frac{\mu_0 I_1 I_2}{2\pi d g \rho}$. Równowaga chwiejna.
4. $M = BIa^2$.
5. $B = 0$.
6. $B = \frac{\mu_0 I}{\pi} \frac{a+b}{\sqrt{a^2+b^2}}$.
7. $Q = \frac{kaSt}{4\rho}$.
8. $U_{sk} = \frac{BS\omega}{\sqrt{2}}$.
9. $B = \frac{kt^2}{2\pi r^2 \cos \alpha}$.
10. $f = \frac{1}{2\pi L} \sqrt{\frac{2U_{sk}^2}{I_0^2} - R^2}$.

V. Optyka I

1. $k = \frac{1}{1+\frac{1}{n}} = \frac{4}{7}$.
2. Wskazówka: Wprowadź przedmiot pomocniczy.
3. $v = \frac{f}{2t}$.
4. $Z = 2 \text{ D}$.
5. $f_{układu} = \infty$, $|b'| = 100 \text{ cm}$.
6. $\Delta y = \frac{f^2}{d-f} \approx 6 \text{ mm}$.

$$7. x = \frac{dD}{1.22\lambda} = 5 \text{ km.}$$

$$8. S = \pi h^2 \left(\sqrt[3]{\frac{I}{E_0}} - 1 \right).$$

$$9. v = c \frac{1-k^2}{1+k^2} = 103 \text{ km/s, gdzie } k = 1 - \frac{\Delta\lambda}{\lambda}, c - \text{prędkość światła.}$$

VI. Optyka II

$$1. n = \frac{|OP|}{|OW|}.$$

$$2. f_o = 10 \text{ cm, } f_p = 20 \text{ cm, } b = -30 \text{ cm.}$$

$$3. f_o = 20 \text{ cm, } f_p = 10 \text{ cm, } a = 20 \text{ cm.}$$

$$4. a_2 = 5R.$$

$$5. h = \frac{\lambda}{4n} \approx 0.1 \mu\text{m.}$$

$$6. D = \frac{11}{2} \frac{d\lambda}{y} = 0.04 \text{ mm, gdzie } y = 1 \text{ cm. Zamiast } \frac{11}{2}, \text{ odpowiedź może zawierać czynnik } \frac{21}{4}.$$

$$7. R = \frac{1}{2} \sqrt{\frac{d_2^2 - d_1^2}{\lambda}}.$$

$$8. \lambda = \frac{xd}{l}.$$