



KAPITAŁ LUDZKI
NARODOWA STRATEGIA SPÓJNOŚCI

UNIA EUROPEJSKA
EUROPEJSKI
FUNDUSZ SPOŁECZNY



Projekt współfinansowany ze środków Unii Europejskiej
w ramach Europejskiego Funduszu Społecznego

**MATERIAŁY DYDAKTYCZNE DLA STUDENTÓW KIERUNKÓW
ZAMAWIANYCH UCZESTNICZĄCYCH W ZAJĘCIACH WYRÓW-
NAWCZYCH**

W RAMACH PROJEKTU

**„STUDIA INŻYNIERSKIE GWARANCJĄ ROZWOJU UTP
I SPOŁECZEŃSTWA OPARTEGO NA WIEDZY”**

nr POKL.04.01.02-00-166/11-00

FIZYKA



Opracowanie:

Sylwia Zielińska-Kaniasty



Uniwersytet Technologiczno-Przyrodniczy im. Jana i Jędrzeja Śniadeckich w Bydgoszczy

Bydgoszcz 2011

Spis treści

Kinematyka.....	3
Dynamika ruchu postępowego	5
Dynamika ruchu obrotowego	7
Grawitacja	9
Drgania	10
Fale	12
Optyka	13
Ciepło	14
Prawa gazowe	15
Pole elektryczne	16
Pole magnetyczne	17
Kondensatory	18
Prąd stały	19
Prąd zmienny	21
Fizyka współczesna	22

KINEMATYKA

1. Na środku rzeki znajdują się dwie wyspy oddalone od siebie o 480 m. Jak długo płynie łódka od jednej wyspy do drugiej i z powrotem, jeśli prędkość łódki na stojącej wodzie wynosi 3 m/s, a prędkość prądu rzeki 1 m/s?
2. Samochód przy próbie przyspieszeń ruszył z miejsca i przejechał drogę 100 m w czasie 10 s od startu. Oblicz: a) przyspieszenie samochodu, b) prędkość jaką osiągnie samochód. Sporządź wykres zależności przyspieszenia od czasu oraz prędkości od czasu.
3. Wagon popchnięty przez lokomotywę w ciągu 10 s przejechał drogę 37.5 m i zatrzymał się. Zakładając, że ruch wagonu był jednostajnie opóźniony oblicz jego prędkość początkową i opóźnienie oraz sporządź wykres tych wielkości funkcji czasu.
4. Do przepaści wpuszczamy ołowianą kulkę. Jej uderzenie o dno przepaści słyszymy po 10 s. Jak głęboka jest przepaść, jeśli prędkość głosu w powietrzu wynosi 340 m/s?
5. Dwaj rowerzyści oddaleni od siebie o 1000 m poruszają się naprzeciw siebie, pierwszy ruchem jednostajnym z prędkością 3 m/s, a drugi ruchem jednostajnie przyspieszonym z prędkością początkową 7 m/s i z przyspieszeniem 4 m/s². Wyznaczyć czas i miejsce spotkania.
6. Dwa ciała, których prędkości początkowe wynoszą odpowiednio 10 m/s i 15 m/s poruszają się naprzeciw siebie z przyspieszeniami odpowiednio 6 m/s² oraz 4 m/s². Odległość początkowa tych ciał wynosi 750 m. Wyznaczyć czas, w którym te ciała spotkają się.
7. W czasie 10 s rowerzysta przebył ruchem jednostajnie przyspieszonym drogę 30 m. Jego prędkość w tym czasie wzrosła pięciokrotnie. Oblicz prędkość początkową oraz przyspieszenie ciała.
8. Pocisk opuścił lufę działa po czasie 0.2 s prędkością 200 m/s. Znaleźć przyspieszenie pocisku w lufie zakładając, że ruch ten był jednostajnie przyspieszony.
9. Ciało spada swobodnie z wysokości $h = 60$ m z zerową prędkością początkową. Jaka drogę przebędzie to ciało a) w ciągu pierwszej, b) w ciągu ostatniej sekundy swego ruchu. Opory powietrza zaniedbujemy.
10. Jaki odcinek drogi przebędzie w trzeciej sekundzie ruchu kamień, który spada swobodnie?
11. Ciało spadając swobodnie przebywa połowę drogi w ciągu ostatniej sekundy swego ruchu. Znaleźć a) wysokość, z jakiej spada ciało, b) czas trwania ruchu.
12. Ciało poruszające się ruchem jednostajnie przyspieszonym przebyło w szóstej sekundzie ruchu drogę 22 m. Jaka drogę przebyło w pierwszych sześciu sekundach ruchu, a jaka w następnych sześciu sekundach. Prędkość początkowa wynosiła zero.
13. Obliczyć prędkość początkową z jaką wystrzelono pocisk pionowo w górę oraz wysokość jaką osiągnął, jeżeli wiadomo, że pocisk spadł na Ziemię po 20 s od wystrzelenia.


14. Kamień, który rzucono z prędkością $v_0 = 12$ m/s pod kątem 45° do poziomu spadł na Ziemię w odległości x od miejsca wyrzucenia. Z jakiej wysokości należy rzucić kamień w kierunku poziomym, aby przy tej samej prędkości początkowej v_0 upadł on na to samo miejsce.
15. Piłkę rzucono z prędkością $v_0 = 10$ m/s pod kątem 30° do poziomu. Znaleźć maksymalną wysokość na jaką wzniesie się piłka, odległość na jaką poleci oraz czas trwania ruchu.
16. Dla jakiego kąta zasięg rzutu ukośnego jest cztery razy większy niż jego maksymalna wysokość.
17. Oblicz, jaki kąt tworzy z poziomem wektor prędkości ciała wyrzuconego z prędkością 20 m/s pod kątem 60° do poziomu po czasie $t = 1$ s od wyrzucenia.
18. Jaka była prędkość wyrzuconego poziomo kamienia, jeżeli po czasie 1 s jego prędkość wzrosła trzykrotnie?
19. Punkt materialny porusza się po okręgu o promieniu $R = 5$ m z prędkością liniową, której wartość wynosi 4 m/s. Jaka wartość ma przyspieszenie liniowe tego punktu? Ile wynosi jego prędkość kątowa?
20. Koło zamachowe osiąga prędkość $n = 720$ obr/min. po upływie 60 s od rozpoczęcia ruchu. Znaleźć przyspieszenie kątowe koła oraz liczbę obrotów wykonanych w ciągu tej minuty. Ruch należy uważać za jednostajnie przyspieszony.
21. O ile należy zmniejszyć prędkość liniową jednej z gąsienic ciągnika poruszającego się z prędkością 24 km/h, aby jego środek ciężkości mógł poruszać się po okręgu o promieniu 23 m. Odległość między gąsienicami wynosi 1.5 m.
22. Koło o promieniu 10 cm obraca się ze stałym przyspieszeniem kątowym 3.14 rad/s². Znaleźć w końcu pierwszej sekundy ruchu dla punktów leżących na obwodzie koła: a) prędkość liniową, b) prędkość kątową. Obliczyć też prędkość liniową i kątową dla punktów leżących w odległości 5 cm od środka koła.
23. Prędkość pociągu po opuszczeniu stacji kolejowej wzrasta jednostajnie i po trzech minutach od chwili rozpoczęcia ruchu osiąga na zakrzywionym torze o promieniu 800 m wartość 72 km/h. Oblicz wartość przyspieszenia stycznego, normalnego i całkowitego, jaką ma pociąg po 2 min. od chwili opuszczenia stacji.

DYNAMIKA RUCHU POSTĘPOWEGO

1. Wagonik o masie 1000 kg zatrzymuje się podczas hamowania po upływie 5 s, przebywając ruchem jednostajnie opóźnionym odległość 25 m. Znaleźć: a) prędkość początkową wagonika, b) siłę hamowania.
2. Ciało o masie 1 kg zostało wyrzucone do góry. Na wysokości 10 m jego energia kinetyczna wynosi 200 J. Jaka maksymalna wysokość osiągnie to ciało?
3. Jaką siłę należy przyłożyć do wagonu stojącego na szynach, aby zaczął on jechać ruchem jednostajnie przyspieszonym i w ciągu $t = 30$ s przebył drogę 11 m? Masa wagonu wynosi 8000 kg, a podczas ruchu na wagon działa siła tarcia równa 0.005 jego ciężaru.
4. Tramwaj ruszając z przystanku jedzie ze stałym przyspieszeniem $a = 0.5 \text{ m/s}^2$. Po upływie $t = 180$ s od rozpoczęcia ruchu silnik zostaje wyłączony i tramwaj jedzie do przystanku ruchem jednostajnie opóźnionym. Współczynnik tarcia wzdłuż całej drogi wynosi $f = 0.01$. Obliczyć: a) maksymalną prędkość tramwaju, b) czas trwania ruchu, c) opóźnienie tramwaju d) całkowitą drogę przebytą przez tramwaj.
5. Ciało zsuwa się po równi pochyłej tworzącej z poziomem kąt 30° . Po przebyciu drogi 1.5 m osiąga ono prędkość 2 m/s. Jaka wartość ma współczynnik tarcia ciała o równię?
6. Podnosząc pionowo w górę odważnik o masie 8 kg na wysokość 1 m ze stałą siłą F wykonano pracę 320 J. Z jakim przyspieszeniem podnoszono odważnik?
7. Sanki o masie $m = 40$ kg zsuwają się z górkę o wysokości 18 m i długości 36 m. U podnóża górkę osiągają one prędkość 3 m/s. Obliczyć współczynnik tarcia sanek o równię oraz ilość ciepła wydzielonego wskutek tarcia.
8. Jaką pracę należy wykonać, aby ciało o masie 2 kg pozostające w ruchu: a) zwiększyło swą prędkość od 2 m/s do 5 m/s, b) zatrzymało się, jeśli jego prędkość początkowa wynosiła 8 m/s?
9. Kamień rzucony po powierzchni lodu z prędkością 2 m/s przebył do chwili zatrzymania się odległość 20.4 m. Znaleźć współczynnik tarcia kamienia o lód, uważając go za stały.
10. Podczas podnoszenia ciała powolnym ruchem jednostajnym na wysokość 10 m wykonano pracę 600 J. Jaka jest masa podnoszonego ciała?

11. Odważnik o ciężarze 10 N wiszący na nici zostaje odchylony o kąt 30° . Znaleźć naciąg nici w chwili przekraczania przez odważnik położenia równowagi.
12. Ciężarek o masie $m = 1$ kg zawieszony jest na nici. Znaleźć naciąg nici jeśli wraz z ciężarkiem nie wznosi się z przyspieszeniem 5 m/s^2 .
13. Samolot wznosi się i na wysokości 5 km osiąga prędkość 360 km/h. Ile razy praca wykonana podczas wznoszenia samolotu przeciw sile ciężkości jest większa od pracy powodującej zwiększenie prędkości samolotu?
14. Podnosząc pionowo w górę ciężarek o masie 3 kg na wysokość 1 m ze stałą siłą F , wykonano pracę 270 N. Z jakim przyspieszeniem podnoszono ciężarek?
15. Niewielki krążek zamocowany jest na krawędzi prostopadłościennego pudła. Odważniki o jednakowych masach 2 kg każdy są połączone nicią przerzuconą przez krążek tak, że odważnik zwisający w dół nie dotyka ściany pudła. Współczynnik tarcia odważnika o stół wynosi 0.1. Znaleźć przyspieszenie z jakim poruszają się odważniki oraz naciąg nici. Tarcie w krążku pominąć.
16. Niewielki bloczek jest umocowany na wierzchołku dwóch równi pochyłych tworzących z poziomem kąty $\alpha = 30^\circ$ i $\beta = 45^\circ$. Odważniki o jednakowych masach 1 kg są połączone nieważką i nierozciągliwą nicią przerzuconą przez bloczek. Narysować rozkład sił. Znaleźć przyspieszenie, z jakim poruszają się odważniki. Jaka jest wartość siły naciągu nici? Tarcie odważników o obie równie pochyłe oraz tarcie na bloczku pominąć.
17. Rozwiązać poprzednie zadanie przyjmując, że współczynniki tarcia obu odważników o obie równie pochyłe wynoszą 0.1.
21. Z górkę o wysokości 1 m i długości zbocza 10 m ześlizguje się ciało o masie 1 kg. Znaleźć; a) energię kinetyczną ciała u podnóża górkę, b) prędkość ciała w tym punkcie, c) odległość przebytą wzdłuż poziomego odcinka drogi do chwili zatrzymania się. Współczynnik tarcia wzdłuż całej drogi jest stały i wynosi 0.2.
22. Na sznurku o długości l wisi drewniany klocek o masie M . O jaki kąt odchylił się sznurek, jeżeli klocek zostanie trafiony poziomo wystrzelonym pociskiem karabinowym o masie m i prędkości v ? Klocek jest na tyle gruby, że pocisk ugrzęźnie w nim. Zakładamy, że zawieszenie jest całkowicie elastyczne, a masa sznurka zaniedbywalnie mała.
23. Kulę o masie $m = 10$ kg wyrzucono pod pewnym kątem. Kula ta spada na ten sam poziom, z którego została wyrzucona po czasie $t = 4$ s. Obliczyć zasięg rzutu kuli, jeżeli przy jej wypchnięciu została wykonana praca $W = 2125$ J. Po jakim czasie kula znajdzie się na wysokości $h = 10$ m i z jaką prędkością będzie się wówczas poruszała?
24. Przez nieważki bloczek obracający się bez tarcia przerzucono nieważką i nierozciągliwą nici z zawieszonymi na jej końcach ciężarkami m_1 i m_2 , przy czym $m_2 = nm_1$. Ciężarek m_2 podniesiono tak, aby ciężarek m_1 dotknął podłogi, a następnie puszczono. Na jaką wysokość podniesie się ciężarek m_1 , gdy ciężarek m_2 uderzy o podłogę?

DYNAMIKA RUCHU OBROTOWEGO

1. Wagon tramwajowy o masie 5000 kg jedzie po łuku o promieniu 128 m. Obliczyć siłę bocznego nacisku kół na szyny przy prędkości ruchu 18 km/h.
2. Kula i walec mają jednakowe masy i toczą się bez poślizgu z jednakową prędkością liniową v . Energia kinetyczna kuli wynosi 40 J. Znaleźć energię kinetyczną walca.
3. Energia kinetyczna wału wirującego ze stałą prędkością obrotową 5 rad/s wynosi 60 J. Znaleźć moment pędu tego wału.
4. Obręcz i walec o jednakowych masach i promieniach staczają się bez poślizgu po pochylonej rampie. Oblicz stosunek ich prędkości u podstawy rampy i stosunek czasów staczania się wzdłuż całej rampy.
5. Jak zmieni się energia kinetyczna układu pokazanego na rysunku, jeżeli zwiększymy w nim dwukrotnie odległość mas od osi obrotu i równocześnie zwiększymy dwa razy prędkość kątową? (Oś obrotu jest prostopadła do płaszczyzny rysunku i przechodzi przez środek masy, który pokrywa się z środkiem symetrii). 
6. Ciało o masie $m = 0.5$ kg porusza się po okręgu o promieniu 1 m pod działaniem siły dośrodkowej o wartości 8 N. Jaka jest wartość prędkości liniowej tego ciała.
7. Krążek o ciężarze 2 N toczy się bez poślizgu po płaszczyźnie poziomej z prędkością 4 m/s. Znaleźć energię kinetyczną krążka.
8. Koło zamachowe o momencie bezwładności $I = 63.3$ kg m² obraca się ze stałą prędkością kątową 3.4 rad/s. Obliczyć moment hamujący, pod którego działaniem koło zamachowe zatrzymuje się po upływie czasu 20 s.
9. Koło zamachowe o momencie bezwładności $I = 245$ kg m² obraca się wykonując 20 obr/s. Po ustaniu działania na koło momentu obrotowego sił zatrzymuje się ono wykonawszy 1000 obrotów. Obliczyć: a) czas od chwili ustania działania momentu obrotowego sił aż do całkowitego zatrzymania się koła, b) moment sił tarcia.
10. Z jaką stałą prędkością kątową obraca się dookoła średnicy jednorodna metalowa kula, o masie 5 kg i promieniu 0.1 m, jeśli jej energia kinetyczna wynosi 1280 J?
11. Na szpulkę nawinięto nierozciągliwą nić, której koniec zaczepiono do sufitu. Szpulka pod wpływem swojego ciężaru odwija się z nici. Obliczyć przyspieszenie z jakim szpulka opada oraz naciąg nici. Masa szpulki m , jej moment bezwładności względem osi przechodzącej przez środek szpulki I , a promień szpulki R .

12. Jednorodny walec o masie m i promieniu R został zawieszony na nieważkiej nici. W chwili $t = 0$ walec puszczono i zaczął on opadać w dół pod wpływem siły ciężkości, a nitka odwijać się. Znaleźć: a) siłę naciągu nici, b) zależność mocy tego układu od czasu.
13. Obracający się z prędkością kątową ω walec o promieniu R został umieszczony w kącie utworzonym przez podłogę i ścianę. Przyjmując, że współczynnik tarcia o podłogę i ścianę wynosi f , oblicz ile obrotów wykona walec do momentu zatrzymania się.
14. Oblicz moment bezwładności wydrążonej kuli o masie m względem stycznej. Zewnętrzny promień kul R , wewnętrzny r .
15. Obliczyć energię kinetyczną wydrążonej kuli o promieniach zewnętrznym i wewnętrznym odpowiednio $R = 0,2$ m i $r = 0,18$ m i masie $m = 0,25$ kg obracającą się dokoła średnicy z częstotliwością $\omega = 25$ rad/s.
16. Na wierzchołku równi pochyłej o kącie nachylenia α i wysokości h umieszczono małą kulkę, dla której współczynnik tarcia posuwistego (statycznego i kinematycznego) wynosi $f = 2/7$, a tarcia tocznego jest zanedbywalnie mały. Jak końcowa prędkość kulki zależy od kąta nachylenia α ?
18. Kula miedziana o promieniu 10 cm wiruje z prędkością obrotową 2 obr/s wokół osi przechodzącej przez jej środek. Jaką pracę należy wykonać, aby dwukrotnie zwiększyć jej prędkość kątową?
19. Małe ciało ześlizguje się z wysokości h po nachylonej powierzchni przechodzącej w „martwą pętlę” o promieniu R . Na jakiej wysokości h_1 ciało oderwie się od podłoża? Tarcie pomijamy. Obliczyć wysokość $h = H$, która umożliwi wykonanie przez ciało pełnej pętli bez oderwania się.
20. W najwyższym punkcie doskonale gładkiej kuli o promieniu $R = 1,5$ m znajduje się mała kulka (punkt materialny) w położeniu równowagi chwiejnej. Jeżeli wychylimy ją z tego położenia, to początkowo będzie się ona poruszała po powierzchni kuli, a następnie upadnie na poziomą podstawę, na której spoczywa kula. Jaką drogę przebędzie mała kulka po powierzchni dużej kuli i w jakiej odległości od pionu, przechodzącego przez środek kuli, upadnie ona na poziomą podstawę?

GRAWITACJA

1. Jaki jest stosunek ciężarów człowieka na powierzchni Jowisza i Saturna do jego ciężaru na powierzchni Ziemi, jeżeli wiadomo, że stosunek mas tych planet do masy Ziemi wynosi odpowiednio $M_J/M_Z = 95.22$ oraz $M_S/M_Z = 318.35$, a stosunek promieni $R_S/R_Z = 9.47$, $R_J/R_Z = 11.27$?
2. Jak okres T obiegu satelity krążącego wokół planety zależy od gęstości tej planety?
3. Jak przyspieszenie zależy od promienia planety. Obliczyć przyspieszenie na Księżycu.
4. Narysować wykres przyspieszenia grawitacyjnego wewnątrz i na zewnątrz jednorodnej kulistej planety o masie M , gęstości ρ i promieniu R . Przyjąć odległości od 0 do $4R$.
5. Obliczyć pierwszą prędkość kosmiczną.
6. Obliczyć drugą prędkość kosmiczną, tzn. prędkość, z jaką powinien być wystrzelony satelita z powierzchni planety o masie M i promieniu R , aby nie wrócił do tej planety.
7. Statek kosmiczny o masie m krąży swobodnie po orbicie okołoziemskiej o promieniu R . Obliczyć całkowitą energię statku (kinetyczną i potencjalną). Sporządzić wykres całkowitej energii statku w zależności od promienia orbity.
8. Ciało wyrzucono z Ziemi pionowo w górę z prędkością równą co do wartości pierwszej prędkości kosmicznej. Pomijając opór atmosfery obliczyć wysokość na jaką dotrze wyrzucone ciało.
9. Znaleźć przyspieszenie, z jakim spadałyby ciała na powierzchnię Księżycy, przy założeniu, że działa na nie tylko przyspieszenie grawitacyjne Księżycy.
10. Z jaką prędkością należy wystrzelić pocisk z powierzchni Ziemi, aby dotarł on do Księżycy? Z jaką prędkością upadnie on na Księżyc? Ile razy zmieni się ciężar tego pocisku na powierzchni Księżycy w porównaniu z jego ciężarem na Ziemi? Przyjąć, że masa Księżycy stanowi $1/81$ masy Ziemi, a promień Ziemi równa się $3,7$ krotności promienia Księżycy, zaś średnia odległość Ziemi od Księżycy $d = 380\,000\text{km}$

DRGANIA

1. Napisać równanie ruchu drgającego harmonicznie o amplitudzie 0.1 m, jeśli w ciągu 1 minuty zachodzi 180 drgań, a faza początkowa drgań wynosi 60° . Ile wynosi okres drgań, częstość i częstotliwość.
2. W ciągu jakiego czasu od początku ruchu punkt materialny drgający harmonicznie wychyli się z położenia równowagi o połowę amplitudy? Okres drgań $T = 14$ s, a faza początkowa równa się zero.
3. Ile wynosi wychylenie punktu drgającego ruchem harmonicznym, jeśli jego energia potencjalna równa jest energii kinetycznej?
4. Obliczyć częstotliwość drgań harmonicznymi nietłumionymi punktu materialnego o masie 2 g, jeśli amplituda drgań wynosi 10 cm, a całkowita energia 1 J.
5. Równanie ruchu punktu materialnego dane jest w postaci $x(t) = 2 \sin(\pi t / 6)$ cm. Znaleźć te chwile, w których występuje maksymalna prędkość i maksymalne przyspieszenie.
6. Ciało o masie 0.01 kg drga według równania $x(t) = 5 \sin(\pi t / 5 + \pi / 4)$ cm. Znaleźć maksymalną siłę działającą na ciało oraz energię drgającego ciała.
7. Energia całkowita ciała drgającego harmonicznymi jest równa $3 \cdot 10^{-5}$ J, a maksymalna siła działająca na ciało wynosi $1.5 \cdot 10^{-3}$ N. Napisać równanie ruchu tego ciała, skoro okres drgań trwa 2 s, a faza początkowa równa się $\pi / 6$.
8. Kulka miedziana zawieszona na sprężynie wykonuje drgania harmoniczne pionowe. Jak zmieni się okres drgań, jeśli zamiast kulki miedzianej zawiesimy na sprężynie kulkę aluminiową o takim samym promieniu. Gęstość miedzi wynosi 8600 kg/m^3 , a gęstość aluminium 2600 kg/m^3 .
9. Na sprężynie zawieszona jest szalka z odważnikami. Okres drgań pionowych sprężyny jest równy 0.5 s. Po obciążeniu szalki dodatkowymi odważnikami okres drgań pionowych szalki wynosi 0.6 s. O ile wydłużyła się sprężyna wskutek dołożenia dodatkowych odważników?
10. Znaleźć amplitudę i fazę początkową drgań harmonicznymi otrzymanych wskutek nałożenia a) jednakowo skierowanych, b) prostopadle skierowanych drgań danych równaniami $x(t) = 0.02 \sin(5\pi t + \pi/2)$ cm, $x(t) = 0.03 \sin(5\pi t + \pi/4)$ cm.
11. Punkt materialny drga harmonicznymi z okresem $T = 0,3$ s i z amplitudą $A = 0,01$ m. Jakie jest przyspieszenie tego punktu w chwili gdy jego prędkość równa się $1/4$ prędkości maksymalnej?
12. Znaleźć amplitudę drgań harmonicznymi punktu materialnego, jeżeli jego całkowita energia drgań wynosi $E = 0,04$ J, a wartość siły działającej przy wychyleniu do połowy amplitudy wynosi 2 N.

13. Ciało o masie $m = 0,01 \text{ kg}$ wykonuje drgania harmoniczne o amplitudzie $A = 0,1 \text{ m}$ i częstotliwości $f = 100 \text{ s}^{-1}$. Obliczyć maksymalne wartości: siły F , energii potencjalnej i energii kinetycznej.
14. Pewne ciało wykonuje ruch harmoniczny o okresie $T = 2 \text{ s}$ i amplitudzie $A = 0,05 \text{ m}$. Obliczyć stosunek energii kinetycznej do potencjalnej ciała w chwili gdy wychylenie wynosi połowę amplitudy. Zakładając, że w chwili $t = 0$ $x = 0$, określić po jakim czasie ciało znajdzie się w odległości $x = A/2$ i z jaką prędkością będzie się wówczas poruszało.

FALE

1. Fala głosowa przechodzi z powietrza ($v_1 = 330 \text{ m/s}$) do wody ($v_2 = 1450 \text{ m/s}$). Jaki jest stosunek długości fali w wodzie do długości fali w powietrzu?
2. O ile podwyższy się poziom głośności dźwięku, jeśli jego natężenie zwiększy się pięciokrotnie?
3. Sygnał wysyłany przez echosondę łodzi podwodnej powrócił po czasie $t = 3.7 \text{ s}$. W jakiej odległości od łodzi znajduje się przeszkoda, jeżeli szybkość rozchodzenia się dźwięku w wodzie $v = 1450 \text{ m/s}$?
4. Wzdłuż sznura o długości 1.6 m rozchodzi się fala. Jakie są okres, częstotliwość, i prędkość fali, jeśli najkrótszy czas, jaki upływa pomiędzy chwilami maksymalnego i zerowego wychylenia w ustalonym punkcie sznura wynosi 0.2 s .
5. Uderzono w jeden z końców otwartej rury żelaznej. Na drugim końcu odebrano dwa sygnały w odstępie czasu równym 1 s . Obliczyć długość rury. Szybkość dźwięku w powietrzu wynosi 340 m/s , a w rurze 5300 m/s .
6. Dźwięk o częstotliwości 600 Hz przechodzi w czasie 0.744 s z punktu leżącego 200 m pod powierzchnią wody do punktu będącego w powietrzu 200 m nad powierzchnią wody. Oba punkty leżą na linii pionowej. Szybkość rozchodzenia się dźwięku w powietrzu wynosi 330 m/s . Obliczyć długość fali dźwiękowej w powietrzu i w wodzie.
7. Długość struny wynosi l_0 . O jaką długość x należy skrócić strunę, aby uzyskać dźwięk o częstotliwości 3 razy większej?
8. W węźle gumowym, którego jeden koniec jest uwiązany a drugi pobudzany do drgań, powstała fala stojąca. Odległość dwóch sąsiednich węzłów wynosi 1.5 m . Jak należy zmienić częstotliwość drgań, aby węzły przypadały co 1 m ?
9. Jedna syrena wydaje dźwięk o natężeniu 80 dB . Jakie jest natężenie dźwięku wydawanego przez 10 takich syren jednocześnie?

OPTYKA

1. W pewnym rodzaju współczynniki załamania światła fioletowego i czerwonego wynoszą odpowiednio 1.8 i 1.5. Ile wynoszą prędkości światła fioletowego i czerwonego w tym szkłe?
2. Przedmiot znajduje się w odległości $x = 1.5 f$ od soczewki skupiającej (f -ogniskowa) W jakiej odległości powstaje obraz tego przedmiotu?
3. Prędkość światła w diamencie wynosi 124000000 m/s. Ile wynosi współczynnik załamania diamentu względem próżni?
4. Na płytkę szklaną o współczynniku załamania $n = 1.5$ pada promień świetlny. Jaki jest kąt padania promienia, jeżeli promień załamany tworzy z promieniem odbitym na granicy powietrza i szkła kąt $\gamma = 60^\circ$?
5. Z materiału o współczynniku załamania $n = 1.73$ wycięto płytkę płasko-równoległą o grubości $d = 1$ cm. Pod jakim kątem pada na płytkę promień świetlny, jeśli kąt załamania jest dwukrotnie mniejszy kąt kąta padania?
6. Przedmiot o wysokości $h = 0.02$ m ustawiono prostopadle do osi optycznej w odległości $x = 0.15$ m od soczewki dwuwypukłej, której zdolność zbierająca wynosi 10 dioptrii. Znaleźć położenie obrazu i jego wysokość. Sporządzić rysunek.
7. Promienie krzywizny powierzchni soczewki dwuwypukłej są równe i wynoszą $R = 0.5$ m, a współczynnik załamania materiału soczewki wynosi 1.5. Znaleźć zdolność zbierającą soczewki.
8. Szklana soczewka dwuwypukła o jednakowych promieniach krzywizny jest umieszczona w powietrzu o współczynniku załamania 1.5. Jaki jest związek między ogniskową a promieniem krzywizny tej soczewki?
9. Źródło światła znajduje się w stałej odległości l od ekranu. Obliczyć w jakiej odległości od źródła trzeba umieścić cieką soczewkę skupiającą o ogniskowej f , aby na ekranie powstał rzeczywisty obraz źródła. Podać warunek, kiedy jest to możliwe.
10. Oblicz promień krzywizny soczewki szklanej wiedząc, że jeśli przedmiot był w odległości 0.3 m od soczewki, to obraz rzeczywisty powstał w odległości 0.15 m od soczewki, a bezwzględne współczynniki załamania powietrza oraz szkła wynoszą odpowiednio 1 i 1.5.

CIEPŁO

1. Ile ciepła należy dostarczyć do $V = 1$ l wody o temperaturze $T_1 = 20$ °C, aby podnieść jej temperaturę do $T_2 = 100$ °C? W jakim czasie czajnik o mocy $P = 200$ W zagotuje 1 l wody (przyjąć sprawność procesu 60 %)?
2. Ile ciepła należy odebrać od wody o temperaturze $T = 5$ °C znajdującej się w kałuży o pojemności $V = 10$ l, aby całkowicie zamienić ją w lód?
3. Do wody o masie 0.5 kg i temperaturze 20 °C wrzucono 0.25 kg miedzianych pinezek o temperaturze 100 °C. O ile wzrośnie temperatura wody?
4. Ile kostek lodu o masie $m_1 = 5$ g i temperaturze topnienia należy wrzucić do coli o pojemności $V = 200$ ml i temperaturze $T_1 = 20$ °C, aby schłodzić ją do $T_2 = 10$ °C. Przyjąć ciepło właściwe coli $c = 4000$ J/kgK. Ciepło pochłonięte przez szklankę można pominąć.
5. Na piecyku ogrzano walec miedziany o masie $m_1 = 100$ g do temperatury T_1 . Następnie wrzucono go do naczynia o pojemności cieplnej $C = 200$ J/K zawierającego $V_2 = 0.1$ l wody o temperaturze $T_2 = 20$ °C, wskutek czego temperatura wody i naczynia wzrosła do $T_k = 50$ °C. Obliczyć temperaturę T_1 .
6. Miedziana kulka spada z wysokości 20 m z prędkością początkową 4 m/s i po uderzeniu odbija się na wysokość 4 m. O ile stopni wzrośnie temperatura kulki, jeśli 60% pracy zużytej na odkształcenie kulki w czasie zderzenia idzie na podwyższenie jej energii wewnętrznej?
7. Z jaką prędkością powinna lecieć ołowiana kulka, aby przy niesprężystym uderzeniu o ścianę, uległa stopieniu. Temperatura początkowa kulki wynosi 27 °C, a temperatura jego topnienia wynosi 327 °C. Zakładamy, że przy uderzeniu energia kinetyczna kulki całkowicie przekształca się w jej energię wewnętrzną.

Stałe tablicowe:

$c_w = 4190$ J/kgK	- ciepło właściwe wody
$q = 333$ kJ/kg	- ciepło topnienia lodu = ciepło krzepnięcia wody
$C_{Cu} = 386$ J/kgK	- ciepło właściwe miedzi
$C_{Al} = 900$ J/kgK	- ciepło właściwe aluminium

PRAWA GAZOWE

1. W naczyniu o objętości 2 l znajduje się masa $4 \cdot 10^3$ kg wodoru w temperaturze 300 K. Znaleźć ciśnienie wodoru.
2. Gęstość pewnego gazu w temperaturze 10 °C i pod ciśnieniem 200000 N/m² wynosi 0.34 kg/m³. Jaka masę ma 1 kilomol tego gazu?
3. Jaka jest gęstość powietrza w warunkach normalnych ($p_0 = 1013$ hPa, $T = 273$ K), jeżeli pod ciśnieniem $p_1 = 2026$ hPa i w temperaturze $T_1 = 300$ K, gęstość powietrza wynosi $\rho_1 = 2.345$ kg / m³?
4. Na jakiej głębokości pod powierzchnią jeziora gęstość pęcherzyka powietrza będzie równa 15 % gęstości wody? Temperatura pęcherzyka powietrza wynosi 7 °C, a ciśnienie zewnętrzne na powierzchni jeziora jest równe p_0 . Gęstość powietrza w warunkach normalnych wynosi $\rho_0 = 1.29$ kg/m³.
5. Jeśli na skutek przemiany gazu o początkowych parametrach p , V i T jego ciśnienie wzrosło 4 razy, to ile wynosi jego temperatura końcowa?
6. Ciśnienie pewnej masy gazu zmalało dwukrotnie, a temperatura zmalała trzykrotnie. Jak zmieniła się objętość tego gazu?
7. Ile waży powietrze zawarte w pokoju o długości 5 m, szerokości 4 m i wysokości 3 m w warunkach normalnych?

POLE ELEKTRYCZNE

1. Na osi x , w odległości $d = 10$ cm od siebie umieszczono dwa ładunki $q_1 = +1 \mu\text{C}$ i $q_2 = -4 \mu\text{C}$. Z jaką siłą na siebie oddziałują? W jakim miejscu na osi x (poza nieskończenie odległymi) należy umieścić trzeci ładunek $q_3 = 1 \mu\text{C}$, aby wypadkowa siła działająca na niego była równa zero?
2. Jakie jest natężenie pola elektrostatycznego w pobliżu dwóch naładowanych prostopadłych ścian przewodzących, jeśli jedna naładowana jest ładunkiem o gęstości powierzchniowej σ , a druga 2σ .
3. W odległości l od siebie znajdują się dwa dodatnie ładunki Q i $4Q$. W którym punkcie odcinka łączącego te ładunki należy umieścić trzeci ładunek, aby nie działała na niego żadna siła?
4. Ile razy siła przyciągania newtonowskiego między dwoma protonami jest mniejsza od ich kulombowskiego odpychania?
6. Dwie kulki o jednakowych promieniach i masach są zawieszona na niciach tak, że ich powierzchnie stykają się. Po naładowaniu kulek ładunkiem $0.4 \mu\text{C}$ odepchnęły się od siebie i odchyliły się o kąt 60° . Znaleźć ciężar kulek, jeśli odległość od punktu zawieszenia każdej kulki do jej środka wynosi 20 cm.
7. Znaleźć gęstość materiału kuli z poprzedniego zadania, jeśli podczas zanurzania tych kulek w nafcie kąt odchylenia wynosił 4° . Przenikalność dielektryczna nafty wynosi 2 .
8. Naładowana kropelka o masie 10^{-10} kg znajduje się wewnątrz umieszczonego poziomo kondensatora płaskiego, którego płytki dzieli odległość 1 cm. Gdy brak jest oporu elektrycznego kropelka wskutek oporu powietrza spada z pewną stałą prędkością. Gdy do płytek kondensatora jest przyłożona różnica potencjałów $U = 600$ V, wówczas kropelka opada dwukrotnie wolniej. Znaleźć ładunek kropelki.
9. Kulczka o masie $m = 10^{-2}$ g jest naładowana ładunkiem $Q = 1.6 \cdot 10^{-9}$ C. Z jakim przyspieszeniem będzie się poruszała ta kulczka w jednorodnym polu elektrostatycznym o natężeniu $E = 300$ V/cm?
10. Z bańki mydlanej o promieniu 2 cm, naładowanej do potencjału $V = 10000$ V, powstaje po jej pęknięciu kropla wody o promieniu 0.5 cm. Jaki jest potencjał tej kropli?
11. Jaka prędkość powinna mieć cząstka α znajdująca się w odległości $d_1 = 1$ cm od jądra atomu złota ($Z = 79$), aby mogła się do niego zbliżyć na odległość $d_2 = 1 \mu\text{m}$ poruszając się wzdłuż prostej łączącej ich środki. Masa cząstki α wynosi $m_\alpha = 6.7 \cdot 10^{-27}$ kg,

POLE MAGNETYCZNE

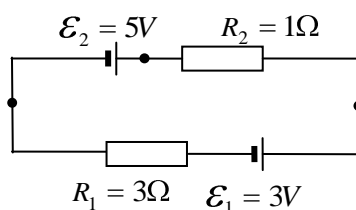
- Elektron poruszający się początkowo z prędkością o wartości $V = 10^6$ m/s wpada w pole magnetyczne, prostopadle do wektora indukcji magnetycznej \mathbf{B} o wartości $B = 0.1$ T.
 - Wyznaczyć przyspieszenie elektronu.
 - Czy wartość prędkości elektronu ulega zmianie? Dlaczego?
 - Jakie byłoby przyspieszenie elektronu, gdyby $\mathbf{V} \parallel \mathbf{B}$?
- Proton porusza się z prędkością $V = 2 \cdot 10^6$ m/s po okręgu w jednorodnym polu magnetycznym o indukcji $B = 2$ mT. Wyznaczyć promień toru tego protonu oraz okres jego ruchu.
- Proton i cząstka α (jądro helu) zakreślają w tym samym polu magnetycznym okręgi o jednakowych promieniach. Jaki jest związek między energiami kinetycznymi tych cząstek?
- Obliczyć skok linii śrubowej, po której porusza się proton wlatujący w stałe, jednorodne pole magnetyczne o indukcji \mathbf{B} z prędkością v skierowaną pod kątem α do linii sił pola.
- Elektron wlatuje do pola magnetycznego o indukcji \mathbf{B} z prędkością v , skierowaną pod kątem α do kierunku wektora \mathbf{B} . Po jakim czasie t wektor prędkości elektronu będzie tworzył z kierunkiem prędkości początkowej kąt 2α ?
- Proton o energii kinetycznej $E = 100$ keV porusza się po okręgu w jednorodnym polu magnetycznym. Jakie muszą być energie cząstki α i deuteronu, aby poruszały się w tym polu magnetycznym po okręgach o takich samych jak proton promieniach. Cząstka α ma masę cztery razy większą od masy protonu, a ładunek dwa razy większy od ładunku protonu. Masa deuteronu natomiast jest dwa razy większa od masy protonu, lecz ładunek taki sam, jak ładunek protonu.
- Oblicz napięcie U na końcach skrzydeł samolotu, który leci poziomo w polu magnetycznym Ziemi z prędkością $v = 900$ km/h. Natężenie pola magnetycznego Ziemi wynosi $H = 39$ A/m, a linie sił tego pola tworzą z poziomem kąt 30° . Rozpiętość skrzydeł samolotu wynosi $l = 12$ m.

KONDENSATORY

1. Chcemy zbudować kondensator płaski powietrzny o polu okładek $S = 10 \text{ cm}^2$ każda i pojemności $C = 1 \text{ }\mu\text{F}$.
 - a) Jaka musi być odległość między okładkami takiego kondensatora?
 - b) Załóżmy odległość między okładkami kondensatora $d = 1 \text{ mm}$. Jaki ładunek można na nim zgromadzić przy różnicy potencjałów $U_1 = 1 \text{ V}$.
 - c) Jak zmieni się pojemność tego kondensatora i ładunek na nim zgromadzony, jeżeli różnicę potencjałów zmienimy na $U_2 = 2 \text{ V}$.
2. Dwa kondensatory o pojemnościach $C_1 = 2 \text{ }\mu\text{m}$ i $C_2 = 3 \text{ }\mu\text{m}$ połączono szeregowo i przyłożono do nich napięcie $U = 8 \text{ V}$.
 - a) Jakie napięcia ustalą się na obu kondensatorach?
 - b) Jakie ładunki się na nich zgromadzą?
 - c) Jakie będą wartości ładunków i napięć na kondensatorach, gdy połączymy je równolegle?
3. Ile identycznych kondensatorów płaskich o polu powierzchni okładek $S = 1 \text{ cm}^2$ i odległości między nimi $d = 0.1 \text{ cm}$ należałoby połączyć równolegle, aby przy różnicy potencjałów $U = 10 \text{ V}$ na każdym z nich, można było na nich łącznie zgromadzić energię $E = 1 \text{ mJ}$.
4. Odległość okładek kondensatora płaskiego o pojemności C wynosi d . Ile wyniesie energia w tego kondensatora, jeżeli pomiędzy jego okładkami wytworzymy pole elektryczne o wartości natężenia E ?
5. Do płaskiego kondensatora o długości $s = 10 \text{ cm}$ wlatuje pod kątem $\alpha = 15^\circ$ do płytek elektron o energii kinetycznej $T = 1500 \text{ eV}$. Odległość między płytkami wynosi $d = 1 \text{ cm}$. Wyznaczyć wartość napięcia, przy której elektron będzie się poruszał równolegle do płytek po opuszczeniu kondensatora.
6. Kondensator powietrzny naładowano ładunkiem $Q = 400 \text{ }\mu\text{C}$ i odłączono od źródła napięcia. Po wprowadzeniu dielektryka między okładki kondensatora napięcie zmalało do wartości 100 V . Obliczyć pojemność kondensatora powietrznego, jeśli względna przenikalność elektryczna dielektryka wynosi $\epsilon_r = 4$.
7. Dwa połączone szeregowo kondensatory o pojemnościach C_1 i C_2 przyłączono do źródła napięcia. Jakie ładunki zgromadzą się na kondensatorach i na którym będzie większe napięcie?
8. Dwa kondensatory o pojemnościach C_1 i C_2 początkowo połączono szeregowo, później równolegle. Pojemność C_1 jest 3 razy większa od pojemności C_2 . Ile razy pojemność zastępcza przy połączeniu szeregowym jest większa/mniejsza od pojemności zastępczej przy połączeniu równoległym?

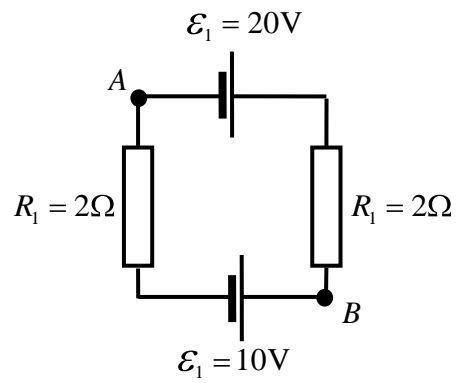
PRĄD STAŁY

1. Z drutu oporowego o polu przekroju poprzecznego S , wykonanego z materiału o oporze właściwym ρ , odcięto trzy kawałki drutu o długościach a , $2a$ i $3a$. Kawałki te połączone ze sobą równolegle. Ile wynosi opór zastępczy takiego układu?
2. Platynowy termometr oporowy ma w temperaturze $1000\text{ }^{\circ}\text{C}$ opór $46\ \Omega$. Ile wynosi opór termometru w temperaturze $0\text{ }^{\circ}\text{C}$, jeśli współczynnik temperaturowy oporu jest równy $3.6 \cdot 10^{-3}\ \text{K}^{-1}$?
3. Jaki opór należy dołączyć równolegle do oporu $9\ \Omega$, aby w takim układzie pod napięciem $9\ \text{V}$ płynął prąd o natężeniu $1.5\ \text{A}$?
4. Do metalowego drutu oporowego o długości $2\ \text{m}$, który na całej długości ma jednakowy przekrój, przyłożono napięcie $220\ \text{V}$. Jaka siła działa na każdy swobodny elektron w tym przewodniku?
5. Na rysunku podano siły elektromotoryczne ogniw i wartości oporów. Opory wewnętrzne ogniw zaniedbujemy. Oblicz prąd płynący przez oporniki R_1 i R_2 .



6. W czajniku elektrycznym o mocy $800\ \text{W}$ można w czasie 14 minut zagotować $1,5$ litra wody o temperaturze początkowej $20\text{ }^{\circ}\text{C}$. Ciepło właściwe wody wynosi $4200\ \text{J} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$. Ile wynosi współczynnik sprawności czajnika?
7. Obwód elektryczny składa się z trzech przewodników o jednakowej długości połączonych szeregowo i wykonanych z tego samego materiału. Przekroje przewodników są równe $1\ \text{mm}^2$, $2\ \text{mm}^2$ i $3\ \text{mm}^2$. Różnica potencjałów na końcach obwodów wynosi $12\ \text{V}$. Obliczyć spadek napięcia na każdym przewodniku.
8. Przez wodny roztwór AgNO_3 przepłynął ładunek równy $0.01\ \text{F}$ (F - stała Faradaya). Masa jednego mola srebra wynosi $108\ \text{g}$. O ile wzrosła masa katody?
10. Jak należy połączyć dwa ogniwa o siłach elektromotorycznych $1.5\ \text{V}$ i oporach wewnętrznych $1.4\ \Omega$, aby w obwodzie, którego opór wynosi $0.2\ \Omega$, popłynął jak największy prąd?

11. Ile wynosi potencjał w punkcie A obwodu na rysunku, jeśli potencjał w punkcie B wynosi 10 V ?



12. Trzy oporniki o oporach R , $2R$ i $3R$ połączone równolegle. Jaki jest stosunek mocy wydzielonych na tych opornikach po podłączeniu układu do źródła napięcia?

PRĄD ZMIENNY

1. Długi i gęsty solenoid ma równomiernie nawinięte zwoje drutu. Dane są: pole powierzchni przekroju S i liczba wszystkich zwojów n . Gdy przez solenoid płynie prąd o natężeniu I , to wartość wektora indukcji wewnątrz wynosi B . Ile wynosi współczynnik samoindukcji solenoidu?
2. W obwodzie RLC występuje rezonans napięć przy częstotliwości $f = 1000$ Hz. Jeśli pojemność obwodu wynosi $0.25 \mu\text{F}$, to ile wynosi jego indukcyjność?
3. W obwodzie RL opór indukcyjny jest równy oporowi omowemu. Napięcie maksymalne wynosi 300 V, a maksymalne natężenie 2 A. Jaka jest moc skuteczna wydzielona na tym obwodzie?
4. Radiostacja wysyła fale o długości $\lambda = 1200$ m. Jaki jest okres własnych w obwodzie radiostacji? Ile wynosi iloczyn LC w obwodzie radiostacji?
5. Prąd zmienny jest wzbudzany w ramce o $N = 200$ zwojach i o płaszczyźnie przekroju $S = 300 \text{ cm}^2$ obracającej się w jednorodnym polu magnetycznym o natężeniu $H = 12000$ A/m. Wyznaczyć wielkość siły elektromotorycznej indukcji po upływie 0.2 s od chwili rozpoczęcia ruchu ramki z położenia prostopadłego do kierunku pola H . Wartość amplitudy siły elektromotorycznej wynosi 18.1 V.
6. W jednorodnym polu magnetycznym o indukcyjności $B = 0.02 \text{ Wb/m}^2$ obraca się pręt o długości 1 m ze stałą prędkością kątową $\omega = 30 \text{ s}^{-1}$. Oś obrotu przechodzi przez koniec pręta równoległe do linii sił pola magnetycznego. Wyznacz napięcie powstające na końcach pręta.
7. Transformator podwyższa napięcie $U_1 = 230$ V do $U_2 = 3000$ V. W uzwojeniu wtórnym płynie prąd o natężeniu $I_2 = 0.1$ A. Oblicz natężenie prądu w uzwojeniu pierwotnym, jeżeli sprawność transformatora wynosi $\eta = 98\%$.
8. Prąd o natężeniu 3 A płynie w ciągu 4 sekund. Jeśli współczynnik samoindukcji obwodu ma wartość 0.8 H, to jaka siła elektromotoryczna indukcji własnej powstaje w obwodzie?
10. Napięcia na oporze R zmienia się wg funkcji $U = U_0 \cos\left(\omega t + \frac{\pi}{3}\right)$. W chwili $t = \frac{1}{12}T$, napięcie wynosiło $U = 12$ V, okres $T = 0.1$ s. Oblicz amplitudę napięcia, częstość kołową i częstotliwość.
9. Piecyk elektryczny o oporze $R = 10 \Omega$ zasilany jest ze źródła prądu harmonicznego, którego amplituda wynosi $I_0 = 16$ A. Oblicz ilość ciepła wydzielonego w czasie jednej godziny.
10. Do sieci prądu przemiennego (harmonicznego) o napięciu skutecznym $U_s = 230$ V i częstotliwości $f = 50$ Hz włączono szeregowo przewodnik o oporze $R = 5 \Omega$ i zwojnicę o indukcyjności $L = 20$ mH. Oblicz amplitudę prądu i kąt przesunięcia fazowego pomiędzy napięciem a prądem.

FIZYKA WSPÓŁCZESNA

1. Jaka długość fali odpowiada kwantowi o energii 1 eV?
2. Praca wyjścia elektronów z niklu wynosi 5 eV. Jaka jest minimalna częstotliwość promieniowania, które spowoduje emisję elektronów z powierzchni niklu?
3. Masa elektronu wynosi $9.1 \cdot 10^{-31}$ kg. Jaka jest długość fali de Broglie'a dla wiązki elektronów rozprzeczonych do prędkości 1000 m/s?
4. Masa cząsteczki wodoru wynosi w przybliżeniu $3.3 \cdot 10^{-27}$ kg. Cząsteczki wodoru w temperaturze pokojowej poruszają się ze średnią prędkością 1800 m/s. Jaka jest długość fali de Broglie'a cząsteczek wodoru w temperaturze pokojowej?
5. Cząsteczki naładowane mają masę m i ładunek q . Jakim napięciem U należy je przyspieszyć, aby długość fali de Broglie'a tych cząsteczek wynosiła λ ?
6. Z jaką prędkością powinien poruszać się elektron, aby jego energia kinetyczna była równa energii fotonu o długości fali $\lambda = 760$ nm.
7. Znaleźć okres obiegu elektronu na pierwszej orbicie w atomie wodoru Bohra oraz jego prędkość kątową. Znaleźć długość fali de Broglie'a dla elektronu poruszającego się po drugiej orbicie Bohra.
8. Przejście elektronu w atomie wodoru z orbity n na orbitę k zachodzi z emisją fotonu o długości fali λ . Znaleźć promień n -tej orbity.
9. Znaleźć okres obiegu oraz prędkość kątową elektronu na pierwszej orbicie bohrowskiej w atomie wodoru.
10. Lampa sodowa świeci tak, że jej moc promieniowania wynosi $P = 100$ W. Ile fotonów n wysyła ta lampa w ciągu $t = 1$ s, jeśli długość fali światła żółtego wynosi $\lambda = 589$ nm?