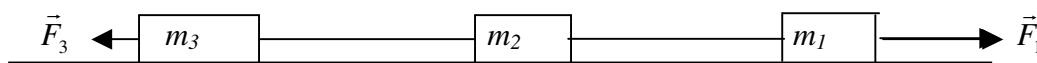


**ZADANIA EGZAMINACYJNE Z FIZYKI**  
**dla kandydatów na studia w Politechnice Lubelskiej**  
**na kierunku: INŻYNIERIA ŚRODOWISKA**

1. Ciało przebyło drogę  $l=45\text{ m}$  w ciągu piątej sekundy, licząc od początku ruchu jednostajnie zmiennego. Obliczyć wartość przyspieszenia ciała oraz wartość prędkości, jaką miało ono w końcu piątej sekundy ruchu? Jaką drogę przebyło ciało w ciągu pierwszej sekundy?
2. Statek o długości  $l=300\text{m}$  płynie w wodzie stojącej ze stałą szybkością  $v_1$ . Kuter, którego szybkość  $v_2=90\frac{\text{km}}{\text{h}}$  przebywa odległość od rufy poruszającego się statku do dziobu i z powrotem w czasie  $t=37,5\text{s}$ . Obliczyć szybkość statku.
3. Dwa pojazdy poruszają się ruchami prostoliniowymi, jeden na północ z prędkością o wartości  $v_1=40\frac{\text{km}}{\text{h}}$ , drugi na wschód z prędkością o wartości  $v_2=30\frac{\text{km}}{\text{h}}$ . Obliczyć wartość prędkości ciała drugiego względem pierwszego ( $v_{21}$ ) i określić jej kierunek.
4. Obliczyć wartość przyspieszenia z jakim staczało się ciało po równi pochyłej, jeżeli w czasie pierwszych  $t=10\text{s}$  przebyło drogę  $s=25\text{cm}$  przy założeniu, że ruch jego był jednostajnie przyspieszony bez prędkości początkowej. Oblicz ile obrotów w tym czasie wykonało ciało, jeżeli jego promień  $r=0,5\text{cm}$ .
5. Na samochodzie jadącym z szybkością  $v=60\frac{\text{km}}{\text{h}}$  znajdują się dwie równoległe względem siebie i względem kierunku ruchu samochodu tarcze, odległe od siebie o  $d=0,8\text{m}$ . Jaka jest wartość prędkości kuli, która przebiła te tarcze prostopadle, zostawiając ślady przesunięte względem siebie o  $a=8\text{cm}$ ? Przemieszczenie w kierunku pionowym zaniedbać.
6. Dwa ciała rzucono pionowo do góry z szybkością początkową  $v_0=24,5\frac{\text{m}}{\text{s}}$  w odstępie czasu  $\Delta t=1\text{s}$ . Po jakim czasie i na jakiej wysokości miną się te ciała? Wartość przyspieszenia ziemskiego przyjąć  $g=10\frac{\text{m}}{\text{s}^2}$ .
7. Balon wznosi się pionowo do góry z przyspieszeniem o wartości  $a=2\frac{\text{m}}{\text{s}^2}$ . Po upływie czasu  $t=5\text{s}$  od chwili startu balonu wypadł z niego kamień. Obliczyć czas, po upływie którego kamień spadnie na ziemię. Opór powietrza działający na kamień zaniedbać. Wartość przyspieszenia ziemskiego  $g=9,81\frac{\text{m}}{\text{s}^2}$ .
8. Jakie nachylenie powinien mieć dach, aby krople deszczu ściekały po nim w jak najkrótszym czasie? Tarcie pomijamy.

9. Z dachu na wysokości  $h=6m$  nad powierzchnią ziemi wyrzucono piłkę z prędkością o wartości  $v_0=10 \frac{m}{s}$  pod kątem  $\alpha=30^\circ$  do poziomu. Po upływie jakiego czasu spadnie ona na Ziemię? Wartość przyspieszenia ziemskiego  $g=9,81 \frac{m}{s^2}$ . Opory powietrza zanedbać.
10. Pocisk wystrzelono z prędkością o wartości  $v_0=100 \frac{m}{s}$  pod kątem  $\alpha=60^\circ$  do poziomu. Na jakiej wysokości i po jakim czasie wartość prędkości pocisku będzie minimalna? Wartość przyspieszenia  $g=9,81 \frac{m}{s^2}$ . Opór powietrza pominąć.
11. Z wieży o wysokości  $h=20m$  wyrzucono w kierunku poziomym ciało z szybkością  $v_0=15 \frac{m}{s}$ . W odległości  $d=30m$  od niej znajduje się pionowa ściana. Obliczyć na jakiej wysokości ciało uderzyło w ścianę. Wartość przyspieszenia ziemskiego  $g=9,81 \frac{m}{s^2}$ .
12. Niewielkie ciało ślizga się z szybkością  $v=10 \frac{m}{s}$  zbliżając się do szczeliny. Szczelinę tworzą dwie pionowe równoległe ścianki odległe od siebie  $d=5cm$ . Prędkość tego ciała jest prostopadła do ścianek. Głębokość szczeliny wynosi  $H=1m$ . Ile razy ciało zderzy się ze ściankami, zanim spadnie na dno szczeliny? Zderzenie ze ścianką traktować jako doskonale sprężyste a wartość przyspieszenia ziemskiego przyjąć  $g=10 \frac{m}{s^2}$ .
13. Ciało o ciężarze  $P=40N$  spada w powietrzu pionowo w dół z przyspieszeniem o wartości  $a=8 \frac{m}{s^2}$ . Jaka jest wartość siły oporu powietrza, jeżeli wartość przyspieszenia ziemskiego  $g=10 \frac{m}{s^2}$ ?
14. Jednorodna lina leży na stole tak, że jej część zwisa ze stołu i zaczyna się zsuwać wtedy, gdy długość zwisającej części stanowi 40% jej długości całkowitej. Ile wynosi współczynnik tarcia liny o stół?
15. Trzy ciała połączone nieważkimi i nierozciągliwymi nićmi leżą na poziomej, idealnie gładkiej powierzchni. Do ciała o masie  $m_1$  jest przyłożona siła  $\vec{F}_1$  skierowana równoległe do powierzchni, a do ciała o masie  $m_3$  siła o wartości  $F_3 < F_1$  skierowana przeciwnie do siły  $\vec{F}_1$  (patrz rys. 1). Obliczyć wartość przyspieszenia z jakim poruszają się ciała oraz wartości sił powodujących naprężenia nici.



Rys. 1

16. Człowiek o masie  $m=60\text{ kg}$  wskakuje z prędkością o wartości  $v=8\frac{m}{s}$  do łódki znajdującej się na brzegu jeziora. Obliczyć wartość prędkości z jaką odpłynie łódka od brzegu, jeżeli jej masa  $M=140\text{ kg}$ ?
17. Na stopień wagonu poruszającego się ruchem jednostajnym prostoliniowym z prędkością o wartości  $v_1=2\frac{m}{s}$ , wskakuje człowiek o masie  $m=60\text{ kg}$  w kierunku prostopadłym do ruchu wagonu. Jaka będzie wartość prędkości pociągu po wskoczeniu człowieka, jeżeli masa wagonu  $M=600\text{ kg}$ ?
18. Wózek stoi na gładkich szynach. Człowiek przechodzi z jednego końca na drugi. O jaką odległość przesunie się przy tym wózek? Masa człowieka wynosi  $m_1=60\text{ kg}$ . Masa wózka  $m_2=120\text{ kg}$ , a jego długość  $l=3\text{ m}$ .
19. Wózek o masie  $m_1=2\text{ m}$  poruszający się z prędkością o wartości  $V$  uderza w będący w spoczynku wózek o masie  $m_2=3\text{ m}$ . Traktując zderzenie jako doskonale niesprężyste oblicz wartość prędkości wózków po zderzeniu oraz ilość wydzielonego ciepła w trakcie tego zderzenia.
20. Obliczyć wartość przyspieszenia z jakim powinna poruszać się po płaszczyźnie poziomej doskonale gładka równia pochyła o kącie nachylenia  $\alpha$ , aby umieszczone na niej ciało nie poruszało się względem tej równi? Wartość przyspieszenia ziemskiego przyjmij  $g=10\frac{m}{s^2}$ .
21. Sanki ześlizgują się z pagórka, którego zbocze ma długość  $l=10\text{ m}$  i jest nachylone pod kątem  $\alpha=30^\circ$  do poziomu. Jaka odległość  $s$  przebędą sanki na odcinku poziomym po zjechaniu ze zbocza, jeżeli na całej drodze współczynnik tarcia  $k=0,02$ .
22. Na poziomym odcinku toru o długości  $s=2\text{ km}$  wartość prędkości pociągu wzrosła od  $v_1=54\frac{km}{h}$  do  $v_2=72\frac{km}{h}$ . Obliczyć pracę oraz średnią moc lokomotywy na tym odcinku, jeżeli masa pociągu  $m=8\cdot 10^5\text{ kg}$  a współczynnik tarcia  $k=0,005$ . Wartość przyspieszenia ziemskiego przyjmij  $g=10\frac{m}{s^2}$ .
23. Słup pionowy o wysokości  $h=8\text{ m}$ , po podpiłowaniu u podstawy, pada na ziemię. Obliczyć prędkość liniową jego górnego końca w momencie uderzenia o ziemię. Przyjmij wartość przyspieszenia ziemskiego  $g=10\frac{m}{s^2}$ .
24. Kamień o masie  $m=4\text{ kg}$ , zamocowany na lince o długości  $l=1\text{ m}$ , porusza się po okręgu w płaszczyźnie pionowej. Jaka maksymalna liczba obiegów w czasie jednej sekundy może wykonać kamień, aby linka nie uległa zerwaniu, jeżeli wiadomo, że do jej zerwania potrzebna jest siła o wartości  $F=100\text{ N}$ ? Wartość przyspieszenia ziemskiego  $g=9,81\frac{m}{s^2}$ .

25. Naczynie z wodą zatacza okrąg w płaszczyźnie pionowej o promieniu  $r=0,6m$ . Jaki warunek musi spełniać częstotliwość obrotów naczynia, aby woda nie wylała się z niego? Wartość przyspieszenia ziemskiego  $g=9,81 \frac{m}{s^2}$ .
26. Kulka stalowa o masie  $m=10g$ , lecąca z szybkością  $V=250 \frac{m}{s}$ , wbiła się w deskę na głębokość  $l=5cm$ . Obliczyć średnią wartość oporu  $F_{op}$  wywieranego przez deskę oraz czas  $t$  poruszania się kuli w desce. Ruch kulki w desce przyjąć za jednostajnie opóźniony.
27. Jaką pracę wykona człowiek o masie  $m_1=70kg$ , niosący paczkę o masie  $m_2=10kg$ , podczas wchodzenia po schodach na wysokość  $h=3m$ ? Wartość przyspieszenia ziemskiego  $g=9,81 \frac{m}{s^2}$ .
28. Jaką moc powinien mieć silnik samochodu, aby utrzymać na szosie poziomej stałą prędkość o wartości  $V=200 \frac{m}{s}$ , jeżeli jego masa  $m=600kg$ , współczynnik tarcia  $k=0,02$  a wartość przyspieszenia ziemskiego  $g=10 \frac{m}{s^2}$ .
29. Dany jest kwadrat o boku  $a=0,1m$ , w wierzchołkach którego znajdują się małe kulki o masach  $m=100g$ . Jaki jest moment bezwładności tego układu względem osi: a) stanowiącej przekątną kwadratu, b) stanowiącej jeden z boków? Uwzględnić tylko masy kulek.
30. Koło zamachowe o promieniu  $r=0,314m$  wykonujące  $v=10 \frac{obr.}{s}$  zostało zatrzymane w czasie  $t=2s$  siłą o wartości  $F=20N$ , przyłożoną stycznie do jego obwodu. Jaki jest moment bezwładności tego koła?
31. Moc silnika napędzającego koło zamachowe wynosi  $P=200W$ . Moment bezwładności tego koła  $J=0,2kg \cdot m^2$ . Po upływie jakiego czasu koło uzyska prędkość kątową o wartości  $\omega=30s^{-1}$ ?
32. Jaką pracę należy wykonać ażeby koło zamachowe o momencie bezwładności  $J=6kg \cdot m^2$  rozpedzić tak aby wykonywało ono  $v=240 \frac{obr.}{s}$ ?
33. Ciężarek o masie  $m=0,5kg$  umocowany do gumki opisuje okrąg w płaszczyźnie poziomej. Okres obiegu ciężarka  $T=0,5s$ . Kąt wychylenia gumki od pionu  $\alpha=30^\circ$ . Obliczyć długość  $l_0$  nierozciągniętej gumki, jeżeli wydłużenie gumki o  $\Delta l_1=1cm$  wymaga siły o wartości  $F=6N$ . Wartość przyspieszenia ziemskiego przyjąć  $g=10 \frac{m}{s^2}$ .

34. Jaka jest wartość przyspieszenia grawitacyjnego na Księżycu, jeżeli jego masa jest 81 razy mniejsza od masy Ziemi? Przyjąć wartość przyspieszenia ziemskiego  $g_z = 10 \frac{m}{s^2}$ , promień Ziemi  $R_z = 6370 km$ , a promień Księżyca  $R_k = 1700 km$ .
35. Wyznaczyć średnią gęstość  $\rho$  planety, na której doba wynosi  $T = 6h$ , jeżeli na jej równiku wagi sprężynowe wskazują o 10% mniejszy ciężar, niż na biegunie. Stała grawitacji  $G = 6,673 \cdot 10^{-11} \frac{m^3}{kg \cdot s^2}$ . Wartość przyspieszenia ziemskiego  $g = 9,81 \frac{m}{s^2}$ .
36. Ziemia dokonuje pełnego obiegu dookoła Słońca w czasie  $T = 365,26$  doby, średnia odległość Ziemi od Słońca  $d = 1,5 \cdot 10^8 km$ , promień Ziemi  $R = 6370 km$ . Obliczyć stosunek mas Słońca i Ziemi. Przyjąć, że wartość przyspieszenia ziemskiego  $g_z = 10 \frac{m}{s^2}$ .
37. Dwa ciała, każde o masie  $m$ , zawieszono na końcach nieważkiej i nierozciągliwej nici przerzuconej przez nieruchomy i gładki bloczek. Na jedno z nich położono dodatkowo ciało o masie  $m_1$ . Ile wnosi wartość siły  $N$  jaką działa ciało o masie  $m_1$  na ciało o masie  $m$ , gdy cały układ jest w ruchu? Wartość przyspieszenia ziemskiego  $g = 9,81 \frac{m}{s^2}$ .
38. Do przepaści spada kulka. Uderzenie o dno usłyszano po czasie  $t = 10s$ . Obliczyć głębokość przepaści, jeżeli wartość prędkości głosu w powietrzu  $V = 340 \frac{m}{s}$ , wartość przyspieszenia ziemskiego  $g = 9,81 \frac{m}{s^2}$ . Opór powietrza pomijamy.
39. Obliczyć moc samochodu o masie  $m = 10^3 kg$ , który porusza się ze stałą szybkością  $V_1 = 36 \frac{km}{h}$  po torze wznoszącym się pod kątem  $\alpha_1 = 6^\circ$  do poziomu, a z szybkością  $V_2 = 43,2 \frac{km}{h}$ , gdy porusza się po torze wznoszącym się pod kątem  $\alpha_2 = 4^\circ$  do poziomu. Uwzględnić tarcie. wartość przyspieszenia ziemskiego  $g = 9,81 \frac{m}{s^2}$ .
40. Do sprężyny przymocowano ciało o masie  $m = 1kg$ . Jaki jest okres drgań tego układu, jeżeli pod wpływem siły o wartości  $F = 10N$ , sprężyna wydłuża się o  $x = 10 cm$ ?
41. Okres drgań spoczywającego względem powierzchni Ziemi wahadła (dla małych wychyleń z położenia równowagi) wynosi  $T_0 = 1,5s$ . Ile wynosi okres drgań tego wahadła, jeżeli zostanie ono umieszczone w wagonie kolejowym poruszającym się poziomo z przyspieszeniem  $a = 4,9 \frac{m}{s^2}$ ? Obliczyć kąt odchylenia nici od położenia równowagi? Wartość przyspieszenia ziemskiego  $g = 9,8 \frac{m}{s^2}$ .

42. Na desce leży klocek o masie  $m=1kg$ . Deska wykonuje drgania harmoniczne w kierunku pionowym o okresie  $T=0,25 s$  i amplitudzie  $A=4 cm$ . Obliczyć maksymalną wartość siły z jaką działa klocek na deskę. Wartość przyspieszenia ziemskiego  $g=9,80 \frac{m}{s^2}$ .
43. Obliczyć okres drgań ciężarka zawieszonoego na sprężynie, jeżeli w stanie równowagi wydłużenie sprężyny wywołane tym ciężarkiem  $\Delta l=2 cm$ . Przyjąć wartość przyspieszenia ziemskiego  $g=10 \frac{m}{s^2}$ .
44. Na sprężynie zawieszono szalkę z odważnikami. Okres drgań pionowych układu  $T_1=0,5s$ . Po umieszczeniu na szalce klocka okres drgań układu wzrósł do  $T_2=0,6s$ . Obliczyć ile wynosi wydłużenie statyczne sprężyny wywołane dodatkowym obciążeniem? Wartość przyspieszenia ziemskiego  $g=9,81 \frac{m}{s^2}$ .
45. Fala o częstotliwości  $\nu=450 Hz$  rozchodzi się z prędkością o wartości  $v=360 \frac{m}{s}$ . Ile wynosi różnica faz dwóch punktów odległych od siebie o  $l=20 cm$ ?
46. Określić częstotliwość  $\nu$  drgań dźwiękowych w stali, jeżeli odległość między najbliższymi punktami fali dźwiękowej o różnicy faz  $\Delta\Phi=90^\circ$  wynosi  $l=1,54 m$ . Wartość prędkości fali dźwiękowej w tym gatunku stali  $v=5000 \frac{m}{s}$ .
47. Punkt znajdujący się w odległości  $x=4cm$  od źródła drgań ma w chwili  $t=\frac{T}{6}$  wychylenie z położenia równowagi równe połowie amplitudy. Znaleźć największą długość fali  $\lambda$ .
48. W powietrzu rozchodzi się fala dźwiękowa o częstotliwości  $\nu=680Hz$ . W jakiej najmniejszej odległości znajdują się dwa punkty wykonujące drgania o przeciwnych fazach? Wartość prędkości dźwięku w powietrzu przyjąć  $V=340 \frac{m}{s}$ .
49. Kotwica ważąca w powietrzu  $Q=1000N$  leży na dnie morza na głębokości  $h=100m$ . Jaką pracę należy wykonać aby wydobyć ją na powierzchnię wody? Gęstość materiału, z którego wykonana jest kotwica wynosi  $\rho_k=7000 \frac{kg}{m^3}$ , gęstość wody morskiej  $\rho_w=1030 \frac{kg}{m^3}$ , wartość przyspieszenia ziemskiego przyjąć  $g=10 \frac{m}{s^2}$ .
50. Jaki procent objętości góry lodowej jest zanurzony w wodzie, jeżeli gęstość lodu jest  $\rho=920 \frac{kg}{m^3}$  a wody morskiej  $\rho_w=1030 \frac{kg}{m^3}$ ?

51. Obliczyć jaką ilość ciepła potrzeba do zamiany  $m=1\text{kg}$  lodu o temperaturze  $t_1=-10^0\text{C}$  na wodę o temperaturze  $t_2=20^0\text{C}$ ? Ciepło właściwe lodu  $c_l=2100\frac{\text{J}}{\text{kgK}}$ , ciepło topnienia lodu  $L=3,35\cdot 10^5\frac{\text{J}}{\text{kg}}$ , ciepło właściwe wody  $c_w=4190\frac{\text{J}}{\text{kgK}}$ .
52. Młot o masie  $M=10\text{kg}$  spada na płytkę ołowiu o masie  $m=50\text{g}$  z szybkością  $V=10\frac{\text{m}}{\text{s}}$ . Po uderzeniu młot odskakuje na wysokość  $h=20\text{cm}$ . Ciepło właściwe ołowiu  $c=125,7\frac{\text{J}}{\text{kgK}}$ . Obliczyć o ile stopni ogrzeje się płytka zakładając, że pobiera ona wydzielone ciepło w całości.
53. Współczynnik rozszerzalności liniowej stali  $\lambda=12\cdot 10^{-6}\text{K}^{-1}$ . Moduł Younga dla stali  $E=2\cdot 10^{11}\frac{\text{N}}{\text{m}^2}$ . Jakie ciśnienie trzeba przyłożyć do podstaw walca stalowego, aby jego długość nie uległa zmianie przy podwyższeniu temperatury o  $\Delta t=150^0\text{C}$ ?
54. Naczynie zawiera sprężony gaz w temperaturze  $t_1=17^0\text{C}$  pod ciśnieniem  $p_1=4\cdot 10^6\frac{\text{N}}{\text{m}^2}$ . Jakie będzie ciśnienie gazu, gdy z naczynia zostanie wypuszczona połowa masy gazu a jego temperatura obniży się do  $t_2=7^0\text{C}$ ?
55. Obliczyć masę powietrza znajdującego się w zbiorniku o objętości  $V=100\text{cm}^3$  pod ciśnieniem  $p=1,23\cdot 10^5\frac{\text{N}}{\text{m}^2}$  i w temperaturze  $t=20^0\text{C}$ . Gęstość powietrza w warunkach normalnych  $\rho_0=1,293\frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$ . (Warunki normalne to  $p_0=101325\frac{\text{N}}{\text{m}^2}$  i  $T_0=273,15\text{K}$ ).
56. Obliczyć objętość zajmowaną przez  $n=3\text{ mole}$  gazu w temperaturze  $t=127^0\text{C}$  i ciśnieniu  $p=1,5\cdot 10^5\text{Pa}$ . Wiadomo, że objętość  $1\text{ mola}$  w warunkach normalnych (warunki normalne to  $p_0=101325\frac{\text{N}}{\text{m}^2}$  i  $T_0=273,15\text{K}$ )  $V_0=22,4\frac{\text{l}}{\text{mol}}$ .
57. Temperatura źródła ciepła maszyny cieplnej wykonującej cykl Carnota wynosi  $T_1=700\text{K}$ , a temperatura chłodnicy  $T_2=500\text{K}$ , przy czym chłodnica tej maszyny stanowi źródło ciepła dla drugiej maszyny cieplnej. Która z tych maszyn ma większą sprawność i ile razy? Różnice temperatur między źródłem ciepła i chłodnicą dla obu maszyn są takie same.
58. Gaz o masie  $m=12\text{g}$  i temperaturze  $t=177^0\text{C}$  zajmuje objętość  $V=4\cdot 10^{-3}\text{m}^3$ . W jakiej temperaturze gęstość tego gazu będzie równa  $\rho=6\frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$ , jeżeli ciśnienie pozostanie niezmiennione?

59. Pyłek o ciężarze  $P=10^{-7}N$  posiadający ładunek  $q=10^{-12}C$  znajduje się w jednorodnym polu elektrycznym między poziomymi okładkami kondensatora płaskiego oddalonymi od siebie o  $d=1cm$ . Jaka jest różnica potencjałów między okładkami kondensatora, jeżeli pyłek pozostaje w spoczynku?
60. W odległości  $l$  od siebie znajdują się dwa dodatnie ładunki  $q$  i  $4q$ . W którym punkcie odcinka łączącego te ładunki należy umieścić trzeci ładunek  $Q$ , aby wypadkowa sił działających na niego była równa zero?
61. Cztery swobodne, równe, dodatnie ładunki punktowe  $q$  umieszczono w wierzchołkach kwadratu. Jaki ładunek o przeciwnym znaku należy umieścić w środku kwadratu, aby układ był w równowadze?
62. Na ładunek  $q=4,5 \cdot 10^{-9}C$  umieszczony między okładkami kondensatora próżniowego o pojemności  $C=16pF$  działa siła o wartości  $F=0,1mN$ . Powierzchnia okładki kondensatora  $S=120cm^2$ . Znaleźć różnicę potencjałów między okładkami. Stała dielektryczna próżni  $\epsilon_0 = \frac{1}{36\pi} \cdot 10^{-9} \frac{F}{m}$ .
63. Pyłek o masie  $m=1mg$  naładowany ładunkiem  $q=10nC$  spada w próżni w polu płaskiego kondensatora naładowanego do napięcia  $U=100V$  i ustawionego pionowo. Po jakim torze porusz się pyłek? Jaki kąt tworzy kierunek ruchu pyłka z poziomem? Odległość między okładkami kondensatora  $d=0,1m$ . Przyjąć wartość przyspieszenia ziemskiego  $g=10 \frac{m}{s^2}$ .
64. Między dwiema pionowymi płytkami umieszczonymi w odległości  $d=1cm$  wisi na nici o długości  $l=1m$  naładowana kulka o masie  $m=0,1g$ . Po podłączeniu płytek do napięcia  $U=1000V$  nić z kulką odchyliła się o kąt  $\alpha=10^\circ$ . Obliczyć ładunek kulki. Przyjąć wartość przyspieszenia ziemskiego  $g=10 \frac{m}{s^2}$ .
65. Dwa kondensatory o pojemnościach  $C_1$  i  $C_2$  połączono szeregowo i dołączono do źródła prądu stałego o napięciu  $U$ . Obliczyć energię każdego kondensatora.
66. Różnica potencjałów między chmurą burzową a ziemią wynosi  $U=7 \cdot 10^6V$ . Jaka energia została rozproszona podczas uderzenia pioruna, gdy ładunek  $q=50C$  został przeniesiony z chmury do Ziemi?
67. Kulę o promieniu  $R=10cm$  naładowano ładunkiem  $Q=10pC$ . Obliczyć wartość natężenia pola elektrostatycznego oraz potencjał przy powierzchni tej kuli. Stała dielektryczna próżni  $\epsilon_0 = \frac{1}{36\pi} \cdot 10^{-9} \frac{F}{m}$ .
68. Jakie jest natężenie prądu wytworzonego przez krążący na pierwszej orbicie elektron w atomie wodoru, jeżeli ładunek elektronu  $e=1,6 \cdot 10^{-19}C$  a częstość jego obiegu po orbicie  $\nu=6,5 \cdot 10^{15}Hz$ ?



69. W temperaturze  $t_0=0^\circ\text{C}$  przewodnik metalowy ma opór  $R_0$ . Do jakiej temperatury należy go ogrzać, aby jego opór zwiększył się do  $2R_0$ ? Współczynnik temperaturowy oporu  $\alpha = \frac{I}{273\text{K}}$ ?
70. Dwa jednakowe ogniwa o oporze wewnętrznym  $r$  każde zasilają żarówkę. Obliczyć opór  $R$  żarówki, jeżeli niezależnie od tego, czy ogniwa są połączone szeregowo czy równolegle, moc wydzielona w żarówce jest jednakowa.
71. Dwa równolegle połączone oporniki, z których jeden ma opór dwa razy większy od drugiego włączono do sieci o napięciu  $U=90\text{V}$ . Znaleźć wartości oporów tych oporników oraz prądy w nich płynące, jeżeli w części nierozgałęzionej obwodu płynie prąd o natężeniu  $I=1,5\text{A}$ .
72. Dwa woltomierze o równych zakresach, ale różnych oporach wewnętrznych:  $R_1=17,3\text{k}\Omega$  i  $R_2=5,2\text{k}\Omega$  są połączone szeregowo do źródła o napięciu  $U=220\text{V}$ . Jakie napięcia wskażą woltomierze?
73. Ogniwo o oporze wewnętrznym  $r=0,5\Omega$  połączone z zaciskami woltomierza i zauważono, że wskazał on napięcie o 1% mniejsze od siły elektromotorycznej ogniwa. Obliczyć opór wewnętrzny woltomierza.
74. Napięcie między biegunami ogniwa zmierzono dwukrotnie: za pomocą woltomierza o oporze wewnętrznym  $R_1$  oraz za pomocą drugiego woltomierza o oporze wewnętrznym  $R_2$ . Pierwszy woltomierz wskazał napięcie  $U_1$ , drugi  $U_2$ . Znaleźć opór wewnętrzny  $r$  i siłę elektromotoryczną  $E$  ogniwa.
75. Jeżeli woltomierz połączymy szeregowo z oporem  $R_1=10\text{k}\Omega$  i dołączymy go do ogniwa o sile elektromotorycznej  $E=120\text{V}$ , to wskaże on napięcie  $U_1=50\text{V}$ . Gdy zaś połączymy go szeregowo z oporem  $R_2$  i podłączymy do tego samego ogniwa wskaże on napięcie  $U_2=15\text{V}$ . Obliczyć opór  $R_2$ .
76. Po zamknięciu obwodu różnica potencjałów na zaciskach ogniwa jest równa  $U=18\text{V}$ . Obliczyć opór wewnętrzny ogniwa  $r$ , jeżeli jego siła elektromotoryczna  $E=30\text{V}$ , a opór obwodu zewnętrznego  $R=6\Omega$ .
77. W oporniku dołączonym do baterii złożonej z  $n=5$  szeregowo połączonych ogniw, każdy o sile elektromotorycznej  $E=1,4\text{V}$  i oporze wewnętrznym  $r=0,3\Omega$  wydzielona jest moc  $P=8\text{W}$ . Obliczyć natężenie prądu płynącego w obwodzie.
78. Dwa grzejniki o oporach  $R_1$  i  $R_2=2R_1$  połączone raz szeregowo, a drugi raz równolegle. Obliczyć stosunek mocy wydzielonych w każdym grzejniku w obu przypadkach, jeżeli napięcia źródła nie uległo zmianie.
79. Obliczyć opór wewnętrzny źródła prądu, jeżeli moc wydzielana w obwodzie zewnętrznym jest jednakowa dla dwóch wartości oporu zewnętrznego:  $R_1=5\Omega$  i  $R_2=0,2\Omega$ .

80. Połączono szeregowo  $n=6$  ogniw o sile elektromotorycznej  $E=2V$  i oporze wewnętrznym  $r=0,2\Omega$  każde. Jakie będzie napięcie  $U_1$  między biegunami baterii w czasie pobierania z niej prądu o natężeniu  $I=5A$ ? Jakie byłoby napięcie  $U_2$ , gdyby ogniwa połączono równolegle i pobierano prąd o tym samym natężeniu?
81. Jaka powinna być moc czajnika elektrycznego, aby w czasie  $\tau=10min.$  można było w nim ogrzać  $m=0,6kg$  wody od temperatury  $t_1=10^\circ C$  do  $t_2=100^\circ C$  zakładając, że sprawność czajnika  $\eta=0,6$ ? Ciepło właściwe wody  $c=4190 \frac{J}{kg \cdot K}$ .
82. W czajniku elektrycznym ogrzewa się  $m=1kg$  wody od  $t_1=15^\circ C$  do  $t_2=100^\circ C$ . Obliczyć koszt ogrzewania przy taryfie  $k=0,25 \frac{zł}{kWh}$ , jeżeli sprawność czajnika  $\eta=0,85$ . Ciepło właściwe wody  $c=4190 \frac{J}{kg \cdot K}$ .
83. Dwa długie równoległe druty umieszczone w powietrzu są oddalone od siebie o  $l=10cm$ . Obliczyć wartość siły przyciągania się drutów na jednostkę długości, jeżeli w każdym z nich płynie prąd o natężeniu  $I=1A$  w tym samym kierunku. Przenikalność magnetyczna próżni  $\mu=4\pi \cdot 10^{-7} \frac{N}{A^2}$ .
84. W dwóch długich równoległych przewodnikach płyną prądy a) w jednym kierunku, b) w kierunkach przeciwnych, przy czym  $I_1=2I_2$ . Odległość między przewodnikami jest równa  $a$ . Znaleźć położenia punktów, w których indukcja magnetyczna jest równa zero.
85. Obliczyć wartość i określić kierunek siły działającej na przewodnik o długości  $l=20cm$ , przewodzący prąd o natężeniu  $I=2A$  umieszczony pod kątem  $\alpha=30^\circ$  do linii pola magnetycznego o wartości indukcji  $B=IT$ .
86. W nieskończenie długim prostym przewodniku płynie prąd o natężeniu  $I_1$ . W płaszczyźnie, w której leży przewodnik położono obwód kołowy o promieniu  $r$ . jakie powinno być natężenie prądu  $I_2$  płynącego w tym obwodzie, aby wartość indukcji magnetycznej  $B$  w środku obwodu kołowego była równa zero? Środek obwodu kołowego znajduje się w odległości  $R>r$  od przewodnika.
87. Pręt metalowy o długości  $l=1m$  i masie  $m=0,5kg$  zawieszony jest na dwóch łańcuszkach w jednorodnym polu magnetycznym o wartości indukcji  $B=IT$ . Linie pola są skierowane pionowo. Gdy w pręcie płynie prąd stały, pręt odchyła się o kąt  $\alpha=45^\circ$ . Obliczyć natężenie prądu  $I$  płynącego w pręcie. Przyjąć wartość przyspieszenia ziemskiego  $g=10 \frac{m}{s^2}$ .

88. W polu magnetycznym prostoliniowego nieskończonego przewodnika, przez który płynie prąd  $I_1=20A$  znajduje się kwadratowa ramka. Bok ramki  $a=10cm$ , a natężenie prądu płynącego przez ramkę  $I_2=1A$ . Przewodnik i ramka znajdują się w jednej płaszczyźnie. Odległość pomiędzy przewodnikiem i bliższym bokiem ramki  $l=5cm$ . Obliczyć wartość siły działającej na ramkę.
89. Na dwóch równoległych szynach ułożonych w odległości  $l=10cm$  od siebie leży gruby przewodnik o masie  $m=100g$ . Po połączeniu szyn ze źródłem prądu przez przewodnik płynie prąd  $I=10A$ . Przewodnik i szyny umieszczono w polu magnetycznym, którego linie są prostopadłe do płaszczyzny szyn. Obliczyć wartość indukcji magnetycznej, jeżeli przewodnik umieszczony w polu porusza się ruchem jednostajnym. Współczynnik tarcia przewodnika o szyny  $k=0,2$ . Przyjąć wartość przyspieszenia ziemskiego  $g=10\frac{m}{s^2}$ .
90. Elektron o energii kinetycznej  $E_k=10eV$  wlatuje w jednorodne pole magnetyczne o wartości indukcji  $B=10^{-4}T$  prostopadle do linii pola. Obliczyć promień  $R$  okręgu, po którym będzie krążył elektron w tym polu oraz częstotliwość  $\nu$  obiegu elektronu po tym okręgu. Ładunek elektronu  $e=1,6\cdot 10^{-19}C$ , masa spoczynkowa  $m_0=9,1\cdot 10^{-31}kg$ .
91. Proton i elektron wpadają pod tym samym kątem w jednorodne i stałe pole magnetyczne o indukcji  $\vec{B}$ . Obliczyć stosunek promienia krzywizny toru protonu do promienia krzywizny toru elektronu, jeśli elektron i proton rozpędzane są w polu elektrostatycznym o takiej samej co do wartości niewielkiej różnicy potencjałów. Znane są: masa protonu  $m_p$  i elektronu  $m_e$ .
92. Naładowana cząsteczka o określonej energii kinetycznej porusza się w polu magnetycznym po okręgu o promieniu  $R=2cm$ . Po przejściu przez płytkę ołowianą porusza się dalej po okręgu, lecz o promieniu  $r=1cm$  w tym samym polu magnetycznym. Obliczyć względną zmianę energii kinetycznej cząstki. Zmianę masy z prędkością pominąć.
93. Miedziany pierścień o promieniu  $R=10cm$  wykonany jest z drutu o przekroju poprzecznym  $S=10mm^2$ . Pierścień umieszczono w zmieniającym się jednostajnie polu magnetycznym prostopadłym do jego płaszczyzny. Obliczyć wartość prędkości z jaką zmienia się indukcja pola magnetycznego, jeżeli prąd indukowany w pierścieniu ma natężenie  $I=10A$ . Oporność właściwa miedzi wynosi  $\rho=1,71\cdot 10^{-8}\Omega\cdot m$ .
94. W obwodzie drgającym  $LC$  zmniejszono trzykrotnie odległość pomiędzy okładkami kondensatora płaskiego. Jak należy zmienić indukcyjność cewki w tym obwodzie, aby okres jego drgań własnych nie zmienił się?
95. W jakiej odległości od zwierciadła kulistego wklęsłego o promieniu krzywizny  $r$  należy umieścić przedmiot, aby wielkość otrzymanego obrazu była równa wielkości przedmiotu. Narysować bieg promieni.

96. Punktowe źródło światła umieszczono na głębokości  $h$  w przezroczystej, jednorodnej cieczy o współczynniku załamania światła  $n$ . Jaka powinna być minimalna średnica nieprzezroczystego krążka umieszczonego na powierzchni cieczy, aby światło emitowane przez źródło nie przechodziło przez tę powierzchnię. Przyjąć, że prosta przeprowadzona ze źródła światła prostopadle do powierzchni cieczy przechodzi przez środek krążka.
97. Długość fali światła czerwonego w próżni  $\lambda_0=0,75\mu\text{m}$ . Określić długość fali tego światła w szkłe o bezwzględny współczynniku załamania  $n=1,5$ . Obliczyć wartość prędkości, z jaką rozchodzi się światło w szkłe, jeżeli w próżni rozchodzi się z prędkością o wartości  $c=3\cdot 10^8 \frac{\text{m}}{\text{s}}$ .
98. Obliczyć, ile czasu trwa przejście fotonu przez płytkę szklaną o grubości  $d=2\text{cm}$ . Bezwzględny współczynnik załamania światła w szkłe  $n=1,5$ , wartość prędkości światła w próżni  $c=3\cdot 10^8 \frac{\text{m}}{\text{s}}$  (światło pada prostopadle na płytkę).
99. W odległości  $l=3\text{cm}$  przed soczewką skupiającą o ogniskowej  $f=5\text{cm}$  znajduje się przedmiot o wysokości  $h=1,5\text{cm}$ . Jaki powstanie obraz, w jakiej odległości od soczewki i jaka będzie jego wysokość? Narysować kierunki biegu promieni.
100. Rzeczywisty i dwukrotnie powiększony obraz znajduje się w odległości  $d=10\text{cm}$  od soczewki. Obliczyć ogniskową soczewki oraz narysować bieg promieni w soczewce.
101. Przedmiot świecący znajduje się w odległości  $l=2\text{m}$  od ekranu. Jakie są położenia soczewki o zdolności skupiającej  $z=5D$  między przedmiotem a ekranem, dla których na ekranie otrzymuje się ostry obraz przedmiotu?
102. Przedmiot został umieszczony za ogniskiem soczewki o zdolności skupiającej  $z=2D$  w odległości  $d=0,5\text{m}$  od ogniska. Jaki powstanie obraz, o jakim powiększeniu i w jakiej odległości od soczewki?
103. W odległości  $d=1\text{m}$  od ekranu ustawiono żarówkę. Jaki warunek musi spełniać ogniskowa soczewki, która ustawiona między żarówką i ekranem może dać na ekranie ostry obraz włókna żarówki?
104. Za pomocą soczewki skupiającej otrzymano w powietrzu obraz świecącego przedmiotu pomniejszony trzy razy. Po zanurzeniu całego układu w wodzie, bez zmiany odległości przedmiotu od soczewki, powstaje obraz powiększony trzy razy. Obliczyć bezwzględny współczynnik załamania światła w szkłe soczewki. Bezwzględny współczynnik załamania światła w wodzie  $n=\frac{4}{3}$ .
105. Dalekovidz widzi dobrze z odległości  $l_1=36\text{cm}$ . Jakich soczewek (o jakiej ogniskowej) powinien używać, aby widzieć dobrze z odległości  $l_1=24\text{cm}$ .

106. Na siatkę dyfrakcyjną, której stała  $d=0,01\text{mm}$  pada prostopadle równoległa wiązka światła czerwonego o długości fali  $\lambda=700\text{nm}$ . obliczyć odległość między pierwszym i trzecim prążkiem na ekranie ustawionym w odległości  $l=1\text{m}$  od siatki.
107. Największa długość fali, przy której zachodzi zjawisko fotoelektryczne dla katody sodowej wynosi  $\lambda_0=5,4\cdot 10^{-7}\text{m}$ . Obliczyć wartość pędu maksymalnego uzyskiwanego przez elektrony, jeżeli katodę oświetlimy światłem o długości fali  $\lambda=2\cdot 10^{-7}\text{m}$ ? Przyjąć: masa spoczynkowa elektronu  $m_0=9\cdot 10^{-31}\text{kg}$ , wartość prędkości światła w próżni  $c=3\cdot 10^8\frac{\text{m}}{\text{s}}$ , stała Plancka  $h=6,6\cdot 10^{-34}\text{J}\cdot\text{s}$ .
108. Napięcie hamujące dla elektronów emitowanych z powierzchni metalu pod działaniem światła o długości fali  $\lambda_1$  wynosi  $U_1$ . Obliczyć wartość napięcia hamującego dla elektronów emitowanych z tego metalu pod wpływem światła o długości fali  $\lambda_2$ , jeśli ładunek elektronu jest równy  $e$ , stała Plancka  $h$ , prędkość światła w próżni  $c$ .
109. Dla elektronów wysyłanych w zjawisku fotoelektrycznym z powierzchni platyny wartość potencjału hamującego  $U=0,8\text{V}$ . Obliczyć długość fali padającego promieniowania wywołującego zjawisko fotoelektryczne oraz maksymalną długość fali, przy której jest jeszcze możliwe wystąpienie zjawiska fotoelektrycznego. Praca wyjścia elektronu z platyny  $W=6,3\text{eV}$ , stała Plancka  $h=6,6\cdot 10^{-34}\text{J}\cdot\text{s}$ , wartość prędkości światła w próżni  $c=3\cdot 10^8\frac{\text{m}}{\text{s}}$ , ładunek elektronu  $e=1,6\cdot 10^{-19}\text{C}$ .
110. Obliczyć wartość siły przyciągania grawitacyjnego między protonem i elektronem w atomie wodoru wiedząc, że elektron znajduje się na drugiej orbicie kołowej, a odpowiadająca mu długość fali de Broglie'a wynosi  $\lambda$ . Dane są: masa elektronu  $m_e$ , masa protonu  $m_p$ , stała grawitacji  $G$ .
111. Długość fali odpowiadająca krótkofalowej granicy ciągłego widma lampy rentgenowskiej  $\lambda_{\text{min}}=3\text{nm}$ . Obliczyć minimalną długość fali de Broglie'a elektronów bombardujących antykatodę w tej lampie. Przyjąć: masa spoczynkowa elektronu  $m_0=9,1\cdot 10^{-31}\text{kg}$ , wartość prędkości światła w próżni  $c=3\cdot 10^8\frac{\text{m}}{\text{s}}$ , stała Plancka  $h=6,6\cdot 10^{-34}\text{J}\cdot\text{s}$ , efekty relatywistyczne pominąć.
112. Po zwiększeniu napięcia w lampie rentgenowskiej o  $k=1,5$  raza długość fali odpowiadającej krótkofalowej granicy widma ciągłego przesunęła się o  $\Delta\lambda=0,03\text{nm}$ . Obliczyć początkowe napięcie w lampie. Przyjąć: wartość prędkości światła w próżni  $c=3\cdot 10^8\frac{\text{m}}{\text{s}}$ , stała Plancka  $h=6,6\cdot 10^{-34}\text{J}\cdot\text{s}$ , ładunek elektronu  $e=1,6\cdot 10^{-19}\text{C}$ .

113. Ile wynosi wartość pędu fotonu, który ma energię  $E=1\text{MeV}$ ? Dany jest: ładunek elektronu  $e=1,6\cdot 10^{-19}\text{C}$  i w wartość prędkości światła w próżni  $c=3\cdot 10^8\frac{\text{m}}{\text{s}}$ .
114. Źródło monochromatycznego promieniowania ultrafioletowego emituje  $n=5\cdot 10^9$  fotonów w ciągu czasu  $t=1\text{s}$ . Moc tego promieniowania wynosi  $P=500\text{W}$ . Obliczyć wartość pędu pojedynczego fotonu oraz wartość maksymalnej prędkości elektronów wybijanych przez te fotony z metalu o pracy wyjścia  $W=5\text{eV}$ . Dane są: masa spoczynkowa elektronu  $m_0=9,1\cdot 10^{-31}\text{kg}$ , wartość prędkości światła w próżni  $c=3\cdot 10^8\frac{\text{m}}{\text{s}}$ .
115. Graniczna długość fali widma ciągłego promieniowania rentgenowskiego wynosi  $\lambda_g$ . Jaka jest wartość maksymalnej prędkości hamowania elektronów na antykatodzie? Dane są: masa spoczynkowa elektronu  $m_0$ , prędkość światła w próżni  $c$ , stała Plancka  $h$ .
116. Obliczyć energię wiązania przypadającą na jeden nukleon dla jądra izotopu węgla  $^{12}_6\text{C}$ , jeżeli masa protonu  $m_p=1,0078u$ , neutronu  $m_n=1,0087u$ , a masa jądra węgla  $m_c=12,0000u$ .
117. Obliczyć, po jakim czasie nastąpi rozpad  $\Delta m=20\text{mg}$  polonu  $^{210}_{84}\text{Po}$ , jeżeli w chwili początkowej jego masa wynosiła  $m_0=0,2\text{kg}$ . Półokres rozpadu polonu  $T=138$  dni.
118. Jądro polonu  $^{218}_{84}\text{Po}$  emituje cząstkę  $\lambda$  o energii  $E=4\text{MeV}$ . Obliczyć energię kinetyczną, jaką uzyska jądro powstające w wyniku tego procesu, jeżeli w chwili rozpadu jądro polonu było nieruchome.
119. Preparat promieniotwórczy zawiera  $N_0=10^8$  jąder promieniotwórczych o okresie połowicznego zaniku  $T=15\text{h}$ . Ile jąder ulegnie rozpadowi w ciągu czasu  $t=10\text{h}$ ?
120. Ile gramów promieniotwórczego izotopu kobaltu zawierał  $t=10$  lat temu preparat, który obecnie zawiera  $m=10^{-3}\text{g}$  tego izotopu? Półokres rozpadu kobaltu  $^{60}_{27}\text{Co}$  wynosi  $T=5$  lat.