Zestaw 1. Wielkości i jednostki.

Zad. 1.

Zapisać w jednostkach podstawowych układu SI:
2 doby; 14 minut;2,5 godz.; 3 000 lat; 3 MM (mile morskie); 0,5 kabla; rok świetlny, –20 °C; 100 °F; 2 000 000 ton; 26 węzłów; 90 km/h; 300 ha.
[1MM=1852 m, $T_F = 9/5 \cdot T_C + 32$]

Zad. 2.

Zapisać w postaci wykładniczej podane niżej wyrażenia. Przykład: 56 km = $5{,}6\cdot10^4$ m.
5 cm; 2 µm; 450 nm; 6400 km; 0,9 µm; 10 ns; 2,4 ps; 27 µA, 0,7 mA; 20 kΩ; 10 MΩ; 500 kV; 850 GW; 20 pF; 0,8 nF. 8,55 g; 22 µg. 800 mld ton.

Zad. 3.

Używając przedrostków zapisać następujące wyrażenia stosując najmniejszą ilość zer:
$2\cdot10^4$ m; $2{,}6\cdot10^4$ V; $8\cdot10^8$ W; $9\cdot10^{11}$ J; $7\cdot10^{-7}$ m; $9\cdot10^{-8}$ m; 10^{-14} s; 10^{-4} kg; $2{,}7\cdot10^{-6}$ A; $5\cdot10^{-11}$ F; 10^{-7} kg.

Zad. 4.

Punkt materialny poruszający się ruchem jednostajnym prostoliniowym przebył w czasie t drogę o długości *l*. Przedstawić jego prędkość w jednostkach SI.

a) l = 10 m, t = 0,1 s
b) l = 3 km, t = 10 minut
c) l = 200 km, t = 10 s
d) l = 2,16 µm, t = 2,5 doby
e) l = 5 mil morskich, t = 20 minut.
f) l = 6000 km, t = 4 godziny.

Zad. 5.

Dany jest prostokąt o krawędziach a i b. Określić jego powierzchnię stosując zapis wykładniczy. Wynik przedstawić przy pomocy innych przedrostków.
Przykład: a = 1000 m, b = 20 km; powierzchnia: 20 km^2 = $2\cdot10^7$ m^2.

a) a = 10 cm, b = 100 m
b) a = 100 km, b = 400 km
c) a = 10 m, b = 10 km
d) a = 100 m, b = 100 µm
e) a = 1 µm, b = 5 nm.

Zad. 6.

Dany jest prostopadłościan o masie *M* mający krawędzie o długościach a, b i c. Zapisać jego objętość i gęstość w jednostkach układów SI oraz CGS (centymetr-gram-sekunda):
Przykład: a = 1 dm, b = 3 cm, c = 1 mm; M = 6 g.
Objętość: V = $3\cdot10^{-6}$ m^3 = 3 cm^3. Gęstość: $\rho = 2\cdot10^3$ kg/m^3= 2 g/cm^3.

a) a = 1 m, b = 1 cm, c = 1 mm; M = 1 kg
b) a = 100 km, b = 10 km; c = 100 m; M = 100 kg
c) a = 1 km, b = 100 m, c = 1 mm; $M = 10^5$ kg
d) a = 1 cm; b = 5 mm, c = 10 µm; M = 50 mg
e) a = 0,1 mm, b = 1 µm; c = 10 nm; M = 2 ng.

Zad. 7.

Jaką ilość wody mieści rurociąg o średnicy 40 cm i długości 35 km?
Odp. $4{,}4\cdot10^6$ kg

Zestaw 2. Wektory.

Zad. 1.

Określić wektor przesunięcia i jego długość, jeżeli położenia punktu na płaszczyźnie, początkowe A i końcowe B, mają następujące współrzędne (x, y):

a) A = (1, 0) B = (0, 1); b) A = (–2, 2) B = (2, 2); c) A = (–1, 2) B = (2, –2).

Zad. 2.

Początkowe położenie cząstki jest w punkcie określonym wektorem P_0 o współrzędnych P_0 = (–1, 0, 1). Cząstka przesuwa się z punktu P_0 do punktu P_1, następnie do P_2, potem kolejno do P_3, P_4, P_5 i P_6. Określić kolejne wektory przesunięcia i ich długości. P_1 = (1, 1, 2); P_2 = (7, 4, 8); P_3 = (3, 4, 3); P_4 = (-4, 1, 9); P_5 = (0, 0, 1); P_6 = (0, 0, 0).

Przykład: $\vec{R}_1$ określający przesunięcie z P_0 do P_1: $\vec{R}_1 = 2\hat{i} + \hat{j} + \hat{k}$ ma długość √6.

Zad. 3.

Dane są dwa wektory $\vec{A}$ i $\vec{B}$. Obliczyć metodą wektorową długość każdego z nich, sumę, obie różnice, iloczyn skalarny i iloczyn wektorowy.

a) $\vec{A} = \hat{i} + \hat{j}$ $\vec{B} = 2\hat{k}$

b) $\vec{A} = 3\hat{i} + 4\hat{j} - 5\hat{k}$ $\vec{B} = -\hat{i} + 2\hat{j} + 6\hat{k}$

c) $\vec{A} = 1\hat{i} + 1\hat{j} + 4\hat{k}$ $\vec{B} = -4\hat{i} + 3\hat{j} + 2\hat{k}$

d) $\vec{A} = -2\hat{i} - 1\hat{j} + 3\hat{k}$ $\vec{B} = 2\hat{i} + 1\hat{j} - 3\hat{k}$

Zad. 4.

Niech wektory $\vec{A}$ i $\vec{B}$ są dwiema przekątnymi dwóch sąsiednich ścian sześcianu wychodzącymi z jednego wierzchołka. Wiedząc, że długość krawędzi sześcianu wynosi *a* oblicz: $\vec{A} \circ \vec{B}$, $\vec{A} \times \vec{B}$ oraz $\vec{B} \times \vec{A}$.

Zad. 5.

Cząstka porusza się ruchem jednostajnym prostoliniowym. Jej położenie w kolejnych sekundach opisują punkty we współrzędnych kartezjańskich (X; Y):

A_0(t=0) = (3; 1,5) A_1(t=1) = (5; 3) A_2(t=2) = (7; 4,5) A_3(t=3) = (9; 6)

Znaleźć jej położenie (współrzędne punktów) w kolejnych sekundach w biegunowym układzie współrzędnych.

Zad. 6.

Cząstka porusza się ruchem jednostajnym po okręgu. Jej położenie w kolejnych sekundach dane jest we współrzędnych biegunowych:

A_0(t=0): r = 3; φ = 0 A_1(t=1): r = 3; φ = π/6 A_2(t=2): r = 3; φ = π/3

A_3(t=3): r = 3; φ = π/2 A_4(t=4): r = 3; φ = 2π/3

Oblicz współrzędne jej kolejnych położeń w układzie współrzędnych kartezjańskich.

Zad. 7.

Współrzędne sferyczne [r, θ, φ] punktów A, B i C są następujące:

A: [4, π/2, π];

B: [4, π/4, –π/4];

C: [2, –π/2, π/3].

Określić współrzędne (x, y, z) tych punktów w układzie kartezjańskim.

Uwaga: $\vec{A} = \boldsymbol{A} = [A_x; A_y; A_z] = A_x\hat{i} + A_y\hat{j} + A_z\hat{k}$

Zestaw 3. Kinematyka – równania ruchu (jednowymiarowe)

Zad. 1.

Cząstka porusza się po linii prostej z prędkością początkową 20m/s i ze stałym przyspieszeniem 20m/s^2. Jakie jest przemieszczenie do chwili t = 4s i jaka jest wtedy prędkość.

Zad. 2.

Z pewnego punktu zostały rzucone dwa ciała z jednakową szybkością początkową 25 m/s, jedno pionowo do góry, drugie – pionowo w dół. W jakiej odległości od siebie znajdą się te ciała po 2 s, 3 s, i po n-tej sekundzie ruchu.

Zad. 3.

Dwa ciała równocześnie wystartowały w wyścigu z linii startu. Pierwsze z prędkością początkową 6m/s i z przyspieszeniem 6m/s^2, a drugie z prędkością początkową 1m/s i z przyspieszeniem 4m/s^2. Po jakim czasie dystans między ciałem pierwszym i drugim osiągnął 50m? W jakiej odległości od miejsca startu znalazły się te ciała?

Zad. 4.

Dwa ciała oddalone początkowo od siebie o l = 100 m, poruszają się naprzeciw siebie, pierwsze ruchem jednostajnym z prędkością 3 m/s, a drugie ruchem jednostajnie przyspieszonym z prędkością początkową 7 m/s i przyspieszeniem 4 m/s^2. Wyznaczyć czas i miejsce spotkania ciał.

Zad. 5.

Z wysokości h = 195 m nad powierzchnia ziemi spada swobodnie ciało. W momencie gdy ciało to zaczyna spadać z wysokości h = 0m wyrzucamy pionowo do góry drugie ciało z prędkością początkową 65 m/s. W jakiej chwili i na jakiej wysokości spotkają się te ciała?

Zad. 6.

Ciało spada swobodnie z wysokości h = 19,6 m. w ciągu jakiego czasu ciało przebędzie pierwszy odcinek l = 1 m swej drogi i ostatni odcinek l = 1 m swej drogi?

Zad. 7.

Elektron w próżni leci ruchem prostoliniowym z szybkością $4{,}0\cdot10^5$m/s. Nagle wpada w obszar o długości 5,0 cm, w którym doznaje przyspieszenia o tym samym kierunku oraz wartości równej $6{,}0\cdot10^{12}$m/s^2.

1. Z jaką prędkością elektron opuści ten obszar?
2. Ile czasu elektron spędzi w tym obszarze?

Zestaw 4. Kinematyka – równania ruchu (dwuwymiarowe)

Zad. 1.

Piłkę kopnięto pod kątem 30° do poziomu z prędkością początkową 20m/s. Oblicz:
- czas, po którym piłka upadnie na ziemię,
- położenie, w którym piłka upadnie,
- największą wysokość, na którą piłka się wzniesie,
- składowe wektora prędkości i wartość prędkości po upływie 0,5s od kopnięcia oraz w chwili zetknięcia z ziemią,
- kąt wektora prędkości liczony do pionu, po upływie 0,5s od kopnięcia oraz w chwili zetknięcia z ziemią.

Zad. 2.

Ze szczytu wieży o wysokości h = 20m rzucono poziomo piłkę z prędkością 12 m/s. Po jakim czasie i w jakiej odległości od wieży upadnie piłka? Podaj szybkość końcową i kąt nachylenia wektora prędkości do poziomu.

Zad. 3.

Poziomo rzucona piłka uderza o ścianę odległą o 5 m od miejsca wyrzucenia. Wysokość miejsca uderzenia piłki o ścianę jest o 1 m mniejsza od wysokości, z której rzucono piłkę. Oblicz prędkość początkową piłki. Pod jakim kątem piłka dolatuje do powierzchni ścianki?

Zad. 4.

Pod jakim kątem do poziomu trzeba rzucić ciało, aby zasięg rzutu równał się największej wysokości, na jaką ciało się wzniesie?

Zad. 5.

U podnóża stoku o kącie nachylenia 30° wystrzelono pocisk nadając mu szybkość 50 m/s skierowaną pod kątem 45° do poziomu. Określić punkt uderzenia pocisku w stok.

Zad. 6.

Kamień rzucono poziomo z prędkością v_x = 15 m/s. Znaleźć przyspieszenie normalne i styczne kamienia po upływie 1 s od rozpoczęcia ruchu. Wyznaczyć promień krzywizny toru w punkcie po 1 s. Pominąć opór powietrza.

Zestaw 5. Kinematyka – pochodne

Zad. 1

Położenie punktu x w ruchu prostoliniowym zmienia się w czasie t zgodnie z poniższą funkcją. Czas jest wyrażony w sekundach a położenie w metrach. Wyznacz funkcje opisujące wartość prędkości $v(t)$ oraz przyspieszenia $a(t)$. Ustal wartości położenia i prędkości w chwili początkowej oraz po jednej sekundzie ruchu:

a) $x(t) = 3t^2 + 2$
b) $x(t) = 5t^3 + t^2 - 7t + 2$
c) $x(t) = 3e^{-2t}$
d) $x(t) = 3\cos(2t)$
e) $x(t) = -4e^{-5(t+2)}$
f) $x(t) = 7t^{-3} - 5t^{-2} + \cos(3t^2+t)$
g) $x(t) = 3\ln(t^2)$
h) $x(t) = \sin^4(2t)$
i) $x(t) = -2t^2\cos(2t-3)$

Zestaw 6. Kinematyka – pochodne c.d.

Zad. 1

Położenie punktu w rzucie pionowym do góry dane jest funkcją $y(t) = 20t - 5t^2$. Wyznacz funkcje opisujące zależność prędkości oraz przyspieszenia od czasu. Oblicz prędkość średnią w czasie dwóch pierwszych sekund, prędkość średnią w czasie drugiej sekundy ruchu, w czasie trzeciej sekundy i prędkość chwilową po upływie trzech sekund. Narysuj wykresy zmian położenia, prędkości i przyspieszenia (punkty na wykresach od 0 do 5 sekund co 1 sekundę).

Zad. 2

Położenie **r**(t) dane jest zależnościami (gdzie *i, j, k* – wersory w kierunkach: x, y, z). Wyznaczyć wektory prędkości **v**(t) i przyspieszenia **a**(t).

a) $\mathbf{r}(t) = 3t^2\,\boldsymbol{i} + (2t^3 - t)\boldsymbol{j} + 5(t^2-1)\boldsymbol{k}$

b) $\mathbf{r}(t) = (2t^3 + 1)\boldsymbol{i} + (3e^{3t} - t)\boldsymbol{j} + (2\cos(3t)-1)\boldsymbol{k}$

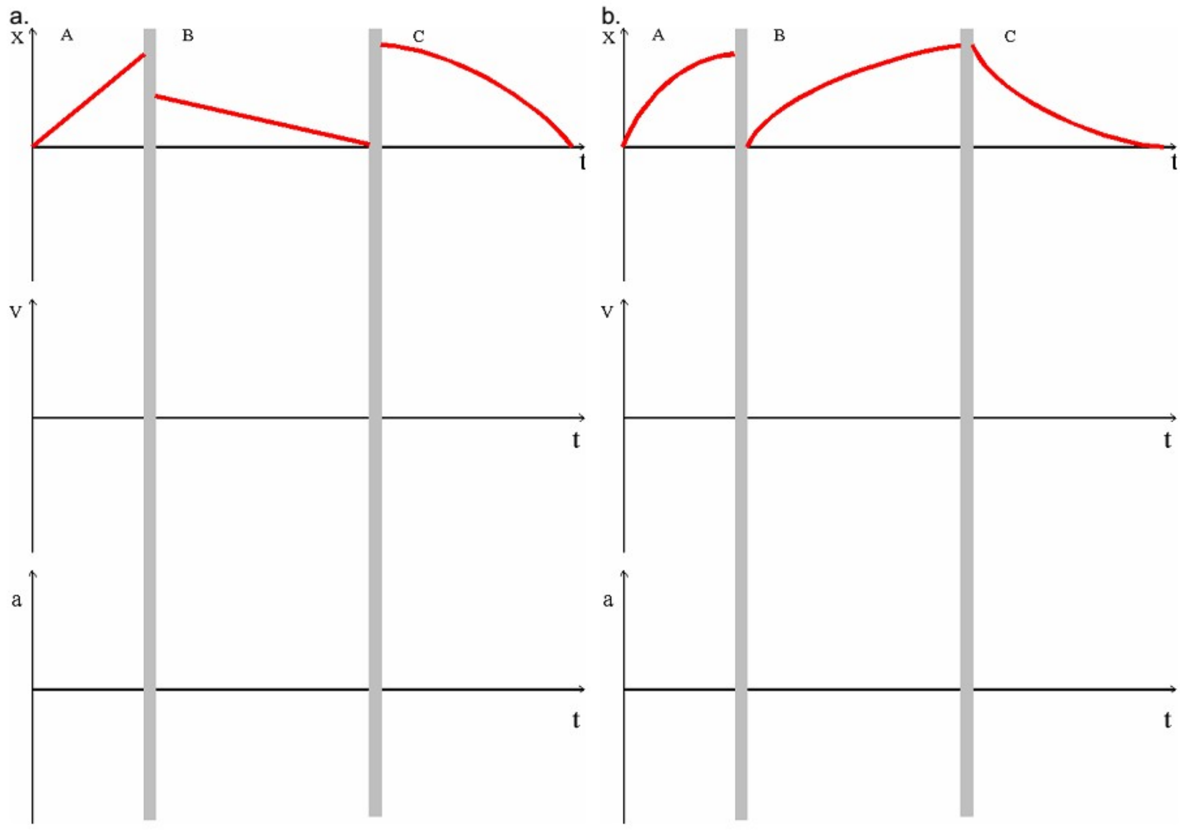
c) $\mathbf{r}(t) = 2e^{-2t}\cdot t^2\,\boldsymbol{i} + 3t^2\boldsymbol{j} + (t-t^2)\boldsymbol{k}$

d) $\mathbf{r}(t) = 2t^2\sin(2\pi t)\,\boldsymbol{i} + 3(t^2 - 2t)\boldsymbol{j} + 5(t^2 - 1)\boldsymbol{k}$

e) $\mathbf{r}(t) = 2\sin(2\pi t^2)\boldsymbol{i} + (3t^7 - t)\boldsymbol{j} + 5(t^{-2}-1)\boldsymbol{k}$

Zad. 3

Narysować kształty funkcji opisujące czasowe przebiegi szybkości i przyspieszenia



Zestaw 7. Kinematyka - całki

Zad. 1.

Przyspieszenie punktu $a(t)$ zmienia się w czasie zgodnie z funkcją:

a) $a(t) = 2t^2 + 3$
b) $a(t) = 3t^3 + 2t + 5$
c) $a(t) = 2\sin(2t-3)$
d) $a(t) = 3e^{-2t}$
e) $a(t) = 2t^2\sin(2t)$
f) $a(t) = 3t^{-1}$

Wyznaczyć funkcje opisujące zależność prędkości v i położenia x od czasu. We wszystkich przypadkach przyjąć szybkość początkową v_0= 3 m/s, a współrzędną początkową x_0 = 7 m

Zad. 2.

Przyśpieszenie $\boldsymbol{a}(t)$ dane jest zależnością:

a) $\boldsymbol{a}(t) = 2t^2\,\mathbf{i} + (3t^3-t)\,\mathbf{j} + 5(t^2-1)\,\mathbf{k}$
b) $\boldsymbol{a}(t) = (2t^3 + 1)\,\mathbf{i} + (3e^{3t} - t)\,\mathbf{j} + (2\cos(3t) - 1)\,\mathbf{k}$
c) $\boldsymbol{a}(t) = 2e^{-2t}t^2\,\mathbf{i} + 3t^2\,\mathbf{j} + (t - t^2)\,\mathbf{k}$

Wyznaczyć prędkość $\boldsymbol{v}(t)$ oraz położenie $\mathbf{r}(t)$. Przyjąć następujące warunki początkowe:
$\mathbf{v_0} = 2e\,\mathbf{i} + 3\,\mathbf{j} + \mathbf{k}$ oraz $\mathbf{r}_0 = 3e\,\mathbf{i} + 5\,\mathbf{k}$.
Ustalić wartość szybkości po jednej sekundzie ruchu.

Zestaw 8. Dynamika ruchu postępowego – rozkład sił

Zad. 1.

Na płaskiej powierzchni spoczywa klocek, o masie m_1 = 1kg. Klocek ten wykonany jest z materiału, który na powierzchni skutkuje współczynnikiem tarcia o wartości 0,2. Przez nieważki bloczek przerzucono nieważką nić, którą połączono klocek m_1 z drugim klockiem o masie m_2 = 2 kg swobodnie wiszącym w powietrzu. Na drugi klocek działa siła ciężkości i powoduje występowanie w układzie przyspieszenia. Jaka jest wartość przyspieszenia i naprężenie nici?

Zad. 2.

Samochód do przewożenia mebli posiada rampę nachyloną pod kątem 15^o do poziomu. Jakie będzie przyspieszenie szafy stojącej na rampie gdy:

a) brak tarcia,

b) współczynnik tarcia drzewa o drzewo wynosi 0,25?

Zad. 3.

Jaką siłę należy przyłożyć do skrzyni ważącej 100 kg, aby wciągnąć ją w górę równi pochyłej o kącie nachylenia 30°, jeżeli nie uwzględnimy tarcia, a przyspieszenie skrzyni podczas wciągania wynosi 0,5 m/s^2?

Zad. 4.

Na szczycie równi o kącie nachylenia α i współczynniku tarcia μ umocowany jest bloczek, przez który przerzucono nić. Do końców nici przymocowano masy: m i M. Obliczyć przyspieszenie układu i naprężenie nici.

Zad. 5.

Dany jest szereg równi pochyłych o tej samej podstawie i różnych wysokościach. Przy jakim kącie nachylenia równi do poziomu czas zsuwania ciał z równi bez tarcia będzie najmniejszy?

Zestaw 9. Dynamika – definicja pracy

Zad. 1.

Wyznaczyć pracę przeciw sile sprężystości $F(x) = -kx$ na drodze od $x = 0$ do współrzędnej $x = A$.

Zad. 2.

Wyznaczyć pracę przeciw sile grawitacji danej wzorem: $F(r) = -GMm \cdot r^{-2}$ na drodze od powierzchni planety o promieniu R_Z. Do orbity o promieniu R_O.

Zad. 3.

Wyznaczyć pracę, jaka należy wykonać, żeby łańcuszek o masie m i długości l wciągnąć całkowicie na stół. Współczynnik tarcia łańcuszka o powierzchnię stołu wynosi μ.

Zad. 4.

Wyznaczyć pracę jaką należy wykonać, żeby łańcuszek o masie m i długości l wiszący tuż pod powierzchnią wody wyciągnąć pionowo tak, aby cały znalazł się ponad powierzchnią.

Zad. 5.

Na masę $m = 10$ kg, pozostającą początkowo w spoczynku ($v_0 = 0$ m/s), działa siła: $F = 20\,t - 3\,t^2$ N. Wyznaczyć pracę, jaką wykonuje ta siła w czasie od $t_1 = 1$ s do $t_2 = 4$ s.

Zad. 6.

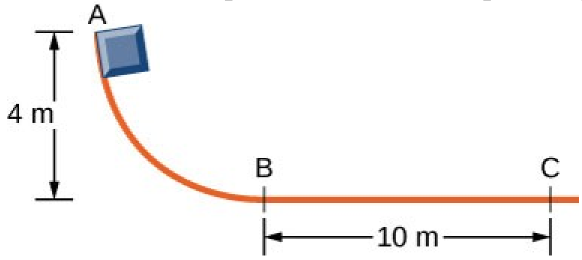
Definicja pracy w adaptacji do prądu elektrycznego jest następująca: $dW = I^2 R\,\mathrm{d}t$

Wyznaczyć pracę prądu przemiennego $I(t) = I_{max} \cdot \sin(t)$ w czasie jednego pełnego okresu przemienności prądu T.

Zestaw 10. Praca, energia , moc

Zad. 1.

Klocek o masie 200 g zsuwa się z punktu A do punktu B, gdzie uzyskana prędkość wynosi v_B=8,0m/s, a następnie porusza się po poziomej płaszczyźnie i zatrzymuje się w punkcie C.
- Ile wynosi w tym ruchu praca sił tarcia?
- Ile wynosi współczynnik tarcia klocka o podłoże na odcinku poziomym?



Zad. 2.

Oblicz moc potrzebną, aby 950 kilogramowy samochód wjechał pod górkę o kącie nachylenia wynoszącym 2° ze stałą prędkością 30 m/s, przeciwstawiając się sile oporu aerodynamicznego wynoszącej 600 N. [1KM = 735W]

Zad. 3.

Sanki zsuwają się ze szczytu toru o długości l = 20 m, pochylonego pod kątem $\alpha = 30^o$ do poziomu, a następnie wjeżdżają na poziomy tor. Wzdłuż całego toru na sanie działa siła tarcia, współczynnik tarcia μ wynosi 0,1. Obliczyć, jaką prędkość będą miały sanki u podnóża pochylonego toru i jaką drogę przebędą po torze poziomym?

Zad. 4.

Łyżwiarz porusza się ruchem jednostajnym po torze poziomym, a następnie z rozpędu przejeżdża jeszcze, do chwili zatrzymania się, drogę 60 m w czasie 25 s. Obliczyć współczynnik tarcia łyżew o lód oraz moc łyżwiarza w ruchu jednostajnym, jeśli masa łyżwiarza wynosiła 50 kg.

Zestaw 11. Moment bezwładności. Moment pędu.

Zad. 1.

Oblicz momenty bezwładności pręta o długości l i masie m, obracającego się wokół osi prostopadłej do pręta:

a) przechodzącej przez jego środek,

b) przechodzącej przez jeden z jego końców (dwie metody: bezpośrednio i wykorzystując rozwiązanie z podpunktu a),

c) oddalonej od środka pręta o dowolną odległość d.

Zad. 2.

Oblicz moment bezwładności cienkiej tarczy kołowej o promieniu R i masie m, obracającej się wokół osi prostopadłej do płaszczyzny tarczy przechodzącej przez środek tarczy i punkt na obwodzie tarczy.

Zad. 3.

Oblicz moment bezwładności prostokąta o masie m i długościach boków a i b, obracającego się wokół osi leżącej w płaszczyźnie prostokąta równolegle do boku a (różne odległości od środka boku a).

Zad. 4.

Oblicz moment bezwładności walca o promieniu R i masie m, obracającego się wokół osi przechodzącej przez środki obu podstaw oraz wokół osi do niej równoległej.

Zad. 5.

Oblicz moment bezwładności rury grubościennej (wydrążonego walca) o masie m i promieniach wewnętrznym R_w oraz zewnętrznym R_z. Oś obrotu równoległa do osi rury.

Zad. 6.

Ile wynosi moment pędu wskazówki minutowej zegarka wykonanej z cienkiego pręta o masie 3 g i długości 6 cm.

Zestaw 12. Dynamika bryły sztywnej.

Zad. 1.

Za pomocą cylindrycznego kołowrotu o masie *m* i promieniu *R*, mogącego obracać się bez tarcia względem osi prostopadłej do podstawy walca przechodzącej przez jego środek, wyciągnięto ze studni wiadro z wodą. W pewnym momencie wiadro puszczono. Z jakim przyspieszeniem będzie poruszać się wiadro?

Zad. 2.

Przez bloczek o promieniu *R* i momencie bezwładności I_0 przerzucono nić, na końcach której umieszczono masy m i M. Obliczyć przyspieszenie mas oraz naciągi nici.

Zad. 3.

Kula, walec i obręcz o tych samych promieniach i masie toczą się z tą samą prędkością kątową. Która z tych brył ma najmniejszą energię kinetyczną?

Zad. 4.

Koło zamachowe o momencie bezwładności 0.86 kg·m^2 i walec o promieniu 5 cm i zaniedbywalnej masie umieszczone są na wspólnej osi. Na walec nawinięta jest nić, na której wisi ciężarek o masie 6,0 kg. W ciągu jakiego czasu ciężarek opuści się o 1 m? Jaka będzie jego prędkość końcowa?

Zad. 5.

Na brzegu poziomego stolika o masie M = 100 kg i o promieniu r = 1 m wirującego z częstotliwością f=0,5 Hz dookoła pionowej osi przechodzącej przez jego środek, stoi człowiek o masie m=60 kg. Z jaką prędkością kątową będzie obracał się stolik, gdy człowiek przejdzie na środek stolika? O ile zmieni się przy tym energia kinetyczna układu? Człowieka traktować jako punkt materialny, zaś stolik jako jednorodny krążek o momencie bezwładności 250 kg·m^2. Tarcie w łożyskach osi pominąć.

Zad. 6.

Do koła zamachowego o promieniu R = 2 m i momencie bezwładności I = 300 kg·m^2 obracającego się z częstością f = 10 1/s przyłożono klocek hamulcowy dociskany siłą F = 100 kN. Ile wynosi współczynnik tarcia klocka o koło zamachowe, jeżeli zatrzymało się ono po wykonaniu n = 6 obrotów?

Zestaw 13. Zderzenia

Zad. 1.

Jaka jest siła uderzenia kija bejsbolowego w piłkę, jeśli jej masa wynosi 0,14 kg, prędkość 30 m/s, a po uderzeniu kijem prędkość piłki wynosi 40 m/s. Czas kontaktu piłki z kijem wynosi 0,002 s.

Zad. 2.

Dwie gładkie nie wirujące kule o masach m_1 i m_2 poruszające się po gładkim stole zderzają się centralnie, sprężyście. Obliczyć prędkości i energie kul po zderzeniu.

Zad. 3.

Dwie kule zawieszone na równoległych niciach tej samej długości stykają się. Kula o masie 0,2 kg zostaje odchylona od pionu tak, że jej środek ciężkości wznosi się o 4,5 cm do góry, a następnie puszczona swobodnie. Na jaka wysokość wzniosą się kule po zderzeniu doskonale sprężystym? Rozważyć różne przypadki m_2.

Zad. 4.

Szybki neutron zderza się centralnie i sprężyście z atomem węgla o masie n = 12 razy większej od masy neutronu i prędkości pomijalnie małej w stosunku do prędkości neutronu. Ile razy zmniejszy się prędkość neutronu po N = 10 takich zderzeniach?

Zad. 5.

Lecąca poziomo kula o masie m utkwiła w belce zawieszonej na dwóch jednakowych linach o długości l, w wyniku czego liny odchyliły się o kąt α. Zakładając, że masa kuli jest dużo mniejsza od masy deski obliczyć prędkość kuli przed zderzeniem oraz względną część pierwotnej energii kuli, która została zamieniona na ciepło.

Zad. 6.

W pudełko z piaskiem o masie 4 kg swobodnie zawieszone na nici, uderzył pocisk o masie 10 g i ugrzązł w nim. Odległość od punktu zaczepienia nici do środka pudełka wynosi 0,9 m. Oblicz prędkość pocisku, jeżeli na skutek uderzenia pudełko wychyliło się od położenia równowagi tak, że nitka utworzyła kąt $\alpha = 60^o$ z kierunkiem pionu.

Zad. 7.

Wagon o masie 32 ton poruszający się z prędkością 5 m/s dogonił drugi wagon o masie 24 ton poruszający się w tym samym kierunku z prędkością 3 m/s i połączył się z nim.

a) Obliczyć prędkość tych wagonów po zderzeniu oraz stratę energii kinetycznej.

b) Znaleźć prędkości jakie miałyby te wagony, gdyby zderzenie było sprężyste

Zad. 8.

Kulka o masie 20 g poruszająca się wzdłuż osi X z prędkością 20 m/s uderzyła sprężyście w nieruchomą kulkę o masie 10 g w taki sposób, że ta zaczęła się poruszać wzdłuż osi odchylonej o kąt 30^o od osi X. Obliczyć prędkości obu kulek po zderzeniu oraz kąt, o jaki odchylony został tor pierwszej kulki.

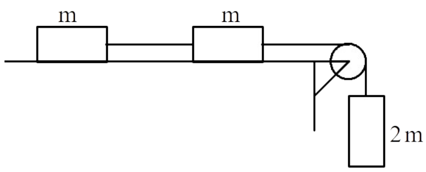
Zestaw 14. Dynamika - zadania różne.

Zad. 1.

Walec, cienkościenna rura o momencie bezwładności mr^2, oraz kula o momencie bezwładności $0{,}4mr^2$ (wszystkie mają jednakową masę m i promień r) wtaczają się bez poślizgu z tą samą prędkością początkową v_0 na równię pochyłą. Na jakie wysokości wtoczy się każda z tych brył? Opory ruchu zaniedbać.

Zad. 2.

Oblicz przyspieszenie układu ciał połączonych nieważką nicią jak na rysunku, gdy:



a) brak tarcia, bloczek ma kształt walca, masę M i promień R,

b) współczynnik tarcia wynosi μ, masa bloczka jest zaniedbywalnie mała.

Zad. 3.

Jaką pracę wykona człowiek ciągnący sanki o łącznej masie m=20 kg na drodze l=100m, jeśli współczynnik tarcia wynosi μ=0,1 a naprężona linka tworzy z poziomem kąt α=30º.

Zad. 4.

Samochód o masie 1 t wjeżdża na most z prędkością 72 km/h. Jaka siła nacisku działa na most, gdy samochód przejeżdża przez jego środek? Promień krzywizny środkowej części mostu R wynosi 100m:

a) most jest wypukły

b) most jest wklęsły

Zad. 5.

Łyżwiarz porusza się początkowo ruchem jednostajnym po torze poziomym, a następnie z rozpędu przejeżdża jeszcze, do chwili zatrzymania się, drogę 60 m w czasie 25 s. Obliczyć współczynnik tarcia łyżew o lód oraz moc łyżwiarza w ruchu jednostajnym, jeśli masa łyżwiarza wynosiła 50 kg.

Zad. 6.

Ciężka szpula z nawiniętą nicią, do której przyłożono poziomo siłę F, leży na płaszczyźnie poziomej po której może poruszać się bez poślizgu. Obliczyć przyspieszenie a środka masy szpuli oraz siłę tarcia T. Promień wewnętrzny szpuli wynosi r, zewnętrzny R, masa walca m a jej moment bezwładności I_o. Rozważyć różne przypadki przyłożenia siły.

Zad. 7.

Na końcu lekkiej liny, na wysokości 10 m nad poziomą powierzchnią zawieszony jest ciężarek o masie 2 kg. Lina nawinięta jest na walcu mającym masę 4 kg i średnicę 40 cm. Obliczyć: a) czas, po jakim puszczony ciężarek opadnie na tą płaszczyznę oraz końcową prędkość obrotową walca zakładając brak oporów ruchu, b) pracę sił tarcia wiedząc, że ciężarek opadł na powierzchnię po 4 s.

Zad. 8.

Określić maksymalną prędkość, z jaką może jechać pojazd po płaskim zakręcie o promieniu krzywizny 25 m, jeżeli współczynnik tarcia kół o nawierzchnię wynosi 0,9.

Zad. 9.

Pocisk o masie 10 kg jest wystrzeliwany z moździerza, znajdującego się na powierzchni ziemi, pionowo w górę z prędkością początkową 50 m/s. Na jaką wysokość wzniesie się pocisk, jeśli opór powietrza jest proporcjonalny do kwadratu szybkości? Opór ten wynosi $F_{op} = A \cdot v^2$, gdzie współczynnik A = 0,01 kg/m.

Zestaw 15. Ciśnienie, naprężenie, siła wyporu, własności sprężyste.

Zad. 1.
Gęstość mokrego śniegu wynosi 800 kg/m^3. Jaki nacisk wywiera warstwa śniegu o grubości 25 cm na płaski dach o powierzchni 80 m^2.

Zad. 2.

Wyznaczona w pracowni gęstość ciała stałego względem wody wyniosła 0,25. Ile wynosi gęstość tej substancji?

Zad. 3.

Gęstość złota wynosi około 20 t/m^3. Jaki w przybliżeniu procent wagi traci złoto zanurzone w wodzie?

Zad. 4.

Prostopadłościan o wysokości H opuszczano do wody. Wykreślić i uzasadnić zależność siły wyporu w funkcji głębokości zanurzenia.

Zad. 5.

Ile wynosi gęstość klocka, który w powietrzu warzy 6 N a zanurzony w wodzie 5 N?

Zad. 6.

Jaką siłę nośną ma 1 m^3 helu używanego do napełniania balonów, jeżeli wiadomo, że gęstość helu względem powietrza wynosi 0,137, a 1 m^3 powietrza waży 1,3 kG?

Zad. 7.

Do końca zwisającego drutu o średnicy 2 mm i długości 1 m doczepiono ciężar o masie 1 kg. Obliczyć wydłużenie drutu wiedząc, że moduł Younga materiału, z którego jest on zrobiony, wynosi $3 \cdot 10^9$ N/m^2.

Zad. 8.

Pod wpływem obciążenia 15 kN lina o przekroju 7,5 cm^2 wydłużyła się o 10%. Oblicz moduł Younga tej liny.

Zad. 9.

Sprężynę rozciągnięto o 1 cm działając siłą 10 N. Jaką pracę należy wykonać, aby rozciągnąć sprężynę o dalsze 2 cm?

Zestaw 16. Drgania i fale.

Zad. 1.

Położenie oscylatora harmonicznego opisane jest równaniem $x = A\cdot\cos(2\pi t/T)$, gdzie $A = 10$ cm i $T = 0{,}2$ s. Obliczyć przemieszczenie po czasie 1,7 s.

Zad. 2.

Na końcu sprężyny leżącej na gładkim stole znajduje się masa 50 g. Sprężynę rozciągnięto o 10 cm działając siłą 10 N. Napisać równanie kinematyczne ruchu ciężarka, podać amplitudę, fazę początkową, częstość, stałą sprężystości i okres.

Zad. 3.

Sprężyna o masie m pod wpływem masy m = 50 g rozciąga się o 1 cm. Obliczyć okres drgań, napisać równanie ruchu ciężarka. Rozważyć przypadki gdy:

a) masa sprężyny m = 0, brak tłumienia,
b) masa sprężyny m = 0, współczynnik tłumienia wynosi $\beta = 0{,}01\ s^{-1}$,
c) masa sprężyny m = 10 g.

Zad. 4.

Doświadczalnie stwierdzono, że logarytmiczny dekrement tłumienia kamertonu drgającego z częstością 100 Hz wynosi 0,002. Po jakim czasie amplituda drgań kamertonu zmniejszy się 100 razy?

Zad. 5.

Pręt ze stali o module Younga E, długości l i przekroju poprzecznym S, jest zamocowany do ściany. Na swobodnym końcu pręta przymocowano masę m, która może poruszać się bez tarcia po gładkim stole. Do ciała przyłożono siłę F, która wydłużyła pręt. Następnie siłę usunięto. Obliczyć okres drgań własnych masy. Napisać kinematyczne równanie ruchu masy. Tłumienie zaniedbać.

Zad. 6.

Obliczyć częstość drgań, energię i maksymalną prędkość ciała o masie 1 kg wiszącego na sprężynie o stałej sprężystości 100 N/m i wykonującego drgania o amplitudzie równej 1/5 wydłużenia powstałego po jego zawieszeniu na tej sprężynie.

Zad. 7.

Dwie płytki o masach $m = 0{,}2$ kg oraz $M = 0{,}4$ kg połączono sprężyną. Jeżeli układ zostanie podwieszony za płytkę m, długość sprężyny będzie wynosiła 20 cm. Natomiast gdy układ zostanie postawiony na płytce M, spoczywającej na poziomej podstawie, to długość sprężyny wyniesie 14 cm. Obliczyć współczynnik sprężystości i długość swobodnej sprężyny.

Zad. 8.

Określić okres małych drgań ciała o masie m, do którego przymocowano dwie sprężyny o danych różnych współczynnikach sprężystości:

a) ciało znajduje się na gładkiej płaszczyźnie między tymi sprężynami,
b) sprężyny zawieszono jedna za drugą, a na końcu ciało.

Zad. 9.

Wahadło matematyczne o długości 2,5 m uzyskuje maksymalną prędkość 0,1 m/s. Obliczyć okres ruchu, amplitudę i maksymalne przyspieszenie.
[$T = \pi$ s; $A = 5$ cm; $a = 0{,}1\ m/s^2$]

Zestaw 17. Akustyka.

Zad. 1.

Do rezonansowego wyznaczania prędkości dźwięku używa się rury Kundta. Znaleźć prędkość dźwięku w powietrzu, jeśli dla fali o częstotliwości f = 2000 Hz, odległość między sąsiednimi położeniami tłoka , przy których wystąpił rezonans wynosi 8,5 cm.

Zad. 2.

Rura ma długość 85 cm. Przyjmując prędkość dźwięku v = 340m/s, znaleźć liczbę drgań własnych słupa powietrza w rurze, których częstotliwości są mniejsze od 1250 Hz. Rozpatrzyć dwa przypadki:

a) rurę zamkniętą z jednej strony
b) rurę otwartą z dwóch stron.

Zad. 3.

Pręt miedziany o długości 50 cm jest zamocowany w środku. Znaleźć liczbę drgań własnych pręta w przedziale częstotliwości od 20 kHz do 50 kHz. Ile wynoszą odpowiadające im częstotliwości? Moduł Younga miedzi $E = 10{,}5\cdot 10^{10}$ N/m^2, gęstość $\rho = 8{,}9\cdot 10^3$ kg/m^3.

Zad. 4.

Prędkość fal poprzecznych biegnących wzdłuż naciągniętej struny gitarowej o długości 0,65 m wynosi 143 m/s. Wyznaczyć trzy pierwsze postacie drgań struny: długości i częstotliwości.

Zad. 5.

Znaleźć różnice faz między dwoma punktami fali dźwiękowej rozchodzącej się w powietrzu, jeżeli są one odległe od siebie o 0,25 m, a częstotliwość drgań fali wynosi 680 Hz, prędkość dźwięku 340 m/s.

Zad. 6.

Równanie drgań źródła ma postać funkcji $y = 0{,}04\cdot\sin(600\pi t)$. Drgania te rozchodzą się w ośrodku sprężystym. Napisać równanie fali płaskiej oraz określić wychylenie z położenia równowagi punktu znajdującego się w odległości 75 cm od źródła , po czasie 0,01s , prędkość fali 300 m/s.

Zad. 7.

Poziom natężenia dźwięku wywołanego przez 100 identycznych maszyn wynosi 100 dB. Ile maszyn należałoby wyłączyć, aby poziom natężenia dźwięku spadł do 90 dB?

Zad. 8.

Jaki powinien być zakres długości otwartych jednostronnie piszczałek organowych, aby częstotliwości wytworzonych dźwięków pokrywały cały zakres słyszalności człowieka? (przyjąć że jest to zakres od 20 Hz do 20 kHz)

Zestaw 18. Grawitacja.

Zad. 1.

Wykazać że siła przyciągania działająca na punkt materialny A umieszczony wewnątrz jednorodnej sferycznej warstwy jest równa zeru.

Zad. 2.

Wewnątrz jednorodnej kuli o masie M i promieniu R znajduje się punkt materialny o masie m w odległości r od jej środka .Znaleźć siłę grawitacji działającą na ten punkt.

Zad. 3.

Wyobraźmy sobie, że przez kulę ziemską przewiercono wzdłuż jej osi na wylot tunel. Jaki będzie okres drgań masy *m*, która spada swobodnie w tunelu. Ruch odbywa się bez tarcia. Skorzystać z poniższych stałych.

Zad. 4.

Oszacować okres sztucznego satelity krążącego tuż nad powierzchnią Ziemi. Obliczyć średnią odległość od Ziemi statku Gagarina, który okrążył Ziemię w ciągu 108 min.

Zad. 5.

Statek kosmiczny o masie m krąży swobodnie po orbicie okołoziemskiej o promieniu R. Obliczyć całkowitą energię mechaniczną statku. Sporządzić wykres zależności energii potencjalnej , kinetycznej i całkowitej od promienia orbity.

Zad. 6

Stosunek obiegu Jowisza i Ziemi od Słońca wynosi 12. Obliczyć stosunek odległości Jowisza i Ziemi od Słońca oraz przyspieszenie Jowisza. Skorzystać z poniższych stałych.

Zad. 7.

Obliczyć siłę dośrodkową masy 1 kg znajdującej się na równiku. Jaki procent siły dośrodkowej stanowi ta siła? Skorzystać z poniższych stałych.

Zad. 8.

Korzystając z ogólnego wzoru na pracę w polu grawitacyjnym wykazać, że dla małych odległości (w porównaniu z promieniem Ziemi) praca przeniesienia danej masy na wysokość h wynosi $m \cdot g \cdot h$.

Potrzebne stałe:

$G = 6{,}67 \cdot 10^{-11}$ [$m^3 \cdot kg^{-1} \cdot s^{-2}$]

1 j.a. = $1{,}496 \cdot 10^{11}$ [m]

$M_Z = 5{,}97 \cdot 10^{24}$ [kg]

$R_Z = 6{,}37 \cdot 10^{6}$ [m]

Zestaw 17. Elementy termodynamiki

1. Silnik termodynamiczny w ciągu cyklu pobiera z grzejnika 52 kJ energii cieplnej i oddaje do chłodnicy 36 kJ. Obliczyć jego sprawność oraz pracę jaką wykonuje podczas jednego cyklu.
2. Silnik Carnota pracuje ze sprawnością $\eta_1 = 40\%$. Jak należy zmienić temperaturę źródła ciepła, aby jego sprawność wzrosła do $\eta_2 = 50\%$. Temperatura chłodnicy jest stała i wynosi 9ºC.
3. Obliczyć maksymalną temperaturę chłodnicy silnika, który wykonuje pracę 1 kJ przy temperaturze grzejnika 100 ºC przekazując do niej energię 4 kJ.
4. W dobrze izolowanym aluminiowym naczyniu o masie 60g znajduje się 90 cm^3 wody mającej temperaturę 20ºC. Obliczyć temperaturę układu po włożeniu do naczynia miedzianej sztabki o masie 100g i temperaturze 80ºC.
5. W izolowanym naczyniu mającym pojemność cieplną 40 J/K znajduje się 100 g lodu o temperaturze -13ºC. Ile wody o temperaturze 20ºC należy dolać aby lód uległ całkowitemu stopieniu?
6. Określić masę cząsteczkową gazu, którego właściwości odpowiadają mieszaninie 140 g tlenu i 100 g azotu.
7. Obliczyć masę tlenu znajdującego się w balonie o 10 dm^3, jeżeli w temperaturze 17ºC ciśnienie wewnątrz balonu wynosi 1100 hPa.

$c_{Cu} = 386$ [J/kg·K]	$c_{Al} = 896$ [J/kg·K]	$c_{H2O} = 4181$ [J/kg·K]
$c_{lód} = 2100$ [J/kg·K]	$q_{lód} = 334\,000$ [J/kg]	$R = 8{,}3143$ [J/mol·K]
$N_A = 6{,}022 \cdot 10^{23}$	$\mu_{O2} = 32$ [g/mol]	$\mu_{N2} = 28$ [g/mol]

Zestaw 18. Siła elektrostatyczna

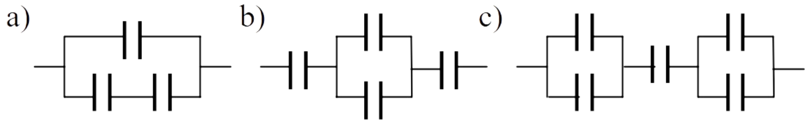
1. Ile razy siła przyciągania newtonowskiego (grawitacyjnego) między dwoma protonami jest mniejsza od siły ich kulombowskiego odpychania?
2. Cztery swobodne, równe, dodatnie ładunki punktowe e umieszczono w wierzchołkach kwadratu o boku a. Jaki ładunek należy umieścić w środku kwadratu, aby układ był w równowadze?
3. Przyjmij, że atom wodoru składa się z elektronu o ładunku –e poruszającego się po orbicie kołowej wokół protonu o ładunku +e. Promień orbity jest równy $0{,}53 \cdot 10^{-10}$m. Ile wynosi stosunek prędkości światła do prędkości elektronu? Ile obrotów na sekundę wykonuje elektron?
4. Dwa różnoimienne ładunki q umieszczono w odległości d (dipol elektryczny). Obliczyć natężenie pola elektrycznego w punkcie P odległym o r od środka dipola, leżącym na symetralnej odcinka łączącego ładunki, oraz w punkcie Q leżącym na przedłużeniu odcinka łączącego ładunki w odległości r od jednego z ładunków. Założyć $r \gg d$.
5. Znaleźć pole elektryczne w odległości y_0 od nieskończenie długiego drutu o liniowej gęstości ładunku λ.
6. Znaleźć natężenie pola elektrycznego dla punktów znajdujących się na osi prostopadłej do równomiernie naładowanej tarczy o danej gęstości powierzchniowej σ i promieniu R.
7. W poprzednim zadaniu przyjąć, że promień R dąży do nieskończoności (pole wytwarzane przez nieskończoną płaszczyznę o danej gęstości powierzchniowej σ).

$\varepsilon_0 = 8{,}85 \cdot 10^{-12}$ [F·m^{-1}] $\quad$ $G = 6{,}67 \cdot 10^{-11}$ [m^3·kg^{-1}·s^{-2}]

$m_p = 1{,}67 \cdot 10^{-27}$ [kg] $\quad$ $m_e = 9{,}11 \cdot 10^{-31}$ [kg]

Zestaw 19. Elektrostatyka

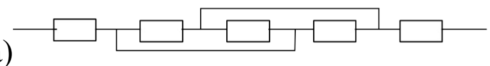
1. Obliczyć potencjał pola elektrycznego dla warunków opisanych w zadaniach 4, 5, 6 i 7 z zestawu II.
2. Oblicz potencjał w środku kwadratu, o boku 10cm w wierzchołkach którego umieszczono ładunki: $1\cdot10^{-8}$C, $-2\cdot10^{-8}$C, $3\cdot10^{-8}$C, $4\cdot10^{-8}$C.
3. Rozwiązać zadania 5 i 7 z zestawu II stosując prawo Gaussa.
4. Dany jest układ dwu równoległych płyt o powierzchniach 1 dm^2. odległych od siebie o 1 cm, między którymi jest napięcie a) 230V, b) 230kV. Obliczyć natężenie pola w środku układu oraz prędkość, z jaką swobodny elektron znajdujący się w pobliżu jednej z płytek uderzy w płytkę przeciwległą.
5. Różnica potencjałów między okładkami kondensatora płaskiego o polu 100cm^2 każda wynosi 280V. Gęstość powierzchniowa ładunku płytek jest równa $4{,}95\cdot10^{-11}$C/cm^2. Znaleźć a) natężenie pola wewnątrz kondensatora, b) odległość między płytkami, c) prędkość jaką uzyska elektron po przebyciu w kondensatorze drogi od jednej do drugiej płytki, d) pojemność kondensatora.
6. Obliczyć całkowitą pojemność układu kondensatorów z których każdy ma pojemność 10μF:

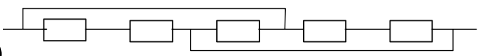


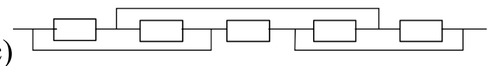
$\varepsilon_0=8{,}85\cdot10^{-12}$ [F·m^{-1}]

Zestaw 20. Prąd

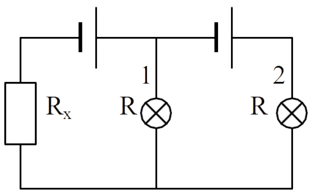
1. Obliczyć opór zastępczy R_z układu jednakowych oporników o oporze R, połączonych jak na rysunkach:

a) 

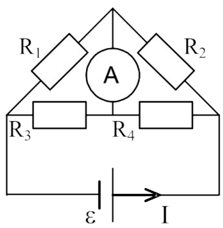
b) 

c) 

2. W obwodzie znajdują się dwa jednakowe ogniwa i dwie jednakowe żarówki 1 i 2. Opór każdej żarówki wynosi R, a) która z żarówek świeci silniej? b) jaki powinien być opór R_x, aby przez pierwszą żarówkę nie płynął prąd?



3. Znaleźć natężenie prądu w poszczególnych gałęziach mostka Wheatstone'a pod warunkiem, że natężenie prądu płynącego przez galwanometr jest równe zeru. SEM źródła prądu wynosi 2V, R_1=30Ω, R_2=45Ω, R_3=200Ω. Opór źródła prądu pominąć.



4. Płytka miedziana o powierzchni całkowitej 25cm^2 służy jako katoda przy elektrolizie siarczanu miedzi. Po przepuszczeniu w ciągu pewnego czasu prądu o gęstości 0,02A/cm^2 masa płytki wzrosła o 99mg. Znaleźć a) czas przepuszczania prądu, b) grubość warstwy miedzi utworzonej na płytce.

5. W procesie elektrolizy chlorku miedzi w ciągu jednej godziny wydzieliło się 0,5g miedzi. Pole każdej elektrody jest równe 75cm^2. Znaleźć gęstość prądu j.

μ_{Cu} = 63,54 [g] $N_A = 6{,}022\cdot10^{23}$ $e = 1{,}602\cdot10^{-19}$ [C]

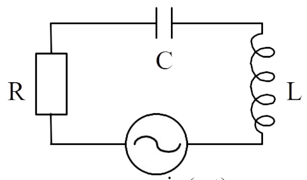
Zestaw 21. Pole magnetyczne

1. Obliczyć indukcję magnetyczną i natężenie pola magnetycznego w odległości a = 5cm od długiego prostoliniowego przewodnika, przez który płynie prąd o natężeniu I = 5A. Skorzystać:
   a) z prawa Biota-Savarta,
   b) z prawa Ampera.
2. Obliczyć indukcję magnetyczną i natężenie pola magnetycznego w środku obwodu kołowego o promieniu r = 5cm, przez który płynie prąd o natężeniu 2A.
3. Korzystając z prawa Ampera znaleźć wyrażenie na indukcję pola magnetycznego wewnątrz (w odległości r od środka) długiego cylindrycznego przewodu o promieniu R. Przez przewodnik płynie prąd I_0, rozmieszczony równomiernie w całym przekroju.
4. Obliczyć pole magnetyczne na osi przewodnika kołowego, przez który płynie prąd.
5. Przeprowadzić analizę ruchu cząstki o masie m i ładunku q, która wlatuje z prędkością v_0 w stałe jednorodne pole magnetyczne o indukcji B. Kąt pomiędzy kierunkiem v_0 i kierunkiem linii B wynosi α.

$\mu_0 = 4\pi\cdot 10^{-7}$ [$H\cdot m^{-1} = J\cdot A^{-2}\cdot m^{-1}$]

Zestaw 22. Indukcja elektromagnetyczna. Obwody

1. W jednorodnym polu magnetycznym o indukcji B = 0,1T znajduje się wykonany z przewodnika płaski zwój. Jego płaszczyzna jest prostopadła do linii indukcji magnetycznej. Zwój ten podłączono do galwanometru. Podczas obrotu zwoju przez galwanometr przepłynął ładunek $Q = 7{,}5\cdot 10^{-3}$C. Obliczyć kąt obrotu zwoju. Powierzchnia zwoju jest równa $S = 10^3$cm^2, a jego opór R = 2Ω.
2. W jednorodnym polu magnetycznym o indukcji $B = 10^{-2}$T znajdują się pionowo ustawione, odległe o l = 50cm, połączone u góry dwa pręty metalowe. Płaszczyzna, w której ułożone są pręty jest prostopadła do linii pola magnetycznego. Po prętach tych bez tarcia, oraz bez utraty kontaktu elektrycznego porusza się w dół ze stałą prędkością zwora AB, o masie m = 1kg. Obliczyć opór R zwory AB, zaniedbać opór pozostałej części układu.
3. Solenoid o indukcyjności L = 50H i oporze R = 30Ω podłączony jest do baterii o SEM równej 100V. Ile czasu musi upłynąć, aby prąd w tym obwodzie musiał osiągnąć połowę swojej wartości stacjonarnej?
4. Wyznaczyć średnią moc prądu zmiennego w obwodzie LRC.
5. Niech na rysunku R = 4Ω, C = 150μF, L = 60mH, ε_0 = 300V a f = 50Hz. Znaleźć: a) oporność pojemnościową, b) oporność indukcyjną, c) impedancję (zawadę), d) maksymalne natężenie I_0, e) przesunięcie fazowe φ, f) ε_{sk}, g) I_{sk}, h) średnią moc.



$\varepsilon=\varepsilon_0\sin(\omega t)$

Zestaw 23. Optyka

1. Równoległa wiązka światła, której strumień energii wynosi $10 W/cm^2$ pada przez 1h na doskonale odbijające płaskie zwierciadło o powierzchni $1 cm^2$.
   a. jaki pęd zostanie przekazany zwierciadłu w tym czasie?
   b. Jaka siła działa na zwierciadło?
2. Odległość ogniskowa cienkiej soczewki skupiającej równa jest 24cm przedmiot położony jest w odległości 9cm od soczewki. Znaleźć obraz przedmiotu (jego odległość od soczewki i powiększenie).
3. Soczewka ma promienie krzywizn równe 40cm i zrobiona jest ze szkła o współczynniku załamania m=1,65. Obliczyć jej ogniskową.
4. Urządzenie z dwiema szczelinami jest oświetlone lampą rtęciową, z której wydzieloną silną zieloną linię λ=5460Å. Szczeliny są odległe o 0,1mm, a ekran na którym zachodzi interferencja oddalony jest o 20cm. Jakie są położenia kątowe pierwszego minimum oraz dziesiątego maksimum?
5. Jaka jest odległość liniowa na ekranie pomiędzy sąsiednimi prążkami z zadania 4 przy założeniu małych kątów?
6. Siatka dyfrakcyjna ma 10^4 nacięć równomiernie rozłożonych na 2,54cm. Pada na nią prostopadle żółte światło lampy sodowej. W świetle tym występują dwie blisko położone linie (tzw. dublet sodowy) o długościach fal 5890Å i 5895,9Å.
   a. Pod jakim kątem występować będzie maksimum pierwszego rzędu dla pierwszej z tych linii?
   b. Znajdź odległość kątową między maksimami dla obu linii
7. Dwie płytki o równoległych kierunkach polaryzacji przepuszczają światło (natężenie przechodzącego światła jest maksymalne). O jaki kąt należy obrócić jedną z płytek, aby natężenie przechodzącego światła spadło do połowy wartości maksymalnej?

Zestaw 24. Promieniowanie termiczne

1. Ciało doskonale czarne ma temperaturę T_1=2900K. Podczas ostygania tego ciała długość fali, na którą przypada maksimum spektralnej zdolności emisyjnej zmieniła się o $\Delta\lambda$=9μm. Do jakiej temperatury ostygło ciało?
2. Obliczyć ilość energii wysyłanej w czasie 1s przez $1m^2$, jeżeli maksimum zdolności emisyjnej przypada na 500nm.
3. Moc promieniowania ciała doskonale czarnego wynosi 34kW. Znaleźć temperaturę tego ciała, jeśli jego powierzchnia wynosi $0,6m^2$.
4. Maksimum natężenia promieniowania reliktowego (fal elektromagnetycznych tworzących kosmiczny "szum") przypada na długość fali 1,07mm. Obliczyć na tej podstawie temperaturę Wszechświata.
5. Znaleźć wielkość stałej słonecznej, czyli ilość energii promienistej I, którą Słońce wysyła w ciągu sekundy na powierzchnię prostopadłą do promieni słonecznych znajdującą się w pobliżu Ziemi poza granicami atmosfery. Założyć, że Słońce promieniuje jak ciało doskonale czarne, przyjąć temperaturę Słońca T=5800K, promień Słońca $R_S=6,95\cdot10^8$m, średnią odległość Ziemi od Słońca $d=15\cdot10^{10}$m.

$\sigma=5,67\cdot10^{-8}\ [W\cdot m^{-2}\cdot K^{-4}]$ $\qquad$ $b=2,9\cdot10^{-3}\ [m\cdot K]$

Zestaw 25. Kwantowa natura światła, falowe właściwości cząstek

1. Określić energię, masę oraz pęd fotonu, jeśli odpowiada mu długość fali światła 0,016Å.
2. Obliczyć pracę wyjścia elektronów z metalu, jeśli graniczna długość fali zjawiska fotoelektrycznego wynosi 810nm.
3. Rubid i sód (o pracach wyjścia odpowiednio 1,53 i 2,48eV) oświetlane są przez promieniowanie o długości fali 620nm. Obliczyć maksymalne prędkości wybijanych elektronów
4. W zjawisku fotoelektrycznym z powierzchni platyny (praca wyjścia 5,3eV) wartość potencjału całkowicie hamującego elektrony wynosi 0,9V. Obliczyć długość fali promieniowania oświetlającego tę powierzchnię oraz graniczną długość fali zjawiska fotoelektrycznego.
5. Znaleźć częstotliwość światła wybijającego z powierzchni metalu elektrony całkowicie hamowane przez potencjał 3V. Zjawisko fotoelektryczne rozpoczyna się w tym metalu przy częstości światła padającego $6\cdot10^{14}s^{-1}$. Obliczyć pracę wyjścia elektronu z tego metalu.
6. Określić stałą Plancka h, jeśli fotoelektrony wybijane z powierzchni pewnego metalu przez światło o częstotliwości $2{,}2\cdot10^{15}s^{-1}$ są całkowicie hamowane przez potencjał 6,6V, a fotoelektrony wybijane przez światło o częstotliwości $4{,}6\cdot10^{15}s^{-1}$ – przez potencjał 16,5V.
7. Znaleźć długość fali de Broglie'a dla:
   a. elektronu lecącego z prędkością 10^6m/s
   b. elektronu o energii kinetycznej 10keV
   c. elektronu, który przebył różnicę potencjałów 1V, 200V
   d. kulki o masie 1g poruszającej się z prędkością 1cm/s

$h = 6{,}626\cdot10^{-34}$ [J·s] $\quad$ $e = 1{,}602\cdot10^{-19}$ [C] $\quad$ $m_e = 9{,}109\cdot10^{-31}$ [kg]

Zestaw 26. Atom Bohra. Promieniowanie Roentgena

3. Jaką długość fali miało promieniowanie rentgenowskie, jeśli przy rozproszeniu komptonowskim tego promieniowania na graficie pod kątem 60° długość fali promieniowania rozproszonego wynosiła $2{,}54\cdot10^{-9}$cm.
4. Promieniowanie rentgenowskie o długości fali λ_0=20pm ulegają rozproszeniu komptonowskiemu pod kątem 90°. Znaleźć zmianę długości fali promieni rentgenowskich wskutek rozproszenia i energię elektronu odrzutu.
5. Korzystając z postulatów Bohra wyprowadź i oblicz dla atomu wodoru prędkość liniową, promień orbity oraz energię elektronu dla n=1, 2, 3...
6. Obliczyć graniczne długości linii widmowych dla serii Lymana, Balmera i Paschena.
7. Znaleźć prędkość, jaką uzyskał nieruchomy atom wodoru o masie $m=1{,}67\cdot10^{-27}$kg w wyniku wypromieniowania fotonu z pierwszego stanu wzbudzonego do stanu podstawowego. Jaka będzie długość fali tego fotonu

$h = 6{,}626\cdot10^{-34}$ [J·s] $e = 1{,}602\cdot10^{-}19$ [C] $m_e = 9{,}109\cdot10^{-31}$ [kg]

$\varepsilon_0 = 8{,}85\cdot10^{-12}$ [$F\cdot m^{-1}$] $R_H = 1{,}097\cdot10^{7}$ [m^{-1}]

Zestaw 27. Elementy fizyki jądrowej

1. Uzupełnić zapisy następujących reakcji (n – neutron, α i β – kwanty odpowiedniego promieniowania):

   ${}^{14}_{6}C \rightarrow \ldots + \beta^{-}$ ${}^{239}_{94}Pu + \ldots \rightarrow {}^{264}_{104}Ku \rightarrow \ldots + 4\mathrm{n}$ ${}^{9}_{4}Be + {}^{4}_{2}He \rightarrow \ldots + n$

   ${}^{239}_{94}Pu \rightarrow \ldots + \alpha$ ${}^{238}_{92}U + \ldots \rightarrow {}^{239}_{92}U \rightarrow \ldots + \beta^{-}$

2. Obliczyć dla glinu grubość warstwy połowicznego osłabiania promieniowania γ, jeżeli masowy współczynnik pochłaniania wynosi $0{,}17\mathrm{m}^2\mathrm{kg}^{-1}$.
3. Ile spośród miliona atomów a) polonu ($T_{½}$=138 dni) i b) radonu ($T_{½}$=92 godz) ulegnie rozpadowi w ciągu doby?
4. Z którego wieku pochodzi tkanina, w której koncentracja atomów ^{14}C ($T_{½}$=5730 lat) jest o ¼ mniejsza od stężenia tego izotopu w podobnym materiale wykonanym współcześnie?
5. Obliczyć energię wiązania nukleonu w jądrze izotopu ^{7}Li i ^{16}O (masy w jednostkach atomowych: proton – 1,00814; neutron – 1,00899; ^{7}Li – 7,01823; ^{16}O – 15,9994)

$\rho_{Al} = 2{,}7\cdot10^3$ [kg/m^3] 1u = $1{,}66\cdot10^{-27}$ [kg]

ln(2) = 0,693 ln(0,75) = – 0,288 exp(– 0,005) = 0,995μω