

Miejsce na naklejkę
z kodem szkoły

dysleksja

EGZAMIN MATURALNY Z FIZYKI I ASTRONOMII

POZIOM PODSTAWOWY

Czas pracy 120 minut

Instrukcja dla zdającego

1. Sprawdź, czy arkusz egzaminacyjny zawiera 11 stron (zadania 1–21). Ewentualny brak zgłoś przewodniczącemu zespołu nadzorującego egzamin.
2. Rozwiązania i odpowiedzi zapisz w miejscu na to przeznaczonym przy każdym zadaniu.
3. W rozwiązaniach zadań rachunkowych przedstaw tok rozumowania prowadzący do ostatecznego wyniku oraz pamiętaj o jednostkach.
4. Pisz czytelnie. Używaj długopisu/pióra tylko z czarnym tuszem/atramentem.
5. Nie używaj korektora, a błędne zapisy wyraźnie przekreśl.
6. Pamiętaj, że zapisy w brudnopisie nie podlegają ocenie.
7. Możesz korzystać z karty wybranych wzorów i stałych fizycznych, linijki oraz kalkulatora.
8. Wypełnij tę część karty odpowiedzi, którą koduje zdający. Nie wpisuj żadnych znaków w części przeznaczonej dla egzaminatora.
9. Na karcie odpowiedzi wpisz swoją datę urodzenia i PESEL. Zamaluj pola odpowiadające cyfrom numeru PESEL. Błędne zaznaczenie otocz kółkiem i zaznacz właściwe.

Życzymy powodzenia!

2008

Wypełnia zdający
przed rozpoczęciem pracy

--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

PESEL ZDAJĄCEGO

--	--	--

KOD ZDAJĄCEGO

Za rozwiązanie wszystkich zadań można otrzymać łącznie **60 punktów**.

ZADANIA ZAMKNIĘTE

W zadaniach od 1. do 10. wybierz i zaznacz jedną poprawną odpowiedź.

Zadanie 1. (1 pkt)

Wskazówka sekundowa zegarka ręcznego ma długość 2 cm.

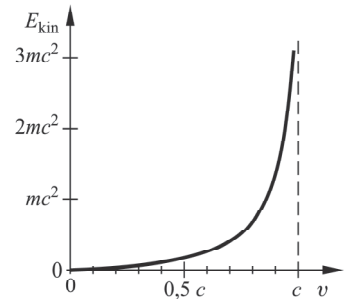
Wartość przemieszczenia końca tej wskazówki po upływie 45 sekund oraz szybkość średnia końca tej wskazówki wynoszą:

- A. 2 cm; 0,27 cm/s
 B. 4 cm; 0,04 cm/s
 C. 2,8 cm; 0,21 cm/s
 D. 1,4 cm; 0,06 cm/s

**Zadanie 2. (1 pkt)**

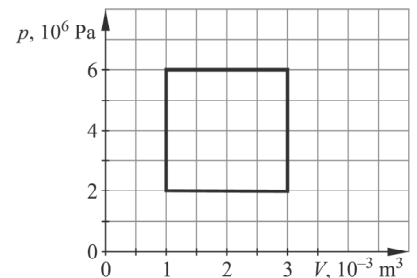
W instytutach badań jądrowych przeprowadza się kontrolowane reakcje jądrowe. Do tego celu wykorzystuje się między innymi cząstkę α (${}^4_2\text{He}$), które są przyspieszane w akceleratorze. Wykres przedstawia zależność energii kinetycznej cząstki α od jej prędkości podczas przyspieszania. Wynika z niego, że:

- A. Ze względu na ograniczone możliwości technologiczne cząstka α nie może uzyskać prędkości większej od prędkości światła.
 B. Zgodnie z założeniami szczególnej teorii względności cząstka α nie może uzyskać prędkości równej prędkości światła.
 C. Energia kinetyczna cząstki α jest proporcjonalna do kwadratu jej prędkości.
 D. Cząstka może się poruszać z prędkością światła.

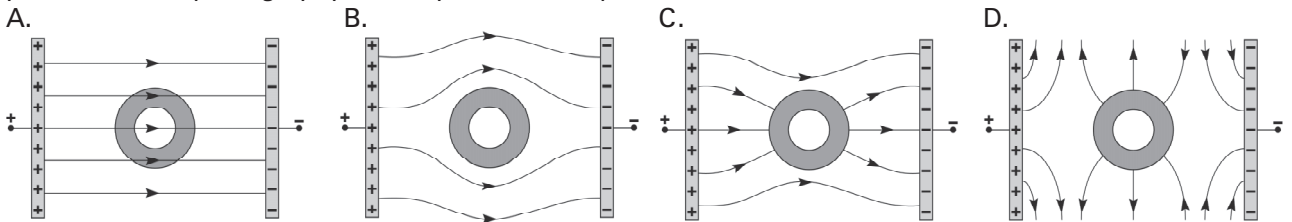
**Zadanie 3. (1 pkt)**

Silnik cieplny pracuje w cyklu przedstawionym na wykresie $p(V)$. Jeżeli jeden cykl przemian gazu roboczego trwa 0,2 s, to moc tego silnika wynosi:

- A. 20 kW B. 40 kW C. 60 kW D. 90 kW

**Zadanie 4. (1 pkt)**

Między dwoma naelektryzowanymi różnoimiennie płytkami umieszczono metalowy pierścień. Obraz linii pola elektrostatycznego poprawnie przedstawia rysunek:

**Zadanie 5. (1 pkt)**

Długość fali światła fioletowego w szkle wynosi 200 nm, a jego współczynnik załamania ma wartość 1,8. Częstotliwość światła fioletowego i prędkość światła fioletowego w szkle wynoszą:

- A. $8,33 \cdot 10^{14}$ Hz; 300 000 km/s
 B. $1,5 \cdot 10^{14}$ Hz; 166 000 km/s
 C. $8,33 \cdot 10^{14}$ Hz; $1,66 \cdot 10^8$ m/s
 D. $8,33 \cdot 10^{-14}$ Hz; $3 \cdot 10^8$ m/s

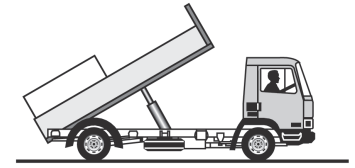
Zadanie 6. (1 pkt)

Ile razy zwiększy się promień orbity elektronu w atomie wodoru, jeśli elektron ze stanu podstawowego o energii $-13,6$ eV zostanie wzbudzony kwantem o energii 10,2 eV?

- A. 2 razy B. 4 razy C. 16 razy D. 3 razy

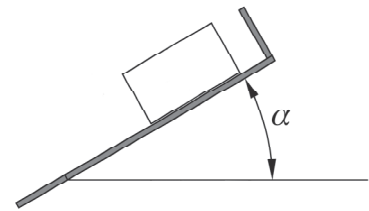
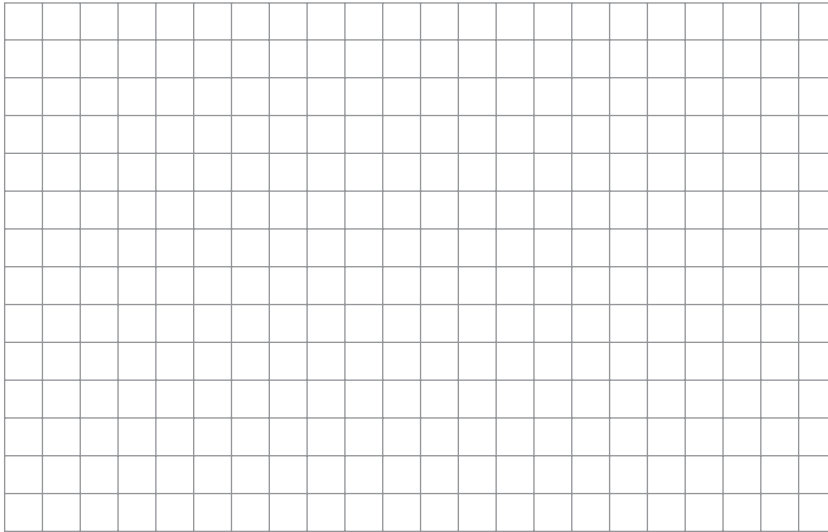
Zadanie 12. Samochód-wywrotka (6 pkt)

Samochód-wywrotka przewozi betonowy blok o masie 1,5 tony na teren budowy. Kierowca podniósł skrzynię ładunkową tak, że jej podłoga utworzyła z poziomem kąt 30° .

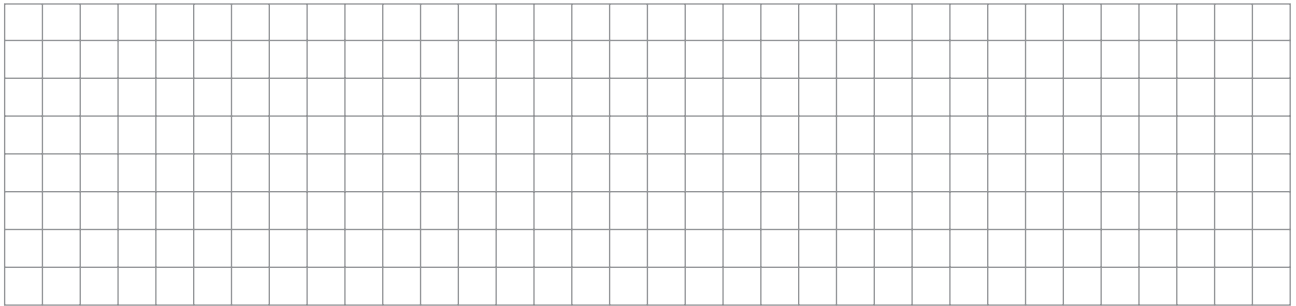
**12.1. (3 pkt)**

Narysuj i opisz wektory sił działających na blok podczas zsuwania się bloku ruchem jednostajnie przyspieszonym. Zachowaj proporcje długości wektorów.

Oblicz wartość siły tarcia między blokiem a podłogą skrzyni ładunkowej podczas ruchu bloku z przyspieszeniem o wartości 2 m/s^2 .

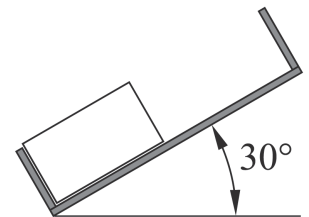
**12.2. (2 pkt)**

Oblicz, przy jakiej wartości współczynnika tarcia blok betonowy będzie poruszał się ruchem jednostajnym po platformie wywrotki.

**12.3. (1 pkt)**

Zapisz wzór na siłę, z jaką nieruchomy blok naciskałby na klapę skrzyni ładunkowej, gdyby kierowca nie otworzył jej podczas rozładunku.

.....

**Zadanie 13. Wahadło w windzie (4 pkt)**

Do jednego końca cienkiej nici przywiązano stalową kulkę o masie $0,1 \text{ kg}$, natomiast drugi koniec nici zamocowano do sufitu windy. Tak powstałe wahadło odchyłono od pionu i puszczono swobodnie. Rozwiąż zadanie, traktując windę jako układ nieinercyjny.

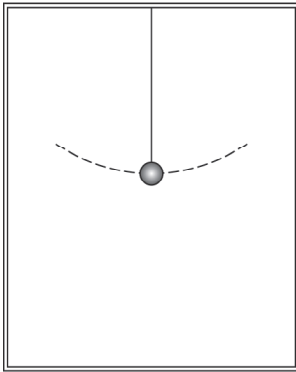
13.1. (2 pkt)

Narysuj i opisz wektory sił działających na kulkę wahadła, gdy przechodzi ono przez położenie równowagi w dwóch przypadkach:

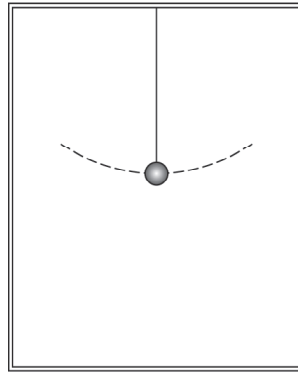
- gdy winda porusza się ruchem jednostajnym,
- gdy winda porusza się w górę ruchem jednostajnie przyspieszonym.

Zachowaj proporcje długości wektorów sił.

a) $v = \text{const}$



b) $a = \text{const}$



.....

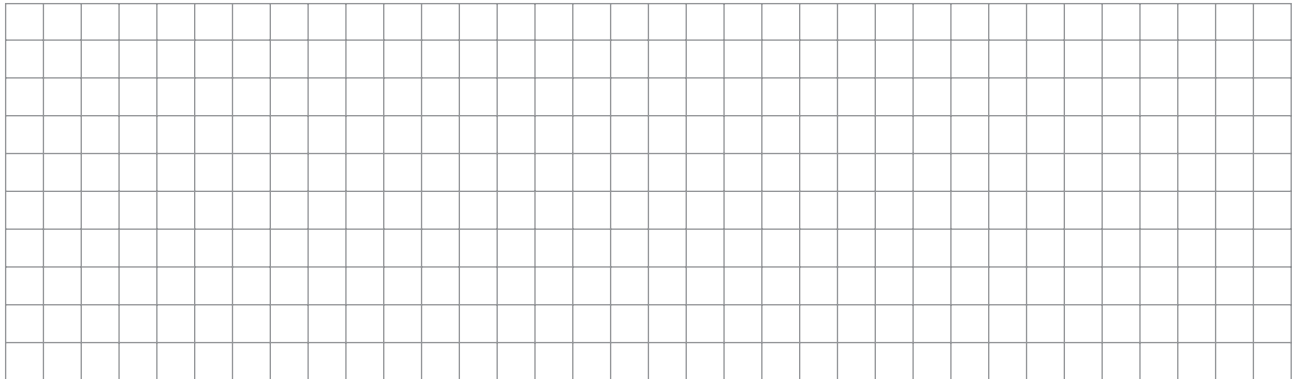
.....

.....

.....

13.2. (2 pkt)

Gdy winda porusza się ruchem jednostajnym, naciąg sznurka w chwili, gdy wahadło przechodzi przez położenie równowagi, jest równy 5,5 N.
 Oblicz naciąg sznurka w tym samym położeniu, gdy winda jedzie w górę z przyspieszeniem 2 m/s².

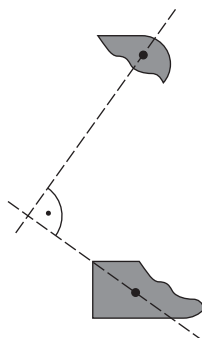


Zadanie 14. Pocisk armatni (3 pkt)

W drugiej sekundzie lotu pocisk o masie 3 kg wyrzuty z armaty rozerwał się na dwa odłamki. Tuż po tym zdarzeniu pierwszy odłamek o masie 1 kg porusza się z prędkością 300 m/s, a drugi o masie 2 kg z prędkością 200 m/s. Odłamki poruszały się po torach o kierunkach prostopadłych do siebie, takich jak przedstawiono na rysunku.

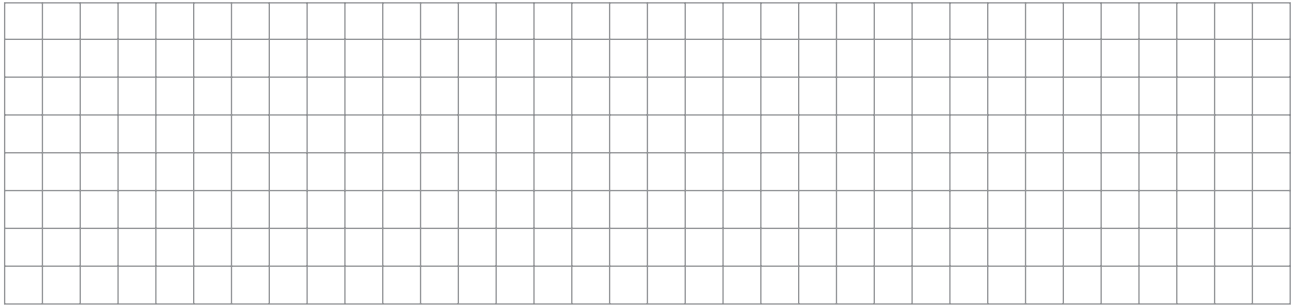
14.1. (1 pkt)

Wyznacz graficznie kierunek ruchu pocisku tuż przed jego rozerwaniem.



14.2. (2 pkt)

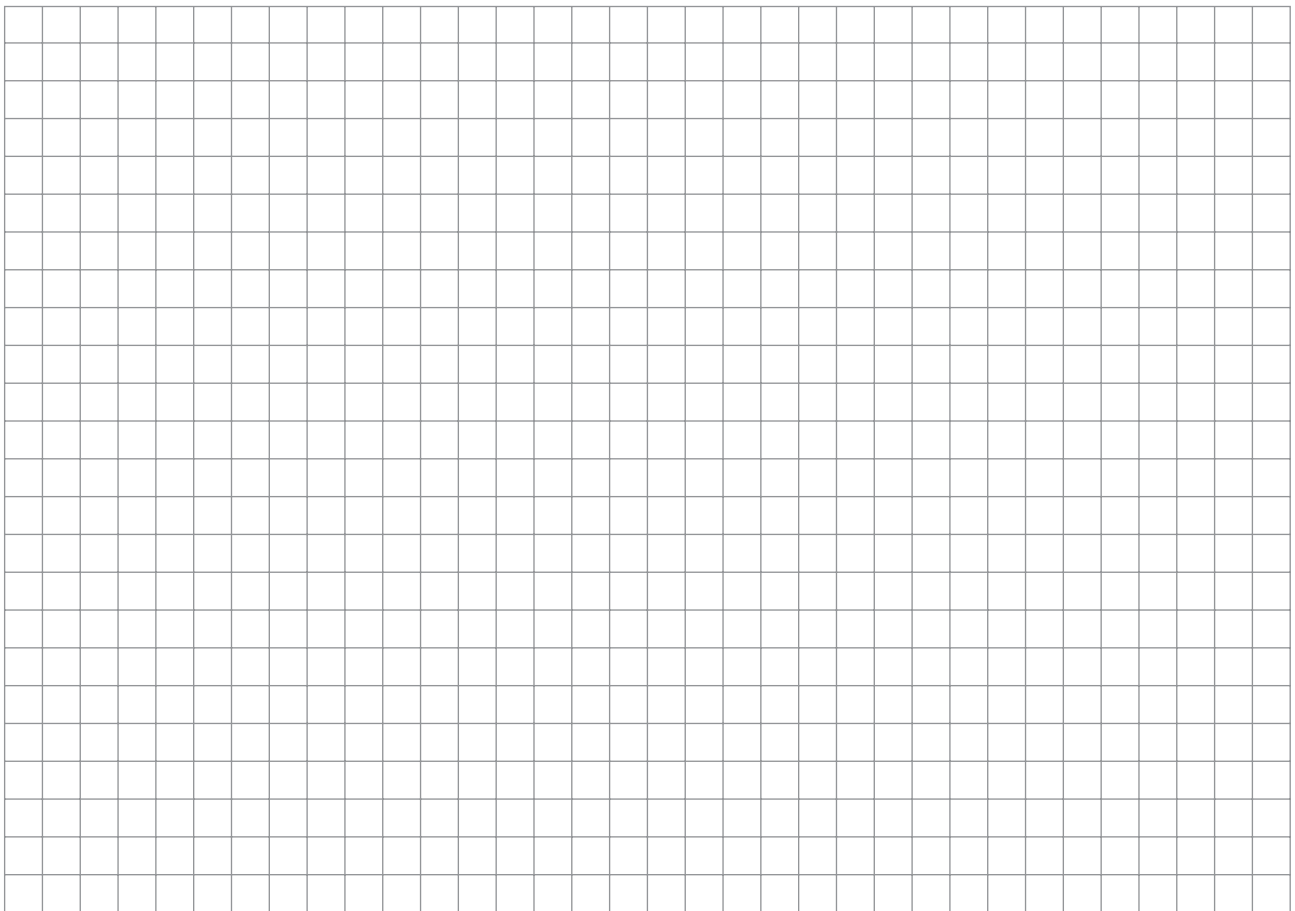
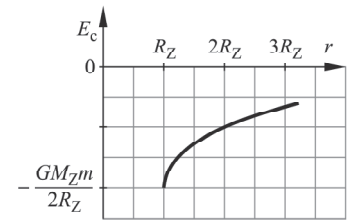
Oblicz prędkość pocisku tuż przed rozerwaniem.



Zadanie 15. Satelita Ziemi (5 pkt)

Satelita wyniesiony przez raketę nośną krąży po orbicie kołowej. Początkowo znajdował się 160 km nad powierzchnią Ziemi, ale w wyniku tarcia o rozrzedzoną atmosferę stracił 1% swej energii całkowitej i zmienił orbitę. Oblicz promień nowej orbity i szybkość satelity na tej orbicie. Energia całkowita satelity na orbicie o promieniu r wyraża się wzorem $E = -\frac{GM_Z m}{2r}$.

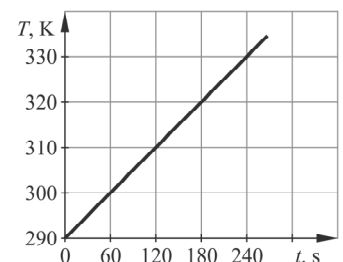
Wskazówka: Do analizy zagadnienia wykorzystaj wykres zależności energii całkowitej satelity od promienia jego orbity.

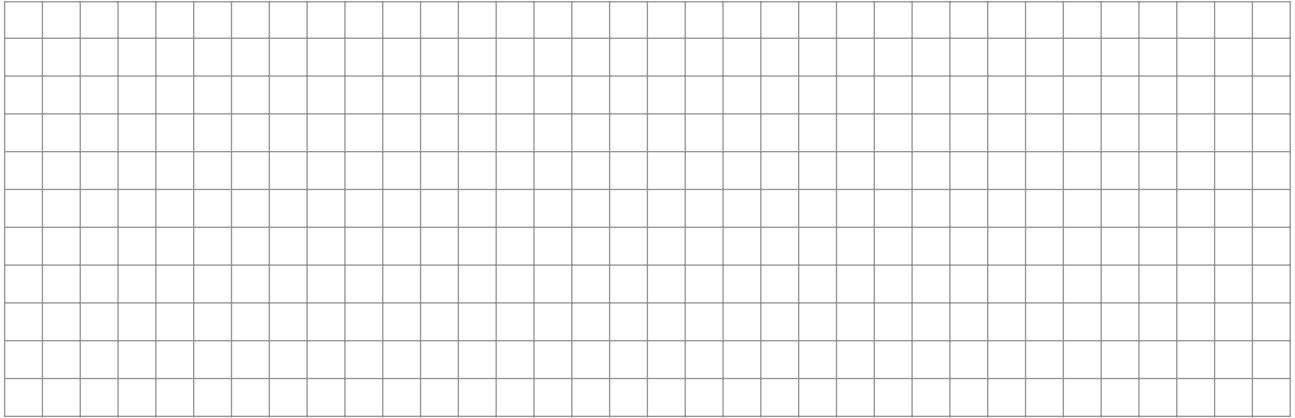


Zadanie 16. Ciepło właściwe alkoholu etylowego (3 pkt)

Na wykresie przedstawiono zależność temperatury 2 kg alkoholu etylowego od czasu jego ogrzewania. Ciepła dostarczała grzałka o mocy 1000 W i sprawności 80%.

Oblicz ciepło właściwe alkoholu etylowego.





Zadanie 17. Fotokomórka próżniowa (2 pkt)

17.1. (1 pkt)

Fotokomórka próżniowa jest urządzeniem, które zostało wynalezione pod koniec XIX w., a wykorzystywane w niej zjawisko wyjaśnił Albert Einstein na początku XX w.

Podaj nazwę zjawiska fizycznego wykorzystywanego w fotokomórkach próżniowych.

.....

17.2. (1 pkt)

Wyjaśnij w jednym zdaniu istotę zjawiska zachodzącego w fotokomórce próżniowej.

.....

.....

.....

Zadanie 18. Czerwony i niebieski promień światła (3 pkt)

Mamy do dyspozycji dwa lasery. Pierwszy laser emituje promień światła o barwie czerwonej, drugi – o barwie niebieskiej.

18.1. (2 pkt)

Na powierzchnię szkła skierowano promień światła czerwonego i niebieskiego. Ustal, dla której z barw kąt całkowitej polaryzacji (kąt Brewstera) jest większy. Odpowiedź uzasadnij.

.....

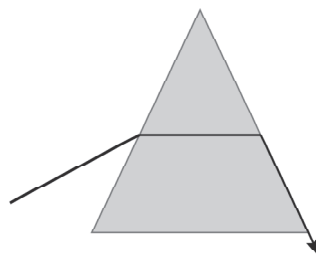
.....

.....

.....

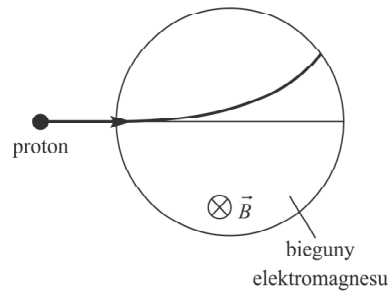
18.2. (1 pkt)

Wiązkę światła, w skład której wchodzi światło o barwie czerwonej i niebieskiej, skierowano na pryzmat. Na rysunku zaznaczono bieg promienia o barwie czerwonej. Narysuj dalszy bieg promienia o barwie niebieskiej.



Zadanie 19. Cząstka w polu magnetycznym i elektrycznym (3 pkt)

Proton wpada w obszar jednorodnego pola magnetycznego o indukcji $0,03\text{ T}$ z prędkością $1,2 \cdot 10^6\text{ m/s}$. Jego tor zostanie zakrzywiony tak jak pokazano na rysunku.

**19.1. (1 pkt)**

Narysuj, jak powinien być zwrócony wektor natężenia pola elektrycznego \vec{E} , które należy wytworzyć, aby proton pokonał obszar obydwu pól bez odchylenia toru ruchu. Użyj oznaczeń:

↑ – góra,

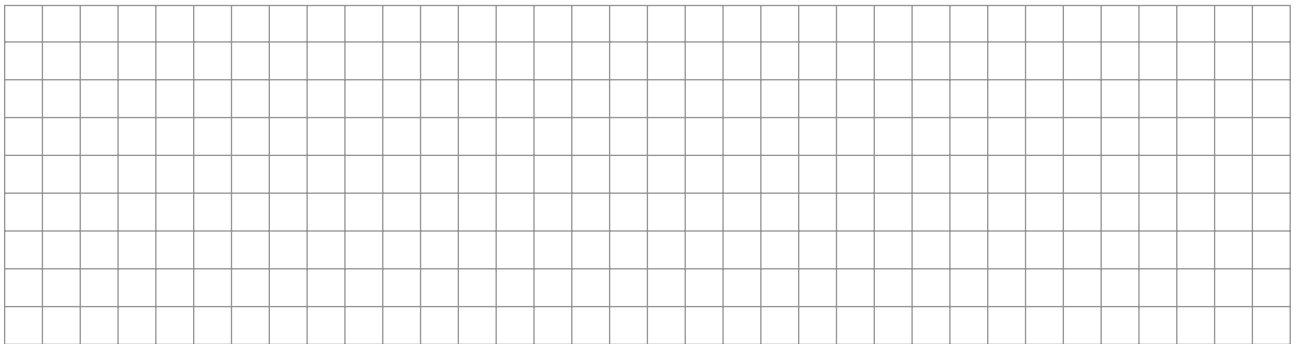
↓ – dół,

⊗ – za płaszczyznę rysunku,

⊙ – przed płaszczyznę rysunku.

19.2. (2 pkt)

Oblicz wartość natężenia pola elektrycznego, które należy wytworzyć, aby proton przeszedł bez odchylenia przez obydwa pola.

**Zadanie 20. Fale de Broglie'a (4 pkt)**

Naładowana cząstka przyspieszana różnicą potencjałów uzyskuje energię $51,4\text{ eV}$.

Oblicz masę tej cząstki, wiedząc, że skojarzona z nią fala de Broglie'a ma długość $\lambda = 0,004\text{ nm}$.



BRUDNOPIS



BRUDNOPIS

OCENIANIE ARKUSZA POZIOM PODSTAWOWY

INFORMACJE DLA OCENIAJĄCYCH

- Rozwiązania poszczególnych zadań i poleceń są oceniane na podstawie punktowych kryteriów oceny poszczególnych zadań i poleceń.
- Przed przystąpieniem do oceniania prac uczniów zachęcamy do samodzielnego rozwiązania zestawu zadań, dokonania szczegółowej analizy swoich rozwiązań i analizy kryteriów oceniania.
- Podczas oceniania rozwiązań uczniów, prosimy o zwrócenie uwagi na:
 - wymóg podania w rozwiązaniu wyniku liczbowego wraz z jednostką (wartość liczbową może być podana w zaokrągleniu lub przedstawiona w postaci ilorazu),
 - poprawne wykonanie rysunków (właściwe oznaczenia, odpowiednie długości wektorów itp.),
 - poprawne sporządzenie wykresu (dobranie odpowiednio osi współrzędnych, oznaczenie i opisanie osi, odpowiednie dobranie skali wielkości i jednostek, zaznaczenie punktów na wykresie i wykreślenie zależności),
 - poprawne merytorycznie uzasadnienia i argumentacje, zgodne z poleceniami w zadaniu.
- Zwracamy uwagę na to, że ocenianiu podlegają tylko te fragmenty pracy ucznia, które dotyczą postawionego pytania/polecenia.
- Jeśli uczeń przedstawił do oceny dwa rozwiązania, jedno poprawne, a drugie błędne, to otrzymuje zero punktów.
- Poprawny wynik otrzymany w wyniku błędu merytorycznego nie daje możliwości przyznania ostatniego punktu za wynik końcowy.
- Podczas oceniania nie stosujemy punktów ujemnych i połówek punktów.
- Jeśli uczeń rozwiązał zadanie lub wykonał polecenie w inny sposób niż podany w kryteriach oceniania, ale rozwiązanie jest pełne i merytorycznie poprawne, to otrzymuje maksymalną liczbę punktów przewidzianą w kryteriach oceniania za to zadanie lub polecenie.
- W przypadku wątpliwości podczas oceniania prosimy o przedyskutowanie ich w zespole przedmiotowym w szkole.

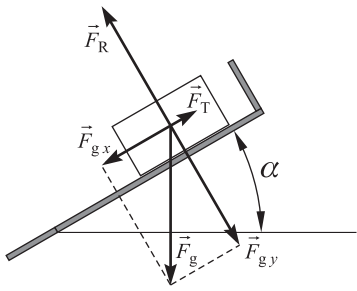
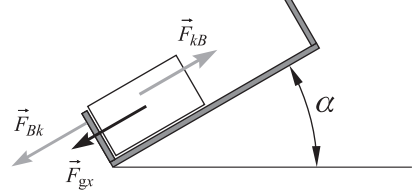
ZADANIA ZAMKNIĘTE (PUNKTACJA 0–1)

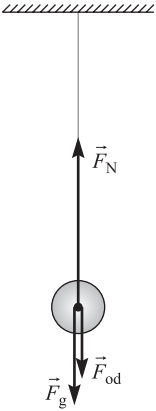
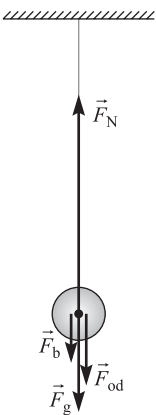
Nr zadania	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Prawidłowa odpowiedź	C	B	B	C	C	B	B	B	A	C
Liczba punktów	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1

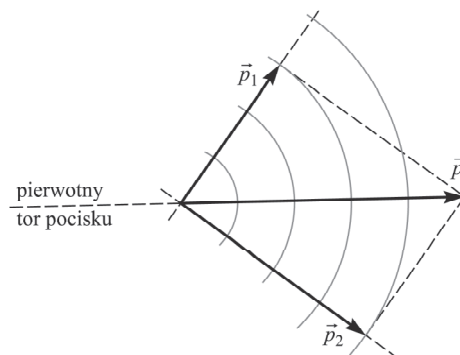
ZADANIA OTWARTE

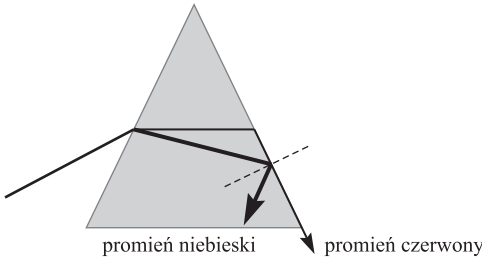
Zdający może rozwiązać zadania każdą poprawną metodą. Otrzymuje wtedy maksymalną liczbę punktów.

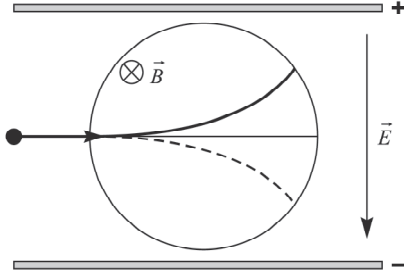
Nr zadania	Punktowane elementy odpowiedzi	Punktacja	
11	Zapisanie wyrażenia na szybkość łodzi motorowej względem brzegu, gdy płynie ona z prądem rzeki z A do B $v_1 = v_m + v_r$	1	4
	Zapisanie wyrażenia na szybkość łodzi motorowej względem brzegu, gdy płynie ona pod prąd rzeki z B do A $v_2 = v_m - v_r$	1	

Nr zadania	Punktowane elementy odpowiedzi	Punktacja	
	<p>Skorzystanie ze wzoru na szybkość w ruchu jednostajnym i wyznaczenie wyrażenia na czas ruchu łodzi motorowej</p> <p>z A do B: $v_1 = \frac{s}{t_1}$, stąd $t_1 = \frac{s}{v_m + v_r}$</p> <p>i z B do A: $v_2 = \frac{s}{t_2}$, stąd $t_2 = \frac{s}{v_m - v_r}$,</p> <p>gdzie s to odległość między przystaniami.</p>	1	
	<p>Zapisanie wyrażenia na szybkość średnią i wyliczenie wartości</p> $v_{sr} = \frac{2s}{t_1 + t_2}, v_{sr} \approx 39,4 \frac{\text{m}}{\text{s}} \approx 142 \frac{\text{km}}{\text{h}}$	1	
12.1	<div style="text-align: center;">  </div> <p>Poprawne narysowanie sił i nazwanie: \vec{F}_R – siła reakcji podłoża, \vec{F}_T – siła tarcia, \vec{F}_{gy} – składowa siły ciężkości prostopadła do równi \vec{F}_{gx} – składowa siły ciężkości równoległa do równi</p> <p>Poprawne zapisanie II zasady dynamiki Newtona $m\vec{a} = \vec{F}_{gx} - \vec{F}_T$, gdzie $\vec{F}_{gx} = mg \sin \alpha$</p> <p>Obliczenie wartości siły tarcia $\vec{F}_T = mg \sin \alpha - m\vec{a}$ $\vec{F}_T = 4500 \text{ N}$</p>	1	3
12.2	<p>Zauważenie, że ruch jednostajny odbywa się, gdy siła tarcia będzie równa sile zsuwającej $F_T = f F_{gx}$ oraz zapisanie, że $F_T = f F_{gy}$</p> <p>Obliczenie współczynnika $f = \frac{F_T}{F_{gy}} = \frac{F_{gx}}{F_{gy}} = \tan \alpha$ $f = 0,58$</p>	1	2
12.3	<div style="text-align: center;">  </div> <p>Blok jest nieruchomy, zatem kłapa działa na betonowy blok siłą F_{kB} równą co do wartości sile F_{gx}. Zgodnie z III zasadą dynamiki Newtona blok działa na kłapę siłą $F_{Bk} = F_{kB}$. Zatem $\vec{F}_{Bk} = mg \sin \alpha$.</p>	1	1

Nr zadania	Punktowane elementy odpowiedzi	Punkcja		
13.1	Poprawne narysowanie i opisanie wektorów sił działających na kulkę wahadła, gdy winda porusza się ruchem jednostajnym \vec{F}_N – siła naciągu nici \vec{F}_{od} – siła odśrodkowa \vec{F}_g – siła grawitacji		1	2
	Poprawne narysowanie i opisanie wektorów sił działających na kulkę wahadła, gdy winda porusza się ruchem jednostajnie przyspieszonym w górę. \vec{F}_N – siła naciągu nici \vec{F}_{od} – siła odśrodkowa \vec{F}_g – siła grawitacji \vec{F}_b – siła bezwładności		1	
13.2	Zapisanie wzoru i obliczenie wartości siły bezwładności $\vec{F}_b = m\mathbf{a}$, $\vec{F}_b = 0,2 \text{ N}$	1	2	
	Zapisanie wyrażenia na siłę naciągu, gdy winda porusza się ruchem jednostajnie przyspieszonym w górę i wyliczenie wartości $\vec{F}_{N_2} = \vec{F}_{N_1} + \vec{F}_b$, gdzie $\vec{F}_b = 0,2 \text{ N}$ $\vec{F}_{N_2} = 5,7 \text{ N}$	1		
14.1	Dodanie graficzne wektorów pędu odłamków pocisku: \vec{p}_1 ma 3 jednostki długości, \vec{p}_2 ma 4 jednostki długości. Pierwotny tor ruchu wyznacza wektor wypadkowy $\vec{p} = \vec{p}_1 + \vec{p}_2$.	1	1	
14.2	Zapisanie twierdzenia Pitagorasa dla wartości pędów $p^2 = p_1^2 + p_2^2$	1	2	
	Wykorzystanie wzoru na pęd, wyznaczenie wyrażenia na prędkość pocisku i wyliczenie wartości $v = \frac{\sqrt{(m_1 v_1)^2 + (m_2 v_2)^2}}{m}$, $v \approx 166,7 \frac{\text{m}}{\text{s}}$	1		



Nr zadania	Punktowane elementy odpowiedzi	Punktacja	
15	<p>Określenie promienia początkowej orbity i obliczenie jego wartości $r_1 = R_z + h, r_1 = 6530 \text{ km} = 653 \cdot 10^4 \text{ m}$</p> <p>Skorzystanie ze wzoru podanego w zadaniu i zapisanie wyrażeń na energię całkowitą początkową i końcową satelity $E_{c_1} = -\frac{GM_z m}{2r_1}$, gdzie $r_1 = R_z + h, r_1 = 6530 \text{ km} = 653 \cdot 10^4 \text{ m}$ $E_{c_2} = -\frac{GM_z m}{2r_2}$</p> <p>Zapisanie zasady zachowania energii $\Delta E_c = W_T$ gdzie $W_T = 0,01E_{c_1}$ lub $-\frac{GM_z m}{2r_2} + \frac{GM_z m}{2r_1} = -0,01\frac{GM_z m}{2r_1}$</p> <p>Wyznaczenie wyrażenia na nowy promień orbity i wyliczenie wartości $r_2 = \frac{100}{101}r_1, r_2 = 6465 \cdot 10^3 \text{ m} = 6465 \text{ km}$</p> <p>Skorzystanie ze wzoru na I prędkość kosmiczną i wyliczenie prędkości satelity na nowej orbicie $v \approx 7854 \approx 7,85 \frac{\text{km}}{\text{s}}$</p>	1	5
16	<p>Odczytanie z wykresu odpowiednich wartości przyrostu temperatury i czasu np. $\Delta T = 10 \text{ K}$ i $t = 1 \text{ min} = 60 \text{ s}$</p> <p>Zapisanie związku między ciepłem pobranym przez alkohol etylowy i pracą prądu elektrycznego i zastosowanie wzorów na ciepło i moc $Q = \eta W$ $mc_w \Delta T = \eta Pt$</p> <p>Wyznaczenie wyrażenia na ciepło właściwe alkoholu etylowego i wyliczenie wartości $c_w = \frac{\eta Pt}{m \Delta T}, c_w = 2400 \frac{\text{J}}{\text{kgK}}$</p>	1	3
17.1	Zapisanie informacji: zjawisko fotoelektryczne (efekt fotoelektryczny)	1	2
17.2	Zapisanie informacji: Kwant światła (foton) o dostatecznie dużej energii padając na elektron metalowej elektrody, powoduje jego wyrwanie poza elektrodę.	1	
18.1	<p>Kąt całkowitej polaryzacji zależy od bezwzględnego współczynnika załamania dielektryka $\text{tg } \alpha_B = n$, gdzie $n = \frac{n_{\text{dielektryka}}}{n_{\text{otoczenia}}}$</p> <p>Bezwzględny współczynnik załamania zależy od częstotliwości fali (zjawisko dyspersji) $n_f > n_{cz}$, więc dla promienia o barwie niebieskiej kąt całkowitej polaryzacji jest większy.</p>	1	2
18.2	<p>Promień niebieski ulega całkowitemu wewnętrznemu odbiciu.</p>  <p style="text-align: center;">promień niebieski promień czerwony</p>	1	1

Nr zadania	Punktowane elementy odpowiedzi	Punktacja	
19.1	 <p data-bbox="269 604 847 638">Poprawne narysowanie wektora natężenia pola</p>	1	1
19.2	<p data-bbox="269 660 962 728">Zapisanie równości siły Lorentza i siły pola elektrycznego $qvB = qE$</p> <p data-bbox="269 750 1108 817">Obliczenie natężenia pola $E = vB$ i podanie wartości wraz z jednostką $E = 3,6 \cdot 10^4 \text{ V/m}$ lub $E = 3,6 \cdot 10^4 \text{ N/C}$</p>	1	2
20	<p data-bbox="269 840 1239 952">Skorzystanie ze wzoru na energię kinetyczną cząstki $E = \frac{mv^2}{2}$, powiązanie energii z pędem $p = mv$ i otrzymanie zależności $E = \frac{p^2}{2m}$</p> <p data-bbox="269 974 1239 1086">Skorzystanie ze wzoru na falę de Broglie'a $\lambda = \frac{h}{p}$, powiązanie z energią $E = \frac{h^2}{2m\lambda^2}$ i wyznaczenie masy $m = \frac{h^2}{2E\lambda^2}$</p> <p data-bbox="269 1097 862 1164">Zamiana energii z elektronowoltów na dżule $E = 51,4 \text{ eV} = 51,4 \cdot 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ J} = 82,24 \cdot 10^{-19} \text{ J}$</p> <p data-bbox="269 1187 1093 1276">Obliczenie wartości liczbowej $m = \frac{(6,63 \cdot 10^{-34})^2 \text{ J}^2 \cdot \text{s}^2}{2 \cdot 82,24 \cdot 10^{-19} \text{ J} (4 \cdot 10^{-12})^2 \text{ m}^2} = \frac{43,95 \cdot 10^{-68}}{26,3 \cdot 10^{-41}} \text{ kg} \approx 1,67 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$</p>	1	4
21	<p data-bbox="269 1310 1239 1400">Skorzystanie ze wzoru: $f = f_{zr} \frac{v + v_{ob}}{v}$ i skojarzenie, że v_{ob} to szukana prędkość krwi w tętnicy, $v_{zr} = 0$.</p> <p data-bbox="269 1411 862 1478">Przekształcenie wzoru do postaci: $v_{krwi} = \frac{(f - f_{zr})v}{f_{zr}}$</p> <p data-bbox="269 1489 1054 1590">Ujednoczenie jednostek częstotliwości i obliczenie prędkości krwi $v_{krwi} = \frac{(2701 \text{ kHz} - 2700 \text{ kHz})1580 \frac{\text{m}}{\text{s}}}{2700 \text{ kHz}} = 0,58 \frac{\text{m}}{\text{s}}$</p>	1	3

Miejsce na naklejkę
z kodem szkoły

dysleksja

EGZAMIN MATURALNY Z FIZYKI I ASTRONOMII

POZIOM ROZSZERZONY

Czas pracy 150 minut

Instrukcja dla zdającego

1. Sprawdź, czy arkusz egzaminacyjny zawiera 13 stron (zadania 1–5). Ewentualny brak zgłoś przewodniczącemu zespołu nadzorującego egzamin.
2. Rozwiązania i odpowiedzi zapisz w miejscu na to przeznaczonym przy każdym zadaniu.
3. W rozwiązaniach zadań rachunkowych przedstaw tok rozumowania prowadzący do ostatecznego wyniku oraz pamiętaj o jednostkach.
4. Pisz czytelnie. Używaj długopisu/pióra tylko z czarnym tuszem/atramentem.
5. Nie używaj korektora, a błędne zapisy wyraźnie przekreśl.
6. Pamiętaj, że zapisy w brudnopisie nie podlegają ocenie.
7. Możesz korzystać z karty wybranych wzorów i stałych fizycznych, linijki oraz kalkulatora.
8. Wypełnij tę część karty odpowiedzi, którą koduje zdający. Nie wpisuj żadnych znaków w części przeznaczonej dla egzaminatora.
9. Na karcie odpowiedzi wpisz swoją datę urodzenia i PESEL. Zamaluj pola odpowiadające cyfrom numeru PESEL. Błędne zaznaczenie otocz kółkiem i zaznacz właściwe.

Życzymy powodzenia!

2008

Wypełnia zdający
przed rozpoczęciem pracy

--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

PESEL ZDAJĄCEGO

--	--	--

KOD ZDAJĄCEGO

Za rozwiązanie wszystkich zadań można otrzymać łącznie **60 punktów**.

Zadanie 1. Nurek Kartezjusza (12 pkt)

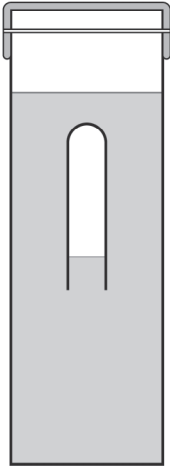
Do cylindra miarowego nalano wody i zanurzono w nim menzurkę zwaną nurkiem Kartezjusza tak, że pływa całkowicie zanurzona w wodzie. Na cylinder nałożono gumową membranę i zaciśnięto ją na ściankach naczynia gumką-recepturką (rys. 1). Po naciśnięciu dłonią membrany menzurka zaczęła tonąć (rys. 2). Przyrząd ten wykonano w następujących warunkach: ciśnienie atmosferyczne $p_0 = 10^5$ Pa, temperatura otoczenia i wody $T = 20$ °C, gęstość wody $\rho = 10^3$ kg/m³. Pod membraną (rys. 1) panuje ciśnienie atmosferyczne.

1.1. (2 pkt)

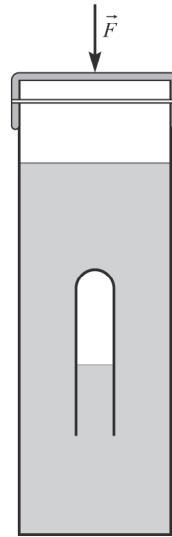
Narysuj i nazwij wektory sił działających na nurka:

- gdy pozostaje nieruchomy pod powierzchnią wody (rys. 1),
- w momencie, gdy zaczyna tonąć (rys. 2). Pomiń siły oporu. Zachowaj proporcje długości wektorów.

a) Rys. 1



b) Rys. 2

**1.2. (3 pkt)**

W stanie początkowym nurek Kartezjusza był zanurzony na takiej głębokości, że uwiecznione w nim powietrze było pod ciśnieniem 101 kPa i zajmowało objętość 5 cm³. Oblicz, o ile zmienił się poziom cieczy wewnątrz nurka, jeżeli w wyniku naciśnięcia membrany ciśnienie wywierane na powietrze uwiecznione w jego wnętrzu wzrosło o 25,5 kPa.

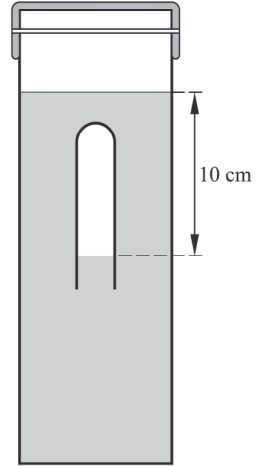
Przyjmij, że temperatura powietrza nie zmieniała się, a menzurka, z której został wykonany nurek Kartezjusza, miała pole przekroju 1 cm². Potraktuj powietrze jako gaz doskonały.



POZIOM ROZSZERZONY

1.3. (3 pkt)

Oblicz liczbę moli powietrza uwięzionego w nurku, wiedząc, że poziom wody we wnętrzu nurka znajdował się 10 cm poniżej poziomu wody wypełniającej cylinder (rys. 3), a powietrze o temperaturze $20\text{ }^\circ\text{C}$ zajmowało objętość 5 cm^3 . Potraktuj powietrze jak gaz doskonały.



Rys. 3

**1.4. (2 pkt)**

Co stanie się z nurkiem (rys. 1), gdy temperatura wody wzrośnie. Odpowiedź uzasadnij.

.....

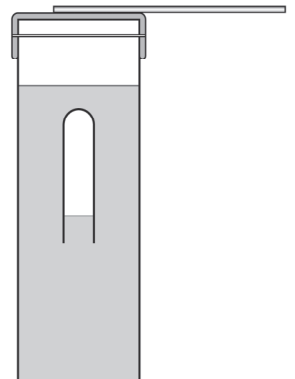
.....

.....

.....

1.5. (2 pkt)

Do środka membrany został przyklejony jeden koniec słomki (rys. 4). W ten sposób powstał prosty barometr. W wyniku załamania pogody ciśnienie atmosferyczne zmniejszyło się o 20 hPa . Jak zmieniło się położenie swobodnego końca słomki. Odpowiedź uzasadnij.



Rys. 4

.....

.....

.....

.....

.....

Zadanie 2. GPS (11 pkt)

Globalny System Pozycjonowania GPS (Global Positioning System) składa się z segmentu kosmicznego, naziemnej stacji kontroli oraz segmentu użytkownika powiązanych ze sobą. Segment kosmiczny składa się z 24 satelitów rozmieszczonych na orbitach kołowych nachylonych pod kątem 55 stopni względem płaszczyzny równika w odległości 20 162 km od powierzchni Ziemi.

2.1. (4 pkt)

Oblicz okres obiegu satelity GPS wokół Ziemi. Podaj, jaką część doby gwiazdowej stanowi czas obiegu satelity GPS?

Do obliczeń wykorzystaj następujące dane:

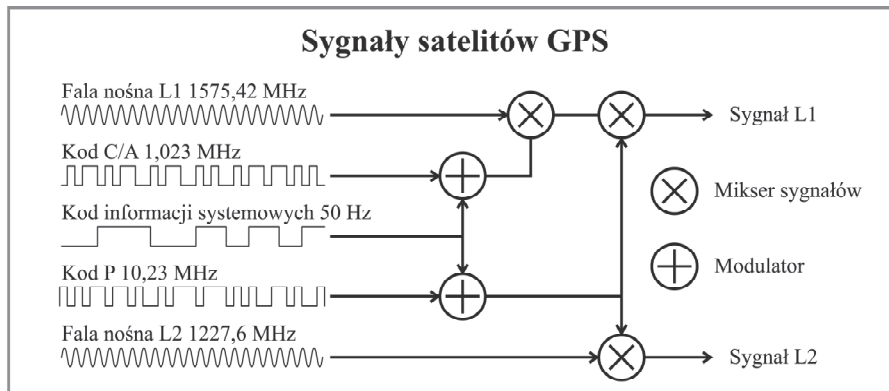
Doba gwiazdowa $T = 23$ godziny 56 minut 4 sekundy

Przyspieszenie grawitacyjne przy powierzchni Ziemi $g = 9,81 \text{ m/s}^2$

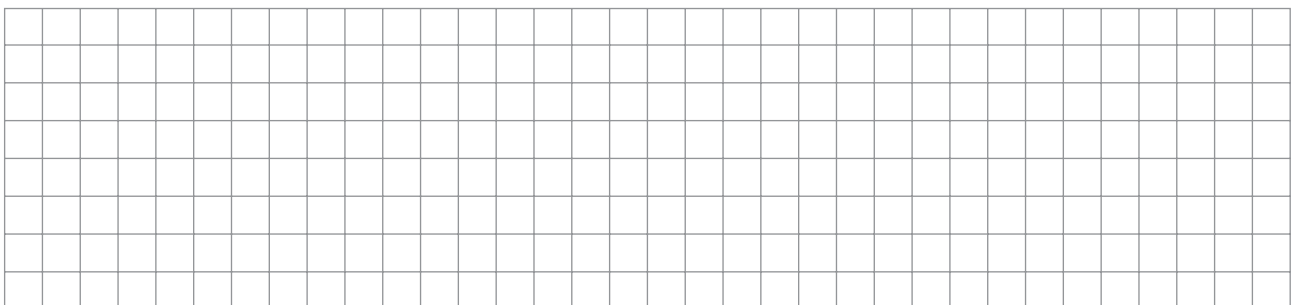
Średni promień Ziemi $R_z = 6370 \text{ km}$

**Informacja do zadań 2.2. i 2.3.**

Każdy satelita GPS wysyła sygnały L_1 i L_2 o różnych częstotliwościach. Aby odbiornik mógł rozpoznać, z którego satelity odbiera dane, sygnały L_1 i L_2 są modulowane kodami binarnymi C/A i P.

**2.2. (2 pkt)**

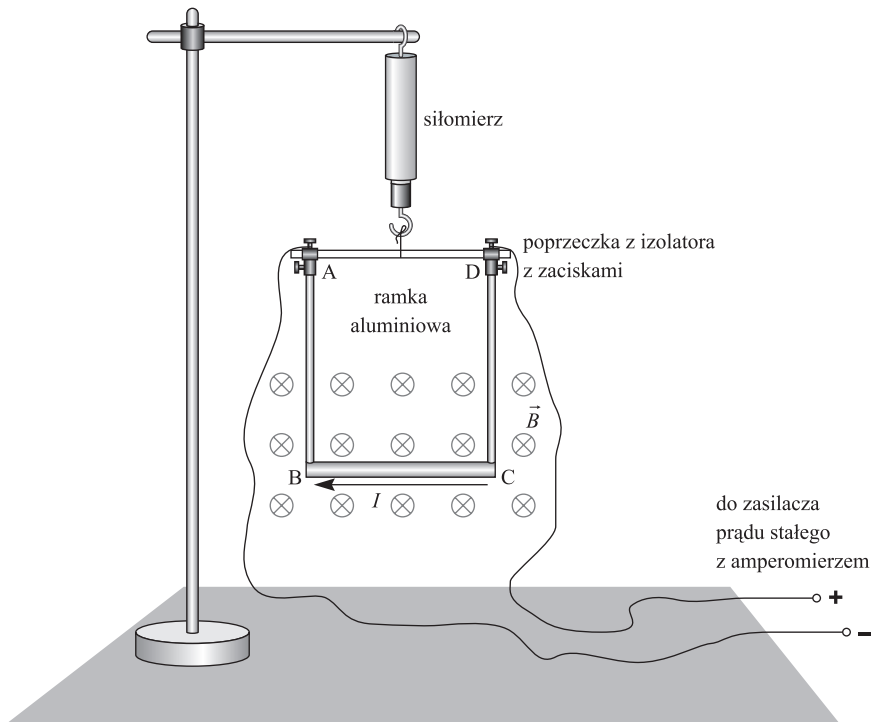
Korzystając ze schematu na rysunku 1, oblicz długość fali L_1 i długość fali kodu C/A.



Zadanie 3. Ramka w polu magnetycznym (14 pkt)**Doświadczenie 1. Wyznaczanie wartości wektora indukcji magnetycznej**

Zestaw doświadczalny służący do wyznaczania wartości indukcji magnetycznej składa się z ramki aluminiowej, poprzeczki wykonanej z izolatora, magnesów neodymowych, siłomierza i zasilacza prądu stałego z amperomierzem.

Rys. 1



Przyrządy zestawiono tak jak na schemacie.

Aluminiową ramkę zawieszono na poprzeczce z izolatora. Prąd z zasilacza doprowadzono za pomocą giętkich długich przewodów do zacisków. Element **BC** ramki o długości 6 cm i masie 30 g umieszczono w polu magnetycznym o liniach biegnących prostopadle do płaszczyzny rysunku. Ramkę i poprzeczkę z izolatora zawieszono na siłomierzu.

Doświadczenie przebiegało w następujących etapach:

1. Za pomocą siłomierza wyznaczono ciężar ramki i poprzeczki, gdy prąd przez ramkę nie płynął.
2. Odczytano wskazania siłomierza dla różnych wartości natężenia prądu płynącego przez ramkę.
3. Wyniki pomiarów zapisano w tabeli.
4. Ustalono niepewności pomiarowe dla amperomierza $\Delta I = 0,1$ A i siłomierza $\Delta F = 0,01$ N.

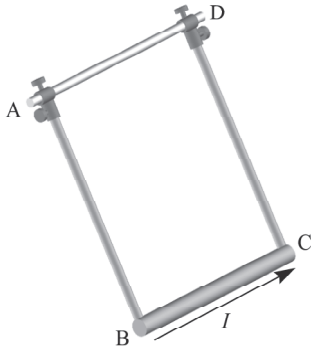
Tabela

1	2	3
Natężenie prądu [A]	Wskazania siłomierza [N]	Wartość siły elektrodynamicznej [N]
0	0,31	
2	0,36	
4	0,42	
6	0,47	
8	0,53	
10	0,58	

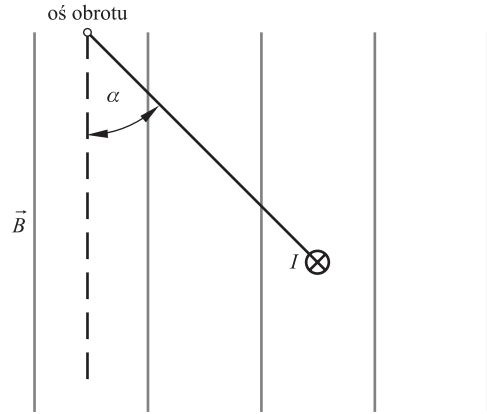
Doświadczenie 2. Badanie kąta odchylenia ramki w polu magnetycznym

Ramkę aluminiową umocowano tak, aby mogła się swobodnie obracać wokół osi przechodzącej przez punkty AD. Całość umieszczono w jednorodnym polu magnetycznym, którego linie jednorodnego pola przebiegają pionowo (rys. 2). Podczas doświadczenia badano kąt odchylenia ramki od położenia równowagi, przy różnych wartościach indukcji magnetycznej i natężenia prądu.

Rys. 2



Rys. 3

**3.4. (1 pkt)**

Ustal zwrot linii pola magnetycznego i zaznacz go na rysunku 3.

3.5. (1 pkt)

Narysuj wektory sił działających na element BC ramki. Zachowaj proporcję długości wektorów.

3.6. (3 pkt)

Wykaż, że kąt odchylenia ramki od pionu wynosi 45° przy następujących danych uzyskanych w doświadczeniu: natężenie prądu 10 A, wartość indukcji pola magnetycznego 0,5 T, długość elementu BC 6 cm. W obliczeniach uwzględnij jedynie masę elementu BC wynoszącą 30 g.

**Zadanie 4. Diagnostyka i terapia radiopierwiastkami (12 pkt)**

Medycyna nuklearna zajmuje się diagnozowaniem i leczeniem chorób przy użyciu izotopów promieniotwórczych.

Informacja do zadań 4.1. i 4.2.

W diagnostyce stosuje się metodę scyntygrafii obrazowej polegającej na wprowadzeniu do organizmu preparatu zawierającego radioizotop emitujący promieniowanie gamma.

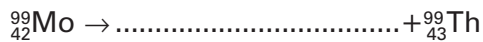
Pacjentowi podano w formie iniekcji technet ${}_{43}^{99}\text{Tc}$ emitujący promieniowanie γ o energii 140 keV z czasem połowicznego rozpadu 6 godzin. Gamma-kamera rejestrowała kumulację znacznika w stawie kolanowym w określonych przedziałach czasu.

4.1. (2 pkt)

Oblicz długość fali, jaką mają kwanty γ emitowane przez technet ${}^{99}_{43}\text{Tc}$.

4.2. (2 pkt)

Uzupełnij reakcje jądrowe, które prowadzą do otrzymania izotopu technetu ${}^{99}_{43}\text{Tc}$.

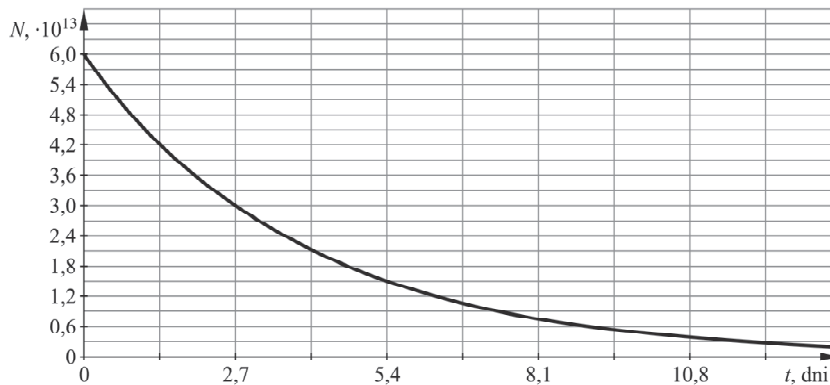


Informacja do zadań 4.3., 4.4. i 4.5.

W leczeniu stosuje się między innymi radiosynowektomię, polegającą na podaniu preparatu promieniotwórczego, który przez emisję cząstek β^- likwiduje proces zapalny.

Pacjentowi wstrzyknięto do stawu kolanowego koloidalny roztwór zawierający promieniotwórczy itr ${}^{90}_{39}\text{Y}$, który jest β^- promieniotwórczy. Na wykresie przedstawiono krzywą rozpadu promieniotwórczego tego izotopu.

Wykres:



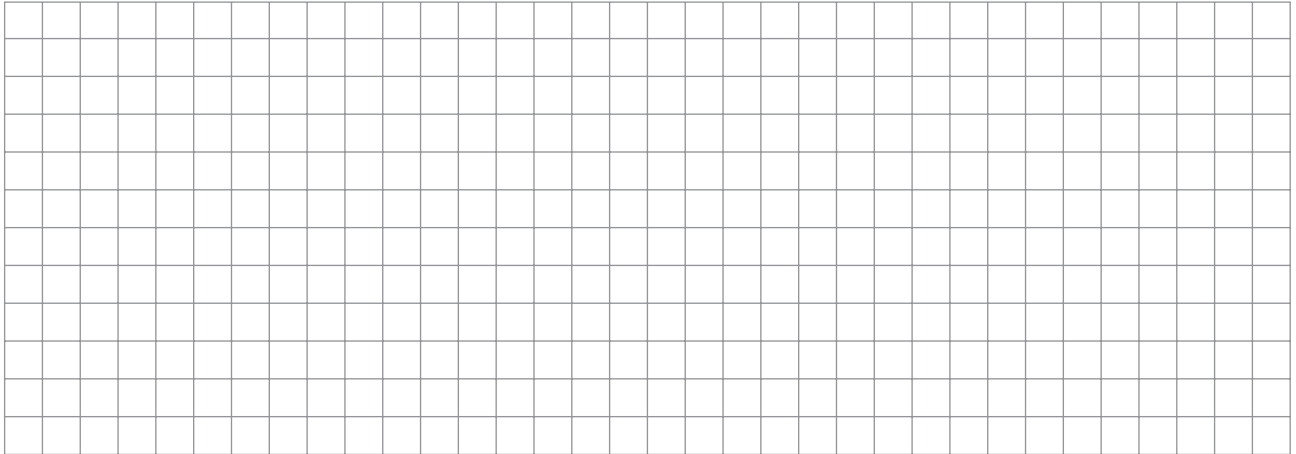
4.3. (4 pkt)

Oszacuj początkową aktywność koloidalnego preparatu zawierającego itr promieniotwórczy ${}^{90}_{39}\text{Y}$. Potrzebne dane odczytaj z wykresu. Przyjmij, że $\gamma = 0,69/T_{1/2}$.

POZIOM ROZSZERZONY

5.1. (2 pkt)

Detektor cząstek elementarnych znajdujący się na powierzchni ziemi zarejestrował obecność mionu, którego prędkość oszacowano na $0,95c$. Oblicz, na jakiej maksymalnie wysokości powstał ten mion, jeżeli jego czas życia w układzie związanym z tym mionem wynosił $2,2 \cdot 10^{-6}$ s.

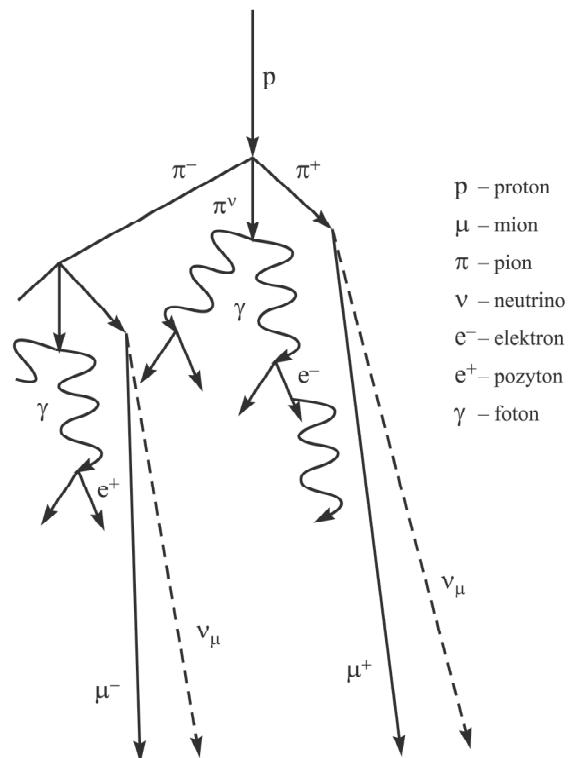
**5.2. (2 pkt)**

Cząstki wtórnego promieniowania kosmicznego produkują kolejne generacje cząstek. W wyniku tego zjawiska powstaje kaskada cząstek zwana pękiem atmosferycznym. Na schemacie przedstawiono fragment takiej kaskady.

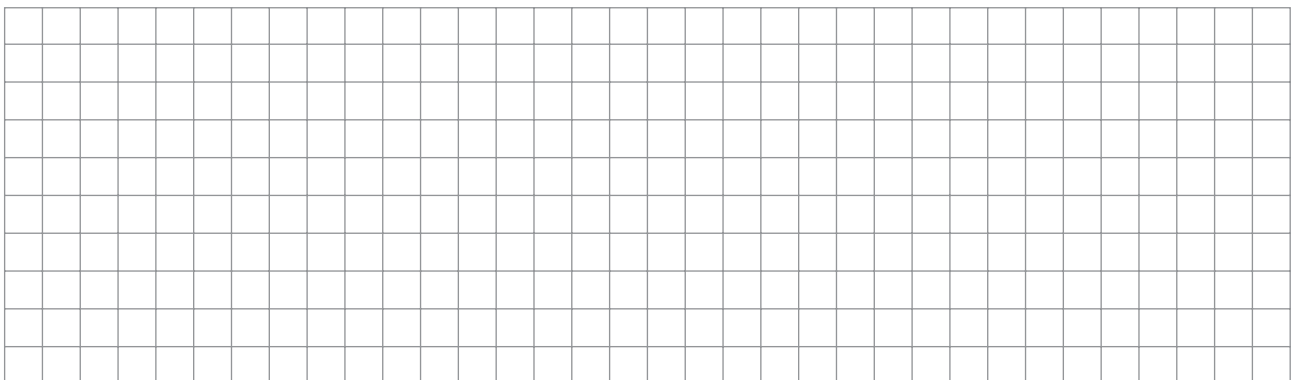
Podczas przemian cząstek muszą być spełnione zasady zachowania. Wymień dwie spośród wszystkich obowiązujących zasad zachowania dopuszczających następujący rozpad cząstek elementarnych:

$$\pi^+ \rightarrow \mu^+ + \nu_\mu$$

1.
-
2.
-

**5.3. (2 pkt)**

Oblicz masę mionu o energii spoczynkowej 105,66 MeV.

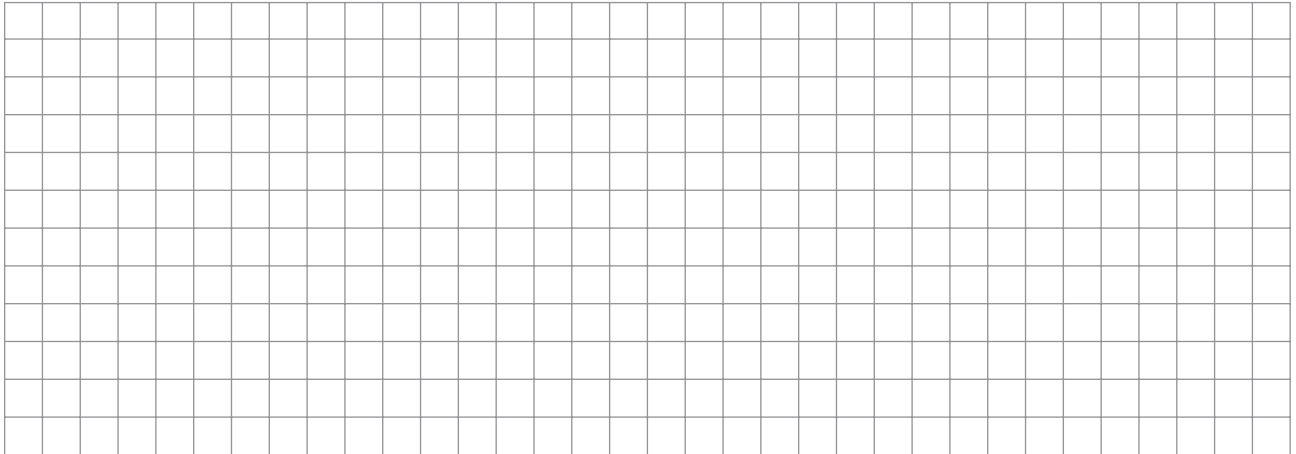


Informacja do zadań 5.4. i 5.5.

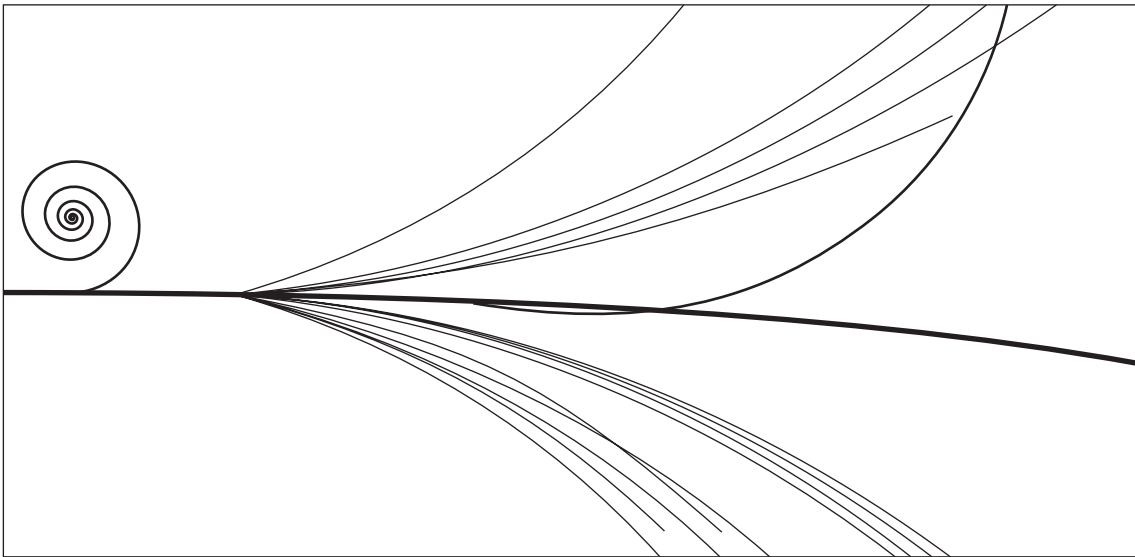
Maksymalne energie cząstek promieniowania kosmicznego sięgają 10^{20} eV. Cząstki przyspieszane w laboratoriach uzyskują energie wielokrotnie mniejsze, jednak wystarczająco duże, by prowadzić badania naukowe. W CERN, aby wygenerować nowe cząstki elementarne, doprowadza się do zderzenia protonów z nieruchomą tarczą lub zderzenia dwu przeciwbieżnych protonów.

5.4. (3 pkt)

W nieruchomą tarczę uderza centralnie w ciągu sekundy 100 protonów, każdy o energii kinetycznej $1,6 \cdot 10^{-9}$ J, które zostają całkowicie wyhamowane. Oblicz wartość siły, z jaką działa na tarczę strumień tych cząstek. Pomiń efekty relatywistyczne.

**5.5. (2 pkt)**

W doświadczeniu doprowadzono do kolizji proton-proton. W tym celu skierowano atom wodoru o dużej energii na protony zawarte w próbce ciekłego wodoru. Na kliszy zarejestrowano następujące cząstki: protony, kaon, elektron, piony naładowane dodatnio i piony naładowane ujemnie. Korzystając z tabeli zidentyfikuj i podpisz na rysunku linię obrazującą tor ruchu elektronu. Odpowiedź uzasadnij.

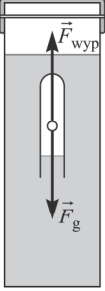
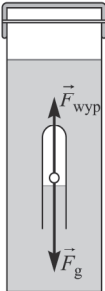


Nazwa cząstki	Oznaczenie	Ładunek elektryczny	Masa (m_0)
proton	p^+	+1	1837
pion π^+	π^+	+1	273
pion π^-	π^-	-1	273
kaon K^+	K^+	+1	966
elektron	e^-	-1	1

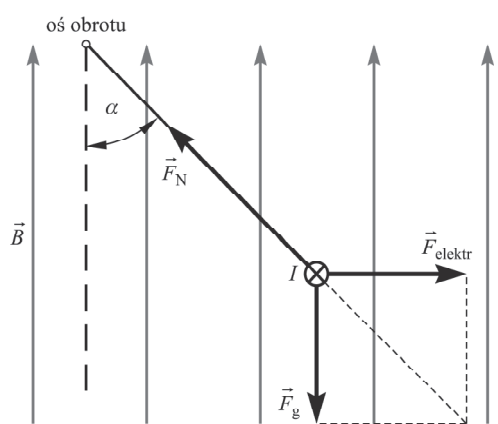
BRUDNOPIS



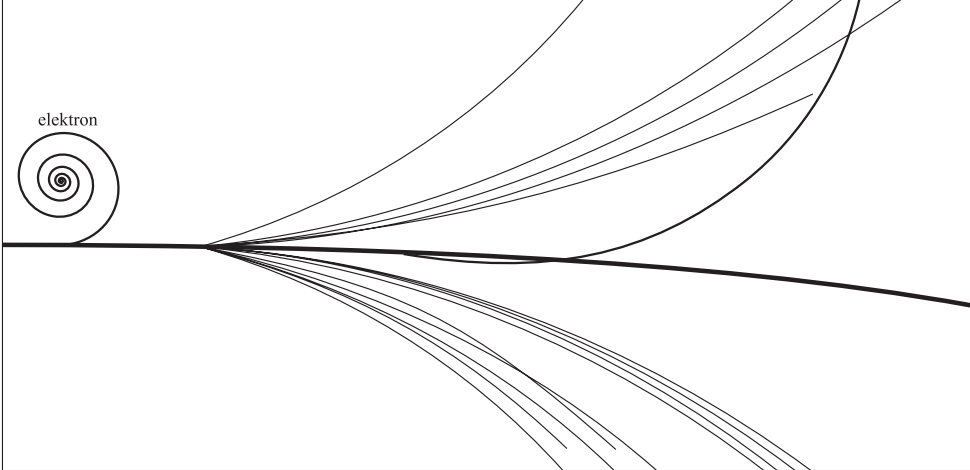
OCENIANIE ARKUSZA POZIOM ROZSZERZONY

Nr zadania	Punktowane elementy odpowiedzi	Punktacja	
1.1	<p>Poprawne narysowanie i nazwanie wektorów sił działających na nurka Kartezjusza, gdy pozostaje nieruchomy pod wodą.</p>  <p>\vec{F}_g – siła grawitacji \vec{F}_{wyp} – siła wyporu $F_g = F_{wyp}$</p>	1	2
	<p>Poprawne narysowanie i nazwanie wektorów sił działających na nurka Kartezjusza w momencie, gdy zaczyna tonąć.</p>  <p>\vec{F}_g – siła grawitacji \vec{F}_{wyp} – siła wyporu $F_g > F_{wyp}$</p>	1	
1.2	<p>Zauważenie, że mamy do czynienia z przemianą izotermiczną, i zapisanie prawa Boyle'a-Mariotte'a dla powietrza uwięzionego w nurku Kartezjusza: $p_1 V_1 = p_2 V_2$</p> <p>Ustalenie zależności na ciśnienie $p_2 = p_1 + \Delta p$ i objętość $V_2 = V_1 - \Delta V$ oraz wyznaczenie wyrażenia na zmianę objętości powietrza $\Delta V = \frac{\Delta p V_1}{p_1 + \Delta p}$</p> <p>Skorzystanie ze wzoru na objętość $\Delta V = S \Delta h$ i obliczenie zmiany wysokości słupa wody w nurku Kartezjusza $\Delta h \approx 1$ cm</p>	1	3
1.3	<p>Wyrażenie temperatury powietrza w skali bezwzględnej $T = 293$ K</p> <p>Zapisanie wyrażenia na ciśnienie powietrza w nurku Kartezjusza $p = p_0 + p_H$, gdzie p_0 – ciśnienie atmosferyczne, $p_H = \rho g h$ – ciśnienie hydrostatyczne</p> <p>Skorzystanie z równania Clapeyrona, wyznaczenie wyrażenia na liczbę moli gazu i obliczenie wartości $n = \frac{(p_0 + p_H)V}{RT}, n = 0,207 \cdot 10^{-3} \text{ moli}$</p>	1	3

Nr zadania	Punktowane elementy odpowiedzi	Punktacja	
1.4	Podanie informacji: nurek wypłył	1	2
	Wraz ze wzrostem temperatury wzrasta objętość powietrza. Powoduje to wzrost siły wyporu ($F_{\text{wyp}} \sim V$). Uczeń może się również odwołać do zjawiska rozszerzalności objętościowej cieczy. W tym przypadku ma ono jednak mniejszy wpływ na wartość siły wyporu.	1	
1.5	Podanie informacji: swobodny koniec słomki opadnie w dół	1	2
	Ciśnienie atmosferyczne jest mniejsze od ciśnienia pod membraną. Nastąpi więc jej odkształcenie – wybrzuszenie w górę, co spowoduje uniesienie zamocowanego końca słomki i jednoczesne opadnięcie swobodnego końca.	1	
2.1	Zapisanie równości $F_d = F_g \rightarrow \frac{mv^2}{r} = G\frac{Mm}{r^2}$ lub skorzystanie ze wzoru $v = \sqrt{\frac{GM}{r}}$ i uwzględnienie związku między prędkością i okresem obiegu $v = \frac{2\pi r}{T}$	1	4
	Po uwzględnieniu zależności $GM = gR_z^2$ wyznaczenie okresu obiegu satelity $T = 2\pi\sqrt{\frac{r^3}{R_z^2 g}}$.	1	
	Lub doprowadzenie do postaci $T = 2\pi\frac{r}{R_z}\sqrt{\frac{r}{g}}$.		
	Obliczenie wartości okresu obiegu satelity uwzględniając że $r = R_z + h$ $r = 26\,532\text{ km}$ $T \approx 43\,017\text{ s}$	1	
	Przeliczenie na sekundy doby gwiazdowej $T_g = 23\text{ g } 56\text{ min } 4\text{ s} = 86\,164\text{ s}$ i porównanie z okresem satelity $T_g : T_s \approx 2$ Czas obiegu satelity stanowi $\frac{1}{2}$ doby gwiazdowej	1	
2.2	Zastosowanie wzoru $\lambda_{L_1} = \frac{c}{f_1}$ i obliczenie wartości $\lambda_{L_1} = 0,19042\text{ m} = 19,042\text{ cm}$	1	2
	Zastosowanie wzoru $\lambda_{C_A} = \frac{c}{f_2}$ i obliczenie wartości $\lambda_{C_A} = 293,25\text{ m}$	1	
2.3	λ_{L_1} jest to fala centymetrowa należąca do mikrofal	1	2
	λ_{C_A} jest to fala należąca do fal radiowych średnich	1	
2.4	Obliczenie odległości $s = ct$ $s = 23\,400\text{ km}$	1	1
2.5	Zastosowanie np.: nawigacja-określanie współrzędnych położenia. Pomiary kartograficzne, geodezja. Wymagane dwie poprawne odpowiedzi. Za każdą poprawną uczeń otrzymuje jeden punkt.	2	2
3.1	Zauważenie, że siła elektrodynamiczna w tym układzie działa w dół (zgodnie z regułą lewej ręki).	1	3
	Zauważenie, że gdy prąd nie płynie przez ramkę to siłomierz wskazuje ciężar ramki $F_g = 0,31\text{ N}$ i obliczanie wartości sił elektrodynamicznych z równania $F_{\text{elektr}} = F_{\text{siłomierza}} - F_g$	1	

Nr zadania	Punktowane elementy odpowiedzi	Punktacja																									
	Uzupelnienie kolumny 3 w tabeli: <table border="1" style="margin-left: 20px;"> <thead> <tr> <th>1</th> <th>2</th> <th>3</th> </tr> <tr> <th>Natężenie prądu [A]</th> <th>Wskazania siłomierza [N]</th> <th>Wartość siły elektrodynamicznej [N]</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>0</td> <td>0,31</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>0,36</td> <td>0,05</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>0,42</td> <td>0,11</td> </tr> <tr> <td>6</td> <td>0,47</td> <td>0,16</td> </tr> <tr> <td>8</td> <td>0,53</td> <td>0,22</td> </tr> <tr> <td>10</td> <td>0,58</td> <td>0,27</td> </tr> </tbody> </table>	1	2	3	Natężenie prądu [A]	Wskazania siłomierza [N]	Wartość siły elektrodynamicznej [N]	0	0,31	0	2	0,36	0,05	4	0,42	0,11	6	0,47	0,16	8	0,53	0,22	10	0,58	0,27	1	
1	2	3																									
Natężenie prądu [A]	Wskazania siłomierza [N]	Wartość siły elektrodynamicznej [N]																									
0	0,31	0																									
2	0,36	0,05																									
4	0,42	0,11																									
6	0,47	0,16																									
8	0,53	0,22																									
10	0,58	0,27																									
3.2	Opisanie i wyskalowanie osi	1	4																								
	Naniesienie punktów pomiarowych	1																									
	Zaznaczenie niepewności pomiarowych	1																									
	Naszkiecowanie wykresu na podstawie położenia punktów pomiarowych	1																									
3.3	Obliczenie wartości indukcji magnetycznej dla kilku pomiarów ze wzoru $B = \frac{F_{\text{elekt}}}{l}$	1	2																								
	Obliczenie wartości średniej $B_{\text{sr}} = \frac{B_1 + B_2 + \dots + B_n}{n}$ $B_{\text{sr}} = 0,444 \text{ T}$ Dopuszcza się inny poprawny sposób np. na podstawie wykresu $F_{\text{elekt}}(l)$	1																									
3.4	Zaznaczenie na rysunku 3 zwrotu linii sił pola magnetycznego w oparciu o regułę lewej ręki lub inną poprawną regułę	1	1																								
3.5	Poprawne narysowanie i nazwanie wektorów sił na rysunku nr 3:  <p> \vec{F}_{elekt} – siła elektrodynamiczna \vec{F}_g – siła grawitacji \vec{F}_N – siła naciągu </p>	1	1																								
3.6	Zastosowanie zależności $F_{\text{elekt}} = BIl$ oraz $F_g = mg$ i obliczenie wartości sił $F_{\text{elekt}} = 0,3 \text{ N}$, $F_g = 0,3 \text{ N}$	1	3																								
	Zapisanie związku wyrażającego zależność między siłami $\text{tg } \alpha = \frac{F_{\text{elekt}}}{F_g}$	1																									
	Obliczenie wartości $\text{tg } \alpha = 1 \rightarrow \alpha = 45^\circ$	1																									

Nr zadania	Punktowane elementy odpowiedzi	Punktacja	
4.1	Zastosowanie zależności $E_f = h\nu$ i $c = \lambda\nu$ lub bezpośrednio $E_f = \frac{hc}{\lambda}$ i wyznaczenie długości fali $\lambda = \frac{hc}{E_f}$ Zamiana jednostek energii, keV na džule i obliczenie długości fali $\lambda = 8,87 \cdot 10^{-12}$ m	1	2
4.2	${}_{42}^{98}\text{Mo} + \dots {}_0^1n \dots \rightarrow {}_{42}^{99}\text{Mo} + \gamma$ ${}_{42}^{99}\text{Mo} \rightarrow \dots {}_{-1}^0e \dots + {}_{43}^{99}\text{Th}$	1	2
4.3	Zastosowanie wzoru na aktywność $A = N\lambda$ Odczytanie z wykresu $N_0 = 6 \cdot 10^{13}$ i $T_{\frac{1}{2}} = 2,7$ dnia Zamiana czasu połowicznego rozpadu na sekundy $T_{\frac{1}{2}} = 233\,280$ sek Obliczenie początkowej aktywności preparatu $A = 177$ MBq	1	4
4.4	Odczytanie z wykresu liczby jąder, które pozostają w preparacie po upływie 5,4 dnia $N_t = 1,5 \cdot 10^{13}$ jąder lub obliczenie ze wzoru $N_t = N_0 \cdot 2^{-\frac{t}{T_{\frac{1}{2}}}}$ Zauważenie, że liczba jąder która uległa rozpadowi jest równa różnicy $N_0 - N_t$. Liczba jąder, która uległa rozpadowi wynosi $45 \cdot 10^{12}$	1	2
4.5	Zapisanie prawa zachowania energii: $M_Y \cdot c^2 = m_e \cdot c^2 + M_{Zr} \cdot c^2 + E$ i wyznaczenie energii $E = [M_Y - (m_e + M_{Zr})]c^2 = \Delta M c^2$ lub obliczenie ubytku masy $\Delta M = M_Y - M_{Zr} - m_e$ $\Delta M = 0,001871$ u Obliczenie energii: $E = 0,001871$ u \cdot 931,5 MeV/u \approx 1,7428 MeV	1	2
5.1	Skorzystanie ze wzoru na dylatację czasu $t = \frac{t_0}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$ i wyliczenie czasu życia mionu względem Ziemi. Uwaga: wynik będzie zależał od przybliżenia, jakiego dokona uczeń obliczając wartość wyrażenia $\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}$. $t \approx 7,05 \cdot 10^{-6}$ s dla $\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}} = \sqrt{1 - 0,9025} = 0,312$ Obliczenie drogi przebytej przez mion w atmosferze po zastosowaniu wzoru na drogę w ruchu jednostajnym $h = vt$, $h = 2009$ m	1	2
5.2	Wymienienie dwóch z podanych zasad zachowania: zasada zachowania energii, zasada zachowania pędu, zasada zachowania ładunku, zasada zachowania izospinu. Uczeń za każdą prawidłową informację otrzymuje 1 punkt.	2	2
5.3	Przeliczenie energii podanej z eV na džule: $E_0 = 169,056 \cdot 10^{-13}$ J Skorzystanie ze wzoru $E = mc^2$, wyznaczenie wyrażenia na masę i obliczenie wartości: $m = \frac{E_0}{c^2}$, $m = 18,789 \cdot 10^{-29}$ kg	1	2
5.4	Skorzystanie ze wzoru na $E_k = \frac{mv^2}{2}$ oraz $p = mv$ i wyznaczenie związku między energią kinetyczną i pędem $p = \sqrt{2mE_k}$	1	3

Nr zadania	Punktowane elementy odpowiedzi	Punktacja	
	<p>Skorzystanie z uogólnionej postaci drugiej zasady dynamiki Newtona $F = \frac{\Delta p}{\Delta t}$, gdzie $\Delta p = \sqrt{2mE_k}$, ponieważ pęd końcowy protonów wynosi 0.</p>	1	
	<p>Zapisanie wyrażenia na siłę, z jaką działa na tarczę strumień n protonów i obliczenie wartości $F = n \frac{\sqrt{2mE_k}}{\Delta t}$, $F = 2,31 \cdot 10^{-16}$ N</p>	1	
5.5	<p>Podpisanie prawidłowej linii słowem elektron</p> 	1	2
	<p>Podanie informacji: elektron ma najmniejszą masę, zatem jego tor ruchu jest najbardziej zakrzywiony lub aby doszło do zderzenia proton-proton, elektron musiał być oderwany od atomu wodoru przed kolizją – dlatego jest to pierwszy (licząc od lewej strony) ślad cząstki widoczny na trasie atomu wodoru.</p>	1	

KARTA WYBRANYCH WZORÓW I STAŁYCH FIZYCZNYCH

materiały pomocnicze opracowane na potrzeby egzaminu maturalnego i dopuszczone jako pomoce egzaminacyjne

TERMODYNAMIKA		FIZYKA WSPÓŁCZESNA		STAŁE FIZYCZNE								
ciśnienie	$p = \frac{F}{S}$	równoważność masy-energii	$E = mc^2 = \frac{m_0 c^2}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$	Przyspieszenie ziemskie	$g \approx 9,81 \frac{m}{s^2} \approx 10 \frac{m}{s^2}$							
gęstość	$\rho = \frac{m}{V}$	pęd relatywistyczny	$p = \frac{m_0 v}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$	Masa Ziemi	$M_Z \approx 5,98 \cdot 10^{24} \text{ kg}$							
ciepło	$Q = m c_v \Delta T$	dylatacja czasu	$\Delta t' = \frac{\Delta t}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$	Średni promień Ziemi	$R_Z \approx 6370 \text{ km}$							
ciepło w przemianach fazowej	$Q = mL$ $Q = mR$	energia fotonu	$E = hv = \frac{hc}{\lambda}$	Stała grawitacji	$G \approx 6,67 \cdot 10^{-11} \frac{N \cdot m^2}{kg^2}$							
równanie stanu gazu	$\frac{pV}{T} = const$	pęd fotonu	$p = \frac{h}{\lambda}$	Liczba Avogadro	$N_A \approx 6,02 \cdot 10^{23} \frac{1}{mol}$							
równanie Clapeyrona	$pV = nRT$	fala de Broglie'a	$\lambda = \frac{h}{p}$	Objętość 1 mola gazu w warunkach normalnych	$V \approx 22,41 \frac{dm^3}{mol}$							
ciepło molowe	$C_p = C_v + R$	zasada nieoznaczoności	$\Delta p_x \Delta x \geq \frac{h}{4\pi}$	Stała gazowa	$R \approx 8,31 \frac{J}{mol \cdot K}$							
I zasada termodynamiki	$\Delta U = Q + W$	efekt fotoelektryczny	$h\nu = W + \left(\frac{mv^2}{2}\right)_{max}$	Stała Boltzmana	$k_B \approx 1,38 \cdot 10^{-23} \frac{J}{K}$							
praca ($p = const$)	$W = -p \Delta V$	rozpad promieniotwórczy	$N = N_0 2^{-\frac{t}{T_{1/2}}}$	Przenikalność elektryczna próżni (stała elektryczna)	$\epsilon_0 \approx 8,85 \cdot 10^{-12} \frac{C^2}{N \cdot m^2}$ $\left(\frac{1}{4\pi\epsilon_0} = k \approx 8,99 \cdot 10^9 \frac{N \cdot m^2}{C^2}\right)$							
sprawność	$\eta = \frac{W_{uz}}{Q_{wt}}; \eta = \frac{Q_2 - Q_1}{Q_1}$	aktywność	$A = \lambda N$	Przenikalność magnetyczna próżni (stała magnetyczna)	$\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7} \frac{N}{A^2}$							
sprawność silnika Carnota	$\eta = \frac{T_1 - T_2}{T_1}$	III prawo Keplera	$\frac{T^2}{R_{sr}^3} = const$	Prędkość światła w próżni	$c \approx 3,00 \cdot 10^8 \frac{m}{s}$							
ATOM WODORU		HYDROSTATYKA		Stała Plancka	$h \approx 6,63 \cdot 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s}$							
energia elektronu na n -tej orbicie (model Bohra)	$E_n = -\frac{m_e e^4}{8\epsilon_0^2 h^2} \cdot \frac{1}{n^2} = E_1 \cdot \frac{1}{n^2}$	siła parcia	$F = pS$	Ładunek elektronu	$e \approx 1,60 \cdot 10^{-19} \text{ C}$							
OPTYKA		ciśnienie hydrostatyczne	$p = \rho g h$	Masa spoczynkowa elektronu	$m_e \approx 9,11 \cdot 10^{-31} \text{ kg}$							
równanie soczewki – zwierciadła	$\frac{1}{f} = \frac{1}{x} + \frac{1}{y}$	siła wyporu	$F_{wyp} = \rho g V$	Masa spoczynkowa protonu	$m_p \approx 1,67 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$							
soczewka	$\frac{1}{f} = \left(\frac{n_{socz} - 1}{n_{socz}}\right) \left(\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}\right)$	ASTRONOMIA		Masa spoczynkowa neutronu	$m_n \approx 1,68 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$							
zwierciadło	$f = \frac{R}{2}$	III prawo Keplera		Jednostka masy atomowej	$u \approx 1,66 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$							
zdolność skupiająca	$Z = \frac{1}{f}$	PRZEDPROSTKI										
powiększenie	$p = \frac{H}{h} = \frac{y}{x}$	Mnożnik	10^9	10^3	10^2	10^1	10^{-1}	10^{-2}	10^{-3}	10^{-6}	10^{-9}	10^{-12}
kąt graniczny	$\sin \alpha_{gr} = \frac{1}{n}$	Przedrostek	giga	mega	kilo	deka	decy	centy	mili	mikro	nano	piko
kąt Brewstera	$\text{tg } \alpha_B = n$	Oznaczenie	G	M	k	da	d	c	m	μ	n	p

RUCH PROSTOLINIOWY

prędkość	$v(t) = v_0 + at$
droga	$s(t) = v_0 t + \frac{at^2}{2}$
przyspieszenie	$\vec{a} = \frac{\Delta \vec{v}}{\Delta t}$; $\vec{a} = \frac{\vec{F}}{m}$
pęd	$\vec{p} = m\vec{v}$
siła tarcia	$F_T = \mu F_N$
praca	$W = F s \cos \angle(\vec{F}, \vec{s})$
energia kinetyczna	$E_{\text{kin}} = \frac{mv^2}{2}$
moc	$P = \frac{\Delta W}{\Delta t}$

RUCH PO OKRĘGU

częstotliwość	$f = \frac{1}{T}$
prędkość kątowna	$\omega = \frac{\Delta \alpha}{\Delta t} = \frac{2\pi}{T} = 2\pi f$
przyspieszenie dośrodkowe	$a_d = \frac{v^2}{r}$
siła dośrodkowa	$F_d = \frac{mv^2}{r}$

RUCH OBROTOWY

prędkość kątowna	$\omega(t) = \omega_0 + \varepsilon t$
kąt	$\alpha(t) = \omega_0 t + \frac{\varepsilon t^2}{2}$
moment siły	$M = F r \sin \angle(\vec{r}, \vec{r})$
moment bezwładności	$I = \sum_{i=1}^n m_i r_i^2$
moment pędu	$J = I \omega$
przyspieszenie kątowe	$\varepsilon = \frac{M}{I}$
energia	$E_{\text{kin}} = \frac{I \omega^2}{2}$

RUCH DRGAJĄCY

wychylenie	$x(t) = A \sin(\omega t + \varphi)$
prędkość	$v_x(t) = A \omega \cos(\omega t + \varphi)$
przyspieszenie	$a_x(t) = -A \omega^2 \sin(\omega t + \varphi)$
siła	$F_x(t) = -m A \omega^2 \sin(\omega t + \varphi)$
wahadło matematyczne	$T = 2\pi \sqrt{\frac{l}{g}}$
masa na sprężynie	$T = 2\pi \sqrt{\frac{m}{k}}$

GRAWITACJA

siła	$F_g = G \frac{m_1 m_2}{r^2}$
natężenie pola	$\vec{g} = \frac{\vec{F}_g}{m}$
energia	$E_{\text{pot}} = -G \frac{m_1 m_2}{r}$
	$E_{\text{pot}} = m g h$ (dla $h \ll R_Z$)
prędkości kosmiczne (dla Ziemi)	$v_I = \sqrt{\frac{GM_Z}{R_Z}} \approx 7,9 \frac{\text{km}}{\text{s}}$
	$v_{II} = \sqrt{\frac{2GM_Z}{R_Z}} \approx 11,2 \frac{\text{km}}{\text{s}}$

FALE

długość	$\lambda = v T = \frac{v}{f}$
zalamanie fali	$\frac{v_1}{v_2} = \frac{\sin \alpha}{\sin \beta} = \frac{n_2}{n_1} = n_{2,1}$
siatka dyfrakcyjna	$n \lambda = d \sin \alpha$
poziom natężenia dźwięku	$L = 10 \log \frac{I}{I_0}$ $I_0 = 10^{-12} \frac{\text{W}}{\text{m}^2}$
efekt Dopplera	$f = f_n \frac{v \pm u_{\text{ob}}}{v \mp u_z}$

SPRĘŻYSTOŚĆ

siła	$F_s = -kx$
sprężystości	
energia	$E_{\text{pot}} = \frac{kx^2}{2}$

ELEKTROSTATYKA

prawo Coulomba	$F = k \frac{q_1 q_2}{r^2}$; $k = \frac{1}{4\pi \epsilon_0}$
natężenie pola	$\vec{E} = \frac{\vec{F}}{q}$; $E = \frac{U}{d}$
energia	$E_{\text{pot}} = k \frac{q_1 q_2}{r}$
potencjał elektrostyczny	$V = \frac{E_{\text{pot}}}{q}$
pojemność	$C = \frac{Q}{U}$
kondensator płaski	$C = \epsilon_0 \epsilon_r \frac{S}{d}$
energia kondensatora	$W = \frac{CU^2}{2}$
łączenie kondensatorów	szeregowe $\frac{1}{C_z} = \sum_{i=1}^n \frac{1}{C_i}$ równoległe $C_z = \sum_{i=1}^n C_i$

PRĄD STAŁY

natężenie prądu stałego	$I = \frac{\Delta Q}{\Delta t}$
prawo Ohma	$U = RI$
łączenie oporów	szeregowe $R_z = \sum_{i=1}^n R_i$ równoległe $\frac{1}{R_z} = \sum_{i=1}^n \frac{1}{R_i}$
opór	$R = \rho \frac{l}{S}$
prawo Ohma dla obwodu	$I = \frac{\mathcal{E}}{R_z + R_w}$
moc	$P = IU$

POLE MAGNETYCZNE

siła Lorentza	$F = qvB \sin \angle(\vec{v}, \vec{B})$
siła elektrodynamiczna	$F = B I l \sin \angle(\vec{l}, \vec{B})$
strumień pola	$\Phi = B S \cos \angle(\vec{B}, \vec{S})$
przewód prostoliniowy	$B = \frac{\mu_0 \mu_r I}{2\pi r}$
pojedynczy zwoj	$B = \frac{\mu_0 \mu_r I}{2r}$
zwojnica	$B = \mu_0 \mu_r n \frac{I}{l}$
siła wzajemnego oddziaływania pomiędzy przewodami	$F = \frac{\mu_0 \mu_r I_1 I_2 l}{2\pi r}$
SEM indukcji	$\mathcal{E} = -\frac{\Delta \Phi}{\Delta t}$
SEM samoindukcji	$\mathcal{E} = -L \frac{\Delta I}{\Delta t}$
indukcyjność zwojnic	$L = \mu_0 \mu_r n^2 \frac{S}{l}$

PRĄD PRZEMIENNY

SEM – prądnicą	$\mathcal{E} = n B S \omega \sin \omega t$
napiecie skuteczne	$U_{\text{sk}} = \frac{U_{\text{max}}}{\sqrt{2}}$
natężenie skuteczne	$I_{\text{sk}} = \frac{I_{\text{max}}}{\sqrt{2}}$
transformator	$\frac{U_1}{U_2} = \frac{n_1}{n_2} = \frac{I_2}{I_1}$
opór indukcyjny	$R_L = \omega L = 2\pi f L$
opór pojemnościowy	$R_C = \frac{1}{\omega C} = \frac{1}{2\pi f C}$
częstotliwość rezonansowa obwodu LC	$f = \frac{1}{2\pi \sqrt{LC}}$
zawada	$Z = \sqrt{R^2 + \left(\omega L - \frac{1}{\omega C}\right)^2}$