

ZADANIA OTWARTE

Niektóre zadania będą wymagały zastosowania funkcji trygonometrycznych. Wartości tych funkcji dla podstawowych kątów zawiera tabela:

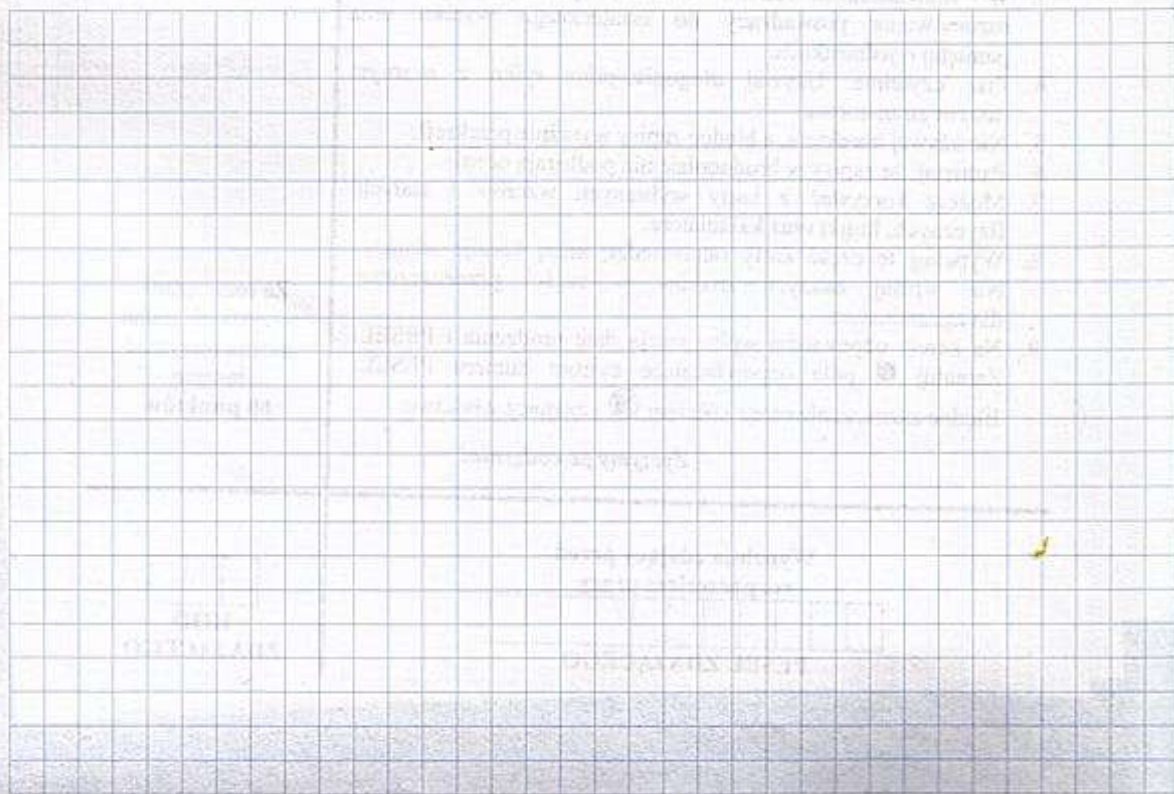
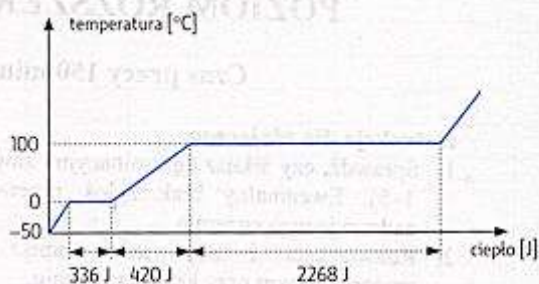
Kąt α	$\sin\alpha$	$\cos\alpha$	$\operatorname{tg}\alpha$
$0^\circ = 0$	0	1	0
$30^\circ = \pi/6$	$1/2$	$\sqrt{3}/2$	$\sqrt{3}/3$
$45^\circ = \pi/4$	$\sqrt{2}/2$	$\sqrt{2}/2$	1
$60^\circ = \pi/3$	$\sqrt{3}/2$	$1/2$	$\sqrt{3}$
$90^\circ = \pi/2$	1	0	-
$180^\circ = \pi$	0	-1	0

Zadanie 1. Woda (13 pkt)

Wykres przedstawia zmiany temperatury dla 1 grama wody podczas ogrzewania.

1.1. (2 pkt)

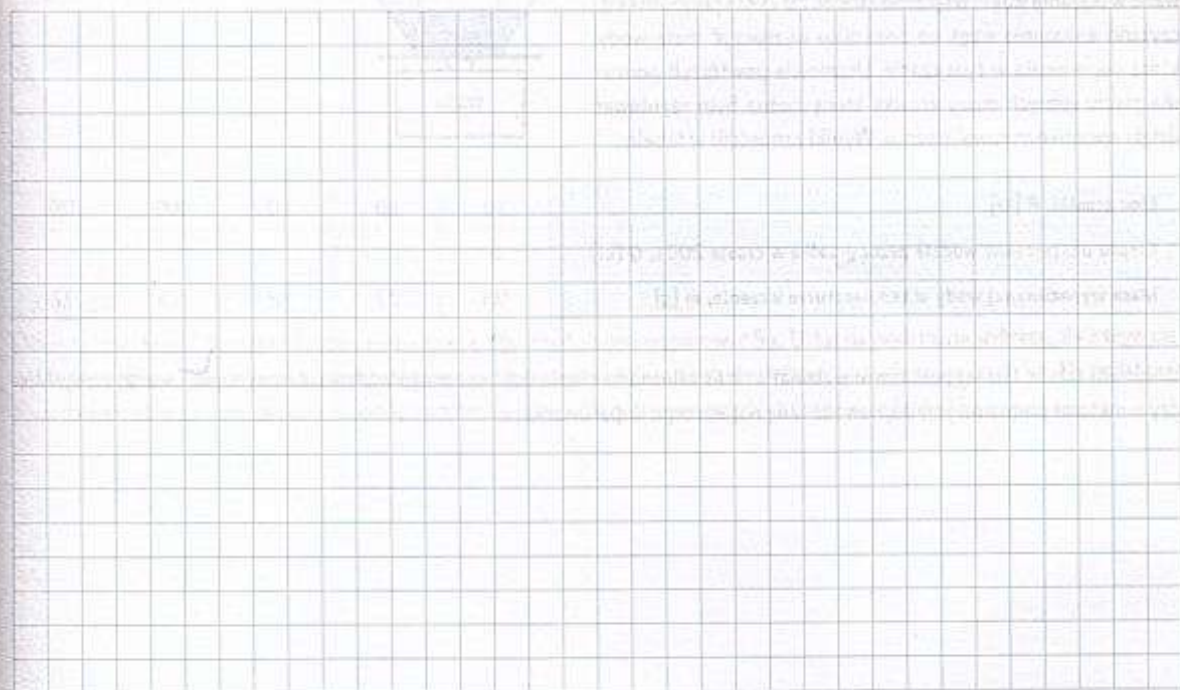
Na podstawie danych odczytanych z wykresu oblicz ciepło właściwe wody oraz ciepło topnienia i parowania wody.



1.2. (2 pkt)

Wyjaśnij, dlaczego temperatura wody podczas topnienia i parowania nie wzrasta, mimo że woda w tym czasie pobiera energię cieplną.

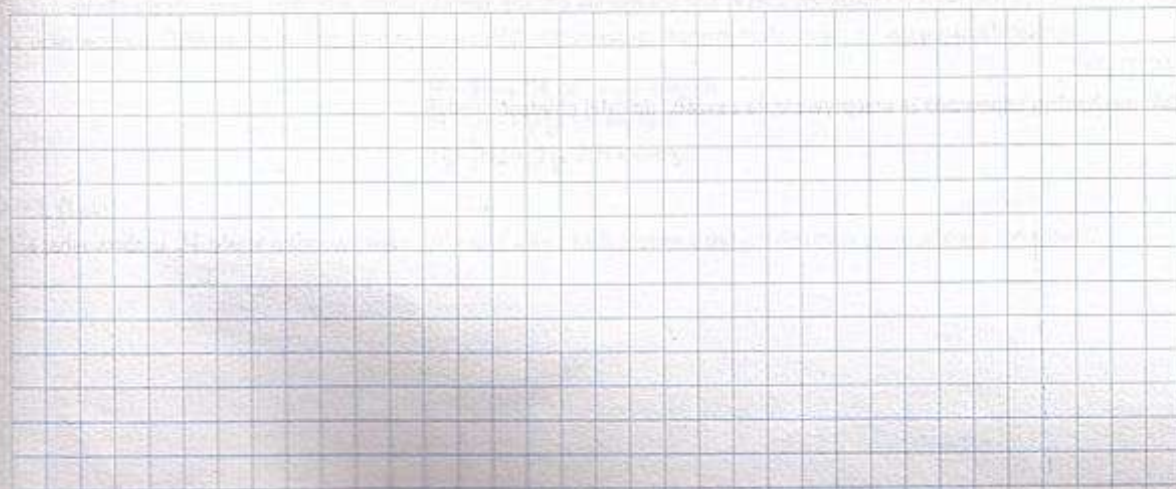
Oblicz stosunek ciepła topnienia do ciepła parowania i wyraż go w procentach. Jak wyjaśniłbyś fakt, że dla takiej samej masy wody energia potrzebna do zmiany stanu ciekłego w gazowy jest dużo większa od energii potrzebnej do zmiany stanu stałego w ciekły?



1.3. (2 pkt)

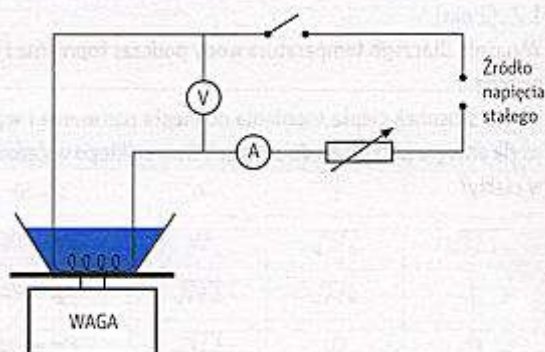
Można wykazać, że molowe ciepło parowania – R_M – da się wyrazić poprzez energię potrzebną do zerwania jednego wiązania ciecicy (ϵ) następującym wzorem: $R_M = 5N_A \cdot \epsilon$,

gdzie N_A oznacza liczbę Avogadra. Wiedząc, że masa jednego mola wody wynosi $\mu = 18 \text{ g/mol}$, oblicz energię potrzebną do zerwania jednego wiązania wody.



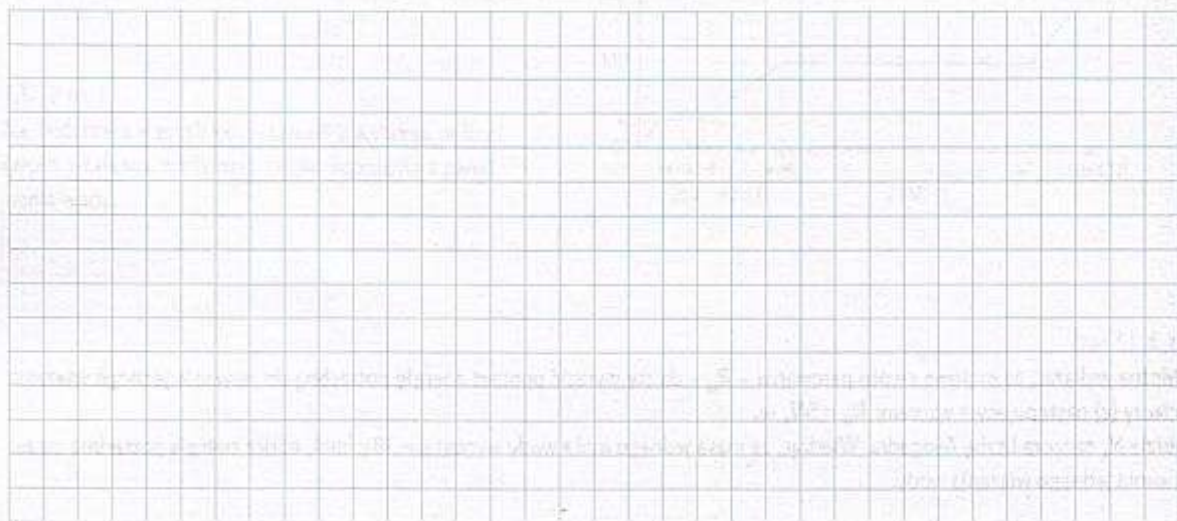
1.4. (3 pkt)

Na rysunku przedstawiono układ pomiarowy wykorzystany przez uczniów w celu wyznaczenia ciepła parowania wody. Wskazania amperomierza i woltomierza pozwoliły obliczyć moc prądu w grzałce. Naczynie z wodą i grzałką umieszczono na wadze elektronicznej. W chwili, gdy woda zaczęła wrzeć, zanotowano wskazanie wagi i włączono stoper. Po 200 s ponownie odczytano wskazanie wagi, co pozwoliło wyznaczyć masę wody, która odparowała w tym czasie. Uczniowie powtórzyli pomiar dla pięciu różnych mocy grzałki, którą można było regulować dzięki opornikowi suwakowemu. Wyniki zamieścili w tabeli:



Moc grzałki, P [W]	40	60	80	100	120
Ciepło dostarczone wodzie przez grzałkę w czasie 200 s, Q [kJ]	8				
Masa wyparowanej wody w temperaturze wrzenia, m [g]	0,5	2,7	4,2	5,5	7,7

Uzupełnij tabelę i na jej podstawie wykonaj wykres zależności ciepła dostarczonego wodzie od masy wyparowanej wody. Między punktami pomiarowymi poprowadź linię najlepszego dopasowania.



1.5. (1 pkt)

Jaki mechanizm odpowiada za przepływ ciepła z grzałki do całej objętości wody?



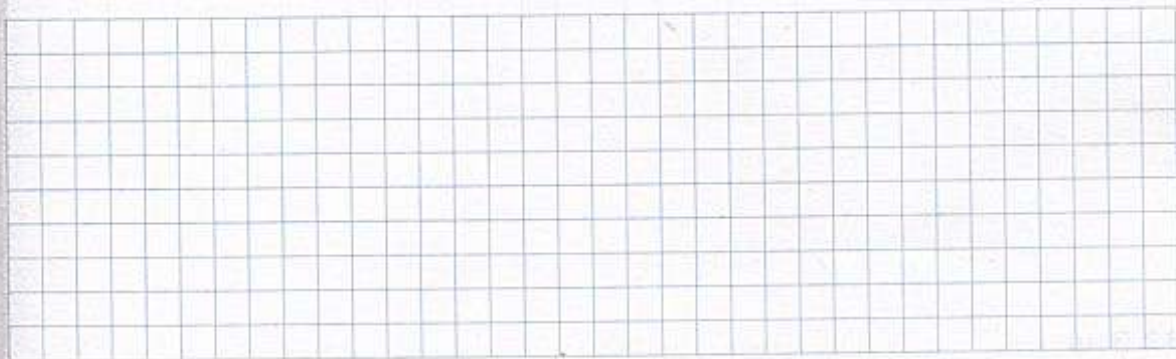
2.5. (1 pkt)

Energia wyzwolona w procesie syntezy jądrowej w Słońcu jest przekazywana nie tylko fotonom oraz protonom i jądrom helu, które w zderzeniach przekazują ją innym cząstkom plazmy, zwiększając w ten sposób energię wewnętrzną materii słonecznej, ale jest też unoszona przez ogromne ilości wylatujących ze Słońca neutron (pierwsza reakcja cyklu protonowo-protonowego). Czym charakteryzują się neutrony?



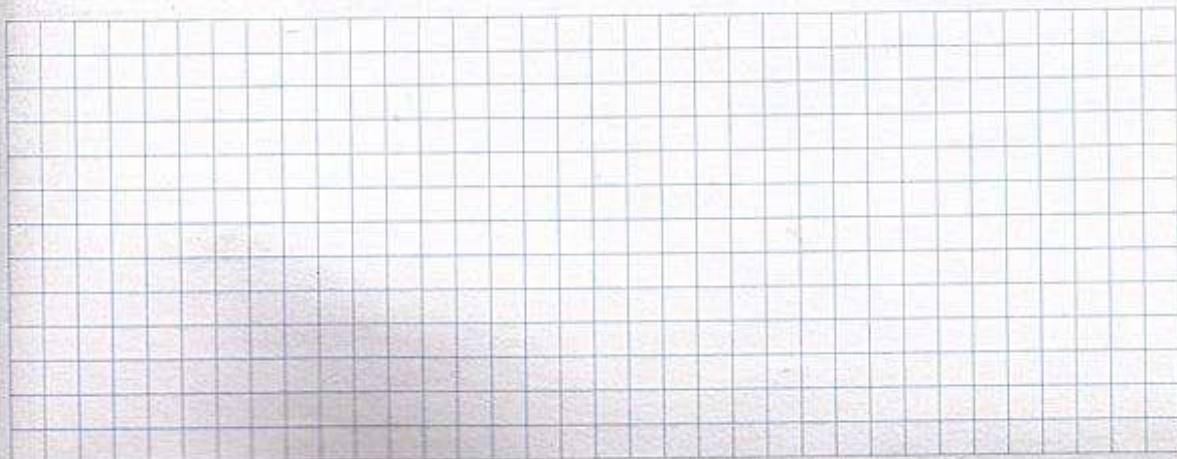
2.6. (2 pkt)

Ile benzyny trzeba zużyć, aby w wyniku spalania otrzymać tyle samo energii, ile wyzwala się podczas syntezy 1g helu? Ciepło spalania benzyny wynosi $5 \cdot 10^7$ J/kg, a masa molowa helu wynosi 4g/mol.



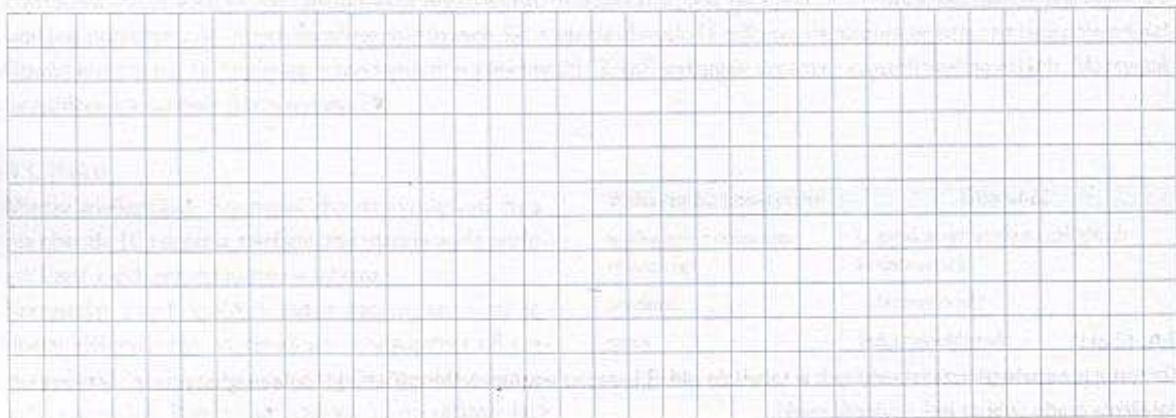
2.7. (2 pkt)

Na podstawie pomiarów astronomicznych i odpowiednich praw przyrody można obliczyć wielkości, których nie da się zmierzyć bezpośrednio. Przykładem takiej wielkości jest masa Słońca. Oblicz masę Słońca, wiedząc, że Ziemia krąży wokół Słońca w odległości $1,5 \cdot 10^{11}$ m, wykonując jedno pełne okrążenie w ciągu roku ($1 \text{ rok} = 3,16 \cdot 10^7$ s).



3.6. (2 pkt)

Omawiany obwód drgający może odbierać fale elektromagnetyczne o częstotliwości równej częstotliwości drgań własnych. Są to bardzo długie fale radiowe. Jakiej pojemności kondensator należy połączyć równoległe z kondensatorem w tym obwodzie, aby mógł on odbierać sygnały o częstotliwości dwukrotnie mniejszej.



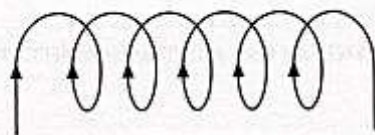
Zadanie 4. Pole magnetyczne (8 pkt)

W tokamakach – reaktorach, w których przeprowadza się na Ziemi kontrolowane reakcje syntezy helu z deuteru i trytu, plazma znajduje się pod ciśnieniem około 1,5 atmosfery i w temperaturze około 150 milionów stopni. Plazma o tak ogromnej temperaturze utrzymywana jest z daleka od ścian tokamaku przy pomocy pola magnetycznego, w którym na naładowane elektrycznie cząstki plazmy działa siła Lorentza.

Siła Lorentza działa również na proton, który wpada do jednorodnego pola magnetycznego o indukcji $B = 4 \cdot 10^{-3} \text{ T}$, wytworzonego w solenoidzie przez płynący w nim prąd elektryczny. Wektor prędkości protonu tworzy kąt 30° z kierunkiem linii pola magnetycznego i ma wartość równą $1,6 \cdot 10^7 \text{ m/s}$.

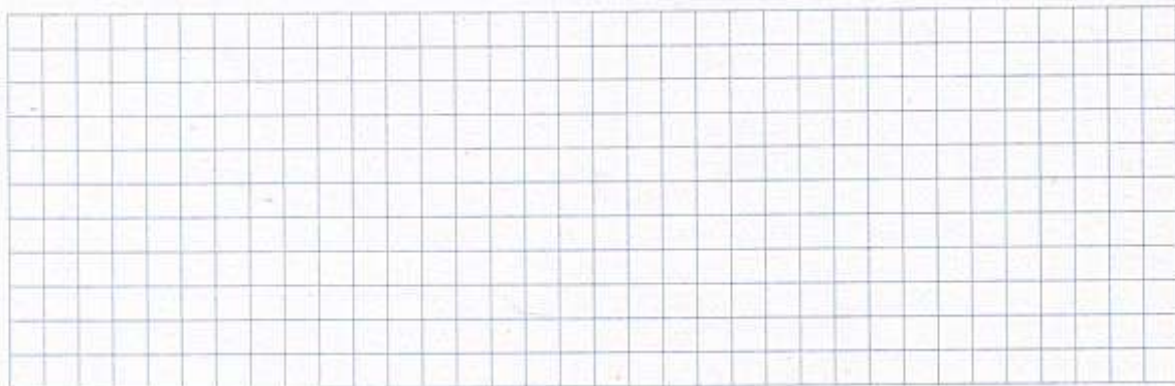
4.1. (1 pkt)

Na rysunku przedstawiono solenoid, przez który płynie prąd. Narysuj linie pola magnetycznego wewnątrz solenoidu i na obu jego końcach.



4.2. (1 pkt)

Wektor prędkości protonu wpadającego do solenoidu tworzący kąt 30° z liniami jednorodnego pola magnetycznego można rozłożyć na dwie składowe – jedną równoległą do linii pola magnetycznego, a drugą prostopadłą. Oblicz wartości tych składowych i przedstaw je na rysunku.



4.3. (1 pkt)

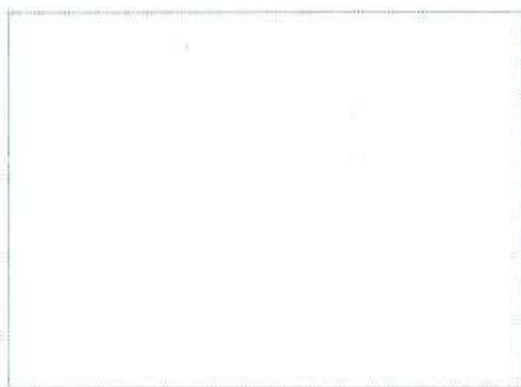
Uzasadnij, dlaczego siła Lorentza nie ma wpływu na równoległą składową prędkości protonu.

4.4. (2 pkt)

Składowa prostopadła do linii pola magnetycznego pod wpływem siły Lorentza zmienia kierunek i dlatego tor protonu zakrzywia się. Oblicz promień tego toru.

4.5. (2 pkt)

Ruch protonu w solenoidzie jest złożony z dwóch odbywających się równocześnie ruchów: ruchu jednostajnego wzdłuż osi solenoidu i ruchu po okręgu wymuszonego siłą Lorentza. Narysuj tor protonu w solenoidzie, uwzględniając oba te ruchy. Oblicz czas, po którym proton wypadnie z pola magnetycznego solenoidu, wiedząc, że solenoid ma długość 5 metrów.

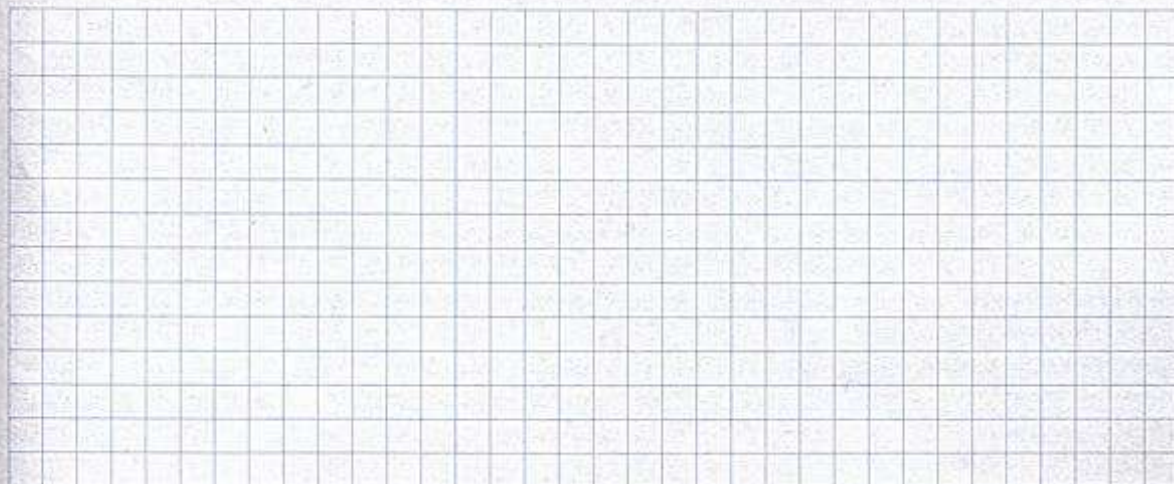


4.6. (1 pkt)

Gdyby początek solenoidu połączyć z jego końcem, proton nie mógłby opuścić solenoidu i krążyłby w nim tak długo, jak długo istniałoby tam pole magnetyczne. Tak się dzieje w tokamakach, gdyż mają one kształt obwarzanka. Dzięki temu naładowane cząstki gorącej plazmy krążą w nim z daleka od jego ścian. Ze względu na dużą wartość prędkości, jaką mają naładowane cząstki rozgrzanej plazmy, siła Lorentza w tokamaku musi być bardzo duża. To oznacza, że trzeba tam wytworzyć bardzo silne pole magnetyczne, którego wektor indukcji ma wartość około 4 T. Ile razy to pole jest większe od pola magnetycznego wytworzonego przez prąd w solenoidzie?

5.4. (3 pkt)

Oblicz odległość, z jakiej człowiek używający okularów z soczewkami o zdolności skupiającej $+2,5$ dioptrii widzi ostro tekst gazety bez zakładania okularów.



Zadanie 6. Argon (8 pkt)

Ciepło właściwe gazów nie jest wielkością zależną jedynie od rodzaju gazu, tak jak to jest w przypadku ciał stałych i cieczy, lecz zależy także od procesu, podczas którego ciepło jest wymieniane z otoczeniem. Stosunek ciepła właściwego gazu w procesie izobarycznym do ciepła właściwego tego samego gazu w procesie izochorycznym nazywamy współczynnikiem Poissona ($\kappa = c_p/c_v$).

W zamkniętym naczyniu o objętości 10^{-3} m^3 znajduje się argon pod ciśnieniem 10^5 Pa i w temperaturze 300 K . Masa molowa argonu wynosi $39,95 \text{ kg/mol}$, a jego współczynnik Poissona jest równy $1,65$.

6.1. (2 pkt)

Oblicz masę argonu.

