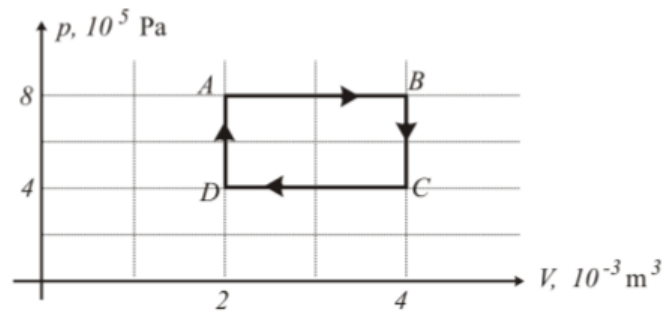


Termodynamika

Zadanie 3. Termodynamika i ciśnienie (11 pkt)

Na poniższym wykresie, w płaszczyźnie (p, V) , przedstawiono cykl przemian gazu doskonałego. Temperatura gazu w stanie A wynosi $T_A = 400$ K. Ciepło molowe przy ustalonej objętości wynosi dla tego gazu $c_V = \frac{3}{2}R$. Gaz „pracuje” w cylindrze z ruchomym tłokiem o powierzchni $S = 0,01$ m² nad źródłem ciepła, chłodnicą i przy udziale siły zewnętrznej.



Zadanie 3.1 (2 pkt)

Uzupełnij zdania wybierając prawidłową odpowiedź lub zapisując odpowiednie wyrażenie przy użyciu symboli: V, p, T, \propto

- a) Przemiany $A \rightarrow B$ oraz $C \rightarrow D$ mają tę własność, że podczas nich zachodzi proporcja wielkości:
.....
- b) Przemiany $B \rightarrow C$ oraz $D \rightarrow A$ mają tę własność, że podczas nich zachodzi proporcja wielkości:
.....
- c) W przemianach $A \rightarrow B$ oraz $D \rightarrow A$ ciepło jest (pobierane od/oddawane do) otoczenia.
- d) W przemianach $B \rightarrow C$ oraz $C \rightarrow D$ ciepło jest (pobierane od/oddawane do) otoczenia.

Zadanie 3.2 (2 pkt)

Oblicz pracę użyteczną otrzymaną w efekcie cyklu przemian $A \rightarrow B \rightarrow C \rightarrow D \rightarrow A$.

Zadanie 3.3 (3 pkt)

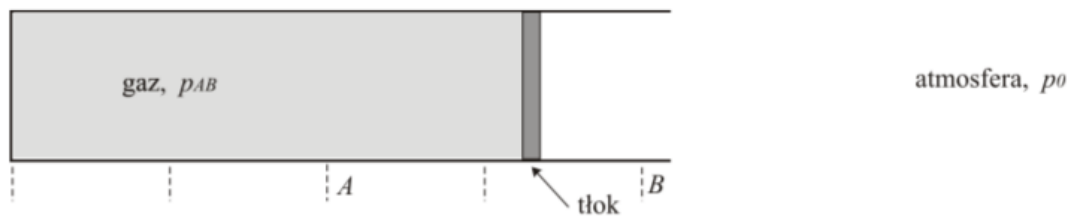
Oblicz Q_{AB} - ilość pobranego ciepła w przemianie $A \rightarrow B$.

Zadanie 3.4 (2 pkt)

Wiedząc, że całkowite ciepło pobrane łącznie w przemianach $A \rightarrow B$ i $D \rightarrow A$ wynosi $Q_{\text{pobrane}} = 5\,200\text{ J}$, zaś praca użyteczna w całym cyklu wynosi $W_u = 800\text{ J}$, oblicz całkowitą ilość oddanego ciepła łącznie w procesach $B \rightarrow C$ oraz $C \rightarrow D$. Oblicz sprawność całego cyklu.

Zadanie 3.5 (2 pkt)

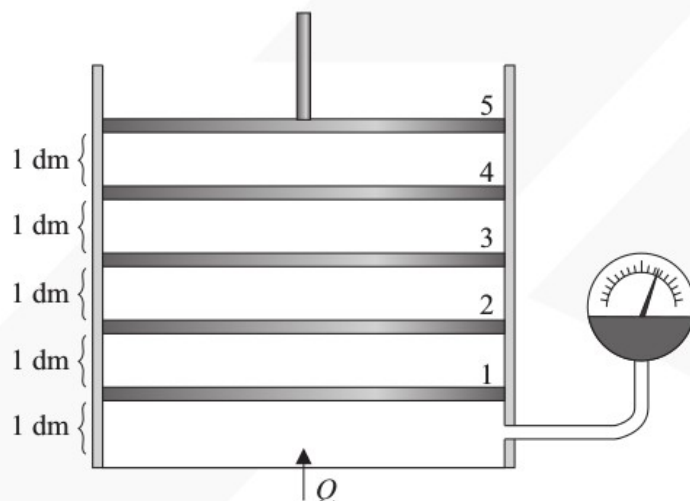
Ruch tłoka w przemianie $A \rightarrow B$ jest jednostajny. Na zewnątrz tłoka panuje ciśnienie atmosferyczne $p_0 = 10^5\text{ Pa}$. Na tłok działa siła zewnętrzna oraz siły parcia (siłę grawitacji pomijamy, np. tłok porusza się poziomo lub jego ciężar jest zanedbywalnie mały w porównaniu do sił parcia). **a)** Na zamieszczonym rysunku narysuj wszystkie 3 wektory sił, które działają na tłok. Konfiguracja narysowanych sił musi być zgodna z odpowiednią Zasadą Dynamiki. (Przy ocenianiu będę posługiwał się linijką.) **b)** Oblicz wartość siły zewnętrznej działającej na tłok. Zapisz, z jakich Zasad Dynamiki i wzorów na siłę korzystasz.



Zadanie 2. Przemiany gazu (10 pkt)

Metalowe naczynie z tłokiem mające kształt walca o podstawie 5 dm^2 zawiera $0,5$ mola gazu. Do naczynia dołączony jest manometr, który wskazuje ciśnienie. Ścianki boczne naczynia wykonano z bardzo dobrego izolatora, dno jest przewodnikiem ciepła.

W pierwszym doświadczeniu tłok ustawiano kolejno w pięciu jednakowo odległych pozycjach (1, 2, 3, 4, 5), których odległości są podane na rysunku. Gaz w naczyniu ogrzewano i po ustaleniu się równowagi (przy każdym położeniu tłoka) mierzono jego ciśnienie. Wyniki pomiarów zapisano w tabeli.



Położenie tłoka	1	2	3	4	5
p (10^5 Pa)	1,00	1,25	1,50	1,75	2,00
V (10^{-3} m^3)					
T (K)					

Zadanie 2.1 (3 pkt)



Uzupełnij tabelę

- wpisując do niej objętości gazu w poszczególnych jego stanach, tzn. w stanach odpowiadających kolejnym położeniom tłoka,
- wpisując obliczone temperatury gazu w tych stanach (temperatury oblicz z dokładnością do $0,5 \text{ K}$).

Gaz uznaj za doskonały i przyjmij, że stała gazowa ma wartość $R = 8,3 \frac{\text{J}}{\text{mol} \cdot \text{K}}$.

W układzie współrzędnych $p(V)$ zaznacz punktami poszczególne stany gazu.



Odpowiedz na pytanie: Ile razy energia wewnętrzna gazu w stanie 5 jest większa od jego energii wewnętrznej w stanie 1? Uzasadnij odpowiedź.

Następnie gaz doprowadzono do stanu początkowego (położenie tłoka 1) i wykonano drugie doświadczenie. Zwolniono tłok, aby mógł się swobodnie przesuwać. Ciśnienie atmosferyczne jest równe $1 \cdot 10^5$ Pa. Podgrzewano gaz aż do chwili, gdy tłok osiągnął położenie 5.

Oblicz temperaturę, którą ma gaz, gdy tłok znajduje się w położeniu 5. Linią ciągłą dorysuj na tym samym wykresie $p(V)$ odpowiedni odcinek, opisujący tę przemianę.

Pod koniec tego doświadczenia unieruchomiono tłok w pozycji 5 i dodatkowo podgrzano gaz, aby osiągnął temperaturę taką, jak w stanie 5 w pierwszym doświadczeniu. Zaznacz na wykresie $p(V)$ linią ciągłą odcinek, opisujący tę przemianę.

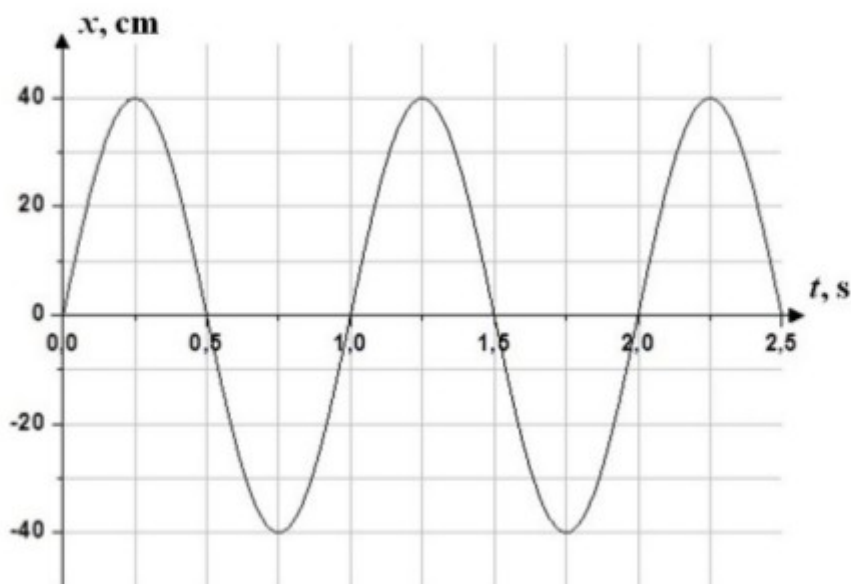
Ustal, czy energia wewnętrzna gazu w pierwszym i w drugim doświadczeniu zmieniła się o taką samą wartość; uzasadnij odpowiedź.

Z opisu drugiego doświadczenia wynika, że podczas jego przebiegu gaz podlegał kolejno dwóm przemianom szczególnym. Wykonaj odpowiednie obliczenia i odpowiedz na pytanie, w której z tych przemian gaz pobrał podczas ogrzewania więcej ciepła. Ciepło molowe gazu w stałej objętości jest równe $\frac{3}{2}R$.

Drgania

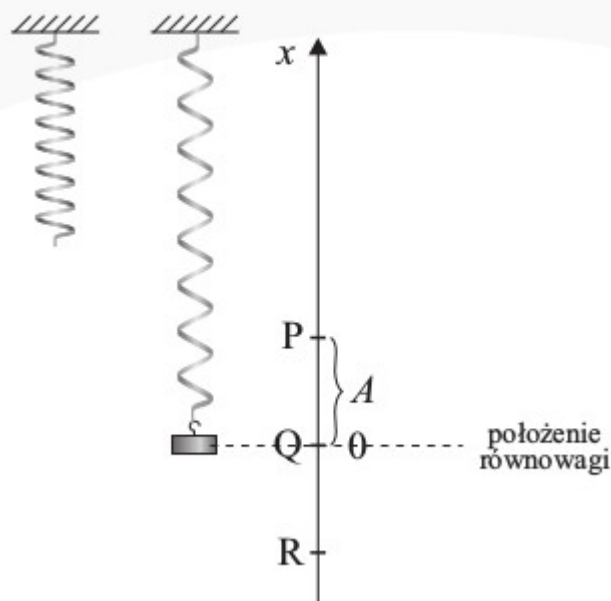
Zadanie 15. (0–2)

Na stoliku ustawiono mikrofon rejestrujący docierający do niego dźwięk. Nad mikrofonem zawieszono na statywie sprężynę, na której zamocowano głośnik wysyłający falę o częstotliwości 10 kHz. Sprężynę wprawiono w drgania pionowe. Poniżej na wykresie przedstawiono zależność położenia głośnika względem położenia równowagi. Dodatnia wartość x oznacza, że głośnik znajduje się powyżej położenia równowagi, a ujemna – że znajduje się on poniżej.

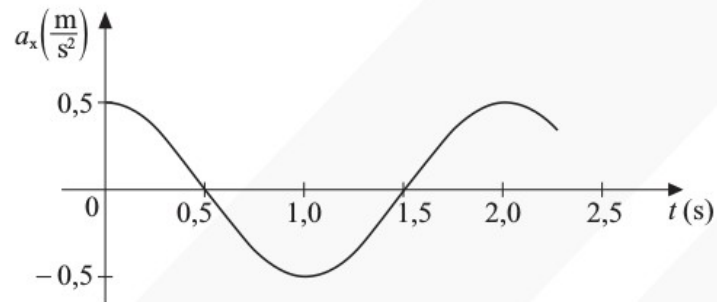


Na osi t przedstawionego wykresu zaznacz literą D jeden z punktów odpowiadających chwili, w której rejestrowana jest maksymalna częstotliwość, literą M – w której jest ona minimalna, a literą I – w której jest identyczna z wysyłaną przez głośnik. Uzasadnij wybrane położenia tych symboli.

Zadanie 3. Odważnik na sprężynie (10 pkt)



Zawieszenie odważnika na bardzo lekkiej sprężynie spowodowało jej wydłużenie o 10 cm. Odważnik wychylony z położenia równowagi wykonywał drgania harmoniczne o amplitudzie A . Zależność współrzędnej jego przyspieszenia a_x od czasu przedstawiono na wykresie.



Zadanie 3.1 (1 pkt)

Odczytaj z wykresu okres drgań odważnika

Ustal, w którym punkcie (P, Q, R) znajdował się odważnik w chwili, w której zaczęto mierzyć czas ($t_0 = 0$). Uzasadnij odpowiedź.

Oblicz amplitudę drgań odważnika.

Wykaż, że w przypadku, gdy odważnik wykonuje drgania o amplitudzie $A = 5$ cm, to w punkcie P sprężyna działa na odważnik siłą zwróconą w górę.

Podaj nazwy i źródła sił, których wypadkowa nadaje odważnikowi (w tym przypadku) przyspieszenie opisane wykresem.

Podaj nazwy i źródła sił, których wypadkowa nadaje odważnikowi (w tym przypadku) przyspieszenie opisane wykresem.

Podaj zwrot siły wypadkowej w punkcie P.