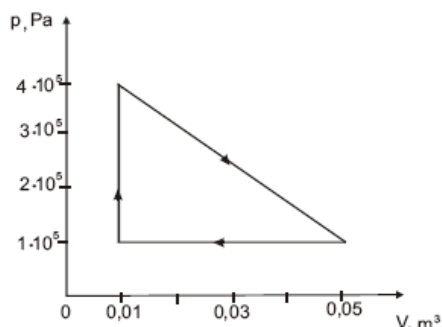


9. Termodynamika – zadania z arkusza I

9.1

Zadanie 6. (1 pkt)

Na rysunku w układzie współrzędnych $p(V)$ przedstawiono cykl pracy silnika cieplnego.



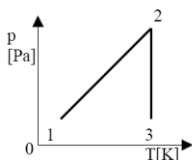
Silnik ten podczas jednego cyklu pobiera ze źródła 16 kJ ciepła. Sprawność tego silnika wynosi:

- A. 25%;
- B. 37,5%;
- C. 50%;
- D. 62,5%.

9.2

Zadanie 3. (1 pkt)

Wykres przedstawia zależność ciśnienia gazu doskonałego od temperatury bezwzględnej. Na wykresie przedstawiono przemiany:



- A. 1-2 izotermiczna i 2-3 izobaryczna,
- B. 1-2 izochoryczna i 2-3 izotermiczna,
- C. 1-2 izobaryczna i 2-3 izotermiczna,
- D. 1-2 izochoryczna i 2-3 izobaryczna.

9.3

Zadanie 4. (1 pkt)

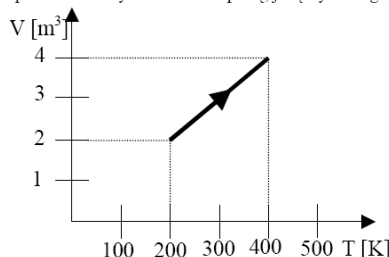
Silnik cieplny, który pobrał dwa razy więcej energii cieplnej niż oddał do chłodnicy, ma sprawność:

- A. 25%,
- B. 50%,
- C. 60%,
- D. 75%.

9.4

Zadanie 14. (3 pkt)

Zależność objętości od temperatury bezwzględnej w przemianie izobarycznej gazu doskonałego pokazano na wykresie. Oblicz pracę, jaką wykonał gaz w ilości 100 moli w tej przemianie.



9.5

Zadanie 18. (3 pkt)

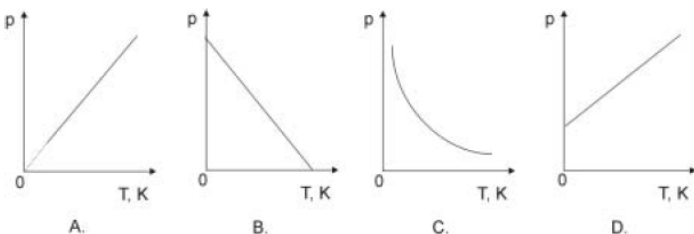
Aby zagotować (doprowadzić do temperatury 100°C) 2 kg wody o temperaturze początkowej 20°C użyto grzałki elektrycznej o efektywnym oporze pracy 35 Ω. Po 5 min zasilania grzałki ze źródła prądu przemiennego woda zaczęła wrzeć. Oblicz wartość skuteczną natężenia prądu płynącego przez grzałkę. Sprawność procesu podgrzewania wynosi 75 %. Wartość ciepła właściwego wody

$$c_w = 4200 \frac{\text{J}}{\text{kg} \cdot \text{K}}.$$

9.6

Zadanie 8. (1 pkt)

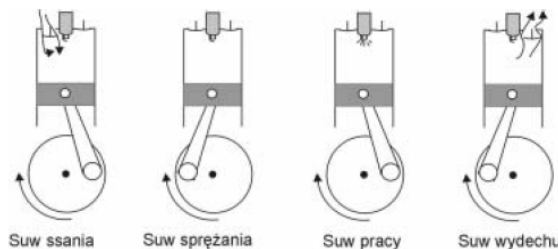
Gaz doskonały poddano przemianie, podczas której jego objętość i masa pozostawały stałe. Wskaż, który z wykresów prawidłowo przedstawia zależność zmian ciśnienia od temperatury podczas przemiany.



9.7

Zadanie 17. (2 pkt)

Na rysunku przedstawiony jest model budowy silnika czterosurowego w poszczególnych etapach jego działania.



W tabeli, na następnej stronie, wypisano rodzaj zmiany ciśnienia i objętości gazu w cylindrze silnika dla poszczególnych suwów. Uzupełnij w tabeli brakujące słowa (nie zmienia się, rośnie, maleje) określające zmianę parametrów gazu.

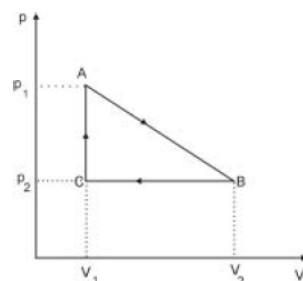
SUW	CIŚNIENIE	OBJĘTOŚĆ
Ssanie		rośnie
Sprężanie	rośnie	
Praca		rośnie
Wydech	nie zmienia się	

9.8

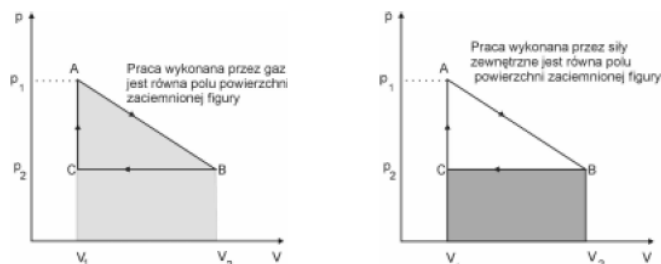
Zadanie 19. (3 pkt)

Przeczytaj poniżej zamieszczony tekst.

Na rysunku zaprezentowano cykl pracy pewnego silnika cieplnego.

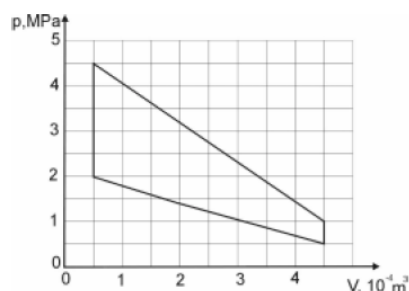


Wyciecenie sprawności takiego silnika wiąże się z wcześniejszym obliczeniem pracy użytecznej wykonanej przez gaz w czasie jednego cyklu przy wykorzystaniu wykresu zależności $p(V)$. Wykonana praca nad gazem lub przez gaz jest równa polu powierzchni figur zakreślonych na rysunkach.



Praca użyteczna jest równa różnicy pracy wykonanej przez gaz i pracy wykonanej przez siły zewnętrzne.

Wykorzystaj zamieszczone powyżej informacje i oblicz pracę użyteczną wykonaną przez gaz w czasie jednego cyklu oraz sprawność silnika spalinowego, którego uproszczony cykl pracy przedstawiono na wykresie.



Podczas jednego cyklu pracy silnik pobiera 1200 J ciepła.

9.9

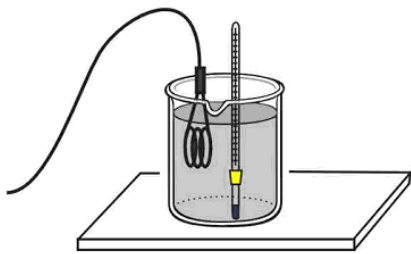
Zadanie 16. Silnik (3 pkt)

Silnik cieplny, wykonując pracę 2,5 kJ, przekazał do chłodnicy 7,5 kJ ciepła. Oblicz sprawność tego silnika.

9.10

Zadanie 21. (2 pkt)

Do wody znajdującej się w zlewce włożono grzałkę elektryczną i termometr (rys.).



Po kilku minutach od momentu podłączenia grzałki do źródła prądu elektrycznego woda w warstwie powierzchniowej zaczęła wrzeć, gdy w tym samym momencie termometr mierzący temperaturę wody przy dnie zlewki wskazywał jedynie 30°C. Wyjaśnij, dlaczego występuje tak duża różnica temperatur.

9.11

Zadanie 26. (2 pkt)

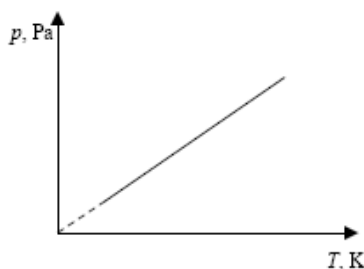
Celem uczniów było doświadczalne sprawdzenie, który z metali: żelazo czy aluminium jest lepszym przewodnikiem ciepła. Uczniowie dysponowali następującymi przyrządami: prętami o jednakowym przekroju i długości z aluminium i żelaza, do których przylepiono za pomocą parafiny spinacze biurowe w jednakowych odległościach. Mieli również do dyspozycji palnik gazowy, statyw, zapalki oraz stoper. Zapisz w punktach czynności wykonywane przez uczniów podczas doświadczenia.

9.12

Zadanie 5. (1 pkt)

Wykres przedstawia przemianę gazu doskonałego. Jest to przemiana

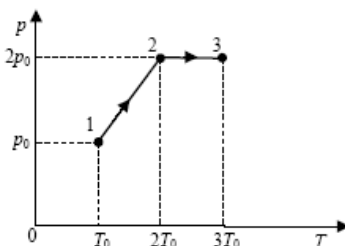
- A. izotermiczna.
- B. izochoryczna.
- C. izobaryczna.
- D. adiabatyczna.



9.13

Zadanie 15. Gaz (2 pkt)

Wykres przedstawia zależność ciśnienia od temperatury stałej masy gazu doskonałego. Objętość tego gazu w stanie (1.) wynosi V_0 . Oblicz, ile wynosi objętość V_3 w stanie (3.).



9.14

Zadanie 16. Pocisk (4 pkt)

Stalowy pocisk, lecący z prędkością o wartości 300 m/s wbił się w hałdę piasku i ugrzązł w niej.

16.1 (3 pkt)

Oblicz maksymalny przyrost temperatury pocisku, jaki wystąpi w sytuacji opisanej w zadaniu przyjmując, że połowa energii kinetycznej pocisku została zamieniona na przyrost energii wewnętrznej pocisku. Ciepło właściwe żelaza wynosi 450 J/(kg·K).

16.2 (1 pkt)

Wyjaśnij krótko, na co została zużyta reszta energii kinetycznej pocisku.

9.15

Zadanie 20. Zbiornik z azotem (3 pkt)

Stalowy zbiornik zawiera azot pod ciśnieniem 1200 kPa. Temperatura gazu wynosi 27°C. Zbiornik zabezpieczony jest zaworem bezpieczeństwa, który otwiera się gdy ciśnienie gazu przekroczy 1500 kPa. Zbiornik wystawiono na działanie promieni słonecznych, w wyniku czego temperatura gazu wzrosła do 77°C. Podaj, czy w opisanej sytuacji nastąpi otwarcie zaworu. Odpowiedź uzasadnij, wykonując niezbędne obliczenia. Przyjmij, że objętość zbiornika mimo ogrzania nie ulega zmianie.

9.16

Zadanie 4. (1 pkt)

Temperatura chłodnicy idealnego silnika cieplnego stanowi 2/5 temperatury źródła ciepła. Sprawność tego silnika jest równa

- A) 20%
- B) 40%
- C) 60%
- D) 80%

9.17

Zadanie 21. Silnik (2 pkt)

Silnik cieplny, pracujący w cyklu Carnota oddaje do chłodnicy $\frac{3}{5}$ pobranej energii cieplnej.

Oblicz sprawność tego silnika.

9.18

Zadanie 8. (1 pkt)

Energia cieplna dociera ze Słońca na Księżyc dzięki

- A) tylko konwekcji.
- B) tylko promieniowaniu.
- C) konwekcji i promieniowaniu.
- D) przewodnictwu i promieniowaniu.

9.19

Zadanie 14. Zbiornik z gazem (4 pkt)

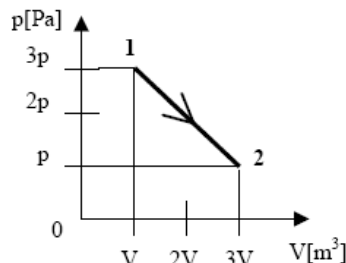
Stalowy zbiornik o objętości 0,2 m³ zawiera azot pod ciśnieniem 0,5 MPa i temperaturze 0°C. Zbiornik zabezpieczony jest zaworem bezpieczeństwa otwierającym się wtedy, gdy ciśnienie gazu osiągnie wartość 0,6 MPa. Masa molowa azotu jest równa 28 g/mol.

- a) Oblicz masę azotu znajdującego się w zbiorniku. (2 pkt)
- b) Zbiornik z gazem pozostawiono w nasłonecznionym miejscu. Oblicz, przy jakiej temperaturze gazu nastąpi otwarcie zaworu bezpieczeństwa. Załóż, że objętość zbiornika nie ulega zmianie. (2 pkt)

9.20

Zadanie 6. (1 pkt)

Gaz doskonały przechodząc ze stanu 1 do stanu 2 wykonał pracę równą:



- A) pV .
- B) $3pV$.
- C) $4pV$.
- D) $6pV$.

9.21

Zadanie 6. (1 pkt)

W idealnym silniku cieplnym wzrasta temperatura chłodnicy przy niezmienniej temperaturze źródła ciepła. Sprawność takiego silnika

- A. nie zmienia się, ponieważ nie zmienia się wartość ciepła pobieranego przez silnik z źródła ciepła.
- B. najpierw maleje, a gdy temperatura chłodnicy zrówna się z temperaturą źródła ciepła to wzrasta do jedności.
- C. wzrasta wraz ze wzrostem temperatury chłodnicy i osiąga maksymalną wartość gdy temperatury: źródła ciepła i chłodnicy są sobie równe.
- D. maleje i osiąga wartość minimalną, gdy temperatura chłodnicy zrówna się z temperaturą źródła ciepła.

9.22

Zadanie 5. (1 pkt)

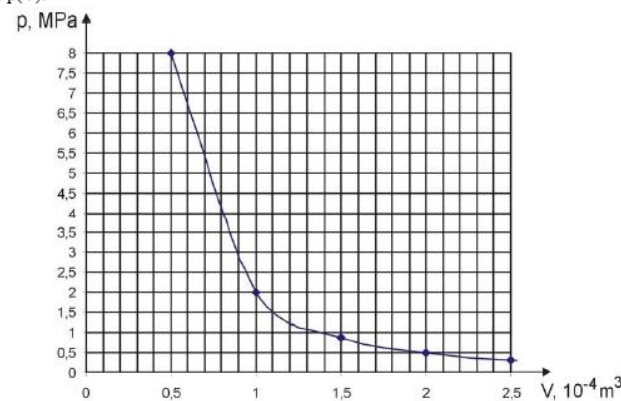
Mamy dwa zbiorniki z gazem. W zbiorniku A znajduje się 2 kg gazu w temperaturze T , a w zbiorniku B 1 kg takiego samego gazu w temperaturze $2T$. Który z wniosków przedstawionych poniżej jest prawdziwy?

- A. Energia wewnętrzna gazu w obu zbiornikach jest jednakowa, a w zbiorniku B cząsteczki poruszają się średnio dwa razy szybciej.
- B. Energia wewnętrzna gazu w obu zbiornikach jest jednakowa, a w zbiorniku B cząsteczki mają dwa razy większą średnią energię kinetyczną.
- C. W zbiorniku A energia wewnętrzna jest większa niż w B, a średnia energia cząsteczek w zbiorniku B jest mniejsza niż cząsteczek w zbiorniku A.
- D. W zbiorniku A energia wewnętrzna jest mniejsza niż w B, a średnia energia cząsteczek w zbiorniku B jest większa niż w zbiorniku A.

9.23

Zadanie 17. (2 pkt)

W zamkniętym cylindrze sprężano gaz doskonały. Proces tego sprężania przedstawiono na wykresie $p(V)$.



Czy gaz sprężano izotermicznie? Uzasadnij odpowiedź.

9.24

Zadanie 15. (3 pkt)

Objętość gazu zmniejszyła się o 0,02 m³ przy stałym ciśnieniu o wartości 150 kPa. Ile ciepła gaz wymienił z otoczeniem, jeśli energia wewnętrzna tego gazu znalazła przy tej operacji o 3000 J?

9.25

Zadanie 8. (1 pkt)

W trakcie zderzenia dwa samochody uległy częściowemu zniszczeniu. Oznacza to, że

- energia kinetyczna pojazdów po zderzeniu jest mniejsza niż przed zderzeniem, bo energia wewnętrzna samochodów zmalała.
- energia kinetyczna pojazdów jest mniejsza niż przed zderzeniem, a energia wewnętrzna samochodów wzrosła.
- energia kinetyczna pojazdów jest większa niż przed zderzeniem, bo energia wewnętrzna samochodów wzrosła.
- energia kinetyczna pojazdów jest większa niż przed zderzeniem, a energia wewnętrzna samochodów zmalała.

9.26

Zadanie 3. (1 pkt)

Powietrze w oponie wystawionej na działanie promieni słonecznych ulega nagrzaniu. Przyjmując, że objętość opony nie ulega zmianie możemy powiedzieć, że energia wewnętrzna powietrza w oponie

- wzrosła, bo powietrze wykonało pracę.
- zmalała, a powietrze nie wykonało pracy.
- wzrosła, a powietrze nie wykonało pracy.
- zmalała, bo powietrze wykonało pracę.

9.27

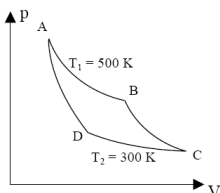
Zadanie 16. (3 pkt)

Wykres przedstawia cykl termodynamiczny teoretycznego silnika Carnota.

a) Nazwij przemiany, jakim ulega substancja robocza w tym silniku. Napisz, czy jest to sprężanie czy rozprężanie.

.....
.....
.....

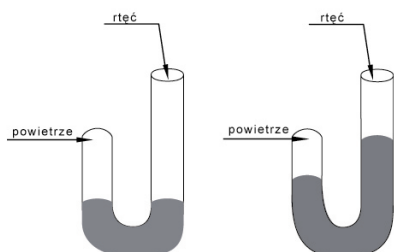
b) Oblicz sprawność tego cyklu.



9.28

Zadanie 19. Doświadczenie Boyle'a (4 pkt)

W 1662 roku Boyle przeprowadził doświadczenie, do którego użył rurki w kształcie litery J. Krótszy koniec rurki był zamknięty. Przez otwór w dłuższym końcu Boyle dolał rtęci i mierzył – w stałej temperaturze – objętość słupa powietrza V oraz jego ciśnienie p (patrz rysunek). Ciśnienie atmosferyczne b w tym dniu wynosiło 29 jednostek umownych.



W poniższej tabeli zebrane są wyniki pomiarów w jednostkach umownych, zaokrąglone do liczb całkowitych.

V	48	44	40	36	32	28	24	20	16	14
p	0	3	6	10	15	21	30	41	59	71
p + b										

a) Zrób wykres zależności ciśnienia od objętości powietrza zawartego w krótszym ramieniu rurki.

b) Podaj związek pomiędzy tymi wielkościami.

9.29

Zadanie 7. (1 pkt)

Energia cieplna dociera ze Słońca do satelity geostacjonarnego krążącego po orbicie dzięki

- tylko konwekcji.
- tylko promieniowaniu.
- konwekcji i promieniowaniu.
- przewodnictwu i promieniowaniu.

9.30

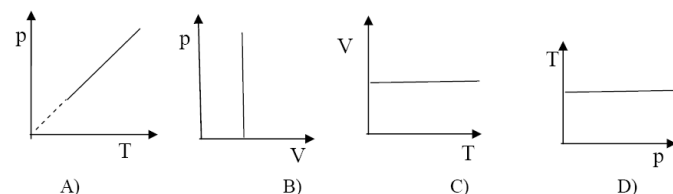
Zadanie 15. Butla z gazem (2 pkt)

Butla zawiera gaz pod ciśnieniem 0,5 MPa w temperaturze 20°C. Butla zabezpieczona jest zaworem bezpieczeństwa otwierającym się, gdy ciśnienie gazu osiągnie wartość 0,6 MPa. Butlę z gazem pozostawiono w nasłonecznionym miejscu. Oblicz, przy jakiej temperaturze nastąpi otwarcie zaworu bezpieczeństwa. Przyjmij, że objętość butli nie ulega zmianie.

9.31

Zadanie 9. (1 punkt)

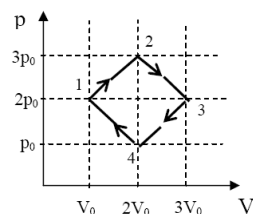
Z przedstawionych poniżej wykresów, na których p oznacza ciśnienie, T – temperaturę, a V objętość) przemiany izochorycznej gazu doskonałego nie przedstawia wykres:



9.32

Zadanie 11. Gaz doskonały (4 punkty)

Jednoatomowy gaz doskonały ($C_V = \frac{3}{2}R$) podlega cyklowi przemian.



Opisz, jak zmienia się energia wewnętrzna gazu podczas kolejnych przemian.

9.33

Zadanie 18. Ogrzewanie gazu (3 punkty)

Uzasadnij stwierdzenie, że do ogrzania dwóch jednakowych mas gazu doskonałego o ΔT , potrzeba więcej energii w procesie izobarycznym niż w procesie izochorycznym.

9.34

Zadanie 3. (1 pkt)

Jeżeli założymy, że podczas powolnego zmniejszania objętości gazu jego temperatura pozostaje stała, to na pewno

- praca wykonana nad gazem jest równa zeru.
- praca wykonana nad gazem jest równa ciepłu oddanemu przez gaz.
- ciepło pobrane przez gaz jest równe pracy wykonanej przez gaz.
- ciepło oddane przez gaz jest równe zeru.

9.35

Zadanie 4. (1 pkt)

Silnik cieplny oddaje do chłodnicy 4 razy więcej ciepła niż zamienia na pracę. Sprawność silnika jest równa

- 1/5.
- 1/4.
- 1/3.
- 1/2.

9.36

Zadanie 5. (1 pkt)

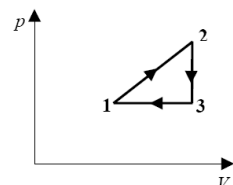
W zewnętrznej warstwie Słońca o grubości około 100 000 km materia o wyższej temperaturze unosi się ku powierzchni gdzie oddaje część energii do otoczenia i po oziębieniu spływa do wnętrza Słońca. Zjawisko to nazywamy

- promieniowaniem cieplnym.
- przewodnictwem cieplnym.
- konwekcją.
- protuberancją.

9.37

Zadanie 16. Przemiany gazu (2 pkt)

Gaz ulega przemianom (na wykresie zaznaczonym, jako 1 – 2, 2 – 3, 3 – 1), w których zmieniają się ciśnienie, objętość i temperatura gazu.



16.1. (1 pkt)

Zapisz, w której z tych przemian jednoczesnej zmianie ulegają: ciśnienie, objętość i temperatura gazu.

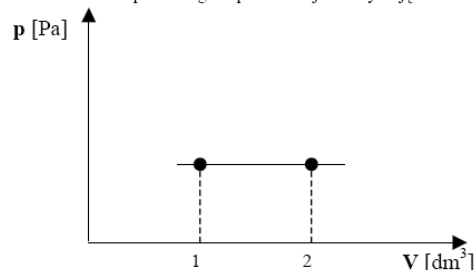
16.2. (1 pkt)

Zapisz, w którym z punktów (na wykresie zaznaczonych, jako punkt 1, 2 lub 3) temperatura gazu jest najwyższa.

9.38

Zadanie 8. (1 pkt)

Wykres przedstawia zależność ciśnienia gazu doskonałego w cylindrze, gdy jego objętość wzrosła z 1 dm³ do 2 dm³. Temperatura gazu podczas tej zmiany objętości :



- była stała,
- wzrosła dwukrotnie,
- zmalała dwukrotnie,
- zmalała trzykrotnie.

9.39

Zadanie 20. (3 pkt)

Z dna rzeki o głębokości 3 metry, zaczyna wypływać na powierzchnię wody pęcherzyk metanu. Wyznacz całkowite ciśnienie na tej głębokości. Zakładając, że podczas wypływania temperatura gazu nie zmienia się, oblicz, ile razy zwiększyła się objętość pęcherzyka. Ciśnienie atmosferyczne wynosi 10⁵ Pa, gęstość wody $\rho = 10^3$ kg/m³.

9.40

Zadanie 21. (2 pkt)

W silniku samochodowym spalana jest benzyna, a ciepło powstałe w wyniku spalania zamieniane jest na pracę mechaniczną. Silnik wykonał pracę 10⁸ J. Oblicz, ile benzyny musiał spalić. Ciepło spalania benzyny wynosi 4,0 · 10⁷ J/kg, a sprawność silnika wynosi 25%.

9.41

Zadanie 2 (1 pkt)

Tlen zamknięty w butli stalowej ma temperaturę 15°C . Aby ciśnienie wewnątrz butli wzrosło dwukrotnie należy go podgrzać do temperatury:

- 57°C ,
- 303°C ,
- 288°C ,
- 30°C .

9.42

PLETWONUREK

Pletwonurek pływający w jeziorze na głębokości 50 m wydycha powietrze, które tworzy bańkę o objętości 25 cm^3 . Temperatura wody na głębokości 50 m wynosi 4°C , a na powierzchni 20°C . Bańka powietrza unosi się do góry tak wolno, że powietrze w każdej chwili ma temperaturę wody. Ciśnienie atmosferyczne wynosi 10^5 Pa . Gęstość wody ma wartość 10^3 kg/m^3 .

Zadanie 13 (4 pkt.)

Oblicz liczbę moli powietrza znajdującego się w bańce powietrza.

Zadanie 14 (4 pkt.)

Oblicz objętość bańki powietrza tuż pod powierzchnią wody.

9.43

Zadanie 9 (1 pkt)

W zamkniętej stalowej butli znajduje się tlen o temperaturze 27°C . Aby dwukrotnie zwiększyć jego energię wewnętrzną, należy go ogrzać do temperatury:

- 427°C ,
- 327°C ,
- 300°C ,
- 54°C .

9.44

Bojler elektryczny (elektryczny ogrzewacz wody) (dotyczy zadań 19, 20, 21)

Bojler elektryczny o pojemności 120 litrów ma wbudowaną grzałkę o mocy 4 kW, która jest zasilana ze źródła o napięciu 220 V. Po włączeniu bojlera do sieci, woda o temperaturze początkowej 20°C ogrzewa się do temperatury 85°C w ciągu 3 godzin, po czym grzałka wyłącza się. Ponowne samoczynne włączenie grzałki następuje gdy temperatura wody w bojlerze obniży się do 55°C . Producent bojlera podaje, że po wyłączeniu zasilania temperatura wody maleje jednostajnie do 30°C w czasie 8 godzin. Przyjmij, że wzrost temperatury podczas ogrzewania wody jest też jednostajny. Do kąpieli pobiera się jednorazowo z bojlera 60 l wody o temperaturze 85°C . Ciepło właściwe wody $4200\frac{\text{J}}{\text{kg}\cdot\text{K}}$.

Zadanie 19 (2 pkt.)

Oblicz opór elektryczny grzałki zainstalowanej w bojlerze.

Zadanie 20 (2 pkt.)

Oblicz koszt tygodniowego zużycia energii elektrycznej przez bojler, przyjmując, że w tym czasie każdy członek trzyosobowej rodziny kąpie się codziennie jeden raz, a jednorazowa kąpiel pochłania 6 kWh energii elektrycznej. Jedna kWh energii elektrycznej kosztuje 38 groszy.

Zadanie 21 (5 pkt.)

Naszkicuj wykres ilustrujący zależności temperatury wody od czasu dla przedziału 12 godzin, uwzględniający cykl nagrzewania wody od temperatury 20°C do 85°C . Załóż, że przez 12 godzin nikt nie pobierał ciepłej wody z bojlera, a bojler był połączony ze źródłem napięcia.

9.45

Nieprawda jest, że sprawność cieplnego silnika teoretycznego:

- jest tym większa im mniej ciepła pobiera silnik w czasie jednego cyklu;
- zależy wprost proporcjonalnie od pracy użytecznej wykonanej przez gaz;
- dąży do 1 gdy $T_1 \gg T_2$ gdzie T_1 -temperatura źródła ciepła, T_2 -temperatura chłodnicy;
- maleje wraz z obniżaniem się temperatury chłodnicy.

9.46

Zadanie 4 (1 pkt)

Pracująca lodówka została umieszczona w zamkniętym, izolowanym cieplnie pomieszczeniu. Prąd zasilający lodówkę doprowadzany jest spoza pomieszczenia. Następnie drzwi lodówki otwarto. Które ze stwierdzeń opisuje najlepiej to, co stanie się później?

- temperatura w pomieszczeniu spadnie;
- temperatura w pomieszczeniu wzrośnie;
- temperatura w pomieszczeniu pozostanie stała;
- temperatura w pomieszczeniu najpierw spadnie, a następnie wzrośnie.

9.47

Zadanie 5 (1 pkt)

Po zaparkowaniu samochodu w miejscu, gdzie docierają promienie słoneczne, stwierdzono wzrost ciśnienia w jego oponach. Stało się tak, ponieważ:

- objętość zajmowana przez cząsteczki gazów tworzących powietrze w oponach wzrosła;
- siła wywierana przez cząsteczki gazów tworzących powietrze w oponach działała na mniejszą powierzchnię;
- energia kinetyczna cząsteczek gazów tworzących powietrze w oponach wzrosła;
- średnia odległość pomiędzy cząsteczkami gazów tworzących powietrze w oponach wzrosła.

9.48

7. W dwóch jednakowych butlach znajdują się równe masy wodoru oraz tlenu o tej samej temperaturze. Ciśnienie w butli zawierającej tlen jest równe 10^5 Pa . Na podstawie tych informacji można wnioskować, że ciśnienie w butli zawierającej wodór wynosi:

- A) $2\cdot 10^5\text{ Pa}$ B) $6\cdot 10^5\text{ Pa}$ C) $16\cdot 10^5\text{ Pa}$ D) $32\cdot 10^5\text{ Pa}$

A	B	☒	D
---	---	-------------------------------------	---

9.49

6. Przy dnie napelnionego wodą i szczelnie zamkniętego słoja pozostały dwa niewielkie pęcherzyki powietrza (patrz rys.). W pewnej chwili jeden z nich odrywa się od dna i unosi w górę. W wyniku tego:

- wzrosną objętości obu pęcherzyków,
- zmaleją objętości obu pęcherzyków,
- zmaleje objętość pęcherzyka przy dnie, a wzrośnie objętość tego, który unosił się w górę.
- wzrośnie objętość pęcherzyka przy dnie, a zmaleje objętość tego, który unosił się w górę.

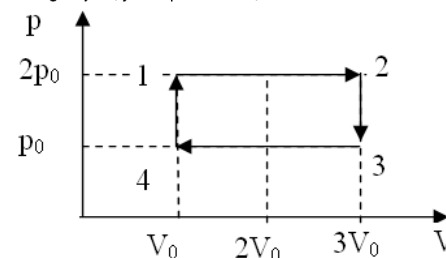
A	B	☒	D
---	---	-------------------------------------	---



9.50

Zadanie 8.

Wykres przedstawia cykl przemian gazu doskonałego. Oblicz pracę wykonaną w czasie takiego cyklu, jeżeli $p_0 = 10^5\text{ Pa}$, a $V_0 = 1\text{ m}^3$?



9.51

Zadanie 9. (1 pkt)

Sprawność silnika cieplnego wynosi 20%. W ciągu 1 godziny silnik oddaje do chłodnicy 20 kJ energii. W tym czasie pobiera on z grzejnika energię cieplną o wartości

- 25 kJ.
- 40 kJ.
- 50 kJ.
- 100 kJ.

9.52

19. Gaz (2 pkt)

W cylindrze o objętości 15 dm^3 znajduje się wodór. Ciśnienie wodoru jest równe $1013,82\text{ hPa}$, a jego temperatura wynosi 27°C .

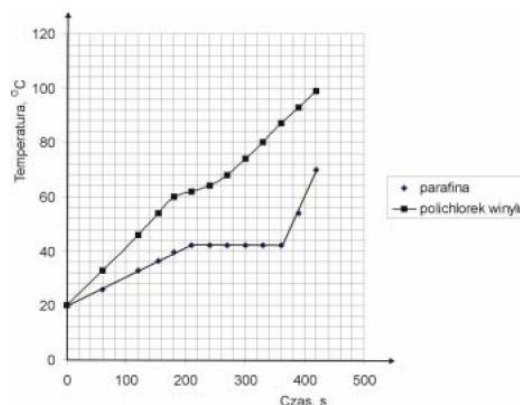
Oblicz liczbę moli wodoru znajdujących się w cylindrze.

Termodynamika – zadania z arkusza II

9.53

Zadanie 30. Ogrzewanie (6 pkt)

Podczas lekcji fizyki uczniowie sprawdzali, jak zachowują się podczas ogrzewania rozdrobione substancje: parafina i polichlorek winylu. Na płycie grzejnej jednocześnie podgrzewali w zlewkach te same masy badanych substancji i mierzyli podczas ogrzewania ich temperaturę. Otrzymane wyniki uczniowie przedstawili na wykresie.



30.1 (2 pkt)

Przeanalizuj powyżej zamieszczony wykres. Zapisz, jak zachowywały się substancje podczas ogrzewania? Jaki wniosek związany z budową badanych ciał mogli uczniowie zapisać po analizie wykresu? Uzasadnij swoją odpowiedź.

30.2 (2 pkt)

Można by sądzić, że zgodnie z pierwszą zasadą termodynamiki ogrzewane ciała zwiększają swoją energię wewnętrzną, co objawia się wzrostem ich temperatury. Zapisz, czy niezmienną temperaturę w przedziale od 210 do 360 sekund dla parafiny świadczy o stałej wartości energii wewnętrznej tej substancji mimo dostarczania ciepła? Wyjaśnij ten problem.

30.3 (2 pkt)

Podczas wykonywania doświadczenia ciepło dostarczane było obu substancjom równomiernie i z taką samą szybkością. Nauczyciel podał wartość ciepła właściwego zestalonej parafiny ($c_w = 2100 \frac{\text{J}}{\text{kg} \cdot ^\circ\text{C}}$) i polecił uczniom, aby na podstawie wyników doświadczenia obliczyli wartość ciepła właściwego polichlorku winylu w temperaturach bliskich pokojowej.

Maciek stwierdził, że obliczenie wartości ciepła właściwego polichlorku winylu jest niemożliwe, bo nie jest znane ciepło pobrane przez polichlorek. Jacek określił wartość ciepła właściwego polichlorku winylu na równą $1050 \frac{\text{J}}{\text{kg} \cdot ^\circ\text{C}}$. W uzasadnieniu zapisał,

że z wykresu można odczytać, iż stosunek ciepła właściwego parafiny do ciepła właściwego polichlorku winylu wynosi 2. Zapisz, który z uczniów miał rację? Uzasadnij odpowiedź.

9.54

Zadanie 31. Syriusz (14 pkt)

Zimą najjaśniejszą gwiazdą naszego nocnego nieba jest Syriusz. Pod tą nazwą kryje się układ dwóch gwiazd poruszających się wokół wspólnego środka masy. Syriusz A jest gwiazdą ciągu głównego, a Syriusz B jest białym karłem i nie można go zobaczyć gołym okiem.

31.1 (2 pkt)

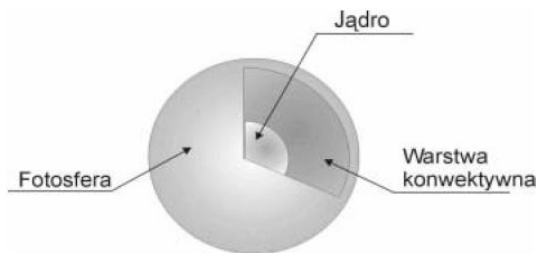
Na podstawie tekstu i własnej wiedzy wymień dwie charakterystyczne cechy białych karłów.

31.2 (3 pkt)

Średnia gęstość Syriusza B wynosi $2,4 \cdot 10^9 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$, a jego promień $5,9 \cdot 10^6 \text{ m}$. Oblicz wartość przyspieszenia grawitacyjnego na powierzchni Syriusza B, pomijając wpływ Syriusza A.

31.3 (2 pkt)

Na rysunku przedstawiono budowę wnętrza Syriusza A.



Energia zawarta w jądrze gwiazdy transportowana jest na powierzchnię przez warstwę konwektywną, a z powierzchni fotosfery wypromieniowana w przestrzeń kosmiczną. Zapisz, czym różni się transport energii w wyniku konwekcji od transportu poprzez promieniowanie.

31.4 (3 pkt)

Głównym źródłem energii Syriusza A są reakcje termojądrowe polegające na zamianie wodoru w hel za pośrednictwem węgla i tlenu (tzw. cykl CNO).

- a. Uzupełnij równanie reakcji będącej częścią cyklu CNO.

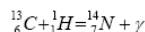


- b. Poniżej zamieszczono równania dwóch przemian jądrowych cyklu CNO. Obok równań reakcji zapisz nazwę tego typu procesu jądrowego.



31.5 (4 pkt)

W zachodzącym w jądrze Syriusza A cyklu CNO najwięcej energii wydzielą się podczas reakcji zamiany węgla na azot.



Oblicz, ile jąder węgla w Syriuszu A musiało ulec tego typu reakcji, by wytworzona energia mogła w normalnych warunkach stopić 1 g lodu. Ciepło topnienia lodu wynosi $3,34 \cdot 10^5 \text{ J/kg}$. Masy jąder wodoru, węgla i azotu mają wartości odpowiednio równe: $m_{\text{H}} = 1,673 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$, $m_{\text{C}} = 12,011 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$, $m_{\text{N}} = 14,003 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$

9.55

Zadanie 25. Słoik (11 pkt)

Podczas przygotowywania konfitur słoiki wstawia się do naczynia z wrzącą wodą, gdzie osiągają temperaturę $T_w = 100^\circ\text{C}$. Następnie zamyka się szczelnie pokrywke słoika (pozostawiając wewnątrz słoika trochę powietrza) i wyciąga słoik z wody do ostygnięcia. W dalszych rozważaniach przyjmij, że w opisanych warunkach powietrze zamknięte w słoiku możemy traktować jak gaz doskonały. Pomiń wpływ ciśnienia pary wodnej na ciśnienie wewnątrz słoika oraz nie uwzględniaj zmian objętości słoika i konfitur. Przyjmij ciśnienie atmosferyczne za równe $p_0 = 1013 \text{ hPa}$.

25.1 (1 pkt)

Zapisz, jakiej przemianie gazowej ulega powietrze zamknięte w słoiku w trakcie stygnięcia, zakładając, że pokrywka nie ulega wygięciu.

25.2 (2 pkt)

Wykaż, że ciśnienie powietrza wewnątrz słoika po jego ostygnięciu do temperatury otoczenia równej $T_0 = 20^\circ\text{C}$ wynosi około 795 hPa.

25.3 (2 pkt)

Oblicz, z jaką siłą po ostygnięciu słoika (nie bierz pod uwagę siły wynikającej z dokręcenia pokrywki) pokrywka jest dociskana do słoika, jeśli jej średnica jest równa $d = 8 \text{ cm}$.

25.4 (3 pkt)

Podczas morskiej wycieczki częściowo opróżniony słoik, (ale zamknięty pokrywka) potoczył się po pokładzie i wpadł do wody. Oblicz, jaka musi być minimalna masa m przetworów w słoiku, aby po upadnięciu do wody morskiej zaczął tonąć. Masa pustego słoika z zakrętką wynosi $M = 0,25 \text{ kg}$, a jego objętość zewnętrzna $V = 1,5 \text{ dm}^3$. Przyjmij gęstość wody morskiej przy powierzchni za równą $\rho_w = 1025 \text{ kg/m}^3$. Pomiń wpływ masy powietrza zamkniętego w słoiku na masę całego słoika.

25.5 (2 pkt)

Gęstość wody morskiej rośnie wraz ze zwiększaniem głębokości. Na powierzchni wynosi 1025 kg/m^3 , a na głębokości około 1000 m osiąga wartość 1028 kg/m^3 . Przy dalszym wzroście głębokości gęstość wody już nie ulega zmianie. Wyjaśnij, jaki wpływ na prędkość tonącego słoika ma fakt, że gęstość wody morskiej rośnie wraz z głębokością. Przyjmij, że na tonący słoik działa siła oporu wody wprost proporcjonalna do wartości prędkości tonięcia słoika.

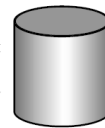
25.6 (1 pkt)

Zapisz, jaka musi być średnia gęstość słoika wraz z zamkniętą zawartością, aby mógł on dotrzeć do dna morza, jeśli głębokość w tym miejscu przekracza 1000 m.

9.56

Zadanie 27. (9 pkt) OGRZEWANIE WODY

Do doświadczeń mających na celu wyznaczanie ciepła właściwego substancji jest używane naczynie wykonane z aluminium. Masa tego naczynia wynosi 120 g, pole powierzchni całkowitej (jest to walec) wynosi $0,047 \text{ m}^2$. Ścianki naczynia mają grubość 1 mm.

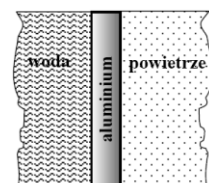


- a) (2 pkt) Wykaż, że przy różnicy temperatur między otoczeniem a wnętrzem naczynia równej 5°C , w ciągu 1 sekundy przez całą powierzchnię kalorymetru przechodzi ciepło w ilości 51700 J. Współczynnik przewodzenia ciepła dla aluminium wynosi $\lambda = 220 \frac{\text{W}}{\text{m} \cdot \text{K}}$.
- b) (2 pkt) Do naczynia nalewamy 785 g wody o takiej temperaturze, że po chwili (potrzebnej na wyrównanie temperatur wody i naczynia) uzyskujemy temperaturę wody i naczynia równą 10°C . Wykaż, że ilość energii cieplnej potrzebnej do tego, aby naczynie i woda w nim zawarta ogrzały się do temperatury otoczenia, czyli 20°C , wynosi około 34000 J. Ciepło właściwe aluminium wynosi $900 \frac{\text{J}}{\text{kg} \cdot \text{K}}$, ciepło właściwe wody jest równe

$$4200 \frac{\text{J}}{\text{kg} \cdot \text{K}}$$

- c) (5 pkt) Z poprzednich punktów wynika, że ciepło potrzebne do ogrzania wody i naczynia o 10°C niewiele się różni od ilości ciepła przekazanego przez otoczenie do wnętrza naczynia w czasie 1 sekundy przy różnicy temperatur 5°C (przy ogrzewaniu tego naczynia różnica temperatur malała od początkowej wartości 10°C do końcowej równej zero – możemy więc przyjąć, że w czasie ogrzewania średnia różnica temperatur wynosiła 5°C). Mogłoby z tego wynikać, że czas ogrzewania wody w naczyniu tym sposobem powinien być bardzo krótki. Wszyscy wiemy jednak, że tak nie jest. W poniższej tabeli zestawione są niektóre dane dotyczące wody, aluminium i powietrza. Wykorzystaj te dane i podaj z uzasadnieniem dwa powody, które znacznie wydłużają czas ogrzewania wody w naczyniu przy otoczeniu na drodze przewodzenia ciepłego. Zaproponuj sposób na skrócenie tego czasu.

Substancja	Ciepło właściwe $\frac{\text{J}}{\text{kg} \cdot \text{K}}$	Współczynnik przewodzenia ciepła $\lambda \frac{\text{W}}{\text{m} \cdot \text{K}}$
Powietrze	1020	0,02
Woda	4200	0,54
Aluminium	900	220



9.57

Zadanie 23. Przemiany gazowe (8 pkt)

84 gramy azotu w temperaturze 27°C podgrzano izochorycznie, przy czym ciśnienie wzrosło z $2 \cdot 10^5 \text{ Pa}$ do $5 \cdot 10^5 \text{ Pa}$.

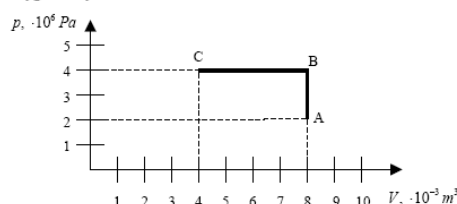
Jaką masę helu należy podgrzać izobarycznie o 300 K, aby zużyć taką samą ilość ciepła jak na podgrzanie helu opisane powyżej?

Masa molowa helu wynosi 4 g/mol, azotu 28 g/mol. Ciepło molowe gazu jednoatomowego przy stałej objętości wynosi $3R/2$.

9.58

Zadanie 24. Przemiany gazu (10 pkt)

Na wykresie $p = f(V)$ przedstawiono dwie przemiany termodynamiczne zachodzące dla dwóch moli gazu doskonałego, którego ciepło molowe przy stałej objętości ma wartość $\frac{3}{2}R$. R oznacza stałą gazową.



24.1 (2 pkt)

Podaj nazwy przemian przedstawionych na wykresie.

AB – Przemiana

BC – Przemiana

24.2 (2 pkt)

Oblicz wartości temperatur dla gazu w stanach oznaczonych punktami B i C, jeżeli wiadomo, że temperatura gazu w punkcie A ma wartość 963 K.

24.3 (4 pkt)

Oblicz wartości pracy wykonywanej w każdym procesie i wartość ciepła pobieranego lub oddawanego przez gaz w każdej z tych przemian.

24.4 (2 pkt)

Oblicz zmianę energii wewnętrznej w przemianie AB i podaj, czy energia wewnętrzna zmalała, czy wzrosła.

9.59

Zadanie 25 Butla z gazem (9 punktów)

Butla o pojemności 40 l (dm^3), która zawiera 1,97 kg dwutlenku węgla wytrzymuje ciśnienie nie większe niż $3 \cdot 10^6 \text{ Pa}$.

25.1 (5 punktów)

Oblicz, w jakiej temperaturze (w $^{\circ}\text{C}$) powstaje niebezpieczeństwo wybuchu. (gęstość dwutlenku węgla $d = 1,97 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$, $p_0 = 10^5 \text{ Pa}$, $T_0 = 273 \text{ K}$)

25.2 (4 punkty)

Na skutek nieszczelności zaworu dwutlenek węgla ulatniał się z butli. Oblicz, jaka ilość gazu ułotniła się, jeżeli wiadomo, że ciśnienie gazu w butli spadło o połowę, a temperatura nie zmieniła się.

9.60

Zadanie 2. Przemiany gazowe (12 pkt)

Rysunek przedstawia cykl przemian termodynamicznych jednego mola jednoatomowego gazu doskonałego zamkniętego w cylindrze z ruchomym tłokiem. W stanie A gaz ma objętość $2 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3$ i ciśnienie $2 \cdot 10^6 \text{ Pa}$.

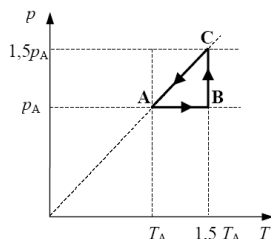
2.1 (2 pkt)

Zapisz nazwy przemian, jakim uległ gaz.

A – B

B – C

C – A



2.2 (2 pkt)

Oblicz temperaturę gazu w stanie A.

2.3 (2 pkt)

Podaj we wskazanych etapach cyklu, czy gaz oddaje czy pobiera ciepło oraz czy gaz wykonuje pracę czy praca jest wykonywana nad gazem.

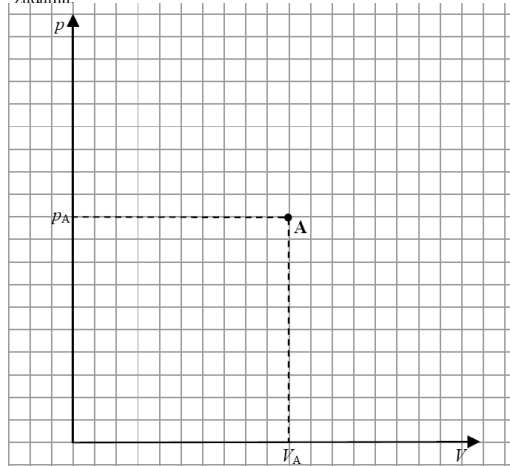
etap cyklu	ciepło	praca
A – B		
B – C		

2.4 (2 pkt)

Oblicz pracę wykonaną w przemianie A – B.

2.5 (4 pkt)

Naszkicuj (uzupełnij) wykres cyklu przemian w układzie współrzędnych p, V . Oznacz pozostałe stany gazu literami B i C. Uwzględnij wartości zawarte na wykresie w treści zadania.



9.61

Pilka (dotyczy zadań 29, 30, 31, 32, 33)

Jacek kupił piłkę oraz pompkę. Piłka posiada tzw. zawór zwrotny, który umożliwia tłoczenie powietrza tylko w jednym kierunku (do wnętrza piłki). Zawór ten otwiera się wówczas, gdy ciśnienia wewnątrz piłki i pod tłokiem pompki wyrównają się. Jacek odczytał z opakowania tych artykułów następujące dane:

- skok tłoka pompki: 13,1 cm („skok tłoka” – oznacza odległość pomiędzy skrajnymi położeniami tłoka),
- pojemność skokowa pompki: $65,5 \text{ cm}^3$ („pojemność skokowa” – oznacza maksymalną objętość powietrza zasysanego jednorazowo z zewnątrz),
- objętość powietrza wewnątrz piłki wynosi: 6 dm^3 (praktycznie stała dla zakresu ciśnienia wewnątrz od $1,3 \cdot 10^5 \text{ Pa}$ do $1,8 \cdot 10^5 \text{ Pa}$),
- maksymalne dopuszczalne ciśnienie wewnątrz piłki: $2 \cdot 10^5 \text{ Pa}$.

Jacek postanowił napompować piłkę. Podczas pierwszego cyklu pompowania otwarcie zaworu pompki nastąpiło w chwili, gdy tłok przebył 0,3 skoku, zaś podczas ostatniego cyklu odległość ta wynosiła 0,35 skoku.

Podczas rozwiązywania zadań przyjmij, że ciśnienie atmosferyczne ma wartość 10^5 Pa , a zmiany temperatury powietrza wewnątrz pompki i piłki oraz tarcie można pominąć. Przyjmij również, że podczas pompowania tłok porusza się ruchem jednostajnym.

Zadanie 29 (4 pkt.)

Oblicz początkową wartość ciśnienia powietrza w pilce w chwili pierwszego otwarcia zaworu, podając wynik w Pa.

Zadanie 30 (8 pkt.)

Oszacuj liczbę cykli pompowania, wykonanych przez Jacka.

Zadanie 31 (3 pkt.)

Zaznacz na rysunku siłę parcia powietrza działającego na tłok pompki oraz siłę nacisku wywieraną przez Jacka na tłok podczas pompowania piłki.



Zadanie 32 (2 pkt.)

Ustal, czy następujące stwierdzenie jest prawdziwe: Siły parcia powietrza i nacisku wywieranego przez Jacka na tłok nie równoważą się. Odpowiedź uzasadnij.

Zadanie 33 (4 pkt.)

Oblicz wartość siły, z jaką Jacek działał na tłok pompki w chwili otwarcia zaworu w ostatnim cyklu pompowania.

9.62

„Czajnik elektryczny”

Rodzina Kowalskich zużywa miesięcznie 200 l wody do przygotowywania herbaty, kawy i innych napoi. Wodę zagotowuje w czajniku elektrycznym o pojemności 1,5 l, posiadającym grzałkę o mocy 2800 W, który pracuje pod stałym napięciem 220 V. Temperatura początkowa wody wynosi 15°C . W pomieszczeniu panuje ciśnienie 101325 Pa. Zakładamy, że 60% dostarczonej energii elektrycznej powoduje wzrost energii wewnętrznej wody oraz, że opór grzałki czajnika podczas jego pracy nie ulega zmianie. Tabela podaje zależność temperatury wrzenia wody od ciśnienia. Ciepło właściwe wody $4200 \frac{\text{J}}{\text{kg K}}$.

Ciśnienie [Pa]	Temperatura wrzenia wody [K]
19865	333
31177	343
47329	353
70128	363
101325	373

27. Oblicz czas potrzebny do zagotowania 1,5 litra wody w tym czajniku.

28. Określ, czy czas zagotowania wody w czajniku: wzrośnie, pozostanie bez zmiany, zmaleje, gdy ciśnienie atmosferyczne zmniejszy się do wartości 980 hPa. Odpowiedź uzasadnij.

29. Oblicz miesięczny koszt zagotowania 200 l wody, jeżeli za 1 kWh energii elektrycznej rodzina Kowalskich płaci 0,30 zł.

Termodynamika – inne zadania

9.63

O ile zwiększy się energia wewnętrzna powietrza zamkniętego w zbiorniku o objętości $V = 2,5 \text{ m}^3$ gdy jego ciśnienie wzrośnie od wartości $p_1 = 2 \cdot 10^5 \text{ Pa}$ do $p_2 = 3 \cdot 10^5 \text{ Pa}$. Potraktuj powietrze jako gaz doskonały i przyjmij że jego ciepło właściwe przy stałej objętości $c_v = 729 \frac{\text{J}}{\text{kgK}}$ a masa cząsteczkowa

$$M = 29 \cdot 10^{-3} \frac{\text{kg}}{\text{mol}}.$$

9.64

Pęcherzyk powietrza o objętości początkowej $V_1 = 2 \text{ cm}^3$ odrywa się od dna jeziora o głębokości $h = 40 \text{ m}$. Temperatura na dnie wynosi $t_1 = 4^{\circ}\text{C}$, a na powierzchni $t_2 = 20^{\circ}\text{C}$. Ciśnienie atmosferyczne wynosi $p = 10^5 \text{ Pa}$.

Obliczyć objętość pęcherzyka tuż przed wynurzeniem się. Temperatura powietrza w pęcherzyku jest równa zawsze temperaturze otaczającej go wody.

9.65

Do kalorymetru mosiężnego o masie $m_1 = 220 \text{ g}$ zawierającego $m_2 = 250 \text{ g}$

wrzucano $m_3 = 15 \text{ g}$ o temperaturze $t_1 = -6^{\circ}\text{C}$. Temperatura końcowa

mieszaniny $t_2 = 16,8^{\circ}\text{C}$. Obliczyć początkową temperaturę wody w

kalorymetrze. Ciepło właściwe miedzi $c_1 = 3,86 \cdot 10^2 \frac{\text{J}}{\text{kgK}}$, wody

$c_2 = 4,19 \cdot 10^3 \frac{\text{J}}{\text{kgK}}$ a lodu $c_3 = 2,1 \cdot 10^3 \frac{\text{J}}{\text{kgK}}$, ciepło topnienia lodu

$$c_4 = 3,35 \cdot 10^5 \frac{\text{J}}{\text{kg}}.$$