

Fizyka Statystyczna A, 2023/2024

Zadania domowe seria 1

Termin oddania: 10 listopada, godzina 10.00 w sali 0.03 (po wykładzie)

1 Zadanie 1

Rozważmy układ dla którego spełnione jest równanie stanu $f(p, V, T) = 0$ (dla pewnej funkcji f). Pokazać, że

a)

$$\left(\frac{\partial V}{\partial p}\right)_T = \frac{1}{\left(\frac{\partial p}{\partial V}\right)_T};$$

b)

$$\left(\frac{\partial p}{\partial T}\right)_V \left(\frac{\partial T}{\partial V}\right)_p \left(\frac{\partial V}{\partial p}\right)_T = -1.$$

2 Zadanie 2

Jeden mol jednoatomowego gazu doskonałego poddany jest procesowi cyklicznemu złożonemu z dwóch izobar p_1 i $p_2 = 2p_1$ i dwóch izochor V_1 i $V_2 = 2V_1$.

1. Naszkić przebieg procesu we współrzędnych (p, V)
2. Ile wynosi ciepło pobrane, a ile ciepło oddane przez gaz w trakcie jednego cyklu powyższego procesu? Molowe ciepło właściwe jednoatomowego gazu doskonałego $c_v = 3/2R$.
3. Ile wynosi praca wykonana przez gaz w powyższym procesie?
4. Jaka jest sprawność η tego procesu jako silnika? (Jak zmieniłby się wzór dla przypadku lodówki i pompy ciepła?)

3 Zadanie 3

Pokazać, że jeśli ciepło właściwe c_x jest stałe w trakcie transformacji równowagowej jednego mola gazu doskonałego przy ustalonym parametrze $x(p, V) = \text{const}$, to równanie procesu ma postać:

$$pV^n = \text{const}$$

oraz wyznaczyć n . Jest to tzw. proces politropowy.

Hint: Użyj I zasady termodynamiki i wzoru na energię dla gazu doskonałego $dU = c_v dT$.

4 Zadanie 4

Równanie stanu gazu van der Waalsa dane jest przez

$$p = \frac{NRT}{V - Nb} - a \frac{N^2}{V^2},$$

gdzie a i b to stałe. Zakładając, że ciepło właściwe przy stałej objętości dane jest przez

$$C_V = NT^2,$$

wyznaczyć energię wewnętrzną $U(T, V, N)$ oraz entropię $S(T, V, N)$ gazu van der Waalsa.

5 Zadanie 5

Znaleźć średnią i wariancję następujących rozkładów:

- a) *jednorodny* $p(x) = \frac{1}{2a}$ dla $x \in (-a, a)$ i $p(x) = 0$ w przeciwnym przypadku;
- b) *Laplace'a* $p(x) = \frac{1}{2a} \exp(-|x|/a)$ dla $x \in \mathbb{R}$;
- c) *Maxwella* $p(x) = \sqrt{\frac{2}{\pi}} \frac{x^2}{a^3} \exp(-\frac{x^2}{2a^2})$ dla $x \geq 0$.

6 Zadanie 6

Rzucamy kostką tak długo, aż wyrzucimy wszystkie oczka. Znaleźć wartość oczekiwaną liczby rzutów.