

Spis treści

1	Fale	2
1.1	Fale mechaniczne	2
1.2	Fale elektromagnetyczne.	2
1.3	Fale grawitacyjne	2
1.4	Równanie falowe	2
1.5	Właściwości fali	2
2	Termodynamika	3
2.1	Zerowa zasada termodynamiki	3
2.2	I zasada termodynamiki	4
2.3	Przemiany	4
2.4	Zmiana entropii	5
2.5	II zasada termodynamiki	5
2.6	III zasada termodynamiki	5
2.7	Równanie Clapeyrona gazu doskonałego	6
2.8	Ciepło właściwe	6
3	Fizyka atomowa	6
3.1	Założenia rozkładu Maxwella-Boltzmana:	6
3.2	Promieniotwórczość	6
3.3	Nuklidy	6
3.4	Energia wiązania	6
3.5	Model kroplowy	6
3.6	Model powłokowy	6
3.7	Promieniotwórczość naturalna	7
3.8	Rozpad α	7
3.9	Rozpad β	7
3.10	Rozpad γ	7
3.11	Rozszczepienie jąder atomowych	8
3.12	Prawo rozpadu promieniotwórczego	8
3.13	Zasada nieoznaczoności Heisenberga	8
3.14	Synteza jądrowa	8
3.15	Wzór rozpadu promieniotwórczego	8
3.16	Czas połowicznego rozpadu	8
4	Szczególna teoria względności	9
4.1	Zasada względności Galileusza	9
4.2	Postulat względności	9
4.3	Postulat stałej prędkości światła	9

1 Fale

1.1 Fale mechaniczne

Podlegają zasadom dynamiki Newtona i mogą istnieć wyłącznie w jakimś ośrodku materialnym: w wodzie, w powietrzu, w skale.

Przykłady: fale na wodzie, fale dźwiękowe, fale sejsmiczne.

1.2 Fale elektromagnetyczne.

Fale te nie potrzebują żadnego ośrodka materialnego do swojego istnienia. Wszystkie fale elektromagnetyczne poruszają się w próżni z tą samą prędkością c równą: $C=299\,792\,458\text{ m/s}$ Przykłady: światło widzialne i nadfioletowe, fale radiowe i telewizyjne, mikrofae, promieniowanie rentgenowskie.

1.3 Fale grawitacyjne

Jeszcze nie potwierdzone doświadczalnie.

1.4 Równanie falowe

$$\frac{\partial^2 y}{\partial x^2} = \frac{1}{c^2} \frac{\partial^2 y}{\partial t^2}$$

1.5 Właściwości fali

- Fale poprzeczne i podłużne

$$y(x, t) = y_m \sin(kx - \omega t)$$

Fazą fali nazywamy argument $kx - \omega t$

Długością fali nazywamy odległość (mierzoną równolegle do kierunku rozchodzenia się fali) między kolejnymi powtórzeniami kształtu fali.

Wielkość k nazywamy liczbą falową, jednostką liczby falowej w układzie SI jest radian na metr.

- liczba falowa

$$k = \frac{2\pi}{\lambda}$$

- częstość kołowa

$$\omega = \frac{2\pi}{T}$$

Rodzaje fal

- Fale stojące

$$y_1 = A \sin(kx - \omega t)$$

$$y_2 = A \sin(kx + \omega t)$$

$$y = y_1 + y_2 = 2A \sin(kx) \cos(\omega t)$$

2 Termodynamika

Termodynamika opisuje ogólne prawa przemian energetycznych w układach makroskopowych. Określa kierunki procesów zachodzących w przyrodzie w sposób samorzutny, jak i stanów końcowych, do których te procesy zdejają w danych warunkach.

Układ makroskopowy - układ opisywany wielkościami makroskopowymi, dającymi się zdefiniować bez wprowadzania pojęcia atomu i cząsteczki. Do wielkości makroskopowych należą m.in. temperatura, ciśnienie, skład chemiczny, ciepło właściwe.

Układ otwarty - jest to układ, w którym podczas przemiany może dojść do wymiany z otoczeniem zarówno energii jak i masy substancji reagujących.

Układ zamknięty - jest to układ, dla którego możliwa jest wymiana energii z otoczeniem, masa nie jest wymieniana

Układ izolowany - układ, gdzie i energia i masa nie są wymieniane z otoczeniem.

2.1 Zerowa zasada termodynamiki

Jeśli dwa układy A i B są w równowadze cieplnej z trzecim układem C, to są one w równowadze cieplnej ze sobą.

ZZT pozwala zdefiniować operacyjne pojęcie temperatury: $T_A = T_B = T_C$.

Punkt potrójny wody (T_p): stan termodynamiczny, w którym współistnieją ze sobą w równowadze trzy fazy wody: stała (lód), ciekła i gazowa (para wodna). Temu stanowi odpowiada ciśnienie $P_{pt} = 613 Pa$. Temperatura w skali Celsjusza $T_{pt} = 0,01^\circ C$

$$t = T - 273,15$$

2.2 I zasada termodynamiki

W układzie izolowanym (niewymieniającym energii i masy z otoczeniem) całkowita ilość energii jest stała.

Energia wewnętrzna - suma energii ruchów cząsteczek i atomów: translacyjnych, oscylacyjnych i rotacyjnych, energii oddziaływań pomiędzy elektronami, jądrami oraz nukleonami.

Energia wewnętrzna jest **funkcją stanu**. Nie zależy od drogi, a zależy jedynie od stanu początkowego i końcowego.

Zmiana energii wewnętrznej może nastąpić na skutek wymiany ciepła i pracy z otoczeniem. Ciepło i praca dostarczone do układu są dodatnie, oddane przez układ do otoczenia - ujemne.

Pierwsza zasada termodynamiki:

$$\Delta E_W = E_{w\text{ koncu}} - E_{w\text{ poczatu}} = Q - W$$

$$dE_w = dQ - dW$$

$$W = \int dW = \int_{V_{pocz}}^{V_{konc}} p dV.$$

I zasada termodynamiki: cztery przypadki

Przemiana	Warunek	Wynik
Adiabatyczna	$Q = 0$	$\Delta E_w = -W$
Stała objętość	$W = 0$	$\Delta E_w = Q$
Cykl zamknięty	$\Delta E_w = 0$	$Q = W$
Rozprężanie swobodne	$Q = W = 0$	$\Delta E_w = 0$

2.3 Przemiany

Przemiana izotermiczna $T=\text{const}$:

$$W = nRT \ln \frac{V_{konc}}{V_{pocz}}$$

Przemiana izobaryczna $p=\text{const}$:

$$W = p(V_{konc} - V_{pocz}) = p\Delta V$$

Przemiana izochoryczna $V=\text{const}$:

$$W = 0$$

Przemiana adiabatyczna

$$pV^\gamma = \text{const}, \quad TV^{\gamma-1} = \text{const}$$

Stopień swobody - minimalna liczba niezależnych zmiennych opisujących jednoznacznie stan układu fizycznego.

Zasada ekwipartycji energii:

dostępna energia jaką dysponuje cząsteczka rozkłada się "po równo" na wszelkie możliwe stopnie swobody. Na jeden stopień swobody przypada energia równa $\frac{kT}{2}$, więc energia cząsteczki z f stopniami swobody jest równa:

$$\langle E \rangle = \frac{f k T}{2}$$

2.4 Zmiana entropii

$$\Delta S = S_{konc} - S_{pocz} = \int_{pocz}^{konc} \frac{dQ}{T}$$

Q oznacza pobieraną lub oddawaną w postaci ciepła przez układ w trakcie procesu, a T - temperaturę układu w kelwinach.

$$\Delta S = S_{konc} - S_{pocz} = \frac{1}{T} \int_{pocz}^{konc} dQ$$
$$dS = \frac{\delta Q}{T} = \frac{dU}{T} + \frac{pdV}{T}$$

Dla gazu doskonałego

$$\frac{p}{T} = \frac{nR}{V} \quad \text{oraz} \quad dU = nC_V dT$$
$$S = nC_V \ln T + nR \ln V + S_0$$
$$S = nC_V \ln T + nR \ln \frac{V}{n} + nK$$

Entropia układu izolowanego

$$S = k_B \ln[\Omega(E)]$$

$\Omega(E)$ liczba mikrostanów realizujących makrostan z energią E

2.5 II zasada termodynamiki

Entropia układu zamkniętego wzrasta w przemianach nieodwracalnych i nie zmienia się w przemianach odwracalnych. Entropia nigdy nie maleje.

$$\Delta S \geq 0$$

Perpetuum mobile drugiego rodzaju: silnik cieplny pobierający energię cieplną z układu i w całości przekształcający ją na pracę.

Nie istnieje perpetuum mobile drugiego rodzaju.

W izolowanym układzie termodynamicznym istnieje funkcja stanu S zwana entropią. Entropia S izolowanego układu termodynamicznego nie maleje, tj. $dS \geq 0$.

2.6 III zasada termodynamiki

Entropia S substancji czystych (pierwiastków bez zanieczyszczeń) spełnia relację

$$\lim_{T \rightarrow 0} S(T) = 0$$

1. Niemożliwe jest za pomocą jakiegokolwiek postępowania, niezależnie od stopnia jego wyidealizowania, sprowadzenie dowolnego układu do temperatury zera bezwzględnego poprzez skończony ciąg działań. To stwierdzenie znane jest jako zasada nieosiągalności zera bezwzględnego.
2. Niemożliwe jest za pomocą jakiegokolwiek postępowania, niezależnie od stopnia jego wyidealizowania, sprowadzenie wartości entropii dowolnego układu do entropii zera bezwzględnego poprzez skończoną liczbę kroków.

2.7 Równanie Clapeyrona gazu doskonałego

$$pv = nRT \quad \text{lub} \quad pV = RT,$$

gdzie: p - ciśnienie, v - objętość, V - objętość molowa, n - liczba moli gazu, T - temperatura bezwzględna, R - uniwersalna stała gazowa.

2.8 Ciepło właściwe

można zdefiniować jako ilość ciepła potrzebną do ogrzania jednego kilograma danej substancji o jeden stopień. Ciepło molowe natomiast jest równe ilości ciepła potrzebnego do ogrzania jednego mola substancji o jeden stopień.

3 Fizyka atomowa

3.1 Założenia rozkładu Maxwella-Boltzmana:

1. Są spełnione zasady zachowania: pędu, momentu pędu, energii, ładunku
2. Wszystkie przemiany fizyczne zachodzą ciągle w czasie i przestrzeni
3. Obliczenia statystyczne przeprowadzono przy założeniu rozróżnialności cząsteczek
4. Każda cząstka może mieć dowolne wartości współrzędnych i prędkości, niezależnie od wartości współrzędnych i prędkości innych cząsteczek.

3.2 Promieniotwórczość

Każde jądro atomowe składa się z dwóch rodzajów nukleonów (protonów i neutronów).

$A_ZX,$

gdzie: A -liczba masowa, Z -liczba atomowa, $A-Z$ =liczba neutronów.

3.3 Nuklidy

to jądra większe niż nukleony.

3.4 Energia wiązania

praca potrzebna do rozdzielenia jądra atomowego.

3.5 Model kroplowy

jądro jest konfiguracją ciasno ułożonych nukleonów w którym każdy oddziałuje z sąsiadem.

3.6 Model powłokowy

nawiązuje do modelu Powłokowego atomu. Powstał bo istnieją jądra o liczbach masowych 2,8,20,50,82,126. Są one bardzo trwałe a liczby nazywamy magicznymi.

3.7 Promieniotwórczość naturalna

samorzutna emisja cząsteczek α oraz promieniowania β i γ z jąder atomowych. Prowadzi ona do przekształcenia się tych jąder w jądra innych pierwiastków.

3.8 Rozpad α

polega na swobodnej emisji jąder helu. Charakterystyczny dla jąder ciężkich o liczbie masowej $A > 200$. Opuszczając jądro cząsteczka musi pokonać barierę potencjału wytworzoną przez działanie wiążących sił jądrowych i odpychającej siły kulombowskiej. Wysokość bariery potencjału jest większa niż energia którą posiada cząstka.

3.9 Rozpad β

rozpady β i $-\beta$ są związane z przemianami w jądrze atomu. Niespełnianie zasad zachowania pędu i energii doprowadziło do powstania cząstki neutrino, która nie posiada ładunku i posiada znikomą masę.

3.10 Rozpad γ

wzbudzone jądro X powracając do stanu początkowego emituje promieniowanie γ , promieniowanie γ to strumień fotonów o energiach od 1 MeV do 1 GeV.

3.11 Rozszczepienie jąder atomowych

Ponieważ w pojedynczej reakcji rozszczepienia powstaje średnio 2,5 neutronów, to jest to reakcja powielająca liczbę swobodnych neutronów w układzie, które mogą być wykorzystywane do podtrzymania **reakcji łańcuchowej**. W tej reakcji wydzielą się energia około 200 MeV - głównie kinetyczna energia produktów rozszczepienia (energia promieniowania stanowi około 12% całości. Dla porównania, energia powstająca przy spalaniu jednego atomu węgla, to zaledwie około 6 eV.

3.12 Prawo rozpadu promieniotwórczego

$$\frac{\Delta N}{\Delta T} \propto N \quad \text{albo} \quad \Delta N = -\lambda N \Delta t$$

3.13 Zasada nieoznaczoności Heisenberga

$$\Delta x \cdot \Delta p_x \geq \hbar$$

$$\Delta y \cdot \Delta p_y \geq \hbar$$

$$\Delta z \cdot \Delta p_z \geq \hbar$$

3.14 Synteza jądrowa

Wyzwalanie energii na drodze łączenia się - **syntezy** - dwóch lekkich jąder w jedno powstrzymuje bariera kulombowska. Synteza może zachodzić dla makroskopowych porcji materii tylko wtedy, kiedy temperatura (energia cząstek) będzie dostatecznie wysoka, aby tunelowanie zachodziło z wystarczającą wydajnością.

3.15 Wzór rozpadu promieniotwórczego

$$\begin{aligned}-\lambda dt &= \frac{dN}{N} \\ -\lambda \int_0^t dt &= \int_{N_0}^N \frac{dN}{N} \\ -\lambda t &= \ln \left(\frac{N}{N_0} \right) \\ e^{-\lambda t} &= \frac{N}{N_0} \\ N(t) &= N_0 e^{-\lambda t}\end{aligned}$$

3.16 Czas połowicznego rozpadu

$$\frac{N_0}{2} = N_0 e^{-\lambda T_{\frac{1}{2}}} \rightarrow T_{\frac{1}{2}} = \frac{\ln 2}{\lambda}$$

$N(t)$ – liczba jąder radioaktywnych, N_0 – początkowa liczba jąder radioaktywnych.

4 Szczególna teoria względności

4.1 Zasada względności Galileusza

Jednostajny prostoliniowy ruch odosobnionego układu odniesienia nie ma wpływu na zachodzące w nim zjawiska fizyczne.

4.2 Postulat względności

Dla wszystkich obserwatorów w inercjalnych układach odniesienia prawa fizyki są takie same. Żaden z układów nie jest wyróżniony.

4.3 Postulat stałej prędkości światła

We wszystkich inercjalnych układach odniesienia i we wszystkich kierunkach światło rozchodzi się w próżni z tą samą prędkością c .

$$c = 299\,792\,458 \frac{m}{s}$$