

# Projekt L<sup>A</sup>T<sub>E</sub>X

Michał Kocisz

27 maja 2018

## Spis treści

<b>1</b>	<b>Wprowadzenie</b>	<b>2</b>
1.1	Fizyka - definicja . . . . .	2
1.2	Działy fizyki . . . . .	2
<b>2</b>	<b>Grawitacja</b>	<b>3</b>
2.1	Prawo powszechnego ciążenia . . . . .	3
2.2	Prawa Keplera ruchu planet . . . . .	4
<b>3</b>	<b>Termodynamika</b>	<b>5</b>
3.1	Przemiana izochoryczna . . . . .	5
3.2	Przemiana izobaryczna . . . . .	6
3.3	Przemiana izotermiczna . . . . .	8
3.4	Ciecze . . . . .	10

## Spis tabel

1	Główne teorie . . . . .	2
2	Działy szczegółowe fizyki . . . . .	3
3	Tabela cieczy . . . . .	10

# 1 Wprowadzenie

## 1.1 Fizyka - definicja

**Fizyka** („*natura*”) – nauka przyrodnicza zajmująca się badaniem najbardziej fundamentalnych i uniwersalnych właściwości oraz przemian materii i energii, a także oddziaływań między nimi. Do opisu zjawisk fizycznych fizycy używają wielkości fizycznych, wyrażonych za pomocą pojęć matematycznych, takich jak liczba, wektor, tensor. Tworząc hipotezy i teorie fizyki, budują relacje pomiędzy wielkościami fizycznymi.

Z fizyką ściśle wiążą się inne nauki przyrodnicze, szczególnie chemia. Chemicy przyjmują teorie fizyki dotyczące cząsteczek i związków chemicznych (mechanika kwantowa, termodynamika) i za ich pomocą tworzą teorie w ich własnych dziedzinach badań. Fizyka zajmuje szczególne miejsce w naukach przyrodniczych, ponieważ wyjaśnia podstawowe zależności obowiązujące w przyrodzie.

## 1.2 Działy fizyki

Tabela 1: Główne teorie

Teoria	Działy
mechanika klasyczna	zasady dynamiki Newtona, teoria chaosu, mechanika płynów
termodynamika i mechanika statystyczna	kinetyczno-molekularna teoria gazów
elektrodynamika klasyczna	elektrostatyka, elektryczność, magnetyzm, równania Maxwella
teoria względności	szczególna teoria względności, ogólna teoria względności
mechanika kwantowa	równanie Schrödingera, kwantowa teoria pola, elektrodynamika kwantowa, chromodynamika kwantowa

Tabela 2: Działy szczegółowe fizyki

Działy	Poddziały	Główne teorie
astrofizyka	kosmologia, nauki planetarne, fizyka plazmy	ogólna teoria względności, Wielki Wybuch, inflacja kosmologiczna
fizyka atomów, cząsteczek i zjawisk optycznych	fizyka atomowa, optyka, fotonika	optyka kwantowa
fizyka cząstek elementarnych	fizyka jądrowa	model standardowy, teorie wielkiej unifikacji, teoria superstrun, M-teoria
fizyka fazy skondensowanej	fizyka ciała stałego, fizyka polimerów, fizyka niskich temperatur	gaz Fermiego, teoria BCS

## 2 Grawitacja

### 2.1 Prawo powszechnego ciążenia

**Prawo powszechnego ciążenia**, zwane także prawem powszechnego ciążenia Newtona, głosi, że każdy obiekt we wszechświecie przyciąga każdy inny obiekt z siłą, która jest wprost proporcjonalna do iloczynu ich mas i odwrotnie proporcjonalna do kwadratu odległości między ich środkami. Jest to ogólne prawo fizyczne, bazujące na empirycznych obserwacjach Newtona, które nazwał on indukcją (wpływem). Wchodzi ono w skład podstaw mechaniki klasycznej i zostało sformułowane w pracy sir Isaaca Newtona pt.: *Philosophiae naturalis principia mathematica* [New87], opublikowanej po raz pierwszy 5 lipca 1687 r.

Zobacz mechanizm: 1.

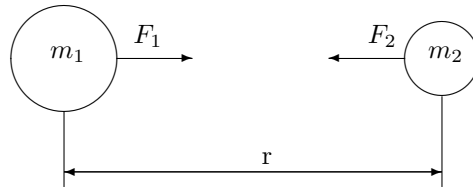
Matematycznie związek ten wyraża się wzorem:

$$F^i = G \frac{m_1 m_2}{r^2} e^i \quad (1)$$

Stała grawitacji została uznana za jedną z podstawowych stałych fizycznych. Z pomiarów wynika, że jej wartość wynosi:

$$G \approx 6,6732(\pm 0,0031) 10^{-11} \text{ m}^3 \text{ kg}^{-1} \text{ s}^{-2}. \quad (2)$$

Rysunek 1: Mechanizmy prawa powszechnego ciążenia Newtona.



## 2.2 Prawa Keplera ruchu planet

Johannes Kepler wnikliwie przeanalizował dane dotyczące ruchu planet uzyskane przez Tycho de Brahe. Na tej podstawie wykazał, że planety poruszają się według określonych praw zgodnych z teorią Kopernika; prawa te umożliwiły Newtonowi odkrycie prawa powszechnego ciążenia. Rezultaty tych prac opublikował w roku 1609 w dziele *Astronomia Nova* [Kep09].

Kepler stwierdził, że ruchem planet rządzą trzy proste prawa (prawa Keplera stosują się również do ruchu satelitów okrążających dowolną planetę).

### Pierwsze prawo Keplera:

*Każda planeta krąży po orbicie eliptycznej, a Słońce znajduje się w jednym z dwóch ognisk elipsy.*

### Drugie prawo Keplera:

*Promień wodzący poprowadzony ze środka Słońca do środka planety zakreśla równe pola powierzchni w równych odstępach czasu.*

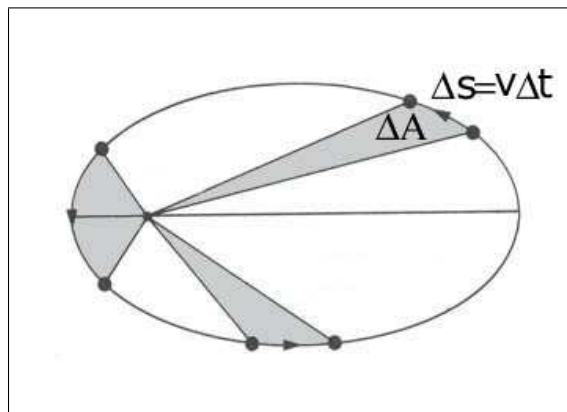
Zobacz obrazek: 2.

### Trzecie prawo Keplera:

*Sześciany wielkich półośi orbit jakichkolwiek dwóch planet mają się tak do siebie, jak kwadraty ich okresów obiegu. W przypadku orbit kołowych (okrąg jest szczególnym przypadkiem elipsy):*

$$\frac{r_1^3}{r_2^3} = \frac{T_1^2}{T_2^2} \quad (3)$$

Rysunek 2: Graficzna interpretacja II Prawa Keplera



### 3 Termodynamika

#### 3.1 Przemiana izochoryczna

**Przemiana izochoryczna** – proces termodynamiczny zachodzący przy stałej objętości ( $V = \text{const}$ ). Oprócz objętości wszystkie pozostałe parametry termodynamiczne mogą się zmieniać. Podczas przemiany izochorycznej nie jest wykonywana praca, układ może wymieniać energię z otoczeniem tylko w wyniku cieplnego przepływu energii. Z pierwszej zasady termodynamiki wynika, że całe ciepło doprowadzone lub odprowadzone z gazu w procesie izochorycznym jest zużywane na powiększenie lub pomniejszenie jego energii wewnętrznej:  $\delta Q = dU$ .

Przekształcając wzór na ciepło właściwe otrzymujemy:

$$dU = c_V m dT, \quad (4)$$

gdzie:

$m$  – masa gazu.

W przypadku gazu doskonałego wzór ten jest słuszny dla dowolnego procesu, natomiast dla gazu rzeczywistego wzór ten jest słuszny tylko w zakresie niewielkich zmian temperatur. Przy większych zmianach ciepło właściwe  $c_V$  gazu rzeczywistego nie może być traktowane jako stała. [LPVS05]

Zmianę energii wewnętrznej można obliczyć w następujący sposób:

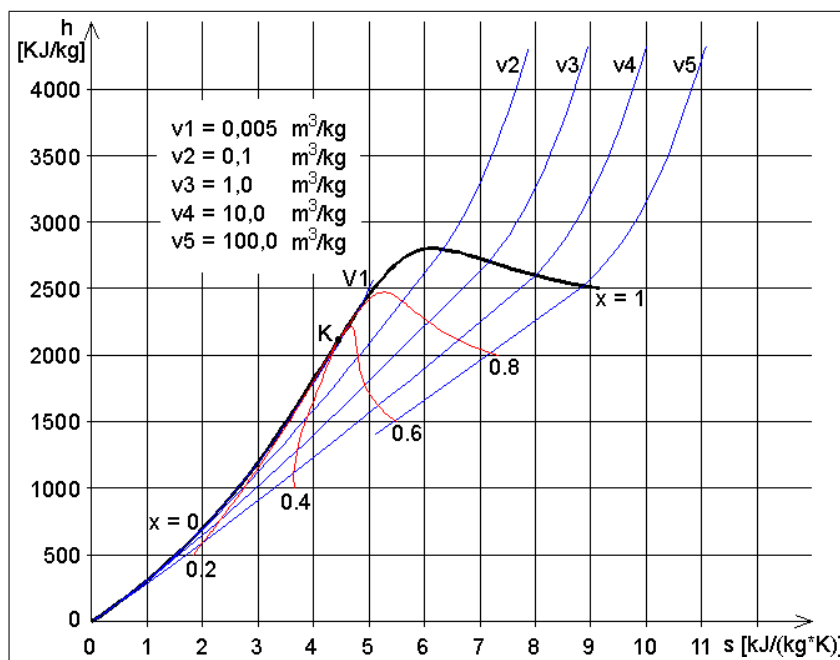
$$\Delta U = \int_{T_1}^{T_2} c_V m dT = c_V m (T_2 - T_1) = c_V m \Delta T, \quad (5)$$

gdzie:

$c_V$  – ciepło właściwe w procesie izochorycznym.

Proces izochoryczny można praktycznie zrealizować podczas ogrzewania lub oziębiania gazu w zbiorniku o stałej objętości, czyli wykonanego z materiału o zerowej rozszerzalności cieplnej.

Rysunek 3: Izochory wody i pary wodnej na wykresie h-s (entalpia-entropia), czarnym kolorem naniesiona jest linia nasycenia, czerwonym – linie stałego stopnia suchości pary



### 3.2 Przemiana izobaryczna

**Przemiana izobaryczna** – proces termodynamiczny, podczas którego ciśnienie układu nie ulega zmianie, natomiast pozostałe parametry termodynamiczne czynnika mogą się zmieniać. Procesy izobaryczne mogą zachodzić zarówno w sposób odwracalny, jak i nieodwracalny. Odwracalny proces izobaryczny przedstawia na wykresie krzywa zwana izobarą. Praca wykonana przez układ (lub nad układem) w odwracalnym procesie izobarycznym jest równa ubytkowi (lub przyrostowi) entalpii układu. W szczególności, gdy jedyny wkład do pracy stanowi praca objętościowa (polegająca na zmianie objętości układu), jest ona wyrażona wzorem:

$$W = p\Delta V, \quad (6)$$

gdzie:

$W$  – praca wykonana przez układ,

$p$  – ciśnienie,

$\Delta V$  – wzrost objętości układu.

Dla gazu doskonałego przemiana izobaryczna spełnia zależność

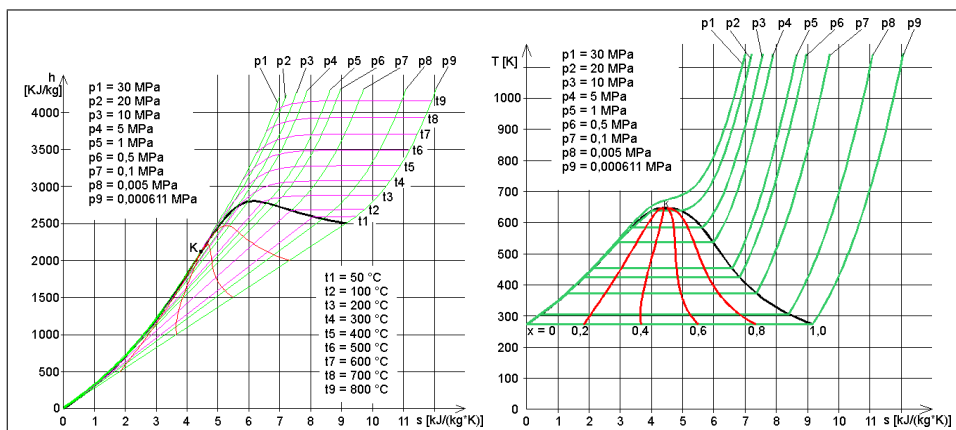
$$\frac{V}{T} = \text{const}, \quad (7)$$

gdzie:

$V$  – objętość,

$T$  – temperatura.

Rysunek 4: Na poniższych rysunkach przedstawione są przemiany izobaryczne wody i pary wodnej w układzie  $h-s$  (entalpia właściwa – entropia właściwa) i  $T-s$  (temperatura – entropia właściwa) na tle linii nasycenia i stałego stopnia suchości pary.



### 3.3 Przemiana izotermiczna

**Przemiana izotermiczna** – w termodynamice przemiana, zachodząca przy określonej, stałej temperaturze. Krzywa opisująca przemianę izotermiczną nazywana jest izotermą.

**Przemiana izotermiczna gazu doskonałego** Dla gazu doskonałego, energia wewnętrzna jest funkcją temperatury. Dlatego w przemianie izotermicznej, ponieważ  $\Delta T = 0$ , zachodzi zależność:

$$\Delta U = nR\Delta T = 0, \quad (8)$$

co wyrażane jest też prawidłowością:

$$\Delta(pV) = 0 \quad (9)$$

lub

$$p_i V_i = pV = p_f V_f \quad (10)$$

lub

$$pV = \text{const}, \quad (11)$$

gdzie:

$p_i$  i  $V_i$  – ciśnienie i objętość początkowa,

$p_f$  i  $V_f$  – ciśnienie i objętość końcowa,

$p$  i  $V$  – zmienne opisujące zachowanie się gazu podczas przemiany izotermicznej.

Powyższa zależność między ciśnieniem i objętością dla gazu doskonałego stanowi treść prawa **Boyle’a-Mariotte’a**.

Izoterma gazu doskonałego jest hiperbolą na wykresie  $p - V$  (ciśnienie-objętość) ( $T = \text{constant}$ )

$$p = \frac{nRT}{V}. \quad (12)$$

Z pierwszej zasady termodynamiki wynika, że całe ciepło doprowadzone do gazu doskonałego w procesie izotermicznym jest zużywane na wykonanie pracy przeciwko siłom zewnętrznym.

$$Q = W. \quad (13)$$

Założmy, że mamy gaz w zbiorniku, zamknięty ruchomym tłokiem o polu powierzchni  $S$ . Dla bardzo małego przesunięcia tłoka  $dx$  praca  $dW$  może być zapisana wzorem:

$$dW = F dx = pS dx = p dV. \quad (14)$$

Praca, jaką wykonuje gaz, rozszerzając się od objętości  $V_A$  do  $V_B$ , wyraża wzór:

$$W_{A \rightarrow B} = \int_{V_A}^{V_B} dW = \int_{V_A}^{V_B} p dV \quad (15)$$



w procesie izotermicznym

$$W_{A \rightarrow B} = \int_{V_A}^{V_B} p \, dV = \int_{V_A}^{V_B} \frac{nRT}{V} dV = nRT \ln \frac{V_B}{V_A} = nRT \ln \frac{P_A}{P_B}. \quad (16)$$

Proces izotermiczny jest jedną z przemian w cyklu Carnota,

gdzie:

- $W$  – praca wykonana przez gaz,
- $Q$  – ciepło doprowadzone,
- $p$  – ciśnienie,
- $V$  – objętość,
- $n$  – liczba moli gazu,
- $R$  – uniwersalna stała gazowa.

### 3.4 Ciecze

Tabela 3: Ciecze

Wielkość	Wzór	Jednostka
ciepło parowania	$C_p = \frac{Q}{m}$	$1 \frac{J}{kg}$
ciśnienie kapilarne	$p = \frac{2\delta}{r}$	
prawo wzniesienia kapilarnego	$h = \frac{2\delta}{r(D_1 - D_2)g}$	
napiecie powierzchniowe $\delta$	$\delta = \frac{W}{\Delta S}$	$1 \frac{J}{m^2}$
	$\delta = \frac{F}{l}$	$1 \frac{N}{m}$
współczynnik lepkości $\eta$	$\eta = \frac{F}{US}$ i $U = \frac{dv}{dz}$	$1 \frac{kg}{ms}$

## Skorowidz

### grawitacja

- 1 prawo Keplera, 4
- 2 prawo Keplera, 4
- 3 prawo Keplera, 4
- Newton, **3**
- Stała grawitacji, 3
- Wzór powszechnego ciężenia, 3

### Izobary

- Przemiany izobaryczne wody i pary wodnej, 7

### Izochory

- Izochory wody i pary wodnej na wykresie, 6

### Planety

- Interpretacja drugiego prawa Keplera, 5
- prawo Boyle'a-Mariotte'a, 8

### tabele

- Ciecze, 10
- Działy szczegółowe fizyki, 3
- Główne teorie, 2

### termodynamika

- gaz doskonały, 8
- Przemiana izobaryczna, **6**
- przemiana izochoryczna, **5**
- Przemiana izotermiczna, **8**

### wzory

- Wzór przemiany izotermicznej, 8
- zależność gazu doskonałego w przem. izobarycznej, 7
- 3 prawo Keplera, 4
- praca objętościowa w przem. izobarycznej, 7
- przemiana izochoryczna, 5
- zamiana energii wew. przemiany izochorycznej, 6

## Literatura

- [Kep09] Johann Kepler. *Astronomia nova ..., seu physica coelestis, tradita commentariis de motibus stellae martis.* 1609. doi:10.3931/e-rara-558.
- [LPVS05] R. Lukac, K.N. Plataniotis, A.N. Venetsanopoulos, and B. Smolka. A statistically-switched adaptive vector median filter. *J. Intelligent and Robotic Systems*, 42(4):361–391, 2005. doi:10.1007/s10846-005-1730-2.
- [New87] Isaac Newton. *Philosophiae naturalis principia mathematica.* 1687. doi:10.3931/e-rara-440.

## Spis rysunków

1	Mechanizmy prawa powszechnego ciężenia Newtona. . . . .	4
2	2 prawo Keplera obrazek . . . . .	5
3	Przemiana izochoryczna . . . . .	6
4	Przemiana izobaryczna . . . . .	7