



Sebastian Tumiłowicz

Podstawy fizyki nurkowania

2007

Podstawy fizyki nurkowania

- Gęstość
- Ciśnienie
- Ciśnienie a objętość
- „Pływalność”
- Optyka i akustyka podwodna

Gęstość

$$\rho = \frac{m}{V}$$

- Gęstość = masa / objętość [kg/m³]
- Największa gęstość wody w temperaturze 4°C
- Gęstość zależy od ciśnienia
 - Dobrze ściśliwe:
 - gazy
 - Nieściśliwe (mało ściśliwe):
 - Ciecze
 - Ciała stałe

Ciśnienie

- Definicja
- Prawo Pascala
- Jednostki ciśnienia
- Ciśnienie atmosferyczne
- Ciśnienie hydrostatyczne
- Ciśnienie absolutne

Ciśnienie

$$p = \frac{F}{s}$$

- Ciśnienie = siła / powierzchnie [N/m²=Pa]
- Nadciśnienie
- Podciśnienie

Prawo Pascala

- Jeżeli na ciecz lub gaz w zbiorniku wywierane jest ciśnienie zewnętrzne, to ciśnienie wewnątrz zbiornika jest wszędzie jednakowe i równe ciśnieniu zewnętrznemu

Ciśnienie zewnętrzne rozchodzi się w cieczy lub gazie jednakowo we wszystkich kierunkach

Jednostki ciśnienia

- atmosfera fizyczna (1 atm = 101325 Pa = 1013,25 hPa)
- bar (1 bar = 100000 Pa = 1000 hPa)
- atmosfera techniczna (1 at = 1 kG/cm² = 98070 Pa)
- metr słupa wody (1 mH₂O = 0,1 at = 9807 Pa)
- tor (mm słupa rtęci) (1 tor = 1 mmHg = 133,322 Pa)
- psi (funt na cal kwadratowy) (1 psi = 6895 Pa)

Ciśnienie atmosferyczne

- To siła z jaką powietrze naciska na powierzchnie (mierzone na poziomie morza)
- Wraz ze wzrostem wysokości ciśnienie maleje (ponieważ gazy są ściśliwe ok. 90% zmiany ciśnienia następuje do 30km nad ziemią)

Skład i właściwości powietrza

1000 l = 1,3kg

składnik powietrza	% objętości
azot	78,084
tlen	20,946
argon	0,934
dwutlenek węgla	0,033
pozostałe	0,003

Ciśnienie hydrostatyczne

Nacisk słupa wody na ciało zanurzone w wodzie.

Zakładamy że:

1 at = 10 mH₂O

Czyli na 20m ciśnienie hydrostatyczne będzie miało wartość 2[atn] (2 at nadciśnienia)

Właściwości fizyczne i chemiczne wody

- 3 stany skupienia (**woda**, para wodna, **lód**)
- Ok. 97% wody w przyrodzie jest słona
- Znajduje się głównie w oceanach ok. 71% powierzchni ziemi, ale także rzekach, jeziorach i lodowcach

Ciśnienie absolutne

- $P_{\text{absolutne}} = P_{\text{atmosferyczne}} + P_{\text{hydrostatyczne}}$
- Czyli na 20m na nurka oddziałuje Ciśnienie absolutne:
 $p = 1 \text{ atm} + 2 \text{ atn} = 3 \text{ ata}$

Ciśnienie a objętość

Prawo Boyle'a - Mariotte'a

W stałej temperaturze (przemiana izotermiczna) objętość (V) danej masy gazu jest odwrotnie proporcjonalna do jego ciśnienia (p)

$$pV = \text{const}$$

$$p_1 V_1 = p_2 V_2$$

Ciśnienie a objętość

Prawo Boyle'a - Mariotte'a

1 at	0 m	POWIETRZE 1
2 at	10 m	POWIETRZE 1/2
3 at	20 m	POWIETRZE 1/3
4 at	30 m	POWIETRZE 1/4
5 at	40 m	POWIETRZE 1/5

0 m	1 at	1
10 m	2 at	1/2
20 m	3 at	1/3
30 m	4 at	1/4
40 m	5 at	1/5

Największe
zmiany
objętości na
małej
głębokości



**ODDYCHAJ
NORMALNIE**

**NIGDY NIE
WSTRZYMUJ
ODDECHU**

Prawo Boyle'a - Mariotte'a zapas mieszanki oddechowej

Oszacować na jak długo wystarczy powietrza nurkowi na głębokości 30 m, mającemu butlę o pojemności 15 l napełnioną do ciśnienia 200 at. Nurek zużywa średnio 20 l/min powietrza.

Prawo Boyle'a - Mariotte'a zapas mieszanki oddechowej

Ilość powietrza w butli:

$$V = 15 * 150 = 2250 \text{ l. (50 atm – rezerwa)}$$

Ciśnienie na głębokości 30 m: 4 at

Zużycie powietrza na 30m:

$$20 * 4 = 80 \text{ l/min}$$

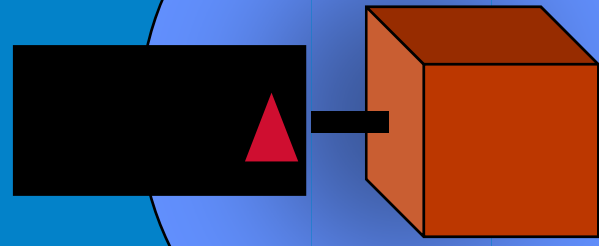
Powietrze zostanie wykorzystane po:

$$2250 / 80 = 28,1 \text{ min.}$$

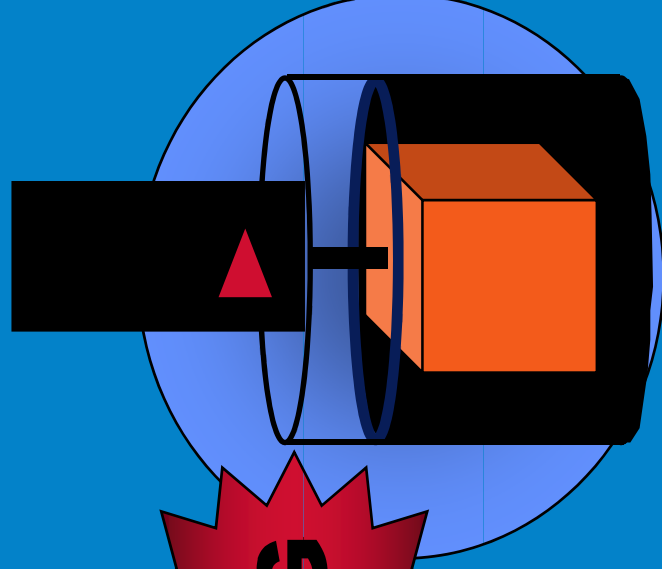
Prawo Archimiedesa

Na każde ciało całkowicie lub częściowo zanurzone w cieczy działa siła wyporu skierowana pionowo ku górze, równa co do wartości ciężarowi cieczy wypartej przez to ciało.

Ciało zanurzone w cieczy traci pozornie na wadze tyle ile waży wyparta przez to ciało ciecz



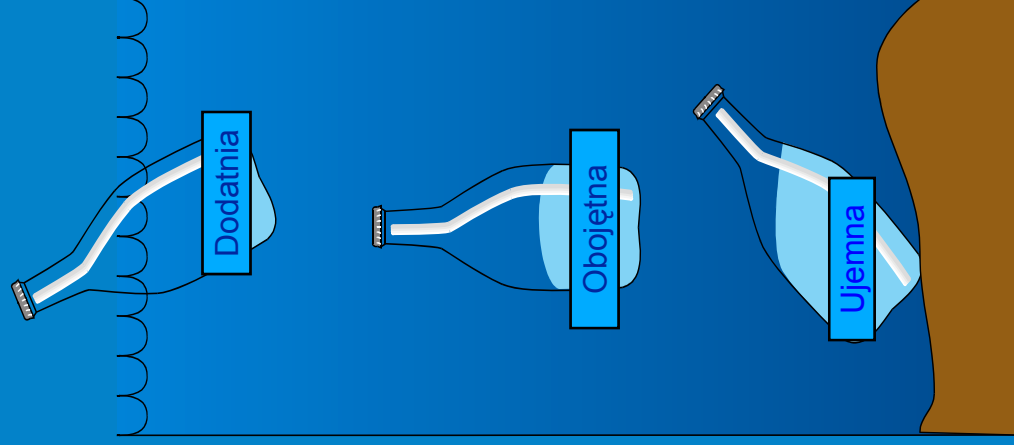
10 kg



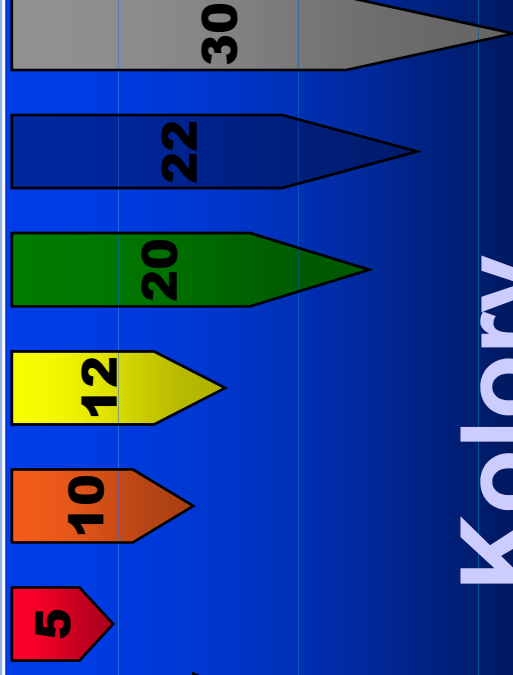
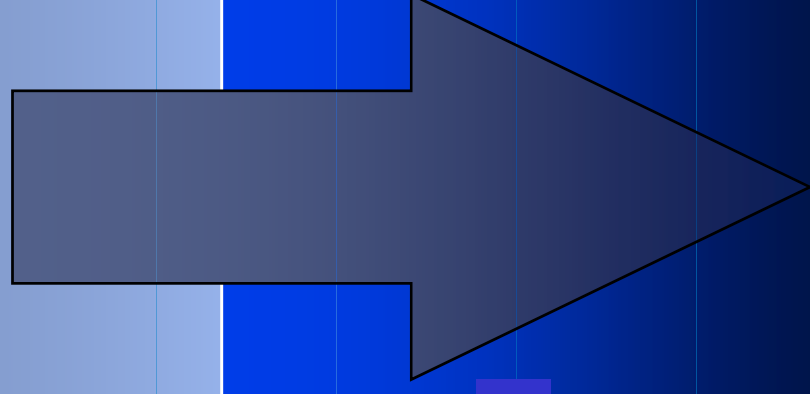
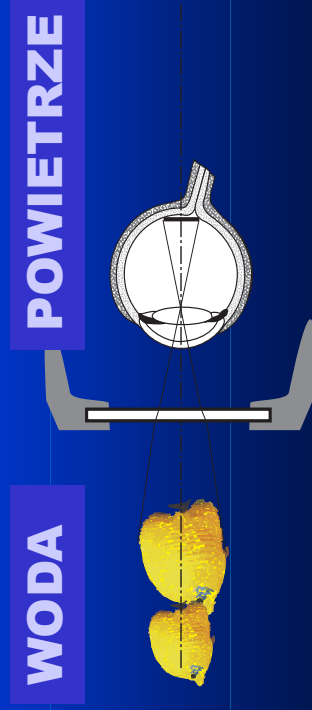
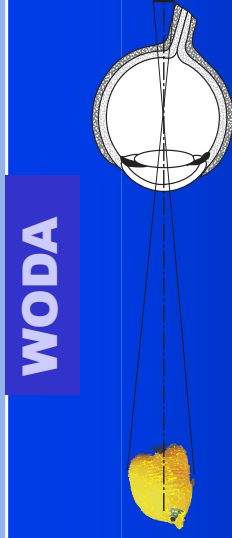
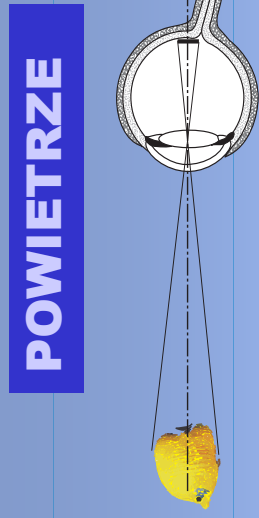
9 kg

Objętość $[V] = 1 \text{ liter}$

Pływalność

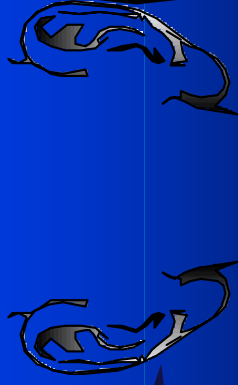
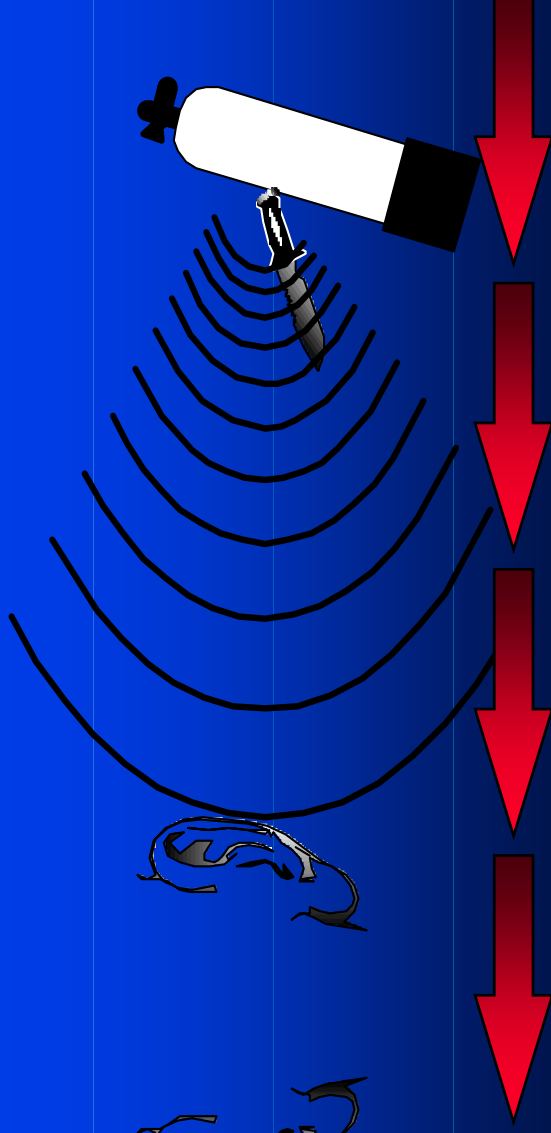
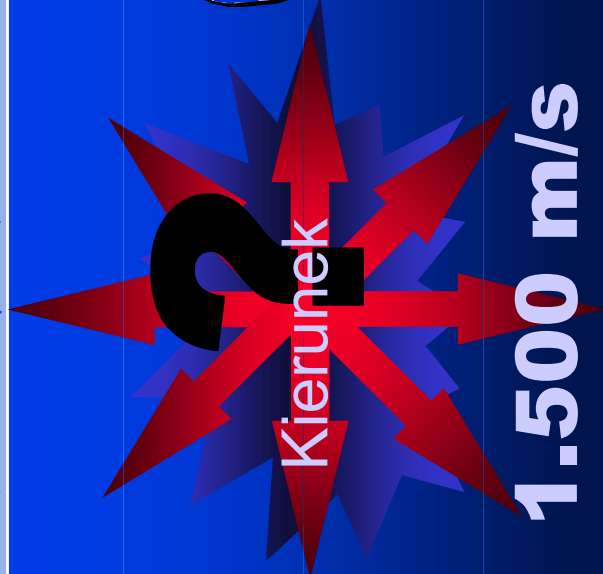
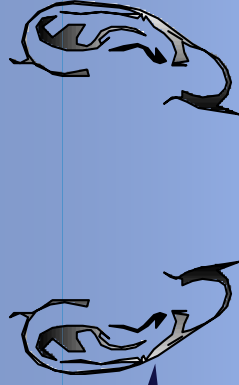
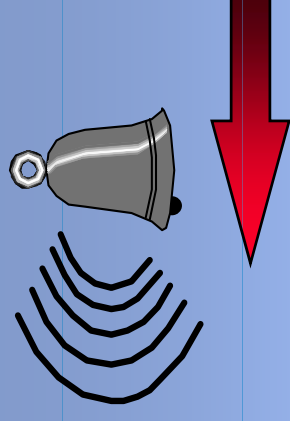
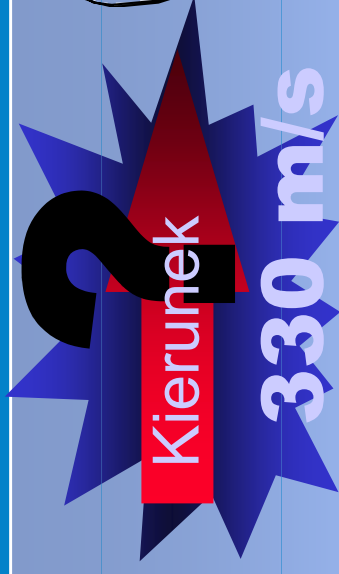


Optyka

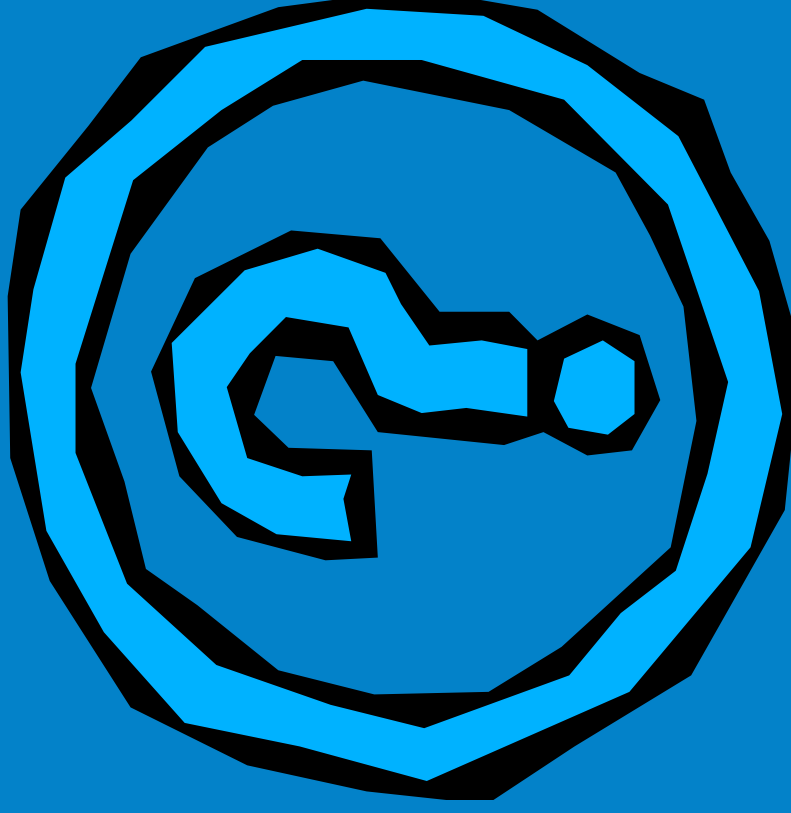


Kolory

Akustyka



Pytania



POWIETRZE

Skład

Cieężar
1,3kg/1000l

Ściśliwe

O₂-21%
N₂-78%
Inne-1%

Wzrost
gęstości

Zachowanie przy
zmianie ciśnienia

Sprężanie
wzrost
temperatury

Rozprężanie
spadek
temperatury

Sprężarka

Zamarzanie
automatów
oddechowych

Uwaga
na nagrzane
elementy

