

IDŹ DO

PRZYKŁADOWY ROZDZIAŁ



SPIS TREŚCI

KATALOG KSIĄŻEK

KATALOG ONLINE

ZAMÓW DRUKOWANY KATALOG

TWÓJ KOSZYK

DODAJ DO KOSZYKA

CENNIK I INFORMACJE

ZAMÓW INFORMACJE
O NOWOŚCIACH

ZAMÓW CENNIK

CZYTELNIA

FRAGMENTY KSIĄŻEK ONLINE

Fizyka z komputerem dla gimnazjum

Autor: Barbara Zegrodnik, Łukasz Zegrodnik

ISBN: 83-7361-579-2

Format: B5, stron: 160



Opanuj tajniki fizyki, korzystając z możliwości, jakie oferuje Ci komputer

- Rozwiąż zadania za pomocą Excela
- Przeprowadź symulacje komputerowe i doświadczenia
- Poznaj fizykę na praktycznych przykładach

Komputer w fizyce można wykorzystać do różnych zadań. Może on zastąpić kartkę papieru i długopis, a także służyć jako narzędzie do rozwiązywania zadań. Może również ułatwić zrozumienie zagadnień teoretycznych – dzięki możliwości przedstawienia zależności pomiędzy wielkościami fizycznymi na przykładach zaczerpniętych z otaczającego nas świata. Nauka fizyki z komputerem polega na tworzeniu, analizowaniu i interpretowaniu wykresów oraz wyciąganiu wniosków i tworzeniu na ich podstawie nowych informacji.

„Fizyka z komputerem dla gimnazjum” to książka, dzięki której poznasz nowy, aktywny sposób poznawania świata fizyki. Nauczysz się wykorzystywać arkusz kalkulacyjny Excel do rozwiązywania zadań i przygotowywania wykresów. Dowiesz się, w jaki sposób za pomocą komputera analizować zjawiska fizyczne i przeprowadzać ich symulacje. Przekonasz się, jak wzory i definicje wiążą się z tym, co Cię otacza. Każdy przykład jest przedstawiony w postaci sekwencji czynności, które należy wykonać, co bardzo ułatwi Ci ich zrozumienie.



Spis treści

Wstęp	5
Rozdział 1. Ciśnienie	9
Wprowadzenie	9
Ciśnienie hydrostatyczne	10
Ciśnienie atmosferyczne	10
Przykłady	10
Ciśnienie hydrostatyczne wody	10
Ciśnienie hydrostatyczne różnych cieczy	14
Ciśnienie atmosferyczne	17
Jak ciśnienie powietrza wpływa na temperaturę wrzenia wody?	20
Rozdział 2. Prawo Archimedesesa	23
Wprowadzenie	23
Prawo Archimedesesa	23
Przykłady	24
Jak siła wyporu zależy od gęstości cieczy?	24
Dlaczego statki nie toną?	27
Jak siła wyporu w cieczy rośnie w miarę wzrostu objętości zanurzonego w niej ciała? ...	31
Rozdział 3. Ciepło właściwe	35
Wprowadzenie	35
Przykłady	36
Jaka substancja najlepiej nadaje się do magazynowania ciepła?	36
Skąd wiemy, ile wynosi ciepło właściwe różnych substancji?	39
Rozdział 4. Ruchy prostoliniowe	47
Wprowadzenie	47
Ruchy jednostajne prostoliniowe	47
Ruchy jednostajnie zmienne	48
Przykłady	50
Droga w ruchu jednostajnym prostoliniowym	50
Czy średnia prędkość poruszającego się ciała może być równa zeru?	52
Ruch jednostajnie przyspieszony i jednostajnie opóźniony	58

Rozdział 5. Jak siły wpływają na ruch ciał?	69
Wprowadzenie	69
Przykłady	70
Jaka przyczyna, taki skutek	70
Rozdział 6. Ruch jednostajny po okręgu	83
Wprowadzenie	83
Przykłady	84
Siły, które zakrzywiają tor ciał	84
Rozdział 7. Siła grawitacji na Ziemi i poza Ziemią	93
Wprowadzenie	93
Przykłady	94
Siły grawitacji wokół Ziemi	94
Przyspieszenie ziemskie w pobliżu Ziemi	100
Siły grawitacji poza Ziemią	102
Rozdział 8. Opór elektryczny przewodników	109
Wprowadzenie	109
Przykłady	110
Jak wyznacza się opór elektryczny?	110
Jakie są skutki przepływu prądu przez ciało człowieka?	113
Wpływ temperatury na opór elektryczny przewodnika	115
Rozdział 9. Energia i moc prądu elektrycznego	121
Wprowadzenie	121
Przykłady	122
Od czego zależy moc grzałki?	122
Jak moc grzałki wpływa na czas i koszt gotowania wody?	125
Rozdział 10. Łączenie oporników	131
Wprowadzenie	131
Łączenie szeregowe oporników	131
Łączenie równoległe	132
Przykłady	132
Jak połączenie szeregowe oporników wpływa na natężenie prądu w obwodzie?	132
Czym grozi przeciążenie domowej instalacji elektrycznej?	137
Rozdział 11. Rozchodzenie się dźwięków w różnych ośrodkach	143
Wprowadzenie	143
Przykłady	144
Od czego zależy szybkość dźwięku?	144
Czy latem szybkość dźwięku w powietrzu jest inna niż zimą?	146
Ile razy szybkość dźwięku w diamencie jest większa od szybkości dźwięku w powietrzu?	149
Skorowidz	156

Rozdział 2.

Prawo Archimedesesa

Wprowadzenie

Prawo Archimedesesa stwierdza dwa fakty, które możesz potwierdzić własnym doświadczeniem życiowym. Pierwszy z nich mówi o tym, że na każde ciało zanurzone w cieczy działa siła wyporu. Każdy z nas odczuwa to np. podczas kąpieli w basenie, gdzie czujemy się lżejsi. Ale to nie dlatego tak się czujemy, że Ziemia przyciąga nas słabiej, gdy jesteśmy w basenie, lecz dlatego, że oprócz siły przyciągania ziemskiego, skierowanej zawsze pionowo w dół, działa na nas druga siła, która ma przeciwny zwrot niż siła ciężkości. Jest to właśnie siła wyporu. Drugi fakt stwierdza, że każde ciało zanurzone w cieczy wypiera taką objętość cieczy, jaką samo zajmuje. Wchodząc do wanny wypełnionej po brzegi wodą, spowodujesz wylanie się wody. Objętość wylanej (wypartej) wody jest równa objętości ciała, które jest zanurzone. Dlatego zanurzając w wodzie coraz więcej swojego ciała, wylewamy z wanny coraz więcej wody. Mierząc objętość wylanej wody przy całkowitym zanurzeniu ciała, można dowiedzieć się, jaką objętość ma nasze ciało. Na tej zasadzie mierzymy objętość menzurką. Wszystko to wiesz bez prawa Archimedesesa. Ale czy wiesz, jak duża jest siła wyporu i od czego zależy jej wielkość?

Prawo Archimedesesa

Na każde ciało zanurzone w cieczy działa siła wyporu skierowana pionowo do góry i równa ciężarowi wypartej cieczy.

Ciężar wypartej cieczy to siła, której wartość jest równa iloczynowi masy wypartej cieczy i przyspieszenia ziemskiego. Oznaczając literą W siłę wyporu, a literą m_c masę wypartej cieczy i literą g przyspieszenie ziemskie, mamy ciężar wypartej cieczy:

$$(2.1) \quad W = m_c \cdot g$$

Masa cieczy może być wyrażona poprzez jej gęstość ρ_{cieczy} i objętość V_{cieczy} zgodnie ze wzorem:

$$(2.2) m_c = \rho_{\text{cieczy}} \cdot V_{\text{cieczy}}$$

Po uwzględnieniu, że objętość wypartej cieczy jest równa objętości zanurzonego ciała:

$$(2.3) V_{\text{cieczy}} = V_{\text{ciała}}$$

ostatecznie otrzymujemy:

$$(2.4) W = \rho_{\text{cieczy}} \cdot V_{\text{ciała}} \cdot g$$

Jeżeli gęstość, objętość i przyspieszenie ziemskie wyrazisz w jednostkach układu SI, to siła wyporu będzie wyrażona w niutonach [N].

Zakładając, że interesuje nas siła wyporu tylko na Ziemi, możemy przyspieszenie grawitacyjne traktować jako stałe i wówczas **wartość siły wyporu zależy tylko od gęstości cieczy i od objętości zanurzonego w niej ciała**. Wartość siły wyporu w porównaniu z ciężarem ciała decyduje o tym, czy ciało utonie w danej cieczy, czy nie.

- a) Jeżeli ciężar ciała jest większy od siły wyporu, to ciało tonie i opada na dno. Ten przypadek zachodzi zawsze, gdy gęstość ciała jest większa od gęstości cieczy.
- b) Jeżeli ciężar ciała jest równy sile wyporu działającej przy całkowitym zanurzeniu ciała, wtedy ciało pływa pod powierzchnią cieczy, na takim poziomie, na jakim zostało umieszczone. Ten warunek jest spełniony, gdy gęstość ciała jest równa gęstości cieczy.
- c) Jeżeli ciężar ciała jest mniejszy od siły wyporu działającej przy całkowitym zanurzeniu ciała, wtedy ciało wypływa do góry i wynurza się aż do momentu wyrównania siły wyporu z ciężarem (przy wynurzaniu objętość zanurzonej części ciała zmniejsza się i tym samym maleje siła wyporu).



Gdy mówimy o **objętości zanurzonego ciała**, to mamy na myśli tylko tę **część ciała, która jest zanurzona**, a nie całkowitą objętość ciała pływającego w cieczy. Tylko w przypadku, gdy ciało tonie lub pływa pod powierzchnią cieczy, zanurzona jest cała jego objętość.

Przykłady

Jak siła wyporu zależy od gęstości cieczy?

Przykład 2.1.

Stalową kulkę o objętości $V = 1 \text{ dm}^3 = 0,001 \text{ m}^3$ wrzucano kolejno do kilku cieczy o różnych gęstościach. Przedstaw na wykresie, jak zmieniała się siła wyporu działająca na kulkę w zależności od gęstości tych cieczy. Porównaj siłę wyporu działającą na kulkę w każdej cieczy z ciężarem kulki. Gęstość stali wynosi 7800 kg/m^3 .

Poniższa tabela zawiera nazwy cieczy i ich gęstości:

Ciecz	Gęstość [kg/m³]
benzyna	720
aceton	785
terpentyna	860
ropa naftowa	900
olej słonecznikowy	922
woda	1000
mleko	1030
kwas octowy	1049
glikol	1110
gliceryna	1258
chloroform	1480
kwas siarkowy	1830

Sposób rozwiązania

Dla każdej cieczy trzeba wyznaczyć siłę wyporu według wzoru:

$$W = \rho_{\text{cieczy}} \cdot V_{\text{ciała}} \cdot g$$

Porównaj gęstość stali z gęstością wszystkich cieczy w tabeli. Z tego porównania wynika, że kulka w każdej cieczy utonie, a to znaczy, że w każdej cieczy zanurzona będzie cała objętość kulki. Dla każdej cieczy występujący we wzorze na siłę wyporu iloczyn objętości całej kulki i przyspieszenia ziemskiego jest taki sam. Żeby uprościć sobie zadanie, możemy od razu wyliczyć jednakowy w każdym przypadku iloczyn objętości $V_{\text{ciała}}$ i przyspieszenia ziemskiego g :

$$V \cdot g = 0,001 \cdot 9,81 = 0,00981 \left[m^3 \frac{m}{s^2} \right]$$

Teraz wzór na siłę wyporu przyjmie postać:

$$W = 0,00981 \cdot \rho_{\text{cieczy}} \quad [N]$$

Jak siła wyporu zależy od gęstości cieczy, dowiesz się wstawiając do powyższego wzoru gęstość różnych cieczy. Wykonaj to za pomocą Excela, który pozwoli od razu zobaczyć tę zależność na wykresie.

Trzeba jeszcze wyznaczyć ciężar kulki, aby móc porównać go z siłą wyporu działającą na kulkę w każdej cieczy.

Ciężar stalowej kulki wyznaczamy zgodnie ze wzorem:

$$P = m \cdot g = \rho_{\text{stali}} \cdot V_{\text{kulki}} \cdot g$$

Przygotowanie arkusza

1. Do komórek E2, E3, E4 i E5 wpisz dane tekstowe: $V[\text{m}^3]=$, $g[\text{m}/\text{s}^2]=$, $\rho[\text{kg}/\text{m}^3]=$ i $P[\text{N}]=$. W komórkach F2, F3 oraz F4 umieść wartości: V (objętość kulki), g (przyspieszenie ziemskie) i ρ (gęstość kulki).
2. W komórce F5 będzie znajdowała się wartość ciężaru kulki. Wpisz do tej komórki formułę zgodną ze wzorem na ciężar: $=F2*F3*F4$.
3. Do komórek: A1, B1, C1 i D1 wpisz odpowiednio: ciecz, gęstość cieczy $[\text{kg}/\text{m}^3]$, siła wyporu $[\text{N}]$ i ciężar kulki $[\text{N}]$.
4. Do komórek kolumny A wpisz nazwy cieczy, a do komórek kolumny B wpisz odpowiadające im gęstości.
5. W kolumnie C znajdują się wartości siły wyporu dla poszczególnych cieczy. Aby tak się stało, wpisz do komórki C2 formułę $=B2*\$F\$2*\$F\3 (wzór na siłę wyporu), a następnie wypełnij serią danych komórki od C3 do C13. Żeby to zrobić, zaznacz komórkę, do której wpisałeś formułę (C2), złap myszą kwadracik w prawym dolnym rogu komórki i pociągnij go w dół, aż do komórki C13. Teraz arkusz będzie wyglądał tak jak na rysunku 2.1.

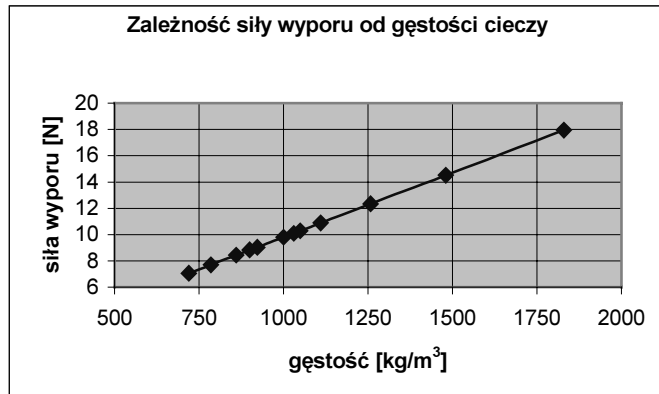
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
1	ciecz	gęstość cieczy $[\text{kg}/\text{m}^3]$	siła wyporu $[\text{N}]$									
2	benzyna	720	7,0632		$V[\text{m}^3]=$	0,001						
3	aceton	785	7,70085		$g[\text{m}/\text{s}^2]=$	9,81						
4	terpentyna	860	8,4366		$\rho[\text{kg}/\text{m}^3]=$	7800						
5	ropa naftowa	900	8,829		$P[\text{N}]=$	76,518						
6	olej słonecznikowy	922	9,04482									
7	woda	1000	9,81									
8	mleko	1030	10,1043									
9	kwas octowy	1049	10,29069									
10	glikol	1110	10,8891									
11	gliceryna	1258	12,34098									
12	chloroform	1480	14,5188									
13	kwas siarkowy	1830	17,9523									
14												
15												
16												
17												
18												
19												
20												
21												
22												
23												
24												
25												
26												
27												
28												
29												
30												
31												
32												
33												
34												
35												

Rysunek 2.1. Fragment arkusza z rozwiązaniem przykładu 2.1

6. Aby utworzyć wykres zależności siły wyporu od gęstości, zaznacz wartości w kolumnach B i C. Uruchom *Kreator wykresów* i wybierz typ wykresu *XY punktowy*. Następnie nadaj tytuł wykresowi i opisz osie, możesz też nanieść linie siatki. Uzyskany wykres będzie wyglądał tak jak na rysunku 2.2.

Rysunek 2.2.

Fragment arkusza z rozwiązaniem przykładu 2.1, przedstawiający zależność siły wyporu od gęstości cieczy



Największa siła wyporu wynosi około 18 N. Ciężar kulki wynosi 76,5 N. Widzisz, że kulka musi utonąć w każdej cieczy. Aby kulka mogła pływać całkowicie zanurzona w cieczy, to siła wyporu musiałaby mieć wartość równą ciężarowi kulki. Wtedy ciecz musiałaby mieć taką samą gęstość, jaką ma stal. Znasz taką ciecz?

Gdybyśmy chcieli, żeby kulka się częściowo wynurzyła, to siła wyporu musiałaby być jeszcze większa, ale to nie jest możliwe, bo częściowe wynurzenie kulki tylko zmniejszy siłę wyporu. Siła wyporu jest przecież tym mniejsza, im mniejsza jest objętość **zanurzonego** ciała (objętość zanurzonej części ciała) — wzór (2.4).

Wnioski

1. Siła wyporu rośnie w sposób liniowy ze wzrostem gęstości cieczy. Porównując ciężar kulki z siłą wyporu dla różnych cieczy, stwierdzamy, że w każdym przypadku siła wyporu jest mniejsza od ciężaru kulki. Jest tak dlatego, że gęstość stali jest większa od gęstości cieczy i stalowa kulka w każdym przypadku tonie.

Dlaczego statki nie toną?

W przykładzie 2.1 przekonałeś się, że stalowa kulka tonie w każdej z wymienionych cieczy, ponieważ gęstość stali jest większa od gęstości cieczy. Dlaczego wobec tego statki nie toną, skoro są wykonane z materiałów o większej gęstości niż woda? Spójrz jeszcze raz na wzór (2.4). Czy naprawdę nic się nie da zrobić? Jedyna możliwość to zwiększyć gęstość wody albo zrobić coś z objętością zanurzonego ciała. Pierwszy pomysł odpada — nie będziemy zmieniać gęstości wody w morzach i oceanach. Aby zwiększyć siłę wyporu, trzeba zrobić coś z objętością. Co?

Objętość i masa stali uformowanej w pełną kulkę nie zmienia się, jeśli po stopieniu kulki uformuje się z niej inny kształt np. pustą powłokę kulistą (podobną do piłki). Jeśli wewnątrz powłoki kulistej będzie powietrze, to razem z nim będzie ona zajmowała większą objętość niż pełna kulka stalowa.

Przykład 2.2.

Twoje zadanie polega na tym, żeby wykorzystać informację mówiącą, że siła wyporu nie zależy od rodzaju materiału, z jakiego zrobiona jest kulka, lecz zależy od jej objętości — wzór (4).

- Wyznacz dla każdej cieczy, jak duża musi być objętość wypełnionej powietrzem powłoki kulistej, którą utworzono ze stali zawartej poprzednio w kulce, aby pływała ona po wodzie i innych cieczach zanurzona tylko do połowy. Gęstość powietrza wynosi: $\rho_{\text{powietrza}} = 1,185 \text{ kg/m}^3$.*
- Przedstaw na wykresie zależność tej objętości od gęstości cieczy.*
- Czy gęstość powietrza ma znaczący wpływ na szukaną objętość?*

Sposób rozwiązania

Jeżeli siła wyporu działająca na zanurzoną do połowy powłokę kulistą zrównoważy jej ciężar, to będzie się ona utrzymywała na wodzie i nie utonie. Oznaczmy szukaną objętość jako V_x . Ponieważ tylko połowa powłoki będzie zanurzona w cieczy, więc do wzoru na siłę wyporu wstawimy tylko połowę tej objętości:

$$W = \rho_{\text{cieczy}} \cdot \frac{V_x}{2} \cdot g$$

Ciężar powłoki kulistej nie zależy od tego, jaka jej część jest zanurzona (Ziemia przyciąga całą powłokę):

$$P = m \cdot g$$

gdzie m oznacza masę powłoki razem z masą powietrza.

Masę stalowej powłoki obliczymy mnożąc gęstość stali przez objętość stalowej kulki (objętość pustej powłoki jest taka sama, jak objętość kulki, z której ta powłoka powstała), a masę powietrza obliczymy mnożąc gęstość powietrza przez objętość powłoki.

$m = \rho_{\text{stali}} \cdot V_{\text{kulki}} + \rho_{\text{powietrza}} \cdot V_x$. Teraz wykorzystajmy fakt, że $W = P$ i podstawmy za W i P odpowiednie wzory:

$$\rho_{\text{cieczy}} \cdot \frac{V_x}{2} \cdot g = (\rho_{\text{stali}} \cdot V_{\text{kulki}} + \rho_{\text{powietrza}} \cdot V_x) \cdot g$$

Otrzymaliśmy równanie, w którym występuje jedna niewiadoma V_x . Dzieląc je stronami przez g , a następnie mnożąc przez 2, otrzymamy:

$$\rho_{\text{cieczy}} \cdot V_x = 2 \cdot (\rho_{\text{stali}} \cdot V_{\text{kulki}} + \rho_{\text{powietrza}} \cdot V_x)$$

Grupując po prawej stronie wyrażenia z niewiadomą, mamy:

$$\rho_{\text{cieczy}} \cdot V_x - 2 \cdot \rho_{\text{powietrza}} \cdot V_x = 2 \cdot \rho_{\text{stali}} \cdot V_{\text{kulki}}$$

Teraz wystarczy wyłączyć przed nawias V_x z lewej strony równania i podzielić całe równanie stronami przez wyrażenie, które znajdzie się w nawiasie:

$$V_x = \frac{2\rho_{\text{stali}} V_{\text{kulki}}}{\rho_{\text{cieczy}} - 2\rho_{\text{powietrza}}}$$

Jak można wykorzystać ten wzór?

- można go wykorzystać dla cieczy o różnych gęstościach,
- można go wykorzystać dla różnych materiałów, z których zrobiona jest powłoka kulista wypełniona powietrzem,
- można go wykorzystać dla różnych kształtów pływających obiektów (o danej objętości V),
- można go wykorzystać dla różnych gazów, którymi wypełniona jest powłoka kulista.

Wszystko to, w zależności od potrzeb, wyliczy Excel.

Twój zadaniem jest wyznaczenie objętości V_x , jaką powinna zajmować stalowa powłoka kulista razem z wypełniającym ją powietrzem, aby nie utonęła, lecz pływała zanurzona do połowy w różnych cieczach. Ta objętość będzie inna dla każdej cieczy (możliwość a). Zastanów się, czy popełnimy duży błąd, gdy we wzorze na V_x pominiemy gęstość powietrza.

Uzyskane z obliczeń dane przedstaw na wykresie zależności V_x od gęstości cieczy.

Przygotowanie arkusza

- Do komórek E2, E3, E4 wpisz dane tekstowe: $\rho_{\text{stali}} [\text{kg}/\text{m}^3]=$, $\rho_{\text{powietrza}} [\text{kg}/\text{m}^3]=$ i $V_{\text{kulki}} [\text{m}^3]=$. W komórkach F2, F3 i F4 umieść odpowiednio wartości gęstości stali, powietrza oraz objętości kulki.
- Do komórek A1, B1, C1 wpisz: ciecz, $\rho_{\text{cieczy}} [\text{kg}/\text{m}^3]$, $V_x [\text{m}^3]$. W kolumnie A umieść nazwy cieczy, a do kolumny B wprowadź odpowiadające im gęstości.
- W kolumnie C znajdą się wartości szukanej objętości dla poszczególnych cieczy. Do komórki C2 wprowadź wzór na V_x , czyli formułę: $=2*\$F\$2*\$F\$4/(\$B2-2*\$F\$3)$. Aby otrzymać wartość V_x dla innych cieczy, wypełnij serią danych pozostałe komórki kolumny C.
Po tych czynnościach Twoja tabela będzie wyglądała tak jak na rysunku 2.3.
- Aby utworzyć wykres zależności objętości V_x od gęstości cieczy, zaznacz wartości w kolumnach B i C, uruchom *Kreator wykresów* i wybierz typ wykresu *XY punktowy*. Następnie przejdź dalej i nadaj tytuł wykresowi oraz opisz osie. Wykres, który otrzymasz, będzie wyglądał tak jak na rysunku 2.4.

Microsoft Excel - ćwiczenie 2.2

Arkusz1 Arkusz2 Arkusz3

A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
1	ciężka	ρ cieczy [kg/m ³]	V_x [m ³]								
2	benzyna	720	0,02174	ρ stali [kg/m ³]=	7800						
3	aceton	785	0,01993	ρ powietrza [kg/m ³]=	1,185						
4	terpentyna	860	0,01819	V_{kulki} [m ³]=	0,001						
5	ropa naftowa	900	0,01738								
6	olej słonecznikowy	922	0,01696								
7	woda	1000	0,01564								
8	mleko	1030	0,01518								
9	kwas octowy	1049	0,0149								
10	glikol	1110	0,01408								
11	gliceryna	1258	0,01242								
12	chloroform	1480	0,01056								
13	kwas siarkowy	1830	0,00854								
14											
15											
16											
17											
18											
19											
20											
21											
22											
23											
24											
25											
26											
27											
28											
29											
30											
31											
32											
33											
34											
35											

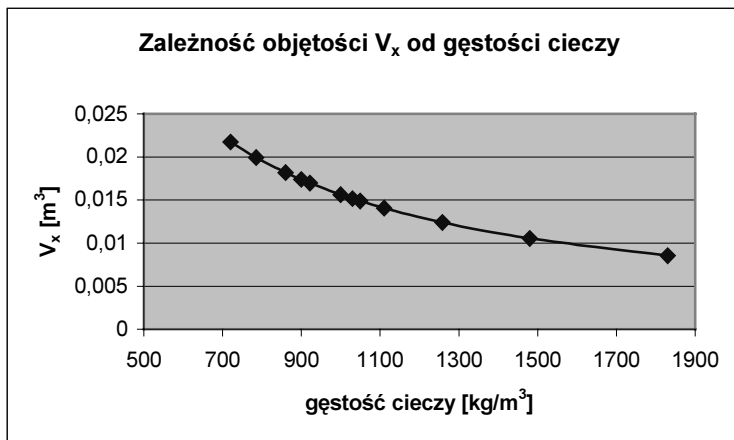
Gotowy NUM

Start Ćwiczenia 02-02 - Microsoft Word Microsoft Excel - Ćwi... 19:59

Rysunek 2.3. Fragment arkusza z rozwiązaniem przykładu 2.2

Rysunek 2.4.

Fragment arkusza z rozwiązaniem przykładu 2.2, na którym widać, jak duża musi być objętość stalowej powłoki kulistej, aby mogła ona pływać zanurzona do połowy w cieczach o różnej gęstości



Wnioski

1. Objętość powłoki kulistej wraz z powietrzem, czyli V_x , przy której ta powłoka nie utonie, lecz będzie pływała do połowy zanurzona w cieczy, jest tym większa, im mniejsza jest gęstość cieczy.

2. Przy małej gęstości cieczy siłę wyporu możemy zwiększyć, powiększając objętość zanurzonego ciała, podobnie jak zwiększamy objętość balonika, gdy wypełniamy go powietrzem.
3. Stalowa kulka o objętości $0,001 \text{ m}^3$, która tonęła, mogła pływać w wodzie zanurzona do połowy, gdy uformowano z niej powłokę kulistą, która razem z powietrzem zajmowała w przybliżeniu 15 razy większą objętość $V_x = 0,0152 \text{ m}^3$ (odczytasz tę wartość z wykresu dla gęstości cieczy równej 1000 kg/m^3 , odpowiadającej wodzie). Gdybyśmy chcieli zmniejszyć zanurzenie, należałoby jeszcze bardziej zwiększyć objętość V_x .

Jak siła wyporu w cieczy rośnie w miarę wzrostu objętości zanurzonego w niej ciała?

Przykład 2.3.

Gruby klocek z drewna bukowego o wysokości 1 m i polu podstawy $0,025 \text{ m}^2$ był stopniowo wpuszczany do wody. Gęstość drewna bukowego wynosi 700 kg/m^3 . Przedstaw na wykresie, jak zmieniła się siła wyporu działająca na klocek, gdy wysokość zanurzonej części klocka zmieniła się od zera do 1 m . Na podstawie wykresu odpowiedz na następujące pytania:

1. Czy siła wyporu będzie rosła, jeżeli całkowicie zanurzony klocek będziemy wkładali do wody coraz głębiej?
2. Czy całkowicie zanurzony klocek wypłynie do góry, gdy mu się na to pozwoli?

Sposób rozwiązania

Skorzystaj ze wzoru na siłę wyporu pamiętając, że objętość klocka można wyrazić za pomocą wzoru na objętość prostopadłościanu ($V = S \cdot h$), gdzie S oznacza pole podstawy klocka, a h to jego wysokość:

$$W = \rho_{\text{wody}} \cdot S \cdot h \cdot g$$

W tym wzorze zmienną niezależną jest tylko wysokość h . Zmieniając wysokość co 5 cm w zakresie od zera do 1 m , otrzymasz odpowiadającą każdej wysokości siłę wyporu.

Aby porównać siłę wyporu z ciężarem klocka, należy ten ciężar obliczyć ze wzoru:

$$P = m \cdot g = \rho_{\text{klocka}} \cdot V \cdot g$$

Zauważ, że ciężar klocka nie zależy od tego, jak bardzo klocek jest zanurzony w wodzie. Ziemia przyciąga go tak samo w wodzie, jak poza wodą. Dlatego obliczając ciężar, należy do wzoru wstawić całą objętość klocka. Na wykresie dla porównania siły wyporu z ciężarem nanieś również siłę ciężkości, która jest cały czas taka sama. Wykonaj obliczenia i wykres za pomocą Excela, a następnie — analizując wykres — odpowiedz na pytania postawione w przykładzie.

Przygotowanie arkusza

1. W komórkach E2, E3, E4 i E5 umieść dane tekstowe: $\rho[\text{kg}/\text{m}^3]=$, $g[\text{m}/\text{s}^2]=$, $S[\text{m}^2]=$ i $h[\text{m}]=$. Do komórek F2, F3, F4, F5 wpisz odpowiednio wartości ρ , g , S oraz h .
2. Do komórek A1, B1 i C1 wpisz tekst: h [m], siła wyporu [N] oraz ciężar klocka [N].
3. W kolumnie A będą znajdowały się wartości głębokości od 0 do 1 metra. Aby w kolejnych komórkach głębokość rosła co $5 \text{ cm} = 0,05 \text{ m}$, wpisz do komórki A2 wartość 0, a w komórce A3 umieść formułę $=A2+0,05$. Następnie zaznacz komórkę A3 i wypełnij serią danych komórki od A4 do A22.
4. W kolumnie B znajdują się wartości siły wyporu na danej głębokości. Do komórki B2 wpisz formułę zgodną ze wzorem na siłę wyporu: $=F\$2*\$F\$3*\$F\$4*\$F\$5*\$A2$ i wypełnij serią danych komórki od B3 do B22.
5. Do komórki C2 wpisz formułę zgodną ze wzorem na ciężar klocka: $=\$F\$4*\$F\$5*\$F\$1*\$F\3 , następnie wypełnij serią danych komórki od C3 do C22.

Twój arkusz powinien wyglądać tak jak na rysunku 2.5.

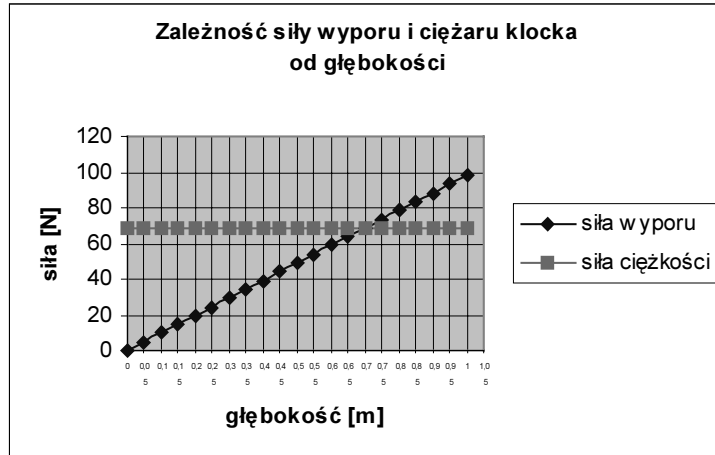
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M
1	h [m]	siła wyporu [N]	ciężar klocka [N]		$\rho[\text{kg}/\text{m}^3]=$	700							
2	0	0	68,67		$\rho[\text{kg}/\text{m}^3]=$	1000							
3	0,05	4,905	68,67		$g[\text{m}/\text{s}^2]=$	9,81							
4	0,1	9,81	68,67		$S[\text{m}^2]=$	0,01							
5	0,15	14,715	68,67		$h[\text{m}]=$	1							
6	0,2	19,62	68,67		$P[\text{N}]=$	68,67							
7	0,25	24,525	68,67										
8	0,3	29,43	68,67										
9	0,35	34,335	68,67										
10	0,4	39,24	68,67										
11	0,45	44,145	68,67										
12	0,5	49,05	68,67										
13	0,55	53,955	68,67										
14	0,6	58,86	68,67										
15	0,65	63,765	68,67										
16	0,7	68,67	68,67										
17	0,75	73,575	68,67										
18	0,8	78,48	68,67										
19	0,85	83,385	68,67										
20	0,9	88,29	68,67										
21	0,95	93,195	68,67										
22	1	98,1	68,67										

Rysunek 2.5. Fragment arkusza z rozwiązaniem przykładu 2.3, na którym widać, jak siła wyporu rośnie, gdy klocek jest coraz bardziej zanurzony w wodzie

6. Aby utworzyć wykres zależności siły wyporu od głębokości, zaznacz wartości w kolumnach A, B i C, następnie skorzystaj z *Kreatora wykresów*. Wartości w kolumnie A będą wykorzystane przez program jako zmienne niezależne. Wartości w kolumnach B i C będą traktowane jako zmienne zależne. Uzyskany wykres będzie wyglądał tak jak na rysunku 2.6.

Rysunek 2.6.

Fragment arkusza z rozwiązaniem przykładu 2.3, który pokazuje, jak siła wyporu wody rośnie w miarę wzrostu objętości zanurzonego w niej ciała (im głębiej zanurzony jest klocek, tym większa jest zanurzona objętość)



Odpowiedzi na pytania na podstawie wykresu

1. Siła wyporu działająca na klocek po jego całkowitym zanurzeniu (głębokość zanurzenia równa 1 m) nie może już wzrosnąć. Dlaczego? Siła wyporu jest przecież równa ciężarowi wypartej cieczy. Przy całkowitym zanurzeniu klocek nie może już wyprzeć więcej cieczy, tym samym nie może już wzrosnąć siła wyporu.
2. Z wykresu widać, że gdy klocek jest zanurzony tak, że 0,7 m jego wysokości jest w wodzie, to siła wyporu zrówna się z ciężarem klocka. Dalsze zanurzenie powoduje, że siła wyporu staje się większa od ciężaru klocka. W takiej sytuacji całkowite zanurzenie klocka wymaga użycia dodatkowej siły, która zmusi klocek do pozostania pod wodą. Gdy całkowicie zanurzony klocek puścimy, to zacznie on wypływać do góry i wynurzać się. Spowoduje to zmniejszanie się siły wyporu. Gdy wartość siły wyporu zrówna się z wartością siły ciężkości, wówczas ustali się równowaga. Ponieważ taka równowaga, jak widać z wykresu, ma miejsce dla głębokości 0,7 m, to znaczy, że 0,3 m wysokości klocka będzie wtedy nad powierzchnią wody.

Wnioski

1. Wartość siły wyporu w cieczy jest wprost proporcjonalna do objętości zanurzonego w niej ciała, o czym świadczy liniowy charakter wykresu (rysunek 2.6).
2. Jeżeli siła wyporu dla całkowicie zanurzonego ciała jest większa od jego ciężaru, to dąży ona do tego, aby część ciała się wynurzyła, przez co siła wyporu zmaleje i gdy zrówna się z ciężarem ciała, to ciało przestanie się już bardziej wynurzać.
3. O tym, czy ciało tonie, czy wypływa do góry, decyduje nie tylko wartość siły wyporu, ale również ciężar ciała.