

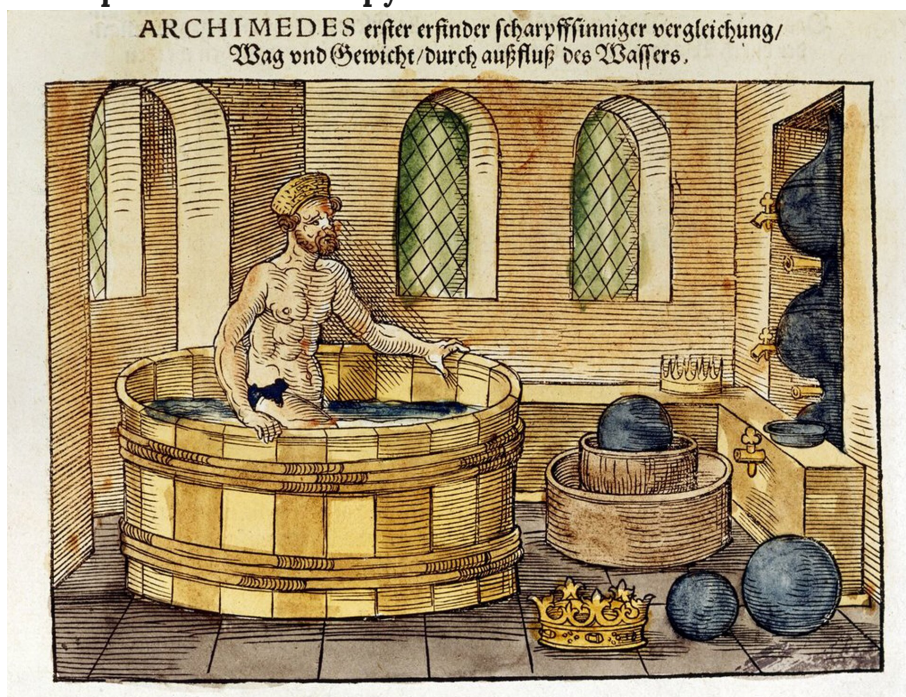


Eureka! Jakie są warunki pływania ciał?

Eureka! Jakie są warunki pływania ciał?

Wstęp

Pewnie nieraz zanurzaliście w wodzie jajko lub piłkę i czuliście opór. Czy wiecie dlaczego? Odpowiedź na to pytanie znalazł 2250 lat temu wybitny filozof **Archimedes**. Bo właśnie od prawie dwudziestu czterech wieków znane jest Prawo Archimedesesa, które stworzył. Przez ten czas ludzie wykorzystywali to prawo do różnorodnych zastosowań. Zastanawialiście się kiedyś dlaczego tak wielkie, wykonane ze stali statki mogą pływać w wodzie i nie toną, choć gęstość stali jest prawie 8 razy większa niż gęstość wody? Spróbujemy sobie odpowiedzieć na to pytanie.



Źródło: Eduexpert Sp. z o.o. / Evaco Sp. z o.o., licencja: CC BY 3.0.

Nauczysz się

1. wyznaczać objętość ciała;
2. wymieniać rodzaje sił działających na ciebie podczas zabawy w wodzie;
3. zilustrować graficznie siły działające na ciała zanurzone w cieczy i w gazie;
4. przewidywać, czy dane ciało będzie pływać, czy tonąć;
5. **Prawa Archimedesesa.**

Cele edukacyjne zgodne z etapem kształcenia

1. wymienia cechy siły wyporu;
2. podaje warunek pływania i przewiduje, czy dane ciało będzie pływać, czy tonąć;
3. wskazuje przykłady wpływu siły wyporu na ciała w otaczającym nas świecie;
4. ilustruje graficznie siły działające na ciało zanurzone w cieczy i gazie.

Eureka! Jakie są warunki pływania ciał? - audiobook

Rozdziały audiobooka:

1. W wodzie i w powietrzu
2. Nauka pływania/ Czy jajko umie pływać?
3. Podsumowanie

Uwaga!



Notatka dla prowadzącego:

Przed rozpoczęciem pracy z audiobookiem, możesz skorzystać z przygotowanego scenariusza lekcji, który pokazuje, jak wdrożyć materiały multimedialne w tok lekcji.

Źródło: Eduexpert Sp. z o.o. / Evaco Sp. z o.o., licencja: CC BY 3.0.

Wskazówka

Podczas odsłuchiwania audiobooka, zwróć uwagę na treść prawa Archimedesesa i jego zastosowanie.

Audiobook można wysłuchać pod adresem: <https://zpe.gov.pl/b/P129eoPQn>

Eureka!

Jakie są warunki pływania ciał?

Rozdział 1

W wodzie i w powietrzu

Materiał przedstawia fragment lekcji fizyki na temat prawa Archimedesesa i siły wyporu. Nauczyciel przeprowadza z klasą doświadczenie.

— Drodzy uczniowie, dzisiaj porozmawiamy o prawie Archimedesesa. Przeprowadzimy za chwilę proste doświadczenie. Podzielcie się proszę na czteroosobowe grupy i przygotujcie stanowiska pracy. Będziecie potrzebować siłomierza, jakiegoś przedmiotu do zanurzenia i pojemnika z wodą.

Zawieście proszę na siłomierzu przedmiot, który wybraliście i zanotujcie w zeszytach odczyt. Następnie zanurzcie przedmiot w pojemniku z wodą. Zanotujcie drugi odczyt w

zeszytach. Siłomierz powinien wskazywać mniejszą wartość, gdy przedmiot jest zanurzony w wodzie. Czy wiecie dlaczego?

– Przedmiot zanurzony w wodzie wydaje się trochę lżejszy. Jakaś siła pcha go do góry.

– Właśnie. Tę siłę nazywamy siłą wyporu. Różnica wskazań siłomierza jest równa wartości siły wyporu działającej na zanurzony przedmiot. Wbrew pozorom ciężar ciała w wodzie nie zmienia się, więc jego siła Q , czyli ciężar, ma tę samą wartość. Musi więc istnieć siła pochodząca od wody, skierowana do góry. To jest właśnie siła wyporu.

Można ją obliczyć ze wzoru $F_w = Q - P$, gdzie F_w - to siła wyporu, Q - to ciężar ciała, czyli odczyt z siłomierza w powietrzu, a P - to ciężar wypartego ciała, czyli odczyt z siłomierza po zanurzeniu ciała w wodzie. Zapiszę wzór na tablicy. Obliczcie teraz proszę siłę wyporu waszych przedmiotów wykorzystanych podczas doświadczenia i zapiszcie obliczenia w zeszytach.

– Czy wartość siły wyporu zależy od rodzaju materiału, z którego wykonany jest przedmiot i od jego kształtu?

– Odpowiedź brzmi: nie. Wartość siły wyporu zależy od objętości ciała i od gęstości cieczy (czy też gazu). Tego właśnie dotyczy prawo Archimedesesa, które brzmi: Na każde ciało zanurzone w cieczy lub gazie działa zwrócona w górę siła wyporu, której wartość jest równa ciężarowi wypartej cieczy lub gazu. Jego wzór to $F_w = d \cdot V \cdot g$, gdzie F_w to siła wyporu, d - gęstość cieczy (lub gazu), g - przyspieszenie ziemskie, a V - to objętość wypartej cieczy (lub gazu).

Rozdział 2

Nauka pływania: Czy jajko umie pływać?

Materiał przedstawia rozmowę dziadka z wnuczką. Przeprowadzają doświadczenia z jajkiem.

– Aniu, może nauczymy jajko pływać?

– Dobrze dziadku, ale czy to w ogóle możliwe?

– Przygotuj duży słoik i wlej do niego wodę. Ja przyniosę jajko.

– Już wszystko zrobione.

- Dobrze. To teraz włóż ostrożnie jajko do wody.
- Oh, niestety zatoneło.
- Masz jakiś pomysł, dlaczego i co można zrobić z tym upartym jajkiem? Jak nauczyć je pływać?
- Nie mam pojęcia.
- Już ci wszystko w takim razie wyjaśniam. Popróbujmy. Może wsypiemy trochę cukru do wody?
- Dobrze, ja wsypię i włożę ostrożnie jajko do słoika. No nie. Znow zatoneło. To może dodamy więcej cukru?
- Dodajmy łyżeczkę.
- Znowu to samo. Wyjmę jajko. Nasypię dużo cukru do wody i dokładnie wymieszam.
- Mieszaj, aż cały cukier się rozpuści i zanurz ponownie nasze uparte jajko.
- Już nie jest uparte! Patrz, pływa pod wodą!
- No właśnie, pod wodą, a nie po wodzie. A pamiętasz, jak pojechaliśmy kiedyś nad Morze Martwe z babcią? Tam woda była taka słona, że praktycznie wypychała mnie na powierzchnię. Może zanurzymy nasze jajko w słonej wodzie?
- Bardzo dobry pomysł! Przyniosę drugi słoik z wodą i sól.
- Dobrze, ja sobie tutaj poczekam.
- Wszystko już mam. Rozpuszczę tyle soli, ile się da. Gotowe.
- To czas zanurzyć jajko.
- Zanurzam... Niesamowite! Nauczyliśmy nasze uparte jajko pływać po powierzchni wody.
- Super! A potrafisz to wyjaśnić?
- Nie. Możesz mi to wytłumaczyć. To bardzo ciekawe.
- Już ci wyjaśniam. Czysta woda ma zbyt małą gęstość, aby jajko mogło utrzymywać się na jej powierzchni. Jajko tonie i spoczywa na dnie słoika, ponieważ jego średnia gęstość jest większa niż gęstość wody. W wodzie z cukrem gęstość roztworu była równa

gęstości jajka, dlatego jajko pływało w środku cieczy. A gęstość wody z solą była większa od gęstości jajka!

– Dlatego jajko pływało po jej powierzchni.

– Właśnie tak Aniu. Jesteś bystrą uczennicą.

– A skąd to wszystko wiesz dziadku?

– Byłem pilnym uczniem na lekcjach fizyki.

Rozdział 3

Podsumowanie

Materiał stanowi podsumowanie audiobooka. Przedstawia w sposób zwarty najważniejsze informacje o prawie Archimidesa i sile wyporu.

Wiedza w pigułce.

- Na każde ciało zanurzone w cieczy lub gazie działa zwrócona w górę siła wyporu, której wartość jest równa ciężarowi wypartej cieczy lub gazu. Stwierdzenie to nosi nazwę Prawa Archimidesa.
- Wzór na siłę wyporu to $F_w = d \cdot V \cdot g$, gdzie F_w - to siła wyporu, d - gęstość cieczy (lub gazu), g - przyspieszenie ziemskie, a V - to objętość wypartej cieczy (lub gazu). Siła wyporu nie zależy od kształtu ciała i rodzaju materiału, z jakiego jest wykonane, ale od jego objętości.
- Ciało tonie, gdy jego ciężar jest większy od siły wyporu, innymi słowy, gdy gęstość ciała jest większa od gęstości cieczy.
- Ciało nie tonie, gdy ciężar ciała i siła wyporu się równoważą. Wówczas ciało pływa częściowo zanurzone w cieczy, gdy jego gęstość jest mniejsza od gęstości cieczy. Gdy gęstość ciała i cieczy jest taka sama, ciało pływa całkowicie zanurzone.

Źródło: Eduexpert Sp. z o.o. / Evaco Sp. z o.o., licencja: CC BY 3.0.

Polecenie 1

W szklance, napełnionej do połowy wodą, pływa kostka lodu. Czy ulegnie zmianie poziom wody w szklance, jeżeli pływający w niej lód roztopi się całkowicie?

Polecenie 2

Czy jest możliwe wyznaczenie siły wyporu działającej na klocek zanurzony w wodzie, jeżeli mamy do dyspozycji tylko sznurek, siłomierz i cylinder miarowy?

Polecenie 3

Na które ciało działa większa siła wyporu: na zanurzonego całkowicie i stojącego na dnie basenu hipopotama, czy na dmuchane koło pływające na powierzchni wody?

Polecenie 4

Jaka część góry lodowej znajduje się pod powierzchnią wody, a jaka jej część wystaje ponad powierzchnię?

Przykładowe rozwiązania do poleceń:

Polecenie 1.

Po stopieniu się kostki lodu poziom wody w naczyniu nie ulegnie zmianie ponieważ kostka lodu wypiera wodę do góry. Woda zajmuje mniejszą objętość niż powstały z niej lód, dlatego gdy lód topnieje poziom wody się nie zmienia.

Polecenie 2.

Tak, można wyznaczyć za pomocą tych przyrządów siłę wyporu. Wystarczy za pomocą sznurka zawiesić klocek na siłomierzu. Następnie zanotować wskazania siłomierza przed zanurzeniem i po zanurzeniu klocka. Gdy klocek był zanurzony w wodzie, siłomierz wskazywał mniejszą wartość. Różnica wskazań siłomierza jest wartością siły wyporu działającą na zanurzony w wodzie klocek.

Polecenie 3.

Większa siła wyporu działa na hipopotama ponieważ siła ta jak wynika ze wzoru $F_w = d \cdot g \cdot V$, zależy od objętości ciała, a hipopotam ma większą objętość niż dmuchane koło. W tym przypadku gęstość i przyspieszenie ziemskie nie mają znaczenia bo dla obu ciał wartości te są takie same, także należy porównać tylko objętości ciał.

Polecenie 4.

Na górę lodową pływającą po powierzchni wody, działają dwie siły: siła wyporu F_w i siła ciężkości F_c , które się równoważą.

$$F_c = F_w$$

$$m_1 \cdot g = d_{\text{wody}} \cdot V_{\text{zan}} \cdot g,$$

gdzie:

m_1 - masa całej góry, V_{zan} - objętość zanurzonej części góry lodowej.

Masę góry można wyrazić przez jej gęstość: $m_1 = d_1 \cdot V$.

$$d_1 \cdot V \cdot g = d_w \cdot V_{\text{zan}} \cdot g,$$

stąd $\frac{V_{zan}}{V} = \frac{d_l}{d_w} = \frac{0,92}{1,03} = 0,893$.

Wynika z tego, że 89,3 % góry lodowej jest zanurzone w wodzie, a 10,7 % góry jest ponad powierzchnią wody.

Podsumowanie

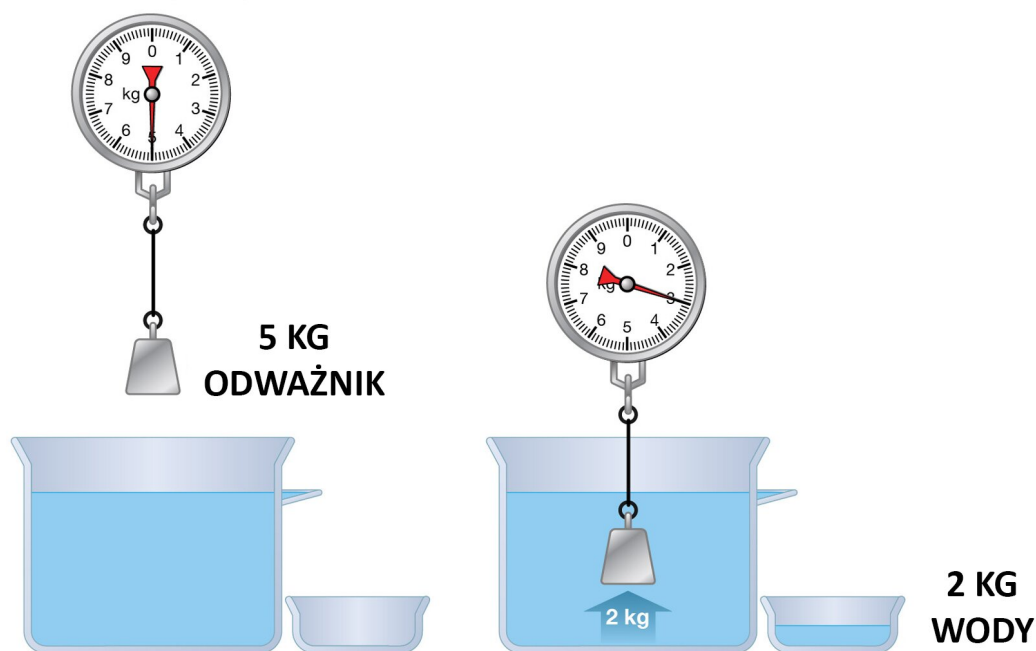
Podsumujmy nasze rozważania na temat pływania ciał. Wiesz już, że na każde ciało zanurzone w cieczy lub gazie działa zwrócona w górę **siła wyporu**, której wartość jest równa ciężarowi wypartej cieczy lub gazu. Stwierdzenie to nosi nazwę **Prawa Archimedes**.

Poznałeś też **wzór na siłę wyporu**: $F_w = d \cdot V \cdot g$, gdzie: F_w - to siła wyporu, d - gęstość cieczy (gazu), g - przyspieszenie ziemskie, a V - to objętość wypartej cieczy (gazu).

Wiesz także, że siła wyporu nie zależy od kształtu ciała i rodzaju materiału, z jakiego jest wykonane ciało, ale od jego objętości.

Znasz już trzy warunki pływania ciał:

1. Ciało tonie, gdyż jego ciężar (Q) jest większy od siły wyporu (F_w). Sytuacja taka może mieć miejsce tylko wtedy, gdy gęstość ciała jest większa d od gęstości cieczy - d_c .
2. Ciało pływa na dowolnej głębokości, gdy siła ciężkości i siła wyporu się równoważą. Zatem gęstości ciała i cieczy muszą być sobie równe.
3. Ciało pływa częściowo zanurzone w cieczy. W tej sytuacji działające siły ciężkości (Q) i wyporu (F_w) także się równoważą, jednak siła wyporu pochodzi jedynie od tej części ciała, która jest zanurzona w płynie. Oznacza to, że w tym przypadku gęstość ciała musi być mniejsza od gęstości cieczy.



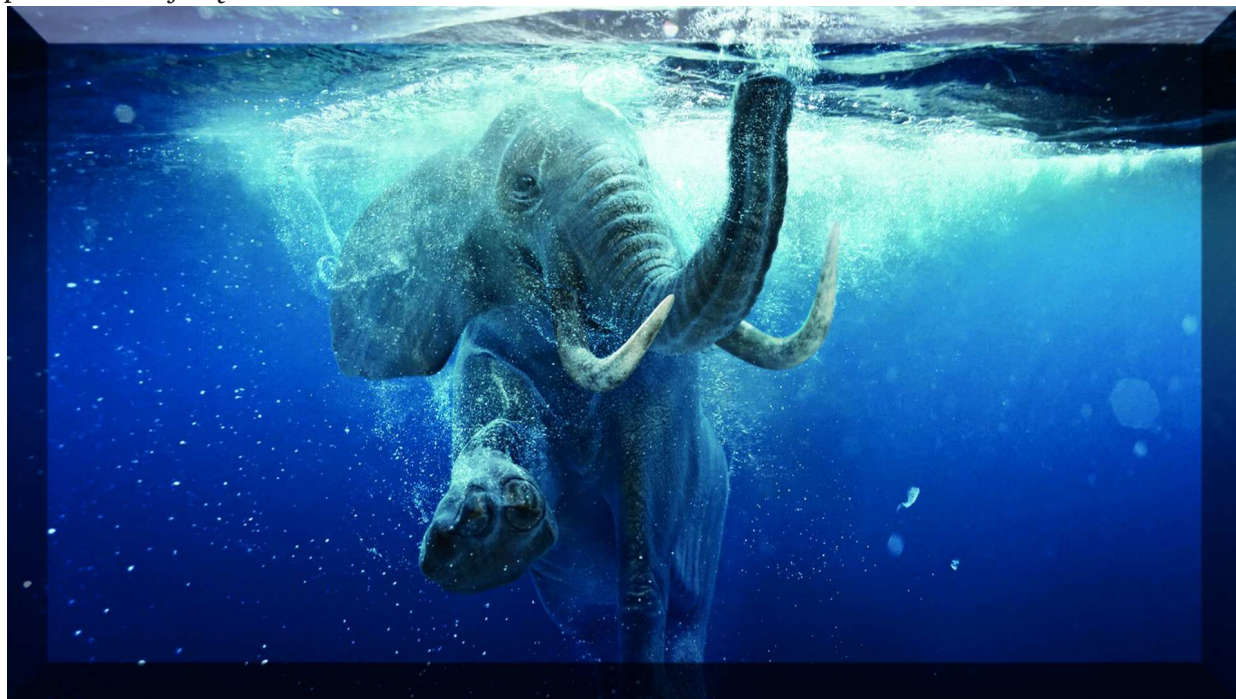
© 2012 Encyclopædia Britannica, Inc.

Źródło: Eduexpert Sp. z o.o. / Evaco Sp. z o.o., licencja: CC BY 3.0.

Praca domowa

ZADANIE 1

Słoń o objętości 6 m^3 stoi na dnie basenu. Nad wodę wystaje mu tylko trąba. Oblicz siłę wyporu działającą na słonia.



Źródło: Eduexpert Sp. z o.o. / Evaco Sp. z o.o., licencja: CC BY 3.0.

1. wypisz dane

1. objętość wody jest równa:

.....

2. gęstość wody jest równa:

.....

2. oblicz masę wypartej wody:

.....

3. oblicz ciężar wypartej wody:

.....

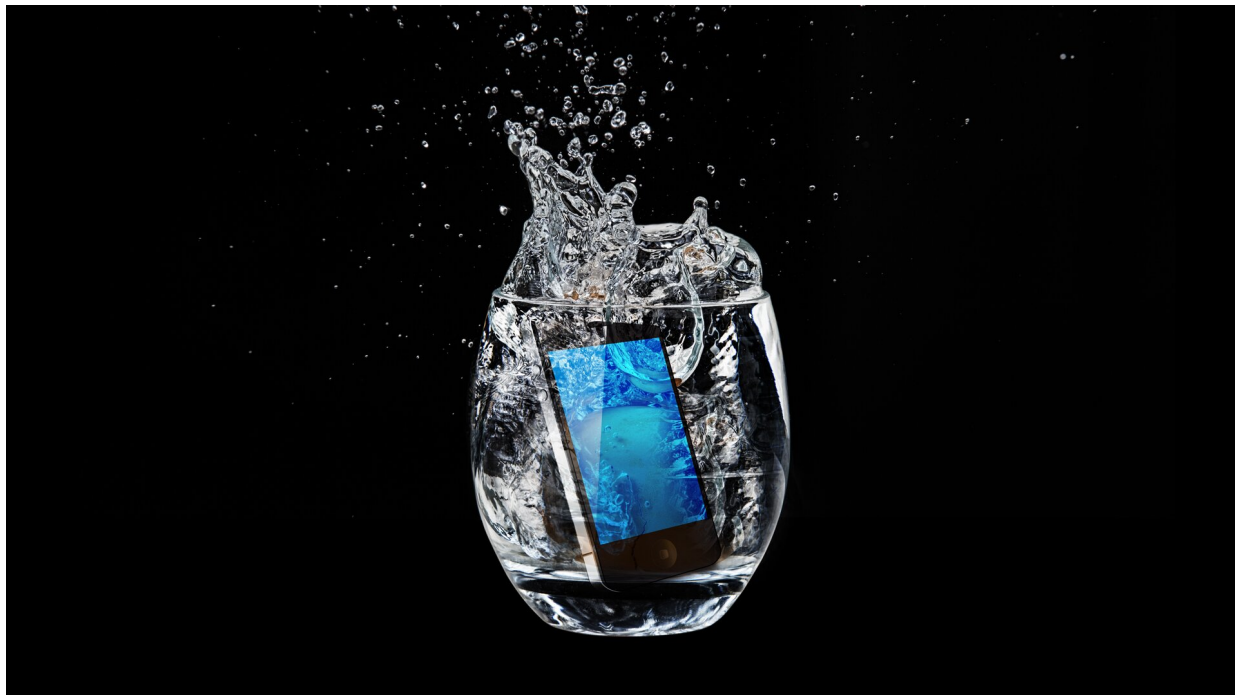
Odpowiedź:

.....

Źródło: Eduexpert Sp. z o.o. / Evaco Sp. z o.o., licencja: CC BY 3.0.

ZADANIE 2

Określ wartość siły wyporu działającej na prostopadłościan aluminiowy o wymiarach $4 \text{ cm} \times 5 \text{ cm} \times 10 \text{ cm}$ zanurzony całkowicie w wodzie ($d = 1000 \text{ kg/m}^3$).



Źródło: Eduexpert Sp. z o.o. / Evaco Sp. z o.o., licencja: CC BY 3.0.

Odpowiedź:

Źródło: Eduexpert Sp. z o.o. / Evaco Sp. z o.o., licencja: CC BY 3.0.

Przykładowe rozwiązania do zadania domowego:

Zadanie 1.

wypisz dane:

objętość wody jest równa: $V = 6 \text{ m}^3$

gęstość wody jest równa: $d = 1000 \text{ kg/m}^3$

oblicz masę wypartej wody:

$$m = V \cdot d$$

$$m = 6 \text{ m}^3 \cdot 1000 \text{ kg/m}^3 = 6000 \text{ kg}$$

oblicz ciężar wypartej wody:

$$F_w = m \cdot g$$

$$F_w = 6000 \text{ kg} \cdot 10 \text{ N/kg} = 60000 \text{ N}$$

Odpowiedź: Zgodnie z prawem Archimidesa na słonia działa siła wyporu F_w równa 60000 N.

Zadanie 2.

$$1 \text{ cm} = 0,01 \text{ m}$$

objętość prostopadłościanu:

$$V = 0,04 \text{ m} \cdot 0,05 \text{ m} \cdot 0,10 \text{ m} = 0,0002 \text{ m}^3$$

gęstość wody:

$$d = 1000 \text{ kg/m}^3$$

przyspieszenie ziemskie:

$$g = 10 \text{ N/kg}$$

$$F_w = d \cdot V \cdot g$$

$$F_w = 1000 \text{ kg/m}^3 \cdot 0,0002 \text{ m}^3 \cdot 10 \text{ N/kg} = 2 \text{ N}$$

Odpowiedź: Wartość siły wypory działającej na prostopadłościan wynosi 2 N.

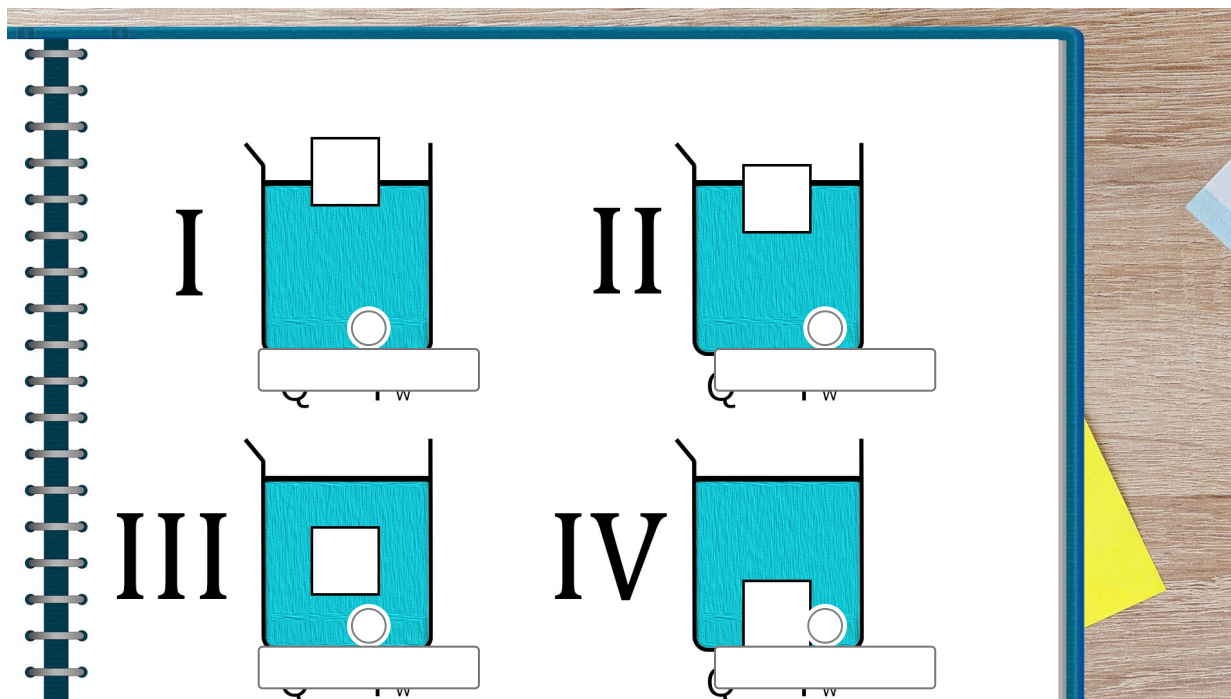
Ćwiczenia

Ćwiczenie 1

Klocki w wodzie...

Klocek został zanurzony w wodzie i puszczone swobodnie.

Wstaw odpowiedni znak ($=$, $<$ lub $>$) wartości siły ciężaru Q i siły wyporu F_w działających na klocek w każdym przypadku.



> = < <

Ćwiczenie 2

Cztery identyczne kulki z drewna dębowego ($d = 0,8 \text{ g/cm}^3$) wrzucono do różnych cieczy. W której cieczy kulka zanurzy się najgłębiej? Zaznacz prawidłową odpowiedź.

☐ w benzynie ($d = 0,72 \text{ g/cm}^3$)

☐ w mleku ($d = 1,03 \text{ g/cm}^3$)

☐ w wodzie ($d = 1 \text{ g/cm}^3$)

☐ w oleju ($d = 0,92 \text{ g/cm}^3$)

Ćwiczenie 3

Uzupełnij luki w tekście.

Na każde zanurzone w lub gazie działa zwrócona w siła , której wartość jest ciężarowi wypartej cieczy. Stwierdzenie to nosi nazwę .

Siła wyporu od ciała i rodzaju materiału, z jakiego jest wykonane ciało, ale od jego . $F_w = d \cdot g \cdot$

Prawa Archimedesesa

równa

wyporu

cieczy

ciało

objętości

V

nie zależy

kształtu

górze

Zródło: Eduexpert Sp. z o.o. / Evaco Sp. z o.o., licencja: CC BY 3.0.

Słowniczek

Archimedes

grecki matematyk, fizyk i inżynier, odkrywca i wynalazca żyjący ok. 287–212 p.n.e. w Syrakuzach.

Zajmował się głównie geometrią. Toteż geometrii jest poświęconych osiem z dziesięciu zachowanych prac matematycznych przypisywanych Archimedesowi:

1. *O kuli i walcu*,
2. *O wymierzaniu koła*,
3. *O konoidach i sferoidach*,
4. *O liniach spiralnych*,
5. *Kwadratura paraboli*,
6. *Lematy*,
7. *Stomachion*,
8. *Metoda*,
9. *Optyka*,

zaś tylko dwie arytmetyce:

1. *O liczbie piasku*,
2. *O problemie bydła*.

Archimedes stworzył metodę wyznaczania środków ciężkości figur płaskich. Zajmował się też obliczaniem powierzchni i objętości figur i brył ograniczonych liniami krzywymi. Zachowały się też dwie prace Archimedes z dziedziny fizyki:

1. *O równowadze płaszczyzn,*
2. *O ciałach pływających.*

Odkrył prawo wyporu – od jego imienia nazwane prawem Archimedes. Jako pierwszy zajmował się porównywaniem ciężarów właściwych ciał, opracował prawo dźwigni. Archimedes powszechnie jest uznawany za najwybitniejszego matematyka starożytności (i jednego z największych w dziejach).

encyklopedia.pwn.pl

Pływanie ciał

$d < d_c$ oraz $F_c > F_w$ ciało tonie

$d = d_c$ oraz $F_c = F_w$ ciało pływa całkowicie zanurzone

$d < d_c$ oraz $F_c < F_w$ ciało wypływa na powierzchnię

Prawo Archimedes

na każde ciało zanurzone w cieczy lub gazie działa zwrócona w górę siła wyporu, której wartość jest równa wartości ciężaru cieczy lub gazu wypartej przez to ciało.

Zamkor

Siła wyporu

siła działająca na ciało zanurzone w cieczy lub gazie, skierowana pionowo do góry, czyli przeciwnie do ciężaru ciała.

Wzór na siłę wyporu

$$F_w = d \cdot V \cdot g$$