

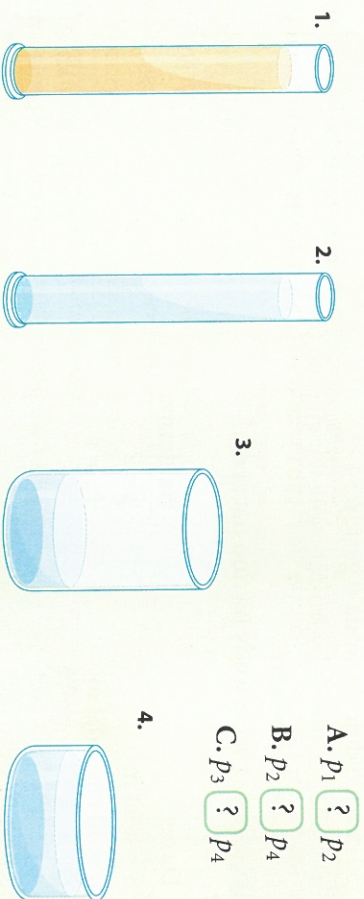
- 2 Na rysunku poniżej przedstawiono cztery naczynia.

W pierwszym naczyniu znajduje się olej, natomiast w pozostałych – woda. Olej ma mniejszą gęstość niż woda.

Wstaw znak $>$, $<$ lub $=$ pomiędzy odpowiednie wartości ciśnienia hydrostatycznego, jakie jest wywierane na dno każdego z naczyń. Przyjmij, że indeks dolny odpowiada numerowi naczynia.



ROZWIĄZANIA
ZAPISZ W ZESZCIE

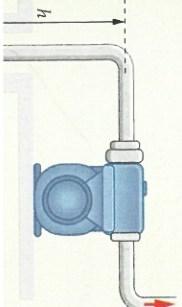


- 3 Niektóre zegarki wodoodporne wytrzymują ciśnienie 2,06 MPa. Oblicz głębokość, na jaką może zejść nurek z takim zegarkiem na rękę, aby zegarek nie uległ zniszczeniu. Przyjmij, że gęstość wody morskiej wynosi $1030 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$.
- 4 W naczyniu o wysokości 20 cm znajduje się pewna ciecz. Wywiera ona na dno naczynia ciśnienie hydrostatyczne 1840 Pa. Jaka to może być ciecz? Skorzystaj z tabeli na str. 274.

- 5 Naukowcy intensywnie badają przestrzeń kosmiczną. Sondy wysłane z Ziemi docierają do najdalszych zakątków naszego Układu Słonecznego. Na Europie – księżycu Jowisza – odkryto ocean, którego głębokość wynosi prawdopodobnie 100 km. Teraz naukowcy chcą zbudować łódź podwodną do zbadania tego oceanu.

Jakie ciśnienie powinna wytrzymać łódź podwodna, aby mogła zbadać dno takiego oceanu? Przyjmij, że gęstość wody w oceanie wynosi $1030 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$, a współczynnik g (przyspieszenie grawitacyjne) na Europie to $1,3 \frac{\text{N}}{\text{kg}}$.

- 6 Przeanalizuj działanie pompy, która pozwala pobierać wodę ze studni (patrz rysunek obok), i posługując się wiadomościami z podręcznika, wyjaśnij, dlaczego nie jest ona w stanie zasysać wody z głębokości większej niż 10 m.



16 Prawo Pascala

Cel lekcji: Dowiesz się, jaki sposób ciśnienie rozchodzi się w cieczach i gazach. Poznasz prawo Pascala oraz jego praktyczne zastosowania.

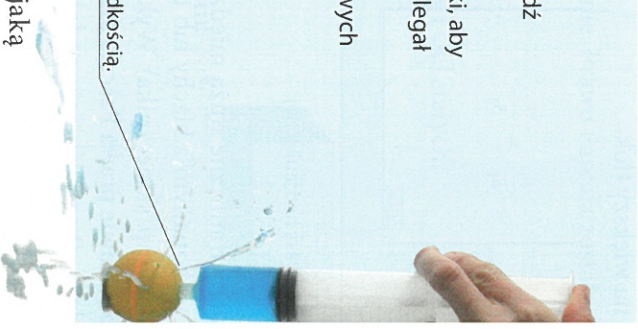
Nacisk a ciśnienie w cieczy i gazie

Ciecze i gazy mają szczególną cechę: przenoszą działające na nie siły jednakowo we wszystkie strony. Możemy się o tym przekonać, wykonując doświadczenie.

DOŚWIADCZENIE 30

1. Przygotuj: strzykawkę, piłeczkę pingpongową, gwóźdź i dużą miskę.
2. Wykonaj jeden otwór w piłeczce pingpongowej – taki, aby wpełnił się do niego dzióbek strzykawki ciasno przylegając do krawędzi.
3. Następnie wykonaj jeszcze kilka otworów o jednakowych wielkościach, w różnych miejscach piłeczki.
4. Napełnij piłeczkę pingpongową i strzykawkę wodą.
5. Wetknij dzióbek strzykawki w otwór w piłeczce, włóż przyrząd do miski i przesunij tłoczek (jak na ilustracji). Co obserwujesz?

Woda wytryskuje ze wszystkich otworów z jednakową prędkością.



Zewnętrzna siła działająca na ciecz, czyli siła, z jaką naciskamy na tłoczek, przenosi się w całej objętości cieczy. Podobny skutek obserwujemy w gazach – gdybyśmy w doświadczeniu 30 zamiast wody użyli np. dymu z kadzidelka, efekt byłby podobny. Przenoszenie sił we wszystkich kierunkach odbywa się dzięki niustanym i bardzo częstym zderzeniom cząsteczek.

Do takich samych wniosków doszedł Pascal i sformułował je w postaci prawa, nazwanego od jego nazwiska **prawem Pascala**:

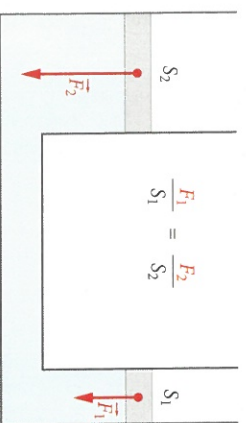
Zastosowania prawa Pascala

W 1651 roku Pascal opracował maszynę, która wielokrotnie siłę nacisku. Maszyną tą to **prasa hydrauliczna**.

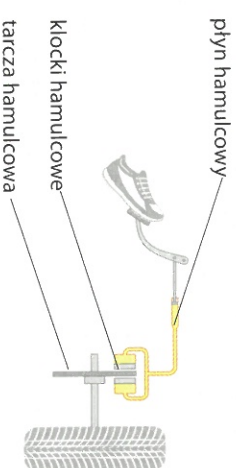
Prasę hydrauliczną wykorzystano po raz pierwszy do obróbki metali w 1820 roku, wyciskając za jej pomocą rury z ołowiu. Wartość siły F_2 uzyskanej za pomocą prasy jest tyle razy większa od wartości siły F_1 (włożonej), ile razy powierzchnia S_2 – tłoka dużego – jest większa od powierzchni S_1 – tłoka małego.

$$\frac{F_2}{F_1} = \frac{S_2}{S_1}$$

Zatem działając na mniejszy tłok małą siłą, można zrównoważyć dużą siłą działającą na większy tłok.



Schemat prasy hydraulicznej.



Schemat zasady działania hamulca hydraulicznego.

Prasy hydrauliczne służą między innymi do nadawania kształtu różnym elementom wykonanym z blachy lub też do wyciskania soku (np. z winogron) czy oleju z nasion (np. słonecznika). Wykorzystuje się je również jako podnośniki.

Na podstawie prawa Pascala działają również **hamulce hydrauliczne**, np. w samochodach. Po naciśnięciu pedału hamulca ciecz (płyn hamulcowy) tłoczona jest w stronę tarcz (lub bębnow) hamulcowych. Płyn hamulcowy dociska hamulce do tarcz zamocowanych przy kołach.



TO NAJWAŻNIEJSZE

- Prawo Pascala:** Nacisk wywierany z zewnątrz na ciecz lub gaz powoduje jednakowy wzrost ciśnienia w całej objętości cieczy lub gazu.
- Prawo Pascala wykorzystuje się np. w konstrukcji **prasy hydraulicznej** czy **hamulców hydraulicznych**.

Rozwiąż zadania



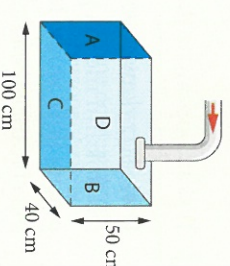
- 1 Zapisz w zeszycie poprawnie uzupełnione zdanie. Prawo Pascala zostało sformułowane

A. tylko dla gazów. C. dla gazów i cieczy.

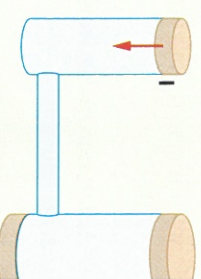
B. tylko dla cieczy. D. dla gazów, cieczy i ciał stałych.

- 2 Do pojemnika w kształcie prostokądnianu wpompowano powietrze (patrz rys. obok), tak że ciśnienie wywierane na ściankę A wzrosło o 50 kPa. Parcie wywierane przez powietrze na tę ściankę wzrosło o 10 000 N.

Oblicz, o ile wzrosło ciśnienie i parcie wywierane na ścianki B, C i D.



- 3 Na rysunku przedstawiono element hydrauliczny pewnego urządzenia. Gdy naciskamy na tłok I, to toki II oraz III o takich samych powierzchniach są wypychane na zewnątrz. Wskaż poprawne uzupełnienia zdań.



Nacisk na tłok I powoduje, że wywiera on na ciecz ciśnienie 500 Pa.

W tej sytuacji ciśnienie wywierane na tłok II wzrasta o A/ B/ C. Ciśnienie wywierane na tłok III wzrasta o A/ B/ C. Gdy naciskamy na tłok I siłą 200 N to siła, z jaką wypychany jest tłok II, ma wartość D/ E/ F i jest G/ H/ I.

A. więcej niż 500 Pa B. dokładnie 500 Pa C. mniej niż 500 Pa

D. taką samą jak siła wywierana na tłok III

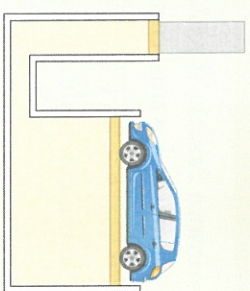
E. mniejszą niż siła wywierana na tłok III

4 Podnośnik samochodowy może działać na zasadzie prasy hydraulicznej. Przyjmij, że

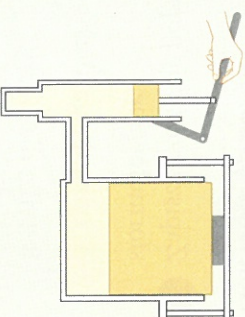
mniejszy tłok ma powierzchnię $0,2 \text{ m}^2$, a większy – podnoszący samochód – ma powierzchnię 6 m^2 . Oblicz:

a) siłę przyłożoną do przedmiotu na małym tłoku, która równoważy ciężar samochodu o masie 900 kg , stojącego na dużym tłoku,

b) masę przedmiotu, który, położony na małym tłoku, pozwoli uzyskać równowagę.

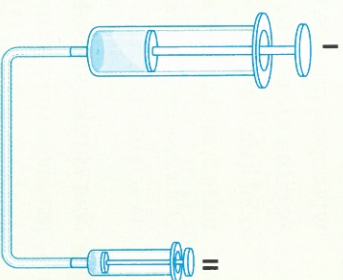


5 W składnicy złomu używana jest prasa hydrauliczna o sile prasowania wynoszącej 400 kN . Oblicz siłę, jaką należy działać na mniejszy tłok, o powierzchni 200 razy mniejszej niż stół, na który kładziony jest złom.



6 Wskaż poprawne dokończenie zdania.

Dwie strzykawki połączone wężykiem. Między ich tłokami nie ma powietrza, jest natomiast pewna ilość wody. Jeżeli pierwsza strzykawka ma średnicę dwa razy większą niż druga, to wciśnięcie jej tłoka do końca (a tym samym wysunięcie tłoka w mniejszej strzykawce) jest A/ B/ C.

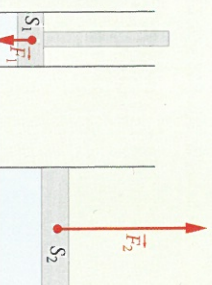


A. łatwiejsze niż wciśnięcie tłoka w mniejszej strzykawce

B. trudniejsze niż wciśnięcie tłoka w mniejszej strzykawce

C. tak samo łatwe jak wciśnięcie tłoka w drugiej strzykawce

7 Duży tłok w prasie hydraulicznej przesuwa się o 1 cm , a mały tłok o 20 cm . Pole powierzchni małego tłoka wynosi 25 cm^2 , a siła działająca na niego to 250 N . Oblicz:

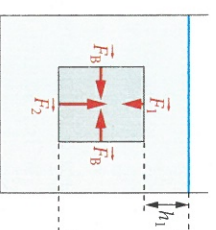
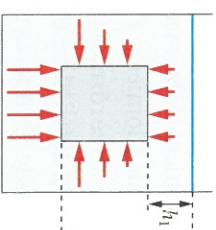


17 Prawo Archimedeasa

Cel lekcji: Dowiesz się, czym jest siła wyporu i o czym mówi prawo Archimedeasa.

Siła wyporu w cieczach

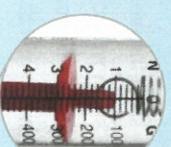
Zapewne z własnego doświadczenia wiesz, że podnosząc np. z dna jeziora duży kamień, używamy stosunkowo niewielkiej siły, dopóki jest on zanurzony. Jednak gdy tylko wyjmujemy go nad powierzchnię wody, podnoszenie staje się trudniejsze. Również własny ciężar odczuwamy inaczej, stojąc w wodzie, a inaczej, gdy wydźmiemy na brzeg. Jak wyjaśnić to zjawisko? W lekcji 15 wyjaśniliśmy, czym jest ciśnienie hydrostatyczne i stwierdziliśmy, że zależy ono od głębokości. Zatem jeśli zanurzymy ciało w cieczy, to ciśnienia wywierane na boczne ścianki będą się znosić, natomiast ciśnienia wywierane na ciało od góry i od dołu będą różne. Powstanie zatem skierowana do góry wypadkowa siła działająca na zanurzone ciało (patrz rys.). O działaniu tej siły możesz przekonać się, wykonując doświadczenie.



W wyniku różnicy ciśnień wywieranych na górną i dolną powierzchnię zanurzonego ciała, na to ciało działa skierowana góry wypadkowa siła.

DOŚWIADCZENIE 31

1. Przygotuj: trzy jednakowych rozmiarów prostopadłościany wykonane z różnych materiałów tonących w wodzie (np. z aluminium, z mosiądzu, ze stali), siłomierz i naczynie z wodą.
2. Za pomocą siłomierza wyznacz ciężar F_g prostopadłościanu z aluminium i zapisz wynik.
3. Nie zdejmując prostopadłościanu z siłomierza, zanurz go całkowicie w naczyniu z wodą.
4. Ponownie odczytaj i zapisz wskazanie siłomierza F .
5. Powtórz pomiary dla pozostałych prostopadłościanów. Co zauważasz?



Wskazówka
siłomierza podczas zanurzania każdego prostopadłościanu podniosła się o tę samą wartość.

Wiesz już z lekcji poświęconej wyznaczaniu gęstości ciał, że objętość wypartej wody jest równa objętości zanurzonego ciała. Przyjrzyj się wynikom pomiarów. Za każdym razem wskazania siłomierza z prostopadłościanem zanurzonym w wodzie są mniejsze niż pomiar dokonany w powietrzu. O ile te wskazania są mniejsze? Aby to obliczyć, należy od wskazania siłomierza przed zanurzeniem ciała w wodzie (czyli jego ciężaru F_g) odjąć wskazanie siłomierza F po zanurzeniu tego ciała. Okazuje się, że różnica ($F_g - F$) dla każdego z prostopadłościanów z doświadczenia jest taka sama. Co to oznacza? Wskazanie siłomierza po zanurzeniu ciała jest mniejsze niż przed jego zanurzeniem, co potwierdza, że na prostopadłościan w wodzie działa siła, zwrócona ku górze. Siła ta nosi nazwę **siły wyporu**.

Na ciała o jednakowej objętości całkowicie zanurzone w tej samej cieczy działa taka sama siła wyporu.

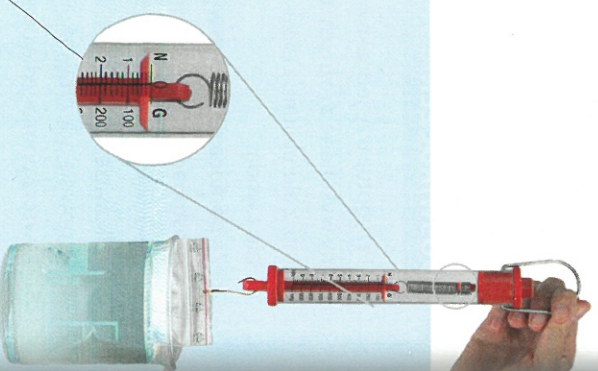
Zwróć uwagę, że wartość siły wyporu nie zależy od rodzaju materiału, z jakiego zbudowane jest ciało.

Prawo Archimedesa dla cieczy

DOŚWIADCZENIE 32

1. Przygotuj szczelny woreczek foliowy (wygodnie jest użyć woreczka strunowego), naczynie z wodą i siłomierz.
2. Napelnij woreczek wodą i zamknij lub zawiąż go.
3. Za pomocą siłomierza wyznacz ciężar woreczka z wodą.
4. Następnie, nie odcepiając woreczka od siłomierza, ostrożnie zanurz go całkowicie w naczyniu z wodą. Odczytaj wskazanie siłomierza.

Po zanurzeniu woreczka siłomierz wskazuje 0 N.



objętości wody w zanurzonym woreczku. Zatem wartość siły wyporu F_w jest równ ciężarowi F_g wypartej cieczy: $F_w = F_g$. W ten sposób poznałeś bardzo ważne prawo, które zostało odkryte i sformułowane przez **Archimedesa**, uczzonego żyjącego w III wieku p.n.e. Oto jego treść:

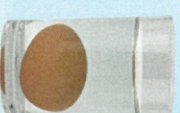
Na każde ciało zanurzone w cieczy działa **siła wyporu** zwrócona ku górze i co do wartości **równa ciężarowi** wypartej cieczy.

Siła wyporu a gęstość cieczy

Sprawdźmy doświadczalnie, w jaki sposób siła wyporu zależy od rodzaju (gęstość cieczy, w której zanurzone jest ciało).

DOŚWIADCZENIE 33

1. Przygotuj: jajko, 2 szklanki, łyżkę stołową, gorącą i zimną wodę oraz sól.
2. Jedną szklankę napelnij w $\frac{3}{4}$ zimną wodą, a drugą w $\frac{3}{4}$ gorącą wodą.
3. Do gorącej wody wysyp trzy czubate łyżeczki soli i mieszaj aż do całkowitego jej rozpuszczenia.
4. Odstaw szklankę z gorącą wodą, aby nieco ostygła.
5. Włóż jajko do szklanki z wodą bez soli. Co obserwujesz?
6. Przełóż jajko do szklanki z soloną wodą. Co obserwujesz tym razem?



W szklance z soloną wodą jajko wypływa

Po przełożeniu jajka do solonej wody jajko wypłynęło, co oznacza, że w solonej wodzie działała na nie większa siła wyporu. Objętość jajka nie zmieniła się. Co więc się zmieniło? Rozpuszczenie soli w wodzie zwiększyło gęstość cieczy. Wynika stąd, że

Im większa gęstość cieczy, tym większa siła wyporu działa na ciało w niej zanurzone.

Wartość siły wyporu F_w można obliczyć, korzystając ze wzoru:

siła wyporu	=	gęstość cieczy	·	wypartą objętość cieczy	·	współczynnik proporcjonalności g
$F_w = d_c \cdot V_c \cdot g$						

Uwaga. Objętość wypartej cieczy jest równa objętości zanurzonej części ciała.

Siła wyporu w gazach

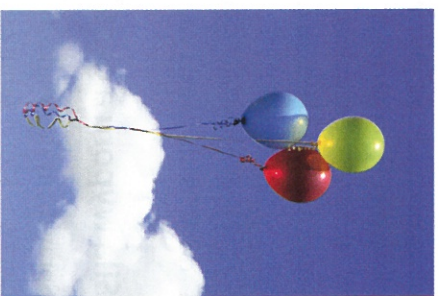
Wiesz, że balon napełniony heliem wypuszczony z ręki ucieka do góry. Dzieje się to

Balon napełniony powietrzem opada na podłogę, gdyż wartość siły wyporu jest mniejsza niż jego ciężar.

Balon z helem unosi się, gdyż wartość siły wyporu jest większa niż jego ciężar. Gęstość powietrza (ok. $1,2 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$) jest większa niż gęstość helu (ok. $0,18 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$).

Prawo Archimedeasa dla gazów można sformułować analogicznie jak dla cieczy:

Na każde ciało umieszczone w gazie działa siła wyporu zwrócona ku górze równa co do wartości ciężarowi wypartego gazu.



TO NAJWAŻNIEJSZE

- **Prawo Archimedeasa:** Na każde ciało zanurzone w cieczy lub w gazie działa siła wyporu równa co do wartości ciężarowi wypartej przez to ciało cieczy lub wypartego przez to ciało gazu.
- **Siła wyporu** ma kierunek pionowy, a zwrot do góry. Jej wartość oblicza się ze wzoru: $F_w = d_c \cdot V_c \cdot g$, gdzie: d_c – gęstość cieczy, V_c – objętość wypartej cieczy, g – współczynnik $10 \frac{\text{N}}{\text{kg}}$.

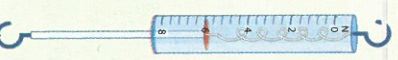
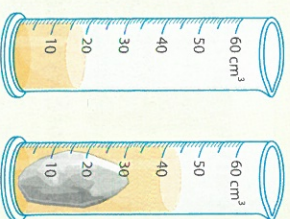
Rozwiąż zadania



ROZWIĄZANIA
ZAPISZ W ZESZCIE

- 1 Oblicz siłę wyporu działającą na sześcienną kostkę o krawędzi 5 cm zanurzoną w alkoholu etylowym. Gęstość alkoholu odczytaj z tabeli na str. 274.

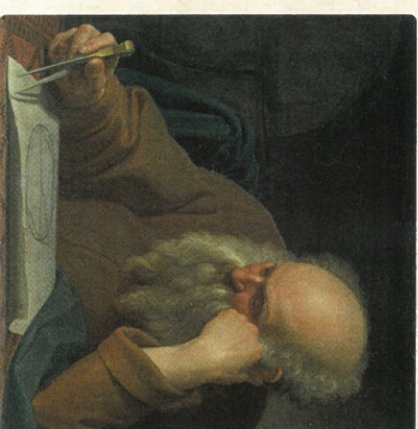
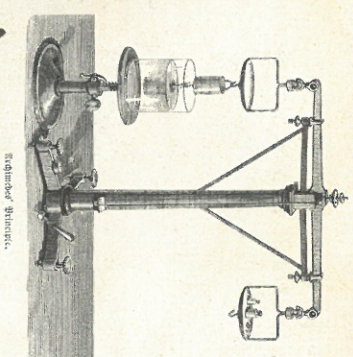
- 2 Uczeń wyznaczył siłę wyporu, z jaką oliwa działa na kamień. W tym celu wykonał pomiary, których wyniki zostały przedstawione na rysunkach obok, a dodatkowe dane znalazł w tabelach na końcu podręcznika. Oblicz wartość tej siły. Czy uczeń poprawnie przeprowadził doświadczenie? Odpowiedź uzasadnij.



Archimedes

Archimedes, matematyk i fizyk, żył w starożytnej Grecji w latach 287–212 p.n.e. D historii nauki przeszedł m.in. jako autor odkrycia zwanego dziś prawem Archimedeasa. Legenda głosi, że odkrycia tego dokonał podczas kąpieli. Uradowany wyskoczył na z wanny, wołając „**Heureka!**” (gr. *heureka* – odkryłem).

Archimedes jako jeden z pierwszych wyko-rzystywał matematykę do opisywania rzeczywistych obiektów fizycznych i praw, jakie nimi rządzą. Był też uważany za wynalazcę machiny do obrony miasta Syrakuz podczas jego oblężenia przez Rzymian. Za swoje największe osiągnięcie uważał dowód, że stosunek objętości kuli do opisanego na niej walcu wynosi $\frac{2}{3}$. Zażyczył sobie, aby ten wynik został wyryty na jego nagrobku.



Archimedes mieszkał w Syrakuzach, gdzie rządził król Hieron. Według legendy pewnego razu Hieron zamówił u złotnika nową szczerzotą koronę. Władca podejrzewał, że rzemieślnik wykonał koronę ze stopu, a nie z czystego złota, dlatego poprosił Archimedeasa, aby to sprawdził. Życzył sobie przy tym, aby korona pozostała nieknięta. Archimedes sporo się nagłowił, ale rozwiłk zagadkę. Nalał wody do naczynia, zanurzył w nim koronę i wyznaczył objętość wody, która została wyparta. Następnie zanurzył w naczyniu kawałek czystego złota, którego ciężar był identyczny z ciężarem korony.

Ponownie wyznaczył objętość wypartej wody. Powinna być on identyczna z objętością wody wypartej przez koronę, a jednak była mniejsza, co oznaczało, że złotnik był nieuczciwy.



18

Prawo Archimedesesa a pływanie ciał

Cel lekcji: Dowiesz się, od czego zależy, czy dane ciało tonie czy nie.

Warunki pływania ciał

Wiesz już, że na ciała zanurzone w cieczy lub gazie działa siła wyporu $F_g = m \cdot g$. Jeśli masę ciała wyrazimy za pomocą objętości ciała $V_{\text{ciała}}$ i gęstości ciała $d_{\text{ciała}}$, to wzór na ciężar przyjmuje postać:

$$F_g = d_{\text{ciała}} \cdot V_{\text{ciała}} \cdot g$$

Porównajmy go ze wzorem na siłę wyporu działającą na całkowicie zanurzone ciało:

$$F_w = d_{\text{cieczy}} \cdot V_{\text{ciała}} \cdot g$$

Jak widać, o tym, która siła jest większa decyduje to, czy większa jest gęstość ciała czy gęstość cieczy. Sprawdźmy, które ciała toną, a które nie.

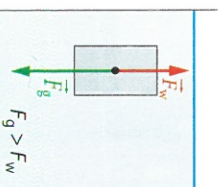
DOŚWIADCZENIE 34

1. Przygotuj naczynie z wodą, metalową śrubę lub nakrętkę do śruby i drewniany klocek.
2. Połóż na powierzchni wody śrubę lub nakrętkę i obserwuj, co się stanie.
3. Połóż na wodzie drewniany klocek. Wepchnij klocek pod wodę. Co obserwujesz?



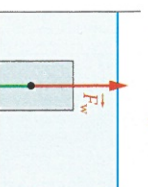
Stalowa nakrętka opada na dno naczynia, a drewniany klocek pływa częściowo zanurzony.

A.

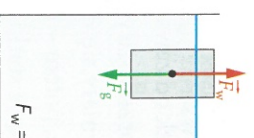


Ciało tonie w cieczy.

B.

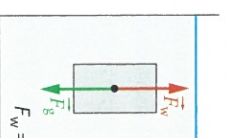


C.



Ciało częściowo zanur

D.



Ciało całkowicie zanur

Wypadkowa obu sił ma zwrot ku górze, a jej wartość jest równa różnicy wartości sił F_w i F_g . Siła wyporu ma wartość większą niż ciężar ciała, ponieważ **gęstość wody jest większa niż gęstość drewna**.

Po wypłynięciu na powierzchnię klocek zatrzymuje się częściowo w niej zanurzony, co oznacza, że siły działające na niego równoważą się. Dzieje się tak dlatego, że wartość siły wyporu zależy tylko od objętości zanurzonej części klocka – jest więc mniejsza niż wtedy, gdy w całości był pod wodą (rys. C).

To, czy ciało tonie w cieczy, czy wypływa na jej powierzchnię, zależy od relacji gęstości ciała i gęstości cieczy.

Jeżeli gęstość ciała jest większa od gęstości cieczy, ciało **tonie**. Jeżeli jego gęstość jest mniejsza od gęstości cieczy, to po zanurzeniu **wypływa** ono na powierzchnię.

Nietrudno się domyślić, że ciało **tkwi zanurzone** w cieczy na takiej głębokości, na jakiej się je umieści, gdy siły wyporu i ciężkości równoważą się (rys. D). Jest tak, gdy **gęstość ciała i gęstość cieczy są sobie równe**.

Ciało pozostaje **całkowicie zanurzone w cieczy** (nie wypływa na jej powierzchnię i nie opada na dno), jeżeli jego gęstość i gęstość cieczy są sobie równe.



Wielotonowy statek przewożący ogromne ładunki nie tonie dzięki wyporowi.

FIZYKA WOKÓŁ NAS

Łodzie podwodne wyposaża się w specjalne zbiorniki balastowe. Napełniając je wodą lub wypompowując wodę ze środka, zmienia się średnią gęstość całej łodzi, dzięki czemu można sprawnie, że łódź zanurza się lub wypływa.



Zastosowanie prawa Archimedeasa

Człowiek od zawsze wykorzystuje siłę wyporu. Tratwy, czółna, a potem łodzie oraz statki przewoziły ludzi i towary, utrzymywały łączność między kontynentami, przyczyniały się do rozwoju cywilizacji. Początkowo ich głównym budulcem było drewno, potem – także metale lub ich stopy, np. stal. Jak wytłumaczyć fakt, że wielkie, stalowe statki utrzymują się na powierzchni wody?

DOŚWIADCZENIE 35

1. Przygotuj naczynie z wodą i plastelinę.
2. Wrzuć do naczynia kulkę z plasteliny.
3. Wyjmij plastelinę z wody i uformuj ją w kształt miseczki o możliwie cienkich ściankach, a następnie połów ostrożnie na powierzchni wody.



Ten sam kawałek plasteliny tonie, gdy jest grudeką, a pływa, gdy uformujemy z niego miseczkę.

Miseczka z plasteliny nie tonie. Woda przez nią wyparta ma większą objętość niż woda wyparta przez ten sam kawałek plasteliny w postaci kulki. Dzieje się tak dlatego, że siła wyporu zależy nie tylko od objętości samej plasteliny, lecz także od objętości powietrza zawartego w zanurzonej części plastelinowej miseczki. Średnia gęstość miseczki i zawartego w niej powietrza jest mniejsza niż gęstość plasteliny w kształcie kulki i mniejsza niż gęstość wody.

CIEKAWOSTKA

Woda w Morzu Martwym ma na tyle dużą gęstość, że człowiek unosi się na jej powierzchni i nie tonie. Gęstość wody jest duża ze względu na znaczne zasolenie. Średnio we wszystkich morzach i oceanach znajduje się około 3,5% soli. Morze Martwe zawiera jej aż 24%. W słodkiej wodzie siła wyporu jest za mała, aby równoważyć ciężar człowieka, nawet gdy całe jego ciało jest zanurzone.



TO NAJWAŻNIEJSZE

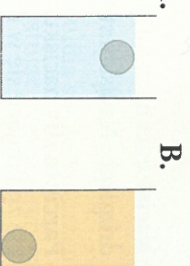
- Jeżeli gęstość ciała jest większa od gęstości cieczy, ciało **tonie** – wartość ciężaru takiego ciała jest większa od wartości siły wyporu: $F_g > F_w$.
- Jeżeli gęstość ciała jest mniejsza od gęstości cieczy, ciało **wypływa** na powierzchnię – wartość ciężaru takiego ciała jest mniejsza od wartości siły wyporu: $F_g < F_w$.

Rozwiąż zadania



1

Na rysunku obok przedstawiono, co dzieje się z kulką wykonaną z tworzywa sztucznego umieszczoną w roztworze wody z cukrem o gęstości $1,05 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$ (rys. A) oraz w alkoholu etylowym o gęstości $0,79 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$ (rys. B).



a) Wstaw odpowiedni znak $>$, $<$ lub $=$ pomiędzy wartością siły wyporu F_w oraz siły ciężkości F_g w obu przypadkach.

naczynie A: F_w F_g naczynie B: F_w F_g

b) Wybierz sformułowanie spośród podanych w ramce i określi, co się stanie z kulką umieszczoną:

A. w glicerynie B. w wodzie C. w naftie

na pewno utonie • na pewno będzie pływać • nie można jednoznacznie stwierdzić, czy utonie, czy będzie pływać

2

Troje uczniów rozmawiało o wnioskach z doświadczenia, w którym zanurzał ten sam przedmiot w cieczach o różnej gęstości. W każdej z tych cieczy przedmiot pływał, ale był w różnym stopniu zanurzony. Nasunęło to dyskutującym różne wnioski co do siły wyporu działającej na statek, który wypływa z rzeki (słodkiej wody) na morze, gdzie woda ma większą gęstość.

Oto wypowiedzi poszczególnych uczniów:

Dorota: Woda słona w morzu ma większą gęstość niż woda słodka w rzece, więc na otwartym morzu na statek działa większa siła wyporu niż w sytuacji, gdy pływa on po rzece.

Krzystian: Ale przecież, jeżeli statek pływa, to siła wyporu równoważy się z jego ciężarem, nieważne, czy statek płynie w wodzie słonej, czy słodkiej – siły wyporu będą takie same.

Marta: Krzystian, ty chyba nie masz racji, wiadomo przecież, że w słonej wodzie statek będzie mniej zanurzony niż w słodkiej, czyli będzie wypierał mniej wody, a więc siła wyporu, która na niego działa, będzie mniejsza na morzu niż na rzece.

A co ty sądzisz na temat zmiany siły wyporu i zanurzenia statku? Kto miał rację, a kto się mylił?

3

Zabawka do kąpieli ma objętość 800 cm^3 . Gdy



Powtórzenie. Hydrostatyka i aerostatyka

- **Nacisk** (siła nacisku) jest składową siły, z jaką jedno ciało działa na powierzchnię drugiego. Nacisk jest prostopadły do powierzchni, na którą działa.
- **Parcie** to siły nacisku, z jakimi ciecze i gazy działają na ścianki naczynia i wszystkie znajdujące się w nich ciała.
- Wartość siły nacisku przypadająca na jednostkę powierzchni to **ciśnienie**.

$$\text{ciśnienie} = \frac{\text{wartość siły nacisku}}{\text{pole powierzchni}} \quad p = \frac{F_n}{S}$$

- Jednostką ciśnienia jest **paskal** $[p] = 1 \text{ Pa} = \frac{1 \text{ N}}{1 \text{ m}^2}$.
- Ciśnienie spowodowane naciskiem słupa cieczy nazywane jest **ciśnieniem hydrostatycznym**. Rośnie ono wraz z głębokością zanurzenia, tzn. zależy od wysokości słupa cieczy. Zależy również od gęstości cieczy.

$$\text{ciśnienie} = \text{gęstość} \cdot \text{współczynnik proporcjonalności } g \cdot \text{wysokość słupa cieczy} \quad p = d \cdot g \cdot h$$

- Ciśnienie wywierane przez masę powietrza na wszystkie ciała znajdujące się w atmosferze nazywa się **ciśnieniem atmosferycznym**. Zależy ono od wysokości słupa powietrza.
- **Prawo Pascala**: Ciśnienie wywierane z zewnątrz na ciecz lub gaz powoduje jednakowy wzrost ciśnienia w całej objętości cieczy lub gazu.
- **Prawo Archimiedesa**: Na każde ciało zanurzone w cieczy lub w gazie działa siła wyporu zwrócona ku górze i równa co do wartości ciężarowi wypartej cieczy lub wypartego gazu.

$$\text{siła wyporu} = \text{gęstość cieczy} \cdot \text{objętość wypartej cieczy} \cdot \text{współczynnik proporcjonalności } g \quad F_w = d_c \cdot V_c \cdot g$$

Warunki pływania ciał:

- Ciało **pływa** po powierzchni cieczy częściowo w niej zanurzone, jeżeli jego gęstość jest mniejsza od gęstości cieczy.
- Ciało tkwi **całkowicie zanurzone** w cieczy (nie opada na dno i nie wypływa), gdy jego gęstość jest równa gęstości cieczy.

Test 1. To trzeba umieć

Uwaga. W zadaniach 1–2 wybierz poprawne uzupełnienia zdań.

- 1** Obie maszyny mają taką samą masę. Pojazd I wywiera na podłożu nacisk A/ B/ C pojazd II. Pojazd II wywiera na podłożu ciśnienie D/ E/ F pojazd I.

- A. taki sam jak D. takie samo jak
B. większy niż E. większe niż
C. mniejszy niż F. mniejsze niż



- 3** Wskaż zdania prawdziwe.
A. W prasie hydraulicznej znalazł zastosowanie prawo Pascala.

- B. Ryby regulują swoje zanurzenie wykorzystując prawo Archimiedesa.

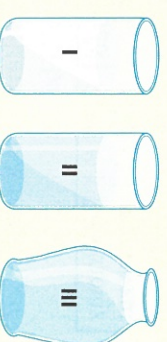
- C. Balony oraz sterowce mogą unosić się w powietrzu dzięki prawu Pascala.

- 4** W naczyniach II i III znajdują się ciecze o tej samej gęstości, natomiast w naczyniu I – ciecz o mniejszej gęstości. Wskaż zdanie prawdziwe.

- A. Ciśnienie hydrostatyczne w

- wierane na dno naczynia II jest większe niż ciśnienie hydrostatyczne wywierane na dno naczynia I.

- B. Ciśnienie hydrostatyczne wywierane na dno naczynia III jest mniejsze niż ciśnienie wywierane na dno naczynia II.



- 2** Przeprowadzono doświadczenie, w którym wyznaczono objętość cieczy w menzurce. Następnie zanurzono w tej cieczy ciało i ponownie odczytano objętość ze skali na menzurce. Aby wyznaczyć siłę wyporu działającą na to ciało, trzeba jeszcze poznać

- A. ciężar ciała.

- B. gęstość cieczy.

- C. gęstość ciała, które zanurzono w cieczy.

- D. wskazanie siłomierza po zanurzeniu w cieczy zawieszzonego na nim ciała.

- 5** W syropie o gęstości $1,1 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$, sporządzonym z cukru i wody, unosił się całkowicie zanurzony owoc. Do syropu powoli dolewano wody i mieszano roztwór. Wybierz poprawne uzupełnienia zdania, aby wniosek był prawdziwy.

1. Owoc zaczął unosić się do góry,	ponieważ siła	A.	zwiększała, a ciężar się nie zmieniał.
---	---------------	----	--

Test 2. Dobrze, jeśli to umiesz!



1 Przeanalizuj opisaną sytuację i wskaż zdania prawdziwe.

Cieężar F_g Marcina wynosi 500 N, a pole powierzchni S każdego z jego butów to $0,025 \text{ m}^2$.

A. Stojąc na dwóch nogach, Marcin wywiera nacisk 500 N i ciśnienie 10 000 Pa.

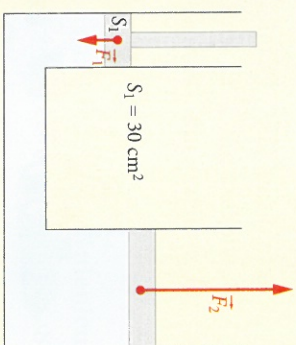
B. Stojąc na jednej nodze, Marcin będzie naciskał na podłogę siłą 250 N.

C. Stojąc na jednej nodze, Marcin będzie wywierał ciśnienie 20 000 Pa.

2 Na rysunku przedstawiono schemat działania

podnośnika hydraulicznego. Gdy lewy tłok jest naciskany siłą $\vec{F}_1$, prawy jest wypychany do góry siłą $\vec{F}_2$. Mniejszy tłok ma powierzchnię 30 cm^2 .

Wybierz poprawne uzupełnienia zdania.



Większy tłok ma powierzchnię A/ B/ C i wywierane jest na niego ciśnienie D/ E/ F na tłok mniejszy.

A. 30 cm^2

D. takie samo jak

B. 60 cm^2

E. większe niż

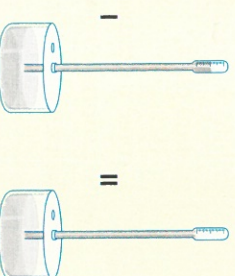
C. 120 cm^2

F. mniejsze niż

3 Łodzie podwodne regulują zanurzenie dzięki zbiornikom balastowym – komorom, które mogą być wypełniane wodą lub opróżniane z wody. Wskaż poprawne uzupełnienia zdania.

Gdy łódź ma się wynurzyć, zbiorniki są	A.	B.	aby siła wyporu była	C.	D.	niż ciężar łodzi.
	napelniane wodą,	opróżniane z wody,		większa	mniejsza	

4 Na rysunkach obok przedstawiono wskazania dwóch barometrów rtęciowych. Jeden z nich umieszczono u podnóża wysokiej góry, a drugi – na szczycie tej góry.



Wybierz poprawne uzupełnienia zdania.

Barometr I	A.	na szczycie góry,	ponieważ wraz ze wzro-	C.	rośnie.
------------	----	-------------------	------------------------	----	---------

5 Boja przymocowana linką do dna jest całkowicie zanurzona w wodzie. Dział na nią siła wyporu o wartości 50 N oraz siła ciężkości o wartości 20 N. Wybierz poprawne dokończenie zdania.

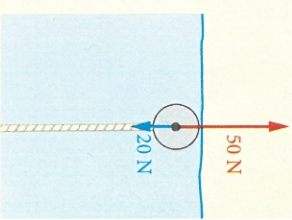
Gdy przetniemy sznurek, boja zacznie się unosić do góry i wypłynie na powierzchnię. Gdy znajdzie się na powierzchni, siła wyporu działająca na boję A/ B/ C/ D.

A. będzie równa 20 N, natomiast w wodzie znajdzie się $\frac{3}{5}$ objętości całej boi

B. będzie większa niż 20 N, natomiast w wodzie znajdzie się $\frac{2}{5}$ objętości całej boi

C. będzie równa 20 N, natomiast w wodzie znajdzie się $\frac{2}{5}$ objętości całej boi

D. będzie większa niż 20 N, natomiast w wodzie znajdzie się $\frac{3}{5}$ objętości całej boi

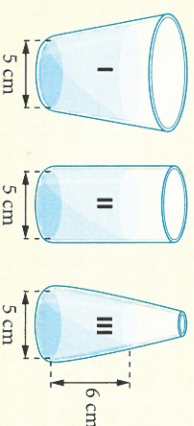


Test 3. Świetnie, jeśli to umiesz!



Informacja do zadań 1 i 2

W trzech naczyniach stojących na stole poziom wody jest na takiej samej wysokości. Dno każdego z naczyń jest kołem o promieniu 2,5 cm. Wszystkie naczynia mają taką samą masę.



D. Ciężar wody i parcie na dno każdego z naczyń wynoszą ty

samo.

2 Wybierz poprawne uzupełnienia zdania.

Ciśnienie hydrostatyczne wywierane na dno naczynia jest A/ B/ C/ D/ E

natomiast ciśnienie, jakie wywiera naczynia na stół, jest C/ D/ E

A. najmniejsze dla naczynia III

B. największe dla naczynia I

C. takie samo w każdym

przypadku

D. najmniejsze w przypadku

naczynia I

E. największe w przypadku

naczynia I

3 Gęstość rtęci to $13,6 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$, natomiast

gęstość wolframu to $19,3 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$. Jeżeli

delikatnie położymy wolfram

wy precją na powierzchni rtęci

Spotkania z fizyką

nowa
era

Twoje mocne strony

Kinematyka

prędkość w ruchu jednostajnym prostoliniowym

$$v = \frac{s}{t}$$

s – droga, t – czas ruchu

przyspieszenie

$$a = \frac{v_k - v_p}{t} = \frac{\Delta v}{t}$$

v_k – prędkość końcowa,
 v_p – prędkość początkowa,
t – czas zmiany prędkości,
 Δv – zmiana prędkości

Dynamika

druga zasada dynamiki

$$a = \frac{F}{m}$$

a – przyspieszenie, F – siła,
m – masa ciała

siła ciężkości

$$F_g = m \cdot g$$

m – masa, g – przyspieszenie grawitacyjne

Praca, moc, energia

praca

$$W = F \cdot s$$

F – siła, s – droga

przerost energii potencjalnej grawitacji

$$\Delta E_p = F_g \cdot h$$

$$\Delta E_p = m \cdot g \cdot h$$

F_g – ciężar ciała, h – wysokość,
m – masa ciała, g – przyspieszenie grawitacyjne

energia kinetyczna

$$E_k = \frac{1}{2} m \cdot v^2$$

m – masa ciała, v – prędkość, z jaką porusza się ciało

moc

$$P = \frac{W}{t}$$

W – praca, t – czas, w którym praca została wykonana

Termodynamika

ciepło pobierane

$$Q = m \cdot c \cdot \Delta T$$

m – masa, c – ciepło właściwe,
 ΔT – przyrost temperatury

Hydrostatyka i aerostatyka

gęstość

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

m – masa, V – objętość

ciśnienie

$$p = \frac{F_n}{S}$$

F_n – wartość siły nacisku, S – pole powierzchni

ciśnienie hydrostatyczne

$$p = d \cdot g \cdot h$$

d – gęstość cieczy,
g – przyspieszenie ziemskie,
h – wysokość słupa cieczy

siła wyporu

$$F_w = d_c \cdot g \cdot V_c$$

d_c – gęstość wypartej cieczy (gazu),
g – przyspieszenie ziemskie,
 V_c – objętość wypartej cieczy (gazu)

7

PODRECZNIK DLA SZKOŁY PODSTAWOWEJ

FIZYKA

SPOTKANIA Z FIZYKĄ

NOWA EDYCJA
2020–2022

7

Spotkania z fizyką

PODRECZNIK DO FIZYKI
DLA KLASY SIÓDMIEJ SZKOŁY PODSTAWOWEJ

