



Archimedes' principle

- Archimedes' principle
- Scenariusz
- Lesson plan



Prawo Archimedesesa

Siła wyporu

Od czego zależy siła wyporu

You will learn

- about Archimedes' principle and learn to use it using English vocabulary.

Introduction

[Nagranie dostępne na portalu epodreczniki.pl](#)

Source: GroMar, licencja: CC BY 3.0.

nagranie abstraktu

We already know that the hydrostatic pressure depends on the height of the liquid column, the density of the liquid and the standard gravity.

We measure body density as a ratio of body mass to its volume.

We measure the **weight** of a body using a dynamometer or a suitable weight.

Experiment 1

Research problem

[Nagranie dostępne na portalu epodreczniki.pl](#)

nagranie abstraktu

Does water affect the **weight** of the body immersed in it.

Hypothesis

[Nagranie dostępne na portalu epodreczniki.pl](#)

nagranie abstraktu

The real weight of the body does not change, but the apparent weight of the body immersed in water is smaller than the weight of the same body in the air.

You will need

[Nagranie dostępne na portalu epodreczniki.pl](#)

nagranie abstraktu

- a) dynamometer,
- b) tripod,
- c) cuboids of the same dimensions, made of various metals, e.g. copper, aluminium and iron,
- d) beaker with water.

Instruction

Nagranie dostępne na portalu epodreczniki.pl

nagranie abstraktu

1. Using the dynamometer, determine the **weight** of this cuboid.
2. Record the result in the table.
3. Immerse the suspended cuboid completely in a beaker of water; do not immerse the hook of the dynamometer itself.
4. Read the result again and record the dynamometer readings.
5. Make the same measurements for the other cuboids.

Save the results of the experiment in the table.

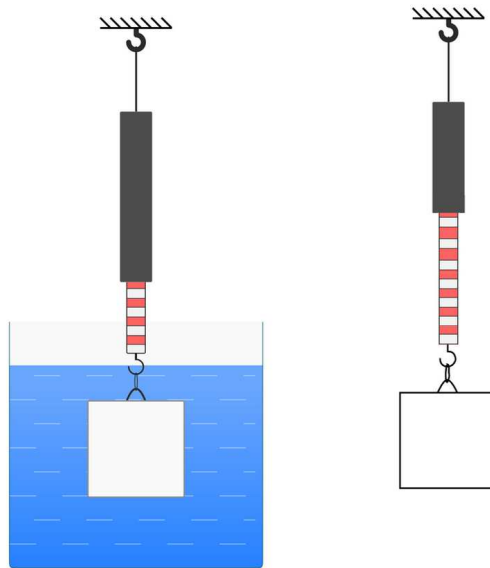
	Copper cuboid	Iron cuboid	Aluminium cuboid
Body weight, dynamometer readings in the air F [N]			
Dynamometer readings when the body is immersed in F_{water} [N]			
Difference between the above readings $F_w = F - F_{\text{water}}$			

Summary

Source: GroMar, licencja: CC BY 3.0.

nagranie abstraktu

Experiment has shown that the dynamometer reading during the measurement when the body was immersed in water is smaller than during the measurement when it was in the air.



Apparently the weight of the body immersed in water is smaller than the weight of the body immersed in the air

Source: GroMar, licencja: CC BY 3.0.

Conclusions

Source: GroMar, licencja: CC BY 3.0.

nagranie abstraktu

- The difference between measurements does not depend on the material from which the rectangles are made, and is always constant, provided that their volumes are the same.
- The observed regularity applies to all liquids.
- An additional force acts on the body immersed in any liquid, which has the opposite direction with respect to the **force of gravity**.

- This force is called the buoyancy force, and its value does not depend on the type of substance from which the immersed body is made.

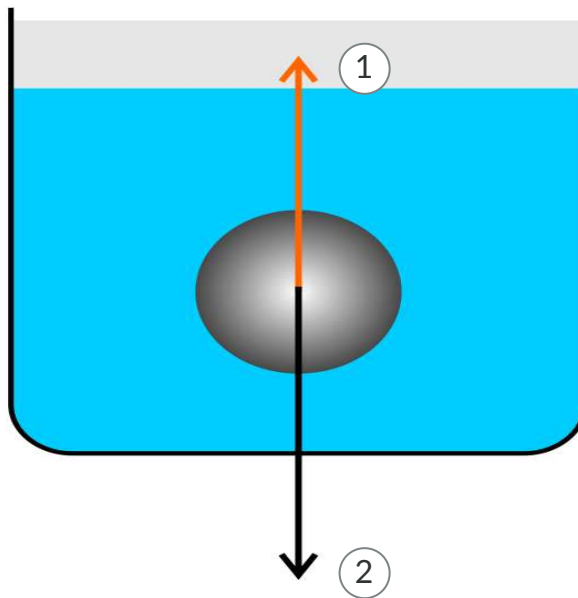
Task 1

Nagranie dostępne na portalu epodreczniki.pl

Source: GroMar, licencja: CC BY 3.0.

nagranie abstraktu

Give the names of the forces shown in the figure.



1

buoyant force

Nagranie dostępne pod adresem <https://zpe.gov.pl/b/PtjUeQbJB>

2

force of gravity

Nagranie dostępne pod adresem <https://zpe.gov.pl/b/PtjUeQbJB>

Apparently the weight of the body immersed in water is smaller than the weight of the body immersed in the air

Source: GroMar, licencja: CC BY 3.0.

Nagranie dostępne na portalu epodreczniki.pl

Source: GroMar, licencja: CC BY 3.0.

nagranie abstraktu

Perform the experiment according to the given scheme.

Experiment 2

Research problem

[Nagranie dostępne na portalu epodreczniki.pl](#)

Source: GroMar, licencja: CC BY 3.0.

nagranie abstraktu

What determines the buoyant force?

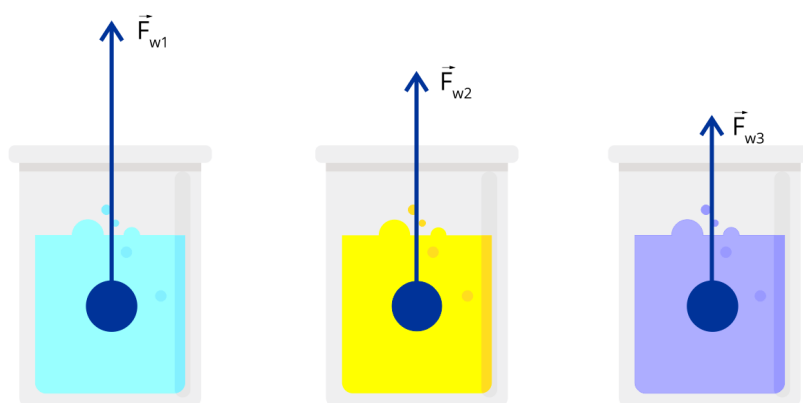
Summary

[Nagranie dostępne na portalu epodreczniki.pl](#)

Source: GroMar, licencja: CC BY 3.0.

nagranie abstraktu

The **buoyant force** depends on the type of liquid in which the body is completely immersed.



The buoyant force depends on the type of liquid in which the body is completely immersed

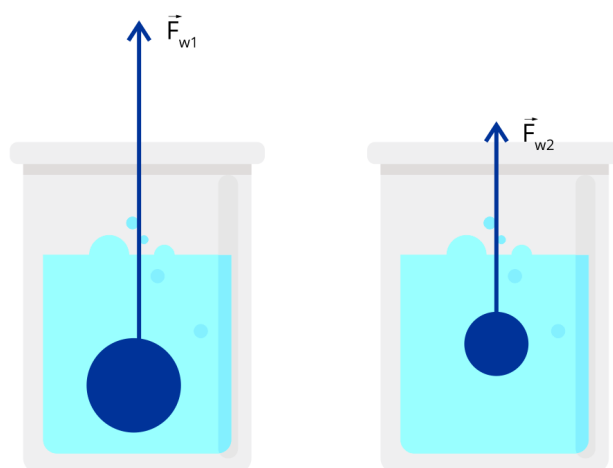
Source: GroMar, licencja: CC BY 3.0.

[Nagranie dostępne na portalu epodreczniki.pl](#)

Source: GroMar, licencja: CC BY 3.0.

nagranie abstraktu

The buoyant force depends on the volume of the immersed body.



The buoyant force depends on the volume of the immersed body

Source: GroMar, licencja: CC BY 3.0.

[Nagranie dostępne na portalu epodreczniki.pl](#)

Source: GroMar, licencja: CC BY 3.0.

nagranie abstraktu

Perform the experiment according to the given scheme.

[Nagranie dostępne na portalu epodreczniki.pl](#)

nagranie abstraktu

Perform the experiment under the supervision of an adult.

Experiment 3

Research problem

[Nagranie dostępne na portalu epodreczniki.pl](#)

nagranie abstraktu

What does the buoyant force depend on?

[Nagranie dostępne na portalu epodreczniki.pl](#)

nagranie abstraktu

Hypothesis

The buoyant force does not depend on the body shape, liquid volume, immersion depth, body weight.

You will need

[Nagranie dostępne na portalu epodreczniki.pl](#)

nagranie abstraktu

- a) beakers of various volumes,
- b) water,
- c) dynamometer.
- d) plasticine ball,
- e) cord.

Instruction

[Nagranie dostępne na portalu epodreczniki.pl](#)

nagranie abstraktu

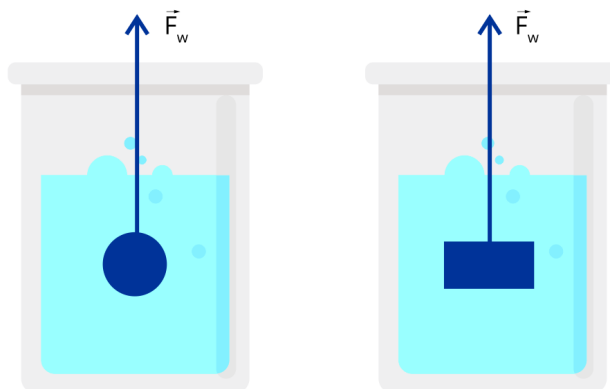
1. Hang the ball on a cord.
2. Determine the **weight** of the ball with a dynamometer.
3. Immerse the ball completely in beakers of various volumes of water.
4. Read the dynamometer readings.
5. Immerse the ball in water - read the dynamometer readings.
6. Change the shape of the ball and repeat step 5.
7. Immerse the ball in a measuring cylinder filled with water and read the value of the buoyant force at the different depth of the ball's immersion.

Summary

[Nagranie dostępne na portalu epodreczniki.pl](#)

nagranie abstraktu

The buoyant force does not depend on the shape of the body (point 6 of the instructions).



The buoyant force acting on the body completely immersed in the liquid does not depend on the shape of this body

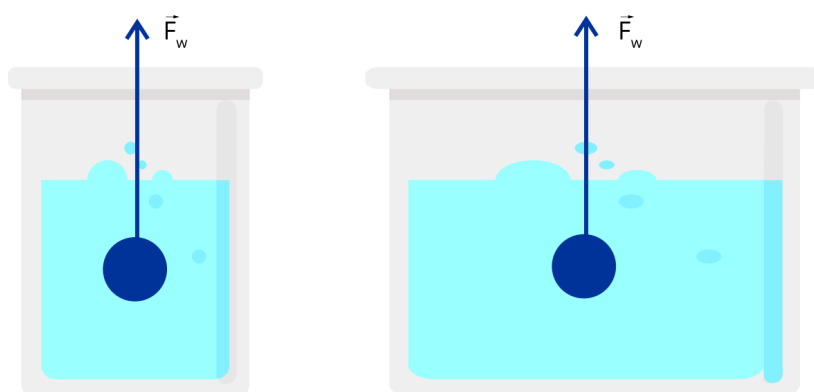
Source: GroMar, licencja: CC BY 3.0.

[Nagranie dostępne na portalu epodreczniki.pl](#)

Source: GroMar, licencja: CC BY 3.0.

nagranie abstraktu

The **buoyant force** does not depend on the volume of liquid in which it is immersed (point 3 of the instructions).



The buoyant force acting on the body completely immersed in the liquid does not depend on the volume of the liquid in which it is immersed

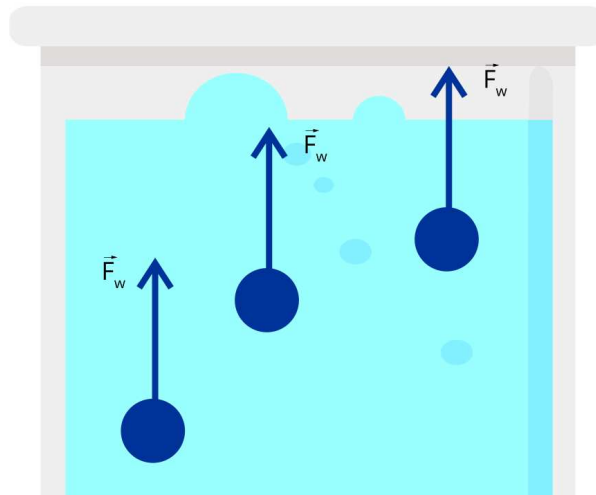
Source: GroMar, licencja: CC BY 3.0.

[Nagranie dostępne na portalu epodreczniki.pl](#)

Source: GroMar, licencja: CC BY 3.0.

nagranie abstraktu

The buoyant force does not depend on the immersion depth of the body (point 7 of the instructions).



The buoyant force does not depend on the depth of immersion in the liquid

Source: GroMar, licencja: CC BY 3.0.

Conclusions

[Nagranie dostępne na portalu epodreczniki.pl](#)

Source: GroMar, licencja: CC BY 3.0.

nagranie abstraktu

- The buoyant force acting on the body immersed in the liquid depends on the density of the liquid and the volume of the immersed body. The buoyant force does not depend on the shape of the body, body **weight**, liquid volume, immersion depth.
- Based on the above-mentioned experiments, we can formulate the content of Archimedes' principle.
- For every body immersed in a liquid there is a buoyant force which is directed upward and equal in magnitude to the weight of the **displaced liquid**.
- The magnitude of buoyant force F_w is calculated according to the formula:

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

where:

d - density of displaced liquid,

V - volume of displaced liquid,

g - standard gravity.

Exercise 1

[Nagranie dostępne na portalu epodreczniki.pl](#)

Source: GroMar, licencja: CC BY 3.0.

nagranie abstraktu

Answer the question.

Is Archimedes' principle valid for bodies immersed in gas?

Suggest a way to confirm the validity of the principle for gases.

Summary

[Nagranie dostępne na portalu epodreczniki.pl](#)

Source: GroMar, licencja: CC BY 3.0.

nagranie abstraktu

1. The **buoyant force** affects the body immersed in liquid or gas.
2. The buoyant force is always directed upward.
3. The buoyant force depends on the density of the liquid or gas and the volume of the body immersed in the liquid or gas.
4. Archimedes' principle:
For each body immersed in a liquid (or gas), there is a buoyant force that is directed upward and equal in magnitude to the **weight** of the **displaced liquid** (or displaced gas).
5. The buoyant force can be calculated using the formula:

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

where:

d - density of displaced liquid,

V - volume of displaced liquid,

g - standard gravity.

Exercises

Exercise 2

Determine which sentences are true.

- The dynamometer on which the body immersed in the liquid is suspended indicates the value of the buoyant force.
- The buoyant force only occurs when the body is immersed in the liquid.
- The buoyant force depends on the type of liquid in which the body is immersed.
- In the Dead Sea (with a higher density) a greater buoyant force acts than in the Baltic Sea.
- After immersing the body in the liquid, its mass decreases.

Exercise 3

A figurine of volume of 50 cm^3 and a weight of 250 g was immersed in water. What is the net force acting on this figurine? What is the magnitude of the buoyant force? (the density of water is $d = 1 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$).

Exercise 4

Write in English what value the dynamometer would indicate after immersing a bag filled with water in water and why?

Exercise 5

Indicate which pairs of expressions or words are translated correctly.

ciężar - weight

głębokość zanurzenia - depth of immersion

wyparta objętość - displaced liquid

siła ciężkości - force of gravity

wyparta ciecz - displaced volume

siła wyporu - buoyant force

zadanie

Source: GroMar, licencja: CC BY 3.0.

Match Polish terms with their English equivalents.

- siła ciężkości
- force of gravity
- wyparta ciecz
- głębokość zanurzenia
- siła wyporu
- wyparta objętość
- displaced liquid
- buoyant force
- depth of immersion
- displaced volume

Source: Zespół autorski Politechniki Łódzkiej, licencja: CC BY 3.0.

Glossary

Archimedes' principle

prawo Archimedesesa

[Nagranie dostępne na portalu epodreczniki.pl](#)

Source: GroMar, licencja: CC BY 3.0.

wymowa w języku angielskim: Archimedes' principle

buoyant force

siła wyporu

[Nagranie dostępne na portalu epodreczniki.pl](#)

Source: GroMar, licencja: CC BY 3.0.

wymowa w języku angielskim: buoyant force

depth of immersion

głębokość zanurzenia

[Nagranie dostępne na portalu epodreczniki.pl](#)

Source: GroMar, licencja: CC BY 3.0.

wymowa w języku angielskim: depth of immersion

displaced liquid

wyparta ciecz

[Nagranie dostępne na portalu epodreczniki.pl](#)

Source: GroMar, licencja: CC BY 3.0.

wymowa w języku angielskim: displaced liquid

displaced volume

wyparta objętość

[Nagranie dostępne na portalu epodreczniki.pl](#)

Source: GroMar, licencja: CC BY 3.0.

wymowa w języku angielskim: displaced volume

force of gravity

siła ciężkości

[Nagranie dostępne na portalu epodreczniki.pl](#)

Source: GroMar, licencja: CC BY 3.0.

wymowa w języku angielskim: force of gravity

weight

ciężar

[Nagranie dostępne na portalu epodreczniki.pl](#)

Source: GroMar, licencja: CC BY 3.0.

wymowa w języku angielskim: weight

Keywords

Archimedes' principle

buoyant force

displaced volume

Scenariusz

Temat

Prawo Archimedesesa

Etap edukacyjny

Drugi

Podstawa programowa

I. Wykorzystanie pojęć i wielkości fizycznych do opisu zjawisk oraz wskazywanie ich przykładów w otaczającej rzeczywistości.

V. Właściwości materii. Uczeń:

9c) demonstruje prawo Archimedesesa i na tej podstawie analizuje pływanie ciał; wyznacza gęstość cieczy lub ciał stałych.

Czas

45 minut

Ogólny cel kształcenia

Posługiwanie się pojęciem siły wyporu.

Kształtowane kompetencje kluczowe

1. Rozpoznawanie cech opisujących siłę wyporu.
2. Posługiwanie się prawem Archimedesesa.
3. Przedstawianie przykładów wykorzystania prawa Archimedesesa.

Cele (szczegółowe) operacyjne

Uczeń:

- rozpoznaje siłę wyporu i jej cechy,
- podaje treść prawa Archimedesesa i przykłady jego zastosowania.

Metody kształcenia

1. Uczenie się przez obserwację.

2. Uczenie się przez eksperymentowanie.

Formy pracy

1. Praca indywidualna.
2. Praca z całą klasą.

Etapy lekcji

Wprowadzenie do lekcji

Wiemy już, że ciśnienie hydrostatyczne zależy od wysokości słupa cieczy, gęstości cieczy i przyspieszenia grawitacyjnego.

Gęstość ciała mierzymy jako stosunek masy ciała do jego objętości.

Ciężar ciała mierzymy za pomocą siłomierza lub odpowiedniej wagi.

Realizacja lekcji

Polecenie 1

Przyjrzyj się doświadczeniu wykonanemu przez nauczyciela.

Doświadczenie 1

Problem badawczy:

Czy woda wpływa na ciężar zanurzonego w niej ciała?

Hipoteza badawcza:

Rzeczywisty ciężar ciała nie ulega zmianie, ale pozorny ciężar ciała zanurzonego w wodzie jest mniejszy niż ciężar tego samego ciała znajdującego się w powietrzu.

Pomoce:

- a) siłomierz;
- b) statyw;
- c) prostopadłościany o tych samych wymiarach, wykonane z różnych metali, np. z miedzi, aluminium i żelaza;
- d) zlewka z wodą.

Przebieg:

1. Za pomocą siłomierza wyznacz ciężar tego prostopadłościanu.
2. Wynik zapisz w tabeli.
3. Zawieszony prostopadłościan zanurz całkowicie w zlewce z wodą; nie zanurzaj haczyka

samego siłomierza.

4. Odczytaj ponownie wynik i zapisz wskazania siłomierza.

5. Wykonaj takie same pomiary dla pozostałych prostopadłościanów.

Zapisz wyniki doświadczenia w tabeli:

[Tabela 1]

Obserwacja:

Doświadczenie pokazało, że wskazania siłomierza podczas pomiaru, gdy ciało było zanurzone w wodzie, są mniejsze niż podczas pomiaru, gdy znajdowało się ono w powietrzu.

[Ilustracja 1]

Wnioski:

- Różnica między pomiarami nie zależy od materiału, z jakiego wykonane są prostopadłościany, i jest zawsze stała, pod warunkiem że ich objętości są takie same.
- Zaobserwowana prawidłowość dotyczy wszystkich cieczy.
- Na ciało zanurzone w dowolnej cieczy działa dodatkowa siła, która ma zwrot przeciwny w stosunku do siły grawitacji.
- Siła ta nazywana jest siłą wyporu, a jej wartość nie zależy od rodzaju substancji, z której wykonane jest zanurzane ciało.

Polecenie 2

Podaj nazwy sił przedstawionych na rysunku:

[Grafika interaktywna]

Polecenie 3

Wykonaj doświadczenie wg podanego schematu.

Doświadczenie 2

Problem badawczy:

Od czego zależy siła wyporu?

Obserwacje:

a) Siła wyporu zależy od rodzaju cieczy, w której jest całkowicie zanurzone ciało.

[Ilustracja 2]

b) Siła wyporu zależy od objętości zanurzonego ciała.

[Ilustracja 3]

Polecenie 4

Wykonaj doświadczenie wg podanego schematu.

Doświadczenie 3

Doświadczenie wykonaj pod opieką osoby dorosłej.

Problem badawczy:

Od czego nie zależy siła wyporu?

Hipoteza:

Siła wyporu nie zależy od kształtu ciała, objętości cieczy, głębokości zanurzenia, masy ciała.

Pomoce:

- a) zlewki o różnej objętości,
- b) woda,
- c) siłomierz,
- d) kulka z plasteliny,
- e) sznurek.

Instrukcja:

1. Zawieś kulkę na sznurku.
2. Wyznacz ciężar kulki za pomocą siłomierza.
3. Zanurz całkowicie kulkę w zlewkach o różnej objętości wody.
4. Odczytaj wskazania siłomierza.
5. Zanurz kulkę w wodzie - odczytaj wskazania siłomierza.
6. Zmień kształt kulki i powtórz działania z punktu 5.
7. Zanurz kulkę w cylindrze miarowym napełnionym wodą i odczytuj wartość siły wyporu na różnej głębokości zanurzenia kulki.

Obserwacje:

- a) Siła wyporu nie zależy od kształtu ciała (punkt 6 instrukcji).

[Ilustracja 4]

- b) Siła wyporu nie zależy od objętości cieczy, w której jest zanurzona (punkt 3 instrukcji).

[Ilustracja 5]

Siła wyporu nie zależy od głębokości zanurzenia ciała (punkt 7 instrukcji).

[Ilustracja 6]

Wnioski:

Siła wyporu działająca na ciało zanurzone w cieczy zależy od gęstości cieczy i objętości zanurzonego ciała. Siła wyporu nie zależy od kształtu ciała, masy ciała, objętości cieczy, głębokości zanurzenia ciała.

W oparciu o powyższe doświadczenia możemy sformułować treść prawa Archimidesa.

Na każde ciało zanurzone w cieczy działa siła wyporu zwrócona ku górze i równa pod względem wartości ciężarowi wypartej cieczy.

Wartość siły wyporu F_w obliczamy według wzoru:

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

gdzie:

d – gęstość wypartej cieczy;

V – objętość wypartej cieczy;

g – przyspieszenie ziemskie.

Polecenie 5

Odpowiedz na pytanie:

Czy prawo Archimidesa będzie słuszne dla ciał zanurzonych w gazie?

Zaproponuj sposób potwierdzenia słuszności prawa dla gazów.

Odpowiedź:

a) Prawo Archimidesa jest słuszne również dla ciał zanurzonych w gazie, ponieważ objętość gazu wypartego przez ciało też ma swój ciężar.

b) Prawo Archimidesa dla gazów można sprawdzić za pomocą balonu wypełnionego wodorem lub helem.

Podsumowanie lekcji

1. Siła wyporu działa na ciało zanurzone w cieczy lub gazie.
2. Siła wyporu jest skierowana zawsze z dołu ku górze.
3. Siła wyporu zależy od gęstości cieczy lub gazu i objętości ciała zanurzonego w cieczy lub gazie.
4. Prawo Archimidesa:

Na każde ciało zanurzone w cieczy (lub gazie) działa siła wyporu zwrócona ku górze i równa pod względem wartości ciężarowi wypartej cieczy (lub wypartego gazu).

5. Siłę wyporu możemy policzyć korzystając z wzoru:

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

gdzie:

d – gęstość wypartej cieczy;

V – objętość wypartej cieczy;

g – przyspieszenie ziemskie.

Lesson plan

Topic

Archimedes' principle

Level

Second

Core curriculum

I. The use of physical concepts and quantities to describe phenomena and to indicate their examples in the surrounding reality.

V. Matter's properties. Student:

9c) demonstrates the Archimedes' principle and on this basis analyses the floating of bodies; determines the density of liquids or solids.

Timing

45 minutes

General learning objectives

Using the concept of **buoyant force**.

Key competences

1. Recognition of characteristics describing buoyant force.
2. Using Archimedes' principle.
3. Presenting examples of the use of Archimedes' principle.

Operational (detailed) goals

The student:

- recognizes the buoyant force and its characteristics,
- gives the content of Archimedes' principle and examples of its application.

Methods

1. Learning by observation.

2. Learning by experimenting.

Forms of work

1. Individual work.

2. Work with the whole class.

Lesson stages

Introduction

We already know that the hydrostatic pressure depends on the height of the liquid column, the density of the liquid and the standard gravity.

We measure body density as a ratio of body mass to its volume.

We measure the **weight** of a body using a dynamometer or a suitable weight.

Procedure

Task 1

Observe the experiment performed by the teacher.

Experiment 1

Research problem:

Does water affect the **weight** of the body immersed in it?

Research hypothesis:

The real weight of the body does not change, but the apparent weight of the body immersed in water is smaller than the weight of the same body in the air.

Requisites:

a) dynamometer;

b) tripod;

c) cuboids of the same dimensions, made of various metals, e.g. copper, aluminium and iron;

d) beaker with water.

Course of the experiment:

1. Using a dynamometer, determine the **weight** of this cuboid.

2. Record the result in the table.

3. Immerse the suspended cuboid completely in a beaker of water; do not immerse the

hook of the dynamometer itself.

4. Read the result again and record the dynamometer readings.

5. Make the same measurements for the other cuboids.

Save the results of the experiment in the table.

[Table 1]

Observation:

Experiment has shown that the dynamometer reading during the measurement when the body was immersed in water is smaller than during the measurement when it was in the air.

[Illustration 1]

Conclusions:

- The difference between measurements does not depend on the material from which the rectangles are made, and is always constant, provided that their volumes are the same.
- The observed regularity applies to all liquids.
- An additional force acts on the body immersed in any liquid, which has the opposite direction with respect to the force of gravity.
- This force is called the buoyancy force, and its value does not depend on the type of substance from which the immersed body is made.

Task 2

Give the names of the forces shown in the figure:

[Interactive graphics]

Task 3

Perform the experiment according to the given scheme.

Experiment 2

Research problem:

What determines the **buoyant force**?

Observations:

a) The buoyant force depends on the type of liquid in which the body is completely immersed.

[Illustration 2]

b) The buoyant force depends on the volume of the immersed body.

[Illustration 3]

Task 4

Perform the experiment according to the given scheme.

Experiment 3

Perform the experiment under the supervision of an adult.

Research problem:

What does the buoyant force depend on?

Hypothesis:

The **buoyant force** does not depend on the body shape, liquid volume, immersion depth, body **weight**

Requisites:

- a) beakers of various volumes,
- b) water,
- c) dynamometer,
- d) plasticine ball,
- e) cord.

Instruction:

1. Hang the ball on a cord.
2. Determine the **weight** of the ball with a dynamometer.
3. Immerse the ball completely in beakers of various volumes of water.
4. Read the dynamometer readings.
5. Immerse the ball in water - read the dynamometer readings.
6. Change the shape of the ball and repeat step 5.
7. Immerse the ball in a measuring cylinder filled with water and read the value of the buoyant force at the different depth of the ball's immersion.

Observations:

- a) The buoyant force does not depend on the shape of the body (point 6 of the instructions).

[Illustration 4]

- b) The buoyant force does not depend on the volume of liquid in which it is immersed (point 3 of the instructions).

[Illustration 5]

c) The buoyant force does not depend on the immersion depth of the body (point 7 of the instructions).

[Illustration 6]

Conclusions:

The **buoyant force** acting on the body immersed in the liquid depends on the density of the liquid and the volume of the immersed body. The buoyant force does not depend on the shape of the body, body **weight**, liquid volume, immersion depth.

Based on the above-mentioned experiments, we can formulate the content of Archimedes' principle:

For every body immersed in a liquid there is a buoyant force which is directed upward and equal in magnitude to the weight of the **displaced liquid**.

The magnitude of buoyant force F_w is calculated according to the formula:

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

where:

d - density of displaced liquid;

V - volume of displaced liquid;

g - standard gravity.

Task 5

Answer the question:

Is Archimedes' principle valid for bodies immersed in gas?

Suggest a way to confirm the validity of the principle for gases.

Answer:

a) Archimedes' principle is also valid for bodies immersed in gas because the volume of gas displaced by the body also has its own weight.

b) Archimedes' principle for gases can be checked with a balloon filled with hydrogen or helium.

Lesson summary

1. The buoyant force affects the body immersed in liquid or gas.

2. The buoyant force is always directed upward

3. The buoyant force depends on the density of the liquid or gas and the volume of the body immersed in the liquid or gas.

4. Archimedes' principle:

For each body immersed in a liquid (or gas), there is a buoyant force that is directed upward and equal in magnitude to the weight of the displaced liquid (or displaced gas).

5. The buoyant force can be calculated using the formula:

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

where:

d - density of displaced liquid,

V - volume of displaced liquid,

g - standard gravity.

Selected words and expressions used in the lesson plan

Archimedes' principle

buoyant force

depth of immersion

displaced liquid

displaced volume

force of gravity

weight