

Korona króla Herona

W starożytnej kolonii Syrakuzy nieuczciwy złotnik oszukał króla Herona, zabierając część złota przeznaczonego na wykonanie korony. Dodał taką samą masę tańszego srebra do pozostałego złota i w ten sposób wykonał zamówienie. Korona wyglądała na piękną i ciężką — jakby rzeczywiście była z czystego złota.

Król Heron, podejrzewając jednak oszustwo, zażądał, aby uczony Archimedes sprawdził uczciwość złotnika, nie niszcząc przy tym królewskiej korony. Było to trudne zadanie — nie można było stopić korony ani zmienić jej kształtu. Archimedes długo zastanawiał się, jak poradzić sobie z tym wyzwaniem.

Pewnego dnia, gdy wszedł do wanny pełnej wody, zauważył, że poziom cieczy się podniósł. Zrozumiał, że ciało całkowicie zanurzone w wodzie wypiera objętość równą swojej objętości. W tym momencie doznał olśnienia. Wiedząc, że złoto jest znacznie gęstsze od srebra, pomyślał, że jeśli korona zawiera domieszkę srebra, będzie miała większą objętość niż czyste złoto o tej samej masie.

Z radości wybiegł z łaźni nago na ulice Syrakuz, krzycząc: „**Eureka! Eureka!**”, co oznacza po grecku: „Znalazłem!”.

Wkrótce potem Archimedes przeprowadził eksperyment. Zanurzył w wodzie bryłę czystego złota o masie identycznej jak masa korony i zaznaczył poziom wypartej wody. Następnie zrobił to samo z koroną. Okazało się, że korona wypiera więcej wody niż złoto, co oznaczało, że miała większą objętość i mniejszą gęstość — a więc została wykonana z domieszką innego, lżejszego metalu.

Oszustwo zostało ujawnione, złotnik ukarany, a Archimedes na zawsze zapisał się w historii jako jeden z największych umysłów starożytności. Tak narodziło się słynne **prawo Archimedes**a — prawo wyporu.

Zadania i rozwiązania

1. Wyjaśnij, dlaczego poziom wody w wannie podniósł się, gdy Archimedes się w niej zanurzył?

Poziom wody w wannie podniósł się, ponieważ ciało Archimedes

2. Opisz sposób wyznaczania objętości królewskiej korony.

Archimedes wyznaczył objętość korony, zanurzając ją całkowicie w naczyniu wypełnionym wodą i mierząc ilość wypartej wody. Można to zrobić np. przez zlanie wypchniętej wody do miarki lub odczyt różnicy poziomów wody przed i po zanurzeniu. Wyparta objętość wody odpowiada objętości korony.

3. Oblicz objętość korony wykonanej ze złota, jeśli jej masa wynosiła 1,93 kg. Gęstość złota wynosi 19,28 g/cm³.

Dane:

- masa = 1,93 kg = 1930 g
- gęstość = 19,28 g/cm³

Wzór: $V = m/\rho \approx 100 \text{ cm}^3$

Odpowiedź: objętość korony wynosi około 100 cm^3 .

4. Oblicz masę korony wykonanej ze srebra, jeśli jej objętość wynosi $0,15 \text{ dm}^3$. Gęstość srebra wynosi 10490 kg/m^3 .

Dane:

- objętość = $0,15 \text{ dm}^3 = 0,00015 \text{ m}^3$
- gęstość = 10490 kg/m^3

Wzór: $m = \rho \cdot V = 1,5735 \text{ kg}$

Odpowiedź: masa korony wynosi około $1,57 \text{ kg}$.

5. Opisz, co zaobserwował Archimedes, wkładając kolejno do naczynia z wodą korony wykonane: ze srebra, ze złota, ze stopu złota i srebra wiedząc, że wszystkie miały identyczne masy.

Korona ze złota: wyparła najmniej wody, bo złoto ma najwyższą gęstość i tym samym najmniejszą objętość.

Korona ze srebra: wyparła najwięcej wody, ponieważ srebro ma mniejszą gęstość niż złoto, a więc większą objętość.

Korona ze stopu: wyparła ilość wody pośrednią, zależną od proporcji złota i srebra — więcej niż złota, mniej niż srebra.

6. Wyjaśnij, w jaki sposób Archimedes udowodnił winę złotnika.

Archimedes porównał objętość korony z objętością czystego złota o tej samej masie.

Gdy okazało się, że korona wypiera więcej wody niż złoto, oznaczało to, że ma większą objętość, a więc mniejszą gęstość. To dowodziło, że korona nie jest wykonana z czystego złota, tylko zawiera domieszkę lżejszego metalu – np. srebra.

Dzięki temu Archimedes wykazał, że złotnik oszukał króla.

7. Zaproponuj doświadczenie z użyciem wagi elektronicznej, dwóch kawałków metalu i plasteliny, które pomoże zilustrować historię Archimedesesa.

Doświadczenie ilustrujące prawo Archimedesesa i historię fałszywej korony

Cel doświadczenia:

Zobrazowanie, że ciała o tej samej masie mogą mieć różne objętości i wypierać różną ilość wody, co pozwala rozpoznać różnice w ich gęstości — podobnie jak w doświadczeniu Archimedesesa.

Materiały potrzebne:

- waga elektroniczna,
- dwa kawałki aluminium o różnej masie,
- plastelina,
- naczynie z wodą (najlepiej przelewowe),
- naczynie z podziałką do zebrania i pomiaru przelanej wody.

Przebieg doświadczenia:

1. Do lżejszego kawałka aluminium dodaj tyle plasteliny, aby jego masa zrównała się z masą cięższego kawałka. Upewnij się, ważąc oba przedmioty, że ich masy są identyczne.
2. Napełnij przelewowe naczynie wodą aż po brzegi.
3. Zanurz w wodzie kolejno oba przygotowane przedmioty, całkowicie je zatapiając.
4. Wypartą wodę zbierz do naczynia z podziałką i zmierz jej objętość w każdym przypadku.

Wynik doświadczenia i wniosek:

Przedmiot z dodatkiem plasteliny (czyli o większej objętości) wypiera więcej wody niż zbity kawałek metalu, mimo że ich masy są takie same. Pokazuje to, że ciała o tej samej masie, ale różnej gęstości, mają różną objętość i wypierają różną ilość cieczy — podobnie jak w eksperymencie Archimedesesa z koroną króla Herona.

Doświadczenie pokazuje, że można odróżnić materiały o różnej gęstości na podstawie ilości wypartej cieczy – tak jak zrobił to Archimedes, udowadniając, że królewska korona nie była wykonana z czystego złota.