

# Harry Potter i świat fizyki

Maria Ploch

Zestaw sfabularyzowanych zadań na poziomie siódmej klasy szkoły podstawowej.

## Wprowadzenie

Przed Tobą, drogi Uczniu, zestaw zadań na poziomie klasy siódmej szkoły podstawowej. Zdając sobie jednak sprawę, jak czasem brakuje zapału, by zmotywować się do wykonywania wciąż podobnych do siebie zadań, postanowiłam stworzyć arkusz, w którym z fizycznymi zagadkami nie będziesz osamotniony. W tej podróży towarzyszyć Ci będzie magiczny świat Harrego Pottera i jego przyjaciół. Dlatego też szkoda czasu do stracenia. Zapraszamy do Hogwartu!

## Założenia

Na początku warto wspomnieć o zasadach, którymi powinieneś się kierować w trakcie rozwiązywania problemów w świecie Harrego. Oto one:

1. Prawa fizyki obowiązują zawsze

Mimo że akcja zadań toczy się w zaczarowanej przestrzeni, to obowiązują w niej wszystkie prawa fizyki, natomiast bohaterowie nie używają nadmiernie magii. Każde jej użycie będzie wyraźnie opisane. W pozostałych sytuacjach przyjmij, że akcja dzieje się bez użycia zaklęć.

2. Pomiń opory ruchu

Podczas analizowania poszczególnych problemów pomijaj opory ruchu. Należy je uwzględnić jedynie wtedy, gdy jesteś o to wyraźnie proszony (a zdarzy się taka sytuacja).

3. Przyjmij, że przyspieszenie ziemskie wynosi  $g = 10 \text{ m/s}^2 = 10 \text{ N/kg}$

Wszystko odbywa się na powierzchni naszej planety i zakładamy stałe przyspieszenie ziemskie. Można je wyrazić za pomocą dwóch różnych jednostek. Wybieraj tę, która jest dla Ciebie bardziej użyteczna w danym zadaniu.

4. Potrzebne gęstości substancji znajdziesz w poniższych tabelach

W trakcie tej wędrowki natrafisz na tematykę związaną z gęstością, dlatego też poniżej znajdują się tabele wszystkich substancji, które pojawiają się w treści zadań oraz są potrzebne przy poszukiwaniu odpowiedzi.

ciecz	gęstość, kg/m <sup>3</sup>	gęstość, g/cm <sup>3</sup>
benzyna	720	0,72
denaturat	800	0,80
oliwa	920	0,92
woda	1000	1,00
mleko	1030	1,03
gliceryna	1260	1,26

ciało stałe	gęstość, kg/m <sup>3</sup>	gęstość, g/cm <sup>3</sup>
drewno korkowe	300	0,30
drewno sosnowe	500	0,50
lit	530	0,53
drewno dębowe	800	0,80
parafina	900	0,90
lód	920	0,92
krzem	2330	2,33
jaspis	2600	2,60
aluminium	2700	2,70
szmaragd	2800	2,80
turmalin	3000	3,00
diament	3500	3,50
rubin	4000	4,00
brąz	8800	8,80
bismut	9810	9,81
srebro	10490	10,49
olów	11340	11,34

To już wszystkie wskazówki, które są Ci potrzebne, abyś mógł zmierzyć się z problemami, które spotkały przyjaciół Harrego Pottera. Dlatego nie pozostaje już nic innego, niż podjąć to magiczne wyzwanie. POWODZENIA!

## 1 Zadanie – Średnia gęstość ciała

Harry chciał dowiedzieć się, jaką średnią gęstość ma jego ciało. W tym celu zważył się – jego masa była równa 61 kg. Następnie napełnił po brzegi wannę o objętości 400 l. Gdy wszedł do wanny, całkowicie zanurzył się w wodzie. Wtedy wylało się z niej 58 l. Oblicz średnią gęstość Harrego.

**Wskazówka:** Objętość wypartej wody jest równa objętości ciała Harrego.

## 2 Zadanie – Którą różdżkę wybrać?

Hermiona dostała polecenie zakupu różdżki z czystego srebra. Dlatego stwierdziła, że aby sprawdzić, czy kupi właściwą różdżkę, musi ją zważyć, a następnie sprawdzić jej objętość. W tym celu wzięła cylinder miarowy z dokładnie odmierzoną podziałką, do którego nalała 90 ml wody, a następnie sprawdzała objętość z całkowicie zanurzoną w niej różdżką. Swoje pomiary zanotowała w poniższej tabelce:

nowa różdżka	objętość początkowa wody, ml	objętość końcowa wody, ml	masa, g
Różdżka z Zakazanego Lasu	90	141	500
Smoczy Atak	90	110	210
Czarna Różdżka	90	135	122
Magmowy Grot	90	144	475
Zdobywca	90	123	76,9

Korzystając z tabeli gęstości wybranych substancji, oceń, którą różdżkę powinna wybrać.

**Wskazówka:** Dzięki dostępnym danym można obliczyć gęstość poszczególnych różdżek.

## 3 Zadanie – Zagadkowa substancja I

Hermiona znalazła w sali lekcyjnej podejrzaną substancję. Postanowiła ją przebadać. Do szklanej rurki w kształcie walca z bardzo cienkiego szkła o masie 11,00 dag i polu podstawy 5 cm<sup>2</sup> wlała tę substancję i ponownie dokonała pomiaru masy, która wynosiła 12,60 dag. Słup cieczy miał wysokość 4 cm. Pomóż Hermionie i odpowiedz, jaka prawdopodobnie jest to substancja.

**Wskazówka:** Gęstość jest wielkością, która charakteryzuje każdą substancję.

## 4 Zadanie – Tajemnicza kula

Ron bawi się nad jeziorem kulą o masie 50 dag. Za każdym razem, gdy wrzuca ją do wody, kula częściowo wypływa, mając zanurzone 50% objętości. Z jakiego materiału prawdopodobnie wykonano tę kulę?

**Wskazówka:** Stosunek objętości zanurzonej kuli do jej całkowitej objętości jest równy stosunkowi gęstości kuli do gęstości wody.

## 5 Zadanie – Pościg za Dumbledoorem

Pociąg do Hogwarty, w którym jedzie dyrektor Dumbledoor, odjeżdża z peronu 9 $\frac{3}{4}$  o godzinie 10:00 i dojedzie do celu o 12:45. Ron i Harry zaspali i zdołali wyjechać samochodem dopiero o 11:45. Gdy wjechali na plac przed uczelnią, na prędkościomierzu widniała prędkość 120 km/h. Zakładając, że poruszali się ruchem jednostajnie przyspieszonym z przyspieszeniem równym 85 km/h<sup>2</sup>, odpowiedz, czy udało im się zdążyć przed dyrektorem Dumbledoorem.

**Wskazówka:** Wiadomo, że  $a = \frac{v_k - v_p}{t}$ , gdzie  $a$  to przyspieszenie,  $v_k$  prędkość końcowa,  $v_p$  prędkość początkowa, a  $t$  jest całkowitym czasem.

## 6 Zadanie – Roztargniony Harry

Harry podczas mycia okien niefortunnie wypchnął doniczkę z mandragorą za okno. Spadała ona przez 2 s i tuż przed upadkiem miała prędkość 28 m/s. Załóż, że prędkość początkowa doniczki była równa zero.

a) Czy doniczka spadała swobodnie?

b) Harry w magiczny sposób próbował uchronić mandragorę przed upadkiem. Czy spowolnił upadek mandragory, czy go przyspieszył?

**Wskazówka:** Z jakim przyspieszeniem porusza się ciało spadające swobodnie?

## 7 Zadanie – Spotkanie

Ron i Harry wyjechali jednocześnie sobie na spotkanie swoimi rowerami z punktów oddalonych od siebie o 9 km. Ron jechał z prędkością 19 km/h, a Harry 23 km/h. Zakładając, że poruszali się ruchem jednostajnym prostoliniowym, oblicz, po jakim czasie się spotkają. Wynik wyraż w minutach.

**Wskazówka:** Czas jazdy Rona jest równy czasowi jazdy Harrego.

**Wskazówka:** Odcinek przejechany przez Harrego, dodany do odcinka przejechanego przez Rona, daje początkowy dystans, który dzielił chłopców.

## 8 Zadanie – Uniknąć mandatu

Harry i Ron jadą autem Pana Weasleya. Wjechali na autostradę dla mugoli, na której ustawione są bramki pomiaru prędkości na odcinku 70 km. Przez połowę drogi poruszali się z prędkością 110 km/h. Wtedy też zorientowali się, że jadą zbyt szybko. Jeśli ich średnia prędkość na tym odcinku przekroczy 90 km/h, dostaną mandat. Zaczęli więc poruszać się ruchem jednostajnie opóźnionym z opóźnieniem o wartości  $121 \text{ km/h}^2$ . Wyjeżdżali przez końcową bramkę z prędkością 60 km/h. Czy Ron i Harry unikną mandatu?

**Wskazówka:** Jaki był całkowity czas tego ruchu?

## 9 Zadanie – Gra w piłkę

Harry i Ron postanowili pograć w piłkę nożną. Ron kopnął piłkę, nadając jej prędkość początkową równą 13 m/s. Piłka poruszała się ruchem jednostajnie opóźnionym. Powodem wytracania prędkości były opory ruchu. Gdy piłka dotoczyła się do Harrego, miała prędkość 10 m/s. Wiedząc, że piłka ma masę 44 dag i poruszała się przez 5 s, oblicz, ile wynosiła siła oporów ruchu działających na piłkę.

**Wskazówka:** Siła oporów ruchu działających na piłkę jest związana z opóźnieniem, z którym się poruszała.

## 10 Zadanie – Porządki

Hagrid postanowił zrobić porządki w swej chacie, dlatego też by przestawić szafę o masie 220 kg przywiązał do niej linę w taki sposób, aby móc ją ciągnąć z jednej strony. Działał na szafę poziomą siłą o wartości 300 N, co spowodowało, że szafa zaczęła poruszać się z przyspieszeniem  $0,9 \text{ m/s}^2$ .

a) Oblicz, ile wynosi wartość siły tarcia działającej na tę szafę.

b) Ron postanowił zrobić Hagridowi psikusa, dlatego też zaczął ciągnąć szafę w przeciwną stronę. Choć Hagrid nie zmienił wartości siły, z którą działał na szafę, to poruszała się ona nadal, tylko z mniejszym przyspieszeniem o wartości  $0,5 \text{ m/s}^2$ . Jaka była wartość siły, z którą Ron ciągnął szafę?

**Wskazówka:** Wartość siły wypadkowej, która związana jest z masą i przyspieszeniem, jest różnicą wartości siły naciągu pochodzącej od Hagrida oraz tarcia działającego na szafę.

**Wskazówka:** Wartość siły, z jaką ciągnął Ron, jest opisana w następujący sposób:

$$F_R = F_n - F_w - F_T$$

gdzie  $F_R$  - wartość siły pochodzącej od Rona,  $F_n$  - wartość siły naciągu pochodząca od Hagrida,  $F_w$  - wartość siły wypadkowej związanej z masą i przyspieszeniem oraz  $F_T$  - wartość siły tarcia.

## 11 Zadanie – Trening quidditcha

W trakcie treningu quidditcha pałkarz drużyny Slytherinu uderzył tłuczek, działając na niego poziomą siłą 400 N na odcinku 1 cm. Ile czasu tłuczek będzie leciał przez 5 m?

Przyjmij, że po uderzeniu tłuczek poruszał się ruchem jednostajnym prostoliniowym - ruch w pionie uniemożliwiało zakłęcie Nonverticalis rzucone przez Malfoya. Wiadomo, że tłuczek treningowy waży 4 kg i nie porusza się samoistnie, jak mają w swojej naturze tłuczki meczowe.

**Wskazówka:** Wykonana nad tłuczkiem praca jest równa zmianie jego energii kinetycznej.

**Wskazówka:** Znajomość prędkości tłuczka, którą można obliczyć, znając jego energię kinetyczną, pozwala na posłużenie się wzorem na prędkość w ruchu jednostajnie prostoliniowym:  $v = \frac{s}{t}$ , gdzie  $v$  to prędkość,  $s$  droga, zaś  $t$  to poszukiwany w zadaniu czas.

## 12 Zadanie – Dobra kryjówka

Harry postanowił ukryć zaczarowaną kulę na dnie jeziora. Musi to zrobić, by nie wpadła w ręce Lorda Voldemorta. Wiedząc, że kula może wytrzymać ciśnienie 1400 kPa ponad ciśnienie atmosferyczne, wskaż, w którym z wymienionych poniżej jezior kula nie uszkodzi się pod wpływem ciśnienia, znajdując się na maksymalnej głębokości.

nazwa jeziora	maksymalna głębokość, m
Czarne Jezioro	113
Smocze Oko	58
Basen Feniksa	82
Jezioro Hogwartu	135

**Wskazówka:** Przeanalizuj, jakie ciśnienie będzie wywierane na zaczarowaną kulę w poszczególnych jeziorach lub oblicz maksymalną głębokość, na jaką można zanurzyć kulę bez jej uszkodzenia.

### 13 Zadanie – Skacząca kula

Hermiona postanowiła pobawić się nad jeziorem. Miała kulę o objętości  $1,5 \text{ dm}^3$  i masie  $0,6 \text{ kg}$ , którą zanurzyła na głębokość  $90 \text{ cm}$ . Kula wypływa z przyspieszeniem  $1 \text{ m/s}^2$ . Oblicz siłę oporu wody, która działała na tę kulę.

**Wskazówka:** Należy przeanalizować, jakie siły działają na kulę w wodzie.

### 14 Zadanie – Ukryte lustro

Zaczarowane lustro zostało ukryte na dnie jeziora. Wybrano w tym celu Basen Feniksa. Lustro wykonano z magicznego, lodowego zwierciadła o gęstości zwykłego lodu, które nigdy się nie topi, stanowiącego  $50\%$  całej masy oraz z jaspisowego wykończenia o masie  $0,6 \text{ kg}$ . Czy zaczarowane lustro pozostanie na miejscu, w którym je pozostawiono, czy wypłynie na powierzchnię?

**Wskazówka:** Sposób I

Należy porównać wartość siły ciężkości i wartość siły wyporu i skorzystać z warunków na pływanie ciał.

**Wskazówka:** Sposób II

Należy obliczyć stosunek wartości siły ciężkości do wartości siły wyporu, tworząc zależność

$$\frac{F_c}{F_w} = \frac{1}{\left(\frac{k}{d_l} + \frac{1-k}{d_o}\right) \cdot d_w}$$

gdzie  $F_c$  - wartość siły ciężkości,  $F_w$  - wartość siły wyporu działającej na lustro,  $d_l$  - gęstość lodowego zwierciadła,  $d_o$  - gęstość wykończenia lustra,  $d_w$  - gęstość wody oraz  $k$  - ułamek masy lustra, który stanowi zwierciadło.

### 15 Zadanie – Zagadkowa substancja II

Hermiona znalazła w sali lekcyjnej podejrzaną substancję. Chciała ustalić, co to jest, wykorzystując tym razem inną metodę. W tym celu wzięła aluminiowy sześciąt o krawędzi  $7 \text{ cm}$  i zawiesiła go na siłomierzu. Odczytała, że ciężar sześciąta wynosił  $9,26 \text{ N}$ . Następnie ostrożnie zanurzyła ten sześciąt wiszący na siłomierzu w nieznannej substancji i ponownie odczytała jego wskazania, które były równe  $5,83 \text{ N}$ . Wiedząc, że sześciąt był całkowicie zanurzony, ustal, jaką ciecz znalazła Hermiona.

**Wskazówka:** O czym informuje różnica pomiędzy początkowym, a końcowym wskazaniem siłomierza?

## 16 Zadanie – Zamarznięte jezioro

Harry i Hermiona szli po zamarzniętym jeziorze, gdy Lord Voldemort uderzył w jego tafelę i rozbił ją na kry. Każda krawędź ma grubość 2,1 m. Harry o masie 70 kg znalazł się na krawędzi o powierzchni  $2 \text{ m}^2$ , a Hermiona o masie 59 kg jest na krawędzi o powierzchni  $2 \text{ m}^2$ . Czy jest możliwe, by jedno przeszło na krawędź drugiego i żeby powierzchnia tej krawędzi nie była zalana wodą? Wykonaj obliczenia i uzasadnij odpowiedź. Przyjmij, że krawędzi nie mogą odsunąć się od siebie, a ich powierzchnia jest zawsze pozioma.

**Wskazówka:** Wartość siły wyporu jest równa wartości sumy siły ciężkości krawędzi i działającej na nią siły nacisku pochodzącej od stojących na niej bohaterów.

## 17 Zadanie – Rozbity flakon

Harry po wyjściu na dwór zorientował się, że zapomniał flakonu z eliksirem ze smoczego pazura, który miał zanieść do chaty Hagrida. Dlatego krzyknął do Rona, by ten przez okno zrzucił mu eliksir. Ron niewiele myśląc, spełnił życzenie przyjaciela. Flakon spadał pionowo przez 3 s, po czym roztrzaskał się na kamieniach, tuż obok Harrego. Załóż, że prędkość początkowa flakonu wynosiła  $0 \text{ m/s}$ .

- Z jaką prędkością flakon uderzył o ziemię?
- Jak wysoko znajduje się pokój, w którym przebywał Ron?

**Wskazówka:** Z jakim przyspieszeniem poruszał się flakon?

## 18 Zadanie – Zmagania w kręgielni

Chłopcy w kręgielni stworzonej przez Hagrida świętowali Noc Duchów.

Harry rozpedził kulę o masie 8 kg do prędkości  $3 \text{ m/s}$ . Kula poruszała się w poziomie.

Ron podniósł kulę o masie 13 kg, która leżała na ziemi, i położył ją na półce, na wysokości  $0,8 \text{ m}$  nad ziemią.

Który z chłopców wykonał większą pracę nad kulą?

**Wskazówka:** Energia to zdolność ciała do wykonania pracy.

**Wskazówka:** Kula Harrego posiada energię kinetyczną, zaś kula Rona energię potencjalną grawitacji.

## 19 Zadanie – Nowe eliksiry

Hagrid wciąga na Wschodnią Wieżę dostawę nowych eliksirów ze średnią mocą  $380 \text{ W}$ . Cały transport waży łącznie  $25 \text{ kg}$ .

- Oblicz, z jaką prędkością porusza się ten ładunek przy założeniu, że jest to ruch jednostajny prostoliniowy.
- Wiedząc, że cała praca zajęła  $22 \text{ s}$ , oblicz wysokość wieży.

**Wskazówka:** Wiadomo, że moc jest to stosunek pracy do czasu, w którym została wykonana, a praca to iloczyn siły i przesunięcia.

**Wskazówka:** Skorzystaj z zasady zachowania energii.

**Wskazówka:** W podpunkcie b możesz skorzystać z prędkości obliczonej w podpunkcie a.

## 20 Zadanie – Zabawa z piłką

Ron kopnął piłkę o masie 31 dag pionowo w górę, gdy znajdowała się na wysokości 47 cm, nadając jej prędkość 18 m/s. Piłka po upływie 10 s zaczęła spadać. Oblicz wysokość nad ziemią, na którą piłka się wzbiła, oraz prędkość piłki tuż przed upadkiem na ziemię.

**Wskazówka:** Jakie przemiany energii zachodzą, gdy piłka wznosi się ku górze, a jakie, gdy spada?

**Wskazówka:** Do wysokości, na którą wzbiła się piłka względem Rona, należy dodać wysokość, z której została kopnięta.