

## Opis gry dydaktycznej dla klasy ósmej szkoły podstawowej

**Autor gry:** Anna Stróżańska-Wołowicz

**Nazwa gry:** Szpieg w elektrowni

**Klasa:** Klasa ósma szkoły podstawowej

**Dział fizyki:** Prąd elektryczny

**Temat realizowany podczas lekcji:** Opór elektryczny

**Czas trwania gry:** 90 minut (2 godziny lekcyjne)

**Realizowane treści podstawy programowej:** I.4, I.6, I.7, I.8, VI.7, VI.12, VI.16.4) i 5)

### Cele dydaktyczne:

- zapoznanie uczniów z pojęciem oporu elektrycznego,
- sformułowanie zależności oporu przewodnika od rodzaju materiału przewodnika, jego długości oraz pola przekroju poprzecznego,
- podanie sposobu obliczania oporu danego elementu obwodu z pomiaru napięcia i natężenia prądu,
- przećwiczenie zadań obliczeniowych uwzględniających wzór na opór ( $R=U:I$ ),
- utrwalenie wiedzy o prądzie i natężeniu prądu oraz napięciu elektrycznym,
- zaciekawienie uczniów przedmiotem i zmniejszenie niechęci uczniów do nauki fizyki,
- aktywizacja uczniów,
- rozwijanie spostrzegawczości uczniów, wyobraźni i koncentracji.

### Cele operacyjne:

Uczeń

- umie wyjaśnić, co to jest opór elektryczny,
- wyjaśnia, od czego zależy opór przewodnika (wymienia rodzaj materiału, długość przewodnika oraz pole przekroju poprzecznego),
- rozumie pojęcie oporu właściwego i wiąże je z rodzajem materiału,
- podaje jednostkę oporu,
- potrafi wskazać, co jest potrzebne, aby wyznaczyć opór danego opornika,
- wyjaśnia rolę użytych przyrządów,
- opisuje przebieg i wynik przeprowadzonego doświadczenia,

- potrafi posłużyć się wzorem na opór ( $R=U:I$ ) i obliczyć na podstawie tego wzoru wszystkie występujące w nim wielkości ,
- rozdzieli pojęcia: dane i szukane,
- przeliczy jednostki oraz ich wielokrotności i podwielokrotności,
- zapisuje wyniki obliczeń z podaniem właściwej jednostki fizycznej.

### Cele wychowawcze:

- kształtowanie postawy koleżeńskiej,
- uczenie opanowania i cierpliwości,
- wyrabianie nawyku przestrzegania dyscypliny i reguł gry,
- uświadomienie graczom potrzeby współdziałania i potrzeby podporządkowywania się interesom grupy,
- pokazanie, że nauka może być powiązana z zabawą.

**Forma pracy:** praca grupowa, praca indywidualna

### Metody pracy:

- podająca (wykład, wyjaśnienia sformułowane przez nauczyciela)
- praktyczna (samodzielne łączenie obwodu elektrycznego przez uczniów, wykonywanie obliczeń, rozwiązywanie zadań)
- problemowa (uczniowie zastanawiają się nad sposobami pomiaru, próbują samodzielnie znaleźć sposób na wykonanie zadań obliczeniowych).

### Pomoce dydaktyczne:

- rzutnik multimedialny/tablica multimedialna,
- karty pracy (załączniki do wydrukowania)
- komputer z dostępem do internetu (ewentualnie telefony komórkowe z dostępem do internetu - po jednym na każdą grupę),
- elementy do skonstruowania obwodu elektrycznego w celu wyznaczenia oporu elektrycznego opornika (oporniki, mierniki uniwersalne, bateria, przewody - najlepiej kilka zestawów - dla każdej grupy po jednym).

### Informacje ogólne o grze:

1. Gra „Szpieg w elektrowni” wykorzystuje metodę dydaktyczną zwaną gamifikacją (inaczej grywalizacją) i polega na wykonaniu przez uczniów zadań skonstruowanych wokół zaaranżowanej przez nauczyciela fabuły. Zadania te są związane z realizacją punktów podstawy programowej fizyki, których dotyczy gra. Gra zawiera elementy rywalizacji i pracy

zespołowej. Jej celem jest aktywizacja uczniów do samodzielnej pracy i koncentracji na wyznaczonym celu, zapewniając przy tym uczestnikom elementy rozrywki i zabawy.

2. Na czas trwania gry należy podzielić uczniów na kilka grup (najlepiej 4-6 osobowych, w miarę możliwości po tyle samo uczestników w każdej drużynie)

3. Na pierwszej lekcji należy przedstawić uczniom fabułę i cel gry i ustalić sposób oceniania uczniów. Uczniowie zdobywają punkty za dobrze wykonane kolejne zadania. Na każdym etapie gry każda drużyna może zdobyć od jednego do trzech punktów. W sumie do zdobycia jest 18 punktów. Można ustalić, że zwycięska drużyna otrzymuje szóstkę w kategorii aktywność, a pozostałe grupy w zależności od zaangażowania niższe oceny lub plusy z aktywności.

4. Przed rozpoczęciem gry należy przygotować materiały do gry dla każdej grupy - wydrukować instrukcje do kolejnych zadań oraz przygotować elementy zestawu do wyznaczenia oporu elektrycznego (najlepiej w ilości kilku sztuk).

5. Używane w grze słownictwo:

*Misje* - etapy gry uwzględniające wątki fabuły, wokół której jest skonstruowana gra

*Zadania* - konkretne zadania przypisane do danej misji, związane z podstawą programową fizyki,

*Szpieg* - uczestnik gry,

*Organizacja szpiegowska* - grupa uczniów tworząca daną drużynę.

### Przebieg gry:

1. Przedstawienie uczniom fabuły i zasad gry. Podział uczniów na grupy 4-6 osobowe i nadanie nazw każdej grupie.

✓ Fabuła gry/cel gry:

Gra składa się z sześciu etapów (misji do wykonania), a każda misja ma przypisane konkretne zadania. Grupa szpiegów musi niepostrzeżenie dostać się do elektrowni i znaleźć tajne akta dotyczące nowej formy pozyskiwania prądu elektrycznego. Wykonując poszczególne zadania, dana drużyna musi zdążyć przed innymi organizacjami szpiegowskimi, które również pragną pozyskać tajną formułę.

✓ Zasady gry

Każda drużyna musi wykonać zaplanowane zadania zgodnie z przekazanymi instrukcjami. Po każdym zadaniu nauczyciel określa poprawność jego wykonania i przyznaje drużynie punkty oraz przekazuje instrukcje do kolejnego kroku. Zwycięska grupa, która jako pierwsza dotrze do mety, może wymienić zdobyte punkty na przykład na ocenę celującą z aktywności. Pozostałe grupy również zostają nagrodzone ocenami lub plusami (według ustaleń prowadzącego grę nauczyciela i zasad oceniania obowiązujących w danej szkole/klasie).

2. Rozdanie instrukcji drużynom (**Załącznik 1**) oraz instrukcji do pierwszej misji (**Załącznik 2**) i rozpoczęcie gry. W czasie pierwszej lekcji należy przeprowadzić trzy misje i przekazać instrukcję do misji czwartej, która stanowi zadanie domowe.

✓ Drużyna, która wykonała wszystkie zadania w ramach danej misji, zgłasza ten fakt nauczycielowi. Nauczyciel sprawdza pracę każdej drużyny w zgłoszonej przez nie kolejności i przyznaje punkty za poprawnie wykonane zadanie:

- pierwsza drużyna 3 pkt
- druga drużyna 2 pkt
- kolejne drużyny 1 pkt

Jeśli zadanie nie jest wykonane poprawnie, nauczyciel odsyła drużynę do poprawienia zadania. Dopiero po poprawnym ukończeniu misji drużyna może otrzymać punkty.

3. Rozdanie drużynom instrukcji do misji drugiej (**Załącznik 3**) i wyświetlenie filmu.

✓ Film dostępny pod adresem: <https://www.youtube.com/watch?v=DC-TCMIA4f4> można wyświetlić całej klasie za pomocą rzutnika multimedialnego lub można pozwolić każdej drużynie oglądać film z telefonu komórkowego. Decyzja nauczyciela może być związana z tempem pracy grup (na przykład dwie drużyny już dawno skończyły misję 1 i nudzą się czekając na resztę) lub problemami technicznymi (na przykład w klasie nie ma internetu, rzutnika). Nauczyciel prowadzący grę w konkretnej klasie dobiera lepsze rozwiązanie w zależności od sytuacji.

✓ Punkty za wykonanie misji 2 są przyznawane w taki sam sposób, jak odbywało się to w pierwszym zadaniu. Grupa zgłasza gotowość, a nauczyciel przyznaje punkty. Pierwsza drużyna, która wykona wszystkie zadania poprawnie, otrzymuje 3 pkt, druga 2pkt, a pozostałe po 1 pkt.

4. Rozdanie drużynom instrukcji do misji trzeciej (**Załącznik 4**).

✓ Podczas tego zadania uczniowie muszą mieć dostęp do tablic fizycznych zawierających wielkości oporów właściwych różnych metali. Należy sprawdzić, czy w podręczniku używanym przez klasę znajduje się taka tabela lub można wyświetlić potrzebne dane poprzez rzutnik multimedialny dla całej klasy (przykładowa tabela dostępna w Internecie:

<http://www.fizyka.pk.edu.pl/tabele/OpWIMet.htm>).

✓ Punkty za wykonanie misji 3 są przyznawane w taki sam sposób, jak odbywało się to w poprzednich zadaniach. Grupa zgłasza gotowość, a nauczyciel przyznaje punkty. Pierwsza drużyna, która wykona wszystkie zadania poprawnie, otrzymuje 3 pkt, druga 2pkt, a pozostałe po 1 pkt.

5. Na zakończenie pierwszej lekcji z grą dydaktyczną, nauczyciel rozdaje zadanie domowe.

✓ Każda grupa dostaje kartkę z umieszczonymi kodami QR (**Załącznik 5**), którymi członkowie grupy mają się podzielić między sobą. W każdym kodzie jest zaszyfrowana jedna z dwóch wiadomości o treści: „Przeprowadź wywiad z Georgem Simonem Ohmem i zaprezentuj ten wywiad w dowolnej formie” lub „Przygotuj się do pracy podczas następnej lekcji na temat oporu elektrycznego i sposobu jego wyznaczania. Zapisz wzór potrzebny do obliczenia wartości oporu”.

✓ Za to zadanie można przyznać 3 pkt, 2 pkt lub 1 pkt. Nauczyciel ocenia wywiady, bierze przy tym pod uwagę fakt, czy wszyscy szpiedzy w danej grupie, którzy otrzymali to zadanie, wywiązali się z jego wykonania oraz ocenia formę i treść wykonanych prac. Nauczyciel zwraca również uwagę, czy dana grupa jest przygotowana do pracy na tej lekcji (czy ma przygotowane notatki, zapisany wzór na opór). Jeśli wszystkie zadania są zrealizowane, przyznaje maksymalną liczbę punktów, jeśli nie - odpowiednio 2 pkt lub 1 pkt. Ocena prac może odbywać się w chwili, gdy uczniowie dostają instrukcje do kolejnego zadania (Załącznik 6).

6. Druga lekcja zaczyna się rozdaniem uczniom instrukcji do misji piątej (**Załącznik 6**). Podczas tej lekcji należy przeprowadzić dwie misje (piątą i finałową szóstą).

✓ Uczniowie rozwiązują zadania obliczeniowe oraz łączą obwód elektryczny w taki sposób, aby dało się wyznaczyć opór wybranego elementu (żarówki lub opornika).

✓ Punkty za wykonanie misji 5 są przyznawane w taki sam sposób, jak odbywało się to w poprzednich zadaniach. Grupa zgłasza gotowość, a nauczyciel przyznaje punkty. Pierwsza drużyna, która wykona wszystkie zadania poprawnie, otrzymuje 3 pkt, druga 2 pkt, a pozostałe po 1 pkt.

7. Rozdanie drużynom instrukcji do misji szóstej (**Załącznik 7**).

✓ Uczniowie rozwiązują zadania obliczeniowe oraz wypełniają kartę pracy. Na koniec kodują odpowiedzi w postaci kodu PIN.

✓ Punkty za wykonanie misji 6 są przyznawane w taki sam sposób, jak odbywało się to w poprzednich zadaniach. Grupa zgłasza gotowość, a nauczyciel przyznaje punkty. Pierwsza drużyna, która wykona wszystkie zadania poprawnie, otrzymuje 3 pkt, druga 2 pkt, a pozostałe po 1 pkt.

8. Posumowanie gry najlepiej zrobić na tej końcu lekcji. Jeśli jednak praca grup wydłuża się, można przesunąć omówienie gry na kolejną lekcję. Należy przedstawić uczniom zwycięską drużynę, przekazać informację o ilości punktów zdobytych przez wszystkie drużyny, pogratulować wszystkim szpiegom dotarcia do mety gry oraz ocenić pracę według ustalonych z uczniami zasad.

Załącznik 1

**Gra dydaktyczna  
SZPIEG W ELEKTROWNI**

- ◆ Jesteście grupą szpiegów należących do tajnej organizacji szpiegowskiej.
- ◆ Waszym zadaniem jest dostać się niepostrzeżenie do elektrowni i znaleźć tajne akta dotyczące nowej formy pozyskiwania prądu elektrycznego.
- ◆ Gra składa się z pięciu etapów, podczas których bierzecie udział w pięciu misjach.
- ◆ Każda misja ma przypisane konkretne zadania. Wykonując poszczególne zadania, musicie zdążyć przed innymi organizacjami szpiegowskimi, które również pragną pozyskać tajną formułę.
- ◆ Za każdą misję możecie dostać maksymalnie 3 pkt. Drużyna, która jako pierwsza wykona poprawnie zadanie, otrzymuje maksymalną ilość punktów.
- ◆ Po zakończeniu danej misji zgłaszacie gotowość do oceny poprawności jej wykonania i dopiero wtedy zostaną wam przekazane dalsze instrukcje.
- ◆ Gra jest przewidziana na dwie godziny lekcyjne.
- ◆ Zanim otrzymacie pierwsze instrukcje, wymyślcie sobie kryptonim i wpiszcie skład waszej organizacji:

.....  
nazwa organizacji szpiegowskiej

.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....

członkowie:

Tabela z punktami:

misja	Misja 1	Misja 2	Misja 3	Misja 4	Misja 5	Misja 6
ilość przyznanych punktów						
	Pierwsza lekcja			Druga lekcja		

Załącznik 2

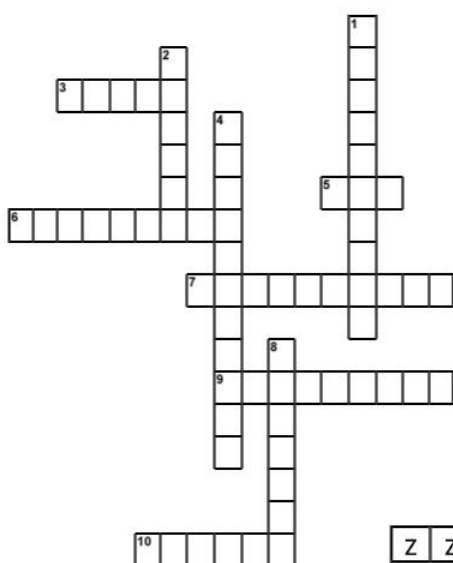
**MISJA 1**  
**"W magazynie"**

..... (nazwa organizacji)

**Cel:** Waszym pierwszym zadaniem jest dostać się do budynku elektrowni przez magazyn, do którego drzwi są zabezpieczone zamkiem cyfrowym.

**Zadania:** Odszyfruj kod, aby dostać się do obiektu A i uzyskać dostęp do budynku elektrowni. W tym celu rozwiąż krzyżówkę i wpisz kod do zamka, wykreślając hasła odgadnięte w krzyżówce w wykreślance.

Odszyfruj kod dostępu do magazynu



*Poziomo:*

- 3. jednostka natężenia prądu
- 5. nośnik prądu elektrycznego w cieczech
- 6. jest zdefiniowane jako wartość ładunku przepływającego w czasie jednej sekundy przez przekrój poprzeczny przewodnika
- 7. przyrząd mierzący napięcie elektryczne
- 9. w miedzi nie są one silnie związane z jądrem atomowym
- 10. atom obdarzony ładunkiem dodatnim

*Pionowo:*

- 1. materiał posiadający elektrony swobodne
- 2. cząsteczka obdarzona ładunkiem dodatnim
- 4. przyrząd pomiarowy podłączany szeregowo do obwodu
- 8. cząsteczka wchodząca w skład jądra atomowego

Z	Z	R	E	D	Y	J	N	L	L	L	J	A	P	N	N	L
M	U	H	S	L	N	P	T	D	G	J	U	S	R	W	Y	H
Z	C	A	M	P	E	R	A	O	Z	D	O	O	Z	D	D	C
F	W	K	J	G	K	O	I	A	Y	C	E	D	E	D	H	U
W	P	T	D	D	U	T	D	M	A	W	U	A	W	U	L	E
G	T	E	Z	B	J	O	H	P	L	C	W	J	O	N	T	K
N	A	T	Ę	Ż	E	N	I	E	T	M	C	K	D	J	L	O
I	J	D	S	I	I	M	S	R	S	D	E	O	N	Y	L	Z
U	O	B	H	E	P	G	W	O	L	T	O	M	I	E	R	Z
D	R	A	Y	P	G	S	Y	M	K	A	M	C	K	E	M	J
S	A	K	J	J	A	U	U	I	Y	N	D	L	E	O	Z	K
K	C	B	B	D	J	Y	D	E	L	E	K	T	R	O	N	Y
H	S	S	S	R	F	F	F	R	S	U	K	N	R	S	C	Z
G	J	T	G	F	O	N	H	Z	U	T	G	L	N	I	N	P
I	O	I	I	Y	A	G	H	D	B	R	J	A	S	T	O	Z
R	C	B	B	A	Y	C	D	J	C	O	Y	K	H	G	P	K
Z	L	A	P	M	K	A	T	I	O	N	B	D	G	P	T	D

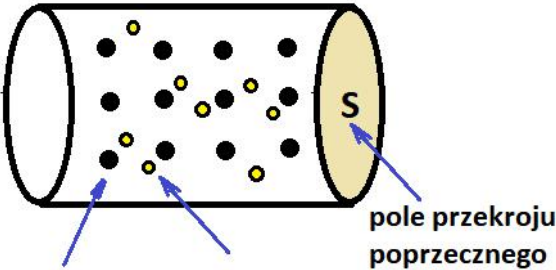
Załącznik 3

## MISJA 2 „W przewodzie wentylacyjnym”

..... (nazwa organizacji)

**Cel:** Jesteście już w magazynie. Teraz musicie przedostać się kanałem wentylacyjnym do obiektu B i niczym swobodne elektrony w przewodniku pokonać na drodze wszystkie jony dodatnie.

**Zadania:** Obejrzyj instrukcje na filmie: <https://www.youtube.com/watch?v=DC-TCMIA4f4> oraz wypełnij kartę pracy, aby dostać się do budynku elektrowni.

<p><b>Opór elektryczny</b> określa, jak duży opór stawia prądowi dany przewodnik.</p>  <p>-----</p>	<p>Opór przewodnika zależy od:</p> <ol style="list-style-type: none"><li>1. Rodzaju ..... - każdy ..... ma określoną swoją charakterystyczną wielkość zwaną oporem właściwym.</li><li>2. .... - im przewodnik jest ....., tym większy ma opór elektryczny.</li><li>3. .... - im przewodnik ma większy ....., tym opór przewodu jest mniejszy.</li></ol>
<p>Opór ma symbol <b>R</b>, a jego jednostką jest om <math>\Omega</math>.</p>	<p>Uzupełnij podpisy pod rysunkiem z lewej strony.</p>







Załącznik 4

### MISJA 3 „Które drzwi?”

..... (nazwa organizacji)

**Cel:** Jesteście w obiekcie B. W głównym korytarzu znajduje się kilka par drzwi. Musicie zlokalizować te, za którymi znajduje się droga do naszego celu - ukrytych tajnych akt.

**Zadania:** Poszereguj materiały w kolejności od najmniejszego do największego oporu właściwego, aby wybrać właściwe drzwi. Możesz posłużyć się tablicami umieszczonymi na końcu podręcznika lub tabelą na stronie: <http://www.fizyka.pk.edu.pl/tabele/OpWIMet.htm>.

<p><b>Opór właściwy</b> to cecha danego materiału określająca jego właściwość przewodnictwa elektrycznego</p> 	<p>złoto wolfram aluminium miedź żelazo</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p>  <p>Lepszymi przewodnikami są ciała, których opór właściwy jest <b>mniejszy/większy</b> (podkreśl właściwe)</p>
--	--

Załącznik 5

**MISJA 4**  
**„Ten człowiek”**

..... (nazwa organizacji)

**Cel:** Jesteście coraz bliżej celu. Teraz działacie indywidualnie. Spróbujcie odnaleźć człowieka, który jest naszą wtyczką w Elektrowni oraz rozszyfrować wskazówki i przygotować się do kolejnego zadania.

**Zadania:** Każdy szpieg dostaje zakodowane instrukcje i wykonuje je samodzielnie przed kolejną misją.





Załącznik 6

MISJA 5  
„Przejęcie tajnej formuły”

..... (nazwa organizacji)

**Cel:** Podczas tej misji macie zdobyć plany tajnej formuły. Przejmijcie schemat i nanieście na niego wszystkie zdobyte dane.

**Zadania:** Uzupełnijcie kartę pracy wykorzystując informacje zdobyte podczas poprzedniej misji indywidualnej.

1. Uzupełnij schemat elektryczny symbolami amperomierza oraz woltomierza tak, aby dało się wyznaczyć opór elektryczny żarówki, a następnie wybierz poprawne dokończenie zdania.

	<p>Żeby otrzymać wartość oporu elektrycznego, należy odczytane wskazania mierników wyrazić w jednostkach układu SI (woltach i amperach), a następnie (zaznacz właściwe):</p> <p>A podzielić wskazanie natężenia prądu przez napięcie</p> <p>B pomnożyć odczytane napięcie przez natężenie prądu</p> <p>C Podzielić wskazanie woltomierza przez wskazanie amperomierza.</p>
--	--

2. Zbuduj obwód elektryczny potrzebny do wyznaczenia oporu wybranego elementu (żarówki lub opornika).

3. Oblicz wskazanie amperomierza. Opór elektryczny żarówki wynosi  $9\Omega$ .

	<p>Dane:            Szukane:</p>  <p>Obliczenia:</p>
--	--

4. Oblicz napięcie przyłożone do opornika, jeśli jego opór wynosi  $30\Omega$ , a natężenie prądu płynącego przez niego wynosi  $200\text{mA}$ .

<p>Dane:            Szukane:</p>  <p>Obliczenia:</p>
--



Załącznik 7

**MISJA 6**  
**„Finał - przekazanie formuły”**

..... (nazwa organizacji)

**Cel:** Waszym ostatnim zleceniem jest przekazanie tajnej formuły wytwarzania energii elektrycznej. Musicie przygotować dokument przekazania zawierający zaszyfrowane wszystkie informacje, aby nikt inny nie mógł ich odczytać.

**Zadania:** Uzupełnijcie kartę pracy, a następnie zakodujcie otrzymane wyniki.

1. W laboratorium zostało zmierzone natężenie prądu przy różnych wartościach napięcia przyłożonego do oporników. Laboranci chcieli wyznaczyć zależność między natężeniem a napięciem dla poszczególnych elementów obwodu. Uzupełnij obliczenia i narysuj wykres.

<p>Tabela pomiarowa dla opornika 1 Uzupełnij tabelę wykonując odpowiednie obliczenia:</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; text-align: center;"> <tr> <td style="padding: 5px;">U [V]</td> <td style="padding: 5px;">0,5V</td> <td style="padding: 5px;">1,5V</td> <td style="padding: 5px; background-color: #e0e0e0;">1</td> <td style="padding: 5px;">3,5</td> </tr> <tr> <td style="padding: 5px;">I [A]</td> <td style="padding: 5px;">0,025</td> <td style="padding: 5px;">0,075</td> <td style="padding: 5px;">0,1</td> <td style="padding: 5px; background-color: #e0e0e0;"></td> </tr> </table> <p>Podaj wartość oporu opornika: <span style="border: 1px solid black; padding: 2px 10px;">2</span> Ω</p>	U [V]	0,5V	1,5V	1	3,5	I [A]	0,025	0,075	0,1		<p>Dokończ wykres zależności natężenia prądu od przyłożonego napięcia.</p>
U [V]	0,5V	1,5V	1	3,5							
I [A]	0,025	0,075	0,1								

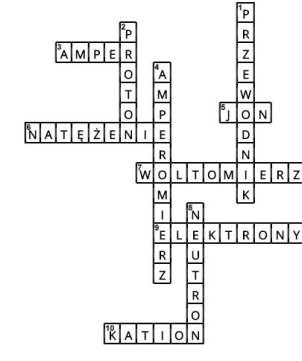
2. Dla drugiego opornika dana jest zależność między napięciem i natężeniem w postaci wykresu. Odczytaj z niego potrzebne dane.

<p>Zależność opornika natężenia od napięcia dla opornika 2:</p>	<p>Oblicz na podstawie wykresu wartość oporu opornika 2: <span style="border: 1px solid black; padding: 2px 10px;">3</span> Ω</p> <p>Odczytaj wartość natężenia prądu przepływającego przez opornik, gdy przyłożone napięcie wynosi 1,5V : <span style="border: 1px solid black; padding: 2px 10px;">4</span> A</p>
---	---

Misja zakończona. Gratulacje! Zakoduj otrzymane wyniki kodem PIN według instrukcji i prześlaj akta. Znajdź pola oznaczone numerami i przepisuj zawartość pól do poniższej tabeli. Pod numerem 2 wpisz cyfrę określającą liczbę dziesiątek wyznaczonego oporu, a pod numerem 3 wpisz cyfrę określającą część setną oporu.

1	2	3	4

Odpowiedzi do zadań:

Misja 1	
Misja 2	jony dodatnie , elektrony rodzaju materiału, długości przewodnika, pola przekroju poprzecznego (grubości, średnicy, promienia) przewodnika
Misja 3	miedź, złoto, aluminium , wolfram , żelazo mniejszy
Misja 4	notatki uczniów, wywiad (według autorskich pomysłów) $R = \frac{U}{I}$
Misja 5	<p>1) woltomierz nad opornikiem (równolegle), amperomierz na dole (szeregowo) odpowiedź C</p> <p>2) obwód z amperomierzem, woltomierzem, baterią i żarówką lub opornikiem</p> <p>3) <math>I = \frac{1}{3} A</math></p> <p>3) <math>U = 6V</math></p>
Misja 6	<p>1) tabela: 2V, 0,175A, opór 20Ω</p> <p>2) 0,75Ω, 2A</p> <p>PIN 2252</p>