

# ĆWICZENIE 1

## WYZNACZANIE DŁUGOŚCI FALI ZA POMOCĄ SPEKTROSKOPU

Jeżeli gazy zaczynają świecić, na przykład w wyniku podgrzania, to możemy zaobserwować charakterystyczne kolorowe prążki podczas obserwacji tzw. widma promieniowania. Fizycy już od dawna wiedzieli, że te kolorowe linie mogą posłużyć do określania składu chemicznego różnych substancji, wymyślili też skomplikowany wzór, ale nie umieli wytłumaczyć "dlaczego" i "skąd" te prążki. Dzisiaj wiemy, że atomy "świecą", gdy elektrony przeskakują z jednej orbity na inną.

W zakresie widma widzialnego „podgrzanego” wodoru (tzw. seria Balmera) występują tylko cztery kolorowe prążki: fioletowy, niebieski, cyjan i czerwony. Mierząc za pomocą spektroskopu, kąty występowania prążków, możemy wyznaczyć długości fal dla każdego z kolorów. Ponieważ posługujemy się siatką dyfrakcyjną, dlatego prążków każdego koloru jest kilka.

Korzystamy z wzoru:

$$\lambda = \frac{d \cdot \sin \alpha}{N}$$

gdzie  $\lambda$  - długość fali,  $\alpha$  - kąt odczytany w spektroskopie,  $d$  - stała siatki dyfrakcyjnej (ilość prążków na jednostkę długości),  $N$  - numer kolejnego prążka w widmie (1,2,3...)

### CEL ĆWICZENIA

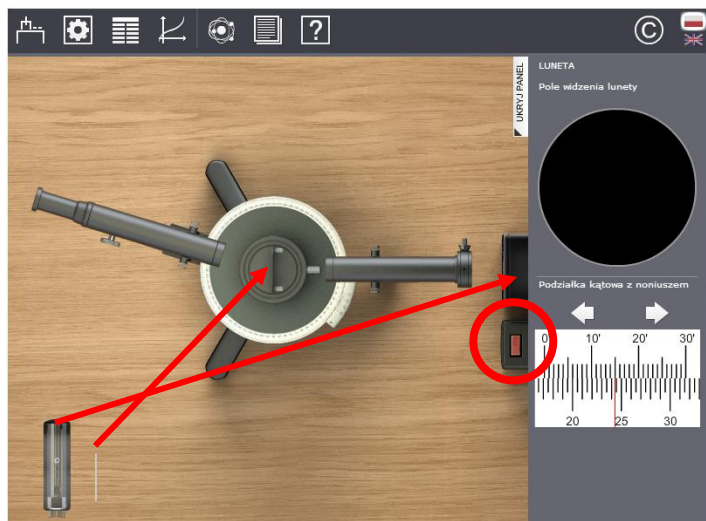
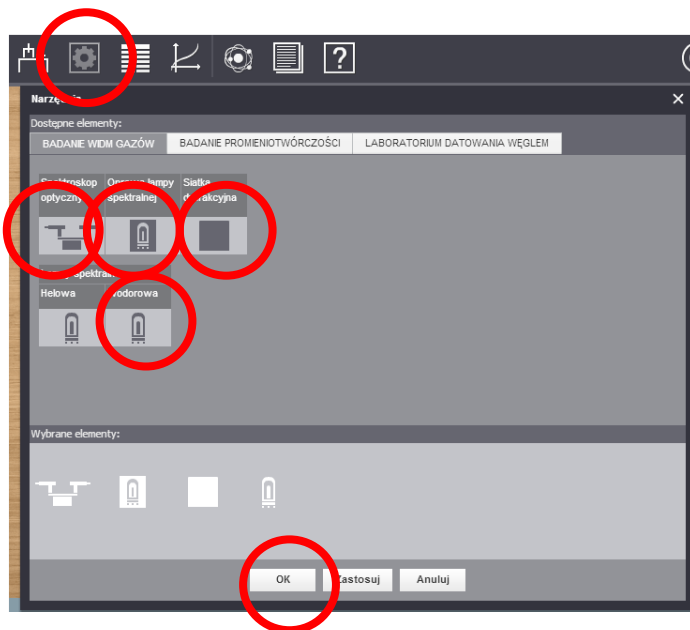
Za pomocą spektroskopu mierzymy kąty kolorowych prążków (w naszym ćwiczeniu czerwonych). Pomiary wykonamy za pomocą komputerowego laboratorium dostępnego na stronie internetowej:

[http://e-doswiadczenia.mif.pg.gda.pl/e\\_doswiadczenia-pl](http://e-doswiadczenia.mif.pg.gda.pl/e_doswiadczenia-pl)

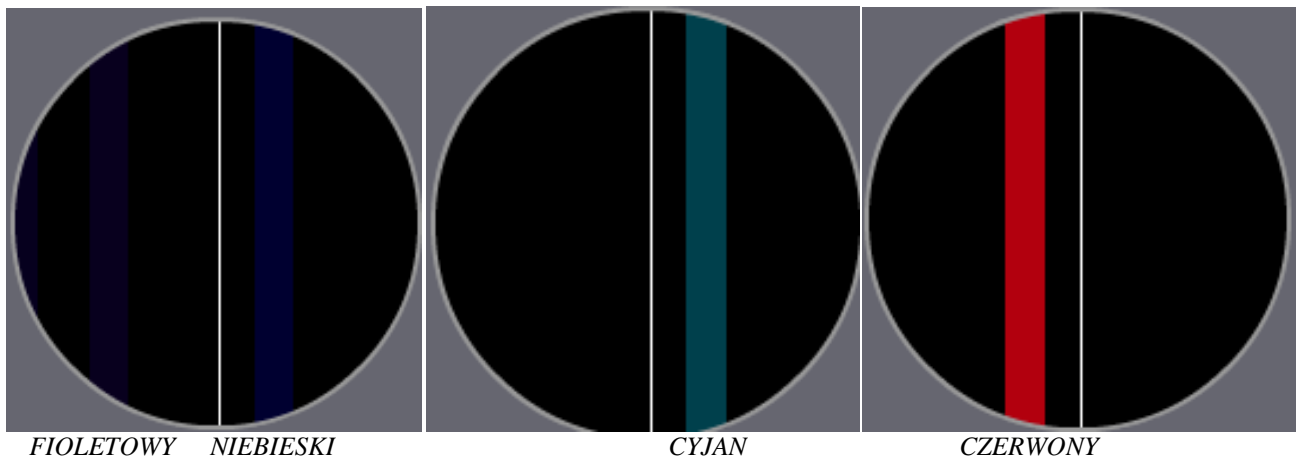
Doświadczenie 23. Fizyka atomowa i jądra

### PRZYGOTOWANIE STANOWISKA

- wybierz NARZĘDZIA
- wstaw: spektroskop, oprawę lampy, siatkę dyfrakcyjną i lampę wodorową
- naciśnij przycisk OK
- ustaw lampę spektralną i siatkę dyfrakcyjną w odpowiednich miejscach
- włącz zasilacz lampy
- w polu widzenia lampy (panel boczny) zobaczysz jasny czerwony prążek



- obracając ramię lunety będziesz mógł zobaczyć w polu widzenia lunety (panel boczny) prążki w czterech kolorach: fioletowy, niebieski, cyjan, czerwony
  - po trzy prążki tego samego koloru (coraz słabiej widoczne), gdy obracając lunetę zgodnie z ruchem wskazówek zegara
  - i kolejne trzy prążki. gdy obracamy lunetę przeciwnie do ruchu wskazówek zegara



## POMIARY

wykonujemy pomiary dla prążków czerwonych – są bardzo dobrze widoczne

- przesuwamy ramieniem lunety zgodnie z ruchem wskazówek zegara
- ustaw pierwszy czerwony prążek (ok.  $18^\circ$ ) tak, aby znalazł się dokładnie w środku lunety
- odczytaj wartość kątową i wpisz do tabeli (żółte pola, osobno stopnie i minuty)  
*sposób posługiwania się kątomierzem omówiono na końcu ćwiczenia*



- w identyczny sposób wyznaczyć położenia kątowe kolejnych czerwonych prążków (ok.  $38^\circ$  i  $67^\circ$ )
- wróć do położenia zerowego
- przesuwać ramieniem lunety przeciwnie do ruchu wskazówek zegara
- odzyskaj kolejne czerwone prążki, wyznacz ich kąty i wpisz do tabeli  
*powinieneś w ten sposób odnaleźć położenia sześciu czerwonych prążków*

| N                                    | STOPNIE | MINUTY | KĄT | RADIANY                       | SIN | DŁUGOŚĆ [m] | $\lambda$ [nm] |       |
|--------------------------------------|---------|--------|-----|-------------------------------|-----|-------------|----------------|-------|
| zgodnie z ruchem wskazówek zegara    |         |        |     |                               |     |             |                |       |
| 1                                    |         |        |     |                               |     |             |                |       |
| 2                                    |         |        |     |                               |     |             |                |       |
| 3                                    |         |        |     |                               |     |             |                |       |
| przeciwnie do ruchu wskazówek zegara |         |        |     | wartość SIN zmień na dodatnią |     |             |                |       |
| 1                                    |         |        |     |                               |     |             |                |       |
| 2                                    |         |        |     |                               |     |             |                |       |
| 3                                    |         |        |     |                               |     |             |                |       |
|                                      |         |        |     |                               |     |             | ŚREDNIA        |       |
|                                      |         |        |     |                               |     |             | TABLICOWA      | 656,3 |
|                                      |         |        |     |                               |     |             | RÓŻNICA        |       |

## OBLICZENIA

dla każdego prążka wykonaj identyczne obliczenia – możesz obliczać innymi sposobami

- przelicz kąt w stopniach i minutach na miarę dziesiętną według wzoru:  

$$\mathbf{KĄT = stopnie + minuty / 60}$$
- zamień stopnie na radiany według wzoru:  

$$\mathbf{RADIANY = KĄT * \pi / 180} \quad \pi=3,14159236$$
- wylicz sinus kąta – np. na arkuszu kalkulacyjnym zastosuj funkcję  

$$\mathbf{=SIN(RADIANY)}$$

na kalkulatorze możesz wyliczyć sinus kąta bez zamiany na radiany
- kąty prążków z drugiej połowy mają znak ujemny – zmień go na dodatni
- wylicz długość fali dla każdego prążka według wzoru:  

$$\mathbf{DŁUGOŚĆ = SIN / (D \cdot NR)} \quad D=470000$$
- zamień obliczoną długość na wielkość wyrażoną w nanometrach stosując wzór:  

$$\mathbf{\lambda = DŁUGOŚĆ \cdot 10^9}$$
- wylicz średnią arytmetyczną długość fali dla prążków czerwonych
- porównaj obliczoną wielkość z wartością tablicową, dla koloru czerwonego 656,3 nm i wylicz różnicę

## ĆWICZENIE 2 WYZNACZANIE DŁUGOŚCI FALI

W widmie widzialnym wodoru (seria Balmera) występują tylko cztery prążki odpowiadające następującym kolorom: fioletowy, niebieski, cyjan i czerwony. Spektroskop, który mamy do dyspozycji w doświadczeniu elektronicznym, bardzo dobrze pokazuje prążki: czerwony i cyjanowy, natomiast prążki niebieski i fioletowy trudno dostrzec gołym okiem.

Wiemy, że prążek czerwony powstaje, gdy elektron przeskakuje z orbity 3 na 2 w atomie wodoru. Prążek cyjanowy, gdy elektron przeskakuje z orbity 4 na 2. I odpowiednio: prążek niebieski – 5 na 2, prążek fioletowy – 6 na 2.

Ponieważ dwóch prążków nie widać dokładnie, dlatego najpierw wyliczymy ich teoretyczne położenie w widmie, a następnie ustawimy spektroskop zgodnie z wyliczeniami – w polu widzenia powinien pojawić się odpowiedni prążek.

1. Z empirycznego wzoru Balmera potrafimy wyliczyć długość fali dla danego prążka.

$$\frac{1}{\lambda} = R \cdot Z^2 \left( \frac{1}{n^2} - \frac{1}{m^2} \right) \quad \text{stąd} \quad \lambda = \frac{1}{R \cdot Z^2 \left( \frac{1}{n^2} - \frac{1}{m^2} \right)}$$

2. Z wzoru na stałą siatki dyfrakcyjnej wyliczymy kąt przy jakim powinien być widoczny prążek w spektroskopie

$$\lambda = \frac{d \cdot \sin \alpha}{N} \quad \text{stąd} \quad \alpha = \arcsin \left( \frac{\lambda \cdot N}{d} \right)$$

3. Otrzymany kąt przeliczamy na stopnie i minuty

$$\text{minuty} = \text{część całkowita} \quad \text{sekundy} = \text{część ułamkowa} \cdot 60$$

4. Ustawiamy kąt w spektroskopie i sprawdzamy, czy jest tam poszukiwany prążek.

### OBLICZENIA

przykład dla prążka niebieskiego

1. Wylicz długość fali przy przejściu elektronu z orbity 5 na 2  
DANE:  $R = 1,0974 \cdot 10^7$        $Z=1$      $n=2$      $m=5$   
WYNIK:  $\lambda=4,33926E-07$  m
2. Wylicz kąt dla prążka o numerze 1  
DANE:  $\lambda=4,33926E-07$        $d=470000$        $N=1$   
WYNIK:  $\alpha=11,7677623^\circ$
3. Przeliczanie na stopnie i minuty  
DANE:  $\alpha=11,7677623^\circ$   
WYNIKI:  $11^\circ \quad 46'$
4. Ustaw kąt w lunecie spektroskopu
5. Wykonaj zrzut ekranu i zapisz na dysku



Przykładowe rozwiązanie zadania w arkuszu kalkulacyjnym

|    | A                      | B         | C        | D                            |
|----|------------------------|-----------|----------|------------------------------|
| 1  | WYLICZANIE KĄTA PRAŻKA |           |          |                              |
| 2  | DANE                   | R         | 10974000 |                              |
| 3  |                        | Z         | 1        |                              |
| 4  |                        | n         | 2        |                              |
| 5  |                        | m         | 5        |                              |
| 6  |                        | d         | 470000   |                              |
| 7  |                        | N         | 1        |                              |
| 8  | WYNIKI                 |           |          | formuły w kolumnie C         |
| 9  | 1                      | $\lambda$ | 4,34E-07 | =1/(C2*C3^2*(1/C4^2-1/C5^2)) |
| 10 | 2                      | $\alpha$  | 11,76776 | =STOPNIE(ASIN(C9*C6*C7))     |
| 11 | 3                      | $^\circ$  | 11       | =ZAOKR.DO.CAŁK(C10)          |
| 12 |                        | '         | 46       | =ZAOKR.DO.CAŁK((C10-C11)*60) |
| 13 |                        |           |          |                              |

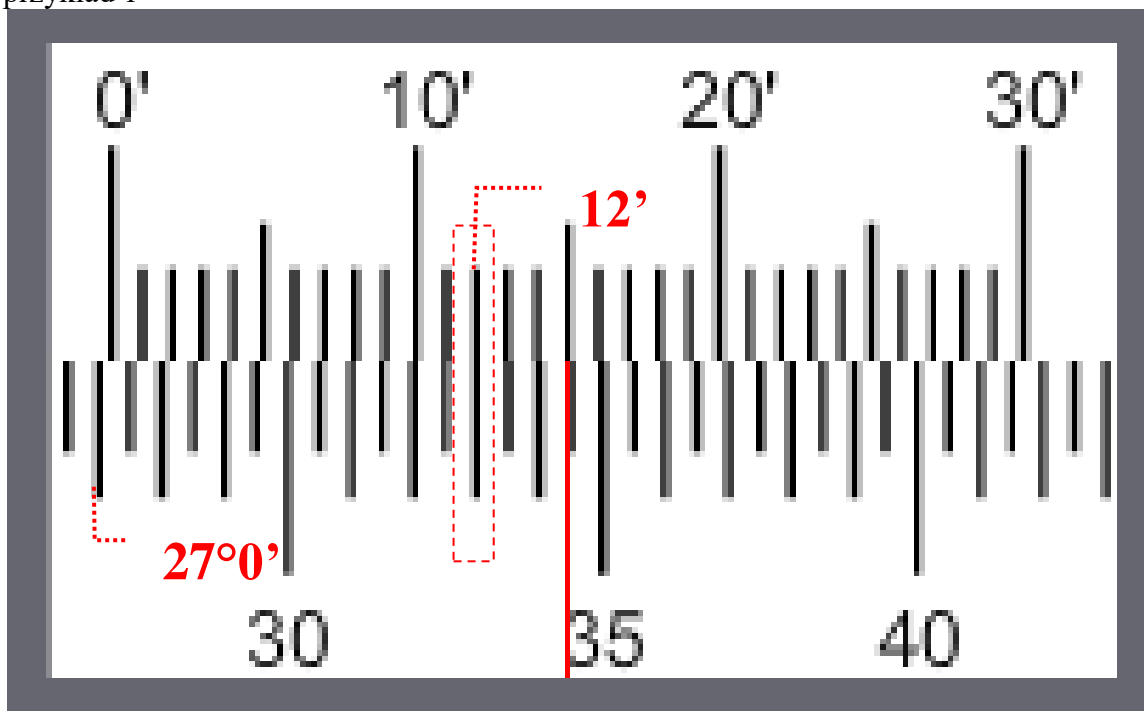
## SPOSÓB POSŁUGIWANIA SIĘ KĄTOMIERZEM Z NONIUSZEM

Podziałka kątowna z noniusem w ćwiczeniu zbudowana jest z dwóch skal:

- dolna część - podziałka kątowna (0-360°) z podziałem co pół stopnia (30 minut kątowych)
- górna część - podziałka minutowa (0'-30')

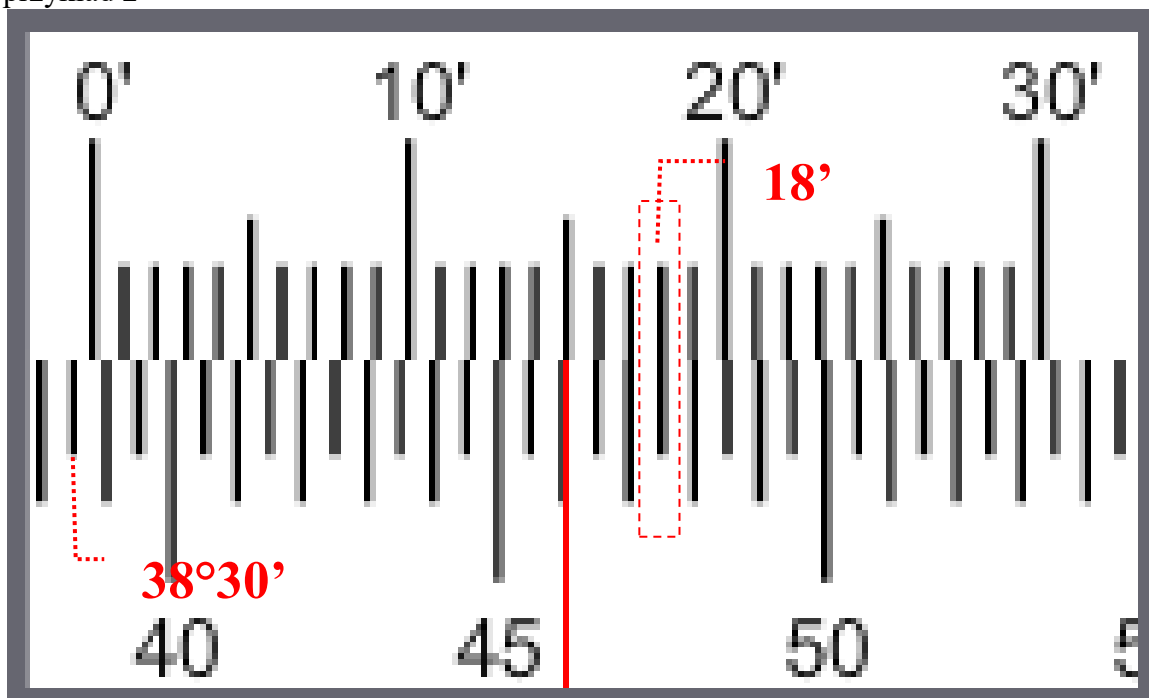
1. Odczytaj kąt, który znajduje się z lewej strony kreski oznaczonej 0'  
przykład 1 – 27° oraz przykład 2 - 38° 30'
2. Odszukaj pokrywające się kreski górnej i dolnej skali  
przykład 1 - 12' oraz przykład 2 - 18'
3. Wylicz kąt dodając do siebie stopnie i minuty  
przykład 1 – 27°12' oraz przykład 2 – 38°48'

przykład 1



27°12'

przykład 2



38°48'