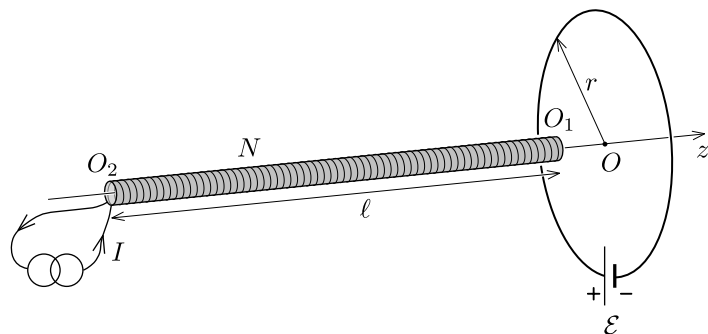


## T1: Zwojnica i pętla

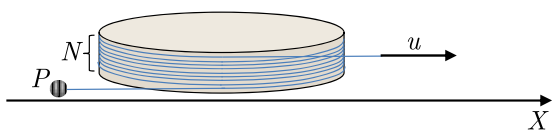
Zamknięta, kołowa pętla o promieniu  $r$  składa się z idealnej baterii o sile elektromotorycznej  $\mathcal{E}$  oraz przewodu o oporze elektrycznym  $R$ . Długa, cienka zwojnica w której wewnątrz jest powietrze, jest umieszczona na osi pętli (oś  $z$ ). Jej długość wynosi  $\ell \gg r$ , przekrój poprzeczny jest równy  $A$  ( $\sqrt{A} \ll r$ ), a liczba zwojów wynosi  $N$ . Zwojnica jest zasilana przez źródło prądowe prądem o natężeniu  $I$ . Kierunki przepływu prądu w zwojnicy oraz w pętli są takie same (na rysunku zgodne z ruchem wskazówek zegara)



- Wyznacz siłę  $F_1$  działającą na zwojnicę, gdy jej koniec  $O_1$  znajduje się w środku pętli  $O$ . Ile wynosi siła  $F_2$  działająca na zwojnicę, gdy jej drugi koniec  $O_2$  znajduje się w środku pętli?
- Przyjmij teraz, że zwojnica przesuwa się wolno ze stałą prędkością  $v$  wzdłuż osi  $z$  zaczynając daleko od pętli, przechodząc przez jej środek i kontynuując swój ruch dalej, zgodnie ze zwrotem osi  $z$ . Narysuj wykres natężenia prądu  $J$  płynącego przez pętlę jako funkcji czasu. Wyróżnij istotne właściwości/elementy i wartości na wykresie. Prędkość  $v$  jest na tyle mała, że samoindukcja pętli jest zaniedbywana.

## T2: Mechaniczny akcelerator

Bezmasowa nić jest owinięta  $N$  razy wokół nieruchomego cylindra, jak pokazano na rysunku. Początkowo swobodne (nie nawinięte) fragmenty nici są równoległe do osi  $X$ . Następnie masywny, punktowy obiekt  $P$  zostaje przymocowany do jednego z końców nici, podczas gdy drugi jej koniec jest ciągnięty ze stałą prędkością  $u$  wzdłuż osi  $X$ . Wyznacz maksymalną prędkość uzyskaną przez masywny obiekt.

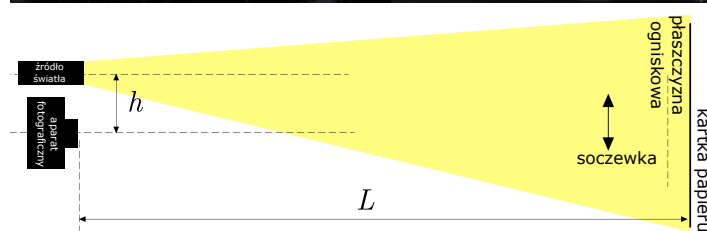
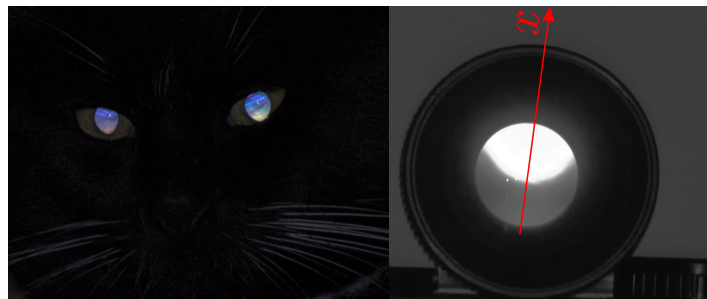


Niść jest nierozciągliwa i wiotka. Przyjmij, że nić jest ciasno nawinięta i że wszystkie zwoje praktycznie znajdują się w jednej płaszczyźnie prostopadłej do osi walca.

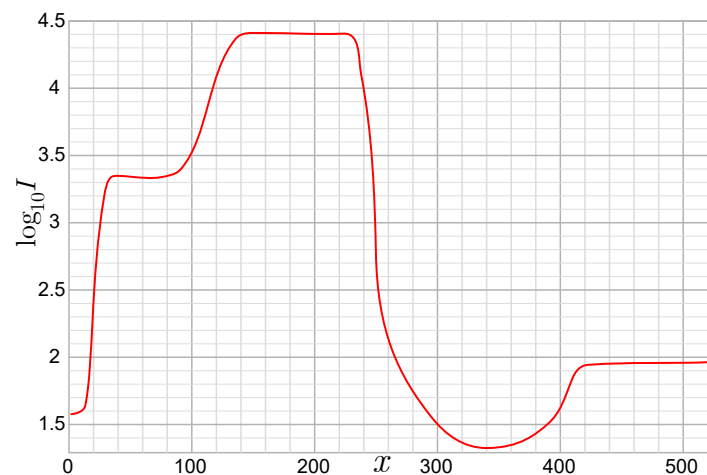
Pomiń jakiegokolwiek tarcie w układzie. Nie uwzględnij grawitacji.

## T3: Kocie oczy

Łatwo zauważyć, że w ciemności oczy kota oświetlonego wiązką światła z reflektora samochodowego wydają się bardzo jasne — „świecą w ciemności” (na zdjęciu z lewej). Zjawisko to można modelować za pomocą soczewkowego układu optycznego, patrz zdjęcie po prawej oraz schemat na dole.



Zdjęcie po prawej stronie zostało wykonane cyfrowym aparatem fotograficznym – lustrzanką. Poniższy wykres przedstawia intensywność światła wzdłuż przekroju zaznaczonego na zdjęciu po prawej czerwoną linią. Wykreśloną wielkością jest logarytm o podstawie 10 z intensywności światła (definiowanej jako liczba fotonów zarejestrowanych przez dany piksel), natomiast oś pozioma wykresu odpowiada współrzędnej  $x$  wzdłuż przekroju. Jednostką długości osi  $x$  jest długość krawędzi piksela.



Soczewkę możesz potraktować jak idealnie cienką soczewkę o ogniskowej  $f = 55$  mm i średnicy  $D = 39$  mm, przy czym warto mieć na uwadze, że wykres przedstawia wynik rzeczywistego eksperymentu z nieidealną soczewką. Zwłaszcza częściowe odbicia na oświetlonych powierzchniach soczewki mogą zmniejszać kontrast: ciemny obszar widziany przez soczewkę wydaje się mniej ciemny niż naprawdę jest. Ten efekt jest zaniedbywalny dla obiektywu aparatu, ale nie dla soczewki będącej modelem kociego oka.

Na podstawie podanych danych oszacuj (z dokładnością ok. 20%) odległość  $h$  między osią aparatu oraz osią źródła światła (które możesz potraktować jako

punktowe) przyjmując, że odległość między aparatem a kartką papieru wynosi  $L = 4,8$  m.