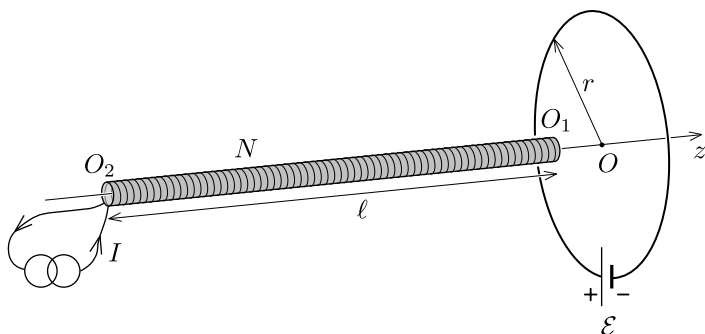


### T1: Solenoide e anel

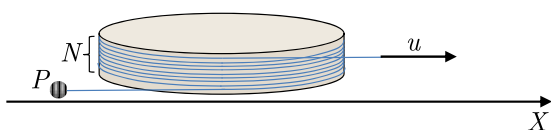
Um anel circular de raio  $r$  é constituído por uma bateria ideal com força eletromotriz  $\mathcal{E}$  e por um fio de resistência  $R$ . Alinhado com o eixo do anel (eixo  $z$ ) encontra-se um solenoide de comprimento  $\ell \gg r$ , área de secção  $A$  ( $\sqrt{A} \ll r$ ) e com  $N$  espiras. O solenoide é percorrido pela corrente constante  $I$  que é fornecida por uma fonte de corrente ideal. Os sentidos das correntes no solenoide e no anel são os mesmos (sentido horário na figura).



- Determine a força  $F_1$  que atua no solenoide quando o seu topo  $O_1$  é colocado no centro  $O$  do anel. Qual é a força  $F_2$  que atua no solenoide quando a sua base  $O_2$  é colocada no centro do anel?
- Considere agora que o solenoide se move lentamente com velocidade constante  $v$  ao longo do eixo  $z$ , começando longe do anel, passando pelo seu centro e continuando a mover-se para a direita na direção positiva do eixo do  $z$ . Represente graficamente a corrente  $J$  que passa no anel em função do tempo. Identifique no gráfico as regiões especiais e os valores que ache importantes. A velocidade  $v$  é suficientemente baixa para que a auto-indutância no anel possa ser desprezada.

### T2: Acelerador mecânico

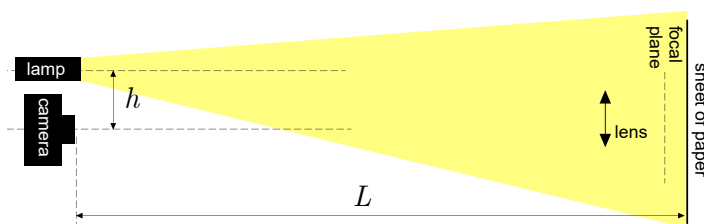
Um fio sem massa dá  $N$  voltas em torno de um cilindro fixo, que não pode rodar, como mostra a figura. Inicialmente, a ponta livre do fio (não enrolado) está alinhada paralelamente ao eixo dos  $x$ . Nesse momento, um objeto pontual pesado  $P$  é ligado a uma das extremidades da linha, enquanto a outra é puxada com velocidade constante  $u$  na direção do eixo dos  $x$ . Determine a velocidade máxima atingida pelo objeto pesado.



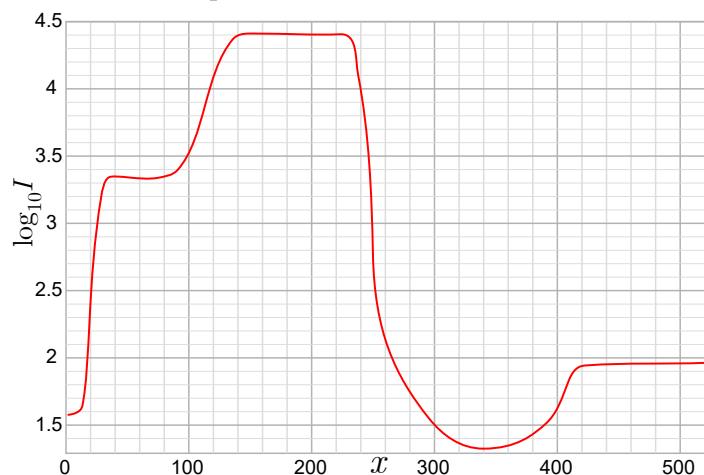
O fio é inextensível e flexível. Suponha que as voltas do fio estejam enroladas muito cuidadosamente umas junto às outras e estejam praticamente no mesmo plano, perpendicular ao eixo do cilindro. Despreze qualquer atrito no sistema. Não considere a força da gravidade.

### T3: Olhos de gato

Já deve ter notado que, na escuridão, quando um gato está sob o feixe de luz de uma lâmpada, os seus olhos parecem muito brilhantes, como pode ver na foto em baixo (à esquerda). Este fenómeno pode ser modelado pela montagem ótica abaixo, onde o olho do gato é representado por uma lente, como pode ver na foto à direita e no diagrama por baixo das fotos.



A foto à direita foi tirada por uma câmara reflex digital de lente única. A intensidade da luz nos pixels do sensor da câmara ao longo da linha vermelha radial (na foto) é mostrada no gráfico abaixo: o logaritmo de base 10 da intensidade da luz (medida como o número de fótons capturados por cada pixel) é representado em função da coordenada  $x$ , com o tamanho dos pixels servindo como unidade de comprimento.



A lente que modela o olho do gato pode ser tratada como uma lente fina ideal com distância focal  $f = 55$  mm e diâmetro  $D = 39$  mm; no entanto, tenha em conta que o gráfico fornecido mostra os dados reais da medição e que a lente possui certas propriedades não ideais. Considere também que as reflexões da luz em áreas muito iluminadas nas superfícies das lentes podem diminuir o contraste, ou seja, as áreas escuras vistas através das lentes parecem menos escuras do que realmente são; este efeito pode ser desprezado para a lente da câmara, mas não para a lente que serve como modelo do olho do gato.

Com base nos dados fornecidos, estime (com uma precisão de cerca de 20%) a distância  $h$  entre o eixo da câ-

mara e o eixo da lâmpada (que pode ser considerada uma fonte pontual) se a distância da câmara à folha de papel for de  $L = 4.8$  m.