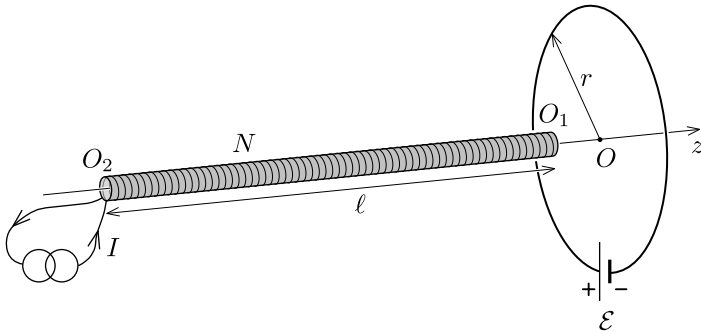


T1: 螺線管與線圈

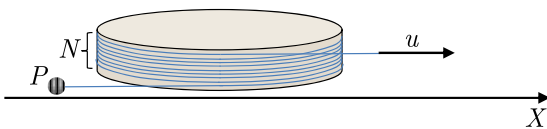
一個半徑為 r 的封閉圓形線圈中接了一個電動勢為 \mathcal{E} 的電池，線圈電阻為 R 。一個瘦長、管內為空氣的螺線管沿線圈中心軸 (z 軸) 擺置，其長度 $l \gg r$ ，截面積為 A ($\sqrt{A} \ll r$)，總圈數為 N 。螺線管以一理想電流源供以一固定電流 I 。螺線管與線圈電流的方向相同 (在圖中為順時針方向)。



- 請求出當螺線管開頭 O_1 置於線圈中心 O 時，螺線管所受的力 F_1 。當螺線管尾端 O_2 位於線圈中心時，螺線管所受的力 F_2 為何？
- 假設現在螺線管緩慢以等速度 v 沿 z 軸自無限遠處開始移動，通過線圈中心，並前進至右方正 z 方向。請畫出線圈中流過的電流 J 對時間的函數圖，並在圖中標註重要特徵的數值。速度 v 量值很小，故可忽略線圈的自感。

T2: 力學加速器

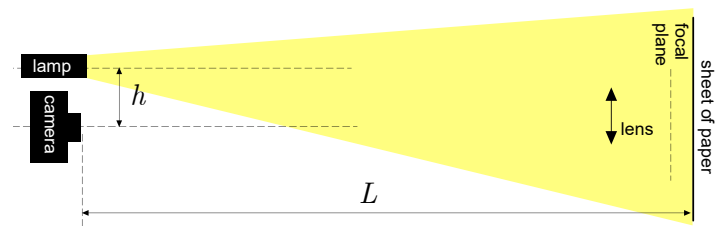
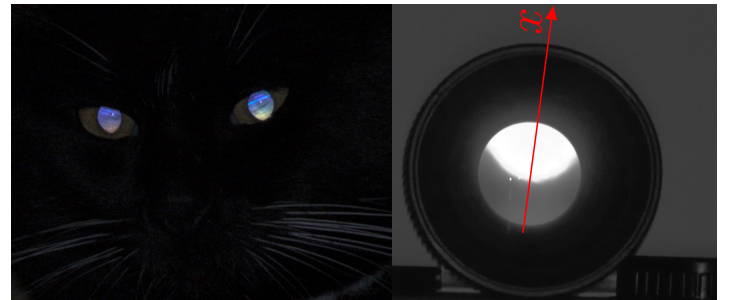
一個靜止固定的圓柱上繞著 N 圈、質量不計的線，如圖所示。線兩端的線頭、沒有繞在圓柱的部分皆平行 X 軸放著。現在將其中一端的線頭連接一個可視為質點的重物 P ，另一端以等速 u 沿著 X 軸方向拉。求此重物 P 能達到的最大速度。



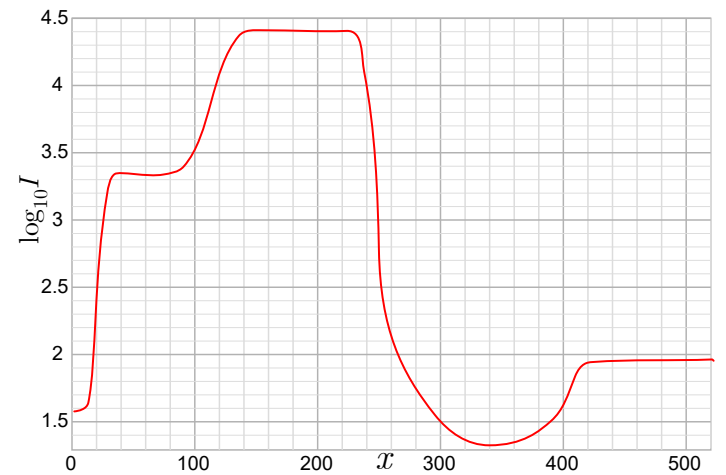
假設線是不可伸展但可彎曲的，圓柱上的線圈都緊密地纏繞，並且在同一個平面上 (此平面垂直圓柱的對稱軸)。此系統的摩擦力皆可忽略不計，重力亦可忽略不計。

T3: 貓眼

你可能已經發現在黑暗中，當貓在你頭燈光束下，其眼睛會非常亮如下左圖。此現象能用透鏡裝置模擬如下右邊的照片，及照片下的裝置圖。



右邊的照片由數位單透鏡反射相機拍攝。標記於照片紅線處的相機感光像素的光強度顯示於下方的圖：以 10 為底的對數光強度 (測量每一像素上光子數目) 對 x 坐標作圖， x 以像素邊長為單位長度。



模擬貓眼的透鏡可以當成一個焦距 $f = 55 \text{ mm}$ ，直徑 $D = 39 \text{ mm}$ 的理想薄透鏡；然而，你必須注意題目所提供的數據圖是實際測量的成果，所使用的透鏡必定是非理想的。最重要的是，透鏡上最亮區域的部分反射光可能會降低對比，也就是從透鏡所觀察到的暗區其實不夠暗。這個效應對於相機鏡頭上的透鏡而言是可以忽略，但是對於用來模擬貓眼的透鏡則不能忽略。

若相機到薄紙之間的距離 $L = 4.8 \text{ m}$ ，請根據題目所提供的測量數據，估算相機中心軸到頭燈中心軸的距離 h (精確度在 20% 以內)，頭燈則請視為點光源。