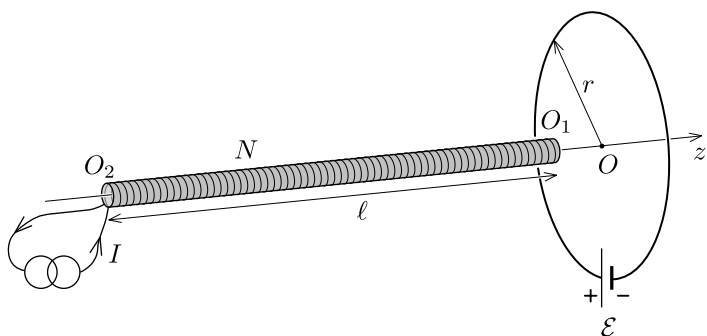


T1: Solénoïde et boucle

Une boucle circulaire de rayon r est composée d'une batterie idéale de force électromotrice \mathcal{E} et d'un fil de résistance R . Un long solénoïde fin, sans noyau, est aligné le long de l'axe de la boucle (axe z). Sa longueur est $\ell \gg r$, sa section est A ($\sqrt{A} \ll r$), et le nombre de tours N . Le solénoïde est alimenté par un courant constant I fourni par une source de courant idéale. La direction du courant dans le solénoïde est identique à celle dans la boucle (dans le sens horaire sur la figure).

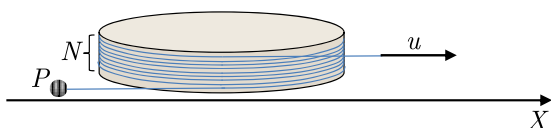


- Déterminez la force F_1 agissant sur le solénoïde lorsque son extrémité O_1 est positionnée au centre de la boucle de centre O . Quelle est la force F_2 agissant sur le solénoïde lorsque son extrémité O_2 se trouve au centre de la boucle?
- Supposez maintenant que le solénoïde se déplace lentement à une vitesse constante v le long de l'axe z , en commençant loin de la boucle, passant en son centre, et continuant vers l'infini à droite le long de l'axe z . Tracez sur un graphique le courant J parcourant la boucle en fonction du temps. Mettez en évidence les propriétés et valeurs importantes du graphique. La vitesse v est si faible de telle sorte que l'inductance propre de la boucle est négligeable.

T2: Accélérateur mécanique

Un fil de masse négligeable est enroulé N fois autour d'un cylindre fixé statiquement, comme indiqué sur la figure. Initialement, les extrémités libres (non enroulées) du fil sont parallèles à l'axe X .

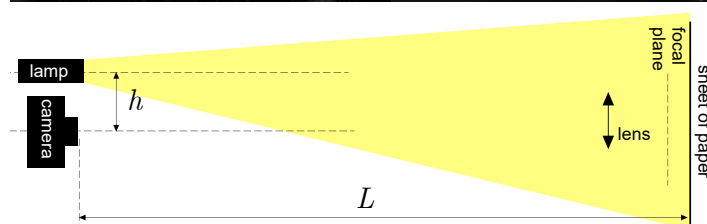
Un objet ponctuel P de masse non-négligeable est ensuite attaché à l'une des extrémités du fil, tandis que l'autre extrémité est tirée à une vitesse constante u le long de l'axe X . Déterminez la vitesse maximale atteinte par l'objet P .



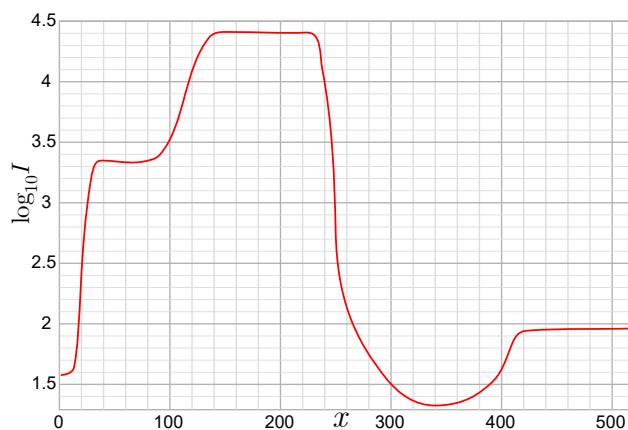
Le fil est inextensible et flexible. Supposez que les enroulements du fil sont serrés les uns par rapport aux autres, et qu'ils sont situés pratiquement dans le même plan, qui est perpendiculaire à l'axe du cylindre. Négligez toute friction dans le système. Ne considérez pas la force de pesanteur.

T3: Yeux de chat

Vous vous êtes sûrement déjà aperçus que les yeux d'un chat dans l'obscurité apparaissent très lumineux lorsqu'ils sont éclairés par un phare, voir la photo à gauche ci-dessous. Ce phénomène est modélisable à l'aide d'un montage avec une lentille, comme illustré sur la photo de droite et le diagramme ci-dessous.



La photo a été prise par un appareil reflex numérique digital mono-objectif. L'intensité lumineuse des pixels du capteur le long de l'axe x (en rouge sur la photo) est reportée sur le graphique : le logarithme en base 10 de l'intensité lumineuse (en nombre de photons capturés par pixel) est reporté en fonction de x , avec la largeur d'un pixel en tant qu'unité de longueur.



La lentille modélisant l'oeil du chat est considérée comme une lentille fine idéale de longueur focale $f = 55$ mm et de diamètre $D = 39$ mm. Cependant, gardez dans l'esprit que le graphique montre des mesures réelles où elle a des propriétés non idéales. En particulier, les réflexions partielles des surfaces éclairées de la lentille diminuent le contraste: les zones foncées vues au travers de la lentille le sont moins qu'en théorie. Cet effet est négligeable pour l'objectif de l'appareil photo, mais pas pour la lentille modélisant l'oeil du chat.

En se basant sur les données ci-dessous, et considérant que la distance entre l'appareil photo et la feuille de papier est $L = 4.8$ m, estimez, avec une précision de l'ordre de 20%, la distance h entre l'axe de l'appareil photo et l'axe de la lampe, qui est considérée comme étant ponctuelle.