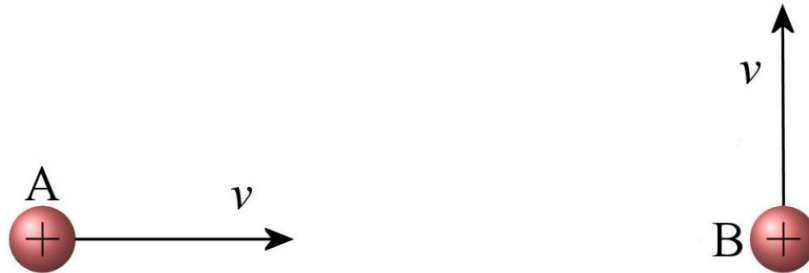


La 3^e loi de Newton et la force magnétique

Imaginons une charge positive qui se dirige directement vers une autre charge positive, comme sur cette figure.



La charge A ne fait pas de champ directement devant elle. Il n'y a donc pas de champ magnétique à l'endroit où est située la charge B. S'il n'y a pas de champ à l'endroit où est située la charge B, alors il n'y a pas de force magnétique sur la charge B.

La charge B fait un champ dans la direction perpendiculaire à sa vitesse. Il y a donc un champ magnétique à l'endroit où est située la charge A. Ce champ est en sortant de la feuille. S'il y a un champ en sortant de la page à l'endroit où est située la charge A, alors il y a une force magnétique sur la charge A dirigée vers le bas.

On a alors un problème. La charge A n'exerce pas de force sur la charge B alors que la charge B exerce une force sur la charge A. C'est en contradiction flagrante avec la 3^e loi de Newton !

Est-ce que la 3^e loi de Newton n'est pas toujours vraie ? Si elle n'est pas toujours vraie, alors les 2 autres lois de Newton ne sont pas toujours vraies aussi. (On utilise la 3^e loi de Newton pour montrer que les forces internes s'annulent toutes. Si les forces internes s'annulent toutes, alors seules les forces externes peuvent accélérer un objet. Si la 3^e loi de Newton n'était plus toujours vraie, alors les forces internes ne s'annuleraient pas toujours et ces forces pourraient donc accélérer un objet. L'objet pourrait donc accélérer tout seul, sans qu'une force externe agisse sur lui, ce qui serait contraire aux 1^{re} et 2^e lois de Newton.) On a donc un sérieux problème.

La solution est assez subtile. Il n'y a pas que deux charges ici, il y a aussi les champs électrique et magnétique. Comme ces champs peuvent recevoir et donner de la quantité de mouvement, on doit examiner leur contribution puisque la force correspond au rythme auquel on donne de la quantité de mouvement. Si on donne de la quantité de mouvement à un champ, alors il y a une force sur le champ.

Ce qu'il faut examiner en fait, c'est l'interaction entre la charge et le champ à l'endroit où est cette charge et non pas l'interaction entre les deux charges. Quand on examine bien la situation (ce qu'on ne fera pas ici), on se rend compte que la quantité de mouvement reçue par unité de temps (qui est équivalent à la force) par le champ à l'endroit où est la charge A est de même grandeur et de signe opposé par rapport à la quantité de mouvement par unité de temps reçue par la charge A et donnée

par le champ. Cela signifie que la 3^e loi de Newton reste toujours valide quand on considère les interactions entre le champ et les particules.

Pour plus de détails, vous pouvez consulter cet article.

<https://arxiv.org/pdf/1707.04198>