

TP de physique : à la recherche d'invariants du mouvement

I Principe de l'inertie pour un système solide

Document 1

Un corps est dit solide, par définition, si la distance séparant deux points quelconques de corps est invariante temporellement ; elle est constante.

Document 2

Livre d'Einstein et Infeld depuis « Examinons de plus près les faits fondamentaux... » (p11) à « une intelligence profonde des expériences réelles » (p12)

Document 3 : du matériel pédagogique très formateur, le mobile autoporteur (voir au tableau en groupe)

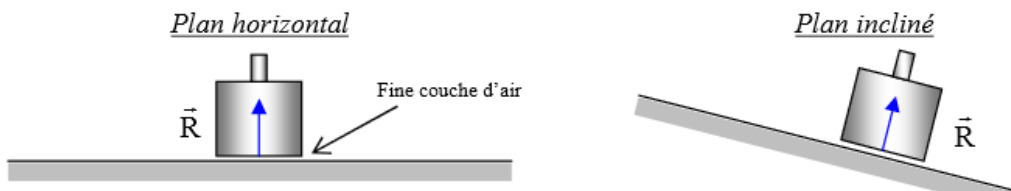
Un « mobile autoporteur » est un système cylindrique alimenté électriquement comportant :

– une soufflerie interne ayant pour rôle de créer une fine couche d'air entre lui et la table sur laquelle il se déplace : le déplacement du mobile s'effectue donc sans frottement du à la table.

– une pointe métallique au centre de sa «semelle» pour créer, à intervalles de temps réguliers, grâce à de petites étincelles, des marques sur le papier posé sur la table

- éventuellement une deuxième pointe métallique à la périphérie de la « semelle » avec le même système de marques.

Posé sur un support, le mobile subit deux forces : son poids et la réaction de la table. **Lorsque les frottements sont absents, ce qui est le cas ici, la réaction est normale au support.**



1) Einstein et Infeld parlent d'une expérience de pensée : laquelle est-ce ? Pourquoi n'était-elle pas réalisable ? (p11)

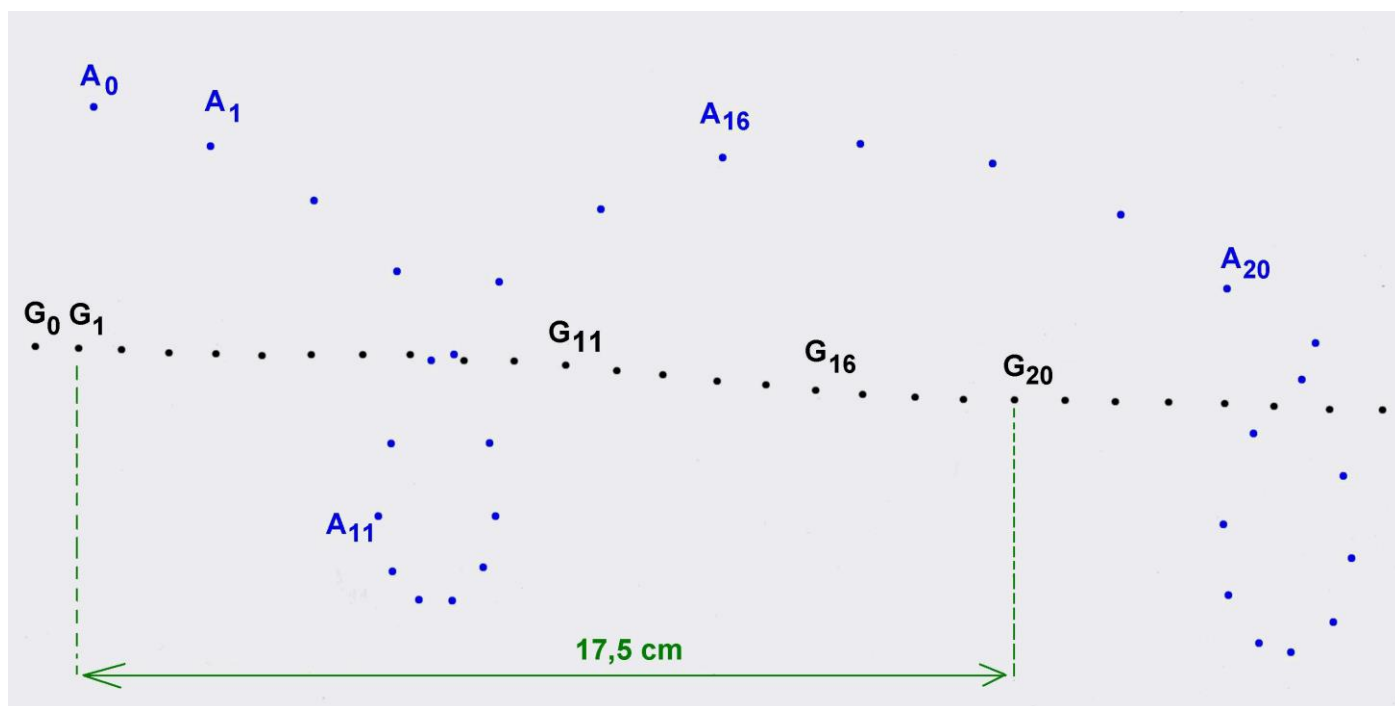
2) Le discours n'est pas (encore une fois) absolument rigoureux : Qu'est attendu du graissage des roues et de l'aplanissement de la route ? Peut-on dire que toutes « les influences extérieures ont été réduites » pour s'annuler par la pensée ? Quelle interaction à distance subit la voiture tout le temps même si la route est parfaitement plane et les roues parfaitement graissées (et en l'absence d'air visqueux) ? Quelle autre interaction subit la voiture, modélisée cette fois par une force de contact, qui l'empêche de s'enfoncer dans le sol ? A votre avis, que peut-on dire des deux forces modélisant ces deux interactions lorsque la route est parfaitement plane et les roues parfaitement graissées ? Faire un schéma correspondant.

3) Comment alors modifier la loi de l'inertie de la page 12 (écrite en petit) afin de l'améliorer ? Le mobile est alors dit « pseudo-isolé ».

4) Pourquoi le mobile autoporteur aurait-il fait le bonheur des deux savants ?

5) Après avoir fait figurer en rouge le poids sous forme d'un vecteur (soufflerie en fonctionnement) sur les deux schémas précédents, expliquer pourquoi, sur plan incliné, le mobile ne peut-être pseudo isolé quand la soufflerie est en fonctionnement.

6) Un enregistrement est reproduit sur le document qui suit. Tous les points du mobile ont-ils un mouvement « uniforme en ligne droite » ? Comment cela se traduit-il en terme de vecteur vitesse ? Comment réécrire le principe de l'inertie correctement ?



Principe de l'inertie pour un mobile solide

II Conservation de pour un système qui ne soit pas forcément un solide

Document 4 : système mécanique formé de plusieurs solides

Une balle initialement dans le chargeur d'un pistolet puis éjectée constitue, avec le pistolet, un système (le même avant ou après éjection de la balle) qui n'est pas un solide puisque une fois la balle éjectée, la distance entre celle-ci et le pistolet augmente. Le système formé d'un canon et de son obus (même système avant et après le tir du canon) est lui aussi un système qui n'est pas solide.

Une fusée et les gaz formés à l'intérieur qui s'échappent par la suite constituent encore un système qui ne soit pas un solide.

Document 5 : modélisation d'un canon et son obus, le recul du canon

On considère un système formé par deux mobiles autoporteurs modélisant le lancement d'un canon. Le premier mobile M_1 a une masse $m_1 = 1,50$ kg symbolisant par exemple le canon et le mobile M_2 a une masse $m_2 = 0,96$ kg symbolisant par exemple l'obus éjecté. Les deux systèmes sont initialement accolés avec deux cercles métalliques flexibles les entourant et cherchant à les écarter. On lâche ces deux mobiles initialement immobiles à un certain instant, le mobile M_1 part vers la gauche et le mobile M_2 part vers la droite. Voir au tableau l'expérience menée et la vidéo Bureau/Physique/TS/oscillations/eclatement_1.48kg_et_0.960kg_ac_besancon à ouvrir par aviméca.

Document 6 : vecteur quantité de mouvement

- On définit pour un point matériel de masse m et de vecteur vitesse \vec{v} un vecteur « quantité de mouvement » noté \vec{p} et égal à

$$\vec{p} = m \cdot \vec{v}$$

- Le vecteur quantité de mouvement d'un système est égal à la somme des vecteurs quantité de mouvement des points matériels qui le constituent.
- En particulier, on montre que le vecteur quantité de mouvement d'un solide (constitué d'une multitude de points matériels) de masse m_{solide} et de centre d'inertie G est égal à

$$\vec{p}_{\text{solide}} = m_{\text{solide}} \cdot \vec{v}_G$$

- De la même façon, si un système est formé par exemple de deux solides 1 et 2, alors le vecteur quantité de mouvement du système total est la somme des vecteurs quantité de mouvement des deux solides :

$$\vec{p}_{\text{système}} = \vec{p}_{\text{solide1}} + \vec{p}_{\text{solide2}} = m_1 \cdot \vec{v}_{G1} + m_2 \cdot \vec{v}_{G2}$$

Document 7 : travail préparatoire sur les vecteurs

- Le système de la vidéo est-il pseudo-isolé durant toute la vidéo ? Quel changement majeur note-t-on notamment avec ce qui a été présenté au bureau ? Justifier.
- Quelle est l'unité des coordonnées d'un vecteur quantité de mouvement dans le SI ?
- Que vaut le vecteur quantité de mouvement du système étudié dans la vidéo avant que les deux mobiles ne se séparent ?
- Sur aviméca, choisir un repère dont l'origine est sur la position initiale du centre d'inertie du mobile de gauche. Choisir une origine des dates à la deuxième image. Déterminer, après avoir fait un pointage sur aviméca la trajectoire des centres d'inertie des deux mobiles une fois qu'on les a lâchés (voir notice aviméca pour savoir comment pointer deux points à chaque image donc à chaque date en commençant toujours par le centre d'inertie du même mobile, par exemple celui de gauche qui aura les indices 1), visuellement, quel mobile est plus rapide après leur séparation.
- Après avoir exporté vers regressi, faire figurer sur un même graphique, les coordonnées des vecteurs quantité de mouvement des deux mobiles et du système entier formé par ces deux mobiles.
- Quelle conclusion peut-on en tirer ?

Généralisation :