

Le

Composition de : _____

AU CANDIDAT

Veuillez :

1 - Inscrire vos noms et prénoms date et lieu de naissance

2 - Indiquer le numéro de la place que vous occupez

3 - Signer

NOM :

PRÉNOMS :

NÉ(E) A :

LE :

SIGNATURE :

N° place

Corrigé 1604

• CASIMAC Physique atomique.

Epreuve A 2004 interaction matière - rayonnement

• Qte de nut du chap \vec{E}, \vec{B} .

• Def de Ladan! Intégrale premier = $\frac{d(\text{quation})}{dt} = 0$.

• Approximation adiabotique = ne pas en parler.

• Thm de Noether : ~~Stuber~~.

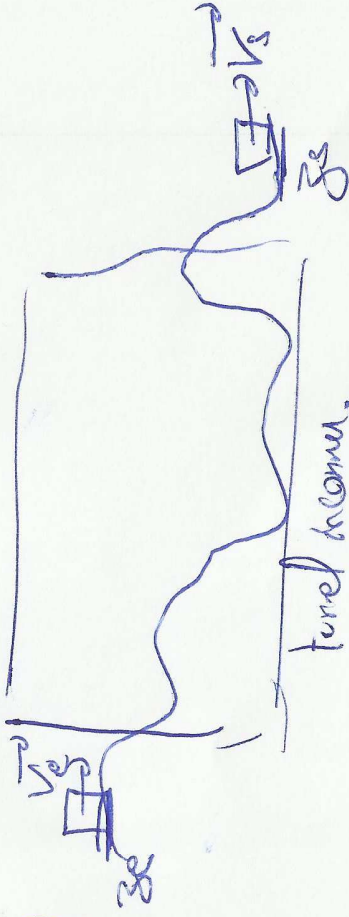
• Ne pas confondre invariant et conservation:

$$ds^2 = c^2 dt^2 - dx^2$$

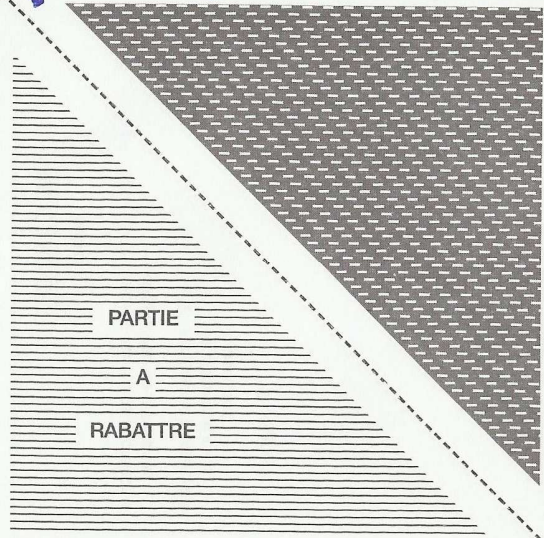
• La len des référentiel de centre de masse et de pertence fictive.

Important:

• Clair-obs Tunnel



• Cours de physique de Feynman
Mécanique I



• Système Terre-Lune : relativité et de la rotation, éloignement de la Lune.

• \vec{p} : collision, effet Compton (ferre)



* Exe en meca. flu.

• Symétrie discrète et symétrie continue.

• Landau : Mécanique.

• Si on considère les symétries et propriétés physiques ?

Lois de conservation en dynamique des systèmes

Niveau: L1

Prérequis: Cinématique dynamique (Lois de Newton).

Notion de travail, force conservative.
Moment d'une force.

Introduction: Recherche un pb: ① RFD

* En dynamique, on recherche des grandeurs qui se conservent (invariant au cours du mouvement).
↳ Construire à partir de RFD.

② * \exists invariant dynamique (IED) et cinématique (IIC et ITC de mt).

* Dans toute cette leçon, on s'intéresse à la réca du pt matériel et à des vitesses relativistes.

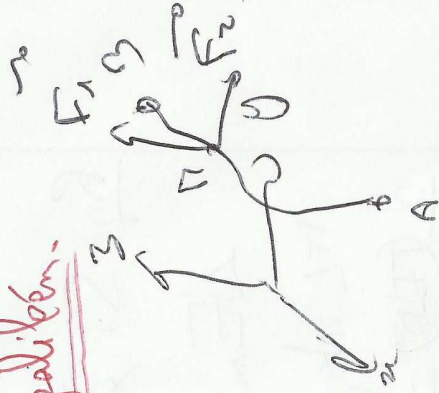
I] Énergie d'un point matériel en référentiel galiléen.

1) Théorème de l'énergie cinétique

$$\text{Newton: } m \frac{d\vec{v}}{dt} = \sum_i \vec{F}_i$$

$$m \frac{d\vec{v}}{dt} \cdot \vec{v} dt = \sum_i \vec{F}_i \cdot \vec{v} dt.$$

$$\frac{1}{2} m (v_B^2 - v_A^2) = \sum_i W_{A \rightarrow B}(\vec{F}_i).$$



3) Pendule couplés



Deux corps (1) RFD

$$(1) \begin{cases} m l \ddot{\theta}_1 = -mg \sin \theta_1 - C(\theta_1 - \theta_2) \\ m l \ddot{\theta}_2 = -mg \sin \theta_2 - C(\theta_2 - \theta_1) \end{cases}$$

Linéarisation

$$\sin \theta_i \approx \theta_i$$

$$\alpha = \theta_1 + \theta_2$$

$$\beta = \theta_1 - \theta_2$$

$$= \theta_{10} \cos(\omega_0 t + \omega_1 t) \cos\left(\frac{\omega_1 - \omega_0}{2} t\right)$$

$$(1) \quad m l \ddot{\alpha} = -mg l \alpha$$

$$(1) \quad m l \ddot{\beta} = -mg l \beta - 2C \beta$$

$$(2) \quad E_m = \text{const}$$

$$E_1 = mg l \frac{\dot{\theta}_1^2}{2} + \frac{1}{2} m l^2 \dot{\theta}_1^2$$

$$E_2 = mg l \frac{\dot{\theta}_2^2}{2} + \frac{1}{2} m l^2 \dot{\theta}_2^2$$

$$E_{\text{couple}} = \frac{1}{2} C(\theta_2 - \theta_1)^2$$

Simulation Igor

$$\theta_{i0} = 1 \text{ rad.}$$

$$\theta_{20} = 0 \text{ rad.}$$

$$\omega_0 = \sqrt{g/l} \text{ rad/s.}$$

$$\omega_1 = \sqrt{g/l + \frac{2C}{m l}} \text{ rad/s.}$$

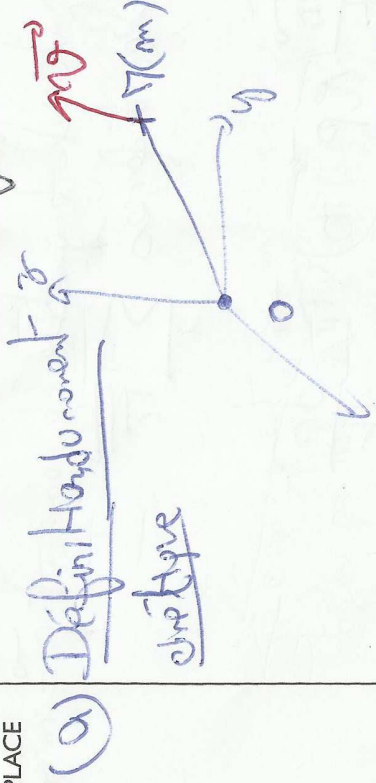
$$\Rightarrow \begin{cases} \theta_1(t) = \theta_{10} \frac{\cos(\omega_0 t) + \cos(\omega_1 t)}{2} \\ \theta_2(t) = \theta_{10} \frac{\cos(\omega_0 t) - \cos(\omega_1 t)}{2} = \sin \sin \end{cases}$$

$$\omega_0 = \sqrt{g/l} \quad \omega_1 = \sqrt{g/l + \frac{2C}{m l}}$$

$$f_m = f_1 + f_2 + f_c = \text{cte (pas de F.R.C.)}$$

II] Théorème du moment cinétique d'un point matériel

1] Définition



Le moment cinétique $L_0(\vec{p})$ (ou $\vec{L}_0(\vec{p})$) du point M de masse m animé de la vitesse \vec{v} dans le référentiel R et calculé par rapport au point O est :

$$L_0(\vec{p}) = \vec{OM} \wedge \vec{p} = \vec{OM} \wedge m\vec{v}$$

Prop.

• $L_0(\vec{p})$ est donc un vecteur orthogonal au plan (\vec{OM}, \vec{v}) .

• $(\vec{OM}, \vec{v}, L_0(\vec{p}))$ forme un trièdre direct.

$$[L_0(\vec{p})] = M \cdot L^2 \cdot T^{-1} \quad (\text{s'exprime en } \text{kg} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{s}^{-1})$$

(B) Moment d'un force par rapport à un point



Def: Le moment de la force \vec{F} par rapport au point O est

$$M_0(\vec{F}) = \vec{OM} \wedge \vec{F}$$

$$[M_0(\vec{F})] = M \cdot L \cdot T^{-2}$$

2) Théorie du moment cinétique

- Soit O un point fixe du référentiel R galiléen
- Soit \mathcal{V} un point matériel de masse m et de moment $\vec{p} = m\vec{v}$ soumis à un ensemble de forces $\sum_i \vec{F}_i$

$$\frac{dL_O(\vec{v})}{dt} = \frac{d(\vec{r} \wedge \vec{p})}{dt} + \vec{r} \wedge \frac{d\vec{p}}{dt} = \sum_i \vec{r}_i \wedge \vec{F}_i$$

(colinéaires)

$$= \vec{r} \wedge \sum_i \vec{F}_i$$

$$= \sum \vec{r}_i \wedge \vec{F}_i$$

$$\frac{dL_O(\vec{v})}{dt} = \sum_i \vec{r}_i \wedge \vec{F}_i$$

La dérivée par rapport au temps du moment cinétique du point \mathcal{V} par rapport à O dans le ref. galiléen R est égale à la somme des moments des forces par rapport à O qui s'exercent sur \mathcal{V} .

3) Cas des forces centrales

- Une force \vec{F} est dite centrale si sa droite support passe en permanence par le point fixe O . $\vec{F} = F(r)\vec{u}_r$



$$\begin{aligned} \text{Rq: } dL_O(\vec{v}) &= \vec{r} \wedge \vec{F} \\ &= \vec{r} \wedge (F(r)\vec{u}_r) \\ &= \vec{0} \end{aligned}$$

\vec{F}_0 : ~~force gravitationnelle~~ Point matériel dans un champ gravitationnel, électrostatique, élastique.

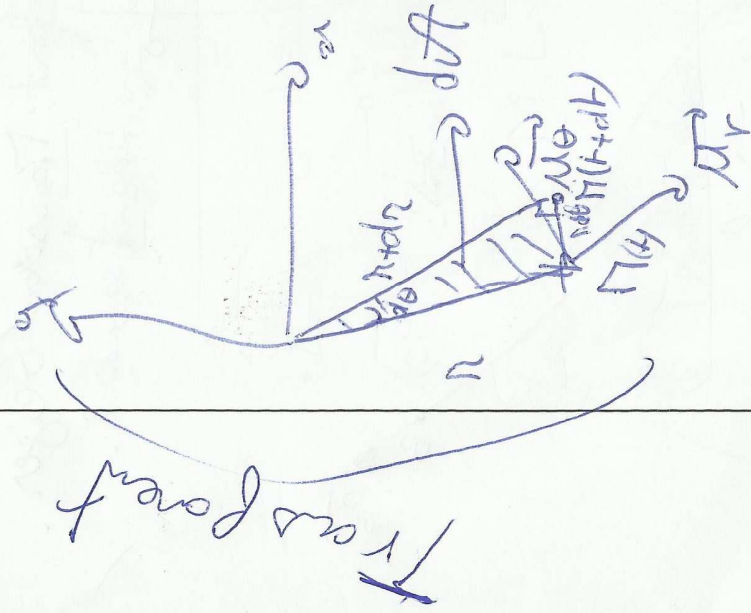
On considère un pt mat $M(m)$ déplaçable \vec{P} et soumis à une force centrale \vec{F} .

$$\frac{d\vec{L}_O(t)}{dt} = \vec{0}$$

$\vec{L}_O(t)$ est une constante du mouvement.

Le mouvement est entièrement contenu dans le plan orthogonal à \vec{z}_0 , défini par les CI: $(O\vec{r}_0, \vec{v}_0)$.

$$\begin{aligned} \vec{O}\vec{\pi} &= r\vec{M}_r \\ \vec{P} &= m\dot{r}\vec{M}_r + m r \dot{\theta} \vec{M}_\theta \end{aligned}$$



$$\begin{aligned} \vec{L}_O(t) &= \vec{O}\vec{\pi} \wedge \vec{P} = r\vec{M}_r \wedge (m\dot{r}\vec{M}_r + m r \dot{\theta} \vec{M}_\theta) \\ &= (m r^2 \dot{\theta}) \vec{M}_z \\ &= \text{constante } \vec{M}_z \end{aligned}$$

On pose $r^2 \dot{\theta} = C$ la constante de Laplace.

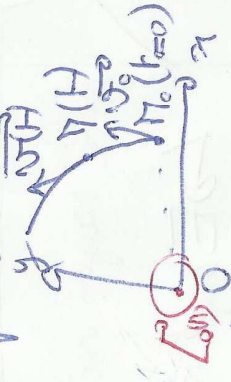
avec:

$$dA = \frac{1}{2} \vec{O}\vec{\pi} \wedge \vec{M}_z \wedge \vec{M}_z \wedge d\theta$$

$$= r \times r \times d\theta$$

$$\frac{dA}{dt} = \frac{r^2 \dot{\theta}}{2} = \text{constante} = \frac{1}{2} C$$

$\frac{dA}{dt}$ s'appelle la vitesse areolaire.



↳ Résultat Castille la Coide aies: les aies balayées
par le rayon vector peut de densités égales sont égales.

↳ Exemple rapide avec la comète: rapport des vitesses

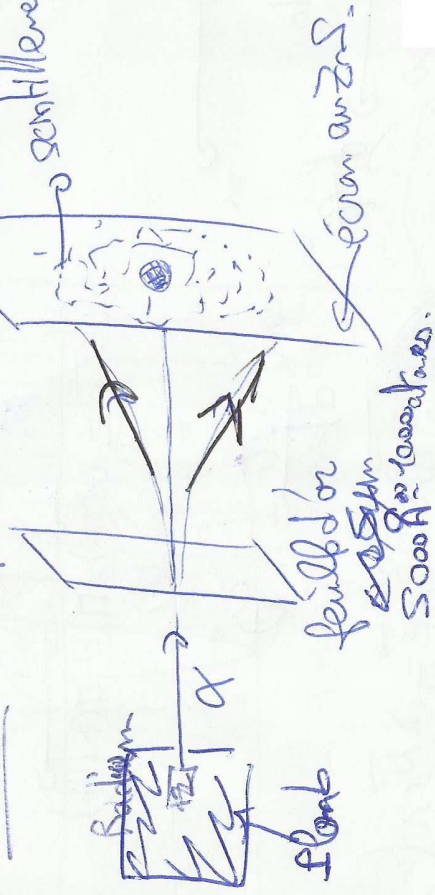
Rq: En mécanique du solide, la notation de moment cinétique se
généralise à un ensemble de point et à un solide quelconque.

Le moment d'un solide isolé ou pseudo-isolé est abstrait
constante du moment.

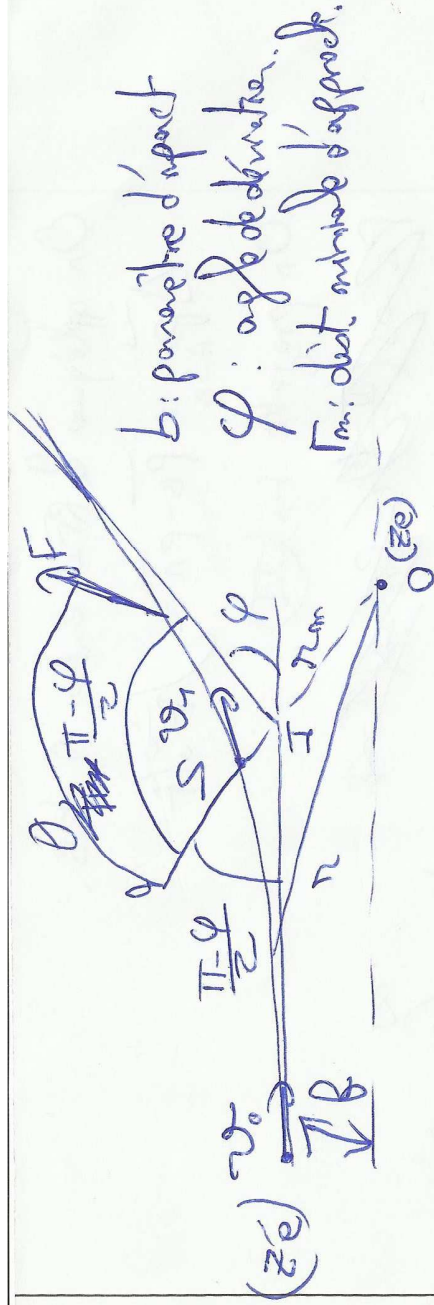
Ex: Laitreu qui rapproche les bras pour tourner de \oplus en \oplus à 1500 .

4) Applications

Exo: Expérience de ~~Bullard~~ Faraday: Faraday/Geiger.



Transport



Calcul de la distance qui sépare le projectile.

Le noyau de la part. α s'effectue sous l'action du champ du noyau.

$$E_p = \frac{B}{r} \quad B = \frac{z z' e^2}{4\pi \epsilon_0}$$

Calcul de r_m : $\int m v_0^2 = m v_1^2 r_m$ (1)

$$\left\{ \frac{1}{2} m v_0^2 = \frac{1}{2} m v_1^2 + \frac{B}{r_m} \right.$$

$$v_1 = \frac{v_0 b}{r_m} \quad \left\{ \frac{1}{2} m v_0^2 = \frac{1}{2} m \frac{v_0^2 b^2}{r_m^2} + \frac{B}{r_m} \right.$$

$$\frac{1}{2} m v_0^2 r_m^2 - 2 \frac{B}{m} r_m = \frac{1}{2} m v_0^2 b^2$$

$$r_m^2 - \frac{2B}{m v_0^2} r_m - b^2 = 0$$

$$r_m = \frac{B}{m v_0^2} + \sqrt{\frac{B^2}{m^2 v_0^4} + b^2} \quad 50 \cdot 10^{-15} \text{ m}$$

Mais b et r_m sont inaccessibles à la mesure donc on cherche à relier ϕ à b . $\tan(\phi) = \frac{B}{m v_0^2 b}$ Thomson \Rightarrow ODE du rayon des noyaux. et infère le modèle de Thomson \rightarrow structure lauréat.

On applique la RFD entre A et B.

$$\Delta \vec{P}_{A \rightarrow B} = \vec{P}_B - \vec{P}_A = \int \vec{F} dt$$

On projette sur (OI):

~~$$P_B \cos\left(\frac{\pi}{2} - \varphi\right) - P_A \cos\left(\frac{\pi}{2} - \varphi\right) = \int F \cos \theta dt$$~~

$$P_B \cos\left(\frac{\pi}{2} - \varphi\right) - P_A \cos\left(\frac{\pi}{2} - \varphi\right) = \int_0^{\infty} F \cos \theta dt$$

$$P_B = P_A = P = m \dot{v}_0$$

$$\text{Soit: } 2P \cos\left(\frac{\pi}{2} - \varphi\right) = \int_0^{\infty} \frac{B}{r^2} \cos \theta dt.$$

$$2m \dot{v}_0 \sin\left(\frac{\varphi}{2}\right) = \int_{-\frac{\pi}{2}}^{\frac{\pi}{2}} \frac{B}{r^2} \cos \theta \frac{dt}{d\theta} d\theta. \quad \text{et on a } r \frac{d\theta}{dt} = v_0 b.$$

$$2m \dot{v}_0 \sin\left(\frac{\varphi}{2}\right) = \int_{-\frac{\pi}{2}}^{\frac{\pi}{2}} \frac{B}{v_0 b} \cos \theta d\theta$$

$$\sin\left(\frac{\varphi}{2}\right) = \frac{B}{m v_0^2 b} \cos\left(\frac{\varphi}{2}\right) \Rightarrow \left[\tan\left(\frac{\varphi}{2}\right) = \frac{B}{m v_0^2 b} \right]$$

Déviation $\varphi \in]-180^\circ, 180^\circ[$.

\dot{v}_0 pour B minimum et v_0 minimum (logique)!

Conclusion: le TRC est utile pour le mut à force
centrale et trajectoires Courbes (cercle-ellipse hyperbole)

III] Conservation de la quantité de mouvement BFR

On considère deux particules assimilées à des points matériels.

$$m_1(m_1) \vec{v}_1 \quad \vec{v}_2 \quad m_2(m_2)$$

Sait: $\Sigma = \{m_1(m_1), m_2(m_2)\}$ forme un syst. isolé.

$$\frac{d\vec{p}_{\text{tot}}}{dt} = \frac{d\vec{p}_1}{dt} + \frac{d\vec{p}_2}{dt} = \vec{F}_{2/1} + \vec{F}_{1/2} = \vec{0} \quad (\text{loi de action réciprocité}).$$

La qte de movt est conservée par le choc. On parle de choc élastique.

2] Collision d'une particule sur une cible immobile.



La conservation de la qte de movt s'écrit:

$$(1) \quad m_1 \vec{v}_1 = m_1 \vec{v}_1' + m_2 \vec{v}_2'$$

6 inconnues: (1): 3 équations
(2): conservation de l'éc: $\frac{1}{2} m_1 v_1^2 = \frac{1}{2} m_1 v_1'^2 + \frac{1}{2} m_2 v_2'^2$

+ 2 angles.

Si on c'est un problème indéterminé à deux paramètres.

1] Énoncé

