

III. Lois de Newton

Prof. Cécile Hébert

5 octobre 2021

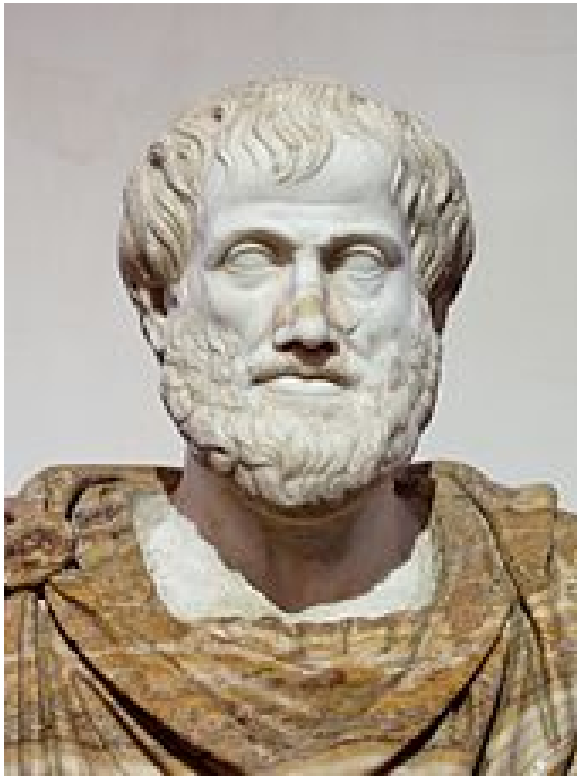
Plan du cours

- I - Cinématique
- II - Référentiel accélérés
- III - Lois de Newton
- IV - Balistique – effet d'une force constante et uniforme
- V - Forces ; application des lois de Newton
- VI - Travail, Energie, principes de conservation
- VII - Chocs, systèmes de masse variable
- VIII - Oscillateur harmonique
- IX - Moment cinétique ; Gravitation
- X - Solide indéformable
- XI - Application du solide indéformable

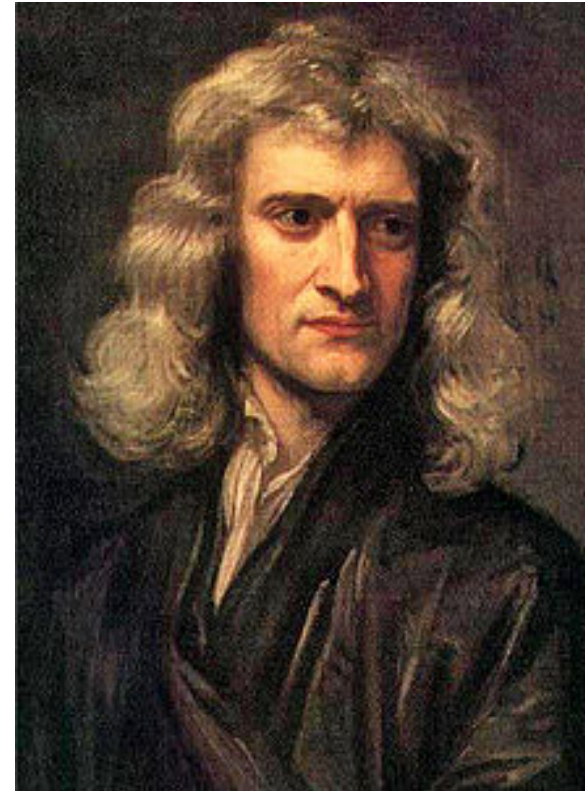
Table des matières

- 1 - introduction
- 2 - Masse et quantité de mouvement
- 3 - Première loi de Newton
- 4 - Deuxième loi de Newton
- 5 - Troisième loi de Newton
- 6 - Bilan des forces
- 7 - Référentiel non galiléens

1 - introduction



Aristote :
384 av.JC – 322 Av. JC



Newton :
1642 – 1726

2 - Masse et quantité de mouvement

- ▶ La masse représente la quantité de *matière* . C'est une grandeur extensive et, en mécanique classique, conservée.
- ▶ La quantité de mouvement est une grandeur *vectorielle* extensive qui caractérise l'état du mouvement. $\vec{p} = m\vec{v}$.
- ▶ la quantité de mouvement est une grandeur conservée

3 - Première loi de Newton

- ▶ Tout corps persévère dans l'état de repos ou de mouvement uniforme en ligne droite à moins qu'une force quelconque n'agisse sur lui et ne le contraigne à changer d'état
- ▶ Bien choisir son référentiel !
- ▶ Référentiel d'inertie

Notion de force

Action exercée par un corps sur un autre.

Forces internes /forces externes

4 - Deuxième loi de Newton

- ▶ Les changements de mouvements sont proportionnels à la force motrice, et se font dans la ligne droite dans laquelle cette force est imprimée à l'objet.
- ▶ Si \vec{F} est la force, $\vec{F}\Delta t$ est la *force motrice*
- ▶ Formulation générale :
- ▶ $\Sigma \vec{F} = m\vec{a}$

PRL **98**, 150801 (2007)

PHYSICAL REVIEW LETTERS

week ending
13 APRIL 2007

Laboratory Test of Newton's Second Law for Small Accelerations

J. H. Gundlach, S. Schlamminger, C. D. Spitzer, and K.-Y. Choi

Center for Experimental Nuclear Physics and Astrophysics, University of Washington, Seattle, Washington 98195, USA

B. A. Woodahl

Physics Department, Indiana University-Purdue University, Indianapolis, Indiana 46202, USA

J. J. Coy

Earth and Space Science Department, Saint Joseph's College, Rensselaer, Indiana 47978, USA

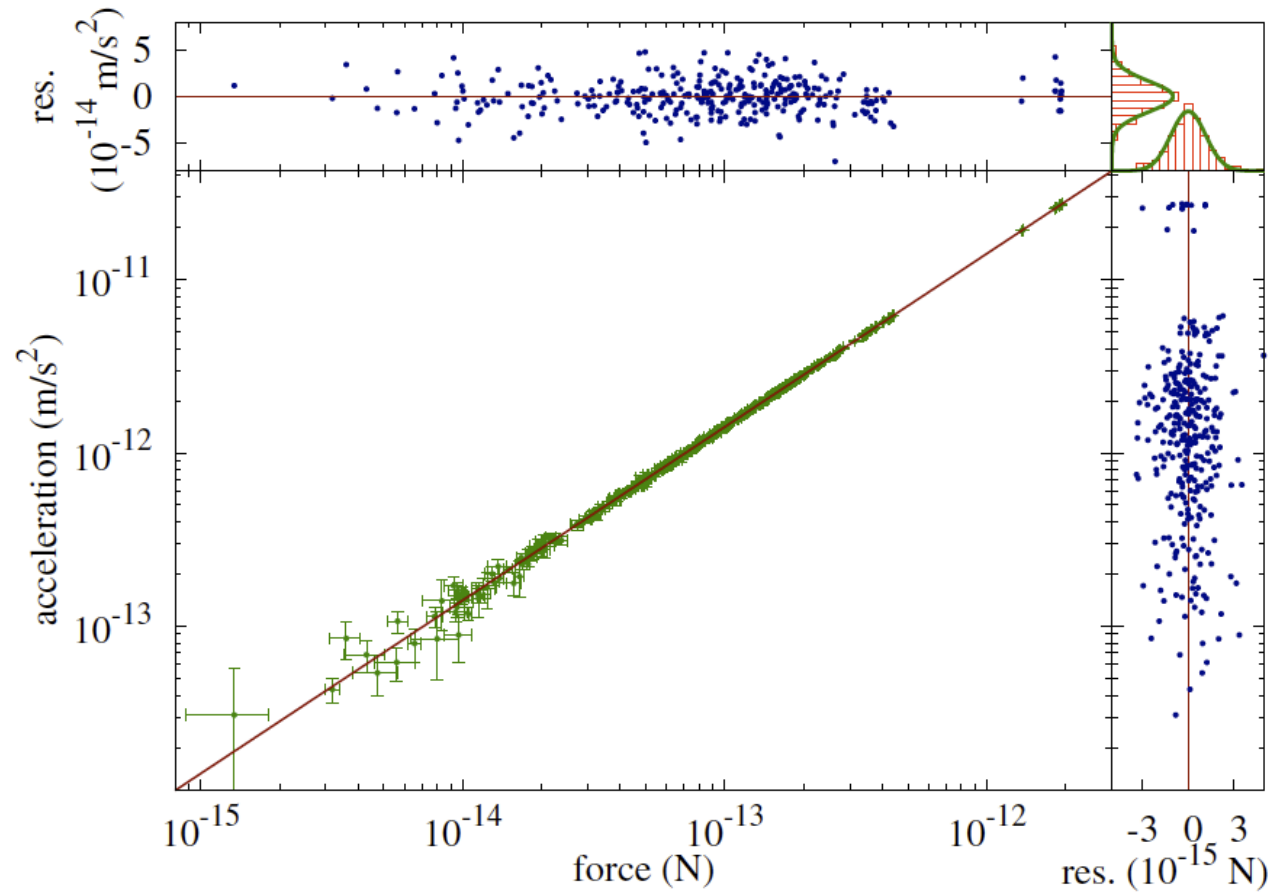
E. Fischbach

Physics Department, Purdue University, West Lafayette, Indiana 47907, USA

(Received 12 February 2007; published 13 April 2007)

We have tested the proportionality of force and acceleration in Newton's second law, $F = ma$, in the limit of small forces and accelerations. Our tests reach well below the acceleration scales relevant to understanding several current astrophysical puzzles such as the flatness of galactic rotation curves, the Pioneer anomaly, and the Hubble acceleration. We find good agreement with Newton's second law at accelerations as small as $5 \times 10^{-14} \text{ m/s}^2$.

III. Lois de Newton 4 - Deuxième loi de Newton



5 Troisième loi de Newton

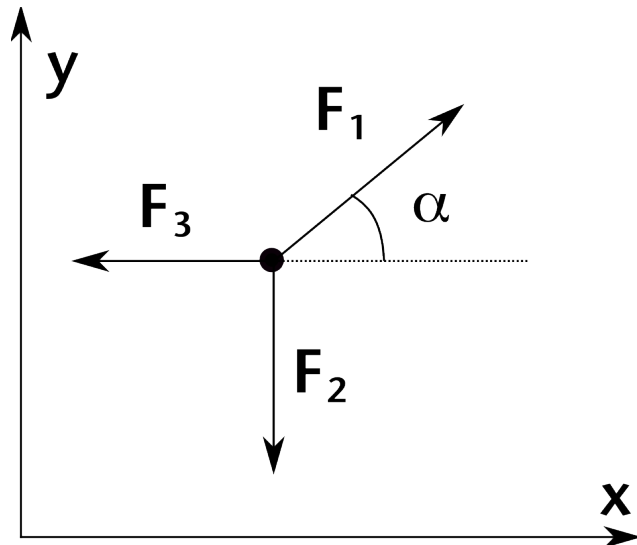
- ▶ A toute action, il y a toujours une réaction égale qui lui est opposée.
- ▶ Doigt sur une table ; pierre tirée par une corde.

6 - Bilan des forces

Dans un référentiel d'inertie, $\sum \vec{F}^{\text{ext}} = m\vec{a}$

L'unité de force est le Newton [N]. $1 \text{ N} = 1 \text{ kg}\cdot\text{m}\cdot\text{s}^{-2}$

Pour l'instant le solide est considéré comme un point, les forces s'appliquent en ce point.



- Identification du système
- Choix référentiel
- Choix repère orthonormé direct
- Dessin
- Projection des forces
- Liste des conditions initiales
- On résoud

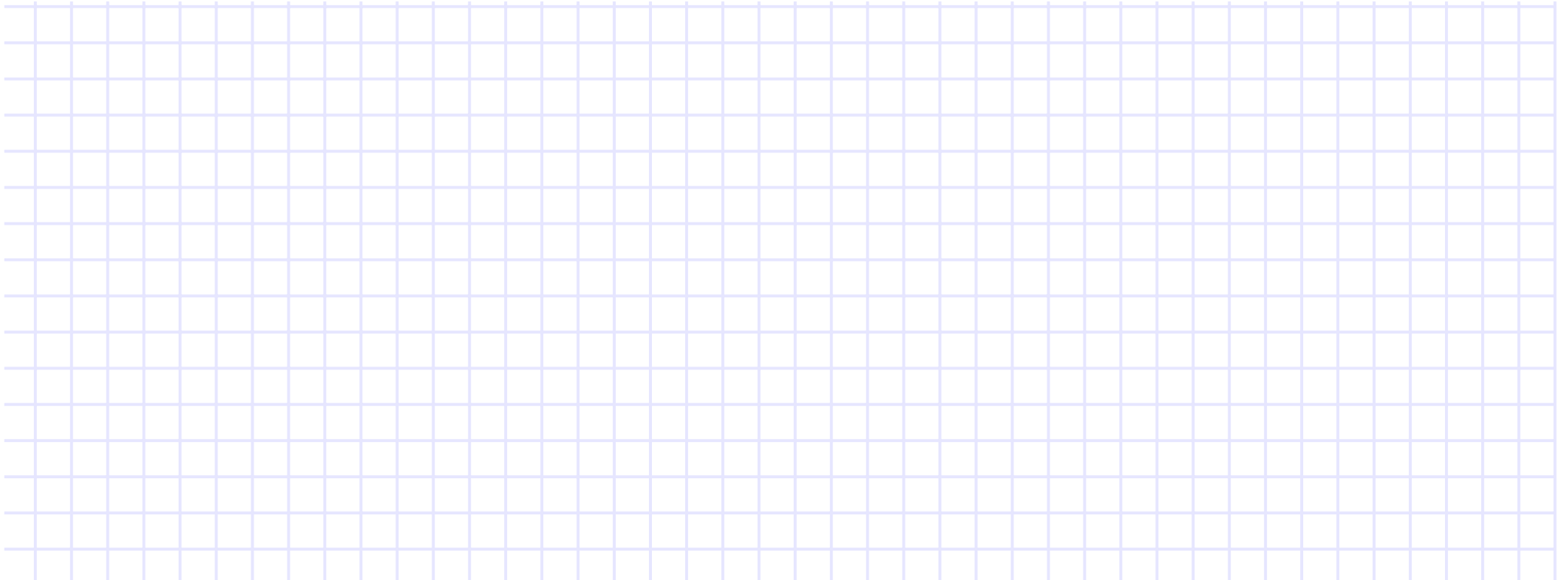
Un système peut être *isolé* ou bien parfois dit *pseudo - isolé* .

Un système isolé n'a aucune interactions avec l'extérieur. Donc il ne subit aucune force. Un système parfaitement isolé n'existe évidemment pas. Mais cela peut être une bonne approximation. Par exemple le système solaire peut être considéré comme isolé si on néglige l'influence des autres étoiles de la galaxie.

Parfois on parle de système "pseudo-isolé". On entend par là un système pour lequel somme les forces extérieures vaut 0. Cela dit, c'est une notion un peu "dangereuse", en effet il ne faut pas oublier que même si $\sum \vec{F} = \vec{0}$, ces forces peuvent avoir une action sur le système et être le vecteur d'un échange d'énergie...

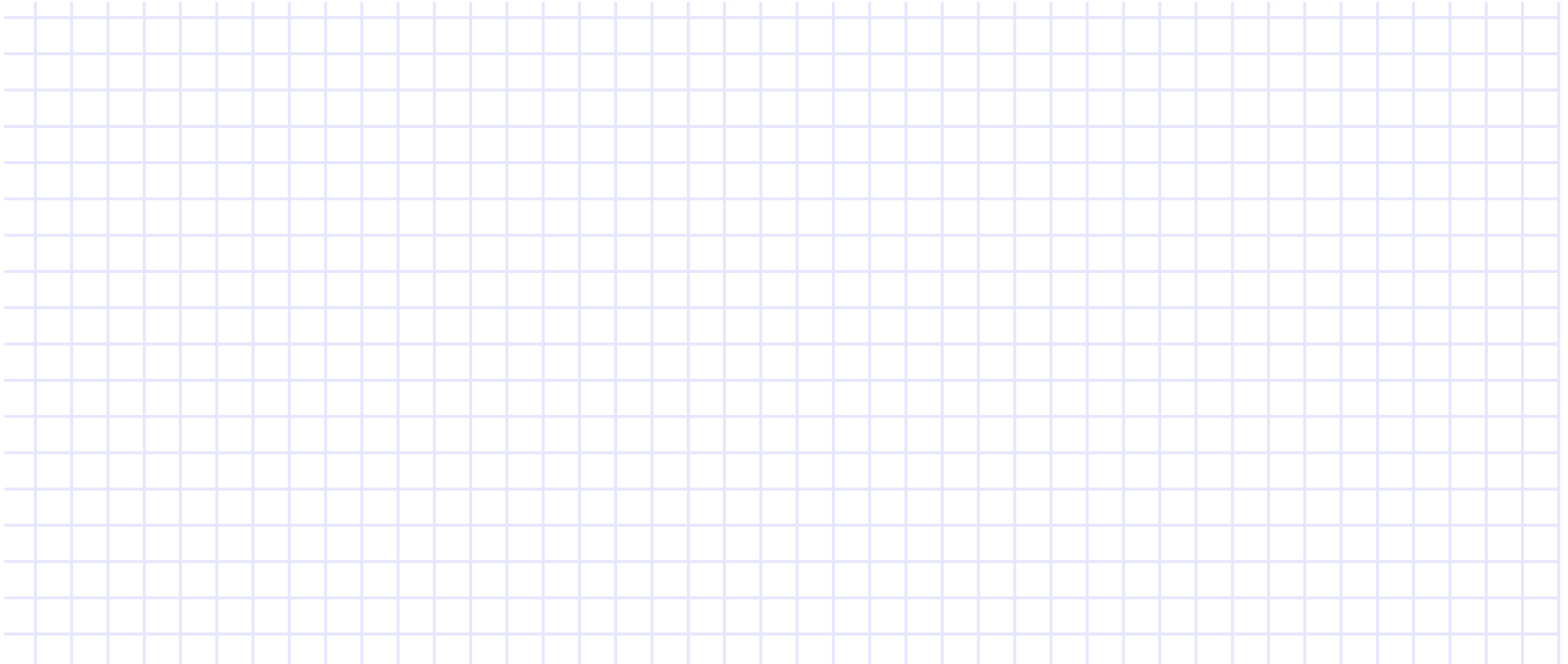
7. Référentiel non galiléens (translation de A + rotation avec $\vec{\omega}=\text{cte}$)

Pour un observateur dans \mathcal{R}' (point de vue du passager de la voiture)

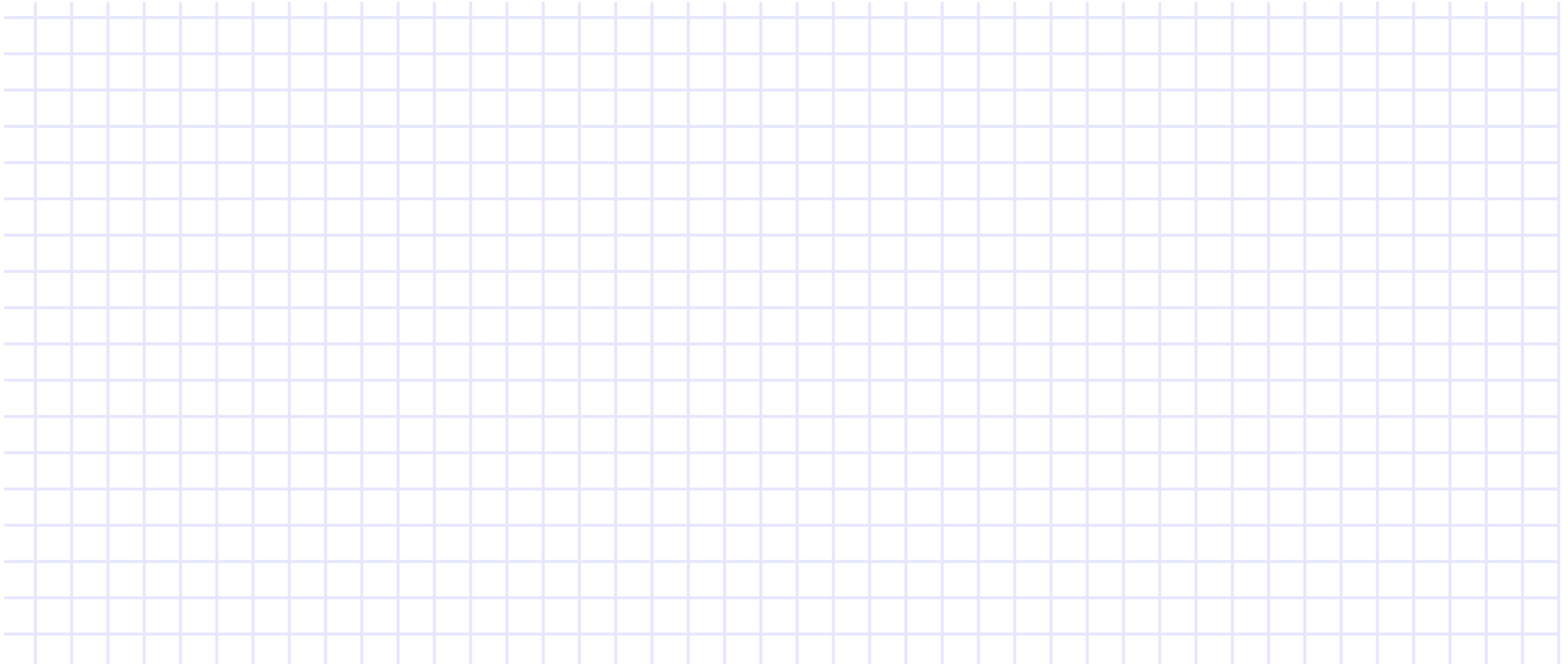


$$m\vec{a}_{\mathcal{R}'}(P) = \sum \vec{F}_{\text{ext}} - m\vec{a}_{\mathcal{R}}(A) - m\vec{\omega} \wedge (\vec{\omega} \wedge \overrightarrow{AP}) - 2m\vec{\omega} \wedge \vec{v}_{\mathcal{R}'}(P)$$

Exemple 1 : train avec accélération constante, sans rotation



Exemple 2 : objet immobile dans un référentiel en rotation uniforme



Exemple 3 : objet en mouvement dans un référentiel en rotation uniforme

