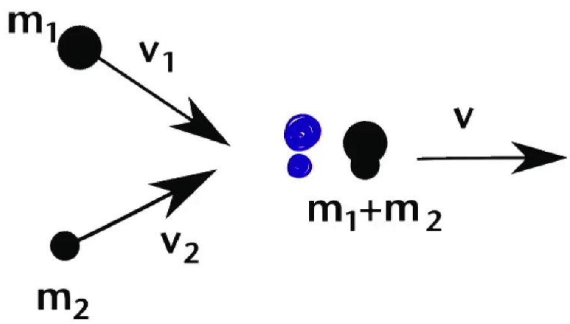
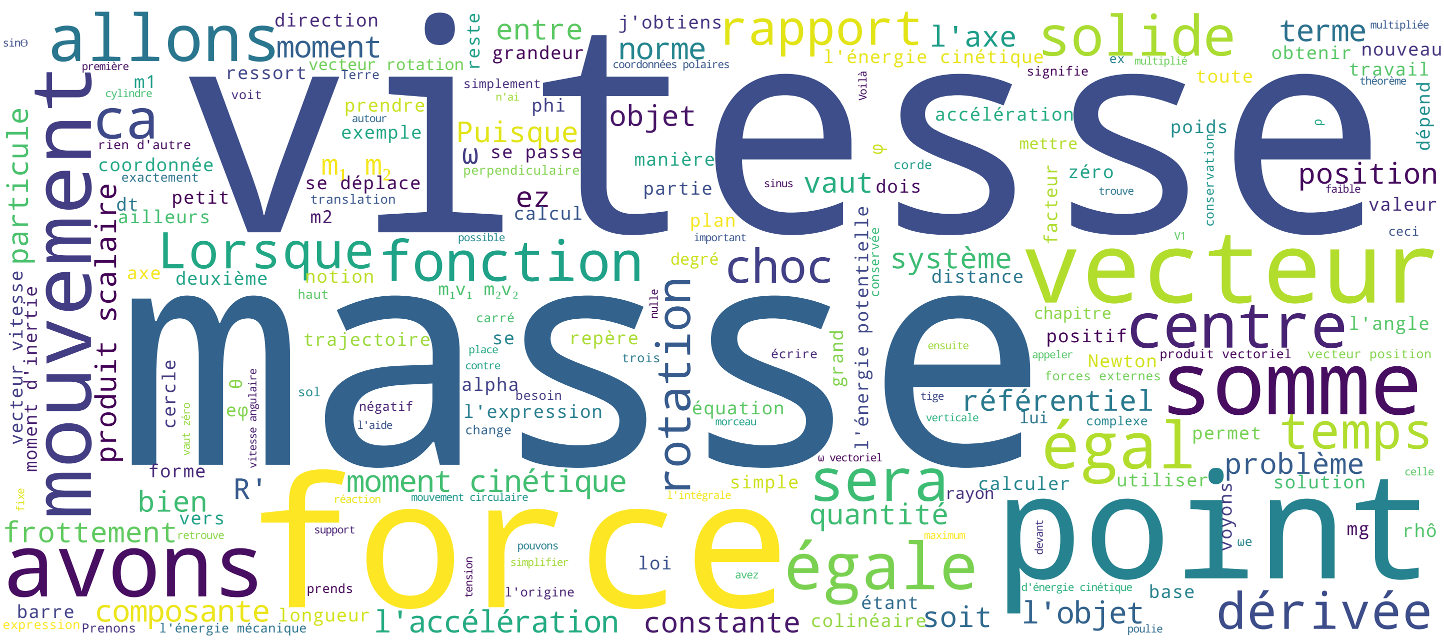
Physique générale : mécanique



Chocs inélastiques

Prof. Cécile Hébert



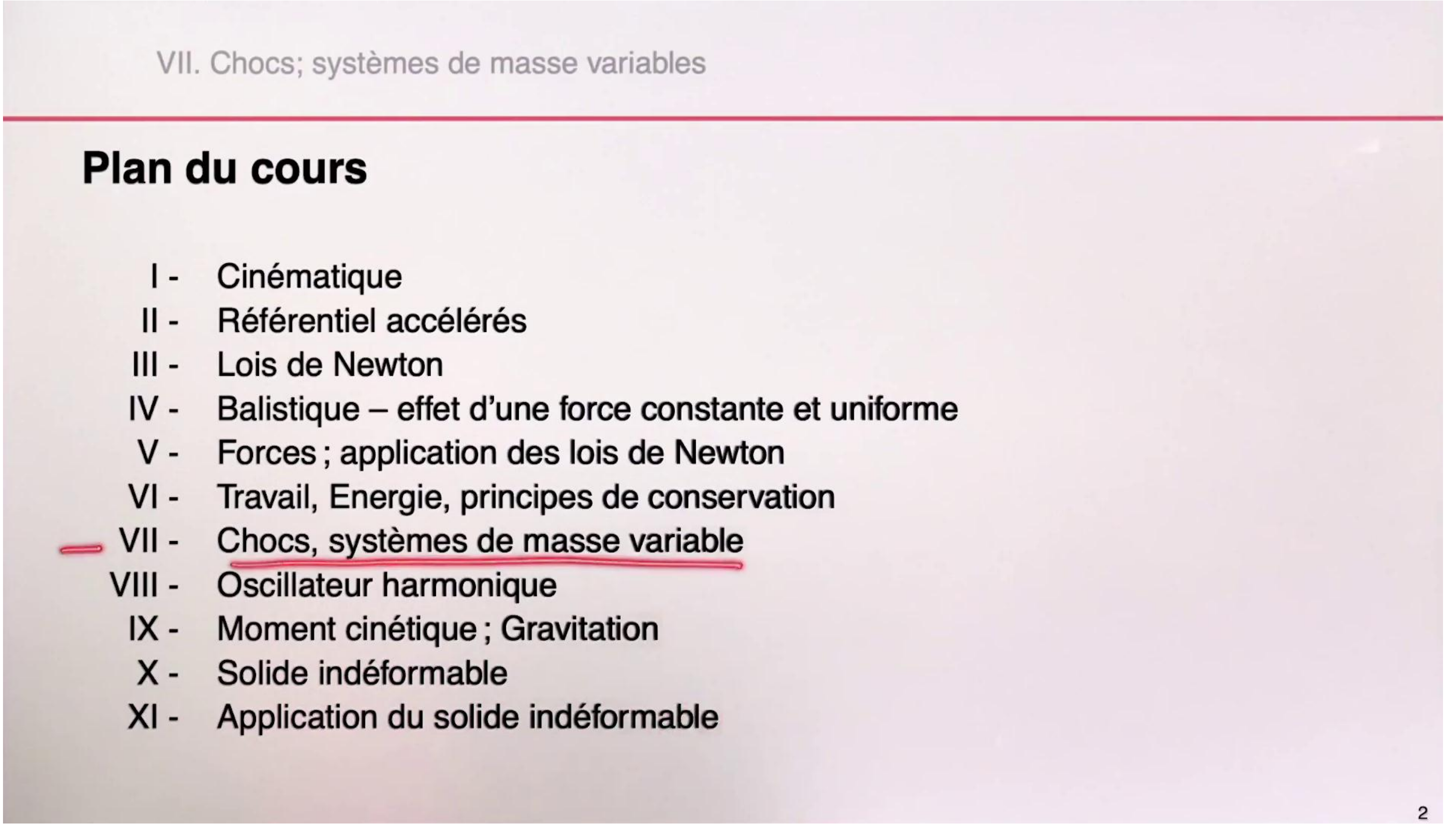
Video

Bonjour, nous allons maintenant voir la notion de choc inélastique ou choc mou. Le calcul des vitesses finales est un peu plus simple que dans le cas du choc élastique, mais on peut aussi s'intéresser à ce qui se passe avec l'énergie qui n'a pas été conservée sous forme d'énergie mécanique.

Notes

Summary

0m 05s



Nous sommes dans le chapitre 7, chocs, systèmes de masse variable, et nous allons voir le choc mou ou choc parfaitement inélastique.

Notes

Summary

0m 21s

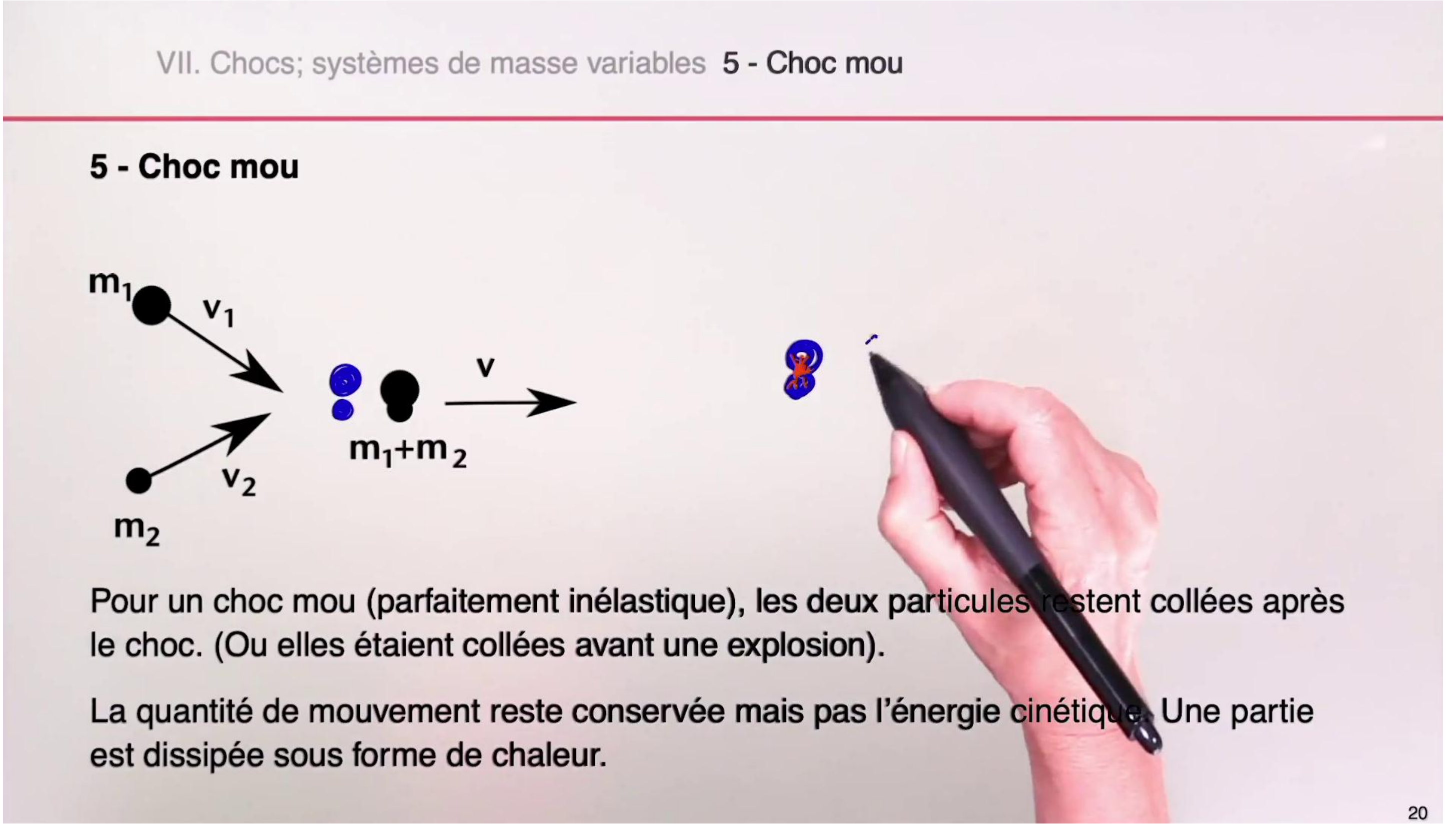
Table des matières

3

Notes

Summary

0m 25s

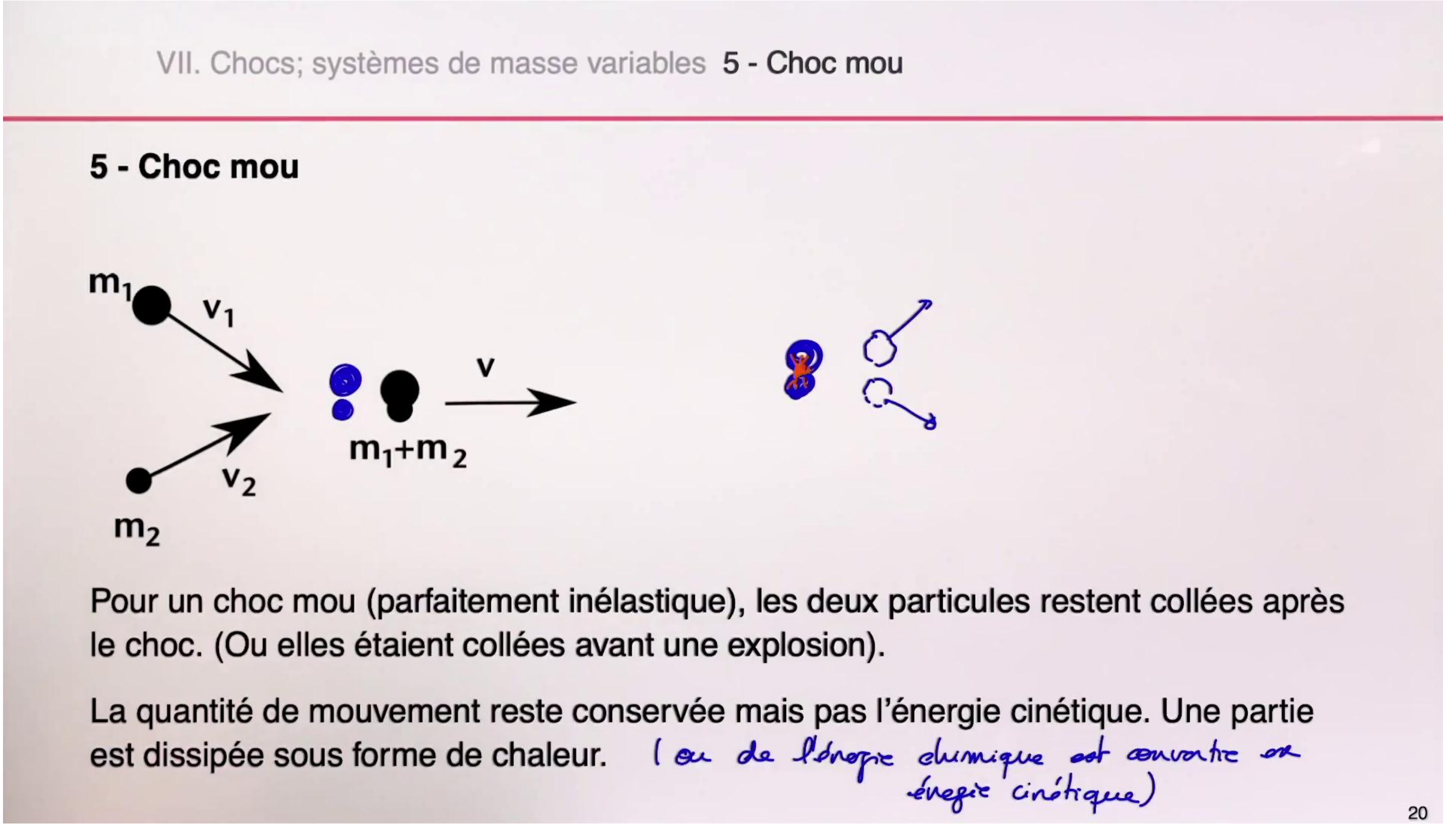


Nous avons ici deux particules de masse m_1 et m_2 qui vont venir se rencontrer et à l'issue du choc, elles vont rester collées ensemble. C'est la caractéristique du choc mou ou parfaitement inélastique. Les deux particules restent collées après le choc. Éventuellement, on peut avoir le cas où elles étaient collées avant le choc et il y a une explosion qui les sépare. Le traitement se fera de la même manière. Lorsque nous analysons le problème en prenant l'état du système juste avant le choc et juste après le choc, nous pouvons négliger l'effet des forces externes. Sans forces externes, la quantité de mouvement du système, composé de deux particules, est conservée. Par contre, l'énergie cinétique ne sera pas conservée. Une partie de cette énergie est dissipée sous forme de chaleur. Elle permet la déformation des objets qui leur permet de rester collés. Lorsque nous avons le cas d'une explosion, les objets étaient collés ensemble avant le choc et, par exemple, une réaction chimique les sépare. Ça n'est donc pas vraiment un choc, mais une explosion à l'issue de laquelle ils partent avec des vitesses qui les font s'éloigner l'un de l'autre.

Notes

Summary

0m 31s

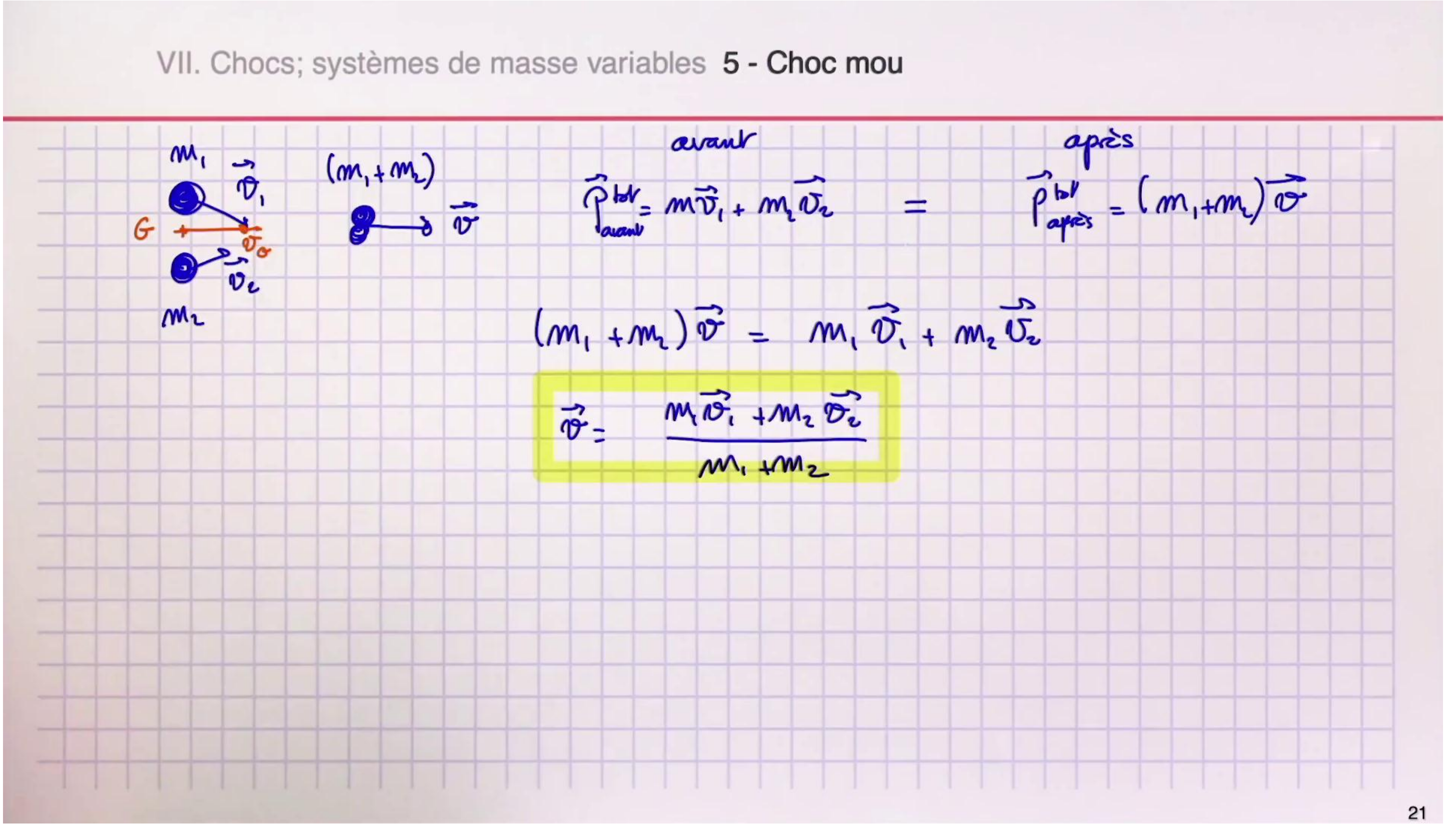


Dans ce cas-là, de l'énergie a été dégagée par l'explosion et communiquée sous forme d'énergie cinétique qui est donnée aux objets. Dans les deux cas, choc ou explosion, nous aurons donc une conservation de la quantité de mouvement, mais pas de conservation de l'énergie cinétique.

Notes

Summary

1m 47s

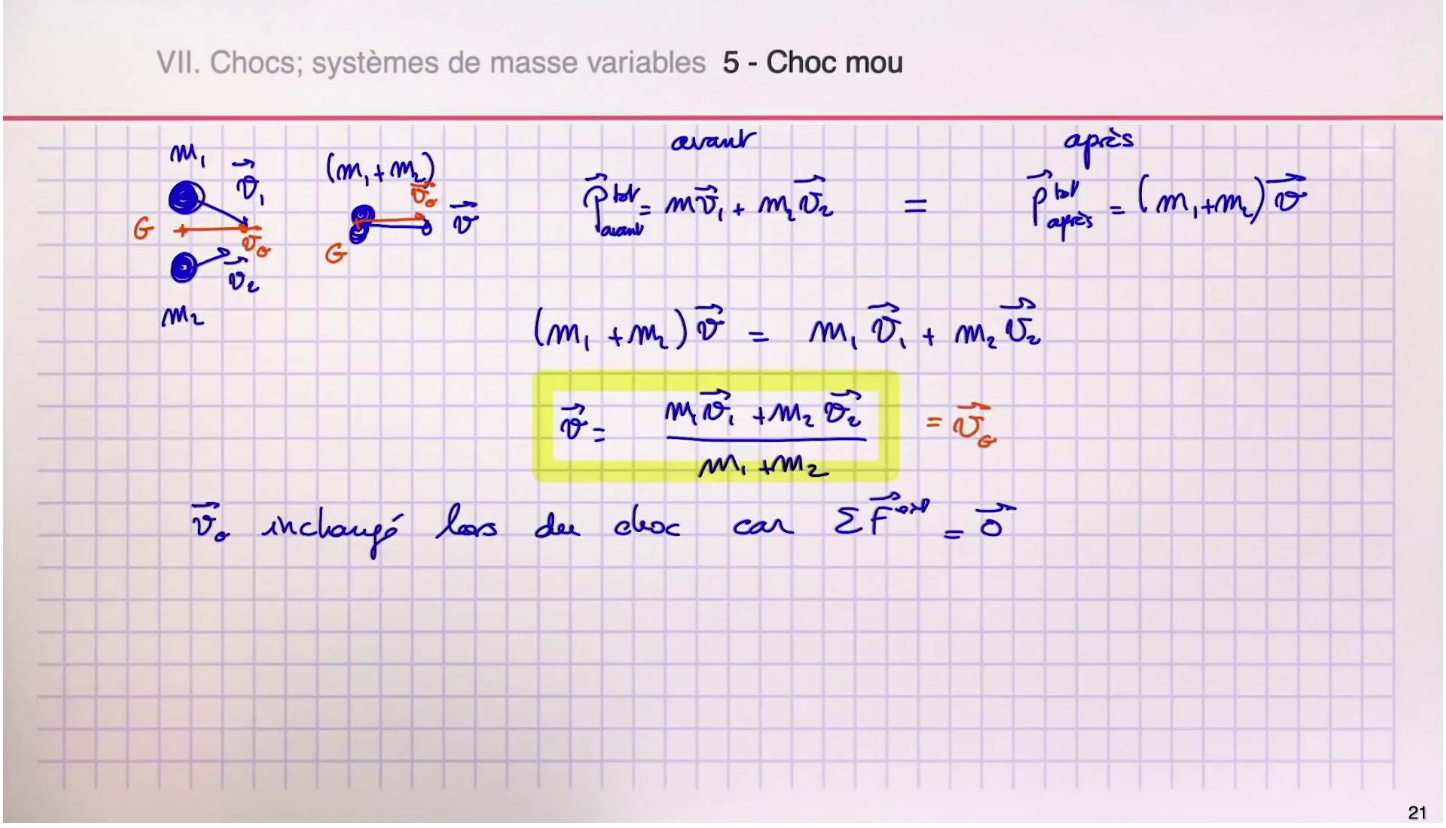


Le traitement du choc mou est beaucoup plus simple que le traitement du choc élastique. Considérons nos deux objets de masse m_1 et m_2, vitesse v_1 et v_2 avant le choc. Après le choc, les deux objets étant collés, ils vont à la même vitesse. Je vais appeler cette vitesse « v ». La masse du système est alors $m_1 + m_2$. Avant le choc, j'ai une quantité ρ qui est égale à $m_1v_1 + m_2v_2$. La quantité de mouvement est une grandeur extensive. J'ai la somme des deux quantités de mouvement des deux objets. Après le choc, la quantité de mouvement totale après, ici, c'était la quantité de mouvement avant, est égale à la masse totale : $m_1 + m_2$ multipliée par la vitesse. « V ». Puisque j'ai conservation de la quantité de mouvement, ces deux grandeurs sont égales. Ce que je vais chercher, c'est la vitesse de l'objet collé après le choc, soit « V ». J'écris : $(m_1 + m_2)v = m_1v_1 + m_2v_2$. Soit : $v = m_1v_1 + m_2v_2/ m_1+m_2$. Nous avons donc répondu à la question et trouvé la vitesse de l'objet après le choc. D'ailleurs, que se passe-t-il avec le centre de masse du système ? il est situé entre les deux particules, G, et il se déplace à la vitesse v_g. En l'absence de force externe, v_g égale constante, donc la vitesse du centre de masse après le choc le choc reste v_g.

Notes

Summary

2m 12s



Mais si je considère les objets ponctuels, après le choc, le centre de masse est exactement à l'endroit où je trouve mes deux particules. La vitesse du centre de masse n'est rien d'autre que la vitesse de l'objet : $v_g=v$. C'est d'ailleurs bien ce que l'on voit ici. La vitesse obtenue correspond à la vitesse du centre de masse, v_g est inchangée lors du choc, car somme des forces égales zéro. Nous voyons donc la conservation de la quantité de mouvement, mais que se passe-t-il avec l'énergie cinétique si elle n'est pas conservée ?

Notes

Summary

4m 03s

Il n'y a pas conservation de l'énergie cinétique, mais on peut calculer la différence d'énergie cinétique avant et après.

Avant :

$$E_{c,1} = \frac{1}{2}m_1 v_1^2 + \frac{1}{2}m_2 v_2^2$$

Après :

$$E_{c,2} = \frac{1}{2}(m_1 + m_2)v^2$$

$E_{c,2} - E_{c,1}$ $m_1, m_2, \vec{v}_1, \vec{v}_2$

$$v^2 = \vec{v}\cdot\vec{v} = \frac{m_1\vec{v}_1 + m_2\vec{v}_2}{m_1+m_2}\cdot\frac{m_1\vec{v}_1 + m_2\vec{v}_2}{m_1+m_2} = \frac{(m_1\vec{v}_1 + m_2\vec{v}_2)\cdot(m_1\vec{v}_1 + m_2\vec{v}_2)}{(m_1+m_2)^2}$$

$$= m_1^2 v_1^2 + 2 m_1 m_2 \vec{v}_1\cdot\vec{v}_2$$

22

Elle n'est pas conservée, mais on peut calculer la différence d'énergie cinétique entre avant et après le choc. Je dois considérer l'énergie cinétique avant, que je vais appeler « E_{c_1} » qui est la somme des énergies cinétiques des particules individuelles : $1/2m_1v^2_1 + 1/2m_2v^2_2$. Et l'énergie cinétique après le choc : E_{c_2}, c'est : 1/2 de la masse du système; $(m_1 + m_2)v^2$. Nous allons chercher à calculer : E_{c_2} - E_{c_1}. En fonction des paramètres du problème : m_1, m_2, v_1, v_2. Je dois donc commencer par remplacer v^2 par l'expression trouvée précédemment. J'avais trouvé v sous forme vectorielle, v^2, c'est la norme de v au carré. Mais pour obtenir la norme d'un vecteur, je prends le produit scalaire du vecteur avec lui-même, v^2 sera donc v scalaire v. Soit m_1v_1 + m_2v_2/m_1+m_2. Produit scalaire, m_1v_1 + m_2v_2/m_1+m_2. J'ai donc m_1v_1 + m_2v_2, produit scalaire m_1v_1 + $m_2v_2/(m_1+m_2)^2$. Je peux distribuer ce produit scolaire et obtenir m_1v_1 produit scolaire, m_1v_1. Ce n'est rien d'autre que $m_1^2v_1^2$. Plus m_1v_1, produit scalaire, m_2v_2, plus m_2v_2, produit scalaire, m_1v_1. Le produit scalaire étant commutatif, je peux l'écrire : $2m_1m_2v_1$ scalaire v_2. Plus, ensuite, j'ai le produit scalaire m_2v_2 scalaire m_2v_2.

Notes

Summary

4m 38s

Il n'y a pas conservation de l'énergie cinétique, mais on peut calculer la différence d'énergie cinétique avant et après.

Avant :

$$E_{c,1} = \frac{1}{2}m_1 v_1^2 + \frac{1}{2}m_2 v_2^2$$

Après :

$$E_{c,2} = \frac{1}{2}(m_1 + m_2)v^2$$

$E_{c,2} - E_{c,1}$ $\quad m_1, m_2, \vec{v}_1, \vec{v}_2$

$$v^2 = \vec{v}\cdot\vec{v} = \frac{m_1\vec{v}_1 + m_2\vec{v}_2}{m_1+m_2} \cdot \frac{m_1\vec{v}_1 + m_2\vec{v}_2}{m_1+m_2} = \frac{(m_1\vec{v}_1 + m_2\vec{v}_2)\cdot(m_1\vec{v}_1 + m_2\vec{v}_2)}{(m_1+m_2)^2}$$

$$= \frac{m_1^2 v_1^2 + 2\, m_1 m_2\, \vec{v}_1\cdot\vec{v}_2 + m_2^2 v_2^2}{(m_1+m_2)^2}$$

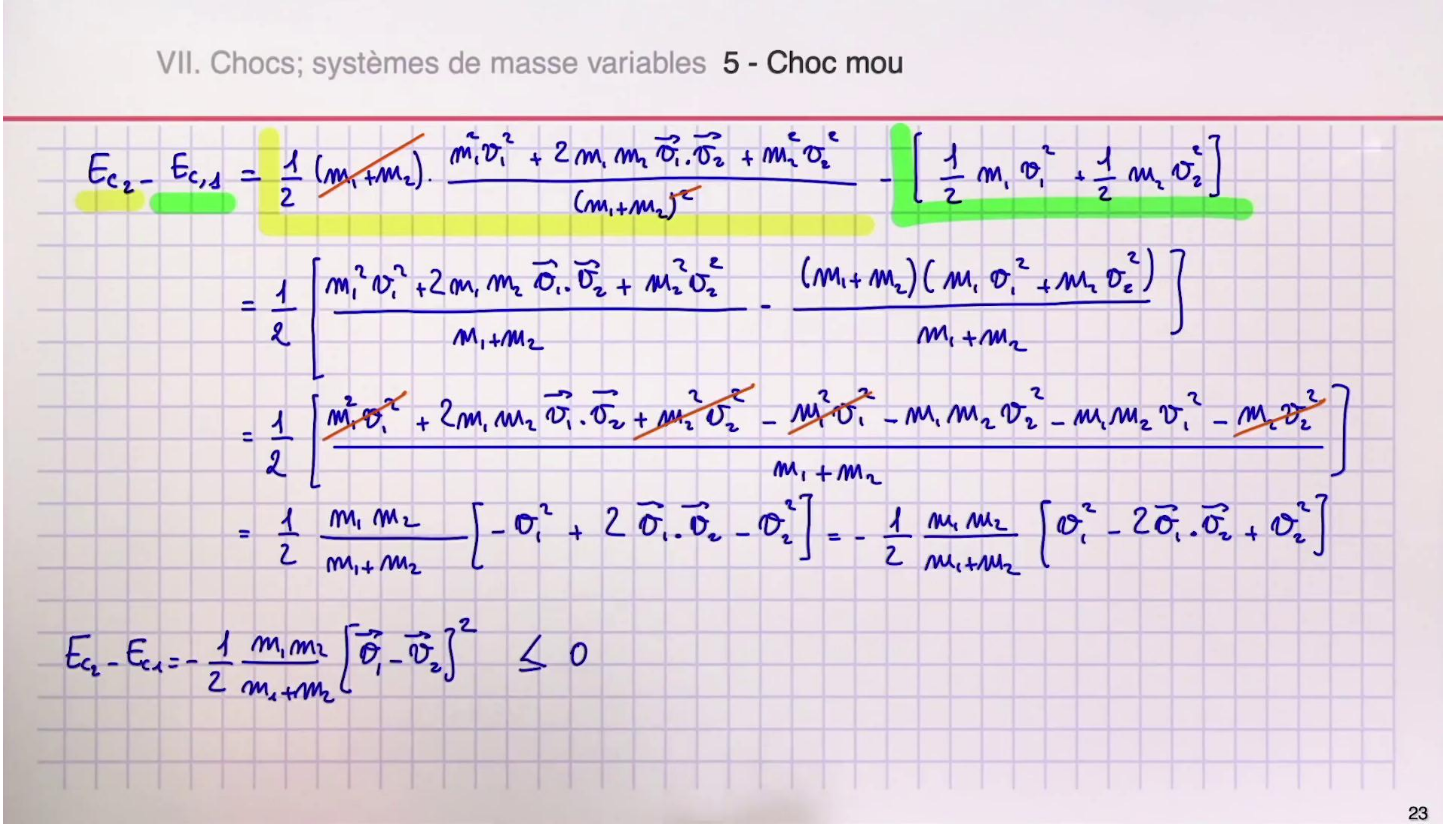
22

Soit : $m_2^2 v_2^2 / (m_1 + m_2)^2$ J'ai donc maintenant exprimé V^2 uniquement à l'aide de m_1, m_2, v_1 et v_2. Je vais pouvoir remplacer cette expression V^2 dans l'expression de l'énergie cinétique et calculer $Ec_2 - Ec_1$.

Notes

Summary

6m 50s



J'ai donc exprimé ici Ec_2 : $1/2(m_1+m_2)\ v^2$, le terme ici c'est « V^2» moins Ec_1. Je peux simplifier une fois ce m_1+m_2, et afin de continuer, je vais mettre 1/2 en facteur, et réduire l'ensemble au même dénominateur qui est m_1+m_2. Je vais développer ce produit, ce qui m'amènera à des simplifications avec cette partie-là. J'ai $m_1v_1^2$ - $m_1v_1^2$, plus $m_2v_2^2$ - $m_2v_2^2$. Les termes se simplifient. Ensuite, j'ai m_1m_2, m_1m_2, m_1m_2. Je vais pouvoir ceci en facteur. Et je vais aussi mettre m_1+m_2 du dénominateur devant. Le terme s'est déjà grandement simplifié. Je reconnais quelque chose qui ressemble à un carré, simplement, les signes sont tous inversés. Je vais donc mettre le signe « moins » devant également. Ce dernier terme n'est rien d'autre que : $(v_1 - v_2)^2$. Ici, c'est la différence de deux vecteurs prises au carré. Donc la norme de la différence du vecteur v_1 moins le vecteur v_2. Je trouve donc le résultat final : $Ec_2 - Ec_1 = -1/2\ m_1m_2/m_1+m_2\ [v_1 - v_2]^2$. Ceci est la norme d'un vecteur, c'est donc positif. Ce préfacteur est positif. Il me reste le signe « moins » devant. J'ai donc la différence $Ec_2 - Ec_1$ qui est négative ou nulle. Pour qu'elle soit nulle, il faut que la différence entre les deux vitesses soit nulle, donc v_1 égale v_2.

Notes

Summary

7m 23s

VII. Chocs; systèmes de masse variables **5 - Choc mou**

$$E_{c_2} - E_{c,1} = \frac{1}{2}\cancel{(m_1+m_2)} \cdot \frac{m_1^2 v_1^2 + 2 m_1 m_2 \vec{v}_1\cdot\vec{v}_2 + m_2^2 v_2^2}{(m_1+m_2)^{\cancel{2}}} - \left[\frac{1}{2} m_1 v_1^2 + \frac{1}{2} m_2 v_2^2\right]$$

$$= \frac{1}{2}\left[\frac{m_1^2 v_1^2 + 2 m_1 m_2 \vec{v}_1\cdot\vec{v}_2 + m_2^2 v_2^2}{m_1+m_2} - \frac{(m_1+m_2)(m_1 v_1^2 + m_2 v_2^2)}{m_1+m_2}\right]$$

$$= \frac{1}{2}\left[\frac{\cancel{m_1^2 v_1^2} + 2 m_1 m_2 \vec{v}_1\cdot\vec{v}_2 + \cancel{m_2^2 v_2^2} - \cancel{m_1^2 v_1^2} - m_1 m_2 v_2^2 - m_1 m_2 v_1^2 - \cancel{m_2^2 v_2^2}}{m_1+m_2}\right]$$

$$= \frac{1}{2}\frac{m_1 m_2}{m_1+m_2}\left[-v_1^2 + 2\vec{v}_1\cdot\vec{v}_2 - v_2^2\right] = -\frac{1}{2}\frac{m_1 m_2}{m_1+m_2}\left[v_1^2 - 2\vec{v}_1\cdot\vec{v}_2 + v_2^2\right]$$

$$E_{c_2} - E_{c_1} = -\frac{1}{2}\frac{m_1 m_2}{m_1+m_2}\left[\vec{v}_1 - \vec{v}_2\right]^2 \leq 0$$

23

Les deux objets se déplacent à la même vitesse, ils ne se rencontrent jamais. Dans la pratique, nous aurons toujours v_1 différent de v_2, donc la différence d'énergie cinétique sera toujours strictement négative. J'ai bien une perte d'énergie cinétique convertie en autre forme d'énergie dans le choc.

Notes

Summary

9m 43s

Voilà, nous avons vu le cas des chocs mous. Nous venons de le voir dans le cas de deux particules qui arrivent et se rentrent dedans et restent collées après le choc. La même démarche peut être appliquée si vous avez un seul objet qui se sépare en plusieurs morceaux par une explosion. C'est la même logique. À nouveau, faites des exercices pour vous entrainer avec ces notions.

Notes

Summary

10m 03s