

Support de cours

Cours:

PHYS-101(f) - PG I - mécanique - MA (Sylvain Bréchet)

Vidéo:

A2 - Cinématique et dynamique du point matériel

Concepts (extraits des sous-titres générés automatiquement) :

Point t1. Accélération constante. Deuxième remarque. Vitesse vv. Premier temps. Coordonnées horaires de nos véhicules. Mouvement rectiligne uniforme. Vitesse du moteur. Long d'une ligne droite. Vitesse de vm. Coordonnée de l'axe de la voiture. Vitesse de la voiture. Ligne de la ligne de départ. Temps plein. Date limite.



[vers la recherche de séquences vidéo](#)

(dans PHYS-101(f) - PG I - mécanique - MA (Sylvain Bréchet).)



[vers la vidéo](#)

Center for Digital Education. Plus de matériel de soutien pédagogique ici :

<https://www.epfl.ch/education/educational-initiatives/cede/educational-technologies-gallery/boocs-en/>

Applications - Chapitre 2

Cinématique et dynamique du point matériel

EPFL

Dr. Sylvain Bréchet

A.2 Cinématique et dynamique du point matériel

1 / 13

...

notes

résumé

0m 0s



la voiture et moto

(billard indien)

A.2.1 Course entre voiture

- On considère une voiture et une moto qui font la course sur une distance d en ligne droite.
- Au temps initial t_0 , les deux véhicules se trouvent à la même hauteur. La voiture a une vitesse scalaire constante v_v et la moto a une vitesse scalaire constante $v_m < v_v$.
- Au temps t_1 , la voiture est à une distance d' du point de départ. A partir de ce moment, la moto accélère avec une accélération scalaire constante a .

Ces sous-titres ont été générés automatiquement et à la fin de la semaine, une transparence totale sera disponible. Alors, n'hésitez pas à les télécharger sur une tablette ou à les avoir sur l'ordinateur, Ou même de les imprimer. Cela vous permettra de gagner du temps et d'avoir un peu moins d'écriture. Okay? Deuxième remarque, sur le site du modèle de cours, vous trouverez également différentes rubriques, en plus du cours et des exercices. Il y a une rubrique sur les exercices dont je n'ai pas encore parlé la semaine dernière. Vous aurez trois exercices au cours de ce semestre. Le but est de faire ces exercices seul. Ils seront mis à disposition une semaine avant la date limite qui correspondra à une séance d'exercices. Vous pouvez les faire dans les conditions à la maison qui seront à l'examen, avec un soutien adéquat. Il y aura aussi la formule qui sera disponible. Et l'idée est d'avoir un feedback qui vous sera donné. Un feedback qui ne sera pas un feedback digital. Nous ne vous donnerons donc pas de points. Vous aurez à faire tellement de points sur ce qui est demandé. Cependant, vous devrez corriger avec des points, ou des équations qui apparaissent en rouge, qui correspondent aux différents jaunes qui doivent être validés pour une réponse. Et vous recevrez de vos assistants un retour général sur ce que vous avez fait, Sans forcément une note. Pourquoi? Le fait d'écrire peut évidemment encourager, mais il peut aussi, surtout intimider, Il peut pénaliser plutôt qu'encourager au début. Quand nous apprenons comment, Disons, la modélisation, Il est préférable de ne pas avoir immédiatement un retour qui est numérique. Je vois qu'il y a quelqu'un qui a levé la main dans le dos. Avez-vous une remarque à faire sur le sujet? Désolée? Donc, oui, il est normalement disponible à la fin de la semaine. Alors oui. Il y a toutes sortes de raisons à

notes

résumé

0m 1s



la voiture et moto

(billard indien)

A.2.1 Course entre voiture

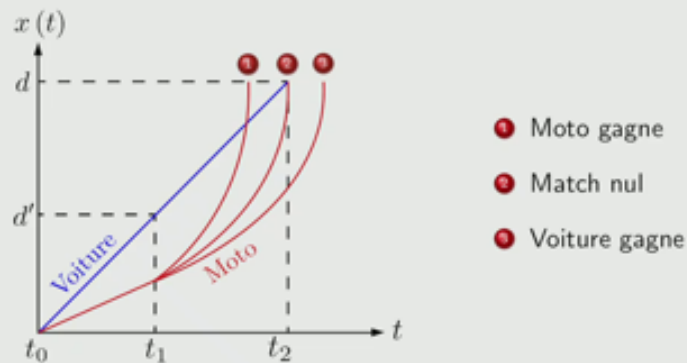
- On considère une voiture et une moto qui font la course sur une distance d en ligne droite.
- Au temps initial t_0 , les deux véhicules se trouvent à la même hauteur. La voiture a une vitesse scalaire constante v_v et la moto a une vitesse scalaire constante $v_m < v_v$.
- Au temps t_1 , la voiture est à une distance d' du point de départ. A partir de ce moment, la moto accélère avec une accélération scalaire constante a .

cela. Ce que je préfère, c'est que vous preniez des notes, très présent durant le parcours, et que vous les utilisiez pour les séances d'exercices, et c'est à la fin des séances d'exercices, qui ont lieu deux jours après le cours, que vous aurez accès à ces documents généralement le week-end. Okay? L'expérience est la formule qui a la meilleure fonction. Et voilà. Oui? Et voilà. On peut en discuter. Alors oui, j'ai mentionné que les exercices qui viennent sont importants à prendre au sérieux. Il y aura également un examen à temps plein à la fin du semestre. Et je profite de cette occasion pour mentionner qu'il y a aussi l'accès au site modèle aux forums et discussions qui vous permettent de poser des questions et vos assistants se feront un plaisir d'y répondre. Okay? Ceci étant dit, nous allons maintenant nous intéresser aux applications de ce deuxième chapitre de cours. Puisque nous n'avons pas encore vu formellement tous les principes et les tambours de la dynamique, il est préférable de considérer les applications du cinéma pur pour le moment. Nous en aurons assez de la dynamique par la suite. Okay? Nous allons donc d'abord nous intéresser à un problème de cinématique unidimensionnelle, qui est une course entre une voiture et une moto. Okay? Et puis nous aurons un deuxième problème bidimensionnel, qui est une collision entre deux pocs sur un plateau de carambole qui est aussi appelé un biai indien. Okay?

notes

résumé

1 Représentation graphique de la position au cours du temps $x(t)$:



Commençons donc par cette course entre une splendide skouderia rousse et une belle skouderia à bandes noires. Okay? L'idée suivante est que ces deux véhicules courent le long d'une ligne droite. Okay? Nous supposons qu'ils parcourront une distance de 1, qui sépare la ligne de la ligne de départ. Okay? Dans un premier temps, les deux véhicules sont côte à côte. Ils n'ont pas la même vitesse. Okay? Donc, la Ferrari a une vitesse V_V , Alors que rien n'a de marque. Et la moto a une vitesse de V_M . Nous supposons donc que c'est d'abord la Ferrari qui profite de la vitesse de la Ferrari, La vitesse de la voiture, et plus élevé que celui de la moto. Donc, ce qui se passe, c'est que sur la route, il y a un pont. Et quand la Ferrari est sur le pont, qui a une distance de 1000 km de la ligne de départ, l'automobiliste se réveille et dit qu'il a peur de perdre, Il doit donc accélérer. Et donc ce qu'il décide c'est d'accélérer avec une accélération constante pour gagner. Okay? Sera-t-il capable de gagner? Oui ou non? Telle est la question. Et c'est ce que nous aimerions modéliser ensemble maintenant. Okay? Nous allons donc faire une représentation graphique de la situation en regardant le graphique des équations arrière des deux véhicules, qui apparaissent respectivement en bleu pour la voiture et en rouge pour la moto. Donc, en premier lieu, jusqu'à ce que la moto, Eh bien, jusqu'à ce que la voiture atteigne le même pont, Les deux véhicules roulent à vitesse constante. Ils ont un mouvement rectiligne uniforme, ce qui signifie que l'équation arrière sera un droit. Un droit dans la pente représente la vitesse constante.

notes

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

résumé

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

3m 36s



- Détermination de l'accélération scalaire a de la moto pour que la moto gagne, qu'il y ait match nul, que la voiture gagne.

- Position des véhicules au temps t_1 :

$$x_v(t_1) = d' = x_v(t_1 - t_0) \quad (\text{A.2.1})$$

$$x_m(t_1) = v_m(t_1 - t_0) \quad (\text{A.2.2})$$

- Position des véhicules au temps t_2 :

$$x_v(t_2) = d = v_v(t_2 - t_1) + x_v(t_1) \stackrel{(\text{A.2.1})}{=} v_v(t_2 - t_1) + d' \quad (\text{A.2.3})$$

$$(\text{A.2.4})$$

- Match nul : si $a \equiv a_0$

$$(\text{A.2.4}) \Rightarrow$$

Donc, pour la voiture, la pente est là, il parcourt une distance de 1, alors que la moto va moins vite. Ainsi, la pente du graphique de la moto sera inférieure à celle de la voiture. Et la moto atteint le point qui est ici. Et c'est là que la moto décide d'accélérer. Et s'il accélère, il aura un mouvement uniforme rectiligne pour accélérer. Okay? Donc l'équation arrière sera une fonction quadratique de la TNT1. Une fonction quadratique avec, disons, un point qui n'est pas un point-gul. Donc les dérivées de la TNT1 après la TNT1, pour la moto dans les différents scénarios, sera le même au point T1 que nous avons auparavant. Okay? Donc maintenant, il y a trois possibilités. Soit l'accélération, ce qui est suffisant pour que la moto le prenne, et ainsi il arrive sur la ligne pour arriver à la distance de la ligne de départ Avant la voiture. C'est le cas ici. Si vous prolongez cette ligne ici, vous voyez que vous arrivez à une heure qui est inférieure à T2. C'est le scénario où la moto gagne. Okay? Si l'accélération n'est pas suffisante, Si la Ducati n'a pas assez de cheveux, Dans ce cas, la moto n'arrivera pas. Et ainsi il arrivera sur la ligne d'arrivée, Un temps supérieur à T2. La voiture arrivera devant lui. Et donc la moto perd, et la voiture gagne. Et bien sûr, il y a le match nul, où l'accélération est précisément celle qui doit être faite pour que la moto arrive exactement sur la ligne d'arrivée en même temps que la voiture est donc jumelée. Okay? Pour comprendre ce qui se passe, ce que nous devons avouer est de considérer dans le cas particulier où il y a un match nul, et alors on peut déduire que si l'accélération est plus élevée, La moto gagne, S'il est inférieur, La voiture gagne et la moto perd. Okay? Voici

notes

résumé

5m 13s



- Détermination de l'accélération scalaire a de la moto pour que la moto gagne, qu'il y ait match nul, que la voiture gagne.

- Position des véhicules au temps t_1 :

$$x_v(t_1) = d' = v_v(t_1 - t_0) \quad (\text{A.2.1})$$

$$x_m(t_1) = v_m(t_1 - t_0) \quad (\text{A.2.2})$$

- Position des véhicules au temps t_2 :

$$x_v(t_2) = d = v_v(t_2 - t_1) + x_v(t_1) \stackrel{(\text{A.2.1})}{=} v_v(t_2 - t_1) + d' \quad (\text{A.2.3})$$

$$(\text{A.2.4})$$

- Match nul : si $a \equiv a_0$

$$(\text{A.2.4}) \Rightarrow$$

donc la situation graphique. Alors maintenant, tout cela, nous allons le transcrire mathématiquement. Okay? Donc, en premier lieu, nous serons intéressés par les coordonnées horaires de nos véhicules au T1 lorsque la voiture arrive sur le pont. Okay? Donc, les coordonnées des abscises de la voiture évaluées à T1 correspondra évidemment à la distance qui sépare le pont de la ligne de départ, soit déprimée, mais encore, nous savons que la voiture a une rectilumination uniforme, et donc nous savons que cette coordonnée horaire sera un produit de la vitesse constante de la voiture multipliée par l'intervalle de temps qui va de l'instant initial T0 à T1, C'est-à-dire T1 moins T0. Okay? Quel est le modèle maintenant? Le modèle est dans une situation analogue depuis sa coordonnée d'abscises évaluée à T1 sera celle d'une rectilumination uniforme. Mais attention, le modèle n'est pas sur le pont. Le résultat n'est pas déprimant, mais c'est toujours le produit de la pente de l'équation horaire sur le graphique qui est la vitesse du moteur multipliée par l'intervalle de temps Cela va de T1 à T0. Okay? C'est la première partie de l'analyse. Maintenant, nous avons besoin d'une deuxième partie, parce que nous savons qu'à partir du moment où la voiture est sur le pont, le moteur accélère avec une accélération constante. C'est pourquoi nous traitons le problème en deux fois. Okay? Maintenant, nous allons regarder l'équation horaire des deux véhicules dans T2, en prenant l'intervalle de temps qui va de T1 à T2. C'est l'idée. Prenons donc la voiture, son équation horaire en T2, x_v de T2, ce sera celui d'un mouvement uniforme de rectilumination, mais nous savons qu'en T2, dans la dernière fois, la voiture est sur la ligne d'arrivée, qui est une distance de la ligne de départ, et ce mouvement uniforme de rectilumination est caractérisé par le fait que nous devons multiplier la vitesse de la voiture par l'intervalle de temps

notes

résumé

- Détermination de l'accélération scalaire a de la moto pour que la moto gagne, qu'il y ait match nul, que la voiture gagne.

- Position des véhicules au temps t_1 :

$$x_v(t_1) = d' = v_v(t_1 - t_0) \quad (\text{A.2.1})$$

$$x_m(t_1) = v_m(t_1 - t_0) \quad (\text{A.2.2})$$

- Position des véhicules au temps t_2 :

$$x_v(t_2) = d = v_v(t_2 - t_1) + x_v(t_1) \stackrel{(\text{A.2.1})}{=} v_v(t_2 - t_1) + d' \quad (\text{A.2.3})$$

$$(\text{A.2.4})$$

- Match nul : si $a \equiv a_0$

$$(\text{A.2.4}) \Rightarrow$$

de T_2 à T_1 , C'est-à-dire T_2 moins T_1 . Okay? Il faut ajouter à cela la condition initiale, pour connaître la coordonnée de l'axe de la voiture à T_1 . Okay? Ici, nous allons pouvoir utiliser l'équation que nous venons de déterminer sur la ligne ci-dessus et écrire que la position coordonnée de la voiture, Désolé pour la voiture, à la T_1 , C'est V_1 , V_v , ce n'est pas un V_1 , attendez-moi, C'est V_v qui multiplie T_1 moins T_0 . Regardez attentivement, vous avez un V_v qui multiplie T_2 moins T_1 , vous ajoutez à ce V_v qui multiplie T_1 moins T_0 , et T_1 simplifiera, donc il restera dans le facteur V_v T_2 moins T_0 . Donc, en écrivant ceci, Oui, nous aurions pu l'écrire, mais en réalité, nous le ferons un peu différemment Parce que ce que nous savons, ce sont les valeurs. Les valeurs sont V_v qui multiplie T_1 moins T_0 , C'est aussi X_v de T_1 . Nous préférons cette écriture et écrire V_v qui multiplie T_2 moins T_1 plus T_1 . Okay?

notes

résumé

EPFL

oto

1.2.1)

1.2.2)

1.2.3)

1.2.4)

6 / 13

A.2.1 Course entre voiture et moto

• Match nul : accélération

(A.2.1) $\Rightarrow$

(A.2.3) $\Rightarrow$

Si $\Rightarrow$ moto gagne

Si $\Rightarrow$ match nul

Si $\Rightarrow$ voiture gagne

Dr. Sylvain Brichet

A.2 Cinématique et dynamique du point matériel

Maintenant, prenons la position coordonnée de la voiture, X_m , évalué à T_2 . Donc on ne sait pas où est le moteur à la fin, Cela dépendra de l'accélération de celui-ci. Cependant, ce que nous savons, c'est que son mouvement de T_1 à T_2 , Lorsqu'il décide d'accélérer, est un mouvement rectilin uniformément accéléré. Nous avons donc vu ce matin que pour un tel mouvement, nous aurons la moitié de l'accélération qui multiplie l'intervalle de temps entre T_2 et T_1 , qui doit être élevé au carré, plus la vitesse initiale, attention, la même vitesse, cette vitesse est V_m , qui multiplie l'intervalle de temps, soit T_2 moins T_1 , et nous devons encore ajouter la position de coordonnées qui avait le moteur, Au début de cette deuxième analyse, qui est à T_1 . Okay? Et puis, précisément, ce que j'ai mentionné plus tôt pour la voiture, il sera payé pour l'instant pour le moteur, nous remplacerons X_m de T_1 par V_m , qui multiplie T_1 moins T_0 . Donc vous voyez que T_2 moins T_1 et T_1 moins T_0 , il est simplifié pour nous donner un T_2 moins T_0 . Okay? Grâce à l'équation que nous venons de mentionner, qui est A22, nous écrirons ceci comme la moitié de A T_2 moins T_1 élevé au carré, plus V_m , qui se multiplie globalement l'intervalle de temps qui va du temps initial au T_2 . Okay? C'est la situation. Okay? Ce qui nous intéresse, c'est l'accélération. Okay? Mais une accélération très particulière, celui que nous obtenons dans le cas spécifique, où nous avons un match nul. Il y a un match nul, oui, et seulement oui, la coordonnée de l'abscisse du moteur à T_2 est la même que celle de la voiture, C'est-à-dire que les deux véhicules se rencontrent sur la ligne d'arrivée, ou à une distance de D , de la ligne de départ. Okay? Nous allons donc prendre l'équation d'ORR Ici pour le moteur comme T_2 . Nous supposons qu'il y

notes

résumé

10m 37s



EPFL

oto

1.2.1)

1.2.2)

1.2.3)

1.2.4)

6 / 13

A.2.1 Course entre voiture et moto

• Match nul : accélération

(A.2.1) $\Rightarrow$

(A.2.3) $\Rightarrow$

1 Si $\Rightarrow$ moto gagne

2 Si $\Rightarrow$ match nul

3 Si $\Rightarrow$ voiture gagne

Dr. Sylvain Brichet

A.2 Cinématique et dynamique du point matériel

a un match nul si l'accélération A est égale à 0. Nous prenons donc cette expression ici. Nous l'évaluons lorsque le moteur est sur la ligne d'arrivée, soit en X_M de T_2 , ce qui est égal à D , et nous remplacerons A par 0. Et nous aurons que D est égal à 1,5 de A_0 , qui multiplie T_2 moins T_1 élevé au carré, plus V_m , qui multiplie T_2 moins T_0 . Très bien. Mettons tout cela légèrement en forme. Nous pouvons tirer de cette expression l'accélération A_0 ,

notes

résumé

- Détermination de l'accélération scalaire a de la moto pour que la moto gagne, qu'il y ait match nul, que la voiture gagne.

- Position des véhicules au temps t_1 :

$$x_v(t_1) = d' = v_v(t_1 - t_0) \quad (\text{A.2.1})$$

$$x_m(t_1) = v_m(t_1 - t_0) \quad (\text{A.2.2})$$

- Position des véhicules au temps t_2 :

$$x_v(t_2) = d = v_v(t_2 - t_1) + x_v(t_1) \stackrel{(\text{A.2.1})}{=} v_v(t_2 - t_1) + d' \quad (\text{A.2.3})$$

$$x_m(t_2) = \frac{1}{2} a (t_2 - t_1)^2 + v_m(t_2 - t_1) + x_m(t_1) \stackrel{(\text{A.2.2})}{=} \frac{1}{2} a (t_2 - t_1)^2 + v_m(t_2 - t_1) \quad (\text{A.2.4})$$

- Match nul : $x_m(t_2) = x_v(t_2) = d$ si $a \equiv a_0$

$$(\text{A.2.4}) \Rightarrow d = \frac{1}{2} a_0 (t_2 - t_1)^2 + v_m(t_2 - t_1)$$

qui sera décrite comme Deux fois la distance qui sépare la ligne d'arrivée de la ligne de départ, moins deux fois la vitesse initiale du moteur qui multiplie l'intervalle de temps du départ à l'arrivée, divisé par l'intervalle de temps entre T1 et T2, élevé sur le square. Que savons-nous de cette équation? Oui? Je ne sais pas si vous l'avez congelé. Ecoute, c'est bizarre que le... Ah, excusez-moi. Je pense que c'est simplement le contact qui a été endommagé. On verra, je pense que l'infirmière va revenir. Je vais vraiment la décompresser. Merci beaucoup de l'avoir mentionné. Alors peut-être... Une minute. C'est tout? Nous allons regarder le... Apparaîtra-t-il? Nous allons nous remettre un peu en arrière. Tout le monde a remarqué? C'est bon? Puis-je passer à la ligne suivante?

notes

résumé

13m 22s



- Match nul : accélération

$$a_0 = \frac{2d - 2v_m(t_2 - t_0)}{(t_2 - t_1)^2} \quad (A.2.5)$$

$$(A.2.1) \Rightarrow t_1 - t_0 = \frac{d'}{v_v}$$

$$(A.2.3) \Rightarrow t_2 - t_1 = d$$

(A.2.6)

- Si $\Rightarrow$ moto gagne
- Si $\Rightarrow$ match nul
- Si $\Rightarrow$ voiture gagne

C'est un A0. L'A0 est petit. Je vais zoomer et recommencer. C'est un A0. Nous allons le rendre plus grand comme ça. Et voilà. C'est un A0. OK? Et voilà. OK? Les deuxièmes beamers apparaissent. Parfait. Nous allons faire un premier écran. C'est tout. Nous connaissons la distance D. Nous connaissons la vitesse Vm. Ce que nous ignorons, c'est le temps. Et en particulier, les intervalles de temps qui apparaissent dans cette relation. Nous aimerions les trouver. Qu'est-ce qu'on va faire? Nous devons nous baser sur ce que nous savons. OK? Pour trouver T1-0, nous pouvons nous baser sur la toute première équation que nous avons écrite. Ici, l'équation A21. OK? Puisque nous connaissons le prix, Nous avons aussi donné la vitesse de la voiture. Nous avons donc déduit que T1-0 doit être égal au prix sur Vv. Très bien. Donc, maintenant, nous aimerions aussi obtenir T2-0. OK? Nous allons donc commencer par T2-1, que nous pouvons extraire de l'équation A23. Puisque nous savons que D sera égal à Vv, qui multiplie T2-1 plus le prix. Donc T2-1 sera égal à D

notes

résumé

14m 17s



- Match nul : accélération

$$a_0 = \frac{2d - 2v_m(t_2 - t_0)}{(t_2 - t_1)^2} \quad (A.2.5)$$

$$(A.2.1) \Rightarrow t_1 - t_0 = \frac{d'}{v_v}$$

$$(A.2.3) \Rightarrow t_2 - t_1 = \frac{d - d'}{v_v} \Rightarrow \quad (A.2.6)$$

- Si $\Rightarrow$ moto gagne
- Si $\Rightarrow$ match nul
- Si $\Rightarrow$ voiture gagne

moins le prix divisé par V_v . OK?

notes

résumé

15m 49s



(A.2.5)

$$\frac{d'}{v} \Rightarrow t_2 - t_0 = \frac{d}{v_v}$$

$$\frac{2 dV_V (V_V - V_m)}{(d - d')^2} \quad (A.2.6)$$

agne

mul

gagne

- Analyse dimensionnelle :

$$a_0 = \frac{2dv_v(v_v - v_m)}{(d - d')^2} =$$

- Cas limites :

- Très grande vitesse de la voix

$$\lim_{v_v \rightarrow \infty} a_0 = \lim_{v_v \rightarrow \infty} \frac{2d v_v (v_v + d)}{(d - d)}$$

- Vitesses égales ($v_m \rightarrow v_v$) :

$$\lim_{v_m \rightarrow v_v} a_0 = \lim_{v_m \rightarrow v_v} \frac{2dv_v(v_v - v_m)}{(d - v_m)^2}$$

- Pont à l'arrivée ($d' \rightarrow d$) :

$$\lim_{d' \rightarrow d} a_0 = \lim_{d' \rightarrow d} \frac{2dv_v(v_v - d')}{(d - d')^2}$$

Donc maintenant, si nous prenons ces deux équations que nous avons, Vous pouvez voir que T1 est simplifié. OK? Les prix sont simplifiés. Et donc, nous allons extraire le prochain résultat, T2-0, qui est simplement la relation de D à Vv. OK? Alors maintenant, nous les avons. Nous avons nos deux intervalles de temps. Nous faisons donc la substitution. Nous trouvons que l'accélération limite, ce qui permet de garantir le match de la chaîne, est de la forme suivante. $2D$ moins $2D$, ce qui multiplie la relation de V_m à V_v , tout divisé par inférieur ou égal à L_v au carré, qui est elle-même divisée par V_v au carré. OK? Nous allons simplifier un peu cette écriture en multipliant le numérateur et le dénominateur par V_v au carré. Donc, nous aurons $2D$ fois V_v , qui multiplie V_v moins V_m , divisé par inférieur ou égal à L_v au carré. Nous connaissons donc les prix. Nous connaissons les prix. Nous connaissons V_m et V_v . Nous avons donc déterminé l'accélération qui donne le match de la chaîne, qui est si A est égal à 0. Donc évidemment, si l'accélération de la moto est plus important, C'est le vélo qui gagne. OK? Si A est supérieur à 0, Le vélo gagne, La voiture perd. Bien sûr, au contraire, lorsque l'accélération du vélo est inférieure à 0, C'est la voiture qui gagne. Il l'emportera sur le vélo qui perdra. OK? Donc, dans une analyse de dix, Nous sommes arrivés à la solution du problème physique. Ce qu'il faut faire, c'est vérifier Cette solution est cohérente. Ce n'est pas très compliqué, mais nous le ferons ensemble. Il y a donc différents angles d'attaque.

notes

résumé

15m 57s



- Analyse dimensionnelle :

$$a_0 = \frac{2dv_v(v_v - v_m)}{(d - d')^2} = \frac{[m][m/s^2][m/s^2]}{[m]^2} = [m/s^2]$$

- Cas limites :

1. Très grande vitesse de la voiture ($v_v \rightarrow \infty$) :

$$\lim_{v_v \rightarrow \infty} a_0 = \lim_{v_v \rightarrow \infty} \frac{2d v_v (v_v - v_m)}{(d - d')^2} = \infty \Rightarrow a_0 \rightarrow \infty$$

- Vitesses égales ($v_m \rightarrow v_v$) :

$$\lim_{v_m \rightarrow v_v} a_0 = \lim_{v_m \rightarrow v_v} \frac{2dv_v(v_v - v_m)}{(d - d')^2} =$$

- Pont à l'arrivée ($d' \rightarrow d$) :

$$\lim_{d' \rightarrow d} a_0 = \lim_{d' \rightarrow d} \frac{2 d v_v (v_v - v_m)}{(d - d')^2} =$$

Le premier angle d'attaque est l'analyse dimensionnelle. Vous devez voir que la dimension de la solution est correcte. OK? Comme je vous l'ai dit ce matin, lorsque vous avez des sommes ou des soustractions, La grandeur doit avoir les mêmes unités. Nous avons donc une magnitude qui a les unités de l'un des deux termes. C'est lorsque nous multiplions les termes ou nous divisons les termes que les unités peuvent changer. Alors, quelle sera l'unité de A_0 ? On le sait puisqu'il s'agit d'une accélération, et c'est ce que nous aimerions vérifier. Commençons donc par l'unité de la distance D qui sépare la ligne d'arrivée de la ligne de départ. Il est bien sûr donné en mètres. La vitesse du vélo, ou la voiture, est donnée en mètres par seconde. Alors nous avons la différence entre la vitesse de la Ferrari et la vitesse de l'éducation qui est également donnée en mètres par seconde. OK? Et puis, au dénominateur, les distances que nous calculons la différence Chacun est donné en mètres. Nous allons à la place. Nous nous retrouverons donc avec des mètres levés sur la place. Donc ces mètres carrés sont simplifiés avec les compteurs qui sont là. Que restera-t-il? Les compteurs au dénominateur tout le chemin vers la gauche. Et nous les diviserons deux fois par seconde. Nous aurons, sans surprise, mètres par seconde sur la place. C'est une accélération. Au niveau dimensionnel, La réponse est correcte. C'était donc un cas très simple. L'examen est une analyse qui peut être très payante Cela peut vous donner des points. OK? Si vous avez le temps de faire les problèmes correctement et normalement vous devriez avoir le temps puisque nous vous donnons une demi-heure de plus que ce que nous avons normalement pour vérifier vos résultats, OK? Prenez le temps de regarder toutes les réponses et faites cette analyse. Si nous vous demandons de trouver une force, Vous aurez besoin de

notes

résumé

17m 36s



- Analyse dimensionnelle :

$$a_0 = \frac{2 d v_v (v_v - v_m)}{(d - d')^2} = \frac{[m][m/s][m/s]}{[m]^2} = [m/s^2]$$

- Cas limites :

- Très grande vitesse de la voiture ($v_v \rightarrow \infty$) :

$$\lim_{v_v \rightarrow \infty} a_0 = \lim_{v_v \rightarrow \infty} \frac{2 d v_v (v_v - v_m)}{(d - d')^2} = \infty \Rightarrow a_0 \rightarrow \infty$$

- Vitesses égales ($v_m \rightarrow v_v$) :

$$\lim_{v_m \rightarrow v_v} a_0 = \lim_{v_m \rightarrow v_v} \frac{2 d v_v (v_v - v_m)}{(d - d')^2} =$$

- Pont à l'arrivée ($d' \rightarrow d$) :

$$\lim_{d' \rightarrow d} a_0 = \lim_{d' \rightarrow d} \frac{2 d v_v (v_v - v_m)}{(d - d')^2} =$$

l'unité pour être Newton. Si au lieu de trouver une force, vous trouvez une accélération, par exemple, c'est que quelque part dans vos calculs Vous avez oublié de multiplier par une masse. Donc, vous pouvez trouver le mauvais. C'est un avantage de la physique sur les maths Comme il y a des dimensions, nous trouvons les mauvaises. Ce ne sont pas que des chiffres. Maintenant, la deuxième chose que vous pouvez faire est d'étudier les limites et de voir qu'il est cohérent. Faisons cette étude ensemble. Évidemment, nous allons apprendre limites Ce sera mathématiquement compréhensible physiquement indéfendable. Nous ne pouvons jamais avoir une vitesse qui va à l'infini puisque la vitesse maximale est celle de la lumière. Supposons que ce soit le cas et que nous le résolvions. Que se passerait-il si la vitesse de la voiture aller à l'infini? Que se passerait-il si l'accélération s'accélérait? Eh bien, si la vitesse de la voiture va à l'infini, Il vient presque immédiatement proche de la ligne d'arrivée. Pour que le moteur l'attrape Quand il est sur le pont, L'accélération d'un moteur doit être infinie. OK? C'est exactement ce que nous allons trouver parce que si nous prenons la limite de la vitesse de la voiture aller à l'infini, nous prenons l'expression qui est ici, nous voyons qu'avec le numérateur, nous avons deux fois la vitesse qui apparaît, nous trouverons qu'il y a un résultat qui ira à l'infini. OK? C'est donc parfaitement cohérent du point de vue de son interprétation même si ce n'est pas plausible d'un point de vue physique. Que se passe-t-il maintenant dans la limite où la vitesse du moteur va à la vitesse de la voiture? Eh bien, au début, il va côte à côte s'il va à la même vitesse, il reste côte à côte jusqu'à ce que le moteur et la voiture aillent au pont.

notes

résumé

$$\frac{[m s^{-1}][m s^{-1}]}{[m]^2} = [m s^{-2}]$$

 $(v_v \rightarrow \infty) :$

$$\frac{1}{\epsilon} = \infty \Rightarrow q_0 \rightarrow \infty$$

$$\frac{m}{m} = 0 \Rightarrow a_m \rightarrow 0$$

$$= \infty \Rightarrow a_0 = \infty$$

A.2 Cinématique et dynamique du

A.2.1 Course entre voiture et

A.2.2 Carambole (billard ind

Et donc le moteur n'a pas besoin d'accélérer pour attraper la voiture, car il est déjà à la fin de la route avec celui-ci, en d'autres termes, l'accélération doit être zéro. OK? Vérifions. Prenons la limite quand V_m va à V_v . Prenez notre accélération, faire passer V_m à V_v , Faisons les termes ici, entre la parenthèse et le numérateur, Simplifier. Nous avons donc zéro, qui apparaît dans le numérateur. Le dénominateur est non nul, Donc, cela ira à zéro. Le moteur n'a pas besoin d'accélérer, Ce qui est parfaitement compris. OK? Ce qui se passe maintenant Si nous plaçons le pont Juste au niveau de la ligne d'arrivée? OK? Dans ce cas, nous faisons la distance des valeurs qui séparent le pont De la ligne de départ, ok? à la distance qui sépare la ligne d'arrivée de la ligne de départ. Si nous regardons le dénominateur, qui est ici, Nous voyons que celui-ci va être annulé. Nous aurons donc une accélération qui va vers l'infini. C'est compréhensible, car si le moteur est en retard et la voiture arrive sur la ligne d'arrivée, Il est nécessaire que le moteur a une accélération infinie pour pouvoir, presque instantanément, pour attraper la voiture sur la ligne d'arrivée. Ce n'est pas plausible physiquement, ce n'est pas faisable, mais c'est compréhensible en termes Son interprétation, ok? Nous voyons le genre de choses que nous pouvons faire dans la pratique. Si nous vous demandons, par exemple, pour décrire la vitesse d'un objet qui est soumis à son propre poids et une force de frottement, Qu'est-ce qu'on appelle la balistique avec friction, OK? Il faudra que la vitesse que vous trouvez, si t est 0, C'est la vitesse initiale, d'accord? Donc ce genre de raisonnement avec des limites peut être très ennuyeux de voir que le résultat est correct. OK? C'était donc le premier exercice.

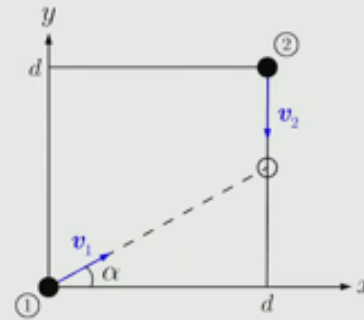
notes

résumé

21m 13s



- Le puck ① est lancé de l'origine O au temps initial $t = 0$ avec un vecteur vitesse $\mathbf{v}_1 = \text{cste}$ dans le plan horizontal Oxy selon une droite qui fait un angle α avec l'axe Ox .
- On cherche à déterminer le temps t_1 auquel on doit lancer le puck ② du point de coordonnées (d, d) avec un vecteur vitesse $\mathbf{v}_2 = \text{cste}$ selon une droite parallèle à l'axe Oy pour qu'il y ait collision.



Passons maintenant à la deuxième application. Un plateau de caramboles, OK?

notes

résumé

23m 1s



- Position du puck ① :

$$(A.2.7)$$

$$(A.2.8)$$

- Position du puck ② :

$$(A.2.9)$$

$$(A.2.10)$$

- Collision entre les pucks au temps t_2 (i.e. $t_2 \geq t_1$) :

$$(A.2.11)$$

$$(A.2.12)$$

- $(A.2.11) \Rightarrow (A.2.12)$:

Ainsi,

$$(A.2.13)$$

Donc vous avez un plateau comme celui-ci Et supposons qu'il n'y ait pas de trous pour simplifier, donc vous avez des pokes. Donc, vous avez un poke qui est au niveau d'un sommet, Le sommet, disons, et l'autre poke C'est en haut à droite, ok? Mais sur un plan horizontal, OK? Les deux pokes seront lancés avec une vitesse constante, supposons qu'il n'y ait pas de friction, donc les deux broches auront un mouvement uniforme rectilin. L'idée est la suivante. Vous introduisez une répartition cartésienne avec un système AX. Nous ne placerons pas initialement le premier poke A l'origine, ok? Le plateau de la carambole a des dimensions de D sur D, Donc le deuxième poke doit coordonner le dd cartésien initial, alors que le premier poke est à l'origine C0 et C0, OK? Le premier poke est lancé avec une trajectoire rectiline qui fait un angle alpha avec l'horizontale, OK? Donc la vitesse vectorielle qui est dans la trajectoire fait un angle alpha avec l'axe C6. Le deuxième poke est lancé avec l'arrêt ici de la carambole, qui est parallèle à l'axe des ordres, OK? La question que nous nous posons est quand il sera nécessaire de libérer le deuxième poke Au début, le premier poke pour le faire entrer en collision avec les deux objets que nous rencontrons? C'est le but de la description, ok?

notes

résumé

23m 6s



- Position du puck ① : MRV

$$x_1(t) = V_1 \cos \alpha t \quad (A.2.7)$$

$$y_1(t) = V_1 \sin \alpha t \quad (A.2.8)$$

- Collision entre les pucks au temps t_2 (i.e. $t_2 \geq t_1$) :

$$(A.2.11)$$

$$(A.2.12)$$

- (A.2.11) $\Rightarrow$ (A.2.12) :

Ainsi,

$$(A.2.13)$$

Ainsi, les deux objets ont un mouvement uniforme rectiligne. Je peux l'écrire, d'accord? Et voilà. Ce mouvement uniforme rectiligne est bidimensionnel. Il est plutôt placé dans un avion. Le mouvement lui-même est fait Avec une trajectoire unidimensionnelle, OK? Ce qu'il va falloir faire, c'est écrire en composantes le mouvement, ou l'équation réelle, si vous voulez, de chacun des poke. Commençons par le premier poke. Nous aimerions donc, en fonction du temps, à coordonner avec l'axe ainsi que de coordonner avec l'ordre, d'accord? Donc, pour ce faire, nous devons regarder le dessin. Quelle sera la vitesse du poke selon l'axe du X? C'est la projection de la vitesse du poke selon cet axe, sachant que le mouvement est fait selon un axe rectiligne qui fait un angle, ou un angle indivisible, qui fait un angle alpha par rapport à l'axe du X. Donc, nous devons projeter sur la place adjacente, la coordonnée de la vitesse sera donc V_1 fois le cosinus de l'alpha. Donc, nous avons la vitesse V_1 fois le cosinus de l'alpha, OK? qui multiplie le temps. Donc, nous devons le faire, Plus quoi? Plus la valeur initiale de la coordonnée en X qui est nul puisqu'il est à l'origine, OK? Selon l'axe du Y, il sera similaire, Sauf que maintenant, nous ne projetons pas l'axe du X avec un angle de 1 cos, mais avec l'axe du Y à l'aide de, bien, plutôt sur le carré qui est opposé à l'angle de l'alpha, il va faire intervenir le sinus de l'angle alpha. Donc, nous aurons V_1 fois le sinus de l'alpha. Voici donc le mouvement du premier axe. Nous nous intéressons maintenant à la seconde, qui est un peu plus technique.

notes

résumé

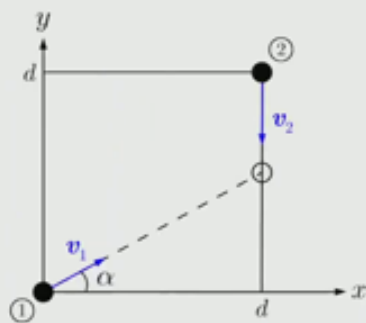
24m 38s



Le puck ① est lancé de l'origine O à l'instant initial $t = 0$ avec une vitesse $v_1 = \text{cte}$ dans le plan horizontal Oxy selon une droite faisant un angle α avec l'axe Ox .



On cherche à déterminer le temps t_1 au moment où le puck ② doit être lancé du point de coordonnées (d, d) avec une vitesse $v_2 = \text{cte}$ selon une direction parallèle à l'axe Oy pour qu'il y ait une collision.



- Position

$$x_1(t) =$$

$$y_1(t) =$$

- Collision

- (A.2.1)

Ainsi,

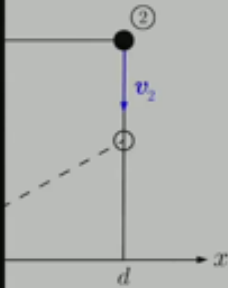
Pour le deuxième axe, ce que nous voyons tout de suite, est que son déplacement se fera parallèlement à l'axe des coordonnées, et donc la coordonnée de l'axe du deuxième axe ne changera pas. C'est tout simplement D , ok? Donc, X_2 de T sera égal à D . Qu'est-ce que le Y_2 de T ? Eh bien, à l'instant initial, dans T est égal à 0, l'axe de X est dans la coordonnée de D . Donc, la coordonnée de la coordonnée sera d'abord un D . Et puis, l'axe du X se déplacera vers le bas, donc, cette coordonnée diminuera avec le temps avec un mouvement rectiligne uniforme, donc une vitesse constante. Donc, nous devons inverser le produit de la vitesse projetée sur cet axe, quelle est simplement la vitesse, D_2 , OK? Multiplier par quoi? Multipliez par l'intervalle de temps. Attention, ce n'est pas T . No? Parce que nous allons laisser tomber le deuxième poc à une heure T_1 . Donc, c'est l'intervalle de temps qui sépare le temps T_1 du temps T_1 où nous le laissons tomber. OK? C'était le piège. OK? Oui? Ainsi, la poc 1 est initialement à l'origine. Le poc 1, je vais revenir pour le montrer clairement.

notes

résumé

26m 25s





10 / 13

A.2.2 Carambole (billard indien)

- Position du puck ① : MRV

$$x_1(t) = V_1 \cos \alpha t \quad (A.2.7)$$

$$y_1(t) = V_1 \sin \alpha t \quad (A.2.8)$$

- Collision entre les pucks au temps t_2 (i.e. $t_2 \geq t_1$) :

$$(A.2.11) \Rightarrow (A.2.12) :$$

Ainsi,

- Position du p

$$x_2(t) = d$$

$$y_2(t) = d$$

Dr. Sylvain Bréchet

A.2 Cinématique et dynamique du point matériel

Le poc 1, nous le laissons tomber initialement avec une vitesse V , et il se déplacera avec un mouvement rectiligne uniforme suivant les lignes qui sont ici. Le poc 2, nous le laissons tomber à un certain moment. OK? Et nous aimerions trouver le moment où nous le laissons tomber afin qu'il y ait collision entre les deux pocs, et cette collision aura eu lieu au point qui est là. OK? Fondamentalement, c'est l'idée. Mais nous serons en mesure de varier l'angle α aussi dans la discussion. Nous pouvons varier les vitesses et l'angle. Et nous voulons discuter de la collision qui va se produire et le moment où cela se produit. OK? Donc, il semble qu'il s'agisse d'un problème simple, parce que nous n'avons que des mouvements rectilignes uniformes. Ce n'est pas si simple. OK?

notes

résumé

27m 56s



- Position du puck ① : MRV

$$x_1(t) = v_1 \cos \alpha t \quad (A.2.7)$$

$$y_1(t) = v_1 \sin \alpha t \quad (A.2.8)$$

- Position du puck ② : MRU

$$x_2(t) = d \quad (A.2.9)$$

$$y_2(t) = d - v_2(t - t_1) \quad (A.2.10)$$

- Collision entre les pucks au temps t_2 (i.e. $t_2 \geq t_1$) :

$$x_1(t_2) = x_2(t_2) \Rightarrow v_1 \cos \alpha t_2 = d \Rightarrow t_2 = \frac{d}{v_1 \cos \alpha} \quad (A.2.11)$$

$$y_1(t_2) = y_2(t_2) \Rightarrow v_1 \sin \alpha t_2 = d - v_2(t_2 - t_1) \quad (A.2.12)$$

- (A.2.11) $\Rightarrow$ (A.2.12) :

Ainsi,

$$(A.2.13)$$

Ce n'est pas très compliqué, mais ce n'est pas si simple. Oui? Le T que vous mettez dans l'intégra... Oui? Est-ce que c'est la même chose que l'autre? C'est fini. Sois prudent. Le 0. Le... Non, non, non. L'heure du T, ok? Pour l'équation qui est correcte, il y a un T1. Ce T1 sera intéressant lorsque T sera supérieur à T1. OK? A un moment donné, nous décidons de laisser tomber le deuxième poc. Disons que nous le laissons tomber à l'heure T1. Et puis nous voulons regarder son mouvement pour un T qui est supérieur ou égal à T1. On l'a laissé tomber. Il sera inutile de regarder ce qui se passe avant. OK? Donc, c'est pour un T qui est supérieur à T1, que nous verrons quand il y aura une collision. OK? Il aura lieu au T2. OK? Donc, c'est ce qu'on va mettre. La collision entre les deux pocs que nous voulons avoir aura lieu à T2. Qu'est-ce que cela signifie concrètement qu'il y a une collision? Les deux pocs, oui? La coordonnée x est un vecteur égal à x1 et égal à x2. La coordonnée x est égale à x2. Absolument. C'est exactement ça. Les coordonnées seront les mêmes pour les deux objets. C'est comme si c'était superposé. Dans notre modèle de points matériels, nous assimilons chaque poc un point. Et donc, les points sont au même endroit. OK? C'est vrai pour les coordonnées. Comme vous venez de le dire, c'est même vrai pour les vecteurs. Si nous avons la position vectorielle de chaque poc, à un certain moment, le temps T2 de collision, Les deux vecteurs sont identiques. OK? Ils sont composés d'une force. Maintenant, nous allons écrire exactement ce que vous venez de dire. Pour savoir que la coordonnée x1 de la première poc au temps T2 où il y a collision est égale à la coordonnée x2 de la deuxième poc en

notes

résumé

28m 34s



- Position du puck ① : MRV

$$x_1(t) = V_1 \cos \alpha t \quad (A.2.7)$$

$$y_1(t) = V_1 \sin \alpha t \quad (A.2.8)$$

- Position du puck ② : MRU

$$x_2(t) = d \quad (A.2.9)$$

$$y_2(t) = d - v_2(t - t_1) \quad (A.2.10)$$

- Collision entre les pucks au temps t_2 (i.e. $t_2 \geq t_1$) :

$$x_1(t_2) = x_2(t_2) \Rightarrow V_1 \cos \alpha t_2 = d \Rightarrow t_2 = \frac{d}{V_1 \cos \alpha} \quad (A.2.11)$$

$$y_1(t_2) = y_2(t_2) \Rightarrow V_1 \sin \alpha t_2 = d - v_2(t_2 - t_1) \quad (A.2.12)$$

- (A.2.11) $\Rightarrow$ (A.2.12) :

Ainsi,

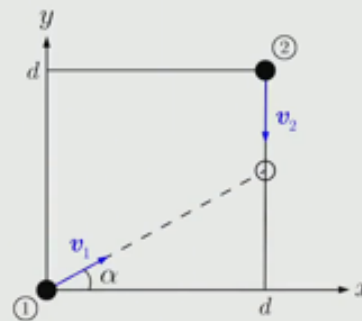
$$(A.2.13)$$

même temps. OK? Donc, il suffit de prendre x_1 de T, x_2 de T, et les évaluer en T est égal à T2. Commençons donc par x_1 de T2. Nous aurons V_1 fois le cosinus d' α fois T2, qui est égal à D. OK? D, qui correspond ici à x_2 de T2. OK? C'est une variante. OK? Et donc, nous pouvons dessiner le temps de collision, le temps T2. C'est le rapport de D divisé par V_1 fois le cosinus d' α . OK? Donc, maintenant, si nous identifions la coordonnée de l'ordonnée de la deuxième poc, nous aurons que y_1 fois T2 sera égal à y_2 fois T2. OK? Donc, y_1 , si nous l'évaluons dans T2, il donnera V_1 sinus d' α fois T2. Et pour y_2 fois T2, nous aurons simplement le moins V_2 qui multiplie T2 moins T1. OK? Oui, mais nous connaissons T2. Nous venons de le déterminer. T2 est le rapport de V_1 fois le cosinus d' α . Nous pouvons le prendre et le remplacer dans cette relation. OK? Et ce que nous voulons dessiner, nous le ferons aussi ici, soit dit en passant, Ce que nous voulons dessiner, évidemment, c'est T1, ce qui nous intéresse. OK?

notes

résumé

- Le puck ① est lancé de l'origine O au temps initial $t = 0$ avec un vecteur vitesse $\mathbf{v}_1 = \text{cste}$ dans le plan horizontal Oxy selon une droite qui fait un angle α avec l'axe Ox .
- On cherche à déterminer le temps t_1 auquel on doit lancer le puck ② du point de coordonnées (d, d) avec un vecteur vitesse $\mathbf{v}_2 = \text{cste}$ selon une droite parallèle à l'axe Oy pour qu'il y ait collision.



Donc, si nous recommençons avec cette identité que nous venons de décrire, on peut alors remplacer T_2 par $D \sin \alpha$ sur $V_1 \cos \alpha$. Simplifiez le terme qui est là, puisque nous aurons $V_1 \sin \alpha$ fois D sur $V_1 \cos \alpha$. Le V_1 va se simplifier. Il restera avec nous jusqu'à ce qu'il multiplie le rapport du sinus sur le cosinus, qui est, bien sûr, la tangente, bien sûr. C'est la tangente de l'alpha. Dans la colonne de droite, nous aurons D moins V_2 qui multiplie T_2 , C'est-à-dire sur $V_1 \cos \alpha$ moins T_1 . Et donc, nous trouvons la réponse à la question, qu'est-ce que T_1 ? Eh bien, c'est $D \sin \alpha$ sur $V_1 \cos \alpha$, qui est couvert par T_2 , OK? T_1 est inférieur à T_2 , tout le sinus moins qui apparaît ici dans l'analyse, qui multiplie donc D sur V_2 ,

notes

résumé

31m 49s



- Position du puck ① : MRV

$$x_1(t) = v_1 \cos \alpha t \quad (A.2.7)$$

$$y_1(t) = v_1 \sin \alpha t \quad (A.2.8)$$

- Position du puck ② : MRU

$$x_2(t) = d \quad (A.2.9)$$

$$y_2(t) = d - v_2(t - t_1) \quad (A.2.10)$$

- Collision entre les pucks au temps t_2 (i.e. $t_2 \geq t_1$) :

$$x_1(t_2) = x_2(t_2) \Rightarrow v_1 \cos \alpha t_2 = d \Rightarrow t_2 = \frac{d}{v_1 \cos \alpha} \quad (A.2.11)$$

$$y_1(t_2) = y_2(t_2) \Rightarrow v_1 \sin \alpha t_2 = d - v_2(t_2 - t_1) \quad (A.2.12)$$

- (A.2.11) $\Rightarrow$ (A.2.12) :

$$y_1(t_2) = y_2(t_2) \Rightarrow \underbrace{\frac{d \sin \alpha}{\cos \alpha}}_{= \tan \alpha} = d - v_2 \left(\frac{d}{v_1 \cos \alpha} - t_1 \right)$$

Ainsi,

$$t_1 = \underbrace{\frac{d}{v_1 \cos \alpha}}_{= t_2} - \frac{d}{v_2} (1 - \tan \alpha) \quad (A.2.13)$$

Donc ce terme ne sera jamais plus petit que zéro.

notes

résumé

33m 20s



- Cas limites :

❶ Lancé du puck ❶ selon l'axe horizontal Ox ($\alpha \rightarrow 0$) :

$$(A.2.13) \Rightarrow (A.2.14)$$

$$(A.2.11) \Rightarrow (A.2.15)$$

- ❶ Si $(A.2.14) \Rightarrow$
- ❶ Si $(A.2.14) \Rightarrow$
- ❶ Si $(A.2.14)$ et $(A.2.15) \Rightarrow$

Il peut être à la rigueur et égal à zéro, il sera toujours positif. Okay? Ce qui signifie que T_1 sera toujours inférieur à T_2 et c'est parfaitement cohérent. Okay? Nous arrivons donc à la conclusion que T_1 est plus petit que T_2 tel que nous le connaissons. C'est déjà bon. Nous avons une formule générale, à partir du moment où nous devons lancer la deuxième rondelle pour nous assurer qu'il y a nécessairement collision. Okay? Maintenant, pour voir un peu ce que cette formule est dans le ventre, Nous pouvons regarder les limites qui seront très claires. Prenons la première limite simple,

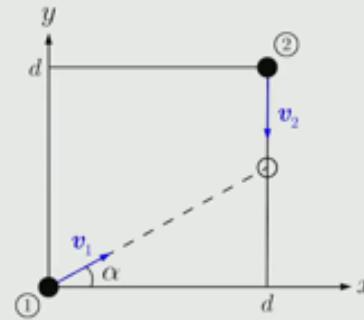
notes

résumé

33m 52s



- Le puck ① est lancé de l'origine O au temps initial $t = 0$ avec un vecteur vitesse $\mathbf{v}_1 = \text{cste}$ dans le plan horizontal Oxy selon une droite qui fait un angle α avec l'axe Ox .
- On cherche à déterminer le temps t_1 auquel on doit lancer le puck ② du point de coordonnées (d, d) avec un vecteur vitesse $\mathbf{v}_2 = \text{cste}$ selon une droite parallèle à l'axe Oy pour qu'il y ait collision.



nous lancerons la première rondelle selon l'axe de X. Donc si on revient, d'accord?

notes

résumé

34m 31s



puck ① : *MRV*

• Position du puck ② : *MRU*

$$x_1(t) = d \cos \alpha t \quad (A.2.7)$$

$$x_2(t) = d \quad (A.2.9)$$

$$y_1(t) = d \sin \alpha t \quad (A.2.8)$$

$$y_2(t) = d - v_2(t - t_1) \quad (A.2.10)$$

entre les pucks au temps t_2 (i.e. $t_2 \geq t_1$) :

$$x_2(t_2) \Rightarrow v_1 \cos \alpha t_2 = d \Rightarrow t_2 = \frac{d}{v_1 \cos \alpha} \quad (A.2.11)$$

$$y_2(t_2) \Rightarrow v_1 \sin \alpha t_2 = d - v_2(t_2 - t_1) \quad (A.2.12)$$

$\Rightarrow$ (A.2.12) :

$$y_2(t_2) \Rightarrow \frac{d \sin \alpha}{\cos \alpha} = d - v_2 \left(\frac{d}{v_1 \cos \alpha} - t_1 \right)$$

$$\frac{d \sin \alpha}{\cos \alpha} - \frac{d}{v_2} (1 - \tan \alpha) \geq 0 \Rightarrow t_1 \leq t_2 \quad (A.2.13)$$

• Cas limites

• Lancé du p

$$(A.2.13)$$

$$(A.2.11)$$

• Si

• Si

• Si

Nous avons ici un angle alpha qui sera égal à zéro. Que se passe-t-il dans la discussion? La tangente de l'angle alpha qui sera zéro pour un angle alpha. Okay? Ainsi, le cosinus de l'angle alpha sera égal à un. Okay?

notes

résumé

34m 39s



- Cas limites :

① Lancé du puck ① selon l'axe horizontal Ox ($\alpha \rightarrow 0$) : $\cos \alpha = 1$
 $\sin \alpha = 0$

$$(A.2.13) \Rightarrow t_1 = \frac{d}{v_1} - \frac{d}{v_2} \geq 0 \Rightarrow v_2 \geq v_1 \quad (A.2.14)$$

$$(A.2.11) \Rightarrow t_2 = \frac{d}{v_1} \quad (A.2.15)$$

① Si $t_1 = 0$ (A.2.14) $\Rightarrow v_2 = v_1$

② Si $t_1 > 0$ (A.2.14) $\Rightarrow v_2 > v_1$

③ Si $t_1 = t$ (A.2.14) et (A.2.15) $\Rightarrow$

Donc maintenant, si nous prenons cette simple limite, Je vais juste l'écrire ici, le cosinus de l'angle alpha est un et la tangente de l'angle alpha est zéro. Très bien. Que veut dire T1? T1 est D sur V1 cos alpha, c'est-à-dire D sur V1, moins D sur V1, qui multiplie un moins la tangente de alpha, la tangente de alpha est zéro. Donc c'est moins D sur V2. Okay? Et cela doit être supérieur ou égal à zéro. Nous avons donc conclu que V2 doit être nécessairement supérieur ou égal à V1 dans ce cas. Okay? Qu'est-ce que le T2? T2 est le rapport de D sur V1, simplement parce que le cosinus de alpha est égal à zéro. Qu'est-ce que ça veut dire? C'est très simple. La première étape est que nous lançons au moment initial, il se déplace à vitesse constante, selon l'arrêt inférieur, il parcourt une distance de D à la vitesse V1, pour qu'il y ait collision à la fin de la butée, puisque la collision aura nécessairement lieu à la fin de la butée, c'est simplement le rapport de la distance parcourue, divisé par la vitesse. C'est tout. Okay? Donc maintenant, dans le cas particulier où T1 est égal à zéro, c'est-à-dire que les deux étapes sont lancées en même temps, puisqu'ils parcourent la même distance, la marche inférieure, le long de la butée horizontale, la marche supérieure, la butée verticale, Eh bien, il sera nécessaire qu'ils aient la même vitesse Rendez-vous en bas à droite. Il faudra donc que V2 soit égal à V1. Okay? Si maintenant T1 est supérieur à zéro, Cela signifie qu'il y a un petit retard dans le lancement de la deuxième étape. par rapport à la première étape. Et donc, puisqu'ils parcourent la même distance, il sera nécessaire que la vitesse de la deuxième étape est supérieure à celle de la première étape, pour pouvoir les attraper et

notes

résumé

34m 56s



- Cas limites :

❶ Lancé du puck ❶ selon l'axe horizontal Ox ($\alpha \rightarrow 0$) : $\cos \alpha = 1$
 $\sin \alpha = 0$

$$(A.2.13) \Rightarrow t_1 = \frac{d}{v_1} - \frac{d}{v_2} \geq 0 \Rightarrow v_2 \geq v_1 \quad (A.2.14)$$

$$(A.2.11) \Rightarrow t_2 = \frac{d}{v_1} \quad (A.2.15)$$

❶ Si $t_1 = 0$ (A.2.14) $\Rightarrow v_2 = v_1$

❷ Si $t_1 > 0$ (A.2.14) $\Rightarrow v_2 > v_1$

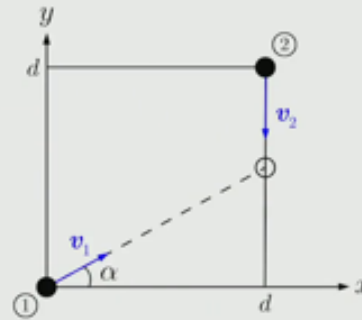
❸ Si $t_1 = t$ (A.2.14) et (A.2.15) $\Rightarrow$

aller en bas à droite. Donc v_2 est plus grand que v_1 .

notes

résumé

- Le puck ① est lancé de l'origine O au temps initial $t = 0$ avec un vecteur vitesse $\mathbf{v}_1 = \text{cste}$ dans le plan horizontal Oxy selon une droite qui fait un angle α avec l'axe Ox .
- On cherche à déterminer le temps t_1 auquel on doit lancer le puck ② du point de coordonnées (d, d) avec un vecteur vitesse $\mathbf{v}_2 = \text{cste}$ selon une droite parallèle à l'axe Oy pour qu'il y ait collision.



Imaginons maintenant que T_1 soit égal à T_2 . Qu'est-ce que ça veut dire? Cela signifie que lorsque l'étape numéro un, qui se déplace le long de la butée horizontale, atteint le point où il y a collision, Nous relâchons la deuxième étape au-dessus. Il faudra que sa vitesse soit infinie pour les attraper. Ce n'est pas possible physiquement, mais c'est le cas. que nous entendrions. Okay? Il faudrait donc que V_2 soit égal à l'infini. Okay? Dernier cas possible, revenons en arrière.

notes

résumé

37m 1s



du puck (1) : MRU

• Position du puck (2) : MRU

$$x_1(t) = v_1 \cos \alpha t \quad (A.2.7)$$

$$x_2(t) = d \quad (A.2.9)$$

$$y_1(t) = v_1 \sin \alpha t \quad (A.2.8)$$

$$y_2(t) = d - v_2(t - t_1) \quad (A.2.10)$$

entre les pucks au temps t_2 (i.e. $t_2 \geq t_1$) :

$$x_1(t_2) \Rightarrow v_1 \cos \alpha t_2 = d \Rightarrow t_2 = \frac{d}{v_1 \cos \alpha} \quad (A.2.11)$$

$$y_1(t_2) \Rightarrow v_1 \sin \alpha t_2 = d - v_2(t_2 - t_1) \quad (A.2.12)$$

$\Rightarrow$ (A.2.12) :

$$y_1(t_2) \Rightarrow \frac{d \sin \alpha}{\cos \alpha} = d - v_2 \left(\frac{d}{v_1 \cos \alpha} - t_1 \right)$$

$$\frac{d}{\tan \alpha} - \frac{d}{v_2} (1 - \tan \alpha) \geq 0 \Rightarrow t_1 \leq t_2 \quad (A.2.13)$$

• Cas limite

1 Lancé du

$$(A.2.13)$$

$$(A.2.11)$$

1 Si

2 Si

3 Si

Supposons maintenant que l'angle α est égal à l'autre angle limite, qui est de 45 degrés. Okay? Cela signifie que nous allons lancer la première étape dans la deuxième étape. Que se passera-t-il alors?

notes

résumé

37m 29s





Dans ce second cas, la limite, la tangente de l'angle alpha sera égale à... 1. Okay? Quel est le cosinus de l'angle alpha? Le cosinus d'un angle de 45 degrés est... C'est la racine de 2 sur 2, exactement. Et la racine de 2 sur 2, nous pouvons aussi écrire 1 sur la racine de 2. Pourquoi je dis ça? Parce que l'angle alpha apparaît dans le dénominateur. Donc, il nous donnera une racine de 2 dans le dénominateur. Okay? Donc, T_1 sera égal à D sur V_1 avec un cosinus de alpha, 1 sur racine de 2 dans le dénominateur. Nous avons donc la racine de 2 dans le dénominateur. Inférieur à D sur V_2 , multiplié par 1 moins 1, Ce terme a disparu. Nous avons D sur V_1 sur racine de 2, qui est également égal à T_2 . Okay? Parce que T_2 était D sur V_1 sur racine de 2. Okay? En d'autres termes, la collision a lieu lorsque nous libérons le deuxième poc. Est-ce raisonnable? Bien sûr, pourquoi? Parce que nous lançons le premier dans la deuxième ligne de visière. Nous n'avons pas besoin de libérer le deuxième pour entrer dans la collision. Le second reste mobile. Et la collision a lieu lorsque le premier point touche le second. Okay? Ici, vous pouvez voir que ce genre d'analyse, nous regardons ce qui se passe dans les limites. Okay? Cela nous permet de mieux comprendre la physique derrière une expression. Nous aurons l'occasion dans ce cours d'en voir beaucoup d'autres. Je voudrais terminer par une vidéo, dans lequel nous discuterons des concepts essentiels la semaine prochaine. Si vous prenez cette bouteille de viande, et une feuille de papier, Si je le laisse tomber, Quel est l'objet qui arrivera le premier au sol? Vous l'aurez compris, c'est la bouteille de viande. Okay? C'est QFD. Alors, pourquoi? Pourquoi la bouteille de viande arrive-t-elle en premier sur le sol plutôt

notes

résumé

37m 44s





que sur la feuille de papier? Parce qu'il y a des frictions, exactement. S'il n'y a pas de friction, que se passe-t-il? Ils tombent en même temps, ils ont la même accélération. Nous le verrons avec la vidéo suivante, qui a été faite dans la plus grande ceinture averse aux États-Unis. Il s'agit de la centrale électrique spatiale de la NASA à Cleveland, dans l'Ohio. Une boule de bowling est libérée en même temps qu'un doigt. Leur accélération sera la même. Il fait cela en pompant les 30 tonnes de... Il y a un blabla. Nous expliquerons ce qui se passe dans la ceinture averse. Tiens, tu vois... Une minute. Vous voyez la boule de viande, vous voyez les doigts. Et d'abord, c'est fait dans une vraie atmosphère. Alors, quel est l'objet qui arrivera le premier sur le terrain? Évidemment, la boule de bowling. Okay? Regarde ça. Tu aurais tout deviné. Ce qui se passe en présence de fraude est plus compliqué mathématiquement. C'est un vrai défi, mais c'est aussi plus intéressant. Il va falloir résoudre une équation différentielle pour y arriver. Je vous souhaite une excellente fin de journée.

notes

résumé
