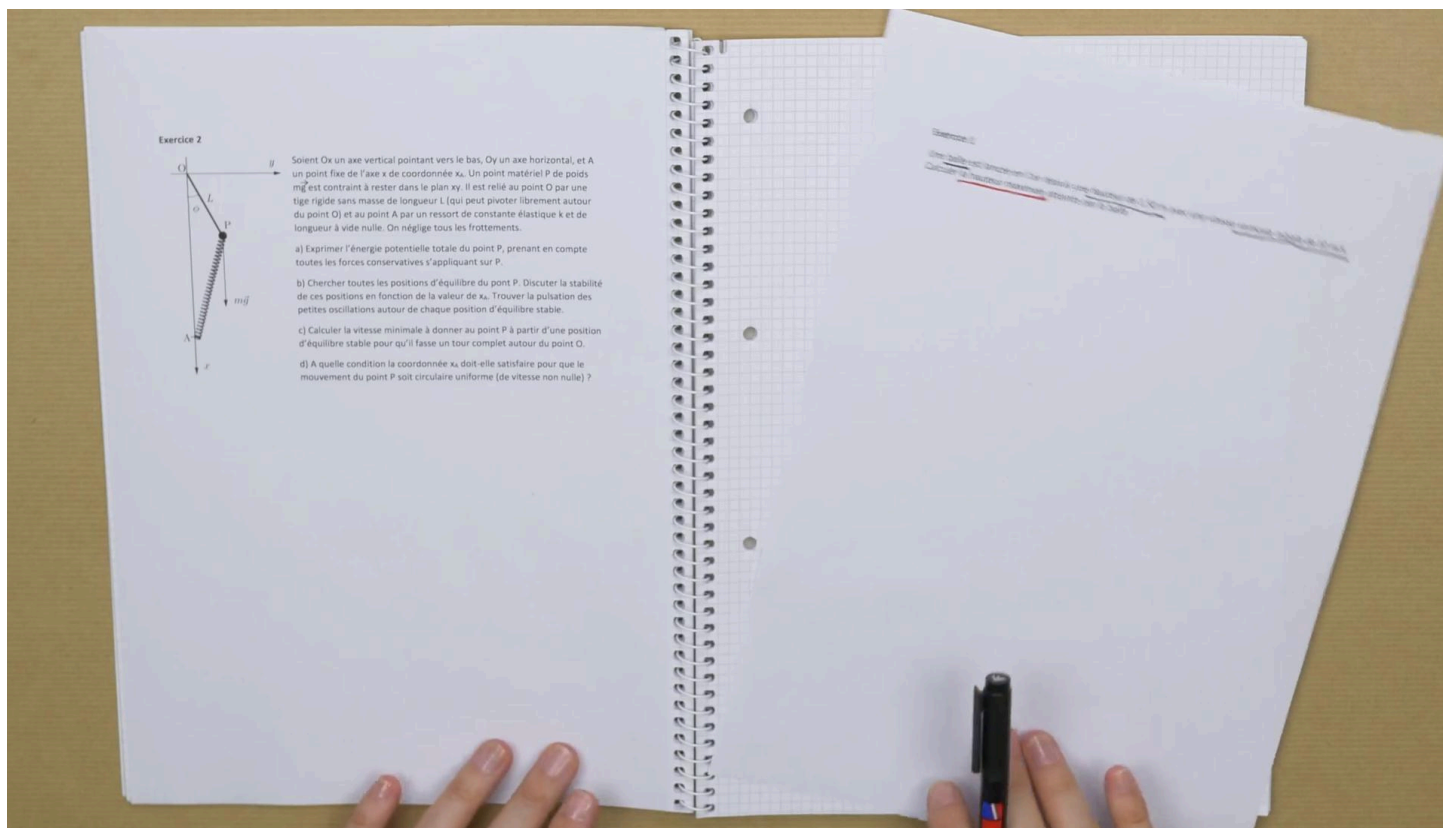


EPFL



Dans une autre vidéo, nous avons vu comment faire l'analyse détaillée d'un exercice sur un exemple simple. L'objectif de cette vidéo est de vous illustrer cette même étape mais cette fois sur un exercice d'examen; tel qu'il pourrait être donné à des étudiants de première année à l'EPFL, en Physique générale 1. Cet exercice est un exemple typique de problème complexe pour lequel il n'y a pas de solution évidente au premier abord. C'est donc le fait de l'analyser en détail qui va nous aider à identifier comment l'aborder.

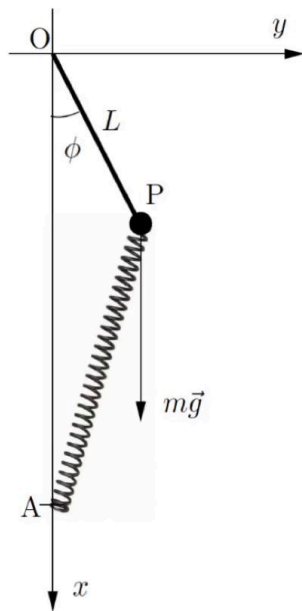
Notes

Summary



0m 04s

Un problème complexe en physique



1. Téléchargez l'énoncé de l'exercice
2. Notez au fur et à mesure les différentes **étapes utilisées** pour analyser l'exercice

Comme pour l'autre exercice, je vous propose tout d'abord de télécharger l'énoncé de l'exercice depuis le mooc afin de pouvoir suivre les explications. Cet exercice comporte peut-être des concepts que vous ne connaissez pas encore; et ce n'est pas grave. car rappelez-vous que l'objectif ici n'est pas la physique mais bien la méthode. Donc concentrez-vous sur les étapes qui sont présentées pour analyser le problème et faites-en une liste. Nous reviendrons sur cette liste à la fin de la vidéo.

Notes

Summary



0m 35s



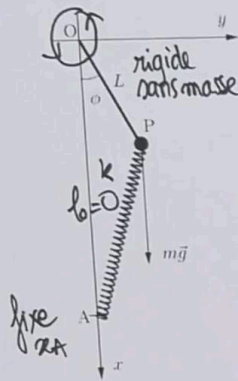
La première étape consiste à analyser en détail l'énoncé de l'exercice. Cet énoncé est assez long mais il est très important de le lire entièrement. Et en particulier de lire toutes les questions jusqu'au bout une première fois avant de commencer à résoudre le problème, pour se faire une première idée de l'objectif à atteindre. Pendant votre lecture, vous pouvez souligner les termes importants dans l'énoncé et annoter la figure proposée pour prendre des éléments à ne pas oublier.

Notes

Summary



Exercice 2



Soient Ox un axe vertical pointant vers le bas, Oy un axe horizontal, et A un point fixe de l'axe x de coordonnée x_A . Un point matériel P de poids mg est contraint à rester dans le plan xy . Il est relié au point O par une tige rigide sans masse de longueur L (qui peut pivoter librement autour du point O) et au point A par un ressort de constante élastique k et de longueur à vide nulle. On néglige tous les frottements.

- Exprimer l'énergie potentielle totale du point P , prenant en compte toutes les forces conservatives s'appliquant sur P .
- Chercher toutes les positions d'équilibre du point P . Discuter la stabilité de ces positions en fonction de la valeur de x_A . Trouver la pulsation des petites oscillations autour de chaque position d'équilibre stable.
- Calculer la vitesse minimale à donner au point P à partir d'une position d'équilibre stable pour qu'il fasse un tour complet autour du point O .
- A quelle condition la coordonnée x_A doit-elle satisfaire pour que le mouvement du point P soit circulaire uniforme (de vitesse non nulle) ?

contrainte :
dans le plan xy
hyp.

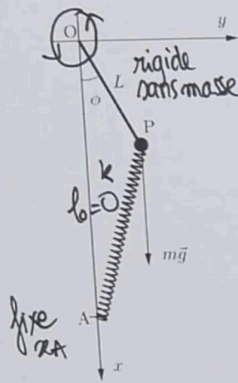
Alors, Soit Ox , un axe vertical pointant vers le bas. «...pointant vers le bas.» je le souligne parce que habituellement les axes pointent plutôt vers le haut; donc quand ils pointent vers le bas, il y a des problèmes de signes qui peuvent arriver. Donc « Oy , un axe horizontal, et A , un point fixe.» Donc A est fixe. *"... de coordonnée x_A . Un point matériel P qui est là, de poids mg qui est là, est contraint à rester dans le plan XY . Ça, c'est une contrainte probablement importante qui veut dire que je vais manipuler un espace à 2 dimensions; et non pas à 3. Donc, je vais le noter: contrainte:... dans le plan XY . Ok. Donc ce point matériel P , relié au point O par une tige rigide sans masse de longueur L . Donc, ceci est une tige rigide sans masse de longueur L . D'accord. ...qui peut pivoter librement autour d'un point O . Alors ça; c'est intéressant. Ça veut dire que cette barre ici va pouvoir bouger dans le plan. Donc, elle pourrait bouger comme cela par exemple. Ok. Donc P relié au point O , et au point A , par un ressort de constante élastique K . Donc on a une constante élastique ici et de longueur à vide nulle. [Bruit de stylo] Ok. "On néglige tous les frottements." Alors ça, c'est une hypothèse importante; donc je vais la noter ici.

Notes

Summary



Exercice 2



Soient Ox un axe vertical pointant vers le bas, Oy un axe horizontal, et A un point fixe de l'axe x de coordonnée x_A . Un point matériel P de poids $m\vec{g}$ est contraint à rester dans le plan xy . Il est relié au point O par une tige rigide sans masse de longueur L (qui peut pivoter librement autour du point O) et au point A par un ressort de constante élastique k et de longueur à vide nulle. On néglige tous les frottements.

- Exprimer l'énergie potentielle totale du point P , prenant en compte toutes les forces conservatives s'appliquant sur P .
- Chercher toutes les positions d'équilibre du point P . Discuter la stabilité de ces positions en fonction de la valeur de x_A . Trouver la pulsation des petites oscillations autour de chaque position d'équilibre stable.
- Calculer la vitesse minimale à donner au point P à partir d'une position d'équilibre stable pour qu'il fasse un tour complet autour du point O .
- A quelle condition la coordonnée x_A doit-elle satisfaire pour que le mouvement du point P soit circulaire uniforme (de vitesse non nulle) ?

contrainte :
dans le plan xy
hypothèse :
frottements négligés

système : P
mouvement : harmonique

[Bruit d'écriture] Donc, j'ai lu l'énoncé. Je vais maintenant lire toutes les questions pour me faire une idée du but de l'exercice. Alors question A, "Exprimer l'énergie potentielle totale du point P . Donc là, ça me donne un indice sur la méthode que je vais pouvoir utiliser pour résoudre l'exercice qui se base sur l'énergie potentielle. ...prenant en compte toutes les forces conservatives... Donc il faudra que je me souvienne de la définition. Chercher toutes les positions d'équilibre... du mouvement... Discuter la stabilité de cette position en fonction de x_A Donc x_A va être certainement un paramètre des équations. Trouver la pulsation des petites oscillations... Donc ceci me donne des indices sur le mouvement de P même si pour l'instant, je n'ai pas encore une bonne idée de ce à quoi ça va ressembler. en tout cas, je sais que le système étudié est probablement P et que son mouvement va comporter des oscillations; que c'est donc probablement un mouvement harmonique. Je fais ici appel à mon cours. Ok. Calculer la vitesse minimale...

Notes

Summary



3m 31s

Exercice 2

contrainte :
dans le plan xy
hypothèse :
frottements négligés

Soient Ox un axe vertical pointant vers le bas, Oy un axe horizontal, et A un point fixe de l'axe x de coordonnée x_A . Un point matériel P de poids mg est contraint à rester dans le plan xy . Il est relié au point O par une tige rigide sans masse de longueur L (qui peut pivoter librement autour du point O) et au point A par un ressort de constante élastique k et de longueur à vide nulle. On néglige tous les frottements.

- Exprimer l'énergie potentielle totale du point P , prenant en compte toutes les forces conservatives s'appliquant sur P .
- Chercher toutes les positions d'équilibre du point P . Discuter la stabilité de ces positions en fonction de la valeur de x_A . Trouver la pulsation des petites oscillations autour de chaque position d'équilibre stable.
- Calculer la vitesse minimale à donner au point P à partir d'une position d'équilibre stable pour qu'il fasse un tour complet autour du point O .
- A quelle condition la coordonnée x_A doit-elle satisfaire pour que le mouvement du point P soit circulaire uniforme (de vitesse non nulle) ?

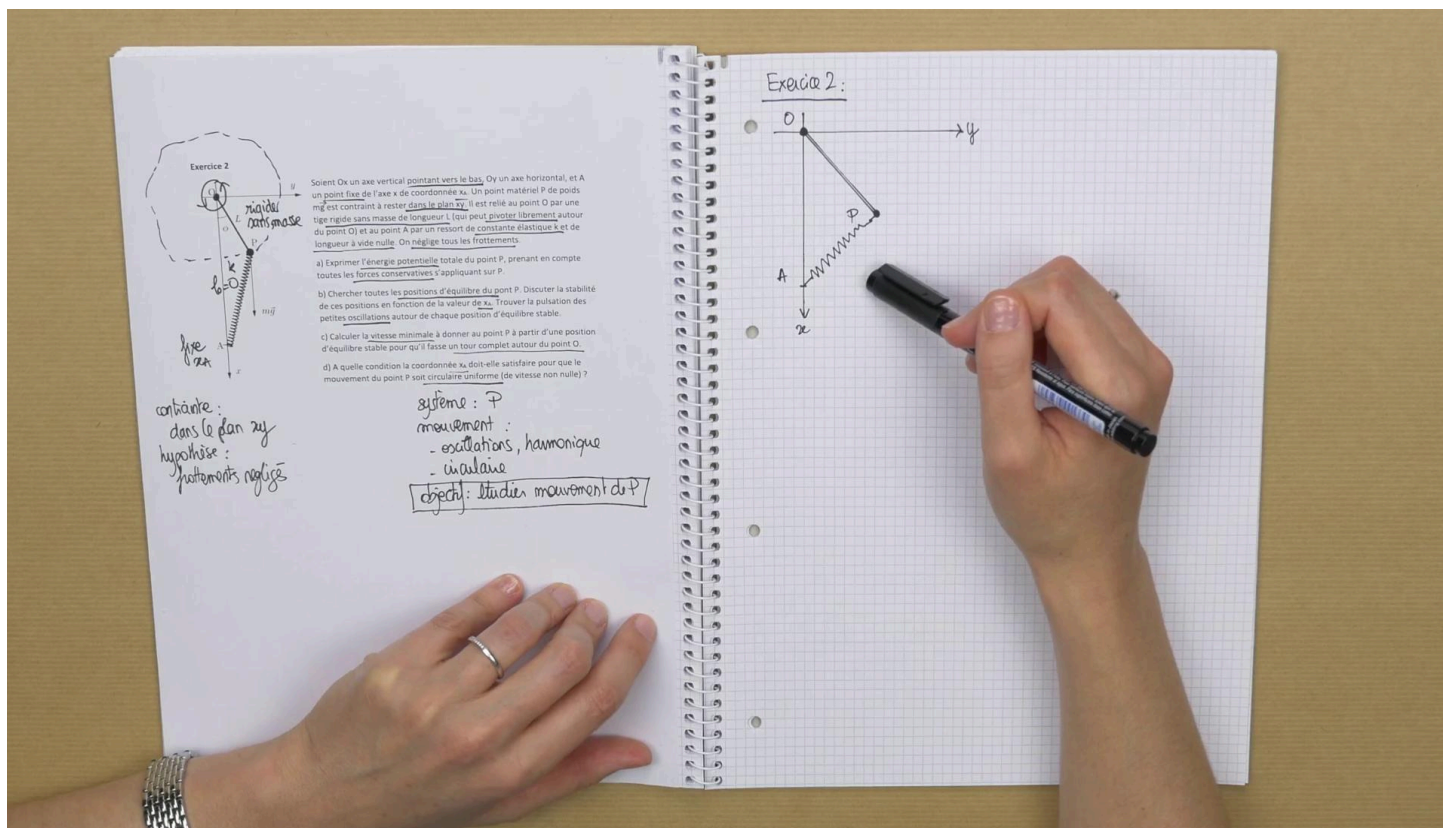
système : P
mouvement :
- oscillations, harmonique
- circulaire

Ça va être l'objectif de cette question "...à donner au point P à partir d'une position d'équilibre pour qu'elle fasse le tour complet autour de O ." Donc ça me donne une information importante; C'est à dire que le point P va être capable de faire un tour complet autour de O ; ce qui probablement va être un mouvement circulaire puisque cette tige là est rigide; donc le ressort va attirer et repousser le point P ; et probablement l'accélérer à certains endroits. Ok. A quelle condition la coordonnée x_A ,... Donc, j'ai bien identifié que x_A va être un paramètre important dans les équations. doit-elle satisfaire pour que le mouvement du point P soit circulaire uniforme. Donc ça, c'est une information très importante qui confirme que le point P va donc faire un mouvement circulaire que je vais dessiner maintenant. [Bruit de stylo] autour du point O . Donc, le point O est le centre de ce cercle. [Bruit de stylo] Voilà; j'ai fait une première lecture détaillée de l'énoncé; y compris, l'ensemble des questions. On a vu que cette première lecture complète était utile puisqu'elle m'a donné des indices pour la suite de la résolution.

Notes

Summary



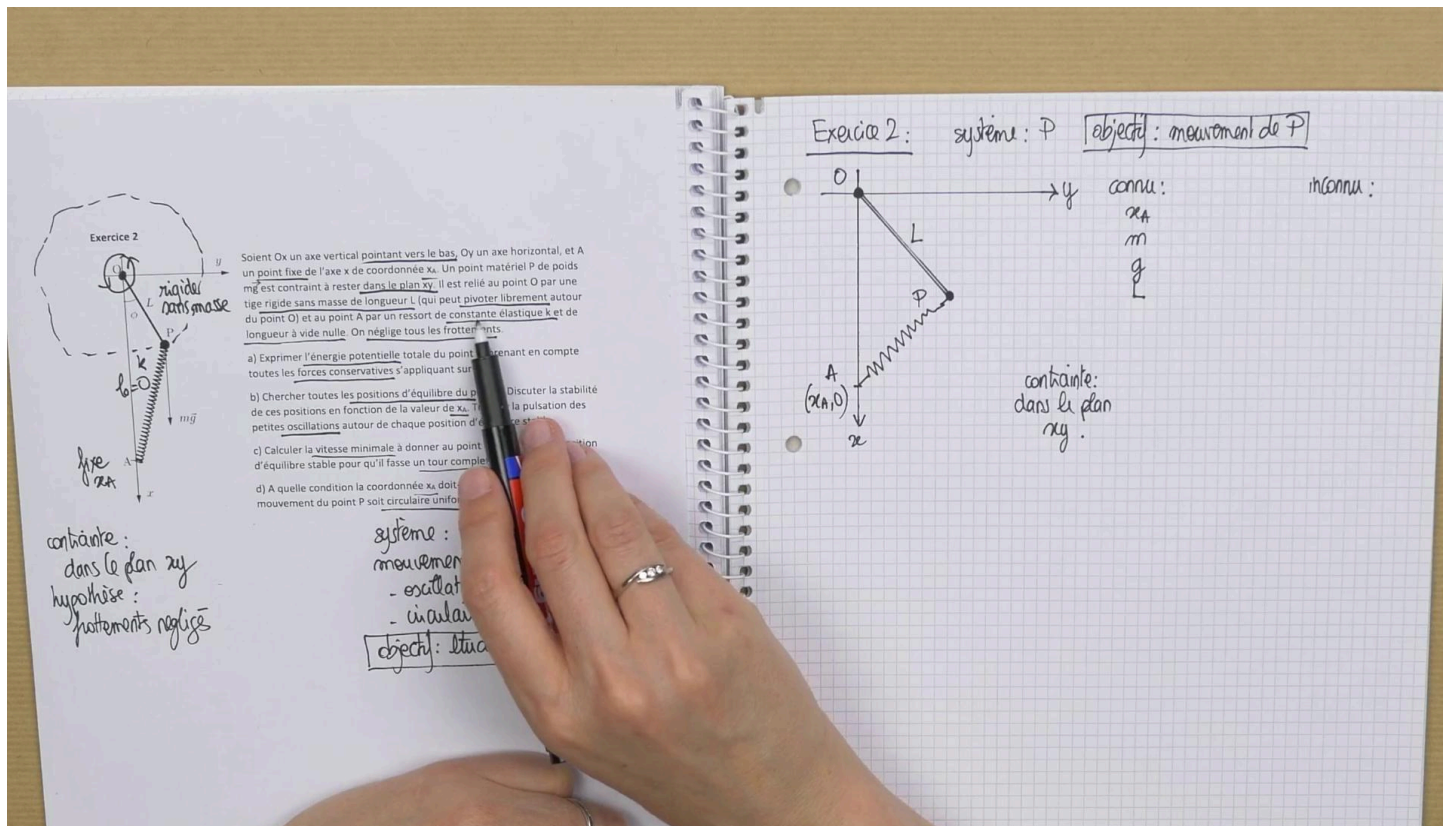


L'étape suivante consiste maintenant à faire un schéma. [Bruit de stylo]
Voici un premier schéma. Vous voyez que j'ai fait figurer moins d'informations que dans le schéma fourni avec l'énoncé. Et c'est volontaire. En fait, l'objectif est de ne faire figurer que les informations qui sont utiles à un instant donné; Or, je suis au tout début de l'analyse. Par la suite, je pourrais toujours enrichir ce schéma, ou bien en faire un autre pour faire figurer d'autres informations.

Notes

Summary





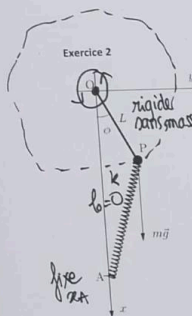
Avant de m'attaquer à la liste des informations connues et inconnues, je vais rappeler en haut, quelle est le système choisi; que nous avons vu pendant l'analyse de l'énoncé, et quel était l'objectif. [Bruit de stylo] Je vais maintenant lister les informations qui sont connues et inconnues. Une des particularité de cet exercice; c'est qu'il ne contient aucune donnée numérique. En fait, c'est assez typique des problèmes complexes. Les informations qui sont considérées comme connues, sont celles qui sont listées dans l'énoncé avec des noms. Allons-y donc pour faire cette liste. [Bruit de stylo] Je repars depuis le début. "Soit Ox , un axe vertical (...), ou Oy axe horizontal A point fixe de l'axe,... coordonnée x_A (...)" Donc x_A est connue. "...point matériel P ,... de poids Mg (...)" Donc M et g sont considérées comme connues. M , on le prend comme hypothèse; g , ça paraît à priori logique. "...contraints de rester dans le plan Xy " ça, c'est une contrainte importante que je vais me ré-noter ici pour ne pas risquer de l'oublier. [Bruit de stylo] Ensuite "...point O , (...), tige rigide (...), sans masse de longueur L " Donc la longueur ici est connue. La masse de cette barre; il n'y en a pas...

Notes

Summary



7m 50s



Exercice 2

Soient Ox un axe vertical pointant vers le bas, Oy un axe horizontal, et A un point fixe de l'axe x de coordonnée x_A . Un point matériel P de poids $m\vec{g}$ est contraint à rester dans le plan xy . Il est relié au point O par une tige rigide sans masse de longueur l (qui peut pivoter librement autour du point O) et au point A par un ressort de constante élastique k et de longueur à vide nulle. On néglige tous les frottements.

a) Exprimer l'énergie potentielle totale du point P , prenant en compte toutes les forces conservatives s'appliquant sur P .

b) Chercher toutes les positions d'équilibre du point P . Discuter la stabilité de ces positions en fonction de la valeur de x_A . Trouver la pulsation des petites oscillations autour de chaque position d'équilibre stable.

c) Calculer la vitesse minimale à donner au point P à partir d'une position d'équilibre stable pour qu'il fasse un tour complet autour du point O .

d) A quelle condition la coordonnée x_A doit-elle satisfaire pour que le mouvement du point P soit circulaire uniforme (de vitesse non nulle) ?

Exercice 2: système : P objet : mouvement de P

connu : $x_A, m, g, l, k, l_0 = 0$

inconnu :

contrainte : dans le plan xy .

forces :

- $\vec{P} = m\vec{g}$
- frottements négligés
- $\vec{F} = -k(\dots)$

système : P

mouvement :

- oscillations, harmonique
- circulaire

objet : étudier mouvement de P

contrainte : dans le plan xy

hypothèse : frottements négligés

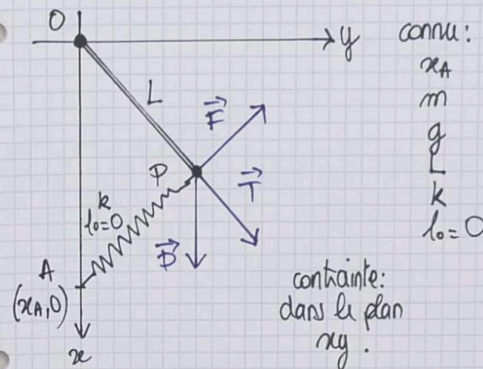
"... elle peut pivoter librement autour du point O,...", d'accord; ... le point A,... ressort de constante élastique K " Donc K est connue "... et de longueur à vide, nulle" Donc on va l'appeler L_0 "...On néglige tous les frottements." ça aussi c'est une information importante; et par ailleurs, c'est la deuxième information qu'on me donne sur des forces dans cet énoncé; on me parlait tout à l'heure du poids. Je vais donc commencer la liste des forces qui s'appliquent au système. [Bruit de stylo] Et puis, je vais également les représenter sur mon schéma. Donc, on a d'abord le poids P [Bruit de stylo] Ensuite, on a parlé des frottements; on m'a dit qu'ils étaient négligés; donc, je vais le noter. Quelles sont les autres forces qui s'exercent sur mon point P ? Vu que j'ai un ressort; j'ai forcément une force exercée par ce ressort. Cette force va être dans la direction du ressort. Mais elle va changer de sens en fonction de si le ressort est comprimé ou étiré; donc s'il attire ou repousse le point P . Je vais appeler cette force F . Et cette force s'écrit: $-K$ qui est la constante élastique ici.

Notes

Summary



Exercice 2: système: P [objectif: mouvement de P]



connu:

x_A
 m
 g
 L
 k
 $l_0 = 0$

inconnu:

contrainte:
dans le plan
xy.

forces:

- $\vec{P} = m\vec{g}$
- frottements négligés
- $\vec{F} = -k(l - l_0)\vec{i}$
- \vec{T}

Oy un axe horizontal, et A
point matériel P de poids
relié au point O par une
pivoter librement autour
stante élastique k et de
tements.

int P, prenant en compte
ur P.

u point P. Discuter la stabilité
a. Trouver la pulsation des
n d'équilibre stable.

point P à partir d'une position
mplet autour du point O.

elle satisfaire pour que le
me (de vitesse non nulle) ?

P

it :
ions, harmonique

ue
tudier mouvement de P

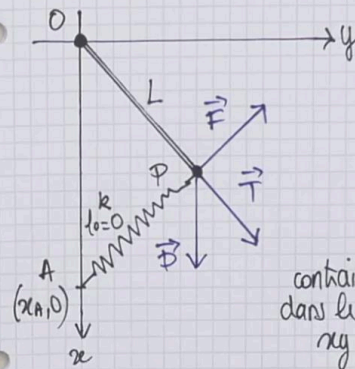
Ensuite, l'allongement du ressort qui est la longueur à un instant T du ressort, moins sa longueur initiale; multipliée par un vecteur \vec{i} qui donne sa direction puisque cette force va être à un moment dans ce sens là, à un autre moment dans ce sens là. Quelles autres forces s'exercent sur mon point ? Ici; vu que cette barre est rigide; je vais forcément avoir une force exercée par la barre sur ce point, qui empêche ce point de se déplacer par là. C'est donc une force de réaction qui va s'exercer dans le même sens que la barre; mais dans la direction opposée. [Bruit de stylo] Et je n'ai pas spécifiquement d'information sur la force exercée par cette barre. Puisqu'on nous dit dans l'énoncé que ce point P est contraint de rester dans le plan XY; alors, il n'y a pas de forces qui vont s'exercer dans les autres dimensions que X et Y. Et je pense que j'ai fait le tour des forces qui s'exerçaient à priori sur ce point dans ce plan. Maintenant que j'ai fait ma liste des forces, il faut que je mette à jour ma liste des connues et inconnues. Donc, au niveau du poids, M, G je les avais déjà. Les frottements sont négligés. Ensuite, la force exercée par le ressort K, je l'avais déjà; j'avais L_0 aussi; par contre, je n'avais pas L.

Notes

Summary



Exercice 2: système: P [objet]: mouvement de P



connu:

x_A
 m
 g
 L
 k
 $l_0 = 0$

inconnu:
 $l(t)$

contrainte:
dans le plan
 xy .

forces:

- $\vec{P} = m\vec{g}$
- frottements négligés
- $\vec{F} = -k(l - l_0)\vec{i}$
- \vec{T}

On a un axe horizontal, et A est un point matériel P de poids mg relié au point O par une corde de longueur L qui pivote librement autour d'un point fixe O. On considère une déformation élastique k et des frottements négligeables.

On considère le point P, prenant en compte la déformation élastique.

On considère le point P. Discuter la stabilité de l'équilibre. Trouver la pulsation des petites oscillations.

On considère le point P à partir d'une position d'équilibre autour du point O.

Quelle condition doit-on satisfaire pour que le mouvement soit harmonique ?

Pour le mouvement harmonique, on a : $\ddot{x} + \omega^2 x = 0$. On trouve alors la pulsation ω en fonction des paramètres du système.

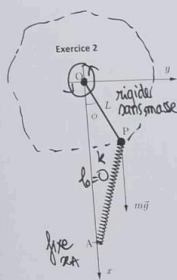
On étudie le mouvement de P.

Or L va donc être importante pour qualifier le mouvement de mon point P; et par ailleurs, elle va varier en fonction du temps. C'est donc une inconnue. Et je vais la noter $L(t)$ pour bien me mettre en tête que cette inconnue va varier au cours du temps.

Notes

Summary





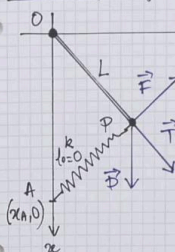
Soient Ox un axe vertical pointant vers le bas, Oy un axe horizontal, et A un point fixe de l'axe x de coordonnée x_A . Un point matériel P de poids mg est contraint à rester dans le plan xy. Il est relié au point O par une tige rigide sans masse de longueur L (qui peut pivoter librement autour du point O) et au point A par un ressort de constante élastique k et de longueur à vide nulle. On néglige tous les frottements.

- Exprimer l'énergie potentielle totale du point P, prenant en compte toutes les forces conservatives s'appliquant sur P.
- Chercher toutes les positions d'équilibre du point P. Discuter la stabilité de ces positions en fonction de la valeur de x_A . Trouver la pulsation des petites oscillations autour de chaque position d'équilibre stable.
- Calculer la vitesse minimale à donner au point P à partir d'une position d'équilibre stable pour qu'il fasse un tour complet autour du point O.
- A quelle condition la coordonnée x_A doit-elle satisfaire pour que le mouvement du point P soit circulaire uniforme (de vitesse non nulle) ?

contrainte : dans le plan xy
hypothèse : frottements négligés

système : P
mouvement :
- oscillations, harmonique
- circulaire
objet : étudier mouvement de P

Exercice 2 : système : P objet : mouvement de P

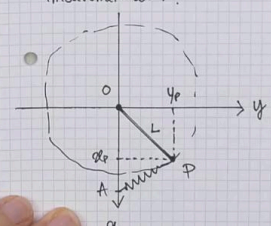


connu :
 x_A
 m
 g
 L
 k
 $l_0 = 0$

contrainte : dans le plan xy.

forces :
 $\vec{P} = m\vec{g}$
- frottements négligés
 $\vec{F} = -k(L - l_0)\vec{i}$

mouvement de P :



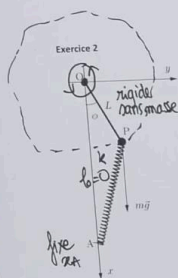
cinématique : - centre O
- rayon L.
coordonnées cartésiennes : (x_P, y_P) .

Maintenant que j'ai identifié les forces, je vais étudier le mouvement de P. Et pour cela, je vais avoir besoin de représenter la trajectoire qui est suivie par P dans le plan. Je vais donc me refaire un autre schéma parce que celui-ci est déjà suffisamment chargé. Et je vais me concentrer ici sur le mouvement. Je me souviens que ce mouvement est censé être circulaire et va donc ressembler probablement à un cercle; donc, il va me falloir un tout petit peu plus de place. [Bruit de stylo] Donc, comme P va être maintenu à distance du point O, par la barre rigide de longueur L; on a dit que P aura un mouvement circulaire autour de O. Donc quelque chose qui va ressembler à ça. Donc c'est un mouvement circulaire de centre O et de rayon L. Pour pouvoir décrire ce mouvement, il va me falloir un système de coordonnées. Le système de coordonnées qui est proposé dans l'exercice est un système de coordonnées cartésien. Donc, je vais appelé x_P , la coordonnée de P sur l'axe X. et y_P , la coordonnée de P sur l'axe Y. Donc x_P et y_P vont varier au cours du temps. Ce qui va donner le mouvement de P. Ce sont donc des inconnues également qu'il va me falloir trouver par des équations.

Notes

Summary





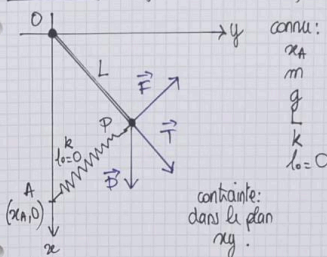
Exercice 2 : Soient Ox un axe vertical pointant vers le bas, Oy un axe horizontal, et A un point fixe de l'axe x de coordonnée x_A . Un point matériel P de poids mg est contraint à rester dans le plan xy. Il est relié au point O par une tige rigide sans masse de longueur L (qui peut pivoter librement autour du point O) et au point A par un ressort de constante élastique k et de longueur à vide nulle. On néglige tous les frottements.

- Exprimer l'énergie potentielle totale du point P, prenant en compte toutes les forces conservatives s'appliquant sur P.
- Chercher toutes les positions d'équilibre du point P. Discuter la stabilité de ces positions en fonction de la valeur de x_A . Trouver la pulsation des petites oscillations autour de chaque position d'équilibre stable.
- Calculer la vitesse minimale à donner au point P à partir d'une position d'équilibre stable pour qu'il fasse un tour complet autour du point O.
- A quelle condition la coordonnée x_A doit-elle satisfaire pour que le mouvement du point P soit circulaire uniforme (de vitesse non nulle) ?

contrainte : dans le plan xy
hypothèse : frottements négligés

système : P
mouvement : - oscillations, harmonique
- circulaire
objectif : étudier mouvement de P

Exercice 2 : système : P objectif : mouvement de P



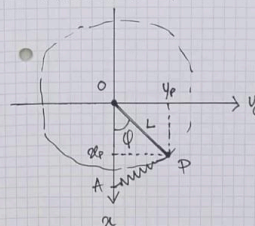
connu : x_A
 m
 g
 L
 k
 $l_0 = 0$

inconnu : $L(t)$
 $x_P(t)$
 $y_P(t)$

contrainte : dans le plan xy.

forces : $\vec{P} = m\vec{g}$
- frottements négligés
 $\vec{F} = -k(L - l_0)\vec{i}$

mouvement de P :



circulaire : - centre O
- rayon L.

coordonnées cartésiennes : (x_P, y_P) .

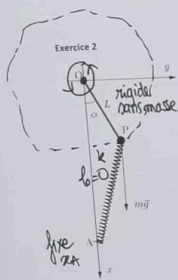
coordonnées polaires : (φ, L)

Et L varie en fonction du temps; donc je vous les note comme cela. Maintenant, je sais que les coordonnées cartésiennes ne sont généralement pas les plus pratiques pour manipuler des mouvements circulaires; et pour les mouvements circulaires, il faut plutôt utiliser des coordonnées cylindriques ou polaires. Vu qu'on a la contrainte que le mouvement de P dans le plan XY; je n'ai pas besoin de me soucier de la coordonnée Z; donc je peux me contenter de coordonnées polaires. Ces coordonnées s'expriment en général par un angle et une distance; alors cet angle, il faut le mesurer par rapport à un repère. Là, il s'agit d'une question de convention. Moi, je peux me le placer de cette manière-là. Je vois que dans l'énoncé, il y a également cet angle qui apparaît ici. Donc, ça paraît être une bonne idée. Et la distance va se mesurer par rapport à l'origine des axes choisies. Or ici, on voit que la distance entre l'origine des axes ici et P; c'est en fait L. Et ça va être tout le temps L puisque cette barre-là est rigide. Donc en fait, cette coordonnée-là ne va pas varier en fonction du temps; elle va être constante. Elle va être égale à L.

Notes

Summary





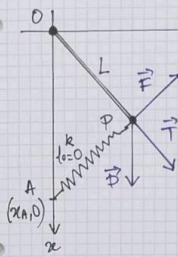
Exercice 2 : Soient Ox un axe vertical pointant vers le bas, Oy un axe horizontal, et A un point fixe de l'axe x de coordonnée x_A . Un point matériel P de poids mg est contraint à rester dans le plan xy. Il est relié au point O par une tige rigide sans masse de longueur L (qui peut pivoter librement autour du point O) et au point A par un ressort de constante élastique k et de longueur à vide nulle. On néglige tous les frottements.

- Exprimer l'énergie potentielle totale du point P, prenant en compte toutes les forces conservatives s'appliquant sur P.
- Chercher toutes les positions d'équilibre du point P. Discuter la stabilité de ces positions en fonction de la valeur de x_A . Trouver la pulsation des petites oscillations autour de chaque position d'équilibre stable.
- Calculer la vitesse minimale à donner au point P à partir d'une position d'équilibre stable pour qu'il fasse un tour complet autour du point O.
- A quelle condition la coordonnée x_A doit-elle satisfaire pour que le mouvement du point P soit circulaire uniforme (de vitesse non nulle) ?

contrainte : dans le plan xy
hypothèse : frottements négligés

système : P
mouvement : - oscillations, harmonique
- circulaire
objectif : étudier mouvement de P

Exercice 2 : système : P objectif : mouvement de P



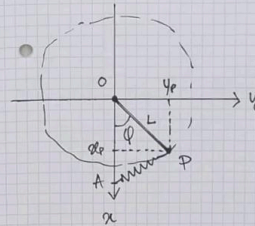
connu :
 x_A
 m
 g
 L
 k
 $l_0 = 0$

inconnu :
 $l(t)$
 $x_P(t)$ ou $\varphi(t)$
 $y_P(t)$

contrainte : dans le plan xy.

forces :
 $\vec{P} = m\vec{g}$
- frottements négligés
 $\vec{F} = -k(l - l_0)\vec{i}$

mouvement de P :



initials : - centre O
- rayon L.

coordonnées cartésiennes : (x_P, y_P) .

coordonnées polaires : (φ, ρ)
constant = L

Ce qui est plutôt une bonne nouvelle; parce qu'au lieu d'avoir un mouvement décrit par deux équations; ici, deux inconnues. en fait, je pourrais le décrire par une seule équation qui est l'angle en fonction du temps $\varphi(t)$; une seule inconnue. Et on sait qu'en général, c'est quand même plus pratique d'avoir une seule inconnue que deux, dans un système d'équation.

Notes

Summary

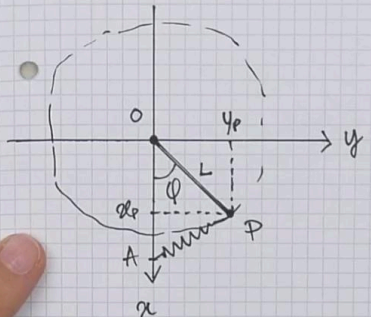


de chaque position d'équilibre stable.
 nale à donner au point P à partir d'une position
 'il fasse un tour complet autour du point O.
 ordonnée x_1 doit-elle satisfaire pour que le
 ait circulaire uniforme (de vitesse non nulle)?

système : P
 mouvement :
 - oscillations, harmonique
 - circulaire
 objectif : étudier mouvement de P

forces :
 - $\vec{P} = m\vec{g}$
 - frottements négligés
 - $\vec{F} = -k(l - l_0)\vec{i}$

mouvement de P :



circulaire : - centre O
 - rayon L.

coordonnées cartésiennes :
 (x_p, y_p) .

coordonnées polaires :
 (ϕ, L)

constant = L

$$\cos \phi = \frac{x_p}{L} \rightarrow x_p = L \cos \phi$$

$$\sin \phi = \frac{y_p}{L} \rightarrow y_p = L \sin \phi$$

Maintenant, il va falloir que je puisse passer facilement d'un système à l'autre système. Et je vais donc écrire rapidement les relations qui existent entre les deux. Donc si je pars de $\cos \phi$ par exemple; Donc le ϕ est là. Le cosinus... C adjacent sur l'hypoténuse; donc l'adjacent, c'est x_p ; ...sur l'hypoténuse, c'est L. Ensuite, le sinus de ϕ ... le sinus va être opposé; c'est-à-dire y_p sur L; Donc, j'en déduis que x_p est égal à $L \cos \phi$; et que y_p est égal à $L \sin \phi$.

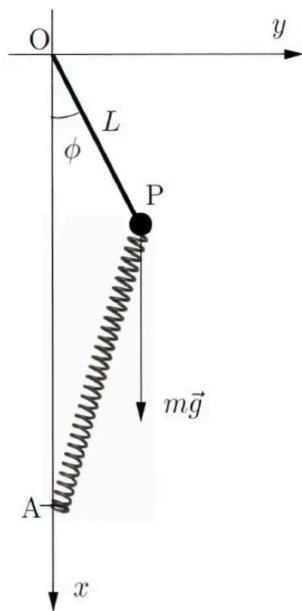
Notes

Summary

16m 15s



Un problème complexe en physique



3. **Comparez** les étapes que vous avez notées sur votre feuille avec celles obtenues pour l'exercice simple de l'autre vidéo

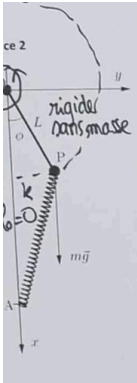
Trouvez-vous des différences ?

Voilà; j'ai fait une première analyse de ce problème. Je vous propose maintenant de comparer la liste d'étapes que vous avez obtenues avec celle que vous aviez pour l'exemple simple dans l'autre vidéo. La question que vous devez vous poser est de savoir: Est-ce que vous voyez des différences entre l'exemple simple et l'exemple complexe qu'on vient de faire.

Notes

Summary





Soient Ox un axe vertical pointant vers le bas, Oy un axe horizontal, et A un point fixe de l'axe x de coordonnée x_A . Un point matériel P de poids mg est contraint à rester dans le plan xy . Il est relié au point O par une tige rigide sans masse de longueur L (qui peut pivoter librement autour du point O) et au point A par un ressort de constante élastique k et de longueur à vide nulle. On néglige tous les frottements.

a) Exprimer l'énergie potentielle totale du point P , prenant en compte toutes les forces conservatives s'appliquant sur P .

b) Chercher toutes les positions d'équilibre du point P . Discuter la stabilité de ces positions en fonction de la valeur de x_A . Trouver la pulsation des petites oscillations autour de chaque position d'équilibre stable.

c) Calculer la vitesse minimale à donner au point P à partir d'une position d'équilibre stable pour qu'il fasse un tour complet autour du point O .

d) A quelle condition la coordonnée x_A doit-elle satisfaire pour que le mouvement du point P soit circulaire uniforme (de vitesse non nulle) ?

plan xy
: points négligés

système : P
mouvement :
- oscillations, harmonique
- circulaire

objectif : étudier mouvement de P

contrainte : dans le plan

circulaire : - centre O
- rayon L .

coordonnées cartésiennes :
 (x_P, y_P) .

coordonnées polaires :
 (φ, L)
constant = L

$x_P \rightarrow x_P = L \cos \varphi$
 $y_P \rightarrow y_P = L \sin \varphi$

Récapitulons. Après une lecture complète de l'énoncé, je me suis fixé sur le système qui est le point matériel P ; j'ai fait un premier schéma; j'ai listé les informations considérées comme connues; celles considérées comme inconnues; c'est-à-dire des variables fonction du temps; j'ai listé les forces; je les ai représentées sur mon schéma; j'ai étudié le mouvement de P ; je m'en suis fait une première idée; et j'ai défini deux systèmes de coordonnées que je peux utiliser pour représenter ce mouvement; et j'ai défini les équations qui me permettent de passer de l'un à l'autre. Les étapes que j'ai suivies ici sont très similaires à celles utilisées pour l'exercice de la balle. Mais dans le cas de cet exercice, il est plus facile de voir à quel point c'est utile; parce qu'il est beaucoup plus difficile de savoir directement, comment attaquer ce problème, que comment attaquer le problème de la balle. L'étape suivante de la méthode consisterait à lister les différentes approches possibles pour trouver les équations du mouvement de P en fonction du temps. Mais comme nous l'avons vu plutôt, les questions sont faites pour nous guider.

Notes

Summary



Soient Ox un axe vertical pointant vers le bas, Oy un axe horizontal, et A un point fixe de l'axe x de coordonnée x_A . Un point matériel P de poids mg est contraint à rester dans le plan xy. Il est relié au point O par une tige rigide sans masse de longueur L (qui peut pivoter librement autour du point O) et au point A par un ressort de constante élastique k et de longueur à vide nulle. On néglige tous les frottements.

a) Exprimer l'énergie potentielle totale du point P, prenant en compte toutes les forces conservatives s'appliquant sur P.

b) Chercher toutes les positions d'équilibre du point P. Discuter la stabilité de ces positions en fonction de la valeur de x_A . Trouver la pulsation des petites oscillations autour de chaque position d'équilibre stable.

c) Calculer la vitesse minimale à donner au point P à partir d'une position d'équilibre stable pour qu'il fasse un tour complet autour du point O.

d) A quelle condition la coordonnée x_A doit-elle satisfaire pour que le mouvement du point P soit circulaire uniforme (de vitesse non nulle) ?

plan xy
: points négligés

système : P
mouvement :
- oscillations, harmonique
- circulaire

objectif : étudier mouvement de P

meuvement

circulaire : - centre O
- rayon L.

coordonnées cartésiennes :
(x_P, y_P)

coordonnées polaires :
(φ, ρ)
- constant = L

$x_P \rightarrow x_P = L \cos \varphi$
 $y_P \rightarrow y_P = L \sin \varphi$

Or la question 1 nous donne tout de suite une indication comme quoi il est nécessaire d'utiliser l'énergie potentielle du système. Il suffit donc de compléter l'analyse en listant les éléments du cours qui s'appliquent à l'énergie potentielle; puis de résoudre; puis de vérifier la réponse obtenue avant de passer à la question suivante.

Notes

Summary



En résumé

- L'étape d'analyse est essentielle pour aborder les problèmes complexes !
- Les questions dans les problèmes sont souvent conçues pour vous guider dans les différentes étapes de la méthode

En conclusion, nous avons vu dans cette vidéo en quoi l'analyse détaillée du problème était utile dans le cas des problèmes complexes. N'oubliez pas que les questions des problèmes sont souvent conçues pour vous aider et pour vous guider. Donc les analyser en détail vous donne les informations utiles pour la résolution.

Notes

Summary

19m 00s

