



- Force de rappel d'un ressort
- Oscillateur quasi libre
- Oscillateur faiblement amorti
- Pendule de torsion

Mécanique | 2013 2

Guten Tag, willkommen zur Vorlesung der allgemeinen Physik an der EPFL. In dieser Lektion haben wir die Problematik des harmonischen Oszillators angeschaut. Ich möchte nochmals auf den Begriff der Rückstellkraft zu sprechen kommen. Wir werden uns die mechanischen eigenschaften einer Feder anschauen. Danach schauen wir uns die freie Schwingung einer Masse an einer Feder an und danach die Schwingung der selben Masse, wenn sie in eine Flüssigkeit eingetaucht ist, also wenn es eine grössere Reibung hat. Danach möchte ich euch zeigen, dass diese Schwingungsphänomene sehr weit verbreitet und allgemein sind und sich nicht nur auf eine Masse an einer Feder beschränken. Um dies zu tun werde ich euch ein Torsionspendel zeigen.

Notes

Summary



0m 03s

Mesure de la force de rappel d'un ressort



- En bas : capteur de déplacement.
- En haut : transducteur mesurant la force.

Mécanique | 2013 3

Fangen wir also mit der Rückstell- kraft an. Ich werde euch ein Gerät zeigen, welches es uns erlaubt die Kraft in Abhängigkeit der Elongation zu messen.

Notes

Summary



0m 50s



Hier unten ist der Detektor der die Position misst und da oben der Detektor der die Kraft misst. Wir werden eine Feder einspannen, so wie es im Video gezeigt ist. Danach werden wir auf den Hebelarm drücken um die Verschiebung zu ändern.

Notes

Summary



1m 01s

Mesure de la force de rappel d'un ressort



- Traction faible : comportement élastique.
- Traction plus grande : déformation plastique.
- Traction faible après déformation plastique : comportement élastique à nouveau.

Mécanique | 2013 4

In dem nachfolgenden Video werden wir das Experiment mit grossen Auslenkungen machen. Wenn die Auslenkung klein ist, stimmt das Gesetz der Proportionalität gut, wenn man aber zu fest zieht... hier ist die Feder aus Kupfer gemacht, man kommt also sehr schnell in ein Regime der plastischen Verformung. Wenn man zu fest an der Feder zieht hat man eine sogenannte plastische Verformung. Diese ist bleibend, aber wir werden auch zeigen, dass wenn die Feder erstmal verformt ist, eine kleine Auslenkung, um dieses neue Gleichgewicht herum, wieder die lineare Charakteristik hat.

Notes

Summary



1m 25s



Hier also eine kleine Auslenkung, ein wenig mehr, das System kommt ins Gleichgewicht zurück. Und hier eine viel zu grosse Auslenkung, zumindest für eine Kupferfeder, und es bleibt eine plastische Verformung. Jetzt haben wir also erneut ein lineares Verhalten um diese neue Position rum.

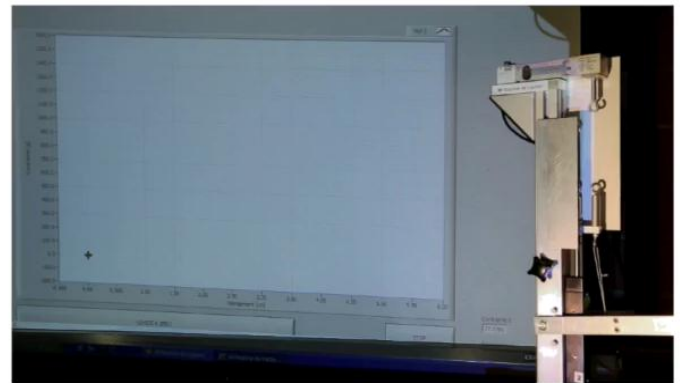
Notes

Summary



2m 10s

Mesure de la force de rappel d'un ressort



- Enregistrement force en fonction de l'élongation
- Régime élastique.
- Régime plastique.

Mécanique | 2013 5

In diesem nächsten video habt ihr rechts die Maschine, die ich gerade vorgestellt habe und die Detektoren sind an einen Computer angeschlossen, welche an einen Beamer angehängt ist, der die Messung auf der Leinwand zeigt. Ihr werdet jetzt die verschiedenen Schritte der Messung auf der Leinwand sehen.

Notes

Summary



2m 31s



- Un ressort de qualité, (spirale inversée en son milieu)
- Dans l'air, amplitude presque constante après de nombreuses oscillations.

Mécanique | 2013 6

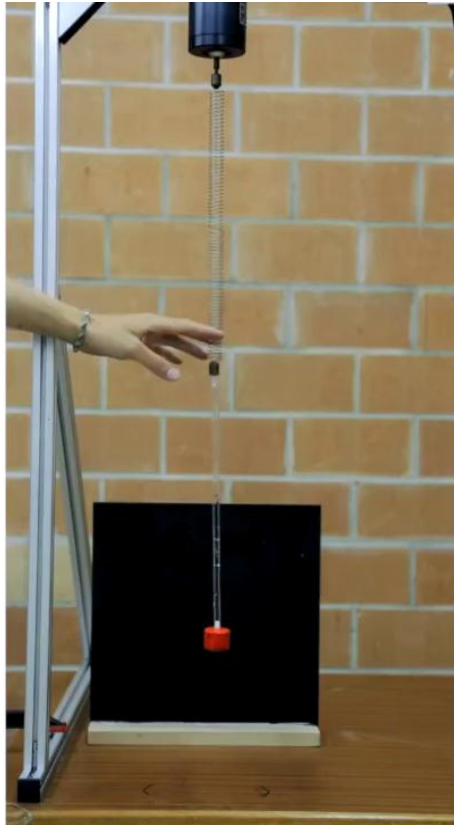
Jetzt hängen wir eine Masse an die Feder. Diesmal ist es eine Qualitätsfeder und nicht eine Kupferfeder, wir erwarten also wenige Verluste zu haben. Das ist auch was passiert.

Notes

Summary



3m 31s



Ich lade euch ein das Video zu schauen. Hier. Man regt das System an und wir sehen Schwingungen mit einer grosso-modo konstanten Amplitude. Hier haben wir also einen harmonischen Oszillator mit einer vernachlässigbaren Dämpfung.

Notes

Summary



3m 45s

Oscillateur libre : analyse



Masse suspendue : $m \approx 0.22 \text{ kg}$

Mesure statique de l'allongement du ressort

$$k \approx \frac{mg}{\text{élongation}} \approx 21 \text{ N/m}$$

Fréquence du pendule : $f \approx \frac{14}{10} \text{ s}$

$$\omega = \sqrt{\frac{k}{m}} \Rightarrow k = \omega^2 m \approx 17 \text{ N/m}$$

Mécanique | 2013 7

Ich hatte Spass daran einige Messungen zu machen. Ich habe diesen roten Punkt auf eine Wage getan und habe gesehen, dass er etwa 220 Gramm wiegt. Ich habe ihn danach an die Feder gehängt und habe eine Auslenkung der Feder um 10 Zentimeter gemessen. Ich kann also aus dieser Messung herleiten, dass die Federkonstante in etwa 21 Newton pro Meter ist. Wenn ihr jetzt dieses Video anschaut, so könnt ihr die Frequenz des Pendels messen. Ich habe 14 Schwingungen des Pendels in etwa 10 Sekunden gemessen, dies ist eine sehr ungefähre Messung, ich leite die Frequenz daraus ab, von der Frequenz Berechne ich Omega, das müsst ihr nun machen können, ich schaut in euren Formeln nach und von dieser Formel: Omega gleich Wurzel k über m, leite ich k ab. Ich finde 14 Newton pro Meter. Das ist nicht genau richtig, aber es hat alle möglichen Ungenauigkeiten, es hat die Messunsicherheiten und auch der Fakt, dass die Feder nicht Null Masse hat und sie daher mit Block schwingt.

Notes

Summary



4m 04s

Oscillateur faiblement amorti



quelques oscillations mais
l'amortissement est tout de suite notoire.

Mécanique | 2013 8

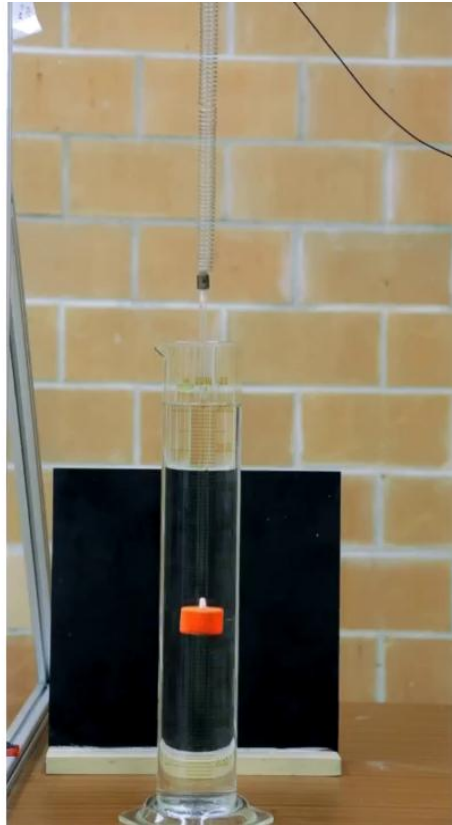
Wir schauen uns nun den selben Oszillator, ins Wasser getaucht, an.
Dies macht, dass es eine grosse Dämpfung haben wird.

Notes

Summary



5m 20s



Schauen wir was das gibt: Wie ihr seht hält das System nach einigen Perioden praktisch an. Aber wir haben trotzdem Schwingungen und man spricht daher von einer schwachen Dämpfung.

Notes

Summary

5m 29s



Oscillateur faiblement amorti



- Dans l'eau, on distingue quelques oscillations mais l'amortissement est tout de suite notoire.

Mécanique | 2013 8

Wenn ich anstatt des Wassers sehr dickflüssiges Öl gehabt hätte, so hätte es keine einzige Schwingung gehabt und wir hätten von einem sogenannten Kriechfall gesprochen. Hier sind wir in der Annäherung der schwachen Dämpfung da wir noch mehrere Schwingungsperioden sehen bevor es eine grosse Dämpfung gegeben hat.

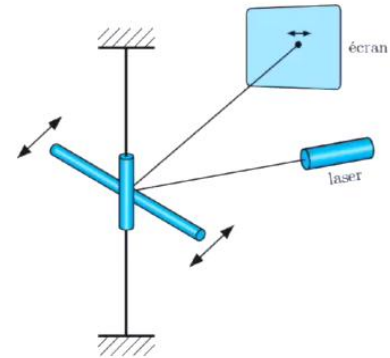
Notes

Summary



5m 46s

Autre forme d'oscillateur : pendule de torsion



- Une structure mécanique différente, un pendule de torsion, peut avoir le même comportement oscillatoire.
- Les oscillations sont visualisées par un faisceau laser réfléchi par un miroir monté sur le pendule,
- ou capté par un détecteur Hall au voisinage d'un aimant monté sur le pendule.

Mécanique | 2013 9

Zum Schluss möchte ich euch zeigen, dass diese Verhaltensweise mit den harmonischen Oszillatoren etwas sehr allgemeines ist. Ich schlage vor, dass wir uns ein Torsionspendel anschauen. Hier seht ihr ein Schema eines solchen. Es ist dieser Stab hier, der verdreht werden wird. Um die Drehung zu sehen, haben wir eine horizontale Stange auf dem Stab fixiert. Es gibt zwei Möglichkeiten die Rotation der horizontalen Stange zu messen, die eine besteht darin einen Spiegel so zu befestigen und die ander ist es einen Magneten an der Stange zu befestigen und eine sogenannte Hallsonde, die das Magnetfeld misst, zu haben. Dies erlaubt es die Bewegung der Stange in eine elektrische Spannung umzuwandeln.

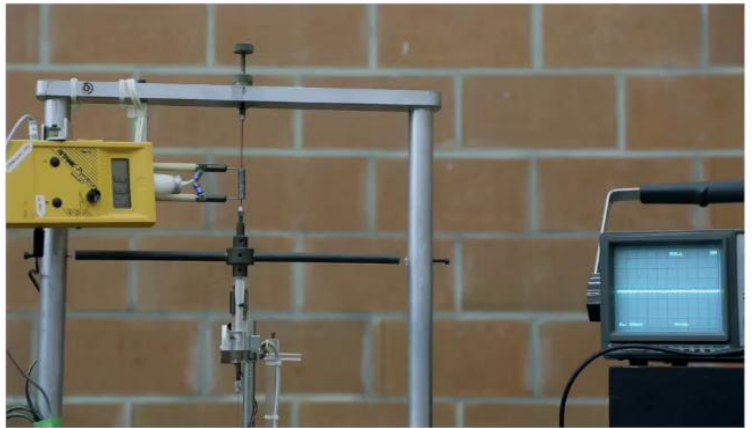
Notes

Summary



6m 13s

Autre forme d'oscillateur : pendule de torsion



- Basse température : amortissement très faible
- Haute température : amortissement après quelques oscillations.

Mécanique | 2013 10

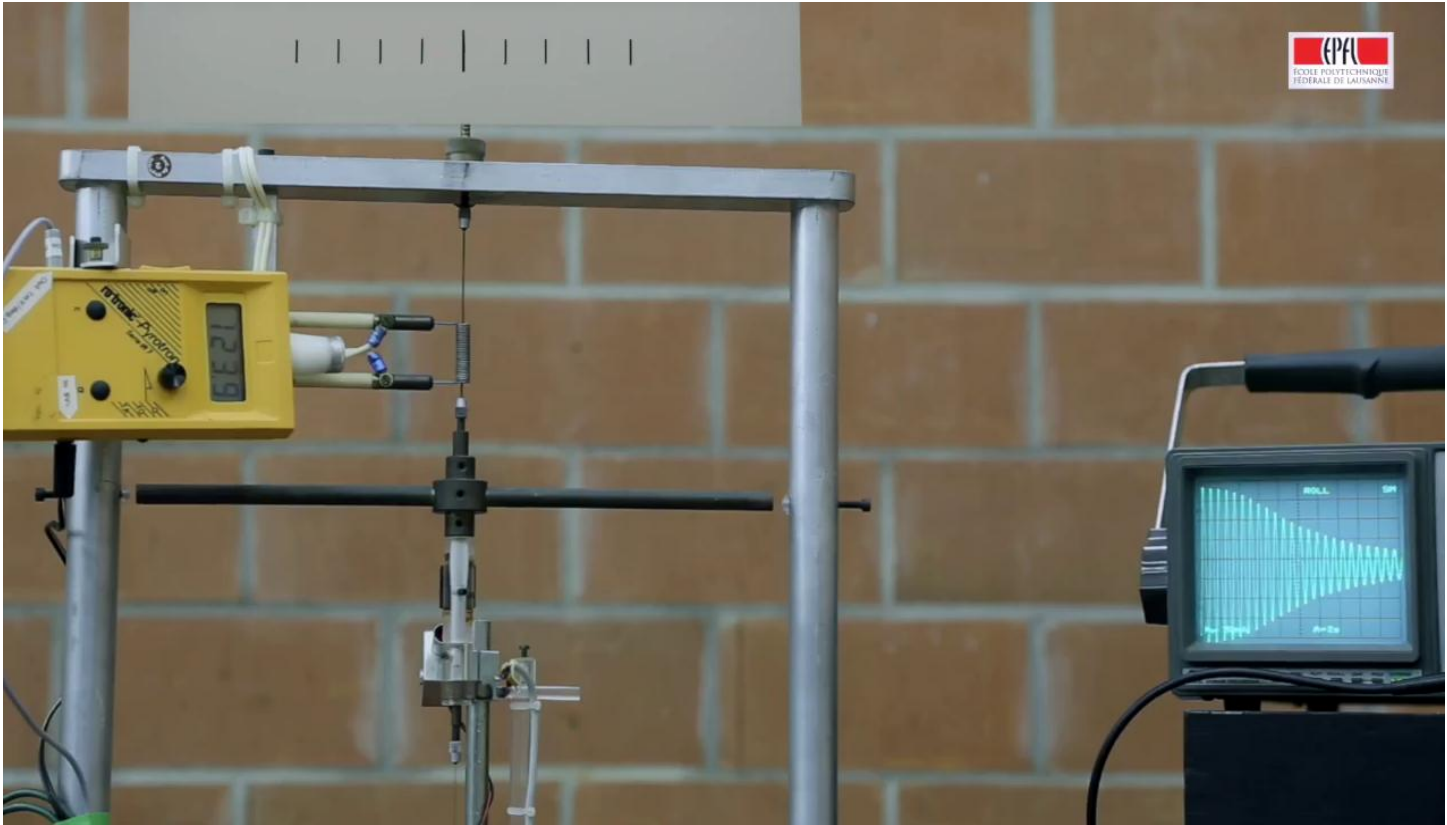
Hier also die Installation: hier ist der vertikale Stab, die horizontale Stange, die schwingen wird und es ist der Stab der ein Kräftepaar der Rückstellkraft erwirkt. Ihr seht auch eine Spule ausserhalb der vertikalen Stange, die sie aber nicht berührt, und es hat elektrische Kontakte. Dies erlaubt es die Spirale zu erhitzen und das gelbe Gerät ist ein Pyrometer der die Temperatur der Spirale messen wird. Recht seht ihr ein Oszilloskop, welches uns die Spannung angibt, welche die Hallsonde gemessen hat.

Notes

Summary



7m 06s



Schauen wir diese Messung mal an. Zuerst einmal bei Raumtemperatur. So, wir regen das System an. Ich sehe eine fast konstante Amplitude auf dem Oszilloskop. Dies ist bei Raumtemperatur. Nun stellt man fest, dass wenn man die Temperatur des vertikalen Stabs erhöht... Das machen wir nun. Ihr seht die steigende Temperatur auf dem Pyrometer, sie ist in Grad Celsius gegeben. Jetzt sieht man plötzlich eine Dämpfung. Es ist die innere Reibung des Stabs, die diese Dämpfung verursacht. Hier seht ihr eine klare Dämpfung nach einigen Perioden.

Notes

Summary

