Expériences : coordonnées sphériques

Mécanique, cours 7.exp

Jean-Philippe Ansermet

Video

Expériences : coordonnées sphériques

- Modèle 3D des coordonnées sphériques
- Glissière hémisphérique

Mécanique | 2013 2

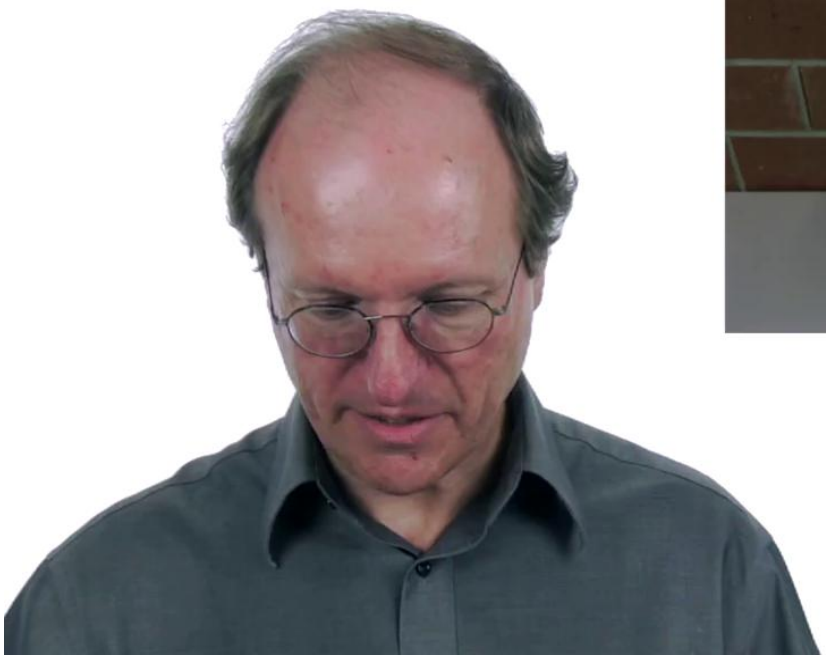
Guten Tag, willkommen zur Vorlesung der allgemeinen Physik an der EPFL. In dieser Lektion habe ich die zylindrischen und sphärischen Koordinaten eingeführt. Es ist möglich, dass einige unter euch Mühe bekunden, sich die Defiinition der sphärischen Koordinaten vorzustellen. Aus diesem Grund haben die Techniker ein dreidimensionales Model erstellt, welches euch, so hoffe ich, helfen wird. Danach werde ich euch ein Experiment zeigen, welches die Nützlichkeit der sphärischen Koordinaten demonstrieren soll.

Notes

Summary

0m 04s

Modèle 3D des coordonnées sphériques



- Sphère, on ouvre et on voit un quadrant
- Les angles et distances.

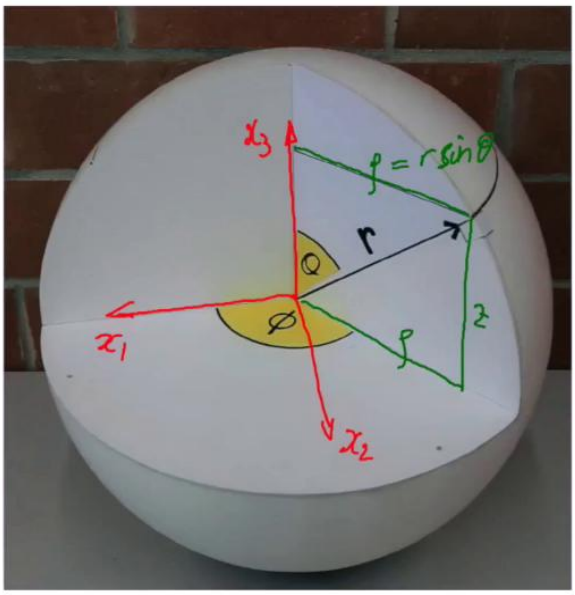
Hier ist eine Kugel, aus welcher wir einen herausgeschnitten haben, um die sphärischen Koordinaten zu präsentieren.

Notes

Summary

0m 37s

Modèle 3D des coordonnées sphériques



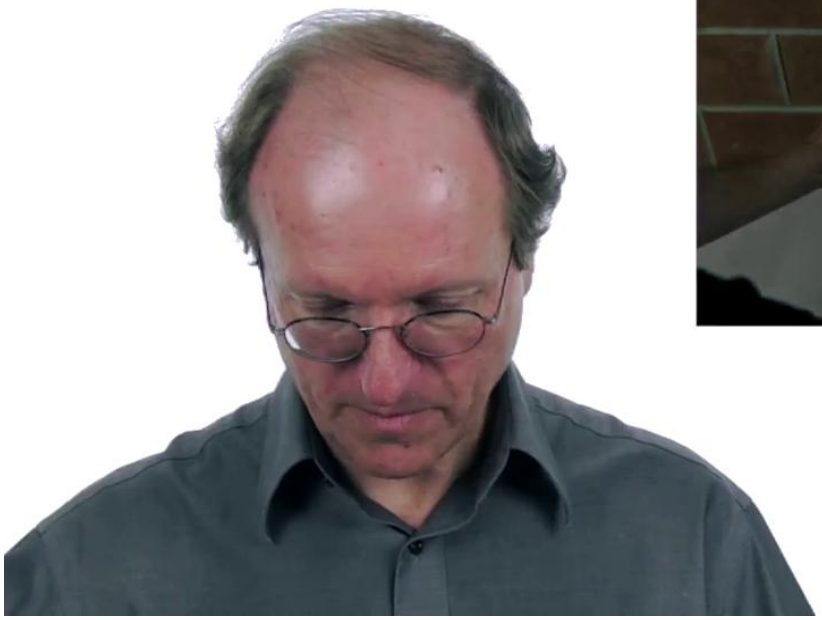
Mit Hilfe dieses Photos eines dreidimensionalen Objekts werde ich nun die Achsen einzeichnen, welche in diesem Model noch fehlen. Um mit der Definition, welche wir in der Formelsammlung adaptierten, übereinzustimmen, muss ich die Achse x1 so wählen. Die Achse x2 ist senkrecht zu x1, ungefähr so. Und x3 ist vertikal hier. Wir werden noch aufschreiben... Ja, wir könnten uns damit amüsieren, die zylindrischen Koordinaten auf diesem Bild neu zu definieren. Für die zylindrischen Koordinaten ist es diese Länge hier, welche vorkommt; ich nenne sie rho. Wir sehen, dass rho equivalent zu *r* ist. Ich meine *r* sin theta. Entschuldigung. Nun für die zylindrischen Koordianten müssen wir noch die Höhe z über der Ebene, welche x1 und x2 enthält, definieren. Ihr habt also noch einmal rho, welches hier auftaucht. Nun habt ihr alles auf dieser Zeichnung.

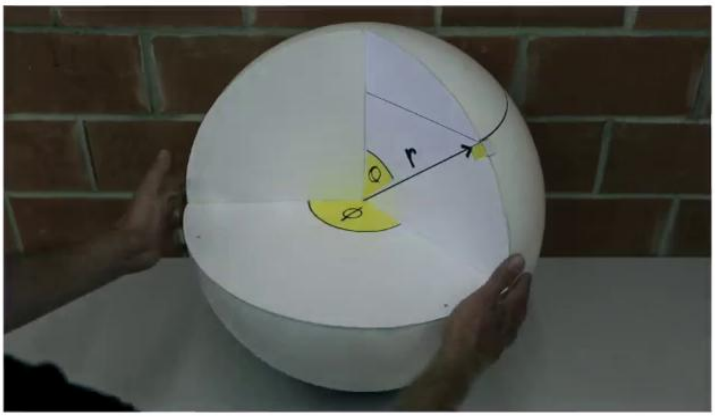
Notes

Summary

0m 48s

Modèle 3D des coordonnées sphériques





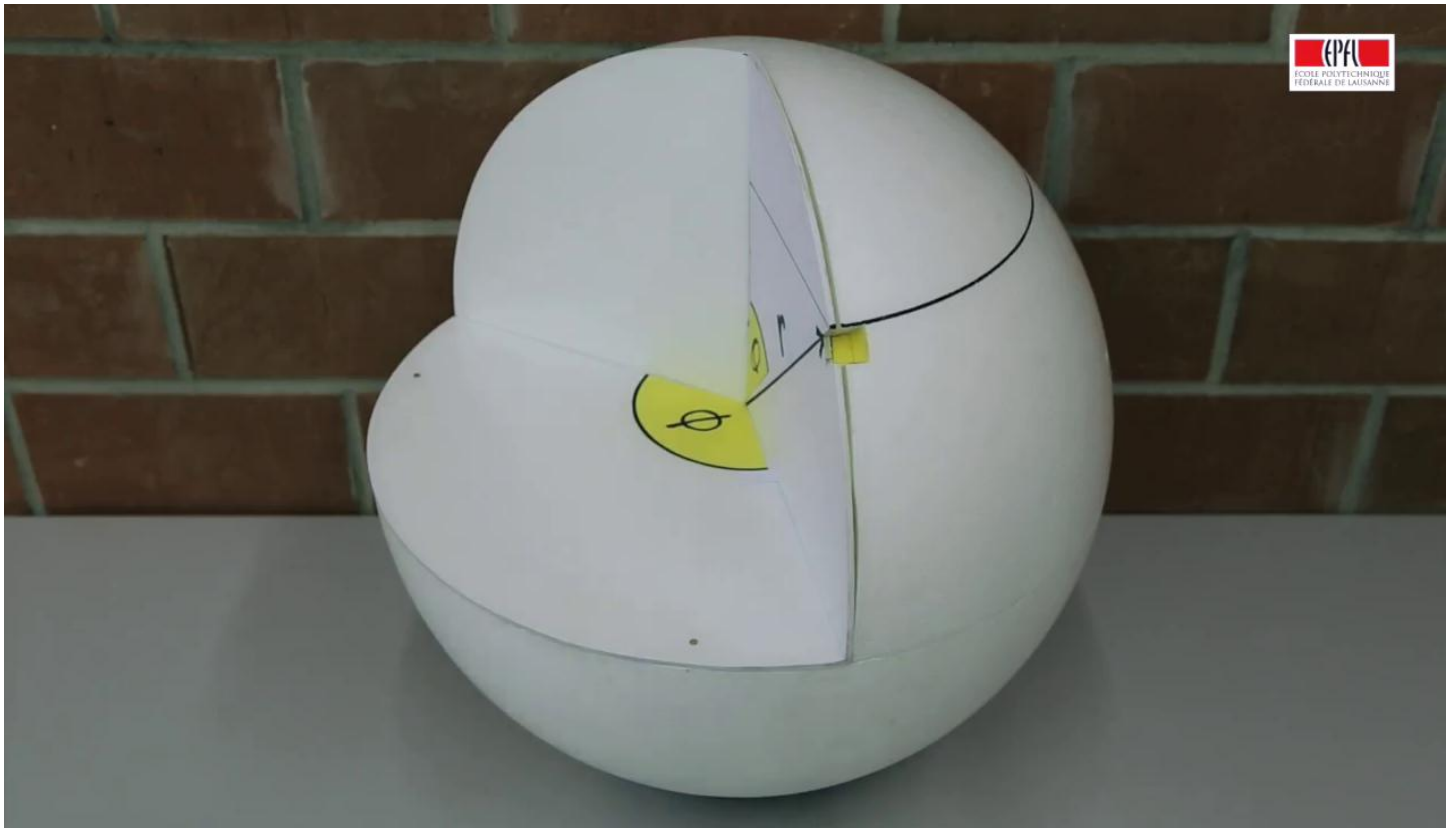
Expression en coordonnées sphériques d'un élément de volume.

Ich möchte den Abschnitt zu den sphärischen Koordinaten mit einem dreidimensionalen Modell nutzen, um ein Volumenelement in sphärischen Koordinaten auszudrücken. Schaut das Video.

Notes

Summary

2m 14s



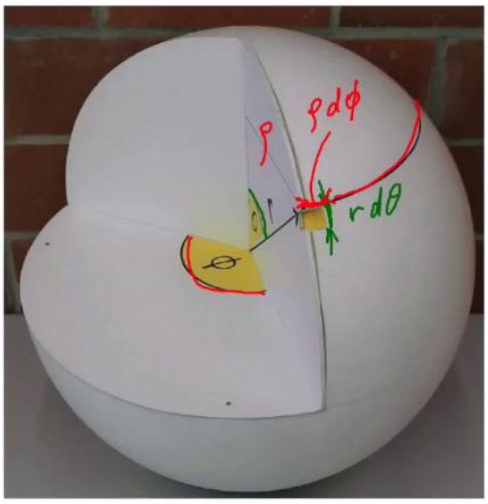
Es ist dieses kleine Volumenelement, welches ich in sphärischen Koordinaten ausdrücken möchte.

Notes

Summary

2m 29s

Modèle 3D des coordonnées sphériques



$$dV = \rho d\phi \; r d\theta \; dr = \sin\theta d\theta d\phi r^2 dr$$

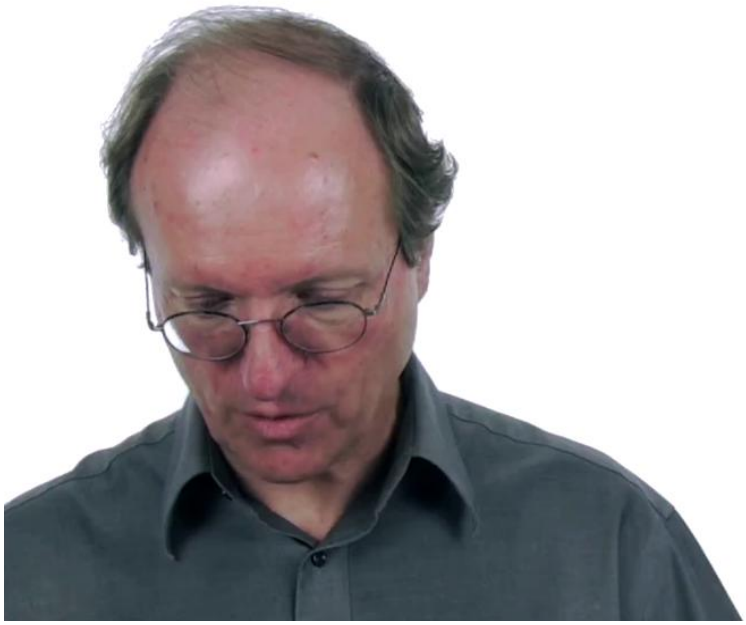
Hier ein Photo unseres kleinen Volumenelements. Ihr seit einverstanden, das ich in dieser Richtung hier eine Distanz halbe, welche dem Term *rd* entspricht. Theta ist der Winkel, welcher hier ist. Wenn theta um einen Wert *d* theta variiert, legen wir diese Distanz *rd* theta auf der Kugel zurück. Wenn phi variiert... Wenn phi um *d* phi variiert, werden wir um diese Grösse hier variieren, welche unser rho sein wird. Nennen wir den Radius dieses Kreises hier rho. Also haben wir hier eine Distanz, welche dem Term rho *d* phi entspricht. Logischerweise haben wir in der radialen Richtung eine Länge von dr. Also beenden wir mit einem kleinen Volumenelement. Dies ist also das Volumen dieses kleinen Würfels. Wir haben rho *d* phi in dieser Richtung, *rd* theta in der anderen Richtung und *dr* in der radialen Richtung. Wir haben rho gleich *r* sin theta. Dadurch finden wir die folgende Formel: r^2 sin theta *d* phi Ich wechsle nun zu einem Experiment.

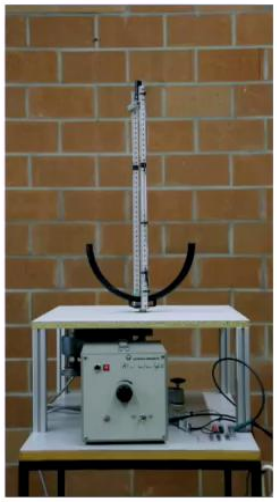
Notes

Summary

2m 36s

Glissière hémisphérique





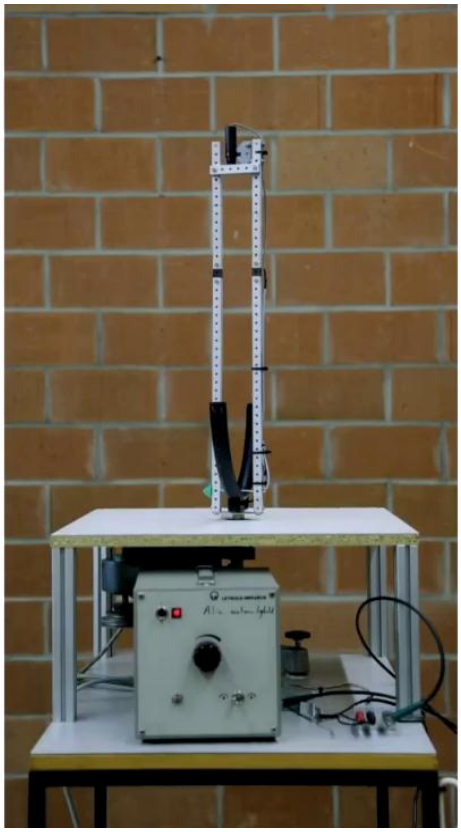
- Un tel système appelle naturellement à l'usage des coordonnées sphériques pour exprimer de façon simple le mouvement de la bille dans la glissière.

Es handelt sich um eine Kugel in einer halbkreisförmigen Rutsche. Dieser schwarze Halbkreis stellt eine Rutsche dar. Es hat zwei Kugeln, eine rote und eine Schwarze, welche sich zuunterst in der Rutsche befinden. Ihr werdet im Film sehen, dass wir die Möglichkeit besitzen, die Rutsche kontrolliert mit einer konstanten Winkelgeschwindigkeit rotieren zu lassen.

Notes

Summary

4m 12s



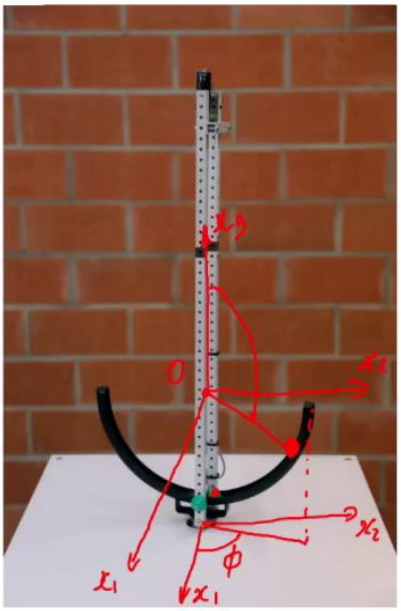
Des Weiteren können wir die Winkelgeschwindigkeit variieren. Ihr habt vielleicht festgestellt, dass die roten und grünen Kugeln sich nun auf den beiden Seiten aufhalten. Sie befinden sich nicht mehr im Boden der Rutsche.

Notes

Summary

4m 33s

Glissière hémisphérique



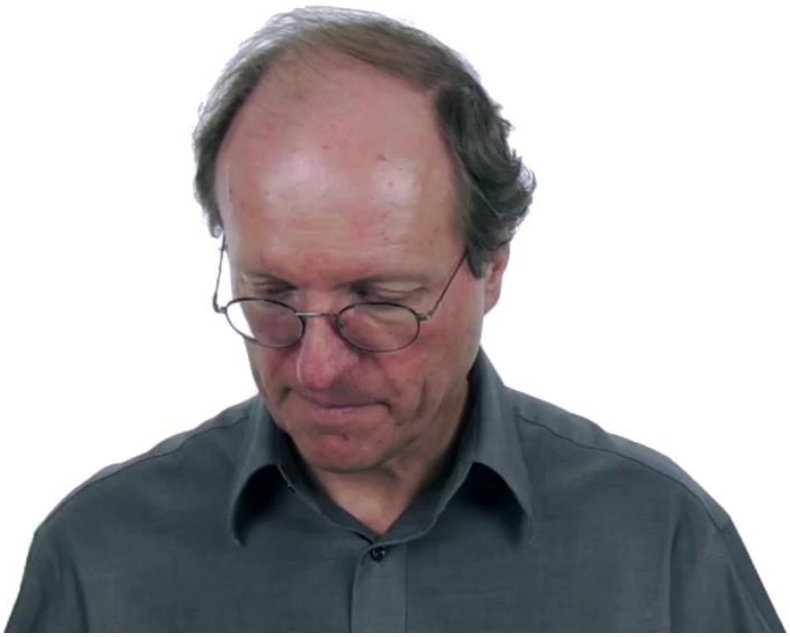
Also wie können wir die sphärischen Koordinaten in einer solchen Situation benützen. Ihr habt eure Kugel, welche sich in diesem Moment hier befindet. Ich möchte ihre Position beschreiben, wenn sie sich hier aufhalten. Also könnten wir die Koordinatenachsen so, entlang der Kanten des Tischs, wählen. *x*1 *x*2 Wir haben vielleicht eine solche Projektion. Also hätten wir einen Winkel phi, welcher hier ist. Was werden wir mit Theta machen? Logischerweise könnten wir sagen: «Voilà das Zentrum des Kreises ». Ich werde dies hier als den Winkel theta definieren. Wenn ich dies mache, habe ich eine andere Definition des Winkels theta als normalerweise. Also werden wir diese Art der Definition vermeiden, da wir unsere Formelsammlung benützen möchten, welche wir bereits aufgestellt haben. Deswegen werde ich meinen Koordinatenursprung hier im Zentrum des Kreises definieren. Also dies ist mein Punkt *o*. Ich werde *x*1 von hier in diese Richtung wählen. Genau so. Voilà *x*1. *x*2 in diese Richtung. *x*3 werde ich in die Höhe wählen, um den Winkel theta zu definieren. Also muss ich einen zusätzlichen Strich hier machen. Mein Winkel theta ist dieser hier.

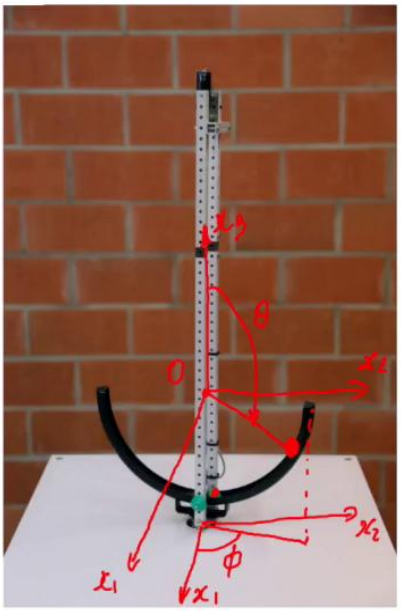
Notes

Summary

4m 52s

Glissière hémisphérique





Voilà mein Winkel theta. Nun habe ich *r*, welches durch den Radius der Rutsche gegeben ist. Theta und phi, respektive die sphärischen Koordinaten erleichtern mir den Sachverhalt darzustellen, dass der Massepunkt gezwungen ist, sich in einer Rutsche, welche sich mit der Geschwindigkeit phi Punkt dreht, zu bewegen.

Notes

Summary

6m 39s