

## Expériences : cinématique

## Mécanique, cours 2.exp

Jean-Philippe Ansermet





- Mouvement rectiligne uniforme et uniformément accéléré
- Tire-bouchon

Mécanique | 2013 2

Guten Tag, willkommen zur Vorlesung der allgemeinen Physik an der EPFL. In dieser Lektion habe ich die Grundlagen der Kinematik des Massenpunkts dargelegt. Hier werden wir uns ein Experiment zur geradlinigen Bewegung anschauen. Danach möchte ich mit einigen Bildern die Regel des Korkenziehers illustrieren.

Notes

Summary



0m 03s

# Mouvement rectiligne uniformément accéléré



- Une accélération constante est assurée entre les deux premiers détecteurs.
- Ensuite l'accélération est nulle.
- Les deux distances sont parcourues dans des temps égaux.

Mécanique | 2013 3

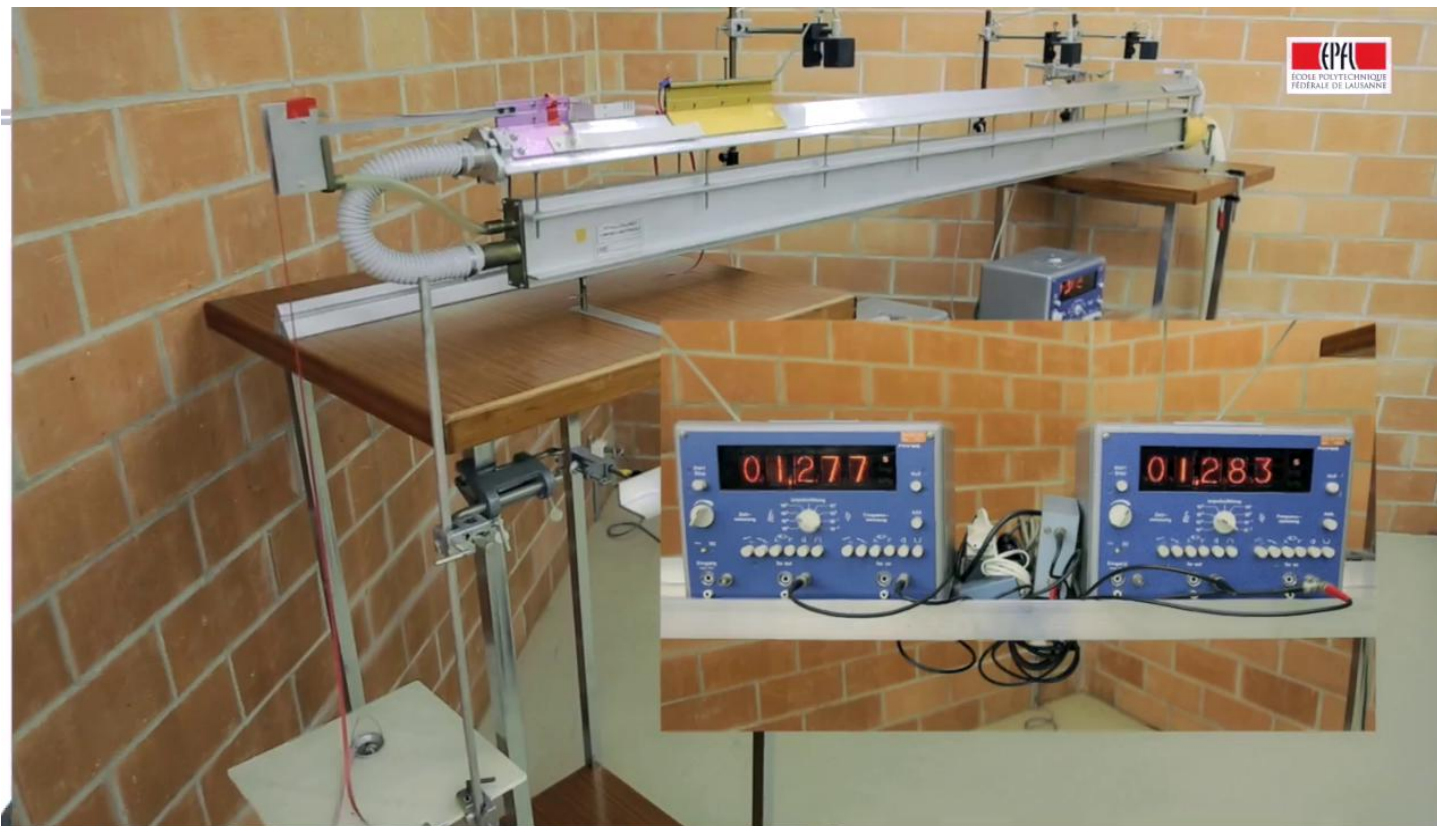
Ich beginne mir dem Experiment. Wir haben einen Schlitten auf einer horizontalen Luftkissenfahrbahn. Die Techniker habe dafür gesorgt, dass so an dem Schlitten gezogen wird, dass wir eine konstante Beschleunigung erhalten. Ich lade euch ein den Film zu schauen und zu verstehen versuchen was in diesem Experiment passiert.

Notes

Summary



0m 25s



Wir haben Detektoren, wir messen den ersten Durchgang, den Zweiten, den Dritten. Und jetzt unter diesem Winkel seht ihr etwas spezielles. Ihr seht, dass nach dem zweiten Detektor keine Kraft mehr auf den Schlitten ausgeübt wird. Und was stellt ihr fest, auf den Zählern die uns die Durchgangs-zeit zwischen den Detektoren angeben? Man hat das Gefühl, dass man, ungefähr, die selbe Durchgangszeit hat. Ich werde euch eine kleine Hilfe geben.

Notes

Summary



1m 04s

# Mouvement rectiligne uniformément accéléré



- Une accélération constante est assurée entre les deux premiers détecteurs.
- Ensuite l'accélération est nulle.
- Les deux distances sont parcourues dans des temps égaux.

Mécanique | 2013 3

Versucht zu sehen was genau passiert, wenn es effektiv eine konstante Beschleunigung zwischen den ersten beiden Detektoren und danach einer konstanten Geschwindigkeit zwischen dem zweiten und dem dritten Detektor hat und wenn die Distanz des ersten Detektors zum Zweiten gleich der Hälfte der Distanz des Zweiten zum Dritten ist. Nun, dies ist ein Know-How Kurs. Wir sind hier vor ein Experiment gestellt. Ich lade euch ein, eine Pause zu machen und zu versuchen zu beweisen, dass, wenn das zweite Segment zweimal länger ist als das erste, die beiden Zeiten gleich sein müssen.

Notes

Summary



1m 47s



# Mouvement rectiligne uniformément accéléré



Avec accélération :

$$x(t) = \frac{1}{2}at^2 \quad D = \frac{1}{2}at_1^2 \quad t_1 = \sqrt{\frac{2D}{a}}$$

$$v(t_1) = v_0 = at_1$$

Sans accélération :

$$x(t) = v_0(t - t_1)$$

$$2D = v_0(t_2 - t_1)$$

$$t_2 - t_1 = \sqrt{\frac{2D}{a}} = t_1$$

Mécanique | 2013 4

So habe ich das gemacht: Zuerst habe ich die Zeit-Weg-Funktion. Wenn es eine Beschleunigung hat, wissen wir, dass  $x$  von  $t$  gleich ein Halb  $at$  im Quadrat ist. Jetzt definiere ich die Zeit  $t_1$ , welche vom Apparat welcher die Zeit nach einer Distanz  $D$  misst gemessen wurde.  $D$  ist also gleich ein Halb  $at_1$  im Quadrat. Und dies gibt mir  $t_1$ . Jetzt nehme ich an, dass nach  $t_1$  keine Kraft mehr ausgeübt wird, die Beschleunigung ist also Null. Wie gross ist die Geschwindigkeit? Ich habe sie  $v_0$  genannt. Dies ist die Geschwindigkeit bei  $t_1$ . Dies ist gleich  $a$  mal  $t_1$ . Nun, während des Durchgangs zwischen dem zweiten und dem dritten Detektor hat es keine Beschleunigung. Die Zeit-Weg-Funktion ist also,  $x$  gleich  $v_0 t$  minus  $t_1$ . Ich habe aufgepasst immer die selbe Definition der Zeit zu haben, der selbe Ursprung der Zeit. Was wir nun messen werden ist  $t$  minus  $t_1$ . Wenn also die zurückgelegte Distanz, bei konstanter Geschwindigkeit, zweimal  $D$  ist, habe ich  $2D = v_0 t_2$  minus  $t_1$ . Daher wird der zweite Apparat, der zweite Zähler,  $t_2$  minus  $t_1$  messen. Wenn ihr die Terme einsetzt findet ihr genau  $t_1$ , was zu beweisen war. Um unsere Voraussage zu überprüfen werden wir das Experiment wiederholen.

Notes

Summary



2m 30s

# Mouvement rectiligne uniformément accéléré



- On vérifie que l'égalité des temps est obtenue pour une autre masse.

Mécanique | 2013 5

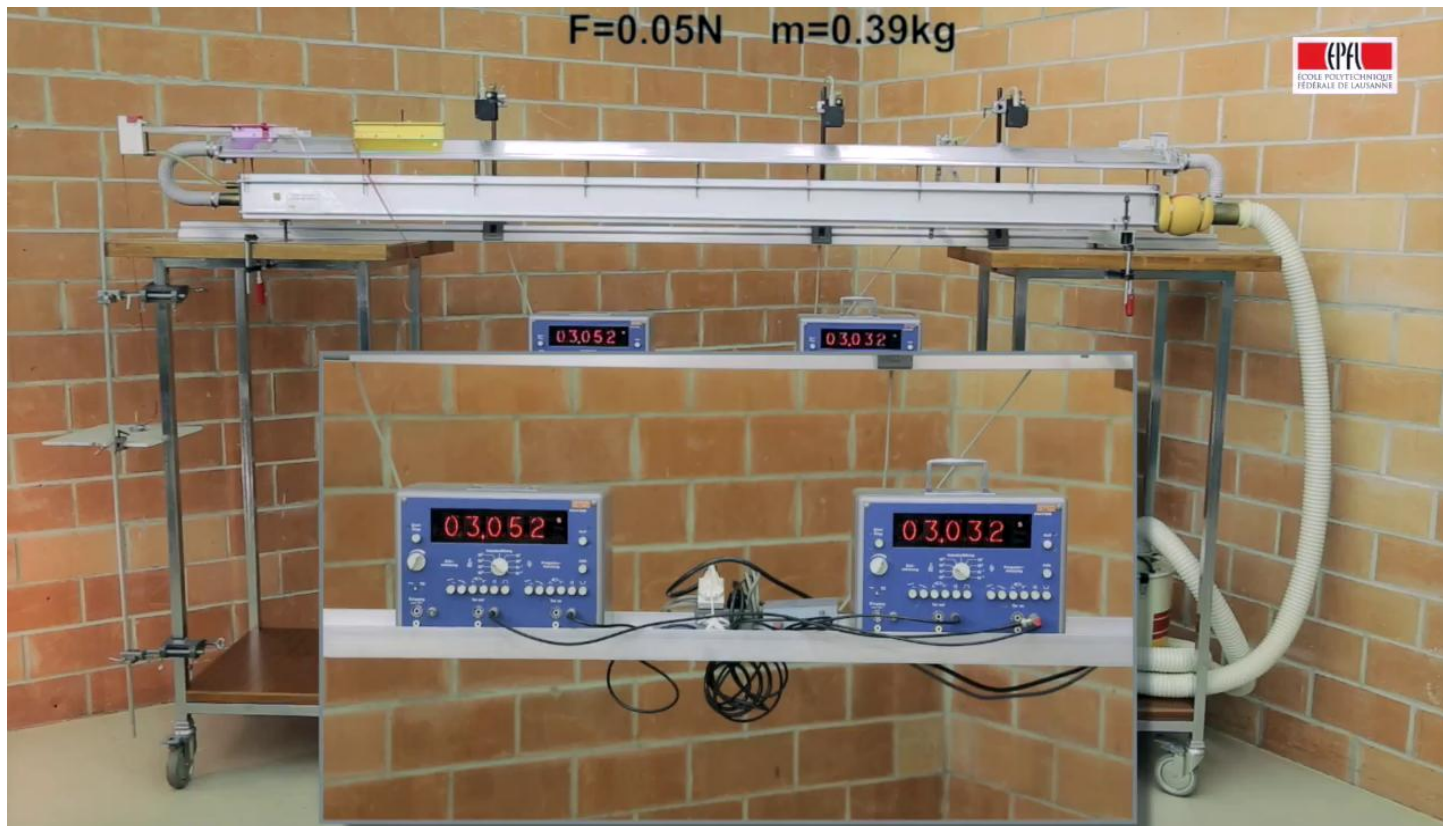
Diesmal mit einer viel schwächeren Kraft. Der Techniker zeigt mir an, dass die Kraft 0.05 Newton ist und die Masse 0.39 Kilos. Verständlicherweise nutzt der Techniker die Mechanik um diese gleichmässig beschleunigte Bewegung zu kreieren. Dies ist häufig der Fall in der Physik. Man braucht die Theorie um ein Experiment zu entwickeln. Schauen wir uns dieses Experiment an.

Notes

Summary



4m 01s



Wirklich, die zwei Zähler geben in etwa drei Sekunden.

Notes

Summary



4m 40s



# Mouvement rectiligne uniformément accéléré



- On vérifie que l'égalité des temps est obtenue pour une autre masse.

Mécanique | 2013 5

Die Durchgangszeit ist also, auf jedem Segment, gleich drei Sekunden. Ich lade euch nochmals ein eine Pause zu machen, um mit dem was ihr bisher wisst die Distanz  $D$  herzuleiten, welche zwischen den zwei ersten Zählern liegt, oder dann  $2D$ , zwischen dem zweiten und dem dritten Zähler. So habe ich das gemacht: wir haben  $t_1$  gleich drei Sekunden.

Notes

Summary



4m 48s

# Mouvement rectiligne uniformément accéléré



$$t_1 \approx 3.0 \text{ s}$$

$$D = \frac{1}{2} a t_1^2$$

Observé avec un poids de  $0.05 \text{ N}$

Donné :  $m \approx 0.39 \text{ kg}$

«  $F=ma$  » :  $a \approx 0.13 \text{ ms}^{-2}$

Estimé :  $D \approx 0.6 \text{ m}$

Mécanique | 2013 6

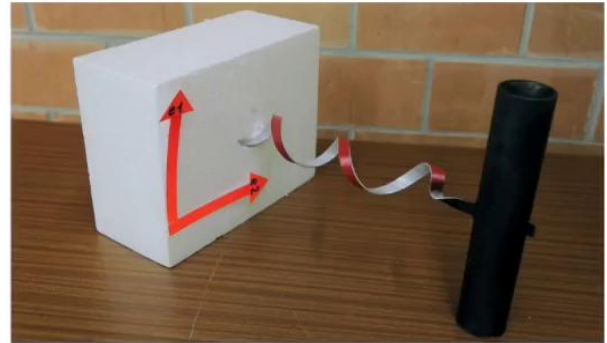
Wir haben eine Formel die uns  $D$  gibt,  $D$  gleich ein halb  $a$   $t_1$  im Quadrat. Jetzt muss ich nur noch wissen wie gross  $a$  ist. Der Techniker sagt uns, dass er mit  $0.05 \text{ Newton}$  gezogen hat und dass die Masse  $300 \text{ Gramm}$  ist. Ich wende nun das Gesetz  $F$  gleich  $m$   $a$  an. Ich gehe davon aus, dass ihr schon davon gehört habt wenn ihr so weit seid mit eurem Studium. Ich finde nun die Beschleunigung, welche  $0.13 \text{ Meter pro Sekunde im Quadrat}$  ist. Ich brauche nun diesen Wert von  $a$  in der Formel hier oben, welche mir  $D$  gibt und ich finde  $D$  ist ungefähr gleich  $60 \text{ Zentimeter}$ , was mir eher korrekt erscheint.

Notes

Summary



5m 13s



- On met le premier vecteur du repère le long de la poignée.
- Le 2<sup>ème</sup> vecteur est au bout du premier et on « tire » dans le sens indiqué par ce vecteur.
- Le tire-bouchon avance dans le sens qu'on doit donner au 3<sup>ème</sup> vecteur du repère.

Mécanique | 2013 7

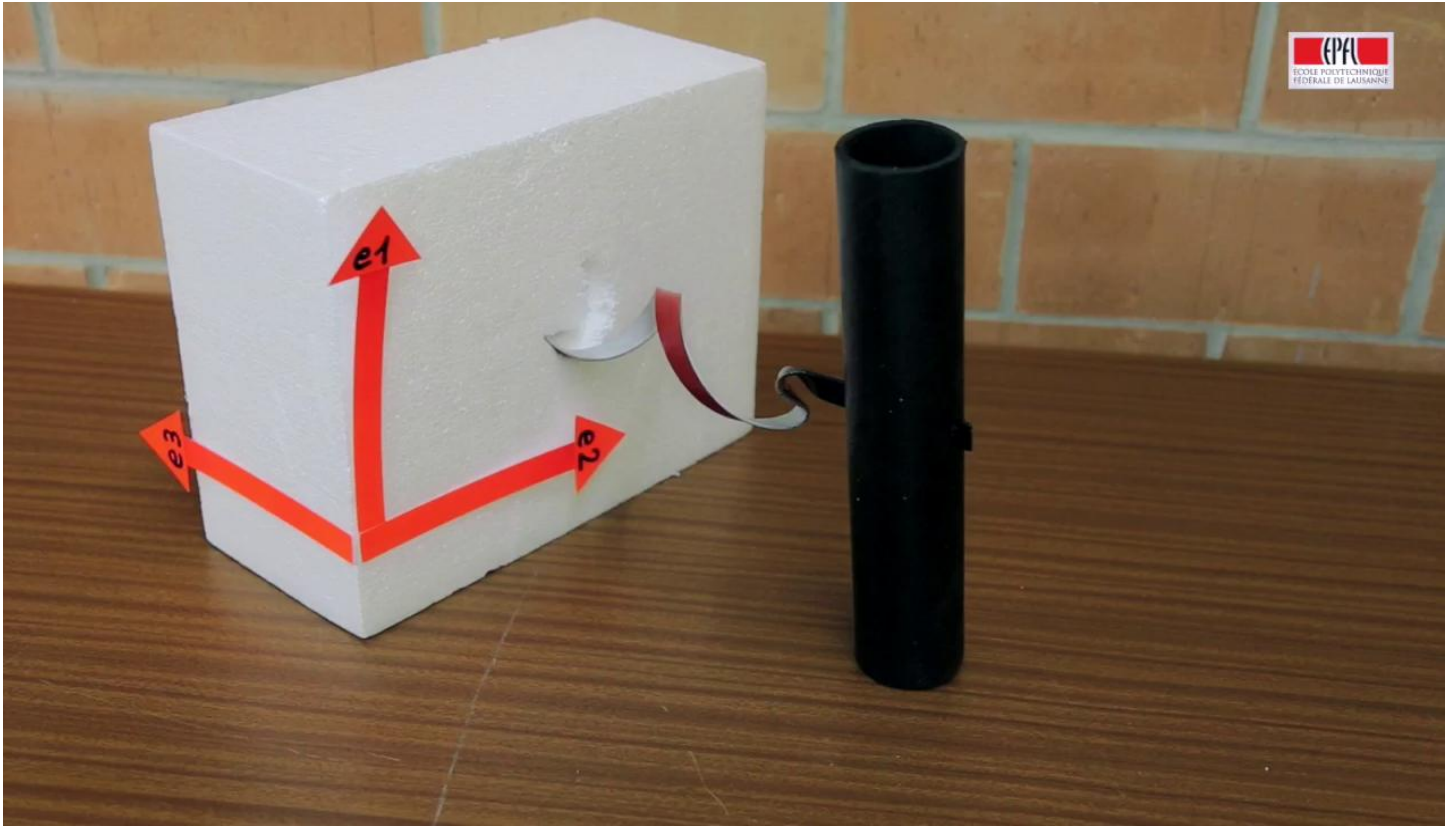
Ich komme nun zu dieser Vorstellung vom rechtshändigen Koordinatensystems. Ihr habt, hier auf dem Bild, ein Pfeil, welcher als  $e_1$  und einer, welcher als  $e_2$  markiert ist. Sagen wir dies seien die zwei Einheits- vektoren  $e_1$  und  $e_2$ . Nun wollen wir  $e_3$  zeichnen damit es ein rechtshändiges Koordinatensystem ergibt. Ich habe die Regel des Korkenziehers erwähnt. Hier ist nun ein Riesen-Korkenzieher. Der Techniker wird ihn nun benutzen um die Richtung von  $e_3$  zu finden.

Notes

Summary



5m 55s



So, ich glaube das ist klar genug.  $e_3$  geht also in Richtung des Korkenziehers, so wie hier.

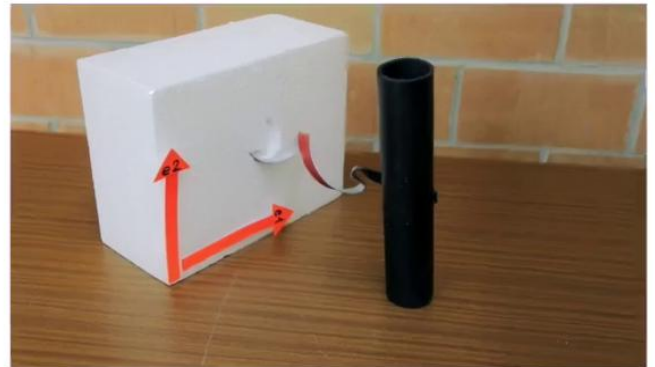
Notes

Summary

6m 33s



# Tire-bouchon ou règle de la main droite



- Même règle !

Mécanique | 2013 8

Um sicher zu sein das wir das richtig verstanden haben schlage ich vor, dass wir das Experiment mit e1 und e2 so wie hier, wiederholen.

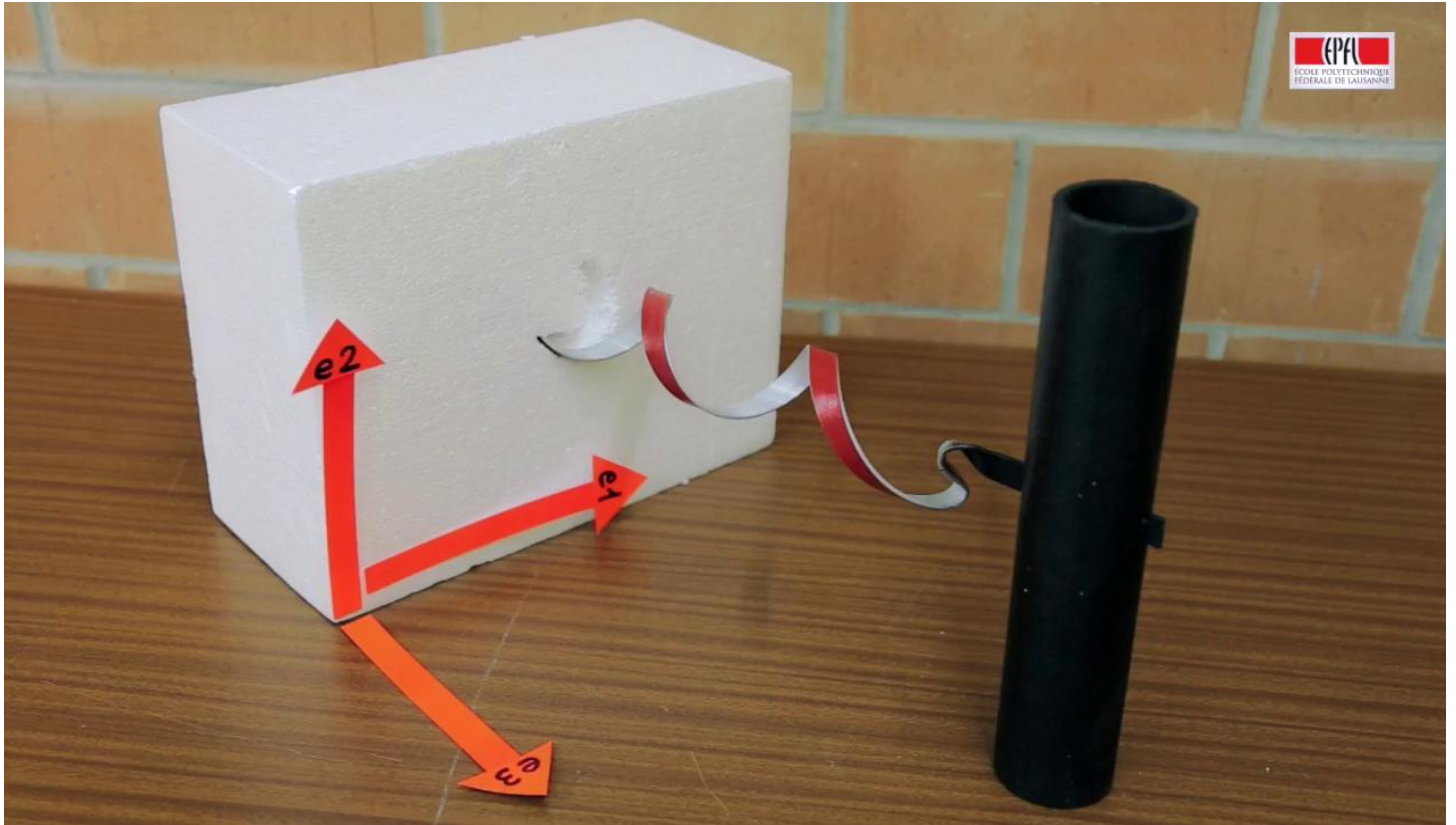
Notes

Summary



6m 53s





Diesmal gehen wir nun in die andere Richtung. Hat sich der Techniker getäuscht? Gibt es hier etwas das nicht aufgeht? Nein, es ist nur, dass  $e_1$  und  $e_2$  nicht mehr in der selben Art und Weise, wie das erste mal orientiert waren, Übrigens, wenn ihr die Regel des Korkenziehern nicht mögt könnt ihr die Regel der Hände ausprobieren, die Regel der rechten Hand. Mit der rechten Hand, den drei Fingern, nehmt ihr  $e_1$  in Richtung des Daumens,  $e_2$  in Richtung des Zeigefingers und der Mittelfinger geht aus der Ebene, welche durch  $e_1$  und  $e_2$  geformt wird, raus und zeigt in die Richtung, gezeigt vom Techniker. Wir schauen das Ende des Films und hier sieht man  $e_3$  in Richtung der Bewegungsrichtung des Korkenziehers.

Notes

Summary



7/m 13s