



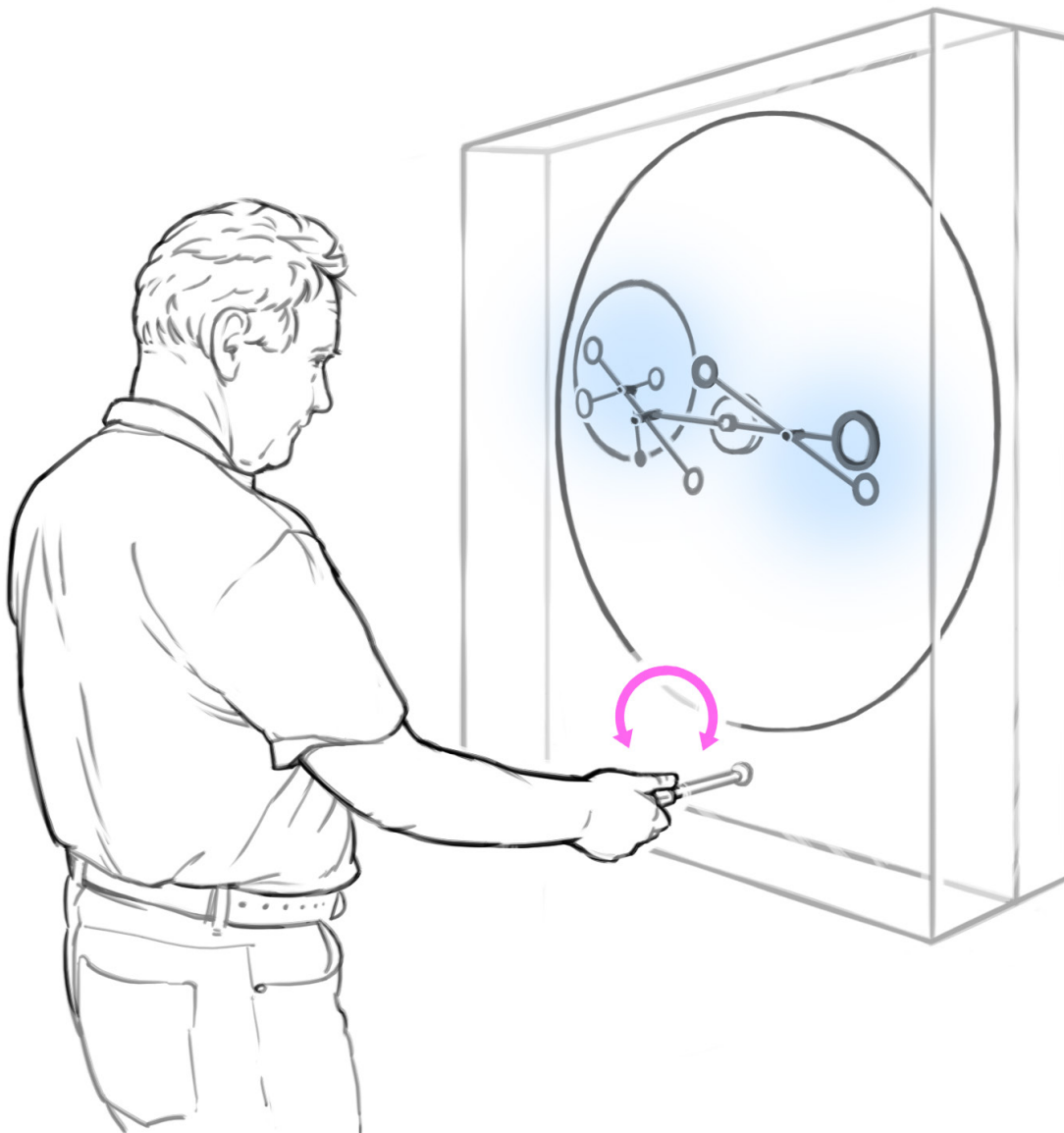
Mobiles verticaux

Chaotische Pendel



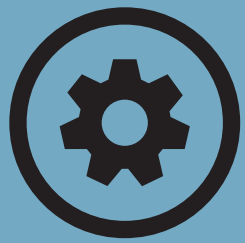
Was tun und beachten:

- *Versetzen Sie das eine (oder andere) der Pendel im Glaskasten durch kräftiges Drehen des Knopfes in Schwung. Lassen Sie den Knopf gleich wieder los.*
- *Lässt sich die Bewegungsfolge, ähnlich wie beispielsweise bei einem Uhrenpendel, hier voraussehen?*
- *Versetzen Sie das Pendel nochmals in Schwung. Stellen Sie Ähnlichkeiten im Ablauf fest?*



Wer mehr wissen möchte:

lesen Sie den Zusatztext



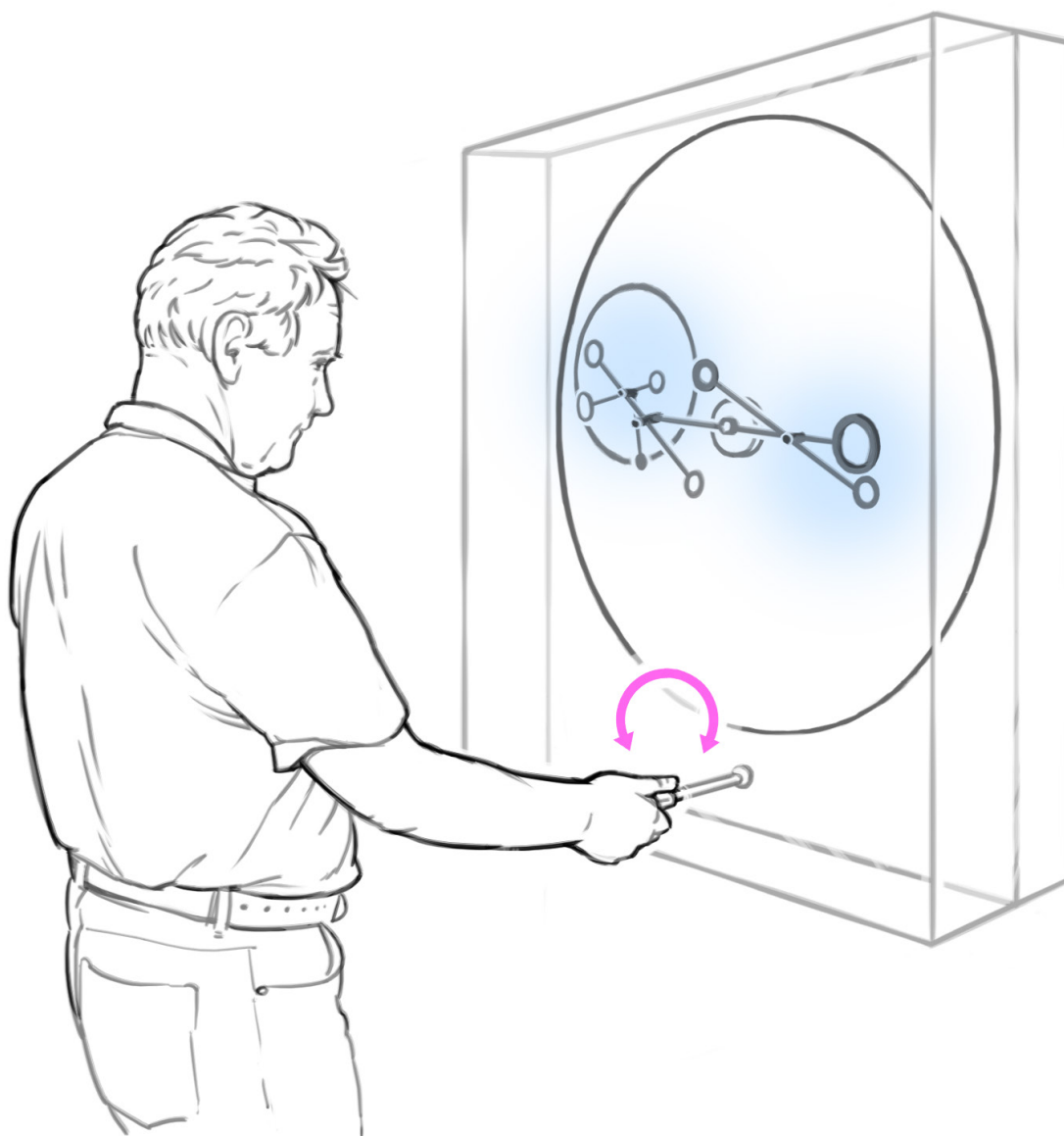
Mobiles verticaux

Chaotische Pendel



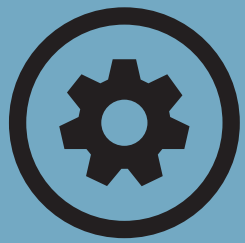
Was tun und beachten:

- *Versetzen Sie das eine (oder andere) der Pendel im Glaskasten durch kräftiges Drehen des Knopfes in Schwung. Lassen Sie den Knopf gleich wieder los.*
- *Lässt sich die Bewegungsfolge, ähnlich wie beispielsweise bei einem Uhrenpendel, hier voraussehen?*
- *Versetzen Sie das Pendel nochmals in Schwung. Stellen Sie Ähnlichkeiten im Ablauf fest?*



Wer mehr wissen möchte:





Mobiles verticaux

Chaotische Pendel



Wer mehr wissen möchte

Anders als bei vielen einfachen Pendeln in dieser Ausstellung haben wir es hier mit einem Gerät aus mehreren Teilen zu tun. Das führt zu äusserst komplexen Bewegungen.

Wenn Sie das Pendel dagegen nur ein klein wenig hin und her schwingen lassen, sind die Bewegungen überschaubar, ja sogar etwas vorhersehbar.

Ganz anders, wenn Sie das Pendel „durchdrehen“ lassen. Jetzt werden die Bewegungen chaotisch und überraschend. Und jedes Mal anders, denn selbst kleinste Unterschiede in der Startbewegung führen zu völlig unterschiedlichem Bewegungsablauf. Diese hohe Empfindlichkeit ist kennzeichnend für chaotische Systeme.

Auch beim Wetter führen kleinste Veränderungen zu drastischen Effekten. Ein kleiner Fehler in Temperaturmessungen (oder eine geringfügig andere Temperatur als erwartet) kann zu einer völlig verfehlten Wettervorhersage führen. Obgleich alles streng nach physikalischen Gesetzen verläuft, macht es dieses chaotische Verhalten der Natur sehr schwierig, die Wetterlage längerfristig verlässlich vorherzusagen.

Zu den natürlichen Systemen, die sich ebenfalls chaotisch verhalten, gehören der tropfende Wasserhahn, Wasserströmungen und Luftverwirbelungen.

Was tun und beachten:





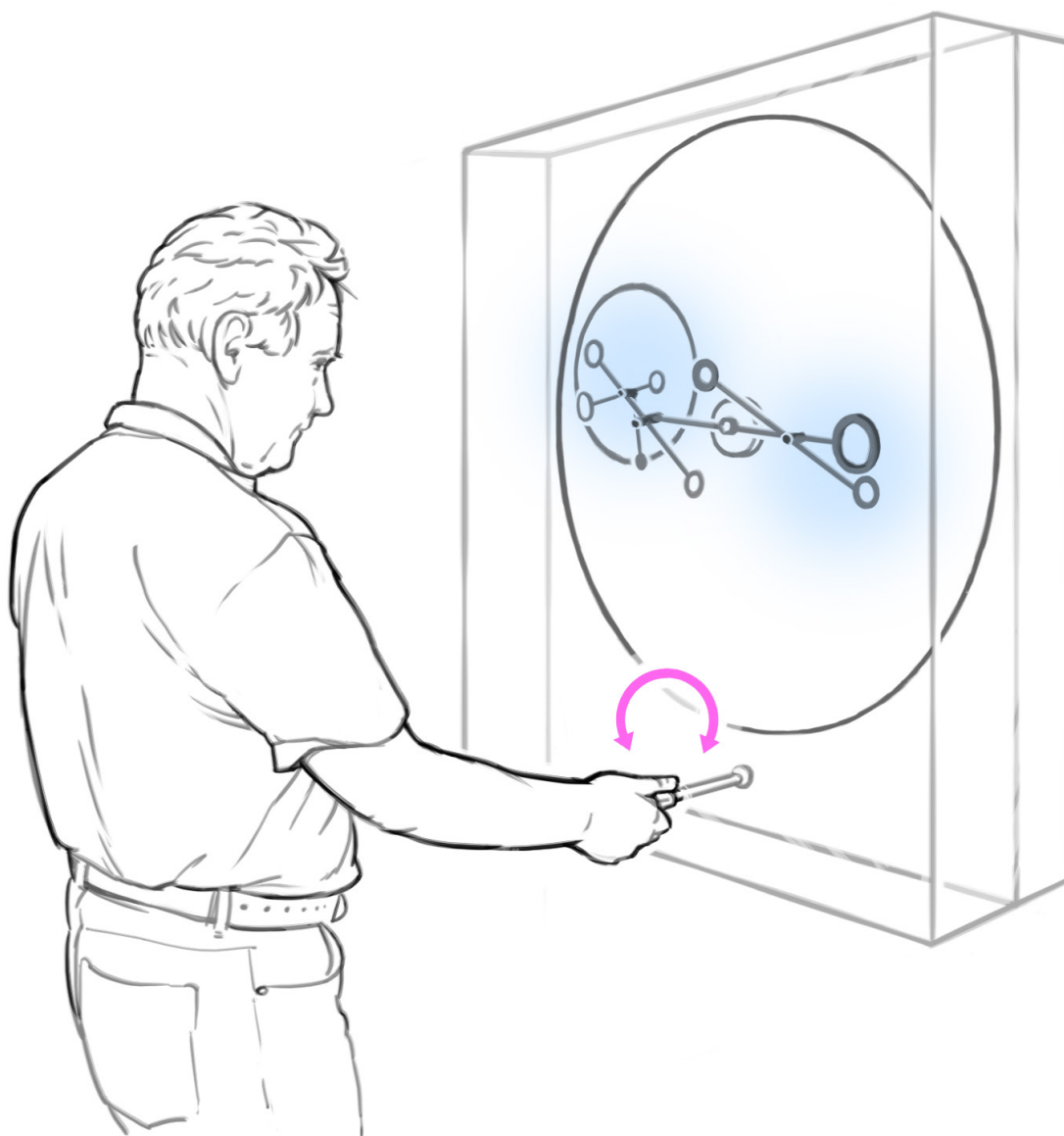
Vertical Mobiles

Chaotic Pendulums



To do and notice:

- *Set one of the pendulums in the glass case swinging by turning the knob vigorously and letting go of it.*
- *When you watch the pendulum of a clock you know what it will do and where it will be next. Is that also true of this pendulum?*
- *Start the pendulum swinging again. Is the pattern of movement similar?*



Want to know more?





Vertical Mobiles

Chaotic Pendulums



Want to know more?

Unlike the many simple pendulums in this exhibition, this pendulum consists of several different parts. This leads to extremely complex patterns of movement.

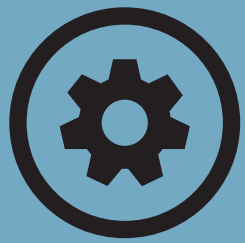
If you move the pendulum gently so that it only swings slightly from one side to the other, its oscillations are relatively simple and even predictable. This is no longer the case when you set it oscillating vigorously. Then the movement pattern is chaotic and full of surprises. And it's different every time, because even the smallest differences in the initial movement lead to entirely different oscillation processes and patterns. This high degree of sensitivity is a characteristic of chaotic systems.

With the weather, too, the smallest variations can have drastic effects. For instance a minute error in a temperature measurement (or a slightly different temperature than expected) can result in a completely wrong weather forecast. Although nature is subject to rigorous physical laws, its chaotic behaviour makes reliable long-term weather forecasting very difficult.

Other natural systems that behave chaotically can be observed in such everyday phenomena as a dripping tap, currents in flowing water or atmospheric turbulence.

To do and notice:





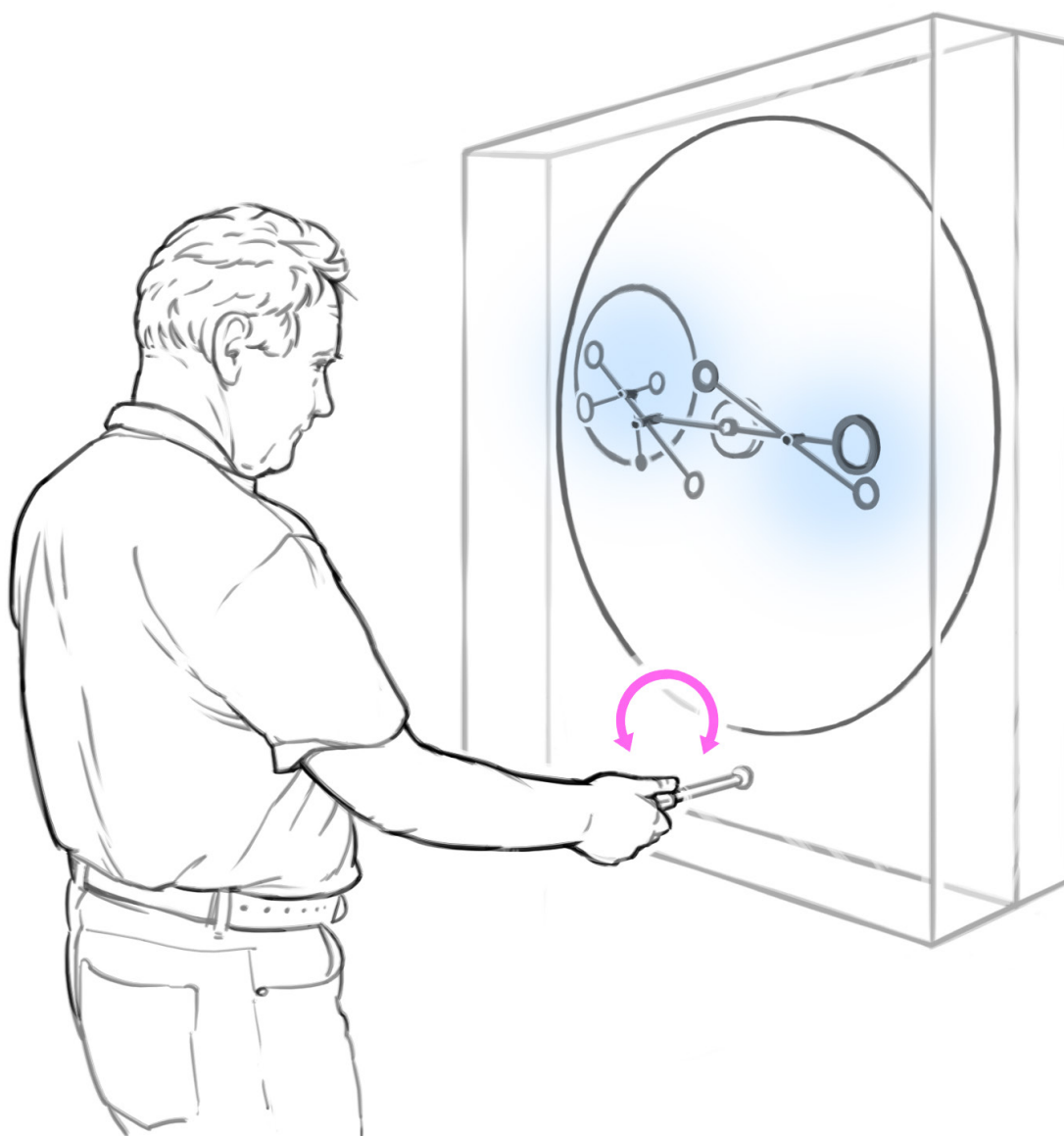
Mobiles verticaux

Pendule chaotique



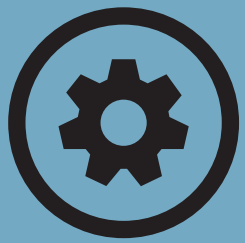
A vous de jouer:

- *Mettez en mouvement un des pendules dans la caisse en verre en tournant fermement le bouton et en le relâchant aussitôt.*
- *Peut-on prévoir la succession des mouvements, comme pour les pendules d'une horloge par exemple?*
- *Redonnez une poussée au pendule. Est-ce que les mouvements sont les mêmes qu'avant?*



Pour en savoir plus:





Mobiles verticaux

Pendule chaotique



Pour en savoir plus

A la différence de nombreux autres pendules simples montrés dans cette exposition, nous avons ici un pendule en plusieurs parties. Il en résulte des mouvements extrêmement complexes.

Vous verrez que, lorsque vous faites osciller le pendule tout doucement, vous pourrez suivre ses mouvements, voire les anticiper.

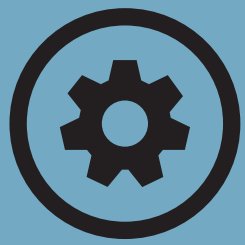
Par contre, si vous mettez le pendule «hors de lui», ses mouvements deviendront aussitôt chaotiques et imprévisibles. En effet, les différences les plus minimes dans la mise en mouvement initiale induisent un déroulement complètement autre du mouvement. Cette hypersensibilité est typique pour les systèmes chaotiques.

Dans le domaine de la météorologie aussi, le moindre changement a des effets considérables. Une petite erreur dans la mesure des températures (ou la prise en compte d'une température légèrement différente que celle attendue) peut conduire à une prévision du temps complètement erronée. Même si tout se passe strictement selon les lois de la physique, le comportement chaotique de la nature fait qu'il est extrêmement difficile de faire des prévisions météo-rogiques fiables sur une longue période.

Parmi les systèmes naturels chaotiques, mentionnons le robinet qui goutte, les courants d'eau, les tourbillons d'air, etc.

A vous de jouer:





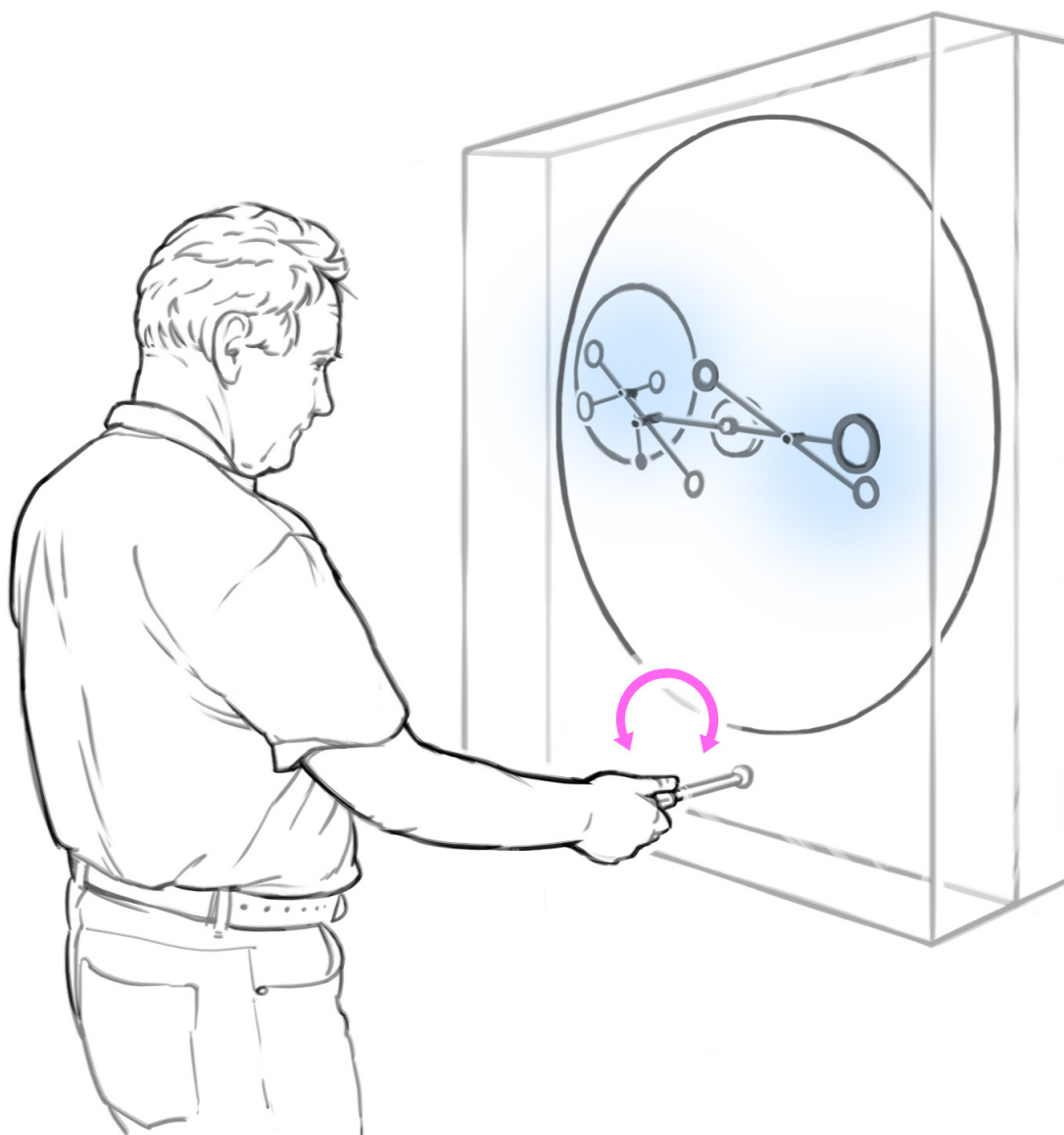
Mobili verticali

Pendolo meccanica



Che cosa fare:

- *Avviate l'oscillazione di uno dei pendoli nella teca di vetro, ruotando la manopola vigorosamente e lasciandola poi andare.*
- *Quando si guarda il pendolo di un orologio si sa che cosa farà e dove si troverà in ogni momento. È così anche nel caso di questo pendolo?*
- *Fate ripartire il pendolo un'altra volta. Il movimento è simile a quello precedente?*



Vuole saperne di più?





Mobili verticali

Pendolo meccanica



Vuole saperne di più?

A differenza dei molti pendoli semplici in questa mostra, questo pendolo è costituito da varie parti. Questo porta a schemi di movimento estremamente complessi.

Se si sposta il pendolo delicatamente così che oscilla solamente leggermente da una parte all'altra, le sue oscillazioni sono relativamente semplici e il moto anche prevedibile. Non è più così quando si avvia un'oscillazione vigorosamente. Allora il modello di movimento diventa caotico e pieno di sorprese.

Ed è diverso ogni volta, perché anche le più piccole differenze nel movimento iniziale portano a processi di oscillazione e modelli completamente diversi. Questo alto grado di sensibilità è una caratteristica dei sistemi caotici.

Anche con il tempo atmosferico, le più piccole variazioni possono avere effetti drastici. Per esempio un piccolo errore in una misura di temperatura (o una temperatura un po' diversa dal previsto) può provocare una previsione meteo completamente sbagliata. Anche se la natura è soggetta a rigorose leggi fisiche, il comportamento caotico rende le previsioni del meteo a lungo termine affidabili molto difficili.

Altri sistemi naturali che si comportano in modo caotico possono essere osservate in fenomeni quotidiani come in un rubinetto che gocciola, nelle correnti di acqua di fiumi o ruscelli o nelle correnti atmosferiche.

Che cosa fare:

