FISICA GENERALE I

Dott.ssa Annalisa Allocca

Università degli Studi di Napoli,
Compl. Univ. Monte S.Angelo – Dipartimento di Fisica
Via Cinthia, I-80126, Napoli

Istituto Nazionale di Fisica Nucleare,
sez. Napoli
Studio: 1G16, Edificio 6
+39-081-676345
annalisa.allocca@unina.it

Organizzazione

- **Sito web:** www.docenti.unina.it/annalisa.allocca
  - La registrazione al sito si può effettuare inserendo numero di matricola e pin oppure tramite SPID per chi non fosse ancora in possesso di matricola
  - Il materiale didattico si trova sulla pagina web

- **Libri di testo adottati:**
  - Mazzoldi, Nigro, Voci «Elementi di Fisica – Meccanica e Termodinamica» Vol. 1 - Edises Napoli
  - Halliday, Resnick, Walker «Fondamenti di Fisica» - Ambrosiana Milano
  - Serway, Jewett «Principi di Fisica» - Edises Napoli

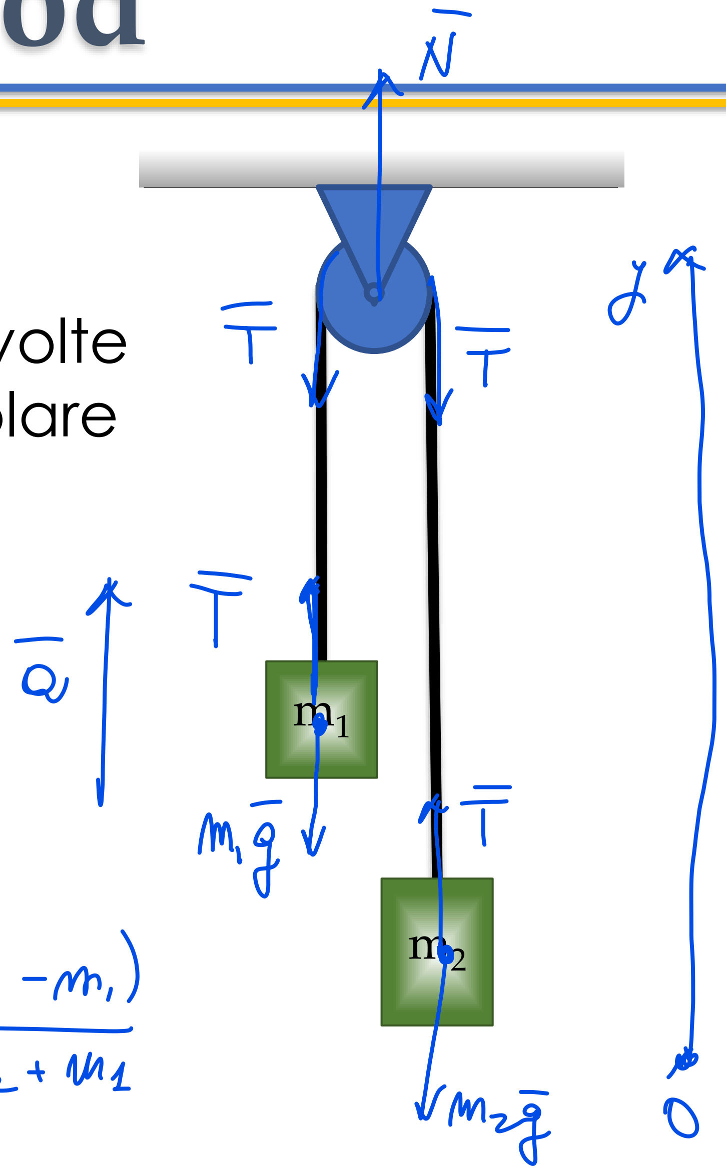
Argomenti di oggi:

- Dinamica del punto materiale
  - La macchina di Atwood
  - Moto lungo un piano inclinato
  - Forza elastica
  - Pendolo semplice

Mazzoldi, Nigro, Voci, cap 2, 3

La macchina di Atwood

Due oggetti di massa diversa sono sospesi verticalmente tramite una puleggia leggera e priva di attrito. Questo dispositivo è chiamato *macchina di Atwood*, ed è usata a volte in laboratorio per misurare l'accelerazione di gravità. Calcolare il modulo dell'accelerazione delle due masse e la tensione della fune



(1) $\sum \bar{F} = m_1 \bar{a} \rightarrow -m_1 g + T = m_1 a$

(2) $- \rightarrow -m_2 g + T = -m_2 a$

$$(m_2 - m_1) g = (m_1 + m_2) a \Rightarrow a = g \frac{(m_2 - m_1)}{m_2 + m_1}$$

$$a = g\frac{(m_2 - m_1)}{m_1 + m_2}$$

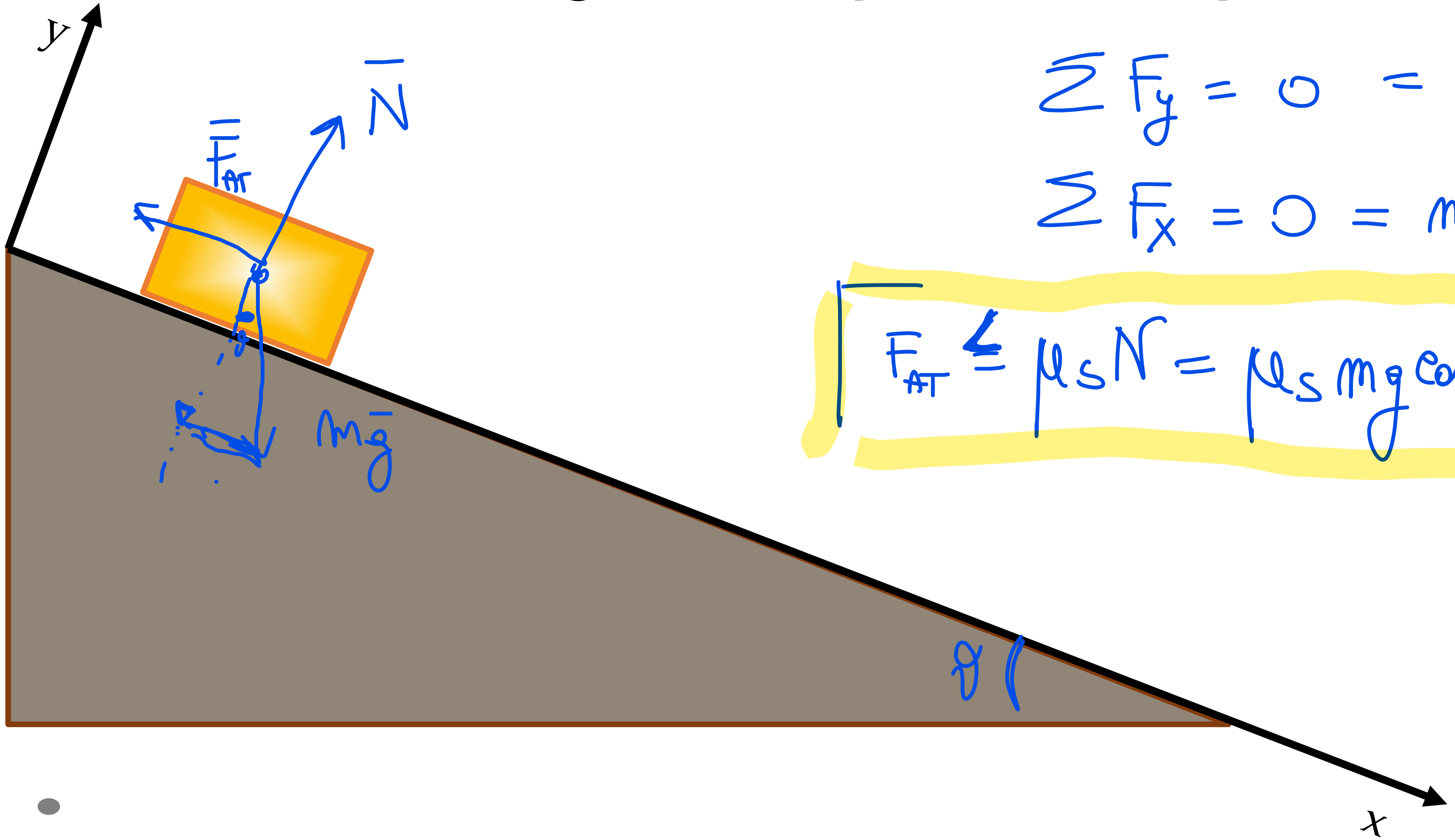
$$-m_1 g + T = m_1 g \frac{(m_2 - m_1)}{m_1 + m_2} \Rightarrow T = m_1 g\left[1 + \frac{m_2 - m_1}{m_2 + m_1}\right]$$

$$= m_1 g\left[\frac{m_2 + \cancel{m_1} + m_2 - \cancel{m_1}}{m_2 + m_1}\right]$$

$$= \frac{2 m_1 \cdot m_2}{m_1 + m_2} g$$

Moto lungo un piano inclinato

Scomponiamo le forze agenti sul sistema lungo le direzioni **ortogonale e parallela al piano**



$$\Sigma F_y = 0 = N - mg\cos\vartheta \Rightarrow N = mg\cos\vartheta$$

$$\Sigma F_x = 0 = mg\sin\vartheta - F_{AT} \le mg\sin\vartheta - \mu_s mg\cos\vartheta$$

$$\boxed{F_{AT} \le \mu_s N = \mu_s mg\cos\vartheta}$$

$$+\cancel{mg}\sin\vartheta \le +\mu_s \cancel{mg}\cos\vartheta$$

$$\frac{\sin\vartheta}{\cos\vartheta} \le \mu_s \Rightarrow \boxed{tg\vartheta \le \mu_s}$$

Piano scabro

$$F_A \leq \mu_s mg\cos\vartheta$$

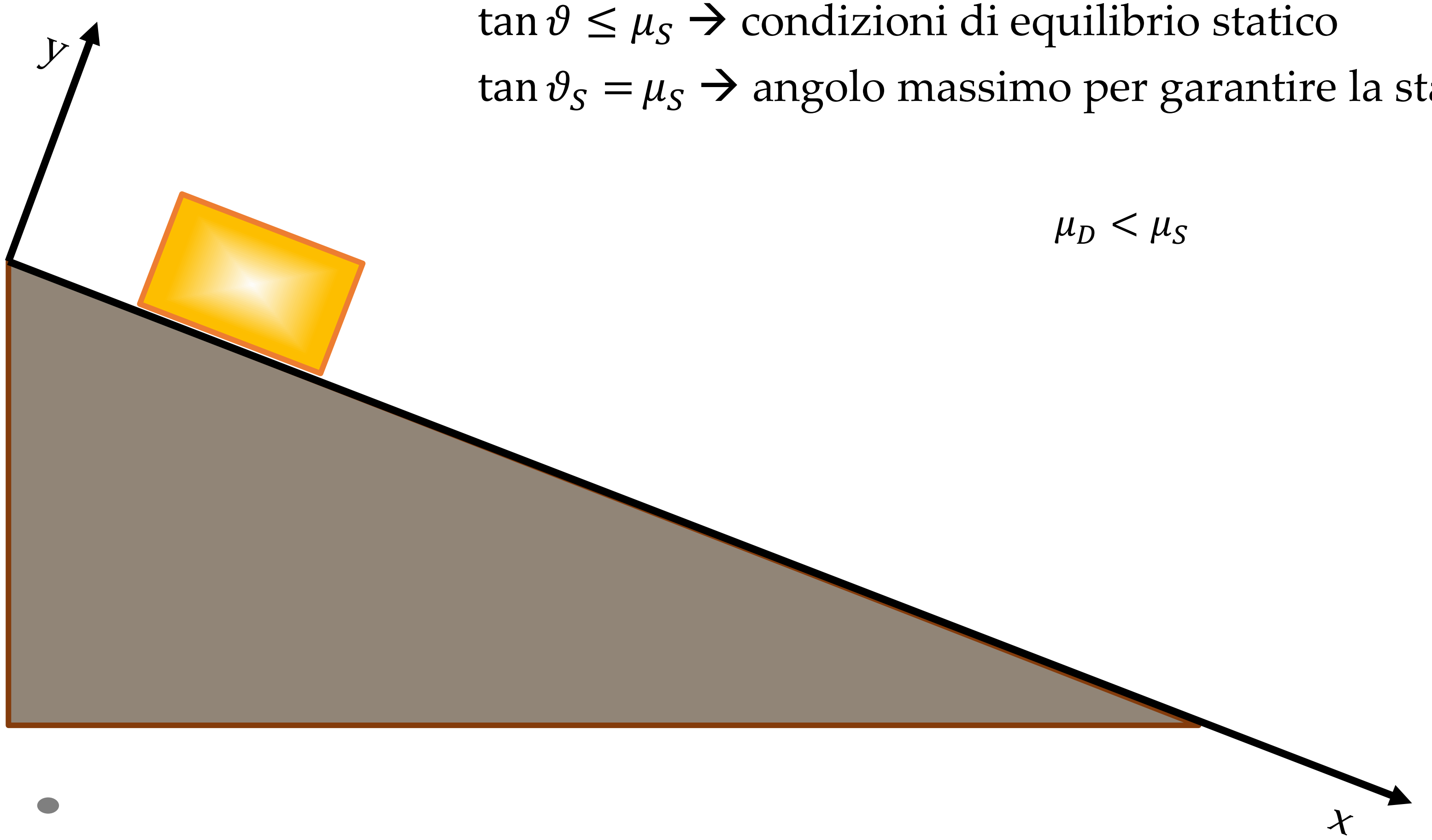
$$\begin{cases} \sum F_x = 0 = mg\sin\vartheta - F_A \\ mg\sin\vartheta = F_A \\ \cancel{mg}\sin\vartheta \leq \mu_s \cancel{mg}\cos\vartheta \\ tg\vartheta \leq \mu_s \end{cases}$$

Moto lungo un piano inclinato

Discussione sui coefficienti d'attrito

$\tan\vartheta \leq \mu_S$ → condizioni di equilibrio statico

$\tan\vartheta_S = \mu_S$ → angolo massimo per garantire la stasi ⇒ $\vartheta > \vartheta_S$ → il corpo si muove



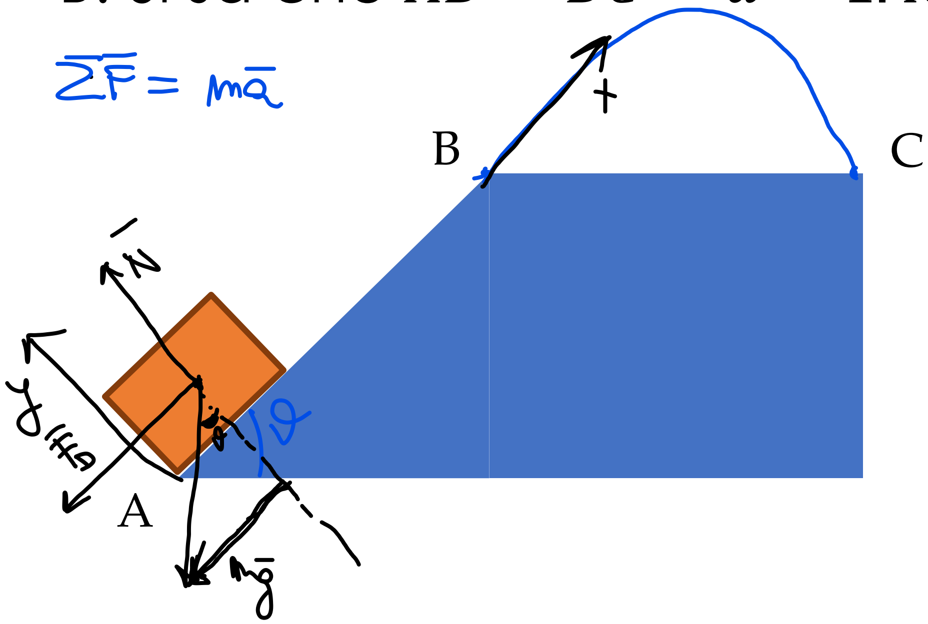
$$\mu_D < \mu_S$$

Piano scabro

Moto lungo un piano inclinato: esempio

Un punto materiale viene lanciato, con velocità iniziale v_0 nel punto A, lungo un piano inclinato scabro con $\vartheta = 40°$. Il coefficiente di attrito dinamico è $\mu_D = 0.4$. In B il punto si distacca dal piano e, nel vuoto, arriva in C, che è alla stessa quota di B. Si sa che $\overline{AB} = \overline{BC} = d = 1.43m$. Calcolare il valore di v_0.

$\Sigma \vec{F} = m\vec{a}$

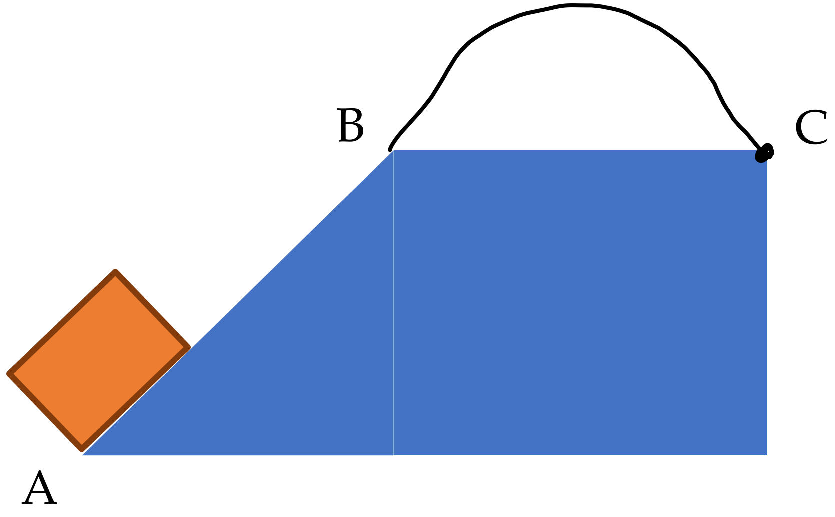


$$\Sigma F_y = N - mg\cos\vartheta = 0 \Rightarrow N = mg\cos\vartheta$$

$$\Sigma F_x = -\mu_D N - mg\sin\vartheta = ma$$

$$= -\mu_D mg\cos\vartheta - mg\sin\vartheta = ma$$

$$a = -g(\sin\vartheta + \mu_D\cos\vartheta)$$



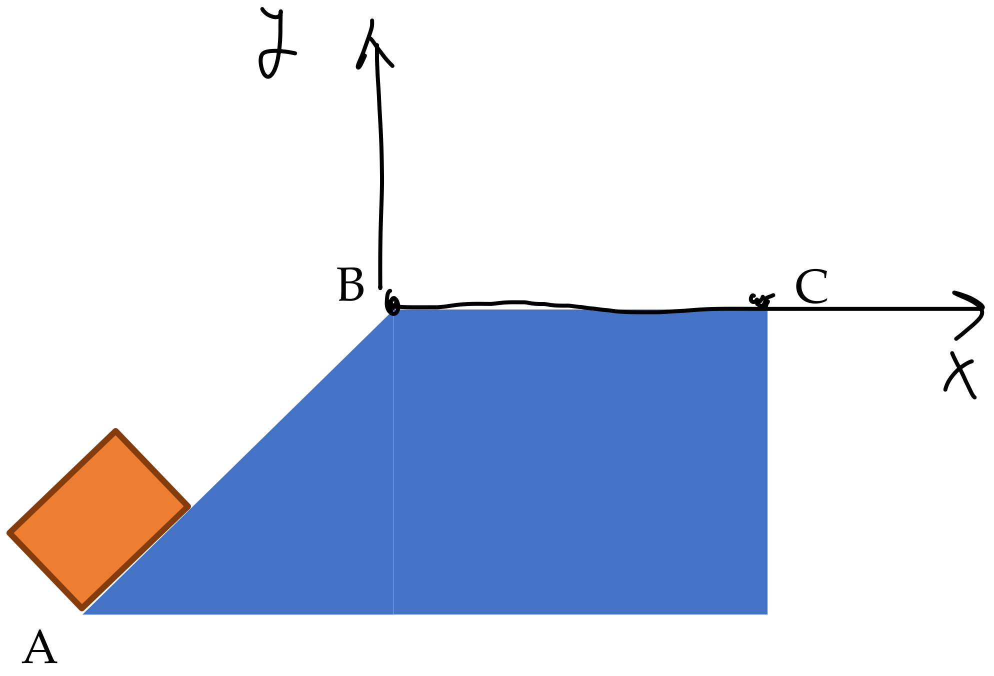
$$a = \frac{dv[x(t)]}{dt} = \frac{dv}{dx}\cdot\overbrace{\frac{dx}{dt}}^{v}$$

$$\int_0^{x_{fin}} a\,dx = \int_{v_0}^{v_{fin}} v\,dv =$$

$$a\,d = \frac{1}{2}\left(v_{fin}^2 - v_{in}^2\right) \Rightarrow 2ad = v_{fin}^2 - v_{in}^2$$

$$v_{in}^2 = v_{fin}^2 - 2ad$$

$$y = \cancel{y_0} + tg\vartheta\, x - \frac{g}{2v^2\cos^2\vartheta}x^2 = 0$$



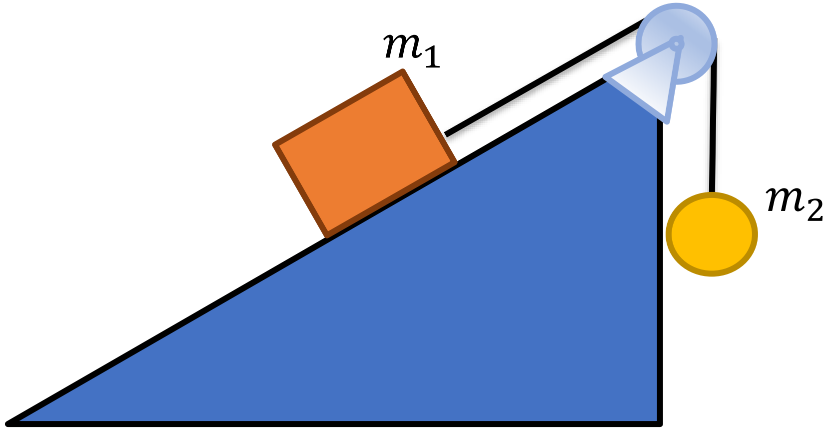
$$tg\vartheta\, x - \frac{g}{2v_f^2\cos^2\vartheta}x^2 = 0$$

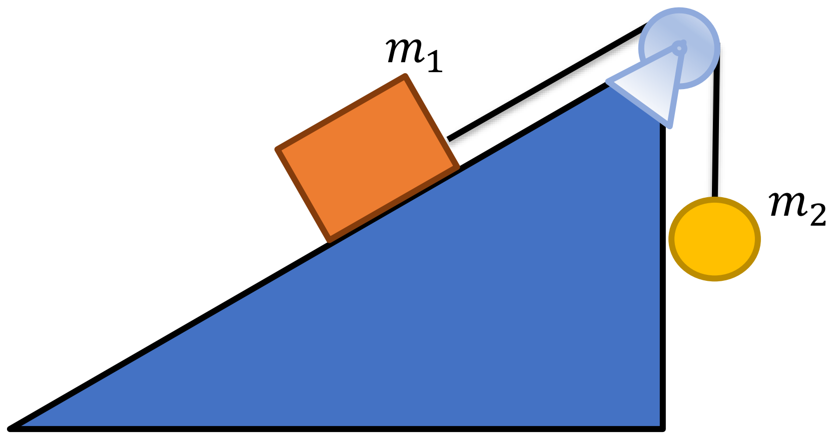
$$x\left(tg\vartheta - \frac{g}{2v_f^2\cos^2\vartheta}x\right) = 0$$

$$x = \frac{tg\vartheta}{g}\cdot 2v_f^2\cos^2\vartheta = \sin 2\vartheta\,\frac{v_f^2}{g} = d$$

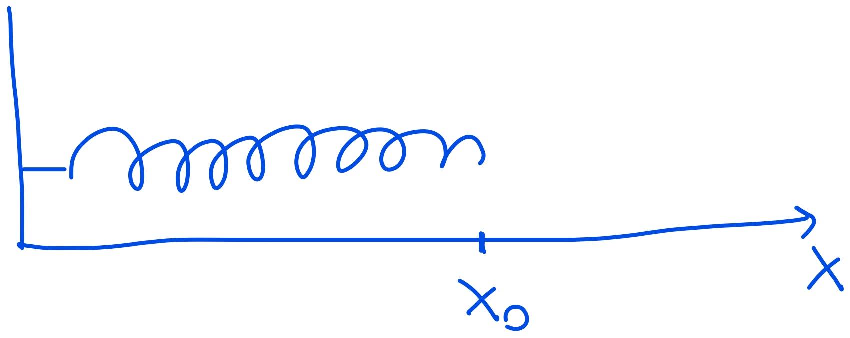
Moto lungo un piano inclinato con carrucola in presenza di attrito

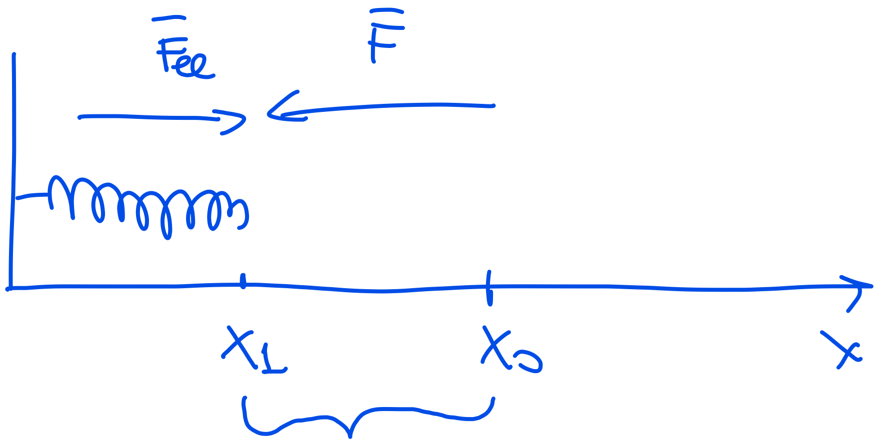
Consideriamo due corpi di massa $m_1 = 3kg$ e $m_2 = 2kg$, il primo posto su un piano scabro, inclinato di un angolo $\alpha = 30°$, e l'altro libero di muoversi in verticale. I due corpi sono collegati tramite una fune e una carrucola ideali. Quando il coefficiente di attrito statico μ_S supera un certo valore minimo, le due masse rimangono in equilibrio. Determinare questo valore minimo.




m_1
m_2

Forza elastica - statica





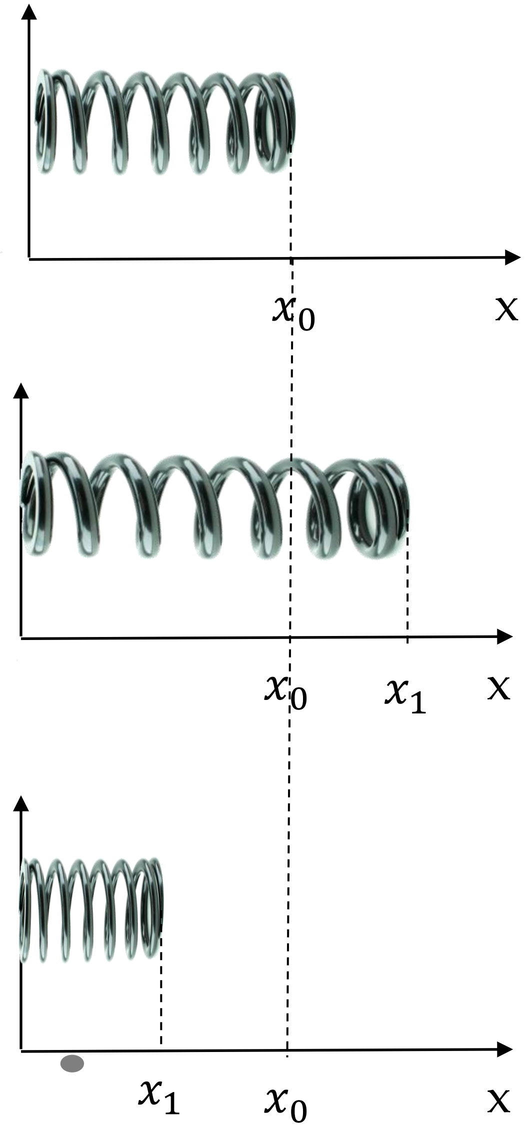
$$\sum \bar{F} = 0 \qquad \bar{F} + \bar{F}_{el} = 0$$

$$F_{el} = k\,\underbrace{(x_1 - x_0)}$$

$$= -k\,\Delta x \longrightarrow k = -\frac{F_{el}}{\Delta x}$$

$$[k] = \frac{N}{m} = \frac{kg\,\cancel{m}}{\cancel{m}\;s^2} = \frac{kg}{s^2}$$

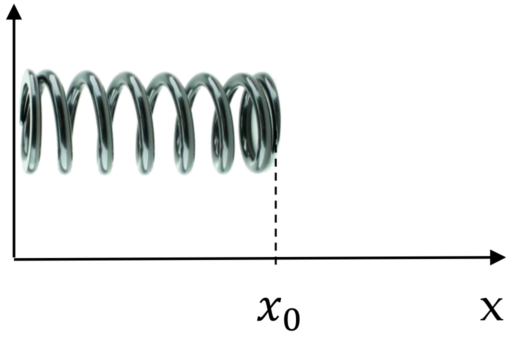
Forza elastica - statica



$\Delta x = x_1 - x_0 > 0$ Forza di richiamo $F = -k\Delta x$ → negativa

$\Delta x = x_1 - x_0 < 0$ Forza di richiamo $F = -k\Delta x$ → positiva

Forza elastica - statica



La forza elastica è una forza di richiamo che ha come direzione l'asse della molla, verso opposto all'allungamento della molla e modulo proporzionale alla deformazione, dato da

$$F = -k\Delta x$$

Legge di Hooke

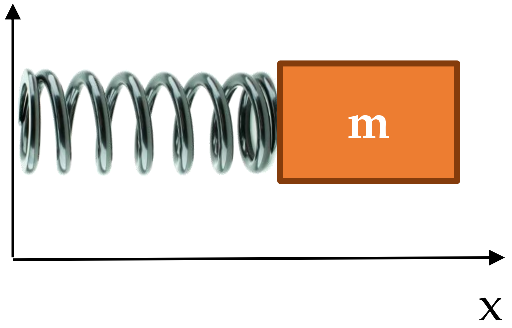
k è detta **costante elastica della molla**, e la sua unità di misura si ricava dall'equazione stessa:

$$[k] = [F] \cdot [\Delta x] = N \cdot m^{-1} = kg \cdot s^{-2}$$

Forza elastica – condizioni dinamiche: moto armonico

Studiamo il moto della massa *m* collegata ad un estremo della molla.
Applicando il II principio della dinamica alla legge di Hooke avremo:

$$F = m\,a = -kx$$



$$a = \frac{d^2x}{dt^2}$$

$$F = ma = -kx$$

$$a = -\frac{k}{m}x$$

$$\frac{k}{m} = \omega^2$$

$$\frac{d^2x}{dt^2} + \frac{k}{m}x = 0 \Rightarrow \boxed{\frac{d^2x}{dt^2} + \omega^2 x = 0}$$

$$x(t) = a\sin\omega t + b\cos\omega t$$

$$a = A\sin\phi \qquad b = A\cos\phi \Rightarrow$$

$$x(t) = A \sin(\omega t + \phi)$$

Eq. del moto armonico

$$x(t) = A \cos(\omega t + \phi)$$

$$\omega = \frac{2\pi}{T}$$

Misuriamo

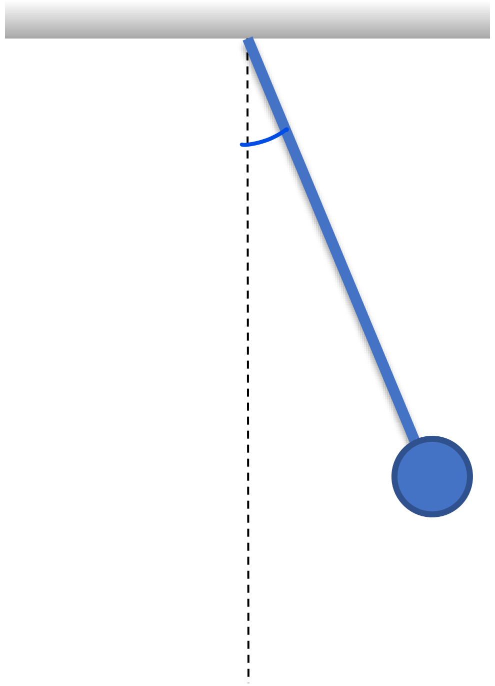
Provate a misurare la costante elastica della molla misurandone l'elongazione dovuta ad una massa sospesa alla sua estremità

https://phet.colorado.edu/sims/html/masses-and-springs/latest/masses-and-springs_it.html

- Clicca su «play»
- Clicca su «Laboratorio»

Il pendolo semplice

Punto materiale sospeso tramite un filo ideale (inestensibile di massa trascurabile)

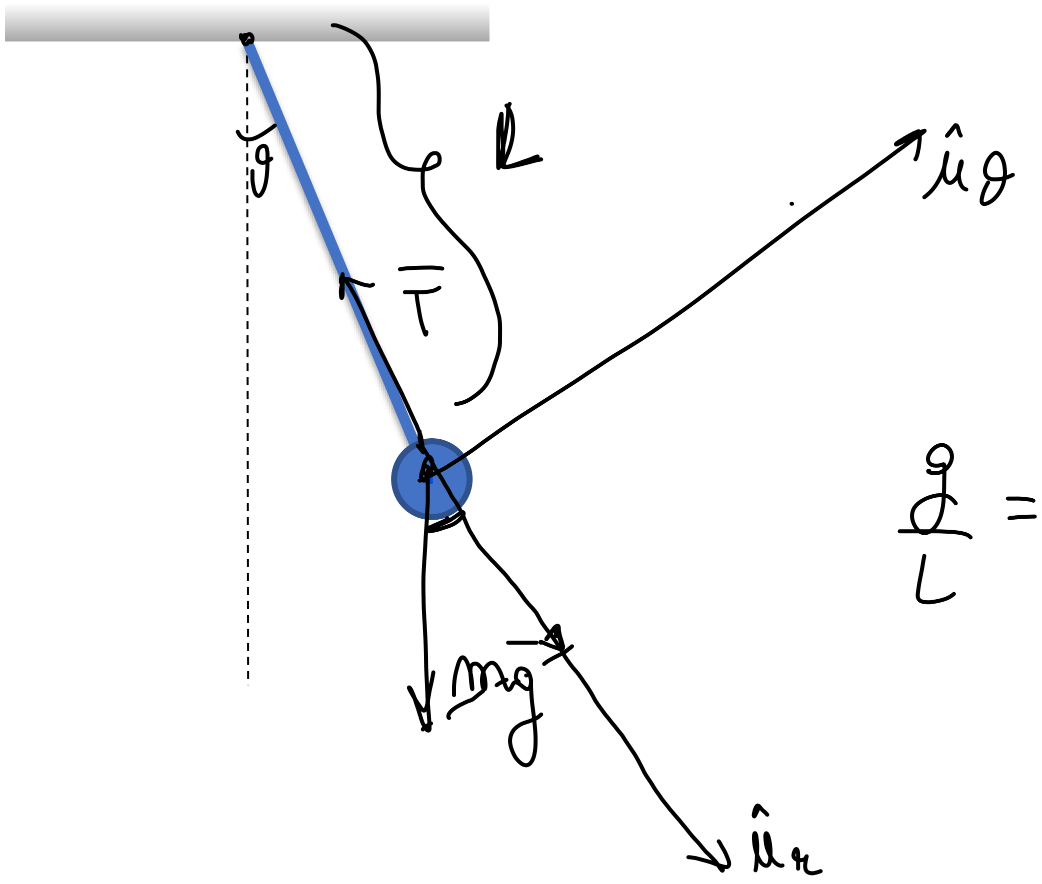


- Equilibrio statico: filo parallelo alla direzione della verticale, massa nel punto più basso (punto di equilibrio)

- Se la massa viene spostata dal punto di equilibrio, inizia ad oscillare intorno alla posizione di equilibrio

$$a_t = \alpha L$$

$$a_c = \frac{v^2}{L} = \omega^2 L$$



$$\hat{u}_r \quad mg\cos\vartheta - T = -m a_c = -m\omega^2 L$$

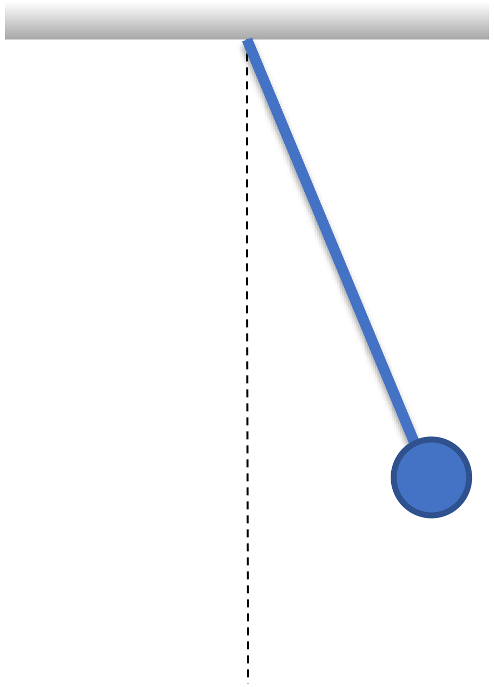
$$\hat{u}_\vartheta \quad -\cancel{m}g\sin\vartheta = m a_t = m\alpha L$$

$$= \cancel{m}\frac{d^2\vartheta}{dt^2}L$$

$$\frac{g}{L} = \omega^2$$

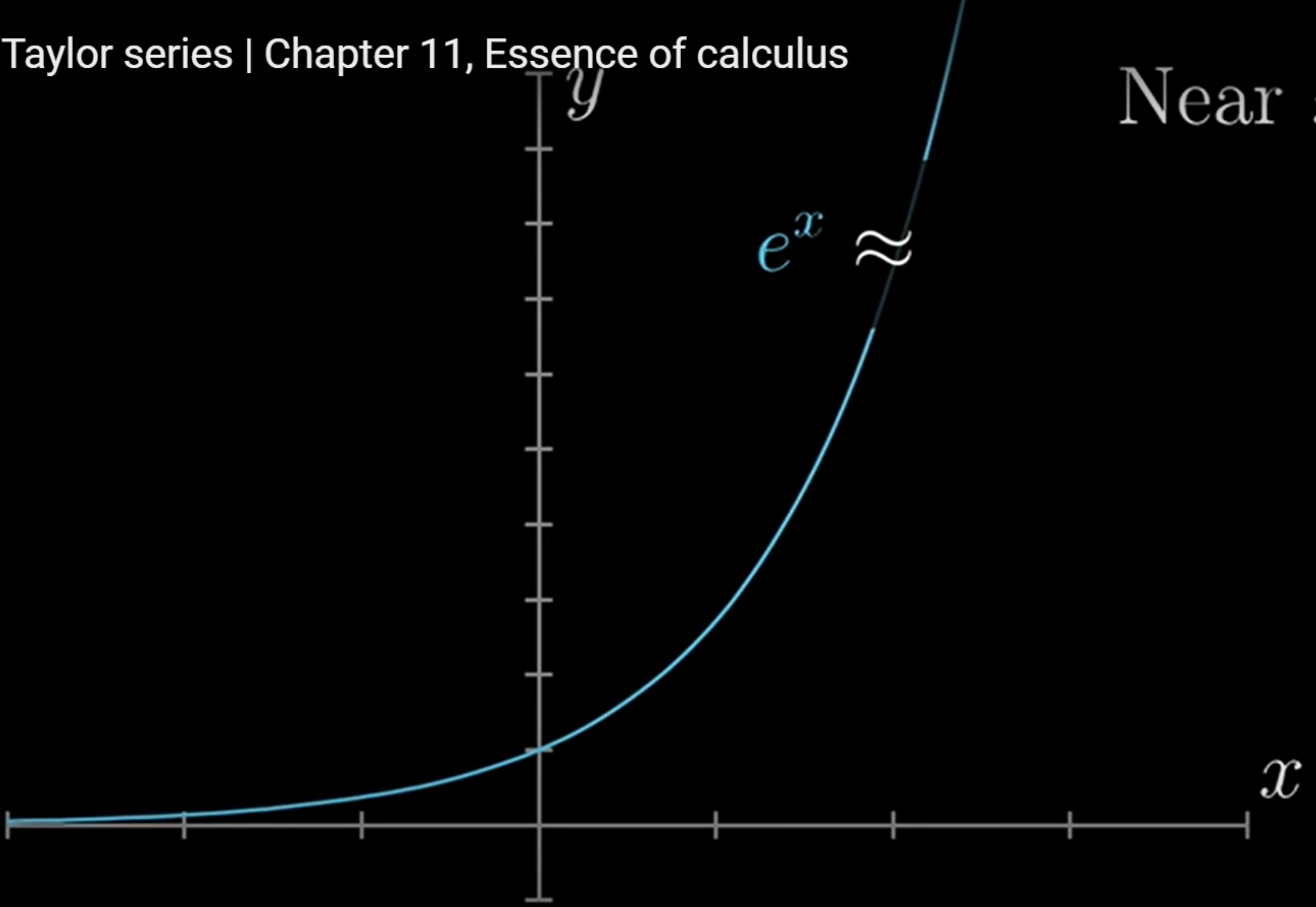
$$-\frac{g}{L}\sin\vartheta = \frac{d^2\vartheta}{dt^2}$$

$$\frac{d^2\vartheta}{dt^2} + \omega^2\sin\vartheta = 0$$



Taylor series | Chapter 11, Essence of calculus

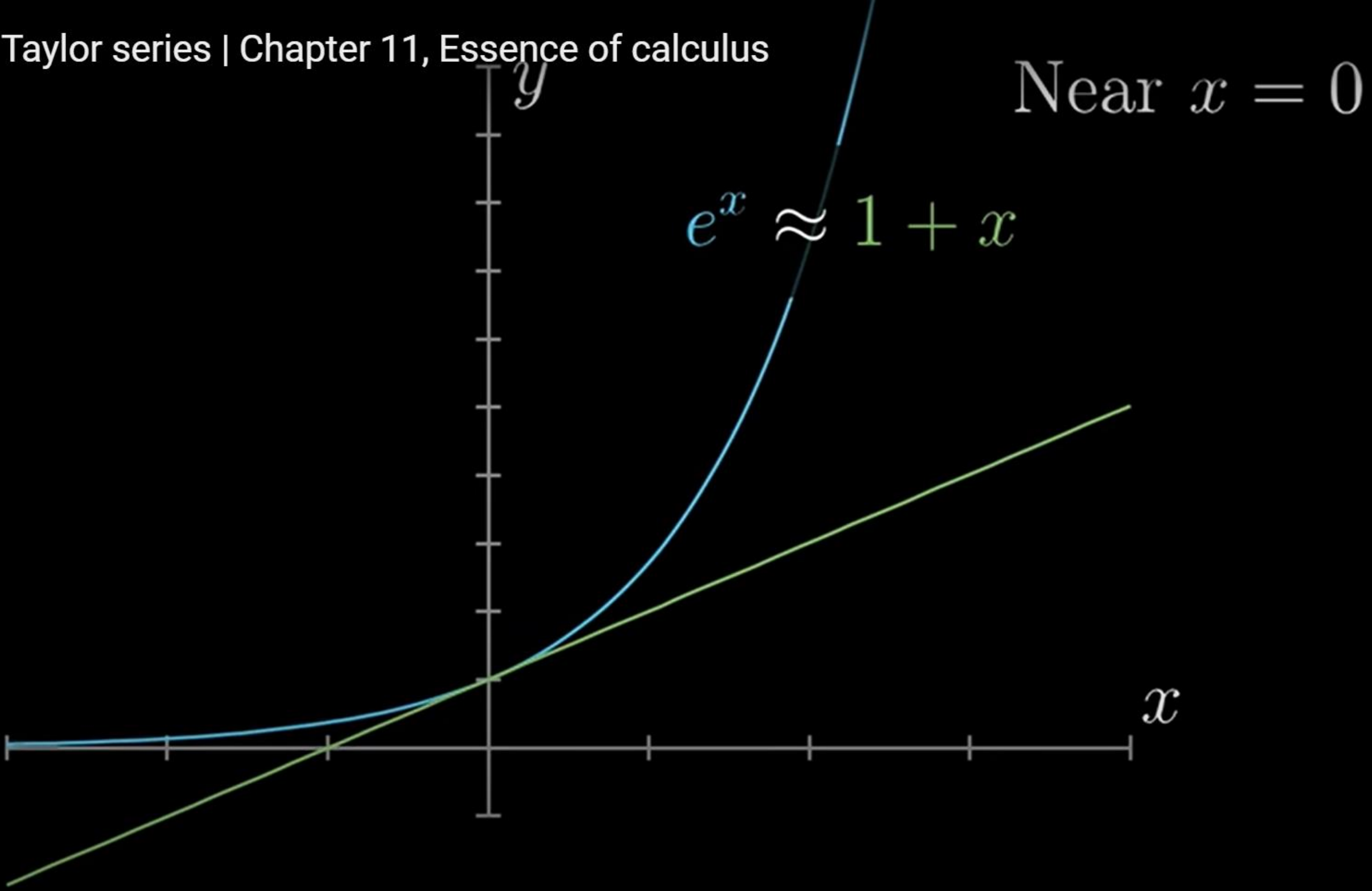
Near $x = 0$



1:41 / 22:19 • Approximating cos(x) ›

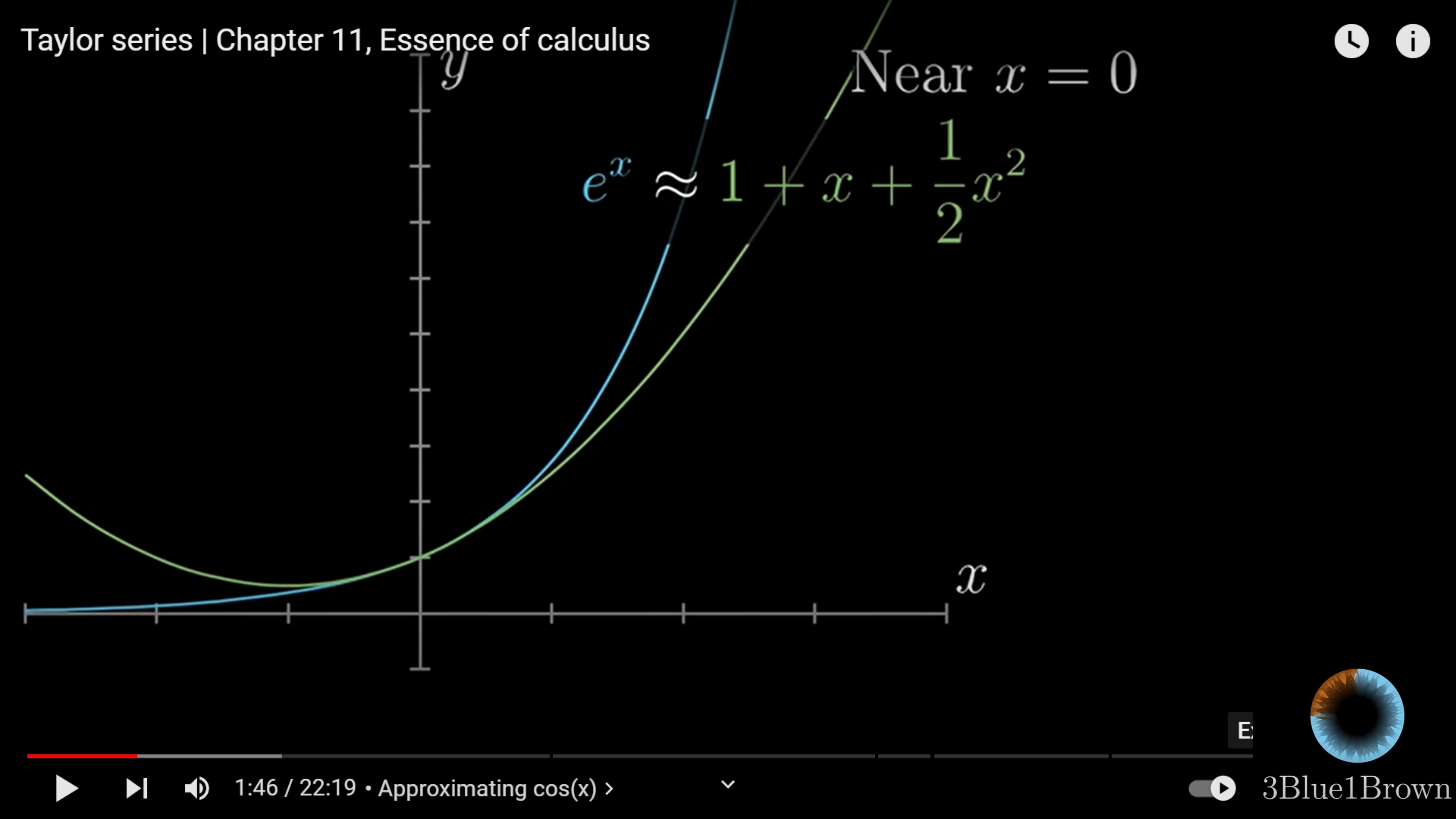
3Blue1Brown

Taylor series | Chapter 11, Essence of calculus



1:43 / 22:19 • Approximating cos(x) ›

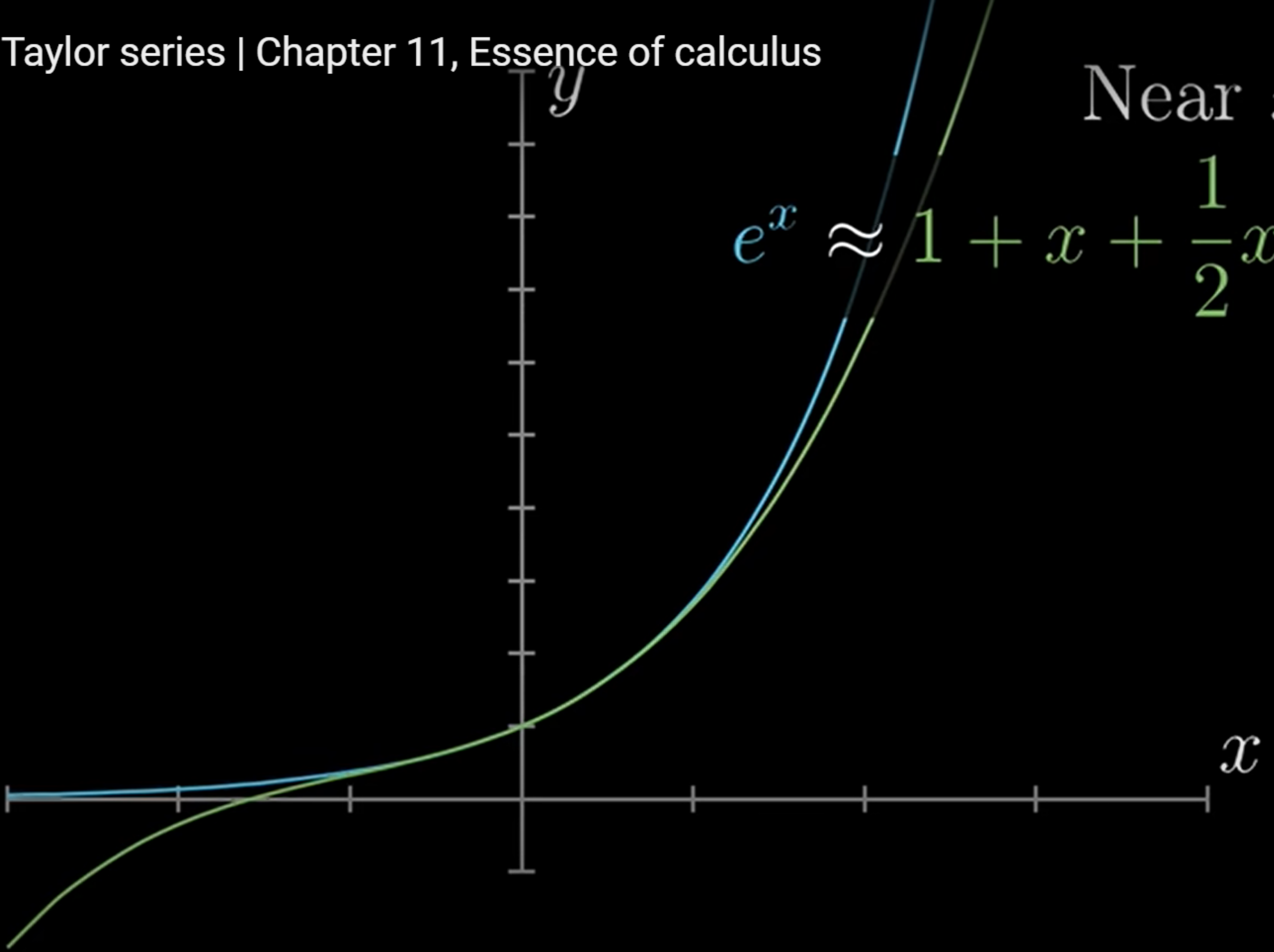
3Blue1Brown


Taylor series | Chapter 11, Essence of calculus
Near $x = 0$
$e^x \approx 1 + x + \frac{1}{2}x^2$
y
x
1:46 / 22:19 • Approximating cos(x) ›
3Blue1Brown

Taylor series | Chapter 11, Essence of calculus

Near $x = 0$

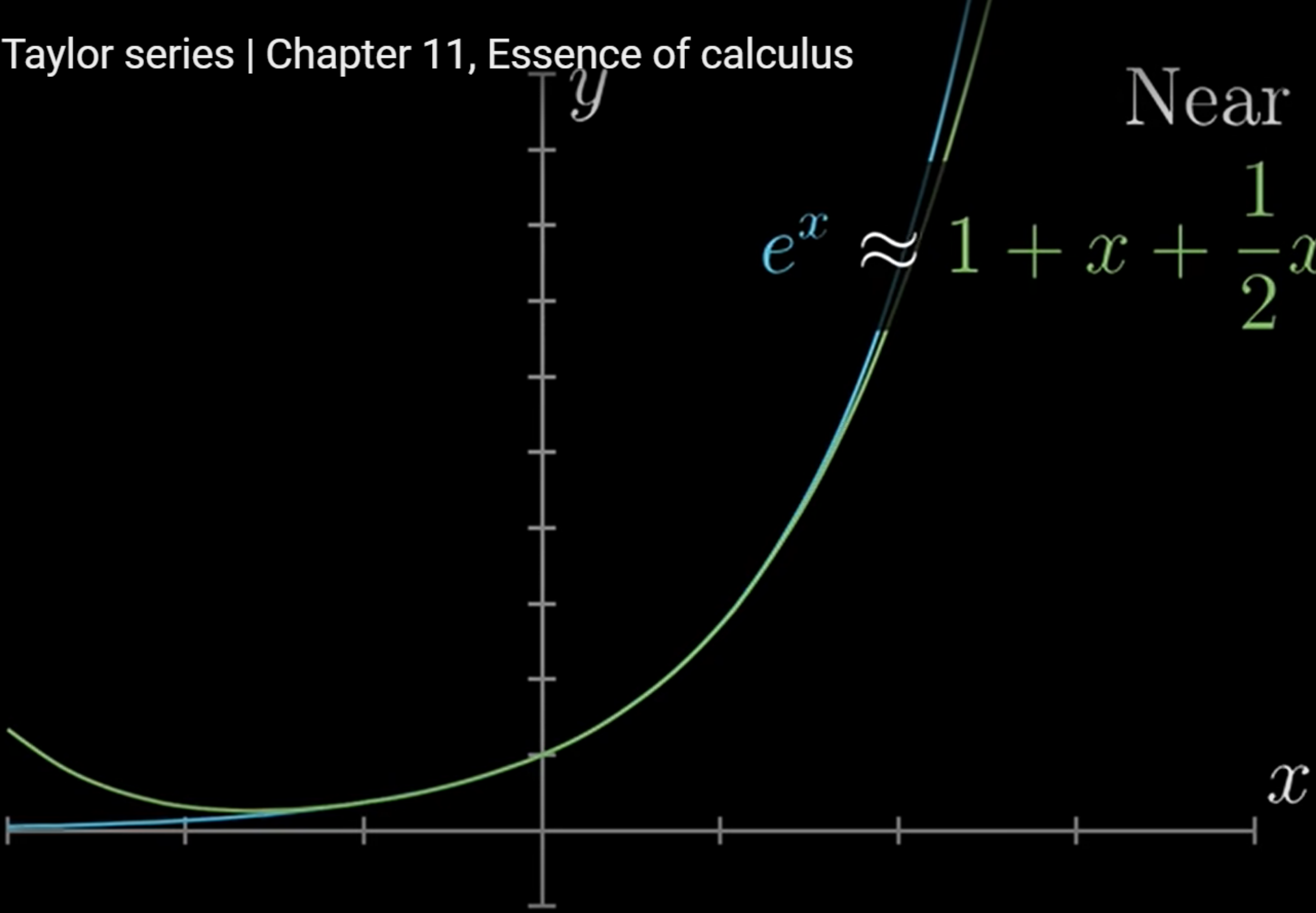
$$e^x \approx 1 + x + \frac{1}{2}x^2 + \frac{1}{6}x^3$$



1:48 / 22:19 • Approximating cos(x) ›

3Blue1Brown

Taylor series | Chapter 11, Essence of calculus



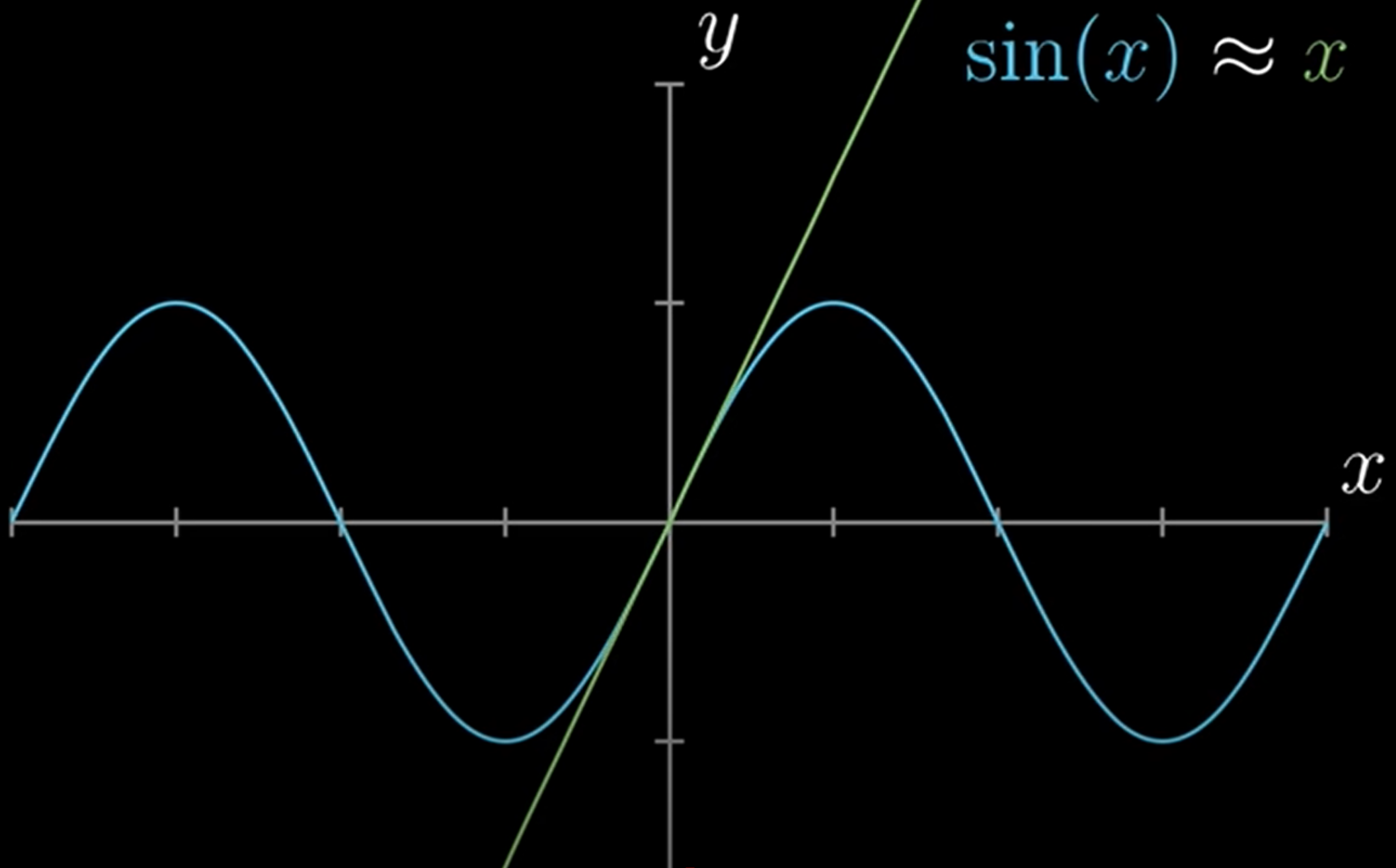
Near $x = 0$

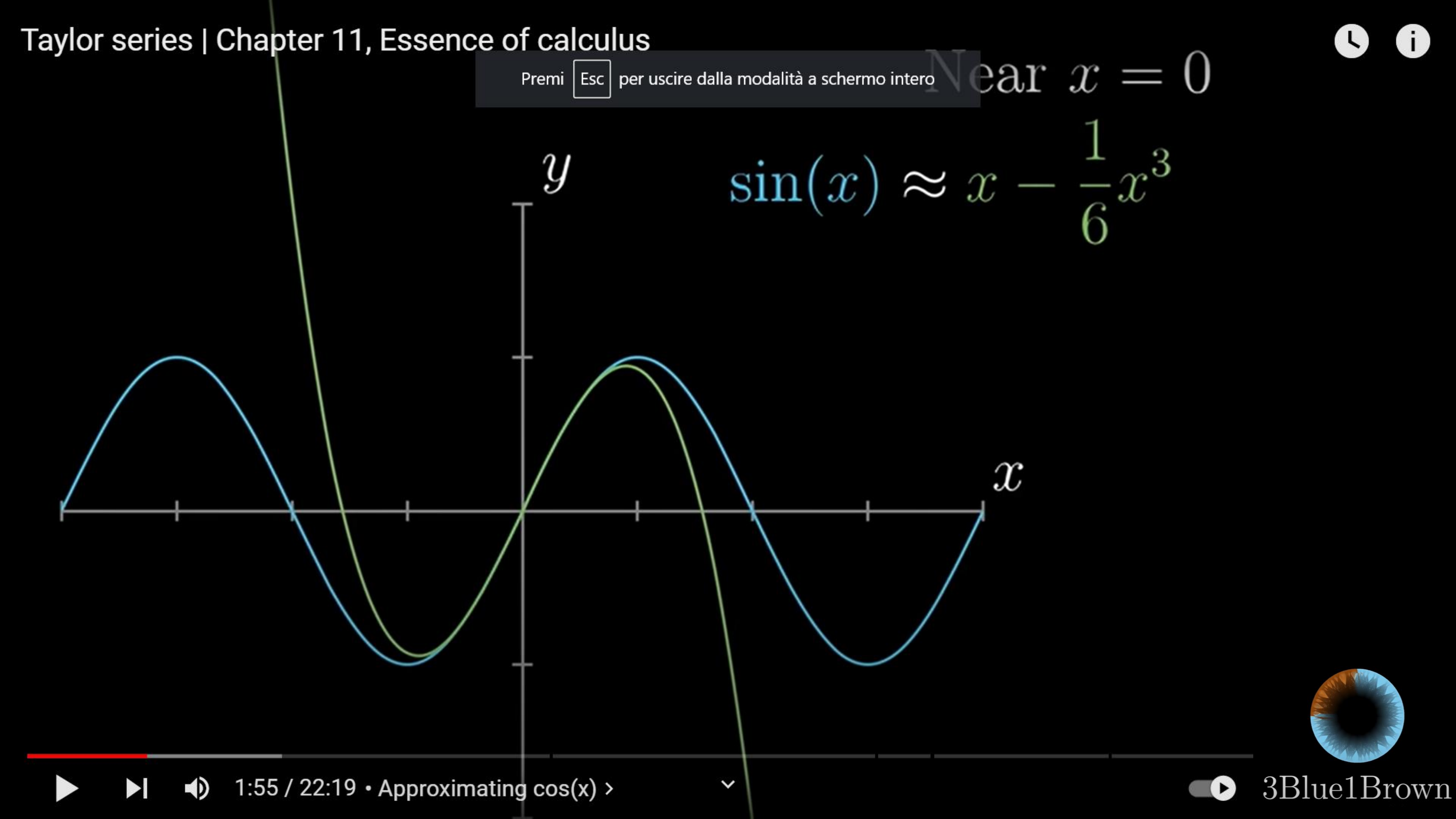
$$e^x \approx 1 + x + \frac{1}{2}x^2 + \frac{1}{6}x^3 + \frac{1}{24}x^4$$

Taylor series | Chapter 11, Essence of calculus

Near $x = 0$

$$\sin(x) \approx x$$



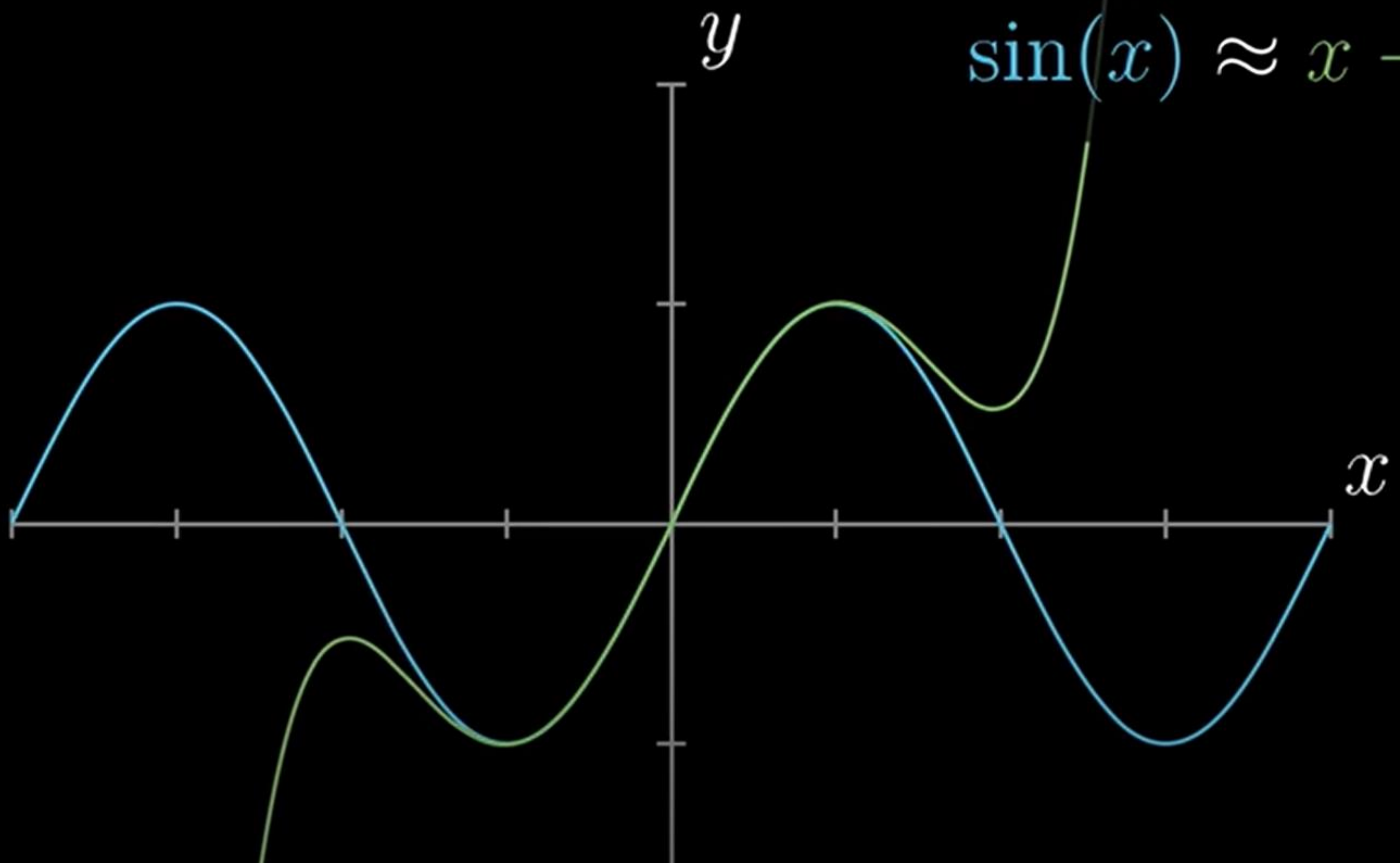


Taylor series | Chapter 11, Essence of calculus
Premi Esc per uscire dalla modalità a schermo intero
Near $x = 0$
$\sin(x) \approx x - \frac{1}{6}x^3$
y
x
1:55 / 22:19 • Approximating cos(x) ›
3Blue1Brown

Taylor series | Chapter 11, Essence of calculus

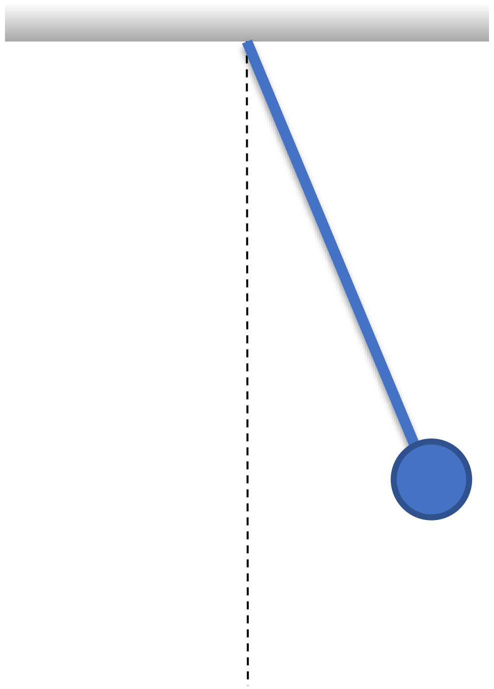
Near $x = 0$

$$\sin(x) \approx x - \frac{1}{6}x^3 + \frac{1}{120}x^5$$



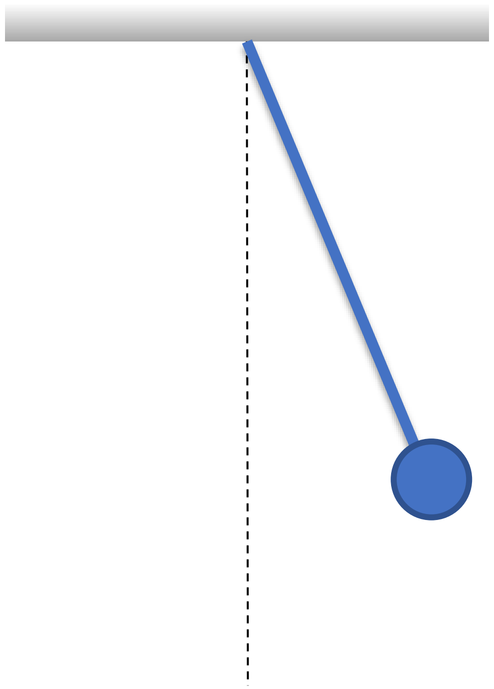
1:58 / 22:19 • Approximating cos(x) ›

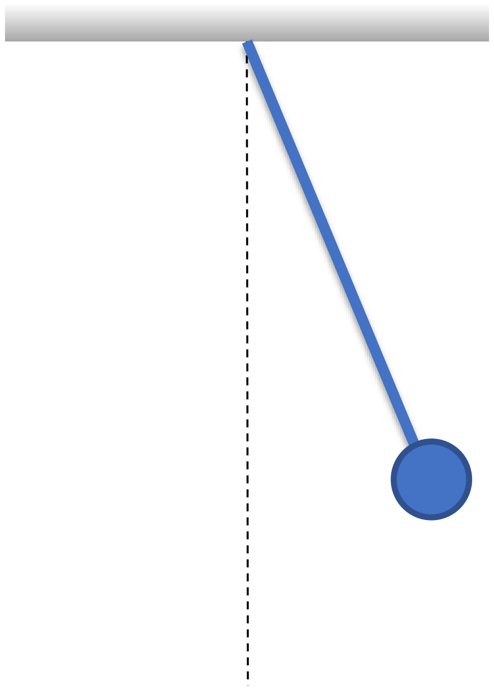
3Blue1Brown



$\sin\vartheta \approx \vartheta$ $\qquad$ $\vartheta \ll 1$

$$\boxed{\frac{d^2\vartheta}{dt^2} + \omega^2\vartheta = 0}$$





https://www.youtube.com/watch?v=p2W6JrAvze8