



Universidad Nacional
de La Matanza

DIIT

Departamento de Ingeniería e
Investigaciones Tecnológicas



Curso de ingeniería centrado en código

Experiencia adquirida como legado de la pandemia

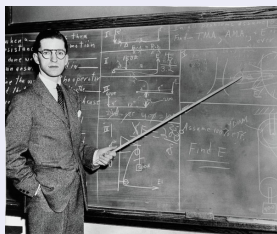
Bettachini, V.A.

Ingeniería Mecánica, DIIT, UNLaM

V Encuentro *Mejora de las Estrategias Pedagógicas*
22 de septiembre de 2023



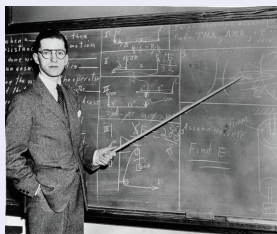
Adquisición de competencias: un ejercicio del *copy & paste*



s. XIX: únicas herramientas pizarrón + papel



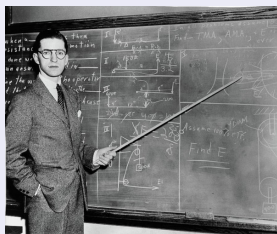
Adquisición de competencias: un ejercicio del *copy & paste*



- s. XIX: únicas herramientas pizarrón + papel
- Profesor: **cada** clase transcribe (o presenta)



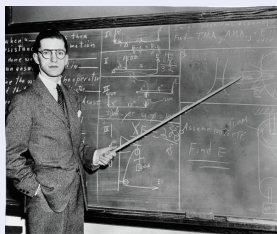
Adquisición de competencias: un ejercicio del *copy & paste*



- s. XIX: únicas herramientas pizarrón + papel
- Profesor: **cada** clase transcribe (o presenta)
 - Alumno: pizarrón (*Powerpoint*) → cuaderno



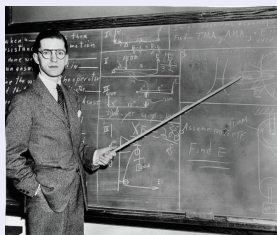
Adquisición de competencias: un ejercicio del *copy & paste*



- s. XIX: únicas herramientas pizarrón + papel
- Profesor: **cada** clase transcribe (o presenta)
 - Alumno: pizarrón (*Powerpoint*) → cuaderno
 - Modelado y cálculos: **vuelven** a hacerse



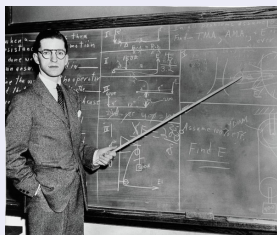
Adquisición de competencias: un ejercicio del *copy & paste*



- s. XIX: únicas herramientas pizarrón + papel
- Profesor: **cada** clase transcribe (o presenta)
 - Alumno: pizarrón (*Powerpoint*) → cuaderno
 - Modelado y cálculos: **vuelven** a hacerse
 - Resuelto en papel \Rightarrow debe **transcribirse**



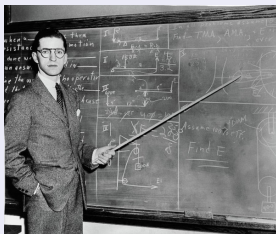
Adquisición de competencias: un ejercicio del *copy & paste*



- s. XIX: únicas herramientas pizarrón + papel
- Profesor: **cada** clase transcribe (o presenta)
 - Alumno: pizarrón (*Powerpoint*) → cuaderno
 - Modelado y cálculos: **vuelven** a hacerse
 - Resuelto en papel \Rightarrow debe **transcribirse**



Adquisición de competencias: un ejercicio del *copy & paste*



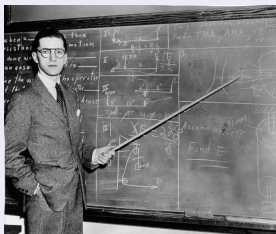
- s. XIX: únicas herramientas pizarrón + papel
- Profesor: **cada** clase transcribe (o presenta)
 - Alumno: pizarrón (*Powerpoint*) → cuaderno
 - Modelado y cálculos: **vuelven** a hacerse
 - Resuelto en papel \Rightarrow debe **transcribirse**

- s. XXI: minimizar el tedio del *c&p*

- Profesor: actualiza código en repositorio

```
<File> <Edit>
1 // Funciones
2 // Función f(x) que calcula la derivada de f(x) en x
3 // f(x) = x^2 + 1
4 // f'(x) = 2x
5 // f''(x) = 2
6 // f'''(x) = 0
7 // f''''(x) = 0
8 // f'''''(x) = 0
9 // f''''''(x) = 0
10 // f'''''''(x) = 0
11 // f''''''''(x) = 0
12 // f'''''''''(x) = 0
13 // f''''''''''(x) = 0
14 // f'''''''''''(x) = 0
15 // f''''''''''''(x) = 0
16 // f'''''''''''''(x) = 0
17 // f''''''''''''''(x) = 0
18 // f'''''''''''''''(x) = 0
19 // f''''''''''''''''(x) = 0
20 // f'''''''''''''''''(x) = 0
21 // f''''''''''''''''''(x) = 0
22 // f'''''''''''''''''''(x) = 0
23 // f''''''''''''''''''''(x) = 0
24 // f'''''''''''''''''''''(x) = 0
25 // f''''''''''''''''''''''(x) = 0
26 // f'''''''''''''''''''''''(x) = 0
27 // f''''''''''''''''''''''''(x) = 0
28 // f'''''''''''''''''''''''''(x) = 0
29 // f''''''''''''''''''''''''''(x) = 0
30 // f'''''''''''''''''''''''''''(x) = 0
31 // f''''''''''''''''''''''''''''(x) = 0
32 // f'''''''''''''''''''''''''''''(x) = 0
33 // f''''''''''''''''''''''''''''''(x) = 0
34 // f'''''''''''''''''''''''''''''''(x) = 0
35 // f''''''''''''''''''''''''''''''''(x) = 0
36 // f'''''''''''''''''''''''''''''''''(x) = 0
37 // f''''''''''''''''''''''''''''''''''(x) = 0
38 // f'''''''''''''''''''''''''''''''''''(x) = 0
39 // f''''''''''''''''''''''''''''''''''''(x) = 0
40 // f'''''''''''''''''''''''''''''''''''''(x) = 0
41 // f''''''''''''''''''''''''''''''''''''''(x) = 0
42 // f'''''''''''''''''''''''''''''''''''''''(x) = 0
43 // f''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''(x) = 0
44 // f'''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''(x) = 0
45 // f''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''(x) = 0
46 // f'''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''(x) = 0
47 // f''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''(x) = 0
48 // f'''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''(x) = 0
49 // f''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''(x) = 0
50 // f'''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''(x) = 0
51 // f''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''(x) = 0
52 // f'''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''(x) = 0
53 // f''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''(x) = 0
54 // f'''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''(x) = 0
55 // f''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''(x) = 0
56 // f'''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''(x) = 0
57 // f''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''(x) = 0
58 // f'''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''(x) = 0
59 // f''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''(x) = 0
60 // f'''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''(x) = 0
61 // f''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''(x) = 0
62 // f'''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''(x) = 0
63 // f''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''(x) = 0
64 // f'''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''(x) = 0
65 // f''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''(x) = 0
66 // f'''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''(x) = 0
67 // f''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''(x) = 0
68 // f'''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''(x) = 0
69 // f''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''(x) = 0
70 // f'''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''(x) = 0
71 // f''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''(x) = 0
72 // f'''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''(x) = 0
73 // f''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''(x) = 0
74 // f'''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''(x) = 0
75 // f''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''(x) = 0
76 // f'''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''(x) = 0
77 // f''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''(x) = 0
78 // f'''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''(x) = 0
79 // f''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''(x) = 0
80 // f'''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''(x) = 0
81 // f''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''(x) = 0
82 // f'''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''(x) = 0
83 // f''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''(x) = 0
84 // f'''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''(x) = 0
85 // f''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''(x) = 0
86 // f'''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''(x) = 0
87 // f''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''(x) = 0
88 // f'''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''(x) = 0
89 // f''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''(x) = 0
90 // f'''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''(x) = 0
91 // f''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''(x) = 0
92 // f'''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''(x) = 0
93 // f''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''(x) = 0
94 // f'''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''(x) = 0
95 // f''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''(x) = 0
96 // f'''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''(x) = 0
97 // f''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''(x) = 0
98 // f'''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''(x) = 0
99 // f''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''(x) = 0
100 // f'''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''(x) = 0
```

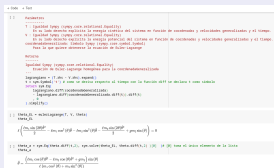

Adquisición de competencias: un ejercicio del *copy & paste*



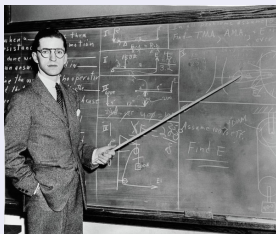
- s. XIX: únicas herramientas pizarrón + papel
- Profesor: **cada** clase transcribe (o presenta)
 - Alumno: pizarrón (*Powerpoint*) → cuaderno
 - Modelado y cálculos: **vuelven** a hacerse
 - Resuelto en papel \Rightarrow debe **transcribirse**

- s. XXI: minimizar el tedio del *c&p*

- Profesor: actualiza código en repositorio
- Alumno: repositorio del curso → propio



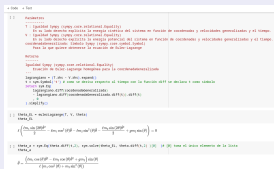
Adquisición de competencias: un ejercicio del *copy & paste*



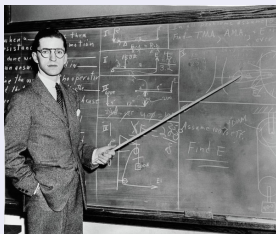
- s. XIX: únicas herramientas pizarrón + papel
- Profesor: **cada** clase transcribe (o presenta)
 - Alumno: pizarrón (*Powerpoint*) → cuaderno
 - Modelado y cálculos: **vuelven** a hacerse
 - Resuelto en papel \Rightarrow debe **transcribirse**

- s. XXI: minimizar el tedio del *c&p*

- Profesor: actualiza código en repositorio
- Alumno: repositorio del curso → propio
- Modelado y cálculos: **única vez**



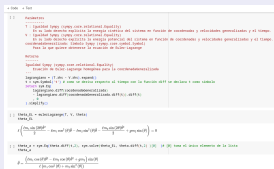
Adquisición de competencias: un ejercicio del *copy & paste*



- s. XIX: únicas herramientas pizarrón + papel
- Profesor: **cada** clase transcribe (o presenta)
 - Alumno: pizarrón (*Powerpoint*) → cuaderno
 - Modelado y cálculos: **vuelven** a hacerse
 - Resuelto en papel \Rightarrow debe **transcribirse**

- s. XXI: minimizar el tedio del *c&p*

- Profesor: actualiza código en repositorio
- Alumno: repositorio del curso \rightarrow propio
- Modelado y cálculos: **única vez**
- Código provisto \Rightarrow es **re-utilizable**

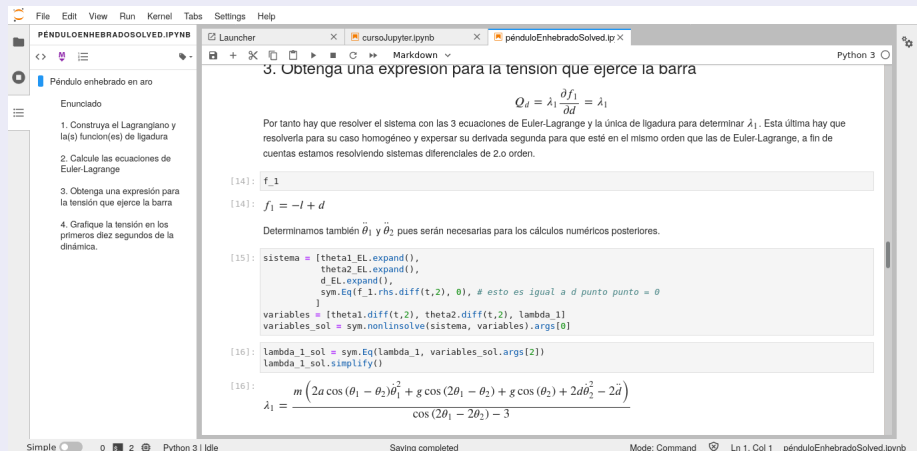


s.XXI: todo el material disponible en línea



s.XXI: todo el material disponible en línea

Cuaderno Jupyter: texto + ecuaciones + código



The screenshot shows a Jupyter Notebook titled "PÉNDULOENHEBRADOSOLVED.IPYNB". The left sidebar contains a table of contents with the following items:

- Enunciado
- 1. Construya el Lagrangiano y la(s) función(es) de ligadura
- 2. Calcule las ecuaciones de Euler-Lagrange
- 3. Obtenga una expresión para la tensión que ejerce la barra
- 4. Grafique la tensión en los primeros diez segundos de la dinámica.

The main content area displays the following text and code:

3. Obtenga una expresión para la tensión que ejerce la barra

$$Q_d = \lambda_1 \frac{\partial f_1}{\partial d} = \lambda_1$$

Por tanto hay que resolver el sistema con las 3 ecuaciones de Euler-Lagrange y la única de ligadura para determinar λ_1 . Esta última hay que resolverla para su caso homogéneo y expresar su derivada segunda para que esté en el mismo orden que las de Euler-Lagrange, a fin de cuentas estamos resolviendo sistemas diferenciales de 2.º orden.

```
[14]: f_1
```

[14]: $f_1 = -l + d$

Determinamos también $\ddot{\theta}_1$ y $\ddot{\theta}_2$ pues serán necesarias para los cálculos numéricos posteriores.

```
[15]: sistema = [theta1_EL.expand(),
               theta2_EL.expand(),
               d_EL.expand(),
               sym.Eq(f_1.rhs.diff(t,2), 0)], # esto es igual a d punto punto = 0
variables = [theta1.diff(t,2), theta2.diff(t,2), lambda_1]
variables_sol = sym.nonlinsolve(sistema, variables).args[0]
```

```
[16]: lambda_1_sol = sym.Eq(lambda_1, variables_sol.args[2])
      lambda_1_sol.simplify()
```

[16]:
$$\lambda_1 = \frac{m \left(2a \cos(\theta_1 - \theta_2) \dot{\theta}_1^2 + g \cos(2\theta_1 - \theta_2) + g \cos(\theta_2) + 2d \ddot{\theta}_2 - 2\ddot{d} \right)}{\cos(2\theta_1 - 2\theta_2) - 3}$$

The bottom status bar indicates: Simple, 0, 2, Python 3 | Idle, Saving completed, Mode: Command, Ln 1, Col 1, pénduloEnhebradoSolved.Ipynb.

¿Por qué formar con código en ingenierías no informáticas?



¿Por qué formar con código en ingenierías no informáticas?

- Calculadora de bolsillo → **no repetir** aritmética de primaria.



¿Por qué formar con código en ingenierías no informáticas?

- Calculadora de bolsillo → **no repetir** aritmética de primaria.
- Sistema de álgebra computacional



¿Por qué formar con código en ingenierías no informáticas?

- Calculadora de bolsillo → **no repetir** aritmética de primaria.
 - Sistema de álgebra computacional
 - ▶ → **no repetir** asignaturas de álgebra y análisis matemático.
- Enfocarse en nuevas habilidades, no en cálculos automatizables.

```
%i3) integrate ( 1 / (1 + x^4), x);  
  
2      2  
log(x + sqrt(2) x + 1)  log(x - sqrt(2) x + 1)  
%o3) -----  
4 sqrt(2)      4 sqrt(2)  
2 x + sqrt(2)      2 x - sqrt(2)  
atan(-----)  atan(-----)  
sqrt(2)      sqrt(2)  
+ ----- + -----  
2 sqrt(2)      2 sqrt(2)
```



¿Por qué formar con código en ingenierías no informáticas?

- Calculadora de bolsillo → **no repetir** aritmética de primaria.
- Sistema de álgebra computacional
 - ▶ → **no repetir** asignaturas de álgebra y análisis matemático.
 - ▶ Enfocarse en nuevas habilidades, no en cálculos automatizables.
 - ▶ El cálculo numérico resuelve lo imposible en papel/pizarrón.

```
%i3) integrate ( 1 / (1 + x^4), x);
```

```
%o3) -----  
      2      2  
log(x + sqrt(2) x + 1)  log(x - sqrt(2) x + 1)  
-----  
      4 sqrt(2)      4 sqrt(2)  
      2 x + sqrt(2)      2 x - sqrt(2)  
      atan(-----)  atan(-----)  
      sqrt(2)      sqrt(2)  
+-----+  
      2 sqrt(2)      2 sqrt(2)
```

```
[14]: sistemaEcuaciones = [
      x_EL,
      phi_EL,
      ]
variablesDespeje = [x.diff(t,2), phi.diff(t,2)] # despejar aceleraciones generalizadas
variablesDespeje_sol = sym.nonlinsolve(sistemaEcuaciones, variablesDespeje ).args[0]
```

```
[15]: x_pp = sym.Eq(variablesDespeje[0], variablesDespeje_sol.args[0]) # [m s-2]
      phi_pp = sym.Eq(variablesDespeje[1], variablesDespeje_sol.args[1]) # [m s-2]
      x_pp, phi_pp
```

$$[15]: \left\{ \begin{array}{l} \ddot{x} = \frac{-\ell g m_2 \sin(\phi) + \frac{\ell m_1 (\ell m_2 \cos(\phi) \dot{\phi}^2 + g m_1 + g m_2) \sin(\phi)}{m_1 + m_2 \sin^2(\phi)}}{\ell m_2 \cos(\phi)}, \quad \ddot{\phi} = -\frac{(\ell m_2 \cos(\phi) \dot{\phi}^2 + g m_1 + g m_2) \sin(\phi)}{\ell (m_1 + m_2 \sin^2(\phi))} \end{array} \right\}$$



¿Por qué formar con código en ingenierías no informáticas?

- Calculadora de bolsillo → **no repetir** aritmética de primaria.
- Sistema de álgebra computacional
 - ▶ → **no repetir** asignaturas de álgebra y análisis matemático.
 - ▶ Enfocarse en nuevas habilidades, no en cálculos automatizables.
 - ▶ El cálculo numérico resuelve lo imposible en papel/pizarrón.
- Enfoque constructivista de la re-utilización del código

```
%i3) integrate ( 1 / (1 + x^4), x);
```

```
%o3) -----  
      2      2  
log(x  + sqrt(2) x + 1)  log(x  - sqrt(2) x + 1)  
-----  
      4 sqrt(2)      4 sqrt(2)  
      2 x + sqrt(2)      2 x - sqrt(2)  
      atan(-----)  atan(-----)  
      sqrt(2)      sqrt(2)  
+ ----- + -----  
      2 sqrt(2)      2 sqrt(2)
```

```
[14]: sistemaEcuaciones = 1  
      x_EL,  
      phi_EL,  
      }  
variablesDespeje = [x.diff(t,2), phi.diff(t,2)] # despejar aceleraciones generalizadas  
variablesDespeje_sol = sym.nonlinsolve(sistemaEcuaciones, variablesDespeje ).args[0]
```

```
[15]: x_pp = sym.Eq(variablesDespeje[0], variablesDespeje_sol.args[0]) # [n s-2]  
      phi_pp = sym.Eq(variablesDespeje[1], variablesDespeje_sol.args[1]) # [n s-2]  
      x_pp, phi_pp
```

```
[15]: {  
      -l*gm2 sin(phi) + (l*m2 cos(phi)*phi^2 + gm1 + gm2) sin(phi)  
      -----  
      l*m2 cos(phi)  
      }, phi = - ( (l*m2 cos(phi)*phi^2 + gm1 + gm2) sin(phi) )  
      -----  
      l*(m1 + m2 sin^2(phi))
```



¿Por qué formar con código en ingenierías no informáticas?

- Calculadora de bolsillo → **no repetir** aritmética de primaria.
- Sistema de álgebra computacional
 - ▶ → **no repetir** asignaturas de álgebra y análisis matemático.
 - ▶ Enfocarse en nuevas habilidades, no en cálculos automatizables.
 - ▶ El cálculo numérico resuelve lo imposible en papel/pizarrón.
- Enfoque constructivista de la re-utilización del código
 - ▶ El código inicial es provisto por el docente.

```
%i3) integrate ( 1 / (1 + x^4), x);
```

```
%o3) -----  
      2      2  
log(x + sqrt(2) x + 1)  log(x - sqrt(2) x + 1)  
-----  
      4 sqrt(2)      4 sqrt(2)  
      2 x + sqrt(2)      2 x - sqrt(2)  
      atan(-----)  atan(-----)  
             sqrt(2)      sqrt(2)  
+-----+  
      2 sqrt(2)      2 sqrt(2)
```

```
[14]: sistemaEcuaciones = [
      x_EL,
      phi_EL,
      ]
variablesDespeje = [x.diff(t,2), phi.diff(t,2)] # despejar aceleraciones generalizadas
variablesDespeje_sol = sym.nonlinsolve(sistemaEcuaciones, variablesDespeje ).args[0]
```

```
[15]: x_pp = sym.Eq(variablesDespeje[0], variablesDespeje_sol.args[0]) # [n s-2]
      phi_pp = sym.Eq(variablesDespeje[1], variablesDespeje_sol.args[1]) # [n s-2]
      x_pp, phi_pp
```

$$[15]: \left\{ \begin{array}{l} \ddot{x} = \frac{-\ell g m_2 \sin(\phi) + \frac{\ell^2 m_1 \cos(\phi) \dot{\phi}^2 + g m_1 + g m_2}{m_1 + m_2 \sin^2(\phi)} \sin(\phi)}{\ell m_2 \cos(\phi)}, \quad \ddot{\phi} = -\frac{(\ell m_2 \cos(\phi) \dot{\phi}^2 + g m_1 + g m_2) \sin(\phi)}{\ell (m_1 + m_2 \sin^2(\phi))} \end{array} \right\}$$



¿Por qué formar con código en ingenierías no informáticas?

- Calculadora de bolsillo → **no repetir** aritmética de primaria.
- Sistema de álgebra computacional
 - ▶ → **no repetir** asignaturas de álgebra y análisis matemático.
 - ▶ Enfocarse en nuevas habilidades, no en cálculos automatizables.
 - ▶ El cálculo numérico resuelve lo imposible en papel/pizarrón.
- Enfoque constructivista de la re-utilización del código
 - ▶ El código inicial es provisto por el docente.
 - ▶ Cada nuevo desafío se ataca agregando partes al código previo.

```
%i3) integrate ( 1 / (1 + x^4), x);  
  
2      2  
log(x  + sqrt(2) x + 1)  log(x  - sqrt(2) x + 1)  
-----  
4 sqrt(2)      4 sqrt(2)  
2 x + sqrt(2)  2 x - sqrt(2)  
atan(-----)  atan(-----)  
      sqrt(2)      sqrt(2)  
+-----+  
2 sqrt(2)      2 sqrt(2)
```

```
[14]: sistemaEcuaciones = 1  
      x_EL,  
      phi_EL,  
      }  
variablesDespeje = [x.diff(t,2), phi.diff(t,2)] # despejar aceleraciones generalizadas  
variablesDespeje_sol = sym.nonlinsolve(sistemaEcuaciones, variablesDespeje ).args[0]  
  
[15]: x_pp = sym.Eq(variablesDespeje[0], variablesDespeje_sol.args[0]) # [n s-2]  
      phi_pp = sym.Eq(variablesDespeje[1], variablesDespeje_sol.args[1]) # [n s-2]  
      x_pp, phi_pp  
  
[15]: 
$$\ddot{x} = \frac{-\ell g m_2 \sin(\phi) + \frac{\ell m_1 (\ell m_2 \cos(\phi) \dot{\phi}^2 + g m_1 + g m_2) \sin(\phi)}{m_1 + m_2 \sin^2(\phi)}}{\ell m_2 \cos(\phi)}, \quad \ddot{\phi} = -\frac{(\ell m_2 \cos(\phi) \dot{\phi}^2 + g m_1 + g m_2) \sin(\phi)}{\ell (m_1 + m_2 \sin^2(\phi))}$$

```



¿Por qué formar con código en ingenierías no informáticas?

- Calculadora de bolsillo → **no repetir** aritmética de primaria.
- Sistema de álgebra computacional
 - ▶ → **no repetir** asignaturas de álgebra y análisis matemático.
 - ▶ Enfocarse en nuevas habilidades, no en cálculos automatizables.
 - ▶ El cálculo numérico resuelve lo imposible en papel/pizarrón.
- Enfoque constructivista de la re-utilización del código
 - ▶ El código inicial es provisto por el docente.
 - ▶ Cada nuevo desafío se ataca agregando partes al código previo.
 - ▶ Finalmente el alumno recicla el propio.

```
%i3) integrate ( 1 / (1 + x^4), x);  
  
2      2  
log(x + sqrt(2) x + 1)  log(x - sqrt(2) x + 1)  
-----  
4 sqrt(2)      4 sqrt(2)  
2 x + sqrt(2)      2 x - sqrt(2)  
atan(-----)  atan(-----)  
      sqrt(2)      sqrt(2)  
+ ----- + -----  
2 sqrt(2)      2 sqrt(2)
```


```
[14]: sistemaEcuaciones = 1  
      x_EL,  
      phi_EL,  
      }  
variablesDespeje = [x.diff(t,2), phi.diff(t,2)] # despejar aceleraciones generalizadas  
variablesDespeje_sol = sym.nonlinsolve(sistemaEcuaciones, variablesDespeje ).args[0]  
  
[15]: x_pp = sym.Es(variablesDespeje[0], variablesDespeje_sol.args[0]) # [n s-2]  
      phi_pp = sym.Es(variablesDespeje[1], variablesDespeje_sol.args[1]) # [n s-2]  
      x_pp, phi_pp  
  
[15]: 
$$\ddot{x} = \frac{-\ell g m_2 \sin(\phi) + \frac{\ell m_1 (\ell m_2 \cos(\phi) \dot{\phi}^2 + g m_1 + g m_2) \sin(\phi)}{m_1 + m_2 \sin^2(\phi)}}{\ell m_2 \cos(\phi)}, \quad \ddot{\phi} = -\frac{(\ell m_2 \cos(\phi) \dot{\phi}^2 + g m_1 + g m_2) \sin(\phi)}{\ell (m_1 + m_2 \sin^2(\phi))}$$

```



Asistencia docente y corrección asincrónica

Google Colaboratory: comentando y editando el ejercicio del alumno

 07 No conservativas | ej4 ☆

Archivo Editar Ver Insertar Entorno de ejecución Herramientas Ayuda Se editó por última vez: 3 de junio

+ Código + Texto

```
[ ] # Energía potencial
m1_V = - (m1* g* (- N.y)).dot(m1_r)
# pot_k1 = unMedio* (-k1* ((l10 + x1)* (sym.cos(theta) - sym.sin(theta)) )**2 ) # mal
pot_k1 = unMedio* k1* (l10 + x1)**2 # Lo escribí yo
# pot_k2 = unMedio* -k2* (l20 + x)**2
pot_k2 = unMedio* k2* (l20 + x)**2
V = sym.Eq(sym.Symbol('V'), m1_V + pot_k1 + pot_k2 ) #agrega el potencial elastico k en la ecuacion
V
```

$$V = gm_1(-l_{10} - x_1)\sin(\theta) + \frac{k_1(l_{10} + x_1)^2}{2} + \frac{k_2(l_{20} + x)^2}{2}$$


▼ Lagrangiano


```
[ ] L = sym.Eq(sym.Symbol('\mathcal{L}'), (T.rhs - V.rhs))
L
```

$$\mathcal{L} = -gm_1(-l_{10} - x_1)\sin(\theta) - \frac{k_1(l_{10} + x_1)^2}{2} - \frac{k_2(l_{20} + x)^2}{2} + \frac{(m_0 + m_1)(2\cos(\theta)\dot{x}_1 + \dot{x}^2 + \dot{x}_1^2)}{2}$$

ECUACIONES DE EULER

Para x










 Victor Alexis Bettachini Resolver 31 de may. de 2021 (editado el 31 de may. de 2021)
- El estiramiento del resorte de k_1 es colineal con x_1 . No tienen sentido pensar en proyecciones (si es lo que hiciste, que realmente no entiendo).
- ¿Porque negativos los k?

 Victor Alexis Bettachini Resolver 31 de may. de 2021



Seguimiento individualizado

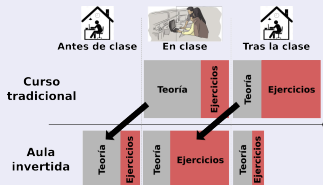
Registro del cumplimiento con entregas semanales

	g05e04	g04e02	g04e03	g04e04	g03e01c
Search students 	Sep 14th	Sep 7th	Sep 7th	Sep 7th	Aug 31st
 Class average					
 BORDON, JU...	Turned in	Returned	Turned in	Returned	Turned in
 CHAZARRETA...	Turned in	Returned	Returned	Returned	Returned
 COELHO, MA...	Turned in	Turned in	Turned in	Returned	Turned in
 LIZARRAGA, ...	Turned in	Turned in	Turned in	Returned	Returned
 PAZ, JAVIER ...		Returned	Needs revision	Viewed	Turned in
 PREGELJ, MA...	Turned in	Turned in	Turned in	Turned in	Returned
 RODRIGUEZ ...	Turned in	Turned in	Turned in	Returned	Returned



Gestión de recursos: tiempo, personal e infraestructura

Aula invertida



Sincrónico	Teoría	Ejercicios
Antes	Leer y aplicar	Iniciar
Durante	Aclarar dudas	Terminarles (semanal)
Luego	Consultas adicionales	Correcciones del docente



Replicar En 2024 Física II adoptará simulaciones en cuadernos Jupyter.



Pasos futuros

Replicar En 2024 Física II adoptará simulaciones en cuadernos Jupyter.

Adaptar Retro-alimentación de los alumnos mejora:



Pasos futuros

Replicar En 2024 Física II adoptará simulaciones en cuadernos Jupyter.

Adaptar Retro-alimentación de los alumnos mejora:

- Apuntes y código en el repositorio.



Pasos futuros

Replicar En 2024 Física II adoptará simulaciones en cuadernos Jupyter.

Adaptar Retro-alimentación de los alumnos mejora:

- Apuntes y código en el repositorio.
- Metodología de ejercitación y evaluación.



Pasos futuros

Replicar En 2024 Física II adoptará simulaciones en cuadernos Jupyter.

Adaptar Retro-alimentación de los alumnos mejora:

- Apuntes y código en el repositorio.
- Metodología de ejercitación y evaluación.

Actualizar Incorporar *prompt engineering* a lo enseñado. Que los alumnos exploten sistemas de inteligencia artificial para generar código útil aunque no dominen la sintaxis del lenguaje de programación.



Pasos futuros

Replicar En 2024 Física II adoptará simulaciones en cuadernos Jupyter.

Adaptar Retro-alimentación de los alumnos mejora:

- Apuntes y código en el repositorio.
- Metodología de ejercitación y evaluación.

Actualizar Incorporar *prompt engineering* a lo enseñado. Que los alumnos exploten sistemas de inteligencia artificial para generar código útil aunque no dominen la sintaxis del lenguaje de programación.

Difundir Asesorar y colaborar a quienes quieran incorporar esta metodología en el DIIT.

