



Universidad Nacional  
de La Matanza



## Curso de ingeniería centrado en código

### Capitalizando lo desarrollado durante el confinamiento

Bettachini, Víctor A.; Real, Mariano A.; Palazzo, Edgardo

Ingeniería Mecánica, DIIT, UNLaM

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



# Docentes y alumnos pueden utilizar mejor su tiempo

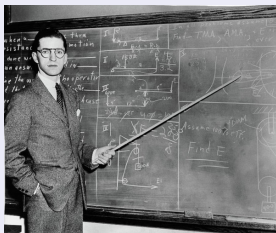
Licklider (1957): 85 % de “pensar” es lo mundano (calcular, dibujar, etc.)





# Docentes y alumnos pueden utilizar mejor su tiempo

Licklider (1957): 85 % de “pensar” es lo mundano (calcular, dibujar, etc.)



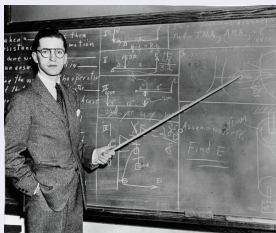
Aula y práctica: transcripción y reiteración

- Memoria  $\xrightarrow{\text{profesor}}$  pizarrón/presentación
- Pizarrón/presentación  $\xrightarrow{\text{alumno}}$  cuaderno



# Docentes y alumnos pueden utilizar mejor su tiempo

Licklider (1957): 85 % de “pensar” es lo mundano (calcular, dibujar, etc.)



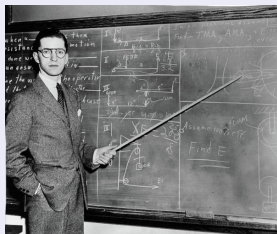
## Aula y práctica: transcripción y reiteración

- Memoria  $\xrightarrow{\text{profesor}}$  pizarrón/presentación
- Pizarrón/presentación  $\xrightarrow{\text{alumno}}$  cuaderno
- Práctica: **reiterar** diagramas, cálculos, etc.



# Docentes y alumnos pueden utilizar mejor su tiempo

Licklider (1957): 85 % de “pensar” es lo mundano (calcular, dibujar, etc.)



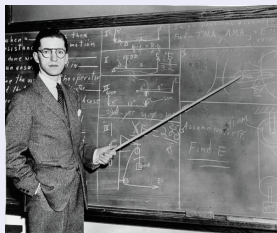
## Aula y práctica: transcripción y reiteración

- Memoria  $\xrightarrow{\text{profesor}}$  pizarrón/presentación
- Pizarrón/presentación  $\xrightarrow{\text{alumno}}$  cuaderno
- Práctica: **reiterar** diagramas, cálculos, etc.
- Aburrimiento  $\implies \downarrow$  concentración



# Docentes y alumnos pueden utilizar mejor su tiempo

Licklider (1957): 85 % de “pensar” es lo mundano (calcular, dibujar, etc.)



## Aula y práctica: transcripción y reiteración

- Memoria  $\xrightarrow{\text{profesor}}$  pizarrón/presentación
- Pizarrón/presentación  $\xrightarrow{\text{alumno}}$  cuaderno
- Práctica: **reiterar** diagramas, cálculos, etc.
- Aburrimiento  $\implies \downarrow$  concentración

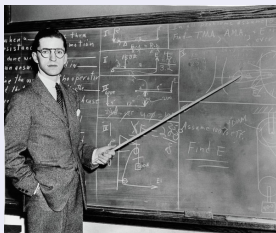






# Docentes y alumnos pueden utilizar mejor su tiempo

Licklider (1957): 85 % de “pensar” es lo mundano (calcular, dibujar, etc.)



## Aula y práctica: transcripción y reiteración

- Memoria  $\xrightarrow{\text{profesor}}$  pizarrón/presentación
- Pizarrón/presentación  $\xrightarrow{\text{alumno}}$  cuaderno
- Práctica: **reiterar** diagramas, cálculos, etc.
- Aburrimiento  $\implies \downarrow$  concentración

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

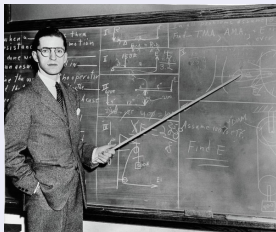
- Ingenio  $\xrightarrow{\text{profesor}}$  código en repositorio
- Repositorio del curso  $\xrightarrow{\text{alumno}}$  propio





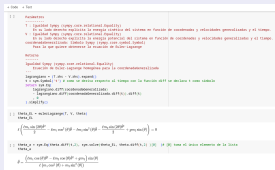
# Docentes y alumnos pueden utilizar mejor su tiempo

Licklider (1957): 85 % de “pensar” es lo mundano (calcular, dibujar, etc.)



## Aula y práctica: transcripción y reiteración

- Memoria  $\xrightarrow{\text{profesor}}$  pizarrón/presentación
- Pizarrón/presentación  $\xrightarrow{\text{alumno}}$  cuaderno
- Práctica: **reiterar** diagramas, cálculos, etc.
- Aburrimiento  $\implies \downarrow$  concentración



- Ingenio  $\xrightarrow{\text{profesor}}$  código en repositorio
- Repositorio del curso  $\xrightarrow{\text{alumno}}$  propio
- Poner en práctica: **re-utilizar** código
- Modificarle resuelve diversas problemáticas



# Los futuros ingenieros deben poder escribir código



# Los futuros ingenieros deben poder escribir código

- Usan calculadora pues **aprendieron** aritmética en la primaria.



# Los futuros ingenieros deben poder escribir código

- Usan calculadora pues **aprendieron** aritmética en la primaria.
- Usarán álgebra computacional pues **aprobaron** álgebra y análisis.

```
[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.tq(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]: 
$$\ddot{x} = \frac{-\ell' g m_2 \sin(\phi) + \frac{\ell m_2 (\ell' m_2 \cos(\phi) \dot{\phi}^2 + g m_1 + g m_2) \sin(\phi)}{m_1 + m_2 \sin^2(\phi)}}{\ell' m_2 \cos(\phi)}, \quad \ddot{\phi} = -\frac{(\ell' m_2 \cos(\phi) \dot{\phi}^2 + g m_1 + g m_2) \sin(\phi)}{\ell' (m_1 + m_2 \sin^2(\phi))}$$

```



# Los futuros ingenieros deben poder escribir código

- Usan calculadora pues **aprendieron** aritmética en la primaria.
- Usarán álgebra computacional pues **aprobaron** álgebra y análisis.
  - ▶ Enfocarse en nuevas habilidades, no en cálculos automatizables.

```
[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.tq(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]: 
$$\ddot{x} = \frac{-\ell' g m_2 \sin(\phi) + \frac{\ell' m_2 (\ell' m_2 \cos(\phi) \dot{\phi}^2 + g m_1 + g m_2) \sin(\phi)}{m_1 + m_2 \sin^2(\phi)}}{\ell' m_2 \cos(\phi)}, \quad \ddot{\phi} = -\frac{(\ell' m_2 \cos(\phi) \dot{\phi}^2 + g m_1 + g m_2) \sin(\phi)}{\ell' (m_1 + m_2 \sin^2(\phi))}$$

```



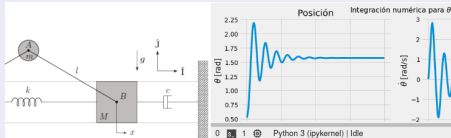
# Los futuros ingenieros deben poder escribir código

- Usan calculadora pues **aprendieron** aritmética en la primaria.
- Usarán álgebra computacional pues **aprobaron** álgebra y análisis.
  - ▶ Enfocarse en nuevas habilidades, no en cálculos automatizables.
  - ▶ Con cálculo numérico resolverán lo imposible en pizarrón/papel.

```
[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
```

$$\ddot{x} = \frac{-\ell' g m_2 \sin(\phi) + \frac{\ell' m_2 (\ell' m_2 \cos(\phi) \dot{\phi}^2 + g m_1 + g m_2) \sin(\phi)}{m_1 + m_2 \sin^2(\phi)}}{\ell' m_2 \cos(\phi)}, \quad \ddot{\phi} = -\frac{(\ell' m_2 \cos(\phi) \dot{\phi}^2 + g m_1 + g m_2) \sin(\phi)}{\ell' (m_1 + m_2 \sin^2(\phi))}$$





# Los futuros ingenieros deben poder escribir código

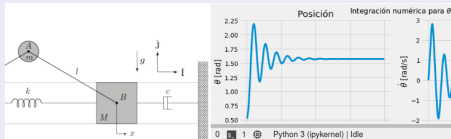
- Usan calculadora pues **aprendieron** aritmética en la primaria.
- Usarán álgebra computacional pues **aprobaron** álgebra y análisis.
  - ▶ Enfocarse en nuevas habilidades, no en cálculos automatizables.
  - ▶ Con cálculo numérico resolverán lo imposible en pizarrón/papel.

```
[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]: 
$$\ddot{x} = \frac{-\ell' g m_2 \sin(\phi) + \frac{\ell' m_2 (\ell' m_2 \cos(\phi) \dot{\phi}^2 + g m_1 + g m_2) \sin(\phi)}{m_1 + m_2 \sin^2(\phi)}}{\ell' m_2 \cos(\phi)}, \quad \ddot{\phi} = -\frac{(\ell' m_2 \cos(\phi) \dot{\phi}^2 + g m_1 + g m_2) \sin(\phi)}{\ell' (m_1 + m_2 \sin^2(\phi))}$$

```

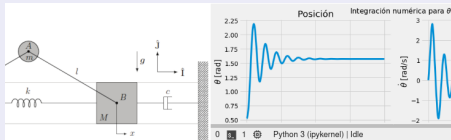


# Los futuros ingenieros deben poder escribir código

- Usan calculadora pues **aprendieron** aritmética en la primaria.
- Usarán álgebra computacional pues **aprobaron** álgebra y análisis.
  - ▶ Enfocarse en nuevas habilidades, no en cálculos automatizables.
  - ▶ Con cálculo numérico resolverán lo imposible en pizarrón/papel.

```
[14]: sistemaEcuaciones = [  
    x_EL,  
    phi_EL,  
]  
variablesDespeje = [x.diff(t,2), phi.diff(t,2)] # despejar aceleraciones generalizadas  
variablesDespeje_sol= sys.nonlinearize(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]: 
$$\ddot{x} = \frac{-\ell' g m_2 \sin(\phi) + \frac{\ell' m_2 (\ell' m_2 \cos(\phi) \dot{\phi}^2 + g m_1 + g m_2) \sin(\phi)}{m_1 + m_2 \sin^2(\phi)}}{\ell' m_2 \cos(\phi)}, \quad \ddot{\phi} = -\frac{(\ell' m_2 \cos(\phi) \dot{\phi}^2 + g m_1 + g m_2) \sin(\phi)}{\ell' (m_1 + m_2 \sin^2(\phi))}$$

```



Papert (1980) “El aprendizaje sucede cuando el alumno toma las riendas”

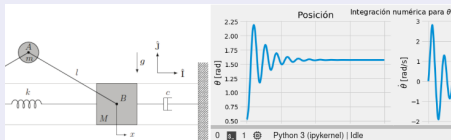
- El código inicial es provisto por el docente.

# Los futuros ingenieros deben poder escribir código

- Usan calculadora pues **aprendieron** aritmética en la primaria.
- Usarán álgebra computacional pues **aprobaron** álgebra y análisis.
  - ▶ Enfocarse en nuevas habilidades, no en cálculos automatizables.
  - ▶ Con cálculo numérico resolverán lo imposible en pizarrón/papel.

```
[14]: sistemaEcuaciones = [  
    x_EL,  
    phi_EL,  
]  
variablesDespeje = [x.diff(t,2), phi.diff(t,2)] # despejar aceleraciones generalizadas  
variablesDespeje_sol= sys.nonlinearize(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]: 
$$\ddot{x} = \frac{-\ell' g m_2 \sin(\phi) + \frac{\ell' m_2 (\ell' m_2 \cos(\phi) \dot{\phi}^2 + g m_1 + g m_2) \sin(\phi)}{m_1 + m_2 \sin^2(\phi)}}{\ell' m_2 \cos(\phi)}, \quad \ddot{\phi} = -\frac{(\ell' m_2 \cos(\phi) \dot{\phi}^2 + g m_1 + g m_2) \sin(\phi)}{\ell' (m_1 + m_2 \sin^2(\phi))}$$

```



Papert (1980) “El aprendizaje sucede cuando el alumno toma las riendas”

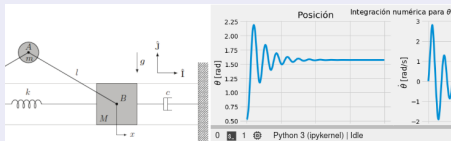
- El código inicial es provisto por el docente.
- Modificaciones aditivas resuelven nuevas problemáticas.

# Los futuros ingenieros deben poder escribir código

- Usan calculadora pues **aprendieron** aritmética en la primaria.
- Usarán álgebra computacional pues **aprobaron** álgebra y análisis.
  - ▶ Enfocarse en nuevas habilidades, no en cálculos automatizables.
  - ▶ Con cálculo numérico resolverán lo imposible en pizarrón/papel.

```
[14]: sistemaEcuaciones = [  
    x_EL,  
    phi_EL,  
]  
variablesDespeje = [x.diff(t,2), phi.diff(t,2)] # despejar aceleraciones generalizadas  
variablesDespeje_sol= sys.nonlinearize(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]: 
$$\ddot{x} = \frac{-\ell' g m_2 \sin(\phi) + \frac{\ell' m_2 (\ell' m_2 \cos(\phi) \dot{\phi}^2 + g m_1 + g m_2) \sin(\phi)}{m_1 + m_2 \sin^2(\phi)}}{\ell' m_2 \cos(\phi)}, \quad \ddot{\phi} = -\frac{(\ell' m_2 \cos(\phi) \dot{\phi}^2 + g m_1 + g m_2) \sin(\phi)}{\ell' (m_1 + m_2 \sin^2(\phi))}$$

```



Papert (1980) “El aprendizaje sucede cuando el alumno toma las riendas”

- El código inicial es provisto por el docente.
- Modificaciones aditivas resuelven nuevas problemáticas.
- Alumno se torna autónomo reutilizando el propio.

# Todo el material es editable en línea



# Todo el material es editable en línea

## Cuaderno programable en línea: texto + ecuaciones + código

File Edit View Run Kernel Tabs Settings Help

PÉNDULOENHEBRADOSOLVED.IPYNB

Launcher cursoJupyter.Ipynb pénduloEnhebradoSolved.Ip Python 3

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  $\lambda_1$ . 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]:
```

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

Simple 0 2 Python 3 | Idle Saving completed Mode: Command Ln 1, Col 1 pénduloEnhebradoSolved.Ipynb

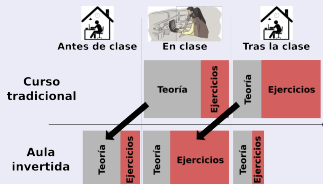


# Trabajo sincrónico y asincrónico sobre el código

## Teoría y ejercicios resueltos en línea en cuadernos programables

- Modificando su código se resuelven guías semanales de ejercicios.

## Aula invertida



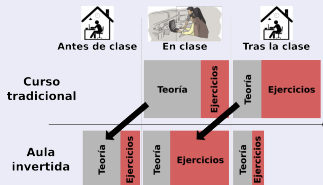
Sincrónico	Teoría	Ejercicios
Antes	Leer y aplicar	Iniciarlos
Durante	Aclarar dudas	Terminarles
Luego	Consultas adicionales	Correcciones del docente

# Trabajo sincrónico y asincrónico sobre el código

## Teoría y ejercicios resueltos en línea en cuadernos programables

- Modificando su código se resuelven guías semanales de ejercicios.
- Asincrónico: consultas en línea 24/7 **públicas** hacia otros alumnos.

## Aula invertida



Sincrónico	Teoría	Ejercicios
Antes	Leer y aplicar	Iniciarlos
Durante	Aclarar dudas	Terminarles
Luego	Consultas adicionales	Correcciones del docente

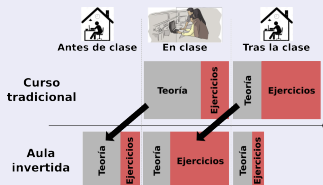


# Trabajo sincrónico y asincrónico sobre el código

## Teoría y ejercicios resueltos en línea en cuadernos programables

- Modificando su código se resuelven guías semanales de ejercicios.
- Asincrónico: consultas en línea 24/7 **públicas** hacia otros alumnos.
- Cuadernos multi-usuario: resolución en colaboración remota.

## Aula invertida



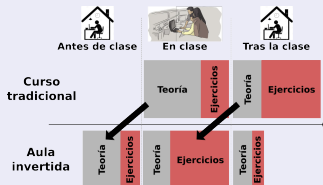
Sincrónico	Teoría	Ejercicios
Antes	Leer y aplicar	Iniciarlos
Durante	Aclarar dudas	Terminarles
Luego	Consultas adicionales	Correcciones del docente

# Trabajo sincrónico y asincrónico sobre el código

## Teoría y ejercicios resueltos en línea en cuadernos programables

- Modificando su código se resuelven guías semanales de ejercicios.
- Asincrónico: consultas en línea 24/7 **públicas** hacia otros alumnos.
- Cuadernos multi-usuario: resolución en colaboración remota.
- Sincrónico: **docente disponible** al finalizar ejercicios

## Aula invertida



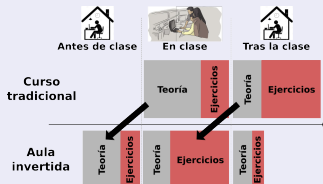
Sincrónico	Teoría	Ejercicios
Antes	Leer y aplicar	Iniciarles
Durante	Aclarar dudas	Terminarles
Luego	Consultas adicionales	Correcciones del docente

# Trabajo sincrónico y asincrónico sobre el código

## Teoría y ejercicios resueltos en línea en cuadernos programables

- Modificando su código se resuelven guías semanales de ejercicios.
- Asincrónico: consultas en línea 24/7 **públicas** hacia otros alumnos.
- Cuadernos multi-usuario: resolución en colaboración remota.
- Sincrónico: **docente disponible** al finalizar ejercicios
- Entrega semanal para corrección **semanal** y **obligatoria**.


## Aula invertida



Sincrónico	Teoría	Ejercicios
Antes	Leer y aplicar	Iniciarlos
Durante	Aclarar dudas	Terminarles
Luego	Consultas adicionales	Correcciones del docente

# 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

**Calificaciones**

Vencimiento el 28 sept

Buscar alumnos

	g06e03 28 sept	g06e04 28 sept	g06e05 28 sept	g05e01a 14 sept	g05e01c 14 sept	g05e02 14 sept	g05e03 14 sept
Promedio de clase							
[Avatar] GARCIA, A...	Visto		Visto	Devuelto	Entregado	Entregado	Entregado
[Avatar] CHACABARTO...				Devuelto	Entregado	Entregado	Entregado
[Avatar] LOPEZ, M...				Entregado	Entregado	Entregado	Entregado
[Avatar] LOPEZ, M...	Visto	Visto	Visto	Entregado	Entregado	Entregado	Entregado
[Avatar] DIAZ, J...				Entregado	Entregado		Entregado
[Avatar] PEREZ, L...	Visto	Visto	Visto	Entregado	Entregado	Visto	Entregado
[Avatar] RODRIGUEZ ...	Visto			Entregado	Entregado	Entregado	Entregado



# Resumiendo

## Curso centrado en código

- Teoría: texto + ecuaciones + código ejecutable en cuadernos digitales.

## Modalidad de aula invertida



# Resumiendo

## Curso centrado en código

- Teoría: texto + ecuaciones + código ejecutable en cuadernos digitales.
- Práctica: reutilización del código del docente.

## Modalidad de aula invertida



## Curso centrado en código

- Teoría: texto + ecuaciones + código ejecutable en cuadernos digitales.
- Práctica: reutilización del código del docente.
- Ejecución en línea:

## Modalidad de aula invertida





## Curso centrado en código

- Teoría: texto + ecuaciones + código ejecutable en cuadernos digitales.
- Práctica: reutilización del código del docente.
- Ejecución en línea:
  - ▶ Colaboración y corrección remota.

## Modalidad de aula invertida



## Curso centrado en código

- Teoría: texto + ecuaciones + código ejecutable en cuadernos digitales.
- Práctica: reutilización del código del docente.
- Ejecución en línea:
  - ▶ Colaboración y corrección remota.
  - ▶ No requiere computadoras en el campus.

## Modalidad de aula invertida



# Resumiendo

## Curso centrado en código

- Teoría: texto + ecuaciones + código ejecutable en cuadernos digitales.
- Práctica: reutilización del código del docente.
- Ejecución en línea:
  - ▶ Colaboración y corrección remota.
  - ▶ No requiere computadoras en el campus.
  - ▶ Registro fechado del trabajo del alumno.

## Modalidad de aula invertida



# Resumiendo

## Curso centrado en código

- Teoría: texto + ecuaciones + código ejecutable en cuadernos digitales.
- Práctica: reutilización del código del docente.
- Ejecución en línea:
  - ▶ Colaboración y corrección remota.
  - ▶ No requiere computadoras en el campus.
  - ▶ Registro fechado del trabajo del alumno.

## Modalidad de aula invertida

- Teoría: énfasis en la lectura autónoma por parte del alumno.



## Curso centrado en código

- Teoría: texto + ecuaciones + código ejecutable en cuadernos digitales.
- Práctica: reutilización del código del docente.
- Ejecución en línea:
  - ▶ Colaboración y corrección remota.
  - ▶ No requiere computadoras en el campus.
  - ▶ Registro fechado del trabajo del alumno.

## Modalidad de aula invertida

- Teoría: énfasis en la lectura autónoma por parte del alumno.
- Consultas asincrónicas públicas.



## Curso centrado en código

- Teoría: texto + ecuaciones + código ejecutable en cuadernos digitales.
- Práctica: reutilización del código del docente.
- Ejecución en línea:
  - ▶ Colaboración y corrección remota.
  - ▶ No requiere computadoras en el campus.
  - ▶ Registro fechado del trabajo del alumno.

## Modalidad de aula invertida

- Teoría: énfasis en la lectura autónoma por parte del alumno.
- Consultas asincrónicas públicas.
- Práctica: Docente asiste personalmente cuando más se lo requiere, para finalizar ejercicios.



# Actualidad del proyecto



2023 Retro-alimentación de los alumnos mejoró:





2023 Retro-alimentación de los alumnos mejoró:

- Apuntes y código en el repositorio.



## 2023 Retro-alimentación de los alumnos mejoró:

- Apuntes y código en el repositorio.
  - Metodología ejercitación y evaluación.
- Mayor exigencia de ejercicios → mejor respuesta.



## 2023 Retro-alimentación de los alumnos mejoró:

- Apuntes y código en el repositorio.
  - Metodología ejercitación y evaluación.
- Mayor exigencia de ejercicios → mejor respuesta.

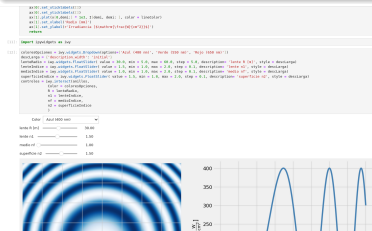


# Actualidad del proyecto

## 2023 Retro-alimentación de los alumnos mejoró:

- Apuntes y código en el repositorio.
  - Metodología ejercitación y evaluación.
- Mayor exigencia de ejercicios → mejor respuesta.

## 2024 • Física II empleará simulaciones provistas por nosotros.



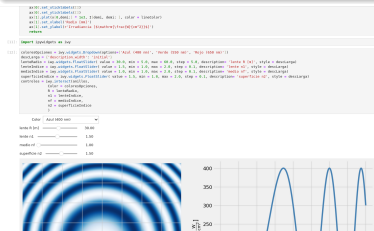
# Actualidad del proyecto

## 2023 Retro-alimentación de los alumnos mejoró:

- Apuntes y código en el repositorio.
  - Metodología ejercitación y evaluación.
- Mayor exigencia de ejercicios → mejor respuesta.

## 2024

- Física II empleará simulaciones provistas por nosotros.
- *Prompt engineering*: alumnos generarán código con IA.



```
lagrangiano = (T.rhs - V.rhs).expand(t)
t = sym.Symbol('t') # como se deriva respecto al tiempo con la función diff se declara t como simbolo
return sym.Eq(
    lagrangiano.diff(coordenadaGeneralizada)
    - lagrangiano.diff(coordenadaGeneralizada).diff(t)).diff(t)
    , 0
).simplify()
```

```
x1_EL = eulerLagrange(T, V, x1)
x1_EL
```

$$\frac{\pi^2 M \ddot{x}_1}{2} - g m_1 + g m_2 + m_1 \ddot{x}_1 + m_2 \ddot{x}_1 = 0$$

Esta es una ecuación diferencial lineal de segundo orden homogene. De aquí se puede despejar  $\ddot{x}$

```
#Despejar x1Punto
x1PuntoPunto = sym.solve(t, x1_EL, x1.diff(t, t)).args[0]
```