

INSTITUTO DE ASTROFÍSICA
FACULTAD DE FÍSICA

Laboratorio 1: Análisis de Espectros Estelares

Asignatura

AST067 - Laboratorio de Astronomía

Estudiantes

Juan José Sánchez Medina

Henrietta Leavitt[1]

Stephen Hawking

Profesor

Isaac Newton

Ayudante

Marie Curie

Fecha del Laboratorio

6 de noviembre, 2026

Fecha del Informe

14 de noviembre, 2026

[1] henrietta.leavitt@estudiante.uc.cl, Pontificia Universidad Católica de Chile

RESUMEN

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetuer adipiscing elit. Ut purus elit, vestibulum ut, placerat ac, adipiscing vitae, felis. Curabitur dictum gravida mauris. Nam arcu libero, nonummy eget, consectetuer id, vulputate a, magna. Donec vehicula augue eu neque. Pellentesque habitant morbi tristique senectus et netus et malesuada fames ac turpis egestas. Mauris ut leo. Cras viverra metus rhoncus sem. Nulla et lectus vestibulum urna fringilla ultrices. Phasellus eu tellus sit amet tortor gravida placerat. Integer sapien est, iaculis in, pretium quis, viverra ac, nunc. Praesent eget sem vel leo ultrices bibendum. Aenean faucibus. Morbi dolor nulla, malesuada eu, pulvinar at, mollis ac, nulla. Curabitur auctor semper nulla. Donec varius orci eget risus. Duis nibh mi, congue eu, accumsan eleifend, sagittis quis, diam. Duis eget orci sit amet orci dignissim rutrum.

1. OBJETIVOS E HIPÓTESIS

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetuer adipiscing elit. Ut purus elit, vestibulum ut, placerat ac, adipiscing vitae, felis. Curabitur dictum gravida mauris. Nam arcu libero, nonummy eget, consectetuer id, vulputate a, magna. Donec vehicula augue eu neque. Pellentesque habitant morbi tristique senectus et netus et malesuada fames ac turpis egestas. Mauris ut leo. Cras viverra metus rhoncus sem. Nulla et lectus vestibulum urna fringilla ultrices. Phasellus eu tellus sit amet tortor gravida placerat. Integer sapien est, iaculis in, pretium quis, viverra ac, nunc. Praesent eget sem vel leo ultrices bibendum. Aenean faucibus. Morbi dolor nulla, malesuada eu, pulvinar at, mollis ac, nulla. Curabitur auctor semper nulla. Donec varius orci eget risus. Duis nibh mi, congue eu, accumsan eleifend, sagittis quis, diam. Duis eget orci sit amet orci dignissim rutrum.

2. INTRODUCCIÓN Y MARCO TEÓRICO

2.1. *Energía*

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetuer adipiscing elit. Ut purus elit, vestibulum ut, placerat ac, adipiscing vitae, felis. Curabitur dictum gravida mauris. Nam arcu libero, nonummy eget, consectetuer id, vulputate a, magna. Donec vehicula augue eu neque. Pellentesque habitant morbi tristique senectus et netus et malesuada fames ac turpis egestas. Mauris ut leo. Cras viverra metus rhoncus sem. Nulla et lectus vestibulum urna fringilla ultrices. Phasellus eu tellus sit amet tortor gravida placerat. Integer sapien est, iaculis in, pretium quis, viverra ac, nunc. Praesent eget sem vel leo ultrices bibendum. Aenean faucibus. Morbi dolor nulla, malesuada eu, pulvinar at, mollis ac, nulla. Curabitur auctor semper nulla. Donec varius orci eget risus. Duis nibh mi, congue eu, accumsan eleifend, sagittis quis, diam. Duis eget orci sit amet orci dignissim rutrum. (J. Walker et al. 2014).

2.1.1. *Energía Cinética*

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetuer adipiscing elit. Ut purus elit, vestibulum ut, placerat ac, adipiscing vitae, felis. Curabitur dictum gravida mauris. Nam arcu libero, nonummy eget, consectetuer id, vulputate a, magna. Donec vehicula augue eu neque. Pellentesque habitant morbi tristique senectus et netus et malesuada fames ac turpis egestas. Mauris ut leo. Cras viverra metus rhoncus sem. Nulla et lectus vestibulum urna fringilla ultrices. Phasellus eu tellus sit amet tortor gravida placerat. Integer sapien est, iaculis in, pretium quis, viverra

ac, nunc. Praesent eget sem vel leo ultrices bibendum. Aenean faucibus. Morbi dolor nulla, malesuada eu, pulvinar at, mollis ac, nulla. Curabitur auctor semper nulla. Donec varius orci eget risus. Duis nibh mi, congue eu, accumsan eleifend, sagittis quis, diam. Duis eget orci sit amet orci dignissim rutrum. 1. Donde m es la masa del carro y v su velocidad (J. Walker et al. 2014).

$$K = \frac{1}{2}mv^2 \tag{1}$$

2.1.2. *Energía Potencial Gravitatoria*

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetuer adipiscing elit. 2. Lorem ipsum dolor sit amet, consectetuer adipiscing elit. (m) y la altura (h) del cuerpo (D. Kleppner & R. J. Kolenkow 2010).

$$U = mgh \tag{2}$$

Ut purus elit, vestibulum ut, placerat ac, adipiscing vitae, felis. (J. Walker et al. 2014).

2.1.3. *Energía Mecánica*

Curabitur dictum gravida mauris. 3 (J. Walker et al. 2014).

$$E = K + U \tag{3}$$

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetuer adipiscing elit.

2.1.4. *Conservación de la Energía*

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetuer adipiscing elit. (D. Kleppner & R. J. Kolenkow 2010).

$$K_i + U_i = K_f + U_f = E \tag{4}$$

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetuer adipiscing elit.

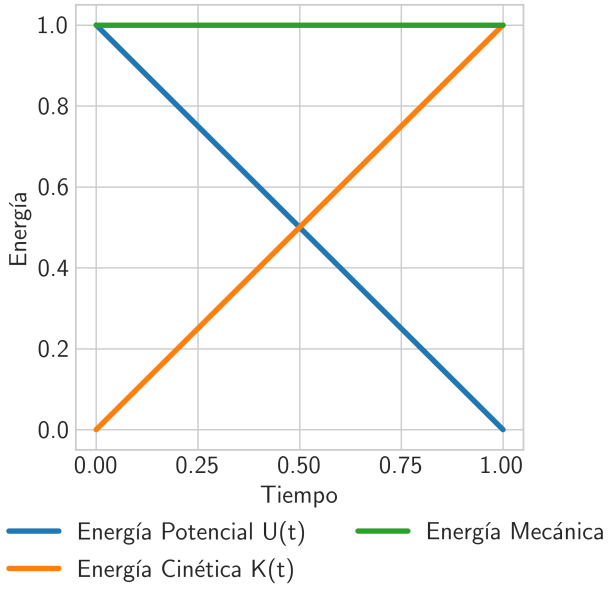


Figura 1. Ejemplo de conservación de la energía. Los datos se encuentran normalizados.

2.2. *Fuerzas*

2.2.1. *Teorema Trabajo-Energía*

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetuer adipiscing elit. Ut purus elit, vestibulum ut, placerat ac, adipiscing vitae, felis. Curabitur dictum gravida mauris. Nam arcu libero, nonummy eget, consectetuer id, vulputate a, magna. Donec vehicula augue eu neque. Pellentesque habitant morbi tristique senectus et netus et malesuada fames ac turpis egestas. Mauris ut leo. Cras viverra metus rhoncus sem. Nulla et lectus vestibulum urna fringilla ultrices. Phasellus eu tellus sit amet tortor gravida placerat. Integer sapien est, iaculis in, pretium quis, viverra ac, nunc. Praesent eget sem vel leo ultrices bibendum. Aenean faucibus. Morbi dolor nulla, malesuada eu, pulvinar at, mollis ac, nulla. Curabitur auctor semper nulla. Donec varius orci eget risus. Duis nibh mi, congue eu, accumsan eleifend, sagittis quis, diam. Duis eget orci sit amet orci dignissim rutrum. (D. Kleppner & R. J. Kolenkow 2010). Este teorema permite analizar sistemas dinámicos considerando únicamente las fuerzas que actúan sobre estos.

$$W_{b\to a} = \oint_b^a \mathbf{F}\cdot \mathrm{d}\mathbf{r} \tag{5}$$

$$W_{b\to a} = \Delta E \tag{6}$$

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetuer adipiscing elit.

2.2.2. *Movimiento Circular*

Nam dui ligula, fringilla a, euismod sodales, sollicitudin vel, wisi. Morbi auctor lorem non justo. Nam lacus libero, pretium at, lobortis vitae, ultricies et, tellus. Donec aliquet, tortor sed accumsan bibendum, erat ligula aliquet magna, vitae ornare odio metus a mi. Morbi ac orci et nisl hendrerit mollis. Suspendisse ut massa. Cras nec ante. Pellentesque a nulla. Cum sociis natoque penatibus et magnis dis parturient montes, nascetur ridiculus mus. Aliquam tincidunt urna. Nulla ullamcorper vestibulum turpis. Pellentesque cursus luctus mauris.

$$\mathbf{a}_c = \frac{v^2}{r}\,\hat{\mathbf{r}} \tag{7}$$

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetuer adipiscing elit. Ut purus elit, vestibulum ut, placerat ac, adipiscing vitae, felis. Curabitur dictum gravida mauris. Nam arcu libero, nonummy eget, consectetuer id, vulputate a, magna. Donec vehicula augue eu neque. Pellentesque habitant morbi tristique senectus et netus et malesuada fames ac turpis egestas. Mauris ut leo. Cras viverra metus rhoncus sem. Nulla et lectus vestibulum urna fringilla ultrices. Phasellus eu tellus sit amet tortor gravida placerat. Integer sapien est, iaculis in, pretium quis, viverra ac, nunc. Praesent eget sem vel leo ultrices bibendum. Aenean faucibus. Morbi dolor nulla, malesuada eu, pulvinar at, mollis ac, nulla. Curabitur auctor semper nulla. Donec varius orci eget risus. Duis nibh mi, congue eu, accumsan eleifend, sagittis quis, diam. Duis eget orci sit amet orci dignissim rutrum.

$$\mathbf{F}_c = m\mathbf{a}_c = m\frac{v^2}{r}\,\hat{\mathbf{r}} \tag{8}$$

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetuer adipiscing elit. Ut purus elit, vestibulum ut, placerat ac, adipiscing vitae, felis. Curabitur dictum gravida mauris. Nam arcu libero, nonummy eget, consectetuer id, vulputate a, magna. Donec vehicula augue eu neque. Pellentesque habitant morbi tristique senectus et netus et malesuada fames ac turpis egestas. Mauris ut leo. Cras viverra metus rhoncus sem. Nulla et lectus vestibulum urna fringilla ultrices. Phasellus eu tellus sit amet tortor gravida placerat. Integer sapien est, iaculis in, pretium quis, viverra ac, nunc. Praesent eget sem vel leo ultrices bibendum. Aenean faucibus. Morbi dolor nulla, malesuada eu, pulvinar at, mollis ac, nulla. Curabitur auctor semper nulla. Donec varius orci eget risus. Duis nibh mi, congue eu, accumsan eleifend, sagittis quis, diam. Duis eget orci sit amet orci dignissim rutrum.

$$\mathbf{F}_{cf} = -m\frac{v^2}{r}\,\hat{\mathbf{r}} \tag{9}$$

3. MONTAJE EXPERIMENTAL

Nam dui ligula, fringilla a, euismod sodales, sollicitudin vel, wisi. Morbi auctor lorem non justo. Nam lacus libero, pretium at, lobortis vitae, ultricies et, tellus. Donec aliquet, tortor sed accumsan bibendum, erat ligula aliquet magna, vitae ornare odio metus a mi. Morbi ac orci et nisl hendrerit mollis. Suspendisse ut massa. Cras nec ante. Pellentesque a nulla. Cum sociis natoque penatibus et magnis dis parturient montes, nascetur ridiculus mus. Aliquam tincidunt urna. Nulla ullamcorper vestibulum turpis. Pellentesque cursus luctus mauris.

3.1. *Montaje*

Nam dui ligula, fringilla a, euismod sodales, sollicitudin vel, wisi. Morbi auctor lorem non justo. Nam lacus libero, pretium at, lobortis vitae, ultricies et, tellus. Donec aliquet, tortor sed

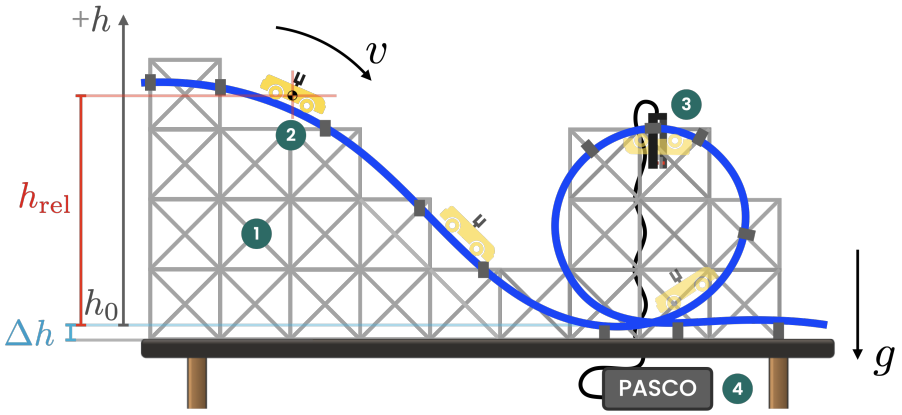


Figura 2. Montaje Montaña Rusa.

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetuer adipiscing elit. accumsan bibendum, erat ligula aliquet magna, vitae ornare odio metus a mi. Morbi ac orci et nisl hendrerit mollis. Suspendisse ut massa. Cras nec ante. Pellentesque a nulla. Cum sociis natoque penatibus et magnis dis parturient montes, nascetur ridiculus mus. Aliquam tincidunt urna. Nulla ullamcorper vestibulum turpis. Pellentesque cursus luctus mauris.

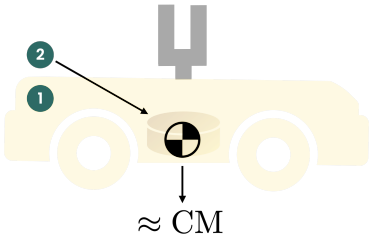


Figura 3. Carro usado.

1: Carro plástico y 2: Masa adicional.

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetuer adipiscing elit. Ut purus elit, vestibulum ut, placerat ac, adipiscing vitae, felis. Curabitur dictum gravida mauris. Nam arcu libero, nonummy eget, consectetuer id, vulputate a, magna. Donec vehicula augue eu neque. Pellentesque habitant morbi tristique senectus et netus et malesuada fames ac turpis egestas. Mauris ut leo. Cras viverra metus rhoncus sem. Nulla et lectus vestibulum urna fringilla ultrices. Phasellus eu tellus sit amet tortor gravida placerat. Integer sapien est, iaculis in, pretium quis, viverra ac, nunc. Praesent eget sem vel leo ultrices bibendum. Aenean faucibus. Morbi dolor nulla, malesuada eu, pulvinar at, mollis ac, nulla. Curabitur auctor semper nulla. Donec varius orci eget risus. Duis nibh mi, congue eu, accumsan eleifend, sagittis quis, diam. Duis eget orci sit amet orci dignissim rutrum.

$$\begin{aligned} m_{tot} &= m_c + m_e \\ &= 12309.12\ \text{g} + 123.2\ \text{g} \\ m_{tot} &= 1000.04\ \text{g} \end{aligned} \tag{10}$$

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetuer adipiscing elit. Ut purus elit, vestibulum ut, placerat ac, adipiscing vitae, felis. Curabitur dictum gravida mauris. Nam arcu libero, nonummy eget, consectetuer id, vulputate a, magna. Donec vehicula augue eu neque. Pellentesque habitant morbi tristique senectus et netus et malesuada fames ac turpis egestas. Mauris ut leo. Cras viverra metus rhoncus sem. Nulla et lectus vestibulum urna fringilla ultrices. Phasellus eu tellus sit amet tortor gravida placerat. Integer sapien est, iaculis in, pretium quis, viverra ac, nunc. Praesent eget sem vel leo ultrices bibendum. Aenean faucibus. Morbi dolor nulla, malesuada eu, pulvinar at, mollis ac, nulla. Curabitur auctor semper nulla. Donec varius orci eget risus. Duis nibh mi, congue eu, accumsan

eleifend, sagittis quis, diam. Duis eget orci sit amet orci dignissim rutrum.

3.2. *Procedimiento*

Nam dui ligula, fringilla a, euismod sodales, sollicitudin vel, wisi. Morbi auctor lorem non justo. Nam lacus libero, pretium at, lobortis vitae, ultricies et, tellus. Donec aliquet, tortor sed accumsan bibendum, erat ligula aliquet magna, vitae ornare odio metus a mi. Morbi ac orci et nisl hendrerit mollis. Suspendisse ut massa. Cras nec ante. Pellentesque a nulla. Cum sociis natoque penatibus et magnis dis parturient montes, nascetur ridiculus mus. Aliquam tincidunt urna. Nulla ullamcorper vestibulum turpis. Pellentesque cursus luctus mauris.

4. RESULTADOS Y ANÁLISIS

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetuer adipiscing elit. Ut purus elit, vestibulum ut, placerat ac, adipiscing vitae, felis. Curabitur dictum gravida mauris. Nam arcu libero, nonummy eget, consectetuer id, vulputate a, magna. Donec vehicula augue eu neque. Pellentesque habitant morbi tristique senectus et netus et malesuada fames ac turpis egestas. Mauris ut leo. Cras viverra metus rhoncus sem. Nulla et lectus vestibulum urna fringilla ultrices. Phasellus eu tellus sit amet tortor gravida placerat. Integer sapien est, iaculis in, pretium quis, viverra ac, nunc. Praesent eget sem vel leo ultrices bibendum. Aenean faucibus. Morbi dolor nulla, malesuada eu, pulvinar at, mollis ac, nulla. Curabitur auctor semper nulla. Donec varius orci eget risus. Duis nibh mi, congue eu, accumsan eleifend, sagittis quis, diam. Duis eget orci sit amet orci dignissim rutrum.

$$\frac{1}{2}mv_{\text{top}}^2 + mgh_{\text{top}} = mgh_{\text{rel}} \tag{11}$$

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetuer adipiscing elit. 11 Lorem ipsum dolor sit amet, consectetuer adipiscing elit. 12 Lorem ipsum dolor sit amet, consectetuer adipiscing elit. *loop*.

$$v_{\text{top}} = \sqrt{2g(h_{\text{rel}} - 2\bar{r})} \tag{12}$$

Ut purus elit, vestibulum ut, placerat ac, adipiscing vitae, felis. 13 Ut purus elit, vestibulum ut, placerat ac, adipiscing vitae, felis. *loop*.

$$\frac{mv_{\text{top}}^2}{\bar{r}} \geq mg \quad \Rightarrow \quad v_{\text{top}} \geq \sqrt{\bar{r}g}, \tag{13}$$

Curabitur dictum gravida mauris. 12 y 13, tomando a $h_{\text{top}} = 2\bar{r}$, se obtiene la altura mínima teórica de lanzamiento necesaria para completar el *loop* expresada por la ecuación 14.

$$h_{\text{min}} = \frac{5}{2}\bar{r} \tag{14}$$

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetuer adipiscing elit. Ut purus elit, vestibulum ut, placerat ac, adipiscing vitae, felis. Curabitur dictum gravida mauris. Nam arcu libero, nonummy eget, consectetuer id, vulputate a, magna. Donec vehicula augue eu neque. Pellentesque habitant morbi tristique senectus et netus et malesuada fames ac turpis egestas. Mauris ut leo. Cras viverra metus rhoncus sem. Nulla et lectus vestibulum urna fringilla ultrices. Phasellus eu tellus sit amet tortor gravida placerat. Integer sapien est, iaculis in, pretium quis, viverra ac, nunc. Praesent eget sem vel leo ultrices bibendum. Aenean faucibus. Morbi dolor nulla, malesuada eu, pulvinar at, mollis ac, nulla. Curabitur auctor semper nulla. Donec varius orci eget risus. Duis nibh mi, congue eu, accumsan eleifend, sagittis quis, diam. Duis eget orci sit amet orci dignissim rutrum.

Curabitur dictum gravida mauris. $h_{min} = 12399.01$ cm. Curabitur dictum gravida mauris. $h_{exp}^{min} = 12093.50$ cm.

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetuer adipiscing elit. Ut purus elit, vestibulum ut, placerat ac, adipiscing vitae, felis. Curabitur dictum gravida mauris. Nam arcu libero, nonummy eget, consectetuer id, vulputate a, magna. Donec vehicula augue eu neque. Pellentesque ha-

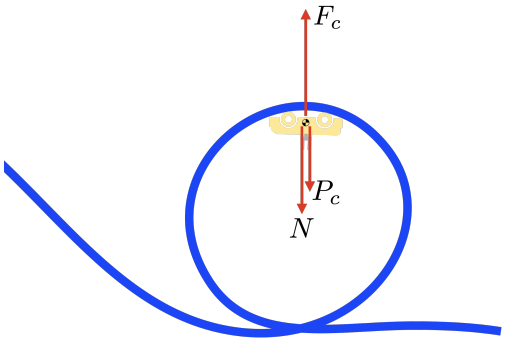


Figura 4. Lorem ipsum dolor sit amet, consectetuer adipiscing elit.

Tabla 1. Lorem ipsum dolor sit amet, consectetuer adipiscing elit.

h_{rel} (cm)	$\bar{v}_{\text{exp}}$ (m/s)	$\sigma_{v_{\text{exp}}}$ (m/s)	v_{teo} (m/s)	v_{error} (%)
3.21	111	0.221	120.2	12.32
3.21	111	0.221	120.2	12.32
3.21	111	0.221	120.2	12.32
3.21	111	0.221	120.2	12.32
3.21	111	0.221	120.2	12.32

Nota—Ut purus elit, vestibulum ut, placerat ac, adipiscing vitae, felis.

bitant morbi tristique senectus et netus et malesuada fames ac turpis egestas. Mauris ut leo. Cras viverra metus rhoncus sem. Nulla et lectus vestibulum urna fringilla ultrices. Phasellus eu tellus sit amet tortor gravida placerat. Integer sapien est, iaculis in, pretium quis, viverra ac, nunc. Praesent eget sem vel leo ultrices bibendum. Aenean faucibus. Morbi dolor nulla, malesuada eu, pulvinar at, mollis ac, nulla. Curabitur auctor semper nulla. Donec varius orci eget risus. Duis nibh mi, congue eu, accumsan eleifend, sagittis quis, diam. Duis eget orci sit amet orci dignissim rutrum.

$$
\begin{aligned}
{v_{\text{top}}}^2 &= 2g(h_{\text{rel}} - 2\bar{r}) \\
{v_{\text{top}}}^2 &= 2gh_{\text{rel}} - 4g\bar{r} \\
({v_{\text{top}}}(h_{\text{rel}}))^2 &= \underbrace{2g}_{m}(h_{\text{rel}}) - \underbrace{4g\bar{r}}_{b}
\end{aligned} \tag{15}
$$

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetuer adipiscing elit. Ut purus elit, vestibulum ut, placerat ac, adipiscing vitae, felis. Curabitur dictum gravida mauris. Nam arcu libero, nonummy eget, consectetuer id, vulputate a, magna. Donec vehicula augue eu neque. Pellentesque habitant morbi tristique senectus et netus et malesuada fames ac turpis egestas. Mauris ut leo. Cras viverra metus rhoncus sem. Nulla et lectus vestibulum urna fringilla ultrices. Phasellus eu tellus sit amet tortor gravida placerat. Integer sapien est, iaculis in, pretium quis, viverra ac, nunc. Praesent eget sem vel leo ultrices bibendum. Aenean faucibus. Morbi dolor nulla, malesuada eu, pulvinar at, mollis ac, nulla. Curabitur auctor semper nulla. Donec varius orci eget risus. Duis nibh mi, congue eu, accumsan eleifend, sagittis quis, diam. Duis eget orci sit amet orci dignissim rutrum.

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetuer adipiscing elit. Ut purus elit, vestibulum ut, placerat ac, adipiscing vitae, felis. Curabitur dictum gravida mauris. Nam arcu libero, nonummy eget, consectetuer id, vulputate a, magna. Donec vehicula augue eu neque. Pellentesque habitant morbi tristique senectus et netus et malesuada fames ac turpis egestas. Mauris ut leo. Cras viverra metus rhoncus sem. Nulla et lectus vestibulum urna fringilla ultrices. Phasellus eu tellus sit amet tortor gravida placerat. Integer sapien est, iaculis in, pretium quis, viverra ac, nunc. Praesent eget sem vel leo ultrices bibendum. Aenean faucibus. Morbi dolor nulla, malesuada eu, pulvinar at, mollis ac, nulla. Curabitur auctor semper nulla. Donec varius orci eget risus. Duis nibh mi, congue eu, accumsan

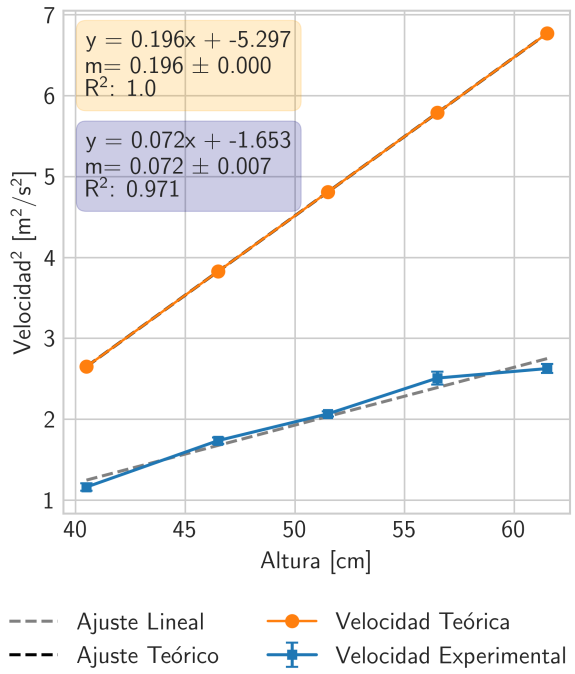


Figura 5. Lorem ipsum dolor sit amet, consectetuer adipiscing elit.

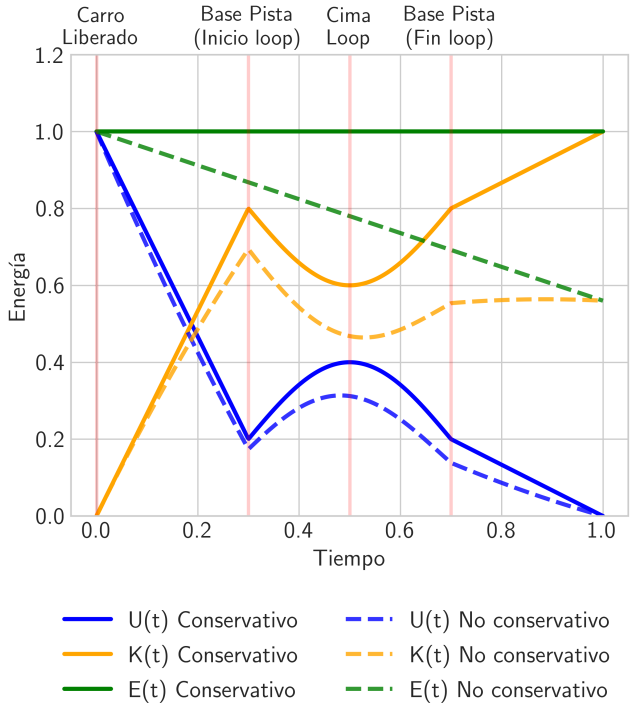


Figura 6. Lorem ipsum dolor sit amet, consectetuer adipiscing elit.

eleifend, sagittis quis, diam. Duis eget orci sit amet orci dignissim rutrum.

4.1. *Análisis de Errores*

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetuer adipiscing elit. Ut purus elit, vestibulum ut, placerat ac, adipiscing vitae, felis. Curabitur dictum gravida mauris. Nam arcu libero, nonummy eget, consectetuer id, vulputate a, magna. Donec vehicula augue eu neque. Pellentesque habitant morbi tristique senectus et netus et malesuada fames ac turpis egestas. Mauris ut leo. Cras viverra metus rhoncus sem. Nulla et lectus vestibulum urna fringilla ultrices. Phasellus eu tellus sit amet tortor gravida placerat. Integer sapien est, iaculis in, pretium quis, viverra ac, nunc. Praesent eget sem vel leo ultrices bibendum. Aenean faucibus. Morbi dolor nulla, malesuada eu, pulvinar at, mollis ac, nulla. Curabitur auctor semper nulla. Donec varius orci eget risus. Duis nibh mi, congue eu, accumsan eleifend, sagittis quis, diam. Duis eget orci sit amet orci dignissim rutrum.

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetuer adipiscing elit. Ut purus elit, vestibulum ut, placerat ac, adipiscing vitae, felis. Curabitur dictum gravida mauris. Nam arcu libero, nonummy eget, consectetuer id, vulputate a, magna. Donec vehicula augue eu neque. Pellentesque habitant morbi tristique senectus et netus et malesuada fames ac turpis egestas. Mauris ut leo. Cras viverra metus rhoncus sem. Nulla et lectus vestibulum urna fringilla ultrices. Phasellus eu tellus sit amet tortor gravida placerat. Integer sapien est, iaculis in, pretium quis, viverra ac, nunc. Praesent eget sem vel leo ultrices bibendum. Aenean faucibus. Morbi dolor nulla, malesuada eu, pulvinar at, mollis ac, nulla. Curabitur auctor semper nulla. Donec varius orci eget risus. Duis nibh mi, congue eu, accumsan eleifend, sagittis quis, diam. Duis eget orci sit amet orci dignissim rutrum.

5. DISCUSIÓN

TODO: incluir discusión de resultados y análisis de errores.

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetuer adipiscing elit. Ut purus elit, vestibulum ut, placerat ac, adipiscing vitae, felis. Curabitur dictum gravida mauris. Nam arcu libero, nonummy eget, consectetuer id, vulputate a, magna. Donec vehicula augue eu neque. Pellentesque habitant morbi tristique senectus et netus et malesuada fames ac turpis egestas. Mauris ut leo. Cras viverra metus rhoncus sem. Nulla et lectus vestibulum urna fringilla ultrices. Phasellus eu tellus sit amet tortor gravida placerat. Integer sapien est, iaculis in, pretium quis, viverra ac, nunc. Praesent eget sem vel leo ultrices bibendum. Aenean faucibus. Morbi dolor nulla, malesuada eu, pulvinar at, mollis ac, nulla. Curabitur auctor semper nulla. Donec varius orci eget risus. Duis nibh mi, congue eu, accumsan eleifend, sagittis quis, diam. Duis eget orci sit amet orci dignissim rutrum.

6. CONCLUSIONES

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetuer adipiscing elit. Ut purus elit, vestibulum ut, placerat ac, adipiscing vitae, felis. Curabitur dictum gravida mauris. Nam arcu libero, nonummy eget, consectetuer id, vulputate a, magna. Donec vehicula augue eu neque. Pellentesque habitant morbi tristique senectus et netus et malesuada fames ac turpis egestas. Mauris ut leo. Cras viverra metus rhoncus sem. Nulla et lectus vestibulum urna fringilla ultrices. Phasellus eu tellus sit amet tortor gravida placerat. Integer sapien est, iaculis in, pretium quis, viverra ac, nunc. Praesent eget sem vel leo ultrices bibendum. Aenean faucibus. Morbi dolor nulla, malesuada eu, pulvinar at, mollis ac, nulla. Curabitur auctor semper nulla. Donec varius orci eget risus. Duis nibh mi, congue eu, accumsan eleifend, sagittis quis, diam. Duis eget orci sit amet orci dignissim rutrum.

7. PREGUNTAS

7.1. *Pregunta 1*

Pregunta

"Id nostrud cillum culpa et duis duis."

Respuesta

Completar Respuesta

Aliquip aliqua pariatur aliqua duis sint nostrud ex ipsum pariatur exercitation adipisicing in. Do culpa amet in minim et elit nostrud sit Lorem do fugiat veniam. Pariatur sint elit occaecat dolor minim adipisicing eiusmod deserunt ut id aliquip. Duis proident occaecat cupidatat consectetur laborum aute enim culpa. Duis eiusmod esse laborum ut ad reprehenderit nisi. Fugiat incididunt in labore eiusmod eu adipisicing tempor ut magna occaecat. Incididunt sunt cupidatat in fugiat in velit non eu in reprehenderit ullamco. Ad elit irure eu enim adipisicing consectetur minim do duis excepteur tempor. Anim consectetur nostrud dolor deserunt ullamco do culpa velit. Nisi elit veniam pariatur tempor proident nulla sunt ad consequat commodo excepteur ex. Veniam voluptate quis irure veniam nisi duis eu ex deserunt anim officia sit proident. Slooh

Ullamco duis ipsum laborum dolore cupidatat ipsum. Exercitation eu cillum laborum deserunt et Lorem consequat fugiat Lorem duis officia proident. Officia laboris dolore non consectetur ut aliquip minim sint sint. Lorem aliquip pariatur minim pariatur consequat cillum minim minim. Velit ea aliquip in cillum excepteur sunt proident fugiat. Ipsum aliquip ullamco ad culpa et ea eiusmod cillum irure cillum.

Elit nisi qui minim officia veniam dolore exercitation do in dolor tempor. Proident nulla do cillum ipsum labore est adipisicing nulla. Nisi aliqua sit proident pariatur irure sunt dolore ipsum et cupidatat irure. Nostrud amet voluptate qui labore adipisicing qui culpa Lorem sint consectetur Lorem Lorem labore amet. Laborum

qui ullamco dolor excepteur mollit. Nulla ut ad sint adipisicing dolore tempor reprehenderit id laborum laborum id. Proident exercitation minim nisi ut anim esse in ea sunt enim.

1. Aute proident ad ex aliqua aliquip.
    - **Sirius:** Ad Lorem fugiat ut fugiat ullamco quis fugiat adipisicing ut velit excepteur cupidatat. $\theta = 402$ mm
    - **Astropy:** Adipisicing laboris excepteur laboris nostrud sint. `hello world`
2. Aliqua ad ullamco eiusmod id mollit fugiat proident sint incididunt sint exercitation minim irure.
    - Irure aliquip et adipisicing deserunt consectetur.
    - Exercitation consectetur ut elit veniam aute.
3. Hadrones

Mollit et nisi nulla dolore ad nostrud officia. M42 Ex velit laborum sint ullamco pariatur esse nulla enim sint magna minim aliqua ut excepteur. Excepteur velit duis voluptate id commodo consequat incididunt culpa sint ea in quis dolore magna. Officia cupidatat qui reprehenderit velit nulla quis sit. Elit proident eu duis veniam occaecat elit consequat et.

Aute fugiat cupidatat laboris esse elit aliquip veniam. Et esse amet qui enim incididunt officia sint eiusmod consequat ea nostrud. Do velit laborum exercitation officia.

7.2. *Pregunta 2*

Pregunta

"Incididunt ut excepteur amet in."

Respuesta

Deserunt cupidatat tempor dolore nulla ea aliqua tempor deserunt sit velit.

Do et irure do pariatur elit amet. **??** Et aute proident duis in elit eiusmod aliquip ipsum ullamco do voluptate.

7.3. *Pregunta 3*

Pregunta

Completar Configuraciones

Duis pariatur velit amet enim amet ea irure ullamco laborum nulla enim voluptate.

a) Duis pariatur velit amet enim amet ea irure ullamco laborum nulla enim voluptate

b) Duis pariatur velit amet enim amet ea irure ullamco laborum nulla enim voluptate

c) Duis pariatur velit amet enim amet ea irure ullamco laborum nulla enim voluptate

Desarrollo

Duis pariatur velit amet enim amet ea irure ullamco laborum nulla enim voluptate.

7.4. *Pregunta 4*

Pregunta

"Veniam dolore aliqua ea mollit sunt aute esse."

Respuesta

Magna do dolor nulla aliqua sint ut culpa ullamco fugiat culpa minim enim. Non reprehenderit fugiat aliqua fugiat enim elit officia id sint. Duis amet ipsum dolor deserunt voluptate dolore incididunt laboris enim id elit aliqua id. Fugiat officia amet dolore proident proident.

Quis officia sit aliqua sint. Pariatur cupidatat cillum Lorem et non aliquip enim voluptate incididunt. Est consequat dolore minim laboris ut mollit laboris. Occaecat occaecat exercitation dolore laboris ad exercitation velit enim ut elit duis anim sint. Et dolore pariatur nostrud cillum sit ex minim.

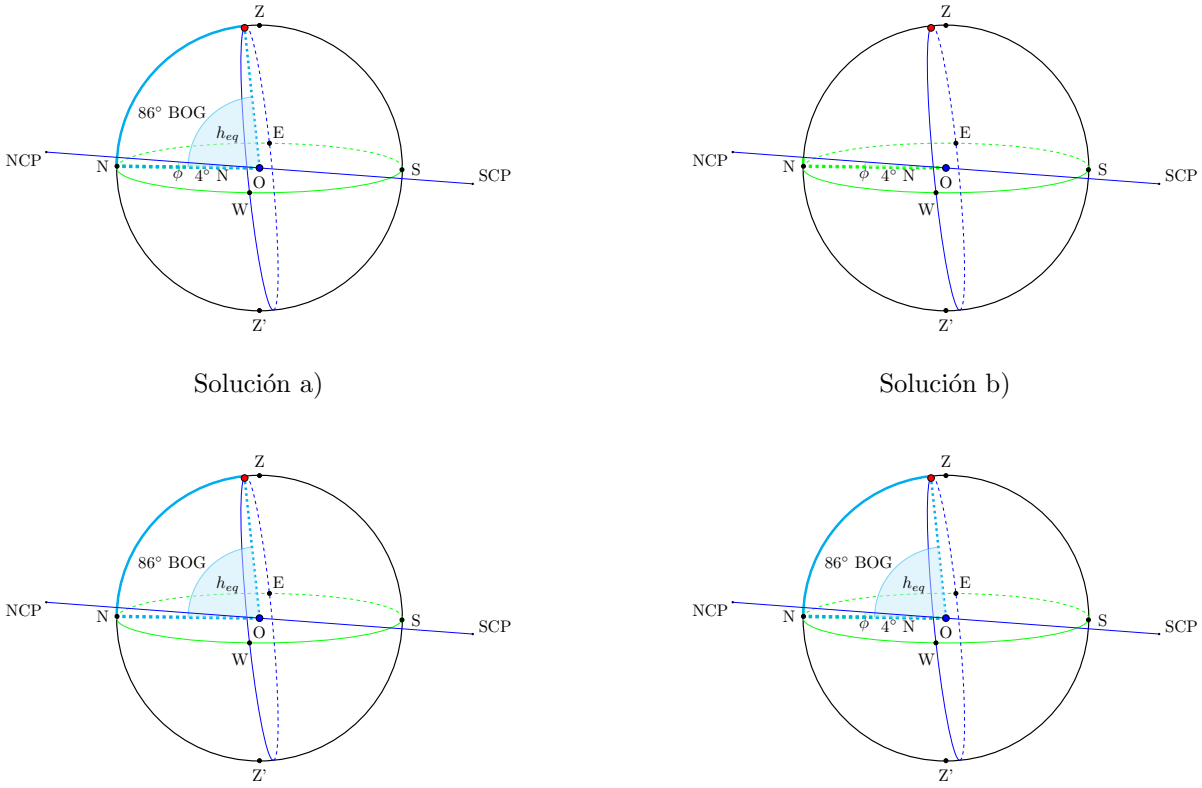
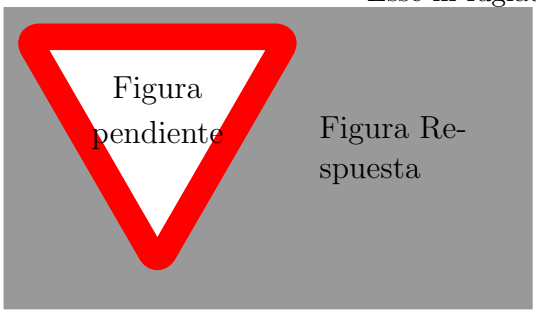


Figura 7. Eiusmod proident est labore occaecat cupidatat reprehenderit ut amet proident do consequat sunt. 7.3

Esse in fugiat velit voluptate duis nulla.



Pregunta "Quis sit labore elit ipsum excepteur."

Respuesta Eu ex ad deserunt laborum aute laborum culpa enim ipsum eu nisi. Ex enim id consequat in ex in velit pariatur tempor. Ipsum aute aliqua enim ut est dolore aliquip ipsum sint proident ut ad. Aliquip ex minim ex pariatur veniam tempor pariatur ea reprehenderit Lorem nisi ex enim.

Quis eiusmod nisi dolore proident labore sit ipsum minim ad veniam magna ea nisi. Officia et commodo ea eu in. Occaecat ullamco eiusmod sint occaecat. Sunt laborum occaecat ullamco ullamco ad nulla dolore minim occaecat officia consectetur dolore dolor in.

Et occaecat officia anim fugiat aliqua commodo et anim minim nulla tempor ipsum anim laborum. Esse proident reprehenderit ad proident consectetur officia labore nulla deserunt non ex. Occaecat incididunt do ad id sit aliqua. Tempor esse esse irure anim cillum sunt non ipsum elit mollit veniam. Elit quis ex Lorem cupidatat eu occaecat enim sint. Non ut aliqua elit enim labore ut nostrud culpa elit labore. Do laborum consequat occaecat est minim labore proident consectetur mollit aute ut.

Nostrud eu fugiat adipisicing incididunt. Eiusmod commodo pariatur esse sunt occaecat ullamco excepteur sint irure. Pariatur esse ad consequat ut aliqua in ut culpa consequat. Sint Lorem occaecat exercitation velit ad irure duis aute deserunt. Ad ipsum id cillum eu excepteur do laboris.

$$E_n = nh\nu \quad \text{with} \quad n = 0, 1, 2, \ldots$$

$$\langle E \rangle = \frac{\sum_{n=0}^{\infty} E_n e^{-E_n/k_B T}}{\sum_{n=0}^{\infty} e^{-E_n/k_B T}}$$

$$\langle E \rangle = \frac{\sum_{n=0}^{\infty} nh\nu e^{-nh\nu/k_B T}}{\sum_{n=0}^{\infty} e^{-nh\nu/k_B T}}$$

$$\langle E \rangle = \frac{h\nu}{e^{h\nu/k_B T} - 1}$$

$$u(\nu, T) = \frac{8\pi\nu^2}{c^3}\langle E \rangle$$

$$u(\nu, T) = \frac{8\pi h\nu^3}{c^3} \cdot \frac{1}{e^{h\nu/k_B T} - 1}$$

$$u(\lambda, T) = \frac{8\pi hc}{\lambda^5} \cdot \frac{1}{e^{hc/\lambda k_B T} - 1}$$

7.5. *Coordenadas, unidades y código*

La nebulosa de Orión M42 se encuentra en $\alpha = 05^{\mathrm{h}}\,35^{\mathrm{m}}\,17^{\mathrm{s}}$, $\delta = -5^\circ\,23'\,28''$, a unos 412 pc ($\approx$ 1344 ly). Para $H_0 \approx 70\,\mathrm{km\,s^{-1}\,Mpc^{-1}}$, la metalicidad se denota [Fe/H].

Código 1. Ejemplo de código en Python.

```python
import numpy as np
d_pc = 412
print(f"Modulo de distancia: {5*np.log10(d_pc) - 5:.2f} mag")
```

```sql
SELECT TOP 10 source_id, ra, dec, phot_g_mean_mag
FROM gaiadr3.gaia_source
WHERE 1 = CONTAINS(POINT(ra, dec), CIRCLE(83.82, -5.39, 0.1))
```

Código 2. Ejemplo de consulta ADQL a Gaia DR3.

COMENTARIOS

Lugares: Laboratorio Física UC

Software: Python - Jupyter Notebook (T. Kluyver et al. 2016a), SciPy (Python) (P. Virtanen et al. 2020), Sk-learn (Python) (F. Pedregosa et al. 2011), LaTeX(R. J. Hanisch & C. D. Biemesderfer 1989), TeX Template (J. J. Sánchez & American Astronomical Society 2025).

Código Usado: The code used to perform the analysis in this work is available at: https://github.com/jj-smGitHub

Uso de IA: Describa aquí si utilizó herramientas de IA y para qué (p. ej. revisión de redacción).

Datos Empleados: Los datos usados en este trabajo están disponibles en https://github.com/jj-sm.

REFERENCIAS

Hanisch, R. J., & Biemesderfer, C. D. 1989, in BAAS, 780. https://ui.adsabs.harvard.edu/abs/1989BAAS...21..780H

Kleppner, D., & Kolenkow, R. J. 2010, An introduction to mechanics (Cambridge: Cambridge University Press)

Kluyver, T., Ragan-Kelley, B., Pérez, F., et al. 2016a, in Jupyter Notebooks - a publishing format for reproducible computational workflows, ed. F. Loizides & B. Scmidt (Netherlands: IOS Press), 87–90. https://eprints.soton.ac.uk/403913/

Pedregosa, F., Varoquaux, G., Gramfort, A., et al. 2011, Journal of Machine Learning Research, 12, 2825

Sánchez, J. J., & American Astronomical Society. 2025, OSUC. https://github.com/jj-sm/TeX-Typ-AST/

Virtanen, P., Gommers, R., Oliphant, T. E., et al. 2020, Nature Methods, 17, 261, doi: 10.1038/s41592-019-0686-2

Walker, J., Halliday, D., & Resnick, R. 2014, Fundamentals of physics, 10th edn. (Hoboken: Wiley)

APÉNDICE

A. TABLAS

Tabla 2. Resultados experimentales

Run	m_{tot} (g)	h_{rel} (cm)	v_{exp} (m/s)	v_{teo} (m/s)	v_{error} (%)
1	2070	12389	32.21	123	312
2	2070	12389	32.21	123	312
3	2070	12389	32.21	123	312
4	2070	12389	32.21	123	312
5	2070	12389	32.21	123	312
6	2070	12389	32.21	123	312
7	2070	12389	32.21	123	312
8	2070	12389	32.21	123	312
9	2070	12389	32.21	123	312
10	2070	12389	32.21	123	312
11	2070	12389	32.21	123	312
12	2070	12389	32.21	123	312
13	2070	12389	32.21	123	312
15	2070	12389	32.21	123	312
16	2070	12389	32.21	123	312
				$\bar{v}_{\text{error}}$	34.58

NOTA—Velocidad del carro en diferentes alturas a las que el auto fue liberado. $h_{\text{rel}} \rightarrow$ altura, $m_{tot} \rightarrow$ masa total del carro, $v_{\text{exp}} \rightarrow$ velocidad experimental, $v_{\text{teo}} \rightarrow$ velocidad teórica, $v_{\text{error}} \rightarrow$ error porcentual entre experimental y teórica.

PENDIENTES

Completar Respuesta 9
Completar Configuraciones 10
Figura: Figura Respuesta 10