



MODELADO DEL CAMBIO DE TEMPERATURA DE UN GLOBO Y CÓMO AFECTA SUS PROPIEDADES

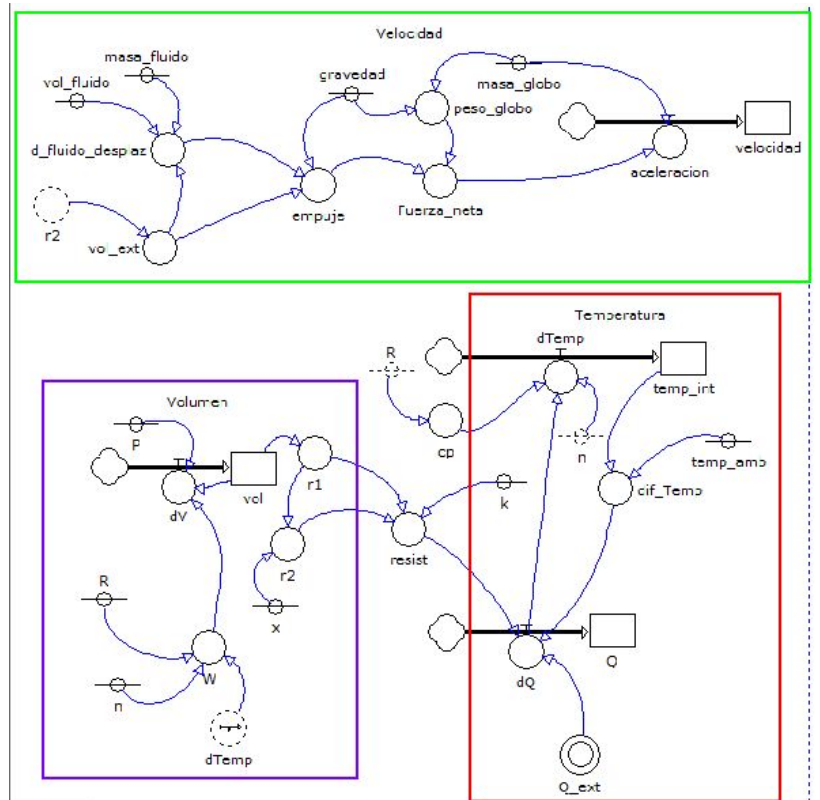
Marianne Solangel Rojas Robles - 2150286

Universidad Industrial de Santander
Modelado Estructural
2019-1

El presente informe detalla el proceso realizado durante la clase de modelado estructural para el proyecto final, para el que se modeló un sistema con un globo ideal, y del cual se observan propiedades como volumen y velocidad al cambiar la temperatura del globo.

Las condiciones del sistema son las siguientes: Un globo perfectamente esférico y perfectamente elástico que contiene cierta cantidad de un gas ideal (sin energía potencial) en su interior y que está contenido completamente en un fluido de aire con volumen, presión y temperatura constantes.

Este proyecto fue elaborado enteramente con el software Evolución, desarrollado por el grupo de investigación Simón de la Universidad Industrial de Santander. El modelo planteado es el siguiente:



Las variables que se toman en cuenta para el modelo son:

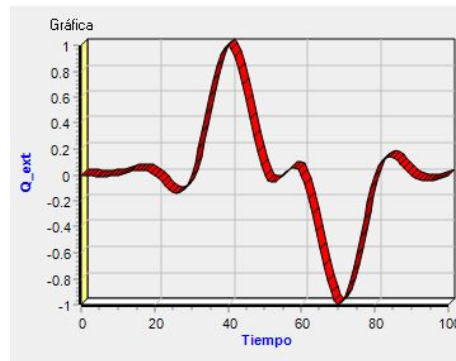
- temp_int: temperatura interna del globo
- temp_amb: temperatura ambiente
- dif_Temp: diferencia de temperatura interna y externa
- dQ: intercambio de calor a través de las paredes del globo
- W: trabajo realizado por el gas
- R: constante de los gases ideales
- n: cantidad de moléculas del gas dentro del globo
- P: presión constante
- dV: variación del volumen del gas dentro del globo
- vol: volumen del gas dentro del globo. Obviamente, este volumen nunca puede ser menor o igual a 0.
- r1: radio interno del globo
- r2: radio externo del globo
- x: grosor de la pared del globo
- resist: resistencia al intercambio de energía por las paredes del globo
- k: coeficiente de transferencia de calor a través de las paredes del globo.

- cp: capacidad calórica del gas dentro del globo a presión constante. Se define como la cantidad de energía necesaria para alzar la temperatura de un molécula un grado.
- dTemp: variación de la temperatura interna del globo.
- vol_ext: volumen externo del globo.
- masa_fluido: masa del fluido que contiene el globo.
- vol_fluido: volumen del contenedor del fluido. Máximo volumen ocupado sin la presencia del globo.
- d_fluido_desplaz: densidad del fluido desplazado por el globo.
- gravedad.
- masa_globo: masa del globo.
- peso_globo: peso del globo.
- fuerza_neta: fuerza neta ejercida sobre el globo. La diferencia entre el empuje y el peso del globo.
- aceleracion: variación de la velocidad.
- velocidad: velocidad a la cual asciende o desciende el globo.
- Q_ext: fuente de calor externa.

La definición de las variables es la siguiente:

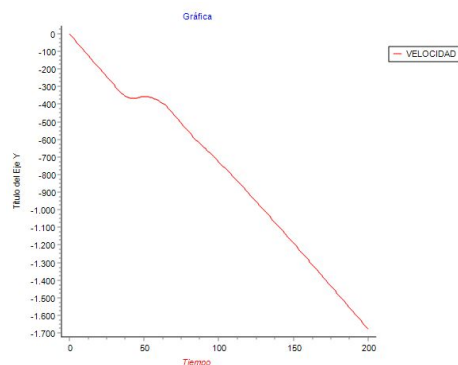
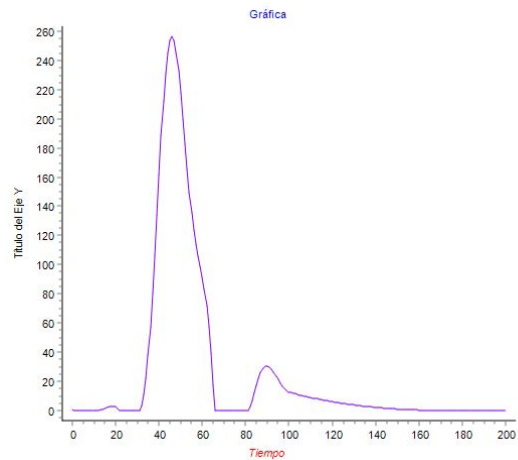
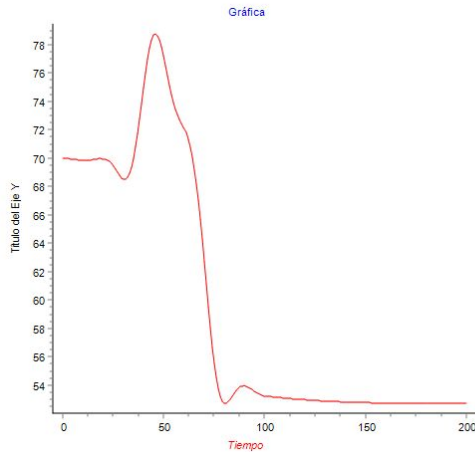
<input type="radio"/> Fuerza_neta = empuje-peso_globo	<input checked="" type="radio"/> dv = IF(vol+(W/P)<0.001,0.001-vol,W/P)	<input type="radio"/> r2 = x+r1
<input checked="" type="radio"/> P = 1	<input type="radio"/> d_fluido_desplaz = masa_fluido/(vol_fluido-vol_ext)	<input type="radio"/> resist = ((1/r1)-(1/r2))/(4*PI*k)
<input checked="" type="radio"/> Q = 0	<input type="radio"/> dif_Temp = temp_amb-temp_int	<input checked="" type="radio"/> temp_amb = 50
<input checked="" type="radio"/> Q_ext = INTSPINE(2,0,10,0,0,0,0,1,0,0,-1,0,0,0)	<input type="radio"/> empuje = d_fluido_desplaz*vol_ext*gravedad	<input checked="" type="radio"/> temp_int = 70
<input checked="" type="radio"/> R = 8.314478	<input checked="" type="radio"/> gravedad = 9.8	<input checked="" type="radio"/> velocidad = 0
<input type="radio"/> W = n*R*dTemp	<input checked="" type="radio"/> k = 0.0014	<input checked="" type="radio"/> vol = 0.5
<input checked="" type="radio"/> aceleracion = Fuerza_neta/masa_globo	<input checked="" type="radio"/> masa_fluido = 50	<input type="radio"/> vol_ext = 4*PI*(r2^3)/3
<input type="radio"/> cp = (5/2)*R	<input checked="" type="radio"/> masa_globo = 0.07	<input checked="" type="radio"/> vol_fluido = 1000000
<input checked="" type="radio"/> dQ = (dif_Temp/resist)+(Q_ext*100)	<input checked="" type="radio"/> n = 3	<input checked="" type="radio"/> x = 0.5
<input checked="" type="radio"/> dTemp = dQ/(cp*n)	<input type="radio"/> peso_globo = masa_globo*gravedad	
<input checked="" type="radio"/> dv = IF(vol+(W/P)<0.001,0.001-vol,W/P)	<input type="radio"/> r1 = (3*(vol/4)*PI)^(0.3)	

La fuente de calor externa tiene el siguiente comportamiento:

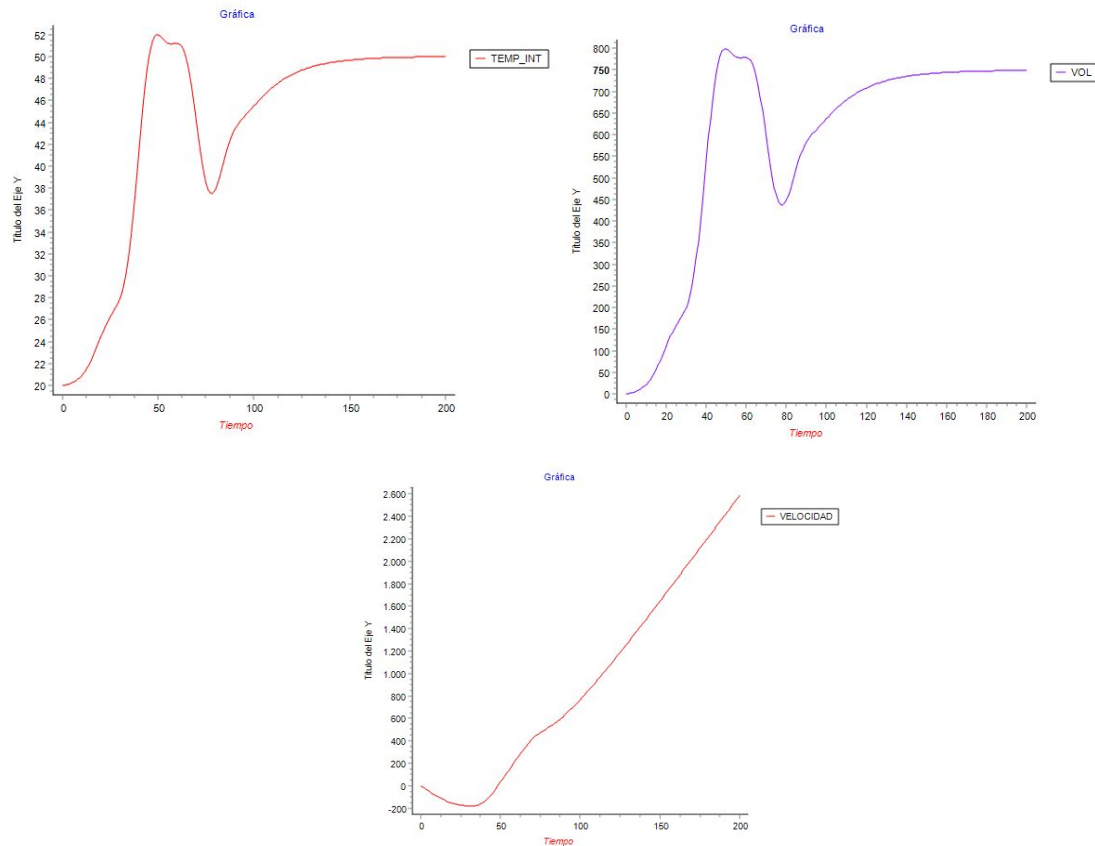


El comportamiento esperado de este modelo es la evidencia de que, según la ley de Charles, en un proceso isobárico, el volumen de un gas ideal es directamente proporcional a la temperatura del gas. Así mismo, según el principio de flotación, se espera que el cambio de la densidad del globo al calentarlo afecte su aceleración dentro del fluido.

Comportamiento si la temperatura interna es mayor que la ambiente:



Comportamiento si la temperatura interna es menor que la ambiente:



En general, el modelo cumple con este comportamiento. Sin embargo, tiene problemas al momento de definir parametros con valores muy pequeños o muy grandes que sean más realistas. Esto puede deberse a falta de memoria del equipo utilizado para guardar estos valores con precisión. Se requiere más trabajo para mejorar la presición.

Este modelo es útil en ambientes escolares en grados de bachillerato para las asignaturas de física y química, para explicar las leyes de charles y de arquímedes, así como para demostrar los conceptos de la termodinámica y la cinética.

REFERENCIAS

1. <https://prezi.com/t-o0j-bsvilp/uses-of-calculus-in-biology/>
2. <https://www.youtube.com/watch?v=GcCmalmLTiU>
3. https://en.wikipedia.org/wiki/Boiling_point#Saturation_temperature_and_pressure
4. https://en.wikipedia.org/wiki/Clausius%E2%80%93Clapeyron_relation
5. https://en.wikipedia.org/wiki/Gas_constant#Specific_gas_constant
6. https://en.wikipedia.org/wiki/Gay-Lussac%27s_law

7. https://www.google.com/search?q=r+gas+constant&rlz=1C1GCEA_enCO831CO831&oq=r+gas+constant&aqs=chrome.69l67j0j7&sourceid=chrome&ie=UTF-8
8. <https://www.omnicalculator.com/chemistry/boiling-point-altitude>
9. <https://www.livingston.org/cms/lib4/NJ01000562/Centricity/Domain/826/answers%20to%20bp%20and%20fp%20problems.pdf>
10. https://www.engineeringtoolbox.com/air-altitude-pressure-d_462.html
11. <http://hyperphysics.phy-astr.gsu.edu/hbase/Kinetic/kintem.html>
12. <http://hyperphysics.phy-astr.gsu.edu/hbase/Kinetic/idegas.html#c2>
13. <https://www.comsol.com/multiphysics/heat-transfer-conservation-of-energy>
14. [https://chem.libretexts.org/Bookshelves/Physical_and_Theoretical_Chemistry_Textbook_Maps/Supplemental_Modules_\(Physical_and_Theoretical_Chemistry\)/Thermodynamics/The_Four_Laws_of_Thermodynamics/First_Law_of_Thermodynamics](https://chem.libretexts.org/Bookshelves/Physical_and_Theoretical_Chemistry_Textbook_Maps/Supplemental_Modules_(Physical_and_Theoretical_Chemistry)/Thermodynamics/The_Four_Laws_of_Thermodynamics/First_Law_of_Thermodynamics)
15. [https://chem.libretexts.org/Bookshelves/General_Chemistry/Book%3A_ChemPRIME_\(Moore_et_al.\)/09_Gases/9.13%3A_Kinetic_Theory_of_Gases%3A_The_Total_Molecular_Kinetic_Energy](https://chem.libretexts.org/Bookshelves/General_Chemistry/Book%3A_ChemPRIME_(Moore_et_al.)/09_Gases/9.13%3A_Kinetic_Theory_of_Gases%3A_The_Total_Molecular_Kinetic_Energy)
16. <https://www.bbc.co.uk/bitesize/guides/zgr2pv4/revision/3>
17. <https://www.youtube.com/watch?v=BOCwGtUzX9I>
18. <https://www.youtube.com/watch?v=4i1MUWJoIUU>
19. <https://www.youtube.com/watch?v=LsqKL3pBVMA>
20. <https://www.youtube.com/watch?v=NyOYW07-L5g>
21. https://www.youtube.com/results?search_query=first+law+of+thermodynamics
22. <http://programmingai.blogspot.com/2012/07/what-is-weight-of-1-litre-of-helium-at.html?m=1>
23. <https://www.nuclear-power.net/helium-specific-heat-latent-heat-vaporization-fusion/>
24. https://en.wikipedia.org/wiki/Temperature_gradient
25. https://en.wikipedia.org/wiki/Thermal_conduction#Spherical
26. <https://www.youtube.com/watch?v=QOWTe-ESWC4&list=WL&index=9&t=216s>
27. <https://www.youtube.com/watch?v=qBNilk8XOiY&list=WL&index=2&t=231s>
28. <https://www.khanacademy.org/science/chemistry/thermodynamics-chemistry/internal-energy-sal/a/heat>
29. https://en.wikipedia.org/wiki/Internal_energy#Changes_due_to_temperature_and_volume
30. https://en.wikipedia.org/wiki/Internal_energy#Internal_energy_of_the_ideal_gas
31. https://en.wikipedia.org/wiki/Thermal_conductivity
32. <https://www.quora.com/What-is-the-atomic-mass-of-helium>
33. https://en.wikipedia.org/wiki/Heat_capacity
34. https://www.google.com/search?q=heat+capacity+of+helium&rlz=1C1GCEA_enCO831CO831&oq=heat+capa&aqs=chrome.69l67j0j7&sourceid=chrome&ie=UTF-8
35. <https://sciencing.com/calculate-volume-change-7315649.html>
36. https://en.wikipedia.org/wiki/Isochoric_process
37. [https://en.wikipedia.org/wiki/Pascal_\(unit\)](https://en.wikipedia.org/wiki/Pascal_(unit))
38. https://en.wikipedia.org/wiki/Heat_transfer_coefficient
39. <http://hyperphysics.phy-astr.gsu.edu/hbase/Kinetic/shegas.html#c3>
40. <https://www.myodesie.com/wiki/index/returnEntry/id/2995>
41. <https://www.electronics-cooling.com/2001/11/the-thermal-conductivity-of-rubbers-elastomers/>
42. <https://chemed.chem.purdue.edu/genchem/topicreview/bp/ch21/chemical.php>
43. https://en.wikipedia.org/wiki/Newton%27s_law_of_cooling
44. <http://hyperphysics.phy-astr.gsu.edu/hbase/thermo/heatra.html>
45. <http://hyperphysics.phy-astr.gsu.edu/hbase/thermo/thercond.html#c1>