1) Escribir un número entero arbitrario en representación decimal y binaria utilizando la representación en una base $\Sigma_{n=0}^{N}\alpha_n k^n$ con $k = 10, 2$, respectivamente. Comparar con el resultado de divisiones sucesivas por $k = 10, 2$.
2) Escribir un archivo de texto que contenga n=1 caracteres ascii cualquiera que este sea. Verificar la información que brinda el comando “wc” de linux y el tamaño que informa el comando “ls -lh”. Repetir el ejercicio para n=2. Generalizar para n arbitrario.
3) Resolver la ecuación $x = cos(x)$ por los métodos de bisección, Newton-Raphson y secante. Comparar la convergencia de cada uno de estos métodos con el número de iteraciones necesarias para alcanzar una precisión de 6 decimales.
4) Encontrar la o las raíces de la ecuación $f(x) = e^x - 2x - 1$ utilizando los métodos de problema 3. Graficar la función. Resolver de dos maneras, primero despejando x del primer término y luego del segundo., respectivamente.
5) Encontrar la o las raíces de la ecuación $f(x) = e^x - x - 2$ utilizando los métodos de problema 3. Graficar la función. Resolver de dos maneras, primero despejando x del primer término y luego del segundo., respectivamente.
6) Las galaxias espirales tiene una densidad superficial de masa dada por la expresión $\Sigma(R) = \Sigma_0 exp(-R/R_d)$ donde R es el radio cilíndrico, Σ_0 es la densidad superficial central y R_d la longitud de escala. Integrar analíticamente esta expresión para encontrar la masa interior contenida dentro de un radio arbitrario R. Resolver dicha ecuación para encontrar el radio R_h que contiene la mitad de la masa total utilizando los 3 métodos del problema 3).
7) Los halos de materia oscura tienen una densidad volumétrica de masa dada por la el perfil NFW cuya expresión es $\rho(r) = \rho_0(r/r_s)^{-1}(1 + r/r_s)^{-2}$ donde r es el radio esférico, ρ_0 es la densidad volumétrica central y r_s la longitud de escala. Integrar analíticamente está expresión para encontrar la masa interior contenida dentro de un radio arbitrario r. resolver disco ecuación para encontrar el radio r_h que contiene la mitad de la masa total utilizando los 3 métodos del problema 3).
8) La velocidad circular $V(r)$ de cualquier distribución de masa esta dada por la expresión $V^2(r) = GM(<r)/r$ donde es la constante de gravitación universal y $M(<r)$ es la masa interior contenida dentro de un radio r. Utilizando el perfil de masa de un NFW obtenido en el problema 5, hallar el radio r_{max} donde la velocidad circular es máxima. Cuánto vale la velocidad $V_{max} = V(r_{max})$ en dicho radio?
9) Generar una distribución de N puntos (x_i, y_i) con $i = 1,...,N$ donde los x_i están distribuidos al azar en el intervalo (a, b) y los valores $y_i = f(x_i)$ es una función lineal mas un error Δ al azar para cada punto. Encontrar la pendiente y la ordenada al origen de la recta que mejor ajustan los puntos generados. Graficar estos valores tanto como función del número de puntos $Log(N) = 1,2,3,4$ y del error relativo $Log(\Delta) = -4, -3, -2, -1, 0$.
10) Graficar la función $f(x) = sin(x)$ en el intervalo$0 < x < \pi$ y compararla con el desarrollo de segundo orden de Taylor y con el polinomio que mejor ajusta la función también de segundo orden.
11) Las galaxias elípticas ocupan un región muy bien definida conocida como el “plano fundamental” en el espacio logarítmicos de parámetros masa, tamaño y velocidad.

Determinar la ecuación de dicho plano que mejor ajusta los datos del relevamiento Atlas3D.

12) Construir el polinomio interpolatorio de Lagrange de grado $N = 2$ para la función $f(x) = e^x$ en el intervalo $[-1,1]$ con puntos interpolatorios $x_0 = -1, x_1 = 0, x_2 = 1$. Graficar la función y el polinomio.
13) Construir el polinomio interpolatorio de Lagrange de grado $N = 10$ para la función $f(x) = 1/(1 + x^2)$ en el intervalo $[-5,5]$ con puntos interpolatorios equiespaciados. Graficar la función y el polinomio.
14) Encontrar el polinomio interpolatorio de grado $N = 3$ tal que en los puntos interpolatorios $x_0 = 0, x_1 = 1$ se cumpla que $p_3(0) = 0, p_3(1) = 1$ y que su derivada $p_3'(0) = 1, p_3'(1) = 0$.
15) Escribir un código que resuelva un sistema no homogéneo de N ecuaciones con N incógnitas por el método de los cofactores, la regla de Cramer y la descomposición LU.
16) Verificar cuántas operaciones de punto flotante realizar una computadora aplicando el comando “time <ejecutable>” de linux donde “ejecutable" es un código que realiza numerosas veces una operación de punto flotante.
17) Calcular la derivada numérica $f'(x)$ de la función $f(x) = xe^x$ en el punto $x = 2$ a partir de un paso inicial $h = 0.4$ utilizando el método de la extrapolación de Richardson.
18) Generar una distribución espacial de puntos al azar distribuidos homogéneamente dentro de un prisma rectangular de lados arbitrarios y rotarlo espacialmente de forma que ninguno de los lados coincida con los ejes cartesianos. Calcular los autovectores y autovalores y compararlos con los ejes rotados y con los lados.
19) Graficar el error de la aproximación para las funciones $f(x) = e^{-3x}$ y $f(x) = 1/(1 + x^2)$ utilizando polinomios interpolatorios tipo spline lineal, spline cúbico natural y spline cúbico de Hermite temiendo la función tabulada en x=0,1/3,2/3,1 y en x=0,5/3,10/3,5, respectivamente.
20) Deducir el sistema de ecuaciones lineales tridiagonal para el método interpolatorio spline cúbico natural.
21) Escribir un código que resuelva un sistema de ecuaciones lineales cuya matrix es tridiagonal y aplicarlo a las funciones del problema 19.
22) Graficar las funciones B-splines de orden n=1,3 y 5.
23) Obtener los pesos ω_0, ω_1 y ω_2 para la regla de Simpson a partir de la fórmula de Newton-Cotes de orden $n = 2$.
24) Calcular la integral $I = \int_{-5}^{5} \frac{1}{1 + x^2} dx$ utilizando la regla de Newton-Cotes con $n = 1,...,15$.
25) Derivar la relación de recurrencia para $R_k,1$ en función de $R_{k-1,1}$ para la integración de Romberg
26) Resolver numéricamente la integral $\int_0^{\pi} \sin(x)\, dx$ usando la integración de Romberg hasta $R_{6,6}$ y construir la tabla correspondiente.
27) Resolver numéricamente la integral $\int_0^{1} e^{-2x}/(1 + 4x)\, dx$ usando la integración de Romberg hasta $R_{6,6}$ y construir la tabla correspondiente.

28) Resolver numéricamente la integral $\int_0^1 x^{1/3}\, dx$ usando la integración de Romberg hasta $R_{6,6}$ y construir la tabla correspondiente.

29) Deducir los coeficiente y abscisas del método de integración de cuadratura de Gauss para el caso n=2 en el intervalo [0,1].

30) Deducir los coeficientes y abscisas del método de integración de cuadratura de Gauss para el caso n=3 en el intervalo [-1,1].

31) Calcular la integral $I = \int_0^1 e^x dx$ utilizando el método de cuadratura de Gauss para el caso n=2.

32) Resolver la integral $\int_{-1}^1 \frac{1}{x+2} dx$ utilizando las reglas del rectángulo (1er orden), del trapecio (2do orden), de Simpson (3er orden), Simpson 3/8 (4to orden) y cuadratura de Gauss en la versión de segundo orden.

33) Resolver numéricamente la ecuación diferencial $\frac{dy}{dx} = -y$ con los métodos de Euler explícito, implícito, centrado, modificado, mejorado y Runge-Kutta de 2do y 4to orden. Integrar para valores $0 < x < 2.6$ a partir de la condición inicial $y(x=0) = 1$ con un paso de $\Delta x = 0.2$. Graficar las soluciones comparando con la solución analítica y el error en cada una de ellas.

34) Resolver numéricamente la ecuación diferencial $\frac{dy}{dx} = y - x(x+2)$ con los métodos de Euler explícito, implícito, centrado, modificado, mejorado y de Runge-Kutta de 2do y 4to orden. Integrar para valores $0 < x < 10$ a partir de la condición inicial $y(x=0) = 0$ con pasos de $\Delta x = 1,\ 0.5,\ 0.1$. Graficar las soluciones comparando con la solución analítica ($y(x) = x^2$) y el error en cada una de ellas.

35) Integrar numéricamente la ecuación de movimiento del oscilador armónico $\frac{dx^2}{dt^2} = -x$ con la condición inicial $x(t=0) = 1$ y $\frac{dx}{dt}(t=0) = 0$ entre $0 < t < 2\pi$ utilizando 100 pasos de integración con el método de leap-frog. Graficar la solución para la posición y velocidad comparando con las respectivas soluciones analíticas y graficar el error en cada una de ellas.

36) Integrar la ecuación de movimiento de un péndulo $\frac{d\theta^2}{dt^2} = -g/l\ \sin(\theta)$ donde $g = 9.80665\ m/s^2$ es la aceleración de la gravedad y $l = 1m$ es la longitud del mismo. Realizar la integración temporal por un tiempo total de 10 segundos con un paso de tiempo de $\Delta t = 0.01s$ partiendo del reposo con un ángulo de apartamiento $\theta(t=0) = 30°$. Graficar la solución para la posición y velocidad comparando con las respectivas soluciones analíticas y graficar el error en cada una de ellas.