

```
In [1]: def cost_function(X, y, theta):
        m = len(y)
        J = np.sum((X.dot(theta) - y) ** 2) / (2 * m)
        return J

def gradient_descent(X, y, theta, alpha, iterations):
    m = len(y)
    J_history = np.zeros(iterations)

    for i in range(iterations):
        h = X.dot(theta)# predicted
        theta = theta - alpha * (1 / m) * (X.T.dot(h - y))
        J_history[i] = cost_function(X, y, theta)

    return theta, J_history

import numpy as np

# generate sample data
X = np.random.rand(100, 3)
y = X.dot(np.array([1, 2, 3])) + np.random.randn(100) * 0.5

# add a column of ones to X for the bias term
X = np.hstack((np.ones((100, 1)), X))

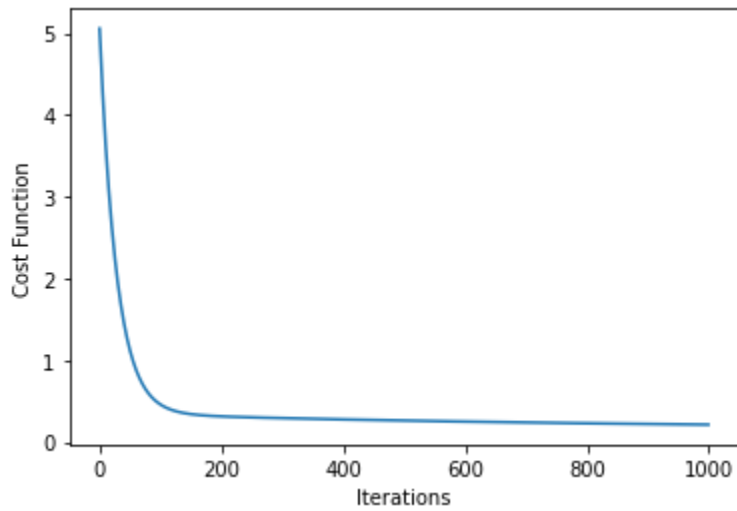
# initialize theta to zeros
theta = np.zeros(4)

alpha = 0.01
iterations = 1000
theta, J_history = gradient_descent(X, y, theta, alpha, iterations)
print(theta)
print(J_history)

import matplotlib.pyplot as plt

plt.plot(range(iterations), J_history)
plt.xlabel('Iterations')
plt.ylabel('Cost Function')
plt.show()
```

```
[1.11620276  0.70529414  1.51030557  1.67437117]
[5.05786541  4.89106898  4.73016824  4.57495451  4.4252265  4.28079005
 4.14145785  4.00704924  3.87738996  3.75231191  3.63165294  3.51525663
 3.40297211  3.29465385  3.19016147  3.08935955  2.99211747  2.89830924
 2.80781332  2.72051247  2.63629361  2.55504767  2.47666941  2.40105734
 2.32811355  2.25774362  2.18985643  2.12436413  2.06118195  2.00022813
 1.9414238  1.88469289  1.82996202  1.7771604  1.72621976  1.67707422
 1.62966026  1.58391661  1.53978413  1.49720582  1.45612667  1.41649363
 1.37825551  1.34136296  1.30576835  1.27142576  1.23829086  1.20632094
 1.17547475  1.14571253  1.11695953  1.08928794  1.06255287  1.03675629
 1.01186490  0.98784694  0.96467124  0.94230808  0.92072871  0.8999539
 0.87981138  0.86042087  0.84170896  0.82365165  0.80622577  0.78940899
 0.77317975  0.75751727  0.74240149  0.72781307  0.71373336  0.70014436
 0.68702871  0.67436966  0.66215106  0.65035733  0.63897344  0.6279849
 0.61737771  0.60713839  0.59725393  0.58771178  0.57849982  0.56960638
 0.5610202  0.55273041  0.54472653  0.53699844  0.5295364  0.52233099
 0.51537314  0.5086541  0.50216543  0.49589897  0.48984688  0.48400157
 0.47835573  0.47290232  0.46763453  0.4625458  0.4576298  0.45288043
 0.44829179  0.44385821  0.43957421  0.4354345  0.43143398  0.42756774
 0.42383104  0.42021929  0.41672808  0.41335316  0.41009041  0.40693588
 0.40388575  0.40093632  0.39808405  0.3953255  0.39265737  0.39007646
 0.38757969  0.3851641  0.38282683  0.38056509  0.37837625  0.37625771
 0.37420701  0.37222175  0.37029962  0.36843839  0.36663593  0.36489016
 0.36319907  0.36156076  0.35997334  0.35843504  0.35694412  0.35549892
 0.35409782  0.35273928  0.35142178  0.3501439  0.34890424  0.34770145
 0.34653424  0.34540135  0.34430159  0.34323378  0.3421968  0.34118958
 0.34021106  0.33926024  0.33833615  0.33743785  0.33656444  0.33571504
 0.33488881  0.33408494  0.33330265  0.33254118  0.3317998  0.33107782
 0.33037455  0.32968934  0.32902156  0.3283706  0.32773587  0.32711681
 0.32651287  0.32592352  0.32534826  0.3247866  0.32423806  0.32370218
 0.32317854  0.32266669  0.32216624  0.32167679  0.32119796  0.32072937
 0.32027068  0.31982155  0.31938164  0.31895063  0.31852822  0.31811412
 0.31770803  0.31730968  0.31691881  0.31653516  0.31615848  0.31578853
 0.31542508  0.31506792  0.31471682  0.31437159  0.31403201  0.31369791
 0.31336908  0.31304537  0.31272658  0.31241256  0.31210314  0.31179818
 0.31149751  0.311201  0.31090851  0.3106199  0.31033505  0.31005382
 0.30977611  0.30950178  0.30923073  0.30896286  0.30869806  0.30843622
 0.30817725  0.30792106  0.30766755  0.30741664  0.30716825  0.30692229
 0.30667869  0.30643736  0.30619824  0.30596126  0.30572635  0.30549344
 0.30526248  0.30503339  0.30480612  0.30458062  0.30435682  0.30413469
 0.30391416  0.30369518  0.30347772  0.30326172  0.30304713  0.30283393
 0.30262206  0.30241149  0.30220217  0.30199408  0.30178717  0.30158142
 0.30137678  0.30117323  0.30097073  0.30076926  0.30056879  0.30036929
 0.30016072  0.29997308  0.29977633  0.29958044  0.2993854  0.29919118
 0.29899777  0.29880513  0.29861325  0.2984221  0.2982317  0.29804199
 0.29785296  0.2976646  0.2974769  0.29728983  0.29710339  0.29691755
 0.29673231  0.29654764  0.29636355  0.29618  0.295997  0.29581453
 0.29563258  0.29545113  0.29527018  0.29508972  0.29490974  0.29473022
 0.29455116  0.29437255  0.29419437  0.29401663  0.29383932  0.29366242
 0.29348593  0.29330984  0.29313414  0.29295883  0.29278391  0.29260935
 0.29243517  0.29226135  0.29208789  0.29191477  0.29174201  0.29156958
 0.29139749  0.29122573  0.2910543  0.29088319  0.2907124  0.29054193
 0.29037176  0.2902019  0.29003234  0.28986308  0.28969411  0.28952543
 0.28935705  0.28918894  0.28902112  0.28885358  0.28868631  0.28851932
 0.2883526  0.28818614  0.28801995  0.28785402  0.28768836  0.28752295
 0.28735779  0.28719289  0.28702824  0.28686384  0.28669969  0.28653578
 0.28637212  0.2862087  0.28604552  0.28588257  0.28571987  0.2855574
 0.28539516  0.28523316  0.28507138  0.28490984  0.28474852  0.28458743
 0.28442656  0.28426592  0.2841055  0.28394531  0.28378533  0.28362557
 0.28346604  0.28330671  0.28314761  0.28298872  0.28283004  0.28267158
 0.28251333  0.28235529  0.28219747  0.28203985  0.28188244  0.28172524
 0.28156824  0.28141146  0.28125487  0.2810985  0.28094232  0.28078636
 0.28063059  0.28047503  0.28031966  0.2801645  0.28000954  0.27985478
 0.27970022  0.27954586  0.27939169  0.27923772  0.27908395  0.27893038
 0.278777  0.27862381  0.27847083  0.27831803  0.27816543  0.27801302
 0.27786081  0.27770879  0.27755696  0.27740532  0.27725387  0.27710261
 0.27695154  0.27680067  0.27664998  0.27649948  0.27634917  0.27619905
 0.27604911  0.27589936  0.2757498  0.27560043  0.27545124  0.27530224
 0.27515343  0.27500479  0.27485635  0.27470809  0.27456001  0.27441212
 0.27426441  0.27411688  0.27396954  0.27382237  0.2736754  0.2735286
 0.27338198  0.27323555  0.27308929  0.27294322  0.27279733  0.27265162
 0.27250608  0.27236073  0.27221556  0.27207056  0.27192575  0.27178111
 0.27163665  0.27149237  0.27134826  0.27120433  0.27106058  0.27091701
 0.27077361  0.27063039  0.27048735  0.27034448  0.27020178  0.27005926
 0.26991692  0.26977475  0.26963275  0.26949093  0.26934928  0.26920781
 0.26906651  0.26892538  0.26878443  0.26864364  0.26850303  0.2683626
 0.26822233  0.26808224  0.26794231  0.26780256  0.26766298  0.26752357
 0.26738433  0.26724526  0.26710636  0.26696763  0.26682907  0.26669068
 0.26655246  0.2664144  0.26627652  0.2661388  0.26600125  0.26586387
 0.26572666  0.26558961  0.26545274  0.26531602  0.26517948  0.2650431
 0.26490689  0.26477084  0.26463496  0.26449925  0.2643637  0.26422832
 0.2640931  0.26395804  0.26382315  0.26368843  0.26355386  0.26341947
 0.26328523  0.26315116  0.26301725  0.26288351  0.26274993  0.26261651
 0.26248325  0.26235016  0.26221722  0.26208445  0.26195184  0.26181939
 0.26168711  0.26155498  0.26142301  0.26129121  0.26115956  0.26102808
 0.26089675  0.26076559  0.26063458  0.26050373  0.26037304  0.26024252
 0.26011214  0.25998193  0.25985188  0.25972198  0.25959224  0.25946266
 0.25933324  0.25920397  0.25907486  0.2589459  0.25881711  0.25868847
 0.25855998  0.25843165  0.25830348  0.25817546  0.2580476  0.25791989
 0.25779234  0.25766494  0.2575377  0.25741061  0.25728368  0.25715689
 0.25703027  0.25690379  0.25677747  0.25665131  0.25652529  0.25639943
 0.25627372  0.25614816  0.25602276  0.2558975  0.2557724  0.25564745
 0.25552265  0.25539801  0.25527351  0.25514916  0.25502497  0.25490092
 0.25477703  0.25465328  0.25452969  0.25440624  0.25428295  0.2541598
 0.2540368  0.25391395  0.25379125  0.2536687  0.25354629  0.25342404
 0.25330193  0.25317997  0.25305816  0.25293649  0.25281497  0.2526936
 0.25257237  0.2524513  0.25233036  0.25220958  0.25208894  0.25196844
 0.25184809  0.25172789  0.25160783  0.25148792  0.25136815  0.25124853
 0.25112905  0.25100971  0.25089052  0.25077147  0.25065257  0.25053381
 0.25041519  0.25029672  0.25017839  0.25006002  0.24994216  0.24982425
 0.24970649  0.24958888  0.2494714  0.24935406  0.24923687  0.24911982
 0.24900291  0.24888614  0.24876951  0.24865302  0.24853667  0.24842047
 0.2483044  0.24818847  0.24807268  0.24795704  0.24784153  0.24772616
 0.24761093  0.24749583  0.24738088  0.24726607  0.24715139  0.24703685
 0.24692245  0.24680819  0.24669406  0.24658007  0.24646622  0.24635251
 0.24623893  0.24612549  0.24601219  0.24589902  0.24578599  0.2456731
 0.24556034  0.24544772  0.24533523  0.24522288  0.24511066  0.24499858
 0.24488663  0.24477482  0.24466314  0.24455159  0.24444018  0.24432891
 0.24421777  0.24410676  0.24399588  0.24388514  0.24377453  0.24366406
 0.24355371  0.2434435  0.24333342  0.24322348  0.24311366  0.24300398
 0.24289443  0.24278501  0.24267573  0.24256657  0.24245754  0.24234865
 0.24223909  0.24213125  0.24202275  0.24191438  0.24180614  0.24169803
 0.24158904  0.24148219  0.24137447  0.24126687  0.24115941  0.24105207
 0.24094486  0.24083779  0.24073084  0.24062401  0.24051732  0.24041075
 0.24030432  0.240198  0.24009182  0.23998577  0.23987984  0.23977404
 0.23966836  0.23956281  0.23945739  0.23935209  0.23924692  0.23914188
 0.23903696  0.23893217  0.23882751  0.23872296  0.23861855  0.23851426
 0.23841009  0.23830605  0.23820213  0.23809834  0.23799467  0.23789113
 0.23778771  0.23768441  0.23758124  0.23747819  0.23737527  0.23727246
 0.23716978  0.23706723  0.23696479  0.23686248  0.23676029  0.23665823
 0.23655628  0.23645446  0.23635276  0.23625118  0.23614972  0.23604838
 0.23594717  0.23584607  0.2357451  0.23564424  0.23554351  0.2354429
 0.23534241  0.23524204  0.23514178  0.23504165  0.23494164  0.23484174
 0.23474197  0.23464232  0.23454278  0.23444336  0.23434406  0.23424488
 0.23414582  0.23404688  0.23394806  0.23384935  0.23375076  0.23365229
 0.23355393  0.2334557  0.23335758  0.23325957  0.23316169  0.23306392
 0.23296627  0.23286873  0.23277131  0.23267401  0.23257682  0.23247975
 0.2323828  0.23228596  0.23218923  0.23209262  0.23199613  0.23189975
 0.23180349  0.23170734  0.2316113  0.23151538  0.23141957  0.23132388
 0.2312283  0.23113284  0.23103749  0.23094225  0.23084713  0.23075212
 0.23065722  0.23056244  0.23046777  0.23037321  0.23027876  0.23018443
 0.23009021  0.2299961  0.2299021  0.22980822  0.22971444  0.22962078
 0.22952723  0.22943379  0.22934046  0.22924725  0.22915414  0.22906115
 0.22896826  0.22887549  0.22878282  0.22869027  0.22859783  0.22850549
 0.22841327  0.22832115  0.22822915  0.22813725  0.22804547  0.22795379
 0.22786222  0.22777076  0.22767941  0.22758817  0.22749703  0.22740601
 0.22731509  0.22722428  0.22713358  0.22704298  0.2269525  0.22686212
 0.22677185  0.22668168  0.22659162  0.22650167  0.22641183  0.22632209
 0.22623246  0.22614294  0.22605352  0.22596421  0.225875  0.2257859
 0.22569691  0.22560802  0.22551923  0.22543056  0.22534198  0.22525351
 0.22516515  0.22507689  0.22498874  0.22490069  0.22481274  0.2247249
 0.22463717  0.22454954  0.22446201  0.22437458  0.22428726  0.22420004
 0.22411293  0.22402592  0.22393901  0.2238522  0.2237655  0.2236789
 0.2235924  0.22350601  0.22341972  0.22333353  0.22324744  0.22316145
 0.22307557  0.22298978  0.2229041  0.22281852  0.22273304  0.22264767
 0.22256239  0.22247721  0.22239214  0.22230717  0.22222229  0.22213752
 0.22205285  0.22196827  0.2218838  0.22179943  0.22171515  0.22163098
 0.22154691  0.22146293  0.22137906  0.22129528  0.2212116  0.22112803
 0.22104455  0.22096117  0.22087788  0.2207947  0.22071161  0.22062863
 0.22054574  0.22046295  0.22038025  0.22029766  0.22021516  0.22013276
 0.22005045  0.21996825  0.21988614  0.21980412  0.21972221  0.21964039
 0.21955867  0.21947704  0.21939551  0.21931408  0.21923274  0.2191515
 0.21907036  0.21898931  0.21890835  0.21882749  0.21874673  0.21866606
 0.21858549  0.21850501  0.21842463  0.21834434  0.21826415  0.21818405
 0.21810404  0.21802413  0.21794432  0.2178646  0.21778497  0.21770544
 0.217626  0.21754665  0.2174674  0.21738824  0.21730917  0.2172302
 0.21715132  0.21707253  0.21699383  0.21691523  0.21683672  0.21675831
 0.21667998  0.21660175  0.21652361  0.21644556  0.21636761  0.21628974
 0.21621197  0.21613429  0.2160567  0.2159792  0.21590179  0.21582448
 0.21574725  0.21567012  0.21559307  0.21551612  0.21543926  0.21536248
 0.2152858  0.21520921  0.21513271  0.2150563  0.21497998  0.21490374
 0.2148276  0.21475155  0.21467558  0.21459971  0.21452393  0.21444823
 0.21437262  0.2142971  0.21422168  0.21414633  0.21407108  0.21399592
 0.21392084  0.21384586  0.21377096  0.21369615  0.21362142  0.21354679
 0.21347224  0.21339778  0.2133234  0.21324912  0.21317492  0.21310081
 0.21302678  0.21295285  0.212879  0.21280523  0.21273155  0.21265796
 0.21258446  0.21251104  0.21243771  0.21236446  0.2122913  0.21221823
 0.21214524  0.21207233  0.21199952  0.21192678]
```



In []: