

# Non-intrusive Testing of Liquid Culture Medium using Online NIR Spectroscopy and Machine Learning for Qualitative Analysis

Connor Reintjes, Paola González Pérez, Benjamin Samuel, Shiza Hassan

Supervisor: Dr. Amin Reza Rajabzadeh

McMaster University, W. Booth School of Engineering Practice and  
Technology

BIOTECH 4TR3 - Capstone

## Major Heading

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Sed blandit tortor ut pharetra auctor. Curabitur posuere massa vitae commodo malesuada. Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Ut aliquet lacus nec quam auctor, eget suscipit turpis efficitur. Sed convallis sed enim eu sagittis. Nunc pretium id lacus ut lacinia. Praesent gravida varius faucibus. Maecenas commodo pretium dignissim<sup>1</sup>.

Nulla vulputate congue felis eget scelerisque. Aenean gravida scelerisque risus, id placerat magna condimentum quis. Proin in aliquet mi. Aenean accumsan luctus malesuada. Nam volutpat volutpat sapien. Praesent vitae finibus arcu. Sed blandit eu ex non condimentum. Maecenas lacus ligula, eleifend in elit non, fermentum ultrices turpis. Morbi viverra, dolor ultrices elementum convallis, enim magna pharetra mi, sit amet molestie magna urna vel risus. Maecenas at sem leo. Nunc vulputate nisi nec commodo malesuada. Donec iaculis cursus pulvinar. Curabitur sem quam, venenatis egestas lobortis sit amet, semper a sem. Donec enim nibh, interdum at libero ut, mattis sollicitudin lectus. Duis malesuada, odio et dictum scelerisque, felis ante tristique tellus, vel suscipit mi massa suscipit nisl. Suspendisse ullamcorper enim vel nisl porttitor, non placerat ipsum maximus.

Nullam quis cursus risus. Nullam vitae ligula non felis faucibus molestie. Praesent aliquam sed neque id dignissim. Morbi in lectus elementum, luctus purus eget, tempus metus. Maecenas ut blandit justo. Proin nisi nisi, pretium quis elit non, scelerisque fringilla mauris. Praesent vel velit neque. Vestibulum viverra ipsum vel lorem pellentesque, a consequat nisi vehicula. Nulla facilisi. Cras euismod, turpis sed vestibulum interdum, odio diam fringilla neque, eget auctor nunc erat quis tellus. In lobortis nunc elit, quis condimentum magna ultrices ut. Donec ipsum elit, volutpat eget enim at, venenatis egestas augue. Nam elementum ipsum in felis tristique pretium.

Etiam a mi cursus, vehicula magna id, vestibulum urna. Vivamus pharetra arcu tellus, eu dignissim felis suscipit ut. Phasellus et ligula aliquam, convallis elit quis, ullamcorper purus. Etiam turpis ligula, tincidunt sed tincidunt nec, pellentesque nec est. Fusce non mollis mi. Mauris ut elit tempor, euismod erat nec, lacinia metus. Morbi maximus neque dolor, nec pulvinar dui scelerisque et. Vestibulum efficitur mollis lobortis. In hac habitasse platea dictumst. Vestibulum ut nibh et felis scelerisque mattis a at mauris. Aliquam erat volutpat. Vivamus vel massa egestas, tempor dolor ac, imperdiet ipsum.

# Major Heading

## Subheading

### Subsubheading

Etiam nec malesuada ex. Vestibulum laoreet purus nec metus egestas, sit amet fringilla ipsum laoreet. Pellentesque ornare, neque in convallis maximus, quam mi facilisis felis, sed cursus dui lectus sit amet felis. Proin finibus quis urna ut sollicitudin. Vestibulum congue, ex vitae suscipit efficitur, elit quam ullamcorper est, eget tempus mi velit eget mi. Integer eget nunc eu eros cursus bibendum. Vestibulum ultrices ligula quis nulla porta malesuada. Morbi vel mi vel erat tempor consectetur sed a arcu. Phasellus convallis nibh ut erat posuere, a pharetra ipsum viverra. Praesent scelerisque maximus urna. Nam mattis ac massa in scelerisque. Praesent vulputate feugiat diam id eleifend. Phasellus iaculis ut lectus vestibulum volutpat.

$$\hat{H}\psi = i\hbar \frac{\partial \Psi}{\partial t} \quad (1)$$

$$\frac{D}{D_0} = e^{-\frac{\mu}{\rho}\rho x} \quad (2)$$

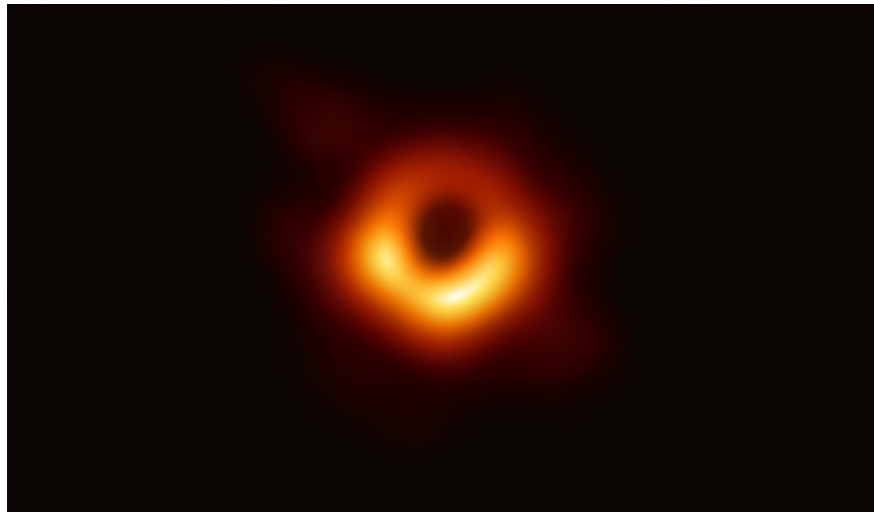
$$\ln\left(\frac{D}{D_0}\right) = -\frac{\mu}{\rho}\rho x \quad (3)$$

$$x = \frac{-\ln\left(\frac{D}{D_0}\right)}{\frac{\mu}{\rho}\rho} \quad (4)$$

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Sed blandit tortor ut pharetra auctor. Curabitur posuere massa vitae commodo malesuada. Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Ut aliquet lacus nec quam auctor, eget suscipit turpis efficitur. Sed convallis sed enim eu sagittis. Nunc pretium id lacus ut lacinia. Praesent gravida varius faucibus. Maecenas commodo pretium dignissim.

Nulla vulputate congue felis eget scelerisque. Aenean gravida scelerisque risus, id placerat magna condimentum quis. Proin in aliquet mi. Aenean accumsan luctus malesuada. Nam volutpat volutpat sapien. Praesent vitae finibus arcu. Sed blandit eu ex non condimentum. Maecenas lacus ligula, eleifend in elit non, fermentum ultrices turpis. Morbi viverra, dolor

ultrices elementum convallis, enim magna pharetra mi, sit amet molestie magna urna vel risus. Maecenas at sem leo. Nunc vulputate nisi nec commodo malesuada. Donec iaculis cursus pulvinar. Curabitur sem quam, venenatis egestas lobortis sit amet, semper a sem. Donec enim nibh, interdum at libero ut, mattis sollicitudin lectus. Duis malesuada, odio et dictum scelerisque, felis ante tristique tellus, vel suscipit mi massa suscipit nisl. Suspendisse ullamcorper enim vel nisl porttitor, non placerat ipsum maximus.



*Figure 1: An Image of a Black Hole<sup>2</sup>*

## Major Heading

Etiam a mi cursus, vehicula magna id, vestibulum urna. Vivamus pharetra arcu tellus, eu dignissim felis suscipit ut. Phasellus et ligula aliquam, convallis elit quis, ullamcorper purus. Etiam turpis ligula, tincidunt sed tincidunt nec, pellentesque nec est. Fusce non mollis mi. Mauris ut elit tempor, euismod erat nec, lacinia metus. Morbi maximus neque dolor, nec pulvinar dui scelerisque et. Vestibulum efficitur mollis lobortis. In hac habitasse platea dictumst. Vestibulum ut nibh et felis scelerisque mattis a at mauris. Aliquam erat volutpat. Vivamus vel massa egestas, tempor dolor ac, imperdiet ipsum<sup>3</sup>.

Etiam nec malesuada ex. Vestibulum laoreet purus nec metus egestas, sit amet fringilla ipsum laoreet. Pellentesque ornare, neque in convallis maximus, quam mi facilisis felis, sed cursus dui lectus sit amet felis. Proin finibus quis urna ut sollicitudin. Vestibulum congue, ex vitae suscipit efficitur, elit quam ullamcorper est, eget tempus mi velit eget mi. Integer eget nunc eu eros cursus bibendum. Vestibulum ultrices ligula quis nulla porta malesuada.

Morbi vel mi vel erat tempor consectetur sed a arcu. Phasellus convallis nibh ut erat posuere, a pharetra ipsum viverra. Praesent vulputate feugiat diam id eleifend. Phasellus iaculis ut lectus vestibulum volutpat<sup>4</sup>.

## References

- 1 J. Cohen, N. Vo, D. Chettle, F. McNeill, C. Seymour, and C. Mothersill. “Quantifying Biophoton Emissions From Human Cells Directly Exposed to Low-Dose Gamma Radiation”. *Dose-Response* 18 (2020). DOI: 10.1177/1559325820926763.
- 2 S. W. Hawking. “Particle Creation by Black Holes”. *Euclidean Quantum Gravity*. Ed. by J. Hofmann and J. Wang. World Scientific, 1993, pp. 167–188. DOI: 10.1142/9789814539395\_0011.
- 3 P. Rojas. *The Engadget Interview: Bill Gates (again!)* 2006.
- 4 M. Amjad. “The Value of Manifold Learning Algorithms in Simplifying Complex Datasets for More Efficacious Analysis”. *Sciential - McMaster Undergraduate Science Journal* 5 (2020), pp. 13–20. DOI: 10.15173/sciential.v1i5.2537.