

Математика для школьников 7 – 11 класса (заочный тур)

Задача 1. Практические нанотехнологии 18 века: опыт Бенджамина Франклина



Клэпхэмский пруд, на котором через 200 лет был повторен опыт с маслом: слева поверхность с волнами до того, как капнули масло, справа – область штиля, образованная растекшейся каплей масла.

О том, что пленка масла способна «сковывать» волнующуюся поверхность воды, знали еще в Древнем Риме. Однако первые количественные описания этого явления были сделаны Бенджамином Франклином. Ниже приведен текст из заметок Б. Франклина, которые он прочитал перед Лондонским королевским обществом в 1774 году:

«Часто бывая в Клэпхэме, там, где в общественном парке есть большой пруд, в один из дней я заметил на поверхности пруда сильное волнение от ветра, и, достав бутылочку с маслом¹, капнул немного масла в воду. Я увидел, как оно с удивительной быстротой растекается по поверхности, однако эффекта сглаживания волн это не произвело, поскольку я сначала испробовал масло там, где были наибольшие волны – с подветренной стороны пруда – и ветер сдул мое масло обратно к берегу. Тогда я перешел на наветренную сторону, откуда волны начинали формироваться, и там вылитое на воду масло, несмотря на то, что его было не более чайной ложки, произвело мгновенное затишье на площадке в несколько ярдов². Поразительно, как масло распространялось по поверхности, пока, постепенно растекаясь, не достигло подветренного берега, делая всю эту часть пруда (примерно в пол-акра³ площадью) гладкой как зеркало!»

Франклин первым отметил, что капля масла на воде может растекаться по такой большой площади, что пленка становится невидимой глазом, и только область «сковывания» волн указывает на ее границы. Позже, в конце 19-го века лорд Рэлей продолжил опыты Бенджамина Франклина с маслом и предположил, что минимальная толщина пленки ограничена размером молекул, из которых состоит масло.

1. Оцените минимальную толщину пленки масла, которую получил Б. Франклин, если объем английской чайной ложки составляет 3,5 мл. **(2,5 балла)**
2. Оцените массу одной молекулы (в граммах), из которых состоит масло, считая, что: толщина образовавшейся пленки равна высоте молекул, все молекулы имеют форму куба и занимают один и тот же объем как в масле, так и в пленке. **(3,5 балла)**

¹Оливковое масло, плотность 0,91 кг/л.

²Ярд – британская и американская мера длины, считать равным 91 см.

³Акр – мера площади, применяемая в ряде стран с английской системой мер, один акр равен 4840 квадратным ярдам.

Всего – 6 баллов