



Физика для школьников 7 – 11 класса (заочный тур)
Решение задачи 7. Магнитные наночастицы

В тексте условия была допущена опечатка. Проверка проводилась с учетом этого обстоятельства.

1. Наночастицы создают вокруг себя магнитное поле. В результате суммарное поле изменяется и нарушаются условия для магнитного резонанса. В итоге на изображениях появляются темные поля. Такой контраст называют негативным.
2. Наночастицы в данном диапазоне наименее заметны для иммунной системы и значительное время циркулируют в кровотоке. Меньшие наночастицы отфильтровываются почками, большие – печенью.
3. Начнем с простого случая точки А.

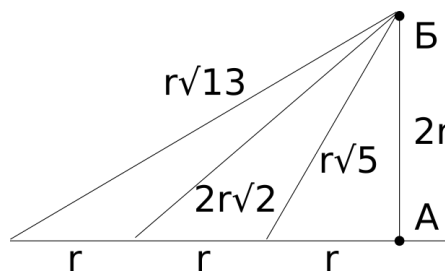
В этом случае, угол θ равен $\pi/2$, следовательно, $\cos \theta = 0$. Получаем для наночастицы первого типа:

$$H_1 = \frac{2m}{\mu_0(2r)^3} = \frac{1}{4} \frac{m}{\mu_0 r^3} \quad (1)$$

Для наночастицы второго типа:

$$H_2 = \frac{m}{\mu_0 r^3} + \frac{m}{\mu_0(3r)^3} = \frac{28}{27} \frac{m}{\mu_0 r^3} \quad (2)$$

Отсюда ответ: поле для второй частицы больше в $112/27 = 4.15$ раза.



Случай точки Б.

Рассмотрим прямоугольный треугольник с вершинами А,Б и центр наночастицы 1. По теореме Пифагора, квадрат гипотенузы будет равен $4+4 = 8 r^2$. Следовательно, $\cos^2 \theta = 1/2$ (вспомним теорему о равенстве накрест-лежащих углов).

Отсюда:

$$H_1 = \frac{2m}{\mu_0 r^3 \sqrt{8}} \sqrt{1 + 3 \cdot (1/4)} = \frac{m}{\mu_0 r^3} \frac{\sqrt{7}}{32\sqrt{2}} = 0.0585 \frac{m}{\mu_0 r^3} \quad (3)$$

Для второй наночастицы квадраты гипотенузы будут равны $1+4 = 5 r^2$ и $4+9= 13 r^2$, соответственно. Таким образом, получим:

$$\begin{aligned} H_2 &= \frac{m}{\mu_0(r\sqrt{5})^3} \sqrt{1 + 3 \cdot (4/5)} + \frac{m}{\mu_0(r\sqrt{13})^3} \sqrt{1 + 3 \cdot (4/13)} \\ &= \frac{m}{\mu_0 r^3} \left(\frac{\sqrt{17}}{25} + \frac{5}{169} \right) = 0.195 \frac{m}{\mu_0 r^3} \end{aligned} \quad (4)$$

Ответ: 3.33