

Физика – школьники. Задача 2 «Да будет свет!» (базовая).

Условие:

В настоящее время известно множество типов источников света. Но мало кто знает, что работу практически любого из них невозможно представить без нанобъектов, наноматериалов или нанотехнологий. Более того, чем более осознанным является использование человеком нанотехнологий для создания источников света, тем более совершенными, универсальными и безотказными они становятся.

Исторически первым источником света для человека было пламя костра. Сидя в пещере около огня, древний человек безучастно наблюдал, как под действием восходящих воздушных потоков наночастицы золы и сажи, образующие дым, переходят в аэрозольное состояние и улечиваются восвояси.

1) Рассчитайте скорость v восходящего воздушного потока, которая необходима для перевода в аэрозольное состояние сферических наночастиц сажи диаметром 100 нм, если μ (коэффициент внутреннего трения частиц) равен 0.72, сила аутгезии F (определяющая оседание частицы) 0.4 Н, коэффициент сопротивления частиц c равен 10^7 , плотность частиц принять равной 1.17 г/см^3 . (2 балла)

Примечание: для расчета используйте формулу $v = (2\mu F / \rho c S)^{1/2}$, где S = площадь поперечного сечения частицы.

Следующим поколением источников света стали лампы накаливания, известные у как «лампочки Ильича». Действующим началом таких источников света является вольфрамовая нить, которая светится вследствие нагревания от протекающего через нее электрического тока. Срок службы такой лампы невелик. Однако, было обнаружено, что добавление в лампу галогенов (в первую очередь иода) существенно продлевает срок службы источника света и позволяет работать в более «активных» режимах (так называемые галогеновые лампы). Специальные исследования показали, что увеличение срока службы лампы в этом случае происходит благодаря протеканию химических транспортных реакций с участием промежуточно образующихся нанокластерных соединений вольфрама с галогенами.

2) Один из таких нанокластеров имеет состав W_6I_{12} . Экспериментально установлено, что под действием раствора нитрата серебра из этого нанокластера можно осадить только 1/3 от общего количества иода. Предложите строение нанокластера. Учтите, что катион в нанокластере имеет высокосимметричное строение. (2 балла)

Главный недостаток ламп накаливания – огромные потери энергии в виде бесполезно рассеивающегося тепла. В качестве альтернативы лампам накаливания можно

рассматривать ртутные лампы, в котором источниками светового излучения являются атомы ртути, возбужденные тлеющим электрическим разрядом. Главный недостаток таких ламп – сложность их утилизации.

3) Предложите разумные способы утилизации ртутных ламп с использованием нанотехнологий. Учтите, что предложенный способ должен быть простым, экономически целесообразным и исключать любой риск для экологии (**3 балла**).

Самые совершенные источники света (светодиодные лампы) работают на основе люминесценции квантовых точек. Их основная особенность заключается в том, что, варьируя размер наночастиц люминесцирующего материала, можно получать излучение с разной длиной волны.

4) Каким цветом будет светить светодиодная лампа на основе квантовых точек селенида кадмия радиусом 3 нм? Для расчета используйте формулу $(E_g)^2 = (E_0)^2 + [2 \times (\hbar/2\pi)^2 \times E_0 \times (\pi/r)^2] / m$,

где E_g – ширина запрещенной зоны для квантовой точки, E_0 – ширина запрещенной зоны для объемного образца, r – радиус нанокристалла (м), m – эффективная масса электрона. Для селенида кадмия $E_0 = 2.88 \times 10^{-19}$ Дж, $m = 1.09 \times 10^{-31}$ кг. (**3 балла**)

Методические замечания:

1. Задача решается в рамках знаний школьной программы и в рамках здравого смысла
2. Если Вам незнакомы какие – либо термины, Вы можете спросить об этом преподавателей в специальном разделе форума <http://www.nanometer.ru/forum/viewforum.php?f=19> или найти ответ самостоятельно (в том числе изучив доступные Вам Лекции на сайте Олимпиады <http://www.nanometer.ru/lectures.html?UP=156195>)
3. Решение оформляется и отсылается только в электронном виде, как описано в инструкциях к работе с задачами и решениями заочного теоретического тура, приведенных в разделе «Олимпиада» http://www.nanometer.ru/olymp2_o4.html
4. Подписывать решения не надо, Ваша фамилия, имя и отчество будут зашифрованы при проверке, идентификация для системы проверки производится по логину и паролю, который Вы вводите при входе на сайт Олимпиады www.nanometer.ru в качестве участника (этот пароль Вы задавали при регистрации и заполнении анкеты участника).