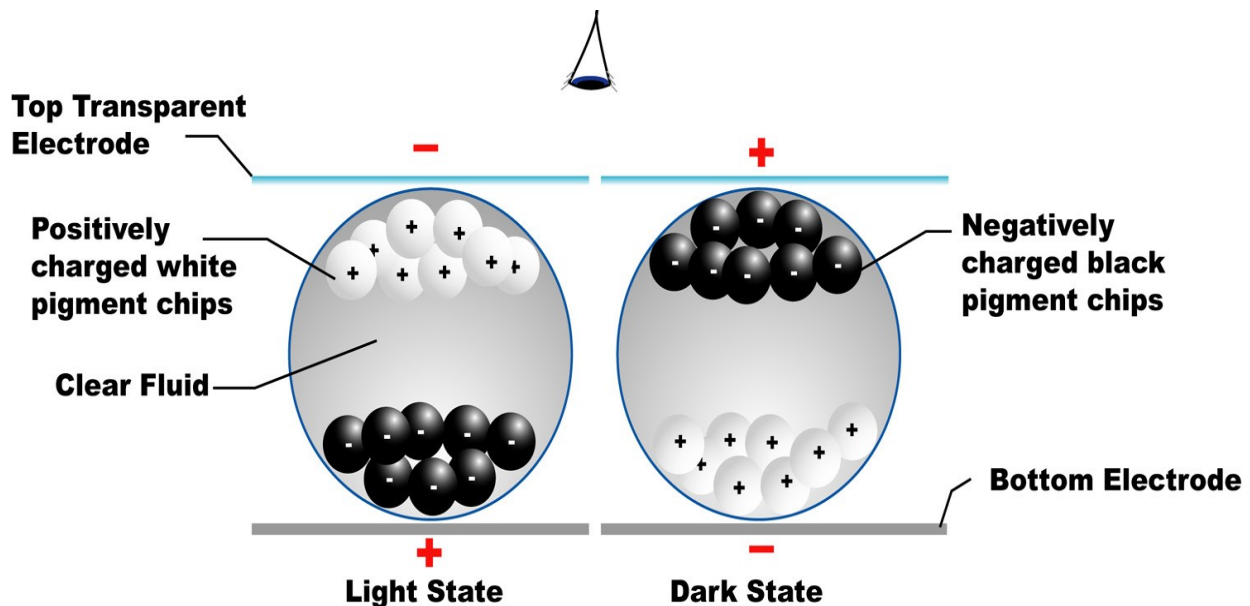


Задача 2. Электронная бумага



Сравнительно недавно рядом компаний была разработана и внедрена в производство так называемая «электронная бумага». В настоящее время электронная бумага применяется в портативных электронных устройствах («электронные книги», мобильные телефоны и т.п.).

Принцип работы электронной бумаги в простейшем случае основан на следующем. Суспензия черных и белых микрочастиц (черные заряжены положительно, белые — отрицательно) помещается в зазор от 10 мкм до 100 мкм между двумя прозрачными электродами. Каждый из электродов разделен на сетку пикселей. После приложения положительного или отрицательного напряжения к пикселю, к верхнему электроду за счет электростатических сил притянутся черные или белые частицы. Тем самым, данный пиксель окрашивается в черный или белый цвет.

Достоинствами электронной бумаги являются в первую очередь компактность (толщина «листа» такой бумаги сравнима с обычной) и низкое энергопотребление, которое затрачивается в основном лишь на переключение состояний.

1. Как окрасить пиксель в «серый цвет»?
2. Считая микрочастицы сферическими частицами радиуса r и обладающими зарядами q , оценить минимальное напряжение, необходимое для переключения пикселя (с черного на белый и наоборот). Плотность частиц $\rho_1 = 2000$ кг/м³, плотность жидкости $\rho_2 = 1000$ кг/м³. Считая динамическую вязкость жидкости, в которую помещены частицы, заданной (η), определить время отклика. Определить зависимость времени отклика дисплея от толщины зазора.

Силу сопротивления движению шара в жидкости можно рассчитывать по формуле Стокса:

$$F = 6\pi\eta rv$$

3. Каким должно быть напряжение на электродах, чтобы время отклика дисплея не было заметно глазом? Рассмотреть случай зазора между электродами $d = 10$ мкм и $d = 100$ мкм, $r = 1$ мкм, $q = 10e$ (e – заряд электрона), $\eta = 0.01$ Па*с.