

Московская предпрофессиональная олимпиада школьников

Индивидуальное тестовое задание (10–11 классы)

Научно-технологическое направление

Москва 2019–2020 г.

1) *Что такое свет? – 1 балл.*

Свет – это оптическое электромагнитное излучение.

2) *В каком диапазоне длин волн лежит видимый человеческим глазом свет? – 1 балл.*

380 – 760 нм.

3) *Зависит ли картина дисперсии от формы призмы? – 1 балл.*

Да.

4) *В общем случае (нормальной дисперсии) как соотносятся показатель преломления и длина волны света? – 1 балл.*

Они обратно пропорциональны.

5) *Чем ограничено напряжение электростатического генератора? – 2 балла.*

В случае капельницы Кельвина напряжение зависит от особенностей конструкции (в том числе формы индукторов), интенсивности протекания воды, концентрации ионов в воде.

6) *Всегда ли высокое напряжение может выработать большую мощность? – 2 балла.*

Нет, если мал ток.

Московская предпрофессиональная олимпиада школьников

Индивидуальное теоретическое задание (10–11 классы)

Научно-технологическое направление

Москва 2019–2020 г.

Задание 1

Видимый радиус пустой сферической полости в центре стеклянного шара радиусом R с показателем преломления n равен r . Каков её реальный размер?

Решение

Лучи, выходящие из внешней поверхности параллельно, и при этом идущие по касательной к полости, и будут определять её видимый размер.

При этом $n \sin \alpha = \sin \beta = \frac{r}{R}$. Тогда, в свою очередь, реальный радиус $r_0 = R \sin \alpha = r/n$.

Записан закон Снеллиуса – 2 балла.

Найдены лучи, определяющие видимый радиус – 3 балла.

Связаны углы, под которыми идут эти лучи, и видимые размеры – 2 балла.

Найден реальный радиус – 3 балла.

Задание 2

Одно из частых уравнений, встречающихся в физике и химии, – уравнение Аррениуса. В частности, оно определяет скорость протекания химических реакций k как

$$k = A e^{-E_A/RT},$$

где A – независимый от температуры множитель, R – универсальная газовая постоянная, а E_A – некая пороговая энергия (энергия активации). Из этой формулы можно увидеть, что при низких температурах скорость реакции стремится к нулю.

В случае реакции распада какого-либо вещества его концентрацию C через время t можно связать со скоростью как $\ln C = \ln C_0 - kt$, где C_0 – начальная концентрация. 80 % массы некоего вещества распадается при температуре 400 К за 10 минут. Если энергия активации равна 16620 Дж/моль, то при какой температуре реакция завершится на 96 % за 54 минуты?

Решение

Выразив скорость реакции k из одного уравнения и подставив его в другое, можем записать следующее уравнение для двух температур:

$$\ln\left(\frac{C_0}{C_1}\right) = t_1 A e^{-E_A/RT_1},$$

$$\ln\left(\frac{C_0}{C_2}\right) = t_2 A e^{-E_A/RT_2}.$$

Поделив одно на другое, получим

$$\frac{t_2 \ln(C_0/C_1)}{t_1 \ln(C_0/C_2)} = e^{(\frac{1}{T_2} - \frac{1}{T_1})E_A/R}.$$

Из условия известно, что $C_0/C_1=5$, $C_0/C_2=25$. Тогда отношение логарифмов равно 0,5, а вся левая часть – 2,7. В таком случае приблизительно

$$\left(\frac{1}{T_2} - \frac{1}{T_1}\right) E_A R = 1.$$

Отсюда находим $T_2 = 261$ К.

Записаны уравнения для двух температур – 4 балла.

Правильно найдены отношения концентраций – 2 балла.

Температура второй реакции найдена в общем виде – 2 балла.

Температура второй реакции найдена в численном виде – 2 балла.