

Задача:

На упаковке некоторого скоропортящегося продукта указан срок хранения при различных температурах:

2°C 28 суток

6°C 21 сутки

10°C 18 суток

14°C 12 суток

Какая величина кажется ошибочной с точки зрения кинетики химических реакций? Предложите правильный вариант.

Решение:

С использованием правила Вант-Гоффа.

Если переформулировать правило Вант-Гоффа, при повышении температуры на одинаковое количество градусов скорость реакции должна увеличиваться в одинаковое количество раз.

Температурные интервалы между всеми строчками одинаковы. Найдём соотношения скоростей:

t, °C	Δt	τ , сут.	v_2/v_1
2	4	28	1,33
6		21	
10	4	18	1,17
	4		1,50
14	4	12	

Видно, что между 2 и 3 строчкой интервал меньше, чем все остальные, а между 3 и 4 – больше. Такое может получиться, если указанный срок хранения при температуре 10°C завышен. И действительно, если уменьшить время хранения в те же 1,33 раза, при температуре 10°C получится срок хранения 15,8 суток, который во столько же раз отличается от срока хранения при 14°C.

С использованием уравнения Аррениуса.

Первая часть задания разбирается аналогично предыдущему. Для расчёта срока хранения при 10 градусах потребуется определить энергию активации процесса:

$$\frac{v_2}{v_1} = e^{\frac{E_a}{R} \left(\frac{1}{T_1} - \frac{1}{T_2} \right)}.$$

Следует обратить внимание, что температура в данном уравнении выражается в кельвинах. Границы исследуемого интервала – 2–14°C, или 275-287 К

$$E_a = R \cdot \frac{\ln \frac{v_2}{v_1}}{\frac{1}{T_1} - \frac{1}{T_2}} = 8,314 \cdot \frac{\ln \frac{28}{12}}{\frac{1}{275} - \frac{1}{287}} = 46,3 \text{ кДж},$$

и рассчитаем соотношение скоростей для 10°C (интервал 2–10°C)

$$\frac{v_2}{v_1} = e^{\frac{E_a}{R} \left(\frac{1}{T_1} - \frac{1}{T_2} \right)} = e^{\frac{46300}{8,314} \cdot \left(\frac{1}{275} - \frac{1}{283} \right)} = 1,77.$$

Тогда срок хранения при температуре 10°C составит: $\tau = 28/1,77 = \mathbf{15,8 \text{ суток}}$.

Проверка: И действительно, если уменьшить время хранения в те же 1,33 раза, при температуре 10°C получится срок хранения 15,8 суток, который во столько же раз отличается от срока хранения при 14°C