

Практико-ориентированные задачи с производственным содержанием по физике для 8–9 классов

Подборка задач, привязанных к предприятиям Пермского края: **Уралкалий** (Березники/Соликамск), **Еврохим** (Усольский калийный комбинат), **Уралхим** (филиал «ПМУ», Пермь). Задачи соответствуют программе 8–9 классов и сопровождаются физическими пояснениями.

8 класс

Тепловые явления

Задача 1. Влажность в шахте Уралкалия

В подземных выработках калийного рудника воздух всегда насыщен влагой из-за фильтрации воды через соляные пласты. Температура воздуха в шахте постоянна и равна $+25\text{ }^{\circ}\text{C}$. При подъёме на поверхность в зимний день воздух охлаждается до $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Вопрос: Почему в вертикальном стволе шахты зимой образуется густой туман («пар»), хотя при $+25\text{ }^{\circ}\text{C}$ воздух был прозрачным?

Физический смысл: Насыщенный при $+25\text{ }^{\circ}\text{C}$ воздух содержит много водяного пара. При охлаждении до $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$ его абсолютная влажность остаётся высокой, но плотность насыщенного пара при этой температуре очень мала. Избыток пара конденсируется в мельчайшие капли — туман.

Задача 2. Нагрев руды на обогатительной фабрике

На обогатительной фабрике Уралкалия калийную руду перед флотацией подогревают в специальных чанах. Для нагрева 5 тонн руды от $10\text{ }^{\circ}\text{C}$ до $40\text{ }^{\circ}\text{C}$ было затрачено 42 МДж теплоты.

Вопрос: Чему равна удельная теплоёмкость руды (в $\text{кДж}/(\text{кг}\cdot^{\circ}\text{C})$)?

Решение: $Q = cm\Delta t \rightarrow c = Q/(m\Delta t) = 42\,000\,000 / (5000 \cdot 30) = 280\text{ Дж}/(\text{кг}\cdot^{\circ}\text{C}) = 0,28\text{ кДж}/(\text{кг}\cdot^{\circ}\text{C})$. Это близко к удельной теплоёмкости каменной соли и сильвинита.

Задача 3. КПД теплового узла Уралхима

В цехе синтеза аммиака филиала «ПМУ» (Пермь) горячий газ после реактора охлаждается в теплообменнике, отдавая теплоту воде. За час газ отдаёт 2,4 ГДж, а вода получает 1,8 ГДж.

Вопрос: Каков КПД теплообменника? Куда теряется остальная теплота?

Ответ: $\eta = 1,8/2,4 = 0,75$ (75%). Потери — нагрев корпуса аппарата и теплопотери в окружающую среду.

Электрические явления

Задача 4. Мощность двигателя конвейера на Уралкалии

Ленточный конвейер в шахте Уралкалия приводится в движение асинхронным электродвигателем, подключённым к сети 380 В. Сила тока в обмотке двигателя 25 А, коэффициент мощности $\cos \varphi = 0,85$.

Вопрос: Какую активную мощность потребляет двигатель из сети?

Решение: $P = \sqrt{3} \cdot U \cdot I \cdot \cos \varphi = 1,73 \cdot 380 \cdot 25 \cdot 0,85 \approx 13\,970\text{ Вт} \approx 14\text{ кВт}$. Это типичная мощность для шахтного конвейерного привода.

Задача 5. Ток в обмотке двигателя на Еврохиме

На Усольском калийном комбинате (Еврохим) насос перекачивает насыщенный солевой раствор. Полезная мощность насоса 8 кВт, КПД двигателя 80%, напряжение сети 380 В, $\cos \varphi = 0,82$.

Вопрос: Определите линейный ток в подводящих проводах.

Решение: $P_1 = P_2/\eta = 8000/0,8 = 10\,000$ Вт. $I = P_1/(\sqrt{3} \cdot U \cdot \cos \varphi) = 10000/(1,73 \cdot 380 \cdot 0,82) \approx 18,6$ А.

Задача 6. Электролиз в производстве Уралхима

На филиале «ПМУ» Уралхима работают электролизные установки. Через электролит проходит ток 3000 А при напряжении 6 В.

Вопрос: Какая мощность выделяется в электролизной ванне? Сколько энергии израсходуется за сутки непрерывной работы?

Решение: $P = U \cdot I = 6 \cdot 3000 = 18\,000$ Вт = 18 кВт. $W = P \cdot t = 18 \cdot 24 = 432$ кВт·ч.

Механические явления

Задача 7. Подъём руды на поверхность (Уралкалий)

Клеть с рудой массой 4 тонны поднимается из шахты глубиной 400 м. Подъёмная машина развивает силу тяги 45 кН.

Вопрос: Какую работу совершает подъёмная машина? Сравните её с минимально необходимой работой по подъёму груза.

Решение: $A_{\text{факт}} = F \cdot s = 45\,000 \cdot 400 = 18$ МДж. $A_{\text{min}} = mgh = 4000 \cdot 10 \cdot 400 = 16$ МДж. Разница (2 МДж) — потери на трение и КПД механизма.

Задача 8. Трение в механизмах на обогатительной фабрике

На обогатительной фабрике Уралкалия ленточный конвейер длиной 120 м перемещает 1 тонну руды за 40 секунд. Сила трения в подшипниках и на барабанах составляет 3 кН.

Вопрос: Какова мощность, расходуемая на преодоление трения?

Решение: $v = s/t = 120/40 = 3$ м/с. $P = F \cdot v = 3000 \cdot 3 = 9000$ Вт = 9 кВт.

9 класс

Механика (динамика, законы сохранения)

Задача 9. Статика целиков в калийной шахте

В калийных шахтах для поддержания кровли оставляют целики (столбы) из нетронутой соли. Плотность вышележащих пород $\rho = 2300$ кг/м³, глубина разработки $H = 400$ м.

Вопрос: Какое давление оказывают вышележащие породы на целик? Какую силу должен выдерживать целик площадью 10 м²?

Решение: $p = \rho g H = 2300 \cdot 10 \cdot 400 = 9\,200\,000$ Па $\approx 9,2$ МПа. $F = p \cdot S = 9,2 \cdot 10^6 \cdot 10 = 92$ МН.

Задача 10. Движение вагонетки (Уралкалий)

Вагонетка массой 1,2 тонны скатывается по наклонному рельсовому пути с углом наклона 6° к горизонту. Коэффициент трения 0,02.

Вопрос: С каким ускорением движется вагонетка?

Решение: $ma = mg \cdot \sin \alpha - \mu mg \cdot \cos \alpha \rightarrow a = g(\sin \alpha - \mu \cdot \cos \alpha) = 10(0,105 - 0,02 \cdot 0,995) \approx 10(0,105 - 0,0199) \approx 0,85$ м/с².

Задача 11. Гидротранспорт закладочного материала (Уралкалий)

На Уралкалии отработанное пространство заполняют закладочной смесью (вода + измельчённая соль). Плотность смеси 1500 кг/м^3 . Смесью подаётся по трубопроводу диаметром 200 мм со скоростью 2 м/с.

Вопрос: Какова масса смеси, проходящей через сечение трубы за 1 минуту?

Решение: $S = \pi d^2/4 = 3,14 \cdot 0,04/4 = 0,0314 \text{ м}^2$. $V = S \cdot v \cdot t = 0,0314 \cdot 2 \cdot 60 = 3,77 \text{ м}^3$.
 $m = \rho V = 1500 \cdot 3,77 \approx 5650 \text{ кг}$.

Тепловые машины и КПД

Задача 12. Тепловой баланс колонны синтеза аммиака (Уралхим)

В колонне синтеза аммиака филиала «ПМУ» за час протекает реакция, выделяющая 15 ГДж теплоты. Система охлаждения отводит 12 ГДж, остальное остаётся в газе.

Вопрос: Какая часть теплоты остаётся в газе? Если газ массой 20 тонн, на сколько градусов он нагреется? (Удельная теплоёмкость газа $2,2 \text{ кДж/(кг} \cdot ^\circ\text{C)}$)

Решение: $Q_{\text{ост}} = 15 - 12 = 3 \text{ ГДж}$. $\Delta t = Q/(mc) = 3\,000\,000\,000 / (20\,000 \cdot 2200) \approx 68 \text{ }^\circ\text{C}$. Такой нагрев требует эффективного охлаждения между слоями катализатора.

Задача 13. КПД использования топлива на ТЭЦ, питающей Уралхим

Пермская ТЭЦ, снабжающая паром филиал «ПМУ» Уралхима, сжигает природный газ. При сжигании 1000 м^3 газа выделяется 35 ГДж. В пар превращается 28 ГДж.

Вопрос: Каков КПД ТЭЦ по производству пара? Какова мощность ТЭЦ, если за час сжигается 1000 м^3 газа?

Решение: $\eta = 28/35 = 0,8 \text{ (80\%)}$. $P = Q/t = 35\,000\,000\,000/3600 \approx 9,7 \text{ МВт}$.

Электромагнитные явления

Задача 14. Частотное регулирование вентилятора (Уралкалий)

Главный вентилятор шахты Уралкалия оснащён преобразователем частоты. При номинальной частоте 50 Гц двигатель потребляет 200 кВт. При снижении частоты до 40 Гц (скорость вращения уменьшается на 20%) потребляемая мощность снижается пропорционально кубу скорости.

Вопрос: Какую мощность потребляет двигатель при 40 Гц? Какова экономия мощности?

Решение: $n_2/n_1 = 40/50 = 0,8$. $P_2 = P_1 \cdot (n_2/n_1)^3 = 200 \cdot 0,512 \approx 102 \text{ кВт}$. Экономия $= 200 - 102 = 98 \text{ кВт}$ (почти вдвое!).

Задача 15. Вибрация подшипника (вибродиагностика на Уралкалии)

При диагностике насоса на обогатительной фабрике Уралкалия обнаружена вибрация с частотой 25 Гц. Частота вращения вала насоса 1500 об/мин .

Вопрос: Совпадает ли частота вибрации с частотой вращения вала? Что это может означать?

Решение: $1500 \text{ об/мин} = 25 \text{ об/с} = 25 \text{ Гц}$. Вибрация на частоте вращения — признак дисбаланса ротора. Если бы вибрация была на частоте 50 Гц ($2\times$), это указывало бы на несоосность.

Сводная таблица привязки задач к предприятиям

№	Класс	Раздел физики	Предприятие	Физическая суть
---	-------	---------------	-------------	-----------------

№	Класс	Раздел физики	Предприятие	Физическая суть
1	8	Тепловые явления	Уралкалий	Конденсация влаги в стволе шахты
2	8	Тепловые явления	Уралкалий	Удельная теплоёмкость руды
3	8	Тепловые явления	Уралхим	КПД теплообменника
4	8	Электричество	Уралкалий	Мощность асинхронного двигателя
5	8	Электричество	Еврохим	Ток в трёхфазной цепи
6	8	Электричество	Уралхим	Электролиз, мощность
7	8	Механика	Уралкалий	Работа подъёмной машины
8	8	Механика	Уралкалий	Мощность на преодоление трения
9	9	Механика	Уралкалий	Давление пород на целик
10	9	Механика	Уралкалий	Движение вагонетки
11	9	Механика	Уралкалий	Гидротранспорт закладки
12	9	Тепловые машины	Уралхим	Тепловой баланс колонны синтеза
13	9	Тепловые машины	Уралхим	КПД ТЭЦ

№	Класс	Раздел физики	Предприятие	Физическая суть
14	9	Электромагнитные	Уралкалий	Частотное регулирование
15	9	Электромагнитные	Уралкалий	Вибродиагностика

Методическая ценность подборки: Все задачи используют реальные физические условия и параметры, характерные для предприятий Пермского края. Учащиеся не просто подставляют числа в формулы — они понимают, что именно рассчитывают инженеры на Уралкалии, Еврохиме и Уралхиме, и зачем нужны эти расчёты на производстве.

Практико-ориентированные задачи с производственным содержанием по физике для 10-11 классов

10 класс

Молекулярная физика и термодинамика

Задача 1. Газовые законы в колонне синтеза аммиака (Уралхим, филиал «ПМУ»)

В колонне синтеза аммиака азотоводородная смесь находится при температуре 450 °С и давлении 30 МПа. Объем реакционной зоны 2 м³.

Вопрос: Какое количество вещества (в молях) содержится в реакционной зоне? Сколько это составляет по массе, если средняя молярная масса смеси 10 г/моль?

Решение:

$$T = 450 + 273 = 723 \text{ К.}$$

$$pV = \nu RT \rightarrow \nu = pV/(RT) = 30 \cdot 10^6 \cdot 2 / (8,31 \cdot 723) \approx 60\,000\,000 / 6009 \approx 9985 \text{ моль} \approx 10^4 \text{ моль.}$$

$$m = \nu \cdot M = 9985 \cdot 0,010 = 99,85 \text{ кг} \approx 100 \text{ кг.}$$

Физический смысл: При таком давлении и температуре в реакторе одновременно находится около 100 кг газовой смеси — это объясняет масштаб аппарата и требования к прочности стенок.

Задача 2. Тепловой эффект синтеза аммиака (Уралхим)

Реакция синтеза аммиака: $\text{N}_2 + 3\text{H}_2 \rightarrow 2\text{NH}_3 + Q$. При образовании 1 моля аммиака выделяется 46 кДж теплоты. За час в колонне образуется 30 тонн аммиака.

Вопрос: Какое количество теплоты выделяется за час? Какая мощность теплоотвода необходима?

Решение:

$$M(\text{NH}_3) = 17 \text{ г/моль} = 0,017 \text{ кг/моль.}$$

$$\nu = m/M = 30\,000 / 0,017 \approx 1,765 \cdot 10^6 \text{ моль.}$$

$$Q = \nu \cdot 46 \text{ кДж} = 1,765 \cdot 10^6 \cdot 46\,000 \approx 8,12 \cdot 10^{10} \text{ Дж} = 81,2 \text{ ГДж.}$$

$$P = Q/t = 8,12 \cdot 10^{10} / 3600 \approx 22,6 \text{ МВт.}$$

Физический смысл: Тепловыделение сравнимо с мощностью небольшой электростанции — поэтому система охлаждения колонны является критически важным инженерным узлом.

Задача 3. КПД цикла тепловой машины на ТЭЦ (Уралхим)

Паровая турбина Пермской ТЭЦ, снабжающей паром филиал «ПМУ», работает с начальной температурой пара 540 °С и конечной температурой конденсации 30 °С.

Вопрос: Каков максимально возможный КПД турбины (цикл Карно)? Какая доля теплоты неизбежно теряется?

Решение:

$$T_1 = 540 + 273 = 813 \text{ К; } T_2 = 30 + 273 = 303 \text{ К.}$$

$$\eta = (T_1 - T_2)/T_1 = (813 - 303)/813 = 510/813 \approx 0,627 \text{ (62,7\%).}$$

$$\text{Потери} = 37,3\%.$$

Физический смысл: Даже идеальная тепловая машина теряет более трети теплоты. Реальный КПД турбины ниже — 40–45%.

Задача 4. Фазовые переходы при кристаллизации KCl (Уралкалий / Еврохим)

На обогатительной фабрике хлорид калия выделяют из раствора кристаллизацией. Растворимость KCl при 80 °С равна 55 г на 100 г воды, при 20 °С — 34 г на 100 г воды. Для кристаллизации охлаждают 1 тонну насыщенного при 80 °С раствора до 20 °С.

Вопрос: Какая масса KCl выкристаллизуется?

Решение:

Масса раствора при 80 °С: $100 + 55 = 155$ г, из них 55 г KCl. При охлаждении до 20 °С в 100 г воды может раствориться 34 г KCl. В нашей порции воды: 100 г (из 155 г раствора). Выкристаллизуется: $55 - 34 = 21$ г KCl на каждые 155 г раствора. На 1 тонну раствора: $m = 21/155 \cdot 1000 \approx 135,5$ кг KCl.

Физический смысл: Перепад растворимости с температурой — основа промышленного метода кристаллизации. Именно поэтому на фабриках строят мощные системы охлаждения.

Электродинамика

Задача 5. Электролиз в производстве Уралхима

В электролизной ванне филиала «ПМУ» через раствор проходит ток 3000 А при напряжении 6 В. Электролиз идёт 24 часа.

Вопрос: Какая масса вещества выделится на электроде, если электрохимический эквивалент $k = 0,33$ мг/Кл?

Решение:

$m = k \cdot I \cdot t = 0,33 \cdot 10^{-6} \cdot 3000 \cdot 86400 = 0,33 \cdot 10^{-6} \cdot 2,592 \cdot 10^8 \approx 85,5$ кг.

Физический смысл: За сутки одна ванна выделяет десятки килограммов продукта. На заводе работают десятки таких ванн.

Задача 6. Магнитное поле в электродвигателе (Уралкалий)

Асинхронный двигатель подъёмной машины шахты Уралкалия работает от сети 380 В, 50 Гц. Число пар полюсов обмотки статора $p = 2$.

Вопрос: Какова частота вращения магнитного поля статора? Какова синхронная частота вращения ротора?

Решение:

$n_1 = 60 \cdot f / p = 60 \cdot 50 / 2 = 1500$ об/мин.

Синхронная частота вращения ротора (при отсутствии скольжения) = 1500 об/мин, реальная — 1450–1470 об/мин (скольжение 2–3%).

Физический смысл: Именно это скольжение позволяет асинхронному двигателю создавать вращающий момент.

Задача 7. Потери в кабельной линии (Уралхим)

От подстанции до цеха филиала «ПМУ» проложен медный кабель длиной 800 м с площадью сечения 120 мм². По кабелю передаётся ток 200 А.

Вопрос: Какое напряжение теряется в кабеле? Какая мощность рассеивается в виде тепла? (Удельное сопротивление меди 0,0175 Ом·мм²/м)

Решение:

$$R = \rho \cdot L / S = 0,0175 \cdot 800 / 120 \approx 0,117 \text{ Ом.}$$

$$\Delta U = I \cdot R = 200 \cdot 0,117 = 23,3 \text{ В.}$$

$$P_{\text{потерь}} = I^2 \cdot R = 200^2 \cdot 0,117 = 4680 \text{ Вт} \approx 4,7 \text{ кВт.}$$

Физический смысл: Даже на коротком кабеле теряется почти 5 кВт. При большой длине потери становятся серьёзной статьёй затрат, поэтому применяют высокое напряжение.

11 класс

Электродинамика (продолжение)

Задача 8. Индукционный нагрев деталей (Уралхим)

В ремонтном цехе филиала «ПМУ» применяют индукционный нагрев стальных деталей перед запрессовкой. Переменный ток частотой 10 кГц создаёт в детали вихревые токи (токи Фуко). Удельное сопротивление стали $0,15 \cdot 10^{-6}$ Ом·м, магнитная проницаемость $\mu \approx 100$.

Вопрос: Объясните, почему индукционный нагрев эффективен именно для стали, а не для меди. Какое явление лежит в его основе?

Ответ: Глубина проникновения электромагнитного поля $\delta = \sqrt{\rho / (\pi \cdot f \cdot \mu_0 \cdot \mu)}$. Для стали: большое $\mu \rightarrow$ малое $\delta \rightarrow$ ток сосредоточен в тонком поверхностном слое $\rightarrow$ высокая плотность энергии $\rightarrow$ быстрый нагрев. Для меди $\mu \approx 1$, поэтому нагрев менее эффективен.

Задача 9. Переменный ток в промышленной сети (Уралкалий)

Напряжение в сети предприятия изменяется по закону $u = 537 \cdot \sin(314t)$ В.

Вопрос: Определите действующее значение напряжения, частоту и период колебаний. Какое напряжение покажет вольтметр?

Решение:

$$U_{\text{д}} = U_{\text{м}} / \sqrt{2} = 537 / 1,41 \approx 380 \text{ В.}$$

$$\omega = 314 \text{ рад/с} \rightarrow f = \omega / (2\pi) = 314 / 6,28 = 50 \text{ Гц. } T = 1/f = 0,02 \text{ с.}$$

Вольтметр покажет действующее значение — 380 В.

Физический смысл: 380 В — стандартное линейное напряжение промышленной сети, к которой подключены двигатели Уралкалия и Уралхима.

Задача 10. Трансформатор на подстанции (Уралхим)

Понижающий трансформатор на подстанции филиала «ПМУ» имеет 1200 витков в первичной обмотке и 60 витков во вторичной. Первичное напряжение 6000 В, мощность нагрузки 100 кВт.

Вопрос: Каково вторичное напряжение? Каков ток во вторичной обмотке (при КПД 95%)?

Решение:

$$U_2 = U_1 \cdot N_2 / N_1 = 6000 \cdot 60 / 1200 = 300 \text{ В.}$$

$$P_2 = \eta \cdot P_1 = 0,95 \cdot 100\,000 = 95\,000 \text{ Вт.}$$

$$I_2 = P_2 / U_2 = 95\,000 / 300 \approx 317 \text{ А.}$$

Физический смысл: Типичная схема: высокое напряжение подводится к подстанции, понижается до 380/220 В для питания двигателей и освещения.

Колебания и волны

Задача 11. Вибрационная диагностика насоса (Уралкалий)

При вибродиагностике насоса на обогатительной фабрике Уралкалия зарегистрирован спектр вибрации с пиками на частотах 25 Гц, 50 Гц и 100 Гц. Частота вращения вала 1500 об/мин.

Вопрос: Какая частота соответствует частоте вращения вала? Что означают пики на 50 и 100 Гц?

Решение:

$1500 \text{ об/мин} = 25 \text{ об/с} = 25 \text{ Гц}$ — частота вращения.

50 Гц = $2 \times$ — вторая гармоника (несоосность, трещина).

100 Гц = $4 \times$ — четвёртая гармоника (дефект подшипника, лопастная частота).

Физический смысл: По соотношению частот пиков инженер определяет тип дефекта без разборки насоса.

Задача 12. Ультразвуковая дефектоскопия (Уралхим)

Для контроля сварных швов трубопроводов на филиале «ПМУ» применяют ультразвуковой дефектоскоп с частотой 2,5 МГц. Скорость ультразвука в стали 5900 м/с.

Вопрос: Какова длина волны ультразвука в стали? Почему для дефектоскопии используют именно высокие частоты?

Решение:

$\lambda = v/f = 5900 / 2,5 \cdot 10^6 = 2,36 \cdot 10^{-3} \text{ м} \approx 2,4 \text{ мм}.$

Высокая частота $\rightarrow$ малая длина волны $\rightarrow$ возможность обнаруживать дефекты размером порядка миллиметра и меньше.

Задача 13. Акустика в цехе (обогатительная фабрика)

Уровень шума в цехе обогатительной фабрики составляет 95 дБ. Санитарная норма — 80 дБ. Стена цеха имеет коэффициент звукоизоляции 25 дБ.

Вопрос: Каков уровень шума снаружи цеха? Соответствует ли он норме?

Решение:

$L_{\text{снаружи}} = 95 - 25 = 70 \text{ дБ}.$

Норма для территории предприятия — 70–75 дБ днём. Формально соответствует, но на границе санитарной зоны требуется дополнительная оценка.

Задача 14. Электромагнитные волны в автоматизации (Уралкалий)

Система диспетчеризации шахты Уралкалия использует радиоканал на частоте 433 МГц для передачи данных от подземных датчиков.

Вопрос: Какова длина волны этого излучения? Почему для подземной связи выбирают именно этот диапазон?

Решение:

$\lambda = c/f = 3 \cdot 10^8 / 433 \cdot 10^6 \approx 0,69 \text{ м}.$

Диапазон 433 МГц — нелицензируемый, обеспечивает достаточную проникающую способность и компактные антенны.

Квантовая физика и атомная энергетика

Задача 15. Радиационный контроль на производстве (Уралкалий)

Калийные соли содержат природный радиоактивный изотоп ^{40}K с периодом полураспада $T = 1,25 \cdot 10^9$ лет. Активность 1 кг природного калия составляет около 31 Бк.

Вопрос: Какая активность приходится на 1 тонну калийной руды, если содержание KCl в руде 25%, а доля ^{40}K в природном калии 0,012%?

Решение:

Масса калия в 1 т руды: $1000 \cdot 0,25 \cdot (39/74,5) \approx 131$ кг ($M(\text{K}) = 39$, $M(\text{KCl}) = 74,5$).

Активность = $131 \cdot 31 \approx 4061$ Бк ≈ 4 кБк.

Физический смысл: Природная радиоактивность калийных солей — штатный фактор, учитываемый при дозиметрическом контроле на рудниках. Он не опасен, но требует мониторинга.

Задача 16. Фотоэффект в датчиках (Уралхим)

В системах автоматики филиала «ПМУ» применяются фотодатчики на основе фотоэффекта. Работа выхода электрона для материала катода $A = 2,0$ эВ.

Вопрос: Какова красная граница фотоэффекта? Будет ли работать датчик при облучении светом с длиной волны 600 нм?

Решение:

$\lambda_{\text{max}} = hc/A = (6,63 \cdot 10^{-34} \cdot 3 \cdot 10^8) / (2,0 \cdot 1,6 \cdot 10^{-19}) = 1,989 \cdot 10^{-25} / 3,2 \cdot 10^{-19} \approx 6,22 \cdot 10^{-7} \text{ м} = 622 \text{ нм}.$

$600 \text{ нм} < 622 \text{ нм} \rightarrow$ фотоэффект будет. Датчик работает.

Физический смысл: Уравнение Эйнштейна для фотоэффекта определяет выбор материала катода для конкретного диапазона длин волн.

Сводная таблица привязки задач

№	Класс	Раздел физики	Предприятие	Физическая суть
1	10	Молекулярная физика	Уралхим	Уравнение Менделеева–Клапейрона
2	10	Термодинамика	Уралхим	Тепловой эффект реакции, мощность
3	10	Термодинамика	Уралхим	Цикл Карно, КПД турбины
4	10	Фазовые переходы	Уралкалий / Еврохим	Кристаллизация KCl
5	10	Электродинамика	Уралхим	Электролиз,

№	Класс	Раздел физики	Предприятие	Физическая суть
				закон Фарадея
6	10	Электродинамика	Уралкалий	Асинхронный двигатель
7	10	Электродинамика	Уралхим	Потери в кабельной линии
8	11	Электродинамика	Уралхим	Индукционный нагрев, токи Фуко
9	11	Переменный ток	Уралкалий	Действующее значение, частота
10	11	Трансформатор	Уралхим	Коэффициент трансформации
11	11	Колебания	Уралкалий	Вибрационная диагностика
12	11	Волны	Уралхим	Ультразвуковая дефектоскопия
13	11	Акустика	Обогатительная фабрика	Звукоизоляция, уровень шума
14	11	Электромагнитные волны	Уралкалий	Радиоканал диспетчеризации
15	11	Квантовая физика	Уралкалий	Радиоактивность ^{40}K
16	11	Квантовая физика	Уралхим	Фотоэффект, красная граница

Методическая ценность подборки: Задачи 10–11 классов требуют более сложного математического аппарата (уравнение Менделеева–Клапейрона,

законы электролиза, цикл Карно, уравнение фотоэффекта), но при этом опираются на реальные параметры производств Пермского края. Учащиеся видят, что физика углублённого уровня — это не абстракция, а рабочий инструмент инженера на Уралкалии, Еврохиме и Уралхиме.