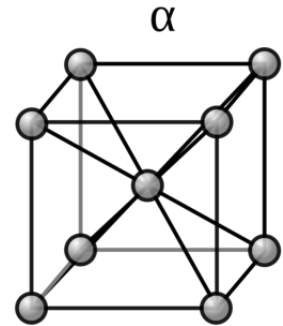




Задания, ответы и критерии оценивания

Задача 1 (20 баллов)

Методами рентгеноструктурного анализа изучают металлы, сплавы, минералы и т.д. Было определено, что α -модификация железа имеет объемно-центрированную кубическую решетку, представленную на рисунке. Расстояние между ближайшими узлами решетки равно $d=2,86$ А. Атомная масса железа 55,8. Плотность железа $7,9$ г/см³. Рассчитайте значение числа Авогадро. Для решения задачи сначала определите сколько атомов железа принадлежит одной элементарной ячейке α -железа по рисунку. При выведении формулы расчета не забудьте, что объем атома железа в кристаллической решетке можно выразить через объем элементарной ячейки.



*Число Авогадро является константой, известной физической величиной, численно равной количеству частиц (атомов, молекул, ионов) в 1 моле вещества.

Решение: определим, сколько атомов железа принадлежит одной элементарной ячейке α -железа. Из рисунка видно, что элементарная ячейка α -железа содержит в центре ячейки один атом, который принадлежит ей одной, а также восемь атомов железа в узлах кристаллической решетки. Но каждый из этих атомов принадлежит еще восьми соседним элементарным ячейкам. Поэтому общее число атомов, принадлежащих только одной элементарной ячейке α -железа, будет равно: $1(\text{атом в центре ячейки}) + 8 \cdot 1/8$ (атомы в узлах ячейки) = 2. Итак, в среднем на одну элементарную ячейку α -железа приходится не девять, а всего два атома железа. Один атом железа в кристаллической решетке занимает объем $V=M/\rho \cdot N_0$. С другой стороны, объем элементарной ячейки равен $V=a^3$. Получаем $N_0 = 2 \cdot M/d^3 \cdot \rho = 2 \cdot 55,8 / (2,86 \cdot 10^{-8})^3 \cdot 7,9 = 6,04 \cdot 10^{23}$.

Задача 2 (20 баллов)

Рассчитайте массу железной руды, содержащей 72% красного железняка, которого потребуется для производства деталей из стали. Масса стальных деталей 7 кг. Сталь содержит 98% чистого железа. Выход продуктов по реакции восстановления железа оксидом углерода (II) составляет 78% (напишите уравнение реакции).

Решение:

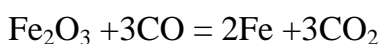
1) Определим количество чистого железа в 7 кг стали:

$$7 \text{ кг} = 7000 \text{ г}, m(\text{Fe}) = 7000 \cdot 98\% / 100\% = 6860 \text{ г}$$

$$m_{\text{теор}}(\text{Fe}) = 6860 \cdot 100\% / 72\% = 9528 \text{ г}$$

$$n = m/M, n(\text{Fe}) = 6860 \text{ г} / 56 \text{ г/моль} = 122,5 \text{ моль}$$

2) Запишем уравнение реакции восстановления железа из руды действием оксида углерода (II):



$$n(\text{Fe}_2\text{O}_3) = n(\text{Fe})/2 = 170,14 \text{ моль} / 2 = 85,07 \text{ моль}$$

$$3) m = n * M, \quad M(\text{Fe}_2\text{O}_3) = 56 * 2 + 16 * 3 = 160 \text{ г/моль}, \quad m(\text{Fe}_2\text{O}_3) = 85,07 \text{ моль} * 160 \text{ г/моль} = 13611 \text{ г}$$

4) Вычислим массу железной руды

$$m(\text{руды}) = 13611 \text{ г} * 100\% / 78\% = 17450 \text{ г} = \mathbf{17 \text{ кг } 450 \text{ г}}$$

Ответ: 17 кг 450 г

Задача 3 (20 баллов)

В металлургической промышленности при производстве нержавеющей стали часто используют феррохром – сплав железа с хромом. Сплав получают при восстановлении хромистого железняка ($\text{Fe}(\text{CrO}_2)_2$) углем. Рассчитайте массовую долю железа и хрома в сплаве, учитывая, что сплав содержит 10 % других примесей (углерод, кремний, сера, фосфор), а соединения железа и хрома, входящие в состав руды, восстанавливаются полностью.

Решение:

1 Найдем суммарную массовую долю железа и хрома $1 - 0,1 = 0,9$

2. Массовая доля каждого металла

$$w(\text{Fe}) = \frac{Ar(\text{Fe})}{Ar(\text{Fe}) + 2M(\text{Cr})} * w(\text{сумм}) = \frac{56}{56 + 104} * 0,9 = 0,315 = 31,5\%$$

$$w(\text{Cr}) = \frac{Ar(\text{Cr})}{Ar(\text{Fe}) + 2M(\text{Cr})} * w(\text{сумм}) = \frac{104}{56 + 104} * 0,9 = 0,585 = 58,5\%$$

Задача 4 (20 баллов)

В строительстве используют разные конструкционные материалы: бетон, газобетон, железобетон, кирпич. Как вы считаете, какой из материалов предпочтительнее использовать: бетон с пределом прочности при сжатии 32 МПа и плотностью 2600 кг/м³ или газобетон с пределом прочности при сжатии 9,5 МПа и средней плотностью 0,7 г/см³ ?

Решение:

$$: K.K.K. = \frac{R^{ст}}{R^{сж}}, \quad \text{а относительную плотность} - d = \frac{\rho_m}{\rho_{H_2O}}$$

Относительная плотность тяжелого бетона $d = 2600/1000 = 2,6$ $K.K.K. = 32/2,6 = \mathbf{12,3}$ МПа.

Относительная плотность газобетона $d = 700/1000 = 0,7$ $K.K.K. = 9,5/0,7 = \mathbf{13,57}$ МПа

Ответ: Предпочтительнее использовать газобетон.

Задача 5 (20 баллов)

Помимо перечисленных выше материалов, также существуют предварительно напряженные железобетонные конструкции. Опишите методику получения такого материала. Приведите формулу с помощью которой можно определить длину получившейся железобетонной балки (используя закон Гука). Как вы считаете, какой материал лучше: напряженный железобетон или простой железобетон. Укажите преимущества выбранного материала.

Вариант ответа:

Изготовление такой конструкции происходит следующим образом. Стальной стержень длиной l_1 растягивают до длины l_2 , после заливают жидким бетоном. После затвердения бетона стержень освобождают от растягивающего усилия.

Закон Гука — утверждение, согласно которому деформация, возникающая в упругом теле (пружине, стержне, консоли, балке и т. д.), прямо пропорциональна силе упругости, возникающей в этом теле.

При расчёте прямых стержней применяют запись закона Гука:

$$F = ES\Delta l / L,$$

где F - сила, которая растягивает стержень, E – модуль упругости первого рода, S – площадь поперечного сечения стержня, L – длина стержня, Δl – удлинение стержня (длина на которую растянулся стержень).

Преимущество предварительно напряженного железобетона состоит в том, что бетонное основание испытывает деформацию растяжения. Поскольку прочность бетона при сжатии значительно больше его прочности при растяжении, существенно уменьшается вероятность образования трещин в бетонном основании.

Для успешного решения задач воспользуйтесь справочным материалом – таблицей Д.И. Менделеева

		ПЕРИОДИЧЕСКАЯ СИСТЕМА ЭЛЕМЕНТОВ Д. И. МЕНДЕЛЕЕВА										VII (H)	VIII				
		II		III		IV		V		VI		атомный номер		обозначение элемента		4,00	
1	1	H ¹ водород												12,01		C ⁶ углерод	He ² гелий
2	2	Li ³ литий	Be ⁴ бериллий	B ⁵ бор	C ⁶ углерод	N ⁷ азот	O ⁸ кислород	F ⁹ фтор	Ne ¹⁰ неон			35,45		Cl ¹⁷ хлор	39,95		Ar ¹⁸ аргон
3	3	Na ¹¹ натрий	Mg ¹² магний	Al ¹³ алюминий	Si ¹⁴ кремний	P ¹⁵ фосфор	S ¹⁶ сера	Cl ¹⁷ хлор	Ar ¹⁸ аргон			54,94		Mn ²⁵ марганец	58,93		Ni ²⁸ никель
4	4	K ¹⁹ калий	Ca ²⁰ кальций	Sc ²¹ скандий	Ti ²² титан	V ²³ ванадий	Cr ²⁴ хром	Mn ²⁵ марганец	Fe ²⁶ железо	Co ²⁷ кобальт	Ni ²⁸ никель			83,80		Kr ³⁶ криптон	
5	5	Rb ³⁷ рубидий	Sr ³⁸ стронций	Y ³⁹ иттрий	Zr ⁴⁰ цирконий	Nb ⁴¹ ниобий	Mo ⁴² молибден	Tc ⁴³ технеций	Ru ⁴⁴ рутений	Rh ⁴⁵ родий	Pd ⁴⁶ палладий			126,90		I ⁵³ йод	
6	6	Cs ⁵⁵ цезий	Ba ⁵⁶ барий	La ⁵⁷ лантан	Hf ⁷² гафний	Ta ⁷³ тантал	W ⁷⁴ вольфрам	Re ⁷⁵ рений	Os ⁷⁶ осмий	Ir ⁷⁷ иридий	Pt ⁷⁸ платина			196,97		Au ⁷⁹ золото	
7	7	Fr ⁸⁷ франций	Ra ⁸⁸ радий	Ac ⁸⁹ актиний	Rf ¹⁰⁴ резерфордий	Db ¹⁰⁵ дубний	Sg ¹⁰⁶ сиборгий	Bh ¹⁰⁷ борий	Hs ¹⁰⁸ хассий	Mt ¹⁰⁹ мейтнерий	Ds ¹¹⁰ дармштадтий			208,98		Pb ⁸² свинец	
8	8	Cs ⁵⁵ цезий	Ba ⁵⁶ барий	La ⁵⁷ лантан	Hf ⁷² гафний	Ta ⁷³ тантал	W ⁷⁴ вольфрам	Re ⁷⁵ рений	Os ⁷⁶ осмий	Ir ⁷⁷ иридий	Pt ⁷⁸ платина			196,97		Au ⁷⁹ золото	
9	9	Fr ⁸⁷ франций	Ra ⁸⁸ радий	Ac ⁸⁹ актиний	Rf ¹⁰⁴ резерфордий	Db ¹⁰⁵ дубний	Sg ¹⁰⁶ сиборгий	Bh ¹⁰⁷ борий	Hs ¹⁰⁸ хассий	Mt ¹⁰⁹ мейтнерий	Ds ¹¹⁰ дармштадтий			208,98		Pb ⁸² свинец	
10	10	Fr ⁸⁷ франций	Ra ⁸⁸ радий	Ac ⁸⁹ актиний	Rf ¹⁰⁴ резерфордий	Db ¹⁰⁵ дубний	Sg ¹⁰⁶ сиборгий	Bh ¹⁰⁷ борий	Hs ¹⁰⁸ хассий	Mt ¹⁰⁹ мейтнерий	Ds ¹¹⁰ дармштадтий			208,98		Pb ⁸² свинец	

* ЛАНТАНОИДЫ										
58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68
Ce церий	Pr празеодим	Nd неодим	Pm прометий	Sm самарий	Eu европий	Gd гадолиний	Tb тербий	Dy диспрозий	Ho гольмий	Er эрбий
69	70	71								
Tm тулий	Yb иттербий	Lu лютеций								

** АКТИНОИДЫ										
90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100
Th торий	Pa протоактиний	U уран	Np нептуний	Pu плутоний	Am амерций	Cm кюрий	Bk берклий	Cf калифорний	Es эйнштейний	Fm фермий
101	102	103								
Md менделевий	(No) нобелий	(Lr) лоуренсий								