



Задания, ответы и критерии оценивания

Задача 1 (20 баллов)

Мрамор является горной породой, состоящей из кальцита CaCO_3 с примесями других минералов. Мрамор широко используют в строительстве. Из породы мрамора массой 197 г выделилось 73 г кальция. Определите массу и массовую долю кальцита CaCO_3 в исследуемом мраморе.

Решение:

1) $M(\text{CaCO}_3) = 40 + 12 + 16 \cdot 3 = 100$ г/моль

2) Для 1 моль кальцита составим пропорцию

100 г CaCO_3 - 40 г Ca

X г CaCO_3 - 73 г Ca

$X = m(\text{CaCO}_3) = 100 \cdot 73 / 40 = 182,5$ г.

3) Рассчитаем массовую долю кальцита в образце мрамора

$w(\text{CaCO}_3) = m(\text{CaCO}_3) \cdot 100\% / m \text{ мрамора} = 182,5 \cdot 100 / 197 = 92,6\%$

Ответ: масса кальцита CaCO_3 182,5 г, массовая доля кальцита CaCO_3 92,6 %

Задача 2 (20 баллов)

Пределом прочности при сжатии материала называют напряжение, соответствующее сжимающей нагрузке, при которой происходит разрушение материала. При сжатии сухого кальцита предел прочности образца составляет 38 МПа, а предел прочности при сжатии водонасыщенного образца равен 230 кгс/см². Определите коэффициент размягчения кальцита, относится ли данный материал к водостойкому. Материал считается водостойким если коэффициент размягчения больше 0,75.

Решение: При проверке учитывается перевод кгс/см² в МПа или наоборот.

Коэффициент размягчения: $K_p = R_{\text{вл}} / R_{\text{сух}} = 23 / 38 = 0,60$

Ответ: Материал не водостойкий, т.к. $K_p < 0,75$

Задача 3 (20 баллов)

В ювелирном производстве используют различные минералы. Корунд как минеральный вид имеет такие разновидности: рубин и сапфир. Определите массу и количество корунда (Al_2O_3 с примесью Cr) в молях, необходимую для изготовления рубиновой подвески, не учитывая примесь. Известно, что объем камня равен 125 мм³, а его плотность в 3,9 раза больше, плотности воды.

Решение:

1) Вычислим плотность корунда, зная, что плотность воды 1 г/см³.

$\rho(\text{Al}_2\text{O}_3) = 1 \cdot 3,9 = 3,9$ г/см³.

2) Масса камня $m=V \cdot \rho = 0,125 \cdot 3,9 = 0,487$ г

3) $M(\text{Al}_2\text{O}_3) = 2 \cdot 27 + 3 \cdot 16 = 102$ г/моль

3) Определим количество корунда

$n(\text{Al}_2\text{O}_3) = m/M = 0,487/102 = 0,0048$ моль

Ответ: масса корунда 0,487 г, количество 0,0048 моль

Задача 4 (20 баллов)

Ювелирные украшения не всегда создают из драгоценных камней. Иногда под видом драгоценного камня выступает искусственная подделка. Например, горный хрусталь, часто применяется на рынке подделок. Определите массу (в граммах и карат, 1 карат равен примерно 0,2 г) самого большого поддельного «алмаза» из хрустала $\text{PbO} \cdot \text{K}_2\text{O} \cdot 6\text{SiO}_2$, который содержит 0,58 моль этого вещества, и сколько атомов углерода мог бы содержать настоящий алмаз той же массы?

Решение:

1) $M(\text{PbO} \cdot \text{K}_2\text{O} \cdot 6\text{SiO}_2) = 207 + 16 + 2 \cdot 39 + 16 + 6(28 + 16 \cdot 2) = 677$ г/моль

2) Рассчитаем массу поддельного «алмаза» $m = n \cdot M$, $m(\text{PbO} \cdot \text{K}_2\text{O} \cdot 6\text{SiO}_2) = 0,58$ моль $\cdot 677$ г/моль = 392,66 г = 1963,3 карат.

3) Найдем количество вещества в настоящем алмазе той же массы

$n(\text{C}) = m/M = 392,66 \text{ г} / 12 \text{ г/моль} = 32,72$ моль

4) Определим число атомов углерода в настоящем алмазе $N(\text{C}) = n \cdot N_A = 32,72$ моль $\cdot 6,02 \cdot 10^{23}$ моль⁻¹ = $1,97 \cdot 10^{25}$ атомов

Ответ: масса поддельного алмаза 392,66 г, или 1963,3 карат. Настоящий алмаз той же массы содержал бы $1,97 \cdot 10^{25}$ атомов углерода.

Задача 5 (20 баллов)

Предложите способы, как можно отличить настоящий алмаз от подделки горного хрустала? Насколько приведённые вами способы можно считать надёжными? Подумайте, какие камни имитируют чаще всего.

Решение: *Комментарий:* В решении приведен один из вариантов ответа (ответ может отличаться). Проверяющий оценивает логику рассуждений школьника. Правильность решения оценивается на усмотрение проверяющего.

Вариант ответа: Определение подлинности бриллиантов в магазине: если у вас нет возможности сделать тщательную проверку бриллианта в домашних условиях, при покупке в магазине нужно соблюдать несколько простых правил:

1) Воспользуйтесь ярким светом. Любой камень нужно поднести к окну или к источнику искусственного освещения. Настоящий дорогой и качественный алмаз никогда не пропускает лучи света. Если вы будете смотреть сквозь бриллиант, вместо ярких солнечных лучей сможете увидеть только крохотную светящуюся точку.

2) Обязательно возьмите увеличительное стекло. Несмотря на то, что обычная лупа – это простейший оптический прибор, она поможет детально рассмотреть внутреннюю структуру камня. Если вы посмотрите на драгоценный камень, то обнаружите, что внутри натурального украшения находятся вкрапления, спайные области и другие визуальные артефакты.

3) Подержите камень в руках. Люди, которые знают, как отличить бриллиант от других камней, всегда берут их в руку на пару минут. Дело в том, что бриллианты никогда не принимают температуру человеческого тела. Они продолжают всегда оставаться холодными. Помимо этого, теплопроводность можно проверить с помощью дыхания. Просто подышите на камень. Настоящий бриллиант не запотеет, как бы вы ни старались.

4) Изучите коэффициент преломления. Для этого нам снова потребуется обычная лупа. Возьмите газету или книгу и попробуйте прочитать буквы прямо сквозь камень. Если в ваших руках драгоценный камень, то его алмазные грани, которые имеют достаточно высокий коэффициент преломления, не позволят даже взглянуть в текст, в отличие от других материалов.

5) Проверить сертификат качества. В том случае, когда у вас появляются какие-либо сомнения в подлинности ювелирного изделия, продавец обязан вам предоставить для ознакомления данный документ.

Комментарий для проверяющих: Способ решение задач может отличаться от представленных выше, при проверке работ учитывается правильность решения задач и логика расчетов. Если общий смысл решения задачи логичен и верен и совпадает с ответом, то решение считается верным.

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

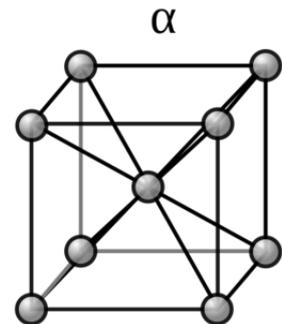
| ПЕРИОДИЧЕСКАЯ СИСТЕМА ЭЛЕМЕНТОВ Д. И. МЕНДЕЛЕЕВА | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|------------------------------|--|--|-------------------------|--|--|---|---|--|--|--|---|--|--|--|--|----|--|---|---|---|
| | | | | | | | | | | VII (H) | | VIII | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | атомный номер | | обозначение элемента | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | 12,01 | | 6 C | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | УГЛЕРОД | | относительная атомная масса | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | s-элементы | | d-элементы | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | p-элементы | | f-элементы | | | | | | | | | |
| 1 | 1 | H ¹ ВОДОРОД 1,01 | | | | | | | | | | | | | | | | | | 2 | He ² ГЕЛИЙ 4,00 |
| 2 | 2 | Li ³ ЛИТИЙ 6,94 | Be ⁴ БЕРИЛЛИЙ 9,01 | 10,81 | B ⁵ БОР 10,81 | C ⁶ УГЛЕРОД 12,01 | 14,01 | N ⁷ АЗОТ 14,01 | 16,00 | O ⁸ КИСЛОРОД 16,00 | 19,00 | F ⁹ ФТОР 19,00 | | | | | 10 | Ne ¹⁰ НЕОН 20,18 | | | |
| 3 | 3 | Na ¹¹ НАТРИЙ 22,99 | Mg ¹² МАГНИЙ 24,31 | 26,98 | Al ¹³ АЛЮМИНИЙ 26,98 | 28,09 | Si ¹⁴ КРЕМНИЙ 28,09 | 30,97 | P ¹⁵ ФОСФОР 30,97 | 32,06 | S ¹⁶ СЕРА 32,06 | 35,45 | Cl ¹⁷ ХЛОР 35,45 | | | | | 18 | Ar ¹⁸ АРГОН 39,95 | | |
| 4 | 4 | K ¹⁹ КАЛИЙ 39,10 | Ca ²⁰ КАЛЬЦИЙ 40,08 | | Sc ²¹ СКАНДИЙ 44,96 | Ti ²² ТИТАН 47,90 | V ²³ ВАНАДИЙ 50,94 | Cr ²⁴ ХРОМ 52,00 | Mn ²⁵ МАРГАНЕЦ 54,94 | Fe ²⁶ ЖЕЛЕЗО 55,85 | Co ²⁷ КОБАЛЬТ 58,93 | Ni ²⁸ НИКЕЛЬ 58,70 | | | | | | 28 | Ni ²⁸ НИКЕЛЬ 58,70 | | |
| 5 | 5 | Cu ²⁹ МЕДЬ 63,55 | Zn ³⁰ ЦИНК 65,38 | | Ga ³¹ ГАЛЛИЙ 69,72 | Ge ³² ГЕРМАНИЙ 72,59 | As ³³ МЫШЬЯК 74,92 | Se ³⁴ СЕЛЕН 78,96 | Br ³⁵ БРОМ 79,90 | | | | | | | | | 36 | Kr ³⁶ КРИПТОН 83,80 | | |
| 6 | 6 | Rb ³⁷ РУБИДИЙ 85,47 | Sr ³⁸ СТРОНЦИЙ 87,62 | | Y ³⁹ ИТТРИЙ 88,91 | Zr ⁴⁰ ЦИРКОНИЙ 91,22 | Nb ⁴¹ НИОБИЙ 92,91 | Mo ⁴² МОЛИБДЕН 95,94 | Tc ⁴³ ТЕХНЕЦИЙ 98,91 | Ru ⁴⁴ РУТЕНИЙ 101,07 | Rh ⁴⁵ РОДИЙ 102,91 | Pd ⁴⁶ ПАЛЛАДИЙ 106,42 | | | | | | 46 | Pd ⁴⁶ ПАЛЛАДИЙ 106,42 | | |
| 7 | 7 | Ag ⁴⁷ СЕРЕБРО 107,87 | Cd ⁴⁸ КАДМИЙ 112,41 | | In ⁴⁹ ИНДИЙ 114,82 | Sn ⁵⁰ ОЛОВО 118,69 | Sb ⁵¹ СУРЬМА 121,75 | Te ⁵² ТЕЛЛУР 127,60 | I ⁵³ ИОД 126,90 | | | | | | | | | 54 | Xe ⁵⁴ КСЕНОН 131,30 | | |
| 8 | 8 | Cs ⁵⁵ ЦЕЗИЙ 132,91 | Ba ⁵⁶ БАРИЙ 137,33 | | La ⁵⁷ ЛАНТАН 138,91 | Hf ⁷² ГАФНИЙ 178,49 | Ta ⁷³ ТАНТАЛ 180,95 | W ⁷⁴ ВОЛЬФРАМ 183,85 | Re ⁷⁵ РЕНИЙ 186,21 | Os ⁷⁶ ОСМИЙ 190,20 | Ir ⁷⁷ ИРИДИЙ 192,22 | Pt ⁷⁸ ПЛАТИНА 195,09 | | | | | | 78 | Pt ⁷⁸ ПЛАТИНА 195,09 | | |
| 9 | 9 | Au ⁷⁹ ЗОЛОТО 196,97 | Hg ⁸⁰ РУТУТЬ 200,59 | | Tl ⁸¹ ТАЛЛИЙ 204,37 | Pb ⁸² СВИНЕЦ 207,20 | Bi ⁸³ ВИСМУТ 208,98 | Po ⁸⁴ ПОЛОНИЙ [209] | At ⁸⁵ АСТАТ [210] | | | | | | | | | 86 | Rn ⁸⁶ РАДОН [222] | | |
| 7 | 10 | Fr ⁸⁷ ФРАНЦИЙ [223] | Ra ⁸⁸ РАДИЙ 226,03 | | Ac ⁸⁹ АКТИНИЙ [227] | Rf ¹⁰⁴ РЕЗЕРФОРДИЙ [261] | Db ¹⁰⁵ ДУБНИЙ [261] | Sg ¹⁰⁶ СИБОРГИЙ [263] | Bh ¹⁰⁷ БОРИЙ [262] | Hs ¹⁰⁸ ХАССИЙ [265] | Mt ¹⁰⁹ МЕЙТНЕРИЙ [266] | Ds ¹¹⁰ ДАРМШТАДИЙ [271] | | | | | | 110 | Ds ¹¹⁰ ДАРМШТАДИЙ [271] | | |
| * ЛАНТАНОИДЫ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 58 | 59 | 60 | 61 | 62 | 63 | 64 | 65 | 66 | 67 | 68 | 69 | 70 | 71 | | | | | | | | |
| Ce ЦЕРИЙ 140,12 | Pr ПРАЗЕОДИМ 140,91 | Nd НЕОДИМ 144,24 | Pm ПРОМЕТИЙ [145] | Sm САМАРИЙ 150,40 | Eu ЕВРОПИЙ 151,96 | Gd ГАДОЛИНИЙ 157,25 | Tb ТЕРБИЙ 158,93 | Dy ДИСПРОЗИЙ 162,50 | Ho ГОЛЬМИЙ 164,93 | Er ЭРБИЙ 167,26 | Tm ТУЛИЙ 168,93 | Yb ИТТЕРБИЙ 173,04 | Lu ЛУТЕЦИЙ 174,97 | | | | | | | | |
| ** АКТИНОИДЫ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 90 | 91 | 92 | 93 | 94 | 95 | 96 | 97 | 98 | 99 | 100 | 101 | 102 | 103 | | | | | | | | |
| Th ТОРИЙ 232,04 | Pa ПРОТОАКТИНИЙ 231,04 | U УРАН 238,03 | Np НЕПТУНИЙ 237,05 | Pu ПЛУТОНИЙ [244] | Am АМЕРИЦИЙ [243] | Cm КЮРИЙ [247] | Bk БЕРКЛИЙ [247] | Cf КАЛИФОРНИЙ [251] | Es ЭЙНШТЕЙНИЙ [254] | Fm ФЕРМИЙ [257] | Md МЕНДЕЛЕВИЙ [258] | (No) НОБЕЛИЙ [255] | (Lr) ЛОУРЕНСИЙ [256] | | | | | | | | |



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:

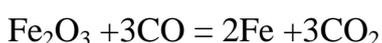
1) Определим количество чистого железа в 7 кг стали:

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

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

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

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



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

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

4) Вычислим массу железной руды

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

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

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

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

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:

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

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.

Решение: Комментарий: В решении приведен один из вариантов ответа (ответ может отличаться). Проверяющий оценивает логику рассуждений школьника. Правильность решения оценивается на усмотрение проверяющего.

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.

Комментарий для проверяющих: Способ решение задач может отличаться от представленных выше, при проверке работ учитывается правильность решения задач и логика расчетов. Если общий смысл решения задачи логичен и верен и совпадает с ответом, то решение считается верным.

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

| ПЕРИОДИЧЕСКАЯ СИСТЕМА ЭЛЕМЕНТОВ Д. И. МЕНДЕЛЕЕВА | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|----|--|--|---|--|--|---|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|------|---|---|
| I | | | | | | | | | | VII (H) | | | | | | | | VIII | | |
| II | | | | | | | | | | III | | | | | | | | IV | | |
| V | | | | | | | | | | VI | | | | | | | | VII | | |
| 1 | 1 | H ¹ ВОДОРОД 1,01 | | | | | | | | | | | | | | | | | 2 | He ² ГЕЛИЙ 4,00 |
| 2 | 2 | Li ³ ЛИТИЙ 6,94 | Be ⁴ БЕРИЛЛИЙ 9,01 | 10,81 | B ⁵ БОР 12,01 | C ⁶ УГЛЕРОД 14,01 | N ⁷ АЗОТ 14,01 | O ⁸ КИСЛОРОД 16,00 | F ⁹ ФТОР 19,00 | | | | | | | | | 10 | Ne ¹⁰ НЕОН 20,18 | |
| 3 | 3 | Na ¹¹ НАТРИЙ 22,99 | Mg ¹² МАГНИЙ 24,31 | 26,98 | Al ¹³ АЛЮМИНИЙ 27,98 | Si ¹⁴ КРЕМНИЙ 28,09 | P ¹⁵ ФОСФОР 30,97 | S ¹⁶ СЕРА 32,06 | Cl ¹⁷ ХЛОР 35,45 | | | | | | | | | 18 | Ar ¹⁸ АРГОН 39,95 | |
| 4 | 4 | K ¹⁹ КАЛИЙ 39,10 | Ca ²⁰ КАЛЬЦИЙ 40,08 | Sc ²¹ СКАНДИЙ 44,96 | Ti ²² ТИТАН 47,90 | V ²³ ВАНАДИЙ 50,94 | Cr ²⁴ ХРОМ 52,00 | Mn ²⁵ МАРГАНЕЦ 54,94 | Fe ²⁶ ЖЕЛЕЗО 55,85 | Co ²⁷ КОБАЛЬТ 58,93 | | | | | | | | | 28 | Ni ²⁸ НИКЕЛЬ 58,70 |
| 5 | 5 | Cu ²⁹ МЕДЬ 63,55 | Zn ³⁰ ЦИНК 65,38 | 69,72 | Ga ³¹ ГАЛЛИЙ 72,59 | Ge ³² ГЕРМАНИЙ 74,92 | As ³³ МЫШЬЯК 74,92 | Se ³⁴ СЕЛЕН 78,96 | Br ³⁵ БРОМ 79,90 | | | | | | | | | 36 | Kr ³⁶ КРИПТОН 83,80 | |
| 6 | 6 | Rb ³⁷ РУБИДИЙ 85,47 | Sr ³⁸ СТРОНЦИЙ 87,62 | Y ³⁹ ИТТРИЙ 88,91 | Zr ⁴⁰ ЦИРКОНИЙ 91,22 | Nb ⁴¹ НИОБИЙ 92,91 | Mo ⁴² МОЛИБДЕН 95,94 | Tc ⁴³ ТЕХНЕЦИЙ 98,91 | Ru ⁴⁴ РУТЕНИЙ 101,07 | Rh ⁴⁵ РОДИЙ 102,91 | | | | | | | | | 46 | Pd ⁴⁶ ПАЛЛАДИЙ 106,42 |
| 7 | 7 | Ag ⁴⁷ СЕРЕБРО 107,87 | Cd ⁴⁸ КАДМИЙ 112,41 | 114,82 | In ⁴⁹ ИНДИЙ 114,82 | Sn ⁵⁰ ОЛОВО 118,69 | Sb ⁵¹ СУРЬМА 121,75 | Te ⁵² ТЕЛЛУР 127,60 | I ⁵³ ИОД 126,90 | | | | | | | | | 54 | Xe ⁵⁴ КСЕНОН 131,30 | |
| 8 | 8 | Cs ⁵⁵ ЦЕЗИЙ 132,91 | Ba ⁵⁶ БАРИЙ 137,33 | La ⁵⁷ ЛАНТАН 138,91 | Hf ⁷² ГАФНИЙ 178,49 | Ta ⁷³ ТАНТАЛ 180,95 | W ⁷⁴ ВОЛЬФРАМ 183,85 | Re ⁷⁵ РЕНИЙ 186,21 | Os ⁷⁶ ОСМИЙ 190,20 | Ir ⁷⁷ ИРИДИЙ 192,22 | | | | | | | | | 78 | Pt ⁷⁸ ПЛАТИНА 195,09 |
| 9 | 9 | Au ⁷⁹ ЗОЛОТО 196,97 | Hg ⁸⁰ РУТЬ 200,59 | 204,37 | Tl ⁸¹ ТАЛЛИЙ 204,37 | Pb ⁸² СВИНЕЦ 208,98 | Bi ⁸³ ВИСМУТ 208,98 | Po ⁸⁴ ПОЛОНИЙ [209] | At ⁸⁵ АСТАТ [210] | | | | | | | | | 86 | Rn ⁸⁶ РАДОН [222] | |
| 7 | 10 | Fr ⁸⁷ ФРАНЦИЙ [223] | Ra ⁸⁸ РАДИЙ 226,03 | Ac ⁸⁹ АКТИНИЙ [227] | Rf ¹⁰⁴ РЕЗЕРФОРДИЙ [261] | Db ¹⁰⁵ ДУБНИЙ [261] | Sg ¹⁰⁶ СИБОРГИЙ [263] | Bh ¹⁰⁷ БОРИЙ [262] | Hs ¹⁰⁸ ХАССИЙ [265] | Mt ¹⁰⁹ МЕЙТНЕРИЙ [266] | | | | | | | | | 110 | Ds ¹¹⁰ ДАРМШТАДИЙ [271] |

| * ЛАНТАНОИДЫ | | | | | | | | | | | | | |
|-----------------------|---------------------------|------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|---------------------------|------------------------|---------------------------|-------------------------|-----------------------|-----------------------|--------------------------|-------------------------|
| 58 | 59 | 60 | 61 | 62 | 63 | 64 | 65 | 66 | 67 | 68 | 69 | 70 | 71 |
| Ce ЦЕРИЙ 140,12 | Pr ПРАЗЕОДИМ 140,91 | Nd НЕОДИМ 144,24 | Pm ПРОМЕТИЙ [145] | Sm САМАРИЙ 150,40 | Eu ЕВРОПИЙ 151,96 | Gd ГАДОЛИНИЙ 157,25 | Tb ТЕРБИЙ 158,93 | Dy ДИСПРОЗИЙ 162,50 | Ho ГОЛЬМИЙ 164,93 | Er ЭРБИЙ 167,26 | Tm ТУЛИЙ 168,93 | Yb ИТТЕРБИЙ 173,04 | Lu ЛЮТЕЦИЙ 174,97 |

| ** АКТИНОИДЫ | | | | | | | | | | | | | |
|-----------------------|------------------------------|---------------------|--------------------------|-------------------------|-------------------------|----------------------|------------------------|---------------------------|---------------------------|-----------------------|---------------------------|--------------------------|----------------------------|
| 90 | 91 | 92 | 93 | 94 | 95 | 96 | 97 | 98 | 99 | 100 | 101 | 102 | 103 |
| Th ТОРИЙ 232,04 | Pa ПРОТОАКТИНИЙ 231,04 | U УРАН 238,03 | Np НЕПТУНИЙ 237,05 | Pu ПЛУТОНИЙ [244] | Am АМЕРИЦИЙ [243] | Cm КЮРИЙ [247] | Bk БЕРКЛИЙ [247] | Cf КАЛИФОРНИЙ [251] | Es ЭЙНШТЕЙНИЙ [254] | Fm ФЕРМИЙ [257] | Md МЕНДЕЛЕВИЙ [258] | (No) НОБЕЛИЙ [255] | (Lr) ЛОУРЕНСИЙ [256] |



Задания, ответы и критерии оценивания

Технология материалов представляет собой совокупность современных знаний о способах создания, производства материалов и средствах их переработки в целях изготовления изделий различного назначения.

В экспериментальных производственных лабораториях, при изготовлении строительных материалов тестируют прочность, надёжность, износостойкость, теплопроводность и другие характеристики объектов с учётом всех специфических особенностей для безопасного и качественного использования при строительстве.

Задача 1 (20 баллов)

Для получения железа, вошедшего в состав чугунного образца, из оксида железа было израсходовано 367 МДж теплоты. Энтальпия реакции равна 411 кДж. Какова масса чугунного образца, который содержит 94 % железа? Какой длины можно изготовить рельс из чугуна, если на 1 м рельса расходуется 50 кг чугуна.

Решение:

1) Запишем уравнение реакции получения железа



Из уравнения следует, что из 1 моль оксида Fe_2O_3 образуется 2 моль Fe. Нужно составить пропорцию и определить количество и массу железа, содержащегося в образце:

На получение 2 моль Fe расходуется 411 кДж

$$x \text{ (моль } \text{Fe}_2\text{O}_3) - 367 \text{ МДж (367000 кДж), } x = 2 \text{ моль} \cdot 367000 \text{ кДж} / 411 \text{ кДж} = 1785,89 \text{ моль}$$

$$m(\text{Fe}) = n \cdot M = 1785,89 \text{ моль} \cdot 56 \text{ г/моль} = 100009,8 \text{ г} = 100 \text{ кг}$$

2) С учётом содержания железа в чугуне определим массу чугунного образца:

$$m_{\text{чугуна}} = 100 \text{ кг} \cdot 100\% / 94\% = 106,38 \text{ кг}$$

$$3) \text{ найдём длину рельса } 106,38 / 50 = 2,1 \text{ м}$$

Ответ: масса чугунного образца 106,38 кг, длина рельса 2,1 м

Задача 2 (20 баллов)

Плиту из железобетона $5 \times 5 \times 0,4$ м опустили на четыре кирпичных столба сечением 50×50 см и высотой 7 м каждый, расположенные по краям плиты. В центр железобетонной плиты поставили бункер объёмом $2,5 \text{ м}^3$, заполненный на $2/3$ объёма бетонной смесью. Масса пустого бункера – 100 кг. Рассчитайте нагрузку на каждый кирпичный столб на уровне фундамента. При расчёте принять среднюю плотность железобетона $2,5 \text{ т/м}^3$, кирпичной кладки – 1700 кг/м^3 , бетонной смеси – 2400 кг/м^3 .

Решение: рассчитываем массу конструкций и величину нагрузок.

$$\text{Масса железобетонной плиты: } m_{\text{ж/б}} = \rho_{\text{ж/б}} \cdot V = 2,5 \cdot 5 \cdot 5 \cdot 0,4 = 25 \text{ тонн}$$

$$\text{Объём бетонной смеси: } V_{\text{б.см}} = V \cdot 2 / 3 = 2,5 \cdot 2 / 3 = 1,67 \text{ м}^3$$

Масса бетонной смеси: $m_{б.см} = \rho * V = 2,4 * 1,67 = 4,00$ тонн

Масса плиты с грузом: $m = m_{ж/б} + m_{б.см} + m_б = 25 + 4,00 + 0,1 = 29,1$ тонн

Нагрузка на каждый кирпичный столб: $F = 29,1 / 4 = 7,27$ тонн

Масса кирпичного столба: $m_{ст} = 1,7 * 0,5 * 0,5 * 7 = 2,97$ тонн

Нагрузка на фундамент каждого столба: $F = 7,27 + 2,97 = 10,25$ тонн.

Ответ: нагрузку на каждый кирпичный столб на уровне фундамента **10,25 тонн.**

Задача 3 (20 баллов)

За 24 часа наружная стена из газобетона площадью $9,1 \text{ м}^2$ теряет 5650 ккал тепла. Толщина стены 0,34 м. Температура на наружной поверхности стены $-18 \text{ }^\circ\text{C}$, на внутренней $+21 \text{ }^\circ\text{C}$. Определите коэффициент теплопроводности наружной стены.

Решение: коэффициенте теплопроводности стены можно рассчитать по формуле:

$$Q = \frac{(t_1 - t_2) A \tau}{\delta} \cdot \lambda, \text{ отсюда}$$

$$\lambda = (5650 * 0,34) / (21 - (-18)) * 9,1 * 24 = 1921 / 8517,6 = 0,226 \text{ ккал}/(\text{м} * \text{ч} * \text{град}) = 0,26 \text{ Вт}/(\text{м} * \text{град})$$

$$1 \text{ ккал} / (\text{м} \cdot \text{ч} \cdot \text{град}) = 1,163 \text{ Вт} / (\text{м} \cdot \text{град})$$

Ответ: коэффициент теплопроводности наружной стены **0,226 Вт/м*град**

Задача 4 (20 баллов)

Теплоёмкость - физическая величина, относящаяся к тепловым характеристикам материалов. Медный провод длиной 10 метров нагревают электронагревательным элементом с одного края. Температура края составила $800 \text{ }^\circ\text{C}$, на расстоянии 1 метра температура конструкции $600 \text{ }^\circ\text{C}$, 2 метров - $400 \text{ }^\circ\text{C}$, 3 метров - $300 \text{ }^\circ\text{C}$, 5 метров - $200 \text{ }^\circ\text{C}$, и на другом конце конструкции температура равна $150 \text{ }^\circ\text{C}$. Спустя 60 секунд температура выровнялась и составила $200 \text{ }^\circ\text{C}$ по всей поверхности конструкции. Рассчитайте потерю тепла за указанное время? Удельная теплоёмкость меди $385 \text{ Дж}/(\text{кг} * \text{K})$, масса арматуры 7 кг.

Решение:

Пояснение для проверяющих: Для решения задачи удобнее строится график (по x см, длина медного провода, по y $^\circ\text{C}$, температура). T_i - средняя температура кусочков провода - приближенное среднее значение между двумя температурами, поэтому при расчете ответ может отличаться. В решении ответ приведен приближенно. При оценке решения задачи учитывается правильность хода решения.

1) если потерь тепла нет, то устанавливается температура $t_{общ} = 1/10(t_1 + t_2 + t_3 + t_{10})$ где t_i - средние температуры кусочков провода $t_{общ} = 1/10(700 + 500 + 350 + 250 + 190 + 180 + 150 + 150) = 247$

2) потери тепла $Q = cm(t_{общ} - t_{200}) = 385 * 7 * (247 - 200) = 126,7 \text{ кДж}$

Значение получено приближённо и может отличаться.

Задача 5 (20 баллов)

Среди тепловых характеристик материалов можно выделить температуропроводность, которая характеризует скорость изменения температуры вещества. Коэффициент

температуропроводности пропорционален отношению коэффициентов теплопроводности к теплоемкости. Существует метод сравнения температуропроводности материалов: на включенный нагревательный элемент помещают два различных материала одной цилиндрической формы, на поверхность материалов помещают парафин. Отслеживают, на каком материале начнет первым плавиться парафин. Можно ли использовать этот метод для сравнения теплопроводности веществ? Почему? Предложите свой метод оценки теплопроводности? Опишите форму образца и суть замеров. Изобразите схему процесса.

Решение: **Комментарий:** В решении приведен один из вариантов ответа (ответ может отличаться). Проверяющий оценивает логику рассуждений школьника. Правильность решения оценивается на усмотрение проверяющего.

Данный метод считать правильным нельзя. Время, за которое верхняя часть цилиндрического образца нагреется до температуры плавления парафина тем меньше, чем больше теплопроводность. Но это время зависит и от теплоемкости материала, чем больше теплоемкость, тем больше время потребуется для нагрева материала до соответствующей температуры. Значит, материал с большей теплоемкостью будет разогреваться медленнее, чем материал с небольшой теплоемкостью и меньшей теплопроводностью.

Комментарий для проверяющих: Способ решение задач может отличаться от представленных выше, при проверке работ учитывается правильность решения задач и логика расчетов. Если общий смысл решения задачи логичен и верен и совпадает с ответом, то решение считается верным.

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 | | VII | VIII | IX | X | XI | XII | | |
| | | | | | | | | | | | атомный номер | обозначение элемента | | | | | |
| 1 | 1 | I | | | | | | | | | | 9 | 6 | 4,00 | 2 | | |
| 1 | 1 | H | Li | Na | K | Rb | Cs | Fr | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 |
| 2 | 2 | He | Be | Mg | Ca | Sr | Ba | Ra | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 |
| 3 | 3 | He | B | Al | Ga | In | Tl | Ac | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 |
| 4 | 4 | He | C | Si | Ge | Sn | Pb | Rf | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 |
| 5 | 5 | He | N | P | As | Sb | Bi | Db | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 |
| 6 | 6 | He | O | S | Se | Te | Po | Sg | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 |
| 7 | 7 | He | F | Cl | Br | I | At | Bh | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 |
| 8 | 8 | He | Ne | Ar | Kr | Xe | Rn | Hs | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 | 25 |
| 9 | 9 | He | Ne | Ar | Kr | Xe | Rn | Hs | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 | 25 | 26 |
| 10 | 10 | He | Ne | Ar | Kr | Xe | Rn | Hs | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 | 25 | 26 | 27 |
| 11 | 11 | He | Ne | Ar | Kr | Xe | Rn | Hs | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 | 25 | 26 | 27 | 28 |
| 12 | 12 | He | Ne | Ar | Kr | Xe | Rn | Hs | 21 | 22 | 23 | 24 | 25 | 26 | 27 | 28 | 29 |
| 13 | 13 | He | Ne | Ar | Kr | Xe | Rn | Hs | 22 | 23 | 24 | 25 | 26 | 27 | 28 | 29 | 30 |
| 14 | 14 | He | Ne | Ar | Kr | Xe | Rn | Hs | 23 | 24 | 25 | 26 | 27 | 28 | 29 | 30 | 31 |
| 15 | 15 | He | Ne | Ar | Kr | Xe | Rn | Hs | 24 | 25 | 26 | 27 | 28 | 29 | 30 | 31 | 32 |
| 16 | 16 | He | Ne | Ar | Kr | Xe | Rn | Hs | 25 | 26 | 27 | 28 | 29 | 30 | 31 | 32 | 33 |
| 17 | 17 | He | Ne | Ar | Kr | Xe | Rn | Hs | 26 | 27 | 28 | 29 | 30 | 31 | 32 | 33 | 34 |
| 18 | 18 | He | Ne | Ar | Kr | Xe | Rn | Hs | 27 | 28 | 29 | 30 | 31 | 32 | 33 | 34 | 35 |
| 19 | 19 | He | Ne | Ar | Kr | Xe | Rn | Hs | 28 | 29 | 30 | 31 | 32 | 33 | 34 | 35 | 36 |
| 20 | 20 | He | Ne | Ar | Kr | Xe | Rn | Hs | 29 | 30 | 31 | 32 | 33 | 34 | 35 | 36 | 37 |
| 21 | 21 | He | Ne | Ar | Kr | Xe | Rn | Hs | 30 | 31 | 32 | 33 | 34 | 35 | 36 | 37 | 38 |
| 22 | 22 | He | Ne | Ar | Kr | Xe | Rn | Hs | 31 | 32 | 33 | 34 | 35 | 36 | 37 | 38 | 39 |
| 23 | 23 | He | Ne | Ar | Kr | Xe | Rn | Hs | 32 | 33 | 34 | 35 | 36 | 37 | 38 | 39 | 40 |
| 24 | 24 | He | Ne | Ar | Kr | Xe | Rn | Hs | 33 | 34 | 35 | 36 | 37 | 38 | 39 | 40 | 41 |
| 25 | 25 | He | Ne | Ar | Kr | Xe | Rn | Hs | 34 | 35 | 36 | 37 | 38 | 39 | 40 | 41 | 42 |
| 26 | 26 | He | Ne | Ar | Kr | Xe | Rn | Hs | 35 | 36 | 37 | 38 | 39 | 40 | 41 | 42 | 43 |
| 27 | 27 | He | Ne | Ar | Kr | Xe | Rn | Hs | 36 | 37 | 38 | 39 | 40 | 41 | 42 | 43 | 44 |
| 28 | 28 | He | Ne | Ar | Kr | Xe | Rn | Hs | 37 | 38 | 39 | 40 | 41 | 42 | 43 | 44 | 45 |
| 29 | 29 | He | Ne | Ar | Kr | Xe | Rn | Hs | 38 | 39 | 40 | 41 | 42 | 43 | 44 | 45 | 46 |
| 30 | 30 | He | Ne | Ar | Kr | Xe | Rn | Hs | 39 | 40 | 41 | 42 | 43 | 44 | 45 | 46 | 47 |
| 31 | 31 | He | Ne | Ar | Kr | Xe | Rn | Hs | 40 | 41 | 42 | 43 | 44 | 45 | 46 | 47 | 48 |
| 32 | 32 | He | Ne | Ar | Kr | Xe | Rn | Hs | 41 | 42 | 43 | 44 | 45 | 46 | 47 | 48 | 49 |
| 33 | 33 | He | Ne | Ar | Kr | Xe | Rn | Hs | 42 | 43 | 44 | 45 | 46 | 47 | 48 | 49 | 50 |
| 34 | 34 | He | Ne | Ar | Kr | Xe | Rn | Hs | 43 | 44 | 45 | 46 | 47 | 48 | 49 | 50 | 51 |
| 35 | 35 | He | Ne | Ar | Kr | Xe | Rn | Hs | 44 | 45 | 46 | 47 | 48 | 49 | 50 | 51 | 52 |
| 36 | 36 | He | Ne | Ar | Kr | Xe | Rn | Hs | 45 | 46 | 47 | 48 | 49 | 50 | 51 | 52 | 53 |
| 37 | 37 | He | Ne | Ar | Kr | Xe | Rn | Hs | 46 | 47 | 48 | 49 | 50 | 51 | 52 | 53 | 54 |
| 38 | 38 | He | Ne | Ar | Kr | Xe | Rn | Hs | 47 | 48 | 49 | 50 | 51 | 52 | 53 | 54 | 55 |
| 39 | 39 | He | Ne | Ar | Kr | Xe | Rn | Hs | 48 | 49 | 50 | 51 | 52 | 53 | 54 | 55 | 56 |
| 40 | 40 | He | Ne | Ar | Kr | Xe | Rn | Hs | 49 | 50 | 51 | 52 | 53 | 54 | 55 | 56 | 57 |
| 41 | 41 | He | Ne | Ar | Kr | Xe | Rn | Hs | 50 | 51 | 52 | 53 | 54 | 55 | 56 | 57 | 58 |
| 42 | 42 | He | Ne | Ar | Kr | Xe | Rn | Hs | 51 | 52 | 53 | 54 | 55 | 56 | 57 | 58 | 59 |
| 43 | 43 | He | Ne | Ar | Kr | Xe | Rn | Hs | 52 | 53 | 54 | 55 | 56 | 57 | 58 | 59 | 60 |
| 44 | 44 | He | Ne | Ar | Kr | Xe | Rn | Hs | 53 | 54 | 55 | 56 | 57 | 58 | 59 | 60 | 61 |
| 45 | 45 | He | Ne | Ar | Kr | Xe | Rn | Hs | 54 | 55 | 56 | 57 | 58 | 59 | 60 | 61 | 62 |
| 46 | 46 | He | Ne | Ar | Kr | Xe | Rn | Hs | 55 | 56 | 57 | 58 | 59 | 60 | 61 | 62 | 63 |
| 47 | 47 | He | Ne | Ar | Kr | Xe | Rn | Hs | 56 | 57 | 58 | 59 | 60 | 61 | 62 | 63 | 64 |
| 48 | 48 | He | Ne | Ar | Kr | Xe | Rn | Hs | 57 | 58 | 59 | 60 | 61 | 62 | 63 | 64 | 65 |
| 49 | 49 | He | Ne | Ar | Kr | Xe | Rn | Hs | 58 | 59 | 60 | 61 | 62 | 63 | 64 | 65 | 66 |
| 50 | 50 | He | Ne | Ar | Kr | Xe | Rn | Hs | 59 | 60 | 61 | 62 | 63 | 64 | 65 | 66 | 67 |
| 51 | 51 | He | Ne | Ar | Kr | Xe | Rn | Hs | 60 | 61 | 62 | 63 | 64 | 65 | 66 | 67 | 68 |
| 52 | 52 | He | Ne | Ar | Kr | Xe | Rn | Hs | 61 | 62 | 63 | 64 | 65 | 66 | 67 | 68 | 69 |
| 53 | 53 | He | Ne | Ar | Kr | Xe | Rn | Hs | 62 | 63 | 64 | 65 | 66 | 67 | 68 | 69 | 70 |
| 54 | 54 | He | Ne | Ar | Kr | Xe | Rn | Hs | 63 | 64 | 65 | 66 | 67 | 68 | 69 | 70 | 71 |
| 55 | 55 | He | Ne | Ar | Kr | Xe | Rn | Hs | 64 | 65 | 66 | 67 | 68 | 69 | 70 | 71 | 72 |
| 56 | 56 | He | Ne | Ar | Kr | Xe | Rn | Hs | 65 | 66 | 67 | 68 | 69 | 70 | 71 | 72 | 73 |
| 57 | 57 | He | Ne | Ar | Kr | Xe | Rn | Hs | 66 | 67 | 68 | 69 | 70 | 71 | 72 | 73 | 74 |
| 58 | 58 | He | Ne | Ar | Kr | Xe | Rn | Hs | 67 | 68 | 69 | 70 | 71 | 72 | 73 | 74 | 75 |
| 59 | 59 | He | Ne | Ar | Kr | Xe | Rn | Hs | 68 | 69 | 70 | 71 | 72 | 73 | 74 | 75 | 76 |