



Многопрофильная инженерная олимпиада «Звезда» «Технологии материалов»

7-8 классы

Заключительный этап

2023-2024

Задания, ответы и критерии оценивания

Задача 1 (20 баллов)

Сульфат меди(II) — одна из важнейших солей меди, имеющая широкий спектр применения. Сульфат меди(II) хорошо растворим в воде. Из водных растворов кристаллизуется в виде голубого кристаллогидрата. В формульной единице кристаллогидрата сульфата меди (медного купороса) на каждые 9 атомов кислорода приходится 10 атомов водорода. Напишите формулу кристаллогидрата. В ответе запишите расчет молярной массы.

Решение: формула кристаллогидрата $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$

Молярная масса $M(\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}) = 63,5 + 32 + 16 \cdot 4 + 5(2+16) = 249,5$ г/моль
(допускается округление до целых)

Задача 2 (20 баллов)

Вода является универсальным растворителем. Рассчитайте, сколько молекул содержится в 27 г воды?

Решение: 1) Рассчитаем молярную массу воды $M(\text{H}_2\text{O}) = 18$ г/моль

2) Найдем количества вещества $n = m/M$ $n = 27/18 = 1,5$ моль

3) Найдем число молекул воды $n = N/N_A$, $N = 1,5 \cdot 6,02 \cdot 10^{23} = 9,03 \cdot 10^{23}$

Задача 3 (20 баллов)

Из крупной железной детали был изготовлен кубик массой 64 г, с длиной стороны $a = 2$ см. Рассчитайте плотность железного кубика. Опишите, как бы вы опытным путем определили плотность кубика, если перед вами были бы весы, вода и цилиндр с делениями для измерения объема.

Решение: 1) находим объем кубика $V = a^3 = 2^3 = 8$ см³. Рассчитываем плотность по формуле $\rho = m/V = 64/8 = 8$ г/см³ 2) опускаем кубик на весы – определяем массу. Опускаем кубик в цилиндр с водой и по объему вытесненной воды определяем объем кубика. Делим массу на объем и рассчитываем плотность.

Задача 4 (20 баллов)

Железные опилки могут быть получены при металлообработке в виде металлолома, отпиливаемого от более крупных деталей из железа и стали. Древесные опилки являются отходами деревообрабатывающей промышленности, однако они нашли широкое применение в качестве топлива, а также для изготовления прессованных промышленных изделий. Напишите, каким образом (способом) можно разделить смесь железных и древесных опилок.

Решение: Смесь можно разделить с помощью магнита. Отличие в свойствах – железные опилки притягиваются к магниту.

Задача 5 (20 баллов)

Кальцит - минерал из класса природных карбонатов, одна из природных форм карбоната кальция. Приведите формулу карбоната кальция и расчет его молярной массы. Напишите две другие разновидности карбонатных осадочных горных пород. Рассчитайте массовую долю карбоната кальция, если в 1000 г кальцита содержится 240 г кальция. Приведите примеры применения природных форм карбоната кальция.

Решение: 1) формула CaCO_3

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

3) мел, известняк или мрамор

4) Определена массовая доля карбоната кальция $n(\text{CaCO}_3) = n(\text{Ca}) = m(\text{Ca})/A(\text{Ca}) = 240/40 = 6$ моль, $m(\text{CaCO}_3) = 6 \cdot 100 \text{ г/моль} = 600$ г, $\omega(\text{CaCO}_3) = 600/1000 = 0,6$ (60%)

5) Карбонат кальция используется как белый пищевой краситель E170. Являясь основой мела, используется для письма на досках. Используется в быту для побелки потолков, покраски стволов деревьев, для подщелачивания почвы в садоводстве. Кальцит широко применяется в строительстве и химических производствах. Исландский шпат используется в оптических приборах. Мрамор применяется в качестве строительного и отделочного материала, для создания скульптур, мозаичных композиций, барельефов и других произведений искусства.

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

		ПЕРИОДИЧЕСКАЯ СИСТЕМА ЭЛЕМЕНТОВ Д. И. МЕНДЕЛЕЕВА										VII (H)	VIII																												
		I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	XIII	XIV	XV	XVI	XVII	XVIII																						
		атомный номер	обозначение элемента	атомный номер	обозначение элемента	атомный номер	обозначение элемента	атомный номер	обозначение элемента	атомный номер	обозначение элемента	атомный номер	обозначение элемента	атомный номер	обозначение элемента	атомный номер	обозначение элемента	атомный номер	обозначение элемента	атомный номер	обозначение элемента																				
1	1	1	H ВОДОРОД 1,01	2	2	3	Li ЛИТИЙ 6,94	4	4	5	5	6	6	7	7	8	8	9	9	10	10	11	11	12	12	13	13	14	14	15	15	16	16	17	17	18	18	19	19	20	20
2	2	11	Na НАТРИЙ 22,99	12	12	13	Mg МАГНИЙ 24,31	14	14	15	15	16	16	17	17	18	18	19	19	20	20	21	21	22	22	23	23	24	24	25	25	26	26	27	27	28	28	29	29	30	30
3	3	19	K КАЛИЙ 39,10	20	20	21	Ca КАЛЬЦИЙ 40,08	22	22	23	23	24	24	25	25	26	26	27	27	28	28	29	29	30	30	31	31	32	32	33	33	34	34	35	35	36	36	37	37	38	38
4	4	29	Cu МЕДЬ 63,55	30	30	31	Zn ЦИНК 65,38	32	32	33	33	34	34	35	35	36	36	37	37	38	38	39	39	40	40	41	41	42	42	43	43	44	44	45	45	46	46	47	47	48	48
5	5	37	Rb РУБИДИЙ 85,47	38	38	39	Sr СТРОНЦИЙ 87,62	40	40	41	41	42	42	43	43	44	44	45	45	46	46	47	47	48	48	49	49	50	50	51	51	52	52	53	53	54	54	55	55	56	56
6	6	47	Ag СЕРЕБРО 107,87	48	48	49	Cd КАДМИЙ 112,41	50	50	51	51	52	52	53	53	54	54	55	55	56	56	57	57	58	58	59	59	60	60	61	61	62	62	63	63	64	64	65	65	66	66
7	7	55	Cs ЦЕЗИЙ 132,91	56	56	57	Ba БАРИЙ 137,33	58	58	59	59	60	60	61	61	62	62	63	63	64	64	65	65	66	66	67	67	68	68	69	69	70	70	71	71	72	72	73	73	74	74
8	8	79	Au ЗОЛОТО 196,97	80	80	81	Hg РУТУТЬ 200,59	82	82	83	83	84	84	85	85	86	86	87	87	88	88	89	89	90	90	91	91	92	92	93	93	94	94	95	95	96	96	97	97	98	98
9	9	87	Fr ФРАНЦИЙ [223]	88	88	89	Ra РАДИЙ 226,03	90	90	91	91	92	92	93	93	94	94	95	95	96	96	97	97	98	98	99	99	100	100	101	101	102	102	103	103	104	104	105	105	106	106
10	10	108	Hs ХАССИЙ [265]	109	109	110	Mt МЕЙТНЕРИЙ [266]	111	111	112	112	113	113	114	114	115	115	116	116	117	117	118	118	119	119	120	120	121	121	122	122	123	123	124	124	125	125	126	126		

* ЛАНТАНОИДЫ

58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71
Ce ЦЕРИЙ 140,12	Pr ПРАЗЕДИМ 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]



Многопрофильная инженерная олимпиада «Звезда» «Технологии материалов»

9-10 классы

Заключительный этап

2023-2024

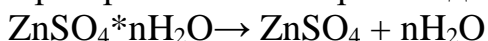
Задания, ответы и критерии оценивания

Задача 1 (20 баллов)

При прокаливании кристаллогидрата сульфата цинка массой 2,87 г его масса уменьшилась на 1,26 г. Запишите уравнение реакции. Рассчитайте формулу кристаллогидрата.

Решение:

При прокаливании происходит разложение кристаллогидрата по реакции:



$$M(\text{ZnSO}_4) = 161 \text{ г/моль}; M(\text{H}_2\text{O}) = 18 \text{ г/моль}$$

Из условия задачи следует, что масса воды составляет 1,26, а масса ZnSO_4 равна $(2,87 - 1,26 = 1,61 \text{ г})$ Тогда количество ZnSO_4 составит: $1,61/161 = 0,01$ моль, а значит молей воды $1,26/18=0,07$ моль. Следовательно, на 1 моль ZnSO_4 приходится 7 молей H_2O и формула кристаллогидрата $\text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$.

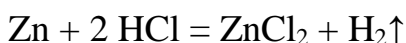
Задача 2 (20 баллов)

Цинк хлористый технический (хлорид цинка) применяют как осушающее средство; для огнезащиты (огнестойкая пена, пропитка картона и тканей); для антисептической пропитки древесины, шпал; в производстве фибры; при получении ванилина и цианида цинка; в производстве красителей и крашении хлопка; при очистке нефти; при цинковании и подготовке металлических изделий к хромированию; в гальванических батареях и для других целей. При пайке стальных или медных корпусов, экранов или других крупных предметов, где использование других флюсов затрудняет пайку, используют только хлористый цинк. Один из промышленных методов синтеза цинка - растворение цинка и его соединений в соляной кислоте.

Растворение образца цинка в соляной кислоте при 20 °С заканчивается через 27 минут, а при 40 °С такой же образец металла растворяется за 3 минуты. За какое время данный образец цинка растворится при 55 °С. Запишите уравнение реакции взаимодействия цинка с соляной кислотой.

Решение:

Процесс растворения описывается уравнением:



Поскольку во всех трех случаях растворяется одинаковая масса образца, то можно считать, что средняя скорость реакции обратно пропорциональна времени реакции. Следовательно, при нагревании от 20 °С до 40 °С скорость реакции увеличивается в

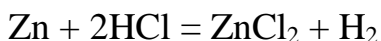
$27/3=9$ раз. Это означает, что коэффициент γ в уравнении Вант-Гоффа $V_2 = V_1 \cdot \gamma^{\frac{T_2 - T_1}{10}}$, $\gamma = V_2/V_1$, $T_2=40$ °С $T_1=20$ °С, $\gamma^2=9$ следовательно $\gamma=3$, который показывает, во сколько раз увеличивается скорость реакции V при увеличении температуры T на 10 °С равен 3.

Значит при нагревании до 55 °С скорость реакции увеличится в $3^{(55-40/10)} = 5,2$ раза, а время реакции составит $3/5,2 = 0,577$ минут или 34,6 сек.

Задача 3 (20 баллов)

Соляной кислотой действовали на 10 г серебряно-цинкового сплава, выделили 1,12 л водорода. Определите состав сплава?

Решение: Серебро как благородный металл не реагирует с соляной кислотой, поэтому расчет проводится по реакции:



$$M(\text{Zn}) = 65 \text{ г/моль}$$

$$V_m(\text{H}_2) = 22,4 \text{ л/моль}$$

$$n(\text{H}_2) = 1,12/22,4 = 0,05 \text{ моль}$$

$$m(\text{Zn}) = 65 * 0,05 = 3,25 \text{ г}$$

Массовая доля цинка в сплаве

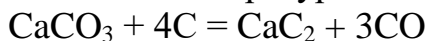
$$\omega(\text{Zn}) = m(\text{Zn})/m(\text{сплава}) * 100\% = (3,25/10) * 100\% = 32,5\%$$

Определяем массовую долю серебра в смеси $100\% - 32,5\% = 67,5\%$

Ответ: сплав состоит из 32,5% цинка и 67,5 % серебра.

Задача 4 (20 баллов)

Карбид кальция в больших масштабах используют для получения ацетилена C_2H_2 . Сырьем для производства карбида кальция служит известняк (CaCO_3), который при высокой температуре спекают с коксом:



Рассчитайте элементный состав известняка CaCO_3 и предложите, какой природный восстановитель можно использовать вместо кокса? Напишите реакцию взаимодействия известняка с предложенным вами природным восстановителем.

Решение: Определяем массовые доли кальция, углерода и кислорода в данном веществе:

$$w(\text{Ca}) = M(\text{Ca})/M(\text{CaCO}_3) = 40/100 = 0,4 \text{ или } 40\%$$

$$w(\text{C}) = M(\text{C})/M(\text{CaCO}_3) = 12/100 = 0,12 \text{ или } 12\%$$

$$w(\text{O}) = 3 * M(\text{O})/M(\text{CaCO}_3) = 3 * 16/100 = 0,48 \text{ или } 48\%$$

Вместо кокса можно использовать природный газ, содержащий преимущественно метан:

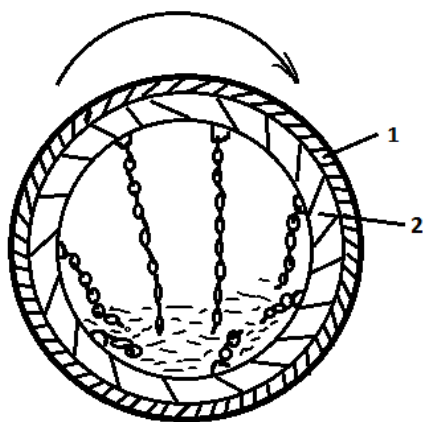


Задача 5 (20 баллов)

Представьте, что вы находитесь на промышленном производстве цемента. Перед вами огромная трубчатая печь, в которую загрузили порошок. Труба медленно вращается. Внутри трубы подается горячий газ для нагрева порошка. Теплопроводность газа, находящегося между частицами порошка низкая, поэтому теплота плохо проникает в глубинные слои порошка. Вследствие подвода теплоты к частицам порошка является самой медленной стадией процесса обжига.

Как простым методом увеличивают теплообмен между газом и порошком во вращающейся трубчатой печи? Зарисуйте, опишите схему процесса.

Решение: Для увеличения теплообмена между газом и порошком, и для перемешивания порошка, внутрь трубы припаивают отрезки стальных цепей одним концом. Длина цепей несколько превышает диаметр печи. При этом, по мере вращения печи, свободные концы цепей дополнительно нагревают и перемешивают порошок.



1- металл, 2 - футеровка

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

ПЕРИОДИЧЕСКАЯ СИСТЕМА ЭЛЕМЕНТОВ Д. И. МЕНДЕЛЕЕВА																			
		I										VII	VIII						
		II		III		IV		V		VI		(H)	атомный номер	обозначение элемента	4,00	2	He		
													12,01	6	C	углерод	20,18	10	Ne
													35,45	17	Cl	хлор	39,95	18	Ar
													55,85	26	Fe	железо	58,93	27	Co
													79,90	35	Br	бром	83,80	36	Kr
													98,91	43	Tc	технеций	101,07	44	Ru
													126,90	53	I	йод	131,30	54	Xe
													186,21	75	Re	рений	190,20	76	Os
													[209]	84	Po	полоний	[210]	85	At
													[262]	107	Bh	борий	[265]	108	Hs
													[263]	106	Sg	сигборгий	[266]	109	Mt
													[271]	110	Ds	дармштадтий	[271]	110	Ds

* ЛАНТАНОИДЫ													
58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71
Ce 140,12	Pr 140,91	Nd 144,24	Pm [145]	Sm 150,40	Eu 151,96	Gd 157,25	Tb 158,93	Dy 162,50	Ho 164,93	Er 167,26	Tm 168,93	Yb 173,04	Lu 174,97
церий	празеодим	неодим	прометей	самарий	европий	гадолиний	тербий	диспрозий	гольмий	эрбий	тулий	иттербий	лютеций

** АКТИНОИДЫ													
90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100	101	102	103
Th 232,04	Pa 231,04	U 238,03	Np 237,05	Pu [244]	Am [243]	Cm [247]	Bk [247]	Cf [251]	Es [254]	Fm [257]	Md [258]	(No) [255]	(Lr) [256]
торий	протоактиний	уран	нептуний	плутоний	америций	кюри	берклий	калифорний	эйнштейний	фермий	менделевий	нобелий	лоуренсий



Задания, ответы и критерии оценивания

Задача 1 (20 баллов)

Дюралюмин или дюраль является высокопрочным сплавом, в состав которого входят алюминий, магний и медь. Дюралюмин — основной конструкционный материал в авиации, космонавтике и других областях машиностроения, для которых принципиальную роль играет минимальная масса конструкции. При растворении 6,8 г такого сплава в соляной кислоте выделился водород объемом 8,176 л (при нормальных условиях) и нерастворимый осадок массой 0,2 г. Рассчитайте массовые доли металлов в сплаве.

Решение: Из трех компонентов сплава с соляной кислотой реагируют только алюминий и магний:



Нерастворимый осадок - это медь, следовательно $m(\text{Cu})=0,2\text{г}$.

Рассчитаем массу алюминия и магния в сплаве:

$$m(\text{Al}+\text{Mg}) = m(\text{сплава}) - m(\text{Cu}) = 6,8 - 0,2 = 6,6 \text{ г.}$$

Определяем количество вещества водорода, полученного при растворении сплава:

$$n(\text{H}_2) = V(\text{H}_2)/V_m = 8,176/22,4 = 0,365 \text{ моль}$$

Введем обозначения: x - масса алюминия в сплаве, т.е. $m(\text{Al}) = x$ г; y - количество вещества водорода, полученного по реакции (1), т.е. $n(\text{H}_2) (1) = y$ моль. Тогда масса магния будет равна:

$$m(\text{Mg}) = m(\text{Al}+\text{Mg}) - m(\text{Al}) = 6,6 - x$$

Количество вещества водорода, полученного по реакции (2), будет равно

$$n(2)(\text{H}_2) = n(\text{H}_2) - n(1)(\text{H}_2) \quad n(2)(\text{H}_2) = (0,365 - y) \text{ моль.}$$

Вычисляем количество вещества магния и алюминия:

$$n(\text{Mg}) = m(\text{Mg})/M(\text{Mg}) = 6,6 - x/24 \text{ моль}$$

$$n(\text{Al}) = m(\text{Al})/M(\text{Al}) = x/27 \text{ моль}$$

Из уравнения реакции (1) следует

$$n(\text{Al})/n(1)(\text{H}_2)=2/3; \quad n(\text{Al}) = 2/3 n(1)(\text{H}_2)$$

$$x/27=2/3y$$

Из уравнения (2) следует $n(\text{Mg}) = n(2)(\text{H}_2)$

$$\text{Или } 6,6 - x/24 = 0,365 - y$$

Решая систему этих уравнений, получаем, что $x = 6,48$ т.е. $m(\text{Al})=6,48\text{г}$

$$\text{Тогда } m(\text{Mg}) = m(\text{Al}+\text{Mg}) - m(\text{Al})=6,6 - 6,48= 0,12\text{г}$$

Рассчитываем массовые доли металлов в сплаве:

$$w(\text{Al})=m(\text{Al})/m(\text{сплава})=6,48/6,8= 0,953 \text{ или } 95,3\%$$

$$w(\text{Mg})=m(\text{Mg})/m(\text{сплава})=0,12/6,8= 0,018 \text{ или } 1,8\%$$

$$w(\text{Cu})=m(\text{Cu})/m(\text{сплава})=0,2/6,8= 0,029 \text{ или } 2,9\%$$

Задача 2 (20 баллов)

В производстве нержавеющей стали используют феррохром, который представляет собой сплав железа и хрома, а также содержит некоторые примеси. Сплав можно получить восстановительной реакцией хромита ($\text{Fe}(\text{CrO}_2)_2$) коксом. Рассчитайте массовую долю хрома в сплаве, считая, что других компонентов, кроме железа и хрома, он не содержит. Количество вещества хромита принять за 1 моль.

Решение: Выбираем для расчета образец хромистого железняка количеством вещества 1 моль, т.е. $n(\text{Fe}(\text{CrO}_2)_2) = 1$ моль. Из формулы соединения следует

$$n(\text{Fe}) = n(\text{Fe}(\text{CrO}_2)_2); \quad n(\text{Fe}) = 1 \text{ моль}$$

$$n(\text{Cr}) = 2n(\text{Fe}(\text{CrO}_2)_2); \quad n(\text{Cr}) = 2 \text{ моль}$$

Где $n(\text{Fe})$ и $n(\text{Cr})$ - количества вещества железняка и хрома, которые содержатся в выбранном образце соединения.

Определяем массы железа и хрома, которые будут получены из 1 моль $\text{Fe}(\text{CrO}_2)_2$

$$m(\text{Fe}) = n(\text{Fe}) \cdot M(\text{Fe}) = 1 \cdot 56 = 56 \text{ г}$$

$$m(\text{Cr}) = n(\text{Cr}) \cdot M(\text{Cr}) = 2 \cdot 52 = 104 \text{ г}$$

Масса полученного сплава феррохрома состоит из масс двух металлов:

$$m(\text{сплава}) = m(\text{Fe}) + m(\text{Cr}) = 56 + 104 = 160 \text{ г}$$

Вычисляем массовую долю хрома в полученном феррохроме:

$$\omega(\text{Cr}) = m(\text{Cr})/m(\text{сплава}) = 104/160 = 0,65 \text{ или } 65\%$$

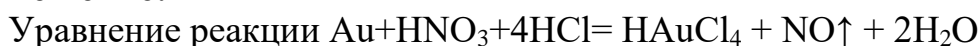
Задача 3 (20 баллов)

Золото — один из самых инертных металлов. При нормальных условиях золото не взаимодействует с большинством кислот и не образует оксидов, поэтому его относят к благородным металлам, в отличие от обычных металлов, разрушающихся под действием кислот и щелочей. В XIV веке была открыта способность царской водки (1 часть концентрированной (65%) азотной кислоты и 3 части концентрированной (35%) соляной кислоты) растворять золото, что опровергло мнение о его химической инертности.

Составьте уравнение реакции растворения золота в царской водке с образованием тетрахлораурата водорода HAuCl_4 . Во сколько раз сосуд (емкостью 1 л) с полученным раствором будет тяжелее сосуда с водой (массой сосуда пренебречь). Напишите уравнение реакции восстановления золота из HAuCl_4 с помощью железного купороса.

(плотность 65% HNO_3 — 1,40 г/см³, 35% HCl — 1,18 г/см³).

Решение:



Так как, на 1 объем HNO_3 приходится 3 объема HCl , следовательно, $V_{\text{р-р}}(\text{HNO}_3) = 0,25 \text{ л}$,

$$n(\text{HNO}_3) = (250 \cdot 1,4 \cdot 0,65) / 63 = 3,61 \text{ моль}$$

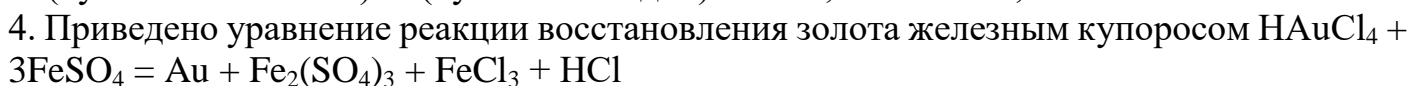
$$V_{\text{р-р}}(\text{HCl}) = 0,750 \text{ л}, \quad n(\text{HCl}) = (750 \cdot 1,18 \cdot 0,35) / 36,5 = 8,48 \text{ моль}$$

Соляная кислота находится в недостатке, следовательно, $n(\text{Au}) = 8,48 / 4 = 2,12$ моль

$$m(\text{Au}) = 2,12 \cdot 197 = 417,64 \text{ г} \quad m(\text{NO}) = 2,12 \cdot 30 = 63,6 \text{ г}$$

$$m(\text{бутылки с золотом}) = 250 \cdot 1,4 + 750 \cdot 1,18 + 417,64 - 63,6 \text{ г} = 1589,04 \text{ г}$$

$$m(\text{бутылки с золотом}) / m(\text{бутылки с водой}) = 1589,04 / 1000 = 1,59$$



Задача 4 (20 баллов)

Одним из распространенных строительных материалов является кирпич. Например керамический кирпич изготавливают из высококачественной красной глины, составляющей около 85-95% его состава. Одной из характеристик такого кирпича является теплопроводность, которая зависит от его плотности и конфигурации пустот. Определите коэффициент теплопроводности стены, изготовленной из кирпича толщиной 390 мм, если температура на внутренней поверхности стенки равна $T_1 = 473$ К, а на наружной на 50°C меньше. Потеря тепла через стену равна $q = 178$ Вт/м². В ответе укажите размерность (единицы измерения), проведите проверку размерности.

Решение:

Переведем К в $^\circ\text{C}$ $473 \text{ K} = 200^\circ\text{C}$

Плотность теплового потока, прошедшего через стену

$q = T_1 - T_2 / \delta / \lambda$, отсюда коэффициент теплопроводности

$\lambda = q \cdot \delta / T_1 - T_2 = 178 \cdot 0,39 / 200 - 150 = 1,388$ Вт/(м*град)

Проверка:

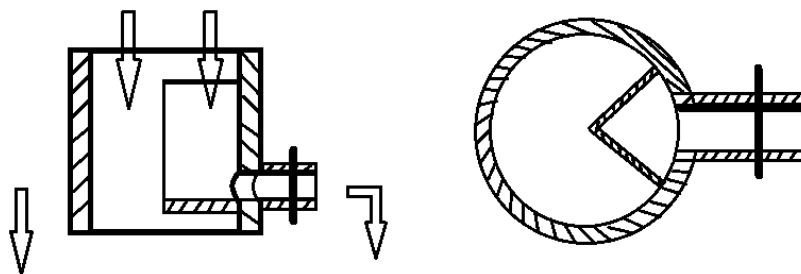
$(\text{Вт}/\text{м}^2 \cdot \text{м}) / \text{град} = \text{Вт}/\text{м}/\text{град} = \text{Вт}/\text{м} \cdot \text{град}$

Задача 5 (20 баллов)

В различных технологиях, связанных с превращениями веществ (химическая, нефтяная, пищевая, строительная промышленность), широко используют различные пробоотборники. Они необходимы, например, когда нужно взять на анализ небольшую порцию продукта, текущего по трубопроводу. Эта задача решается легко, если по трубе течет однородная жидкостью. А теперь представьте себе, что в трубопроводе движется пульпа, содержащая жидкость, взвесь мелких твердых частиц, пузырьки газа и требуется отобрать на анализ пробу пульпы, не нарушив соотношение между ее компонентами, т.е. проба должна быть представительной.

Предложите схему устройства для отбора из трубопровода проб многофазных смесей. Зарисуйте пробозаборный элемент в двух плоскостях (при необходимости подпишите составные части). Дайте объяснения работы устройства.

Решение: Для получения представительной пробы многофазных смесей можно использовать устройство, изображенное на рисунке:



Пробозаборный элемент должен быть выполнен в виде секторного кармана, линия пересечения боковых стенок которого расположена на оси трубопровода. С помощью такого устройства можно в любое время и в необходимых количествах брать пробы, не нарушая процесса перекачки многофазной смеси.

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	2												
1	1											12,01	6	C	УГЛЕРОД												
1	1	H 1,01 ВОДОРОД										19,00	9	F	ФТОР												
2	2	Li 6,94 ЛИТИЙ		Be 9,01 БЕРИЛЛИЙ		B 10,81 БОР		C 12,01 УГЛЕРОД		N 14,01 АЗОТ		O 16,00 КИСЛОРОД		35,45	17	Cl	ХЛОР										
3	3	Na 22,99 НАТРИЙ		Mg 24,31 МАГНИЙ		Al 26,98 АЛЮМИНИЙ		Si 28,09 КРЕМНИЙ		P 30,97 ФОСФОР		S 32,06 СЕРА		79,90	35	Br	БРОМ										
4	4	K 39,10 КАЛИЙ		Ca 40,08 КАЛЬЦИЙ		Sc 44,96 СКАНДИЙ		Ti 47,90 ТИТАН		V 50,94 ВАНАДИЙ		Cr 52,00 ХРОМ		Mn 54,94 МАРГАНЕЦ		Fe 55,85 ЖЕЛЕЗО		Co 58,93 КОБАЛЬТ		Ni 58,70 НИКЕЛЬ							
5	5	Rb 85,47 РУБИДИЙ		Sr 87,62 СТРОНЦИЙ		Y 88,91 ИТТРИЙ		Zr 91,22 ЦИРКОНИЙ		Nb 92,91 НИОБИЙ		Mo 95,94 МОЛИБДЕН		Tc 98,91 ТЕХНЕЦИЙ		Ru 101,07 РУТЕНИЙ		Rh 102,91 РОДИЙ		Pd 106,42 ПАЛЛАДИЙ							
6	6	Cs 132,91 ЦЕЗИЙ		Ba 137,33 БАРИЙ		La 138,91 ЛАНТАН		Hf 178,49 ГАФНИЙ		Ta 180,95 ТАНТАЛ		W 183,85 ВОЛЬФРАМ		Re 186,21 РЕНИЙ		Os 190,20 ОСМИЙ		Ir 192,22 ИРИДИЙ		Pt 195,09 ПЛАТИНА							
7	7	Ag 107,87 СЕРЕБРО		Cd 112,41 КАДМИЙ		In 114,82 ИНДИЙ		Sn 118,69 ОЛОВО		Sb 121,75 СУРЬМА		Te 127,60 ТЕЛЛУР		I 126,90 ИОД						Xe 131,30 КСЕНОН							
8	8	Au 196,97 ЗОЛОТО		Hg 200,59 РТУТЬ		Tl 204,37 ТАЛЛИЙ		Pb 207,20 СВИНЕЦ		Bi 208,98 ВИСМУТ		Po [209] ПОЛОНИЙ		At [210] АСТАТ						Rn [222] РАДОН							
9	9	Fr [223] ФРАНЦИЙ		Ra 226,03 РАДИЙ		Ac [227] АКТИНИЙ		Rf [261] РЕЗЕРФОРДИЙ		Db [261] ДУБНИЙ		Sg [263] СИБОРГИЙ		Bh [262] БОРИЙ		Hs [265] ХАССИЙ		Mt [266] МЕЙТТЕРИЙ		Ds [271] ДАРМШТАДИЙ							
* ЛАНТАНОИДЫ																											
Ce 58 140,12 ЦЕРИЙ		Pr 59 140,91 ПРАЗЕОДИЙ		Nd 60 144,24 НЕОДИЙ		Pm 61 [145] ПРОМЕТИЙ		Sm 62 150,40 САМАРИЙ		Eu 63 151,96 ЕВРОПИЙ		Gd 64 157,25 ГАДОЛИНИЙ		Tb 65 158,93 ТЕРБИЙ		Dy 66 162,50 ДИСПРОЗИЙ		Ho 67 164,93 ГОЛЬМИЙ		Er 68 167,26 ЭРБИЙ		Tm 69 168,93 ТУЛИЙ		Yb 70 173,04 ИТТЕРБИЙ		Lu 71 174,97 ЛЮТЕЦИЙ	
** АКТИНОИДЫ																											
Th 90 232,04 ТОРИЙ		Pa 91 231,04 ПРОТОАКТИНИЙ		U 92 238,03 УРАН		Np 93 237,05 НЕПУНИЙ		Pu 94 [244] ПЛУТОНИЙ		Am 95 [243] АМЕРИЦИЙ		Cm 96 [247] КЮРИЙ		Bk 97 [247] БЕРКЛИЙ		Cf 98 [251] КАЛИФОРНИЙ		Es 99 [254] ЭЙНШТЕЙНИЙ		Fm 100 [257] ФЕРМИЙ		Md 101 [258] МЕНДЕЛЕВИЙ		(No) 102 [255] НОБЕЛИЙ		(Lr) 103 [256] ЛОУРЕНСИЙ	

Комментарий к заданиям для проверяющих:

При записи ответа допускается округление чисел до целого. При оценке решения задачи учитывается правильность хода решения.

Задача 5. Для всех классов!

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