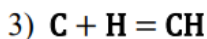
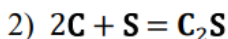
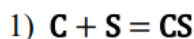


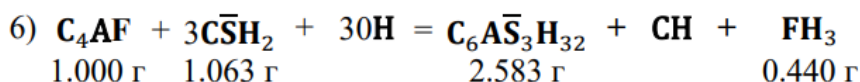
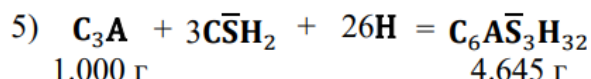
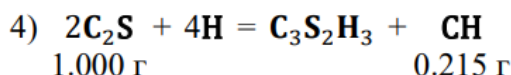
Задача 10-2

В работах, посвященных одной из областей химии, встречаются формулы и уравнения реакций, которые могут показаться невероятными, например:



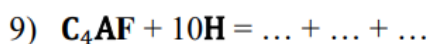
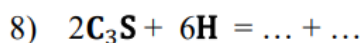
На самом деле каждая из букв здесь обозначает не элемент, а определенное вещество, причем все эти вещества содержат в своем составе один и тот же элемент. Вещества, обозначаемые двумя или более буквами, являются продуктами соединения веществ, обозначенных одной буквой.

В одной из работ вместе с уравнениями реакций приведены массовые соотношения реагентов и продуктов реакций:



Вопросы:

1. Определите, какое соединение обозначается каждой из букв **C**, **H**, **A**, **F**, **S** и **S̄**. Приведите используемые для определения расчёты.
2. Запишите уравнения реакций **1 – 3** в привычной форме.
3. Закончите уравнения реакций с использованием буквенных обозначений:



4. Одна из реакций, упоминающихся в школьных учебниках химии, могла бы с помощью этих обозначений быть записана как



Запишите это уравнение в привычном нам виде. Какое обиходное название носит её продукт?

5. О какой области химии идет речь? (Достаточно закончить одним словом - химия ...)

Решение задачи 10-2 (автор: Седов И.А.)

1. Рассчитаем отношения масс веществ **C**, **H**, **A**, **F**, **S** и $\bar{\text{S}}$. Воспользовавшись тем, что в реакциях **5** и **6** присутствуют вещества $\text{C}_6\text{A}\bar{\text{S}}_3\text{H}_{32}$ и $\text{C}\bar{\text{S}}\text{H}_2$, а стехиометрические коэффициенты перед ними одинаковые, массу $\text{C}\bar{\text{S}}\text{H}_2$ в реакции **5** можно рассчитать из пропорции:

$$m(\text{C}\bar{\text{S}}\text{H}_2) = \frac{4.645}{2.583} 1.063 = 1.912 \text{ г},$$

масса **H**, участвующего в реакции **5**:

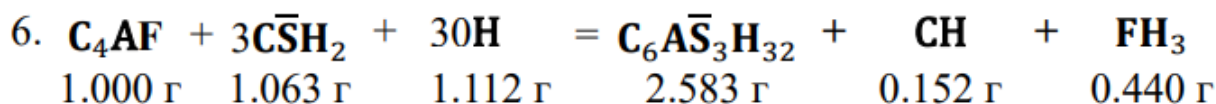
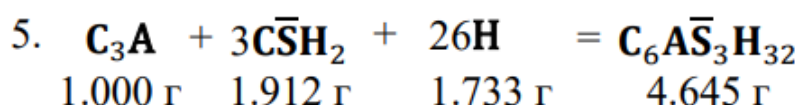
$$m(26\text{H}) = 4.645 - 1.000 - 1.912 = 1.733 \text{ г}.$$

Масса **H**, участвующего в реакции **6**:

$$m(30\text{H}) = \frac{30}{26} \frac{2.583}{4.645} 1.733 = 1.112 \text{ г},$$

масса **CH**, участвующего в реакции **6**:

$$m(\text{CH}) = (1 + 1.063 + 1.112) - (2.583 + 0.440) = 0.152 \text{ г}.$$



Используя рассчитанные массы можно найти отношения молярных масс веществ, например:

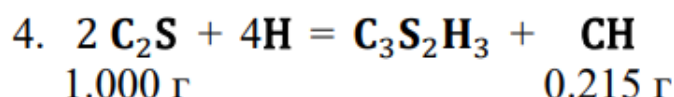
$$\frac{M(\text{C}) + M(\text{H})}{30 M(\text{H})} = \frac{m(\text{CH})}{m(30\text{H})} = \frac{0.152}{1.112} \Rightarrow M(\text{C}) = 3.10 M(\text{H})$$

$$\frac{M(\mathbf{F}) + 3 M(\mathbf{H})}{30 M(\mathbf{H})} = \frac{m(\mathbf{FH}_3)}{m(30\mathbf{H})} = \frac{0.440}{1.112} \Rightarrow M(\mathbf{F}) = 8.87 M(\mathbf{H})$$

$$\frac{3 M(\mathbf{C}) + M(\mathbf{A})}{26 M(\mathbf{H})} = \frac{m(\mathbf{C}_3\mathbf{A})}{m(26\mathbf{H})} = \frac{1.000}{1.733} \Rightarrow M(\mathbf{A}) = 5.70 M(\mathbf{H})$$

$$\frac{M(\mathbf{C}) + 3 M(\overline{\mathbf{S}}) + 6M(\mathbf{H})}{30 M(\mathbf{H})} = \frac{m(3\mathbf{C}\overline{\mathbf{S}}\mathbf{H}_2)}{m(30\mathbf{H})} = \frac{1.063}{1.112} \Rightarrow M(\overline{\mathbf{S}}) = 4.46 M(\mathbf{H})$$

Аналогично для реакции



$$\frac{2(2 M(\mathbf{C}) + M(\mathbf{S}))}{M(\mathbf{C}) + M(\mathbf{H})} = \frac{4 \cdot 3.10 M(\mathbf{H}) + 2 M(\mathbf{S})}{3.10 M(\mathbf{H}) + M(\mathbf{H})} = \frac{m(\mathbf{C}_2\mathbf{S})}{m(\mathbf{CH})} = \frac{1.000}{0.215} \Rightarrow$$

$$M(\mathbf{S}) = 3.335 M(\mathbf{H})$$

Возможность других веществ соединяться аж с 32 молекулами **H** и низкая молярная масса (остальные вещества в несколько раз превосходят) заставляет в первую очередь проверить гипотезу о том, что **H** – вода, а общий элемент всех веществ – кислород. Тогда молярные массы **C**, **F**, **A**, **S** и **S̄**. с округлением до целых равны 56, 160, 103, 60, 80 г/моль, соответственно. Вычитая из полученных значений массу 1-го, 2-х и 3-х атомов кислорода на формульную единицу получим:

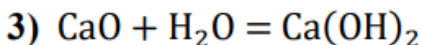
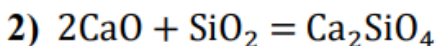
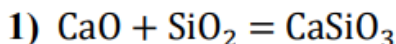
	M, г/моль	– O	– 2 O	– 3 O	Оксид
C	56	40(Ca)	24	8	CaO
F	160	144	128	112 (2 Fe)	Fe ₂ O ₃
A	103	87	71	55 (2 Al)	Al ₂ O ₃
S	60	44	28(Si)	12	SiO ₂
S̄	80	64	48	32(S)	SO ₃

Тогда для формулы приведенные в условии можно записать в более привычном виде:

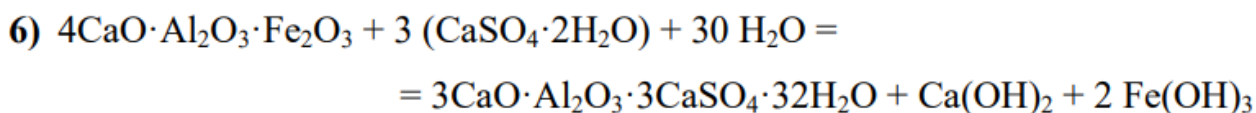
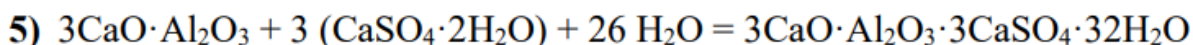
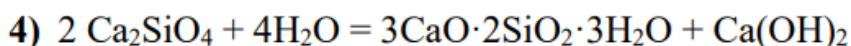
CS	C₂S	C₃S₂H₃	C₃A	FH₃	CH
CaO·SiO ₂	2CaO·SiO ₂	3CaO·2SiO ₂ ·3H ₂ O	3CaO·Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃ ·3H ₂ O	CaO·H ₂ O
CaSiO ₃	Ca ₂ SiO ₄	Ca ₃ Si ₂ O ₇ ·3H ₂ O	Ca ₃ Al ₂ O ₆	Ca ₃ Al ₂ O ₆	Ca(OH) ₂

$\bar{S}H$	$C\bar{S}H_2$	$C_6A\bar{S}_3H_{32}$	C_4AF
$SO_3 \cdot H_2O$	$CaO \cdot 3SO_3 \cdot 2H_2O$	$6CaO \cdot Al_2O_3 \cdot 3SO_3 \cdot 32H_2O$	$6CaO \cdot Al_2O_3 \cdot Fe_2O_3$
H_2SO_4	$CaSO_4 \cdot 2H_2O$	$Ca_6Al_2(OH)_{12}(SO_4)_3 \cdot 26H_2O$	$Ca_6Al_2Fe_2O_{12}$

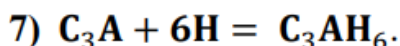
2. В привычной записи уравнения реакций **1 – 3** выглядят следующим образом:



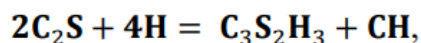
Реакции **4 – 6**, протекающие при затвердевании строительных смесей, в привычной форме записи выглядят очень громоздко, потому специалисты и используют сокращения:



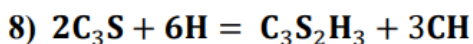
3. Очевидно, что C_3AH_6 – это единственный продукт реакции **7**:



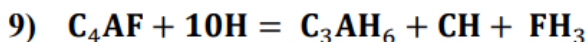
Реакция **8** представляет собой взаимодействие с водой обогащенного кальцием силиката. В условии задачи есть аналогичная реакция:



отсюда уравнение:

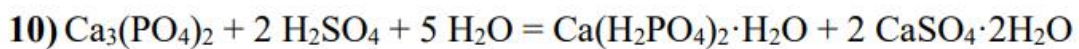


При взаимодействии с водой смешанного оксида алюминия, кальция и железа образуется смесь гидроксидов, при этом щелочной гидроксид кальция вступит в реакцию с амфотерным гидроксидом алюминия. Продукт этого взаимодействия C_3AH_6 известен нам из первой реакции.



4. Обратим внимание, что символы представляют собой первую букву элемента, образующего оксид $S = SiO_2$, а в случае SO_3 используется символ \bar{S} .

P – это ангидрид трехосновной кислоты, оксид фосфора, тогда уравнение **10** можно записать в следующем виде:



Продукт приведенной реакции – это смесь 2-х веществ гипса и дигидрофосфата кальция, эта смесь используется в качестве удобрения и называется «*двойной суперфосфат*».

5. Правильный ответ – химия **цемента** (засчитываются также ответы химия бетона, химия стройматериалов, химия вяжущих веществ и др. по смыслу).

Система оценивания:

1.	Подтвержденные расчетами формулы оксидов С, Н, А, F, S и $\bar{\text{S}}$ по 2 балла	12 баллов
2.	Уравнения реакций 1 – 3 по 1 баллу	3 балла
3.	Уравнения реакций 7 – 9 по 1 баллу	3 балла
4.	Уравнение реакции 10 – 1 балл Название – 0.5 балла	1.5 балла
5.	Верный ответ	0.5 балла
ИТОГО:		20 баллов