

Бланк олимпиадной работы

Класс 10 Вариант 6 Дата Олимпиады 19.02.2023.

Площадка написания «Лэти» г. Санкт-Петербург.

ОЦЕНКА

(заполняется проверяющим)

Задача	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Σ		Подпись
											Цифрой	Прописью	
Оценка	10	16	10	18	14	12	4	14	—	—	98	девятая восемь	

① — При горении природной серы протекает следующая реакция: $S + O_2 \rightarrow SO_2$

$$V(SO_2) = \frac{22,4}{22,4} = 1 \text{ моль.}$$

$$\left(= \frac{V}{V_m} \right)$$

тогда по уравнению реакции $V(SO_2) = V(S)$
 $\Rightarrow V(S) \text{ моль} = 1 \text{ моль.}$

— найдем $V_2(S)$ в образце: $V_2(S) = \frac{m(S)}{M_r(S)}$

тогда масса серы, содержащаяся в образце
 равна: $m(S) = M_r(S) \cdot V(S) = 32 \cdot 1 = 32 \text{ г.}$

— $m \text{ негорючих примесей} = m_{\text{образца}} - m_{\text{серы}} =$
 $= 38 - 32 = 6 \text{ г}$ Ответ: 6 г

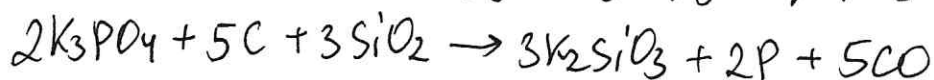




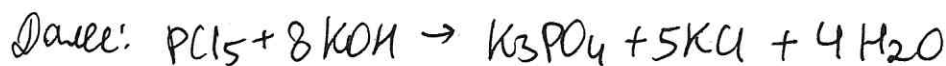
Бланк олимпиадной работы

② - кокс - модификация углерода, поэтому будем считать его формулу C

- речной песок преимущественно состоит из SiO_2 , поэтому используем данную формулу.



Далее фосфор взаимодействует с хлором с образованием пентахлорида фосфора:



- известковая вода ($Ca(OH)_2$) будет реагировать с полученным в предыдущей реакции K_3PO_4 с образованием осадка (белого): $2K_3PO_4 + 3Ca(OH)_2 \rightarrow Ca_3(PO_4)_2 \downarrow + 6KOH$

③ Запишем общую формулу альдегида: $C_nH_{2n}O$ (предельного)

$$\text{тогда } W(H) = \frac{2n \cdot 1}{2n \cdot 1 + n \cdot 12 + 16} = \frac{2n}{14n + 16} = 0,12$$

следовательно формула альдегида $C_6H_{12}O$

$$\Downarrow$$

$$2n = 0,12(14n + 16)$$

$$2n = 1,68n + 1,92$$

$$0,32n = 1,92$$

$$(n = 6)$$

Ответ: $C_6H_{12}O$ (гексанааль)

Е105



Бланк олимпиадной работы

4) $M_r(\text{смеси}) = D_{K_2} \cdot M_r(K_2) = 35 \cdot 2 = 70 \text{ г/моль}$

Докажем, что M_r всех изомеров равна 70 г/моль
Пусть у нас есть 3 изомера, один составляет
x процентов от смеси, другой y, тогда третий
будет составлять $(100 - x - y)$ процентов от смеси

Тогда м.к. $M_{r1} = M_{r2} = M_{r3}$ (м.к. изомеры), то:

$$M_{r1}x + M_{r2}y + M_{r3}(100 - x - y) = 70$$

$$M_{r1}x + M_{r2}y + M_{r1}(100 - x - y) = 70$$

$$M_{r1}x + M_{r1}y + M_{r1} - M_{r1}x - M_{r1}y = 70$$

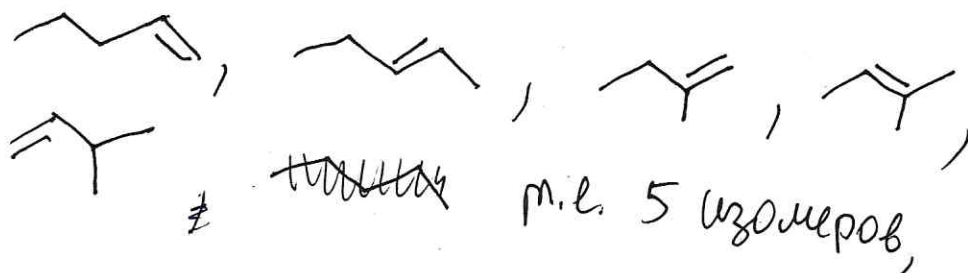
$$M_{r1} = 70 \text{ г/моль} / \text{т.м.в.}$$

Общая формула алкенов: C_nH_{2n} , тогда их M_r
также равна $12 \cdot n + 1 \cdot 2n = 14n$, а значит

$$14n = 70 \Rightarrow n = 5$$

Изомеры C_5H_{10}

Нарисуем все структурные формулы изомеров пентена,
(без учета цис и транс изомеров)

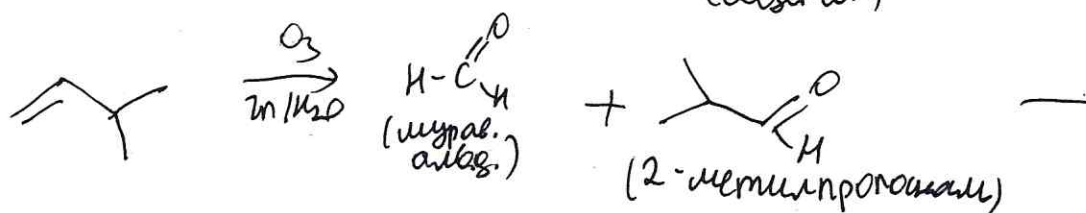
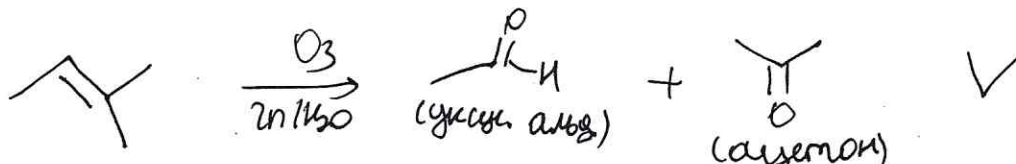
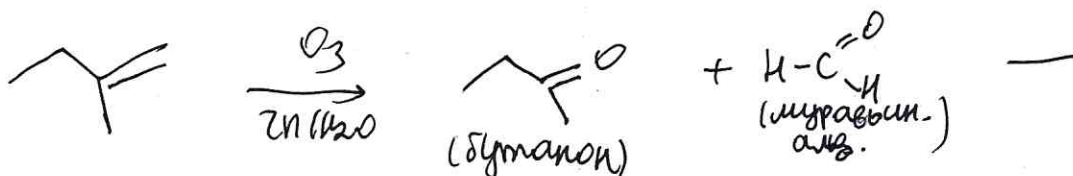
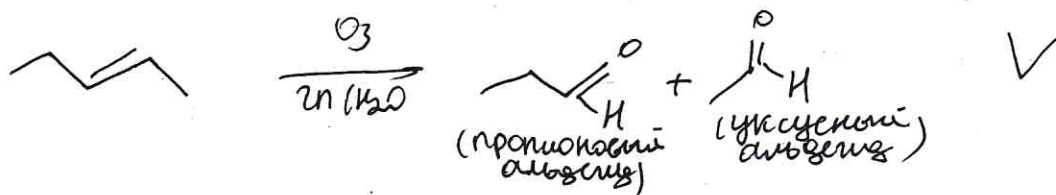
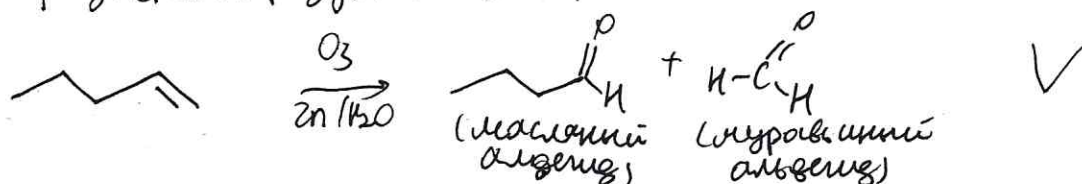


тогда с помощью знания об озонировании
выберем подходящие: $\longrightarrow$

Бланк олимпиадной работы

продолжение №4

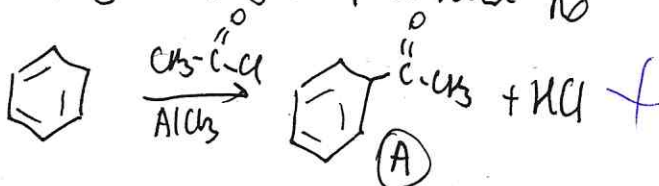
разберём продукты озонирования каждого изомера:



Ответ: тогда смесь состояла из CCCC=C (пентен-1),

CCC=CC (пентен-2), CC(C)=CC (2-метилбутен-2) ✓ $\Sigma 18$

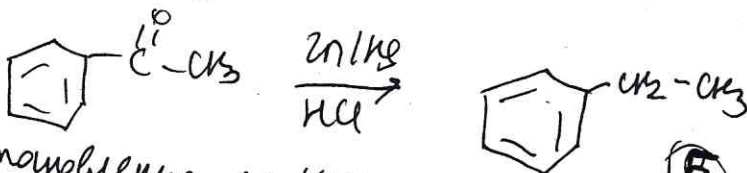
⑤ Первая реакция — реакция озонирования по Фриделю-Крафтсу:



Бланк олимпиадной работы

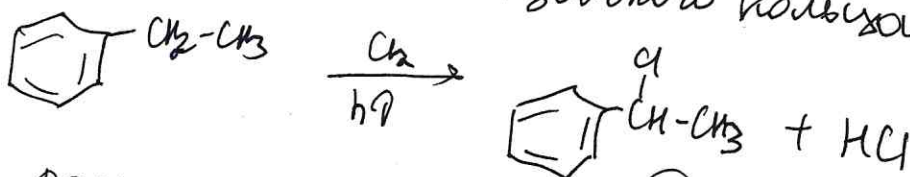
продолжение № 5

- Далее протекает восстановление по Клемменсону (с амальгамой цинка)



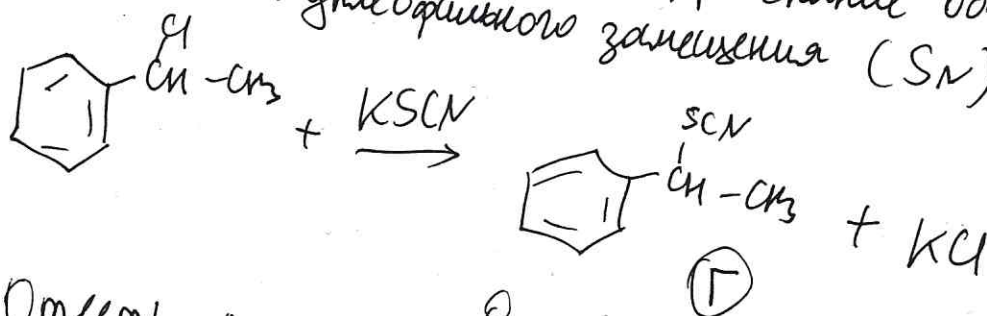
В (продукт Б)

- Далее идёт радикальное хлорирование в α -положении относительно бензольного кольца:



В

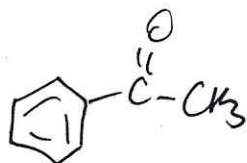
- Далее можно предположить протекание обычной реакции нуклеофильного замещения (S_N)



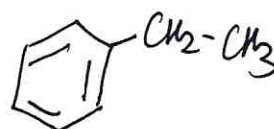
Г

Ответ!

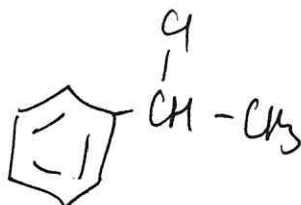
А -



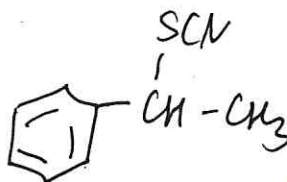
Б -



В -



Г -



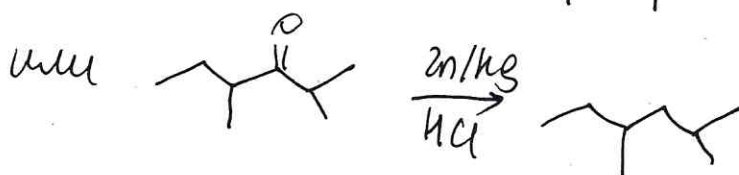
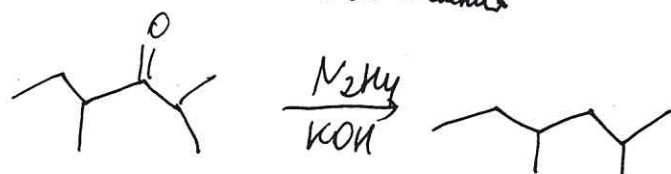
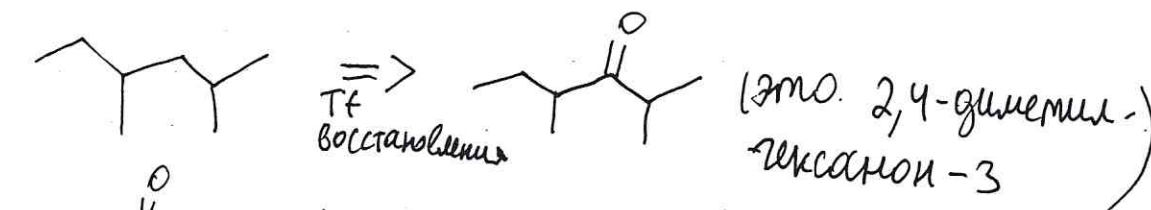
Σ 14

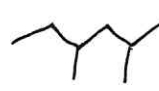
(11)

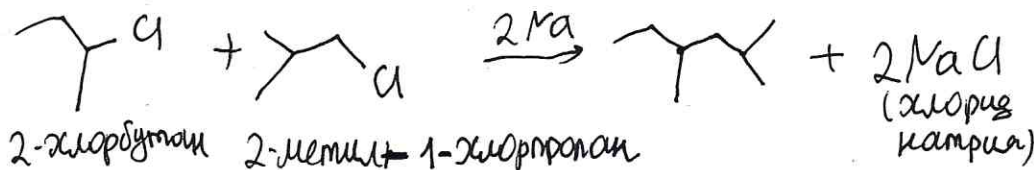


Бланк олимпиадной работы

6. — Чтобы получить 2,4-диметилгексан () из соединения с тем же числом атомов углерода, можно добавить новую функциональную группу, например карбонильную, тогда этот кетон можно восстановить до алкана или по р-ии Кильера-Вольфа, или по р-ии Кеммерера:



- Теперь рассмотрим вариант получения  из соединений с меньшим числом атомов углерода. Можно предложить обычную реакцию Вюрца:





$$(ab)c = a(bc)$$

$$E = mc^2$$



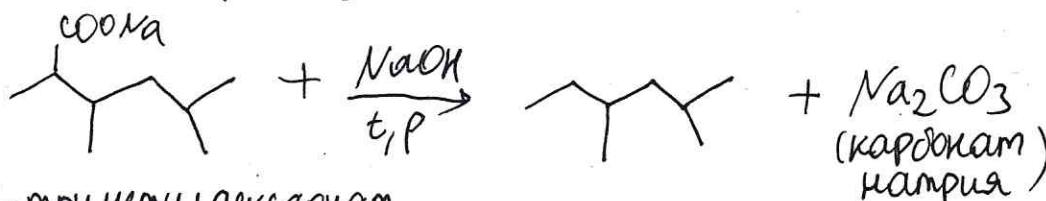
ШИФР



Бланк олимпиадной работы

продолжение №6

- Теперь рассмотрим получение  из соединений с большим числом атомов углерода. Превратить реакцию крекинга ($\text{C}_{16}\text{H}_{34} \xrightarrow{t} \text{C}_8\text{H}_{18} + \text{C}_8\text{H}_{16}$) будет трудно, т.к. эта реакция не будет стереоселективной. Тогда можно добавить функциональную группу, содержащую атом углерода, проведем реакцию Дьюмы:



2,4,5-триметилгексаноат натрия

(карбонат натрия)

512

- ⑦ при нагревании смеси до 1000°C будет разлагаться только карбонат кальция, CO_2 довольно стабильное соединение, поэтому оно останется в смеси в том же количестве



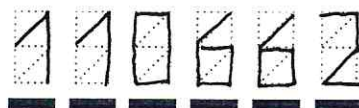
$$n(\text{CaCO}_3) = \frac{m(\text{CaCO}_3)}{M(\text{CaCO}_3)} = \frac{2}{100} = 0,02 \text{ моль}$$

По уравнению реакции $n(\text{CaCO}_3) = n(\text{CO}_2)$, тогда

$n(\text{CO}_2) = 0,02 \text{ моль}$, при этом выделяющийся углекислый газ будет реагировать с CO_2

по реакции: $\text{CO} + \text{CO}_2 \rightleftharpoons \text{C}_2\text{O}_2$ (св. м.м.)

(11)



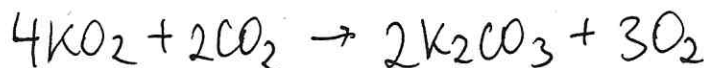
$$(ab)c = a(bc)$$

$$E = mc^2$$



Бланк олимпиадной работы

продолжение №7



$$V(\text{KO}_2) = \frac{n(\text{KO}_2)}{M_r(\text{KO}_2)} = \frac{1}{71} \approx 0,014 \text{ моль}$$

по уравнению реакции $V(\text{CO}_2) = \frac{V(\text{KO}_2)}{2} = \frac{0,014}{2} = 0,007 \text{ моль}$

а $V(\text{O}_2) = \frac{3 \cdot V(\text{KO}_2)}{4} = \frac{3 \cdot 0,014}{4} = 0,0105 \text{ моль}$

→ тогда $V(\text{CO}_2)_{\text{оставшаяся}} = V(\text{CO}_2)_{\text{по 1-ш}} - V(\text{CO}_2)_{\text{по 2-ш}} =$
 $= 0,02 - 0,007 = 0,013 \text{ моль (осталось в ампуле)}$

Давление в ампуле создают газы, а точнее остав-
 шийся CO_2 и образовавшийся O_2 , тогда:

$$V(\text{газов смеси}) = V(\text{CO}_2)_{\text{ост.}} + V(\text{O}_2) = 0,013 + 0,0105 = 0,0235 \text{ моль}$$

По уравнению Менделеева-Клапейрона: $pV = \nu RT$, выразим

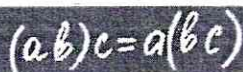
$$p = \frac{\nu RT}{V} = \frac{0,0235 \cdot 8,314 \cdot 298}{0,2} = 291 \text{ кПа}$$

(ν будем считать
 в молях,
 тогда p в кПа
 ($T = 25 + 273 = 298 \text{ К}$)).

Ответ: $p = 291 \text{ кПа}$

- ⑧ Для начала необходимо выявить эста для этих реагентов,
 для этого воспользуемся тем, что в одной из пробирок
 (смесь $\text{KI} + \text{K}_2\text{SO}_4$) произошли реакции, тогда
 необходимо инициировать реакцию нагреванием →

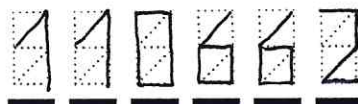
(11)



$$E = mc^2$$



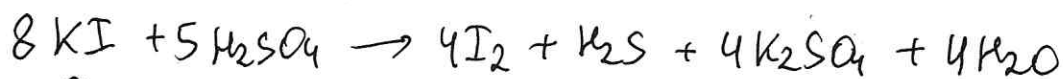
ШИФР



Бланк олимпиадной работы

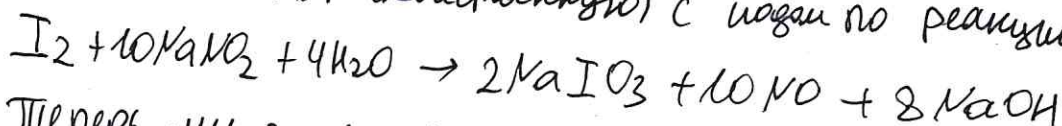
продолжение № 8

нагреваем все пробирки, при этом KI начинает выпадать в реакцию с H_2SO_4 по следующему уравнению:



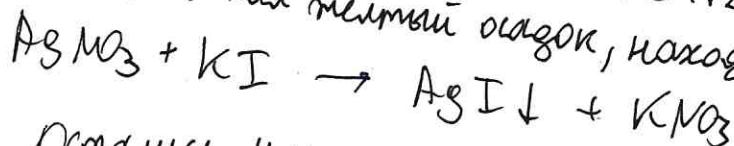
(т.е. мы увидим в этой пробирке дуго-фиалетовое окрашивание за счёт выделения порошков йода)

— сразу же берём несколько капель помутневшего р-ра (с продуктами йода) и добавляем к каждой пробирке, в одной из них р-р обесцветится, тогда в этой пробирке содержался NaNO_2 , т.к. он вступает в реакцию ОВР (качественную) с йодом по реакции:



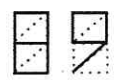
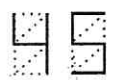
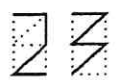
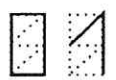
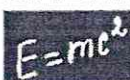
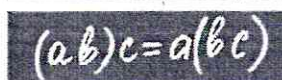
— Теперь мы знаем в какой пробирке $\text{KI} + \text{H}_2\text{SO}_4$, следовательно в р-р этой пробирке содержатся йодид-ионы, которые качественно определяют присутствие солей Ag^+ , ввиду образования ярко-жёлтого осадка AgI :

примываем р-р из пробирки с $\text{KI} + \text{H}_2\text{SO}_4$ к остальным, там где выпал жёлтый осадок, находится AgNO_3 :



— Остались 4 неопределённых пробирок с растворёнными $\text{Ba(NO}_3)_2$, Na_2CO_3 , H_2SO_4 и с органическим экстрактом.

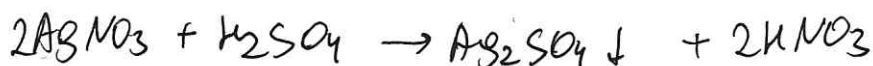
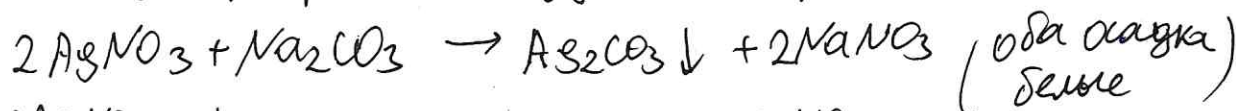
Мы знаем в какой пробирке находится AgNO_3 , тогда добавим его в эти 4 пробирки, тогда →



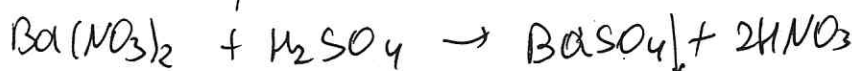
Бланк олимпиадной работы

продолжение №8 (второе продолжение)

→ в двух пробирках выпадут осадки, т.к. пойдут реакции:

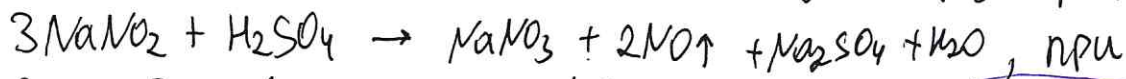


тогда в оставшихся 2-х пробирках находятся $Ba(NO_3)_2$ и органический экстрагент, добавим воды из растворов в пробирки с Na_2CO_3 и H_2SO_4 , если это была пробирка с $Ba(NO_3)_2$, то выпадут белые осадки $BaSO_4$ и $BaCO_3$!



так, мы определили, где пробирка с нитратом бария, а где с органическим экстрагентом.

— осталось определить две пробирки с H_2SO_4 и Na_2CO_3 , взаимодействием этих р-ров с группой мы еще раз докажем правильность определения, т.к. $Na_2CO_3 + H_2SO_4 \rightarrow Na_2SO_4 + CO_2 \uparrow + H_2O$ выделится газ. Но необходимо различить их с помощью уже известных реактивов, например H_2SO_4 при нагревании с $NaNO_2$ может вступить в реакцию диспропорционирования:



этом будет выделяться газ NO , который уже при комнатной температуре окисляется кислородом воздуха до бурого газа NO_2 : $2NO + O_2 \rightarrow 2NO_2$, тогда благодаря

этой реакции мы завершим анализ и определим в какой пробирке содержалась H_2SO_4 , а в какой Na_2CO_3 . →

(11)



$$(ab)c = a(bc)$$

$$E=mc^2$$



ШИФР



Бланк олимпиадной работы

Проведение №2 (третье предложение)

Уже на этапе добавления смеси $\text{KI} + \text{H}_2\text{SO}_4$ и
каждой пробирке качественно определится не
только AgNO_3 по выпадению осадка, но и Na_2CO_3
за счет выделения газа: $\text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{Na}_2\text{SO}_4 + \text{CO}_2 \uparrow + \text{H}_2\text{O}$
тогда это обеспечит дальнейший анализ: добавим
 AgNO_3 к оставшимся пробиркам, с H_2SO_4 выпадает
осадок, тогда теперь мы знаем в каждой пробирке
 H_2SO_4 , добавим её к оставшимся двум пробиркам
с $\text{Ba}(\text{NO}_3)_2$ и орг. экстрактом и по выпадению
белого осадка (BaSO_4) завершаем анализ.

! Но ^(на практике) практически выделение газа при реакции СМЕСИ
 $\text{KI} + \text{H}_2\text{SO}_4$ с Na_2CO_3 наблюдаться не будет (слабо),
поэтому, наверное, предпочтительно выбрать первый
вариант анализа, несмотря на неоднозначность
реакции нитрита с серной кислотой

Σ 145