



МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
имени М.В.ЛОМОНОСОВА

Вариант _____

Место проведения Москва
город

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Олимпиада школьников Ломоносов
наименование олимпиады

по химии
профиль олимпиады

Воронченка Петра Александровича
фамилия, имя, отчество участника (в родительном падеже)

Дата

« 1 » марта 2026 года

Подпись участника

[Подпись]

Чистовик 1

Задача 1.

а) Изначальную $c(\text{BaCl}_2)$ можно найти, когда не добавили X :

$$V(\text{ионов}) = 1,5 \text{ моль } V=1 \text{ л}$$



$$3V(\text{BaCl}_2) = V(\text{ионов})$$

$$V(\text{BaCl}_2) = V(\text{ионов})/3 = 1,5/3 = 0,5 \text{ моль}$$

$$c(\text{BaCl}_2) = V/V = \frac{0,5 \text{ моль}}{1 \text{ л}} = 0,5 \text{ М.}$$

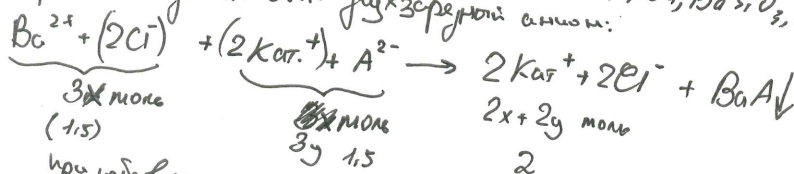
б) при добавл 0,5 моль X $\Delta V(\text{ионов}) = 0,5 \text{ моль}$.

Такое может возникнуть

Такие соли у Ba^{2+} :

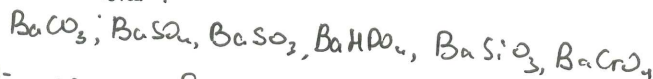


Скорее всего должно быть BaCO_3 (что невозможно в случае солей)



при добавлении X к 1,5 моль BaCl_2 0,5 моль X
итоговая сумма ионов = 2 моль

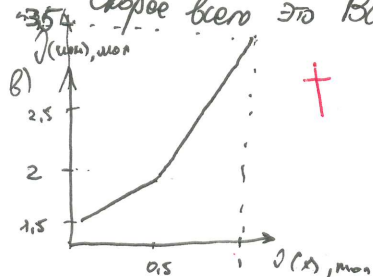
Значит ост. соли:



SO_4^{2-} - сред не будет излучивной

ост. соли: $\text{BaCO}_3, \text{BaSO}_4, \text{BaHPO}_4, \text{BaSiO}_3, \text{Ba}_2\text{SiO}_7, \text{Ba}_2\text{SiO}_9$

Скорее всего это $\text{BaCO}_3 \rightarrow X - \text{Na}_2\text{CO}_3$ (но может быть и Na_2SO_4)



при добавл Na_2CO_3

то 0,5 выпадает все Ba^{2+} в осадок, значит при полной добавл

$V(\text{ион})$ будет увеличиваться на +3у

$$V(\text{ион})_X = 0,5 \cdot 2 + 0,5 \cdot 2 + 3 \cdot (1 - 0,5) = 3,5 \text{ моль}$$

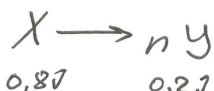
$\uparrow$ $\uparrow$ $\uparrow$
 2Cl^- 2Na^+ из Na_2CO_3 по 0,5

Задача 2.

$$pV = nRT$$

$$pV = \frac{nRT}{M}$$

$$M = \frac{nRT}{pV}$$



$$M_{\text{см}} = \frac{13,8 \cdot R \cdot (273 + 20)}{223 \cdot 2} \approx 75,374 \text{ г/моль}$$

$$M'_{\text{см}} = \frac{13,8 \cdot R \cdot (273 + 40)}{273 \cdot 2} \approx 65,772 \text{ г/моль}$$

см. продолж. на след стр.

$$M_{\text{см}} = \frac{0,2nY + 0,8X}{0,2n + 0,8}$$

$$= \frac{0,2nY + 0,8X}{0,2n + 0,8}$$

$$M'_{\text{см}} = \frac{0,2nY + 0,8X}{0,2n + 0,8}$$

Чистовик 2.

Набдем соотно X и Y при n :

$$\frac{0,2nY + 0,8X}{0,2n + 0,8} = 75,374$$

$$0,2nY + 0,8X = 75,374 \cdot 0,2n + 75,374 \cdot 0,8$$

$$Y = \frac{75,374 \cdot 0,2n + 75,374 \cdot 0,8 - 0,8X}{0,2n}$$

Составим таблицу X от n

и Y от n :

примем $\max n = 4$, т.к. единств
продукт разлож.

$X > n$	
75,374	1
90,448	2
105,52	3
120,6	4

$Y < n$	
1	
2	
3	
4	

Общее J (уравн):

$$pV = nRT \quad J = \frac{pV}{RT} = \frac{223 \cdot 2}{R \cdot (273 + 20)} \approx 0,183$$

уд X т.к. прог. разлож.

$$\frac{X}{Y} = \frac{X \cdot 0,2n}{75,374 \cdot 0,2n + 75,374 \cdot 0,8 - 0,8X}$$

$$\frac{X}{Y} = \frac{X}{75,374n + 75,374 \cdot 4 - 4X} = \frac{X}{75,374(4+n) - 4X} > 1$$

$$X > 75,374(4+n) - 4X$$

$$5X > 75,374(4+n)$$

$$X > 75,374(4+n) / 5$$

$$X > 15,0748(4+n)$$

$$\approx 0,183$$

$$X \rightarrow nY \quad J = 0,2n + 0,8 = J(0,2n + 0,8)$$

что сходится
с расч. из проп.
пункта

$$V_{изм} = \frac{0,183}{0,2n + 0,8}$$

$$M_{изм}(X) = m/J = \frac{13,8(0,2n + 0,8)}{0,183}$$

Если вво разлаг. на J единств продукт $\rightarrow$ знает X -интер, тример или тетрамер
Значит $n < 1$ можно не учитывать

$$\begin{aligned} n=2 & \quad m(X) = 90,5 & Y = 45,122 \\ n=3 & \quad m(X) = 105,57 & Y = 35,113 \end{aligned}$$

(из верх. формулы)



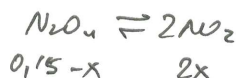
При $n=2$ $X \sim N_2O_4$ $Y \sim NO_2$

$m(N_2O_4) \approx 92$ $m(NO_2) \approx 46$ различ. в m обязн. погрешность



$$J(N_2O_4) = 13,8 / (2 \cdot 14 + 4 \cdot 16) = 0,15 \text{ моль.} +$$

$$J_{обг}^{400} = \frac{pV}{RT} = \frac{273 \cdot 2}{R(273 + 40)} \approx 0,21 \text{ моль.}$$



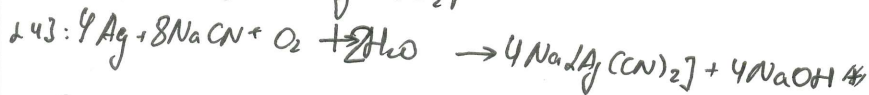
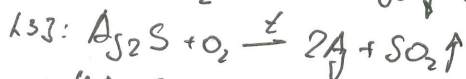
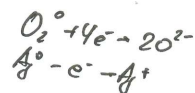
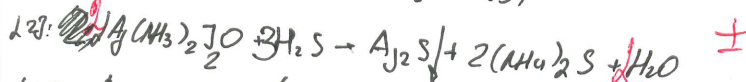
$$V_{обг}^{400} = 0,15 - x + 2x = 0,15 + x$$

$$X = V_{обг} - 0,15 = 0,21 - 0,15 = 0,06 \text{ моль.}$$

$$\alpha = \frac{J(N_2O_4)_{теор}}{J(N_2O_4)_{обг}} = \frac{0,15}{0,15} = \frac{0,15}{0,15} \approx 0,4 = 40\% +$$

Чистовик 3.

Задача 3



Задача 4

Рассмотрим 2 варианта: а) закончился H_2 : +
б) закончился O_2 :Пусть было x л H_2

$$\text{а) } V_{\text{H}_2} = \frac{V}{V_m} = x / 22,4 \text{ моль}$$

$$V_{\text{O}_2} = \frac{(100-x) \cdot 0,2}{22,4} = \frac{20-0,2x}{22,4} \text{ моль.}$$

было 228 кДж $\rightarrow$ прореаг. вес H_2 :

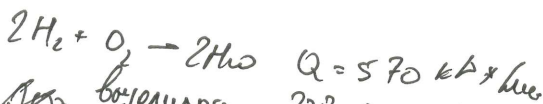
$$V(\text{H}_2) = 2V(\text{реакт}) = 2Q_{\text{выс}}/Q = 2 \cdot 228 / 570 = 0,8 \text{ моль.} \quad +$$

$$V(\text{H}_2) = V(\text{H}_2) \cdot V_m = 0,8 \cdot 22,4 = 17,92 \text{ л}$$

$$X(\text{H}_2) = V(\text{H}_2) / V_{\text{общ}} = 17,92 / 100 \Rightarrow 0,1792 \rightarrow 17,92\%$$

$$\text{б) } V_{\text{O}_2} = \frac{20-0,2x}{22,4} \text{ моль}$$

$$V_{\text{H}_2} = x / 22,4 \text{ моль.}$$

было 228 кДж $\rightarrow$ прореаг. вес O_2 :

$$V(\text{O}_2) = V(\text{реакт}) = Q_{\text{выс}}/Q = 228 / 570 \approx 0,4 \text{ моль.}$$

$$\frac{20-0,2x}{22,4} = 0,4 \rightarrow x = 55,2 \text{ л}$$

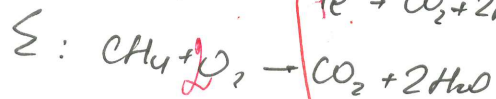
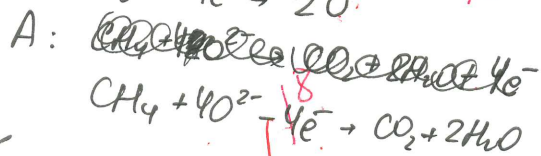
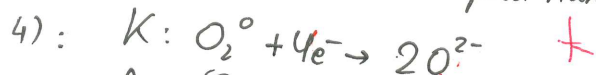
$$X(\text{H}_2) = V(\text{H}_2) / V_{\text{общ}} = 55,2 / 100 \Rightarrow 0,552 \rightarrow 55,2\%$$

Ответ: 17,92% ; 55,2% . +

Чистовик 4

Задача 5

- 1) А - анод (оставшийся)
 В - электролит (проводит ионы O^{2-})
 С - катод (отдает e^- кислороду $\rightarrow$ ~~катод~~)
- 2) Направление движения: от анода к катоду $\rightarrow$ слева направо +
- 3) напр. движение O^{2-} : справа налево +



5) $pV = \nu RT$ $\nu = \frac{pV}{RT} = \frac{1 \cdot 101,325 \cdot 1,14}{R(273+25)} \approx 0,04662 \text{ моль.}$ +

$q = \nu e^- \cdot e = 4 \nu_{CH_4} \cdot e = 4 \cdot 0,04662 \cdot 1,6 \cdot 10^{19} \cdot 6,02 \cdot 10^{23} \approx 1,8 \cdot 10^4 \text{ Кл}$

~~$I = \frac{q}{t} = \frac{1,8 \cdot 10^4 \text{ Кл}}{4} = 4,5 \cdot 10^3 \text{ А}$~~

$q = \nu e^- \cdot F = 4 \nu_{CH_4} \cdot F = 4 \cdot 0,04662 \cdot \underset{96500}{F} \approx 1,8 \cdot 10^4 \text{ Кл}$

$I = \frac{q}{t} = \frac{1,8 \cdot 10^4 \text{ Кл}}{60^2} \approx 5 \text{ А}$

Чистовик 5

Задача 6

$$M_{\text{ср}} = M(\text{CO}_2) \cdot D_{\text{CO}_2} = 44 \cdot 2,8 = 123,2 \text{ г/моль.}$$

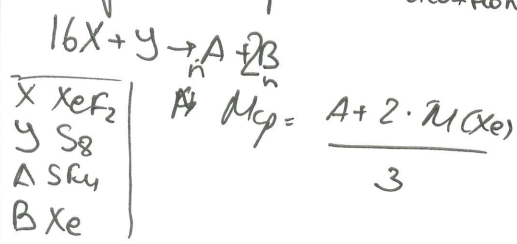
Компоненты воздуха в оч. мал концентрации:

Благородные газы: Ar, Xe, Kr, Ne. (He)
воздух явл их основн. источником

Значит сложное в-во содержит один газ → содержит Xe, Kr или Ar
Скорее всего, это соединение Xe (у него самое (He, Ne не од. уст. соед.)

у Xe устойчивы лишь F^- и O^{2-} (вместе с ними из всех инерт. газов)

Найдем молярн. т сложного газа в продуктах р-ции 1:

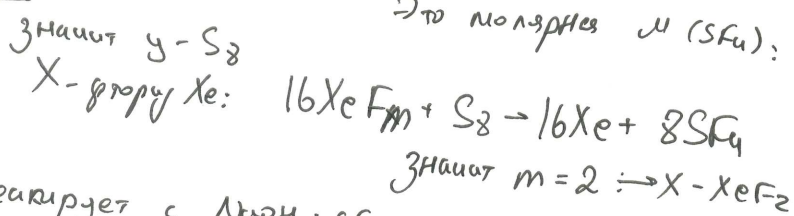


$$A = 3M_{\text{ср}} - 2M(\text{Xe}) = 3 \cdot 123,2 - 2 \cdot 131 = 108 \text{ г/моль.}$$

Это молярная $M(\text{SF}_6)$: $32 + 19 \cdot 6 = 108 \text{ г/моль.}$

значит $y = \text{S}_8$

X - группа Xe:



значит $m = 2 \Rightarrow X = \text{XeF}_2$

реактирует с щелочью: SF_6

$$x(\text{SF}_6) = \frac{8}{16+8} = \frac{1}{3} - \text{уменьш. объем}$$

$$\omega(\text{SF}_6) = \frac{8M(\text{SF}_6)}{16M(\text{Xe}) + 8M(\text{SF}_6)} = \frac{8 \cdot 108}{16 \cdot 131 + 8 \cdot 108} \approx 0,2919 \rightarrow 29,19\%$$



сложн в-во реагент: XeF_2

прост. в-во реаг: S_8

сложн. в-во продукт: SF_6

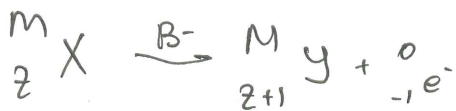
прост. в-во продукт: Xe

Задача 7

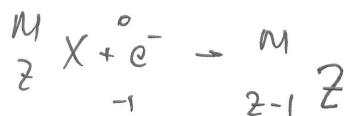
Чистовик 6

Пусть $M(X) = m$

$$n(p^+)x = z$$



$$\begin{aligned} n(p^+)y &= z+1 \\ n(n^0)y &= m-z-1 \end{aligned}$$



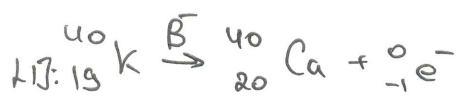
$$\begin{aligned} n(p^+)z &= z-1 \\ n(n^0)z &= m-z+1 \end{aligned}$$

$$\left\{ \begin{aligned} \frac{z+1}{m-z-1} &= 1 \quad (1) \rightarrow \frac{z+1}{z+1} = \frac{m-z-1}{m-z-1} \\ \frac{m-z+1}{m} &= 0,55 \quad (2) \end{aligned} \right.$$

$$\begin{aligned} m &= 2z+2 \quad (3) \\ m &= \frac{z-1}{0,45} \quad (4) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} 0,9z + 0,9 &= z-1 \\ 0,1z &= 1,9 \\ z &= 19 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} m &= 2 \cdot 19 + 2 = 40 \\ z &= 19 \end{aligned}$$

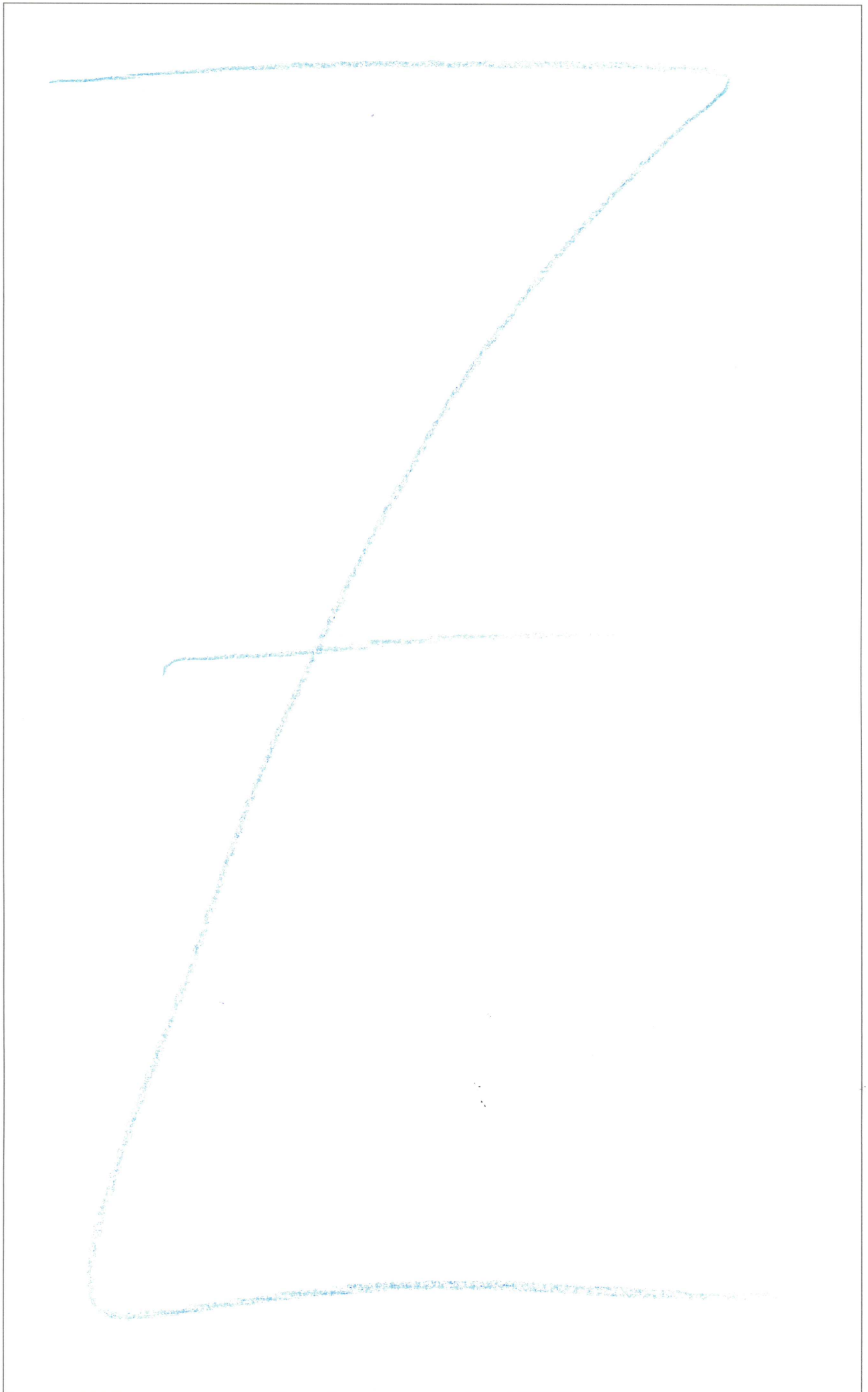


$$\begin{aligned} {}^{40}_{20}Ca - \text{участник} \\ \frac{n(p)}{n(n)} &= \frac{20}{20} = 1 \end{aligned}$$

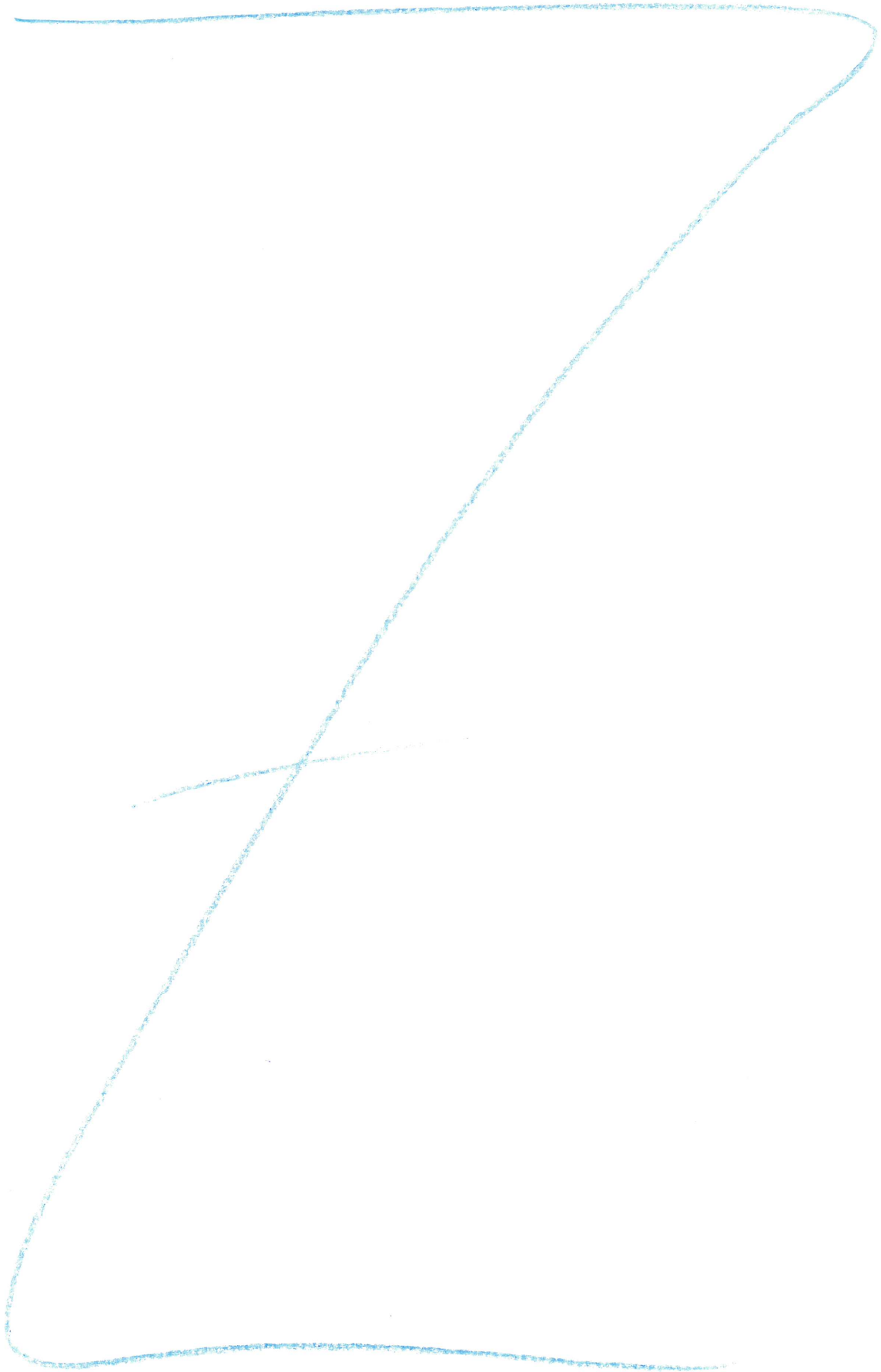


$$\begin{aligned} {}^{40}_{18}Ar : \frac{n(n)}{m} &= \frac{18-18}{40} = \frac{0}{40} \rightarrow 0,55 \\ &\downarrow \\ &55\% \end{aligned}$$





ЛИСТ-ВКЛАДЫШ



Подписывать лист-вкладыш запрещается! Писать на полях листа-вкладыша запрещается!

