

# I. SZÁZALÉKSZÁMÍTÁS

## Elméleti összefoglaló:

A **százalék** két mennyiség **arányát** századrész egységben adja meg:

$$\text{százalék} = \frac{\text{amit hasonlítottunk}}{\text{amihez hasonlítottuk}} \cdot 100\%.$$



Százalékok

Átrendezve:

$$\text{amit hasonlítottunk} = \text{amihez hasonlítottuk} \cdot \frac{\text{százalék}}{100\%}.$$

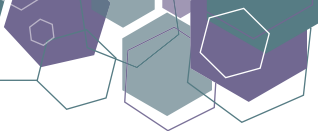
A következő feladatokban vizes oldatok tömegszázalékos összetételét fogjuk használni.

$$w\% = \frac{m(\text{oldott anyag})}{m(\text{oldat})} \cdot 100\%.$$

A számítási pontosságról:

A matematika idealista tudomány. Végtelenül pontosan számol. A  $\pi$ -vel jelölt számot szokás 3,14-dal közelíteni. Ha a számológépünkkel kiírjuk az értékét, akkor már 3,141592654-et látunk a kijelzőn. De egyik sem adja meg a  $\pi$  értékét pontosan, mert az egy ismétlődést nem tartalmazó végtelen tizedes tört alakját veszi fel, azaz az értékét lehetetlen pontosan leírni számjegyekkel, csak a  $\pi$  jel fejezi ki pontosan.

A természettudományok viszont a tapasztaláson alapulnak. Egy adat mindig valamilyen **mérés** eredménye. Mivel lehetetlen végtelenül pontosan mérni, ezért az elméletileg létező ideális adat az általunk használt eszköz két beosztása között van. Így a mérési adatokat hibahatárok között, egy intervallumban kellene megadni. Ez számológéppel könnyen kezelhető (intervallum-aritmetika), de a kézi számításokat nagyon nehézkesé tenné. Ezért az adatok kezelésére egy durva közelítést alkalmazunk, csak azt vesszük figyelembe, hogy az adat nagyságrendileg mennyire pontos.



Így jutunk el az **értékes jegyek** fogalmához. Ha például a mérlegünk század gramm pontossággal mér, és egy vasból készült tárgy tömegét 73,28 g-nak mérjük, akkor ez 4 értékes jegy pontosságú adat. Az ezzel végzett számítások eredményét ugyanilyen pontossággal célszerű megadni, kifejezve a mért adat pontosságát. Például, ha kiszámítjuk az anyagmennyiségét, a számológép 1,312085944-et ír ki. Ezt 1,312-ként kezeljük 4 értékes jegyre kerekítve.

Ha egy számítás során több adatot is felhasználunk, akkor a végeredmény pontosságát a felhasznált legpontatlanabb adathoz igazítjuk.

A későbbi feladatokban ezt az elvet fogjuk követni. Az I. feladatsorban az egyszerűség kedvéért az eredményeket 4 értékes jegyre kerekítve adjuk meg.

### Feladatok:

1. 100 g vízben feloldunk 20 g sót. Hány %-os oldatot kapunk?
2. 250 g vízben 30 g sót oldunk. Hány %-os oldat keletkezik?
3. 150 g 8%-os oldatban hány gramm só található?
4. 85 g 12%-os sóoldat hány gramm sót tartalmaz?
5. 10 g só felhasználásával hány gramm 16%-os oldat készíthető?
6. 25 g sót hány gramm vízben kell feloldani, hogy 6%-os oldatot kapjunk?
7. Összeöntünk 100 g 18%-os és 150 g 4%-os sóoldatot. Hány %-os oldat keletkezik?
8. 120 g 25%-os és 250 g 8%-os sóoldat összekeverésével hány %-os oldat keletkezik?
9. 200 g vízben hány gramm sót kell feloldani, hogy 10%-os oldat keletkezzen?
10. 1000 g vízben hány gramm sót oldjunk fel 3%-os sóoldat készítéséhez?
11. 300 g 6%-os oldatban még hány gramm sót kell feloldani, hogy az 15%-osra töményedjen?
12. 50 g 18%-os sóoldatba még hány gramm sót kell szórni, hogy 25%-os legyen?
13. 400 g 5%-os sóoldatból hány gramm vizet kell elpárologtatni ahhoz, hogy 6%-os legyen?

14. 80 g 15%-os sóoldatból hány gramm vizet kell elforralni ahhoz, hogy 20%-os legyen?
15. 20 g sót hány gramm 10%-os oldatban kell feloldani, hogy 16%-os oldat keletkezzen?
16. 3 g sót hány gramm 7%-os oldatban kell feloldani, hogy 9%-os oldat keletkezzen?
17. 500 g 1%-os sóoldathoz hány gramm 26%-os sóoldatot kell önteni, hogy 5%-os legyen?
18. 125 g 4%-os sóoldathoz hány gramm 15%-os sóoldatot kell önteni, hogy 7%-os legyen?

## II. ELEMÉK, IZOTÓPOK

### Elméleti összefoglaló:

Az **elemek** azonos **rendszámú** ( $Z$ ) atomokból felépülő anyagok, azaz egy elem minden atomja ugyanannyi protont tartalmaz. Ez az elektronszámok egyezését is okozza, így egy elem minden atomja kémiaiilag megkülönböztethetetlen. Az atomok neutronszáma viszont eltérhet egymástól, így egy-egy elem általában több **izotóp** keverékének tekinthető. Az izotópokat **tömegszámukkal** ( $A$ ) azonosítjuk, ami a protonok és neutronok (magalkotók, nukleonok) együttes száma. Eszerint egy atom neutronszáma:  $N = A - Z$ .

A rendszámot a vegyjel bal alsó, a tömegszámot pedig a bal felső indexébe írjuk, például:  ${}_{92}^{238}\text{U}$ .

A tömegszám a nevét onnan kapta, hogy egy atom tömegét nagyrészt a magalkotók adják, az elektronok tömege a nukleonokhoz képest csekély. Mivel a proton és neutron relatív tömege közelítőleg egységnyi, így egy atom relatív tömege közelítőleg megegyezik a tömegszámával:  $A_r \approx A$ .

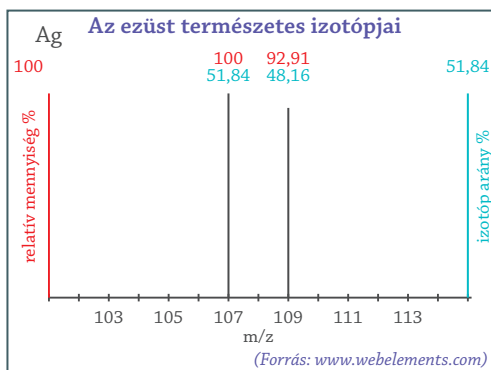
Az atomok tömegét az atomi tömegegységhez viszonyítva szokás megadni, ezt nevezzük **relatív atomtömegnek**.

Az **atomi tömegegység** a  ${}^{12}\text{C}$ -atom tömegének  $\frac{1}{12}$  része. (Így a  ${}^{12}\text{C}$  relatív tömege pontosan 12, a többi atomé csak közelítőleg egyezik meg a tömegszámmal.)

Bár az elemek többsége több izotópból épül fel, szerencsére az izotóp atomok számaránya közelítőleg állandó. Ezáltal az elem átlagos relatív atomtömegét az izotópjai relatív atomtömegének előfordulásuk arányában vett súlyozott átlagaként származtathatjuk.



Rézvezetékek



Az ezüstizotópok tömegspektruma

A gyakorlatban sosem találkozunk egy-egy atommal, hanem azok sokaságával van dolgunk. A sokaság részecskeszámát az anyagmennyiség jellemzi. Ha két elemből annyit mérünk ki, hogy a tömegek aránya megegyezzen a relatív atomtömegek

arányával, akkor biztosak lehetünk benne, hogy ugyanannyi atomot tartalmaznak. Így jutottunk el az anyagmennyiség, illetve a mól fogalmához.

**Anyagmennyiség:** az SI alapmennyisége.

Jele:  $n$ , mértékegysége: mól, mértékegységének jele: mol.

**1 mol** 12 g  $^{12}\text{C}$ -ben lévő atomok száma.

Eszerint, ha bármely elemből annyi grammot mérünk ki, mint a relatív atomtömege, akkor ugyanannyi atomot, éppen egy mólt fog tartalmazni.

A **moláris tömeg** a tömeg és az anyagmennyiség hányadosa.

Jele:  $M$ , szokásos mértékegysége:  $\frac{\text{g}}{\text{mol}}$ .

$$M = \frac{m}{n}.$$

Az előzőekben leírtak szerint egy elem moláris tömege és relatív atomtömege számértékben megegyeznek.

### Szükséges adatok:

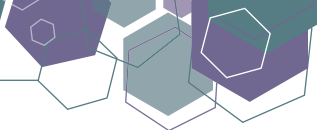
Az elemek relatív atomtömegeit a könyv végén található periódusos rendszerből olvashatjuk ki. A könnyebbség kedvéért ebben a feladatsorban ezeket megadjuk.

Bár a hétköznapi kémiai gyakorlatban szinte sosincs rá szükség, ennek ellenére jó tudni, hogy hány darab részecskét tartalmaz 1 mól. Ezt az Avogadro-állandó adja meg:

$$N_A = 6,022 \cdot 10^{23} \frac{1}{\text{mol}}.$$

### Feladatok:

19. Mekkora a (grammban kifejezett) tömege egy aranyatomnak?  $A_r(\text{Au}) = 196,97$ .
20. Mekkora a (grammban kifejezett) tömege egy bizmutatomnak?  $A_r(\text{Bi}) = 208,98$ .
21. Hány atom van 1,000 g berilliumban?  $M(\text{Be}) = 9,012 \frac{\text{g}}{\text{mol}}$ .
22. Hány atom van 10,00 g foszforban?  $M(\text{P}) = 30,97 \frac{\text{g}}{\text{mol}}$ .
23. Melyikben van több atom: 1,000 kg vasban vagy 0,5000 kg alumíniumban?



24. Melyikben van több atom: 12,00 g antimonban vagy 8,000 g arzénban?
25. A természetes lítiumot két izotóp alkotja:  $7,42 \frac{n}{n}\%$ -ban a  ${}^6\text{Li}$  ( $A_r = 6,015$ ) és  $92,58 \frac{n}{n}\%$ -ban a  ${}^7\text{Li}$  ( $A_r = 7,016$ ). A megadott adatokból számítsa ki a lítium moláris tömegét!
26. A természetes magnéziumban három izotóp található:  $78,70 \frac{n}{n}\%$ -ban  ${}^{24}\text{Mg}$  ( $A_r = 23,99$ ),  $10,13 \frac{n}{n}\%$ -ban  ${}^{25}\text{Mg}$  ( $A_r = 24,99$ ) és  $11,17 \frac{n}{n}\%$ -ban  ${}^{26}\text{Mg}$  ( $A_r = 25,98$ ). Mennyi a magnézium moláris tömege?
27. A természetes rezet két izotóp alkotja: az egyik a  ${}^{63}\text{Cu}$  ( $A_r = 62,93$ ) izotóp, mely 68,94%-ban található meg. Mekkora a másik izotóp tömegszáma, ha  $M(\text{Cu}) = 63,55 \frac{\text{g}}{\text{mol}}$ ?
28. A természetes rubídiumot két izotóp alkotja: az egyik a  ${}^{85}\text{Rb}$  ( $A_r = 84,91$ ) izotóp, mely 72,20%-ban található meg. Mekkora a másik izotóp tömegszáma, ha  $M(\text{Rb}) = 85,47 \frac{\text{g}}{\text{mol}}$ ?
29. A természetes antimonban két izotóp található: a  ${}^{121}\text{Sb}$  ( $A_r = 120,9$ ) és a  ${}^{123}\text{Sb}$  ( $A_r = 122,9$ ). Hány százalékban fordulnak elő, ha  $M(\text{Sb}) = 121,75 \frac{\text{g}}{\text{mol}}$ ?
30. A természetes talliumot két izotóp alkotja: a  ${}^{203}\text{Tl}$  ( $A_r = 202,97$ ) és a  ${}^{205}\text{Tl}$  ( $A_r = 204,97$ ). Hány százalékban fordulnak elő, ha  $M(\text{Tl}) = 204,37 \frac{\text{g}}{\text{mol}}$ ?
31. 5,000 g (természetes) klór mekkora anyagmennyiségben tartalmazza az egyes izotópokat?  $M(\text{Cl}) = 35,45 \frac{\text{g}}{\text{mol}}$ ,  $A_r({}^{35}\text{Cl}) = 34,97$ ,  $A_r({}^{37}\text{Cl}) = 36,97$ .
32. 10,00 g ezüst mekkora anyagmennyiségben tartalmazza izotópjait?  $M(\text{Ag}) = 107,87 \frac{\text{g}}{\text{mol}}$ ,  $A_r({}^{107}\text{Ag}) = 106,9$ ,  $A_r({}^{109}\text{Ag}) = 108,9$ .

# I. SZÁZALÉKSZÁMÍTÁS

1.  $100 \text{ g víz} + 20 \text{ g só} = 120 \text{ g oldat}$

$$w\% = \frac{20 \text{ g}}{120 \text{ g}} \cdot 100\% = \underline{\underline{16,67\%}}$$

2.  $10,71\%$

3.  $150 \text{ g} \cdot 0,08 = \underline{\underline{12,00 \text{ g só}}}$

4.  $10,20 \text{ g sót.}$

5.  $\frac{10 \text{ g}}{0,16} = \underline{\underline{62,50 \text{ g oldat}}}$

6.  $391,7 \text{ g víz}$

7.  $100 \text{ g} \cdot 0,18 = 18 \text{ g só van az első oldatban.}$

$150 \text{ g} \cdot 0,04 = 6 \text{ g só van a második oldatban.}$

$18 \text{ g} + 6 \text{ g} = 24 \text{ g só lesz az összeöntött oldatban.}$

$100 \text{ g} + 150 \text{ g} = 250 \text{ g tömegű oldatot kapunk.}$

$$\frac{24 \text{ g}}{250 \text{ g}} \cdot 100\% = \underline{\underline{9,600\%}}$$

8.  $13,51\%$

9.  $200 \text{ g víz} + x \text{ g só} = (200 + x) \text{ g oldat}$

$$\frac{x}{200 + x} \cdot 100 = 10$$

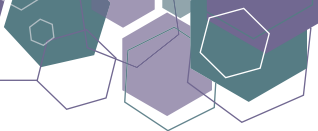
$$100x = 10 \cdot (200 + x)$$

$$100x = 2000 + 10x$$

$$90x = 2000$$

$$x = \underline{\underline{22,22 \text{ g só}}}$$

10.  $30,93 \text{ g}$



**11.**  $300 \text{ g} \cdot 0,06 = 18 \text{ g só}$

$+x$  g só  $\Rightarrow (300+x)$  g oldatban  $(18+x)$  g só lesz.

$$(300 + x) \cdot 0,15 = (18 + x)$$

$$45 + 0,15x = 18 + x$$

$$27 = 0,85x$$

$$x = 31,76 \text{ g só}$$

12. 4,667 g só

**13.**  $400 \text{ g} \cdot 0,05 = 20 \text{ g só}$

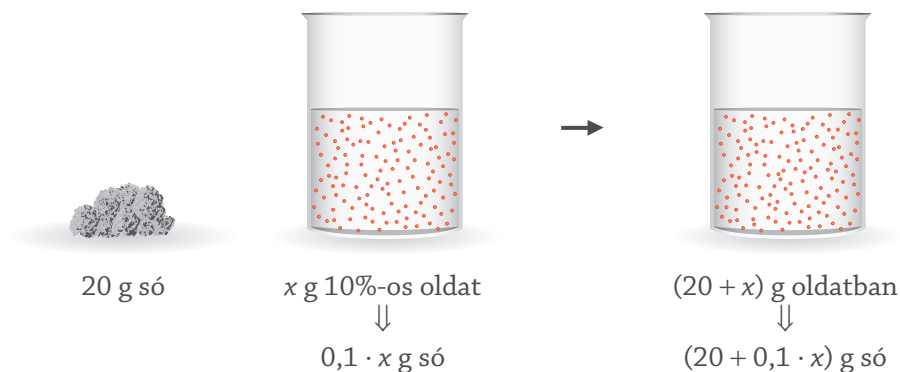
Ez a 20 g só az új oldatnak a 6%-a lesz.

$$\frac{20 \text{ g}}{0,06} = 333,33 \text{ g új oldat}$$

$400\text{ g} - 333,33\text{ g} = 66,67\text{ g}$  vizet kell elpárologtatni.

14. 20,00 g vizet.

15.



$$20 \text{ g só} + x \text{ g } 10\text{-os oldat} \Rightarrow 0,1x \text{ g só van benne.}$$

$(20 + x)$  g oldatban  $(20 + 0,1x)$  g só lesz.

$$(20 + x) \cdot 0,16 = (20 + 0,1x)$$

$$3,2 + 0,16x = 20 + 0,1x$$

$$0,06x = 16,8$$

$$x = 280,0 \text{ g oldat}$$

16. 136,5 g oldat

17.  $500 \text{ g} \cdot 0,01 = 5 \text{ g}$  só

+  $x \text{ g}$  26%-os oldat  $\Rightarrow 0,26x \text{ g}$  só van benne.

$(500 + x) \text{ g}$  oldatban  $(5 + 0,26x) \text{ g}$  só lesz.

$$(500 + x) \cdot 0,05 = 5 + 0,26x$$

$$25 + 0,05x = 5 + 0,26x$$

$$20 = 0,21x$$

$$x = \underline{\underline{95,24 \text{ g oldat}}}$$

18. 46,88 g oldatot.

## II. ELEMÉK, IZOTÓPOK

19. Vegyünk 1 mol aranyat!

Ennek tömege 196,97 g.

Egy molban  $6,022 \cdot 10^{23}$  atom van.

Így egy atom tömege:

$$\frac{196,97 \text{ g}}{6,022 \cdot 10^{23}} = \underline{\underline{3,271 \cdot 10^{-22} \text{ g}}}.$$

20.  $3,470 \cdot 10^{-22} \text{ g}$

$$21. n = \frac{m}{M} = \frac{1 \text{ g}}{9,012 \frac{\text{g}}{\text{mol}}} = 0,1110 \text{ mol Be}$$

$$N = n \cdot N_A = 0,111 \text{ mol} \cdot 6,022 \cdot 10^{23} \frac{1}{\text{mol}} = \underline{\underline{6,682 \cdot 10^{22}}}$$

22.  $1,944 \cdot 10^{23} \text{ db}$

$$23. n = \frac{1000 \text{ g}}{55,85 \frac{\text{g}}{\text{mol}}} = 17,91 \text{ mol Fe}$$

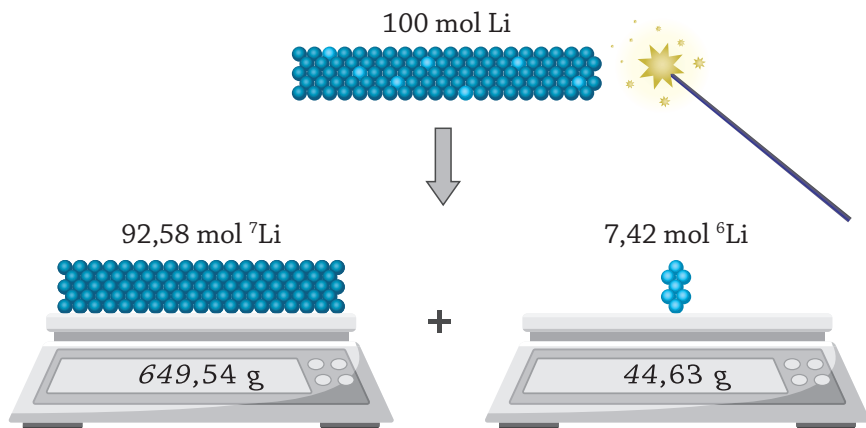
$$n = \frac{500 \text{ g}}{26,98 \frac{\text{g}}{\text{mol}}} = 18,53 \text{ mol Al}$$

Az Al tartalmaz több atomot.

Mint látható, a részecskeszám összehasonlításához teljesen felesleges kiszámítani magát a darabszámot, elegendő az anyagmennyiségek összevetése.

24. A 8,000 g arzénben van több atom.

25.



Vegyünk 100 mol lítiumot!

Ebben 7,42 mol  ${}^6\text{Li}$  és 92,58 mol  ${}^7\text{Li}$  található.

A tömegeik:

$$m = n \cdot M = 7,42 \text{ mol} \cdot 6,015 \frac{\text{g}}{\text{mol}} = 44,63 \text{ g } {}^6\text{Li};$$

$$m = n \cdot M = 92,58 \text{ mol} \cdot 7,016 \frac{\text{g}}{\text{mol}} = 649,54 \text{ g } {}^7\text{Li}.$$

(Kihasználtuk, hogy egy-egy izotóp relatív atomtömege és moláris tömege számértékben megegyezik.)

Az össztömeg:  $m = 44,63 \text{ g} + 649,54 \text{ g} = 694,17 \text{ g Li}$ .

Így a Li moláris tömege:

$$M = \frac{m}{n} = \frac{694,17 \text{ g}}{100 \text{ mol}} = \underline{\underline{6,942 \frac{\text{g}}{\text{mol}}}}.$$

26.  $24,31 \frac{\text{g}}{\text{mol}}$

27. Vegyünk 100 mol rezet!

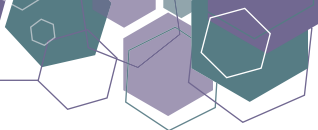
Ebben 68,94 mol  ${}^{63}\text{Cu}$  izotóp található.

Így kiszámítható az ismeretlen izotóp anyagmennyisége:

$$100 \text{ mol} - 68,94 \text{ mol} = 31,06 \text{ mol } {}^A\text{Cu}.$$

Kiszámíthatjuk a  ${}^{63}\text{Cu}$  izotóp tömegét:

$$m = n \cdot M = 68,94 \text{ mol} \cdot 62,93 \frac{\text{g}}{\text{mol}} = 4338 \text{ g } {}^{63}\text{Cu}.$$



A réz össztömegét is megkaphatjuk hasonló módon:

$$m = n \cdot M = 100 \text{ mol} \cdot 63,55 \frac{\text{g}}{\text{mol}} = 6355 \text{ g Cu.}$$

Eszerint az ismeretlen izotóp tömege:

$$m = 6355 \text{ g} - 4338 \text{ g} = 2017 \text{ g } ^A\text{Cu.}$$

A moláris tömege:

$$M = \frac{2017 \text{ g}}{31,06 \text{ mol}} = 64,93 \frac{\text{g}}{\text{mol}}.$$

Ez számértékben megegyezik a relatív atomtömegével, az pedig közelítőleg anynyi, mint a tömegszáma, így A = 65.

28. A = 87

29. Vegyünk 100 mol antimont!

Ennek tömege:

$$m = 100 \text{ mol} \cdot 121,75 \frac{\text{g}}{\text{mol}} = 12175 \text{ g Sb.}$$

Sajnos sem a tömeget, sem az anyagmennyiséget nem tudjuk a két izotóp között felosztani, így kénytelenek vagyunk egy ismeretlent bevezetni: legyen  $x$  mol  $^{121}\text{Sb}$ . A  $^{123}\text{Sb}$  anyagmennyisége eszerint  $(100 - x)$  mol.

Kifejezve a tömegeket:  $120,9x$  g  $^{121}\text{Sb}$  és  $122,9 \cdot (100 - x)$  mol  $^{123}\text{Sb}$ .

A kettő össztömege az antimonéval egyezik meg.

$$120,9x + 122,9(100 - x) = 12175$$

$$120,9x + 12290 - 122,9x = 12175$$

$$2x = 115$$

$$x = 57,5 \text{ mol } ^{121}\text{Sb}$$

Így az antimon 57,5%  $^{121}\text{Sb}$  izotópot és 42,5%  $^{123}\text{Sb}$  izotópot tartalmaz.

30. 30,0%  $^{203}\text{Tl}$  és 70,0%  $^{205}\text{Tl}$

$$31. n = \frac{m}{M} = \frac{5 \text{ g}}{35,45 \frac{\text{g}}{\text{mol}}} = 0,1410 \text{ mol Cl}$$

$$x \text{ mol } ^{35}\text{Cl} \Rightarrow (0,141 - x) \text{ mol } ^{37}\text{Cl}$$

$$34,97x \text{ g } ^{35}\text{Cl} \text{ és } 36,97(0,141 - x) \text{ g } ^{37}\text{Cl}$$

$$34,97x + 36,97(0,141 - x) = 5$$

$$34,97x + 5,214 - 36,97x) = 5$$

$$0,214 = 2x$$

$$x = \underline{\underline{0,107 \text{ mol } ^{35}\text{Cl}}}$$

$$0,141 \text{ mol} - 0,107 \text{ mol} = \underline{\underline{0,034 \text{ mol } ^{37}\text{Cl}}}$$

32.  $0,0477 \text{ mol } ^{107}\text{Ag}$  és  $0,0450 \text{ mol } ^{109}\text{Ag}$