

Programma

Misure ed Unità di misura. Incertezza della misura. Cifre significative. Notazione scientifica. Atomo e peso atomico. Composti, molecole e ioni. Formula molecolare e peso molecolare. Mole e massa molare. Formula chimica: empirica e molecolare. Nomenclatura dei composti inorganici. Equazioni chimiche. Bilanciamento delle equazioni chimiche. Calcolo stechiometrico delle quantità molari e delle masse. Reagente limitante. Resa di reazione. Soluzioni e loro concentrazione. Metodi di separazione delle componenti di una miscela. Acidi e Basi. Reazioni di ossidoriduzione e loro bilanciamento. Leggi dei gas ideali (cenni). Equilibrio chimico gassoso ed in soluzione acquosa. Legge di azione di massa. Principio di Le Chatelier e quoziente di reazione. Equilibri Acido-Base: autoprotolisi dell'acqua; pH; idrolisi di sali; soluzioni tampone; titolazioni acido-base (cenni). Equilibrio di solubilità: solubilità e prodotto di solubilità; previsione di precipitazione; effetto dello ione in comune, del pH, della temperatura. Elettrochimica: bilanciamento delle reazioni redox con il metodo delle semireazioni; serie elettrochimica; celle galvaniche.

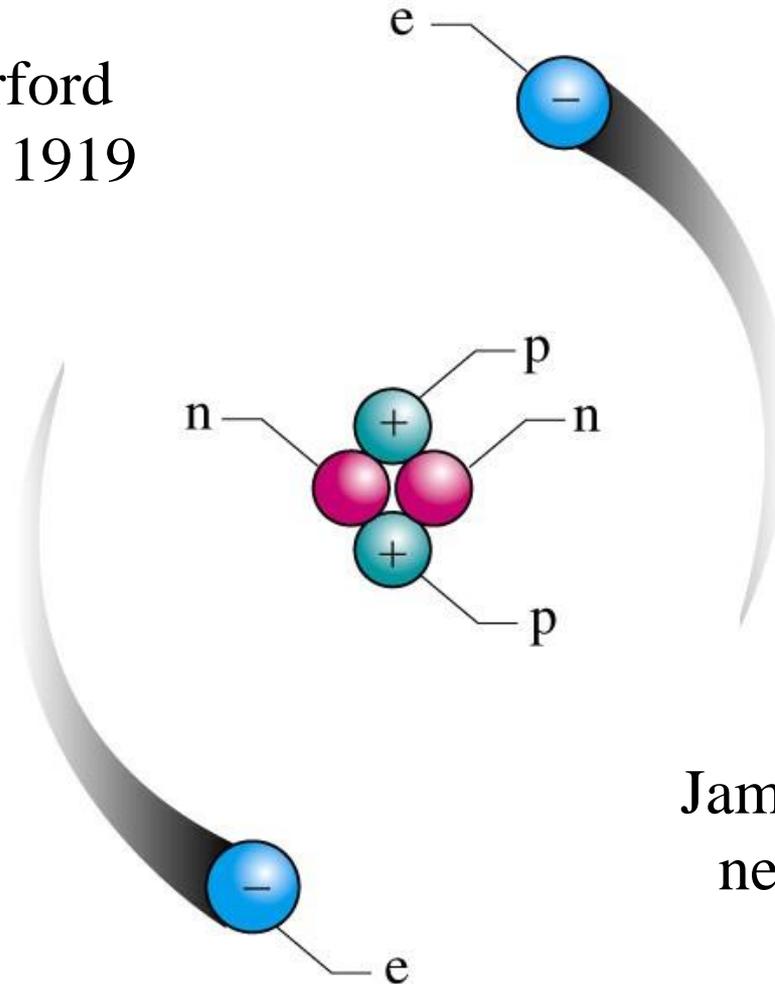
Lo scienziato del giorno è:



Amedeo Avogadro (Legge di Avogadro)

L'Atomo Nucleare

Rutherford
protoni 1919



James Chadwick
neutroni 1932

Particelle subatomiche

Protoni: carica elettrica positiva $1.602 \cdot 10^{-19}$ C ; massa $1.6725 \cdot 10^{-24}$ g

Neutroni: nessuna carica elettrica ; massa $1.6748 \cdot 10^{-24}$ g

Elettroni: carica elettrica negativa $1.602 \cdot 10^{-19}$ C ; massa $9.108 \cdot 10^{-28}$ g

L'atomo è elettricamente neutro quando possiede un uguale numero di protoni ed elettroni

2. Atomi, Molecole, Massa Atomica, Mole e Formule Chimiche.

Elementi: sostanze che non possono essere scisse in altre più semplici (atomi tutti dello stesso “tipo”)

Sono caratterizzati dal numero atomico, **Z**, che corrisponde al numero di protoni (e di elettroni, salvo ionizzazione)...

...e dal numero di massa, **A**, che corrisponde al numero di protoni + numero di neutroni

La massa atomica viene definita in relazione alla massa di un atomo di carbonio che ha 6 protoni e sei neutroni a cui viene assegnata la massa 12.000. Viene espressa in unità di massa atomica (uma). $1\text{uma} = 1.661 \times 10^{-24} \text{ g}$

come si rappresenta un elemento:



simbolo

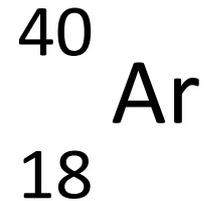
Periodic Table of the Elements

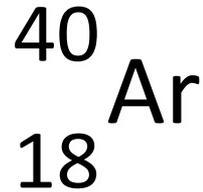
1 H 1.01																	18 He 4.00
3 Li 6.94	4 Be 9.01											5 B 10.81	6 C 12.01	7 N 14.01	8 O 16.00	9 F 19.00	10 Ne 20.18
11 Na 22.99	12 Mg 24.30											13 Al 26.98	14 Si 28.09	15 P 30.97	16 S 32.07	17 Cl 35.45	18 Ar 39.95
19 K 39.10	20 Ca 40.08	21 Sc 44.96	22 Ti 47.88	23 V 50.94	24 Cr 52.00	25 Mn 54.94	26 Fe 55.85	27 Co 58.93	28 Ni 58.69	29 Cu 63.55	30 Zn 65.39	31 Ga 69.72	32 Ge 72.61	33 As 74.92	34 Se 78.96	35 Br 79.90	36 Kr 83.80
37 Rb 85.47	38 Sr 87.62	39 Y 88.91	40 Zr 91.22	41 Nb 92.91	42 Mo 95.94	43 Tc (97.91)	44 Ru 101.07	45 Rh 102.91	46 Pd 106.42	47 Ag 107.87	48 Cd 112.41	49 In 114.82	50 Sn 118.71	51 Sb 121.75	52 Te 127.60	53 I 126.90	54 Xe 131.29
55 Cs 132.91	56 Ba 137.33	57 La 138.91	72 Hf 178.49	73 Ta 180.95	74 W 183.85	75 Re 186.21	76 Os 190.23	77 Ir 192.22	78 Pt 195.08	79 Au 196.97	80 Hg 200.59	81 Tl 204.38	82 Pb 207.2	83 Bi 208.98	84 Po (208.98)	85 At (209.99)	86 Rn (222.02)
87 Fr (223.02)	88 Ra (226.03)	89 Ac (227.03)	104 Rf (261.11)	105 Ha (262.11)	106 Sg (263.12)												

58 Ce 140.12	59 Pr 140.91	60 Nd 144.24	61 Pm (144.91)	62 Sm 150.36	63 Eu 151.97	64 Gd 157.25	65 Tb 158.93	66 Dy 162.50	67 Ho 164.93	68 Er 167.26	69 Tm 168.93	70 Yb 173.04	71 Lu 174.97
90 Th 232.04	91 Pa 231.04	92 U 238.03	93 Np (237.05)	94 Pu (244.06)	95 Am (243.06)	96 Cm (247.07)	97 Bk (247.07)	98 Cf (251.08)	99 Es (252.08)	100 Fm (257.10)	101 Md (258.10)	102 No (259.10)	103 Lr (262.11)

Esempio

Determinare il numero di elettroni, protoni, e neutroni nel seguente atomo (kahoot)





$Z = 18$, quindi sono presenti 18 protoni

$A = 40$,

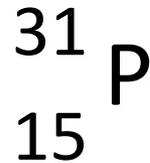
$A = \text{protoni} + \text{neutroni}$

Quindi, neutroni = $A - \text{protoni}$

$$40 - 18 = 22 \text{ neutroni}$$

Carica = 0, quindi numero di $e^- = 18$

Qual è la composizione di un atomo di fosforo con 16 neutroni?
Qual è il suo numero di massa? Qual è il simbolo di questo atomo?
Se l'atomo ha una massa di 30.9738 uma, qual è la sua massa in grammi? (kahoot)



$$\text{Massa (g)} = (30.9738 \text{ uma}) \times (1.661 \times 10^{-24} \text{ g/uma}) = 5.145 \times 10^{-23} \text{ g}$$

Isotopi

- Atomi che hanno nel nucleo un uguale numero di protoni ma un **diverso numero di neutroni**. Z rimane identico, A (il numero di massa) cambia
- Il n. di elettroni non è rilevante



Isotopi

⁸⁴Sr 83.913426 0.56%	⁸⁶Sr 85.909265 9.86%	⁸⁷Sr 86.908882 7.00%	⁸⁸Sr 87.905617 82.58%
Stable	Stable	Stable	Stable

- Rapporto tra $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ permette ricostruire zone provenienza animali o umani

¹²C 12.00000 98.89%	¹³C 13.00335 1.11%	¹⁴C 14.0 $t_{1/2} = 5715\text{yrs}$
Stable	Stable	Radioactive Cosmogenic/ anthropogenic

- ^{14}C viene utilizzato per datare i reperti archeologici organici

Abbondanza isotopica

Un campione naturale di zolfo
contiene diversi isotopi
aventi la seguente abbondanza



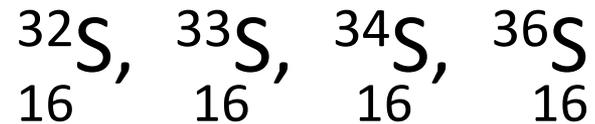
Isotopo % abbondanza

^{32}S 95.02

^{33}S 0.75

^{34}S 4.21

^{36}S 0.02



$$\% \text{ Abbondanza} = \frac{\text{numero totale di atomi di un dato isotopo}}{\text{Somma numero di atomi di tutti gli isotopi nell'elemento}} \times 100$$

L'argento ha due isotopi, uno con 60 neutroni (abbondanza percentuale = 51.839%) e l'altro con 62 neutroni. Quali sono i numeri di massa e i simboli di questi isotopi? Qual è l'abbondanza percentuale dell'isotopo con 62 neutroni?

Il gallio ha due isotopi: ^{69}Ga e ^{71}Ga , Quanti protoni e quanti neutroni ci sono nei nuclei dei due isotopi? Se l'abbondanza percentuale del ^{69}Ga è 60.1%, qual è l'abbondanza del ^{71}Ga ?

• Masse atomiche degli elementi

La massa atomica viene definita in relazione alla massa di un atomo di carbonio che ha 6 protoni e sei neutroni a cui viene assegnata la massa 12.000. Viene espressa in unità di massa atomica (uma). $1\text{uma} = 1.661 \times 10^{-24} \text{ g}$

Il cloro è presente in natura come miscela degli isotopi ^{35}Cl (34,9689 uma, 75,770%) e ^{37}Cl (36,9656 uma, 24,230%). Qual è la massa atomica del cloro naturale?

Le masse atomiche di tutti gli elementi sono riportate nella tavola periodica

La Mole

Mole: è unità di misura della quantità di sostanza.

- Fisicamente è impossibile contare gli atomi.
- E' necessario mettere in relazione il numero di atomi con una massa misurabile.
- Una mole è la quantità di sostanza che contiene tante particelle elementari (atomi molecole...) pari al numero di atomi contenuti in 12 grammi dell'isotopo carbonio-12

Numero di Avogadro

$$6.0221367 \times 10^{23}$$



1 mole



La mole è una unità

6020000000000000000000000000

di qualunque cosa!!!!

Atomi

Molecole

ioni

Una mole di sostanza

- Massa
- Occupa spazio o volume
- È una certa quantità

1 mole di Carbonio

```
graph TD; A("1 mole di Carbonio") --> B("6.022 x 1023 atomi di C"); A --> C("12.01 g di Carbonio"); A --> D("22.4 L di Carbonio");
```

6.022×10^{23} atomi di C

12.01 g di Carbonio

22.4 L di Carbonio

1 mole di Elio

```
graph TD; A("1 mole di Elio") --> B("6.022 x 1023 atomi di He"); A --> C("4.0 g di He"); A --> D("22.4 L di He");
```

6.022×10^{23} atomi di He

4.0 g di He

22.4 L di He

1 mole di Neon

```
graph TD; A("1 mole di Neon") --> B("atomi di Ne ?????"); A --> C("g di Ne????"); A --> D("L di Ne ?????");
```

atomi di Ne ?????

g di Ne????

L di Ne ?????

1 mole di Ossigeno O_2

```
graph TD; A("1 mole di Ossigeno O2") --> B("molecole di O2 ?????"); A --> C("g di O2????"); A --> D("L di O2????");
```

molecole di O_2 ?????

g di O_2 ????

L di O_2 ????

1 mole di NaCl

```
graph TD; A(1 mole di NaCl) --> B(quanto NaCl ?????); A --> C(g di NaCl????); A --> D(L di NaCl ????)
```

quanto NaCl ?????

g di NaCl????

L di NaCl ????

Numero di Avogadro

- La quantità di atomi, ioni, molecole, elettroni in un composto sono misurati in moli.
- **UNA MOLE DI SOSTANZA CONTIENE SEMPRE LO STESSO NUMERO DI PARTICELLE, INDIPENDENTEMENTE DA QUALE SIA LA SOSTANZA**
- 1 mole di atomi, ... = 6.0221367×10^{23} unità
($6.0221367 \times 10^{23} = N$ Numero di Avogadro).
- in 1 mole di atomi di ^{12}C vi sono 6.02×10^{23} atomi
- in 1 mole di molecole di H_2O vi sono 6.02×10^{23} molecole
- In 1 mole di ioni NO_3^- vi sono 6.02×10^{23} ioni

Massa Molare

- La massa molare, M , è la massa in grammi di una mole di sostanza, ed è numericamente uguale al peso atomico/molecolare della sostanza

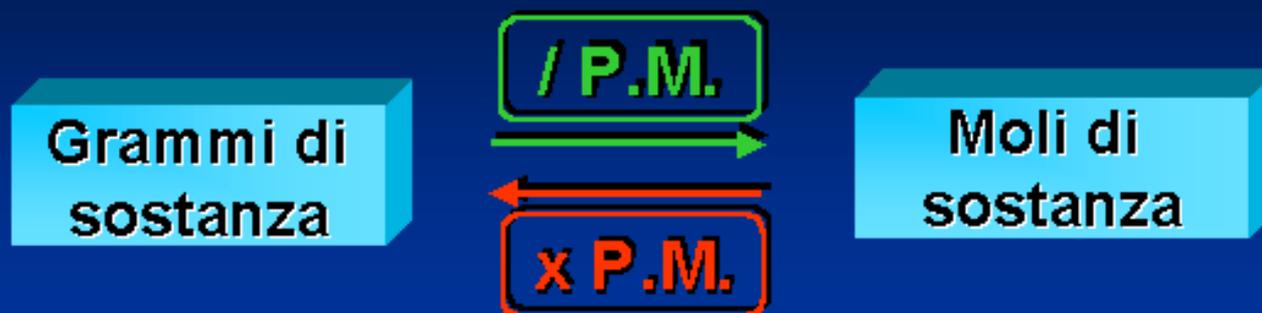
Massa molare di Na = 22.990 g/mol

Massa molare di Cl = 35.453 g/mol

Massa molare di O = 15.999 g/mol

Per definizione, 1 mole of $^{12}\text{C} = 12 \text{ g.}$ (12g/mol)

Calcolo del numero di moli



$$n = \frac{W}{P.M.}$$

Diagram illustrating the calculation of the number of moles (n) from mass (W) and molecular weight ($P.M.$):

- n : numero di moli (mol)
- W : massa (g)
- $P.M.$: peso molecolare (g/mol)

Calcoli di moli

1) **grammi** \Rightarrow **moli**

A quante moli corrispondono 10,0 g di C_2H_5OH ?

$$PM(C_2H_5OH) = 12,0 \times 2 + 16,0 + 6 \times 1,01 = 46,1 \text{ u.m.a.}$$

Massa molare = 46,1 g/mol

$$\text{numero di moli (n)} = \frac{\text{massa (g)}}{\text{massa molare (g/mol)}}$$

$$n = \frac{10,0 \text{ g}}{46,1 \text{ g/mol}} = 0,217 \text{ mol}$$

2) Moli \Rightarrow grammi

Quanto pesano 0,0654 moli di ZnI_2 ?

$$PM(\text{ZnI}_2) = 65,39 + 126,90 \times 2 = 319,2 \text{ u.m.a.}$$

Massa molare di $\text{ZnI}_2 = 319,2 \text{ g/mol}$

$$\text{Peso} = 0,0654 \text{ mol} \times 319,2 \text{ g/mol} = 20,9 \text{ g}$$

Calcolare il numero di atomi di oro contenuti in
8.73 moli di oro

DALLE MOLI AGLI ATOMI

Quanti atomi di Argon ci sono in un campione di 79.2 g
di Argon

DAI GRAMMI AGLI ATOMI

Qual è la massa in grammi di un singolo atomo di ferro

DAGLI ATOMI AI GRAMMI

Esprimere le composizioni (1): formule chimiche

le formule chimiche esprimono i *rapporti molari*
tra gli elementi componenti

es.: formula chimica del *glucosio*



1 mole di $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$
è composta da

6 moli di O

12 moli di H

6 moli di C

C4-11

Pesa 180 grammi

Costituiti da: {

6 x 16 g (96g) di O +
12 x 1g (12g) di H +
6 x 12 g (72g) di C

Descrive la composizione atomica
qualitativa e quantitativa di un composto

Formula empirica

la *formula empirica* (o *minima*) è la formula che esprime i più piccoli rapporti molari tra gli elementi costituenti un composto



Esprimere le composizioni (2): composizione percentuale

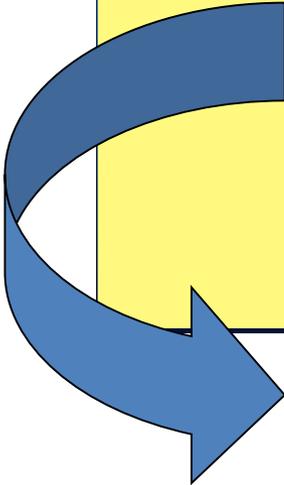
La *composizione percentuale* di un composto è definita dalle percentuali *in massa* degli elementi

$$\% \text{ elemento} = \frac{\text{massa elemento}}{\text{massa composto}} \times 100$$

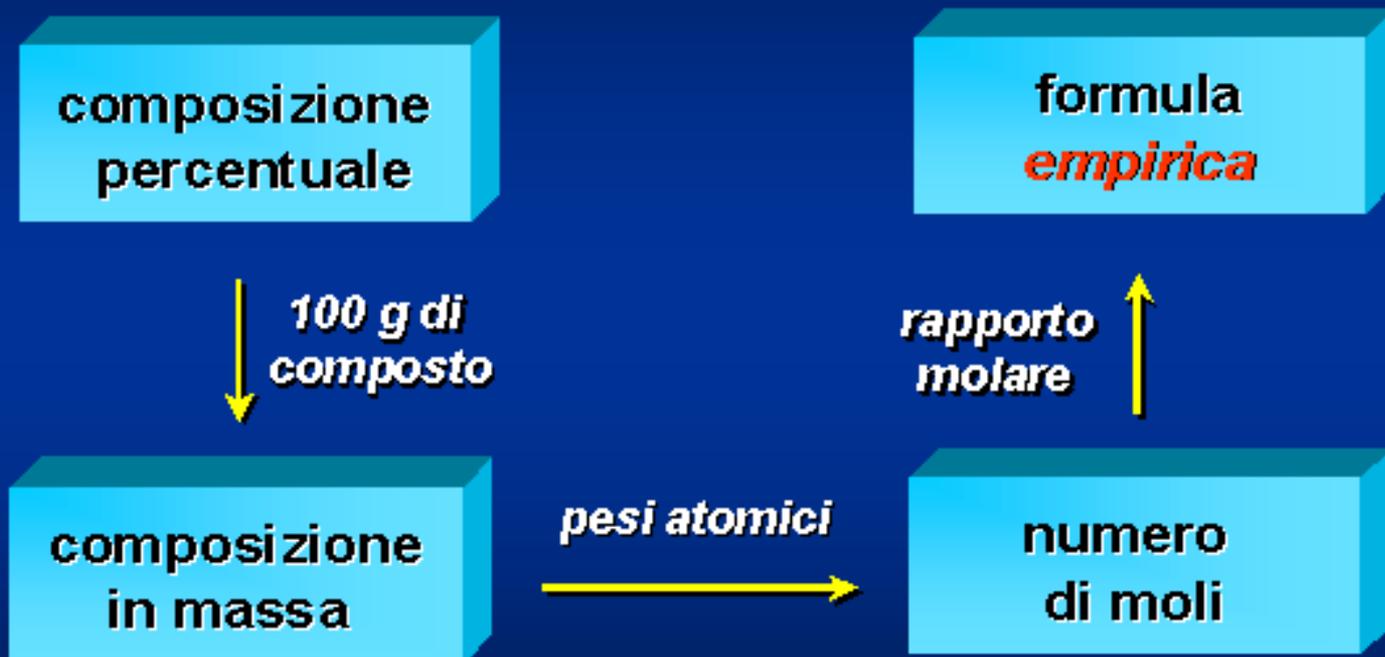
$$\text{C}\% = (72\text{g} / 180\text{g}) \times 100 = 40$$

$$\text{H}\% = (12\text{g} / 180\text{g}) \times 100 = 6,7$$

$$\text{O}\% = (96\text{g} / 180\text{g}) \times 100 = 53,3$$


$$72\text{g C} : 180 \text{ g di composto} = x \text{ g di C} : 100 \text{ g di composto}$$

Dalla composizione percentuale alla formula empirica



Esempio di calcolo di formula empirica

analisi chimica su
25 g (m) di campione

composizione %:

26.56 % K

35.36 % Cr

38.08 % O

$$w_i = \frac{\%_i \cdot m}{100}$$

comp. in massa:

6.64 g K

8.84 g Cr

9.52 g O

x 2

rapporto molare:

1 mol K

1 mol Cr

3.5 mol O

formula empirica:



($n_i / 0.17$)

numero di moli:

0.17 mol K

0.17 mol Cr

0.60 mol O

$$n_i = \frac{w_i}{PA_i}$$

Qual è la massa di piombo in grammi equivalente a 2.50 mol di piombo?

Quale quantità di stagno in moli è rappresentata da 36.5 g di stagno?
A quanti atomi corrisponde?

Un cilindro graduato contiene 32 cm³ di mercurio. Se la densità del mercurio a 25°C è 13.534 g/cm³, qual è l'ammontare in moli del mercurio nel cilindro?

Simbolo	^{65}Cu	^{86}Kr		
Numero protoni			78	
Numero neutroni			117	46
Numero elettroni atomo neutro				35
Nome elemento				

Un materiale semiconduttore è composto da 52 g di Ga, 9.5 g di Al e 112 g di As.
 Quale elemento ha il maggior numero di atomi nella miscela?

Verificare che la massa atomica del magnesio è 24.31 in base alle seguenti informazioni:

Massa del ^{24}Mg = 23.985042 u; 78.99%

Massa del ^{25}Mg = 24.985837 u; 10.00%

Massa del ^{26}Mg = 25.982593 u; 11.01%

Indicare il numero di massa di a) un atomo di nickel con 31 neutroni, b) un atomo di plutonio con 150 neutroni e c) un atomo di tungsteno con 110 neutroni.

Quando un campione di fosforo brucia all'aria si forma il composto P_4O_{10} .

Un esperimento ha mostrato che 0.744 g di fosforo formano 1.704 g di P_4O_{10} .

Usare queste informazioni per determinare il rapporto delle masse atomiche del fosforo e dell'ossigeno (massa P/massa O). Se si assume che la massa atomica dell'ossigeno è 16.000u, calcolare la massa atomica del fosforo.

Si dispone di un campione costituito da 16.5 g di acido ossalico $H_2C_2O_4$. A quante moli di acido corrisponde? Quante molecole di acido sono presenti? Quanti atomi di carbonio sono presenti? Quale è la massa di una molecola di acido?

Qual è la composizione percentuale in massa del propano C_3H_8 ? Qual è la massa del carbonio presente in 454 g di propano?

Una numerosa famiglia di composti tra boro e idrogeno ha formula generale B_xH_y . Un membro della famiglia contiene 88.5% di boro e il resto idrogeno. Quale delle seguenti è la sua formula empirica: BH_2 , BH_3 , B_2H_5 , B_5H_7 , B_5H_{11} ?