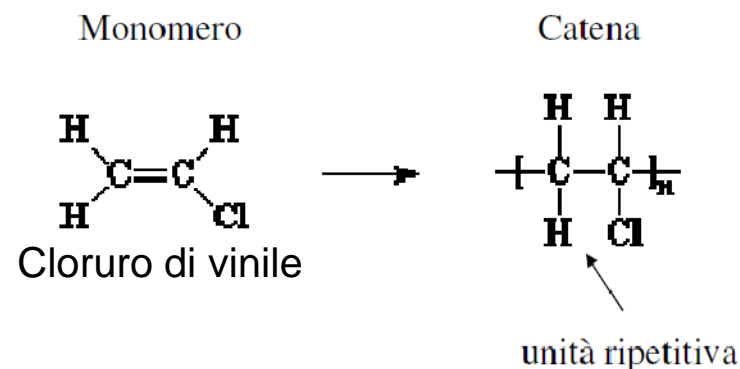


Es. 1 –Peso Molecolare Polimeri

Calcolare per il poli(vinilcloruro) (PVC):

- Il peso molecolare medio numerale (\bar{M}_n)
- Il peso molecolare medio ponderale (\bar{M}_w)
- Il grado di polimerizzazione medio numerale



Avendo a disposizione i seguenti dati:

Intervallo peso molecolare (g/mol)	M_j (g/mol)	x_j	$x_j M_j$ (g/mol)	f_j	$f_j M_j$ (g/mol)
5000-10000	7500	0.05	375	0.02	150
10000-15000	12500	0.16	2000	0.1	1250
15000-20000	17500	0.22	3850	0.18	3150
20000-25000	22500	0.27	6075	0.29	6525
25000-30000	27500	0.20	5500	0.26	7150
30000-35000	32500	0.08	2600	0.13	4225
35000-40000	37500	0.02	750	0.02	750

M_j = peso molecolare medio nell'intervallo di peso molecolare j

x_j = frazione del numero totale di catene all'interno dell'intervallo di peso molecolare j

f_j = frazione in peso delle catene all'interno dell'intervallo di peso molecolare j

Es. 1 –Peso Molecolare Polimeri

a)

$$\bar{M} = \frac{\sum n_i M_i}{\sum n_i} \quad \text{Peso molecolare medio numerale}$$

$n_i = n^\circ$ catene con peso molecolare M_i

$$\bar{M} = \sum x_j M_j$$

$$\bar{M} = 375 + 2000 + 3850 + 6075 + 5500 + 2600 + 750 = 21150 \text{ g / mol}$$

Es. 1 –Peso Molecolare Polimeri

b)

$$\bar{M}_w = \frac{\sum w_i M_i}{\sum w_i} \quad \text{Peso molecolare medio ponderale}$$

w_i = quantità in peso di catene con peso molecolare M_i

$$\bar{M}_w = \sum f_j M_j$$

$$\bar{M}_w = 150 + 1250 + 3150 + 6525 + 7150 + 4225 + 750 = 23200 \text{ g / mol}$$

Es. 1 –Peso Molecolare Polimeri



c)

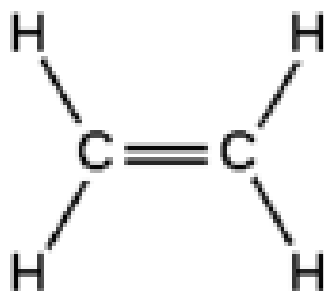
peso molecolare unità ripetitiva = $m_{u.r.}$

$$m_{u.r.} = 2(12.01 \text{ g / mol}) + 3(1.01 \text{ g / mol}) + 35.45 \text{ g / mol} = 62.50 \text{ g / mol}$$

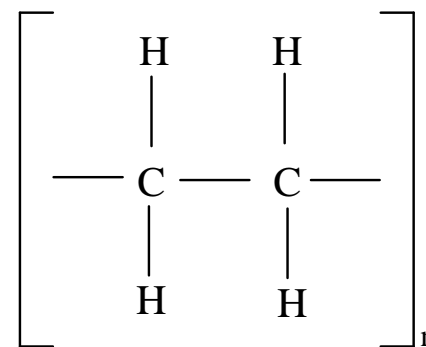
$$n_n = \frac{\bar{M}}{m_{u.r.}} = \frac{21150}{62.50} = 338 \quad \text{grado di polimerizzazione medio numerale}$$

Es. 2 –Peso Molecolare Polimeri

Determinare il grado di polimerizzazione di un polietilene (PE) costituito da catene di uguale lunghezza e il cui peso molecolare è $1.5 \cdot 10^5 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$. Calcolare inoltre il numero di atomi di C presenti in ogni catena polimerica.



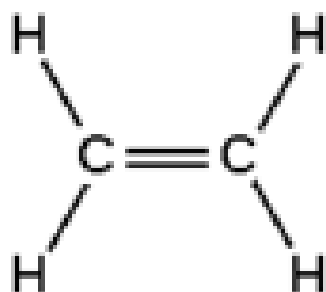
Monomero



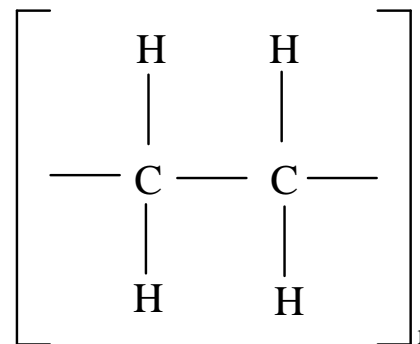
Unità ripetitiva

Es. 2 –Peso Molecolare Polimeri

Monomero



Unità ripetitiva



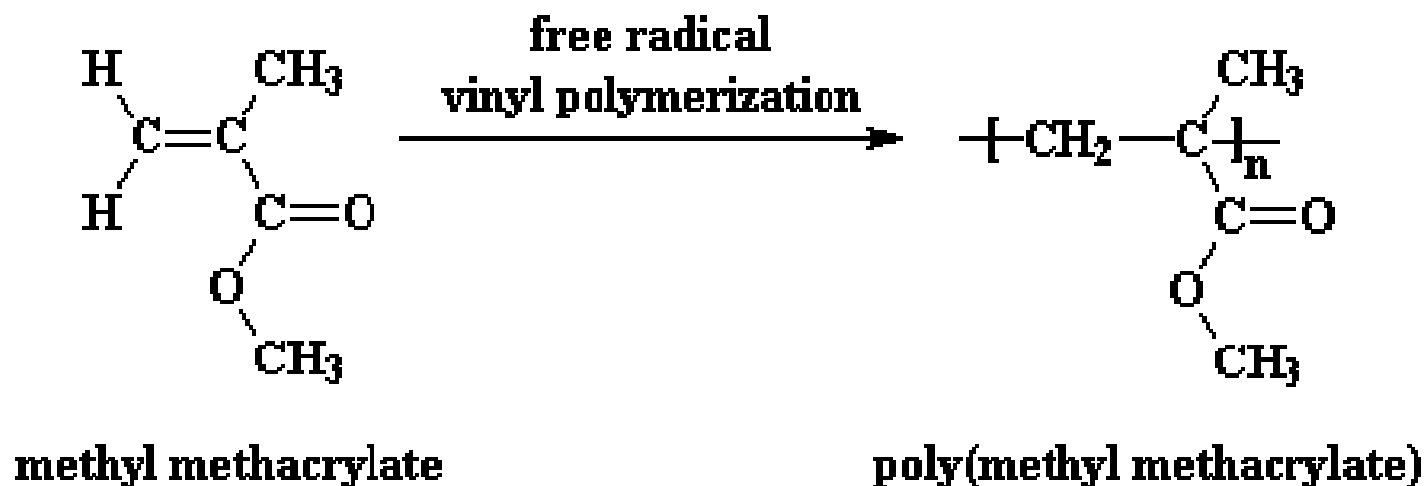
- peso molecolare unità ripetitiva = $m_{u.r.} = (2 \cdot 12) + (4 \cdot 1) = 28 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$
 - Per i polimeri ottenuti per poliaddizione $m_{u.r.} = \text{peso molecolare monomero}$
- $M = \text{peso molecolare polimero}$

$$\text{grado di polimerizzazione} = n = \frac{M}{m_{u.r.}} = \frac{1.5 \cdot 10^5 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}}{28 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} = 5357$$

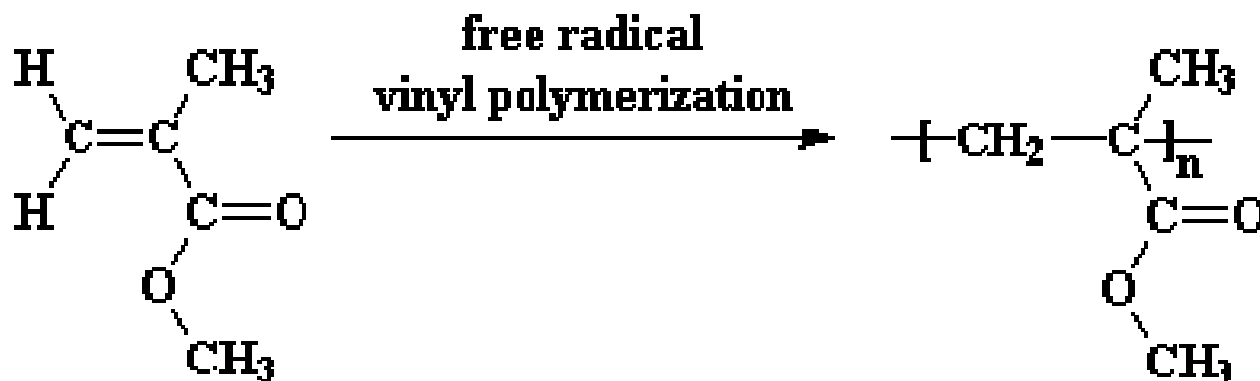
$$N^{\circ}(C) = 2 \cdot n = 10714$$

Es. 3 –Peso Molecolare Polimeri

Il peso molecolare di un *polimetilmetacrilato* o plexiglas (PMMA) è pari a $2.4 \cdot 10^5 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$. Nell'ipotesi che tutte le catene abbiano la stessa lunghezza, determinare il grado di polimerizzazione ed il numero di catene contenute in 10 grammi di polimero.



Es. 3 –Peso Molecolare Polimeri



methyl methacrylate

poly(methyl methacrylate)

$$m_{u.r.} = (8 \cdot 1) + (5 \cdot 12) + (2 \cdot 16) = 100 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$$

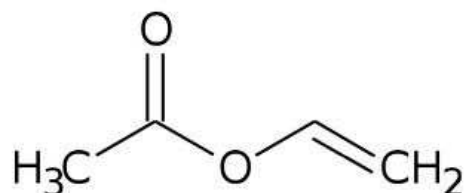
$$n = \frac{M}{m_{u.r.}} = \frac{2.4 \cdot 10^5 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}}{100 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} = 2400$$

$$N_{catene} = \frac{N_A \cdot \text{Peso}}{M} = \frac{(6.023 \cdot 10^{23}) \cdot (10)}{2.4 \cdot 10^5} = 2.51 \cdot 10^{19}$$

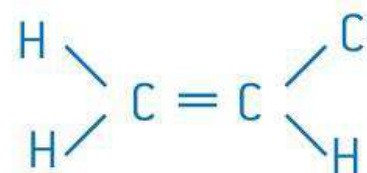
Es. 4 –Peso Molecolare Polimeri

Un copolimero poli(vinilcloruro-vinilacetato) ha un peso molecolare medio ponderale di 10520 g/mol ed un grado di polimerizzazione medio ponderale di 160. Calcolare la percentuale dei monomeri cloruro di vinile (VC) e acetato di vinile (VAc).

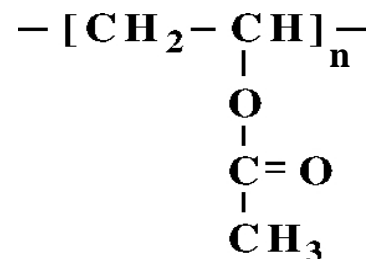
Acetato di vinile



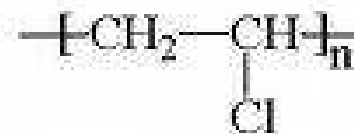
Cloruro di vinile



Poli(vinilacetato)

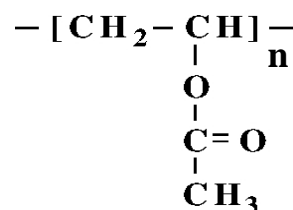


Poli(vinilcloruro)

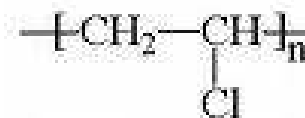


Es. 4 –Peso Molecolare Polimeri

Poli(vinilacetato)



Poli(vinilcloruro)



$$\bar{m} = \text{peso molecolare unità ripetitiva copolimero} = \sum f_j m_{u.r.j}$$

$(f_j, m_{u.r.j})$ sono rispettivamente la frazione della catena costituita dall'unità ripetitiva j ed il peso molecolare dell'unità ripetitiva j

$$m_{\text{VAc}} = 4 \text{ C} \cdot 12 \text{ g/mol} + 6 \text{ H} \cdot 1 \text{ g/mol} + 2 \text{ O} \cdot 16 \text{ g/mol} = 86 \text{ g/mol}$$

$$m_{\text{VC}} = 2 \text{ C} \cdot 12 \text{ g/mol} + 3 \text{ H} \cdot 1 \text{ g/mol} + 1 \text{ Cl} \cdot 35.5 \text{ g/mol} = 62.5 \text{ g/mol}$$

$$\bar{m} = f_{\text{VC}} \cdot m_{\text{VC}} + (1 - f_{\text{VC}}) \cdot m_{\text{VAc}}$$

$$\bar{m} = \frac{\bar{M}_w}{n_w} = \frac{10520 \text{ g/mol}}{160} = 65.75 \text{ g/mol}$$

$$65.75 \text{ g/mol} = f_{\text{VC}} \cdot 62.5 \text{ g/mol} + (1 - f_{\text{VC}}) \cdot 86 \text{ g/mol}$$

$$f_{\text{VC}} = 0.86$$

$$f_{\text{VAc}} = 0.14$$

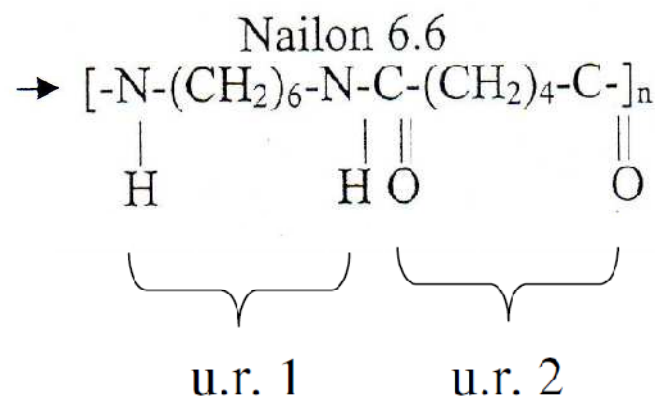
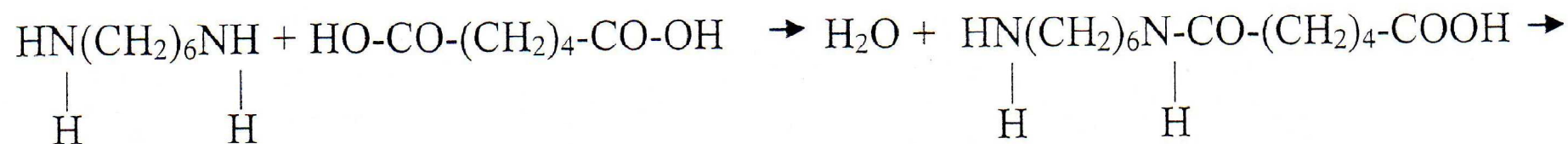
86% VC

14% VAc

Es. 5 –Peso Molecolare Polimeri

Calcolare il grado di polimerizzazione di un Nylon (6,6) avente un peso molecolare di $1.2 \cdot 10^5 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$.

esametilendiammina + acido adipico



$$\bar{m} = \text{peso molecolare unità ripetitiva copolimero} = \sum f_j m_{u.r.j}$$

(f_j , $m_{u.r.j}$ sono rispettivamente la frazione della catena costituita dall'unità ripetitiva j ed il peso molecolare dell'unità ripetitiva j)

Nei polimeri ottenuti attraverso polimerizzazione a stadi $m_{u.r.}$ sono diversi dai pesi molecolari dei monomeri.

$$\bar{m} = \frac{1}{2} [(2 \cdot 14) + (6 \cdot 12) + (14 \cdot 1)] + \frac{1}{2} [(6 \cdot 12) + (2 \cdot 16) + (8 \cdot 1)] = 113 \text{ g / mol}$$

Es. 5–Peso Molecolare Polimeri

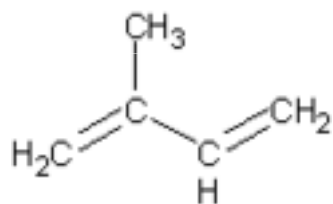


$$n = \frac{M}{\bar{m}} = \frac{1.2 \cdot 10^5 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}}{113 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} = 1062$$

Es. 6 – Elastomeri

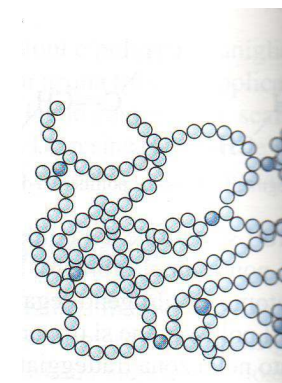
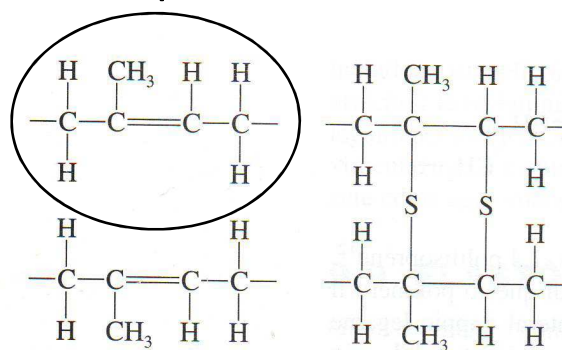
Quanto zolfo deve essere aggiunto a 100 g di gomma poliisoprenica per reticolare il 5 % delle unità ripetitive.

Dati: $PM_s = 32 \text{ g/mol}$

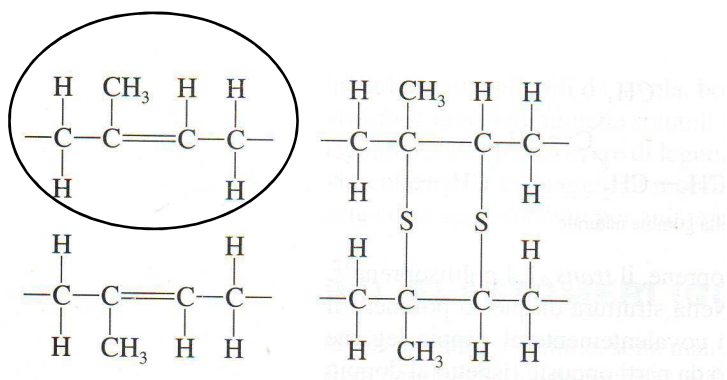


Monomero: isoprene

unità ripetitiva



Es. 6 –Elastomeri



$$m_{u.r.} = 5 \cdot 12 + 8 \cdot 1 = 68 \text{ g/mol}$$

$$\frac{100 \text{ g}}{68 \text{ g / mole}} = 1.47 \text{ moli unità ripetitive}$$

moli S = moli unità ripetitive che devono essere reticolate

$$(0.05 \cdot 1.47 \text{ moli}) \cdot 32 \text{ g/mole} = 2.35 \text{ g di zolfo}$$