a)

i. La oscilación en el primer caso tiene un periodo igual a.

$$T_1 = \frac{2\pi}{\omega_1} \quad \text{con} \quad \omega_1 = \sqrt{\frac{K}{M}}$$

En el segundo caso solo cambia la masa, luego

$$T_2 = 2\pi\sqrt{\frac{M+m}{K}} > 2\pi\sqrt{\frac{M}{K}} = T_1$$

Como la masa se deposita en la elongación máxima, entonces la amplitud es la misma que en el caso 1, pues se puede modelar como un oscilador armónico de masa $M+m$ que parte con amplitud A y velocidad inicial 0.

ii. En la elongación máxima la energía total es la que almacena el resorte, es decir potencial elástica

$$E = \frac{1}{2} K A^2$$

La energía solo depende de la elongación del resorte y no de la masa. Es por esto que en el segundo caso el periodo es mayor, parte de la energía se usó para mover a la masa extra.

b.

i. Se desprende cuando el resorte pasa a su largo natural en $x=0$, pues a partir de ese punto el resorte comienza a frenar la masa M, mientras m sigue con la velocidad que tenía por inercia (1ª Ley de Newton). Por lo tanto no se vuelven a encontrar.

ii. Igual que en (a) al comienzo

$$E = \frac{1}{2} k A^2$$

En $x=0$ toda la energía es cinética, luego:

$$E = \frac{(M+m)v^2}{2} = \frac{mv^2}{2} + \frac{Mv^2}{2}$$

Por conservación de energía

$$v = A\sqrt{\frac{k}{M+m}}$$

La masa m se va con esta rapidez por lo que la energía del oscilador queda

$$E^* = E - \frac{mv^2}{2} = \frac{Mv^2}{2}$$

iii. Si cambia pues perdió energía (ver (a).ii.)

Si puedo.

Nuevamente por conservación de energía para E^*

$$\frac{Mv^2}{2} = \frac{1}{2} k A^{*2} \Rightarrow \boxed{A^* = v\sqrt{\frac{M}{k}}} < A = v\sqrt{\frac{M+m}{k}}$$