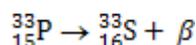
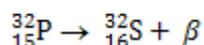


## 問題 23 放射壊変

リンには 23 種類の同位体( $^{24}\text{P}$  から  $^{46}\text{P}$  まで)が知られているが、 $1/2$  の核スピンをもつ  $^{31}\text{P}$  だけが安定で、そのため  $^{31}\text{P}$  の同位体存在度は 100%である。半整数のスピンを持ち、また高い存在度であるため、 $^{31}\text{P}$  は生体分子、とくに DNA の核磁気共鳴(NMR)を用いた研究に有用である。リンの 2 つの放射性同位体が科学実験を行うのに好都合な半減期を持つ。 $^{32}\text{P}$  は 14.3 日の半減期を、 $^{33}\text{P}$  は 25.3 日の半減期を持つ。リンの放射性同位体、 $^{32}\text{P}$  と  $^{33}\text{P}$  の両者はともに  $\beta$  放射体で、それらは次に示す核反応で壊変する。



同位体	同位体の質量 (amu)	[訳者注: amu = atomic mass unit, 原子質量単位]
$^{32}\text{P}$	31.97390727	
$^{33}\text{P}$	32.9717255	
$^{32}\text{S}$	31.97207100	
$^{33}\text{S}$	32.97145876	

- a)  $^{32}\text{P}$  と  $^{33}\text{P}$  の壊変反応で放出される  $\beta$  線のエネルギーを計算しなさい。  
 [訳者注:本来は、 $\beta$  線とともに中性微子(ニュートリノ)も放出されるため、 $\beta$  線のエネルギーは壊変のたびに異なっており一定値を示さない。ここでは、中性微子の放出を考慮していないので、いわゆる  $\beta$  線の最大エネルギーを計算することになる。]
- b) 通常、 $\beta$  線を遮蔽するために鉛が用いられる。しかしながら、高エネルギーの  $\beta$  線の場合は、制動放射 (Bremsstrahlung) として知られる過程により X 線の二次的放出が起こる。そのため、遮蔽は密度の小さい物質、例えば、プレキシングラス(訳者注:アクリル樹脂のこと)、ルーサイト(訳者注:アクリル樹脂のこと)、プラスチック、木、または水などをともに用いなければならない。 $^{32}\text{P}$  からの  $\beta$  線を遮蔽している間、波長が 0.1175 nm の X 線光子が生成される。この X 線光子のエネルギーを eV 単位で計算しなさい。
- c) 0.10 Ci (1Ci =  $3.7 \times 10^{10}$  壊変/秒)の放射能をもつ  $^{32}\text{P}$  の質量を求めなさい。[訳者注: 1 壊変/秒 = 1 Bq(ベクレル)]
- d) 放射性同位体  $^{32}\text{P}$  と  $^{33}\text{P}$  を両方含む試料が、初めに 9136.2 Ci の放射能をもっている。14.3 日後に放射能が 4569.7 Ci に減るとすると、試料中に初めに含まれていた  $^{32}\text{P}/^{33}\text{P}$  比を計算しなさい。