ズバリ的中

# 2024年度 東京医科大学 一般 物理 入試問題

2024年2月7日実施

# YMS「東医直前講習」と「2024東医入試予想」から入試問題がズバリ的中!!

本番3日前!
2024年2月4日実施

## 実際の入試問題

**第5問** 次の文章を読み，下の問(問1～2)に答えよ。

ウラン $^{238}_{92}\mathrm{U}$ を含むある岩石がある。この岩石ができたとき，鉛 $^{206}_{82}\mathrm{Pb}$ は含まれておらず，現在含まれている $^{206}_{82}\mathrm{Pb}$ はすべて $^{238}_{92}\mathrm{U}$ の放射性崩壊によって生成されたものとする。現在，この岩石中には，質量百分率にして0.097 %の $^{238}_{92}\mathrm{U}$ と0.042 %の $^{206}_{82}\mathrm{Pb}$ が含まれていた。ただし，外部との元素の出入りはなかったとする。

**問1** 現在の $^{238}_{92}\mathrm{U}$ の原子数 $N_{\mathrm{U}}$ に対する $^{206}_{82}\mathrm{Pb}$ の原子数 $N_{\mathrm{Pb}}$ の比 $\frac{N_{\mathrm{Pb}}}{N_{\mathrm{U}}}$ はいくらか。最も適切なものを，次のうちから一つ選べ。

$\frac{N_{\mathrm{Pb}}}{N_{\mathrm{U}}} =$ 22

① 0.43　② 0.47　③ 0.50　④ 0.54
⑤ 0.57　⑥ 0.61　⑦ 0.64　⑧ 0.68

**問2** この岩石はできてからどれだけ経過したものと推定されるか。ただし，$^{238}_{92}\mathrm{U}$ と $^{206}_{82}\mathrm{Pb}$ のみを考えればよいものとし，$^{238}_{92}\mathrm{U}$ の半減期は44.4億年とする。また，$\log_{10}2 = 0.301$，$\log_{10}3 = 0.477$ である。最も適切なものを，次のうちから一つ選べ。 23 億年

① 10　② 12　③ 14　④ 16　⑤ 18　⑥ 20
⑦ 22　⑧ 24　⑨ 26　⑩ 28　⑪ 30　⑫ 32

直前講習　入試予想

「放射性原子核の半減期」が的中!!

## YMS 東京医科大学入試予想

天然に存在するウランは，質量数が235の同位体($^{235}\mathrm{U}$)と質量数が238の同位体($^{238}\mathrm{U}$)の2種類だけであると考えてよく，いずれも半減期が長い。$^{235}\mathrm{U}$ の半減期は7.0億年，$^{238}\mathrm{U}$ の半減期は45億年である。原子力発電などに使われるウランは $^{235}\mathrm{U}$ である。現在，天然に存在するウランの同位体の個数の割合は，$^{235}\mathrm{U}$ が0.70 %，$^{238}\mathrm{U}$ が99.3 %であるとする。以下の各問いの計算問題に対して有効数字2桁で答えよ。ただし，$1\,\mathrm{eV} = 1.6\times10^{-19}\,\mathrm{J}$，また真空中の光の速さは $3.0\times10^{8}\,\mathrm{m/s}$ とする。

(1) 現在から過去にさかのぼり，$t$ 億年前のウランの同位体の存在量を $^{235}\mathrm{U}$ については $N_{235}(t)$ 個，$^{238}\mathrm{U}$ については $N_{238}(t)$ 個と書くことにする。$N_{235}(t)$ を $N_{235}(0)$ で，また $N_{238}(t)$ を $N_{238}(0)$ で表せ。

(2) 23億年前($t=23$)の $^{235}\mathrm{U}$ の存在割合は何 %であったか。また，太陽系が形成されたと考えられる46億年前($t=46$)の $^{235}\mathrm{U}$ の存在割合は何 %であったか。必要なら，$2^{38\times23/315} = 6.8$ として計算せよ。

(3) 現在，原子力発電では，$^{235}\mathrm{U}$ の存在割合を3.0 %に濃縮して使用している。天然のウランで $^{235}\mathrm{U}$ の存在割合が3.0 %であったのは何億年前のことか。必要なら，$\log_{10}4.39 = 0.64$，$\log_{10}2 = 0.30$ として計算せよ。

本番3日前!

## YMS 東京医科大学直前講習(最終)

**第8問** 次の問題を読み，下の問(問1～3)に答えよ。

ラジウム $^{223}_{88}\mathrm{Ra}$ は半減期 $\mathrm{T} = 11.7$ 日で $\alpha$ 崩壊して，ラドン $^{219}_{86}\mathrm{Rn}$ になる。はじめに $^{223}_{88}\mathrm{Ra}$ が13.0 g あった。アボガドロ定数は $6.02\times10^{23}\,\mathrm{mol^{-1}}$ を用いよ。

**問1** はじめにあった $^{223}_{88}\mathrm{Ra}$ の個数はいくらか。最も適当なものを，次の①～⑨のうちから一つ選べ。 28 個

① $2.9\times10^{22}$　② $3.1\times10^{22}$　③ $3.3\times10^{22}$
④ $3.5\times10^{22}$　⑤ $3.7\times10^{22}$　⑥ $3.9\times10^{22}$
⑦ $4.1\times10^{22}$　⑧ $4.3\times10^{22}$　⑨ $4.5\times10^{22}$

**問2** 35.1日経過後の $^{223}_{88}\mathrm{Ra}$ の個数はいくらか。最も適当なものを，次の①～⑨のうちから一つ選べ。 29 個

① $4.2\times10^{21}$　② $4.4\times10^{21}$　③ $4.6\times10^{21}$
④ $4.8\times10^{21}$　⑤ $5.0\times10^{21}$　⑥ $4.2\times10^{22}$
⑦ $4.4\times10^{22}$　⑧ $4.6\times10^{22}$　⑨ $4.8\times10^{22}$

**問3** 81.9日経過後の $^{223}_{88}\mathrm{Ra}$ の個数はいくらか。最も適当なものを，次の①～⑨のうちから一つ選べ。 30 個

① $2.7\times10^{20}$　② $3.0\times10^{20}$　③ $3.3\times10^{20}$
④ $3.6\times10^{20}$　⑤ $2.7\times10^{21}$　⑥ $3.0\times10^{21}$
⑦ $3.3\times10^{21}$　⑧ $3.6\times10^{21}$　⑨ $4.0\times10^{21}$

## 実際の入試問題

**第 4 問**　次の文章を読み，下の問(問 1 ～ 6)に答えよ。解答にあたり同じ番号を繰り返し用いても良い。

図 1 のように，一辺 $a = 1.00 \times 10^{-1}$ m の正方形の薄い金属板 2 枚を極板とし，極板間隔 $d = 1.00 \times 10^{-2}$ m の平行板コンデンサーがある。極板の間に一辺 $a$〔m〕四方，厚さ $d$〔m〕，比誘電率 $\varepsilon_r = 7.00$ の誘電体が長さ $x$〔m〕$(0 \leqq x \leqq a)$だけ挿入されている。誘電体は，左右方向にのみ動かせるものとし，極板と誘電体との間には隙間はないものとする。このコンデンサーには，起電力 $V$〔V〕の電池，スイッチ S が接続されている。

以下の問に解答するにあたり，極板の端の効果，電池の内部抵抗，導線の抵抗，極板と誘電体の間の摩擦力は無視できるものとする。コンデンサーは空気中に置かれ，空気の誘電率は，真空の誘電率 $\varepsilon_0$〔F/m〕に等しいものとする。

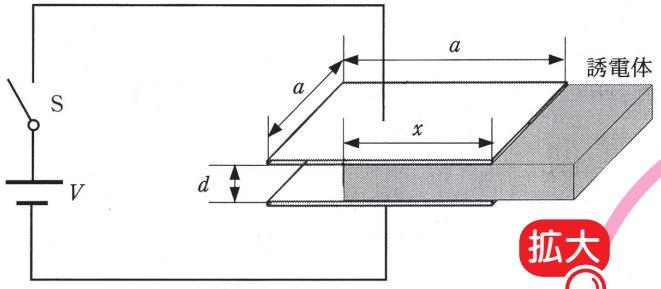
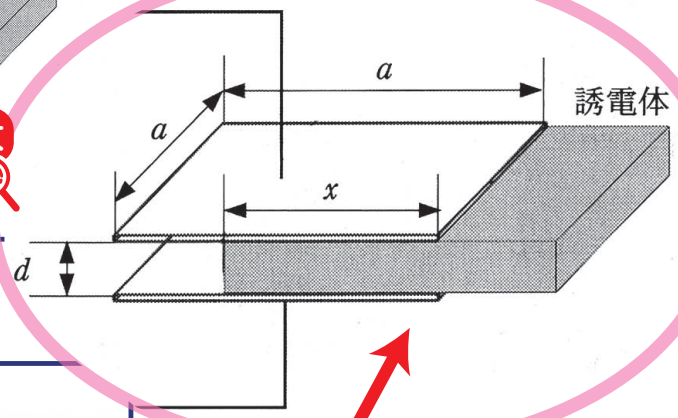



図 1

拡大

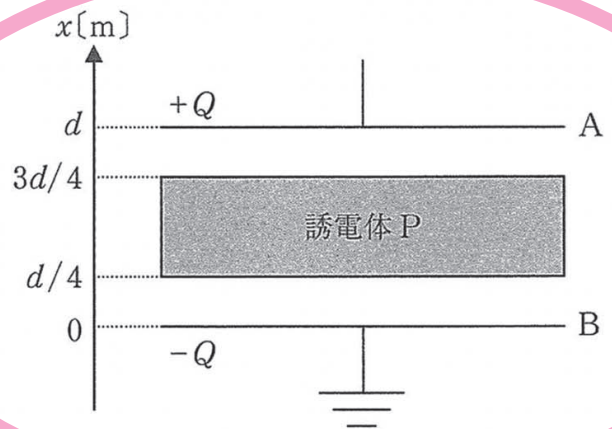



本番3日前!

## YMS 東京医科大学直前講習（最終）

図 2 のように，極板 A，B の電荷を保ったまま，A，B と同じ面積 $S$[m²]の正方形で厚さが $\frac{d}{2}$[m]，比誘電率 2 の誘電体 P を，AB 間の中央に A，B 面に平行となるように入れた。極板 B を接地して電位の基準とする極板 B の位置を原点として，B に垂直に B から A に向かう向きに $x$ 軸をとる。このとき，縦軸に電位[V]，横軸に $x$[m] をとったときのグラフの概形は [14] である。

図 1 のときコンデンサーに蓄えられている静電エネルギーを $U$[J] とする。図 2 の状態になるまで誘電体 P をゆっくりと極板間に入れたとき，外力がした仕事 $W$[J] は [15] [J]である。図 1 の状態から，誘電体 P と同じ形状の導体 Q を AB 間の中央に A，B 面に平行となるようにゆっくりと入れた。このとき，外力がした仕事は [16] [J]である。




直前講習

# 「コンデンサーへの誘電体の挿入」が的中!!

入試予想と本番3日前の直前講習にて的中！

これがYMSの底力だ