

- ・以下の8問から2問出題します。ただし、全くそのまま出題するとは限りません。
- ・計算問題は、答えが正しくても途中の導出過程が明確でない場合は減点します。

必要であれば、以下の値を使いなさい（全問共通）。

$$1\text{amu}=1.7\times 10^{-27}\text{ kg}、\text{光速 } c=3\times 10^8\text{ m/s}、\text{熱の仕事等量 } 1\text{cal}=4.2\text{J}$$

【1】 ※本試験出題

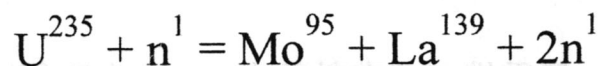
- ①カルノーサイクルの状態線図 ( $T$ - $S$  線図) を示し、線図上の作動流体の状態変化を説明しなさい。
- ②高温熱源の温度  $T_2$ 、低温熱源の温度  $T_1$  のカルノーサイクルの効率  $\eta$  は、 $\eta=1-T_1/T_2$  で表されることを示しなさい。

【2】 メタンガス ( $\text{CH}_4$ ) の燃焼反応は次式で表される。



- ①メタンガスの重量成分比が 90% である天然ガス 1kg を燃焼させた時に発生するエネルギー  $E$  をジュール(J) 単位で求めよ。
- ②出力 100 万 kW の火力発電所を 1 年間運転するのに必要な天然ガスの重量を求めよ。ただし、火力発電所の総合効率を 40% とする。

【3】ウラン  $\text{U}^{235}$  が次式で表されるような核分裂反応を起こした場合について以下の問いに答えよ。



ただし、各粒子の質量は下表のとおりである（単位：amu）。

$\text{U}^{235}$	$\text{n}^1$	$\text{Mo}^{95}$	$\text{La}^{139}$
235.1	1.0	94.9	139.0

- ①核分裂反応による質量欠損  $m$  をキログラム(kg) 単位で求めよ。
- ②この反応で発生するエネルギー  $E$  をジュール(J) 単位で求めよ
- ③出力 100 万 kW の原子力発電所を 1 年間運転するのに必要なウラン燃料の重量を求めよ。ただし、ウラン燃料の  $\text{U}^{235}$  濃縮率を 4%、原子力発電所の熱効率を 40% とする。

【4】以下の語句について説明しなさい。

・高速増殖炉　・トリレンマ　・揚水発電所　・加圧水型原子炉

【5】燃料電池の構造図を示し、その動作原理を説明しなさい。電池の陽極、陰極で発生する化学反応は必ず説明すること。

【6】抵抗負荷に接続した太陽電池の電圧-電流特性曲線を示し、太陽電池の出力を最大にする方法について説明しなさい。

【7】送電電圧（線間電圧） $V_L$ 、線電流  $I_L$ 、力率角  $\theta$  で送電している三相交流送電線について下記の問いに答えなさい。

※本試験出題

① この送電線の三相全体の送電電力  $P$  を求めなさい。

② 送電線 1 本あたりの送電損失（ジュール損失） $P_{\text{loss}}$  を求めなさい。  
ただし、送電線 1 本の抵抗を  $r$  とする。

③ ①、②の結果に基づいて、大電力を低損失で送電する際に、 $V_L$  と  $I_L$  のどちらを大きくした方が有利であるかを式を使って説明しなさい。

【8】下の図は、出力電圧  $E$  の発電機から、インピーダンス  $Z=R+jX$  の送電線路を通して、受電端の負荷に複素電力  $P+jQ$  を供給している様子を示している。受電端電圧  $V$  を位相基準とし、

$$\dot{V} = V\angle 0, \quad \dot{E} = E\angle \delta, \quad \dot{I} = I\angle -\psi$$

と表されるとき、受電端での有効電力  $P$ 、無効電力  $Q$  を  $R, X, I, V, E, \delta$  を用いて表しなさい。

