

電力工学

問題 A.

図1は、水力発電に必要なベルヌーイ (Bernoulli) の定理を導出するためのモデルを示している。水の流線に沿って座標軸 s をとり、座標 s の位置に底面積 dA 、高さ ds の水の微小円柱を考える。流れの上流面、下流面にかかる圧力をそれぞれ P 、 P' とする。図の様に円柱の軸は鉛直方向と角度 θ をなし、上流面、下流面のそれぞれ中心の高さは H 、 $H + dH$ である。重力加速度を g 、水の質量密度を ρ として、以下の導出過程の i ~ v に入る最も適した式を答えなさい。

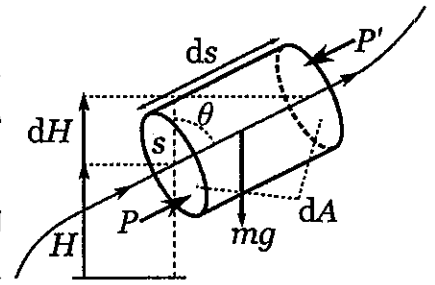


図1

- 円柱の質量を m として、円柱にかかる重力の座標軸向きの成分を θ を用いて表すと i となるが、 m 、 θ を用いず、 dA 、 ds 、 dH で表すと ii となる。
- 円柱にかかる座標軸方向の圧力は $PdA - P'dA$ で、 $P' = P + \frac{dP}{ds}ds$ とすると、 iii と整理される。
- 円柱の座標軸方向の速度を v とし、加速度を $v\frac{dv}{ds}$ とすると、運動方程式は iv となる。共通の係数を消去して、全ての項を左辺に移して v となる。
- v を s で積分して、ベルヌーイの定理 $\rho gH + \frac{1}{2}\rho v^2 + P = (\text{一定})$ を得る。

問題 B.

図2は、火力発電の基礎となるカルノーサイクルの T (温度) - S (エントロピー) 線図である。1 mol の理想気体が、図に示す 1, 2, 3, 4, 1 の順に状態 (S, T) を変えるときの、各変化過程を A, B, C, D とする。この理想気体の定積比熱を C_V として、以下の間に T_a 、 T_b 、 S_a 、 S_b 、 C_V のみを用いて答えなさい。

- (a) 過程 A と過程 C は等温変化で、過程 B と過程 D は断熱変化である。それぞれの過程で、気体が外部にした仕事を求めなさい。
- (b) 過程 A で気体が熱源から得た熱量 Q を求めなさい。
- (c) 1 サイクル全体で気体が外部にした仕事の総和を W とし、(b) の熱量 Q に対する W の比 W/Q を求めなさい。

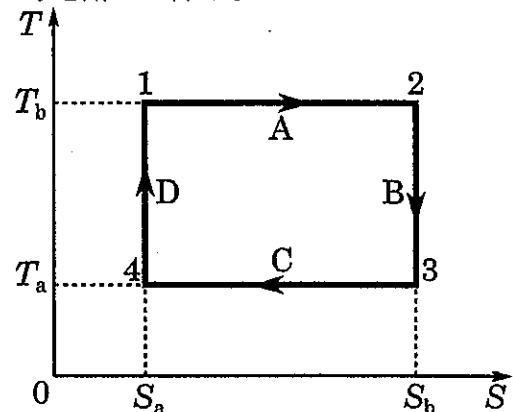
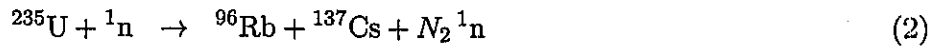


図2

(次ページへ続く)

問題 C.

以下は、原子力発電で利用または将来利用が期待される核分裂および核融合の反応式である。



ここに、n は中性子、p は陽子、D は重水素、T は三重水素で、左肩の数字は質量数を表す。以下の間に答えなさい。

- (a) U (ウラン)、Y (イットリウム)、Rb (ルビジウム) の原子番号は、それぞれ 92, 39, 37 である。I (ヨウ素) および Cs (セシウム) の原子番号はいくらか。
- (b) (1) および (2) の反応で発生する n (中性子) の個数、それぞれ N_1 , N_2 を求めなさい。
- (c) p (陽子) 以外の (4) の反応の生成物 $\boxed{\text{A}}$ を答えなさい。
- (d) (3) の反応で発生するエネルギーを 17.5 MeV として、He および n にそれぞれ分配されるエネルギーを求めなさい。ただし、両者の質量は質量数に比例し、反応前のエネルギーは発生するエネルギーに対して無視できるとする。

問題 D.

超電導エネルギー貯蔵装置にエネルギーを貯蔵する。装置内の超電導コイルのインダクタンスは 5 H で、流れる電流 I が図 3 の様に時間 (t) 変化するとする。このときのコイル端子間の電圧 V 、コイルへの供給電力 P 、コイルの貯蔵エネルギー W それぞれの時間変化を、解答欄のグラフに描きなさい。

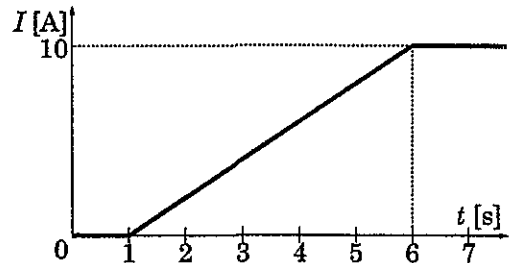


図 3

以上