

電験3種 過去問題

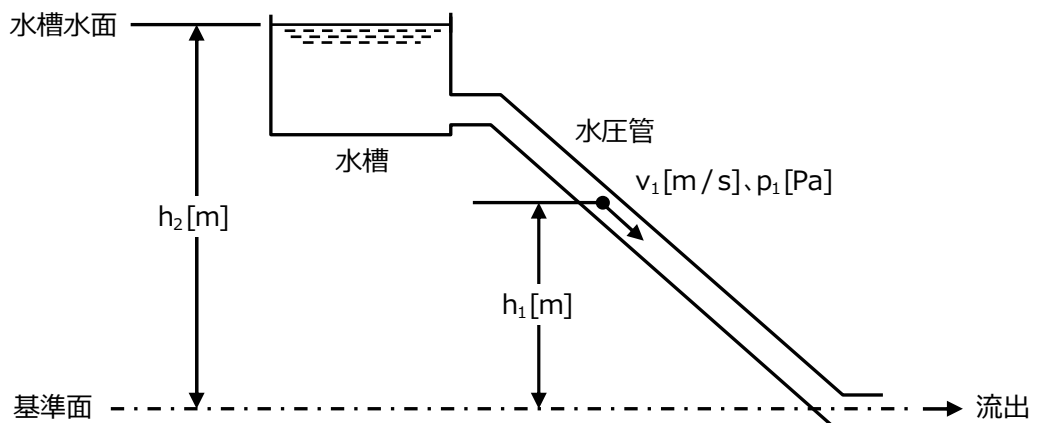


電力

1. 発電

H16.電力.問2

図において、基準面から h_1 [m]の高さにおける水圧管中の流速を v_1 [m/s]、圧力を p_1 [Pa]、水の密度 ρ [kg/m³]とすれば、質量 m [kg]の流水が持っているエネルギーは、位置エネルギー mgh_1 [J]、運動エネルギー [J]及び圧力によるエネルギー [J]である。これらのエネルギーの和は、エネルギー保存の法則により、最初に水が持っていた に等しく、高さや流速が変化しても一定となる。これを という。ただし、管路には損失がないものとする。上記の記述中の空白箇所(ア)、(イ)、(ウ)及び(エ)に記入する語句又は式として、正しいものを組み合わせたのは次のうちどれか。



- | | (ア) | (イ) | (ウ) | (エ) |
|-----|------------------------------|----------------------|------------|----------|
| (1) | $\frac{1}{2}mv_1^2$ | $m\frac{p_1}{\rho}$ | 位置エネルギー | ベルヌーイの定理 |
| (2) | mv_1^2 | $m\frac{\rho}{p_1}$ | 位置エネルギー | パスカルの原理 |
| (3) | $\frac{1}{2}mv_1^2$ | $\frac{p_1}{\rho g}$ | 運動エネルギー | ベルヌーイの定理 |
| (4) | $\frac{1}{2}mv_1$ | $m\frac{p_1}{\rho}$ | 運動エネルギー | パスカルの原理 |
| (5) | $\frac{1}{2}\frac{v_1^2}{g}$ | $\frac{p_1}{\rho g}$ | 圧力によるエネルギー | ベルヌーイの定理 |

H11.電力.問2

水力発電所の水圧管内における単位体積当たりの水が保有している運動エネルギー[J/m³]を表わす式として、正しいのは次のうちどれか。

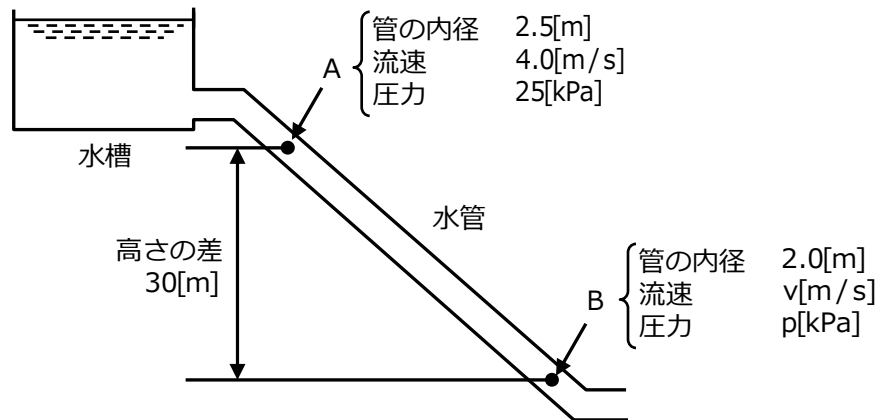
ただし、水の速度は水圧管の同一断面において管路方向に均一とする。

また、 ρ は水の密度[kg/m³] v は水の速度[m/s]を表わす。

(1) $\frac{1}{2}\rho^2v^2$ (2) $\frac{1}{2}\rho^2v$ (3) $2\rho v$ (4) $\frac{1}{2}\rho v^2$ (5) $\sqrt{2\rho v}$

H18.電力.問 12

図の水管内を水が充満して流れている。点Aでは管の内径2.5[m]で、これより30[m]低い位置にある点Bでは内径2.0[m]である。点Aでは流速4.0[m/s]で圧力は25[kPa]と計測されている。このときの点Bにおける流速 v [m/s]と圧力 p [kPa]に最も近い値を組み合わせるのは次のうちどれか。なお、圧力は水面との圧力差とし、水の密度は 1.0×10^3 [kg/m³]とする。



	流速 v [m/s]	圧力 p [kPa]
(1)	4.0	296
(2)	5.0	296
(3)	5.0	307
(4)	6.3	307
(5)	6.3	319

H12.電力.問2

水車の比速度とは、その水車と幾何学的に相似なもう一つの水車を仮想し、この仮想水車を1[m]の (ア) のもとで相似な状態で運転させ、1[kW]の出力を発生するような (イ) としたときの、その仮想水車の回転速度[min^{-1}]をいう。

水車の比速度 n_s [$\text{m}\cdot\text{kW}$]は水車出力を P [kW]、有効落差を H [m]、回転速度を n [min^{-1}]とすれば次の式で表わされる。

$$n_s = n \times \frac{\text{(ウ)}^{\frac{1}{2}}}{\text{(エ)}^{\frac{5}{4}}}$$

ただし、水車出力 P はペルトン水車ではノズル1個当たり、(オ) 水車ではランナ1個当たりの出力である。

上記の記述中の空白箇所(ア)、(イ)、(ウ)、(エ)及び(オ)に記入する字句又は記号として、正しいものを組み合わせたのは次のうちどれか。

	(ア)	(イ)	(ウ)	(エ)	(オ)
(1)	落差	寸法	P	H	反動
(2)	範囲	落差	H	P	衝動
(3)	落差	寸法	H	P	衝動
(4)	落差	寸法	H	P	反動
(5)	範囲	落差	P	H	衝動

H21.電力.問 1

水力発電所において、有効落差100[m]、水車効率92[%]、発電機効率94[%]、定格出力2500[kW]の水車発電機が80[%]負荷で運転している。このときの流量[m³/s]の値として、最も近いのは次のうちどれか。

- (1) 1.76 (2) 2.36 (3) 3.69 (4) 17.3 (5) 23.1

H14.電力.問 1

最大使用水量 $15[\text{m}^3/\text{s}]$ 、総落差 $110[\text{m}]$ 、損失落差 $10[\text{m}]$ の水力発電所がある。年平均使用水量を最大使用水量の $60[\%]$ とすると、この発電所の年間発電電力量 $[\text{GW}\cdot\text{h}]$ の値として、最も近いのは次のうちどれか。

ただし、発電所総合効率は $90[\%]$ 一定とする。

- (1) 7.1 (2) 70 (3) 76 (4) 84 (5) 94

H10.電力.問 11

発電電動機1台の揚水発電所があり、揚水運転しているとき、上池水位が標高1300[m]、下池水位が標高810[m]で発電電動機入力が300[MW]である。このときの揚水量[m³/s]の値として、正しいのは次のうちどれか。

ただし、ポンプ効率は85[%]、電動機効率は98[%]、損失水頭は10[m]とする。

- (1) 20 (2) 31 (3) 51 (4) 60 (5) 71

H19.電力.問 15

定格出力1000[MW]、速度調定率5[%]のタービン発電機と、定格出力300[MW]、速度調定率3[%]の水車発電機が電力系統に接続されており、タービン発電機は100[%]負荷、水車発電機は80[%]負荷をとって、定格周波数(50[Hz])にて並列運転中である。

負荷が急変し、タービン発電機の出力が600[MW]で安定したとき、次の(a)及び(b)に答えよ。

(a) このときの系統周波数[Hz]の値として、最も近いのは次のうちどれか。
ただし、ガバナ特性は直線とする。なお、速度調定率は次式で表わされる。

$$\text{速度調停率} = \frac{\frac{n_2 - n_1}{n_n}}{\frac{P_1 - P_2}{P_n}} \times 100[\%]$$

P_1 : 初期出力[MW] n_1 : 出力 P_1 における回転速度[min^{-1}]
 P_2 : 変化後の出力[MW] n_2 : 変化後の出力 P_2 における回転速度[min^{-1}]
 P_n : 定格出力[MW] n_n : 定格回転速度[min^{-1}]

(1) 49.5 (2) 50.0 (3) 50.3 (4) 50.6 (5) 51.0

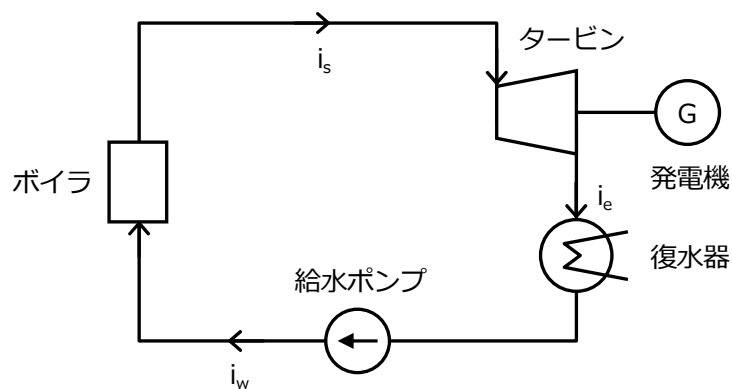
(b) このときの水車発電機の出力[MW]の値として、最も近いのは次のうちどれか。

(1) 40 (2) 80 (3) 100 (4) 120 (5) 180

H11.電力.問3

図は、汽力発電所の熱サイクルを示したものである。このサイクルの熱効率を表わす式として、正しいのは次のうちどれか。

ただし、 i_w 、 i_s 、 i_e はそれぞれの箇所のエンタルピー[J/kg]を表わす。また、ボイラ、タービン、復水器以外でのエンタルピーの増減は無視するものとする。



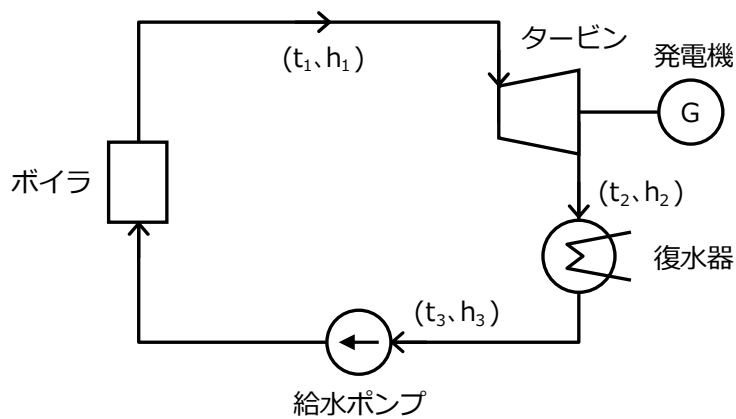
- (1) $\frac{i_s - i_e}{i_s - i_w}$ (2) $\frac{i_s - i_e}{i_e - i_w}$ (3) $\frac{i_s - i_w}{i_s - i_e}$ (4) $\frac{i_e - i_w}{i_s - i_e}$ (5) $\frac{i_e - i_w}{i_s - i_w}$

H19.電力.問2

ある汽力発電所において、各部の汽水の温度及び単位質量当たりのエンタルピー(これを「比エンタルピー」という。)[kJ/kg]が、下表の値であるとき、このランキンサイクルの効率[%]の値として、最も近いのは次のうちどれか。

ただし、ボイラ、タービン、復水器以外での温度及びエンタルピーの増減は無視するものとする。

	温度 $t[^\circ\text{C}]$		比エンタルピー $h[\text{kJ/kg}]$	
	ボイラ出口蒸気	t_1	570	h_1
タービン排気	t_2	33	h_2	2270
給水ポンプ入口給水	t_3	33	h_3	138



- (1) 34.9 (2) 36.3 (3) 39.1 (4) 43.3 (5) 53.6

H13.電力.問 11

汽力発電設備があり、発電機出力が18[MW]、タービン出力が20[MW]、使用蒸気量が80[t/h]、蒸気タービン入口における蒸気の比エンタルピーが3550[kJ/kg]、復水器入口における蒸気の比エンタルルピーが2450[kJ/kg]で運転しているとき、次の(a)及び(b)に答えよ。

(a) 発電機効率[%]の値として、正しいのは次のうちどれか。

- (1) 74 (2) 85 (3) 90 (4) 95 (5) 98

(b) タービン効率[%]の値として、最も近いのは次のうちどれか。

- (1) 69 (2) 82 (3) 85 (4) 87 (5) 90

H15.電力.問 15

出力700[MW]で運転している汽力発電所で、発熱量26000[kJ/kg]の石炭を毎時230[t]使用している。タービン室効率47.0[%]、発電機効率99.0[%]であるとき、次の(a)及び(b)に答えよ。

(a) 発電端熱効率[%]の値として、最も近いのは次のうちどれか。

(1) 39.6 (2) 42.1 (3) 44.3 (4) 46.5 (5) 47.5

(b) ボイラ効率[%]の値として、最も近いのは次のうちどれか。

(1) 83.4 (2) 85.1 (3) 88.6 (4) 89.6 (5) 90.6

H12.電力.問 11

最大出力5000[kW]の自家用汽力発電所がある。発熱量44000[kJ/kg]の重油を使用して50日間連続運転した。この間の重油使用量は1200[t]、設備利用率は60[%]であった。次の(a)及び(b)に答えよ。

(a) 発電電力量[MW・h]の値として、正しいのは次のうちどれか。

- (1) 1200 (2) 1800 (3) 2160 (4) 3600 (5) 6000

(b) 発電端における熱効率[%]の値として、正しいのは次のうちどれか。

- (1) 24.5 (2) 26.5 (3) 28.5 (4) 30.5 (5) 32.5

H16.電力.問 15

出力125[MW]の火力発電所が60日間運転したとき、発熱量36000[kJ/kg]の燃料油を24000[t]消費した。この間の発電所の熱効率が30[%]、所内率が3[%]であるとき、次の(a)及び(b)に答えよ。

(a) 設備利用率[%]の値として、最も近いのは次のうちどれか。

(1) 20 (2) 25 (3) 35 (4) 40 (5) 65

(b) 送電端電力量[MW・h]の値として、最も近いのは次のうちどれか。

(1) 66000 (2) 69800 (3) 72000 (4) 74200 (5) 78000

H20.電力.問 15

汽力発電所において、定格容量5000[kV・A]の発電機が9時から22時の間に下表に示すような運転を行なったとき、発熱量44000[kJ/kg]の重油を14[t]消費した。この9時～22時の間の運転について、次の(a)及び(b)に答えよ。

ただし、所内率は5[%]とする。

時刻	皮相電力[kV・A]	力率[%]
9時～13時	4500	遅れ 85
13時～18時	5000	遅れ 90
18時～22時	4000	進み 95

(a) 発電端の発電電力量[MW・h]の値として、正しいのは次のうちどれか。

- (1) 12 (2) 23 (3) 38 (4) 53 (5) 59

(b) 送電端熱効率[%]の値として、最も近いのは次のうちどれか。

- (1) 28.8 (2) 29.4 (3) 31.0 (4) 31.6 (5) 32.2

H9.電力.問 11

水力発電所と重油専焼汽力発電所とによって、需要端において最大電力100[MW]、年負荷率60 [%]の負荷に電力を供給する場合、水力発電所の出力を50[MW]、年利用率を75[%]とすれば、汽力発電における重油の消費量[kl]は年間いくら必要となるか。次の値のうち正しいものを選べ。ただし、燃料消費率は0.24[l/kW・h]とし、発電所から需要端までの送電損失や発電所内損失は考えないものとする。

- (1) 184 (2) 47300 (3) 197100 (4) 328500 (5) 525600

H14.電力.問 11

タービン出力700[MW]で運転している汽力発電所があり、復水器の冷却に海水を使用している。このときの復水器冷却水の流量は $30[\text{m}^3/\text{s}]$ 、タービンの熱消費率は $8000[\text{kJ}/(\text{kW}\cdot\text{h})]$ 、海水の比熱容量は $4.0[\text{kJ}/(\text{kg}\cdot\text{K})]$ 、海水の密度は $1.1\times 10^3[\text{kg}/\text{m}^3]$ である。この復水器について、次の(a)及び(b)に答えよ。

ただし、復水器冷却水が持ち去る熱以外の損失は無視するものとする。

(a) 復水器冷却水が持ち去る毎時の熱量[kJ/h]の値として、最も近いのは次のうちどれか。

- (1) 2.5×10^6 (2) 3.1×10^6 (3) 5.6×10^6 (4) 3.1×10^9 (5) 5.6×10^9

(b) 復水器冷却水の温度上昇[K]の値として、最も近いのは次のうちどれか。

- (1) 5.3 (2) 6.5 (3) 7.9 (4) 12 (5) 23

H18.電力.問 15

復水器での冷却に海水を使用する汽力発電所が出力600[MW]で運転しており、復水器冷却水量が24[m³/s]、冷却水の温度上昇が7[°C]であるとき、次の(a)及び(b)に答えよ。

ただし、海水の比熱を4.02[kJ/(kg·K)]、密度を1.02×10³[kg/m³]、発電機効率を98[%]とする。

(a) 復水器で海水に放出される熱量[kJ/s]の値として、最も近いのは次のうちどれか。

- (1) 4.25×10⁴ (2) 1.71×10⁵ (3) 6.62×10⁵ (4) 6.89×10⁵ (5) 8.61×10⁵

(b) タービン室効率[%]の値として、最も近いのは次のうちどれか。

ただし、条件を示していない損失は無視できるものとする。

- (1) 41.5 (2) 46.5 (3) 47.0 (4) 47.5 (5) 48.0

H21.電力.問 15

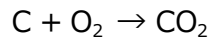
最大出力600[MW]の重油専焼火力発電所がある。重油の発熱量は44000[kJ/kg]で、潜熱は無視するものとして、次の(a)及び(b)に答えよ。

(a) 45000[MW・h]の電力量を発生するために、消費された重油の量が 9.3×10^3 [t]であるときの発電端効率[%]の値として、最も近いのは次のうちどれか。

- (1) 37.8 (2) 38.7 (3) 39.6 (4) 40.5 (5) 41.4

(b) 最大出力で24時間運転した場合の発電端効率が40.0[%]であるとき、発生する二酸化炭素の量[t]として、最も近い値は次のうちどれか。

なお、重油の化学成分は重量比で炭素85.0[%]、水素15.0[%]、原子量は炭素12、酸素16とする。炭素の酸化反応は次のとおりである。



- (1) 3.83×10^2 (2) 6.83×10^2 (3) 8.03×10^2 (4) 9.18×10^3 (5) 1.08×10^4

H17.電力.問 15

重油専焼火力発電所が出力1000[MW]で運転しており、発電端効率が41[%]、重油発熱量が44000[kJ/kg]であるとき、次の(a)及び(b)に答えよ。

ただし、重油の化学成分(重量比)は炭素85[%]、水素15[%]、炭素の原子量は12、酸素の原子量は16とする。

(a) 重油消費量[t/h]の値として、最も近いのは次のうちどれか。

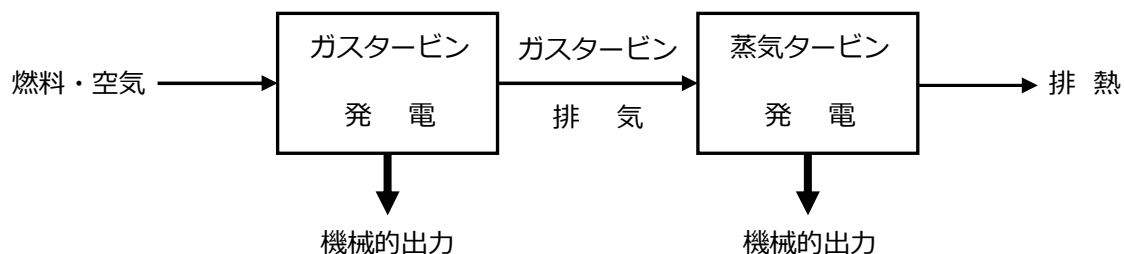
- (1) 50 (2) 80 (3) 120 (4) 200 (5) 250

(b) 1日に発生する二酸化炭素の重量[t]の値として、最も近いのは次のうちどれか。

- (1) 9.5×10^3 (2) 12.8×10^3 (3) 15.0×10^3 (4) 17.6×10^3 (5) 28.0×10^3

H16.電力.問 3

排熱回収方式のコンバインドサイクル発電所が定格出力で運転している。そのときのガスタービン発電効率が η_g 、ガスタービンの排気が保有する熱量に対する蒸気タービン発電効率が η_s であった。このコンバインドサイクル発電全体の効率を表わす式として、正しいのは次のうちどれか。ただし、ガスタービン排気はすべて蒸気タービン発電側に供給されるものとする。



- (1) $\eta_g + \eta_s$
- (2) $\eta_s + (1 - \eta_g)\eta_g$
- (3) $\eta_s + (1 - \eta_g)\eta_s$
- (4) $\eta_g + (1 - \eta_g)\eta_s$
- (5) $\eta_g + (1 - \eta_s)\eta_g$

H16.電力.問 4

1[g]のウラン235が核分裂し、0.09[%]の質量欠損が生じたとき、発生するエネルギーを石炭に換算した値[kg]として、最も近いのは次のうちどれか。

ただし、石炭の発熱量を25000[kJ/kg]とする。

- (1) 32 (2) 320 (3) 1600 (4) 3200 (5) 6400

H18.電力.問 13

原子力発電に用いられる5.0[g]のウラン235を核分裂させたときに発生するエネルギーを考える。ここで想定する原子力発電所では、上記エネルギーの30[%]を電力量として取り出すことができるものとする。これを用いて、揚程200[m]、揚水時の総合的効率を84[%]としたとき、揚水発電所で揚水できる水量[m³]の値として、最も近いのは次のうちどれか。

ただし、ここでは原子力発電所から揚水発電所への送電で生じる損失は無視できるものとする。なお、計算には必要に応じて次の数値を用いること。

核分裂時のウラン235の質量欠損0.09[%]

ウランの原子番号92

真空中の光の速度 $c = 3.0 \times 10^8$ [m/s]

- (1) 2.6×10^4 (2) 4.2×10^4 (3) 5.2×10^4 (4) 6.1×10^4 (5) 9.7×10^4

解答手順を <http://denken3.sakuraweb.com> で公開しています。

問題	解答
H16.問 2	(1)
H11.問 2	(4)
H18.問 12	(4)
H12.問 2	(1)
H21.問 1	(2)
H14.問 1	(2)
H10.問 11	(3)
H19.問 15	(a)-(5) (b)-(1)
H11.問 3	(1)
H19.問 2	(2)
H13.問 11	(a)-(3) (b)-(2)
H15.問 15	(a)-(2) (b)-(5)
H12.問 11	(a)-(4) (b)-(1)

問題	解答
H16.問 15	(a)-(4) (b)-(2)
H20.問 15	(a)-(4) (b)-(2)
H9.問 11	(2)
H14.問 11	(a)-(4) (b)-(2)
H18.問 15	(a)-(4) (b)-(3)
H21.問 15	(a)-(3) (b)-(4)
H17.問 15	(a)-(4) (b)-(3)
H16.問 3	(4)
H16.問 4	(4)
H18.問 13	(3)