

電験三種
厳選過去問

電力

—山下先生編—

The logo for e-DEN, featuring a stylized red 'e' followed by the text '-DEN' in a dark blue, bold, sans-serif font.

A 問題(配点は 1 問当たり 5 点)

問 1

水力発電所において、事故等により負荷が急激に減少すると、水車の回転速度は し、それに伴って発電機の周波数も変化する。周波数を規定値に保つため、 が回転速度の変化を検出して、 水車ではニードル弁、 水車ではガイドベーンの開度を加減させて水車の 水量を調整し、回転速度を規定値に保つ。

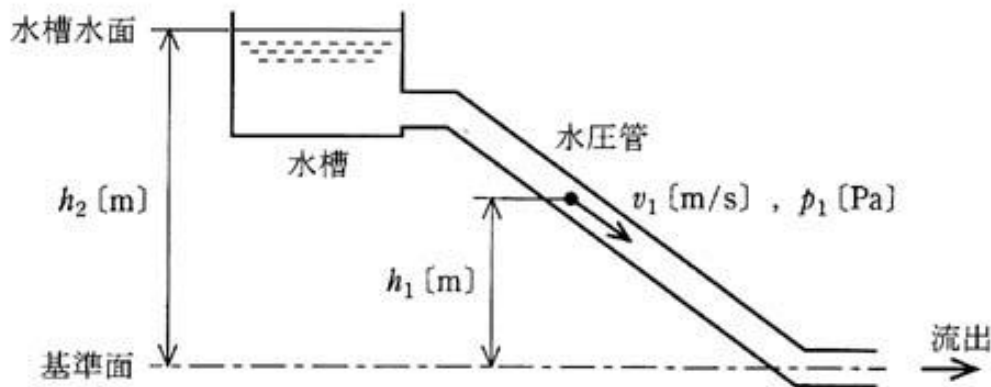
上記の記述中の空白箇所(ア)、(イ)、(ウ)、(エ)及び(オ)に記入する語句として、正しいものを組み合わせたのは次のうちどれか。

	(ア)	(イ)	(ウ)	(エ)	(オ)
(1)	上 昇	調速機	ペルトン	フランシス	流 入
(2)	下 降	調整機	プロペラ	ペルトン	流 入
(3)	上 昇	調整機	ペルトン	プロペラ	流 出
(4)	下 降	調速機	ペルトン	フランシス	流 出
(5)	上 昇	調速機	プロペラ	ペルトン	流 出

問 2

図において、基準面から h_1 [m] の高さにおける水管中の流速を v_1 [m/s]、圧力を p_1 [Pa]、水の密度を 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 $\boxed{\text{(ア)}}$ [J] 及び圧力によるエネルギー $\boxed{\text{(イ)}}$ [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 $\boxed{\text{(ウ)}}$ に等しく、高さや流速が変化しても一定となる。これを $\boxed{\text{(エ)}}$ 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

問 3

汽力発電所における蒸気的作用及び機能や用途による蒸気タービンの分類に関する記述として、誤っているものを次の(1)～(5)のうちから一つ選べ。

- (1) 復水タービンは、タービンの排気を復水器で復水させて高真空とすることにより、タービンに流入した蒸気をごく低圧まで膨張させるタービンである。
- (2) 背圧タービンは、タービンで仕事をした蒸気を復水器に導かず、工場用蒸気及び必要箇所に送気するタービンである。
- (3) 反動タービンは、固定羽根で蒸気圧力を上昇させ、蒸気が回転羽根に衝突する力と回転羽根から排気するときの力を利用して回転させるタービンである。
- (4) 衝動タービンは、蒸気が回転羽根に衝突するときにより生じる力によって回転させるタービンである。
- (5) 再生タービンは、ボイラ給水を加熱するため、タービン中間段から一部の蒸気を取り出すようにしたタービンである。

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 25 000 [kJ/kg] とする。

- (1) 32 (2) 320 (3) 1 600 (4) 3 200 (5) 6 400

問 5

各種の発電に関する記述として、誤っているのは次のうちどれか。

- (1) 熔融炭酸塩型燃料電池は、電極触媒劣化の問題が少ないことから、石炭ガス化ガス、天然ガス、メタノールなど多様な燃料を容易に使用することができる。
- (2) シリコン太陽電池には、結晶系の単結晶太陽電池や多結晶太陽電池と非結晶系のアモルファス太陽電池などがある。
- (3) 地熱発電所においては、蒸気井から得られる熱水が混じった蒸気を、直接蒸気タービンに送っている。
- (4) 風力発電は、一般に風速に関して発電を開始する発電開始風速（カットイン風速）と停止する発電停止風速（カットアウト風速）が設定されている。
- (5) 廃棄物発電は、廃棄物を焼却するときの熱を利用して蒸気を作り、蒸気タービンを回して発電をしている。

問 6

変電所に設置される機器に関する記述として、誤っているのは次のうちどれか。

- (1) 周波数変換装置は、周波数の異なる系統間において、系統又は電源の事故後の緊急応援電力の供給や電力の融通等を行うために使用する装置である。
- (2) 線路開閉器（断路器）は、平常時の負荷電流や異常時の短絡電流及び地絡電流を通電でき、遮断器が開路した後、主として無負荷状態で開路して、回路の絶縁状態を保つ機器である。
- (3) 遮断器は、負荷電流の開閉を行うだけではなく、短絡や地絡などの事故が生じたとき事故電流を迅速確実に遮断して、系統の正常化を図る機器である。
- (4) 三巻線変圧器は、一般に一次側及び二次側を Y 結線、三次側を Δ 結線とする。三次側に調相設備を接続すれば、送電線の力率調整を行うことができる。
- (5) 零相変流器は、三相の電線を一括したものを一次側とし、三相短絡事故や 3 線地絡事故が生じたときのみ二次側に電流が生じる機器である。

問 7

送配電線路に使用するがいしの性能を表す要素として、特に関係のない事項は次のうちどれか。

- (1) 系統短絡電流
- (2) フラッシュオーバ電圧
- (3) 汚損特性
- (4) 油中破壊電圧
- (5) 機械的強度

問 8

一次電圧 66 [kV]，二次電圧 6.6 [kV]，容量 80 [MV·A] の三相変圧器がある。一次側に換算した誘導性リアクタンスの値が 4.5 [Ω] のとき，百分率リアクタンスの値 [%] として，最も近いのは次のうちどれか。

- (1) 2.8 (2) 4.8 (3) 8.3 (4) 14.3 (5) 24.8

問 9

負荷電力 P_1 [kW]、力率 $\cos\phi_1$ (遅れ) の負荷に電力を供給している三相 3 線式高圧配電線路がある。負荷電力が P_1 [kW] から P_2 [kW] に、力率が $\cos\phi_1$ (遅れ) から $\cos\phi_2$ (遅れ) に変わったが、線路損失の変化はなかった。このときの $\frac{P_1}{P_2}$ の値を示す式として、正しいのは次のうちどれか。

ただし、負荷の端子電圧は変わらないものとする。

(1) $\frac{\cos\phi_1}{\cos\phi_2}$

(2) $\frac{\cos\phi_2}{\cos\phi_1}$

(3) $\frac{\cos^2\phi_1}{\cos^2\phi_2}$

(4) $\frac{\cos^2\phi_2}{\cos^2\phi_1}$

(5) $\cos\phi_1 \cdot \cos\phi_2$

問 10

送配電線路に接続する変圧器の中性点接地方式に関する記述として、誤っているのは次のうちどれか。

- (1) 非接地方式は、高圧配電線路で広く用いられている。
- (2) 消弧リアクトル接地方式は、電磁誘導障害が小さいという特長があるが、設備費は高めになる。
- (3) 抵抗接地方式は、変圧器の中性点を 100 [Ω] から 1 [$k\Omega$] 程度の抵抗で接地する方式で、66 [kV] から 154 [kV] の送電線路に主に用いられている。
- (4) 直接接地方式や低抵抗接地方式は、接地線に流れる電流が大きくなり、その結果として電磁誘導障害が大きくなりがちである。
- (5) 直接接地方式は、変圧器の中性点を直接大地に接続する方式で、その簡便性から電圧の低い送電線路や配電線路に広く用いられている。

問 11

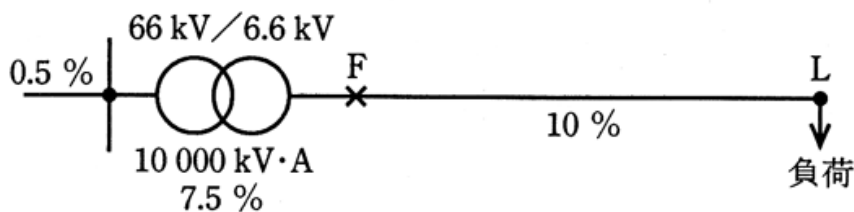
電線の導体に関する記述として、誤っているのは次のうちどれか。

- (1) 地中ケーブルの銅導体には、伸びや可とう性に優れる軟銅線が用いられる。
- (2) 電線の導電材料としての金属には、資源量の多さや導電率の高さが求められる。
- (3) 鋼心アルミより線は、鋼より線の周囲にアルミ線をより合わせたもので、軽量で大きな外径や高い引張強度を得ることができる。
- (4) 電気用アルミニウムの導電率は銅よりも低いですが、電気抵抗と長さが同じ電線の場合、アルミニウム線の方が銅線より軽い。
- (5) 硬銅線は軟銅線と比較して曲げにくく、電線の導体として使われることはない。

問 12

図のような三相 3 線式配電系統がある。配電用変電所の変圧器容量は 10 000 [kV・A]，変圧比は 66 [kV] / 6.6 [kV]，百分率リアクタンスは自己容量基準で 7.5 [%] であり，配電用変電所より上位系統側の百分率インピーダンスは基準容量 10 000 [kV・A] で 0.5 [%] とする。配電系統の末端 L 点には負荷（抵抗負荷とする）が接続されており，配電用変電所の引出口 F 点から L 点までの百分率インピーダンスは基準容量 10 000 [kV・A] で 10 [%] とする。F 点において三相完全短絡事故が発生したとき，F 点における短絡電流 [kA] の値として，最も近いのは次のうちどれか。

ただし，百分率インピーダンスは抵抗分を無視するものとする。

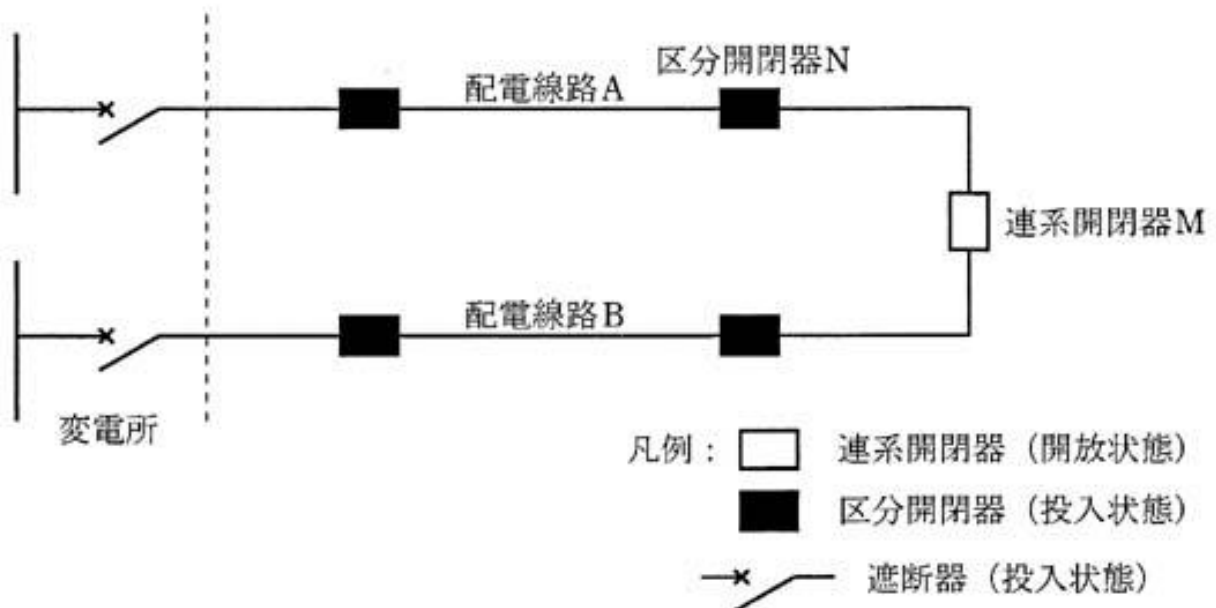


- (1) 4.9 (2) 8.7 (3) 10.9 (4) 11.7 (5) 12.5

問 13

図のように、二つの高圧配電線路 A 及び B が連系開閉器 M（開放状態）で接続されている。いま、区分開閉器 N と連系開閉器 M との間の負荷への電力供給を、配電線路 A から配電線路 B に無停電で切り替えるため、連系開閉器 M を投入（閉路）して短時間ループ状態にした後、区分開閉器 N を開放した。

このように、無停電で配電線路の切り替え操作を行う場合に、考慮しなくてもよい事項は次のうちどれか。



- (1) ループ状態にする前の開閉器 N と M の間の負荷の大きさ
- (2) ループ状態にする前の連系開閉器 M の両端の電位差
- (3) ループ状態にする前の連系開閉器 M の両端の位相差
- (4) ループ状態での両配電系統の短絡容量
- (5) ループ状態での両配電系統の電力損失

問 14

次の文章は、発電機、電動機、変圧器などの電気機器の鉄心として使用される磁心材料に関する記述である。

永久磁石材料と比較すると磁心材料の方が磁気ヒステリシス特性 ($B-H$ 特性) の保磁力の大きさは , 磁界の強さの変化により生じる磁束密度の変化は ので、透磁率は一般に 。

また、同一の交番磁界のもとでは、同じ飽和磁束密度を有する磁心材料同士では、保磁力が小さいほど、ヒステリシス損は 。

上記の記述中の空白箇所(ア)、(イ)、(ウ)及び(エ)に当てはまる語句として、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)	大きく	大きい	大きい	大きい
(2)	小さく	大きい	大きい	小さい
(3)	小さく	大きい	小さい	大きい
(4)	大きく	小さい	小さい	小さい
(5)	小さく	小さい	大きい	小さい

B 問題(配点は 1 問当たり (a)5 点, (b)5 点, 計 10 点)

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 1.02×10^3 [kg/m³], 発電機効率を 98 [%] とする。

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

- (1) 4.25×10^4 (2) 1.71×10^5 (3) 6.62×10^5
(4) 6.89×10^5 (5) 8.61×10^5

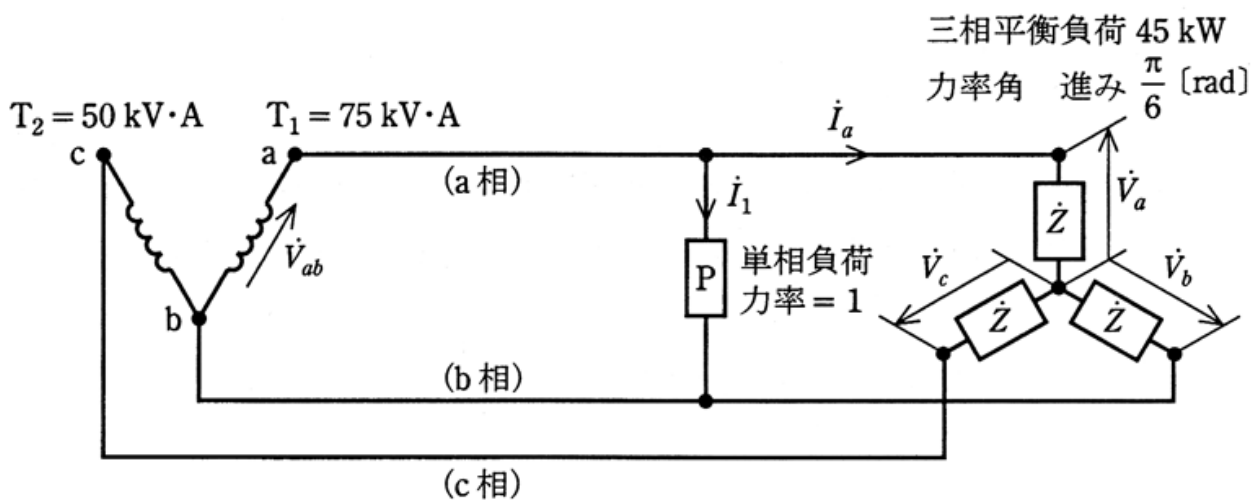
(b) タービン室効率 [%] の値として, 最も近いのは次のうちどれか。
ただし, 条件を示していない損失は無視できるものとする。

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

問 16

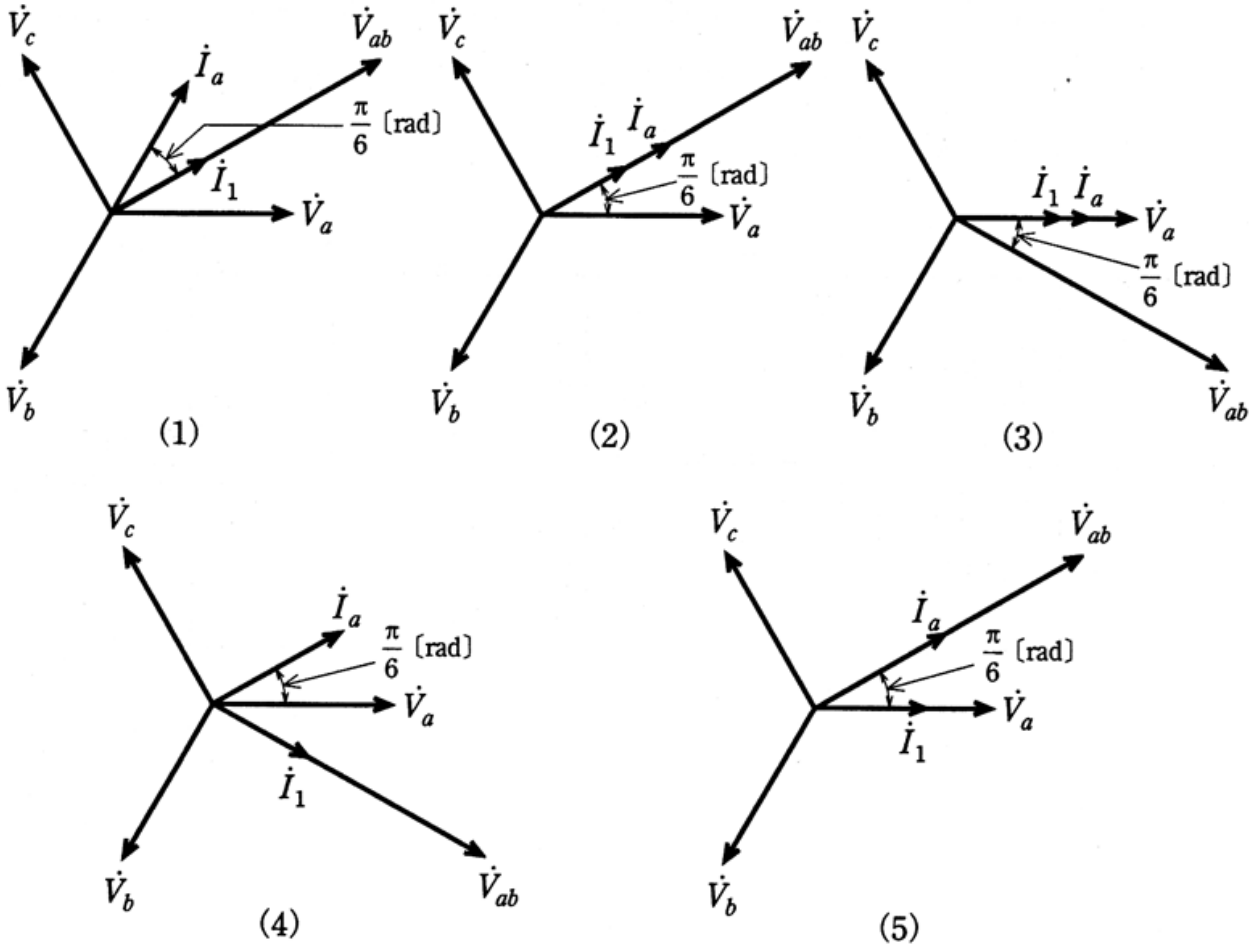
2 台の単相変圧器（容量 $75 \text{ [kV}\cdot\text{A]}$ の T_1 及び容量 $50 \text{ [kV}\cdot\text{A]}$ の T_2 ）を V 結線に接続し、下図のように三相平衡負荷 45 [kW] （力率角 進み $\frac{\pi}{6} \text{ [rad]}$ ）と単相負荷 P（力率 = 1）に電力を供給している。これについて、次の (a) 及び (b) に答えよ。

ただし、相順は a, b, c とし、図示していないインピーダンスは無視するものとする。



(a) 問題の図において、 \dot{V}_a を基準とし、 \dot{V}_{ab} 、 \dot{I}_a 、 \dot{I}_1 の大きさと位相関係を表す図として、正しいのは次のうちどれか。

ただし、 $|\dot{I}_a| > |\dot{I}_1|$ とする。

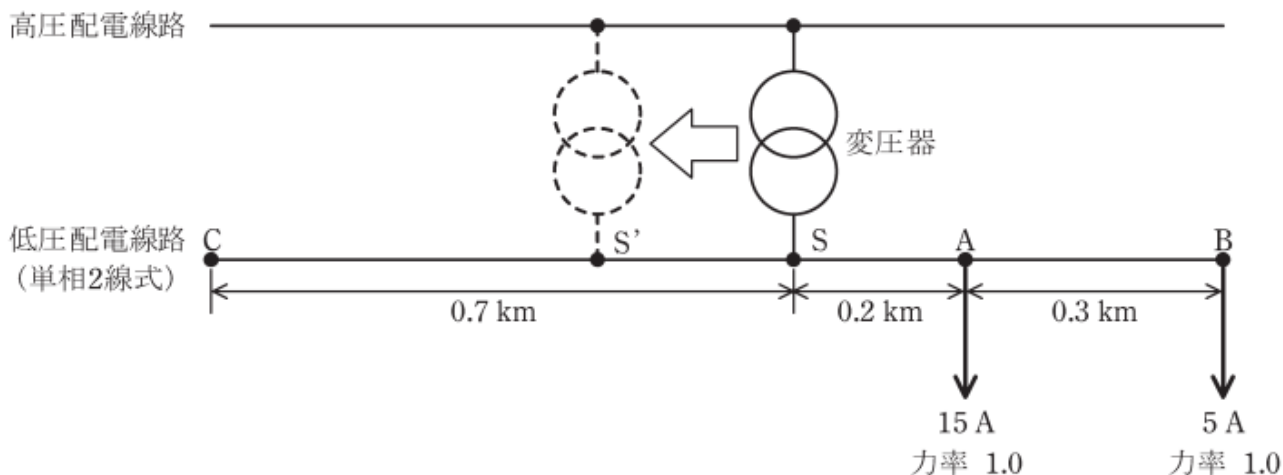


(b) 単相変圧器 T_1 が過負荷にならない範囲で、単相負荷 P (力率=1) がとりうる最大電力 [kW] の値として、正しいのは次のうちどれか。

- (1) 23 (2) 36 (3) 45 (4) 49 (5) 58

問 17

図のように、高圧配電線路と低圧単相 2 線式配電線路が平行に施設された設備において、1 次側が高圧配電線路に接続された変圧器の 2 次側を低圧単相 2 線式配電線路の S 点に接続して、A 点及び B 点の負荷に電力を供給している。S 点における線間電圧を 107 V、電線 1 線当たりの抵抗及びリアクタンスをそれぞれ $0.3 \Omega/\text{km}$ 及び $0.4 \Omega/\text{km}$ としたとき、次の(a)及び(b)の間に答えよ。なお、計算においては各点における電圧の位相差が十分に小さいものとして適切な近似を用いること。



(a) B 点における S 点に対する電圧降下率の値[%]として、最も近いものを次の(1)～(5)のうちから一つ選べ。ただし、電圧降下率は B 点受電端電圧基準によるものとする。

- (1) 1.57 (2) 3.18 (3) 3.30 (4) 7.75 (5) 16.30

(b) C 点に電流 20 A、力率 0.8(遅れ)の負荷が新設されるとき、変圧器を移動して単相 2 線式配電線路への接続点を S 点から S'点に変更することにより、B 点及び C 点における線間電圧の値が等しくなるようにしたい。このときの S 点から S'点への移動距離の値[km]として、最も近いものを次の(1)～(5)のうちから一つ選べ。

- (1) 0.213 (2) 0.296 (3) 0.325 (4) 0.334 (5) 0.528