

平成 26 年度

第 3 種
電 力

(第 2 時限目)

答案用紙記入上の注意事項等

1. マークシート（答案用紙）は機械で読み取りますので、濃度HBの鉛筆又はHBの芯を用いたシャープペンシルで濃く塗りつぶしてください。
色鉛筆やボールペンでは機械で読み取ることができません。
なお、訂正は「プラスチック消しゴム」できれいに消し、消しくずを残さないでください。
2. マークシートには氏名、生年月日、試験地及び受験番号を記入し、受験番号のマーク欄にはマークシートに印刷されているマーク記入例に従い、正しくマークしてください。

（受験番号記入例：0141B01234Lの場合）

受 験 番 号											
数 字				記号	数 字				記号		
0	1	4	1	B	0	1	2	3	4	L	
●					●	○	○	○	○	A	A
○	●	○	●	●	○	●	○	○	○	B	B
○	○	○	○		○	○	●	○	○	C	C
○	○	○	○		○	○	○	●	○	K	K
○	○	●	○		○	○	○	○	●	L	L
○	○		○		○	○	○	○	○	M	M
○	○		○		○	○	○	○	○	N	N
○					○	○	○	○	○		
○					○	○	○	○	○		
○					○	○	○	○	○		

3. マークシートの余白及び裏面には、何も記入しないでください。
4. マークシートは、折り曲げたり汚したりしないでください。

5. 問題の解答の選択肢は(1)から(5)まであります。その中から一つ選びマークシートの解答欄にマークしてください。

なお、二つ以上マークした場合には、採点されません。

(解答記入例)

問1 日本で一番高い山として、正しいものを次の(1)～(5)のうちから一つ選べ。

(1) 大雪山 (2) 浅間山 (3) 富士山 (4) 立山 (5) 阿蘇山

正解は「(3)」ですから、マークシートには

問題 番号	選 択 肢 番 号
1	① ② ● ④ ⑤

のように選択肢番号の枠内を塗りつぶしてください。

6. 問題文で単位を付す場合

① 数字と組み合わせる場合は、数字と単位の間をあける。

(例： 350 W $f=50$ Hz 670 kV·A)

② 数字以外と組み合わせる場合

(例： I [A] 抵抗 R [Ω] 面積は S [m^2])

(この問題は持ち帰ってください。また、白紙部分はメモ用紙として使用できます。)

次ページ以降は試験問題になっていますので、試験開始の合図があるまで、開いてはいけません。

試験問題に関する質問にはお答えできません。

第 3 種

電 力

A問題 (配点は1問題当たり5点)

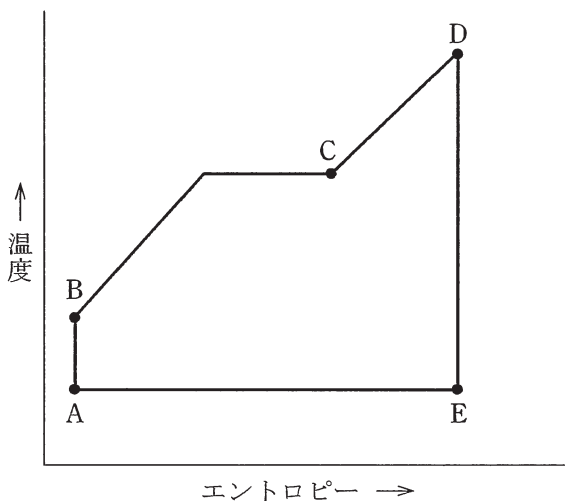
問1 次の文章は、水車の調速機の機能と構造に関する記述である。

水車の調速機は、発電機を系統に並列するまでの間においては水車の回転速度を制御し、発電機が系統に並列した後は (ア) を調整し、また、事故時には回転速度の異常な (イ) を防止する装置である。調速機は回転速度などを検出し、規定値との偏差などから演算部で必要な制御信号を作って、パイロットバルブや配圧弁を介してサーボモータを動かし、ペルトン水車においては (ウ) , フランシス水車においては (エ) の開度を調整する。

上記の記述中の空白箇所(ア)、(イ)、(ウ)及び(エ)に当てはまる組合せとして、正しいものを次の(1)～(5)のうちから一つ選べ。

	(ア)	(イ)	(ウ)	(エ)
(1)	出力	上昇	ニードル弁	ガイドベーン
(2)	電圧	上昇	ニードル弁	ランナベーン
(3)	出力	下降	デフレクタ	ガイドベーン
(4)	電圧	下降	デフレクタ	ランナベーン
(5)	出力	上昇	ニードル弁	ランナベーン

問2 図に示す汽力発電所の熱サイクルにおいて、各過程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) A → B: 給水が給水ポンプによりボイラ圧力まで高められる断熱膨張の過程である。
- (2) B → C: 給水がボイラ内で熱を受けて飽和蒸気になる等圧受熱の過程である。
- (3) C → D: 飽和蒸気がボイラの過熱器により過熱蒸気になる等圧受熱の過程である。
- (4) D → E: 過熱蒸気が蒸気タービンに入り復水器内の圧力まで断熱膨張する過程である。
- (5) E → A: 蒸気が復水器内で海水などにより冷やされ凝縮した水となる等圧放熱の過程である。

問3 次の文章は、コンバインドサイクル発電の高効率化に関する記述である。

コンバインドサイクル発電の出力増大や熱効率向上を図るためにはガスタービンの高効率化が重要である。

高効率化の方法には、ガスタービンの入口ガス温度を することや空気圧縮機の出口と入口の 比を増加させることなどがある。このためには、燃焼器やタービン翼などに用いられる 材料の開発や部品の冷却技術の向上が重要であり、同時に の低減が必要となる。

上記の記述中の空白箇所(ア)、(イ)、(ウ)及び(エ)に当てはまる組合せとして、正しいものを次の(1)～(5)のうちから一つ選べ。

	(ア)	(イ)	(ウ)	(エ)
(1)	高く	温度	耐熱	窒素酸化物
(2)	高く	圧力	触媒	窒素酸化物
(3)	低く	圧力	耐熱	ばいじん
(4)	低く	温度	触媒	ばいじん
(5)	高く	圧力	耐熱	窒素酸化物

問 4 原子力発電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) 現在、核分裂によって原子エネルギーを取り出せる物質は、原子量の大きなウラン(U)、トリウム(Th)、プルトニウム(Pu)であり、ウランとプルトニウムは自然界にも十分に存在している。
- (2) 原子核を陽子と中性子に分解させるには、エネルギーを外部から加える必要がある。このエネルギーを結合エネルギーと呼ぶ。
- (3) 原子核に何らかの外力が加えられて、他の原子核に変換される現象を核反応と呼ぶ。
- (4) ウラン ${}_{92}^{235}\text{U}$ を 1g 核分裂させたとき、発生するエネルギーは、石炭数トンの発熱量に相当する。
- (5) ウランに熱中性子を衝突させると、核分裂を起こすが、その際放出する高速中性子の一部が減速して熱中性子になり、この熱中性子が他の原子核に分裂を起こさせ、これを繰り返すことで、連続的な分裂が行われる。この現象を連鎖反応と呼ぶ。

問5 二次電池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) リチウムイオン電池，NAS 電池，ニッケル水素電池は，繰り返し充放電ができる二次電池として知られている。
- (2) 二次電池の充電法として，整流器を介して負荷に電力を常時供給しながら二次電池への充電を行う浮動充電方式がある。
- (3) 二次電池を活用した無停電電源システムは，商用電源が停電したとき，瞬時に二次電池から負荷に電力を供給する。
- (4) 風力発電や太陽光発電などの出力変動を抑制するために，二次電池が利用されることもある。
- (5) 鉛蓄電池の充電方式として，一般的に，整流器の定格電圧で回復充電を行い，その後，定電流で満充電状態になるまで充電する。

問6 1バンクの定格容量 25 MV・A の三相変圧器を 3バンク有する配電用変電所がある。変圧器 1バンクが故障した時に長時間の停電なしに故障発生前と同じ電力を供給したい。

この検討に当たっては、変圧器故障時には、他の変電所に故障発生前の負荷の 10%を直ちに切り換えることができるとともに、残りの健全な変圧器は、定格容量の 125%まで過負荷することができるものとする。

力率は常に 95%（遅れ）で変化しないものとしたとき、故障発生前の変電所の最大総負荷の値 [MW] として、最も近いものを次の(1)～(5)のうちから一つ選べ。

- (1) 32.9 (2) 53.4 (3) 65.9 (4) 80.1 (5) 98.9

問7 こう長 2km の三相 3 線式配電線路が、遅れ力率 85 % の平衡三相負荷に電力を供給している。負荷の端子電圧を 6.6 kV に保ったまま、線路の電圧降下率が 5.0 % を超えないようにするための負荷電力の最大値 [kW] 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、1 km 1 線当たりの抵抗は 0.45Ω 、リアクタンスは 0.25Ω とし、その他の条件は無いものとする。なお、本問では送電端電圧と受電端電圧との相差角が小さいとして得られる近似式を用いて解答すること。

- (1) 1023 (2) 1799 (3) 2117 (4) 3117 (5) 3600

問8 架空送電線路の雷害対策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) 直撃雷から架空送電線を遮へいする効果を大きくするためには、架空地線の遮へい角を小さくする。
- (2) 送電用避雷装置は雷撃時に発生するアークホーン間電圧を抑制できるので、雷による事故を抑制できる。
- (3) 架空地線を多条化することで、架空地線と電力線間の結合率が増加し、鉄塔雷撃時に発生するアークホーン間電圧が抑制できるので、逆フラッシュオーバの発生が抑制できる。
- (4) 二回線送電線路で、両回線の絶縁に格差を設け、二回線にまたがる事故を抑制する方法を不平衡絶縁方式という。
- (5) 鉄塔塔脚の接地抵抗を低減させることで、電力線への雷撃に伴う逆フラッシュオーバの発生を抑制できる。

問 9 架空送電線路におけるコロナ放電及びそれに関わる障害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) 電線表面電界がある値を超えると、コロナ放電が発生する。
- (2) コロナ放電が発生すると、電線や取り付け金具で腐食が生じることがある。
- (3) 単導体方式は、多導体方式に比べてコロナ放電の発生を抑制できる。
- (4) コロナ放電が発生すると、電気エネルギーの一部が音、光、熱などに変換され、コロナ損という電力損失が生じる。
- (5) コロナ放電が発生すると、架空送電線近傍で誘導障害や受信障害が生じることがある。

問10 次の文章は、地中送電線の布設方式に関する記述である。

地中ケーブルの布設方式は、直接埋設式、、 などがある。直接埋設式は や と比較すると、工事費が なる特徴がある。

や は我が国では主流の布設方式であり、直接埋設式と比較するとケーブルの引き替えが容易である。 は と比較するとケーブルの熱放散が一般に良好で、 を高くとれる特徴がある。

ではケーブルの接続を一般に で行うことから、布設設計や工事の自由度に制約が生じる場合がある。

上記の記述中の空白箇所(ア)、(イ)、(ウ)、(エ)及び(オ)に当てはまる組合せとして、正しいものを次の(1)～(5)のうちから一つ選べ。

	(ア)	(イ)	(ウ)	(エ)	(オ)
(1)	暗きよ式	管路式	高 く	送電電圧	地上開削部
(2)	管路式	暗きよ式	安 く	許容電流	マンホール
(3)	管路式	暗きよ式	高 く	送電電圧	マンホール
(4)	暗きよ式	管路式	安 く	許容電流	マンホール
(5)	暗きよ式	管路式	高 く	許容電流	地上開削部

問11 次の文章は、配電線路の接地方式や一線地絡事故が発生した場合の現象に関する記述である。

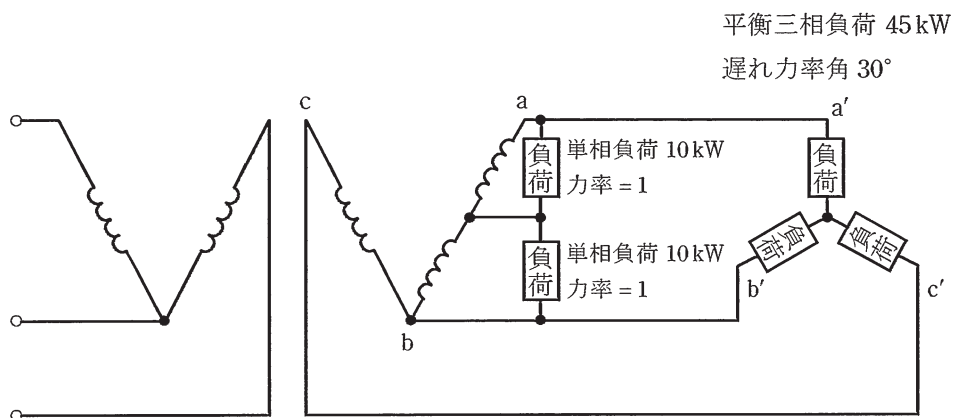
- a. 高圧配電線路は多くの場合、配電用変電所の変圧器二次側の (ア) から3線で引き出され、(イ) が採用されている。
- b. この方式では、一般に一線地絡事故時の地絡電流は (ウ) 程度のほか、高低圧線の混触事故の低圧側対地電圧上昇を容易に抑制でき、地絡事故中の (エ) もほとんど問題にならない。

上記の記述中の空白箇所(ア)、(イ)、(ウ)及び(エ)に当てはまる組合せとして、正しいものを次の(1)～(5)のうちから一つ選べ。

	(ア)	(イ)	(ウ)	(エ)
(1)	Δ結線	直接接地方式	数百～数千アンペア	健全相電圧上昇
(2)	Δ結線	非接地方式	数～数十アンペア	通信障害
(3)	Y結線	直接接地方式	数～数十アンペア	通信障害
(4)	Δ結線	非接地方式	数百～数千アンペア	健全相電圧上昇
(5)	Y結線	直接接地方式	数百～数千アンペア	健全相電圧上昇

問12 図のように、2台の単相変圧器による電灯動力共用の三相4線式低圧配電線に、平衡三相負荷 45kW(遅れ力率角 30°) 1個及び単相負荷 10kW(力率 = 1) 2個が接続されている。これに供給するための共用変圧器及び専用変圧器の容量の値 [kV・A] は、それぞれいくら以上でなければならないか。値の組合せとして、正しいものを次の(1)～(5)のうちから一つ選べ。

ただし、相回転は a'-c'-b'とする。



	共用変圧器の容量	専用変圧器の容量
(1)	20	30
(2)	30	20
(3)	40	20
(4)	20	40
(5)	50	30

問13 高圧架空配電系統を構成する機材とその特徴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) 柱上変圧器は、鉄心に低損失材料の方向性けい素鋼板やアモルファス材を使用したものが実用化されている。
- (2) 鋼板組立柱は、山間部や狭あい場所など搬入困難な場所などに使用されている。
- (3) 電線は、一般に銅又はアルミが使用され、感電死傷事故防止の観点から、原則として絶縁電線である。
- (4) 避雷器は、特性要素を内蔵した構造が一般的で、保護対象機器にできるだけ接近して取り付けると有効である。
- (5) 区分開閉器は、一般に気中形、真空形があり、主に事故電流の遮断に使用されている。

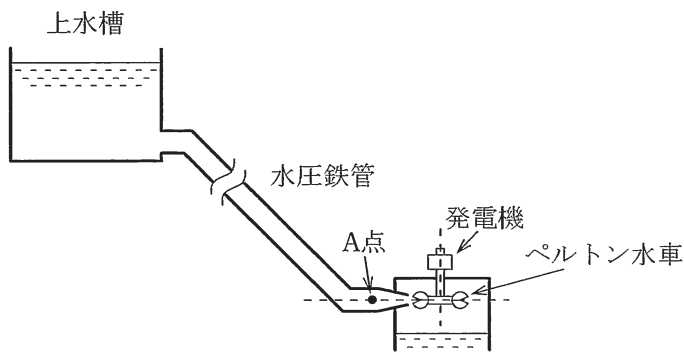
問14 六ふつ化硫黄(SF₆)ガスに関する記述として、誤っているものを次の(1)～(5)のうちから一つ選べ。

- (1) アークの消弧能力は、空気よりも優れている。
- (2) 無色、無臭であるが、化学的な安定性に欠ける。
- (3) 地球温暖化に及ぼす影響は、同じ質量の二酸化炭素と比較してはるかに大きい。
- (4) ガス遮断器やガス絶縁変圧器の絶縁媒体として利用される。
- (5) 絶縁破壊電圧は、同じ圧力の空気と比較すると高い。

B問題（配点は1問題当たり(a)5点，(b)5点，計10点）

問15 ペルトン水車を1台もつ水力発電所がある。図に示すように、水車の中心線上に位置する鉄管のA点において圧力 p [Pa]と流速 v [m/s]を測ったところ、それぞれ3000 kPa，5.3 m/sの値を得た。また、このA点の鉄管断面は内径1.2 mの円である。次の(a)及び(b)の間に答えよ。

ただし、A点における全水頭 H [m]は位置水頭、圧力水頭、速度水頭の総和として $h + \frac{p}{\rho g} + \frac{v^2}{2g}$ より計算できるが、位置水頭 h はA点が水車中心線上に位置することから無視できるものとする。また、重力加速度は $g = 9.8 \text{ m/s}^2$ 、水の密度は $\rho = 1000 \text{ kg/m}^3$ とする。



(a) ペルトン水車の流量の値 [m³/s] として、最も近いものを次の(1)～(5)のうちから一つ選べ。

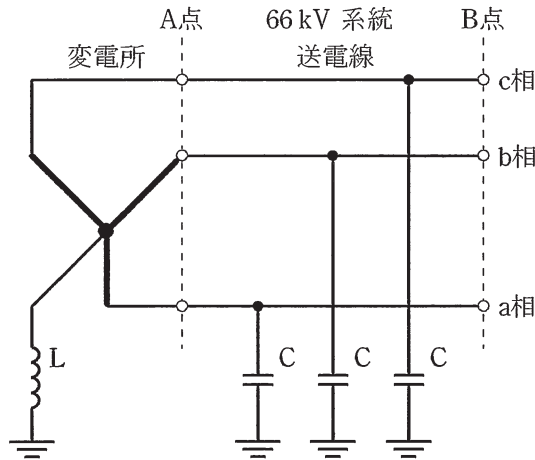
- (1) 3 (2) 4 (3) 5 (4) 6 (5) 7

(b) 水車出力の値 [kW] 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、A点から水車までの水路損失は無視できるものとし、また水車効率は88.5%とする。

- (1) 13 000 (2) 14 000 (3) 15 000 (4) 16 000 (5) 17 000

問16 図に示すように、中性点をリアクトル L を介して接地している公称電圧 66 kV の系統があるとき、次の(a)及び(b)の間に答えよ。なお、図中の C は、送電線の対地静電容量に相当する等価キャパシタを示す。また、図に表示されていない電気定数は無視する。



(a) 送電線の線路定数を測定するために、図中の A 点で変電所と送電線を切り離し、A 点で送電線の 3 線を一括して、これと大地間に公称電圧の相電圧相当の電圧を加えて充電すると、一括した線に流れる全充電電流は 115 A であった。このとき、この送電線の 1 相当りのアドミタンスの大きさ $[\text{mS}]$ として、最も近いものを次の(1)～(5)のうちから一つ選べ。

- (1) 0.58 (2) 1.0 (3) 1.7 (4) 3.0 (5) 9.1

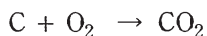
(b) 図中の B 点の a 相で 1 線地絡事故が発生したとき、地絡点を流れる電流を零とするために必要なリアクトル L のインピーダンスの大きさ $[\Omega]$ として、最も近いものを次の(1)～(5)のうちから一つ選べ。

ただし、送電線の電気定数は、(a)で求めた値を用いるものとする。

- (1) 111 (2) 196 (3) 333 (4) 575 (5) 1000

問17 定格出力 200 MW の石炭火力発電所がある。石炭の発熱量は 28 000 kJ/kg、定格出力時の発電端熱効率は 36 % で、計算を簡単にするため潜熱の影響は無視するものとして、次の (a) 及び (b) の間に答えよ。

ただし、石炭の化学成分は重量比で炭素 70 %、水素他 30 %、炭素の原子量を 12、酸素の原子量を 16 とし、炭素の酸化反応は次のとおりである。



(a) 定格出力にて 1 日運転したときに消費する燃料重量の値 [t] として、最も近いものを次の (1)～(5) のうちから一つ選べ。

- (1) 222 (2) 410 (3) 1 062 (4) 1 714 (5) 2 366

(b) 定格出力にて 1 日運転したときに発生する二酸化炭素の重量の値 [t] として、最も近いものを次の (1)～(5) のうちから一つ選べ。

- (1) 327 (2) 1 052 (3) 4 399 (4) 5 342 (5) 6 285