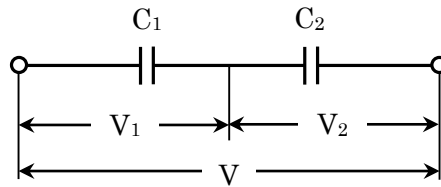


○大学卒程度技術（電気）専門試験問題

問 1

静電容量 $6 [\mu F]$ で直流の耐電圧 $3 [kV]$ のコンデンサ C_1 と静電容量 $3 [\mu F]$ で直流の耐電圧 $5 [kV]$ のコンデンサ C_2 がある。

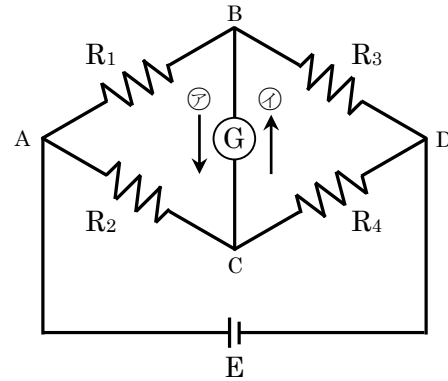
次の問いに答えなさい。（計算過程も記述すること。）



- (1) コンデンサ C_1 と C_2 を直列接続したときの合成静電容量 $C [\mu F]$ を求めなさい。
- (2) 両コンデンサが理想的なものであるとして、この回路に印加することができる直流の最高電圧 $V [kV]$ 及びコンデンサ C_1 及び C_2 の分担電圧 $V_1 [kV]$ 、 $V_2 [kV]$ を求めなさい。

問 2

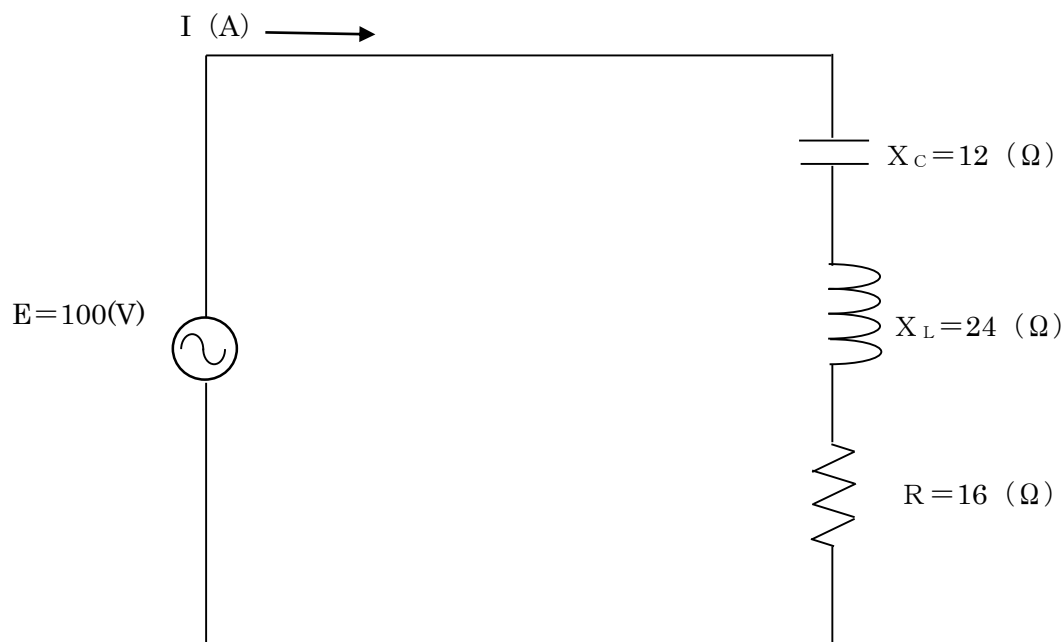
右図のホイートストンブリッジにおいて、次の問いに答えなさい。（計算過程も記述すること。）



- (1) $R_1 = 5 [\Omega]$ 、 $R_2 = 10 [\Omega]$ 、 $R_3 = 24.5 [\Omega]$ のとき検流計 G の針は振れなかった。
抵抗 R_4 の値を求めなさい。
- (2) 抵抗 R_4 の値を (1) の結果より大きくすると検流計 G に流れる電流の方向は図の ㊶ 、 ㊷ のどちらか。
- (3) $R_1 = R_2 = R_3 = 40 [\Omega]$ 、 $R_4 = 41 [\Omega]$ とする。検流計 G の内部抵抗が $20 [\Omega]$ であるとき、 $2 [V]$ の起電力をもつ電池（内部抵抗は 0 ）をつなぐと、検流計 G に流れる電流は何 $[mA]$ になるか求めなさい。
（解答は小数第 3 位を四捨五入し、小数第 2 位まで求めなさい。）

問 3

次の電気回路について、合成インピーダンス $Z (\Omega)$ 、回路に流れる電流 $I (A)$ 、力率 (%)、無効電力 (var) についてそれぞれ解答しなさい。（計算過程も記述すること。）



(1) 合成インピーダンス Z (Ω) を求めなさい。

(2) 電流 I (A) を求めなさい。

(3) 力率 (%) を求めなさい。

(4) 無効電力 (var) を求めなさい。

問 4

次の問いに答えなさい。

(1) 次の表は、光源の種類と特徴であるが、光源の種類について、それぞれ下の【 】から一つずつ選び、解答欄に記入しなさい。

光源の種類	定格電力 (W)	ランプ効率 (lm/W)	定格寿命 (h)	特徴
ア	54	15	1,000	・フィラメントに通電加熱して熱放射を利用した光源 ・演色性が良い反面、効率が悪い
イ	12	68	6,000	・アーク放電により生じた紫外放射を蛍光体に反応させて可視光が放射される光源 ・電球口金付きで、点灯回路内蔵形
Hf 蛍光ランプ	32	100	12,000	・インバータによる点灯、管径が細く、安定器も小形・軽量 ・回路損失が少なく、効率は向上し、光のちらつきも少ない
ウ	8	100	40,000	・化合物半導体の順方向に電圧を印加すると発光する ・電球形、小形、軽量で小電力のため期待され普及している
エ	360	139	12,000	・HID ランプの一つで 10^4 Pa 程度のナトリウム中の放電を利用したランプ ・一般照明用白色光源の中で最も効率が良い

【メタルハライドランプ、高圧ナトリウムランプ、電球形蛍光ランプ、白熱電球、電球形 LED ランプ、低圧ナトリウムランプ、水銀ランプ】

(2) 室内全般照明では、平均照度 (水平面照度の室内全体平均) $E(\text{lx})$ 、光源の灯数 $N(\text{本})$ 、床面積 $A(\text{m}^2)$ 、光源 1 本当たりの光束 $F(\text{lm})$ 、保守率 M 、照明率 U の間に次式①のような関係が成立する。

$$E = \frac{FNUM}{A} \quad \text{①}$$

この式を用いて次の問いに答えなさい。(計算過程も記述すること。)

ア 蛍光ランプ Hf32 形 (消費電力 34(W)、光束 3,220(lm)) 32 本で、作業面で平均照度 $E(\text{lx})$ に維持している天井高さ 2.7m の事務室 (8m×10m) がある。照明率は 0.725、保守率は 0.75 とする。ただし、作業面は事務室の床面と同じ面積とする。このとき、作業面の平均照度 $E(\text{lx})$ の値について①式をもとにして求めなさい。

(解答は小数第 1 位を四捨五入し、整数で求めなさい。)

イ アの照明設備を LED ランプ (消費電力 20(W)、光束 2,360(lm)) に改修したい。

この作業面を LED ランプで照明し、蛍光ランプと同等の照度 $E(\text{lx})$ を維持するのに LED ランプは何本以上必要か求めなさい。ただし照明率は照明器具内での光損失が減少するため、蛍光ランプを用いる場合より 8% 改善され、1.08 倍になるものとする。また保守率は蛍光ランプの場合と同じとする。

ウアの作業面で平均照度 $E(lx)$ を維持するのに必要な総消費電力は、蛍光ランプに対し LED ランプでは何%になるか求めなさい。

(解答は小数第 1 位を四捨五入し、整数で求めなさい。)

問 5

下の表は、かご形三相誘導電動機の各種始動方法とその概要を説明したものである。表の () に当てはまる語句を解答欄に記載しなさい。

始動方法の種類	概 要
(①)	電動機端子に直接電源電圧を加えて始動する方法で、もっとも簡単な方法である。一般に比較的小容量の電動機に用いられる。
スターデルタ始動	固定子巻線が Δ 結線の電動機を、始動のときだけ Y 結線として始動し、運転状態付近の回転数まで加速されたのちに巻線を Δ 結線に切り換える方法である。この場合、Y 結線における始動電流ならびに始動トルクは、いずれも Δ 接続で (①) する場合の (②) 倍となる。
リアクトル始動	電動機端子と電源との間に始動リアクトルを挿入して始動し、加速が終わったのちにこのリアクトルを開閉器で (③) するという方法である。この方法では、始動電流を (①) の場合の $1/\alpha$ に抑えた場合に、始動トルクは (①) の場合の $1/\alpha^2$ になり、始動電流の減り方より始動トルクの減り方が著しいのが欠点である。
補償器始動	始動補償器 (始動コンペンセータ) といわれる (④) を使用して、電動機端子にかかる電圧を下げて始動する方法である。 この補償器始動では、加速後全電圧切換えのとき (④) 回路を切り離してから電動機回路を投入する方式とすると、電動機は一度電源から切り離されることになり、電動機の残留誘導起電力と次に印加される電圧との位相の関係によっては非常に大きな過渡突入電流が流れる。このため、加速後 (④) の中性点を開き、巻線の一部をリアクトルとして作用させ、その後このリアクトル部分を (③) して電動機に全電圧が加わるようにする (⑤) 方式が多く用いられている。

問 6

次の文章の、(ア)～(コ)に適する数字・語句を解答欄に記入しなさい。

(1) 太陽光は (ア) kW/m^2 に相当するエネルギーを有している。この太陽光をシリコンなどの半導体でできた太陽電池に当て、半導体の (イ) 効果を応用して電気を発生させるのが太陽光発電である。

また、太陽光発電設備は、発電源となる太陽電池、その電源から発生する直流電力を交流に変換する逆変換器部、及び系統事故時に逆変換器を速やかに停止させる系統連系保護装置部の三つの主要部分から構成され、逆変換器部と系統連系保護装置部をあわせて (ウ) と呼ばれ、逆変換回路には (エ) 形インバータが一般に使用される。

太陽電池は材料と組成により次のように分類される。

太陽電池の材料と組成		主な特徴
シリコン	単結晶	高純度のシリコンを使用 変換効率が高い
	(オ)	シリコンは高純度を要しない 変換効率はやや劣る 多数の単結晶群により形成される
	(カ)	変換効率は劣るが、製造コストが安い 10 μm 程度の薄いシリコン層で形成される
化合物		銅、ガリウム、セレンなどの化合物を使用し、 シリコンを使用しない

- (2) 燃料電池の発電原理は、(キ)と(ク)が反応して(ケ)になるときに発生する電気エネルギーを外部に取り出すシステムである。電解質の種類により分類され、実用化されているものとして(コ)形燃料電池がある。

問7

次の(1)～(5)の設問のうちから2つ選んで、選択番号を記入の上、答えなさい。

- (1) 再生可能エネルギーとは何か説明しなさい。また、再生可能エネルギーとして実用化されている発電設備である、太陽光発電、風力発電、地熱発電、バイオマス発電から2つ選んで、特長(優れている点)を説明しなさい。
- (2) フェランチ効果について例を挙げて現象を説明し、どのような場合に顕著に効果が現れるか説明しなさい。
- (3) 電圧フリッカについて、発生原因とどのような影響があるかを説明しなさい。また、どのような対策があるか説明しなさい。
- (4) I o Tについて説明しなさい。またI o Tを用いた事例を2つ挙げなさい。
- (5) 複数台の固定磁気ディスク装置をまとめて管理するディスクアレイシステム(RAIDシステム)が利用されているが、主要なものであるRAID0、RAID1、RAID5について説明しなさい。

問8

2014年、少ない電力で明るく青色に光る発光ダイオード(LED)の発明と実用化に貢献した業績が認められ、日本人3人がノーベル物理学賞を受賞した。授賞理由は、「明るくエネルギー消費の少ない白色光源を可能にした高効率な青色LEDの発明」であった。

LEDは1960年代に赤色が開発された。緑色も実現したが、青色は開発が遅れた。あらゆる色の光を作り出せる「光の3原色」がそろわず、「20世紀中の実現は不可能」とまで言われていたが、その壁を打ち破り、1990年代初め青色LEDの発明に成功し、製品化まで行ったのが3人の日本人であった。

LEDの光の3原色をそろえたことで、LEDによるフルカラー表示が可能となり、薄くて省エネのディスプレイなどデジタル時代の幕開けにつながった。また、3原色を混ぜ、自然光に近い白色光も再現できるようになり、LED照明の普及にもつながった。

このように技術革新に日本人が大きく関わった発光ダイオード(LED)について、以下の(1)～(3)の問いの答えを解答欄に書きなさい。

- (1) 発光ダイオード(LED)の発光原理を説明しなさい。
- (2) 照明の用途から見た場合、従来の光源と比較してLED光源が優れている点について、4つ述べなさい。
- (3) 白色LEDを実現する代表的な方式について、課題を含めて1つ述べなさい。