

社団法人石油学会

2008 年度設備維持管理士

-電気設備-

試験問題・解答用紙

受験番号	(会場) 東京・大阪	電気			
受験者氏名					
生年月日	1.昭和 年（西暦 年） 月 日生 2.平成				
就業業種	(番号記入)				

業種分類コード（出向中の方は、出向先の業種を記入願います）

010	大学・高専	110	道路・アスファルト
020	官公庁	120	電力・電気
030	団体・学協会	130	バルブ・フランジ・ポンプ
040	資源開発	140	設備保安・検査
050	石油備蓄	150	鉄鋼・機械・金属
060	石油精製	160	自動車
070	石油製品・絶縁油	170	商社
080	石油化学・化学	180	情報・コンピューター
090	添加剤・触媒	190	計装・計器の製造
100	エンジニアリング・建設	500	その他

【問1】 次の文は石油学会維持規格制定の目的と電気設備維持規格の位置付けについて述べたものである。文中の（イ）～（ホ）内に最も適する語句を下記のA～Jより選択せよ。（解答は下の解答欄に記号で記入せよ）

規制の緩和を受けて、石油精製業を規制してきた法律が改正され、機能性法規化が進められる。設備の建設に際しては、今後、高圧ガス保安法などに基づく設計から、ASME、DIN、BSといった（イ）を採用することが容易になる。しかしながら、設備の維持規格はわが国に無く、各社が作成した社内管理標準などで行っている。石油学会の（ロ）は、石油精製事業者が自らの事業所において適切な設備の維持管理を行なうことにより、その事業所の安全操業を実現し、かつそれを継続することに資する目的で作成されている。

電気設備維持規格は、電気事業法に基づく自家用電気設備の自主保安を満足し、製油所等設備の事故の防止と（ハ）及び長期連続運転を図るため電気設備維持管理について規定することを目的としている。

また、他の設備維持規格と同様、設備維持に関わる（ニ）であり、電気事業法に基づき制定される保安規程の定めや電気設備の（ホ）の定めを逸脱することなく、実施される事を前提としている。

- A 操業管理 B 国家規格 C 保安の確保 D 設備維持規格 E ガイドライン
 F 維持管理 G コスト低減 H 異常判定基準 I 技術基準 J 民間規格

	イ	ロ	ハ	ニ	ホ
問1 解答	J	D	C	E	I

【問2】 次の文は石油精製事業所の電気設備維持管理計画の立案に当たっての留意事項である。文中の(イ)～(ホ)内に最も適する語句を下記のA～Jより選択せよ。(解答は下の解答欄に記号で記入せよ)

- ・点検計画は、適用法規、保全履歴に加え、電気設備の故障時の(イ)と事故発生確率による重要度、設計条件、運転条件並びに運転実績等を考慮して立案・策定する必要がある。
- ・電気設備の点検はその内容に応じて、分類している。巡視点検は、目視観察、聴音など、五感による点検、普通点検は目視による設備の点検のほか、塵埃の清掃、増締め、注油など比較的簡単な回復処置、シーケンステスト、絶縁性能検査など、精密点検は設備の(ロ)を目的として、部品交換を伴う分解整備、多岐にわたる測定又は試験を総合的に実施するものとして定めている。
- ・運転中のモニタリングとは、装置を停止せずに電気設備の状態を監視することであり、常時監視により健全性の確認、劣化及び異常状態の(ハ)を目的としている。
- ・劣化・損傷現象を検出する手法としては、目視点検、寸法計測など機械的な点検、絶縁抵抗など(ニ)特性測定及び成分分析など化学的特性測定等がある。
確認された劣化・損傷状況の分析結果及び設備の使用状況により点検周期、内容、範囲などの点検計画を立案する。
- ・設備の劣化・損傷の発生・進展に影響を与える設置条件・負荷率・開閉頻度および運転条件、運転データなどに関する情報を積極的に入手し、設備の経年劣化・損傷などに関する情報を、(ホ)業務の中に生かすこと。

- | | | | | |
|--------|--------|-------|--------|------------|
| A 機能試験 | B 早期発見 | C 環境的 | D 安全操業 | E 機能・性能の回復 |
| F 電氣的 | G 簡易検知 | H 影響度 | I 重要度 | J 運転管理 |

	イ	ロ	ハ	ニ	ホ
問2 解答	H	E	B	F	J

【問3】 次の文は石油精製装置長期連続運転のための改善について述べたものである。文中の(イ)～(ホ)内に最も適する語句を下記のA～Jより選択せよ。(解答は下の解答欄に記号で記入せよ)

電気設備は製作後、長期使用中にはさまざまな機械的、電氣的、熱的、化学的ならびに(イ)ストレスに晒されており、その結果劣化が促進される。

これらのストレスによる影響の排除或いは軽減を図るため、部位・部品の交換を含む電気設備の改善を行うことにより、電気設備全体としての信頼性を向上し長寿命化又は点検周期の(ロ)が図れる。

電気設備の経年劣化のうち、温度・塵埃・湿気や(ハ)など設備の設置環境に起因する項目は多く、それらの改善は長期連続運転に大きく影響するため、設備の設置状況や重要度に応じて適切な改善を図ることが必要である。

機器の設置環境の改善策としては、電気室への空調機の設置、屋外機器の屋内化、電気室／配電盤の(ニ)の強化などは効果が見込まれる。

使用開始後の電気設備を維持管理するうえで、一部劣化部品の交換又は部位更新の際、材質や構造の見直しを図ることや運転中設備のモニタリングや運転中検査を実施することにより、設備の劣化状態を的確に把握し早期処置により装置の長期停止の防止、ひいては(ホ)に寄与できる。

- | | | | |
|--------|---------|----------|-------|
| A シール性 | B 運転中検査 | C 長期連続運転 | D 耐塩性 |
| E 環境的 | F 科学的 | G 定期化 | H 長期化 |
| I 長寿命化 | J 腐食性ガス | | |

問3 解答	イ	ロ	ハ	ニ	ホ
	E	H	J	A	C

【問4】 次の文章は石油精製装置内での電気設備の劣化について述べたものである。(イ)～(ホ)の正しいものに○、誤っているものには×を記入せよ。(解答は下記の解答欄に○×で記入せよ)

- (イ) 外雷・内雷によるサージ電圧、接地事故による過電圧などによる部分放電、過負荷開閉によるアーク発生など熱的要因による劣化があり、絶縁性能低下、コロナ損傷、溶損などが生じる。
- (ロ) 物質に熱エネルギーが加えられた結果、化学的又は物質変化を誘起し、特性が低下する現象は電氣的要因による劣化として分類し、絶縁紙の重合度低下、絶縁物の熱劣化、膨張収縮による変形や緩みによる損傷などがこれに相当する。
- (ハ) 機械的要因による劣化として、繰返し動作、振動・衝撃、外部応力などにより疲労亀裂、摩耗、歪み、狂い、接触不良などにより絶縁性能の低下、動作不良や機器の損壊にいたる。
- (ニ) 化学薬品、溶剤、油などの付着、吸湿により化学的変化をもたらし、特性が低下する現象は化学的要因による劣化として分類され、主にケーブル絶縁物の膨潤、硬化、脆化、溶融などが上げられる。
- (ホ) 塵埃、湿気、腐食性ガス、紫外線などで特性が低下する現象は環境的要因による劣化として分類され、汚損、腐食、吸湿、グリースの変質固化などがある。

	イ	ロ	ハ	ニ	ホ
問4解答	×	×	○	○	○

【問5】 次の文は検査機器の管理・校正及びデータ管理・運用について述べたものである。(イ)～(ホ)の正しいものには○、誤っているものには×を記入せよ。(解答は下記の解答欄に○×で記入せよ)

- (イ) 点検に使用される機器は常に正しく計測できる状態が維持されなくてはならない。事業所が所有する検査機器の管理、点検確認方法、計量器に関する校正、トレーサビリティ管理方法を定め文書化する。検査会社が持ち込む検査機器については検査会社が行なっているため特に管理する必要はない。
- (ロ) 点検結果は設備の状態を示すものであり、保安規程で定める点検記録として保管するほか、設備の劣化損傷による安定した電力供給の停止を防止する為の寿命判定や補修計画に活用する。
- (ハ) 設備の日常検査及び定期検査を行うために必要な各種検査機器及びこれらを校正するための計量基準器類は所有し、又は調達する体制を維持しなければならない。
- (ニ) 点検結果のデータを評価・解析し、解析結果を点検・補修計画の見直し、設備の新設や変更・運転の改善などに活用可能とするため、情報の処理手順を定めるなど点検データを有効に活用できる体制としなければならない。
- (ホ) 保全記録は履歴がよく解るように整理され保管される必要があり、次の保全計画（点検・補修計画）に的確に反映され、資材調達などにも利用できるよう電子データでなければならない。

	イ	ロ	ハ	ニ	ホ
問5 解答	×	○	○	○	×

【問6】 各機器に対する監視測定技術とその概要について記載したものである。(イ)～(ホ)の正しいものには○、誤っているものには×を記入せよ。(解答は下記の解答欄に○×で記入せよ)

- (イ) 高圧受電盤の運転中診断技術として、音響による診断がある。運転中の音響を収集して、音響の音圧レベルの変化を比較し異常の有無を検知する。
- (ロ) アルカリ蓄電池の運転中診断として、内部抵抗測定、端子電圧測定を行い、初期値より変化した場合は、容量試験により異常を検知する。
- (ハ) 高圧ケーブルの運転中診断では、活線下ケーブル絶縁診断法として、EVTの中性点に直流電圧を重畳し、漏れ電流の直流成分を測定する絶縁診断法がある。
- (ニ) 変圧器の運転中診断として、サーモグラフィーによる表面温度測定による診断があるが局部加熱などで絶縁油などの分解により発生したガス量を推定する診断法である。
- (ホ) 高圧電動機の運転中診断法として、ステーターコイルの絶縁をリアルタイムで計測し、故障検出するオンラインコロナモニタがある。

	イ	ロ	ハ	ニ	ホ
問6 解答	×	×	○	×	○

【問7】 次の文は油入変圧器の熱的・電氣的・環境的要因及び劣化に関する記述である。(イ)～(ホ)の正しいものには○、誤っているものには×を記入せよ。(解答は下記の解答欄に○×で記入せよ)

- (イ) 変圧器の短時間過負荷運転は、一般的に 150%程度まで許容されているが、通常運転に比べ温度が高くなるため劣化速度は加速される。また、交流低電圧で運転した場合、鉄心内の磁束が飽和し、鉄心温度の上昇に伴い構造物が過熱されることにより、絶縁物が劣化する。
- (ロ) 負荷電流に含まれる高調波電流により、巻線や鉄心付近の構造物に渦電流損が増加し局部過熱が生じる。
- (ハ) 直流電流の重畳により鉄心内の磁束が飽和し、励磁電流の増加及び漏れ磁束の低下（直流偏磁）を生じ、鉄心付近の金属性構造物にヒートスポットが形成され絶縁紙の劣化が急激に進展する。同時に、鉄心の締付け部に緩みが生じる。
- (ニ) 1線地絡などの系統事故による交流過電圧が加わった場合、変圧器内部で部分放電が発生する可能性がある。
- (ホ) 変圧器内部は絶縁油中にあり、外部環境からの影響は少ないが、タンク又は付属品は、雨、霧、雪、日射、腐食性ガス、海塩粒子などの環境的要因によりに影響を受けやすい。

	イ	ロ	ハ	ニ	ホ
問7解答	×	○	×	○	○

【問8】 油入変圧器の電氣的、機械的劣化要因に関する記述である。文中の(イ)～(ホ)内に最も適する語句を下記のA～Jより選択せよ。(解答は下の解答欄に記号で記入せよ)

サージ電圧が加わった場合、変圧器内部で(イ)が発生する可能性がある。この場合絶縁物を劣化させ絶縁性能が低下する。

絶縁油特性変化により帯電レベルが高くなると、変圧器内部で(ロ)が発生し、絶縁破壊にいたる場合がある。

外部事故が発生した場合、定格電流の数十倍の(ハ)が流れ、多頻度開閉を行った場合にも、定格電流の数倍の励磁突入電流が流れる。この過電流の(ニ)に比例した電磁力によってコイルと絶縁物及び締付構造物の間に緩みが生じ、振動や騒音が増加する。

また、過負荷運転が多頻度もしくは長期継続した場合も、鉄心、コイル締付部、リード接続部などが緩み、振動増加、局部過熱の原因となり、(ホ)などへ進展する可能性がある。

- A 振動 B 循環電流 C 静電気放電 D ピーク電圧 E インパルスコロナ
 F 絶縁紙の劣化 G 2乗 H 3乗 I 加熱 J 事故電流

	イ	ロ	ハ	ニ	ホ
問8解答	E	C	J	G	F

【問9】 油入変圧器巻線の主絶縁に使用されている絶縁紙に関する記述である。文中の(イ)～(ホ)内に最も適する語句を下記のA～Jより選択せよ。(解答は下の解答欄に記号で記入せよ)

変圧器巻線の主絶縁に使用されている絶縁紙が劣化した場合は、特に(イ)性質が低下し外部短絡事故時、コイルにかかる機械力によって破壊され、重大事故を招く恐れがある。この絶縁紙は変圧器の長年の使用により熱劣化・酸化劣化し低下してくる。

絶縁紙の機械的劣化は、鎖の切れた(ロ)分子が絶縁油中に溶け込み化学変化を経てフルフラールが生成される。この量を測定し平均重合度を推定する。種々の文献では、判定値としては平均が(ハ)以下で寿命レベル、250以下で危険レベルとしている。実際に絶縁紙を採取できる場合は、サンプルを使って重合度を測定することが正確である。しかし、サンプルが採取できない場合が多く、(ニ)が必要であるとか肝心な部分のコイル絶縁紙の採取が困難であることが一般的な状況である。

絶縁油中のガス分析のうちCO+CO₂の生成量増加は平均重合度の(ホ)と密接な関係があり、この生成量を測定することで平均重合度を推定する。脱気履歴がある場合、脱気直前の油中ガス分析データが必須である。

A 450	B 750	C 電氣的	D 低下	E 上昇
F 生成ガス	G 機械的	H セルロース	I 炭化水素	J 停電

問9解答	イ	ロ	ハ	ニ	ホ
	G	H	A	J	D

【問10】 油入変圧器油中ガス分析における異常の種類及び発生ガスに関する内容である。(イ)～(ホ)の正しいものには○、誤っているものには×を記入せよ。(解答は下記の解答欄に○×で記入せよ)

- (イ) 油浸固体絶縁物の過熱において主に特徴的に発生するガスはメタン(CH₄)、エチレン(C₂H₄)、プロピレン(C₃H₆)、一酸化炭素(CO)、炭酸ガス(CO₂)である。
- (ロ) 絶縁油中の放電において主に特徴的に発生するガスはアセチレン(C₂H₂)、水素(H₂)、である。
- (ハ) 絶縁油の過熱において主に特徴的に発生するガスはメタン(CH₄)、エチレン(C₂H₄)、プロピレン(C₃H₆)、炭酸ガス(CO₂)である。
- (ニ) 油浸固体絶縁部の放電において主に特徴的に発生するガスはアセチレン(C₂H₂)、水素(H₂)、一酸化炭素(CO)、炭酸ガス(CO₂)である。
- (ホ) 可燃性ガス総量(TCG)の増加量を見ても異常の判断はできない。

問10解答	イ	ロ	ハ	ニ	ホ
	○	○	×	○	×

【問 1 1】 変圧器絶縁油劣化の判定法の内容である。(イ)～(ホ)の正しいものには○、誤っているものには×を記入せよ。(解答は下記の解答欄に○×で記入せよ)

絶縁油劣化判定法	
(イ) 全酸価	全酸価が 0.1 まではスラッジの発生は殆んどない。0.7 程度を超えるまでは問題ない。
(ロ) 体積抵抗率	変圧器の絶縁抵抗値に直接関係する。温度上昇と共に増加する傾向にある。
(ハ) 界面張力	酸化(劣化)の初期には界面張力の低下が著しく、酸化が進むにつれて一層低下する。
(ニ) 絶縁破壊電圧	絶縁破壊電圧は油中の水分及び不純物の存在に大きく関係する。
(ホ) 誘電正接	絶縁油の劣化判定に効果的な方法である。温度上昇・吸湿と共に低下する。

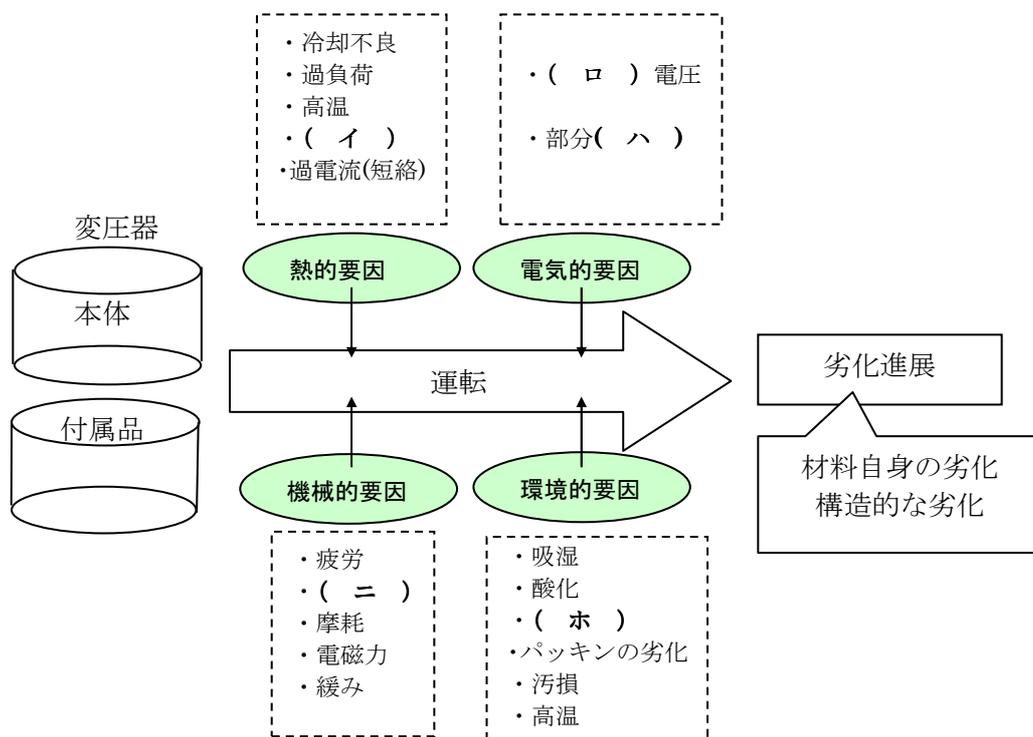
	イ	ロ	ハ	ニ	ホ
問 1 1 解答	×	×	○	○	×

【問 1 2】 変圧器付属設備、絶縁油の劣化の要因の内容である。(イ)～(ホ)の正しいものには○、誤っているものには×を記入せよ。(解答は下記の解答欄に○×で記入せよ)

(イ) 負荷時タップ切換器は、タップ選択器、切換開閉器及び電動操作機構部の部位からなる。切換開閉器室の絶縁油は切換え時のアークによってかなり汚れるため、定期的に交換が必要である。
(ロ) ブッシングの劣化は、ほぼ変圧器本体の内容と同様である。特にサージ電圧が発生した場合はブッシング内部で部分放電が発生し、絶縁物にアークの痕跡を残す場合もある。
(ハ) ブッシングの機械的要因による亀裂の発生は、油漏れや空気、水の浸入の原因になる。また、地震の振動の影響を強く受け、長尺なものほどブッシングの固定位置での収縮倍率に留意する必要がある。
(ニ) 絶縁油は、使用中に次第に劣化する。劣化は空気中の水分の吸収又は不純物の混入にも起因するが、最大要因は酸化現象である。
(ホ) 変圧器の冷却装置はめっき、塗装等で腐食防止を図り冷却機能低下を防止する。冷却不良になっても変圧器の寿命を縮めることはない。

	イ	ロ	ハ	ニ	ホ
問 1 2 解答	○	○	×	○	×

【問13】 変圧器本体の劣化について、4つの要因が単独又は複合的に作用して劣化が進展していく。下記「劣化進展の概念図」に関する記述である。文中の(イ)～(ホ)内に最も適する語句を下記のA～Jより選択せよ。(解答は下の解答欄に記号で記入せよ)



- | | | | | |
|------|--------|---------|---------|------|
| A 変色 | B 還元 | C 異常 | D ピーク電圧 | E 振動 |
| F 放電 | G 局部過熱 | H 高周波過熱 | I 異常音 | J 腐食 |

問13解答	イ	ロ	ハ	ニ	ホ
	G	C	F	E	J

【問14】 次の文は、ケーブルの目視検査に関して述べたものである。(イ)～(ホ)の正しいものには○、誤っているものには×を記入せよ。(解答は下記の解答欄に○×で記入せよ)

- | | |
|-----|--|
| (イ) | 検査機器を使用しないで五感により機器の状態を確認する方法であり、主にケーブル端末部、シースの外観に限定されるため、設置環境の変化(温度、湿気など)は確認する必要がない。 |
| (ロ) | ケーブル本体では、表面状態、オンセット形状の異常の有無、ケーブルの移動の有無などを検査する。 |
| (ハ) | 終端接続箱では、ボルトの緩みの有無、接地線の状態(損傷、断線など)、端子部の過熱の有無(赤外線サーモグラフィ)などを検査する。 |
| (ニ) | 中間接続箱では、接続箱の移動の有無、防食層の表面状態などを検査する。 |
| (ホ) | OFケーブルの加圧設備では、油量および油圧の点検及び記録、漏油の有無、油面計の汚れの有無、警報発動動作点検、ボルトの緩みの有無などを検査する。 |

問14解答	イ	ロ	ハ	ニ	ホ
	×	×	○	○	×

【問15】 次の表は「CVケーブルの主な劣化とその原因・対策」を示す。文中の(イ)～(ホ)内に最も適する語句を下記のA～Jより選択せよ。(解答は下の解答欄に記号で記入せよ)

劣化要因	様相	主な原因	対策(例)
熱(温度) 高温	(イ) → 導体の移動	許容電流以上の通電	許容電流値のチェック
異常電圧	絶縁又はシースの破壊	(ロ)の侵入 開閉サージの侵入	(ハ)の取り付け
水	(ニ)発生	端末や接続処理部よりの 浸水 シース外傷部よりの浸水	鉛シールドなどの遮水構造 ケーブルの使用
動物害	シース孔 → 絶縁破壊	白蟻の食害	(ホ)付きケーブルの 使用

A 硬化	B 軟化	C 過電流
D 鉛	E 金属がい装	F 防蟻シース
G 化学的トリマー	H 水トリマー	I アレスター
J 外雷		

問15解答	イ	ロ	ハ	ニ	ホ
	B	J	I	H	F

【問16】 次の（イ）～（ホ）文は「CVケーブルの劣化診断」に関する事項を述べたものである。（イ）～（ホ）の正しいものには○、誤っているものには×を記入せよ。（解答は下記の解答欄に○×で記入せよ）

- （イ） 交流電圧部分放電測定は、対象ケーブルに使用電圧程度の高周波交流電圧を印加して、絶縁体で発生する部分放電を測定する。放電電荷量、発生頻度、放電開始消滅電圧などから絶縁体の異常の有無を診断する。
- （ロ） シース絶縁抵抗測定は、250～1,000V メガーを使用し、遮へい層と大地間でシースの絶縁抵抗を測定し、シースの損傷、劣化の有無を診断する。
- （ハ） CVケーブルに対して実施する、直流漏れ電流測定は、対象ケーブルに使用電圧以上の直流電圧を数分～10分程度印加して、漏れ電流、成極比、不平衡率・弱点比・キック現象の有無などから絶縁体の異常の有無を診断する。
- （ニ） 誘電正接測定は、対象ケーブルに直流電圧を重畳し、誘電正接を測定する。その値から絶縁体の異常の有無を診断する。
- （ホ） 停電しての絶縁劣化診断の一つである直流成分法は、ケーブルの接地線に流れる直流電流成分を測定し、その値の大きさから絶縁体の異常の有無を診断する。

	イ	ロ	ハ	ニ	ホ
問16解答	×	○	○	×	×

【問17】 次の表は、高圧CVケーブルの水トリー劣化に関わる各種活線絶縁診断による判定基準データの評価を纏めたものである。文中の（イ）～（ホ）内に最も適する語句を下記のA～Mより選択せよ。（解答は下の解答欄に記号で記入せよ）

活線絶縁診断の判定基準（石油精製事業所）

判定	直流重畳法 単位：MΩ		（ロ） 単位：nA
	（イ）	直流重畳電流測定法	
良	10,000 以上	（ニ） 以上	1 未満
軽度要注意	3,000 以上 10,000 未満	300 以上 （ニ） 未満	1 以上 10 未満
重度要注意	（ハ） 以上 3,000 未満	30 以上 300 未満	10 以上 （ホ） 未満
不良	（ハ） 未満	30 未満	（ホ） 以上

A 直流成分法	B フラッシュオーバー法	C 活線 tan δ 法
Dブリッジ法	E 100	F 200
G 300	H 1,000	I 2,000
J 3,000	K 10,000	L 20,000
M 30,000		

	イ	ロ	ハ	ニ	ホ
問17解答	D	A	H	J	E

【問18】 次の回路図はマレーループ法の回路図である。算出式の各値として記載されている説明文の(イ)～(ホ)内に最も適する語句を下記のA～Jより選択せよ。(解答は下の解答欄に記号で記入せよ)

算出式

$$X = \frac{L}{R_0 \left(\frac{m' - m}{m \cdot m'} \right) + 1}$$

ただし、各値は下記の通りとする。

X : (イ) までの距離 (m)
 L : ケーブル全長 (m)
 R₀ : 改良マレーループの (ロ) (Ω)
 m : SW解放時の (ハ) (Ω)
 m' : SW閉路時の (ハ) (Ω)
 r_x : 測定箇所からの外被損傷箇所までの (ニ) の抵抗 (Ω)
 r : 遮へい銅テープ全長の抵抗 (Ω)
 R : (ホ) の抵抗 (Ω)

A バランス抵抗	B 導体全長	C シャント抵抗
D 全摺動抵抗	E 埋設距離	F 遮へい銅テープ
G 電池内部抵抗	H 外被損傷箇所	I 標準器抵抗
J 体積抵抗率		

	イ	ロ	ハ	ニ	ホ
問18解答	H	D	A	F	B

【問19】 次の文は高圧CVケーブルのシース絶縁不良箇所を標定する各種手法に付いて述べたものである。(イ)~(ホ)の正しいものには○、誤っているものには×を記入せよ。(解答は下記の解答欄に○×で記入せよ)

- (イ) マレーループ法 : 終端部に異常のないことを確認した上で、マレーループ法を用いておおよその位置を特定する。シース絶縁不良点が2箇所以上存在する場合は、マレーループ法は使用できない。ケーブルの両端で各々測定し、それらの測定結果が一致する必要がある。
- (ロ) 高周波電流注入法 : 数GHzの断続的信号電流を、大地を帰路として遮へい層に流し、サーチコイルなどの検出器を用いて絶縁不良点を特定する。高周波信号電流は絶縁不良点を通して大地に流出するため、その箇所より先では検出器が反応しない。
- (ハ) 直流パルス電流注入法 : 断続的印加が可能な直流低圧発生器を用いてケーブルの片終端から直流パルス(100~200mA)を、大地を帰路として遮へい層に流し、クランプ式電流計を用いて絶縁不良点を検出する。検出電流の変化により不良点の位置標定ができる。
- (ニ) 針電極法 : ケーブルの片終端から交流パルス電流を遮へい層に流入させ、シース絶縁不良箇所から流出してくる放出電流密度を1m間隔の2本の電極(棒状)間に検流計を挿入して電流の大小および電流の反転により不良点を検出する。
- (ホ) 遮へい層縁切り法 : ケーブル中間部の遮へい層の縁切りとメガー測定を繰り返して、絶縁不良箇所を追い込んでゆく手法。

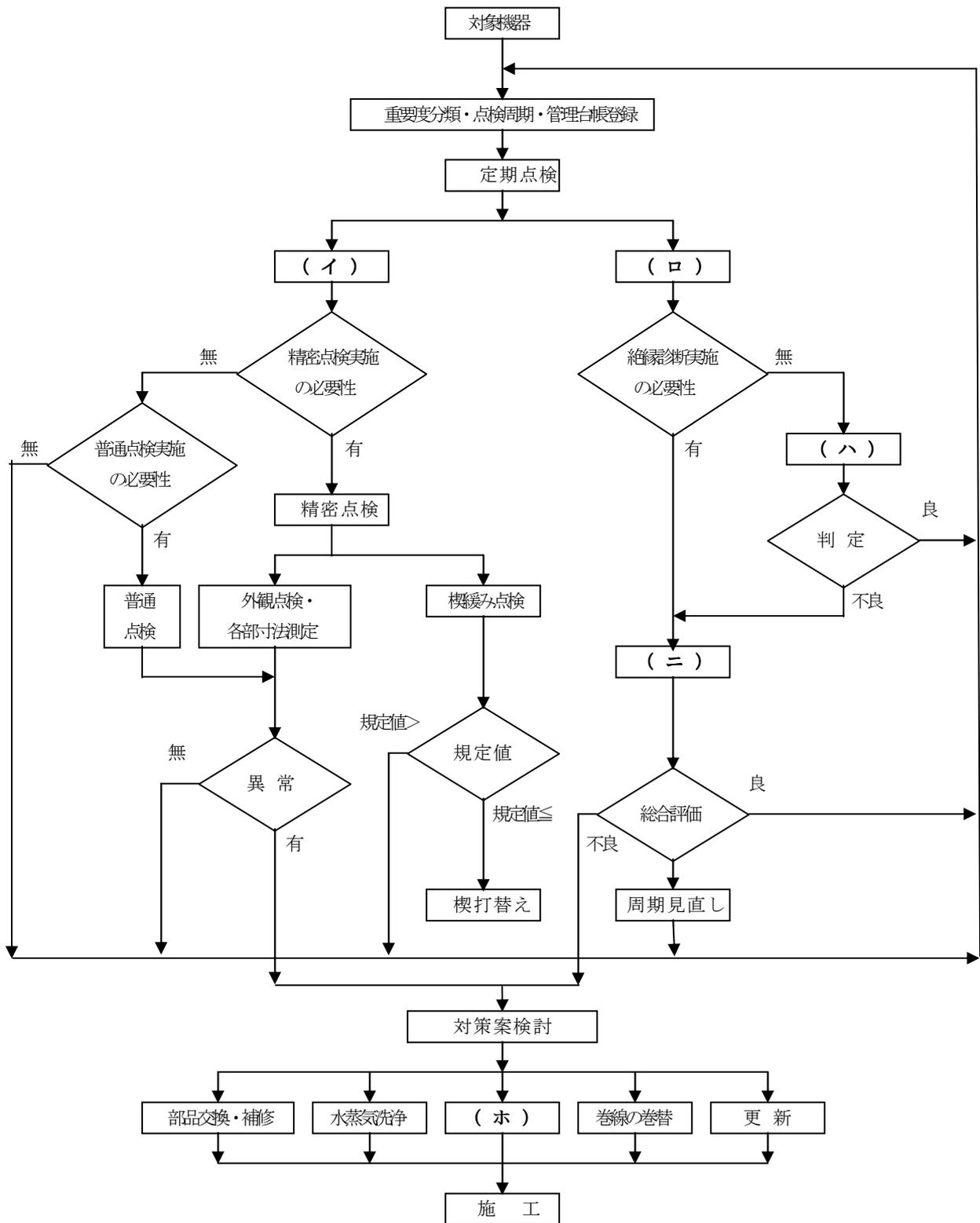
	イ	ロ	ハ	ニ	ホ
問19解答	○	×	×	×	○

【問20】 次の表は、ころがり軸受けの代表的な故障現象と原因について対比させたものである。(イ)~(ホ)の正しいものには○、誤っているものには×を記入せよ。(解答は下記の解答欄に○×で記入せよ)

	故障現象	原因
(イ)	圧こん	芯出不良(ミスアライメント)
(ロ)	焼付き	潤滑不良
(ハ)	電食	グリースの劣化
(ニ)	フレーキング	過大な外部荷重によるたわみ
(ホ)	クリープ	軸受けに対するラジアル変動荷重の印加

	イ	ロ	ハ	ニ	ホ
問20解答	×	○	×	○	○

【問21】 下図は高圧電動機の診断・補修・更新の一般的な作業の流れを示した図である。文中の(イ)～(ホ)内に最も適する語句を下記のA～Jより選択せよ。(解答は右上の解答欄に記号で記入せよ)



- | | | | |
|---------|----------|----------|----------|
| A 一般点検 | B 巻線抵抗測定 | C 絶縁抵抗測定 | D メーカー点検 |
| E 機械的点検 | F 耐電圧試験 | G 絶縁破壊試験 | H 絶縁補強 |
| I 絶縁診断 | J 電気的点検 | | |

問 2 1 解答	イ	ロ	ハ	ニ	ホ
	E	J	C	I	H

【問 2 2】 次の表は、電動機の寿命について説明した記述である。(イ)～(ホ)の正しいものには○、誤っているものには×を記入せよ。(解答は下記の解答欄に○×で記入せよ)

(イ)	一般的に新しい電動機の耐電圧試験値は 2E+1(kV)が採用されており、分解補修などを行った電動機にはその値の 65～75%程度で耐電圧試験を行っている例が多い
(ロ)	石油学会電気設備維持規格では長期間使用され寿命に至る電動機の絶縁性能として、定格電圧×1.0 を寿命の値として推奨する
(ハ)	電動機の絶縁寿命は温度の影響がおおきい。一般に絶縁寿命と温度の関係式は $L=A \cdot \exp(-mT)$ であらわされ、寿命が 1/4 になるのは耐熱クラス F では使用温度上昇 12℃が見当である。
(ニ)	塵埃が多い環境では、電動機内部やフレーム外周に堆積して放熱効果が低下したり、塵埃と湿気・水分が組み合わさり絶縁寿命が低下する。
(ホ)	通常の使用温度範囲以下に下がると絶縁物にストレスが加わり、はく離、亀裂の発生などにより絶縁性能が低下するおそれがある。-20℃の温度以下では低温用電動機を使用する。

問 2 2 解答	イ	ロ	ハ	ニ	ホ
	○	×	×	○	○

【問23】 次の表は、かご形電動機の適切な点検時期及び周期について説明した記述である。(イ)~(ホ)の正しいものには○、誤っているものには×を記入せよ。(解答は下記の解答欄に○×で記入せよ)

(イ)	外部点検	外部点検は、外観、振動、臭気、異音、温度などの点検を日常巡回点検として五感により実施するため、分解点検時には行なわない。
(ロ)	内部点検	使用状況、起動頻度、装置における重要度や定期的な点検時の振動測定、簡易絶縁診断などのデータを参考に固定子や回転子などの点検内容、点検周期を決定する。
(ハ)	測定器による軸受点検	測定器を用いて軸受の振動をFFT解析などにより異常診断を行う精密軸受け点検は、異常音・異常振動などを発見したときに実施することが効果的である。
(ニ)	絶縁診断	絶縁診断は電気的な性能の評価のほかに、巻線内部の機械的な劣化の状態を推定できる。精密絶縁診断を毎年行わなければ適切な管理が出来ない。
(ホ)	グリース補給	グリースは、定期的に補給することが望ましい。異音発生時に適量補給し、音の変化を聞くことも重要である。グリース補給により異音が消えても、短期間で再発するようであると軸受の異常が考えられる。

問23解答	イ	ロ	ハ	ニ	ホ
	×	○	○	×	○

【問24】 次の表は、すべり軸受けの代表的な故障現象と原因について対比させたものである。(イ)~(ホ)の正しいものには○、誤っているものには×を記入せよ。(解答は下記の解答欄に○×で記入せよ)

	故障現象	状 況	原 因
(イ)	発熱焼付き	異常温度上昇	軸受当り不良、油膜不足
(ロ)	摩 耗	ホワイトの異常摩耗	軸受荷重過多、
(ハ)	傷、破 損	亀裂、欠損、割れ	疲労破壊
(ニ)	フレットイング コロージョン	裏金の摩耗	境界潤滑、潤滑不足
(ホ)	エロージョン	ホワイトの侵食	オイルシール機能低下

問24解答	イ	ロ	ハ	ニ	ホ
	○	○	○	×	×

【問25】 次の表は、電動機劣化診断の測定・試験項目について記述したものである。文中の(イ)～(ホ)内に最も適する語句を下記のA～Jより選択せよ。(解答は下の解答欄に記号で記入せよ)

絶縁抵抗測定	メガーで絶縁抵抗を測定し、極端な吸湿・汚損や欠陥による異常な絶縁抵抗の低下のチェック、絶縁劣化の(イ)や傾向を推測する。
漏れ電流試験	直流電圧を印加したときの電流－時間特性、絶縁抵抗－温度特性又は絶縁抵抗－電圧特性などから絶縁の性状、特に(ロ)・汚損や絶縁欠陥などの状態を推定する。
誘電正接試験	$\tan \delta$ －電圧特性を測定することによって、(ハ)の吸湿・汚損の状況や絶縁劣化の状態を推定する。
交流電流試験	絶縁物に流れる電流は、印加電圧や周波数の他に誘電率や誘電正接によって変化する。交流電圧を印加したときの電流－電圧特性は、絶縁物が吸湿・汚損・絶縁の劣化、(ニ)の発生により変化するもので、その特性から絶縁劣化状態を推定する。
部分放電試験	絶縁物中のボイド等で発生する放電現象を検出し、部分放電パルスを直接測定することにより、絶縁物の劣化による(ホ)やはく離などの空隙の発生や進展状況を把握し、劣化の状態を推定する。

A 吸湿	B 広域放電	C 破損	D 部分放電	E 亀裂
F 絶縁物	G 進行	H 絶縁箱	I 上昇	J 湿度

問25解答	イ	ロ	ハ	ニ	ホ
	G	A	F	D	E

【問26】 次の文は、低圧の開閉器類の劣化要因と劣化現象について述べたものである。(イ)～(ホ)の正しいものには○、誤っているものには×を記入せよ。(解答は下記の解答欄に○×で記入せよ)

(イ) 配線用遮断器は、高温下で使用すると絶縁物の枯れが発生し、異常発熱や不要動作の原因になる。
(ロ) 配線用遮断器は、樹脂でモールドされているため、多湿や結露が発生する場所で使用すると、樹脂の膨潤で機械的強度が低下し、破損の原因となる。
(ハ) 配線用遮断器は、常時振動しているような場所で使用すると、ねじの緩みや疲労破壊が発生し、操作不良、引外し不良などの原因となる。
(ニ) 低圧電磁接触器は、塵埃の多い場所で使用すると、塵埃や異物が鉄心にかみ込み、うなり音発生の原因となる。
(ホ) 低圧電磁接触器は、硫化水素などの腐食性ガスのある雰囲気で使用すると、主接点が腐食することによってうなり音が発生する。

問26解答	イ	ロ	ハ	ニ	ホ
	○	×	○	○	×

【問27】 次の文は、保護継電器の劣化要因と故障について述べたものである。(イ)～(ホ)の正しいものには○、誤っているものには×を記入せよ。(解答は下記の解答欄に○×で記入せよ)

- (イ) デジタル静止形の保護継電器は電気的特性の変化が少ないため、高温の場所でも安定して使用できるが、電氣的サージにより部品の断線や短絡が発生し、動作不良または復帰不良の原因となる。
- (ロ) 湿度が高い場所で使用すると、金属部の発錆や錫を使用している場合はシルバーマイグレーションが発生し、金属破損および絶縁不良の原因となるため、湿度管理も重要である。
- (ハ) 塵埃の多い場所で使用する場合は、軸受回転部に付着すると摩擦大となり、動作不良の要因となる。また、接点部に堆積すると接触不良となり、動作不良の原因となる。
- (ニ) 保護継電器を常時、振動や衝撃を受ける場所に設置していると、ねじの緩み、可動部の摩耗、断線などの劣化現象が発生し、動作不良や復帰不良の原因となる。
- (ホ) 低圧系の保護継電器は、現場機器の近くに設置することがあり、腐食性ガスの進入による化学反応で、ウヰスカ（接点表面のヒゲ状の生成物）、シルバーマイグレーションが発生することがある。

	イ	ロ	ハ	ニ	ホ
問27 解答	×	×	○	○	○

【問題28】 次の文は、盤の整備と補修について述べたものである。(イ)～(ホ)の正しいものには○、誤っているものには×を記入せよ。(解答は下記の解答欄に○×で記入せよ)

- (イ) 屋外などのように周囲の環境条件が悪い所では、塗装は一般的に数年程度で劣化する傾向にあるので、はがれや傷が付いた部分などは特に早めに補修を施すか塗り替える。
- (ロ) 計器用変成器は電気計測のほか、電気設備の事故拡大を防ぐ保護回路のセンサや電源として重要な機能を果たしている。したがって、変成器の事故は電力の供給障害や生産障害など社会的影響の大きい事故に結びつく可能性があり、老朽製品は交換補修を行う。
- (ハ) 配線用遮断器は、構造的にはフルモールドが多く、内部点検・補修を行った場合は必ず吸湿防止のためワニス処理を行う必要がある。
- (ニ) 限流ヒューズが溶断したときは、三相回路用3本、単相回路用2本のうち、溶断せずに残ったヒューズは、劣化がないのでそのまま使用しても問題はない。
- (ホ) 補助リレーは、異常信号の接点増幅などの制御回路に使用されている。寿命が短い傾向にあるが、使用数量が非常に多いことから、一般的に接点やコイルの取替えで再使用する。

	イ	ロ	ハ	ニ	ホ
問28 解答	○	○	×	×	×

【問29】 次の文は、盤の延命化について述べたものである。文中の(イ)～(ホ)内に最も適する語句を下記のA～Jより選択せよ。(解答は下の解答欄に記号で記入せよ)

盤は機器・部品の集合体であり、その寿命は機器・部品の寿命に大きく影響される。盤の延命化とは、これらの機器・部品の(イ)や更新を実施しながら、盤としての(ロ)を維持しつつ延命化を図ることである。

盤の延命化で重要なことは、盤として何年延命化したいかをまず明確にして具体的な検討に入ることである。この年数によって具体策は大きく変わる。

機器・部品は各々寿命が異なり、統一することはむずかしい。このことから盤を構成する部位で万が一故障が発生したときの(ハ)が大きいものから先に延命化を検討する。

一般的な盤の(ハ)の高い部位は①主回路導体の(ニ)、②遮断器の性能、③計器用変成器の性能、④保護・計測機器の動作の4点である。

また、盤全体の延命化策として最近良く取られている方策に(ホ)がある。盤の劣化に温度、湿度、粉塵などの関与は大きい。

- | | | | | |
|--------|-----------|-------|--------|-------|
| A 機能改善 | B オーバーホール | C 破損度 | D 電子化 | E 影響度 |
| F 機能 | G 絶縁 | H 改造 | I 環境改善 | J 強度 |

	イ	ロ	ハ	ニ	ホ
問29解答	B	F	E	G	I

【問30】 次の文は、盤単体の機能検査、制御盤からの機能検査について述べたものである。(イ)～(ホ)の正しいものには○、誤っているものには×を記入せよ。(解答は下記の解答欄に○×で記入せよ)

- (イ) 盤の機能検査には作動検査と連動検査がある。作動検査は盤面及び遠隔操作により遮断器類、スイッチ類が正常に動作するか、また、ロック機能などについても確認する。
- (ロ) 引出形機器(遮断器・開閉器類)のロック機能の確認は、“開”のときに限り引出し・挿入操作が可能であることから、開閉表示が「切」であることを確認のうえ、ロックレバーを操作してユニットを引出した場合の「断路位置」及び挿入した場合の「接続位置」を確認する。
- (ハ) インターロック機能付き断路器の開閉操作の確認は、関連した遮断器、開閉器又は接触器が“開”でも“閉”でも可能であることを確認する。
- (ニ) 制御盤よりの連動検査は、機器が所定の動作をするか確認する。同時に、その機器の動作に応じた表示を確認する。
- (ホ) 保護継電器による連動検査は、保護継電器接点を作動させて遮断器類が動作するかを確認する。同時に開閉表示灯と故障警報及び故障表示器が正常に動作するかを確認する。保護継電器本体のターゲット表示器及び補助接触器の動作も確認する。

	イ	ロ	ハ	ニ	ホ
問30解答	○	○	×	○	○

【問31】 次の文は、盤の点検について述べたものである。(イ)～(ホ)の正しいものには○、誤っているものには×を記入せよ。(解答は下記の解答欄に○×で記入せよ)

- (イ) 課電中に行う点検は、盤の外部から又は場合によっては扉を開けて、五感で点検し異常の有無を確認するものである。
- (ロ) 課電中に行う測定には、赤外線サーモグラフィを用いて遮断器、断路器などの接続部の局部過熱を測定する方法や絶縁物内部の部分放電や表面の放電をパルス信号、超音波又は電磁波として測定する方法がある。
- (ハ) 停電中の点検には、簡易点検、普通点検及び精密点検に分類することができる。簡易点検と普通点検は機器の特性試験や機械的な部分の整備を含む内容を実施するものであり、精密点検は前述の他に劣化診断や機器の解体を含む内容を実施する。
- (ニ) 閉鎖母線の碍子・ブッシング・絶縁支持物の点検は、過熱による変色、碍子の亀裂・破損、異物・塵埃の付着がないかという点を実施することが望ましい。
- (ホ) 高圧遮断器ユニットの操作機構の点検時、潤滑油・グリースは塵埃付着の要因となり開閉特性に影響するため塗布してはならない。

	イ	ロ	ハ	ニ	ホ
問31 解答	○	○	×	○	×

【問32】 次の文は、電気機器の寿命の考え方について述べたものである。文中の(イ)～(ホ)内に最も適する語句を下記のA～Kより選択せよ。(解答は下の解答欄に記号で記入せよ)

電気機器の寿命については、一般的に「使用中に被る種々のストレス、(イ)などによって、その機器の電气的性能及び機械的性能が低下して、使用上の(ロ)及び安全性が維持できなくなるまでの時間」と考えられている。

しかし、このような寿命に対し、(ハ)の早い今日では、「優れた新しい機能を持った新製品が開発されたことによって、現存のものが社会的及び経済的にも(ニ)したとき」とする考え方もある。

電気設備維持規格では、寿命の種別を、「物固有の真性寿命」、「予防保全的寿命」、「メンテナンス的寿命」及び「(ホ)寿命」の4種類に分類し、整理している。

- A 保全性 B 突発故障的 C 信頼性 D 診断技術 E 省力化
- F 社会的 G 経年的な劣化 H バラツキ I メンテナンス J 陳腐化
- K 技術革新

	イ	ロ	ハ	ニ	ホ
問32 解答	G	C	K	J	F

【問33】 次の文は、各機器の特性について述べたものである。(イ)~(ホ)の正しいものには○、誤っているものには×を記入せよ。(解答は下記の解答欄に○×で記入せよ)

- (イ) 限流ヒューズの可溶体に亀裂が生じても抵抗はほとんど変化しないため劣化判定が難しく、始動・停止回数や経過年数などを考慮し交換することが望ましい。
- (ロ) 箔電極コンデンサでは、絶縁劣化による静電容量の変化はほとんどないが、一部エレメントの絶縁破壊又は断線を生じた場合は、静電容量の変化により知ることができる。また、運転中コンデンサの誘電体が劣化して損失が多くなると表面温度が低下する。
- (ハ) 保護継電器は、製造業者の特性値あるいは曲線の許容範囲内にあるかを確認するため、動作時間の測定を行う。
- (ニ) 配線は、触手及び目視では劣化を確認することができないため、一部をサンプリングし、引張り強さ、伸び、硬度などを測定し劣化の度合を推定する。
- (ホ) モールド形計器用変成器は、絶縁物の電位傾度の大きいところに局部的な放電が発生するため、内部異常を把握するために部分放電試験を行う。

	イ	ロ	ハ	ニ	ホ
問33解答	○	×	○	×	○

【問34】 次の文は、無停電電源装置の点検に関する内容である。文中の(イ)~(ホ)内に最も適する語句を下記のA~Jより選択せよ。(解答は下の解答欄に記号で記入せよ)

普通点検は、装置の機能の確認と維持のための計画的な点検で、主回路部の(イ)・亀裂・破損など、また開閉動作・表示などについて異常の有無を確認し、必要により(ロ)を行う。

精密点検では、模擬試験或いは動作試験により表示・警報・異常の有無などを確認し、また、計測器などにより(ハ)の確認や計器の校正などを行う。その他、電磁接触器の(ニ)の異常の有無などを確認し、装置の全機能・性能の維持回復を目的とした(ホ)な点検を行う。

- | | | | | |
|------|------|--------|--------|--------|
| A 接点 | B 温度 | C 出力波形 | D 解体撤去 | E 簡易的 |
| F 感度 | G 緩み | H 総合的 | I 定格容量 | J 分解整備 |

	イ	ロ	ハ	ニ	ホ
問34解答	G	J	C	A	H

【問35】 次の文は、整流装置・インバータの制御部の劣化に関する事項を述べた文である。(イ)～(ホ)の正しいものには○、誤っているものには×を記入せよ。(解答は下記の解答欄に○×で記入せよ)

- (イ) 制御部は電解コンデンサや半導体の劣化、発熱部品による銅箔の酸化、腐食および接続部の酸化による接触不良などの劣化がある。
- (ロ) 電解コンデンサの劣化要因には、温度・湿度・振動などの外部要因の他に、電圧・充放電などによる電氣的要因がある。
- (ハ) 最も寿命に影響する電解コンデンサの劣化の外部要因は、湿度である。
- (ニ) 電解液がガス化し封入口を通して徐々に外部に拡散することにより、静電容量が増大する。
- (ホ) コンデンサに過電圧が連続的に印加すると、漏れ電流が増大し、発熱やガス発生に伴う内圧上昇により、破損などを生じる。

	イ	ロ	ハ	ニ	ホ
問35解答	○	○	×	×	○

【問36】 次の文は、蓄電池の劣化に関する内容である。文中の(イ)～(ホ)内に最も適する語句を下記のA～Jより選択せよ。(解答は下の解答欄に記号で記入せよ)

- a) ベント形鉛蓄電池
- ベント形鉛蓄電池は、使用中(イ)極板の格子または芯金が徐々に腐食し、(イ)極板の格子または芯金中のアンチモンが鉛の腐食(鉛→二酸化鉛)とともに(ロ)極板に析出して、(ロ)極板の水素過電圧(実際に水素発生が起こる電極電位と平行電位との差)が低下する。
- b) 焼結式アルカリ蓄電池
- 正極板は(ハ)が腐食することにより、活物質間の導電性が低下するため不活性化し容量が低下する。
- 負極板は(ニ)の結晶が成長して過電圧が上昇して蓄電池が充電されにくくなり、長期間そのまま使用すると正極活物質の自己放電によって容量が低下する。
- 隔離板は電解液中で酸化され(ホ)が増加して、蓄電池の特性や寿命に悪影響を及ぼす。

A 二酸化炭素	B 焼結基板	C 負	D 転	E ナトリウム
F 炭酸カリウム	G 隔離板	H シリコン	I 正	J カドミウム

	イ	ロ	ハ	ニ	ホ
問36解答	I	C	B	J	F

【問37】 次の文は、蓄電池の劣化診断について述べた文である。(イ)～(ホ)の正しいものには○、誤っているものには×を記入せよ。(解答は下記の解答欄に○×で記入せよ)

- (イ) 蓄電池を常に良好な状態に維持するためには、適正な浮動充電電圧で使用する必要があるが、充電電圧が、適正な浮動充電電圧より高くても、蓄電池の寿命に大きな影響はない。
- (ロ) 制御弁式鉛蓄電池は、セルの内部抵抗測定を劣化診断の方法としてあまり採用していない。
- (ハ) アルカリ蓄電池の寿命末期に見られる現象として、ポケット式および焼結式のいずれも容量低下や電圧低下がある。
- (ニ) 鉛蓄電池の浮動充電電圧が低すぎると、充電電流が大きくなり格子の腐食進行度が大きくなって寿命が短くなる。
- (ホ) ベント形鉛蓄電池の内部抵抗値は、寿命末期になっても余り変化しない特徴がある。

	イ	ロ	ハ	ニ	ホ
問37解答	×	×	○	×	○

【問38】 次の文は、通常の使用時において鉛蓄電池温度と一般的な特性に関する内容である。(イ)～(ホ)の正しいものには○、誤っているものには×を記入せよ。(解答は下記の解答欄に○×で記入せよ)

- (イ) 蓄電池を放電する場合、放電する時の電解液温度が異なっても容量は変化しない。
- (ロ) 蓄電池温度は一般に、使用されている環境温度とほぼ同一である。
- (ハ) 蓄電池温度が低いと、電解液の拡散が良好となる。
- (ニ) 蓄電池温度が高いと、正極板の活物質の軟化現象が促進される。
- (ホ) 蓄電池温度が低いと、自己放電量が多くなり、蓄電池の寿命を縮めることになる。

	イ	ロ	ハ	ニ	ホ
問38解答	×	○	×	○	×

【問39】 次の文は、アルカリ蓄電池温度と一般的な特性に関する内容である。(イ)～(ホ)の正しいものには○、誤っているものには×を記入せよ。(解答は下記の解答欄に○×で記入せよ)

- (イ) 低温時における特性は、鉛蓄電池に比べて優れている。
- (ロ) 高温になると電解液の電導度が低下して、内部抵抗が増加する。
- (ハ) 低温になると放電特性が低下し、放電容量が増加する。
- (ニ) 低温になると電極反応が促進され、電解液の電導度も増大する。
- (ホ) 推奨使用環境温度は5℃～30℃とされているが、25℃を超える環境では空調設備の設置など、環境条件を整備することが望ましい。

	イ	ロ	ハ	ニ	ホ
問39解答	○	×	×	×	○

【問40】 次の文は、蓄電池の構造に関する事項を述べた文である。文中の(イ)～(ホ)内に最も適する語句を下記のA～Jより選択せよ。(解答は下の解答欄に記号で記入せよ)

- (イ) 鉛蓄電池とは、蓄電池から発生するガスを逃がすことができる開口がある蓋を持つ蓄電池で、防沫構造のある排気栓を用いて、多量の酸霧が脱出しないようにしたものをいう。
- (ロ) 鉛蓄電池とは、通常の条件下では密封されているが、内圧が規定値を超えた場合、ガスの放出を行う蓄電池で、電解液を補液できないものをいう。
- 触媒栓式アルカリ蓄電池は、ベント形アルカリ蓄電池の(ハ)に触媒栓を取り付けたもので、過充電中に発生するガス(酸素および水素)を触媒作用により(ニ)に還元する。
- シール形アルカリ蓄電池は、過充電中に発生するガスを外部に排出せず、長期にわたって(ホ)を必要としないようにした蓄電池をいう。

A シール形	B 制御弁式	C 隔離板	D 蓋部	E 排気栓部
F カリウム	G 水	H 補水	I ベント形	J 酸素

	イ	ロ	ハ	ニ	ホ
問40解答	I	B	E	G	H