

社団法人石油学会
平成 18 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	電気			
受験者氏名				

【問1】 次の文章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。(イ)～(ニ)に当てはまる最も適切な語句を下記のA～Iより選択せよ。(解答は下の解答欄に記号で記入せよ)

石油学会設備維持の規格は、石油精製事業者が自らの事業所において適切な(イ)を行うことにより、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たものである。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保安の確保及び(ロ)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する。

この規格は他の設備維持規格と同様に(ハ)として適用するものであり、電気事業法に基づき制定される(ニ)の定めや電気設備の技術基準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。規格の内容は設備の劣化現象とその検査、評価、補修に関する考え方や設備異常の事例紹介の他、推奨される最新技術などを盛り込んだ規格として整理している。

- A 自主保安 B 保安規程 C 設備の維持管理 D 定期点検 E ガイドライン
 F 事故の防止 G コスト低減 H 長期連続運転 I 技術基準

問1	イ	ロ	ハ	ニ
解答	C	H	E	B

【問2】 次の文章は事業所の電気設備の持管理方針に則り、長期計画並びにこれらに基づく短期及び年度の電気設備維持管理計画の立案及び実行に当たっての注意事項である。(イ)～(ホ)に当てはまる最も適切な語句を下記の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) 検計画は、適用法規、(イ)に加え、電気設備の重要度、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。
- b) (ロ)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、絶縁抵抗など電気的特性測定及び成分分析など化学的特性測定等がある。
- c) 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(ハ)を立案する。
- d) 設備の(ニ)のために、設備を停止することなく運転中に劣化状態を確認することを可能とするための(ホ)または設備の改善に努めなければならない。

- A 劣化・損傷現象 B 劣化条件 C 機械的特性 D 信頼性向上 E JIS規格
 F 点検方法 G 点検計画 H 補修方法 I 電気的特性 J 保全履歴

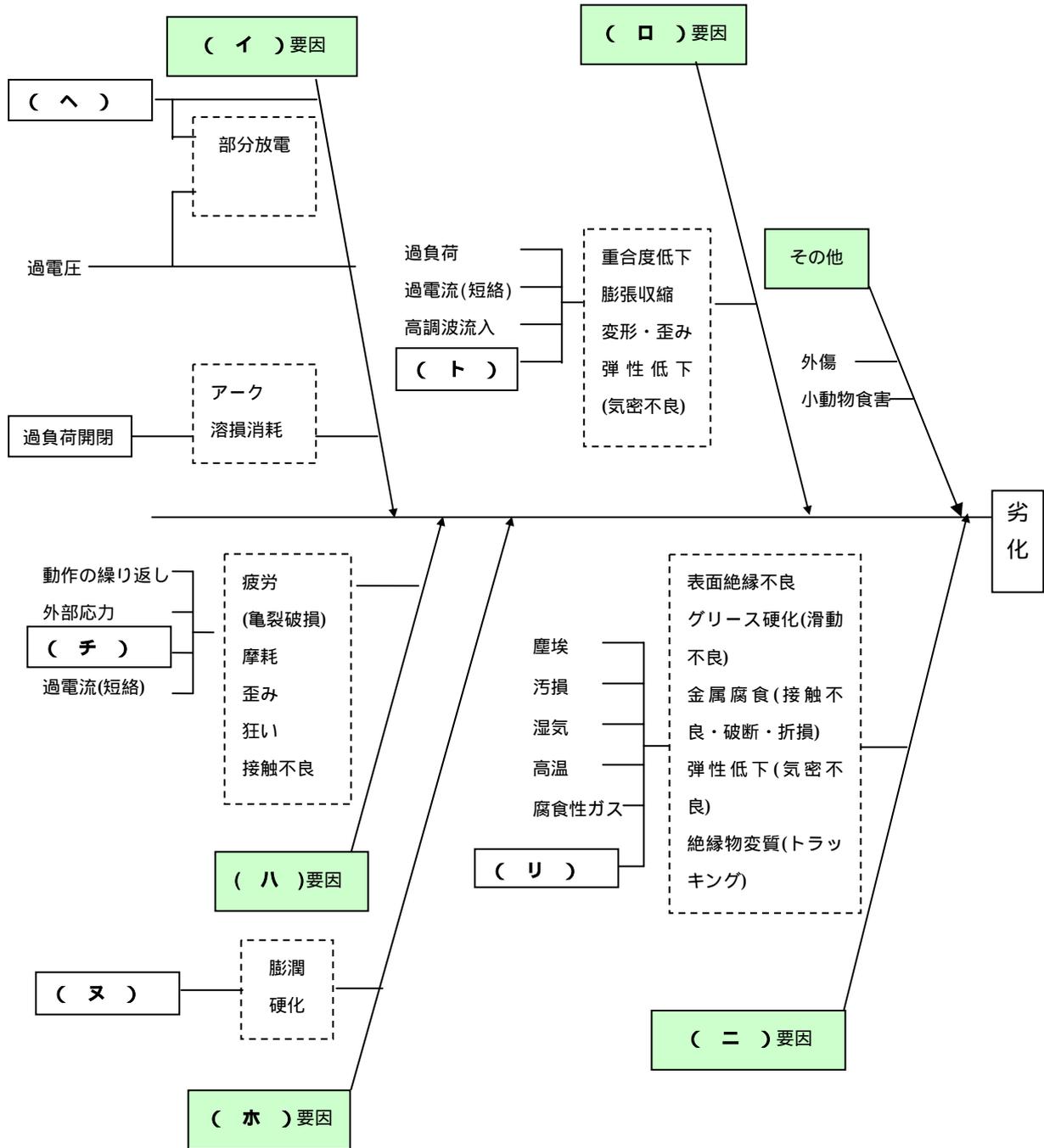
問2	イ	ロ	ハ	ニ	ホ
解答	J	A	G	D	F

【問3】 次の文章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。内容として誤っているものを2つ選択せよ。(解答は下の解答欄に記号で記入せよ)

- A** 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、熱的及び環境的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長期化が図れる。
- B** 電気設備の経年劣化のうち、温度・塵埃・湿気や腐食性ガスなど設備の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。
- C** 機器の設置環境の改善としては、電気室への空調機の設置、屋外機器の屋内化 / 防風壁の設置、環境測定実施による腐食雰囲気監視などがあるが、電気室 / 配電盤のシール性の強化や塗装の変更などは効果がない。
- D** 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により、設備全体の信頼性を確保し長期連続運転に寄与できる。しかし、電解アルミコンデンサなどの温度等級アップ、配電盤裸母線から絶縁母線への変更などは有効性がない。
- E** 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長期停止の防止と、ひいては長期連続運転に寄与できる。運転中検査として、高圧ケーブル活線絶縁診断、変圧器油中ガス分析、蓄電池内部抵抗測定などは効果が期待される。

問3	順不同	
解答	C	D

【問4】 下記の図は劣化要因と事象を示したものである。解答1群より各劣化要因と解答2群より事象等の適切な語句を選択せよ。(解答は下の解答欄に記号で記入せよ)



1群	A 化学的	B 熱的	C 電氣的	D 環境的	E 機械的
2群	A 振動・衝撃	B 紫外線	C 化学生成物	D ヒートサイクル	E サージ電圧

問4	1群					2群				
	イ	ロ	ハ	ニ	ホ	ヘ	ト	チ	リ	ヌ
解答	C	B	E	D	A	E	D	A	B	C

【問 5】 次の文章は検査機器の管理・校正及びデータ管理・運用について述べたものである。内容として誤っているものを2つ選択せよ。(解答は下の解答欄に記号で記入せよ)

- A 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、測定の結果が設備の状態を正確に伝えるものでなくてはならない。そのためには検査機器が上位の標準器にトレースされ、常に精度を維持しておく必要がある。
- B 点検結果は設備の状態を示すものであり、経年による劣化傾向や運転継続の可否を指し示すものとなる。これらは寿命判定や補修計画には使用するが、保安規程で定める点検記録として使用してはならない。
- C 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を保有するか、又は調達できる体制を維持しなければならない。
- D 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明確に定め、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定める必要はない。
- E 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。

問 5	順不同	
解答	B	D

【問 6】 各機器の監視測定技術とその概要について下記の解答群より選択せよ。

機器	監視測定技術	概要
蓄電池	内部抵抗測定	(イ)
高圧ケーブル	活線ケーブル絶縁診断	(ロ)
高圧受電盤	部分放電検出絶縁診断	(ハ)
高圧電動機	回転機音響診断	(ニ)
変圧器	油中ガス分析	(ホ)

- A 電極の劣化により増大する抵抗値を測定し状態を判定する診断法
- B 局部加熱などで絶縁油などの分解により発生したガス成分量を測定する診断法
- C 機器の異常や絶縁物の劣化により発生した高調波電流や超音波を測定する診断法
- D 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
- E 音響信号の変化により回転機の異常診断を行なう診断法

問 6	イ	ロ	ハ	ニ	ホ
解答	A	D	C	E	B

【問 7】 油入変圧器の熱的劣化要因に関する記述である。空白（イ）～（ニ）に下欄語群 A～Jの中から最も適切な語句を選択し下の解答欄に記号で記入せよ

変圧器の短時間過負荷運転は、一般的に（イ）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（ロ）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。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（ハ）が増加し局部過熱が生じる。また、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増加（直流偏磁）を生じ、鉄心付近の金属性構造物に（ニ）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。

A 120%	B 130%	C 150%	D 過電圧	E 不足電圧
F ヒートスポット	G 導体	H 渦電流損	I 絶縁油	J 高潮波

問7	イ	ロ	ハ	ニ
解答	C	D	H	F

【問 8】 絶縁油・絶縁物の劣化と油入変圧器寿命に関する記述である。空白（イ）～（ホ）に下欄語群 A～Jの中から最も適切な語句を選択し下の解答欄に記号で記入せよ

絶縁油は使用中に次第に劣化する。劣化は空気中の（イ）の吸収や不純物の混入にも起因するが、最大要因は（ロ）現象であり、変圧器の（ハ）上昇、銅、鉄などの接触作用、絶縁ワニスの溶出などによって一層促進される。絶縁物の劣化は、熱、吸湿、酸素の吸収、部分放電及び機械的応力に起因する。中でも大きな影響を及ぼすものは熱である。絶縁物の劣化が進行し雷サージ、開閉サージなどの（ニ）又は外部短絡の際、電磁機械力などの電氣的、機械的ストレスを受けた場合、（ホ）する危険が非常に高まった時点までを変圧器の寿命と考える。

A 水分	B 窒素	C 還元	D 異常電圧	E 二酸化炭素
F 酸化	G 絶縁破壊	H 温度	I 圧力	J タンク破壊

問8	イ	ロ	ハ	ニ	ホ
解答	A	F	H	D	G

【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。空白(イ)~(ホ)に下欄語群A~Jの中から最も適切な語句を選択し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、特に機械的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・酸化劣化しが低下してくる。一般的には絶縁紙の採取が困難なため、(イ)を分析し平均重合度を推定する方法がとられている。種々の文献では、判定値としては平均が450以下で寿命レベル、(ロ)以下で危険レベルとしている。すなわち、絶縁紙の平均残率が40~50%、または(ハ)強さ残率が60%に低下したとき絶縁紙の寿命として扱っている。

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、停電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(ニ)+CO₂は平均重合度の低下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残率を推定する。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。

絶縁紙の機械的劣化は、鎖の切れたセルロース分子が絶縁油中に溶け込み化学変化を経て(ホ)が生成される。この量を測定し平均重合度残率を推定する。

A 250	B 100	C 引張り	D スラッジ	E 絶縁油
F 生成ガス	G 圧縮	H CO	I フルフラール	J H ₂

問9	イ	ロ	ハ	ニ	ホ
解答	E	A	C	H	I

【問10】 油入変圧器振動および緩みに関する記述である。空白(イ)~(ニ)に下欄語群A~Hの中から最も適切な語句を選択し下の解答欄に記号で記入せよ

外部事故が発生した場合、定格電流の(イ)の外部事故電流が流れ、多頻度開閉を行った場合も、定格電流の数倍の励磁突入電流が流れる。この過電流の(ロ)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(ハ)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、(ニ)の原因となり、絶縁紙の劣化等へ進展する可能性がある。

A 数十倍	B 数百倍	C 2乗	D 3乗
E 騒音	F 電流	G 局部過熱	H 過電流

問10	イ	ロ	ハ	ニ
解答	A	C	E	G

【問 11】 油入変圧器油中ガス分析と異常個所の表である。発生ガスに関して空白(イ)~(ニ)に下欄語群 A ~ Hの中から最も適切な語句を選択し下の解答欄に記号で記入せよ

異常の種類	主な発生ガス(印)							
	メタン CH ₄	エタン C ₂ H ₆	(イ)	(ロ)	プロピレン C ₃ H ₆	(ハ)	一酸化炭素 CO	(ニ)
	*	*	*	*	*	*	*	
絶縁油の過熱								
油浸固体絶縁物の過熱								
絶縁油中の放電								
油浸固体絶縁部の放電								

*印は可燃性ガス、印は特徴ガスを示す

A アセチレン : C ₂ H ₂	B 硫化水素 : H ₂ S	C エチレン : C ₂ H ₄	D 酸素 : O ₂
E 二酸化イオウ : SO ₂	F 窒素 : N ₂	G 炭酸ガス : CO ₂	H 水素 : H ₂

問 11	イ	ロ	ハ	ニ
解答	C	A	H	G

【問 12】 変圧器絶縁油劣化の判定法のうち誤っているものを2つ選択し、下の解答欄に記号で記入せよ。

絶縁油劣化判定法	
A 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。
B 体積抵抗率	変圧器の絶縁抵抗値に直接関係する。 温度上昇と共に低下する傾向にある。
C 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。
D 絶縁破壊電圧	この値の低下は変圧器の絶縁破壊電圧低下となって現れる。 絶縁破壊電圧は油中の水分及び不純物の存在に関係しない。
E 誘電正接	絶縁材料の劣化判定に効果的な方法である。 温度上昇・吸湿と共に増大する。
F 引火点	絶縁油が局部過熱されると熱分解し、引火点の低い成分が生成される。

問 12	順不同	
解答	A	D

【問13】 油入変圧器外観検査の内容である。空白（イ）～（ニ）に下欄語群A～Hの中から最も適切な語句を選択し下の解答欄に記号で記入せよ

設 備	点 検 項 目
本 体	<ul style="list-style-type: none"> ・ 異常音の発生の有無 ・ 振動、共振音の有無 ・ 異常な臭気の有無 ・ （イ）の有無 ・ 発錆の有無 ・ （ロ）の損傷、断線、緩みの有無 ・ 露出端子部異常の有無
計器類	<ul style="list-style-type: none"> ・ 油漏れの有無 ・ 計器面の汚れの有無 ・ 油面レベルの確認 ・ （ハ）漏れの有無（ハ）封入形 ・ 指示値の確認 ・ 結露の有無
付属品	<ul style="list-style-type: none"> ・ 部品等の汚損・破損・脱落の有無 ・ ブッシング部加熱の有無 ・ ブッシング碍管部の亀裂の有無 ・ 端子部異常の有無 ・ 油漏れの有無 ・ 発錆の有無 ・ （ニ）変色の有無 ・ 冷却装置の異常音の有無 水冷式冷却器の漏水の有無

A 吸湿剤	B 接地線	C 窒素ガス	D 炭酸ガス	E リード線
F 油漏れ	G 吸着剤	H 空気漏れ		

問13	イ	ロ	ハ	ニ
解答	F	B	C	A

【問14】 次の表は「CVケーブルの主な劣化とその原因・対策」を示すが（イ）～（ホ）内に最も適するものを下記のA～Jより選択せよ。（解答は、下の解答欄に記号で解答せよ）

劣化要因	様相	主な原因	対策（例）
熱（温度） 高温	硬化 亀裂発生	（イ）通電	（イ）リレー等の保護方式のチェック
異常電圧	絶縁又はシースの破壊	外雷の浸入 開閉サージの侵入	（ロ）の取り付け
油又は薬品	化学的トリリーの発生、 ビニルの変色	SO ₂ 、H ₂ S などを含んだ水との接触	（ハ）シールドなどの遮水構造ケーブルの使用
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	（ハ）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 アレスター	B 抵抗接地	C ビニル
D 鉛	E 架橋ポリエチレン	F ポリエリレン
G 防蟻シース	H 過電圧	I 過電流
J 水トリリー		

問14	イ	ロ	ハ	ニ	ホ
解答	I	A	D	J	G

【問15】 次のA～Eの文は「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が、内容として誤っているものを2つ選択せよ。（解答は、下の解答欄に記号で記入せよ）

A	目視検査は、検査器具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、主にケーブル末端部、シースの外観に限定されるが、設置環境の変化（温度、湿気など）なども確認の対象となる。
B	絶縁抵抗測定は、通称メガー測定法と称され、ケーブルシースの絶縁抵抗測定・絶縁体の絶縁抵抗測定に用いられている。
C	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。
D	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。
E	停電しての絶縁劣化診断の一つである直流重畳法は、EVTの中性点に50V程度の直流電圧を重畳し、漏れ電流の直流成分を計測する。その値から絶縁抵抗（印加直流電圧 / 漏れ電流の直流成分）を求め、絶縁体の劣化状況を診断する。

問15	順不同	
解答	D	E

【問 16】 次の表は、6kV CV ケーブルの水トリー劣化に関し、石油精製事業所で直流漏れ電流試験の判定基準データの評価を纏めたものである。(イ)(ロ)内に最も適するものを下記のA～Fより選択せよ。(解答は、下の解答欄に記号で解答せよ)

直流漏れ電流試験の判定基準(石油精製事業所)	
判定	漏れ電流及び波形
良	(イ) μA 未満
要注意	(イ) μA 以上(ロ) μA 未満
不良	(ロ) μA 以上又はキック現象あり

A 0.01	B 0.1	C 1
D 10	E 100	F 1000

問 16	イ	ロ
解答	B	C

【問 17】 次の表は、シース絶縁抵抗及び遮へい層の電気抵抗に関し、石油精製事業所での判定基準データの評価を纏めたものである。(イ)(ロ)内に最も適するものを下記のA～Fより選択せよ。(解答は、下の解答欄に記号で解答せよ)

シース絶縁抵抗及び遮へい層の判定基準(石油精製事業所)		
試験項目	測定器	要注意判定
シース絶縁抵抗	250～1,000V メガー	(イ) M 未満
遮へい層電気抵抗	テスターなど	(ロ) /km 以上

A 1	B 10	C 3
D 30	E 5	F 50

問 17	イ	ロ
解答	A	F

【問 18】 次の ~ の文は、高圧 CV ケーブルの故障点の標定方法に関して述べたものである。
 (イ) ~ (ホ) 内の語句 A、B で正しいものをそれぞれ選択せよ。(解答は、下の解答欄に記号
 で解答せよ)

シース絶縁不良個所の位置標定：シース絶縁不良箇所を標定する方法としては、(イ：A マレーループ法、B 耐圧試験法)、高周波電流注入法、直流パルス電流注入法、針電極法及び遮へい層縁切り法がある。

遮へい層破断箇所の位置標定：遮へい層破断部は(ロ：A テスター、B 絶縁抵抗計)による測定で通常(ハ：A 数、B 数 k)以上の値を示す。この現象を利用して破断の有無を確認する。標定する方法としては、高周波電流注入法、直流電位測定法及び(ニ：A 低圧パルス注入法、B 直流重畳法)がある。

絶縁体絶縁不良の位置標定：単心高圧 CV ケーブル又は CVT ケーブルについては、遮へい層を縁切りすることによって比較的簡単に絶縁不良区間の限定ができる。ルート中に中間接続部が設けられている場合には、まずは(ホ：A ケーブル全長、B 中間接続部)の劣化を疑って絶縁不良箇所の標定を行うことが肝要である。

問 18	イ	ロ	ハ	ニ	ホ
解答	A	A	B	A	B

【問 19】 次の回路図はマレーループ法の回路図である。各値は記載されているとした場合、(イ) に示される正しい計算式を下記の A ~ D より選択せよ。(解答は、下の解答欄に記号で解答せよ)

算出式

(イ)

ただし、各値は下記の通りとする。

X : 外被損傷箇所までの距離 (m)

L : ケーブル全長 (m)

R₀ : 改良マレーループの全摺動抵抗 ()

m : SW 解放時のバランス抵抗 ()

m' : SW 閉路時のバランス抵抗 ()

r_x : 測定箇所からの外被損傷箇所までの遮へい銅テープの抵抗 ()

r : 遮へい銅テープ全長の抵抗 ()

R : 導体全長の抵抗 ()

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

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

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

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

問 19	イ
解答	D

【問 20】 次の文は高圧C Vケーブルのシース絶縁箇所を標定する針電極法について述べたものであるが、文中の（イ）～（へ）内の語句A、Bで正しいものをそれぞれ選択せよ。（解答は、下の解答欄に記号で解答せよ）

地中布設の場合、針電位法による不良点探査が広く行われている。ケーブルの片終端から（イ：A 直流パルス電流、B 交流パルス電流）を（ロ：A 導体、B 遮へい層）に流入させると、その電流はシース絶縁不良箇所から流出して電源に戻る。このときの放出電流密度は不良点部が最も（ハ：A 大きく、B 小さく）、その箇所より離れるにしたがって（ニ：A 大きく、B 小さく）なる。この現象を利用して、2本の電極（棒状）をほぼ1m間隔で地表面に接触させ、（ホ：A 検流計、B 検電計）を電極間に挿入して、これに流れる電流の方向を測定する。このようにして電極を移動させてゆくと絶縁不良箇所を境にして電流の方向が反転し、不良点を検出できる。もしも、検出電流が微弱で極性検出が困難な場合、（へ：A 地表面上に水を撒く、B 地表面上を乾燥させる）と感度が上がることがある。ただし、ケーブルがアスファルト、金属管の中にある場合等、布設環境によっては測定できないことがある。

問 20	イ	ロ	ハ	ニ	ホ	へ
解答	A	B	A	B	A	A

【問 21】 次の文は、盤の劣化要因について述べたものであるが、文中の（イ）～（ホ）内に最も適する語句を下のA～Kより選択せよ。（解答は下の解答欄に記号で記入せよ）

一般 盤の劣化は、構成する部品、部品の用途や使用部位によりいくつかの形態に分類することができる。盤を構成する要素は遮断器、計器用変成器、導体・母線及び絶縁支持物などの主回路構成部品と、保護継電器、指示計器、表示灯、スイッチなどのように比較的交換・更新が容易な（イ）部品に分けられる。

熱的劣化 主回路への通電電流による熱的ストレスが加わり劣化となるもので、過負荷、短絡、ヒートサイクルなどのほか、（ロ）の緩みや接触不良による局部過熱などによっても劣化が進行する。

電氣的劣化 外雷、内雷による（ハ）や接地事故による過電圧などにより部分放電、過負荷開閉によるアーク発生などにより絶縁性能低下、コロナ損傷、トラッキングなどが生じる。

機械的劣化 繰返し動作、振動・衝撃、内部応力などにより、疲労亀裂、摩耗、歪み、狂いや接触不良などが発生する。これにより（ニ）や損壊にいたる。

環境的劣化 屋内では塵埃量、温度、湿度、屋外では（ホ）などの設置環境により金属部の腐食、絶縁物の吸湿・汚損の程度が大きく左右される。盤自体の劣化、寿命に与える影響は大である。

A 過電流	B 鳥獣	C サージ・開閉サージ	D コロナ放電
E 計測回路	F アーク発生	G 火災	H 塩害
I 動作不能	J 制御回路	K 締付けボルト	

問 21	イ	ロ	ハ	ニ	ホ
解答	J	K	C	I	H

【問 22】 次の文は、遮断器の劣化について述べたものであるが、文中の（イ）～（ホ）内に最も適する語句を下の A～N より選択せよ。（解答は下の解答欄に記号で記入せよ）

真空遮断器 劣化の決定的要因は、絶縁物の劣化、主回路接触部の損耗、劣化、真空バルブの（イ）動作回数による機械的な摩耗、疲労が挙げられる。

ガス遮断器 劣化要因は、真空遮断器と大きく異なる点として、容器内の（ロ）が挙げられる。

油遮断器 劣化要因は、（ハ）が真空遮断器及びガス遮断器と異なる点である。

配線用遮断器 劣化要因は、構造体が樹脂で作られていることから高温やヒートサイクルによる熱劣化。設置場所が様々であることから塵埃、異物、オイルミスト、（ニ）による環境的劣化が挙げられる。

低圧電磁開閉器 劣化要因は、環境的な劣化、振動・衝撃などが挙げられる。特異な現象として、鉄心に異物噛み込みによる（ホ）、鉄心にオイルミスト付着による開放不能がある。

- | | | | | |
|----------|----------|----------|---------|----------|
| A 金属腐食 | B 空気圧低下 | C ガス圧低下 | D 異常発熱 | E 腐食性ガス |
| F 接触抵抗増大 | G 絶縁抵抗低下 | H 導通不良 | I 断線 | J うなり音発生 |
| K 溶着 | L 短絡 | M 絶縁油の劣化 | N 真空度低下 | |

問 22	イ	ロ	ハ	ニ	ホ
解答	N	C	M	E	J

【問 23】 次の A～D の文は、電気機器の寿命について種類とその説明の組合せを述べたものである。内容として正しいものを 2 つ選択せよ。（解答は下の解答欄に記号で記入せよ）

- A 物固有の真性寿命とは、機能を失うまで寿命があるとする考え方である。
- B 予防保全的寿命とは、何らかの異常が発生したときを寿命とする考え方である。
- C メンテナンス的寿命とは、製造中止、停電不可能などによってメンテナンスができなくなったときを寿命とする考え方である。
- D 社会的寿命とは、現製品の使用が経済的、環境的に考えて合理的でないと判断したときを寿命とする考え方である。

問 23	順不同	
解答	A	D

【問 24】 次の文は、盤の整備と延命化に関する事項を述べたものであるが、文中の(イ)~(ホ)内に最も適する語句を下のA~Kより選択せよ。(解答は下の解答欄に記号で記入せよ)

操作機構部は、(イ)が原因で起こる遮断器の動作特性の劣化や、遮断不良や投入不良などがある。この他、各機器の操作機構部の動作チェック、摺動部・回転部の潤滑状態のチェックを行い、機構部への注油を実施する。

また、グリッパ接触部では、グリッパ接触部のグリースは固化すると絶縁物となるため、拭き取り後(ロ)することで固化を防止する。

機器・部品の延命化は、(ハ)や部品の更新を実施しながら、盤としての機能を維持しつつ延命化を図ることである。

次に、盤全体の延命化策として最近特に注目されている方策に環境改善がある。屋内設置盤の環境改善策として、防塵床の採用、海塩粒子除去フィルタの設置、(ニ)などの設置、最近は電子部品が多く使用されているため、盤内機器の構成により(ホ)目標値を定めることが望ましい。

- | | | | |
|--------|-----------|--------------|--------|
| A 再塗布 | B グリースの液化 | C 室内温度管理 | D 投入不良 |
| E 作動試験 | F 研磨 | G オーバーホール | H 絶縁材料 |
| I 空調設備 | J 火災報知設備 | K グリースの固化・固渋 | |

問 24	イ	ロ	ハ	ニ	ホ
解答	K	A	G	I	C

【問 25】 次のA~Eの文は、保護継電器について述べたものであるが、誤っているものを1つ選択せよ。(解答は下の解答欄に記号で記入せよ)

- A 保護継電器には、短絡を目的とする過電流継電器、地絡保護を目的とする地絡過電圧継電器・地絡過電流継電器・地絡方向継電器、不足電圧保護を目的とする不足電圧継電器などがある。
- B 保護継電器は、電気機械形(誘導円板形など)と静止形がある。電気機械形は電流歪波に対して影響を受けにくいが発見感度に限界がある。一方、デジタル静止形は経時安定性に優れているが環境的要因に対して敏感である。
- C 保護継電器の環境的な劣化は、温度が要因となり絶縁物の劣化による絶縁不良および電子部品の特性変化による動作不良がある。
- D 保護継電器の電氣的な劣化は、過負荷やサージ電流が要因となりコイルの溶着・溶断、部品の断線・短絡によるコイル焼損、動作不良がある。
- E 保護継電器の保守は、デジタル形は誘導円板形と異なり、経年による特性変化がないため、定期点検を行わなくても良い。

問 25	
解答	E

【問 26】 次の A ~ E の文は、遮断器の劣化診断について述べたものであるが、誤っているものを 2 つ選択せよ。(解答は下の解答欄に記号で記入せよ)

- A 真空遮断器の真空度の測定には、一般的に耐電圧試験法が広く採用されている。耐電圧試験法は真空バルブの電極間に交流電圧 30kV を印加して、放電しなければ、真空度良と判定する。
- B 開閉特性試験は、開閉時間、三相不揃い時間、最低動作電圧の判定値については製造業者・機種により異なるため、一律には決めがたい。そこで、一般的な石油精製事業所が使用している判定基準は開極時間が 30 ~ 50ms、閉極時間が 35 ~ 90ms である。
- C 通電特性試験は、接触抵抗値として、1 ~ 3mΩ 以下を目安とすべきであるがトレンド管理による値の急増が測定された場合は接触不良と判断する。
- D 絶縁油の劣化診断は、油入遮断器の絶縁油の診断をし、性能を判断する方法である。試験項目としては、絶縁耐力値、全酸価、油中水分量、フルフルールを実施し、判定する。
- E 低圧電磁開閉器の特性としては、接触抵抗値がある。一般的な石油精製事業所では、定格電流により異なるが 2 ~ 490mΩ 以下で管理している。

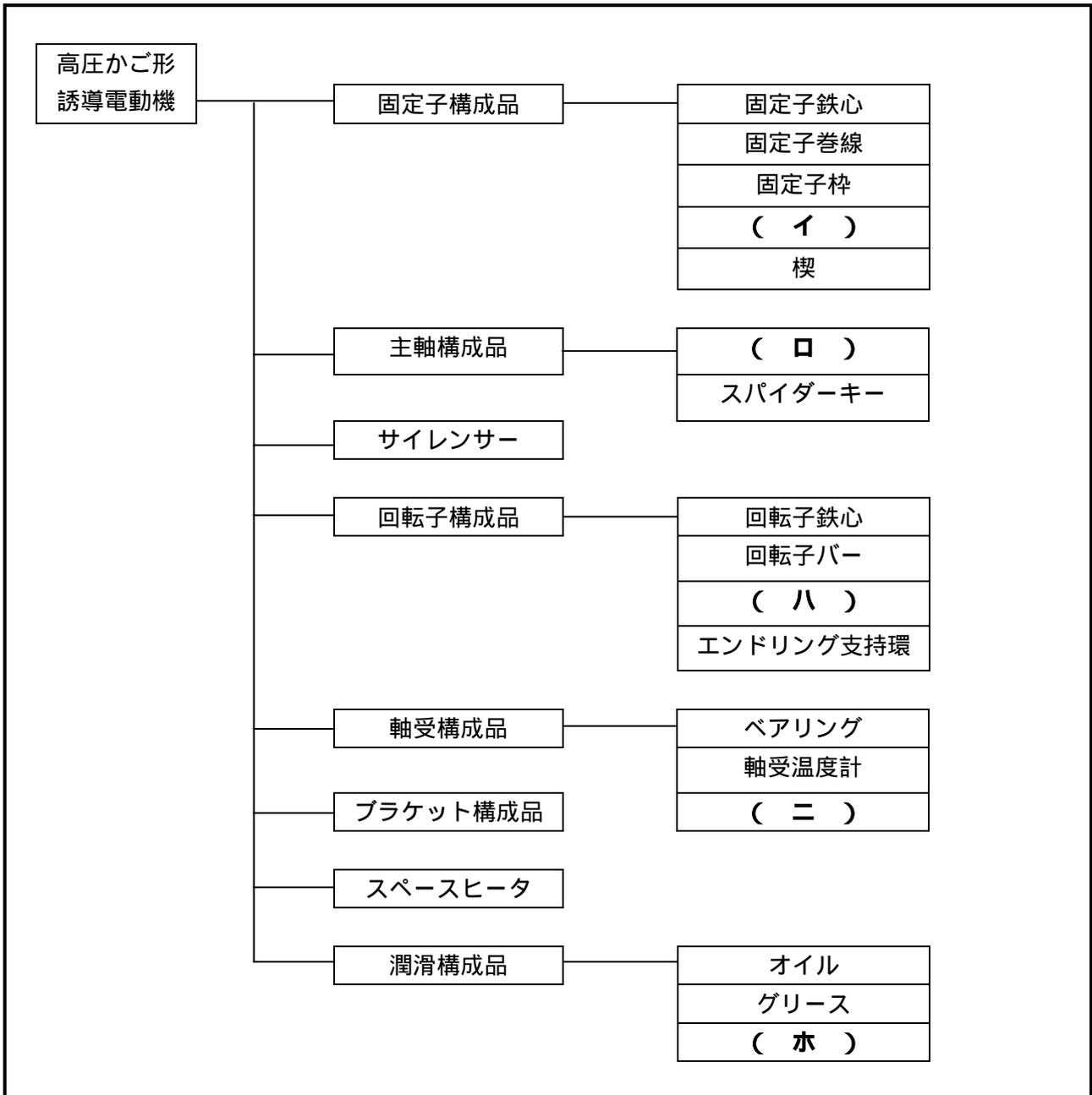
問 26	順不同	
解答	A	D

【問 27】 次の A ~ E の文は、盤の点検内容と点検方法の組合せについて述べたものであるが、誤っているものを 2 つ選択せよ。(解答は下の解答欄に記号で記入せよ)

- A 箱体の点検では、主回路断路部の緩みが発生すると過熱の原因になるため、普通点検においても接触状態を点検した方が良い。
- B 閉鎖母線の接続ボルトに過熱痕が見たれたので、普通点検ではあったがボルトの増し締めを行った。
- C 真空遮断器は、真空度の管理が重要であるから、普通点検時に必ず絶縁耐力試験を実施しなければならない。
- D 高圧気中電磁接触器の主接点は、接点荒れが発生し易いため毎回点検することが望ましい。
- E モールド形計器用変成器は、外観点検で亀裂・変形等を行えば十分であり、絶縁抵抗測定をする必要はない。

問 27	順不同	
解答	C	E

【問 28】 高圧かご形誘導電動機の代表的な機器構成（例）です。表中（イ）～（ホ）に適切な語句を下記 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 短絡環 | B 絶縁板 | C 給油管 | D ブラケット |
| E 主軸 | F フィルター | G 端子箱 | H 口出し線 |
| I カップリング | J ベアリングケース | | |

問 28	イ	ロ	ハ	ニ	ホ
解答	H	E	A	J	C

【問 29】 ころがり軸受けの代表的な故障現象の原因について説明した記述です。(イ)～(ニ)の適切な現象を下記 A～E から選択せよ。(解答は下の解答欄に記号で記入せよ)

(イ)	過大な外部荷重の印加が原因で起こる現象
(ロ)	高調波を含んだ電源による運転が原因で起こる現象
(ハ)	異種グリース混入が原因で起こる現象
(ニ)	軸受けに対するラジアル変動荷重の印加が原因で起こる現象

A 圧こん B 電食 C クリーブ D 焼付き E フレーキング

問 29	イ	ロ	ハ	ニ
解答	E	B	D	C

【問 30】 電気設備維持規格で、電動機の寿命について述べたものです。文中の(イ)～(ハ)内の語句 A、B で正しい方を選択せよ。

電動機は一部の部品を補修又は交換することで相当期間支障なく使用できるが、経済性を加味すると早期に交換することが有利となる場合もある。安全に使用できる条件としては、電気絶縁が運転に支障ない性能を維持することが最も重要である。一般的に新しい電動機の耐電圧試験値は(イ：A 2E+1(kV)、B 2E(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(ロ：A 50～60%程度、B 65～75%程度)で耐電圧試験を行っている例が多い。本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、(ハ：A 定格電圧×1.2、B 定格電圧×1.5)を寿命の値として推奨する。

問 30	イ	ロ	ハ
解答	A	B	B

【問 31】 精密絶縁診断特性試験データの評価に関する記述です。A ~ Dの各試験の評価で正しい記述を2つ選択せよ。

- (A) 漏れ電流試験 : 直流電圧印加後 1 分値及び 10 分値の漏れ電流比から成極指数 PI (10 分値/1 分値) を求める。
- (B) 誘電正接試験 : 比較的低い印加電圧で電圧により変化しない $\tan \delta_0$ 及び常規対地電圧 (E/ 3) における増加分 $\tan \delta_1$ と定格電圧 (E) における増加分 $\tan \delta_2$ により電圧特性で判定する。
- (C) 交流電流試験 : 交流電流試験では電圧電流特性を観測し、印加電圧が高くなり部分放電が発生すると、第 1 電流急増電圧 $Pi1$ から電流が非直線的に増大する。比較的劣化の進んだ絶縁物では $Pi1$ の次に第 2 電流急増点 $Pi2$ が現れる。
- (D) 部分放電試験 : 部分放電の測定では、放電終止電圧、放電電荷量、放電パルス頻度の所量で表され、任意の印加電圧における最大放電電荷量 Q_{max} は、局部欠陥の程度を示す値で劣化程度を評価する。

問 31	順不同	
解答	B	C

【問 32】 周囲温度 40 時の電動機固定子巻線の温度上昇限度を示した表です。(イ) ~ (八) に当てはまる適正な数値を下記 A ~ F から選択せよ。

		単位 K	
電動機の部分	絶縁の耐熱クラス	抵抗法	
固定子巻線	E	(イ)	
	B	(口)	
	F	(八)	

A 75	B 80	C 90	D 105	E 120	F 130
------	------	------	-------	-------	-------

問 32	イ	口	八
解答	A	B	D

【問 33】 電動機の絶縁劣化要因と劣化現象を示した表です。(イ)～(チ)に最も適正な語句を下記A～Hから選択せよ。

劣化要因		劣化現象
熱的劣化	ヒートサイクル (イ)	・絶縁層の枯れ ・はく離の生成 ・巻線部や口出し線の割れ ・(ホ)
電氣的劣化	過渡電圧 (ロ)	・トラッキング ・(ヘ) ・繰返しパルスによる絶縁層の劣化
機械的劣化	始動、停止時の電磁力 (ハ) ヒートサイクル	・絶縁層のはく離や亀裂 ・(ト) ・巻線固定部や支持材の割れ
環境的劣化	化学薬品 油 (ニ)	・化学反応による絶縁層の溶解 ・(チ) ・トラッキング

A 振動	B 吸湿、吸水	C 過負荷運転	D サージ電圧
E 不平等磁界の発生	F 口出し線の被覆膨潤	G 楔の緩み	H スロット内絶縁材の磨耗

問 33	イ	ロ	ハ	ニ	ホ	ヘ	ト	チ
解答	C	D	A	B	G	E	H	F

【問 34】 石油精製事業所における、かご形誘導電動機の絶縁抵抗値の判定基準について、(イ)～(ハ)に適正な値を下記A～Fから選択せよ。

固定子	巻線	低圧	(イ)M 以上
		3kV 級	(ロ)M 以上
		6kV 級	(ハ)M 以上

A 0.1	B 0.4	C 0.5	D 3	E 10	F 100
-------	-------	-------	-----	------	-------

問 34	イ	ロ	ハ
解答	B	D	E

【問 35】 次の文は、ベント形鉛蓄電池の劣化主要因に関する内容であるが、文中のA、Bの正しい語句を選択せよ。(解答は、下の解答欄に記号で解答せよ)

ベント形鉛蓄電池は使用中、正極板の格子又は芯金（鉛 - アンチモン系合金）が徐々に腐食し、正極板の格子又は芯金中のアンチモンが鉛の腐食（鉛 二酸化鉛）とともに負極板に析出して、負極板の水素過電圧（実際に水素発生が起こる電極電位と平衡電位との差をいう。）が（イ： A 低下、B 増加）する。これにより浮動充電・トリクル充電の充電電圧が（ロ： A 増加、B 一定）であるので、結果的に充電電流が（ハ： A 増加、B 低下）し、電解液中の水分の電気分解量が増加して、補水量が経年とともに（ニ： A 増加、B 低下）する。

長期間使用すると蓄電池個々に充電状態にバラツキを生じる。均等充電では是正きれない蓄電池は、自己放電量の増加とともに端子電圧及び電解液比重の低下として現れ、更に進行すると（ホ： A エロージョン、B サルフェーション）（鉛蓄電池の活物質*が過放電、長期放置などによって、充電しても元に戻り難い硫酸鉛になること。）を起こす場合もある。

注* 活物質とは、蓄電池が放電するときに、電気エネルギーを生成する電気化学反応物質をいう。

問 35	イ	ロ	ハ	ニ	ホ
解答	A	B	A	A	B

【問 36】 次の文は、アルカリ蓄電池に関する内容であるが、文中の（イ）～（ホ）内に適切な語句を下記のA～Lより選択せよ。(解答は、下の解答欄に記号で解答せよ)

ベント形アルカリ蓄電池は、正極板、負極板、隔離板、電槽、蓋、排気栓（液口栓）などからなり、防沫構造をもつ液口栓を用いて、アルカリ霧が脱出しないようにした蓄電池をいう。使用中に（イ）を必要とする。

（ロ）式アルカリ蓄電池は、ベント形蓄電池の排気栓部に（ロ）を取り付けたもので、過充電中に発生するガス（酸素及び水素）を（ハ）作用により水分に還元し、電解液中の水分の（ニ）を少なくした蓄電池である。

また、シール形アルカリ蓄電池は、正極板、負極板、隔離板、電槽、蓋などからなり、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（イ）を必要としないようにした蓄電池をいう。なお、この蓄電池には危険な（ホ）を避ける排出弁が装着されている。

A 隔離板	B 補水	C 内圧低下
D 触媒栓	E 割合	F 触媒
G 制御弁	H 給油	I 燃焼
J 増加	K 内圧上昇	L 減少

問 36	イ	ロ	ハ	ニ	ホ
解答	B	D	F	L	K

【問 37】 次の文は、蓄電池の寿命の考え方に関する内容であるが、文中の（イ）～（ホ）内に適切な語句・数値を下記の A～L より選択せよ。（解答は、下の解答欄に記号で解答せよ）

a) 蓄電池セル単独

- 鉛蓄電池：正極板の腐食や負極板のサルフェーションによる内部抵抗の上昇での放電障害が発生したとき
- アルカリ蓄電池：転極現象の発生や放電容量が（イ）%以下に低下し、液替え、活性化充電及び放電を繰返しても回復しない場合

b) 蓄電池セット

- 放電容量が定格容量（イ）%以下に低下した場合
- 蓄電池セットの（ロ）%以上のセルが不良となった場合（不良セルの累積交換比率が（ロ）%を超えるようになると、蓄電池設備としての寿命と考えることができる。）

なお、上記に拘らず放電容量（QC）、負荷の必要容量（QL）とした場合

（ハ）の場合、所定の能力を発揮できる

（ニ）の場合には、所定の能力を発揮できなくなることもある。

石油精製事業所ではバッテリーを有する無停電電源装置は、一般に停電時の制御電源として使用しており、装置の（ホ）を行うに必要な時間、電力を給電することを目的としている。

A 定格容量	B 40	C 安全な停止
D 80	E 負荷容量	F 60
G 4年連続運転	H 点検・補修	I $QC < QL$
J 20	K $QC > QL$	L 50

問 37	イ	ロ	ハ	ニ	ホ
解答	D	J	K	I	C

【問 38】 次の（イ）～（ホ）の文は、鉛蓄電池劣化診断に関して記述するものであるが、内容として誤っているものを2つ選択せよ。（解答は、下の解答欄に解答せよ）

- A 浮動充電電圧が高過ぎると、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。一方、浮動充電電圧が低過ぎると、充電電流が少なくなり自己放電により容量低下を起こす。
- B 長期間の使用により蓄電池セル個々の充電状態にバラツキを生じるので、セル電圧の確認も必要である。
- C 制御弁式鉛蓄電池の端子電圧は、寿命が近づくと急激に増大する特徴がある。
- D 制御弁式鉛蓄電池の内部抵抗値の初期値（0.3～7m 程度）と対比し、増加の傾向と度合から蓄電池の劣化状況を診断する。更に劣化が進行していると判断する場合には、精密絶縁診断を実施する。
- E ベント形鉛蓄電池の内部抵抗値は、初期値も制御弁式に比べて小さく寿命末期まであまり変化しないので劣化診断には適応しない

問 38	順不同	
解答	C	D

【問 39】 次の文は、蓄電池温度と容量との一般的な関係に関する内容であるが、文中の A、B の正しい語句を選択せよ。(解答は、下の解答欄に記号で解答せよ)

a) **鉛蓄電池** 放電時間率と放電終止電圧を定めて蓄電池を放電する場合でも、放電時の電解液温度が異なれば、容量は変化する。蓄電池温度が高いと電解液の拡散が良好となり、内部抵抗は減少し、容量が(イ: A 低下、B 増加)する。

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、また、自己放電が多くなり、蓄電池の寿命を(ロ: A 縮める、B 伸ばす)ことになる。

b) **アルカリ蓄電池** 低温時における特性は、鉛蓄電池に比べて優れているが、一般に低温になると電解液の電導度が低下して、内部抵抗が増大し電圧降下が大きくなるため、放電特性が低下し放電容量は(ハ: A 減少、B 増加)する。また、電解液の粘度が増大してイオンの拡散が阻害される。

一方、高温においては電極反応が促進され、電解液の電導度も増大し、更に粘度も低下するため容量が(ニ: A 低下、B 増加)する。しかし、45 以上では充電が不完全になるため放電容量は減少する。

石油精製事業所での一般的な温度管理を以下の表に示す。

表 蓄電池の温度管理

推奨使用環境温度	(ホ: A 20 ~ 40、B 5 ~ 30)
蓄電池セット	全体がほぼ同一であること
バラツキ幅	±3 以内

問 39	イ	ロ	ハ	ニ	ホ
解答	B	A	A	B	B

【問 40】 次の文は、蓄電池の補修対応および環境と寿命に関する内容であるが、文中の A、B の正しい語句を選択せよ。(解答は、下の解答欄に記号で解答せよ)

表 構成部品の分類

部品の分類	部 品 名 称	備 考
A グループ	半導体デバイス、整流ダイオード、制御装置(プリント基板)など	交換年数が長く、作業が困難で、調達に長い時間と多額の費用を要し、装置の(イ: A 寿命、B 性能)を左右するもの。
B グループ	電解コンデンサ、リレー、(ロ: A 電磁接触器、B 外箱)など	交換年数が比較的長いが、有寿命品として取り扱われるもの。
C グループ	ヒューズ、エアフィルタ、(ハ: A リアクトル、B 冷却ファン)など	交換年数が比較的短く、交換が容易なもの。

環境整備 環境条件には、温度・湿度・気圧・雰囲気などがあるが、蓄電池の性能に大きな影響を与える要因は温度である。例えば、制御弁式鉛蓄電池の寿命は、温度が 25 を超え平均温度が(ニ: A 10、B 20) 高くなると寿命は半分になるといわれている。

一般に蓄電池温度は、使用されている環境温度とほぼ同一の温度となる。したがって、使用環境の温度が高くなれば寿命は短くなるので、対策として 25 を超える環境では(ホ: A 防塵塗装、B 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。

問 40	イ	ロ	ハ	ニ	ホ
解答	A	A	B	A	B