

公益社団法人石油学会

2011 年度設備維持管理士

-計装設備-

試験問題・解答用紙

受験番号	(会場を○で囲む) 東京・大阪	計装			
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、石油学会維持規格策定の背景と位置付け等について記載されたものである。記載内容が正しいものに○、不適切なものに×を記入せよ。

- (イ) 石油学会は、業界各社が自主保安の精神に則り自らの責任において精製設備の確実な維持保全を行うこと、またその考え方・具体的方法については業界各社の独自性に委ねて効率的な保全を行うことを目的として、設備管理全般にわたる維持規格を作成した。
- (ロ) 石油学会維持規格は、現実に各社の基準に反映され、広く用いられなければ無意味である。石油業界各社は、連携して維持規格の自社基準への反映に取り組み、その実態を認定事業所の審査などを通じて公表し、石油業界各社の取り組み姿勢について社会的な認知を得ていくことになる。
- (ハ) 維持規格を適正に運用するため、維持規格を理解している設備維持管理士（各種類別）の認定制度を設けた。認定試験の合格者には設備維持管理士として認定証が交付されるが、この認定証には有効期限が有り、発行日より5年以内に更新試験を受験しなければならない。
- (ニ) 維持規格は、設備維持に関するガイドラインである。従って、この規格も現法規下で実施することを前提として、その内容は設備の設計・施工・補修に対する考え方、標準的方法、推奨する最新技術で構成した純然たるテクニカルな規格として整理している。

	(イ)	(ロ)	(ハ)	(ニ)
問1 解答	×	○	×	×

【問2】 下記のA～Qは石油学会で発行された規格のタイトルを表示したものである。この中で維持規格として発行された基盤規格や共通技術基準でないものを3つ選択せよ。

- A 設備維持規格
- B 安全計装システム設計資料
- C 屋外貯蔵タンク維持規格
- D 溶接補修
- E 電気設備維持規格
- F 回転機維持規格
- G 配管維持規格
- H 検査技術
- J ホットスタート
- K ブルドン管圧力計
- L フランジ・ボルト締付管理
- M 計装設備維持規格
- N 防食管理
- O 調節弁の選定と保守設計資料
- P 耐圧気密試験
- Q 劣化損傷の評価と対応

	順不同		
問2 解答	B	K	O

【問3】 次の文は、計装設備維持規格において用いる用語の定義である。文中の（イ）～（ニ）に最も適する語句を下の A～Mの中から選択せよ。

- 1) 圧力計（イ）とは、高圧ガス設備における当該圧力計を当該圧力計と指示変化が同一な範囲に設置され、適正な周期のもと校正がなされている圧力計にて、その指示差を確認することをいう。
- 2) （ロ）とは、製造設備の保安上重要な個所で適正な手順以外の手順による操作が行われることを防止し、又は製造設備が正常な製造の行われる条件を逸脱したときに自動的に当該製造設備に対する原料の供給を遮断するなど、当該設備内の製造工程を制御するシステムをいう。
- 3) 流動する環境物質（流体および流体に含まれる固形物など）により、金属が物理的に磨耗する現象を（ハ）という。
- 4) （ニ）とは、あらかじめ時間経過とともに機能低下が予測される部品をいう。

- | | | | |
|-------------|------------|------------|--------|
| A 外観目視検査 | B 緊急停止ロジック | C エロージョン | D 精度検査 |
| E インターロック機構 | F 有寿命部品 | G キャビテーション | H 安全計装 |
| J 電解コンデンサ | K コロージョン | L 代替比較検査 | M 電子部品 |

	（イ）	（ロ）	（ハ）	（ニ）
問3 解答	L	E	C	F

【問4】 次の文は、耐圧気密試験について記載されたものである。文中の（イ）～（ホ）内の語句A、Bのうち正しい用語をそれぞれ選択せよ。

- 1) 耐圧試験圧力は、設備の常用圧力の（イ：A 1.1倍 B 1.5倍）以上とし、変形等の状態変化を確認するための保持時間は規定圧力に昇圧後（ロ：A 10分 B 30分）間以上とする。
- 2) 気密試験圧力は、設備の常用圧力の（ハ：A 1.0倍 B 1.25倍）以上とし、漏洩の有無を非腐食性の発泡剤を使用して確認する。
- 3) 試験に使用する圧力計は、（ニ：A 1年 B 2年）以内に校正済みのもので、JIS B 7505（ブルドン管圧力計）に規定する（ホ：A 1.6級 B 2.5級）以上、又はこれと同等以上の精度を持ち、目盛盤の径は100mm以上、圧力計の最大指度は、試験圧力の1.5～3倍のものとする。

	（イ）	（ロ）	（ハ）	（ニ）	（ホ）
問4 解答	B	A	A	A	A

【問5】 次の文は高圧ガス保安法と労働安全衛生法のボイラー等の性能規定化について記載されたものである。記載内容が正しいものに○、不適切なものに×を記入せよ。

- (イ) 高圧ガス保安法の目的の中では「保安に関する自主的な活動を促進し、もって公共の安全を確保する」と、初めて規制緩和の精神が盛り込まれた。
- (ロ) 認定保安検査実施者制度が制度化され、運転中及び停止時の検査を事業者自ら実施可能となるとともに、高圧ガス施設の連続運転期間は、高圧ガス保安協会の許可を得ることにより2年を超える連続運転が可能となった。
- (ハ) 高圧ガス保安法の設備維持検査には性能検査と保安検査があるが、どちらも「構造及び設備が技術上の基準に適合するように維持する」となっており、法の性能規定化が完了したにも関わらず供用後の維持検査においては、設計時の基準維持が要求されている。
- (ニ) 労働安全衛生法のボイラー・一圧容器についても700号通達により2年間の連続運転が可能となり、1996年に2年連続運転認定要領として制度化された。また、2002年4月に「ボイラー等の連続運転認定要領」として4年連続運転が法制化された。

	(イ)	(ロ)	(ハ)	(ニ)
問5 解答	×	×	×	○

【問6】 次の文は、耐圧試験についての記載されたものである。記載内容が正しいものに○、不適切なものに×を記入せよ。

- (イ) 耐圧試験の試験媒体は、原則として水を使用するが、当該液体の引火点が43℃以上で、かつ、耐圧試験中における当該液体の温度が常温以下であれば可燃性の液体を使用してもよい。
- (ロ) 耐圧試験に使用する液体又は気体の温度は、試験体が脆性破壊を起こすおそれのない最高許容温度以下とする。
- (ハ) 配管を水耐圧テストする場合、加圧流体の温度と試験体の温度（壁温）がほぼ等しくなってから開始する。
- (ニ) 空気や窒素などの気体によって行う気圧試験は、同時に気密試験も行うことができるため、効率的でリスクの少ない試験方法である。

	(イ)	(ロ)	(ハ)	(ニ)
問6 解答	○	×	○	×

【問7】 次の文は、重要度分類について記載されたものである。記載内容が正しいものに○、不適切なものに×を記入せよ。

- (イ) 重要度分類による設備管理の考え方は、想定される補修コストを評価し、その結果による優先順位に従って検査・保全実施の資源を配分しようとするものである。
- (ロ) 石油精製設備には、腐食・劣化損傷の監視が必要な箇所が膨大にある。検査及び保全の実施に対して、資源の投入量のみを増加させても、必ずしも設備の信頼性は向上しない。
- (ハ) 設備維持におけるリスク管理は、劣化損傷をいかに正確に予測し必要な対策を適切な時期に実施するかの行為であり、法規に定められている周期に従った検査を確実に行うことが、無駄な保全行為を排除し、設備の信頼性向上を促すこととなる。
- (ニ) API580 では損傷データベースから求められる破損の起こりやすさと被害の大きさの和でリスクを算定し、この値の大きさから重要度の格付け分類を行っている。

	(イ)	(ロ)	(ハ)	(ニ)
問7解答	×	○	×	×

【問8】 次の表は、重要度の構成表である。表中の(イ)～(ニ)内に最も適する語句を下のA～Mの中から選択せよ。

	構成要素	構成項目内容
重要度	(イ)	設備の破損による事業所における生産損失、品質損失及び設備の被害損失並びに保全費の損失の推定結果により定める。
	(ロ)	予想される腐食・劣化損傷の種類ごとに、その発生の箇所、範囲及びその起こりやすさを過去の保全履歴その他から推定した結果により定める。
	(ハ)	(ニ)に基づく対象設備の破損時における環境、健康への被害の大きさ(影響の範囲及びその程度)の算定結果から定める。

A 安全度	B 予寿命評価	C 影響度	D 検査周期
E 経済損失度	F 優先度	G 損傷度	H 発生度
J 平均故障率	K 危険度評価	L 故障モード	M 経歴評価

	(イ)	(ロ)	(ハ)	(ニ)
問8解答	E	H	C	K

【問9】 次の文は、計装設備の重要度設定等について記載したものである。記載内容が正しいものに○、不適切なものに×を記入せよ。

- (イ) 計装設備の重要度におけるリスク評価は、その設備の停止や復旧に要する時間が、生産プロセスに対してどのような影響をおよぼすかといった生産面のほか、安全面、環境面などへの影響も検討することが望ましい。
- (ロ) 計装設備の保全方式をより体系的に決定するために FMEA、LTA、RCM などの手法による適用例も多くなっている。
- (ハ) 安全関連の規格においては、石油精製事業所における緊急遮断システムや防消火システムなどの安全計装システムを設計/製作するためには、そのシステムが持つべき安全度水準を決定しなければならない。
- (ニ) 安全度水準は、リスクの推定において危害の過酷さと、それによる経済的損失額の把握を前提としたものであり、リスク評価による重要度分類と関連の深い概念である。

	(イ)	(ロ)	(ハ)	(ニ)
問9 解答	○	○	○	×

【問10】 次の文は、信頼性全般についての記載である。記載内容が正しいものに○、不適切なものに×を記入せよ。

- (イ) 信頼性とは、「アイテムが与えられた条件で規定の期間中、要求された機能を果たすことができる性質」と定義され、システムあるいは装置が与えられた環境のもとで所定の時間内で、劣化することなく満足に動作する確率をいう。
- (ロ) 耐用寿命あるいは有効寿命とは、故障率が規定値よりも低く保たれる期間の長さとして定義され、摩耗故障に達するまでの時間を表す。
- (ハ) 信頼性を定量的に表す基本関数として、信頼度関数、不信頼度関数、故障分布関数、故障密度関数、故障率関数の5つが定義されている。
- (ニ) 緊急遮断システム等に代表される安全計装システムでは、異常時のみ作動するという使用上の特性や、特にシステム不作動（危険側故障）の回避に重点を置く必要があるため、平均故障間隔（MTBF）の把握が重要である。

	(イ)	(ロ)	(ハ)	(ニ)
問10 解答	○	○	×	×

【問 1 1】 次の文を読み、文中の(イ)～(ハ)内のA、Bのうち正しいものを選択せよ。

計装設備の保全状況を確認することとした。甲装置では発信器が 300 台あり、昨年 1 年間（フル稼働とする）に 5 件の故障があった。また、乙装置では発信器が 200 台あり、この 2 年間（フル稼働とする）の故障件数は 6 件であった。このとき、

- ・甲装置における発信器の 1 時間あたりの平均故障率は(イ：A 1.90×10^{-6} B 4.57×10^{-5}) である。
- ・乙装置における発信器の平均故障間隔(MTBF)は (ロ：A 292000 B 584000) (時間) である。
- ・上記データを単純に比較すると、(ハ：A 甲 B 乙)装置における計器の保全状況の方が、やや良さそうである

	(イ)	(ロ)	(ハ)
問 1 1 解答	A	B	B

【問 1 2】 次の文は、雷保護対策の基本についての記載である。記載内容が正しいものに○、不適切なものに×を記入せよ。

(イ) 等電位ボンディングは構造物等の受雷部（避雷針）に落雷があつた場合でも、設備や機器相互間に電位差を発生しにくくなるよう、関連設備の接地と避雷用接地を絶縁するシステムである。

(ロ) 通信線や電力線はシールド線を使用するか金属管に收容し、ケーブル類の遮へい層を接地することで電磁誘導を遮へいし、落雷により誘導される雷過電圧を抑制することができる。この場合、両端を接地すると雷電流が流れやすくなるため、DCS 等のある計器室（管理室）側だけを接地することが望ましい。

(ハ) 重要な機器の電源部は予測される過電圧以上の耐電圧を有する耐雷トランスを使用する、あるいは通信線に光ファイバーケーブルを使用することにより、雷による過電圧と絶縁でき確実な防護が可能となる。

(ニ) 通信・信号線は SPD（Surge Protective Device：従来、保安器、避雷器、アレスタ等と呼ばれていたものの総称）を介して信号線と接地線を接続することによって、雷サージなどの異常電圧による機器の破損を防ぐことができる。

	(イ)	(ロ)	(ハ)	(ニ)
問 1 2 解答	×	×	○	○

【問13】 次の文は、計装設備の維持管理についての記載事項である。記載内容が正しいものに○、不適切なものに×を記入せよ。

- (イ) 故障時の検査結果から偶発故障として判断された機器の部品に対して、その対策として時間基準予防保全による部品交換を計画した。
- (ロ) 保全計画を立案する場合、適用法規では1回/1年の検査が要求されていたが、計装設備の重要度から2回/1年で計画した
- (ハ) 設備寿命の推定や補修・更新計画に反映するための各検査手法の中で特に目視検査及び作動検査は有効な手法である。
- (ニ) 導圧配管の保全計画に於いて、プロセス配管と比較し流体の流れが無いため、内面腐食による問題を考慮する必要はない。

	(イ)	(ロ)	(ハ)	(ニ)
問13解答	×	○	採点対象外	×

【問14】 下記の (イ) ~ (ホ) の計装設備に最も関係する項目を A ~ H のの中から選択せよ。

- (イ) 温度計、圧力計
- (ロ) 遮断弁
- (ハ) 流量計、液面計 (レベル計)
- (ニ) ガス漏洩検知警報設備
- (ホ) 計装制御盤

- A 高圧ガス保安法—部分作動検査
- B 高圧ガス保安法—代替比較検査
- C 高圧ガス保安法—警報応答時間
- D 関税法・揮税法—蔵関***
- E 電気事業法—保安規程
- F 高圧ガス保安法—インターロック検査
- G 計量法—特定計量器検査
- H 消防法—漏油検知検査

	(イ)	(ロ)	(ハ)	(ニ)	(ホ)
問14解答	B	A	D	C	F

【問15】 次の文は、計装設備の保全形態について記載したものである。最も適する語句を下のA～Dの中から選択せよ。

- (イ) 調節弁内にキャビテーションが発生するため、次回定修時に合わせて、弁形式の変更を計画した。
- (ロ) 一般配管に割れが発生したため、同様サービスの導圧配管の検査を実施して取替計画を策定した。
- (ハ) 保全方法としてこの形態を適用する対象は、故障が発生しその機能が発揮できなくとも、生産プラントの安全確保に関係しないようなものに限定される。
- (ニ) 過去の実績からサーモウェルにエロージョンが発生することが分かっているため、4年毎の取替を計画した。

A 定期保全 B 予知保全 C 事後保全 D 改良保全

	(イ)	(ロ)	(ハ)	(ニ)
問15解答	D	B	C	A

【問16】 次の文は、計装設備の補修方法について記載したものである。正しいものに○、不適切なものに×を記入せよ。

- (イ) 計画補修は経時劣化に対する有効な手段とはならない。
- (ロ) 計装設備の補修は停止時のみ実施され、点検や検査結果などにより、応急補修と計画補修に分類される
- (ハ) 応急補修時にも改善が必要だが、時間的制約により、機能回復と信頼性確保を優先した。
- (ニ) 計装設備の補修に関する新しい知見が得られた場合には、必要に応じて設計基準、保全基準、運転基準などの関係基準にこの内容を反映する。

	(イ)	(ロ)	(ハ)	(ニ)
問16解答	×	×	○	○

【問17】 導圧配管の内面腐食が懸念されるため、(イ)～(ハ)の非破壊検査を行う計画をした。適切な検査方法に○、不適切なものに×を記入せよ。

(イ) 浸透探傷試験	(ロ) 超音波肉厚測定	(ハ) 放射線透過試験
------------	-------------	-------------

問17解答	(イ)	(ロ)	(ハ)
	×	○	○

【問18】 次の文は、フォトカプラーの特徴を記載したものである。(A)～(E)の記載内容で正しいものを2つ選択せよ。

(A) 頻繁に動作することはないため長期の使用が可能である。
(B) 接点部分が有寿命の機械部品を使用している。
(C) 寿命により電源異常が発生する。
(D) 光を利用して電気信号を伝達する素子。
(E) 伝達効率が時間とともに低下する特性がある。

問18解答	順不同	
	D	E

【問19】 次の文は、計装設備の信頼性向上のための改善例である。正しいものに○、不適切なものに×を記入せよ。

(イ) 信頼度(R) 0.5以下の機器による2 out of 3方式の採用
(ロ) 部品の余寿命評価による最適保全周期の確立
(ハ) 自己診断機能のインターロック機構への組み込み
(ニ) 測定方法及び測定精度の最適化
(ホ) MTTRの大きな機器の採用

問19解答	(イ)	(ロ)	(ハ)	(ニ)	(ホ)
	×	○	○	○	×

【問20】 次の表は、容積式、タービン式流量計の目視検査・精密検査についての検査項目である。(イ)～(ホ)に最も適する部位を下のA～Fの中から選択せよ。

(イ)	①腐食、摩耗 ②クリアランス(対軸受、ケーシング)の確認	③手廻しでの回転状況の確認
(ロ)	①本体の腐食、割れの確認 ②油量の確認	③異音の確認 ④キャピラーの傷、曲がり漏れの確認
(ハ)	①腐食、摩耗、変形の確認 ②汚れの確認	③磁力の確認
(ニ)	①ガラスのひび割れ ②目盛板の確認	③指針の確認 ④表示板の確認
(ホ)	①本体内部の腐食、摩耗、変形の確認 ②汚れの確認	

(部 位)

A	パルス発信器
B	計数部
C	整流管
D	回転子
E	マグネットカップリング
F	機械式温度補正装置

問20解答	(イ)	(ロ)	(ハ)	(ニ)	(ホ)
	D	F	E	B	C

【問21】 次の文は、オリフィス流量計の検査・評価についての記載事項である。文中の(イ)～(ニ)内の語句A、Bのうち正しい用語をそれぞれ選択せよ。

- オリフィスプレートの精密検査で、エッジ部に光線を当てた際に反射して(イ:A 見える B 見えない)を確認した。
- オリフィスプレートの寸法検査は最低(ロ:A 1 B 2)箇所測定し、製作時の寸法公差以内であることを確認した。
- オリフィスプレートの精密検査では、(ハ:A エッジ鋭さ B 螺旋のピッチ幅)の確認が必要である。
- 四分円オリフィスの場合には(ニ:A T部 B R部)の傷を検査した。

問21解答	(イ)	(ロ)	(ハ)	(ニ)
	B	B	A	B

【問 2 2】 次の文は、タービン式流量計に関する記載事項である。記載内容が、正しいものに○、不適切なものに×を記入せよ。

- (イ) タービン式流量計の測定原理は、流体によりその回転数が流速に比例するものである。
- (ロ) ローターが固着気味であったので、手廻しを何度か行い解消させた。
- (ハ) ストレーナの内部検査は差圧計が設置されている場合、その指示値並びに過去の腐食・摩耗の状況を考慮し適宜実施する。
- (ニ) 税関対象は概ね2年に1回の精度検査を行い、その単体器差は±0.2%以内であった。また温度補正装置を含めた総合器差は±0.2%以内で合格とした。
- (ホ) 精度検査として発信出力は出力パルス波形の確認とともに常用流量値1点での精度確認を行った。

	(イ)	(ロ)	(ハ)	(ニ)	(ホ)
問 2 2 解答	○	×	○	○	×

【問 2 3】 次の文は、高圧ガス温度計の各検査について記載したものである。記載内容が、正しいものに○、不適切なものに×を記入せよ。

- (イ) 温度計の検査周期は精度検査として2年に1回以上であるが代替比較検査を行う場合は2年以上の期間において1年に1回の検査が必要である。
- (ロ) 保護管の検査は傷や腐食、変形の確認と浸透探傷検査は表面欠陥発見に有効な手段である。
- (ハ) 代替比較検査に於いて、比較温度計と現場指示型温度計の指示差は、2分の1目量以内であることが規定されている。
- (ニ) 精度検査では、温度精度確認用器具を用いて比較法などにより検査するとあるが、これは計量法などに基づく国家標準とトレーサビリティの取れた計測器のことを意味するものである。
- (ホ) 熱電対、測温抵抗体の精密検査では常用の温度を挟む任意の2点以上を検査し、その判定基準は通常用いられる測定範囲の最大値と最小値の差の±0.5%以内でなければならない。

	(イ)	(ロ)	(ハ)	(ニ)	(ホ)
問 2 3 解答	×	○	×	○	×

【問24】 次の文は、加熱炉チューブなどに使用されている、表面温度計について記載したものである。文中の（イ）～（ホ）に最も適する語句を下の A～Jの中から選択せよ。

- 1) 加熱炉チューブなどに使用されている、表面温度計は、その運転に非常に大きな影響を及ぼすため、（イ）と寿命に関し高度な要求を求められている。
- 2) 検出端形状でファンタイプと呼ばれる（ロ）は（ハ）、（ニ）に比べ、より精度良く表面温度の測定が可能であると言われている。
- 3) 取付け方法は、（ニ）が3面連続溶接するのに対し、（ロ）は（ホ）を溶接する。

- A 片側面全長 B エアロパッド型 C ナイフエッジ型 D 扇型
 E 測定範囲 F 重要度 G 安全性 H 測定精度
 J 両側面全長

問24解答	(イ)	(ロ)	(ハ)	(ニ)	(ホ)
	H	D	C	B	J

【問25】 次の文は、ブルドン管圧力計の各検査についての記載事項である。文中の（イ）～（ホ）に最も適する語句を、下の A～Jの中から選択せよ。

- 1) 高圧ガス保安法に於けるブルドン管圧力計の目視検査は（イ）に1回以上、精度検査は（ロ）に1回以上と定めている。また、代替比較検査を行う場合は、当該圧力計と比較圧力計との（ハ）を確認する。
- 2) ブルドン管式圧力計の目視検査において、表示部の状態、目盛板・指針の状態の他に（ニ）の状態（破れ、損傷）についても確認する。また精密検査の内器の状態に於いては、ピノンセクターの摩耗、ダイヤフラムの変形、腐食や（ホ）の確認も必要とされる。

- A 回転子の緩み B 6ヶ月 C ブローアウトディスク
 D ヒゲゼンマイのからみ E 2年 F 公差
 G 1年 H 指示差 J カウンター

問25解答	(イ)	(ロ)	(ハ)	(ニ)	(ホ)
	G	E	H	C	D

【問26】 次の文は、液面計の各検査における記載事項である。正しいものに○、不適切なものには×を記入せよ。

- (イ) レベルゲージの止め弁については腐食、損傷、変形の有無と作動状態も確認する。
- (ロ) 境界液面を測定しているディスプレイサ式液面計の精密検査は、測定範囲の0～100%に沿って、水位を変化させて0%、50%、100%を含む3点以上を確認する。
- (ハ) トルクチューブの検査箇所として確認する際は腐食、損傷、割れとともにバランスの作動状況も確認する。
- (ニ) テープ式液面計の精密検査において、分銅による性能検査を行う場合には増加方向または減少方向で検査し誤差が規定値内であることを確認する。

	(イ)	(ロ)	(ハ)	(ニ)
問26 解答	○	採点対象外	×	×

【問27】 石油類などの数量確認にレベル計を使用する場合の取扱については、蔵関第545号平4.6.9により検定及び器差が規定されているが、その検査方法と判定基準について、文中の(イ)～(ニ)内の語句A、Bのうち正しい用語をそれぞれ選択せよ。

- 1) 原油タンクに実液を張り検尺による検査を行う場合、検尺位置は概ねタンク高さの1/5および(イ：A 2/5 B 4/5)の2点において実施する。
- 2) 判定基準としては検尺による測定とレベル計による測定を同時に(ロ：A 2 B 3)回づつ行いそれぞれの平均値の差が(ハ：A ±10 B ±15)mm以内にとどまるものを合格としている。
- 3) この検定方法が適用できない液面計のタイプは(ニ：A マイクロ波 B 静電容量)式液面計である。

	(イ)	(ロ)	(ハ)	(ニ)
問27 解答	B	B	A	B

【問28】 次の文は、伝送器の水素透過に関する事項を述べたものである。記載内容が、正しいものに○、不適切なものには×を記入せよ。

- (イ) 水素透過対策例として、導圧配管をシール液方式に変更することは、有効である。
- (ロ) 過去の事例から、高温水素ガスによる透過、高温スチーム腐食による透過、異種金属電池による透過現象に大きく分類することができる。
- (ハ) 測定流体中で解離された水素原子等がダイヤフラム中を移行（透過）し、封入液側で水素分子となり気泡蓄積され、動作不良の原因となることがある。
- (ニ) 水素透過対策として使用される金は、酸やアルカリに腐食することなく化学的に安定している。また金めっきは、1cm²あたりに数個のピンホールがあるがダイヤフラム面積に比べ極めて小さいので、腐食対策としても有効である。
- (ホ) ダイレクトマウント形伝送器は耐水素透過性に効果があるため、積極的に採用した方がよい。

	(イ)	(ロ)	(ハ)	(ニ)	(ホ)
問28解答	○	○	○	×	×

【問29】 次の文は、各計装機器の検査機器、資材管理についての記載したものである。記載内容が、正しいものに○、不適切なものには×を記入せよ。

- (イ) 検査機器のトレーサビリティは、国家標準につながる標準器などで校正することであり、またその標準器の校正記録を1年間保管しておくことで確保する。
- (ロ) 検査機器は、計量法に基づき検査を行い成績書は最新版を管理するが、高圧ガス保安法に何らかの規定がある場合には、これを優先し2年間保管する。
- (ハ) 計装設備を補修するために購入した部品や計器などの資材は、受入検査を行い、仕様通りの部品や計器などが納入されたことを確認する。
- (ニ) 納入された部品や計器は、劣化、損傷がないような適正な管理が必要である。

	(イ)	(ロ)	(ハ)	(ニ)
問29解答	×	×	○	○

【問30】 次の文は、高圧ガス保安法に規定される緊急遮断弁の通常検査について、記載したものである。文中の（イ）～（ニ）内の語句A、Bのうち正しい用語をそれぞれ選択せよ。

- 1) 高圧ガス保安法の対象となる緊急遮断弁において、通常検査の弁座漏れ検査許容漏れ量は（イ：A JIS規格に基づく漏れ量 B 保安上支障のない漏れ量）以下である。
- 2) 高圧ガス保安法に規定される特殊反応設備に設置された緊急遮断弁の停止時に実施する作動検査は（ロ：A 手動ハンドル操作 B 遠隔操作又は自動信号）により、正常に作動することを確認した。
- 3) 高圧ガス保安法の対象となる緊急遮断弁において、連続運転が認められた装置の運転中の作動検査は部分作動検査により（ハ：A 弁軸固着の有無 B 駆動圧力の変化）を確認した。
- 4) 高圧ガス保安法に規定される貯槽配管に設置された緊急遮断弁において、連続運転が認められた装置の弁座漏れ検査の周期設定は、対象となる貯槽の開放周期が6年であったため、（ニ：A 4年以内に B 開放周期に合わせ）検査を実施するよう設定した。

	(イ)	(ロ)	(ハ)	(ニ)
問30解答	B	B	A	A

【問31】 次の文は、調節弁及び緊急遮断弁の各検査について記載したものである。記載内容が、正しいものに○、不適切なものに×を記入せよ。

- (イ) 通常検査の全作動検査において、スイッチ操作により作動がスムーズで確実に全閉、全開すること及び作動時間がJIS規格値以内で作動したため合格とした。
- (ロ) 通常検査の部分作動検査において、高圧ガス保安法で連続運転が認められた装置の対象遮断弁が自動調節弁であったため、運転中の作動検査は調節動作が正常に行われていることを確認したので合格とした。
- (ハ) 精密検査の作動検査において、0, 50, 100%を含む3点以上の上昇信号を与え確認した結果、作動がスムーズでその誤差が精度以内であることを確認したので合格とした。
- (ニ) 精密検査の作動検査において、ポジションナ付弁の開度誤差が±10%以内でヒステリシスも±10%以内を確認したので合格とした。
- (ホ) エアーチャンバーの圧力がゲージ圧力0.2MPaの気体を保有し内容積が300のため、取付状態、本体損傷、管及び弁損傷の有無を1年以内に定期自主検査を実施しなければならない。

	(イ)	(ロ)	(ハ)	(ニ)	(ホ)
問31解答	×	○	×	×	×

【問32】 次の文は、調節弁種類の特徴について、記載したものである。文中の（イ）～（ニ）内の語句A、Bのうち正しい用語をそれぞれ選択せよ。

- 1) ケージ型グローブ弁は内弁に均圧穴を設けた弁で（イ： A 低流量用 B 低騒音用）またはキャビテーション抑制用として使用されている。
- 2) アンクル弁は弁本体の入口と出口の中心線が直角で、流体の流れ方向が直角に変わり、（ロ： A 流速回復係数 B 圧力回復係数）が小さいため、キャビテーション又はフラッシングが生じやすい。
- 3) ゲート弁はディスクが流体の通路を垂直に仕切って開閉を行い、流体の流れが一直線上になる形式のバルブで必要操作力は一般に（ハ： A 小さい B 大きい）。
- 4) ボール弁は弁本体内流路の単純さからスラリー流体、高粘性流体に有効であり、一般的な構造では固有流量特性は（ニ： A リニア B イコールパーセント）に近い。

問32解答	(イ)	(ロ)	(ハ)	(ニ)
	B	B	A	B

【問33】 次の文は、調節弁の振動によるステム折損（プラグ脱落）トラブル事例概要について記載したものである。文中の（イ）～（ハ）内の語句A、Bのうち正しい用語をそれぞれ選択せよ。

(使用条件)
 流体／使用場所 : 熱炭酸カリ／二酸化炭素吸収塔出口弁
 圧力／差圧／温度 : 1.84MPa／1.80MPa／120℃

(事例概要)
 調節弁の動作は正常だが、流量調節ができず運転不能となった。弁の閉塞が疑われた。開放結果、プラグとステムとの接合部が折損しており、プラグが脱落していた。

(推定原因)
 調節弁出口が（イ： A 低圧 B 高温）であるため、流体中に吸収されていた二酸化炭素が（ロ： A 放出され B 凝固し）、これに伴う（ハ： A 温度変化 B 振動）の繰返し応力により疲労破断に至った。

問33解答	(イ)	(ロ)	(ハ)
	A	A	B

【問34】 次の文は、キャビテーションについて記載したものである。文中の（イ）～（へ）内の語句A、Bのうち正しい用語をそれぞれ選択せよ。

調節弁の高流速部で圧力が飽和蒸気圧（イ：A 以上 B 以下）になると気泡が発生する。気泡は、周囲の圧力の（ロ：A 下降 B 上昇）に伴い崩壊する。

この崩壊は、非常に（ハ：A ゆっくりと B 短時間で）起こり、この時の衝撃力は700MPaにも達すると言われている。崩壊が物体の近くで発生すると衝撃力により損傷を生じさせる。

なお、キャビテーション・エロージョンは（ニ：A 弁本体 B トリム部）よりも、（ホ：A 弁本体 B トリム部）へ損傷を与える場合が多い。キャビテーション・エロージョンに耐える材料として（へ：A 炭素鋼 B ステンレス鋼）がよく用いられる。

	（イ）	（ロ）	（ハ）	（ニ）	（ホ）	（へ）
問34解答	B	B	B	A	B	B

【問35】 次の文は、ガス漏洩検知警報設備の精密検査に関わる事項について記載したものである。文中の（イ）～（ニ）内の語句A、Bのうち正しい用語をそれぞれ選択せよ。

1) 可燃性ガス用警報設備の標準ガスとして一般的に使用されるi-ブタンガスの警報設定値は爆発下限界が1.8vol%のため、（イ：A 0.40 B 0.50）vol%に設定し、標準ガス濃度（ロ：A 0.60 B 0.64）vol%を与えて警報機能が正常に作動することを確認した。

2) 塩素ガスの警報設定値は、許容濃度が0.5ppmであり、試験用標準ガスの調製が困難なため、（ハ：A 0.80 B 1.15）ppmに設定した。

3) 警報応答時間において、通常ガスは警報設備の発信に至るまでの遅れ時間は30秒以内特定のガスは警報の発信に至るまでの遅れ時間は（ニ：A 60秒 B 90秒）以内とする。

	（イ）	（ロ）	（ハ）	（ニ）
問35解答	A	B	A	A

【問36】 次の文は、高圧ガス保安法の対象となるガス漏洩検知警報設備について記載したものである。記載内容が、正しいものに○、不適切なものに×を記入せよ。

- (イ) ガス漏えい検知設備は、製造施設から漏えいするガスが滞留するおそれのある場所に設置されていること及び機器に腐食、損傷、変形その他の異常がなく、その検知及び警報に係る作動検査で機能が正常に作動することを確認した。
- (ロ) ガス検知部には拡散式と吸引式があり、吸引式については応答時間の遅れ防止が必要となる。対応として、サンプリング配管は極力太くし、配管材質の選定では漏洩ガスが吸着し易い材質とした。
- (ハ) 高圧ガス保安法の対象となるガス漏えい検知設備の保安検査は、目視による外観検査と、警報設備が正常に作動する事を確認する検査であり、取扱説明書又は仕様書に記載されている点検事項（表示灯、指示計の指針など）の確認までは含んでいない。
- (ニ) ガス漏えい検知警報設備の警報機能試験にて、試験用標準ガスを与え警報設定値に達したら自動的に警報を発信し、試験用標準ガスを外したら警報設定値以下まで下がり警報が自動復帰することを確認した。

	(イ)	(ロ)	(ハ)	(ニ)
問36 解答	○	×	×	×

【問37】 次の文は、計装制御盤のリレー回路、PLC（Programmable Logic Controller）の各検査についての記載事項である。記載事項が、正しいものに○、不適切なものに×を記入せよ。

- (イ) 高圧ガス保安法の対象となる設備の検査で連続運転が認められた装置の運転中の検査方法は、回路の入力部に模擬信号を与え、出力部から操作端へ出力されていることを確認することで操作端の実作動確認は要求されていない。
- (ロ) 高圧ガス保安法の対象となる設備の検査で連続運転が認められた装置の運転中検査はインターロック機構が正常に機能することを目視検査と通常検査により確認するものであるが、通常検査ではタイマーの時間確認は要求されていない。
- (ハ) 高圧ガス保安法の対象となる設備の検査で連続運転が認められた装置の運転中の検査では、実際のプロセス警報と検査の警報を誤認するため、保安回路・シーケンス回路がロジック通りに作動することを確認し、警報回路の確認は要求されていない。
- (ニ) 高圧ガス保安法の対象となる設備のインターロック機構の作動検査において、4年間の連続運転が認められた装置の検査周期は2年に1回の実施を要求されている。

	(イ)	(ロ)	(ハ)	(ニ)
問37 解答	○	×	×	×

【問38】 次の文は、DCS(Distributed Control System：分散型制御システム) 設備の環境影響について記載したものである。文中の(イ)～(へ)内の語句A、Bのうち正しい用語をそれぞれ選択せよ。

- 1) 湿度による影響は、再現性のない一過性のさまざまな故障を発生させメーカー検査でも特定できないことがある。特徴として絶縁低下は(イ：A 高湿 B 低湿)状態、静電気は(ロ：A 高湿 B 低湿)状態が原因である。
- 2) 腐食性ガスによる影響は、スイッチ、コネクタの接触不良、マイグレーション、ウィスカによる(ハ：A 短絡 B 断線)などが発生する。
- 3) DCSの基板に付着した塵埃は導電性物質および湿度により吸湿すると絶縁低下を発生させるため、定期的な塵埃除去が必要であるが一般に電子機器の基板に必要な絶縁性能は(ニ：A 100KΩ B 100MΩ)以上とされている。
- 4) 温度による影響は、一般に機器の使用温度が(ホ：A 5℃ B 10℃)上昇すると故障率は約2倍に上昇するとされている。
- 5) 設置環境と故障率の関係曲線図において、安定期の故障率は設置環境の影響を(へ：A 受ける B 受けない)。

問38解答	(イ)	(ロ)	(ハ)	(ニ)	(ホ)	(へ)
	A	B	A	B	B	A

【問39】 次の文はDCS(Distributed Control System：分散型制御システム) 設備のリモートメンテナンスについて記載したものである。記載内容が、正しいものに○、不適切なものに×を記入せよ。

- (イ) リモートメンテナンスとは、稼働中のDCSと遠隔監視システムと接続することによりDCS情報を専門技術者が診断・解析し保全するものである。
- (ロ) システムログには、自己診断情報および過去の補修内容などの異常履歴が記録されており、定期的に収集することにより、次期定期整備計画に反映できる。
- (ハ) 緊急診断では、発生しているエラー情報を解析する事により、迅速に不適合箇所の特定または絞り込みが可能である。
- (ニ) リモートメンテナンスは、不適合の兆候および不具合状況の診断解析により全ての機能を回復させる事が出来る。

問39解答	(イ)	(ロ)	(ハ)	(ニ)
	○	採点対象外	○	×

【問40】 次の文は、安全度水準について記載したものである。文章中の（イ）～（ロ）に当てはまる数字を、A～Eの中から選択せよ。

単純なシステム、すなわち入出力が各1つで、非冗長化構成の場合の PFD_{AVG} の計算簡易式は下記のとおりである。

①自己診断無しの場合

$$PFD = \lambda_D(T_1/2) \quad \text{ここで、} \lambda_D : \text{危険側故障率、} T_1 : \text{プルーフテスト間隔}$$

②自己診断率 100%の場合

$$PFD = \lambda_D(MTTR) \quad \text{ここで、} \lambda_D : \text{危険側故障率、} MTTR : \text{平均修理時間}$$

いまこのシステムの危険側故障率を 0.04/年、作動試験周期（プルーフテスト間隔）を4年としたとき、自己診断無しの場合はSIL（イ）に対応できる。さらに故障率 $\lambda = \lambda_D$ 、アベイラビリティが 99.95%と仮定すると、自己診断率 100%の場合はSIL（ロ）に対応できる。

A 0	B 1	C 2	D 3	E 4
-----	-----	-----	-----	-----

	(イ)	(ロ)
問40解答	B	D