

注 意 事 項

- 試験開始時刻 14時20分
- 試験種別終了時刻

試験科目	科目数	終了時刻
「電気通信システム」のみ	1科目	15時40分
「専門的能力」のみ	1科目	16時00分
「専門的能力」及び「電気通信システム」	2科目	17時20分

- 試験種別と試験科目別の問題(解答)数及び試験問題ページ

試験種別	試験科目	申請した専門分野	問題(解答)数					試験問題ページ
			第1問	第2問	第3問	第4問	第5問	
線路主任技術者	専門的能力	通信線路	8	8	8	8	8	線1～線15
		通信土木	8	8	8	8	8	線16～線28
		水底線路	8	8	8	8	8	線29～線42
	電気通信システム	専門分野にかかわらず共通	問1から問20まで			20		線43～線46

- 受験番号等の記入とマークの仕方

- マークシート(解答用紙)にあなたの受験番号、生年月日及び氏名をそれぞれ該当枠に記入してください。
- 受験番号及び生年月日に該当する箇所を、それぞれマークしてください。
- 生年月日の欄は、年号をマークし、生年月日に1けたの数字がある場合、十の位のけたの「0」もマークしてください。

[記入例] 受験番号 01CF941234

生年月日 昭和50年3月1日

受 験 番 号									
0	1	C	F	9	4	1	2	3	4
●	○	A	A	0	0	0	0	0	0
①	●	B	B	1	1	●	1	1	1
2	●	C	2	2	2	●	2	2	2
3	○	D	3	3	3	3	3	3	3
4	○	E	4	●	4	4	4	4	●
5	○	●	5	5	5	5	5	5	5
6	○	G	6	6	6	6	6	6	6
7	○	H	7	7	7	7	7	7	7
8	○	8	8	8	8	8	8	8	8
9	○	●	9	9	9	9	9	9	9

生 年 月 日									
年号	5	0	0	3	0	1			
平成	○	●	○	○	○	○			
昭和	○	○	○	○	○	○			
大正	○	○	○	○	○	○			
○	○	○	○	○	○	○			
○	○	○	○	○	○	○			
○	○	○	○	○	○	○			
○	○	○	○	○	○	○			
○	○	○	○	○	○	○			

- 答案作成上の注意

- マークシート(解答用紙)は1枚で、2科目の解答ができます。  
「専門的能力」は薄紫色(左欄)、「電気通信システム」は青色(右欄)です。
- 解答は試験科目の解答欄の正解として選んだ番号マーク枠を、黒の鉛筆(HB又はB)で濃く塗りつぶしてください。  
ボールペン、万年筆などでマークした場合は、採点されませんので、使用しないでください。  
一つの問いに対する解答は一つだけです。二つ以上マークした場合、その問いについては採点されません。  
マークを訂正する場合は、プラスチック消しゴムで完全に消してください。
- 免除科目がある場合は、その科目欄は記入しないでください。
- 受験種別欄は、あなたが受験申請した線路主任技術者(『線 路』と略記)を で囲んでください。
- 専門的能力欄は、『通信線路・通信土木・水底線路』のうち、あなたが受験申請した専門的能力を で囲んでください。
- 試験問題についての特記事項は、裏表紙に表記してあります。

- 合格点及び問題に対する配点

- 各科目の満点は100点で、合格点は60点以上です。
- 各問題の配点は、設問文の末尾に記載してあります。

マークシート(解答用紙)は、絶対に折り曲げたり、汚したりしないでください。

次ページ以降は試験問題です。試験開始の合図があるまで、開かないでください。

受験番号 (控え)									
--------------	--	--	--	--	--	--	--	--	--

(今後の問い合わせなどに必要になります。)

試験種別	試験科目	専門分野
線路主任技術者	専門的能力	通信線路

問1 次の問いに答えよ。

(小計20点)

- (1) 次の文章は、一様線路における一次、二次定数の周波数特性などについて述べたものである。  
 内の(ア)~(エ)に最も適したものを、下記の解答群から選び、その番号を記せ。ただし、 内の同じ記号は、同じ解答を示す。(2点×4=8点)

電氣的定数が一様に分布している一様線路において、往復導体の単位長当たりの抵抗とインダクタンスをRとL、往復導体間の単位長当たりの漏洩コンダクタンスと静電容量をGとCとすると、R、L、G、Cは線路の一次定数といわれる。これら一次定数から導かれる減衰定数、位相定数、伝搬定数、 (ア) は、二次定数と総称される。

高周波(30 kHz以上)になると電流が導体の表面に集中する (イ) などのため、一次定数のRが周波数fの (ウ) に比例して増加する。

一方、低周波(音声周波程度)の場合、一般に、一次定数間において (エ) の関係が成立するため、角周波数をとすると二次定数の及びは、次式で近似できる。

$$\sqrt{\frac{CR}{2}} \left\{ 1 - \frac{1}{2} \left[ \frac{L}{R} - \frac{G}{C} \right] \right\}$$

$$\sqrt{\frac{CR}{2}} \left\{ 1 + \frac{1}{2} \left[ \frac{L}{R} - \frac{G}{C} \right] \right\}$$

また、 (ア) は低周波では、周波数fの (ウ) に比例して減少し、高周波になると一定値に漸近する。

<(ア)~(エ)の解答群>

偏角	位置角	二乗	三乗
表皮効果	遮蔽効果	平方根	ASE
電磁結合	逆数	LGRC	LGRC
R L	G C	特性インピーダンスZ <sub>0</sub>	
入力インピーダンスZ			

- (2) 次の文章は、メタリック伝送線路の電氣的諸特性などについて述べたものである。  内の(オ)~(ク)に適したものを、下記のそれぞれの解答群から選び、その番号を記せ。  
(3点×4=12点)

( ) 伝送系の雑音について述べた次の文章のうち、誤っているものは、  (オ) である。

<(オ)の解答群>

伝送系内部で発生する雑音は、信号を伝送していない場合でも発生する基本雑音と、信号の伝送を行ったときに発生する準漏話雑音とに分けることができる。

増幅器で発生する基本雑音には、導体中の自由電子の熱的じょう乱運動による熱雑音があり、入力信号の有無にかかわらず発生する雑音である。

多重漏話雑音は、平衡対ケーブルと比較して同軸ケーブルにおいて特に問題となり、テレビジョン伝送などにおいては、伝送距離及び回線収容心線数を制限する要因となる。

漏話以外の雑音としては、雷及び電気鉄道などの強電流施設から静電的又は電磁的に通信路に入る誘導雑音、放送波などが架空線などを介して侵入する誘導雑音などがある。

( ) 漏話の種類や特徴などについて述べた次のA~Cの文章は、  (カ) 。

- A 漏話を起こすもとになる回線は誘導回線、漏話を受ける回線は被誘導回線といわれ、被誘導回線において、誘導回線の送端側に生ずる漏話は遠端漏話、誘導回線の受端側に生ずる漏話は近端漏話といわれる。
- B 静電結合による漏話は被誘導回線のインピーダンスに比例し、電磁結合による漏話は誘導回線のインピーダンスに反比例する。
- C 平衡対ケーブルの場合、一般に、誘導回線及び被誘導回線のインピーダンスは同等なので、特性インピーダンスが高くなる低周波(音声周波数)では静電結合による漏話が支配的であるが、特性インピーダンスが低くなる高周波では電磁結合による漏話も考慮する必要がある。

<(カ)の解答群>

- |              |                |         |
|--------------|----------------|---------|
| Aのみ正しい       | Bのみ正しい         | Cのみ正しい  |
| A、Bが正しい      | A、Cが正しい        | B、Cが正しい |
| A、B、Cいずれも正しい | A、B、Cいずれも正しくない |         |

- ( ) 漏話の軽減方法などについて述べた次の文章のうち、正しいものは、 (キ)  である。

<(キ)の解答群>

平衡対ケーブルの漏話は、任意の2対間の静電結合及び電磁結合によって生ずるが、音声回線では静電結合は微小な値であることから、静電結合による漏話の軽減方法を考慮する必要はない。

平衡対ケーブルにおける漏話減衰量は、高周波になるに従い、一般に、オクターブ当たり遠端漏話では6 [dB]、近端漏話では4.5 [dB]の減少傾向を示す。また、遠端漏話減衰量は、線路長が長くなるに従い増大するが、近端漏話減衰量は、線路長には無関係である。

信号の伝送方向(設備センタからユーザ方向又はユーザから設備センタ方向)ごとに心線をそれぞれ別々のケーブルに分けて収容しても、漏話妨害が遠端漏話と比較して大きい近端漏話を軽減する効果はない。

ケーブル内の各対の2本の導線を燃<sup>よ</sup>ることにより漏話は軽減でき、隣接する対どうしで燃りピッチを同一にすると、燃りピッチを異にした場合と比較して大きな軽減効果が得られる。

- ( ) 反射係数と透過係数について述べた次の文章のうち、誤っているものは、 (ク)  である。

<(ク)の解答群>

特性インピーダンス $Z_1$ を持つ一様線路に、特性インピーダンス $Z_2$ を持つ一様線路が接続されているとき、接続点における電圧反射係数は、 $\frac{Z_2 - Z_1}{Z_1 + Z_2}$ で表され、電圧透過係数は、電圧反射係数に1を加えた値となる。

特性インピーダンスが異なる一様線路が相互に接続されているとき、接続点における電流反射係数は、電圧反射係数に-1を乗じた値となり、電流透過係数は、1から電圧反射係数を減じた値となる。

一様線路の受端側が短絡されているとき、受端点における電圧反射係数は-1となり、また、一様線路の受端側が開放されているとき、受端点における電圧透過係数は2となる。

特性インピーダンス $Z_1$ を持つ一様線路に、特性インピーダンス $Z_2$ を持つ一様線路が接続されているとき、その接続点における電圧反射係数 $m$ の値は、 $Z_2 > Z_1$ のとき、 $m < 1$ となり、電圧は入射波と逆位相ですべて反射される。

- (1) 次の文章は、シングルモード(SM)光ファイバの構造パラメータなどについて述べたものである。□内の(ア)~(エ)に最も適したものを、下記の解答群から選び、その番号を記せ。ただし、□内の同じ記号は、同じ解答を示す。(2点×4=8点)

SM光ファイバの構造パラメータには、モードフィールド径、□(ア)、カットオフ波長などがある。

モードフィールド径は、SM光ファイバの径方向の光強度分布がガウス型で近似できるとき、光強度が□(イ)値の $\frac{1}{e^2}$ (eは自然対数の底)になる直径である。

□(ア)は、現実には、SM光ファイバのモードフィールド中心とクラッド中心が同じ点にならないことから、これらの中心間の距離として定義される。ここで、モードフィールド中心とは、SM光ファイバの□(ウ)モードの電界分布の中心をいい、クラッド中心とは、クラッド表面を最もよく近似する円の中心をいう。

カットオフ波長とは、伝搬モードが□(エ)の波長であり、カットオフ波長より短い波長に対しては伝搬モードがマルチモードとなる。

〈(ア)~(エ)の解答群〉

最 小	最 大	平 均	中 間
NA	コア非円率	LP <sub>11</sub>	高 次
LP <sub>01</sub>	トンネル	クラッド非円率	
モードフィールド偏心率		一つになる最長	
一つになる最短		複数になる最短	
複数になるすべて			

(2) 次の文章は、光の伝送特性などについて述べたものである。  内の(オ)~(ク)に適したものを、下記のそれぞれの解答群から選び、その番号を記せ。 (3点×4=12点)

( ) 非線形光学特性などについて述べた次の文章のうち、誤っているものは、  (オ) である。

<(オ)の解答群>

自己位相変調とは、入射された光そのものの光強度により出力光パルスの周波数に変調を受ける現象をいい、これはファラデー効果による光ファイバの屈折率の変化に起因して発生するものである。ファラデー効果により、光パルスの立上がり部分は高周波数側へ、光パルスの立下がり部分は低周波数側へシフトされる。

異なる三つの波長の光が光ファイバ中に入射したときに新たな波長の光が生ずる現象は、一般に、四光波混合といわれ、波長多重伝送では、伝送品質の劣化要因となる。

媒質の光学的格子振動と入射光の相互作用により光が発生する現象は、ラマン散乱といわれ、入射光強度が十分大きい場合に生ずる誘導散乱は、誘導ラマン散乱といわれる。

誘導ブリルアン散乱では、後方散乱光のみが強く発生し、また、散乱光が強く発生する帯域幅が狭いため、誘導ブリルアン散乱光を強く発生させるためには、スペクトル幅の非常に狭い入射光を用いる必要がある。

( ) 光ファイバの伝送特性などについて述べた次のA~Cの文章は、  (カ) 。

- A 光ファイバ伝送においては、光ファイバそのものの伝送損失、光ファイバ間の接続損失、分岐素子などのデバイスの挿入損失などが伝送距離限界に影響を与える。
- B 光ファイバの群速度に関連する特性は分散特性といわれ、多モード分散、偏波モード分散、材料分散などがある。分散特性に起因する光信号の伝搬遅延時間は群遅延時間といわれ、伝送可能なビットレート及び伝送距離は、群遅延時間の広がりの影響を受ける。
- C 光の状態を表す要素には、周波数、位相、振幅など以外に、電界の振動方向を示す偏光がある。電界にはx軸方向又はy軸方向に偏光したモードがあり、光ファイバの非軸対称性などから生ずる両モードの伝搬遅延時間の差は偏波モード分散といわれる。

<(カ)の解答群>

- |              |                |         |
|--------------|----------------|---------|
| Aのみ正しい       | Bのみ正しい         | Cのみ正しい  |
| A、Bが正しい      | A、Cが正しい        | B、Cが正しい |
| A、B、Cいずれも正しい | A、B、Cいずれも正しくない |         |

- ( ) 発光素子の発光原理などについて述べた次の文章のうち、正しいものは、(キ) である。

<(キ)の解答群>

自然放出光はコヒーレント光であり、LD光は誘導放出による光であるためインコヒーレント光である。

発光素子の発光強度を強くする方法として、クラッド層の両側にクラッド層よりもエネルギー・ギャップが大きい活性層を設けたシングルヘテロ構造があり、この構造によって、キャリア閉じ込めと光閉じ込めの両方の効果により効率の良い発光を可能とするもので、LDに用いた場合はしきい値電流を低減できる。

レーザ発振は、誘導放出及び共振の二つの作用によって発生し、発光波長は、一般に、高いエネルギー準位の価電子帯と低いエネルギー準位の伝導帯とのエネルギー準位差により決定される。

ファブリペロー形LDの発振状態での光の波長は、反射面間で共振する波長、すなわち、共振器の中で定在波ができる波長だけになり、共振を起こす条件は、共振器の長さが発振する波長の $\frac{1}{2}$ の整数倍である。

- ( ) 受光素子の特性などについて述べた次の文章のうち、正しいものは、(ク) である。

<(ク)の解答群>

半導体受光素子は、外部に印加する電圧の大きさによりホトダイオード(PD)とアバランシホトダイオード(APD)の二つに大別される。APDはPDと比較して感度が高いが、必要とされる印加電圧は低い。

PDの暗電流とは、光が入射していないときにもバイアス回路に流れている電流であり、ショット雑音の原因となる。

APDでは、光の吸収によって生成された電子などのキャリアが電界から十分なエネルギーを得て加速され、新たにキャリアを生成する。新たに生成されたキャリアが更に新たにキャリアを生成するので、これを順次繰り返して光カー効果といわれる現象が発生し、キャリアの数がなだれのように急激に増加する。

受光素子で生ずる熱雑音は、光電変換過程において電子が時間的あるいは空間的に不規則に励起されるために生ずる光電流のゆらぎに起因するものである。

- (1) 次の文章は、EDFAの構成などについて述べたものである。□内の(ア)～(エ)に最も適したものを、下記の解答群から選び、その番号を記せ。ただし、□内の同じ記号は、同じ解答を示す。(2点×4=8点)

EDFAは、一般に、エルビウム添加光ファイバ、励起用光源、□(ア)、光フィルタなどから構成される。

励起用光源としては、半導体レーザが用いられるが、励起光の進行方向と信号光の進行方向が一致しているものは□(イ)励起といわれ、プリアンプなどに適している。励起波長によって利得係数(1[mW]の励起光に対する利得)は異なり、励起光の励起波長が□(ウ)〔μm〕の場合、最も利得係数が大きい。高い利得係数を得るための方法として、光ファイバのコア中心に集中的にエルビウムを添加することが有効である。

□(エ)無依存形□(ア)は、増幅器内の残留反射、増幅器内外の反射による発振及び過剰雑音発生を抑えるために用いられ、一方向にのみ光を伝搬させ、逆方向の光は伝搬させない光部品である。

光フィルタは、増幅された光信号のみを取り出す役割を果たしており、光信号の波長帯のみを通過させる狭帯域な光バンドパスフィルタである。

各構成部品間の接続には反射を抑えるために融着接続が適するが、光コネクタを用いる場合は低反射対策がとられたものを用いる。

EDFAは、半導体増幅器と比較して、一般に、高増幅効率、高増幅利得及び低雑音であり、□(エ)依存性も少なく、通信用光ファイバとの接続も容易であるなどの優れた特徴を有している。

〈(ア)～(エ)の解答群〉

光ファイバカプラ	反転分布形成	光分波器	光合波器
光アイソレータ	前方	後方	進行波
0.67	0.82	0.98	1.48
クロストーク	周波数	ポンピング	偏波



(2) 次の文章は、光増幅器や光コネクタなどについて述べたものである。  内の(オ)～(ク)に適したものを、下記のそれぞれの解答群から選び、その番号を記せ。(3点×4=12点)

( ) E D F Aの雑音特性などについて述べた次の文章のうち、誤っているものは、  (オ) である。

<(オ)の解答群>

E D F A内では誘導放出により信号光が増幅されるとともに自然放出光が発生するが、この自然放出光はE D F Aの増幅帯域全域にわたって発生し、信号光とともに増幅されて雑音となる。このような雑音をA S E雑音という。

信号光を検出する際に発生する雑音のうち、自然放出光のショット雑音と自然放出光間のビート雑音は、光フィルタで低減可能である。

光増幅器の雑音特性を示す指標として、雑音指数が用いられる。雑音指数はE D F Aの出力端における信号電力対雑音電力比と励起光強度の比で表される。

E D F Aにおける雑音指数の理論限界値は3 [dB]であるが、励起光の波長として利用される0.98 [μm]と1.48 [μm]を比較した場合、0.98 [μm]を利用したほうがより理論限界値に近い雑音指数を得ることができる。

( ) 光増幅器の種類などについて述べた次のA～Cの文章は、  (カ) 。

A 光増幅器は、光ファイバ増幅器と半導体光増幅器に大別される。このうち、半導体光増幅器は、電流注入で励起することができ、集積化が可能であるなどの利点を持つ。

B 光ファイバ増幅器には、希土類イオンの反転分布による誘導放出過程を基本とする希土類添加光ファイバ増幅器と、光ファイバ中の非線形散乱(光学フォノンによるラマン散乱)による誘導散乱過程を基本とする光ファイバラマン増幅器がある。

C 希土類添加光ファイバ増幅器においては、増幅可能な波長は添加物によりそれぞれ特定の波長に限られており、1.3 μm帯及び1.5 μm帯ではエルビウム、1.65 μm帯ではトリウムやネオジウムなどが添加物として用いられている。

<(カ)の解答群>

Aのみ正しい	Bのみ正しい	Cのみ正しい
A、Bが正しい	A、Cが正しい	B、Cが正しい
A、B、Cいずれも正しい	A、B、Cいずれも正しくない	

- ( ) 光ファイバの接続方法などについて述べた次の文章のうち、正しいものは、 (キ)  である。

<(キ)の解答群>

メカニカルスプライスは、光ファイバの端面をつき合わせ、固定・把持して接続する方法であり、屈折率整合剤により接続状態を補完する。光ファイバの軸合わせはコア中心を基準とするため、接続損失はコア偏心量に影響されない。

光ファイバの切断方法としては、光ファイバ軸に直角で平滑な端面を得るため、応力破断法の原理に基づく方法がある。これは光ファイバ表面に微小な傷をつけ、適当な曲率で曲げながら軸方向に張力を加えて切断する方法である。

融着接続法は、両端の光ファイバ端面を加熱溶融しながら直接密着させて一体化する方法で、アーク放電を熱源に使用した低接続損失が得られる融着接続機が普及しているが、4心、8心などのテープ型心線の接続には使用できない。

融着工程においては、一般に、光ファイバの接続部は、光ファイバ自体の機械的強度と比較して、十分な強度が保たれるため、特別な補強などの処置は不要である。

- ( ) 光ファイバ接続に用いられる光コネクタの種類と特徴などについて述べた次の文章のうち、誤っているものは、 (ク)  である。

<(ク)の解答群>

FCコネクタは、マルチモード光ファイバ及びシングルモード光ファイバの両方に使用される光コネクタであり、プラグとアダプタの締結にはネジで行う方式を採用している。

SCコネクタは、一般に、金属製のフェルールを使用しており、フェールの端面は、フラット研磨が用いられている。

STコネクタは、主に構内配線用及び計測用に用いられる光コネクタであり、セラミックフェルールを割スリーブアダプタを使って軸合わせをするタイプでバイネット式締結方式を採用している。

MTコネクタは、ピンかん合方式のプラスチック製多心光コネクタである。光ファイバの両側にある2本のガイドピンによって1対のフェルールが高精度に位置決めされる。

- (1) 次の文章は、光ファイバケーブルの非ガス保守について述べたものである。□内の(ア)~(エ)に最も適したものを、下記の解答群から選び、その番号を記せ。ただし、□内の同じ記号は、同じ解答を示す。(2点×4=8点)

光ファイバケーブルの非ガス保守方式において用いられる防水構造を持つ光ファイバケーブルには、一般に、□(ア)ケーブルが用いられる。

外被部から浸水するとその浸水箇所□(イ)が膨潤しながら□(ア)テープから分離し、ゲル化して光ファイバケーブル内の隙間<sup>すき</sup>を埋め尽くすことにより、止水のダムを形成し、それ以降の浸水を防止することができる。

また、浸水を長時間放置すると、光ファイバに対し、長期的な破断寿命の短縮とケーブル内□(ウ)の腐食に伴い発生した水素による長期的な損失増加が懸念されるので、ケーブルの接続部に浸水検知モジュールを用いることで浸水したことを検知する方法が採られている。

浸水検知モジュールは、接続部に浸水が発生すると、□(イ)が水を含むことにより膨潤して可動体を押し上げて光ファイバに圧力をかけ、□(エ)を発生させる構造になっており、この作用により増加した光ファイバの光損失を、OTDRで検出することで、浸水の発生及び浸水位置を検知することが可能となる。

〈(ア)~(エ)の解答群〉

ジェリー	P E C	S T	P V C
テープ被覆	F R P	吸水材料	W B
光コネクタ	金 属	ポリエチレン	C C P
曲げ	吸 収	レイリー散乱	フレネル反射

(2) 次の文章は、通信線路の監視技術などについて述べたものである。  内の(オ)~(ク)に適したものを、下記のそれぞれの解答群から選び、その番号を記せ。 (3点×4=12点)

( ) 光パワーメータの機能と特徴などについて述べた次の文章のうち、誤っているものは、 (オ) である。

<(オ)の解答群>

光パワーメータは、熱変換型と光電変換型に大別される。熱変換型はセンサの堅牢性をいかして主に可搬型光パワーメータとして用いられ、光ファイバ布設現場などの屋外でも使用される。

光パワーの測定において、ホトダイオード(PD)を用いた光電変換型は、熱変換型と比較して、検出感度が高く、応答時間が速い特徴を有している。

光パワーメータの受光感度を悪化させる原因の一つとしてPD自体の熱雑音がある。そのため、冷却型の受光器をセンサとして用いるとともに、高感度受光モジュールを搭載することで、雑音レベルの低減を図っている。

PDを受光部に用いている光パワーメータは、PDに波長依存性があることから、一般に、測定時の値を補正するために、測定波長を入力する機能が付加されている。

( ) 波長分散測定について述べた次のA~Cの文章は、 (カ) 。

- A シングルモード光ファイバの波長分散は、モード分散と材料分散に分けられるが、二つの分散を分離して測定することは困難であり、また、伝送帯域は、これら二つの分散の和で支配されるため、実際にはトータルの分散値測定が行われる。
- B OTDR法は、いくつかの異なる波長の光パルスを被測定光ファイバに片端から入射させ、遠端にて反射され戻ってくるまでの時間差を測定することで波長分散を測定する方法である。
- C 位相法は、OTDR法と比較して、測定点が多く測定精度がよい反面、ダイナミックレンジの点で劣るといふ特徴がある。

<(カ)の解答群>

Aのみ正しい	Bのみ正しい	Cのみ正しい
A、Bが正しい	A、Cが正しい	B、Cが正しい
A、B、Cいずれも正しい	A、B、Cいずれも正しくない	

- ( ) O T D R技術などについて述べた次の文章のうち、正しいものは、 である。

<(キ)の解答群>

O T D Rでは、光ファイバ長、故障位置、区間ごとの伝送損失、光コネクタや融着点における接続損失、反射減衰量などを測定することができる。

光ファイバに光を入射したときに、光ファイバの途中から入射端に戻ってくる光には、コアの屈折率の段差により生ずる後方散乱光と、レイリー散乱光のうち光ファイバの入射端に戻ってくるフレネル反射がある。O T D Rは、この原理を測定に利用している。

受光器が飽和してしまっている間の測定できない時間又は距離はデッドゾーンといわれ、反射測定デッドゾーンと損失測定デッドゾーンの2種類があり、反射測定デッドゾーンは、後方散乱光デッドゾーンともいわれる。

中継器を用いた長距離の光ファイバ線路においては、後方散乱光が測定できないため、ブリルアン散乱光を用いたC - O T D R技術を用いることで線路の監視を行うことができる。

- ( ) 光増幅器の測定項目、測定方法などについて述べた次の文章のうち、誤っているものは、 である。

<(ク)の解答群>

光増幅器の利得は入力信号光パワー、信号光波長などに依存するため、測定に際してはこれらが制御された状態になっていることが必要である。

被測定光には、増幅された信号光のほかに光増幅器内で発生・増幅された自然放出光が重畳しているため、利得の測定においては、これを分離させる工夫が必要である。

光増幅器の使用において、S N比は、光増幅器内部で増幅自然放出光が加わる分、出力側で低下する。低下の度合いが小さいほど、より微弱な信号の増幅に適しており、この性能は、雑音指数で表される。

光増幅器の利得と雑音指数の測定方法には、光学的測定方法と電氣的測定方法があり、光学的測定方法は、単一波長での測定が基本である。

- (1) 次の文章は、光ファイバケーブルによる線路設備の設計について述べたものである。  内の(ア)～(エ)に最も適したものを、下記の解答群から選び、その番号を記せ。ただし、  内の同じ記号は、同じ解答を示す。 (2点×4=8点)

光ファイバケーブルによる線路設備の設計は、需要動向や設備現況などを十分に精査して行わなければならない。また伝送品質を考慮して、適用するケーブル種類、最適なルート、中継区間数及びケーブルのピース割りなどを決定する必要がある。

光ファイバケーブルのピース割りの設計は、ケーブル布設作業、接続作業及び伝送品質に関わる重要な設計項目であり、ケーブル布設区間の直線部、屈曲部、曲線部、傾斜部などの各区間ごとの張力予測計算を行い、接続点となる  (ア) などの位置、ルート上の作業性、安全性などを考慮して実施する。

張力予測計算の一例として、地下管路区間の傾斜や曲がりのない直線部分の張力  $T$  (N) は、ケーブル繰出し点における張力をゼロ、直線部の長さを  $L$  (m)、単位長さ当たりのケーブル質量を  $W$  (kg/m)、摩擦係数を  $\mu$ 、重力加速度を  $g$  (m/s<sup>2</sup>) とすると、  $T =$   (イ) (N) で求められる。

また、ケーブルピース長は、線路  (ウ) に  (ア) 内などでのケーブル必要長を加えた線路の実際の長さ、接続必要長、成端必要長、マージンなどの布設必要長を考慮して算出する。

光ファイバケーブルのピース割り案を決めた後、伝送路に許容される  (エ) 値に収まるかどうか  (エ) 値の計算を実施して、接続点数が適切かどうかの確認を行い、ピース割りを最終的に決定する。

<(ア)～(エ)の解答群>

反 射	キャビネット	曲 率	余 長
マンホール	分 散	延 長	オプトプーラ
スラック	<small>こう</small> 亘 長	管 路	損 失
$\mu g L W$	$2 \mu g L W$	$\frac{\mu g L}{W}$	$\frac{\mu g W}{L}$

(2) 次の文章は、線路配線方式と線路設計について述べたものである。□内の(オ)~(ク)に適したものを、下記のそれぞれの解答群から選び、その番号を記せ。(3点×4=12点)

( ) 光アクセス設備の配線方式について述べた次のA~Cの文章は、□(オ)。

- A ループ無逋減配線法は、光ファイバケーブルルート上の任意の地点で任意の光ファイバ心線を選択でき、需要への即応と柔軟な対応が可能であり、異なる経路への収容変更を容易に実現できるため回線分散が可能で、信頼性の高い配線方式である。
- B スター逋減配線法は、広い範囲に需要が散在しているが、比較的需要変動が小さく、安定しているエリアに適しており、効率的に設備を構築できるが、突発的な需要への対応や即応性が難しい配線方式である。
- C スター無逋減配線法は、既設管路に制約のあるルートで、需要密度が低いエリアに適しており、通信設備センタから配線エリアのき線点まで光ファイバ心線を無逋減とする方式であり、ループ無逋減配線法と比較して、心線管理が複雑な配線方式である。

〈(オ)の解答群〉

- |              |                |         |
|--------------|----------------|---------|
| Aのみ正しい       | Bのみ正しい         | Cのみ正しい  |
| A、Bが正しい      | A、Cが正しい        | B、Cが正しい |
| A、B、Cいずれも正しい | A、B、Cいずれも正しくない |         |

( ) メタリックケーブルによるアクセス設備の配線方式について述べた次のA~Cの文章は、□(カ)。

- A き線ケーブル配線法は、固定配線区画を設定して、需要数に見合う固定回線と固定配線区画相互間の融通性を高めるための共通線を設ける方式である。さらに、固定回線及び共通線でも収容しきれない局所的な需要変動に対応するため、共通予備線が設けられている。
- B 自由配線法は、CCPケーブルを用いた配線方式である。需要数の変動に対応するため、いくつかの端子<sup>かん</sup>相互でマルチプル回線や補助線を設けて心線選択の自由度を向上させている。
- C FD配線法は、配線点にFDキャビネットを設置し、需要に柔軟に対処できるように補助線及び連絡補助線が設けられ、効率的な運用及び保守作業の向上が図られている方式である。FDキャビネットでの接続にはマルチプルコネクタが用いられている。

〈(カ)の解答群〉

- |              |                |         |
|--------------|----------------|---------|
| Aのみ正しい       | Bのみ正しい         | Cのみ正しい  |
| A、Bが正しい      | A、Cが正しい        | B、Cが正しい |
| A、B、Cいずれも正しい | A、B、Cいずれも正しくない |         |

- ( ) 光ファイバケーブル種別と適用区間の関係について述べた次の文章のうち、正しいものは、 (キ)  である。

<(キ)の解答群>

丸形 S M 光ファイバケーブルは、一般に、とう道区間、管路区間及び架空引上げ区間に適用され、いずれの場合も、両端コネクタ付きケーブルが適用される。

自己支持形 S M 光ファイバケーブルにおいて、つり線部とケーブル部の間の首部に大きなスリットを入れて窓をあけたケーブルは、軽量化されているが、横風に弱く、ダンシング対策を要する架空区間には適用されない。

S M 光ファイバケーブルの H S タイプは、アルミラミネートテープを用いた外被構造を有しており、ダンシング対策を要する架空区間に適用される。

テープ心線を S Z 撚りの溝型スロットに収容した架空用光ファイバケーブルは、中間後分岐が可能のため、F T T H 網の架空区間の構築に適用される。

- ( ) 光ファイバケーブルの布設工事の設計などについて述べた次の文章のうち、誤っているものは、 (ク)  である。

<(ク)の解答群>

摩擦係数は、接触する物質の違いや物質表面の状態によって異なる。光ファイバケーブル布設張力計算に使用する管路とケーブル間の摩擦係数は、一般に、管路とワイヤ間の摩擦係数より大きい。

光ファイバケーブルの布設許容張力の計算は、一般に、ケーブル繰出し点側から直線部や屈曲部など、設備形態に合わせた張力計算を各区間ごとに行い、ケーブル牽引点で布設許容張力以下であれば布設可能と判断する。

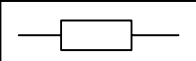



屈曲点における光ファイバケーブルの布設張力は、屈曲点直前の張力に張力増加率を乗じて算出する。張力増加率は、屈曲点前後の交角(rad)と光ファイバケーブルの重量で算出する。

光ファイバケーブルに曲げを与えると光ファイバに曲げひずみ加わり、場合によっては破断原因になり、光ファイバの寿命を短くするおそれがある。光ファイバケーブル布設時に許容される曲率半径は、一般に、布設後のケーブル固定時よりも大きい。



## 試験問題についての特記事項

- (1) 試験問題に記載されている製品名は、それぞれ各社の商標又は登録商標です。  
なお、試験問題では、® 及び TM を明記していません。
- (2) 問題文及び図中などで使用しているデータは、すべて架空のもです。
- (3) 試験問題、図中の抵抗器及びトランジスタの表記は、旧図記号を用いています。

新図記号	旧図記号	新図記号	旧図記号
			

- (4) 論理回路の記号は、MIL記号を用いています。
- (5) 試験問題では、常用漢字を使用することを基本としていますが、次の例に示す専門的用語などについては、常用漢字以外も用いています。  
[例] ・迂回(うかい) ・鍵(かぎ) ・筐体(きょうたい) ・桁(けた) ・躰(しつけ) ・充填(じゅうてん)  
・輻輳(ふくそう) ・燃り(より) ・漏洩(ろうえい) など
- (6) バイト(Byte)は、デジタル通信において情報の大きさを表すために使われる単位であり、一般に、2進数の8桁、8ビット(Bit)です。
- (7) 情報通信の分野では、8ビットを表すためにバイトではなくオクテットが使われますが、試験問題では、一般に、使われる頻度が高いバイトを用いています。
- (8) 法令に表記されている「メガオーム」は、「メガオーム」と同じ単位です。
- (9) 試験問題のうち、正誤を問う設問において、句読点の有無など日本語表記上若しくは日本語文法上の誤りだけで誤り文とするような出題はしてありません。