

6. (8 分) 电介质电气性能有哪些、表征电介质电气性能的主要参数有哪些？为什么电子位移极化与温度无关？画图说明随着温度升高，造成偶极子转向极化的变化规律的原因。画图说明随着温度升高，造成偶极性液体电介质的介质损耗因数变化规律的原因。
7. (7 分) 绝缘试验时，需要测量绝缘电阻、泄漏电流、介质损耗因数和交流耐压试验。你认为应该先做哪些试验，后做哪些试验？为什么？测量结果发现吸收比等于 1，你认为该设备绝缘可能存在什么问题？测量局部放电时，预加电压起什么作用？局部放电起始电压和熄灭电压哪一个更高？为什么？
8. (8 分) 为什么产生交流高电压常采用串级变压器，其缺点是什么？选择雷电冲击电压发生器的波前和波尾电阻时是否要考虑回路电感造成的影响，为什么？画图说明直流倍压电路的工作原理。
9. (15 分) 采用教材图 7-15 的电阻分压器（取 $n=1$ ）测量幅值为 1000kV 的无穷长直角波， $R_1=10\text{k}\Omega$ 、 $R_2=10\Omega$ 、 $R_3=40\Omega$ ，测量电缆 $Z=50\Omega$ ，电磁波传播时间 $\tau=1.5\mu\text{s}$ 。当 $R_4=50\Omega$ 和 $R_4=40\Omega$ 两种情况下，请分析测量电缆首端和末端发生的折反射情况，并画出电缆首端及末端电压随时间变化的波形和幅值（以冲击电压达到分压器顶端为 $t=0$ 时刻）。若被测冲击电压是幅值为 1000kV 的标准雷电冲击电压，请再分析测量电缆首端和末端发生的折反射情况，并分别画出 $R_4=50\Omega$ 和 $R_4=40\Omega$ 时，测量电缆首端和末端电压变化的示意图。
10. (12 分) 请画图说明如何测量土壤电阻率和固体电介质的体积电阻率，并给出两者电阻率相应的计算公式、说明公式中各个符号的含义。输电线路的耐雷水平、避雷器的保护水平的含义和单位分别是什么？常用的输变电设备绝缘水平有哪几种？其含义是什么？请写出两条能够降低输电线路雷击跳闸率的技术措施，并分析该措施降低雷击跳闸率的原因。雷击线路导致绝缘子闪络、线路跳闸后，是否还有雷电冲击波向变电站传播？为什么？

题号:

姓名: 张宋言

学号: 2019010966

班级: 电95



1. ①首条500kV出现在1981年,从平顶山姚孟电厂到武昌凤凰山变电站

②首条1000kV出现在2009年,从晋东南到荆门变电站

③因为 $P = \frac{U^2}{R}$, 即 $P \propto U^2$, U^2 的增长慢于 P 的增长.

④800kV单相变压器用在750kV等级,算是超高压.

⑤高电压高场强会带来绝缘、电晕损耗等问题.

使分子电离为电子和正

2. ①碰撞电离: 当带电质点动能达到或超过气体分子电离能时,若有气体分子发生碰撞,即可电离.

②平均自由行程: 众多质点自由行程(一个质点有两次碰撞间自由通过的距离)的平均值.

③电子碰撞电离系数: 一个电子沿电场方向行经1cm长度平均发生的碰撞电离次数.

④电子附着系数:

⑤二次电子崩: 新形成的光电子被主电子崩头部的正空间电荷所吸引,在受到畸变而又加强了电场中形成新电子崩.

⑥上行先导: 流注通道发展到足够长度后,较多电流到电极,流注根部温度升高出现热电离,这是上行先导.

⑦稍不均匀电场: 极不均匀电场: 定义电场不均匀系数 $\delta = E_{max}/E_{av}$, $\delta > 2$ 为极不均匀电场, $1 < \delta < 2$ 为稍不均匀电场.

⑧放电时发先是发生气体光致电离.

⑨稍不均匀电场: 平均击穿场强较高,相对来说放电时间短;而极不均匀电场则击穿场强低,放电时间长.

⑩气体液体绝缘是可以自恢复的,因为这两类介质中分子可流动.

电流热效应

3. ①伞裙可以遮断水幕,延长爬电距离.

②因为受潮后,污物中的电解质成分溶于水,形成导电水膜,产生泄漏电流,会产生局部电弧,因此污闪电压会低于湿闪电压.

③套管处滑闪是因为电场分布有垂直分量,频率上升后容抗减小,垂直电流分量加大,带电质点撞击电介质表面加剧,引起热电离,故起始电压就更低.

④ i) 增大固体介质厚度; ii) 减小表面电阻率 R_s .

⑤因为硅橡胶胶多含绝缘子表面有憎水性迁移,减缓了污层盐分的溶出.

4. ①电压等级为150kV, 68.8②绝缘子湿闪电压是101kV

③修正系数: i) 由环境温度和湿球温度得出绝对空气湿度 h ; ii) 由表得出 k 值; iii) 查出 U_{50} 和试品最短放电路径 L , 由 $g = \frac{U_{50}}{L \cdot k}$ 得 g ; iv) 由 g 查表得 m, w ; v) 计算 $K = g^m \cdot w$, 由 $U_0 = U_{50} / K$ 得出修正后的标准大气条件电压值.

④推荐用电容分压器测量,虽然两种变压器都可以测百伏交流电压,但电容分压器不引起相位误差.

⑤④电力电缆由电缆、外绝缘构成.

⑥采用三相变压器会造成容量浪费,所以采用单相变压器.

⑦内部绝缘用电容屏是因为它改善电场分布,提高击穿电压.

⑧积聚空间电荷会导致电场分布畸变.



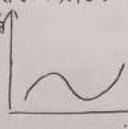
10 题号: 6、7、8、9、10
姓名: 张宋言
学号: 2019010966
班级: 电95

6. ① 电介质的电气性能有介电特性、电气绝缘特性、电气击穿特性、二次效应, 参数分别是相对介电常数, 电阻率或电导率, 击穿电压或电气强度, 损耗角正切。

② 因为温度不足引起质点内部电子能量状态的变化。

③

④ $\tan \delta$



温度低时电导损耗和极化损耗都小; 温度升高后, 偶极子转向容易, 极化损耗增加, 电导损耗几乎不变直到某一温度下 $\tan \delta$ 到最大, 继续升温, 分子热运动阻碍偶极子排列, 极化损耗减少, $\tan \delta$ 减小; 再升温, 电导损耗急剧增大, $\tan \delta$ 升高。

介电常数

7. ① 先做非破坏性实验 (绝缘电阻、泄漏电流、介电损耗因数), 后测耐压实验, 因为后者有破坏性, 会改变交流。

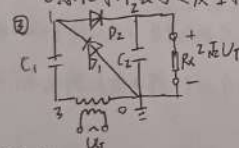
② 测量吸收比等于1说明设备基本绝缘能力。

③ 预加电压起到激活局部缺陷作用。④ 局部放电起始电压比熄灭电压大, 因为击穿后会空间电荷得到加强, 因此电压降低时仍能维持击穿状态。

明显

8. ① 因为单台变压器额定电压很少超过750kV, 所以为追求更高电压只能串接。缺点是级数增加, 利用率降低。

② 滤波前电阻器考虑, 滤波后电阻不用考虑, 因为波前电阻小, 阻尼不够, 容易和电感发生振荡; 滤波后电阻大, 电感几乎不会与之发生振荡。



原理: i) 当端点3相对于0为负电压时, D_1 正向导通, C_1 充电, 之后1对3有 U_m 电压。
ii) 1对0为正时, D_1 截止, 1对2为正时 D_2 导通, 充电后3对有 U_m 电压, 则又3对有 U_m 电压, 所以1对地有 $2U_m$ 电压。
iii) D_2 导通, C_2 充上 $2U_m$ 电压。

角波

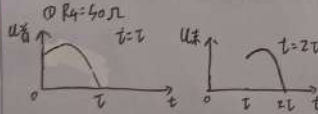
9. ① $R_4=50\Omega$ 时, 首末端都实现了阻抗匹配, 不发生反射。

折射系数都是 $\alpha=1$

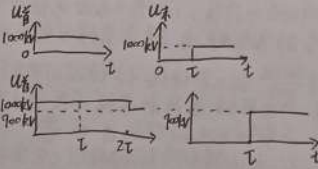
② $R_4=50\Omega$ 时, 首端 $\alpha=1$, $\beta=0$, 末端 $\alpha=\frac{2 \times 40}{50+40}=0.8$,

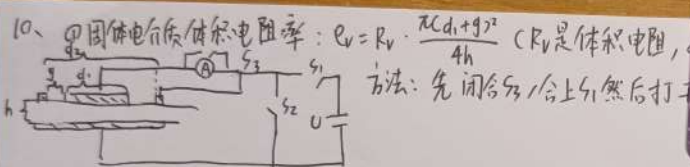
$\beta=\frac{40-50}{50+40}=-0.1$

标准雷电冲击电压 (1.2/50 μs)



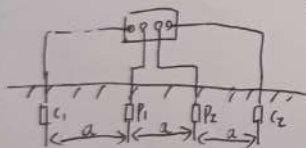
② $R_4=40\Omega$





方法: 先闭合 S_2 , 合上 S_1 然后打表

② 土壤电阻率: $\rho = \frac{U_{P_1 P_2}}{I_{\text{试验}}} \cdot \pi a R$ (a 为电流极与电位极间距)



方法: 四个测量电极位于同一深度等间距的一条直线上, 由试验电流和 P_1, P_2 间电位差得到 R

③ 耐雷水平是指线路受雷击时所能耐受的不致引起绝缘闪络的最大电流幅值 (kA)

避雷器保护水平指避雷器在标称电流下的残压 (kV).

④ 常用输变电设备绝缘水平有

⑤ 降低雷击跳闸率方法有:

⑥ 不会, 因为过电压波能量因为闪络流入了大地.

