

問1 直流回路において、コンデンサーが十分に充電された定常状態における物理的な振る舞いとして最も適切なものはどれか。

(2021年 全国公立入試 類似)

- | | | | |
|---------------------------|---------------------------|---------------------------|-------------------------------------|
| 1. コンデンサーの両端の電位差は常に0 Vになる | 2. コンデンサーは回路に対して抵抗として振る舞う | 3. コンデンサーを含む枝には定常的な電流が流れる | 4. コンデンサーの両端の電位差は並列接続された素子の電圧と等しくなる |
|---------------------------|---------------------------|---------------------------|-------------------------------------|

問2 発電所から電力を送る際、送電線における電力損失を低減させるための最も適切な方法はどれか。 (2016年 全国公立入試 類似)

- | | | | |
|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| 1. 送電線の抵抗を大きくし、電圧を低くして送電する | 2. 送電線の抵抗を小さくし、電圧を高くして送電する | 3. 送電線の抵抗を大きくし、電圧を高くして送電する | 4. 送電線の抵抗を小さくし、電圧を低くして送電する |
|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|

問3 2進数の1桁の足し算において、入力Aと入力Bのいずれか一方が1のときのみ出力Yが1となり、両方が1のときや両方が0のときには0となる論理演算を実現するために必要な回路の組み合わせはどれか。 (2006年 全国公立入試 類似)

- | | | | |
|---------------------|------------------|----------------------|---------------------|
| 1. AND回路とOR回路の組み合わせ | 2. XOR回路（排他的論理和） | 3. NOT回路とAND回路の組み合わせ | 4. OR回路とNOT回路の組み合わせ |
|---------------------|------------------|----------------------|---------------------|

問4 交流電源にコイルとコンデンサーを直列に接続した回路において、角周波数を変化させたとき、回路のインピーダンスが最小となり電流が最大となる現象の説明として最も適切なものはどれか。 (2026年 全国公立入試 類似)

- | | | | |
|--|---|---|---|
| 1. 誘導リアクタンスと容量リアクタンスが等しくなり、互いに打ち消し合う共振状態である。 | 2. コイルの誘導リアクタンスがゼロとなり、回路全体が抵抗器のみの回路として振る舞う。 | 3. コンデンサーの容量リアクタンスが無限大となり、回路に流れる電流が遮断される。 | 4. 交流電源の電圧がゼロとなり、回路内のエネルギー消費が最小限に抑えられる。 |
|--|---|---|---|

問5 電圧V0が一定に保たれた平行板コンデンサーの極板間に、比誘電率が4の誘電体を隙間なく挿入した。このとき、コンデンサーに蓄えられる静電エネルギーは挿入前の何倍になるか。 (2016年 全国公立入試 類似)

- | | | | |
|---------|---------|-------|-------|
| 1. 1/4倍 | 2. 1/2倍 | 3. 2倍 | 4. 4倍 |
|---------|---------|-------|-------|

問6 同じ材質でできた、長さが等しく断面積の異なる2本のニクロム線A、Bがある。Aの断面積はBの2倍である。これら2本のニクロム線を並列につなぎ、一定の電圧を加えた。このとき、ニクロム線Aで消費される消費電力は、ニクロム線Bで消費される消費電力の何倍になるか。 (2021年 全国公立入試 類似)

- | | | | |
|---------|-------|-------|-------|
| 1. 0.5倍 | 2. 1倍 | 3. 2倍 | 4. 4倍 |
|---------|-------|-------|-------|

問7 一次コイルの巻数が1000回、二次コイルの巻数が100回である変圧器がある。一次コイルに100ボルトの交流電圧を加えたとき、二次コイルに発生する電圧は何ボルトか。 (2016年 全国公立入試 類似)

- | | | | |
|---------|----------|------------|-------------|
| 1. 1ボルト | 2. 10ボルト | 3. 1000ボルト | 4. 10000ボルト |
|---------|----------|------------|-------------|

問8 負に帯電したストローを、導体である金属片に近づけた際に生じる力学的相互作用について正しい説明はどれか。 (2011年 全国公立入試 類似)

- | | | | |
|---|---|---|---|
| 1. 金属片内部の自由電子が遠ざかることで、金属片のストローに近い側が正に帯電し、ストローとの間に引力が働く。 | 2. 金属片内部の自由電子がストローに引き寄せられることで、金属片のストローに近い側が負に帯電し、ストローとの間に引力が働く。 | 3. 金属片全体が負に帯電するため、ストローとの間には常に斥力が働き、金属片はストローから遠ざかる方向に動く。 | 4. 金属片内部の電荷は再配置されるが、全体としては中性であるため、ストローとの間には静電気力は一切働かない。 |
|---|---|---|---|

問9 磁場中を運動する導体棒において、内部の自由電子が受けるローレンツ力と、それによって生じる誘導起電力の発生原理に関する記述として最も適切なものはどれか。 (2021年 全国公立入試 類似)

- | | | | |
|--|-------------------------------|--|--|
| 1. 自由電子が受けるローレンツ力の向きは、フレミングの左手の法則により決定される。 | 2. 誘導起電力の大きさは、導体棒の移動速度に反比例する。 | 3. 導体棒の両端に生じる電位差は、磁場が時間的に変化しない限り発生しない。 | 4. 自由電子が受けるローレンツ力は、導体棒の運動方向と磁場の向きの両方に平行な向きに働く。 |
|--|-------------------------------|--|--|

答え合わせ・解説 No.9

問1	答え 4 コンデンサーの両端の電位差は並列接続された素子の電圧と等しくなる	直流回路においてコンデンサーが十分に充電されると、回路内の電位差が平衡状態に達し、コンデンサーへの電荷の流入が止まる。この定常状態ではコンデンサーは電流を遮断する役割を果たすため、コンデンサーの両端の電位差は、回路の接続状況に応じて並列に接続された抵抗などの素子にかかる電圧と等しくなる。この電圧を用いて蓄電量を計算する。
問2	答え 2 送電線の抵抗を小さくし、電圧を高くして送電する	送電線での電力損失は、流れる電流の二乗と送電線の抵抗の積 (I^2R) で表される。送電する電力が一定である場合、電圧を高くすれば電流を小さくできるため、電力損失を大幅に抑えることが可能となる。また、送電線自体の抵抗を小さくすることも損失低減に寄与する。したがって、高電圧で送電し、抵抗の小さい導線を用いることが効率的な送電の基本である。
問3	答え 2 XOR回路 (排他的論理和)	2進数の加算における下位の桁 (和) は、入力Aと入力Bが異なる場合に1を出力し、同じ場合に0を出力する排他的論理和 (XOR) の演算結果と一致します。これは単一の論理ゲートとしてXOR回路で表現されます。AND回路やOR回路を単独で用いてもこの演算は実現できず、複数のゲートを適切に組み合わせる必要があります。
問4	答え 1 誘導リアクタンスと容量リアクタンスが等しくなり、互いに打ち消し合う共振状態である。	交流回路において、コイルの誘導リアクタンスは角周波数に比例し、コンデンサーの容量リアクタンスは角周波数に反比例する。これらを直列に接続した場合、合成インピーダンスは抵抗成分とリアクタンス成分の差の二乗和の平方根で表される。リアクタンス成分が互いに打ち消し合ってゼロになる共振周波数において、インピーダンスは抵抗器の抵抗値のみとなり最小値をとるため、回路を流れる電流は最大となる。
問5	答え 4 4倍	コンデンサーに蓄えられる静電エネルギーUは、電気容量をC、電圧をVとすると $U = 1/2 * C * V^2$ で与えられる。電圧Vが一定の条件下で誘電体を挿入すると、電気容量Cは比誘電率倍 (本問では4倍) に増加する。したがって、静電エネルギーUも電気容量に比例して4倍に増加する。
問6	答え 3 2倍	二クロム線の抵抗値は断面積に反比例するため、断面積が2倍のAの抵抗値はBの0.5倍となる。並列接続では両者に加わる電圧が等しい。消費電力は電圧の二乗を抵抗値で割ることで求められるため、電圧が等しいとき消費電力は抵抗値に反比例する。したがって、抵抗値が0.5倍のAの消費電力は、Bの2倍となる。
問7	答え 2 10ボルト	変圧器の電圧比は巻数比に等しいため、二次コイルの電圧V2は、一次コイルの電圧V1に $(N2/N1)$ を乗じることで求められます。本問では $V2 = 100\text{ボルト} \times (100\text{回}/1000\text{回}) = 10\text{ボルト}$ となります。巻数比を逆にして計算したり、二乗したりしないよう注意が必要です。
問8	答え 1 金属片内部の自由電子が遠ざかることで、金属片のストローに近い側が正に帯電し、ストローとの間に引力が働く。	静電誘導により、導体内部の自由電子は負の電荷から斥力を受けて移動する。これにより、物体に近い側には正の電荷が誘起され、負に帯電した物体との間で引力が生じる。この現象は、物体が導体である場合に顕著であり、電荷の分布が変化することで物体間に静電気が働くという物理法則に基づいている。
問9	答え 1 自由電子が受けるローレンツ力の向きは、フレミングの左手の法則により決定される。	磁場中を運動する導体内の自由電子は、ローレンツ力を受けて移動し、導体棒の両端に電荷の偏りが生じることで誘導起電力が発生します。このとき、負の電荷を持つ電子が受ける力の向きは、フレミングの左手の法則で示される電流の向きとは逆になりますが、力の向きそのものはこの法則を用いて特定されます。