

問1 正電荷を持つ粒子が、一様な磁場中を速度 v で通過し、ある距離 L を移動した後に再び同じ速度 v で元の直線から逸れて進む状況において、この粒子の軌道を曲げている力の性質として正しいものはどれか。（2016年 全国公立入試 類似）

- | | | | |
|--|--|-------------------------------------|-------------------------------------|
| 1. 電場による力は粒子の速度に対して常に垂直に働くため、速さは変化しない。 | 2. ローレンツ力は粒子の速度に対して常に垂直に働くため、速さは変化しない。 | 3. ローレンツ力は粒子の速度に対して平行に働くため、速さは増加する。 | 4. 電場による力は粒子の速度に対して平行に働くため、速さは減少する。 |
|--|--|-------------------------------------|-------------------------------------|

問2 一次コイルの巻き数が1000回である変圧器において、一次コイルに100ボルトの電圧を加えたとき、二次コイルの電圧が8.0ボルトとなった。この変圧器の二次コイルの巻き数は何回か。（2021年 全国公立入試 類似）

- | | | | |
|-------|---------|--------|---------|
| 1. 8回 | 2. 125回 | 3. 80回 | 4. 800回 |
|-------|---------|--------|---------|

問3 直列接続されたコンデンサー回路において、各コンデンサーにかかる電圧の分配に関する記述として最も適切なものはどれか。（2004年 全国公立入試 類似）

- | | | | |
|------------------------------------|-----------------------------------|--------------------------------------|------------------------------------|
| 1. 各コンデンサーにかかる電圧は、その容量に反比例して分配される。 | 2. 各コンデンサーにかかる電圧は、その容量に比例して分配される。 | 3. 各コンデンサーにかかる電圧は、常に電源電圧の半分ずつに分配される。 | 4. 各コンデンサーにかかる電圧は、接続順序によってのみ決定される。 |
|------------------------------------|-----------------------------------|--------------------------------------|------------------------------------|

問4 電磁波の分類と利用に関する説明として、物理学的な観点から正しいものはどれか。（2021年 全国公立入試 類似）

- | | | | |
|--|--|---|---|
| 1. ガンマ線は放射性崩壊に伴って放出されるが、そのエネルギーは電波のエネルギーよりも低い。 | 2. 電波は電磁波の中で最も波長が短いため、回折現象を利用した通信には適していない。 | 3. 赤外線は可視光線よりも周波数が高いため、物体に照射すると強い殺菌作用を示す。 | 4. 電磁波のエネルギーは周波数に比例するため、周波数が高いほど物質に対する透過力や破壊力が大きくなる傾向がある。 |
|--|--|---|---|

問5 電熱線において発生するジュール熱の性質に関する記述として、最も適切なものはどれか。（2026年 全国公立入試 類似）

- | | | | |
|---|----------------------------------|---|---------------------------------|
| 1. 電圧を一定に保つ場合、抵抗値が小さいほど単位時間あたりの発熱量は小さくなる。 | 2. 抵抗値を2倍にすると、単位時間あたりの発熱量は2倍になる。 | 3. 電流を一定に保つ場合、抵抗値が大きいほど単位時間あたりの発熱量は小さくなる。 | 4. 電圧を2倍にすると、単位時間あたりの発熱量は4倍になる。 |
|---|----------------------------------|---|---------------------------------|

問6 1831年に磁界の変化が導体に電流を生じさせる現象である電磁誘導の法則を発見し、現代の発電技術の基礎を築いた物理学者は誰か。（2004年 全国公立入試 類似）

- | | | | |
|---------|--------|----------|----------|
| 1. エジソン | 2. オーム | 3. ファラデー | 4. ニュートン |
|---------|--------|----------|----------|

問7 極板の間隔が d である平行板コンデンサーの内部に、厚さ d の金属板を挿入した状態を考える。このとき、金属板内部における電位分布の特徴として最も適切なものを次から選べ。（2005年 全国公立入試 類似）

- | | | | |
|--------------------------------|-------------------------------|------------------------------|-------------------------------|
| 1. 金属板内部の電位は、極板間の位置に関わらず一定である。 | 2. 金属板内部の電位は、極板間の距離に比例して変化する。 | 3. 金属板内部の電位は、金属板の移動とともに変化する。 | 4. 金属板内部の電位は、極板の電位差の半分で一定となる。 |
|--------------------------------|-------------------------------|------------------------------|-------------------------------|

問8 真空中に置かれた、符号が逆で大きさが等しい二つの点電荷が作る電位の分布に関する記述として、最も適切なものはどれか。（2024年 全国公立入試 類似）

- | | | | |
|--------------------------------|--|---------------------------------------|--|
| 1. 二つの電荷を結ぶ線分の中点において、電位は最大となる。 | 2. 二つの電荷を結ぶ線分の中点を通る垂直二等分面上では、電位は常にゼロである。 | 3. 等電位線は、二つの電荷をそれぞれ独立して囲む閉曲線のみで構成される。 | 4. 二つの電荷から十分に離れた場所では、電位は距離の二乗に反比例して減少する。 |
|--------------------------------|--|---------------------------------------|--|

問9 電気容量が2.0 mFのコンデンサーに10 Vの電圧を印加したとき、蓄えられる静電エネルギーは何Jか。（2018年 全国公立入試 類似）

- | | | | |
|-----------|----------|-----------|----------|
| 1. 0.01 J | 2. 0.1 J | 3. 0.02 J | 4. 0.2 J |
|-----------|----------|-----------|----------|

問10 磁束密度 B の磁場中において、長さ L の導体棒が磁場と垂直な方向に速さ v で運動しているとき、導体棒の両端に生じる誘導起電力の大きさとして正しいものはどれか。（2021年 全国公立入試 類似）

- | | | | |
|----------|-----------|-----------|-----------|
| 1. vBL | 2. vB/L | 3. vL/B | 4. BL/v |
|----------|-----------|-----------|-----------|

答え合わせ・解説 No.6

問1	答え 2 ローレンツ力は粒子の速度に対して常に垂直に働くため、速さは変化しない。	磁場中を運動する荷電粒子が受けるローレンツ力は、速度ベクトルと磁場ベクトルの外積で表され、常に速度ベクトルと垂直です。仕事の定義（力と移動距離の積）において、力が移動方向と垂直である場合、その力は粒子に対して仕事をしません。その結果、粒子の運動エネルギーは変化せず、速さは一定に保たれます。一方、電場による力は電場の向きに沿って働くため、粒子の速さを変化させます。
問2	答え 3 80回	変圧器の電圧比は巻き数比に等しいため、 $V_1/V_2 = N_1/N_2$ が成り立つ。 $100/8.0 = 1000/N_2$ という式を立てると、 $12.5 = 1000/N_2$ となる。これを解くと $N_2 = 1000 / 12.5 = 80$ となり、二次コイルの巻き数は80回と求められる。
問3	答え 1 各コンデンサーにかかる電圧は、その容量に反比例して分配される。	直列回路では、各コンデンサーに蓄えられる電荷量が等しくなるという性質がある。電荷量Q、容量C、電圧Vの関係は $Q=CV$ であるため、Qが一定であれば電圧Vは容量Cの逆数に比例する。したがって、容量が大きいコンデンサーほど電圧降下は小さく、容量が小さいコンデンサーほど電圧降下は大きくなる。
問4	答え 4 電磁波のエネルギーは周波数に比例するため、周波数が高いほど物質に対する透過力や破壊力が大きくなる傾向がある。	電磁波のエネルギーEは、プランク定数をh、周波数をfとすると $E=hf$ で表される。したがって、周波数が高いほどエネルギーは大きくなる。このため、ガンマ線のような高周波の電磁波は高い透過力や破壊力を持ち、医療治療に利用される。一方、電波は周波数が低くエネルギーが小さいため、通信に適している。
問5	答え 4 電圧を2倍にすると、単位時間あたりの発熱量は4倍になる。	単位時間あたりの発熱量（電力）は $P = V^2 / R$ で表される。電圧Vが2倍になると、 V^2 は4倍になるため、電力も4倍となる。一方、抵抗Rが大きくなると、電圧一定の条件下では分母が大きくなるため電力は小さくなる。したがって、抵抗値と発熱量は反比例の関係にある。
問6	答え 3 ファラデー	マイケル・ファラデーは、コイルの中の磁界を変化させると誘導電流が発生することを見出し、電磁誘導の法則を確立しました。この発見は、力学的エネルギーを電気エネルギーに変換する発電機の原理となり、現代社会を支える電力供給システムの礎となりました。オームは電流・電圧・抵抗の関係を、エジソンは白熱電球の実用化を、ニュートンは力学の基本法則をそれぞれ提唱した人物です。
問7	答え 1 金属板内部の電位は、極板間の位置に関わらず一定である。	静電平衡状態にある導体内部では電場が0となる。電場Eと電位Vの関係は $E = -dV/dx$ で表されるため、電場が0である領域では電位の変化率も0となり、電位は一定の値をとる。金属板を移動させると電場が存在する領域の幅は変化するが、金属板内部の電位が一定であるという性質は変わらない。
問8	答え 2 二つの電荷を結ぶ線分の中点を通る垂直二等分面上では、電位は常にゼロである。	点電荷による電位Vは、電荷量q、距離r、クーロンの法則の比例定数kを用いて $V = kq/r$ と表される。符号が逆で大きさが等しい二つの点電荷の場合、それぞれの電位の和が全電位となる。二つの電荷から等距離にある垂直二等分面上では、正電荷による正の電位と負電荷による負の電位が打ち消し合い、常に電位はゼロとなる。この面は等電位面であり、その断面は等電位線として描かれる。
問9	答え 2 0.1 J	静電エネルギーの公式 $U = (1/2)CV^2$ に数値を代入して計算する。 $C = 2.0 \times 10^{-3} \text{ F}$ 、 $V = 10\text{V}$ であるから、 $U = (1/2) \times (2.0 \times 10^{-3}) \times (10)^2 = 1.0 \times 10^{-3} \times 100 = 0.1 \text{ J}$ となる。単位の換算に注意し、ミリファラドをファラドに直してから計算を行う必要がある。
問10	答え 1 vBL	磁場中を運動する導体内の自由電子は、ローレンツ力により一方の端に押し付けられ、導体棒の両端に電位差が生じます。この誘導起電力Vは、磁束密度B、導体棒の長さL、速さvの積である $V=vBL$ で表されます。これは、導体棒が単位時間あたりに掃引する面積と磁束の変化率から導かれます。

高校物理プリント（過去問類似）

電磁気 No.7

名前

得点

/9

問1 電圧と電流の関係を示すグラフにおいて、電圧1.0 Vのときに電流が0.25 A流れる導体がある。この導体の電気抵抗は何オームか。 (2022年 全国公立入試 類似)

1. 0.25 オーム 2. 0.5 オーム 3. 4.0 オーム 4. 16.0 オーム

問2 長さ 1.0 m あたりの抵抗が 10 オームである一様なニクロム線（全長 1.0 m）と、20 オームの固定抵抗器を直列に接続し、全体に 12 V の直流電圧をかけた。ニクロム線の端から長さ L (m) の区間を抵抗の無視できる導線で短絡させたとき、回路を流れる電流 I (A) と L (m) の関係を表す式として正しいものはどれか。ただし、 $0 \leq L \leq 1.0$ とする。 (2012年 全国公立入試 類似)

1. $I = 12 / (20 - 10L)$ 2. $I = 12 / (20 + 10L)$ 3. $I = 12 / (30 - L)$ 4. $I = 12 / (30 - 10L)$

問3 紙面に垂直で表から裏に向かう一様な磁場中を、速さvで運動する質量m、電荷qの荷電粒子が受けるローレンツ力によって円運動をする際、その回転半径rを表す式として正しいものはどれか。 (2023年 全国公立入試 類似)

1. $r = qB / (mv)$ 2. $r = mv / (qB)$ 3. $r = mv^2 / (qB)$ 4. $r = qBv / m$

問4 中心を固定した長さLの絶縁体の棒の両端に、電気量+qおよび-qが配置されている。棒の回転軸から距離dのy軸上に正の電荷Qを置いたとき、棒の両端にはたらく静電気力の合力の向きと回転について、物理的に正しい説明はどれか。 (2021年 全国公立入試 類似)

1. 小球の電荷Qが大きくなると、棒にはたらく静電気力の合力は大きくなり、回転の角加速度が増大する。
2. 小球の電荷Qが負の電荷に変化しても、棒にはたらく静電気力の合力の向きは変わらない。
3. 小球をy軸上で回転軸から遠ざけると、棒にはたらく静電気力は距離の2乗に比例して増大する。
4. 棒の回転は、小球の電荷Qが作る電場が棒の両端で等しくなる位置で安定する。

問5 真空中で電子線が直進している空間において、上側にプラス、下側にマイナスに帯電した電極を配置し、電場を形成した。このとき、負の電荷を持つ電子が受ける力と、電子線の軌跡の偏向として最も適切なものはどれか。 (2006年 全国公立入試 類似)

1. 電子は上向きの力を受け、電子線は上に曲がる 2. 電子は右向きの力を受け、電子線は右に曲がる
3. 電子は下向きの力を受け、電子線は下に曲がる 4. 電子は力を受けず、電子線は変化しない

問6 電磁誘導において、レンツの法則が成立する物理的な背景として最も適切なものはどれか。 (2022年 全国公立入試 類似)

1. 磁束の変化を強める向きに電流が流れると、外部からの仕事が必要になり永久機関が実現するため。
2. 誘導電流の大きさが磁束の変化量にのみ依存し、磁石の移動方向には依存しないため。
3. コイルを構成する原子の電子が、磁場に対して常に反磁性を示す性質を持つため。
4. エネルギー保存の法則が成り立ち、磁束の変化を妨げる向きに誘導電流が流れる必要があるため。

問7 コンピュータを構成する五つの機能のうち、キーボードやマウスのように外部からデータや命令を取り込む役割を担う装置はどれか。 (2005年 全国公立入試 類似)

1. 記憶装置 2. 入力装置 3. 演算装置 4. 出力装置

問8 導体棒が磁場中を運動する際に誘導起電力が発生する物理的な理由として、最も適切なものはどれか。 (2025年 全国公立入試 類似)

1. 導体棒内の自由電子が磁場からローレンツ力を受けて移動するため
2. 導体棒の運動により磁束密度が時間的に変化するため
3. 導体棒とレールの摩擦によって静電気が発生するため
4. 導体棒が磁場を横切ることによって磁場そのものが消滅するため

問9 起電力12 Vの電池、抵抗値4.0 Ω の抵抗、およびコンデンサーが直列に接続された回路がある。スイッチを閉じた直後に回路を流れる電流の大きさとして正しいものはどれか。 (2021年 全国公立入試 類似)

1. 0 A 2. 4.0 A 3. 3.0 A 4. 12 A

答え合わせ・解説 No.7

問1	答え 3 4.0 オーム	オームの法則 $R = V / I$ を用いて計算する。与えられた値は電圧 $V = 1.0 \text{ V}$ 、電流 $I = 0.25 \text{ A}$ である。これらを式に代入すると、 $R = 1.0 / 0.25 = 4.0$ となる。したがって、この導体の電気抵抗は4.0オームである。
問2	答え 4 $I = 12 / (30 - 10L)$	ニクロム線のうち長さ L の区間が短絡されると、その部分の抵抗は無視できる。残されたニクロム線の長さは $1.0 - L$ となり、その抵抗値は $10 * (1.0 - L)$ オームとなる。これに 20 オームの固定抵抗器が直列に接続されているため、回路全体の合成抵抗は $20 + 10 * (1.0 - L) = 30 - 10L$ オームとなる。オームの法則 $V = R * I$ より、電流 I は $12 / (30 - 10L)$ と表される。
問3	答え 2 $r = mv / (qB)$	磁場 B 中を速さ v で運動する荷電粒子が受けるローレンツ力の大きさは $F = qvB$ である。この力が向心力として働き、質量 m の粒子が半径 r で円運動する場合、運動方程式は $mv^2 / r = qvB$ となる。これを r について解くと、 $r = mv / (qB)$ が得られる。回転半径は粒子の質量に比例し、磁束密度と電荷の大きさに反比例する。
問4	答え 1 小球の電荷 Q が大きくなると、棒にはたらく静電気力の合力は大きくなり、回転の角加速度が増大する。	静電気力 F は $F = kQq / r^2$ で表され、小球の電荷 Q に比例する。 Q が大きくなれば棒の両端にはたらく力も増大し、回転軸周りの力のモーメントも大きくなるため、回転の角加速度が増大する。他の選択肢については、電荷の符号変化は力の向きを反転させ、静電気力は距離の2乗に反比例して減少するため、誤りである。
問5	答え 3 電子は下向きの力を受け、電子線は下に曲がる	電場はプラス極からマイナス極へ向かう向きに生じるため、上側にプラス、下側にマイナスの電極がある場合、電場は下向きとなる。電子は負の電荷を持つため、電場とは逆向き、すなわち上向きの力を受けると考えがちだが、電場と逆向きの力を受けるため、実際には下向きの力を受ける。したがって、電子線は下方向に偏向する。
問6	答え 4 エネルギー保存の法則が成り立ち、磁束の変化を妨げる向きに誘導電流が流れる必要があるため。	もしレンツの法則に反して磁束の変化を強める向きに誘導電流が流れると、磁石を動かすほどに磁場が強まり、系全体のエネルギーが増大し続けることになります。これはエネルギー保存の法則に矛盾します。実際には、誘導電流による磁場が磁石の運動を妨げるため、磁石を動かすために外部から仕事をする必要があり、その仕事は電気エネルギーとして取り出されています。
問7	答え 2 入力装置	コンピュータの五大機能において、入力装置は外部からの情報をシステム内に取り込む役割を果たします。これに対し、記憶装置はデータを保持し、演算装置は計算や論理処理を行い、出力装置は処理結果を外部へ提示します。これら物理的な装置の総称がハードウェアであり、命令手順を記述したソフトウェアとは明確に区別されます。
問8	答え 1 導体棒内の自由電子が磁場からローレンツ力を受けて移動するため	磁場中を運動する導体棒内の自由電子は、磁場からローレンツ力を受ける。この力によって電子が導体棒の一端に偏って集まるため、導体棒の両端に電位差が生じる。これが誘導起電力の発生原理である。磁束密度の時間変化による誘導起電力とは異なり、導体棒の運動によるローレンツ力が直接的な原因となっている。
問9	答え 3 3.0 A	スイッチを閉じた直後のコンデンサーは電位差がゼロの導線として振る舞うため、回路全体の抵抗は抵抗器の 4.0Ω のみとなります。オームの法則 ($I = V / R$) に基づき、電流 I は $12 \text{ V} / 4.0 \Omega = 3.0 \text{ A}$ と計算されます。コンデンサーの抵抗を無限大と誤認すると 0 A という誤答を導くため注意が必要です。

問1 ファラデーの電磁誘導の法則に関する記述として、物理学的に正しいものはどれか。（2007年 全国公立入試 類似）

- | | | | |
|---|--|--|--|
| 1. コイルを貫く磁束が一定であれば、コイルの抵抗値に関わらず常に一定の誘導起電力が発生する。 | 2. コイルを貫く磁束が時間的に変化していても、磁石の移動速度が一定であれば誘導起電力は発生しない。 | 3. 誘導起電力の大きさは、コイルの巻き数には依存せず、磁石の磁力の強さのみによって決定される。 | 4. コイルを貫く磁束の時間的な変化率が大きいほど、発生する誘導起電力の大きさは大きくなる。 |
|---|--|--|--|

問2 点電荷が作る電場に関する記述として、物理学の法則に基づいた最も適切なものはどれか。（2019年 全国公立入試 類似）

- | | | | |
|--|----------------------------------|---------------------------------|-----------------------------------|
| 1. 電場は重ね合わせの原理に従い、複数の点電荷による電場はベクトル和として求められる。 | 2. 点電荷から離れるほど電場の強さは距離に比例して大きくなる。 | 3. 電場が0となる地点では、必ず電荷の符号が正と負で等しい。 | 4. 点電荷の周囲の電場は、電荷の大きさに関わらず常に一定である。 |
|--|----------------------------------|---------------------------------|-----------------------------------|

問3 電磁誘導によって導体内部に誘導電流が発生するための条件として、最も適切なものはどれか。（2016年 全国公立入試 類似）

- | | | | |
|------------------------------|-------------------------|---------------------------|-------------------------|
| 1. 導体内部の磁束密度が一定で、導体が静止していること | 2. 導体内部を貫く磁束が時間的に変化すること | 3. 導体が絶縁体であり、周囲の磁場が変化すること | 4. 導体内部に常に一定の電流が流れていること |
|------------------------------|-------------------------|---------------------------|-------------------------|

問4 同じ材質でできた2本の同じ抵抗を並列に接続すると、全体の合成抵抗は1本のときの半分になる。この理由を説明するモデルとして最も適切なものを、次のうちから一つ選べ。（2008年 全国公立入試 類似）

- | | | | |
|---|---|---|--|
| 1. 抵抗を並列に接続すると、各抵抗に流れる電流が減少し、ジュール熱の発生が抑えられるため抵抗が減少する。 | 2. 抵抗を並列に接続することは、抵抗器の長さを2倍にすることに相当し、電流の通り道が長くなるため抵抗が減少する。 | 3. 抵抗を並列に接続することは、抵抗器の断面積を2倍にすることに相当し、電流の通り道が広がるため抵抗が減少する。 | 4. 抵抗を並列に接続すると、回路全体の電圧が2倍になり、オームの法則により抵抗が減少する。 |
|---|---|---|--|

問5 磁束密度 B の磁場中で、長さ l の導体棒を一定の速度 v で動かすとき、コイルを含む回路に流れる電流が時間とともに増加する状況において、導体棒を一定速度で動かし続けるために必要な外力 F の時間変化として最も適切なものはどれか。（2025年 全国公立入試 類似）

- | | | | |
|-------------------------|-----------------------|------------------------|-----------------------|
| 1. 外力 F は一度増加したのち減少する | 2. 外力 F は時間とともに減少する | 3. 外力 F は時間によらず一定である | 4. 外力 F は時間とともに増加する |
|-------------------------|-----------------------|------------------------|-----------------------|

問6 同一の特性を持つ2つの白熱電球を直列に接続し、全体に100ボルトの電圧を印加した。このとき、各電球にかかる電圧と消費電力の考え方として最も適切なものはどれか。（2011年 全国公立入試 類似）

- | | | | |
|---|--|---|--|
| 1. 各電球には100ボルトの電圧が印加され、直列接続であっても個々の電球の消費電力は単体使用時と変わらない。 | 2. 各電球には50ボルトの電圧が印加され、非オーム抵抗であるため電流と電圧の関係から個別に消費電力を求める必要がある。 | 3. 白熱電球はオームの法則に従うため、全体の抵抗を2倍として計算し、各電球の消費電力は電源電圧の2乗を抵抗値で割ることで求められる。 | 4. 直列接続では電流が一定であるため、各電球の消費電力は電源電圧の半分を電流値で割ることで算出される。 |
|---|--|---|--|

問7 直流電源 V 、抵抗 R 、コンデンサー C を直列に接続した回路において、スイッチを入れた直後の電流 I の大きさとして正しいものはどれか。（2018年 全国公立入試 類似）

- | | | | |
|----------|----------|------|----------|
| 1. V/R | 2. V/C | 3. 0 | 4. RCV |
|----------|----------|------|----------|

問8 真空中で電子線が直進している空間において、上側にプラス、下側にマイナスに帯電した電極を配置し、電場を形成した。このとき、負の電荷を持つ電子が受ける力と、電子線の軌跡の偏向として最も適切なものはどれか。（2006年 全国公立入試 類似）

- | | | | |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|-----------------------|
| 1. 電子は上向きの力を受け、電子線は上に曲がる | 2. 電子は右向きの力を受け、電子線は右に曲がる | 3. 電子は下向きの力を受け、電子線は下に曲がる | 4. 電子は力を受けず、電子線は変化しない |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|-----------------------|

問9 電流が流れる抵抗において発生する単位時間あたりの熱量であるジュール熱について、その性質に関する記述として最も適切なものはどれか。（2005年 全国公立入試 類似）

- | | | | |
|----------------------------------|-------------------------------|----------------------------------|-------------------------------|
| 1. 抵抗値が一定のとき、発生する熱量は電流の大きさに比例する。 | 2. 電流が一定のとき、発生する熱量は抵抗値に反比例する。 | 3. 抵抗値が一定のとき、発生する熱量は電圧の二乗に反比例する。 | 4. 電圧が一定のとき、発生する熱量は抵抗値に反比例する。 |
|----------------------------------|-------------------------------|----------------------------------|-------------------------------|

答え合わせ・解説 No.8

問1	答え 4 コイルを貫く磁束の時間的な変化率が大きいほど、発生する誘導起電力の大きさは大きくなる。	ファラデーの電磁誘導の法則では、誘導起電力の大きさはコイルを貫く磁束の時間変化率に比例します。したがって、磁石を速く動かして磁束の変化を急激にすれば、より大きな誘導起電力が得られます。また、誘導起電力はコイルの巻き数にも比例するため、巻き数が多いほど大きな電圧が発生します。磁束が変化しない場合、誘導起電力は発生しません。
問2	答え 1 電場は重ね合わせの原理に従い、複数の点電荷による電場はベクトル和として求められる。	電場はベクトル量であり、複数の電荷が存在する場合、各電荷が作る電場を個別に計算し、それらをベクトルとして合成することで全体の電場が求まる。これが重ね合わせの原理である。点電荷が作る電場の強さは距離の2乗に反比例し、電荷の大きさに比例する。電場が0になる地点は、電荷の配置と大きさによって決まり、必ずしも符号が正負で等しい必要はない。
問3	答え 2 導体内部を貫く磁束が時間的に変化すること	ファラデーの電磁誘導の法則によれば、回路を貫く磁束が変化するとき、その変化を妨げる向きに誘導起電力が発生し、導体であれば誘導電流が流れる。磁束が一定であったり、導体が絶縁体であったりする場合には、誘導電流は発生しない。磁束の変化こそが電磁誘導の根本的な発生条件である。
問4	答え 3 抵抗を並列に接続することは、抵抗器の断面積を2倍にすることに相当し、電流の通り道が広がるため抵抗が減少する。	電気抵抗は、物質の長さに比例し、断面積に反比例する。同じ抵抗を並列に接続することは、電流が流れる断面積を2倍にすることと等価であり、これにより電流が流れやすくなって全体の合成抵抗は元の半分に減少する。一方、直列に接続することは長さを2倍にすることに相当し、抵抗は2倍に増加する。
問5	答え 4 外力Fは時間とともに増加する	コイルを含む回路では、自己誘導の影響によりスイッチ投入直後の電流は小さく、時間とともに増加して一定値に近づく。導体棒を一定速度で動かす際、磁場から受ける力（ローレンツ力）は電流に比例する。したがって、電流が増加するにつれて導体棒が受ける磁場からの力も大きくなるため、これと釣り合う外力Fも時間とともに増加する必要がある。
問6	答え 2 各電球には50ボルトの電圧が印加され、非オーム抵抗であるため電流と電圧の関係から個別に消費電力を求める必要がある。	白熱電球のフィラメントは温度によって抵抗値が変化する非オーム抵抗である。直列接続された回路では、同一の電球であればキルヒホッフの法則により電源電圧が等分され、各電球には50ボルトが印加される。このとき、電球の抵抗値は一定ではないため、単純なオームの法則による計算はできず、50ボルトの電圧に対応する電流値を特性曲線から読み取り、電力の公式（電力＝電圧×電流）を用いて算出する必要がある。
問7	答え 1 V/R	スイッチを入れた直後、コンデンサーには電荷が蓄えられておらず、コンデンサーの両端の電圧は0である。そのため、回路全体にかかる電圧はすべて抵抗Rにかかり、オームの法則により電流IはV/Rとなる。その後、コンデンサーに電荷が蓄積されるにつれてコンデンサーの電圧が上昇し、回路を流れる電流は指数関数的に減少して最終的に0となる。
問8	答え 3 電子は下向きの力を受け、電子線は下に曲がる	電場はプラス極からマイナス極へ向かう向きに生じるため、上側にプラス、下側にマイナスの電極がある場合、電場は下向きとなる。電子は負の電荷を持つため、電場とは逆向き、すなわち上向きの力を受けると考えがちだが、電場と逆向きの力を受けるため、実際には下向きの力を受ける。したがって、電子線は下方向に偏向する。
問9	答え 4 電圧が一定のとき、発生する熱量は抵抗値に反比例する。	ジュール熱の公式は $P = I^2 \cdot R = V^2 / R$ である。電圧Vが一定の場合、電力Pは抵抗値Rの逆数に比例する。一方、電流Iが一定の場合は $P = I^2 \cdot R$ より抵抗値Rに比例し、抵抗値Rが一定の場合は $P = I^2 \cdot R$ より電流の二乗に比例する。

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 | 3. コンデンサーを含む枝には定常的な電流が流れる | 4. コンデンサーは回路に対して抵抗として振る舞う |
|---------------------------|-------------------------------------|---------------------------|---------------------------|

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. 送電線の抵抗を小さくし、電圧を高くして送電する | 2. 送電線の抵抗を大きくし、電圧を低くして送電する | 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. OR回路とNOT回路の組み合わせ | 3. NOT回路とAND回路の組み合わせ | 4. XOR回路（排他的論理和） |
|---------------------|---------------------|----------------------|------------------|

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. 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。 | 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. 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。 | 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. 2倍 | 2. 1倍 | 3. 0.5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. 1000ボルト | 3. 10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。 | 2. 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。 | 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。 | 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の向きは、フレミングの左手の法則により決定される。 |
|--|-------------------------------|--|--|

答え合わせ・解説 No.9

問1	答え 2 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 1 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 4 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 3 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 1 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 3 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 2 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力が働くという物理法則に基づいている。
問9	答え 4 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。

問1 ファラデーの電磁誘導の法則に関する記述として、物理学的に正しいものはどれか。（2007年 全国公立入試 類似）

- | | | | |
|--|--|--|---|
| 1. コイルを貫く磁束の時間的な変化率が大きいほど、発生する誘導起電力の大きさは大きくなる。 | 2. コイルを貫く磁束が時間的に変化していても、磁石の移動速度が一定であれば誘導起電力は発生しない。 | 3. 誘導起電力の大きさは、コイルの巻き数には依存せず、磁石の磁力の強さのみによって決定される。 | 4. コイルを貫く磁束が一定であれば、コイルの抵抗値に関わらず常に一定の誘導起電力が発生する。 |
|--|--|--|---|

問2 絶縁体の柄がついた3枚の金属円板A、B、Cを重ねて置いた状態で、負に帯電した塩化ビニル棒をCの下から近づけた。このとき、金属円板内部で起こる静電誘導の説明として最も適切なものはどれか。（2013年 全国公立入試 類似）

- | | | | |
|--|--------------------------------------|--------------------------------------|--|
| 1. 金属円板A、B、Cのすべての上面に正電荷が、下面に負電荷が誘導される。 | 2. 金属円板Cの下面に負電荷が、金属円板Bの上面に正電荷が誘導される。 | 3. 金属円板Cの下面に正電荷が、金属円板Bの上面に負電荷が誘導される。 | 4. 金属円板A、B、Cのすべての上面に負電荷が、下面に正電荷が誘導される。 |
|--|--------------------------------------|--------------------------------------|--|

問3 ある発電所から一定の電力を送電する際、送電電圧を元の2倍に昇圧した。このとき、送電線で発生する電力損失は何倍になるか。ただし、送電線の抵抗は変化しないものとする。（2016年 全国公立入試 類似）

- | | | | |
|---------|----------|-------|-------|
| 1. 0.5倍 | 2. 0.25倍 | 3. 2倍 | 4. 4倍 |
|---------|----------|-------|-------|

問4 電磁波の波長の長さについて、電波、赤外線、可視光の3種類を比較したとき、波長が長い順に正しく並べたものはどれか。

（2008年 全国公立入試 類似）

- | | | | |
|---------------|---------------|---------------|---------------|
| 1. 赤外線、電波、可視光 | 2. 可視光、赤外線、電波 | 3. 電波、可視光、赤外線 | 4. 電波、赤外線、可視光 |
|---------------|---------------|---------------|---------------|

問5 2つのスイッチAとBを並列に接続し、それらと直列にランプを配置した電気回路がある。この回路の動作を論理回路で表現する場合、どの論理ゲートの組み合わせと等価になるか。（2004年 全国公立入試 類似）

- | | | | |
|-----------|------------|------------|---------------------|
| 1. OR回路のみ | 2. AND回路のみ | 3. NOT回路のみ | 4. OR回路とNOT回路の組み合わせ |
|-----------|------------|------------|---------------------|

問6 電気容量Cのコンデンサーに電圧V1を印加したとき、このコンデンサーに蓄えられる静電エネルギーを表す式として正しいものはどれか。（2025年 全国公立入試 類似）

- | | | | |
|---------------|---------------------|---------------------|-------------------|
| 1. $C * V1^2$ | 2. $1/4 * C * V1^2$ | 3. $1/2 * C * V1^2$ | 4. $1/2 * C * V1$ |
|---------------|---------------------|---------------------|-------------------|

問7 回路を流れる電気量と電子の数に関する記述として最も適切なものはどれか。（2024年 全国公立入試 類似）

- | | | | |
|--|--|-------------------------------------|---------------------------------|
| 1. 電気量は電流と時間の商で求められ、その値は電子の個数を素電荷で除いたものと等しい。 | 2. 電気量は電流と時間の積で求められ、その値は電子の個数に素電荷を乗じたものと等しい。 | 3. 電流が一定であれば、流れる電気量は時間に関係なく常に一定である。 | 4. 電子の個数が増加しても、回路を流れる電気量は変化しない。 |
|--|--|-------------------------------------|---------------------------------|

問8 帯電した3つの物体A、B、Cがある。AとBは引き合い、AとCは反発する場合、BとCの間の静電気力について正しい説明はどれか。（2006年 全国公立入試 類似）

- | | | | |
|---------------------------|--------------|-------------------|--------------|
| 1. BとCの電荷の符号が不明なため判断できない。 | 2. BとCは反発する。 | 3. BとCの間には力は働かない。 | 4. BとCは引き合う。 |
|---------------------------|--------------|-------------------|--------------|

問9 導体間に形成されるコンデンサーの電荷再分配において、導体QとRの間の電位差が、接続する電池の電圧だけでなく、各導体間の電気容量の比によって決定される理由として最も適切なものはどれか。（2020年 全国公立入試 類似）

- | | | | |
|---|--|---|---|
| 1. 電池を接続した導体間でのみ電荷が移動し、孤立した導体には電荷が一切蓄えられないため。 | 2. 孤立した導体における電荷の総和が保存され、各コンデンサーに蓄えられる電荷と電位差の関係式から導かれるため。 | 3. すべての導体が等電位になり、静電遮蔽によって外部の電場が完全に打ち消されるため。 | 4. 電池から供給される静電エネルギーが、すべてのコンデンサーに等しく分配されるため。 |
|---|--|---|---|

答え合わせ・解説 No.10

問1	答え 1 コイルを貫く磁束の時間的な変化率が大きいほど、発生する誘導起電力の大きさは大きくなる。	ファラデーの電磁誘導の法則では、誘導起電力の大きさはコイルを貫く磁束の時間変化率に比例します。したがって、磁石を速く動かして磁束の変化を急激にすれば、より大きな誘導起電力が得られます。また、誘導起電力はコイルの巻き数にも比例するため、巻き数が多いほど大きな電圧が発生します。磁束が変化しない場合、誘導起電力は発生しません。
問2	答え 3 金属円板Cの下面に正電荷が、金属円板Bの上面に負電荷が誘導される。	静電誘導は、導体に帯電体を近づけた際、導体内の自由電子がクーロン力によって移動することで生じる現象である。負に帯電した棒を近づけると、導体内の自由電子は棒から遠ざかる方向に移動する。そのため、棒に近いCの下面には正電荷が残り、棒から最も遠いBの上面には負電荷が蓄積される。この電荷の分離により、導体全体として電位差が生じ、内部の電場が打ち消されるまで電荷の移動が続く。
問3	答え 2 0.25倍	送電する電力をP、電圧をVとすると、流れる電流Iは $I = P/V$ と表される。送電線での電力損失は $I^2 R$ であるため、電圧を2倍にすると電流は1/2倍となり、電力損失は $(1/2)^2$ 倍、すなわち1/4倍（0.25倍）となる。電圧を高くすることで電流を減らし、損失を効率的に抑制するこの仕組みは、長距離送電において極めて重要である。
問4	答え 4 電波、赤外線、可視光	電磁波は波長によって分類され、波長が長い順に電波、赤外線、可視光、紫外線、X線、ガンマ線となります。電波は数ミリメートルから数キロメートル以上の長い波長を持ち、赤外線はそれより短く、可視光はさらに短い波長領域にあります。この波長の大小関係は、光のエネルギーが波長に反比例するという性質と密接に関連しています。
問5	答え 1 OR回路のみ	スイッチを並列に接続した場合、スイッチAまたはスイッチBのいずれか一方が閉じれば電流が流れ、ランプが点灯する。これは論理回路におけるOR回路の動作（入力のいずれかが1であれば出力が1となる）と完全に一致する。NOT回路は入力を反転させるため、この回路構成には含まれない。
問6	答え 3 $1/2 * C * V1^2$	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、 $U = 1/2 * C * V^2$ という公式で与えられる。これは、コンデンサーの極板間に電荷を蓄えるために必要な仕事（電圧と電荷の積を積分することで導かれること）に由来する。電圧がV1のとき、蓄えられるエネルギーは $1/2 * C * V1^2$ となる。
問7	答え 2 電気量は電流と時間の積で求められ、その値は電子の個数に素電荷を乗じたものと等しい。	電気量Qは電流Iと時間tの積（ $Q = It$ ）で定義されます。また、電荷の最小単位である素電荷eを持つ電子がn個移動したときの総電気量は $Q = ne$ と表されます。したがって、電流によって運ばれる電気量は、通過した電子の総数と素電荷の積として解釈することができます。
問8	答え 4 BとCは引き合う。	AとBが引き合うことから、AとBは異符号の電荷を持つ。次に、AとCが反発することから、AとCは同符号の電荷を持つ。このとき、BとCはAに対してそれぞれ逆の符号を持つことになるため、BとCは異符号となり、互いに引き合う力が働く。
問9	答え 2 孤立した導体における電荷の総和が保存され、各コンデンサーに蓄えられる電荷と電位差の関係式から導かれるため。	孤立した導体（QやR）は外部と電荷のやり取りができないため、それらに蓄えられる電荷の総和は常に一定（初期状態で0）に保たれる（電荷保存則）。各コンデンサーの電荷Qと電位差Vの間には $Q = CV$ の関係があり、これらの方程式を連立させることで、各導体間の電位差が電気容量の比に応じて決定される。