

問1 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. 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。
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. 磁束の変化を強める向きに電流が流れると、外部からの仕事が不要になり永久機関が実現するため。

問2 水平なレール上に置かれた導体棒に電流を流し、磁場中で力を受けて運動させる状況において、この現象の物理的背景として最も適切な説明はどれか。 (2008年 全国公立入試 類似)

1. 導体内の自由電子が磁場から受けるローレンツ力の総和が、導体棒全体に働く力となる。
2. 磁場が変化することで誘導起電力が発生し、そのエネルギーが運動エネルギーに変換される。
3. 電流が流れることで導体棒の周囲に磁場が形成され、外部磁場との反発力によって加速する。
4. 導体棒内の陽イオンが磁場から直接力を受け、その反作用として導体棒全体が移動する。

問3 導線の抵抗値 R 、長さ L 、断面積 S 、および抵抗率 ρ の関係を表す式として、正しいものはどれか。 (2026年 全国公立入試 類似)

1. $R = \rho \times L / S$
2. $R = \rho \times S / L$
3. $R = L \times S / \rho$
4. $R = \rho \times L \times S$

問4 コンデンサーを含む直流回路において、スイッチを閉じた直後と十分な時間が経過した定常状態との違いを説明する記述として、物理学的な原理に基づいたものはどれか。 (2021年 全国公立入試 類似)

1. スwitchを閉じた直後はコンデンサーが導線のように振る舞うが、定常状態では回路が開放された状態と同等になる。
2. スwitchを閉じた直後は電流が流れないが、定常状態に達するとコンデンサーを介して定常的な電流が流れる。
3. 定常状態ではコンデンサーの電気容量が無限大になったとみなせるため、抵抗には電流が流れなくなる。
4. スwitchを閉じた直後から定常状態まで、回路内の抵抗で消費される電力は常に一定である。

問5 磁場中で等速円運動をする荷電粒子の半径に関する記述として、物理学的な原理に基づいた適切なものはどれか。 (2026年 全国公立入試 類似)

1. 粒子の質量が大きいくほど、円運動の半径は大きくなる。
2. 粒子の速度が速いくほど、円運動の半径は小さくなる。
3. 磁場の強さが強いくほど、円運動の半径は大きくなる。
4. 粒子の電荷が大きいくほど、円運動の半径は大きくなる。

問6 一樣な太さの導体において、針金を接続する位置を順次変更し、回路内に直列に接続される針金の数を1本から5本へと増加させた。このとき、回路全体の合成抵抗の値が針金の数に対してどのように変化するかを示す記述として最も適切なものはどれか。 (2008年 全国公立入試 類似)

1. 針金の数が増えるにつれて、合成抵抗の値は一定に保たれる。
2. 針金の数が増えるにつれて、合成抵抗の値は反比例して減少する。
3. 針金の数が増えるにつれて、合成抵抗の値は比例するように増加する。
4. 針金の数が増えるにつれて、合成抵抗の値は一度増加したのち減少する。

問7 送電線において、電流を I 、送電線の抵抗を r としたとき、送電線で発生する電力損失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. $I \times r$
2. $I^2 \times r$
3. $I \times r^2$
4. $V \times I$

問8 送電電力を一定に保ったまま、送電線での電力損失を10万分の1（10のマイナス6乗倍）に低減したい。このとき、送電電圧を何倍に昇圧する必要があるか。 (2023年 全国公立入試 類似)

1. 10倍
2. 100倍
3. 1000倍
4. 10000倍

問9 断熱容器内に設置された電気抵抗 10Ω のヒーターに 20 V の電圧をかけ、 30 秒間電流を流した。このとき発生するジュール熱は何 J か。 (2006年 全国公立入試 類似)

1. 400 J
2. 800 J
3. 1200 J
4. 2400 J

問10 直流電源、ランプ、および二つのホルダーを備えた回路において、ランプを最も明るく点灯させるために、各ホルダーに装着すべき素子の組み合わせ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. 両方のホルダーにコンデンサーを装着する
2. 一方のホルダーにコイル、もう一方にコンデンサーを装着する
3. 両方のホルダーに抵抗器を装着する
4. 一方のホルダーにコイル、もう一方に導線を装着する

答え合わせ・解説 No.2

問1	答え 1 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となります。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ます、その仕事電気エネルギーとして取り出されています。
問2	答え 1 導体内の自由電子が磁場から受けるローレンツ力の総和が、導体棒全体に働く力となる。	磁場中の導体に電流が流れるとき、導体内の自由電子が磁場からローレンツ力を受ける。この微視的な力の総和が、導体棒全体に働く力（アンペール力）として観測される。フレミングの左手の法則は、この力の向きを簡便に求めるための手法である。
問3	答え 1 $R = \rho \times L / S$	導線の抵抗値Rは、その長さに比例し、断面積に反比例する。この比例定数が抵抗率ρである。したがって、 $R = \rho(L/S)$ という関係式が成り立つ。この式から、導線が長いほど抵抗は大きくなり、断面積が広いほど抵抗は小さくなるのがわかる。
問4	答え 1 スイッチを閉じた直後はコンデンサーが導線のように振る舞うが、定常状態では回路が開放された状態と同等になる。	コンデンサーは充電されていない状態では電位差が0であるため、スイッチを閉じた直後は導線と同様に電流が流れる。しかし、電荷が蓄積されるにつれて極板間の電位差が増大し、最終的に電源電圧と釣り合うと電流が遮断される。この定常状態では、コンデンサーの枝は回路が切断された（開放された）状態と等価な挙動を示す。
問5	答え 1 粒子の質量が大きいくほど、円運動の半径は大きくなる。	荷電粒子の円運動の半径 $r = mv / (qB)$ において、分子には質量 m と速度 v があり、分母には電荷 q と磁束密度 B がある。質量 m が大きいほど、また速度 v が速いほど、半径 r は大きくなる。逆に、電荷 q が大きいほど、あるいは磁束密度 B が強いほど、ローレンツ力が強く働き向心力が大きくなるため、半径 r は小さくなる。
問6	答え 3 針金の数が増えるにつれて、合成抵抗の値は比例するように増加する。	抵抗器を直列に接続する場合、全体の合成抵抗Rは各抵抗の和 ($R = R_1 + R_2 + \dots + R_n$) で表される。本問のように針金の数を増やすことは、回路に対して抵抗成分を直列に付け加える操作に相当する。したがって、針金の数Nが増加するほど、全体の合成抵抗はNに比例して増加する関係となる。直列接続における合成抵抗の性質を理解することが重要である。
問7	答え 2 $I^2 \times r$	送電線で発生する電力損失（ジュール熱）は、電流の二乗と抵抗の積で表されます。送電線に流れる電流をI、抵抗をrとすると、電力損失Pは $P = I^2 \times r$ となります。この式から、電力損失を抑えるためには電流Iを小さくすることが極めて有効であることがわかります。
問8	答え 3 1000倍	電力損失は電流の二乗に比例するため、損失を10のマイナス6乗倍にするには、電流をその平方根である10のマイナス3乗倍にする必要があります。送電電力 $P = V \times I$ が一定であるとき、電流Iが10のマイナス3乗倍になれば、電圧Vは逆数の10の3乗倍、すなわち1000倍にする必要があります。
問9	答え 3 1200 J	発生するジュール熱 Q は、 $Q = (V^2 / R) \times t$ の式を用いて計算できる。 $V = 20 \text{ V}$ 、 $R = 10 \text{ } \Omega$ 、 $t = 30 \text{ s}$ を代入すると、 $Q = (20^2 / 10) \times 30 = (400 / 10) \times 30 = 40 \times 30 = 1200 \text{ J}$ となる。
問10	答え 4 一方のホルダーにコイル、もう一方に導線を装着する	直流電源において、コンデンサーは充電完了後に電流を遮断するため、回路に組み込むと電流が流れなくなる。一方、抵抗値が無視できるコイルは直流に対しては導線と同様に振る舞い、抵抗成分を付加しない。したがって、抵抗器やコンデンサーを避け、コイルと導線を用いることで回路全体の抵抗を最小に抑え、ランプに最大の電流を流すことができる。