

問1 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。
2. 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したものと等しい。
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2 手回し発電機を用いて一定の回転数でハンドルを回す際、接続する負荷の抵抗値とハンドルを回すために必要な力の関係として最も適切なものはどれか。（2009年 全国公立入試 類似）

1. 負荷の抵抗値が小さいほど、回路に流れる電流が小さくなり、ハンドルを回すために必要な力は小さくなる。
2. 負荷の抵抗値が小さいほど、回路に流れる電流が大きくなり、ハンドルを回すために必要な力は大きくなる。
3. 負荷の抵抗値の大小にかかわらず、ハンドルを回すために必要な力は常に一定である。
4. 負荷の抵抗値がゼロである短絡状態のとき、回路に電流が流れないため、ハンドルを回すために必要な力は最も小さくなる。

問3 一様な磁場中を鉛直下向きに落下する正方形の導体コイルにおいて、重力と磁気的な抗力が釣り合い、コイルが終端速度に達した状態の説明として最も適切なものはどれか。（2018年 全国公立入試 類似）

1. コイルに流れる誘導電流はゼロとなり、重力のみが働く自由落下運動に移行するため、速度が一定になる。
2. コイルに流れる誘導電流は時間とともに増加し、重力よりも磁気的な抗力が大きくなることで速度が一定に保たれる。
3. コイルの速度が一定になるのは、磁気的な抗力が重力よりも小さくなり、慣性の法則によって等速直線運動をするからである。
4. コイルに流れる誘導電流は一定であり、重力と磁気的な抗力が釣り合っているため、コイルの加速度はゼロである。

問4 紙面に垂直で表から裏に向かう一様な磁場中を、同じ速さで運動する正の荷電粒子Aと負の荷電粒子Bがある。AはBよりも質量が大きいとき、両者の円運動の半径の大小関係として正しいものはどれか。（2023年 全国公立入試 類似）

1. AとBの回転半径は等しい。
2. Aの回転半径の方がBの回転半径よりも小さい。
3. Aの回転半径の方がBの回転半径よりも大きい。
4. AとBの回転半径の大小関係は磁場の強さによって変化する。

問5 紙面に垂直に表から裏へ向かう直線電流が流れているとき、この電流が作る磁場の向きと、その付近に置いた方位磁針のN極が指す向きに関する記述として最も適切なものはどれか。（2017年 全国公立入試 類似）

1. 磁場の向きは電流から放射状に内向きであり、方位磁針のN極は電流へ向かう向きを指す。
2. 磁場の向きは電流を中心とした反時計回りの円形であり、方位磁針のN極は反時計回りの向きを指す。
3. 磁場の向きは電流から放射状に外向きであり、方位磁針のN極は電流から遠ざかる向きを指す。
4. 磁場の向きは電流を中心とした時計回りの円形であり、方位磁針のN極は時計回りの向きを指す。

問6 磁束密度0.5 Tの磁場中に、磁場と垂直に置かれた長さ0.2 mの導体棒がある。この導体棒に2.0 Aの電流を流したとき、導体棒が受ける力の大きさは何Nか。（2019年 全国公立入試 類似）

1. 0.2 N
2. 0.4 N
3. 0.5 N
4. 2.0 N

問7 一様な磁場中を、磁場に垂直な方向に速度vで入射した質量m、電荷qの荷電粒子が、円弧を描いて運動している。この粒子の円運動の周期Tを表す式として正しいものはどれか。（2016年 全国公立入試 類似）

1. $T = m \cdot v / (q \cdot B)$
2. $T = 2 \cdot \pi \cdot m / (q \cdot B)$
3. $T = 2 \cdot \pi \cdot m \cdot v / q$
4. $T = q \cdot B / (2 \cdot \pi \cdot m)$

問8 前述の金属円板A、B、Cを用いた実験において、負に帯電した棒を近づけたまま、BとCを分離した。このとき、BとCが帯電する符号の組み合わせとして正しいものはどれか。（2013年 全国公立入試 類似）

1. Bは負に帯電し、Cも負に帯電する。
2. Bは正に帯電し、Cは負に帯電する。
3. Bは負に帯電し、Cは正に帯電する。
4. Bは正に帯電し、Cも正に帯電する。

問9 電流が磁界から受ける力を利用した装置として、最も適切なものはどれか。（2006年 全国公立入試 類似）

1. 電気ポット
2. スピーカー
3. 変圧器
4. 豆電球

答え合わせ・解説 No.4

問1	答え 1 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2	答え 2 負荷の抵抗値が小さいほど、回路に流れる電流が大きくなり、ハンドルを回すために必要な力は大きくなる。	手回し発電機で一定の起電力を発生させる場合、オームの法則により接続する負荷の抵抗が小さいほど回路に流れる電流は大きくなります。電磁誘導の法則に基づき、回路に電流が流れると磁場から受ける反作用の力がハンドルに加わります。この力は電流に比例するため、抵抗が小さいほど電流が増大し、結果としてハンドルを回すために必要な力（手ごたえ）は重くなります。短絡状態は抵抗がほぼゼロであるため、最も大きな電流が流れ、ハンドルは最も重くなります。
問3	答え 4 コイルに流れる誘導電流は一定であり、重力と磁気的な抗力が釣り合っているため、コイルの加速度はゼロである。	コイルが磁場中を落下すると、電磁誘導により誘導起電力が発生し、コイルに誘導電流が流れる。この電流と磁場との相互作用により、運動を妨げる向きに磁気的な抗力が働く。速度が増すほど誘導起電力と電流は大きくなり、抗力も増大する。最終的に抗力が重力と釣り合うと、合力がゼロとなり、加速度がゼロとなって一定の速度（終端速度）で落下し続ける。
問4	答え 3 Aの回転半径の方がBの回転半径よりも大きい。	円運動の半径rは $r = mv / (qB)$ で表される。磁場Bと速さvが共通である場合、半径rは質量mに比例し、電荷の大きさqに反比例する。正の荷電粒子Aは負の荷電粒子Bよりも質量が大きいいため、電荷の大きさが同程度であれば、質量が大きいAの方が回転半径は大きくなる。
問5	答え 4 磁場の向きは電流を中心とした時計回りの円形であり、方位磁針のN極は時計回りの向きを指す。	右ねじの法則により、電流の向きを右ねじの進む向きとすると、磁場の向きはねじを回す向きと一致する。紙面に垂直に表から裏へ向かう電流の場合、右ねじを奥へ進めるように回すと時計回りの回転となる。磁場は磁力線の接線方向を向き、方位磁針のN極はその磁場の向きを指すため、磁針は電流を中心とした時計回りに並ぶことになる。
問6	答え 1 0.2 N	導体棒が受ける力の大きさFは、公式 $F = BIL$ を用いて計算できる。与えられた値を代入すると、 $F = 0.5 \text{ T} \times 2.0 \text{ A} \times 0.2 \text{ m} = 0.2 \text{ N}$ となる。この力は磁場と電流の双方に垂直な方向に作用する。
問7	答え 2 $T = 2 * \pi * m / (q * B)$	磁場中で荷電粒子が受けるローレンツ力 $F = qvB$ が向心力となり、円運動の運動方程式 $m * v^2 / r = qvB$ が成り立つ。これより半径 $r = mv / qB$ を得る。円周の長さ $2 * \pi * r$ を速度 v で割ると周期 $T = 2 * \pi * m / (q * B)$ が導かれる。周期は速度 v に依存せず、粒子の質量と電荷、磁束密度のみで決まることが重要である。
問8	答え 3 Bは負に帯電し、Cは正に帯電する。	負に帯電した棒を近づけると、金属円板全体で静電誘導が起こり、棒に近いCの下面に正電荷が、棒から遠いBの上面に負電荷が分布する。この状態でBとCを分離すると、Bには負電荷が、Cには正電荷がそれぞれ閉じ込められた状態となり、帯電したまま分離される。これは静電誘導を利用した電荷の分離手法であり、接触させたまま分離することで、異なる符号の電荷を取り出すことができる。
問9	答え 2 スピーカー	電流が磁界中にあるとき、その電流は磁界から力を受ける。この現象はローレンツ力やフレミングの左手の法則として知られる。スピーカーはこの原理を応用しており、磁界中に置かれたコイルに音声電流を流すことで、電流が磁界から受ける力を利用してコイルを振動させ、その振動をコーン紙に伝えて音波を発生させている。他の選択肢である電気ポットの発熱はジュール熱、変圧器は電磁誘導、豆電球の発光は電流の熱作用を利用している。