

問1 質量 2.0 kg の物体が水平面上を速さ 5.0 m/s で運動している。この物体に運動方向と逆向きに 10 N の力を 0.50 秒間加えたとき、物体の運動量の変化の大きさは何 kg・m/s か。 (2005年 全国公立入試 類似)

1. 5.0 kg・m/s 2. 2.5 kg・m/s 3. 10 kg・m/s 4. 0 kg・m/s

問2 抵抗値Rの導線をn等分し、それらすべてを並列に接続したときの合成抵抗について、正しい説明はどれか。 (2006年 全国公立入試 類似)

1. 全体の抵抗値は元の抵抗値のnの2乗分の1になる 2. 全体の抵抗値は元の抵抗値のn倍になる 3. 全体の抵抗値は元の抵抗値のn分の1になる 4. 全体の抵抗値は元の抵抗値と変わらない

問3 無限に長い直線状の導線に一定の電流Iが流れている。この導線の近くに置かれた小さな円形コイルを、導線が作る磁場の中で移動させる際、誘導起電力が最も大きく発生する移動の仕方はどれか。 (2010年 全国公立入試 類似)

1. 導線に平行な方向に、コイル面を導線と平行に保ったまま移動させる 2. 導線に垂直な方向に、コイル面を導線と平行に保ったまま移動させる 3. 導線に平行な方向に、コイル面を導線と垂直に保ったまま移動させる 4. 導線から一定の距離を保ち、導線を中心とする円周上に沿って移動させる

問4 導体板の近くで磁石を動かす際に生じる渦電流に関する記述として、物理学的な原理に基づいた説明として誤っているものはどれか。 (2011年 全国公立入試 類似)

1. 渦電流は、磁束の変化を打ち消す向きに流れるため、常に磁石の運動を加速させるように働く。 2. 渦電流による磁場と磁石の磁場との相互作用により、導体板と磁石の間には引力や斥力が生じる。 3. 導体板の電気抵抗が小さいほど、同じ磁束変化に対してより大きな渦電流が流れやすくなる。 4. この現象は、高速で回転する円盤を磁石で制動する電磁ブレーキの原理として応用されている。

問5 日常生活で見られる現象のうち、静電気の発生が主な原因であるものはどれか。 (2004年 全国公立入試 類似)

1. 乾燥した冬場に衣類を脱ぐ際、パチパチと火花が散る。 2. コンセントのプラグが緩んでいる箇所が異常に熱くなる。 3. 電気ストーブのスイッチを入れると赤外線が放射される。 4. 送電線に電流が流れることで周囲に磁場が形成される。

問6 スリット間隔 d が 1.2×10^{-6} m の回折格子に、波長 6.0×10^{-7} m の単色光を垂直に入射させた。回折角 θ が -60 度から 60 度の範囲 ($-60 \text{度} \leq \theta \leq 60 \text{度}$) において、スクリーン上に観察される明線の数はいくつか。ただし、 $\sin 60 \text{度} = 0.87$ とする。 (2012年 全国公立入試 類似)

1. 1 2. 3 3. 5 4. 7

問7 二つのスピーカーがx軸上の点(-d, 0)と(d, 0)に配置されている。原点(0, 0)からy軸の正の方向に移動する観測者が、原点から離れるにつれて二つのスピーカーからの音の経路差がどのように変化するかを説明した文として、最も適切なものはどれか。 (2013年 全国公立入試 類似)

1. 原点から離れるほど、経路差は単調に増加する 2. 原点から離れるほど、経路差は単調に減少する 3. 原点から離れても、経路差は常にゼロのままである 4. 原点から離れると、経路差は一度減少してから増加する

問8 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. $I = 12 / (30 - 10L)$ 2. $I = 12 / (20 + 10L)$ 3. $I = 12 / (30 - L)$ 4. $I = 12 / (20 - 10L)$

問9 定常波において、隣り合う節と節の間隔は、その波の波長に対してどのような関係にあるか。 (2005年 全国公立入試 類似)

1. 波長の4倍である 2. 波長と等しい 3. 波長の半分である 4. 波長の4分の1である

答え合わせ・解説 No.6

問1	答え 1 5.0 kg · m/s	運動量の変化量は、物体に加えた力積（力と時間の積）に等しい。本問では、力 $F = 10 \text{ N}$ 、時間 $t = 0.50 \text{ s}$ であるため、力積 $I = F \times t = 10 \text{ N} \times 0.50 \text{ s} = 5.0 \text{ N} \cdot \text{s}$ となる。力積の単位 $\text{N} \cdot \text{s}$ は $\text{kg} \cdot \text{m/s}$ と等価であるため、運動量の変化の大きさは $5.0 \text{ kg} \cdot \text{m/s}$ となる。物体の初速度や質量は、運動量の変化量を求める計算過程では直接用いない。
問2	答え 1 全体の抵抗値は元の抵抗値のnの2乗分の1になる	導線を n 等分すると、各部分の抵抗値は R/n となる。これら n 本を並列に接続すると、合成抵抗の逆数は $n \times (1/(R/n)) = n^2/R$ となる。したがって、合成抵抗は $R/(n^2)$ となり、元の抵抗値の n^2 分の 1 に減少する。この関係は、導線の断面積が一定で長さが変化することによる抵抗の変化と、並列接続による合成抵抗の減少が組み合わさることによって生じる。
問3	答え 2 導線に垂直な方向に、コイル面を導線と平行に保ったまま移動させる	電磁誘導により発生する誘導起電力の大きさは、コイルを貫く磁束の変化率に比例する。直線電流が作る磁場は導線からの距離に反比例し、導線を中心とする同心円状に分布する。コイルを導線に垂直な方向に移動させると、磁場の強さが急激に変化するため、コイルを貫く磁束の変化率が最大となり、誘導起電力も最も大きくなる。一方、導線に平行な移動や円周上の移動では、磁束の変化が小さくなるか、あるいは全く変化しないため、誘導起電力は発生しないか極めて小さくなる。
問4	答え 1 渦電流は、磁束の変化を打ち消す向きに流れるため、常に磁石の運動を加速させるように働く。	渦電流はレンツの法則に従い、磁束の変化を妨げる（打ち消す）向きに発生します。そのため、磁石の運動に対しては常に抵抗する力（ブレーキの役割）として働き、運動を加速させることはありません。選択肢の「加速させる」という記述が誤りです。
問5	答え 1 乾燥した冬場に衣類を脱ぐ際、パチパチと火花が散る。	衣類を脱ぐ際の摩擦により、それぞれの布地に正または負の電荷が蓄積される。蓄積された電荷が、脱ぐ瞬間に空気中を通して放電されることで火花と音が生じる。これは典型的な静電気現象である。他の選択肢であるプラグの緩みや電気ストーブの発熱は、電流の経路における電気抵抗によるジュール熱が主因であり、静電気の放電現象とは異なる。
問6	答え 2 3	回折格子の明線条件 $d \sin \theta = m \lambda$ より、 $\sin \theta = m \lambda / d$ となる。数値を代入すると、 $\sin \theta = m * (6.0 * 10^{-7}) / (1.2 * 10^{-6}) = 0.5 * m$ となる。回折角 θ の範囲が -60 度 から 60 度 であるとき、 $\sin \theta$ の範囲は $-0.87 \leq \sin \theta \leq 0.87$ となる。これを満たす整数 m は $-1, 0, 1$ の3個であり、明線の数は 3 となる。
問7	答え 1 原点から離れるほど、経路差は単調に増加する	観測者が y 軸上を移動する場合、二つのスピーカーまでの距離は常に等しくなるため、経路差は常にゼロである。しかし、スピーカーが y 軸上にあり、観測者が x 軸上を移動する場合や、スピーカーの配置と観測経路の関係によっては、観測点が原点から離れるにつれて二つの音源までの距離の差が大きくなる。本設問の配置では、観測者が原点から離れるほど、二つの音源との距離の差が拡大し、経路差は単調に増加する。
問8	答え 1 $I = 12 / (30 - 10L)$	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9	答え 3 波長の半分である	定常波は、逆向きに進む同じ振動数と振幅を持つ波が重なり合うことで生じる。このとき、振幅が常にゼロとなる位置を節と呼ぶ。隣り合う節と節の間隔は、波の半周期分に相当するため、波長の半分 ($\lambda/2$) となる。これは波動の基本的な性質である。