

問1 金属線の抵抗値Rを決定する要因に関する記述として、最も適切なものはどれか。（2018年 全国公立入試 類似）

1. 抵抗値は抵抗率に比例し、長さに比例し、断面積に反比例する。
2. 抵抗値は抵抗率に比例し、長さの2乗に比例し、断面積に反比例する。
3. 抵抗値は抵抗率に反比例し、長さに比例し、断面積に比例する。
4. 抵抗値は抵抗率に反比例し、長さの2乗に比例し、断面積に比例する。

問2 電圧と電流の関係を示すグラフにおいて、ある導体Aの傾きが導体Bの傾きよりも大きい場合、導体Aと導体Bの電気抵抗の大小関係として正しいものはどれか。（2022年 全国公立入試 類似）

1. 導体Aの抵抗の方が大きい
2. 導体Bの抵抗の方が大きい
3. 両者の抵抗は等しい
4. 抵抗の大小はグラフの傾きからは判断できない

問3 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。
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。

問4 抵抗値Rの抵抗に電圧Vを加え、時間tの間に発生するジュール熱Qを表す式として正しいものはどれか。（2018年 全国公立入試 類似）

1. $Q = V^2 * t / R$
2. $Q = V * R * t$
3. $Q = V^2 * R * t$
4. $Q = V * t / R$

問5 電磁波の性質に関する記述として、最も適切なものはどれか。（2019年 全国公立入試 類似）

1. 電磁波の周波数が高くなるほど、その波長は短くなり、エネルギーは大きくなる。
2. 電磁波の周波数が高くなるほど、その波長は長くなり、エネルギーは小さくなる。
3. 可視光線は紫外線よりも周波数が高く、赤外線よりも周波数が低い。
4. X線やガンマ線は電波よりも周波数が低いため、物質を透過する能力が低い。

問6 抵抗値がそれぞれ 2.0Ω と 4.0Ω の電熱線を直列に接続し、一定の電流を流したとき、 4.0Ω の電熱線の消費電力は 2.0Ω の電熱線の消費電力の何倍になるか。（2022年 全国公立入試 類似）

1. 0.5倍
2. 1.0倍
3. 2.0倍
4. 4.0倍

問7 絶縁体の棒の両端にそれぞれ正の電気量+qおよび負の電気量-qを帯電させ、棒の中心を回転軸として固定した。この棒の近傍に正の電荷Qを持つ小球を配置したとき、棒にはたらく静電気力による回転の仕組み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. 正の電荷Qは棒の正の電荷を退け、負の電荷を引くため、棒は負の電荷が小球に近づく方向に回転する。
2. 正の電荷Qは棒の正の電荷を引くため、棒は正の電荷が小球に近づく方向に回転する。
3. 正の電荷Qは棒の両端に対して等しい大きさの静電気力を及ぼすため、棒は回転せず静止したままとなる。
4. 正の電荷Qは棒の負の電荷を退け、正の電荷を引くため、棒は正の電荷が小球に近づく方向に回転する。

問8 銅パイプとガラスパイプを用いて、同じ磁石を自由落下させる実験を行った。このとき、磁石の落下時間とエネルギー変換について述べた文として正しいものはどれか。（2016年 全国公立入試 類似）

1. 銅パイプの方がガラスパイプよりも落下時間が長く、磁石の力学的エネルギーの一部がジュール熱に変換される
2. ガラスパイプの方が銅パイプよりも落下時間が長く、磁石の力学的エネルギーがすべて保存される
3. 両者の落下時間は等しく、どちらのパイプでも磁石の力学的エネルギーはジュール熱に変換される
4. 銅パイプの方がガラスパイプよりも落下時間が短く、磁石の力学的エネルギーが増加する

問9 長さが等しく、内径も同じである銅パイプとガラスパイプを鉛直に立て、それぞれのパイプの上端から同じ磁石を同時に静かに落下させた。このときの落下時間の比較として正しいものはどれか。（2016年 全国公立入試 類似）

1. 銅パイプの方が、ガラスパイプよりも落下時間が長くなる
2. ガラスパイプの方が、銅パイプよりも落下時間が長くなる
3. 両者のパイプで落下時間は等しくなる
4. 磁石の磁力が強ければ、ガラスパイプの方が落下時間が長くなる

答え合わせ・解説 No.4

問1	答え 1 抵抗値は抵抗率に比例し、長さに比例し、断面積に反比例する。	金属線の抵抗値 R は、抵抗率を ρ 、長さを l 、断面積を S とすると、 $R = \rho \times (l / S)$ の式で表される。この式から、抵抗値は材料固有の性質である抵抗率および導線の長さに比例し、導線の太さを示す断面積には反比例することがわかる。電気回路における導線の抵抗を考える際の基本原理である。
問2	答え 2 導体Bの抵抗の方が大きい	グラフの傾きは電気抵抗の逆数 ($1/R$) である。傾きが大きいほど抵抗値 R は小さくなり、傾きが小さいほど抵抗値 R は大きくなる。導体Aの傾きが導体Bより大きいということは、導体Aの抵抗値が導体Bの抵抗値よりも小さいことを意味する。したがって、導体Bの方が抵抗は大きい。
問3	答え 1 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4	答え 1 $Q = V^2 * t / R$	ジュール熱 Q は、電気エネルギーが熱エネルギーに変換される量であり、電力 P と時間 t の積で表される。電力 P は電圧 V と電流 I の積 ($P=VI$) であり、オームの法則 ($V=RI$) を代入すると $P=V^2/R$ となる。したがって、時間 t の間に発生する熱量は $Q=P*t=V^2*t/R$ と導かれる。
問5	答え 1 電磁波の周波数が高くなるほど、その波長は短くなり、エネルギーは大きくなる。	電磁波の伝搬速度を c 、周波数を f 、波長を λ とすると、 $c = f\lambda$ の関係が成り立つ。真空中の光速 c は一定であるため、周波数 f と波長 λ は反比例する。また、光子のエネルギー E はプランク定数を h として $E = hf$ で表されるため、周波数が高いほどエネルギーは大きくなる。X線やガンマ線は高い周波数と短い波長を持ち、高いエネルギーによって物質を透過する性質がある。
問6	答え 3 2.0倍	直列接続では各電熱線を通る電流 I は等しい。消費電力 P は $P = I^2 * R$ で表されるため、消費電力は抵抗値 R に比例する。したがって、抵抗値が 4.0Ω の電熱線の消費電力は、抵抗値が 2.0Ω の電熱線の消費電力の $4.0 / 2.0 = 2.0$ 倍となる。
問7	答え 1 正の電荷 Q は棒の正の電荷を退け、負の電荷を引くため、棒は負の電荷が小球に近づく方向に回転する。	クーロンの法則により、同符号の電荷間には斥力が、異符号の電荷間には引力がはたらく。正の電荷を持つ小球を近づけると、棒の正の電荷には斥力が、負の電荷には引力がはたらく。この結果、棒には回転軸の周りにモーメントが生じ、負の電荷が小球に近づく向きに回転する。電荷の符号と力の向きとの関係を正しく理解することが重要である。
問8	答え 1 銅パイプの方がガラスパイプよりも落下時間が長く、磁石の力学的エネルギーの一部がジュール熱に変換される	銅は導体であるため、磁石の落下時に渦電流が流れ、電磁誘導による制動力が働きます。一方、絶縁体であるガラスパイプでは渦電流が流れないため、磁石は制動力を受けず、銅パイプよりも速く落下します。銅パイプ内では、渦電流によるジュール熱の発生分だけ、磁石の力学的エネルギーが減少します。
問9	答え 1 銅パイプの方が、ガラスパイプよりも落下時間が長くなる	銅は導体であるため、内部を磁石が落下すると磁束の変化により誘導電流が発生し、レンツの法則に従って磁石の運動を妨げる向きに磁気的抵抗力が働く。一方、ガラスは絶縁体であるため誘導電流は発生せず、磁石は重力に従って落下する。したがって、抵抗を受ける銅パイプの方が落下時間は長くなる。