

高校物理プリント（過去問類似）

電磁気 No.3

名前

得点

/11

問1 電球のエネルギー効率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. 全消費電力量のうち、光エネルギーとして放出される割合を効率と定義する。
2. 消費電力に比例してエネルギー効率は必ず向上する。
3. 点灯時間が長くなるほど、電球のエネルギー効率は時間経過とともに増加する。
4. 消費電力が大きい電球ほど、光エネルギーへの変換効率は常に高い。

問2 電圧 V の直流電源に、抵抗値 R_1 と R_2 （ $R_1 < R_2$ ）の電熱線を並列に接続した。このとき、各電熱線の消費電力 P_1 と P_2 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. $P_1 = P_2$
2. $P_1 > P_2$
3. $P_1 < P_2$
4. $P_1 = 2P_2$

問3 長距離の送電において、交流が直流よりも広く利用されている主な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. 直流よりも交流の方がジュール熱の発生を完全に防げるから
2. 交流の方が直流よりも送電線での電気抵抗が小さくなるから
3. 変圧器を用いて容易に電圧を変換し、送電損失を抑えられるから
4. 発電所で作られる電気がもともと電圧の低い直流であるから

問4 発電所から家庭へ電力を送る際、送電電圧を高くして送電する理由として最も適切なものはどれか。（2023年 全国公立入試 類似）

1. 送電線の抵抗を小さくし、電流の流れる速さを速くするため
2. 送電線に流れる電流を大きくし、家庭での消費電力を増やすため
3. 送電線の抵抗を大きくし、電圧降下を補うため
4. 送電線に流れる電流を小さくし、送電線での電力損失を抑えるため

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。
2. 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。
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6 抵抗値が R である電熱線に電圧 V を加え、時間 t だけ電流を流したときに発生するジュール熱 Q を表す式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. $V^2 \cdot t / R$
2. $V^2 \cdot R / t$
3. $V \cdot R \cdot t$
4. $V \cdot t / R^2$

問7 断面積が $2.0 \times 10^{-6} \text{ m}^2$ 、長さが 0.50 m の金属線の抵抗値を測定したところ 0.040Ω であった。この金属線の抵抗率として最も適切な値はどれか。（2022年 全国公立入試 類似）

1. $8.0 \times 10^{-7} \Omega \cdot \text{m}$
2. $2.0 \times 10^{-7} \Omega \cdot \text{m}$
3. $4.0 \times 10^{-7} \Omega \cdot \text{m}$
4. $1.6 \times 10^{-7} \Omega \cdot \text{m}$

問8 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. 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。
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. 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。
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9 ある理想的な変圧器において、一次コイルの電圧が 100 V 、電流が 2.0 A であるとき、二次コイルの電圧が 20 V であった。このとき、二次コイルを流れる電流の値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. 10.0 A
2. 2.0 A
3. 5.0 A
4. 0.4 A

問10 電磁波を周波数の低い順に並べたものとして、最も適切なものはどれか。（2019年 全国公立入試 類似）

1. ガンマ線、X線、紫外線、可視光線、赤外線、電波
2. 電波、赤外線、可視光線、紫外線、X線、ガンマ線
3. 電波、可視光線、赤外線、紫外線、ガンマ線、X線
4. X線、紫外線、可視光線、赤外線、電波、ガンマ線

問11 抵抗率 $1.0 \times 10^{-7} \Omega \cdot \text{m}$ の鉄線を用いて、長さ 2.0 m 、断面積 $2.0 \times 10^{-8} \text{ m}^2$ の導線を作製した。この導線の抵抗値として正しいものはどれか。（2018年 全国公立入試 類似）

1. 5.0Ω
2. 40Ω
3. 20Ω
4. 10Ω

答え合わせ・解説 No.3

問1	答え 1 全消費電力量のうち、光エネルギーとして放出される割合を効率と定義する。	エネルギー効率とは、ある機器が消費した全エネルギーのうち、目的とするエネルギー（この場合は光エネルギー）に変換された割合を指す。消費電力の大小や点灯時間の長さは、効率そのものの定義とは直接的な相関関係にはない。電球の場合、消費電力の多くは熱エネルギーとして放出されるため、光エネルギーへの変換効率を向上させることが省エネルギーの観点から重要となる。
問2	答え 2 $P_1 > P_2$	並列接続では各抵抗に等しい電圧Vがかかる。消費電力 P は $P = V^2 / R$ で求められる。電圧Vが一定であるとき、消費電力 P は抵抗値 R に反比例する。問題文より $R_1 < R_2$ であるため、抵抗値が小さい R_1 の消費電力 P_1 の方が、抵抗値が大きい R_2 の消費電力 P_2 よりも大きくなる。
問3	答え 3 変圧器を用いて容易に電圧を変換し、送電損失を抑えられるから	送電損失を抑えるには、送電電圧を高くして電流を小さくすることが不可欠である。交流は変圧器を用いることで、発電所での昇圧や家庭付近での降圧を容易に行うことができる。この電圧変換の容易さが、長距離送電において交流が採用されている最大の理由である。
問4	答え 4 送電線に流れる電流を小さくし、送電線での電力損失を抑えるため	送電線には電気抵抗が存在するため、電流が流れるとジュール熱としてエネルギーが失われます。送電電力を一定に保ちつつ電圧を高くすれば、流れる電流を小さくできるため、電流の二乗に比例する電力損失を大幅に低減することが可能となります。これが長距離送電において高電圧が用いられる物理的な理由です。
問5	答え 2 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 $V^2 \cdot t / R$	電気回路において、電圧 V をかけた抵抗 R で消費される電力 P は、 $P = V^2 / R$ と表される。ジュール熱 Q は電力と時間の積であるため、 $Q = P \cdot t$ となり、これに電力を代入すると $Q = (V^2 / R) \cdot t$ となる。したがって、 V の二乗に時間を乗じ、抵抗で割った値が全熱量となる。
問7	答え 4 $1.6 \times 10^{-7} \Omega \cdot m$	抵抗率 ρ は、抵抗値 R 、断面積 S 、長さ L を用いて $\rho = (R \times S) / L$ と表される。与えられた数値を代入すると、 $\rho = (0.040 \Omega \times 2.0 \times 10^{-6} m^2) / 0.50 m = 0.080 \times 10^{-6} / 0.50 = 0.16 \times 10^{-6} \Omega \cdot m$ となる。これを科学的表記に直すと $1.6 \times 10^{-7} \Omega \cdot m$ である。
問8	答え 3 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9	答え 1 10.0 A	理想的な変圧器では電力保存の法則が成り立つため、一次側の電力 $100 V \times 2.0 A = 200 W$ と、二次側の電力 $20 V \times I_2$ は等しくなります。したがって、 $20 V \times I_2 = 200 W$ という式が成り立ち、これを解くと $I_2 = 10.0 A$ となります。電圧が1/5に低下した分、電流は5倍に増加します。
問10	答え 2 電波、赤外線、可視光線、紫外線、X線、ガンマ線	電磁波は周波数（振動数）の低い順に、電波、赤外線、可視光線、紫外線、X線、ガンマ線と分類される。周波数と波長は反比例の関係にあり、周波数が高くなるほど波長は短くなり、光子1個あたりのエネルギーは大きくなる。この順序は電磁波の物理的性質を理解する上での基本であり、特に赤外線（可視光より周波数が低い）と紫外線（可視光より周波数が高い）の順序を混同しないことが重要である。
問11	答え 4 10 Ω	抵抗値 R は、 $R = \rho \times (l / S)$ の式に値を代入して求める。 $\rho = 1.0 \times 10^{-7} \Omega \cdot m$ 、 $l = 2.0 m$ 、 $S = 2.0 \times 10^{-8} m^2$ を代入すると、 $R = (1.0 \times 10^{-7}) \times (2.0 / (2.0 \times 10^{-8}))$ となる。分母と分子の係数を整理すると、 $R = 1.0 \times 10^{-7} \times 10^8 = 10 \Omega$ と計算される。