

問1 電力量の定義と算出方法に関する記述として最も適当なものはどれか。 (2022年 全国公立入試 類似)

1. 電力量は電力と時間を足し合わせることで求められる。 2. 電力は電圧と抵抗の積で求められる。 3. 電力量は電圧の二乗を抵抗で割り、さらに時間を乗じることで求められる。 4. 電力の単位はジュールであり、電力量の単位はワットである。

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 電気抵抗 R の抵抗器に電圧 V を加えたとき、この抵抗器で消費される消費電力 P を表す式として正しいものを、次のうちから一つ選べ。 (2021年 全国公立入試 類似)

1. $P = V^2 / R$ 2. $P = V / R^2$ 3. $P = I^2 / V$ 4. $P = V * R$

問4 変圧器の原理に関する記述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. 変圧器は直流電圧を変換するために用いられる。 2. 二次コイルの電流は、巻き数比に関わらず常に一次コイルの電流と等しい。 3. 変圧器は電磁誘導を利用して電圧を変換する装置である。 4. 変圧器を用いることで、電力の損失を全くゼロにすることができる。

問5 6.0Vの直流電源に対し、20オームの抵抗Aと30オームの抵抗Bが並列に接続されている。電源のマイナス極側の導線上の点Pを流れる電流の合計値として最も適当なものはどれか。 (2019年 全国公立入試 類似)

1. 0.12A 2. 0.20A 3. 0.30A 4. 0.50A

問6 6.0Vの直流電源に対し、20オームの抵抗Aと30オームの抵抗Bが並列に接続されている。この回路において、抵抗Aを流れる電流の値として最も適当なものはどれか。 (2019年 全国公立入試 類似)

1. 0.12A 2. 0.20A 3. 0.30A 4. 0.50A

問7 2.0Vの直流電源に10オームの抵抗が接続された回路において、スイッチが開放され回路の一部が遮断された状態のとき、電流が流れない抵抗の両端に生じる電圧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. 0V 2. 1.0V 3. 2.0V 4. 4.0V

問8 ある抵抗に6.0 Vの電圧を1.0秒間加えたところ、12 Jのジュール熱が発生した。この抵抗の抵抗値は何オームか。 (2018年 全国公立入試 類似)

1. 1.5 オーム 2. 3.0 オーム 3. 6.0 オーム 4. 12 オーム

問9 発電所から家庭へ電気を送る際、送電線で発生するジュール熱による電力損失を最小限に抑えるための最も適切な送電方法はどれか。 (2020年 全国公立入試 類似)

1. 送電電圧を高くし、電流を小さくして交流で送電する 2. 送電電圧を低くし、電流を大きくして交流で送電する 3. 送電電圧を高くし、電流を小さくして直流で送電する 4. 送電電圧を低くし、電流を大きくして直流で送電する

問10 電源電圧が12Vで、抵抗値がそれぞれ4Ωと8Ωの抵抗器が直列に接続されている。このとき、抵抗値4Ωの抵抗器にかかる電圧は何Vか。 (2026年 全国公立入試 類似)

1. 4V 2. 6V 3. 8V 4. 12V

問11 ある発電所から一定の電力を送電する際、送電電圧を元の2倍に昇圧した。このとき、送電線で発生する電力損失は何倍になるか。ただし、送電線の抵抗は変化しないものとする。 (2016年 全国公立入試 類似)

1. 0.25倍 2. 0.5倍 3. 2倍 4. 4倍

答え合わせ・解説 No.1

問1	答え 3 電力量は電圧の二乗を抵抗で割り、さらに時間を乗じることで求められる。	電力量は電力（ワット）と時間（秒）の積である。電力は電圧の二乗を抵抗で割った値（ V^2/R ）に等しいため、これに時間を乗じることで電力量が算出される。選択肢のうち、電力の定義や単位の混同、計算式の誤りを含まないものが正解である。
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 $P = V^2 / R$	抵抗における消費電力は、抵抗器に加わる電圧と流れる電流の積（ $P = V * I$ ）で表される。オームの法則（ $I = V / R$ ）を用いると、電流 I を消去して、消費電力 P は電圧 V の二乗を抵抗値 R で割った式（ $P = V^2 / R$ ）として求められる。
問4	答え 3 変圧器は電磁誘導を利用して電圧を変換する装置である。	変圧器は、一次コイルに流れる交流電流によって生じる磁束の変化が、二次コイルに誘導起電力を生じさせる電磁誘導の原理を利用している。直流では磁束が変化しないため変圧できない。また、現実には銅損や鉄損などの電力損失が必ず発生する。
問5	答え 4 0.50A	並列回路の各枝を流れる電流の和が、電源から供給される全電流となります。抵抗Aを流れる電流は $6.0V/20\text{オーム}=0.30A$ 、抵抗Bを流れる電流は $6.0V/30\text{オーム}=0.20A$ です。点Pは電源のマイナス極側にあるため、これら二つの電流の和である0.50Aが流れます。
問6	答え 3 0.30A	並列回路では、各抵抗の両端にかかる電圧は電源電圧と等しくなります。したがって、抵抗Aには6.0Vの電圧がそのままかかります。オームの法則（ $I=V/R$ ）を用いると、抵抗Aを流れる電流は6.0Vを20オームで割ることで求められ、0.30Aとなります。
問7	答え 1 0V	オームの法則によれば、抵抗の両端の電圧 V は電流 I と抵抗 R の積（ $V=IR$ ）で表される。回路が遮断されスイッチが開放された状態では、回路に電流が流れないため $I=0$ となる。したがって、抵抗の両端の電位差は0Vとなる。電源と抵抗が接続されている場合でも、回路が閉じていなければ電流は発生せず、抵抗による電圧降下は生じない。
問8	答え 2 3.0 オーム	ジュール熱の公式 $Q = V^2 * t / R$ を用いる。与えられた値を代入すると、 $12 = (6.0)^2 * 1.0 / R$ となる。これを整理すると $12 = 36 / R$ となり、 $R = 36 / 12$ を計算することで、抵抗値は3.0オームと求められる。
問9	答え 1 送電電圧を高くし、電流を小さくして交流で送電する	送電線における電力損失は、電流の2乗と抵抗の積（ I^2R ）で表されるジュール熱に起因する。損失を減らすには電流 I を小さくする必要があり、電力を一定に保つためには電圧を高くする必要がある。交流は変圧器を用いて容易に電圧を変換できるため、長距離送電に適している。
問10	答え 1 4V	直列回路において電圧は抵抗値の比に比例して分配される。全体の抵抗値は $4\Omega + 8\Omega = 12\Omega$ である。抵抗値 4Ω の抵抗器にかかる電圧は、全体の電圧12Vに、全体の抵抗に対する自身の抵抗の比である $4/12$ を乗じることで求められる。したがって、 $12V * (4 / 12) = 4V$ となる。
問11	答え 1 0.25倍	送電する電力を P 、電圧を V とすると、流れる電流 I は $I = P/V$ と表される。送電線での電力損失は I^2R であるため、電圧を2倍にすると電流は $1/2$ 倍となり、電力損失は $(1/2)^2$ 倍、すなわち $1/4$ 倍（0.25倍）となる。電圧を高くすることで電流を減らし、損失を効率的に抑制するこの仕組みは、長距離送電において極めて重要である。

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）

- 消費電力に比例してエネルギー効率は必ず向上する。
- 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。
- 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。
- 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 電源電圧が12 Vで、抵抗値がそれぞれ 4.0 Ω、6.0 Ω、12 Ω の3つの抵抗が並列に接続されている回路がある。このとき、4.0 Ω の抵抗を流れる電流の大きさとして最も適切なものはどれか。（2015年 全国公立入試 類似）

- 1.0 A
- 2.0 A
- 3.0 A
- 6.0 A

問3 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）

- 0.4 A
- 2.0 A
- 5.0 A
- 10.0 A

問4 電源電圧が12Vで、抵抗値がそれぞれ4Ωと8Ωの抵抗器が直列に接続されている。このとき、抵抗値4Ωの抵抗器にかかる電圧は何Vか。（2026年 全国公立入試 類似）

- 4V
- 6V
- 8V
- 12V

問5 電磁波の分類と利用に関する説明として、物理学的な観点から正しいものはどれか。（2021年 全国公立入試 類似）

- 電磁波のエネルギーは周波数に比例するため、周波数が高いほど物質に対する透過力や破壊力が大きくなる傾向がある。
- 電波は電磁波の中で最も波長が短いため、回折現象を利用した通信には適していない。
- 赤外線は可視光線よりも周波数が高いため、物体に照射すると強い殺菌作用を示す。
- ガンマ線は放射性崩壊に伴って放出されるが、そのエネルギーは電波のエネルギーよりも低い。

問6 ある金属線の長さを2倍にし、断面積を半分にしたとき、その抵抗値は元の値の何倍になるか。（2026年 全国公立入試 類似）

- 1倍
- 2倍
- 4倍
- 8倍

問7 一次コイルの巻き数が1000回である変圧器において、一次コイルに100ボルトの電圧を加えたとき、二次コイルの電圧が8.0ボルトとなった。この変圧器の二次コイルの巻き数は何回か。（2021年 全国公立入試 類似）

- 8回
- 80回
- 125回
- 800回

問8 物質の抵抗率に関する記述として最も適切なものはどれか。（2022年 全国公立入試 類似）

- 抵抗率は物質の形状や寸法によって変化する値である。
- 抵抗率は抵抗値に長さを掛け、断面積で割ることで算出される。
- 抵抗率が大きい物質ほど、同じ形状であれば電気を通しやすい。
- 抵抗率は温度変化の影響を全く受けない物質固有の定数である。

問9 直流電源に2本の電熱線CとDを並列接続し、それぞれ同量の水が入った容器に浸して加熱したところ、電熱線Cを入れた容器の水温上昇が大きかった。この現象に関する記述として最も適切なものはどれか。（2022年 全国公立入試 類似）

- 電熱線Cにかかる電圧は電熱線Dにかかる電圧よりも大きい。
- 電熱線Cの抵抗値は電熱線Dの抵抗値よりも小さい。
- 電熱線Cを流れる電流は電熱線Dを流れる電流よりも小さい。
- 電熱線Cの消費電力は電熱線Dの消費電力よりも小さい。

問10 抵抗Cと抵抗Dを直列に接続し、一定の電圧を加えた回路において、抵抗Dの消費電力が抵抗Cの消費電力の0.5倍であるとき、この回路を流れる電流と消費電力の関係について最も適切な説明はどれか。（2019年 全国公立入試 類似）

- 直列回路では電流が等しいため、消費電力は抵抗値に比例する。
- 直列回路では電圧が等しいため、消費電力は抵抗値に反比例する。
- 直列回路では電流が等しいため、消費電力は抵抗値の二乗に比例する。
- 直列回路では電圧が等しいため、消費電力は抵抗値に比例する。

問11 電熱線において発生するジュール熱の性質に関する記述として、最も適切なものはどれか。（2026年 全国公立入試 類似）

- 電圧を2倍にすると、単位時間あたりの発熱量は4倍になる。
- 抵抗値を2倍にすると、単位時間あたりの発熱量は2倍になる。
- 電流を一定に保つ場合、抵抗値が大きいほど単位時間あたりの発熱量は小さくなる。
- 電圧を一定に保つ場合、抵抗値が小さいほど単位時間あたりの発熱量は小さくなる。

答え合わせ・解説 No.2

問1	答え 2 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 3 3.0 A	並列回路においては、各抵抗の両端にかかる電圧は電源電圧と等しくなる。オームの法則 ($V = RI$) より、電流 I は電圧 V を抵抗 R で割ることで求められる。本問では 12 V を $4.0\ \Omega$ で割ることで、 $12 / 4.0 = 3.0\text{ A}$ となる。他の抵抗の接続状態は、個々の抵抗を流れる電流に影響を与えない。
問3	答え 4 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 $100\text{ V} \times 2.0\text{ A} = 200\text{ W}$ と、二次側の電力 $20\text{ V} \times I_2$ は等しくなります。したがって、 $20\text{ V} \times I_2 = 200\text{ W}$ という式が成り立ち、これを解くと $I_2 = 10.0\text{ A}$ 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4	答え 1 4V	直列回路において電圧は抵抗値の比に比例して分配される。全体の抵抗値は $4\ \Omega + 8\ \Omega = 12\ \Omega$ である。抵抗値 $4\ \Omega$ の抵抗器にかかる電圧は、全体の電圧 12 V に、全体の抵抗に対する自身の抵抗の比である $4/12$ を乗じることで求められる。したがって、 $12\text{ V} \times (4 / 12) = 4\text{ V}$ となる。
問5	答え 1 電磁波のエネルギーは周波数に比例するため、周波数が高いほど物質に対する透過力や破壊力が大きくなる傾向がある。	電磁波のエネルギー E は、プランク定数を h 、周波数を f とすると $E = hf$ で表される。したがって、周波数が高いほどエネルギーは大きくなる。このため、ガンマ線のような高周波の電磁波は高い透過力や破壊力を持ち、医療治療に利用される。一方、電波は周波数が低くエネルギーが小さいため、通信に適している。
問6	答え 3 4倍	抵抗値 R は $R = \rho(L/S)$ で表される。長さ L を2倍、断面積 S を $1/2$ 倍にすると、 $R' = \rho(2L / (S/2)) = 4 \times \rho(L/S)$ となる。したがって、抵抗値は元の値の4倍になる。
問7	答え 2 80回	変圧器の電圧比は巻き数比に等しいため、 $V_1/V_2 = N_1/N_2$ が成り立つ。 $100/8.0 = 1000/N_2$ という式を立てると、 $12.5 = 1000/N_2$ となる。これを解くと $N_2 = 1000 / 12.5 = 80$ となり、二次コイルの巻き数は80回と求められる。
問8	答え 2 抵抗率は抵抗値に長さを掛け、断面積で割ることで算出される。	抵抗率（比抵抗）は物質固有の電気的な流れにくさを示す値であり、抵抗値 R 、断面積 S 、長さ L の関係式 $R = \rho \times (L / S)$ を変形した $\rho = (R \times S) / L$ によって定義される。形状や寸法に依存せず、物質の種類と温度によって決まる物理量である。
問9	答え 2 電熱線Cの抵抗値は電熱線Dの抵抗値よりも小さい。	並列接続された回路では、各電熱線にかかる電圧は電源電圧と等しく、両者に差はない。消費電力 P は電圧 V と抵抗 R を用いて $P = V^2 / R$ と表される。電圧が一定であるため、消費電力は抵抗値に反比例する。水温上昇が大きいということは、単位時間あたりの発熱量（消費電力）が大きいことを意味し、したがって電熱線Cの抵抗値は電熱線Dよりも小さいと判断できる。
問10	答え 1 直列回路では電流が等しいため、消費電力は抵抗値に比例する。	直列回路では、回路全体を流れる電流 I は各抵抗で共通である。消費電力 P は $P = I^2 \times R$ という式で表されるため、電流 I が一定であれば、消費電力 P は抵抗値 R に比例する。したがって、抵抗値が 0.5 倍である抵抗Dの消費電力は、抵抗Cの 0.5 倍となる。
問11	答え 1 電圧を2倍にすると、単位時間あたりの発熱量は4倍になる。	単位時間あたりの発熱量（電力）は $P = V^2 / R$ で表される。電圧 V が2倍になると、 V^2 は4倍になるため、電力も4倍となる。一方、抵抗 R が大きくなると、電圧一定の条件下では分母が大きくなるため電力は小さくなる。したがって、抵抗値と発熱量は反比例の関係にある。

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. 消費電力に比例してエネルギー効率は必ず向上する。 2. 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。 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R1とR2（R1 < R2）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P1とP2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. 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 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. 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 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 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. 送電線の抵抗を小さくし、電流の流れる速さを速くするため

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 $0.040 \text{ } \Omega$ 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. $1.6 \times 10^{-7} \text{ } \Omega \cdot \text{m}$ 2. $2.0 \times 10^{-7} \text{ } \Omega \cdot \text{m}$ 3. $4.0 \times 10^{-7} \text{ } \Omega \cdot \text{m}$ 4. $8.0 \times 10^{-7} \text{ } \Omega \cdot \text{m}$

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. 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. 0.4 A 2. 2.0 A 3. 5.0 A 4. 10.0 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. 電波、赤外線、可視光線、紫外線、X線、ガンマ線 2. ガンマ線、X線、紫外線、可視光線、赤外線、電波 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 $1.0 \times 10^{-7} \text{ } \Omega \cdot \text{m}$ 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. 5.0 Ω 2. 10 Ω 3. 20 Ω 4. 40 Ω

答え合わせ・解説 No.3

問1	答え 2 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 1 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 1 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 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 1 $1.6 \times 10^{-7} \Omega \cdot m$	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 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9	答え 4 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 1 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 2 10 Ω	抵抗値Rは、 $R = \rho \times (l / S)$ の式に値を代入して求める。ρ = $1.0 \times 10^{-7} \Omega \cdot m$ 、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。

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。

問1 材質が同じ円柱状の抵抗について、長さが L 、断面積が S である抵抗 C の電気抵抗値を R とする。このとき、長さが $2L$ 、直径が2倍である抵抗 D の電気抵抗値として正しいものはどれか。 (2019年 全国公立入試 類似)

1. $0.5R$ 2. R 3. $2R$ 4. $4R$

問2 直列回路の性質に関する記述として最も適切なものはどれか。 (2015年 全国公立入試 類似)

1. 各抵抗を流れる電流の和が回路全体の電流となる。 2. 回路全体の合成抵抗は、各抵抗の逆数の和に等しい。 3. 各抵抗を流れる電流は、抵抗値の大きさに比例する。 4. 各抵抗を流れる電流は、回路のどの部分においても等しい。

問3 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4 物体が摩擦などによって電気を帯びる現象を帯電という。この現象に関する記述として最も適切なものはどれか。 (2015年 全国公立入試 類似)

1. 正電荷と負電荷の間には、互いに退け合う反発力がはたらく。 2. 負電荷と負電荷の間には、互いに引きつけ合う引力がはたらく。 3. 正電荷と正電荷の間には、互いに退け合う反発力がはたらく。 4. 帯電した物体は、電気を帯びていない物体に対して常に反発力を及ぼす。

問5 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6 電源電圧が 12 V であり、抵抗値がそれぞれ $2\ \Omega$ 、 $3\ \Omega$ 、 $5\ \Omega$ である3つの抵抗が直列に接続されている回路がある。この回路全体に流れる電流の大きさとして最も適切なものはどれか。 (2015年 全国公立入試 類似)

1. 1.2 A 2. 2.4 A 3. 6.0 A 4. 10.0 A

問7 直線電流が作る磁場について、右ねじの法則を適用した際の現象として正しい説明はどれか。 (2017年 全国公立入試 類似)

1. 電流の向きを右ねじの進む向きに合わせたとき、磁力線はねじを回す向きに形成される。 2. 電流の強さを2倍にすると、磁場の向きは逆転し、磁場の強さは変わらない。 3. 磁力線の向きは、電流の向きを右ねじを回す向きに合わせたときの、ねじの進む向きである。 4. 直線電流の周囲に形成される磁力線は、電流に対して平行な直線状に分布する。

問8 直列接続された複数の電熱線において、各電熱線を流れる電流と抵抗値の関係を述べたものとして正しいものはどれか。 (2022年 全国公立入試 類似)

1. 各電熱線を流れる電流は、それぞれの抵抗値に反比例する。 2. 各電熱線を流れる電流は、それぞれの抵抗値に比例する。 3. 各電熱線を流れる電流は、抵抗値に関わらず常に等しい。 4. 各電熱線を流れる電流の和は、回路全体の抵抗値に比例する。

問9 一次コイルの巻数が1000回、二次コイルの巻数が100回である変圧器がある。一次コイルに100ボルトの交流電圧を加えたとき、二次コイルに発生する電圧は何ボルトか。 (2016年 全国公立入試 類似)

1. 1ボルト 2. 10ボルト 3. 1000ボルト 4. 10000ボルト

問10 並列回路の性質に関する記述として最も適切なものはどれか。 (2015年 全国公立入試 類似)

1. 各抵抗を流れる電流の和は、電源から流れ出る全電流と等しい。 2. 各抵抗にかかる電圧は、抵抗値に比例して分配される。 3. 回路全体の合成抵抗は、個々の抵抗値の和よりも大きくなる。 4. 一つの抵抗を取り除くと、残りの抵抗を流れる電流は変化する。

答え合わせ・解説 No.5

問1	答え 1 0.5R	電気抵抗は長さに比例し、断面積に反比例する。抵抗Dの直径は2倍であるため、断面積は半径の二乗に比例し4倍となる。したがって、抵抗Dの抵抗値は、元の抵抗値Rに対して長さの倍率（2倍）を掛け、断面積の倍率（4倍）で割ることで、2/4倍すなわち0.5Rと求められる。
問2	答え 4 各抵抗を流れる電流は、回路のどの部分においても等しい。	直列回路では、電流の通り道が一本道であるため、回路のどの箇所を流れる電流も等しい。並列回路では電流が分岐するため、各枝を流れる電流の和が全体の電流となる。また、合成抵抗の逆数の和を用いるのは並列回路の計算であり、直列回路の合成抵抗は各抵抗の単純な和で求められる。
問3	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4	答え 3 正電荷と正電荷の間には、互いに退け合う反発力がはたらく。	帯電とは、物体が摩擦などにより電気を帯びる現象である。電気には正電荷と負電荷の2種類が存在し、同種の電荷（正と正、または負と負）の間には反発力がはたらく。一方、異種の電荷（正と負）の間には引力がはたらく。なお、帯電した物体は、電気を帯びていない物体に対しても静電誘導によって引きつけ合う引力を及ぼすため、選択肢の記述には注意が必要である。
問5	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を正しく理解することが重要である。
問6	答え 1 1.2 A	直列回路における合成抵抗は、各抵抗の和で求められる。本問では $2\Omega + 3\Omega + 5\Omega = 10\Omega$ となる。オームの法則（ $V = RI$ ）に基づき、電流Iは電圧Vを合成抵抗Rで割ることで算出できる。したがって、 $12\text{ V} / 10\Omega = 1.2\text{ A}$ が回路全体に流れる電流であり、直列回路では各抵抗を流れる電流も等しくこの値となる。
問7	答え 1 電流の向きを右ねじの進む向きに合わせたとき、磁力線はねじを回す向きに形成される。	右ねじの法則は、直線電流が作る磁場の向きを決定する基本的な法則である。電流の向きを右ねじの進む向き（進行方向）と定義し、その際にねじを回す回転方向が磁場の向きとなる。この磁場は電流を中心とする同心円状に形成されるため、電流に対して平行な直線状にはならない。また、電流の強さを変えても磁場の向きは変わらず、磁場の強さが変化する。
問8	答え 3 各電熱線を通る電流は、抵抗値に関わらず常に等しい。	直列接続は電流の通り道が一本道であるため、回路のどの部分を通る電流も等しくなる。消費電力は抵抗値に比例するが、電流そのものは抵抗の大きさによって変化することはない。並列接続の場合には、各抵抗にかかる電圧が等しくなり、電流は抵抗値に反比例して分配される。
問9	答え 2 10ボルト	変圧器の電圧比は巻数比に等しいため、二次コイルの電圧V2は、一次コイルの電圧V1に $(N2/N1)$ を乗じることで求められます。本問では $V2 = 100\text{ボルト} \times (100\text{回}/1000\text{回}) = 10\text{ボルト}$ となります。巻数比を逆に計算したり、二乗したりしないよう注意が必要です。
問10	答え 1 各抵抗を流れる電流の和は、電源から流れ出る全電流と等しい。	並列回路では、各抵抗の両端に電源電圧がそのままかかるため、各抵抗を流れる電流は電源電圧と個々の抵抗値のみによって決定される。キルヒホッフの電流則により、分岐点に流れ込む電流の総和は、そこから流れ出る電流の総和と等しくなるため、各枝を流れる電流の和が全電流となる。