

高校物理プリント (過去問類似)

電磁気 No.5

名前

得点

/10

問1 30Vの直流電源に、抵抗R1(60Ω)と抵抗R2(20Ω)が並列に接続されている。この並列回路全体に流れる電流の値として最も適当なものはどれか。 (2013年 全国公立入試 類似)

1. 0.5A 2. 1.5A 3. 2.0A 4. 6.0A

問2 一様な磁場中で円運動を行う荷電粒子の運動エネルギーが、元の状態の4倍になったとき、円運動の半径は元の何倍になるか。ただし、荷電粒子の質量と電荷、および磁束密度は変化しないものとする。 (2015年 全国公立入試 類似)

1. 2倍 2. 4倍 3. 8倍 4. 16倍

問3 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

問4 電気容量がそれぞれ 2.0 μF である4つのコンデンサーを並列に接続した回路において、この回路全体の合成電気容量は何 μF になるか。 (2020年 全国公立入試 類似)

1. 0.5 μF 2. 2.0 μF 3. 4.0 μF 4. 8.0 μF

問5 斜面上のコイルAと、それより下方にあるコイルBを磁石が通過する際、オシロスコープで観測される電圧波形の特徴として正しいものはどれか。 (2013年 全国公立入試 類似)

1. コイルBの電圧波形は、コイルAの波形よりも時間的に遅れて現れる。
2. コイルBの電圧波形は、コイルAの波形よりも時間的に早く現れる。
3. コイルBの電圧波形は、コイルAの波形と全く同じ時刻に現れる。
4. コイルBの電圧波形は、コイルAの波形と逆向きの振幅のみを示す。

問6 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。 (2007年 全国公立入試 類似)

1. 変圧器は、一次コイルと二次コイルの巻き数比に応じて、交流の電圧を変換する装置である。
2. 変圧器は、電磁誘導を利用して交流の周波数を巻き数比に応じて変換する装置である。
3. 変圧器は、直流電流を高い電圧の直流電流に変換するために広く用いられている。
4. 変圧器は、一次コイルと二次コイルの巻き数比が等しい場合、電圧を2倍に昇圧する。

問7 起電力V、内部抵抗rの電池をn個並列に接続し、外部抵抗Rに接続した回路がある。このとき、外部抵抗Rで消費される電力(ジュール熱)を表す式として正しいものはどれか。 (2005年 全国公立入試 類似)

1. $(nV / (nR + r))^2 * R$ 2. $(nV / (n * R + r))^2 * R$ 3. $(V / (R + r))^2 * R$ 4. $(nV / (R + n * r))^2 * R$

問8 電気容量Cのコンデンサーに電圧Vを印加したとき、このコンデンサーに蓄えられる静電エネルギーU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. $U = CV$ 2. $U = (1/2)CV^2$ 3. $U = CV^2$ 4. $U = (1/2)C^2V$

問9 抵抗Rで消費される電力Pを求める式として、正しいものを一つ選べ。ただし、抵抗にかかる電圧をV、流れる電流をIとする。

(2013年 全国公立入試 類似)

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

問10 電磁誘導に関する記述として最も適切なものはどれか。 (2010年 全国公立入試 類似)

1. コイルを貫く磁束が一定であれば、コイルの移動速度に関わらず誘導起電力が発生する。
2. 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。
3. 磁場の中に静止しているコイルには、常に一定の誘導起電力が発生している。
4. コイルを貫く磁束が変化しても、コイルを構成する導線の電気抵抗がゼロであれば誘導起電力は発生しない。

答え合わせ・解説 No.5

問1	答え 3 2.0A	並列接続された抵抗R1とR2には、それぞれ電源電圧と同じ30Vの電圧がかかる。オームの法則より、R1に流れる電流は $30V/60\Omega=0.5A$ 、R2に流れる電流は $30V/20\Omega=1.5A$ となる。回路全体を流れる電流はこれらの和であるため、 $0.5A+1.5A=2.0A$ となる。
問2	答え 1 2倍	運動エネルギー $K = (1/2)mv^2$ より、速さ v は運動エネルギーの平方根に比例する。半径 $r = mv / (qB)$ の式に $v \propto \sqrt{K}$ を代入すると、 $r \propto \sqrt{K}$ となることがわかる。したがって、運動エネルギーが4倍になると、半径は $\sqrt{4} = 2$ 倍となる。
問3	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4	答え 4 8.0 μ F	並列接続されたコンデンサーの合成電気容量は、個々の電気容量の単純な加算によって求められる。各コンデンサーの容量が 2.0 μ F であり、それが4つ並列に接続されているため、合成容量は $2.0 \mu F \times 4 = 8.0 \mu F$ となる。直列接続と混同して逆数の和をとらないよう注意が必要である。
問5	答え 1 コイルBの電圧波形は、コイルAの波形よりも時間的に遅れて現れる。	磁石が斜面を滑り降りる際、コイルBはコイルAよりも下方に配置されているため、磁石がコイルBに到達する時刻はコイルAを通過した後となる。したがって、磁束変化に伴う誘導起電力のピークが現れる時刻も、コイルBの方がコイルAよりも遅くなる。
問6	答え 1 変圧器は、一次コイルと二次コイルの巻き数比に応じて、交流の電圧を変換する装置である。	変圧器は電磁誘導の法則に基づき、鉄心を通じて一次コイルの磁束の変化を二次コイルに伝え、電圧を変換する。この際、電圧の変換比は巻き数比に比例するが、交流の周波数は変換されない。また、変圧器は磁束の変化を必要とするため、直流の電圧変換には直接利用できない。これらの性質から、交流電力の送電において電圧を効率よく変換するために不可欠な装置となっている。
問7	答え 1 $(nV / (nR + r))^2 * R$	並列接続されたn個の電池の合成起電力はVであり、合成内部抵抗は r/n となる。回路全体に流れる電流Iは、オームの法則より $I = V / (R + r/n) = nV / (nR + r)$ となる。外部抵抗Rで消費される電力は、ジュール熱の公式 $P = I^2 * R$ にこの電流を代入することで求められる。
問8	答え 2 $U = (1/2)CV^2$	コンデンサーに蓄えられる静電エネルギーは、電圧Vを0からVまで変化させる間にコンデンサーが蓄える電荷Qの積分値として求められる。電圧と電荷の関係は $Q = CV$ であり、電圧Vに対する電荷Qのグラフの面積がエネルギーに相当するため、三角形の面積を計算する要領で $(1/2)CV^2$ となる。これは電圧の二乗に比例する量である。
問9	答え 3 $P = V^2 / R$	電力Pは電圧Vと電流Iの積 ($P = VI$) で定義される。オームの法則 ($V = IR$) を用いると、 $I = V / R$ となるため、これを電力の式に代入すると $P = V * (V / R) = V^2 / R$ となる。同様に、 $V = IR$ を代入すると $P = (IR) * I = I^2 * R$ と表せる。これらは直流回路における消費電力を計算する際の基本的な関係式である。
問10	答え 2 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。	ファラデーの電磁誘導の法則によれば、回路に生じる誘導起電力の大きさは、その回路を貫く磁束の時間的な変化率に比例する。磁束が変化しない場合、変化率はゼロであるため誘導起電力は発生しない。また、誘導起電力は磁束の変化という物理現象そのものに起因するため、導線の電気抵抗の有無には依存しない。抵抗がゼロであれば、発生した誘導起電力によって大きな誘導電流が流れることになるが、起電力そのものは磁束の変化によって決定される。