

高校物理プリント（過去問類似）

物理 I B（旧課程の過去問） No.4

名前

得点

/10

問1 ウラン235が放射性崩壊を繰り返し、最終的に安定な鉛207になる過程において、アルファ崩壊とベータ崩壊がそれぞれ何回ずつ起こるか。ただし、アルファ崩壊は質量数を4、原子番号を2減少させ、ベータ崩壊は質量数を変えずに原子番号を1増加させるものとする。 （2005年 全国公立入試 類似）

1. アルファ崩壊7回、ベータ崩壊4回 2. アルファ崩壊8回、ベータ崩壊6回 3. アルファ崩壊7回、ベータ崩壊5回 4. アルファ崩壊6回、ベータ崩壊4回

問2 真空中に置かれた点電荷 q から距離 r の地点における電位 V を表す式として、正しいものはどれか。ただし、 k をクーロンの法則の比例定数とする。 （2004年 全国公立入試 類似）

1. $V = k * q / r$ 2. $V = k * q / r^2$ 3. $V = k * q^2 / r$ 4. $V = k * q / r^3$

問3 屈折率1.5のガラス内部から屈折率1.0の空気中へ光が進むとき、全反射が起こるための入射角の条件として適切なものはどれか。ただし、 $\sin(41.8度) = 0.667$ とする。 （2004年 全国公立入試 類似）

1. 入射角が41.8度より大きい 2. 入射角が41.8度より小さい 3. 入射角が48.2度より大きい 4. 入射角が48.2度より小さい

問4 定常波の節と腹が交互に並ぶ空間において、観測者が一定の速さで移動する際に音の強弱が変化して聞こえる理由として、最も適切なものはどれか。 （2005年 全国公立入試 類似）

1. 観測者が波の節と腹を交互に通過することで、振幅の異なる位置の音を順次聞いたため 2. 観測者の移動速度と音速の比によって、ドップラー効果による振動数の変化が生じるため 3. 観測者が移動することで、音源からの波の波長が空間的に変化するため 4. 観測者が移動することで、音源の振動数が相対速度に応じて変化するため

問5 平行板コンデンサーの極板Aを接地し、極板Bに正電荷を与えた状態において、極板間に厚さ d の金属板を挿入した。このとき、金属板内部の電場の強さはいくらになるか。 （2005年 全国公立入試 類似）

1. 極板間の電場の強さと等しい 2. 極板間の電場の強さの2倍である 3. 0である 4. 極板間の電場の強さの半分である

問6 断熱された容器内の気体をピストンで静かに圧縮する過程において、気体の状態変化として正しい記述はどれか。 （2005年 全国公立入試 類似）

1. 外部から仕事が増え、内部エネルギーが増加し、温度と圧力が上昇する。 2. 外部へ仕事をし、内部エネルギーが減少し、温度と圧力が低下する。 3. 外部から仕事が増え、内部エネルギーは変化せず、温度と圧力が一定に保たれる。 4. 外部へ仕事をし、内部エネルギーが増加し、温度と圧力が上昇する。

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 に接続した回路において、1つの電池の内部抵抗 r で発生する単位時間あたりのジュール熱を求める式として正しいものはどれか。 （2005年 全国公立入試 類似）

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

問8 起電力 1.5 V、内部抵抗 1.2 オームの等しい電池4個をすべて並列に接続した。この並列電池群の両端に、抵抗値 0.70 オームの外部抵抗を接続したとき、この外部抵抗に流れる電流は何 A か。ただし、導線の抵抗は無視できるものとする。 （2005年 全国公立入試 類似）

1. 1.5 A 2. 0.50 A 3. 1.2 A 4. 2.0 A

問9 電気容量が C および $2C$ である2つのコンデンサーを直列に接続したとき、この回路全体の合成容量として正しいものはどれか。 （2004年 全国公立入試 類似）

1. $1/3 C$ 2. $2/3 C$ 3. $3/2 C$ 4. $3 C$

問10 半導体ダイオードの物理的性質として、電子と正孔の挙動に関する記述として正しいものはどれか。 （2004年 全国公立入試 類似）

1. n 型半導体中の電子は、電流の向きと逆方向に移動することで電流を担う。 2. p 型半導体中の正孔は、電流の向きと逆方向に移動することで電流を担う。 3. ダイオードに順方向電圧をかけると、電子と正孔は接合面から離れる方向に移動する。 4. ダイオードの整流作用は、電子と正孔が接合面で結合しないことで生じる。

答え合わせ・解説 No.4

問1	答え 1 アルファ崩壊7回、ベータ崩壊4回	ウラン235（質量数235、原子番号92）から鉛207（質量数207、原子番号82）への変化を考える。質量数の減少分は $235-207=28$ であり、アルファ崩壊1回につき質量数が4減るため、 $28/4=7$ 回アルファ崩壊が起こる。このとき原子番号は $7 \times 2=14$ 減少し、 $92-14=78$ となる。最終的な原子番号は82であるため、ベータ崩壊によって $82-78=4$ 回原子番号を増やす必要がある。
問2	答え 1 $V = k * q / r$	点電荷による電位は、無限遠を基準（0）としたとき、電荷 q に比例し、距離 r に反比例する。式は $V = k * q / r$ で表される。距離の二乗に反比例するのは電場（電界）の強さであり、混同しないよう注意が必要である。
問3	答え 1 入射角が41.8度より大きい	臨界角を θ とすると、 $\sin(\theta) = n_2 / n_1 = 1.0 / 1.5 = 0.666\dots$ となる。問題文より $\sin(41.8^\circ)$ が約0.667であるため、臨界角は約41.8度である。全反射は入射角が臨界角よりも大きい場合に発生するため、入射角が41.8度を超えると光は境界で全反射する。
問4	答え 1 観測者が波の節と腹を交互に通過することで、振幅の異なる位置の音を順次聞くため	定常波は空間的に振幅が固定されており、腹の部分では振幅が最大、節の部分では振幅が最小となります。観測者がこの空間を移動すると、振幅の大きい位置と小さい位置を交互に通過することになります。このとき、観測される音の強弱は、観測者の移動速度と定常波の波長によって決まる周期で変化します。これは波源の振動数そのものが変化するドップラー効果とは異なる原理です。
問5	答え 3 0である	金属板内部では、静電誘導によって自由電子が移動し、外部電場を打ち消す向きに内部電場が形成される。この結果、金属板内部の合成電場は常に0となる。これは導体の静電遮蔽の原理であり、金属板の厚さや配置場所には依存しない。
問6	答え 1 外部から仕事が行なわれ、内部エネルギーが増加し、温度と圧力が上昇する。	熱力学第一法則によれば、断熱変化では外部との熱の出入りがないため、気体が外部から仕事を受けると、その分だけ内部エネルギーが増加します。理想気体において内部エネルギーは温度の関数であるため、内部エネルギーの増加は温度の上昇を意味します。また、ボイル・シャルルの法則に基づき、体積が減少して温度が上昇すれば、気体の圧力は元の状態よりも高くなります。
問7	答え 1 $(V / (nR + r))^2 * r$	回路全体に流れる電流 I は $nV / (nR + r)$ である。並列回路ではこの電流が n 個の電池に均等に分流されるため、1つの電池の内部抵抗 r を流れる電流は $I / n = V / (nR + r)$ となる。したがって、その内部抵抗で発生するジュール熱は、 $(I/n)^2 * r = (V / (nR + r))^2 * r$ となる。
問8	答え 1 1.5 A	等しい起電力 V 、内部抵抗 r の電池 n 個を並列に接続したとき、端子から見た合成起電力は V 、合成内部抵抗は r/n となる。本問では $V = 1.5 \text{ V}$ 、 $r = 1.2 \text{ オーム}$ 、 $n = 4$ であるため、合成内部抵抗は 0.30 オーム となる。この等価回路に外部抵抗 $R = 0.70 \text{ オーム}$ を接続したとき、回路全体の合成抵抗は $0.30 + 0.70 = 1.00 \text{ オーム}$ となり、流れる電流は $1.5 \text{ V} / 1.00 \text{ オーム} = 1.5 \text{ A}$ となる。
問9	答え 2 2/3 C	直列接続されたコンデンサーの合成容量の逆数は、各コンデンサーの容量の逆数の和に等しい。容量 C_1 と C_2 の直列接続における合成容量 C_0 は、 $1/C_0 = 1/C_1 + 1/C_2$ という関係式で表される。本問では $C_1=C$ 、 $C_2=2C$ であるため、 $1/C_0 = 1/C + 1/2C = 3/2C$ となる。この逆数をとると、合成容量 C_0 は $2/3 C$ と求められる。直列接続では、全体の容量は個々の容量よりも必ず小さくなる性質がある。
問10	答え 1 n型半導体中の電子は、電流の向きと逆方向に移動することで電流を担う。	電流の定義は正電荷の移動する向きであり、負電荷である電子は電流の向きと逆方向に移動する。p型半導体では正孔が、n型半導体では電子が電流の担い手となる。順方向電圧をかけると、電子と正孔は接合面に向かって移動し、接合面で再結合することで電流が流れる。この一方向への流れやすさが整流作用の原理である。