

答え合わせ・解説 No.7

問1	答え 1 9	3つの抵抗器をすべて直列接続したときの合成抵抗は各抵抗の和となり、最大値の $3R$ となる。一方、すべて並列接続したときの合成抵抗の逆数は各抵抗の逆数の和となり、最小値の $R/3$ となる。したがって、最大値と最小値の比は $3R$ を $R/3$ で割ることで 9 と求められる。
問2	答え 3 滑り台の傾きや経路に関わらず、地面に到達したときの速さは一定である。	摩擦がない滑り台では、荷物が崖の上から地面まで移動する際、力学的エネルギーが保存されます。位置エネルギーの減少分がすべて運動エネルギーに変換されるため、地面に到達したときの速さは高さのみによって決まります。したがって、滑り台の傾きや経路の形状に依存せず、到達時の速さは一定となります。
問3	答え 1 AND回路	2進数の加算において、上位の桁（繰り上がり）は、入力Aと入力Bがともに1である場合にのみ1を出力する論理演算を行う必要があります。この論理積の演算を物理的に実現する回路がAND回路です。一方、OR回路は入力のうちいずれかが1であれば1を出力し、NOT回路は入力を反転させるため、繰り上がりの計算には適しません。
問4	答え 1 音は媒質の密度変化が縦波として伝わる現象である。	音は空気や水などの媒質が疎密に変化することで伝わる縦波（疎密波）である。音の速さは媒質の種類や温度によって決まり、音の大きさ（振幅）や高さ（振動数）によって変化することはない。また、音は媒質の振動によって伝わるため、媒質が存在しない真空中では伝わるることができない。気温が高くなると空気分子の熱運動が活発になり、音速は速くなる性質がある。
問5	答え 1 アルファ崩壊では原子核からヘリウムの原子核が放出され、質量数が4減少する。	アルファ崩壊はヘリウムの原子核（アルファ粒子）を放出し、質量数が4、原子番号が2減少する現象である。ベータ崩壊は原子核内の中性子が陽子に変化する際に電子（ベータ粒子）を放出する現象であり、質量数は変わらず原子番号が1増加する。鉛の同位体は、ウラン系列などの放射性崩壊系列の終着点となる安定な核種である。
問6	答え 4 光が往復する間に歯車が回転し、歯が隙間の位置から移動して光が通過する。	フィゾーの歯車法では、光源からの光が歯車の隙間を通り、遠方の鏡で反射して戻ってきます。このとき、歯車の回転数を調整し、光が往復する間に歯車の歯が隙間の位置に移動するようにすると、光は遮断されます。逆に、歯が隙間を通り過ぎて次の隙間が光の戻る位置に来るように回転数を調整すると、光が再び通過して観測されます。この原理を利用して光の往復時間と距離から光速を算出します。
問7	答え 3 エネルギー	次元 $M L^2 T^{-2}$ は、仕事やエネルギーの単位であるジュール(J)に対応する。力は質量と加速度の積($M L T^{-2}$)、運動量は質量と速度の積($M L T^{-1}$)、速度は長さとの比($L T^{-1}$)である。したがって、提示された次元はエネルギーのみに該当する。
問8	答え 1 ばねの弾性エネルギーの減少分が、物体の運動エネルギーと重力による位置エネルギーの増加分の和に等しい。	力学的エネルギー保存の法則では、系全体のエネルギーの総和が一定に保たれる。ばねが自然の長さに戻る過程では、蓄えられていた弾性エネルギーが解放される。このエネルギーは、物体が下方に移動することによる運動エネルギーの獲得と、基準面に対する位置エネルギーの変化（この場合は減少だが、系全体で見ればエネルギーの分配）に充てられる。エネルギーの収支を考えると、弾性エネルギーの減少分が、運動エネルギーの増加と位置エネルギーの変化の合計と釣り合う関係にある。
問9	答え 1 摩擦や空気抵抗を無視できる場合、減少した位置エネルギーはすべて運動エネルギーに変換される	力学的エネルギー保存の法則により、摩擦や空気抵抗が無視できる理想的な環境下では、位置エネルギーの減少分は等しい量の運動エネルギーの増加分となります。実際には摩擦熱が発生しますが、物理の基礎的な考察においては、エネルギーの変換過程としてこの保存則が重要視されます。
問10	答え 2 共鳴振動数は音速に比例して変化する。	管の共鳴振動数 f は、音速 V と管の長さ L を用いて、開管では $f = nV / 2L$ 、閉管では $f = (2n-1)V / 4L$ と表される（ n は自然数）。この式から明らかなように、管の長さ L が一定であれば、共鳴振動数 f は音速 V に比例する。したがって、管内の気体を音速の異なる別の気体に置き換えると、共鳴する振動数もその音速の変化に応じて比例的に変化する。