

問1 質量 2.0 kg の物体が水平面上を速さ 5.0 m/s で運動している。この物体に運動方向と逆向きに 10 N の力を 0.50 秒間加えたとき、物体の運動量の変化の大きさは何 kg・m/s か。 (2005年 全国公立入試 類似)

1. 5.0 kg・m/s 2. 2.5 kg・m/s 3. 10 kg・m/s 4. 0 kg・m/s

問2 抵抗値Rの導線をn等分し、それらすべてを並列に接続したときの合成抵抗について、正しい説明はどれか。 (2006年 全国公立入試 類似)

1. 全体の抵抗値は元の抵抗値のnの2乗分の1になる 2. 全体の抵抗値は元の抵抗値のn倍になる 3. 全体の抵抗値は元の抵抗値のn分の1になる 4. 全体の抵抗値は元の抵抗値と変わらない

問3 無限に長い直線状の導線に一定の電流Iが流れている。この導線の近くに置かれた小さな円形コイルを、導線が作る磁場の中で移動させる際、誘導起電力が最も大きく発生する移動の仕方はどれか。 (2010年 全国公立入試 類似)

1. 導線に平行な方向に、コイル面を導線と平行に保ったまま移動させる 2. 導線に垂直な方向に、コイル面を導線と平行に保ったまま移動させる 3. 導線に平行な方向に、コイル面を導線と垂直に保ったまま移動させる 4. 導線から一定の距離を保ち、導線を中心とする円周上に沿って移動させる

問4 導体板の近くで磁石を動かす際に生じる渦電流に関する記述として、物理学的な原理に基づいた説明として誤っているものはどれか。 (2011年 全国公立入試 類似)

1. 渦電流は、磁束の変化を打ち消す向きに流れるため、常に磁石の運動を加速させるように働く。 2. 渦電流による磁場と磁石の磁場との相互作用により、導体板と磁石の間には引力や斥力が生じる。 3. 導体板の電気抵抗が小さいほど、同じ磁束変化に対してより大きな渦電流が流れやすくなる。 4. この現象は、高速で回転する円盤を磁石で制動する電磁ブレーキの原理として応用されている。

問5 日常生活で見られる現象のうち、静電気の発生が主な原因であるものはどれか。 (2004年 全国公立入試 類似)

1. 乾燥した冬場に衣類を脱ぐ際、パチパチと火花が散る。 2. コンセントのプラグが緩んでいる箇所が異常に熱くなる。 3. 電気ストーブのスイッチを入れると赤外線が放射される。 4. 送電線に電流が流れることで周囲に磁場が形成される。

問6 スリット間隔 d が 1.2×10^{-6} m の回折格子に、波長 6.0×10^{-7} m の単色光を垂直に入射させた。回折角 θ が -60 度から 60 度の範囲 ($-60 \text{度} \leq \theta \leq 60 \text{度}$) において、スクリーン上に観察される明線の数はいくつか。ただし、 $\sin 60 \text{度} = 0.87$ とする。 (2012年 全国公立入試 類似)

1. 1 2. 3 3. 5 4. 7

問7 二つのスピーカーがx軸上の点(-d, 0)と(d, 0)に配置されている。原点(0, 0)からy軸の正の方向に移動する観測者が、原点から離れるにつれて二つのスピーカーからの音の経路差がどのように変化するかを説明した文として、最も適切なものはどれか。 (2013年 全国公立入試 類似)

1. 原点から離れるほど、経路差は単調に増加する 2. 原点から離れるほど、経路差は単調に減少する 3. 原点から離れても、経路差は常にゼロのままである 4. 原点から離れると、経路差は一度減少してから増加する

問8 長さ 1.0 m あたりの抵抗が 10 オームである一様なニクロム線（全長 1.0 m）と、20 オームの固定抵抗器を直列に接続し、全体に 12 V の直流電圧をかけた。ニクロム線の端から長さ L (m) の区間を抵抗の無視できる導線で短絡させたとき、回路を流れる電流 I (A) と L (m) の関係を表す式として正しいものはどれか。ただし、 $0 \leq L \leq 1.0$ とする。 (2012年 全国公立入試 類似)

1. $I = 12 / (30 - 10L)$ 2. $I = 12 / (20 + 10L)$ 3. $I = 12 / (30 - L)$ 4. $I = 12 / (20 - 10L)$

問9 定常波において、隣り合う節と節の間隔は、その波の波長に対してどのような関係にあるか。 (2005年 全国公立入試 類似)

1. 波長の4倍である 2. 波長と等しい 3. 波長の半分である 4. 波長の4分の1である

答え合わせ・解説 No.6

問1	答え 1 5.0 kg・m/s	運動量の変化量は、物体に加えた力積（力と時間の積）に等しい。本問では、力 $F = 10 \text{ N}$ 、時間 $t = 0.50 \text{ s}$ であるため、力積 $I = F \times t = 10 \text{ N} \times 0.50 \text{ s} = 5.0 \text{ N} \cdot \text{s}$ となる。力積の単位 $\text{N} \cdot \text{s}$ は $\text{kg} \cdot \text{m/s}$ と等価であるため、運動量の変化の大きさは $5.0 \text{ kg} \cdot \text{m/s}$ となる。物体の初速度や質量は、運動量の変化量を求める計算過程では直接用いない。
問2	答え 1 全体の抵抗値は元の抵抗値のnの2乗分の1になる	導線を n 等分すると、各部分の抵抗値は R/n となる。これら n 本を並列に接続すると、合成抵抗の逆数は $n \times (1/(R/n)) = n^2/R$ となる。したがって、合成抵抗は $R/(n^2)$ となり、元の抵抗値の n^2 分の 1 に減少する。この関係は、導線の断面積が一定で長さが変化することによる抵抗の変化と、並列接続による合成抵抗の減少が組み合わさることによって生じる。
問3	答え 2 導線に垂直な方向に、コイル面を導線と平行に保ったまま移動させる	電磁誘導により発生する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。直線電流が作る磁場は導線からの距離に反比例し、導線を中心とする同心円状に分布する。コイルを導線に垂直な方向に移動させると、磁場の強さが急激に変化するため、コイルを貫く磁束の変化率が最大となり、誘導起電力も最も大きくなる。一方、導線に平行な移動や円周上の移動では、磁束の変化が小さくなるか、あるいは全く変化しないため、誘導起電力は発生しないか極めて小さくなる。
問4	答え 1 渦電流は、磁束の変化を打ち消す向きに流れるため、常に磁石の運動を加速させるように働く。	渦電流はレンツの法則に従い、磁束の変化を妨げる（打ち消す）向きに発生します。そのため、磁石の運動に対しては常に抵抗する力（ブレーキの役割）として働き、運動を加速させることはありません。選択肢の「加速させる」という記述が誤りです。
問5	答え 1 乾燥した冬場に衣類を脱ぐ際、パチパチと火花が散る。	衣類を脱ぐ際の摩擦により、それぞれの布地に正または負の電荷が蓄積される。蓄積された電荷が、脱ぐ瞬間に空気中を通して放電されることで火花と音が生じる。これは典型的な静電気現象である。他の選択肢であるプラグの緩みや電気ストーブの発熱は、電流の経路における電気抵抗によるジュール熱が主因であり、静電気の放電現象とは異なる。
問6	答え 2 3	回折格子の明線条件 $d \sin \theta = m \lambda$ より、 $\sin \theta = m \lambda / d$ となる。数値を代入すると、 $\sin \theta = m * (6.0 * 10^{-7}) / (1.2 * 10^{-6}) = 0.5 * m$ となる。回折角 θ の範囲が -90° から 90° であるとき、 $\sin \theta$ の範囲は $-0.87 \leq \sin \theta \leq 0.87$ となる。これを満たす整数 m は $-1, 0, 1$ の3個であり、明線の数は 3 となる。
問7	答え 1 原点から離れるほど、経路差は単調に増加する	観測者が y 軸上を移動する場合、二つのスピーカーまでの距離は常に等しくなるため、経路差は常にゼロである。しかし、スピーカーが y 軸上にあり、観測者が x 軸上を移動する場合や、スピーカーの配置と観測経路の関係によっては、観測点が原点から離れるにつれて二つの音源までの距離の差が大きくなる。本設問の配置では、観測者が原点から離れるほど、二つの音源との距離の差が拡大し、経路差は単調に増加する。
問8	答え 1 $I = 12 / (30 - 10L)$	ニクロム線のうち長さ L の区間が短絡されると、その部分の抵抗は無視できる。残されたニクロム線の長さは $1.0 - L$ となり、その抵抗値は $10 * (1.0 - L)$ オームとなる。これに 20 オームの固定抵抗器が直列に接続されているため、回路全体の合成抵抗は $20 + 10 * (1.0 - L) = 30 - 10L$ オームとなる。オームの法則 $V = R * I$ より、電流 I は $12 / (30 - 10L)$ と表される。
問9	答え 3 波長の半分である	定常波は、逆向きに進む同じ振動数と振幅を持つ波が重なり合うことで生じる。このとき、振幅が常にゼロとなる位置を節と呼ぶ。隣り合う節と節の間隔は、波の半周期分に相当するため、波長の半分 ($\lambda/2$) となる。これは波動の基本的な性質である。

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）。この式から明らかのように、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。

問1 コイルの端子にスイッチとニクロム線を直列に接続し、磁石をコイルに対して振り子運動させる装置において、スイッチを閉じた際に磁石の運動に対する制動力が最も強まる条件として正しいものはどれか。（2007年 全国公立入試 類似）

1. コイルの巻き数を減らし、ニクロム線の長さを長くする
2. コイルの巻き数を増やし、ニクロム線の長さを長くする
3. コイルの巻き数を減らし、ニクロム線の長さを短くする
4. コイルの巻き数を増やし、ニクロム線の長さを短くする

問2 長距離送電において、送電電圧を高くして送電を行う主な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. 送電線に流れる電流を減らし、送電線での電力損失を抑えるため
2. 送電線の電気抵抗を大きくし、電圧降下を促進させるため
3. 送電線に流れる電流を増やし、磁界の発生を強めるため
4. 送電線に流れる電流を一定に保ち、ニクロム線による発熱を利用するため

問3 光の回折現象が日常生活のスケールで観察されにくい理由として、最も適切なものはどれか。（2006年 全国公立入試 類似）

1. 光の波長が極めて短いため、障害物の背後に回り込みにくいから
2. 光は直進する性質のみを持ち、波としての性質をほとんど持たないから
3. 光の速度が音速に比べて非常に速く、回折が起こる前に通過してしまうから
4. 光は電磁波であり、障害物によって吸収されてしまうため回折が起こらないから

問4 ある波の波形において、0秒から0.10秒の間に波が2.5回繰り返されている。この波の振動数として正しいものはどれか。

(2004年 全国公立入試 類似)

1. 0.04 Hz
2. 0.25 Hz
3. 25 Hz
4. 40 Hz

問5 電子部品が真空管からトランジスタへ置き換わったことによる物理的な利点として、最も適切なものはどれか。（2005年 全国公立入試 類似）

1. 消費電力の低減と装置の小型化が可能になった
2. 真空中で電子を加速させる必要がなくなり、抵抗値がゼロになった
3. コンデンサーの容量を無限に大きくできるようになった
4. リレー回路による機械的なスイッチング速度が向上した

問6 平行に置かれた2本の直線状電線に、互いに逆向きの電流を流したとき、電線間に働く力について最も適切な説明はどれか。

(2006年 全国公立入試 類似)

1. 電線同士は互いに引き合う向き
2. 電線同士は互いに反発する向き
3. 電流の向きと平行な向きの力を受ける
4. 磁界の向きと平行な向きの力を受ける

問7 管の長さが L の開管（両端が開いた管）と、管の長さが L の閉管（一端が閉じた管）がある。それぞれの管で発生する基本振動の振動数を比較したとき、開管の基本振動数は閉管の基本振動数の何倍になるか。ただし、開口端補正は無視できるものとする。（2014年 全国公立入試 類似）

1. 2倍
2. 0.5倍
3. 4倍
4. 0.25倍

問8 音の三要素のうち、音色を決定する物理的要因である波形が、なぜ楽器ごとに異なるのかを説明する原理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. 楽器の構造や材質によって、基本振動に重なる倍音の構成比が異なるため。
2. 楽器から発せられる音の振動数が、楽器の大きさに反比例するため。
3. 楽器の周囲の空気の密度が、振幅の大きさに影響を与えるため。
4. 楽器の音の伝播速度が、波の振幅によって変化するため。

問9 二つの音源 S_1 と S_2 から発せられる波が干渉する状況において、観測点 P までの距離が S_1 から 5.1m 、 S_2 から 5.4m であるとき、この観測点 P における経路差として正しいものはどれか。（2004年 全国公立入試 類似）

1. 0.3m
2. 0.6m
3. 5.1m
4. 10.5m

答え合わせ・解説 No.8

問1	答え 4 コイルの巻き数を増やし、ニクロム線の長さを短くする	電磁誘導により生じる誘導起電力は、コイルの巻き数に比例して大きくなる。また、回路全体の抵抗が小さいほど、オームの法則により誘導電流は大きくなる。ニクロム線の長さを短くすることは回路の抵抗を小さくすることに相当するため、巻き数を増やし抵抗を減らすことで誘導電流が増大し、磁石の運動を妨げる制動力が最も強まる。
問2	答え 1 送電線に流れる電流を減らし、送電線での電力損失を抑えるため	送電線での電力損失は、電流の2乗と抵抗の積 (I^2R) に比例する。送電電圧を高くすることで、同じ電力を送るために必要な電流を小さくできる。電流を小さくすれば、送電線での熱エネルギーとしての損失を劇的に減らすことが可能となり、効率的な送電が実現する。
問3	答え 1 光の波長が極めて短いため、障害物の背後に回り込みにくいから	回折現象は波長が長いほど顕著に現れる。音波は波長が長いため障害物を回り込みやすいが、光は波長が極めて短いため、日常生活で目にする程度の大きさの障害物に対しては直進性が強く、回折による回り込みを観測することは困難である。
問4	答え 3 25 Hz	振動数は単位時間あたりの振動回数であり、周期の逆数として求められる。0.10秒間に2.5回振動していることから、1回あたりの周期は0.10秒を2.5で割った0.04秒となる。振動数は周期の逆数であるため、1を0.04で割ると25となり、この波の振動数は25 Hzである。
問5	答え 1 消費電力の低減と装置の小型化が可能になった	真空管はフィラメントを加熱して電子を放出させるため、大きな電力消費と発熱を伴い、サイズも大きかった。一方、半導体素子であるトランジスタは、固体中で電子や正孔を制御するため、加熱が不要で極めて小型かつ低消費電力での動作が可能である。この転換がコンピュータの小型化と高速化を実現する決定的な要因となった。
問6	答え 2 電線同士は互いに反発する向きの力を受ける	右ねじの法則により、一方の電線が作る磁界は他方の電線付近で特定の向きを持ちます。フレミングの左手の法則を適用すると、電流の向きが逆である場合、電線が受ける力は互いに外側を向く反発力となります。電流が同方向であれば引き合う力が働きますが、逆方向の場合は磁界と電流の相互作用により、常に反発する力が生じます。
問7	答え 1 2倍	開管の基本振動では、両端が開口端（腹）となるため、管の長さ L は $1/2$ 波長に相当し、波長は $2L$ となる。一方、閉管の基本振動では、一端が閉口端（節）、他端が開口端（腹）となるため、管の長さ L は $1/4$ 波長に相当し、波長は $4L$ となる。音速が等しいとき、振動数は波長に反比例するため、開管の基本振動数は閉管の基本振動数の2倍となる。
問8	答え 1 楽器の構造や材質によって、基本振動に重なる倍音の構成比が異なるため。	音色は波形によって決まるが、この波形は単一の正弦波ではなく、基本振動に様々な倍音成分が重なり合って形成される。楽器の形状、材質、発音原理の違いにより、これらの倍音の含まれ方（スペクトル）が異なるため、結果として波形が異なり、私たちはそれを音色の違いとして認識する。
問9	答え 1 0.3m	経路差とは、二つの音源から観測点までの距離の差を指す。本問では、S1からPまでの距離が5.1m、S2からPまでの距離が5.4mであるため、その差を計算すると $5.4\text{m} - 5.1\text{m} = 0.3\text{m}$ となる。波の干渉において、この経路差が波長の整数倍であれば強め合い、半波長の奇数倍であれば弱め合うという条件判定の基礎となる値である。

高校物理プリント（過去問類似）

物理 I（旧課程の過去問） No.9

名前

得点

/10

問1 白熱電球の電圧と電流の関係を示すグラフにおいて、横軸に電流、縦軸に電圧をとったとき、電流が増加するにつれてグラフの傾きが急になる理由として最も適切なものはどれか。（2011年 全国公立入試 類似）

1. フィラメントの温度上昇に伴い、電気抵抗が増大するため
2. フィラメントの温度上昇に伴い、電気抵抗が減少するため
3. オームの法則に従い、電圧と電流が常に比例関係にあるため
4. フィラメントの熱放射により、周囲の磁場が変化するため

問2 長さ l の棒が2つ接合され、左側は長さ l で質量 $2m$ 、右側は長さ l で質量 m となっている。この全体で長さ $2l$ の棒の重心位置について、左端からの距離として正しいものはどれか。（2014年 全国公立入試 類似）

1. $1/2l$
2. $2/3l$
3. $4/5l$
4. $5/6l$

問3 火力発電におけるエネルギー変換の効率に関する記述として、最も適切なものはどれか。（2008年 全国公立入試 類似）

1. 燃料の燃焼による熱エネルギーのすべてが力学的エネルギーに変換されるわけではなく、一部は排熱として失われる
2. 火力発電では核エネルギーを利用して水を加熱するため、エネルギー変換効率は理論上100%に達する
3. タービンを回す段階で発生する力学的エネルギーは、すべて電気エネルギーに変換され、熱損失は生じない
4. 燃料の化学エネルギーを直接電気エネルギーに変換する過程が主であり、熱エネルギーへの変換は行われない

問4 16進数表記に関する記述として最も適切なものはどれか。（2006年 全国公立入試 類似）

1. 10進数の15を16進数で表すと15となる。
2. 16進数の各桁は0から15までの値をアルファベットのAからFを用いて表現する。
3. 16進数の1桁は2進数の2ビット分の情報を保持できる。
4. 16進数のFの次は10進数で16となり、16進数では10と表記される。

問5 物体が点Bを通過した直後から、一定の動摩擦力を受けて減速し、停止するまでの速度の時間変化として最も適切な記述はどれか。（2007年 全国公立入試 類似）

1. 速度は時間に対して線形に減少する
2. 速度は時間に対して指数関数的に減少する
3. 速度は時間に対して放物線を描いて減少する
4. 速度は時間に対して一定の割合で加速する

問6 コンピュータの記憶装置が高密度化・小型化したことによる技術的利点として、最も適切なものはどれか。（2006年 全国公立入試 類似）

1. 物理的な占有面積を減らしつつ、より多くのデータを蓄積できるようになった
2. 通信速度が物理的に向上し、ネットワークの遅延が解消された
3. 演算処理を行うアルゴリズムの複雑さが物理的に不要となった
4. ロボットの自律的な判断能力が記憶装置の容量のみで決定されるようになった

問7 質量 m の物体を水平な床の上で滑らせる際、床と角度 θ をなす上向きの力 F を加えて引く場合、物体に働く動摩擦力はどうなるか。ただし、重力加速度を g 、動摩擦係数を μ とする。（2013年 全国公立入試 類似）

1. $\mu(mg - F \sin\theta)$
2. $\mu(mg + F \sin\theta)$
3. μmg
4. $\mu(mg - F \cos\theta)$

問8 コンピュータシミュレーションの定義として最も適切なものはどれか。（2006年 全国公立入試 類似）

1. コンピュータを用いて仮想的に実験を行い、大規模で複雑な現象を予測する手法
2. コンピュータを用いて現実の物理量を高精度に測定し、データを収集する手法
3. コンピュータを用いて機械の動作を自動化し、生産工程を管理する手法
4. コンピュータを用いて視覚的な画像を生成し、映像作品を制作する手法

問9 抵抗値がそれぞれ 2.0Ω である同一の針金を、直列接続で 5 本つないだ場合、回路全体の合成抵抗は何 Ω になるか。（2008年 全国公立入試 類似）

1. 0.4Ω
2. 2.0Ω
3. 5.0Ω
4. 10.0Ω

問10 静止している観測者に向かって音源が一定の速さで近づくととき、ドップラー効果とうなりの関係について最も適切な説明はどれか。（2009年 全国公立入試 類似）

1. 観測される音の振動数は音源が静止しているときより高くなり、別の音源と同時に鳴らすことでうなりが生じる可能性がある
2. 観測される音の振動数は音源が静止しているときより低くなり、うなりの周期は短くなる
3. 音源が近づくことで波の回折が強まり、うなりの発生する条件が変化する
4. 音源の移動速度が音速を超えると、うなりは発生せず反射波のみが観測される

答え合わせ・解説 No.9

問1	答え 1 フィラメントの温度上昇に伴い、電気抵抗が増大するため	白熱電球のフィラメントは金属であり、温度が上昇すると原子の熱振動が激しくなり、電子の移動が妨げられるため電気抵抗が増大する。電圧と電流のグラフにおいて、縦軸を電圧、横軸を電流とした場合、その傾きは電気抵抗の大きさを表す。したがって、電流の増加に伴い温度が上昇し抵抗が増大すると、グラフの傾きは急になる。これはオームの法則が成立する抵抗器とは異なる非オーム抵抗の典型的な特性である。
問2	答え 4 5/6l	重心位置は各部分の質量を重みとした位置の平均で求められる。左側の棒の重心は左端から $l/2$ の位置にあり、右側の棒の重心は左端から $l+l/2=3l/2$ の位置にある。全体の重心位置を x とすると、 $x = (2m * l/2 + m * 3l/2) / (2m + m) = (ml + 1.5ml) / 3m = 2.5ml / 3m = 5/6l$ となる。質量が大きい左側に重心が寄るため、中央の l よりも左側に位置することが妥当である。
問3	答え 1 燃料の燃焼による熱エネルギーのすべてが力学的エネルギーに変換されるわけではなく、一部は排熱として失われる	熱力学の第二法則により、熱エネルギーを力学的エネルギーに変換する際には、必ず一部が熱として外部に放出されるため、変換効率は100%になりません。火力発電では、ボイラーでの熱損失や復水器での冷却水への排熱などが不可避であり、投入された化学エネルギーの一部は電気エネルギーとして取り出されずに失われます。
問4	答え 4 16進数のFの次は10進数で16となり、16進数では10と表記される。	16進数は基数が16であるため、0から9までの数字とAからFまでのアルファベットを用いて各桁を表現する。16進数のFは10進数の15に対応し、それに1を加えた値は10進数の16となる。16進数では桁上がりが発生し、10と表記される。なお、16進数の1桁は2進数の4ビット分（ $2^4=16$ ）の情報を保持できるため、他の選択肢は誤りである。
問5	答え 1 速度は時間に対して線形に減少する	物体が一定の動摩擦力を受けて運動する場合、運動方程式より加速度は一定となる。加速度が一定であるとき、速度は時間に対して一次関数的に変化する。したがって、減速運動においては速度は時間に対して線形に減少する。指数関数的減少や放物線的減少は、空気抵抗が速度に比例する場合や、加速度が時間とともに変化する場合に見られる現象である。
問6	答え 1 物理的な占有面積を減らしつつ、より多くのデータを蓄積できるようになった	記憶装置の高度化と小型化は、単位体積あたりのデータ記録密度を向上させることを意味します。これにより、限られたスペースに膨大な情報を保持することが可能となり、モバイル機器の普及やクラウドコンピューティングの基盤となりました。通信速度やアルゴリズムの効率化とは直接的な因果関係が異なります。
問7	答え 1 $\mu(mg - F \sin\theta)$	鉛直方向の力のつり合いを考えると、上向きの方力 F の成分である $F \sin\theta$ が重力 mg を打ち消す方向に働く。そのため、垂直抗力 N は $mg - F \sin\theta$ となる。動摩擦力は垂直抗力に動摩擦係数 μ をかけたものなので、 $\mu(mg - F \sin\theta)$ と表される。
問8	答え 1 コンピュータを用いて仮想的に実験を行い、大規模で複雑な現象を予測する手法	コンピュータシミュレーションは、現実の実験が困難な大規模かつ複雑な現象を、コンピュータ上で仮想的に再現して予測する手法である。半導体技術の進歩による計算処理能力の飛躍的な向上により、気象予測や材料開発など幅広い分野で活用されている。選択肢にある計測や制御、グラフィックスは、コンピュータの利用形態としては重要だが、シミュレーションの定義とは異なる。
問9	答え 4 10.0 Ω	直列接続された回路の合成抵抗は、各抵抗器の抵抗値の総和として求められる。本問では2.0 Ω の抵抗が5本直列に接続されているため、合成抵抗 R は $R = 2.0 \Omega \times 5 = 10.0 \Omega$ となる。直列接続では抵抗成分が積み重なるため、個々の抵抗値よりも全体の抵抗値は必ず大きくなる。
問10	答え 1 観測される音の振動数は音源が静止しているときより高くなり、別の音源と同時に鳴らすことでうなりが生じる可能性がある	ドップラー効果により、観測者に近づく音源からの音は、静止時よりも高い振動数として観測される。この変化した振動数と、別の音源の振動数との間にわずかな差があれば、その差に応じた周期でうなりが生じる。うなりは振動数の異なる波の合成によって生じる現象であり、音源の運動による振動数変化と密接に関係している。

高校物理プリント（過去問類似）

物理 I（旧課程の過去問） No.10

名前

得点

/10

問1 質量 m の物体が、なめらかな斜面上の点Aから点Dまで移動する状況を考える。この間、物体には重力とばねの弾性力のみが働き、摩擦や空気抵抗は無視できるものとする。このとき、重力による位置エネルギーとばねの弾性エネルギーの和の変化として最も適切なものはどれか。（2013年 全国公立入試 類似）

1. 物体の運動エネルギーの変化に応じて、和は常に増減を繰り返す。
2. 保存力のみが働くため、移動中に常に一定の値をとる。
3. 摩擦によるエネルギー損失があるため、移動とともに減少する。
4. 運動エネルギーが最大となる地点で、この和は最小となる。

問2 ばね定数 k のばねを自然長から x だけ伸ばしたときに蓄えられる弾性エネルギーの式として、正しいものはどれか。（2013年 全国公立入試 類似）

1. $(1/2)kx$ 2. $(1/2)kx^2$ 3. kx 4. kx^2

問3 質量 m の小球が、自然の長さ h のゴムひもに吊るされ、高さ z の地点にある。鉛直上向きを正の向きとし、バネ定数を k 、重力加速度を g とすると、この小球の加速度 a を表す式として正しいものはどれか。（2008年 全国公立入試 類似）

1. $k/m(h-z)-g$ 2. $k/m(z-h)-g$ 3. $k/m(h+z)-g$ 4. $k/m(h-z)+g$

問4 一端が閉じられたガラス管の開口部付近で振動数 425 Hz の音源を鳴らし、管内のピストンをゆっくりと移動させた。管の開口部からピストンまでの距離 L が 0.20 m のときに最初の共鳴が起こり、次に L が 0.60 m のときに二回目の共鳴が起こった。このとき、管内の音速として最も適切な値はどれか。（2014年 全国公立入試 類似）

1. 255 m/s 2. 340 m/s 3. 425 m/s 4. 510 m/s

問5 力学的エネルギー保存の法則が成り立つ条件として、最も適切なものはどれか。（2012年 全国公立入試 類似）

1. 物体に働く重力以外の力が仕事をしない場合
2. 物体が常に一定の速さで運動している場合
3. 物体に働く摩擦力が常に一定である場合
4. 物体の質量が時間とともに変化する場合

問6 断面積が一定のガラス管に閉じ込められた気体について、温度を一定に保ったまま、気体部分の長さを初期の20.0 cmから16.0 cmに圧縮した。このとき、気体の圧力は何倍になるか。（2004年 全国公立入試 類似）

1. 1.25倍 2. 0.80倍 3. 1.50倍 4. 0.64倍

問7 天井から吊るされたばね定数 k のばねに質量 m の物体を取り付け、自然の長さから鉛直上向きに d だけ縮めた状態から静かに手を離れた。ばねが自然の長さになった瞬間の物体の運動エネルギーを表す式として最も適切なものはどれか。ただし、重力加速度の大きさを g とする。（2012年 全国公立入試 類似）

1. $1/2kd^2 - mgd$ 2. $1/2kd^2 + mgd$ 3. $1/2kd^2 - 1/2mgd$ 4. $1/2kd^2 + 1/2mgd$

問8 二つの音源が等距離にある点Oにおいて、音源の位相が同じときは強め合っていた。このとき、音源の位相を逆転させると点Oではどのような現象が起こるか。（2004年 全国公立入試 類似）

1. 点Oでは音波が弱め合い、音は小さくなる
2. 点Oでは音波が強め合い、音は大きくなる
3. 点Oまでの距離が等しいため、位相を逆転させても強め合う状態は変わらない
4. 点Oでは波の干渉が起こらなくなり、音は聞こえなくなる

問9 熱力学第二法則に関する記述として、最も適切なものはどれか。（2006年 全国公立入試 類似）

1. 熱機関において、吸収した熱のすべてを仕事に変換することは不可能である。
2. 熱機関が外部から受け取る仕事の総量は、内部エネルギーの変化量と等しい。
3. 熱機関の効率は、高温熱源と低温熱源の温度差を大きくすることで常に100パーセントに達する。
4. 熱機関の内部で発生する熱量は、仕事に変換されるエネルギー量よりも常に大きくなる。

問10 水平な床の上に置かれた質量 m の物体が、ばね定数 k のばねで壁に接続されている。この物体を自然長の位置から右方向に距離 x だけゆっくりと引き伸ばす際、外力が物体に対して行う仕事 W を表す式として最も適切なものはどれか。ただし、物体と床との間の動摩擦係数を μ 、重力加速度の大きさを g とする。（2006年 全国公立入試 類似）

1. $W = (1/2)kx^2 + \mu mgx$ 2. $W = (1/2)kx^2$ 3. $W = \mu mgx$ 4. $W = (1/2)kx^2 + \mu mg$

答え合わせ・解説 No.10

問1	答え 4 運動エネルギーが最大となる地点で、この和は最小となる。	力学的エネルギー保存の法則により、運動エネルギー、重力による位置エネルギー、および弾性エネルギーの総和は一定に保たれる。したがって、重力による位置エネルギーと弾性エネルギーの和は、力学的エネルギーから運動エネルギーを差し引いた値となる。物体が運動している間、運動エネルギーは正の値をとるため、運動エネルギーが最大となる地点で、残りのエネルギーの和は最小値をとる。
問2	答え 2 $(1/2)kx^2$	ばねの弾性エネルギーは、フックの法則 ($F=kx$) に従う力を位置 x で積分することで導かれる。自然長から x まで引き伸ばす際、力は距離に比例して増加するため、平均の力は $(1/2)kx$ となる。これに移動距離 x を乗じることで、蓄えられるエネルギーは $(1/2)kx^2$ と表される。これは保存力による位置エネルギーの一種である。
問3	答え 1 $k/m(h-z)-g$	小球には鉛直下向きに重力 mg 、鉛直上向きにゴムひもの弾性力 $k(h-z)$ が働いています。運動方程式 $ma=F$ において、鉛直上向きを正の向きとすると、 $ma=k(h-z)-mg$ となります。この両辺を質量 m で割ることで、加速度 a は $k/m(h-z)-g$ と導出されます。この式は、小球の位置 z に応じて加速度が変化し、復元力が働く様子を示しています。
問4	答え 2 340 m/s	気柱の共鳴において、隣り合う共鳴点の間隔は半波長 ($\lambda/2$) に相当する。本問では $0.60 \text{ m} - 0.20 \text{ m} = 0.40 \text{ m}$ が半波長であるため、波長 λ は 0.80 m となる。音速 v は $v = f\lambda$ の関係式により、振動数 425 Hz と波長 0.80 m を掛け合わせることで、 340 m/s と算出される。
問5	答え 1 物体に働く重力以外の力が仕事をしない場合	力学的エネルギー保存の法則は、物体に働く力が重力や弾性力などの保存力のみである場合に成立する。摩擦力や空気抵抗などの非保存力が仕事をすると、力学的エネルギーの一部が熱エネルギーなどに変換され、力学的エネルギーの総量は保存されない。したがって、保存力以外の力が仕事をしないことが、法則が成り立つための根本的な条件となる。
問6	答え 1 1.25 倍	ボイルの法則より、温度一定の条件下では圧力 P と体積 V の積は一定である。断面積を S とすると、体積 V は長さ L を用いて $V=SL$ と表せる。初期状態を $P_1, L_1=20.0 \text{ cm}$ 、変化後 $P_2, L_2=16.0 \text{ cm}$ とすると、 $P_1 \times S \times 20.0 = P_2 \times S \times 16.0$ が成り立つ。したがって、 $P_2/P_1 = 20.0/16.0 = 1.25$ 倍となる。
問7	答え 1 $1/2kd^2 - mgd$	力学的エネルギー保存の法則により、初期状態と自然の長さにした瞬間のエネルギーを比較する。初期状態では、ばねの弾性エネルギー $1/2kd^2$ が蓄えられているが、重力による位置エネルギーは自然の長さの地点を基準とすると mgd だけ高い位置にある。ばねが自然の長さに戻ったとき、弾性エネルギーは0となり、物体は基準面まで落下しているため重力による位置エネルギーも0となる。したがって、減少した弾性エネルギーから増加した位置エネルギーを差し引いた $1/2kd^2 - mgd$ が運動エネルギーに変換される。
問8	答え 1 点Oでは音波が弱め合い、音は小さくなる	二つの音源からの距離が等しい点Oでは、音源の位相が同じであれば、二つの波は同位相で到達するため強め合います。しかし、一方の音源の位相を逆転させると、点Oに到達する二つの波は逆位相となり、打ち消し合って弱め合うこととなります。この結果、点Oにおける合成波の振幅は減少し、音は小さく聞こえるようになります。
問9	答え 1 熱機関において、吸収した熱のすべてを仕事に変換することは不可能である。	熱力学第二法則は、熱機関が吸収した熱エネルギーをすべて仕事に変換し、他に何の変化も残さないような過程は存在しないことを示している。これはエネルギー保存の法則（熱力学第一法則）とは異なり、エネルギーの変換効率に物理的な限界があることを意味する。したがって、熱機関の熱効率は常に100パーセント未満となる。
問10	答え 1 $W = (1/2)kx^2 + \mu mgx$	外力が物体に対して行う仕事は、物体に蓄えられる弾性エネルギーの増加分と、摩擦力に抗して移動させるために必要な仕事の和となります。ばねを自然長から距離 x だけ引き伸ばすとき、弾性エネルギーは $(1/2)kx^2$ 増加します。また、動摩擦力は μmg であり、距離 x だけ移動させるために必要な仕事は動摩擦力と移動距離の積である μmgx となります。したがって、これらを合計したものが外力のする仕事となります。