

問1 凸レンズによってスクリーン上に実像を結ぶ条件について述べた文として、最も適切なものはどれか。（2013年 全国公立入試 類似）

- |  |  |   |   |
|--|--|---|---|
| 1. 物体をレンズの焦点距離よりも内側に置くと、スクリーン上に実像ができる。 | 2. 物体をレンズの焦点距離よりも外側に置くと、スクリーン上に実像ができる。 | 3. 物体をレンズの焦点距離の位置に置くと、スクリーン上に拡大された実像ができる。 | 4. 物体をレンズの焦点距離の2倍の位置に置くと、スクリーン上に正立した実像ができる。 |
|--|--|---|---|

問2 両端を固定した弦において、基本振動と2倍振動が同時に発生しているとき、弦上の各点における合成波の変位について最も適切な説明はどれか。（2018年 全国公立入試 類似）

- |  |  |  |  |
|--|--|--|--|
| 1. 合成波の変位は、各時刻において基本振動の変位と2倍振動の変位を位置ごとに足し合わせた値となる。 | 2. 合成波の変位は、基本振動と2倍振動の振幅を足し合わせた一定の値となり、弦は常に静止して見える。 | 3. 合成波の変位は、基本振動の周期と2倍振動の周期の積に比例して変化する。 | 4. 合成波の変位は、弦の長さを基本振動の波長で割った値に依存し、時間変化はしない。 |
|--|--|--|--|

問3 屈折率 $n$ の媒質中にある、間隔 $d$ の平行な2枚の平面ガラス板に、波長 $\lambda$ の単色光を垂直に入射させる。このとき、ガラス板の面で反射した光が干渉して強め合う条件として正しいものはどれか。ただし、反射面での位相変化を考慮し、 $m$ を0以上の整数とする。（2018年 全国公立入試 類似）

- |                     |                             |                    |                            |
|---------------------|-----------------------------|--------------------|----------------------------|
| 1. $2nd = m\lambda$ | 2. $2nd = (m + 1/2)\lambda$ | 3. $nd = m\lambda$ | 4. $nd = (m + 1/2)\lambda$ |
|---------------------|-----------------------------|--------------------|----------------------------|

問4 両端が固定された弦において、基本振動の次に高い振動数を持つ定常波（第2倍振動）が生じているとき、弦の長さ $L$ と波長 $\lambda$ の関係および節の数として正しい組み合わせはどれか。（2010年 全国公立入試 類似）

- |                          |                          |                             |                             |
|--------------------------|--------------------------|-----------------------------|-----------------------------|
| 1. $\lambda = L$ 、節の数は2つ | 2. $\lambda = L$ 、節の数は3つ | 3. $\lambda = 2L/3$ 、節の数は2つ | 4. $\lambda = 2L/3$ 、節の数は3つ |
|--------------------------|--------------------------|-----------------------------|-----------------------------|

問5 位置 $x=0$ から $x=10$ の範囲で変位が0から最大値へ向かう正弦波において、時刻0秒で変位が0、位置 $x=5$ で変位が最大となる。この波が0.2秒後に右へ2m移動したとき、波の速度は何m/sか。（2015年 全国公立入試 類似）

- |          |           |          |            |
|----------|-----------|----------|------------|
| 1. 5 m/s | 2. 10 m/s | 3. 2 m/s | 4. 0.2 m/s |
|----------|-----------|----------|------------|

問6 ヤングの干渉実験において、波長 $\lambda$ の単色光を用い、間隔 $d$ のスリットから距離 $L$ 離れたスクリーン上に明暗の縞模様を形成させる。このとき、スクリーン上の中心から数えて $m$ 番目（ $m=1, 2, 3, \dots$ ）の明線が生じる位置 $x$ を求める式として正しいものはどれか。（2007年 全国公立入試 類似）

- |                              |                              |                                      |                                      |
|------------------------------|------------------------------|--------------------------------------|--------------------------------------|
| 1. $x = m * L * \lambda / d$ | 2. $x = m * d * \lambda / L$ | 3. $x = (m - 1/2) * L * \lambda / d$ | 4. $x = (m - 1/2) * d * \lambda / L$ |
|------------------------------|------------------------------|--------------------------------------|--------------------------------------|

問7 振動数440ヘルツの音叉を鳴らしながら、あるギターを弾いたところ、毎秒2回のうなりが観測された。ギターの音の高さが音叉よりも低い場合、このギターの弦の振動数は何ヘルツか。（2023年 全国公立入試 類似）

- |           |           |           |           |
|-----------|-----------|-----------|-----------|
| 1. 432ヘルツ | 2. 438ヘルツ | 3. 442ヘルツ | 4. 448ヘルツ |
|-----------|-----------|-----------|-----------|

問8 人間の目において、近くの物体を見る際に水晶体の厚さを変化させて焦点距離を調節する仕組みに関する記述として、最も適切なものはどれか。（2011年 全国公立入試 類似）

- |                                   |                                   |                                   |                                   |
|-----------------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|
| 1. 水晶体を薄くすることで焦点距離を小さくし、網膜上に像を結ぶ。 | 2. 水晶体を厚くすることで焦点距離を小さくし、網膜上に像を結ぶ。 | 3. 水晶体を薄くすることで焦点距離を大きくし、網膜上に像を結ぶ。 | 4. 水晶体を厚くすることで焦点距離を大きくし、網膜上に像を結ぶ。 |
|-----------------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|

問9 音速を340メートル毎秒としたとき、振動数が34000ヘルツである超音波の波長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. 0.01メートル | 2. 0.1メートル | 3. 1メートル | 4. 10メートル |
|-------------|------------|----------|-----------|

問10 白色光をプリズムに入射させたとき、光が分散する現象に関する記述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. 波長が短い光ほど屈折率が大きく、プリズム内での速度は遅くなる。 | 2. 波長が短い光ほど屈折率が小さく、プリズム内での速度は速くなる。 | 3. 波長が長い光ほど屈折率が大きく、プリズム内での速度は遅くなる。 | 4. 波長が長い光ほど屈折率が小さく、プリズム内での速度は速くなる。 |
|------------------------------------|------------------------------------|------------------------------------|------------------------------------|

## 答え合わせ・解説 No.10

問1	<b>答え 2</b> 物体をレンズの焦点距離よりも外側に置くと、スクリーン上に実像ができる。	凸レンズにおいて、物体が焦点距離よりも外側にある場合、光はレンズを通過した後収束し、スクリーン上に上下左右が逆向きの実像を結ぶ。一方、物体が焦点距離の内側にある場合は光が発散するため、スクリーン上には実像を結ぶことができず、レンズ越しに拡大された正立虚像が観察される。
問2	<b>答え 1</b> 合成波の変位は、各時刻において基本振動の変位と2倍振動の変位を位置ごとに足し合わせた値となる。	波の重ね合わせの原理により、複数の波が同時に存在する場合、任意の点における合成波の変位は、各波による変位を代数的に加算することで求められる。両端固定の弦では、基本振動と倍振動がそれぞれ固有の周期で振動しており、それらが重なり合うことで複雑な合成波形が形成される。このとき、各位置の変位は時刻の関数として時間的に変化し続ける。
問3	<b>答え 1</b> $2nd = m\lambda$	平行なガラス板の間で反射する光は、往復の距離 $2d$ だけ光路差が生じます。空気からガラスへ入射する際の反射では位相が $n$ （半波長分）反転しますが、2つの反射面で同様の位相変化が起こる場合、それらは打ち消し合います。したがって、光路差 $2nd$ が波長 $\lambda$ の整数倍となる $2nd = m\lambda$ のとき、強め合いの条件を満たします。
問4	<b>答え 2</b> $\lambda = L$ 、節の数は3つ	第2倍振動では、弦の中央にも節が生じるため、両端と合わせて節は合計3つとなる。このとき弦の長さ $L$ には波長1個分が収まるため、 $L = \lambda$ 、すなわち $\lambda = L$ となる。基本振動の波長 $2L$ と比較すると、振動数は2倍になる。
問5	<b>答え 2</b> 10 m/s	波の速度は、波形が一定時間に進んだ距離をその時間で割ることで求められます。問題文より、波は0.2秒間で2m移動したことがわかります。したがって、速度 $v = 2\text{m} / 0.2\text{s} = 10\text{m/s}$ と計算されます。
問6	<b>答え 1</b> $x = m * L * \lambda / d$	ヤングの干渉実験では、二つのスリットからの光路差が波長の整数倍（ $m\lambda$ ）となるときに強め合い、明線が生じる。スリット間隔を $d$ 、スクリーンまでの距離を $L$ 、中心からの距離を $x$ とすると、近似的に光路差は $dx/L$ と表される。したがって、 $dx/L = m\lambda$ を $x$ について解くと、 $x = m * L * \lambda / d$ となる。中心（ $x=0$ ）は $m=0$ に対応する明線である。
問7	<b>答え 2</b> 438ヘルツ	うなりの回数、2つの音源の振動数の差の絶対値に等しくなります。音叉の振動数を $f_1=440$ ヘルツ、ギター振動数を $f_2$ とすると、 $ f_1 - f_2  = 2$ となります。ギター音の方が低いという条件から、 $f_2 = 440 - 2 = 438$ ヘルツと求められます。2つの振動数が一致したとき、うなりは聞こえなくなります。
問8	<b>答え 2</b> 水晶体を厚くすることで焦点距離を小さくし、網膜上に像を結ぶ。	人間の目は、水晶体の厚さを変えることで屈折力を調整し、焦点距離を変化させています。近くの物体を見る際は、水晶体を厚くして屈折力を強めることで焦点距離を小さくし、網膜上に像を結ぶように調節します。逆に遠くの物体を見る際は、水晶体を薄くして焦点距離を大きくします。この調節機能により、物体までの距離に関わらず網膜上に鮮明な像を結ぶことが可能となります。
問9	<b>答え 1</b> 0.01メートル	波長を求める式は「波長 = 音速 / 振動数」である。与えられた数値を代入すると、 $340\text{メートル毎秒} \div 34000\text{ヘルツ} = 0.01\text{メートル}$ となる。超音波はヒトの可聴域を超える高い振動数を持つため、一般的な音波と比較して波長が非常に短くなるという特徴がある。
問10	<b>答え 1</b> 波長が短い光ほど屈折率が大きく、プリズム内での速度は遅くなる。	光の分散は、媒質の屈折率が光の波長に依存するために生じる現象である。一般に、光の波長が短いほど媒質の屈折率は大きくなる性質がある。屈折率が大きい媒質ほど光の速度は遅くなるため、波長の短い紫色の光は、波長の長い赤色の光よりもプリズム内での速度が遅くなり、より大きく屈折することになる。この結果、白色光は各波長成分に分かれて観測される。