

問1 弦を伝わる波の速さに関する記述として最も適当なものはどれか。（2023年 全国公立入試 類似）

1. 弦の張力が大きくなると、波の速さは大きくなる。 2. 弦の張力が大きくなると、波の速さは小さくなる。 3. 弦の張力が大きくなっても、波の速さは変化しない。 4. 弦の張力と波の速さには一定の法則性は存在しない。

問2 波が自由端で反射するとき、自由端における合成波の変位の特徴とその理由として最も適当な説明を、次のうちから一つ選べ。（2016年 全国公立入試 類似）

1. 自由端では媒質が自由に動けるため、入射波と反射波が同位相で重なり合い、合成波の振幅は入射波の2倍（定常波の腹）になる。 2. 自由端では媒質が固定されて動けないため、入射波と反射波が逆位相で打ち消し合い、合成波の変位は常に0（定常波の節）になる。 3. 自由端では媒質が自由に動けるため、入射波と反射波が逆位相で重なり合い、合成波の変位は常に0（定常波の節）になる。 4. 自由端では媒質が固定されて動けないため、入射波と反射波が同位相で重なり合い、合成波の振幅は入射波の2倍（定常波の腹）になる。

問3 振動数が445 Hzの音源と、振動数が440 Hzの音源を同時に鳴らしたときに生じるうなりの周期として、最も適切なものはどれか。（2020年 全国公立入試 類似）

1. 0.1秒 2. 0.2秒 3. 0.4秒 4. 5.0秒

問4 基本振動数が110ヘルツである弦において、振動数を250ヘルツから徐々に大きくしていったとき、最初に定常波が生じる振動数は何ヘルツか。（2015年 全国公立入試 類似）

1. 275ヘルツ 2. 330ヘルツ 3. 360ヘルツ 4. 440ヘルツ

問5 弦の長さが0.45メートル、基本振動数が360ヘルツであるとき、この弦に腹が2つ生じる二倍振動の振動数は何ヘルツか。（2017年 全国公立入試 類似）

1. 180ヘルツ 2. 360ヘルツ 3. 720ヘルツ 4. 1080ヘルツ

問6 あるウェーブ（波）において、1人の人が手を下げた状態から立ち上がり、再び手を下げた状態に戻るまでに2.0秒かかった。この波の周期と振動数の組み合わせとして最も適当なものを、次のうちから一つ選べ。（2026年 全国公立入試 類似）

1. 周期 2.0秒、振動数 0.50ヘルツ 2. 周期 2.0秒、振動数 2.0ヘルツ 3. 周期 0.50秒、振動数 2.0ヘルツ 4. 周期 0.50秒、振動数 0.50ヘルツ

問7 観測者、音源、平坦な壁が一直線上にこの順で並んでいる。音源から壁までの距離を L とする。音源から発せられた直接音を観測者が聞いてから、壁で反射した反射音を聞くまでに 2.0 秒かかった。空気中の音速を 340 m/s とするとき、距離 L として最も適当な数値を一つ選べ。（2018年 全国公立入試 類似）

1. 170 m 2. 340 m 3. 510 m 4. 680 m

問8 振動数440ヘルツの音叉を鳴らしながら、あるギターの弦を弾いたところ、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9 波の重ね合わせの原理に関する記述として最も適当なものを、次のうちから一つ選べ。（2020年 全国公立入試 類似）

1. 二つの波が重なり合うとき、合成波の変位は各波の変位の和として表される。 2. 二つの波が重なり合うとき、合成波の変位は各波の変位の積として表される。 3. 波が重なり合うと、それぞれの波は互いに影響を及ぼし合い、波形が永久的に変化する。 4. 二つの波が重なり合うとき、合成波の振幅は常にそれぞれの波の振幅の和となる。

問10 一直線上に、ビル、ピストルを持つ人物、観測者がこの順に並んでいる。ピストルを持つ人物と観測者の距離は 340 m である。ピストルを発射したところ、観測者は直接音を聞いてから 1.0 秒後に、ビルの壁で反射した音を聞いた。空気中の音速を 340 m/s とするとき、ビルと観測者の距離 L は何 m か。（2018年 全国公立入試 類似）

1. 170 m 2. 340 m 3. 510 m 4. 680 m

答え合わせ・解説 No.5

問1	答え 1 弦の張力が大きくなると、波の速さは大きくなる。	弦を伝わる横波の速さは、弦の線密度を ρ 、張力を T とすると、 $v = \sqrt{T/\rho}$ で表される。この式から明らかのように、波の速さは張力の平方根に比例するため、張力を大きくすれば波の速さは大きくなる。弦の基本振動数は波の速さに比例するため、張力を調整することで弦の音高を変化させることが可能である。
問2	答え 1 自由端では媒質が自由に動けるため、入射波と反射波が同位相で重なり合い、合成波の振幅は入射波の2倍（定常波の腹）になる。	自由端では端の媒質が拘束されず自由に動くことができるため、入射波と同位相の反射波が生じる。このため、自由端の位置では入射波と反射波が常に強め合うように重なり合い、合成波の振幅は入射波の2倍となる。これは定常波の「腹」に相当する。一方、固定端では媒質が動けないため逆位相で反射し、常に変位が0（定常波の節）となる。
問3	答え 2 0.2秒	うなりの回数は、二つの音源の振動数の差に等しい。本問では445 Hzと440 Hzの差であるため、1秒間に5回のうなりが生じる。うなりの周期は、1秒間に生じるうなりの回数の逆数として定義される。したがって、1/5秒を計算すると0.2秒となる。波の干渉によって生じるこの現象は、音源の振動数が近いほど周期が長くなる性質がある。
問4	答え 2 330ヘルツ	両端が固定された弦に生じる定常波の振動数は、基本振動数の整数倍となる。基本振動数が110ヘルツであるため、生じる振動数は110の倍数である110、220、330、440、550ヘルツなどである。振動数を250ヘルツから大きくしていくとき、最初に到達する110の倍数は330ヘルツである。
問5	答え 3 720ヘルツ	弦の定常波において、腹の数は振動の倍数に対応する。基本振動（腹が1つ）の振動数を f とすると、腹が2つ生じる二倍振動の振動数は $2f$ となる。したがって、 $360\text{ヘルツ} \times 2 = 720\text{ヘルツ}$ が正解である。
問6	答え 1 周期 2.0秒、振動数 0.50ヘルツ	1人の人が1回手を上げて下げる動作は、波の1回の振動に相当する。この動作に要する時間が周期であるため、周期は2.0秒となる。振動数は周期の逆数で表されるため、1を2.0秒で割ることで、振動数は0.50ヘルツと求められる。
問7	答え 2 340 m	反射音の経路は直接音の経路に比べて、音源と壁の間の往復距離 $2L$ だけ長くなる。したがって、直接音と反射音の到達時間の差 2.0 秒は、音が距離 $2L$ を進む時間に等しい。音速を 340 m/s とすると、 $2L = 340\text{ m/s} \times 2.0\text{ 秒} = 680\text{ m}$ となり、 $L = 340\text{ m}$ と求められる。
問8	答え 2 438ヘルツ	うなりの回数は、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 $f_1 = 440\text{ヘルツ}$ 、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、 $f_2 = 440 - 2 = 438\text{ヘルツ}$ 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9	答え 1 二つの波が重なり合うとき、合成波の変位は各波の変位の和として表される。	重ね合わせの原理とは、複数の波が重なり合う空間の各点において、合成波の変位が個々の波による変位を代数的に加算した値になるという物理法則である。このとき、波は互いに影響を及ぼすことなく独立して進行し、重なり合った瞬間だけ変位が合成される。振幅については、位相がずれている場合など、単純な和にはならないため誤りである。
問10	答え 3 510 m	音速が 340 m/s で、ピストルと観測者の距離が 340 m のため、直接音は発射から 1.0 秒 後に届く。反射音は直接音の 1.0 秒 後に届くため、発射から 2.0 秒 後に届く。反射音の進んだ距離は $340\text{ m/s} \times 2.0\text{ s} = 680\text{ m}$ である。ピストルからビルまでの距離を x とすると、反射音の経路はピストル→ビル→観測者となり、その距離は $2x + 340 = 680\text{ m}$ と表せる。これより $x = 170\text{ m}$ となり、ビルと観測者の距離 L は $170 + 340 = 510\text{ m}$ となる。