

問1 音の反射を利用して距離を測定する際、気温の変化が測定に与える影響について考えます。音源と観測者が同じ位置にあり、一定の距離だけ離れた壁に向けて音を発し、反射音に戻るまでの時間差を測定します。気温が上がると空気中の音速が大きくなります。このとき、壁までの距離が同じであれば、気温が高いほど反射音に戻るまでの時間差はどう変化しますか。また、測定された時間差が同じであれば、気温が高いときに算出される壁までの距離は、気温が低いときに比べてどうなりますか。

（2018年 全国公立入試 類似）

- | | | | |
|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| 1. 時間差は小さくなり、算出される距離は大きくなる | 2. 時間差は小さくなり、算出される距離は小さくなる | 3. 時間差は大きくなり、算出される距離は大きくなる | 4. 時間差は大きくなり、算出される距離は小さくなる |
|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|

問2 ある媒質を伝わる正弦波の定常波において、周期は 0.40 秒である。ある腹の位置にある媒質に注目すると、時刻 $t = 0$ 秒において変位が -15 cm であった。この位置における、時刻 $t = 0.20$ 秒での媒質の変位として最も適当なものを、次のうちから一つ選べ。

（2017年 全国公立入試 類似）

- | | | | |
|--------------------|-------------------|------------------|-------------------|
| 1. -15 cm | 2. 15 cm | 3. 0 cm | 4. 30 cm |
|--------------------|-------------------|------------------|-------------------|

問3 音は空気中を伝わる縦波（疎密波）である。音の伝わり方やその速さに関する説明として最も適当なものを、次のうちから一つ選べ。

（2018年 全国公立入試 類似）

- | | | | |
|---|--|--|-------------------------------------|
| 1. 音波は横波であるため、空気分子が進行方向と垂直に振動することで、温度によらず一定の速さで伝わる。 | 2. 空気の密度が大きくなると、分子同士の衝突回数が減るため、温度が高いほど音速は遅くなる。 | 3. 空気中の分子の熱運動が盛になると、音の振動が隣の分子へより素早く伝わるため、温度が高いほど音速は速くなる。 | 4. 音速は音の大きさに比例するため、大きな音ほど空気中を速く伝わる。 |
|---|--|--|-------------------------------------|

問4 波の性質を表す物理量である波長、周期、振動数、速さの関係に関する記述として最も適当なものはどれか。

（2026年 全国公立入試 類似）

- | | | | |
|---------------------------|------------------------|------------------------------|----------------------------|
| 1. 周期は、波が1秒間に媒体を伝わる距離である。 | 2. 振動数は、周期に比例する物理量である。 | 3. 波の速さは、波長に振動数を掛けた値の逆数に等しい。 | 4. 波の速さは、波長を周期で割ることで求められる。 |
|---------------------------|------------------------|------------------------------|----------------------------|

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

問6 空気中を伝わる音の速さ（音速）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。

（2018年 全国公立入試 類似）

- | | | | |
|---------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| 1. 音速は、真空中でも空気中と同じ速さで伝わる。 | 2. 音速は、空気の温度が高くなるほど遅くなる。 | 3. 音速は、空気の温度によらず常に一定である。 | 4. 音速は、空気の温度が高くなるほど速くなる。 |
|---------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|

問7 弦の張力を4倍に大きくしたとき、弦を伝わる波の速さは何倍になるか。

（2023年 全国公立入試 類似）

- | | | | |
|-------|-------|-------|--------|
| 1. 4倍 | 2. 2倍 | 3. 8倍 | 4. 16倍 |
|-------|-------|-------|--------|

問8 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. 510 m | 2. 340 m | 3. 170 m | 4. 680 m |
|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|

問9 縦波の伝播において、媒質の密度が周囲より高くなっている「密部」の定義として最も適切なものはどれか。

（類似）

- | | | | |
|---------------------------------|--------------------------|--------------------------|---------------------------------|
| 1. 媒質の変位が0であり、変位の傾きが正から負に変化する部分 | 2. 媒質の変位が負の方向に最大となっている部分 | 3. 媒質の変位が正の方向に最大となっている部分 | 4. 媒質の変位が0であり、変位の傾きが負から正に変化する部分 |
|---------------------------------|--------------------------|--------------------------|---------------------------------|

答え合わせ・解説 No.1

問1	答え 1 時間差は小さくなり、算出される距離は大きくなる	気温が上がると音速 V は大きくなります。壁までの距離 L が一定の場合、往復の時間差 t は $t = 2L / V$ と表されるため、音速 V が大きくなると時間差 t は小さくなります。一方、測定された時間差 t が同じである場合、算出される距離 L は $L = V * t / 2$ と表されるため、音速 V が大きい（気温が高い）ときほど算出される距離 L は大きくなります。
問2	答え 2 15 cm	周期が 0.40 秒のとき、0.20 秒という時間は周期の 2 分の 1（半周期）に相当する。定常波の腹の位置にある媒質は、周期 0.40 秒で単振動を行っている。時刻 $t = 0$ 秒において変位が負の最大値である -15 cm であるとき、半周期（0.20 秒）が経過すると、媒質は振動の中心を通り、反対側の端である正の最大値に達する。したがって、0.20 秒後の変位は 15 cm となる。
問3	答え 3 空気中の分子の熱運動が盛んになると、音の振動が隣の分子へより素早く伝わるため、温度が高いほど音速は速くなる。	音は空気分子の衝突（熱運動）を介して伝わる疎密波（縦波）である。空気の温度が高くなると、空気分子の熱運動が盛んになり平均速度が上がるため、音の振動が隣の分子へとより素早く伝達される。その結果、温度が高くなるほど音速は速くなる。音の速さは音の大きさ（振幅）や高さ（周波数）には依存しない。
問4	答え 4 波の速さは、波長を周期で割ることで求められる。	波の速さは、波が1周期の間に進む距離（波長）を周期で割ることで求められる。また、振動数は周期の逆数であり、1秒あたりの振動回数を表す。したがって、波の速さは波長に振動数を掛けた値にも等しくなる。周期が長くなると振動数は小さくなるため、振動数と周期は反比例の関係にある。
問5	答え 3 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	答え 4 音速は、空気の温度が高くなるほど速くなる。	空気中を伝わる音の速さ V [m/s] は、空気の温度を t [°C] とすると、 $V = 331.5 + 0.6t$ という式で表される。この式から、空気の温度 t が高くなるほど音速 V は速くなることがわかる。また、音は空気などの媒体の振動によって伝わる波（弾性波）であるため、媒体の存在しない真空中を伝えることはできない。
問7	答え 2 2倍	弦を伝わる波の速さ v は、張力 T の平方根に比例する。したがって、張力が4倍になると、波の速さは $\sqrt{4}$ 倍、すなわち2倍となる。この性質を利用して、弦楽器ではペグを回して弦の張力を変えることで、発生する音の振動数を調整し、音程を合わせている。
問8	答え 1 510 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。
問9	答え 1 媒質の変位が0であり、変位の傾きが正から負に変化する部分	縦波を横波表示のグラフで表す際、媒質の変位が0となる点は平衡位置にある。このとき、変位の傾きが正から負に変化する位置では、周囲の媒質がその点に向かって押し寄せているため、密度が最大となる密部が生じる。逆に、変位の傾きが負から正に変化する位置では、媒質が左右に引き離されるため密度が最小となる疎部が生じる。

問1 定常波の各点における媒質の運動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。（2017年 全国公立入試 類似）

- | | | | |
|-------------------------|-------------------------------|--------------------------------------|--|
| 1. すべての媒質は同じ振幅で単振動している。 | 2. 隣り合う腹と腹の間隔は、もとの進行波の波長と等しい。 | 3. 節の位置にある媒質は、波の進行に伴って時間とともに変位が変化する。 | 4. 腹の位置にある媒質は最も大きく振動し、その振動の周期はもとの進行波の周期と等しい。 |
|-------------------------|-------------------------------|--------------------------------------|--|

問2 空气中を伝わる音の速さ v と気温 t の関係について、正しい記述を次のうちから一つ選べ。（2024年 全国公立入試 類似）

- | | | | |
|---------------------------------------|---------------------------------------|--------------------------------|---------------------------------------|
| 1. 気温が高いほど音速は小さくなり、振動数が一定であれば波長は短くなる。 | 2. 気温が高いほど音速は大きくなり、振動数が一定であれば波長は長くなる。 | 3. 気温に関わらず音速は常に一定であり、波長も変化しない。 | 4. 気温が高いほど音速は大きくなるが、波長は振動数に反比例して短くなる。 |
|---------------------------------------|---------------------------------------|--------------------------------|---------------------------------------|

問3 x 軸上を互いに逆向きに進む二つの台形波が、原点において重なり合う状況を考える。時刻とともに二つの波が原点に近づき、重なり合う際の原点における合成波の変位の時間変化として、最も適切な説明はどれか。（2020年 全国公立入試 類似）

- | | | | |
|---|--|--|---|
| 1. 重なり始めから完全に重なるまでの間、変位は時間とともに減少し、その後負の値で一定となる。 | 2. 重なり始めから完全に重なるまでの間、変位は常に一定の値を保ち、その後急激にゼロになる。 | 3. 重なり始めから完全に重なるまでの間、変位は時間とともに増加し、その後一定となり、再び減少する。 | 4. 重なり始めから完全に重なるまでの間、変位は時間とともに振動しながら増加し、その後一定となる。 |
|---|--|--|---|

問4 ある弦において、基本振動の振動数が220ヘルツであるとき、この弦で発生しうる定常波の振動数として正しいものはどれか。（2015年 全国公立入試 類似）

- | | | | |
|-----------|-----------|-----------|-----------|
| 1. 440ヘルツ | 2. 330ヘルツ | 3. 275ヘルツ | 4. 500ヘルツ |
|-----------|-----------|-----------|-----------|

問5 振動数が440 HzのおんさAと、振動数が445 HzのおんさBを同時に鳴らした。このときに生じるうなりの周期と、その周期の間に二つのおんさが振動する回数の差の組み合わせとして最も適当なものはどれか。（2020年 全国公立入試 類似）

- | | | | |
|----------------------|-----------------------|-----------------------|----------------------|
| 1. 周期：5.0秒、振動回数の差：1回 | 2. 周期：0.20秒、振動回数の差：5回 | 3. 周期：0.20秒、振動回数の差：1回 | 4. 周期：5.0秒、振動回数の差：5回 |
|----------------------|-----------------------|-----------------------|----------------------|

問6 振動数と周期の関係に関する記述として最も適当なものはどれか。（2026年 全国公立入試 類似）

- | | | | |
|----------------------|----------------------------------|---------------------------|-------------------------|
| 1. 振動数は周期に比例する関係にある。 | 2. 振動数は単位時間あたりの振動回数であり、周期の逆数である。 | 3. 周期は波が1秒間に進む距離として定義される。 | 4. 振動数と周期の積は常に波の速さに等しい。 |
|----------------------|----------------------------------|---------------------------|-------------------------|

問7 長さが0.50 mの開管と、同じく長さが0.50 mの閉管がある。音速を340 m/sとしたとき、周波数を0 Hzから徐々に高くしていった際、最初に共鳴が生じるのはどちらの管で、そのときの周波数は何Hzか。（2019年 全国公立入試 類似）

- | | | | |
|---------------|---------------|---------------|---------------|
| 1. 開管で、340 Hz | 2. 開管で、170 Hz | 3. 閉管で、340 Hz | 4. 閉管で、170 Hz |
|---------------|---------------|---------------|---------------|

問8 基本音の正弦波と、その2倍の振動数を持つ2倍音の正弦波を重ね合わせた際、合成波の波形が元の基本音の正弦波と異なる形状になる理由として、最も適切なものはどれか。（2021年 全国公立入試 類似）

- | | | | |
|---|--|--|---|
| 1. 基本音と倍音の山や谷が重なる位置で、変位が強め合ったり打ち消し合ったりするため。 | 2. 基本音と倍音が重なることで、波の伝播速度が変化し、周期が短くなるため。 | 3. 重ね合わせによって波が定常波となり、エネルギーが空間に蓄積されるため。 | 4. 基本音と倍音の重ね合わせにより、単振動の性質が失われ、波が回折を起こすため。 |
|---|--|--|---|

問9 二つの波を重ね合わせた合成波において、うなりが生じる物理的な理由として最も適切なものはどれか。（2018年 全国公立入試 類似）

- | | | | |
|--|---------------------------------------|--|--|
| 1. 二つの波の振幅が異なることで、合成波の波形が時間的に変化しなくなるため | 2. 二つの波の波長が異なることで、空間的に振幅が一定の波が形成されるため | 3. 二つの波の位相が常に一致し、合成波の振幅が常に一定のまま大きくなるため | 4. 二つの波の振動数の差によって、強め合いと弱め合いが時間的に繰り返されるため |
|--|---------------------------------------|--|--|

問10 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、波の速さは小さくなる。 | 2. 弦の張力が大きくなると、波の速さは大きくなる。 | 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。 |
|----------------------------|----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|

答え合わせ・解説 No.2

問1	答え 4 腹の位置にある媒質は最も大きく振動し、その振動の周期はもとの進行波の周期と等しい。	定常波の各点における媒質は、その位置に応じた振幅で単振動を行っており、その振動周期はもとの進行波の周期と等しい。腹の位置では振幅が最大となり、節の位置では媒質は振動せず常に変位はゼロである。また、隣り合う節と節の間隔、および隣り合う腹と腹の間隔は、もとの進行波の波長の2分の1（半波長）である。
問2	答え 2 気温が高いほど音速は大きくなり、振動数が一定であれば波長は長くなる。	音の速さは気温の平方根に比例し、気温が高いほど音速は大きくなります。波の基本式 $v = f\lambda$ (v は音速、 f は振動数、 λ は波長) において、音源の振動数 f が一定である場合、音速 v が大きくなれば波長 λ も比例して長くなります。したがって、気温が高い環境下では音速が大きくなり、波長も長くなるという関係が成立します。
問3	答え 3 重なり始めから完全に重なるまでの間、変位は時間とともに増加し、その後一定となり、再び減少する。	重ね合わせの原理により、原点における合成波の変位は、各波が原点に達したときの変位の和となる。台形波が原点に近づく際、重なりが深くなるにつれて合成される変位の総和は増加する。二つの波が完全に重なった状態では、それぞれの波の平坦な部分が重なるため変位は一定となり、その後、波が通り過ぎるにつれて再び変位は減少していく。
問4	答え 1 440ヘルツ	両端固定の弦において、定常波の振動数は基本振動の振動数の整数倍（2倍、3倍、…）となる。基本振動が220ヘルツの場合、その整数倍である440ヘルツ、660ヘルツなどが定常波として現れる。選択肢の中でこの条件を満たすのは440ヘルツのみである。
問5	答え 3 周期：0.20秒、振動回数の差：1回	1秒間に生じるうなりの回数（うなりの振動数）は、二つのおんさの振動数の差に等しく、 $445 - 440 = 5 \text{ Hz}$ となる。うなりの周期は、うなりの振動数の逆数であるため、 $1 / 5 = 0.20 \text{ 秒}$ となる。この周期（0.20秒）の間に、おんさAは $440 * 0.20 = 88$ 回振動し、おんさBは $445 * 0.20 = 89$ 回振動する。したがって、この時間内における二つのおんさの振動回数の差は $89 - 88 = 1$ 回となる。
問6	答え 2 振動数は単位時間あたりの振動回数であり、周期の逆数である。	振動数は1秒間に振動する回数（単位：ヘルツ）であり、1回の振動にかかる時間である周期（単位：秒）の逆数として定義される。周期が長くなれば振動数は小さくなり、周期が短くなれば振動数は大きくなるという反比例の関係にある。他の選択肢は定義や物理量の関係として誤りである。
問7	答え 4 閉管で、170 Hz	閉管の基本振動では、管の長さ L が波長 λ の4分の1 ($L = \lambda/4$) となる。 $\lambda = 4L = 2.0 \text{ m}$ であり、周波数 $f = \text{音速}v / \text{波長}\lambda = 340 / 2.0 = 170 \text{ Hz}$ となる。一方、開管の基本振動は $L = \lambda/2$ であり、 $\lambda = 1.0 \text{ m}$ 、 $f = 340 \text{ Hz}$ となる。したがって、周波数を低周波から上げると、先に170 Hzで閉管が共鳴する。
問8	答え 1 基本音と倍音の山や谷が重なる位置で、変位が強め合ったり打ち消し合ったりするため。	重ね合わせの原理により、合成波の各時刻における変位は、基本音と倍音の変位の和として決定される。基本音の山と倍音の山が重なる場所では振幅が大きくなり、山と谷が重なる場所では打ち消し合う。この局所的な強め合いと打ち消し合いが繰り返されることで、単純な正弦波とは異なる複雑な波形が形成される。これは音色の違いを生む物理的根拠となっている。
問9	答え 4 二つの波の振動数の差によって、強め合いと弱め合いが時間的に繰り返されるため	うなりは、振動数がわずかに異なる二つの波の位相差が時間とともに変化することで生じる。ある時刻には波の山と山が重なって強め合い、別の時刻には山と谷が重なって弱め合うという過程が周期的に繰り返されるため、合成波の振幅が時間とともに変動する波形となる。
問10	答え 2 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1 ストップウォッチを用いて音速を測定する実験において、太鼓をたたくと同時にスタートし、音が観測者に届いた後にストップボタンを押してしまった場合、測定された音速の値は理論値と比較してどうなるか。 (2024年 全国公立入試 類似)

1. 理論値と一致する 2. 理論値よりも大きくなる 3. 理論値よりも小さくなる 4. 測定誤差は生じない

問2 正弦波の定常波において、腹の位置における媒質が時間とともに単振動する理由として、最も適切なものはどれか。 (2017年 全国公立入試 類似)

1. 互いに逆向きに進む2つの正弦波の変位が、腹の位置において常に同位相で重なり合い、強め合うため。
2. 互いに逆向きに進む2つの正弦波の変位が、腹の位置において常に逆位相で重なり合い、打ち消し合うため。
3. 腹の位置では媒質に働く復元力が常に0になり、慣性によって等速運動を続けるため。
4. 腹の位置を通過する波の波長が時間とともに変化し、媒質の振動数が周期的に変化するため。

問3 波の周期と振動数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。 (2026年 全国公立入試 類似)

1. 周期とは波が1秒間に進む距離であり、振動数とは波が1回振動するのに要する時間のことである。これらは互いに比例の関係にある。
2. 周期とは波が1回振動するのに要する時間であり、振動数とは1秒間に振動する回数のことである。これらは互いに逆数の関係にある。
3. 周期とは波が1回振動するのに要する時間であり、振動数とは波が1秒間に進む距離のことである。これらは互いに逆数の関係にある。
4. 周期とは波の山から隣の山までの距離であり、振動数とは1秒間に振動する回数のことである。これらは互いに比例の関係にある。

問4 ある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の時間が0.25秒であるとき、この波の振動数は何ヘルツか。 (2026年 全国公立入試 類似)

1. 0.25ヘルツ 2. 0.50ヘルツ 3. 2.0ヘルツ 4. 4.0ヘルツ

問5 振動数 f_1 と f_2 ($f_1 > f_2$) の二つの音源から生じるうなりの周期 T を表す式として正しいものはどれか。 (2018年 全国公立入試 類似)

1. $T = f_1 - f_2$ 2. $T = 1 / (f_1 + f_2)$ 3. $T = 1 / (f_1 - f_2)$ 4. $T = (f_1 + f_2) / 2$

問6 基本音の正弦波と、その2倍の振動数を持つ2倍音の正弦波を重ね合わせた際、合成波の波形が元の基本音の正弦波と異なる形状になる理由として、最も適切なものはどれか。 (2021年 全国公立入試 類似)

1. 基本音と倍音が重なることで、波の伝播速度が変化し、周期が短くなるため。
2. 基本音と倍音の山や谷が重なる位置で、変位が強め合ったり打ち消し合ったりするため。
3. 重ね合わせによって波が定常波となり、エネルギーが空間に蓄積されるため。
4. 基本音と倍音の重ね合わせにより、単振動の性質が失われ、波が回折を起こすため。

問7 ある弦において、基本振動の振動数が220ヘルツであるとき、この弦で発生しうる定常波の振動数として正しいものはどれか。 (2015年 全国公立入試 類似)

1. 440ヘルツ 2. 330ヘルツ 3. 275ヘルツ 4. 500ヘルツ

問8 弦の張力を4倍に大きくしたとき、弦を伝わる波の速さは何倍になるか。 (2023年 全国公立入試 類似)

1. 16倍 2. 4倍 3. 8倍 4. 2倍

問9 長さが一定の閉管において、管内の気体を空気から音速が3倍であるヘリウムガスに置換した。このとき、同じ管の長さで生じる基本振動の共鳴周波数は、空気中の場合と比較してどのように変化するか。 (2019年 全国公立入試 類似)

1. 周波数は変わらず、一定である 2. 周波数は3分の1倍になる 3. 周波数は3倍になる 4. 周波数は9倍になる

問10 ある気温において音速が 340 m/s であったとき、振動数 425 Hz の音の波長は何 m か。最も適切な数値の一つ選べ。 (2024年 全国公立入試 類似)

1. 1.25 m 2. 0.8 m 3. 1.5 m 4. 144500 m

答え合わせ・解説 No.3

問1	答え 3 理論値よりも小さくなる	音速は距離を時間で割ることで求められます。ストップウォッチの操作が遅れ、実際に音が伝わった時間よりも長い時間が計測されると、分母である時間が大きくなるため、算出される音速の値は理論値よりも小さくなります。測定誤差は、人間の反応時間の遅れによって生じる系統的なずれであり、実験の精度に影響を与えます。
問2	答え 1 互いに逆向きに進む2つの正弦波の変位が、腹の位置において常に同位相で重なり合い、強め合うため。	定常波は、波長、周期、振幅が等しく、互いに逆向きに進む2つの正弦波が重なり合うことで生じる。腹の位置では、2つの波の位相が常に一致（同位相）して重なり合うため、互いに強め合って最大の振幅で振動する。それぞれの波による媒質の変位が時間とともに正弦波的に変化するため、それらが合成された腹の位置の媒質も、時間とともに単振動を行う。
問3	答え 2 周期とは波が1回振動するのに要する時間であり、振動数とは1秒間に振動する回数のことである。これらは互いに逆数の関係にある。	周期とは波の媒質が1回振動するのに要する時間（単位は秒）であり、振動数とは1秒間に媒質が振動する回数（単位はヘルツ）である。1秒間にf回振動するとき、1回の振動に要する時間Tは $1/f$ となるため、周期Tと振動数fは互いに逆数の関係（ $T = 1/f$ ）にある。
問4	答え 4 4.0ヘルツ	振動数は単位時間あたりに振動する回数であり、周期の逆数として定義される。問題文より、一連の動作（1周期）にかかる時間は0.25秒である。振動数fは周期Tを用いて $f = 1/T$ と表されるため、 $f = 1 / 0.25 = 4.0$ となる。したがって、この波の振動数は4.0ヘルツである。
問5	答え 3 $T = 1 / (f_1 - f_2)$	うなりは、振動数がわずかに異なる二つの波が重ね合わさることで、合成波の振幅が周期的に強め合ったり弱め合ったりする現象である。合成波の振幅が1秒間に変化する回数（うなりの回数）は二つの振動数の差である $f_1 - f_2$ に等しい。周期は周波数の逆数であるため、うなりの周期 T は $1/(f_1 - f_2)$ となる。
問6	答え 2 基本音と倍音の山や谷が重なる位置で、変位が強め合ったり打ち消し合ったりするため。	重ね合わせの原理により、合成波の各時刻における変位は、基本音と倍音の変位の和として決定される。基本音の山と倍音の山が重なる場所では振幅が大きくなり、山と谷が重なる場所では打ち消し合う。この局所的な強め合いと打ち消し合いが繰り返されることで、単純な正弦波とは異なる複雑な波形が形成される。これは音色の違いを生む物理的根拠となっている。
問7	答え 1 440ヘルツ	両端固定の弦において、定常波の振動数は基本振動の振動数の整数倍（2倍、3倍、…）となる。基本振動が220ヘルツの場合、その整数倍である440ヘルツ、660ヘルツなどが定常波として現れる。選択肢の中でこの条件を満たすのは440ヘルツのみである。
問8	答え 4 2倍	弦を伝わる波の速さvは、張力Tの平方根に比例する。したがって、張力が4倍になると、波の速さは $\sqrt{4}$ 倍、すなわち2倍となる。この性質を利用して、弦楽器ではペグを回して弦の張力を変えることで、発生する音の振動数を調整し、音程を合わせている。
問9	答え 3 周波数は3倍になる	閉管の基本振動において、管の長さをL、音速をv、周波数をfとすると、 $L = v / (4f)$ という関係が成り立つ。したがって、周波数fは $f = v / (4L)$ と表される。管の長さLが一定のとき、周波数fは音速vに比例する。ヘリウムガス中で音速が3倍になると、共鳴周波数も3倍になる。
問10	答え 2 0.8 m	波の基本式 $v = f\lambda$ を用いて計算します。音速 $v = 340$ m/s、振動数 $f = 425$ Hz を代入すると、 $340 = 425 \times \lambda$ となります。これを λ について解くと、 $\lambda = 340 / 425 = 0.8$ m となります。音速と振動数から波長を求める基本的な計算問題です。

問1 互いに逆向きに進む、振幅、波長、周期がそれぞれ等しい2つの正弦波が重なり合って生じる定常波について、その変位に関する記述として最も適切なものを、次のうちから一つ選べ。（2017年 全国公立入試 類似）

- | | | | |
|---------------------------------------|---|--|---|
| 1. 定常波の変位の最大値（腹の振幅）は、もとの進行波の振幅の4倍になる。 | 2. 節の位置では、2つの波の変位が常に同符号で重なり合うため、振動が打ち消し合っている。 | 3. 腹の位置では、2つの波の山と谷が常に重なり合うため、振幅が最大となる。 | 4. 隣り合う節と節の間にある媒質はすべて同位相で振動するため、すべての点で同時に変位がゼロになる瞬間がある。 |
|---------------------------------------|---|--|---|

問2 弦の長さが0.45メートルであるとき、この弦に生じる基本振動の波長として正しいものはどれか。（2017年 全国公立入試 類似）

- | | | | |
|-------------|-------------|--------------|-------------|
| 1. 0.90メートル | 2. 0.45メートル | 3. 0.225メートル | 4. 1.80メートル |
|-------------|-------------|--------------|-------------|

問3 二つの波を重ね合わせた合成波において、うなりが生じる物理的な理由として最も適切なものはどれか。（2018年 全国公立入試 類似）

- | | | | |
|--|---------------------------------------|--|--|
| 1. 二つの波の位相が常に一致し、合成波の振幅が常に一定のまま大きくなるため | 2. 二つの波の波長が異なることで、空間的に振幅が一定の波が形成されるため | 3. 二つの波の振動数の差によって、強め合いと弱め合いが時間的に繰り返されるため | 4. 二つの波の振幅が異なることで、合成波の波形が時間的に変化しなくなるため |
|--|---------------------------------------|--|--|

問4 音速が一定である環境において、音の振動数を大きくしたとき、その波長の変化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. 波長は振動数に比例して長くなる | 2. 波長は振動数に反比例して短くなる | 3. 波長は振動数に関わらず一定である | 4. 波長は振動数の2乗に比例して短くなる |
|--------------------|---------------------|---------------------|-----------------------|

問5 正弦波の定常波に関する記述として最も適切なものはどれか。（2017年 全国公立入試 類似）

- | | | | |
|--------------------------|------------------------------|------------------------------|-------------------------------------|
| 1. 定常波の腹の位置では、変位は常に0である。 | 2. 定常波の節の位置では、変位は時間とともに変化する。 | 3. 定常波の隣り合う節と節の間の距離は、波長と等しい。 | 4. 定常波の腹の位置における変位は、時間とともに正弦波状に変化する。 |
|--------------------------|------------------------------|------------------------------|-------------------------------------|

問6 ストップウォッチを用いて音速を測定する実験において、太鼓をたたくと同時にスタートし、音が観測者に届いた後にストップボタンを押してしまった場合、測定された音速の値は理論値と比較してどうなるか。（2024年 全国公立入試 類似）

- | | | | |
|-------------|----------------|----------------|--------------|
| 1. 理論値と一致する | 2. 理論値よりも大きくなる | 3. 理論値よりも小さくなる | 4. 測定誤差は生じない |
|-------------|----------------|----------------|--------------|

問7 ある楽器から発せられた音の周期を測定したところ 0.0025 秒であった。この音の振動数は何 Hz か。（2021年 全国公立入試 類似）

- | | | | |
|-----------|-----------|------------|------------|
| 1. 400 Hz | 2. 250 Hz | 3. 2500 Hz | 4. 4000 Hz |
|-----------|-----------|------------|------------|

問8 波の振動数の定義として最も適切なものはどれか。（2016年 全国公立入試 類似）

- | | | | |
|--------------------------|----------------------------|------------------------|----------------------------|
| 1. 波が1波長分進むのにかかる時間のことである | 2. 単位時間あたりに媒質が振動する回数のことである | 3. 波の速さを振動数で割った値のことである | 4. 媒質が1回振動する間に波が進む距離のことである |
|--------------------------|----------------------------|------------------------|----------------------------|

問9 ある弦において、基本振動の振動数が220ヘルツであるとき、この弦で発生しうる定常波の振動数として正しいものはどれか。（2015年 全国公立入試 類似）

- | | | | |
|-----------|-----------|-----------|-----------|
| 1. 275ヘルツ | 2. 330ヘルツ | 3. 440ヘルツ | 4. 500ヘルツ |
|-----------|-----------|-----------|-----------|

問10 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11 両端を固定された弦において、弦の張力を一定に保ったまま弦の長さを半分にしたとき、基本振動の振動数は元の何倍になるか。（2015年 全国公立入試 類似）

- | | | | |
|---------|-------|-------|-------|
| 1. 0.5倍 | 2. 1倍 | 3. 4倍 | 4. 2倍 |
|---------|-------|-------|-------|

答え合わせ・解説 No.4

問1	答え 4 隣り合う節と節の間にある媒質はすべて同位相で振動するため、すべての点で同時に変位がゼロになる瞬間がある。	定常波では、隣り合う節と節の間にある媒質はすべて同位相で振動している。そのため、すべての媒質が同時に平衡の位置（変位ゼロ）を通過する瞬間が存在する。節の位置では2つの波が常に逆位相で重なり合って打ち消し合い、変位は常にゼロである。腹の位置では同位相で重なり合って振幅がもとの進行波の2倍になる。
問2	答え 1 0.90メートル	弦の基本振動では、弦の両端が節となり、弦の長さが波長の半分（半波長）に相当する定常波が形成される。したがって、波長は弦の長さの2倍となり、 $0.45\text{メートル} \times 2 = 0.90\text{メートル}$ と求められる。
問3	答え 3 二つの波の振動数の差によって、強め合いと弱め合いが時間的に繰り返されるため	うなりは、振動数がわずかに異なる二つの波の位相差が時間とともに変化することで生じる。ある時刻には波の山と山が重なって強め合い、別の時刻には山と谷が重なって弱め合うという過程が周期的に繰り返されるため、合成波の振幅が時間とともに変動する波形となる。
問4	答え 2 波長は振動数に反比例して短くなる	波の基本式である「音速 = 振動数 × 波長」において、音速が一定であれば、波長は音速を振動数で割った値となる。したがって、振動数を大きくすると、その分だけ波長は短くなるという反比例の関係が成り立つ。これは音波に限らず、光波などあらゆる波に共通する基本的な性質である。
問5	答え 4 定常波の腹の位置における変位は、時間とともに正弦波状に変化する。	定常波は、逆方向に進む同じ振幅・波長の波が重なり合うことで生じる。節の位置では波の干渉により常に変位が0となるが、腹の位置では振幅が最大となり、その変位は時間とともに正弦波状に振動する。また、隣り合う節と節の間の距離は波長の2分の1である。これらの性質は、定常波が進行波とは異なり、エネルギーを輸送しない波であることに起因する。
問6	答え 3 理論値よりも小さくなる	音速は距離を時間で割ることで求められます。ストップウォッチの操作が遅れ、実際に音が伝わった時間よりも長い時間が計測されると、分母である時間が大きくなるため、算出される音速の値は理論値よりも小さくなります。測定誤差は、人間の反応時間の遅れによって生じる系統的なずれであり、実験の精度に影響を与えます。
問7	答え 1 400 Hz	振動数 f (Hz) と周期 T (s) の間には、 $f = 1 / T$ という関係が成り立つ。与えられた周期 $T = 0.0025\text{ s}$ をこの式に代入すると、 $f = 1 / 0.0025 = 10000 / 25 = 400$ となる。したがって、この音の振動数は 400 Hz である。
問8	答え 2 単位時間あたりに媒質が振動する回数のことである	振動数は、波が1秒間に何回振動するかを示す物理量である。波長は波が1回振動する間に進む距離であり、周期は波が1回振動するのにかかる時間である。波の速さは、波長を周期で割るか、波長に振動数を掛けることで求められる。これらは波の性質を理解する上で最も基本的な定義である。
問9	答え 3 440ヘルツ	両端固定の弦において、定常波の振動数は基本振動の振動数の整数倍（2倍、3倍、…）となる。基本振動が220ヘルツの場合、その整数倍である440ヘルツ、660ヘルツなどが定常波として現れる。選択肢の中でこの条件を満たすのは440ヘルツのみである。
問10	答え 1 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11	答え 4 2倍	弦の基本振動において、弦の長さ L と波長 λ の間には $\lambda = 2L$ の関係がある。波の速さ v は一定であるため、 $v = f\lambda$ (f は振動数) より、振動数 f は波長 λ に反比例する。弦の長さを半分にすると波長も半分になるため、振動数は2倍となる。この関係は、弦の張力や線密度が一定である場合に成立する物理の基本法則である。

高校物理プリント（過去問類似）

波動 No.5

名前

得点

/10

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. 弦の張力と波の速さには一定の法則性は存在しない。
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. 弦の張力が大きくなると、波の速さは大きくなる。

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. 360ヘルツ
3. 330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 0.50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 2.0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. 340 m
2. 170 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、合成波の振幅は常にそれぞれの波の振幅の和となる。
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、合成波の変位は各波の変位の和として表される。

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 4 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 3 330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 4 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 1 340 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 $f_1=440$ ヘルツ、ギターの振動数を f_2 とすると、 $ f_1 - f_2 = 2$ となります。ギターの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9	答え 4 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。