

問1 うなりの現象が生じる物理的な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. 2つの波の振動数が異なることで、干渉による強め合いと弱め合いが時間的に変化するため
2. 2つの波の位相が常に一致し、振幅が常に2倍になるため
3. 音源が移動することで、観測される波の波長が変化するため
4. 波が障害物を回り込むことで、音の強さが空間的に変化するため

問2 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。（2016年 全国公立入試 類似）

1. 媒質の変位が正の方向に最大となっている部分
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0であり、変位の傾きが正から負に変化する部分
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

問3 ヤングの実験において、光源を波長の長い赤色光から波長の短い紫色光に変更したとき、スクリーン上に形成される干渉縞の変化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. 明線が消失し、一様な明るさになる
2. 明線の間隔が広くなる
3. 明線の間隔は変化しないが明暗が逆転する
4. 明線の間隔が狭くなる

問4 弦を伝わる横波の速さ v は、弦の張力 S と線密度 ρ を用いて $v = \sqrt{S/\rho}$ と表される。弦の長さが一定であるとき、弦の基本振動数 f は張力 S に対してどのような関係にあるか。最も適切なものを選び。（2024年 全国公立入試 類似）

1. 固有振動数は張力に比例する
2. 固有振動数は張力の平方根に比例する
3. 固有振動数は張力の二乗に比例する
4. 固有振動数は張力の平方根に反比例する

問5 二つの波源が逆位相で振動している場合、波源を結ぶ線分の中点付近において波が強め合わない理由として最も適切なものはどれか。（2010年 全国公立入試 類似）

1. 中点では二つの波源からの距離が等しく、経路差が0となるため弱め合うから
2. 中点では波のエネルギーが散逸し、振幅が減少するから
3. 中点では波源からの距離が遠すぎて、波が到達しないから
4. 中点では波の反射が起こり、定常波が形成されないから

問6 正弦波の式 $y = A\sin(2\pi(t/T - x/\lambda))$ において、 x 軸の正の向きに進む波を表す項の符号について、正しい説明はどれか。

（2016年 全国公立入試 類似）

1. x の係数が正であるため、 x が増加すると位相が進み、波が正の向きに進む。
2. x の係数が負であるため、 x が増加すると位相が遅れ、波が正の向きに進む。
3. t と x の符号が同じであれば、波は常に負の向きに進む。
4. 波の進む向きは周期 T と波長 λ の比のみで決まり、符号は関係しない。

問7 物体が特定の色として認識される仕組みに関する記述として、最も適当なものはどれか。（2006年 全国公立入試 類似）

1. 物体が可視光のすべての波長を均等に反射するため、特定の色が強調される。
2. 物体が光を散乱させることで、波長に関係なく物体の色が決定される。
3. 物体が特定の波長の光を吸収し、残りの波長の光を反射または透過させることで色が決まる。
4. 物体が光を吸収せず、すべての光を透過させることで、その物体の固有の色が認識される。

問8 波の伝播において、波の山と山が重なってできる波の頂点は、波の進行に伴ってどのように振る舞うか。最も適切な説明を選び。（2026年 全国公立入試 類似）

1. 波の頂点は常に静止しており、移動することはない。
2. 波の頂点は波の進行速度に関わらず、常に一定の加速度で移動する。
3. 波の頂点は波の進行方向とは逆向きにのみ移動する。
4. 波の頂点は波の進行に伴って、その位置を移動する。

問9 屈折率 n の薄膜において、膜の厚さを d とし、垂直に光が入射する場合を考える。このとき、光の干渉条件に関して、強め合いが生じるための光路差と波長の関係として正しいものはどれか。（2018年 全国公立入試 類似）

1. 光路差が波長の4分の1である
2. 光路差が波長の整数倍に半波長を加えた値である
3. 光路差が波長の半分である
4. 光路差が波長の整数倍である

答え合わせ・解説 No.1

問1	答え 1 2つの波の振動数が異なることで、干渉による強め合いと弱め合いが時間的に変化するため	うなりは、振動数がわずかに異なる2つの波が重ね合わさる際、時間経過とともに位相のずれが変化することで生じる。位相が一致する場所では強め合い、逆位相になる場所では弱め合うため、観測される合成波の振幅が周期的に増減し、音の大きさが変化して聞こえる。
問2	答え 3 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3	答え 4 明線の間隔が狭くなる	明線の間隔は光の波長 λ に比例する。赤色光よりも波長の短い紫色光を用いると、干渉条件式における波長項が小さくなるため、スクリーン上の隣り合う明線の間隔は狭くなる。この現象は光の回折と干渉の性質によるものである。
問4	答え 2 固有振動数は張力の平方根に比例する	弦の固有振動数 f は、弦を伝わる波の速さ v に比例し、 $f = v / (2L)$ (L は弦の長さ) と表されます。波の速さ v は張力 S の平方根 $\sqrt{S}$ に比例するため、結果として固有振動数 f も張力 S の平方根に比例することになります。したがって、張力を大きくすると振動数は高くなります。
問5	答え 1 中点では二つの波源からの距離が等しく、経路差が0となるため弱め合うから	逆位相の波源では、経路差が0の地点（中点）では、一方の波源から出た山と他方の波源から出た谷が同時に到達する。そのため、互いの変位を打ち消し合い、常に弱め合う状態となる。同位相の波源であれば中点で強め合うが、逆位相の場合はこの条件が反転し、中点付近は節となる。
問6	答え 2 xの係数が負であるため、xが増加すると位相が遅れ、波が正の向きに進む。	波の式において、位相 $(2\pi(t/T - x/\lambda))$ が一定となる点を追跡すると、 x が増加するにつれて時刻 t も増加する必要がある。つまり、ある変位の状態が x 軸の正の方向に移動していくことを意味する。 x の係数が負であることは、波が正の向きに進むための数学的な条件である。
問7	答え 3 物体が特定の波長の光を吸収し、残りの波長の光を反射または透過させることで色が決まる。	私たちが物体を特定の色として認識するのは、太陽光などの可視光が物体に当たった際、その物体が特定の波長の光を吸収し、反射または透過した光が目が届くためである。例えば、緑色の葉は緑色の波長域を反射し、それ以外の波長域を主に吸収している。光の散乱は空が青く見える現象などの要因であり、物体の固有色の決定とは異なる。
問8	答え 4 波の頂点は波の進行に伴って、その位置を移動する。	波の伝播において、波の山や谷といった特定の位相は、波の進行速度に応じて空間を移動する。複数の波が重なり合う干渉現象においても、山と山が重なって生じる頂点は、個々の波の進行方向と速度を合成したベクトルに従って、時間経過とともにその位置を変化させる。したがって、波の頂点は静止しているわけではなく、波の進行に伴って移動するのが物理的な性質である。
問9	答え 4 光路差が波長の整数倍である	光の干渉において、2つの光波が重なり合う際、光路差が波長の整数倍（ $m\lambda$ ）であるとき、波の山と山、谷と谷が一致し、強め合いが生じます。一方、光路差が半波長の奇数倍である場合には、山と谷が打ち消し合い、弱め合いが生じます。本問は干渉の基本的な条件を問うものであり、光路差と波長の整数倍の関係が強め合いの条件となります。

高校物理プリント（過去問類似）

波動 No.2

名前

得点

/10

問1 振動数 440 Hz の音源が、観測者を中心とする半径 r の円周上を一定の速さ v で運動している。音速を V としたとき、観測者が聞く音の振動数が 440 Hz となる位置に関する記述として正しいものはどれか。 (2023年 全国公立入試 類似)

- | | | | |
|---|--|--|---|
| 1. 音源が観測者から距離 r の位置にあるすべての点で振動数は 440 Hz となる | 2. 音源の速度ベクトルが観測者と音源を結ぶ直線と垂直になる2点で振動数は 440 Hz となる | 3. 音源が観測者に最も近い点と最も遠い点の2点で振動数は 440 Hz となる | 4. 音源の速度が常に観測者方向を向いているため、振動数は常に 440 Hz ではない |
|---|--|--|---|

問2 弦の基本振動数と弦の長さの関係について、最も適切な記述はどれか。 (2005年 全国公立入試 類似)

- | | | | |
|-------------------------|------------------------|---------------------------|---------------------------|
| 1. 弦の基本振動数は、弦の長さに反比例する。 | 2. 弦の基本振動数は、弦の長さに比例する。 | 3. 弦の基本振動数は、弦の長さの二乗に比例する。 | 4. 弦の基本振動数は、弦の長さとは無関係である。 |
|-------------------------|------------------------|---------------------------|---------------------------|

問3 周期 $T=0.4$ 秒で振動する正弦波が x 軸の正の向きに進んでいる。時刻 $t=0$ 秒において、原点 $x=0$ での媒質の変位が $y=0$ であり、変位が正の方向に増加しつつあるとき、時刻 $t=0.1$ 秒における原点 $x=0$ での媒質の変位として正しいものはどれか。ただし、振幅を A とする。 (2018年 全国公立入試 類似)

- | | | | |
|------|----------|--------|-------------------|
| 1. 0 | 2. $A/2$ | 3. A | 4. $A / \sqrt{2}$ |
|------|----------|--------|-------------------|

問4 凹面鏡の反射の性質に関する記述として、最も適切なものはどれか。 (2004年 全国公立入試 類似)

- | | | | |
|----------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|--------------------------------|
| 1. 光軸に対して斜めに入射した光線は、反射後に必ず焦点を通る。 | 2. 光軸上の焦点から入射した光線は、反射後に光軸と垂直に進む。 | 3. 鏡面上のどの点に入射しても、反射光は必ず光軸と平行になる。 | 4. 焦点を通して入射した光線は、反射後に光軸と平行に進む。 |
|----------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|--------------------------------|

問5 二つの音源 A と B が直線上に配置されており、音源 A から測定点 P までの距離を L とする。音源 A と B から同時に音波を発したところ、測定点 P に到達するまでの時間差が T であった。音速を V とするとき、音源 B から測定点 P までの距離として正しいものはどれか。ただし、音源 B は音源 A よりも測定点 P から遠い位置にあるものとする。 (2009年 全国公立入試 類似)

- | | | | |
|-------------|-------------|--------------|--------------|
| 1. $L - VT$ | 2. $L + VT$ | 3. $L + V/T$ | 4. $L - V/T$ |
|-------------|-------------|--------------|--------------|

問6 回折格子を用いて光のスペクトルを得る際に利用される物理現象の組み合わせとして、最も適切なものはどれか。 (2006年 全国公立入試 類似)

- | | | | |
|----------|----------|----------|----------|
| 1. 反射と屈折 | 2. 屈折と偏光 | 3. 回折と干渉 | 4. 散乱と偏光 |
|----------|----------|----------|----------|

問7 水面で反射した太陽光の性質と、偏光板を用いた観察に関する記述として最も適当なものはどれか。 (2004年 全国公立入試 類似)

- | | | | |
|---|--|---|---|
| 1. 反射光は特定の方向に振動する成分が強くなっており、偏光板の透過軸を調整することで反射光を遮断できる。 | 2. 反射光は縦波としての性質が強まっており、偏光板を回転させても反射光の強さは変化しない。 | 3. 反射光は偏光していない光であるため、偏光板を通して水面下の様子は見えにくくなる。 | 4. 反射光はすべての方向に均一に振動しているため、偏光板を透過させると光の強さは必ず半分になる。 |
|---|--|---|---|

問8 二つの波源が逆位相で振動している場合、波が強め合うための条件として正しいものはどれか。 (2022年 全国公立入試 類似)

- | | | | |
|-------------------|---------------------|-------------------|--------------------|
| 1. 距離の差が波長の整数倍である | 2. 距離の差が波長の4分の1倍である | 3. 距離の差が波長の奇数倍である | 4. 距離の差が半波長の奇数倍である |
|-------------------|---------------------|-------------------|--------------------|

問9 回折格子の溝の間隔を d 、光の波長を λ 、回折角を θ 、 m を整数として、明線が生じる条件式として正しいものはどれか。 (2006年 全国公立入試 類似)

- | | | | |
|-----------------------------------|-----------------------------------|---|-----------------------------------|
| 1. $d \cos(\theta) = m * \lambda$ | 2. $d \sin(\theta) = m * \lambda$ | 3. $d \sin(\theta) = (m + 0.5) * \lambda$ | 4. $d \tan(\theta) = m * \lambda$ |
|-----------------------------------|-----------------------------------|---|-----------------------------------|

問10 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. 波の速さを振動数で割った値のことである | 3. 単位時間あたりに媒質が振動する回数のことである | 4. 媒質が1回振動する間に波が進む距離のことである |
|--------------------------|------------------------|----------------------------|----------------------------|

答え合わせ・解説 No.2

問1	答え 2 音源の速度ベクトルが観測者と音源を結ぶ直線と垂直になる2点で振動数は 440 Hz となる	ドップラー効果の式において、観測者が静止している場合、観測される振動数は $f' = f \cdot V / (V - v_s)$ で表されます。ここで v_s は音源の観測者方向への速度成分です。円運動において、音源の速度ベクトルが観測者と音源を結ぶ直線と垂直になる位置では $v_s = 0$ となり、 $f' = f$ となります。円周上にはこの条件を満たす点が2箇所存在するため、そこで本来の振動数が観測されます。
問2	答え 1 弦の基本振動数は、弦の長さに反比例する。	弦の基本振動数は、弦の張力や線密度が一定である場合、弦の長さに反比例するという性質を持つ。これは、弦の長さが短くなるほど、定常波の波長が短くなり、結果として振動数が高くなることを意味する。ギターやバイオリンなどの弦楽器では、指で弦を押さえて有効な弦の長さを変えることで、音の高さを調整している。
問3	答え 3 A	原点 $x=0$ における変位は $y = A \sin(2\pi t/T)$ と表される。与えられた条件より、 $T=0.4$ 秒であるから、 $y = A \sin(2\pi t/0.4) = A \sin(5\pi t)$ となる。ここに $t=0.1$ 秒を代入すると、 $y = A \sin(5\pi \cdot 0.1) = A \sin(0.5\pi)$ となる。 $\sin(\pi/2) = 1$ であるため、変位は振幅Aに等しくなる。この時刻において媒質は正の最大変位に達している。
問4	答え 4 焦点を通過して入射した光線は、反射後に光軸と平行に進む。	凹面鏡の反射には光路の可逆性が成り立つ。光軸に平行な光が焦点を通るという性質の逆として、焦点を通過して入射した光は反射後に光軸と平行に進む。これは凹面鏡を用いた光学系において、光源を焦点に置くことで平行光線を得る（サーチライトなどの原理）ために利用される重要な物理的性質である。
問5	答え 2 $L + VT$	音波の伝播において、到達時間の差は距離の差を音速で割った値に等しい。時間差Tの間に音波が進む距離はVTであり、これが二つの音源から測定点までの距離の差となる。音源Bの方が遠い位置にあるため、音源Bから測定点Pまでの距離は、音源Aから測定点Pまでの距離Lに、距離の差であるVTを加えた値となる。
問6	答え 3 回折と干渉	回折格子は、ガラス板などに等間隔の細い溝を多数刻んだ光学素子です。光がこれらの微細な溝を通過する際、各スリットから光が回折して広がり、それらが互いに干渉し合うことで、特定の方向に強め合う明線が生じます。この現象により、波長ごとに異なる角度で光が分かれるスペクトルが得られます。屈折や偏光は異なる原理に基づく現象であり、回折格子の主要な機能ではありません。
問7	答え 1 反射光は特定の方向に振動する成分が強くなっており、偏光板の透過軸を調整することで反射光を遮断できる。	水面で反射した光は、入射面に対して平行な成分と垂直な成分の反射率が異なるため、特定の方向に振動する成分が強くなる偏光状態にある。偏光板は特定の振動方向を持つ光のみを透過させる性質があるため、反射光の振動方向と偏光板の透過軸を直交させるように調整すれば、反射光を効果的に遮断して水面下の様子を観察しやすくなる。光は横波であり、偏光は光が横波であることを示す重要な現象である。
問8	答え 4 距離の差が半波長の奇数倍である	波源が逆位相で振動している場合、同位相のときとは条件が逆転します。同位相で強め合う条件であった「距離の差が波長の整数倍」の地点では、逆位相では山と谷が重なるため弱め合います。逆に、同位相で弱め合う条件であった「距離の差が半波長の奇数倍」の地点では、逆位相では山と山、または谷と谷が重なるため強め合うことになります。
問9	答え 2 $d \sin(\theta) = m \cdot \lambda$	回折格子に入射した平行光線が、隣り合うスリットから回折して進むとき、隣り合う光の経路差は $d \sin(\theta)$ となります。この経路差が波長 λ の整数倍 ($m \cdot \lambda$) になるとき、光は干渉によって強め合い、スクリーン上に明線が形成されます。この式は回折格子の干渉条件として知られており、光の波長を測定する際にも利用されます。
問10	答え 3 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1 音速が毎秒342メートル、振動数が300ヘルツである音波の波長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. 1.14メートル 2. 0.57メートル 3. 2.28メートル 4. 0.28メートル

問2 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λ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3 静止した音源から振動数 f_0 の音波を、音源に向かって速度 v で近づいてくる反射板に向けて放ちます。このとき、反射板で反射して音源の位置にいる静止した観測者に戻ってきた音波の振動数 f についての説明として、最も適切なものはどれか。ただし、音速を V ($V > v$) とします。（2017年 全国公立入試 類似）

1. 反射板が音源に近づくため、戻ってきた音波の振動数 f は音源の振動数 f_0 と等しくなるが、位相が反転する。 2. 反射板が音源に近づくため、ドップラー効果により、戻ってきた音波の振動数 f は音源の振動数 f_0 よりも低くなる。 3. 音源が静止しているため、ドップラー効果は生じず、戻ってきた音波の振動数 f は音源の振動数 f_0 と等しくなる。 4. 反射板が音源に近づくため、ドップラー効果により、戻ってきた音波の振動数 f は音源の振動数 f_0 よりも高くなる。

問4 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。 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。 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5 真空中の光速を c 、波長を λ とする。屈折率 n の媒質中へ光が入射したとき、その媒質中における光の速さと波長として正しい組み合わせはどれか。（2005年 全国公立入試 類似）

1. 速さ: c/n , 波長: λ/n 2. 速さ: cn , 波長: λn 3. 速さ: c/n , 波長: λn 4. 速さ: cn , 波長: λ/n

問6 定常波に関する記述として、物理学的な定義に照らして最も適切なものはどれか。（2024年 全国公立入試 類似）

1. 定常波の節では、媒質の変位が周期的に最大値と最小値の間で変化する 2. 定常波の隣り合う腹と節の間隔は、波長の4分の1である 3. 定常波の節と節の間隔は、波長の4分の1である 4. 定常波の腹では、媒質の変位が常にゼロに保たれる

問7 厚さ d 、屈折率 n の薄膜に垂直に光が入射し、表面と裏面で反射した光が干渉する場合、膜の往復によって生じる光路差を波長の整数倍と比較して強め合いの条件を考える。このとき、膜中での波長 λ' を真空中の波長 λ を用いて表すとどうなるか。（2005年 全国公立入試 類似）

1. $\lambda' = n^2 \lambda$ 2. $\lambda' = n \lambda$ 3. $\lambda' = \lambda / n^2$ 4. $\lambda' = \lambda / n$

問8 同一振動数の音波を放出する二つのスピーカーが向かい合って配置されているとき、空間内に生じる定常波の性質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. 波の腹となる場所は、時間とともに空間を移動する 2. 定常波の各点は、すべて同じ振幅で振動している 3. 波の節となる場所では、音の振幅が常にゼロになる 4. 定常波は、エネルギーを空間の遠方へ運ぶ性質がある

問9 水面波が浅い部分から深い部分へ進む際、浅い部分での速度が 0.30 m/s 、深い部分での速度が 0.40 m/s であり、入射角が 35 度であるとき、屈折角の正弦の値として最も近いものはどれか。なお、 $\sin 35$ 度は約 0.57 とする。（2007年 全国公立入試 類似）

1. 0.76 2. 0.57 3. 0.43 4. 0.95

答え合わせ・解説 No.3

問1	答え 1 1.14メートル	波長は波の速さを振動数で割ることで求められる。本問では音速342メートル毎秒を振動数300ヘルツで割るため、 $342 / 300 = 1.14$ メートルとなる。波長は波が繰り返す一周分の距離であり、この計算式によって音波の空間的な広がりを算出できる。
問2	答え 2 $\lambda = L$、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3	答え 4 反射板が音源に近づくため、ドップラー効果により、戻ってきた音波の振動数 f は音源の振動数 f0よりも高くなる。	反射板が音源に向かって移動する場合、反射板は音源からの音をより高い振動数として受け取る。さらに、反射板自体が移動する音源としてその音波を反射するため、静止した観測者にはさらに高い振動数として聞こえる。この2段階のドップラー効果により、反射して戻ってきた音波の振動数は、元の音源の振動数よりも必ず高くなる。
問4	答え 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5	答え 1 速さ: c/n, 波長: λ/n	光が屈折率nの媒質に入射すると、光の速さは真空中の光速cを屈折率nで割った c/n に減少する。また、光の振動数は媒質が変わっても変化しないため、波長 λ は速さに比例して短縮される。したがって、媒質中の波長は λ/n となる。この関係は、薄膜干渉において光路差を考える際の基礎となる重要な性質である。
問6	答え 2 定常波の隣り合う腹と節の間隔は、波長の4分の1である	定常波において、節は振幅が常にゼロとなる位置であり、腹は振幅が最大となる位置です。定常波の波長を λ とすると、隣り合う節と節、または腹と腹の間隔は $\lambda/2$ であり、隣り合う腹と節の間隔はその半分の $\lambda/4$ となります。この性質は、弦の固有振動や気柱の共鳴など、波の干渉によって生じる定常波全般に共通する基本的な特徴です。
問7	答え 4 $\lambda' = \lambda / n$	屈折率nの媒質中では、光の速さが真空中の $1/n$ 倍になる。光の振動数は光源によって決まり媒質によらず一定であるため、波長 λ' は速さと振動数の積として計算され、結果として真空中の波長 λ を屈折率nで割った値となる。薄膜干渉の条件式を立てる際には、この媒質中での波長を用いて位相差を評価する必要がある。
問8	答え 3 波の節となる場所では、音の振幅が常にゼロになる	定常波において、合成波の振幅が常にゼロになる点を節、振幅が最大になる点を腹と呼ぶ。定常波は進行波とは異なり、エネルギーを空間的に輸送しないという特徴を持つ。各点は定まった振幅で振動し、節の位置は時間経過によらず空間的に固定されている。
問9	答え 1 0.76	スネルの法則より、 $(\sin \text{入射角}) / (\sin \text{屈折角}) = (\text{浅い部分の速度}) / (\text{深い部分の速度})$ が成り立つ。数値を代入すると、 $0.57 / (\sin \text{屈折角}) = 0.30 / 0.40$ となる。これを整理すると、 $\sin \text{屈折角} = 0.57 \times (0.40 / 0.30) = 0.57 \times 1.333... = 0.76$ となる。

問1 波の屈折現象に関する記述として最も適当なものはどれか。（2007年 全国公立入試 類似）

- | | | | |
|---|--|---|---|
| 1. 波の屈折は、2つ以上の波が重なり合って強め合ったり弱め合ったりする現象であり、波の速さとは無関係である。 | 2. 波の屈折は、波が障害物に当たって跳ね返る現象であり、波の速さが変化しなくても発生する。 | 3. 波の屈折は、媒質の性質が変化し、波の伝わる速さが場所によって異なるために進行方向が曲がる現象である。 | 4. 波の屈折は、波が障害物の背後に回り込む現象であり、波の速さが一定の場所でのみ観察される。 |
|---|--|---|---|

問2 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。（2016年 全国公立入試 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 |
|---------------------------------|--------------------------|--------------------------|---------------------------------|

問3 うなりに関する記述として最も適当なものはどれか。（2004年 全国公立入試 類似）

- | | | | |
|----------------------------------|--|---------------------------------|--|
| 1. 二つの音源の振動数が等しいとき、最も激しいうなりが生じる。 | 2. うなりは、二つの音源から出る音の合成波の振幅が時間的に変化する現象である。 | 3. うなりは、特定の空間的な位置でのみ観測される現象である。 | 4. うなりが生じているとき、合成波の振動数は二つの音源の振動数の和となる。 |
|----------------------------------|--|---------------------------------|--|

問4 波の周期の定義として最も適切なものはどれか。（2014年 全国公立入試 類似）

- | | | | |
|-------------------|-----------------|--------------------|--------------------------|
| 1. 波が単位時間あたりに進む距離 | 2. 波が1秒間に振動する回数 | 3. 波の山から隣り合う山までの距離 | 4. 波が一定の地点を1回通過するのにかかる時間 |
|-------------------|-----------------|--------------------|--------------------------|

問5 波の重ね合わせの原理に関する記述として最も適切なものはどれか。（2025年 全国公立入試 類似）

- | | | | |
|-----------------------------------|-------------------------------------|---------------------------------------|--------------------------------|
| 1. 2つの波が重なると、振幅は常にそれぞれの波の振幅の和となる。 | 2. 媒質の各点における変位は、個々の波による変位の和として表される。 | 3. 波が重なり合うと、それぞれの波は互いに影響を与えずに波形が変化する。 | 4. 合成波の波形は、常に元の波の波形よりも単純な形になる。 |
|-----------------------------------|-------------------------------------|---------------------------------------|--------------------------------|

問6 透過光の干渉において、隙間を満たす物質の屈折率を大きくしたときに干渉縞の間隔が変化する物理的な理由として、最も適切なものはどれか。（2017年 全国公立入試 類似）

- | | | | |
|------------------------------------|------------------------------|-------------------------------|--------------------------------------|
| 1. 媒質による光の吸収が増加し、干渉縞のコントラストが低下するため | 2. 媒質中の光の速さが速くなり、光路差が大きくなるため | 3. 媒質中の光の振動数が変化し、明暗の周期が短くなるため | 4. 媒質中の光の波長が短くなり、干渉条件を満たす位置の間隔が狭まるため |
|------------------------------------|------------------------------|-------------------------------|--------------------------------------|

問7 音の反射を利用して、音源から障害物までの距離を測定する方法を考える。音源と観測者が同じ位置にあるとき、音を発してからその反射音が戻ってくるまでの時間を t 、空気中の音速を V とするとき、音源から障害物までの距離 L を表す式として最も適当なものを一つ選べ。（2018年 全国公立入試 類似）

- | | | | |
|--------------------|----------------|--------------------|----------------------|
| 1. $L = V * t / 2$ | 2. $L = V * t$ | 3. $L = 2 * V * t$ | 4. $L = V / (2 * t)$ |
|--------------------|----------------|--------------------|----------------------|

問8 超音波と電磁波の利用に関する記述として、誤っているものはどれか。（2005年 全国公立入試 類似）

- | | | | |
|--|--|--------------------------------------|---|
| 1. コウモリは超音波を発し、その反射音を聞くことで周囲の障害物を検知している。 | 2. 魚群探知機は、水中に発射した超音波が魚群に当たって戻ってくるまでの時間を測定している。 | 3. 超音波は電磁波と同様に、光速に近い速度で空間を伝播する性質がある。 | 4. 電子レンジは、電磁波の一種であるマイクロ波を吸収させることで食品を加熱している。 |
|--|--|--------------------------------------|---|

問9 光が屈折率の大きい媒質から小さい媒質へ進む際、入射角を大きくしていくと屈折角が90度に達し、それ以上入射角を大きくすると境界で光がすべて反射される現象を何というか。（2024年 全国公立入試 類似）

- | | | | |
|---------|---------|---------|--------|
| 1. 光の干渉 | 2. 光の散乱 | 3. 光の回折 | 4. 全反射 |
|---------|---------|---------|--------|

問10 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 |
|-----------|-----------|-----------|-----------|

答え合わせ・解説 No.4

問1	答え 3 波の屈折は、媒質の性質が変化し、波の伝わる速さが場所によって異なるために進行方向が曲がる現象である。	波の屈折は、波が伝わる媒質の性質や状態が場所によって異なり、波の速度が変化することで進行方向が曲がる現象を指す。反射は波が境界で跳ね返る現象、干渉は複数の波が重なり合う現象であり、これらは屈折とは異なる物理現象である。回折は波が障害物の背後に回り込む現象であり、いずれも屈折の定義とは区別される。
問2	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3	答え 2 うなりは、二つの音源から出る音の合成波の振幅が時間的に変化する現象である。	うなりは、わずかに振動数の異なる二つの波が重なり合うことで、合成波の振幅が周期的に変動する現象である。振動数が等しい場合は、振幅の変化は生じない。また、この現象は波の重ね合わせによる時間的な変化であるため、特定の場所だけでなく、波が届く範囲であればどこでも観測される。
問4	答え 4 波が一定の地点を1回通過するのにかかる時間	周期とは、波の媒質上の1点が1回振動するのに要する時間、あるいは波が1波長分進むのに要する時間を指す。波が一定の地点を通過する時間間隔そのものであり、振動数（1秒あたりの振動回数）の逆数として表される。波長は距離の単位であり、波の速さは単位時間あたりの移動距離であるため、これらとは区別する必要がある。
問5	答え 2 媒質の各点における変位は、個々の波による変位の和として表される。	波の重ね合わせの原理とは、複数の波が重なり合うとき、媒質の各点における変位が、個々の波が単独で存在したときの変位の代数和として表されるという法則である。この原理により、波は互いに影響を及ぼし合うことなく独立して伝播し、重なった領域でのみ合成波として観測される。振幅が和になるのは同位相で重なる場合のみであり、逆位相であれば打ち消し合うため、常に和になるわけではない。
問6	答え 4 媒質中の光の波長が短くなり、干渉条件を満たす位置の間隔が狭まるため	光が媒質中を伝播する際、振動数は不変であるが、波長は真空中の波長を屈折率nで割った値となる。干渉縞の間隔は、光路差が波長の整数倍または半整数倍となる条件によって決定される。したがって、屈折率が大きい媒質ほど波長が短くなり、同じ光路差の変化に対してより短い距離で干渉条件が繰り返されるため、干渉縞の間隔は狭くなる。
問7	答え 1 $L = V * t / 2$	音源と観測者が同じ位置にある場合、音源から出た音は障害物まで行って戻ってくるため、往復で2Lの距離を進む。音速をV、往復にかかる時間をtとすると、進んだ距離は $V * t$ と表される。したがって、 $2L = V * t$ より、音源から障害物までの距離Lは $L = V * t / 2$ となる。
問8	答え 3 超音波は電磁波と同様に、光速に近い速度で空間を伝播する性質がある。	超音波は空気や水などの媒質中を伝わる音波であり、その伝播速度は音速（常温の空気中で約340m/s）に依存する。一方、電磁波は真空中でも伝播可能であり、その速度は光速（約 3.0×10^8 m/s）である。したがって、超音波が光速に近い速度で伝わるという記述は誤りである。コウモリの聴覚や魚群探知機は、音波の反射特性を巧みに利用した例である。
問9	答え 4 全反射	光が屈折率の大きい媒質から小さい媒質へ進むとき、入射角がある特定の角度（臨界角）を超えると、屈折光は存在せず、すべての光が境界で反射される。これを全反射と呼ぶ。光ファイバーによる通信や、プリズムを用いた光学機器などで広く利用されている物理現象である。
問10	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。

高校物理プリント（過去問類似）

波動 No.5

名前

得点

/9

問1 屈折率 n 、厚さ d の薄膜に垂直に光が入射し、膜の表面と裏面で反射する光の干渉を考える。このとき、光が膜内を往復するのにかかる時間として正しいものはどれか。ただし、真空中の光速を c とする。 (2016年 全国公立入試 類似)

1. $2d / (nc)$ 2. $d / (nc)$ 3. $2nd / c$ 4. $nd / (2c)$

問2 振動数がわずかに異なる2つの音源から発せられる音を同時に聞いたとき、音の強弱が周期的に変化する現象を何というか。

(2005年 全国公立入試 類似)

1. ドップラー効果 2. うなり 3. 共鳴 4. 回折

問3 振動数がわずかに異なる二つの音源を同時に鳴らしたときに生じる「うなり」について説明した文として、最も適当なものはどれか。 (2020年 全国公立入試 類似)

1. 1秒間に聞こえるうなりの回数は、二つの音源の振動数の差の絶対値に等しい。 2. 1秒間に聞こえるうなりの回数は、二つの音源の振動数の和に等しい。 3. うなりの周期の間に、二つの音源が振動する回数の差は、常に2回になる。 4. うなりの周期の間に、二つの音源が振動する回数の和が、うなりの回数に等しくなる。

問4 波長が600 nmの単色レーザー光を毛髪に照射した際、スクリーン上に明暗の縞模様が形成された。この現象の背景にある物理的な原理として最も適切なものはどれか。 (2004年 全国公立入試 類似)

1. 光が毛髪を通過する際に偏光し、特定の振動方向の光のみが強め合うことで明暗の模様が形成される 2. 光が毛髪の表面で反射し、反射光同士が屈折することで明暗の模様が形成される 3. 光が毛髪を透過する際に分散し、波長ごとの光が重なり合うことで明暗の模様が形成される 4. 光の回折によって生じた波が、経路差に応じて干渉し合うことで明暗の模様が形成される

問5 ヤングの実験装置を用いて、波長600 nmの単色光を照射したところ、スクリーン上に明線が観測された。このとき、スリットの間隔を半分に変更し、その他の条件を一定に保った場合、隣り合う明線の間隔は元の何倍になるか。 (2020年 全国公立入試 類似)

1. 0.5倍 2. 2倍 3. 1倍 4. 4倍

問6 互いに逆向きに進む、振幅が等しい2つの正弦波が重なり合って定常波が生じている。この定常波の腹の位置における媒質は、周期0.40秒で単振動を行っており、変位の最大値は15センチメートル、最小値はマイナス15センチメートルである。ある時刻において、この腹の位置にある媒質の変位がマイナス15センチメートルであった。この時刻から0.30秒が経過したとき、この媒質の変位は何センチメートルか。 (2017年 全国公立入試 類似)

1. 7.5センチメートル 2. 15センチメートル 3. 0.0センチメートル 4. マイナス15センチメートル

問7 音波の性質に関する記述として、最も適切なものはどれか。 (2018年 全国公立入試 類似)

1. 音波は障害物があってもその背後に回り込んで伝わる性質がある。 2. 音の速さは振動数が大きくなるほど速くなる。 3. オクターブを高くすると波長は2倍になる。 4. うなりは振動数が等しい二つの波の干渉で生じる。

問8 波の重ね合わせの原理に関する記述として最も適切なものはどれか。 (2025年 全国公立入試 類似)

1. 合成波の波形は、常に元の波の波形よりも単純な形になる。 2. 2つの波が重なると、振幅は常にそれぞれの波の振幅の和となる。 3. 波が重なり合うと、それぞれの波は互いに影響を与えずに波形が変化する。 4. 媒質の各点における変位は、個々の波による変位の和として表される。

問9 ヤングの干渉実験において、スクリーン上の中心位置（光路差がゼロの点）が常に明線となる理由として最も適切なものはどれか。 (2007年 全国公立入試 類似)

1. 二つのスリットからの光の光路差が波長の半分となり、打ち消し合うから 2. 二つのスリットからの光の位相差が常にゼロであり、強め合う条件を満たすから 3. スクリーン上の中心では光の回折が起こらず、光が直進してくるから 4. スリットを通過した光がスクリーン上で反射し、定常波を形成するから

答え合わせ・解説 No.5

問1	答え 3 2nd / c	膜の厚さが d であるとき、光が往復する距離は $2d$ です。膜内での光速 v は、真空中の光速 c を屈折率 n で割った $v = c / n$ となります。したがって、往復時間 t は距離を速度で割ることで、 $t = 2d / (c / n) = 2nd / c$ と算出されます。光路長を考慮する際、屈折率を乗じることで真空中の光路に換算できるという性質が重要です。
問2	答え 2 うなり	うなりとは、振動数がわずかに異なる2つの波が重なり合った際に、合成波の振幅が周期的に大きくなったり小さくなったりする現象です。この強弱の変化の回数（うなりの回数）は、2つの音源の振動数の差に等しくなります。一方、ドップラー効果は音源や観測者の相対的な運動によって振動数が変化して聞こえる現象であり、共鳴は固有振動数と一致する振動が与えられて振幅が増大する現象です。
問3	答え 1 1秒間に聞こえるうなりの回数は、二つの音源の振動数の差の絶対値に等しい。	振動数がわずかに異なる二つの音源を同時に鳴らすと、干渉によって音が周期的に強まったり弱まったりする「うなり」が生じる。1秒間に生じるうなりの回数（うなりの振動数）は、二つの音源の振動数の差の絶対値に等しい。また、うなりの周期（音が最も強くなってから次に最も強くなるまでの時間）の間に、二つの音源が振動する回数の差は、ちょうど1回（うなりの回数）になる。
問4	答え 4 光の回折によって生じた波が、経路差に応じて干渉し合うことで明暗の模様が形成される	毛髪のような細い障害物に光が当たると、光は障害物の背後に回り込む回折という現象を起こす。この回折した光がスクリーン上の各点に到達する際、それぞれの経路の長さ（光路長）に差が生じる。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ため、スクリーン上には明暗の縞模様が観測される。これは波動の重ね合わせの原理に基づく干渉現象の典型例である。
問5	答え 2 2倍	明線の間隔はスリットの間隔 d に反比例する。スリットの間隔を d から $d/2$ に変更すると、間隔の式 $(L * \lambda) / d$ において分母が半分になるため、全体の値は2倍になる。したがって、明線の間隔は元の2倍に広がる。
問6	答え 3 0.0センチメートル	腹の位置における媒質は周期0.40秒の単振動を行う。ある時刻に変位がマイナス15センチメートルであることは、振動の端点に達していることを示す。0.30秒後は周期0.40秒の4分の3（0.75周期）に相当する。単振動において、端点から出発して4分の1周期で振動の中心（変位0.0センチメートル）を通過し、2分の1周期で反対側の端点（変位15センチメートル）に達し、4分の3周期で再び振動の中心（変位0.0センチメートル）を通過する。したがって、0.30秒後の変位は0.0センチメートルである。
問7	答え 1 音波は障害物があってもその背後に回り込んで伝わる性質がある。	音波は回折の性質を持つため、壁などの障害物があってもその背後に回り込んで聞こえる。音の速さは媒質の状態（温度や密度）によって決まり、振動数には依存しない。オクターブを高くすると振動数は2倍になるが、速さが一定であるため波長は半分になる。うなりは振動数がわずかに異なる二つの波が重なり合うことで生じる現象である。
問8	答え 4 媒質の各点における変位は、個々の波による変位の和として表される。	波の重ね合わせの原理とは、複数の波が重なり合うとき、媒質の各点における変位が、個々の波が単独で存在したときの変位の代数和として表されるという法則である。この原理により、波は互いに影響を及ぼし合うことなく独立して伝播し、重なった領域でのみ合成波として観測される。振幅が和になるのは同位相で重なる場合のみであり、逆位相であれば打ち消し合うため、常に和になるわけではない。
問9	答え 2 二つのスリットからの光の位相差が常にゼロであり、強め合う条件を満たすから	ヤングの干渉実験では、光源からスリット S_0 を経て S_1 と S_2 に達する光は、 S_1 と S_2 から等距離にあるスクリーン上の中心点において、光路差がゼロとなる。光路差がゼロであれば位相差もゼロとなり、波は常に強め合うため、中心には必ず明線が現れる。これは単色光の波長によらず成立する現象である。