

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. $A / \sqrt{2}$
4. A

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. 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。
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. 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。

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. 回折と干渉
2. 屈折と偏光
3. 反射と屈折
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切なものはどれか。 (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. 距離の差が半波長の奇数倍である
3. 距離の差が波長の奇数倍である
4. 距離の差が波長の4分の1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. $d \sin(\theta) = m \lambda$
2. $d \cos(\theta) = m \lambda$
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. 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

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 $f' = f * V / (V - v_s)$ 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 4 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、 $y = A \sin(5\pi * 0.1) = A \sin(0.5\pi)$ 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 1 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 1 $L + VT$ | 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 1 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 2 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となります。 |
| 問9 | 答え 1 $d \sin(\theta) = m * \lambda$ | 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 ($m * \lambda$) 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 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。 |