

問1 光の干渉において、反射面での位相変化が重要となる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. 光が屈折率の大きい媒質から小さい媒質へ反射する際、位相が反転するため
2. 光が屈折率の小さい媒質から大きい媒質へ反射する際、位相が反転するため
3. 光が媒質を透過する際に波長が変化し、位相が反転するため
4. 光の干渉は反射面での位相変化とは無関係に、光路差のみで決定されるため

問2 コアの屈折率が1.50、クラッドの屈折率が1.40である光ファイバーの端面から光を入射させる際、コア内での全反射条件を満たすための入射角 i の最大値 $\sin i_0$ を求める式として正しいものはどれか。 (2010年 全国公立入試 類似)

1. $\sqrt{1.50^2 - 1.40^2}$ 2. $\sqrt{1.50^2 + 1.40^2}$ 3. $1.50 / 1.40$ 4. $1.40 / 1.50$

問3 屈折率が1.5である厚さ6.0 cmの透明な板の下面に置かれた物体を、真上から空気中で観測したとき、物体が本来の位置からどれだけ浮き上がって見えるか。ただし、観測者は板の面に対して垂直に近い方向から見ているものとし、空気の屈折率を1.0とする。 (2019年 全国公立入試 類似)

1. 2.0 cm 2. 3.0 cm 3. 4.0 cm 4. 6.0 cm

問4 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5 凸レンズの光軸上に、先端を上向きにした矢印の光源を配置し、スクリーン上に実像を投影した。このとき、スクリーン上の像の向きとして正しいものはどれか。 (2022年 全国公立入試 類似)

1. 先端が下向きで、左右も反転している
2. 先端が上向きで、左右は反転していない
3. 先端が下向きで、左右は反転していない
4. 先端が上向きで、左右も反転している

問6 波が障害物の背後など、直進するだけでは届かない領域に回り込む現象を何というか。 (2006年 全国公立入試 類似)

1. 回折 2. 反射 3. 屈折 4. 干渉

問7 音速を 340 m/s とします。静止した音源から振動数 680 Hz の音波を、音源に向かって一定の速度 v で近づいてくる反射板に向けて放ちました。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が 765 Hz であったとき、反射板の速度 v は何 m/s ですか。 (2017年 全国公立入試 類似)

1. 20 m/s 2. 15 m/s 3. 10 m/s 4. 5.0 m/s

問8 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. 光路差が波長の整数倍である 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4分の1である

問9 音の干渉において、二つの音源からの距離の差が波長の整数倍であるときに強め合いが生じる理由として、最も適切なものはどれか。 (2013年 全国公立入試 類似)

1. 波の山と山、あるいは谷と谷が重なり合うため
2. 波の山と谷が打ち消し合うため
3. 音源の振動数が二倍になるため
4. 音波の伝播速度が二倍になるため

問10 人間の聴覚において、音波の振動数がどの範囲を超えたものを一般的に超音波と呼ぶか。最も適切なものを選び。 (2005年 全国公立入試 類似)

1. 20ヘルツ 2. 200ヘルツ 3. 2000ヘルツ 4. 20000ヘルツ

問11 音速を340 m/s、音源の振動数を425 Hzとし、音源が静止している状況を考える。このとき、音源から観測者へ向かう音波の波長として正しい値はどれか。 (2017年 全国公立入試 類似)

1. 0.80 m 2. 1.25 m 3. 1.50 m 4. 2.00 m

答え合わせ・解説 No.6

問1	答え 2 光が屈折率の小さい媒質から大きい媒質へ反射する際、位相が反転するため	光が屈折率の小さい媒質から大きい媒質へ入射し、その境界で反射する場合、反射波の位相は n だけ反転します。一方、大きい媒質から小さい媒質へ向かう反射では位相の変化はありません。この位相の反転の有無が干渉条件（強め合い・弱め合い）を決定する重要な要素となり、光路差と組み合わせることで干渉縞が生じます。
問2	答え 1 $\text{sqrt}(1.50^2 - 1.40^2)$	光ファイバーの端面への入射角を i 、コア内での屈折角を r とすると、スネルの法則より $\sin i = n_1 * \sin r$ が成り立つ。全反射条件は $\sin r > n_2/n_1$ であるため、限界となる入射角 i_0 では $\sin i_0 = n_1 * \text{sqrt}(1 - (n_2/n_1)^2)$ となる。これを整理すると $\sin i_0 = \text{sqrt}(n_1^2 - n_2^2)$ となり、与えられた数値では $\text{sqrt}(1.50^2 - 1.40^2)$ となる。
問3	答え 1 2.0 cm	透明な板の厚さを d 、屈折率を n とすると、観測者から見た物体の見かけの深さ d' は $d' = d / n$ で表される。本問では $d = 6.0$ cm、 $n = 1.5$ であるため、見かけの深さは $6.0 / 1.5 = 4.0$ cmとなる。したがって、本来の位置からの浮き上がり量は、 6.0 cm - 4.0 cm = 2.0 cmと計算できる。光が屈折率の異なる境界で曲がることで、光の進路を逆方向に延長した位置に像が結ばれるためである。
問4	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 ヘルツ $\times 2 = 720$ ヘルツが正解である。
問5	答え 1 先端が下向きで、左右も反転している	凸レンズによる実像の形成では、光軸を基準として光が交差するため、上下の反転が生じます。同時に、レンズの光学的な性質により、光軸に沿った方向の前後関係も反転するため、左右の反転も起こります。したがって、上向きの矢印は下向きになり、かつ左右も反転した像としてスクリーンに投影されます。
問6	答え 1 回折	波が障害物の背後へ回り込む現象を回折という。反射は波が境界で跳ね返る現象、屈折は波が異なる媒質へ進む際に進行方向が変わる現象、干渉は複数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を指す。回折は波長が障害物の大きさに近いほど顕著に現れる。
問7	答え 1 20 m/s	音速を V 、反射板の速度を v 、音源の振動数を f_0 、反射音の振動数を f とすると、反射板によるドップラー効果の関係式は $f = f_0 * (V + v) / (V - v)$ と表される。与えられた数値を代入すると、 $765 = 680 * (340 + v) / (340 - v)$ となる。この式を整理すると、 $9 * (340 - v) = 8 * (340 + v)$ となり、これを解くことで反射板の速度 $v = 20$ m/s が導かれる。
問8	答え 1 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。
問9	答え 1 波の山と山、あるいは谷と谷が重なり合うため	干渉とは、複数の波が重なり合うことで振幅が変化する現象である。経路差が波長の整数倍であるとき、一方の波の山が他方の波の山と、あるいは谷が谷と一致する位相関係になる。これにより、重ね合わせの原理に従って振幅が加算され、強め合いが生じる。逆に、経路差が波長の半整数倍である場合は、山と谷が重なり合い、互いに打ち消し合って弱め合いが生じる。
問10	答え 4 20000ヘルツ	人間が音として聞き取ることができる振動数の範囲は、一般的に20ヘルツから20000ヘルツ程度とされている。この上限である20000ヘルツ（20kHz）を超える振動数を持つ音波は、人間の聴覚では感知できないため超音波と定義される。超音波は波長が短く直進性が強いので、医療用のエコー検査や工業的な非破壊検査など、精密な測定や診断に広く活用されている。
問11	答え 1 0.80 m	波長（ λ ）は、音速（ v ）を振動数（ f ）で割ることで求められます。式は $\lambda = v / f$ となります。与えられた数値を代入すると、 340 m/s \div 425 Hz = 0.80 m となります。音源が静止している場合、観測者がどのような速度で移動していても、音源から観測者へ向かう空間上の波長はこの値に保たれます。