

問1 回折格子を用いて白色光を分光する現象に関する記述として、最も適当なものはどれか。（2005年 全国公立入試 類似）

1. 光がスリットを通過する際の回折と、各スリットからの光の干渉によって波長ごとに強め合う方向が異なるため分光される。
2. 光がスリットを通過する際に、波長の短い光ほど大きく屈折する性質を利用して分光される。
3. 光がスリットの縁で散乱される際、波長の短い光ほど強く散乱されるレイリー散乱によって分光される。
4. 光がスリットを通過する際、特定の振動方向の光のみが透過する偏光現象によって分光される。

問2 物理学におけるエネルギーの次元を、質量をM、長さをL、時間をTとして表したとき、正しいものはどれか。（2005年 全国公立入試 類似）

1. $M L T^{-1}$
2. $M L^2 T^{-2}$
3. $M L T^{-2}$
4. $M L^2 T^{-1}$

問3 ある媒質Aから媒質Bへ光が進む際、媒質Aでの速度が 3.0×10^8 m/s、媒質Bでの速度が 2.0×10^8 m/sであった。入射角が30度であるとき、屈折角の正弦（ $\sin\theta_2$ ）の値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. 0.25
2. 0.33
3. 0.50
4. 0.75

問4 半導体ダイオードを含む直流回路において、抵抗による電圧降下を考慮する必要がある理由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. 回路全体のエネルギー保存則を満たすため
2. ダイオードの内部抵抗が常にゼロであるため
3. 電源電圧がダイオードの順方向電圧と等しいため
4. 抵抗が電流を増幅させる役割を持つため

問5 二つのスピーカーから同一振動数の音波を放出し、空間内で波が重なり合うことで、振幅が場所によって異なり、強め合う場所と弱め合う場所が固定される現象を何というか。（2005年 全国公立入試 類似）

1. 定常波
2. 回折波
3. 屈折波
4. 進行波

問6 放射性同位体の半減期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. 半減期は、試料の温度や圧力を変化させても一定である。
2. 半減期は、放射性同位体の個数が半分になった後の崩壊速度には影響しない。
3. 半減期が短いほど、その放射性同位体は長期間にわたって崩壊し続ける。
4. 半減期は、放射性同位体の化学的な結合状態によって変化する。

問7 屈折率1.5のガラス内部から屈折率1.0の空気中へ光が進むとき、全反射が起こるための入射角の条件として適切なものはどれか。ただし、 $\sin(41.8^\circ) = 0.667$ とする。（2004年 全国公立入試 類似）

1. 入射角が41.8度より大きい
2. 入射角が41.8度より小さい
3. 入射角が48.2度より大きい
4. 入射角が48.2度より小さい

問8 半導体ダイオードの整流作用に関する記述として最も適当なものはどれか。（2005年 全国公立入試 類似）

1. 順方向電圧を印加すると、電圧の大きさに比例して抵抗値が一定のまま電流が流れる。
2. 順方向電圧を印加すると電流が流れ、逆方向電圧を印加するとほとんど電流が流れない。
3. 逆方向電圧を印加すると、順方向電圧のときよりも大きな電流が流れる。
4. 電圧の極性に関わらず、印加された電圧の絶対値が大きくなるほど電流は増大する。

問9 x軸上の点Aに正の点電荷 q_A 、点Bに負の点電荷 q_B が置かれている状況において、電位Vがゼロとなる点についての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. 電位がゼロとなる点は、点Aと点Bの間の線分上に必ず存在する。
2. 電位がゼロとなる点は、点Aと点Bの間の線分上には存在しない。
3. 電位がゼロとなる点は、点Aの左側のみに存在する。
4. 電位がゼロとなる点は、点Bの右側のみに存在する。

問10 質量Mの台が摩擦のない水平な床の上に置かれ、その上に質量mの小物体が高さhの点から静かに滑り降りる状況を考える。この過程において、小物体が高さhから床面まで滑り降りた直後のエネルギー保存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. 小物体の位置エネルギーの減少分は、小物体の運動エネルギーのみに変換される。
2. 小物体の位置エネルギーの減少分は、小物体と台の運動エネルギーの和に等しい。
3. 小物体と台を合わせた系の力学的エネルギーは、摩擦熱として散逸するため保存されない。
4. 小物体の位置エネルギーの減少分は、台の運動エネルギーのみに変換される。

答え合わせ・解説 No.5

問1	答え 1 光がスリットを通過する際の回折と、各スリットからの光の干渉によって波長ごとに強め合う方向が異なるため分光される。	回折格子は多数の微細なスリットが等間隔に並んだ光学素子である。スリットを通過した光は回折し、それらが干渉し合う。強め合う条件は波長と回折角に依存するため、波長ごとに異なる方向に光が強まり、結果として白色光が虹色に分光される。プリズムによる分光は屈折率の波長依存性によるものであり、回折格子の原理とは異なる。
問2	答え 2 $M L^2 T^{-2}$	エネルギーは仕事と等価であり、運動エネルギーの公式 $\frac{1}{2} m v^2$ から導出できる。質量 m の次元は M であり、速度 v の次元は長さ L を時間 T で割った $L T^{-1}$ である。したがって、 v^2 の次元は $L^2 T^{-2}$ となり、これに質量 M を掛けると、エネルギーの次元は $M L^2 T^{-2}$ となる。これは力と距離の積 ($F \times d = M L T^{-2} \times L$) からも同様に導かれる。
問3	答え 2 0.33	スネルの法則 $\sin(\theta_1) / \sin(\theta_2) = v_1 / v_2$ を用います。入射角 $\theta_1 = 30$ 度より $\sin(30 \text{度}) = 0.5$ です。これを与えられた速度に代入すると、 $0.5 / \sin(\theta_2) = (3.0 \times 10^8) / (2.0 \times 10^8)$ となります。整理すると $0.5 / \sin(\theta_2) = 1.5$ となり、 $\sin(\theta_2) = 0.5 / 1.5 = 1/3$ となるため、約0.33が導かれます。
問4	答え 1 回路全体のエネルギー保存則を満たすため	回路における電圧降下は、電荷が移動する際に消費されるエネルギーに対応しています。直流電源から供給された電気エネルギーは、回路内の各素子（抵抗やダイオード）で消費される必要があり、キルヒホッフの法則はエネルギー保存則を回路に適用したものです。したがって、抵抗による電圧降下を無視すると、回路全体のエネルギー収支が合わなくなり、物理的な整合性が保てなくなります。
問5	答え 1 定常波	二つの波が重なり合い、合成波の振幅が場所によって異なる定まった形を保つ現象を定常波と呼ぶ。これは波の干渉によって生じる現象であり、音波の場合、空間的に強め合う場所と弱め合う場所が固定されるため、音の大きさが場所によって異なるように観測される。
問6	答え 1 半減期は、試料の温度や圧力を変化させても一定である。	放射性崩壊は原子核内部の反応であり、外部環境である温度、圧力、化学的結合状態には依存しない。半減期は各放射性同位体固有の定数である。半減期が短いほど、単位時間あたりの崩壊確率が高いため、短期間で急激に放射能が減少する性質がある。
問7	答え 1 入射角が41.8度より大きい	臨界角を θ とすると、 $\sin(\theta) = n_2 / n_1 = 1.0 / 1.5 = 0.666\dots$ となる。問題文より $\sin(41.8 \text{度})$ が約0.667であるため、臨界角は約41.8度である。全反射は入射角が臨界角よりも大きい場合に発生するため、入射角が41.8度を超えると光は境界で全反射する。
問8	答え 2 順方向電圧を印加すると電流が流れ、逆方向電圧を印加するとほとんど電流が流れない。	半導体ダイオードは、p型半導体とn型半導体を接合した構造を持ち、電流を一方にのみ流す整流作用を持つ。順方向電圧が印加されると空乏層が狭まり電流が流れるが、逆方向電圧が印加されると空乏層が広がり、電流をほとんど阻止する特性がある。これはオームの法則に従う抵抗器とは異なり、非線形な電流・電圧特性を示す。
問9	答え 1 電位がゼロとなる点は、点Aと点Bの間の線分上に必ず存在する。	点電荷による電位は $V = k \cdot q / r$ で与えられる。正電荷と負電荷が離れて存在する場合、正電荷に近い場所では正の電位、負電荷に近い場所では負の電位となる。電位は連続的に変化するため、正と負の電位の間には必ず電位がゼロとなる地点が存在する。
問10	答え 2 小物体の位置エネルギーの減少分は、小物体と台の運動エネルギーの和に等しい。	摩擦のない床上で台が自由に動ける場合、小物体が滑り降りる過程で重力による位置エネルギーの減少分は、小物体と台の両方の運動エネルギーの和に変換されます。力学的エネルギー保存則により、系全体でエネルギーの総和は一定に保たれるため、小物体のみに注目するのではなく、台の運動も考慮する必要があります。