

問1 光が空気から屈折率 n の媒質へ入射する際、入射光の進行方向に垂直な線分PRと、屈折光の進行方向に垂直な線分QSの長さの比 (PR/QS) を屈折率 n を用いて表すとどうなるか。 (2004年 全国公立入試 類似)

1. n の二乗 2. n 3. $1/n$ 4. 平方根 n

問2 ホイヘンスの原理を用いて波の反射を考察する際、反射波の波面が壁の向こう側に仮想的な点波源があるかのように広がる理由として、最も適切な説明はどれか。 (2005年 全国公立入試 類似)

1. 壁面上の各点が二次波源となり、反射波の波面がそれらの二次波の包絡線として形成されるから 2. 入射波のエネルギーが壁面で完全に吸収され、壁面自体が新たな波源として振動を始めるから 3. 反射波の波長が入射波の波長よりも壁面での反射によって変化する、球面波として再定義されるから 4. 壁面が波の進行方向を強制的に変えることで、波面が壁の形状に合わせて変形するから

問3 圧力が一定の条件下で、ある気体の絶対温度を273 Kから546 Kに上昇させたとき、気体の体積は何倍になるか。 (2004年 全国公立入試 類似)

1. 0.5倍 2. 1.0倍 3. 2.0倍 4. 4.0倍

問4 物体が斜面を滑り降りる際、力学的エネルギー保存の法則が成り立つ理由として、最も適切な説明はどれか。 (2005年 全国公立入試 類似)

1. 斜面からの垂直抗力が常に物体の移動方向と垂直であり、仕事をしないため 2. 斜面が物体に与える摩擦力が物体の運動エネルギーを増加させるため 3. 重力による位置エネルギーがすべて熱エネルギーに変換されるため 4. 物体の運動量が斜面との衝突によって保存されるため

問5 エネルギーの次元を導出する際、速度の次元を $L T^{-1}$ とすると、なぜエネルギーの次元に時間のマイナス二乗が含まれるのか。その理由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. エネルギーが力と距離の積であり、加速度の次元に時間のマイナス二乗が含まれるため 2. エネルギーが質量と速度の積であり、速度の次元に時間のマイナス一乗が含まれるため 3. エネルギーが質量と距離の積であり、距離の次元に時間のマイナス二乗が含まれるため 4. エネルギーが力と時間の積であり、力の次元に時間のマイナス二乗が含まれるため

問6 質量 m の小物体が、高さ h の点から静かに滑り降り、摩擦のある水平面上を距離 l だけ移動して停止した。この現象において、エネルギー保存則に基づき動摩擦係数 μ' を表す式として正しいものはどれか。ただし、重力加速度の大きさを g とする。 (2004年 全国公立入試 類似)

1. h/l 2. l/h 3. $\sqrt{h/l}$ 4. $\sqrt{l/h}$

問7 シャルルの法則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. 圧力が一定のとき、気体の体積は絶対温度に反比例する。 2. 圧力が一定のとき、気体の体積は絶対温度に比例する。 3. 体積が一定のとき、気体の圧力は絶対温度に反比例する。 4. 温度が一定のとき、気体の体積は圧力に比例する。

問8 大きさが無視できない物体に複数の力がはたらき、物体が回転せずに静止している。このとき、物体にはたらく力のつり合いに加えて、どのような条件が満たされている必要があるか。最も適切なものを次のうちから一つ選べ。 (2005年 全国公立入試 類似)

1. 任意の点のまわりの力のモーメントの総和がゼロである。 2. 重心のまわりの力のモーメントの総和が、全体の重力によるモーメントと等しい。 3. 作用するすべての力の作用線が、物体の幾何学的な中心で交わる。 4. 物体にはたらく力のモーメントの最大値と最小値の差がゼロである。

問9 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.3

問1	答え 2 n	光の進行方向に垂直な線分は、波面を表している。入射角を i 、屈折角を r とすると、幾何学的な関係から $PR = L \times \sin(i)$ 、 $QS = L \times \sin(r)$ (L は共通の斜辺) と表せる。したがって、 $PR/QS = \sin(i) / \sin(r)$ となる。スネルの法則 $n_1 \times \sin(i) = n_2 \times \sin(r)$ において、空気の屈折率 $n_1=1$ 、媒質の屈折率 $n_2=n$ とすると、 $\sin(i) / \sin(r) = n/1 = n$ が導かれる。
問2	答え 1 壁面上の各点が二次波源となり、反射波の波面がそれらの二次波の包絡線として形成されるから	ホイヘンスの原理では、波面上の各点が新しい波源（二次波源）となり、そこから球面波が広がると考えます。壁に到達した波面上の各点も同様に二次波源として振る舞い、それらから出る球面波の共通の接面（包絡線）が反射波の波面となります。この幾何学的な構成により、反射波はあたかも壁の向こう側にある仮想的な点波源から広がっているように観測されます。
問3	答え 3 2.0倍	シャルルの法則によれば、圧力が一定のとき気体の体積 V は絶対温度 T に比例する。したがって、温度が273 Kから546 Kへと2倍になった場合、体積も同様に2倍となる。絶対温度はケルビン単位で扱われるため、摂氏温度と混同せず、そのまま比率を計算することで結果が得られる。
問4	答え 1 斜面からの垂直抗力が常に物体の移動方向と垂直であり、仕事をしないため	力学的エネルギーが保存されるのは、物体に対して非保存力（摩擦など）が仕事をしない場合である。斜面を滑る物体に働く垂直抗力は、常に物体の移動方向に対して垂直に作用するため、仕事（力×移動距離× $\cos\theta$ ）はゼロとなる。したがって、摩擦がない理想的な条件下では、重力という保存力のみが仕事をを行い、力学的エネルギーの総和が一定に保たれる。
問5	答え 1 エネルギーが力と距離の積であり、加速度の次元に時間のマイナス二乗が含まれるため	エネルギーは仕事と等価であり、仕事は力と距離の積($F \times d$)で定義される。力 F はニュートンの運動方程式 $F = ma$ より、質量(M)と加速度($L T^{-2}$)の積である。この加速度の次元に時間のマイナス二乗が含まれているため、エネルギーの次元にも時間のマイナス二乗が含まれることになる。
問6	答え 1 h/l	小物体が高さ h から滑り降りる際、重力による位置エネルギー mgh が失われ、そのすべてが水平面上の摩擦力による仕事に変換されて停止する。摩擦力は動摩擦係数を μ' 、垂直抗力を $N=mg$ とすると $\mu'mg$ と表される。摩擦力による仕事は力と移動距離の積であるため $\mu'mgl$ となる。エネルギー保存則より $mgh = \mu'mgl$ が成立し、両辺を mgl で割ることで動摩擦係数 $\mu' = h/l$ が得られる。
問7	答え 2 圧力が一定のとき、気体の体積は絶対温度に比例する。	シャルルの法則は、気体の圧力が一定であるとき、その気体の体積 V は絶対温度 T に比例するという法則である。数式では $V=kT$ (k は定数) と表される。この法則は、温度が上昇すると気体分子の熱運動が激しくなり、一定の圧力を保つために体積が膨張するという現象を説明している。選択肢のうち、比例関係を正しく述べているものが妥当である。
問8	答え 1 任意の点のまわりの力のモーメントの総和がゼロである。	物体が回転せずに静止するためには、並進運動を行わない条件（力のつり合い）に加えて、回転運動を行わない条件（力のモーメントのつり合い）が必要である。このとき、どの点を基準（支点）として力のモーメントを計算しても、その総和は必ずゼロになる。
問9	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。	摩擦のない床の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。