

問1 半導体ダイオードを含む直流回路において、ダイオードの電流電圧特性曲線と負荷線との交点の意味する物理的な状態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. 回路に流れる電流が最大となる点 | 2. ダイオードの抵抗値がゼロになる点 | 3. 回路の電源電圧と抵抗による電圧降下およびダイオードの電圧が釣り合う点 | 4. ダイオードの消費電力が最小となる点 |
|--------------------|---------------------|---------------------------------------|----------------------|

問2 物体が床の上で静止している状態から滑り出す直前の物理的状況に関する記述として、最も適切なものはどれか。（2005年 全国公立入試 類似）

- | | | | |
|--|-------------------------|--------------------------------------|-------------------------------|
| 1. 物体に加える力が最大静止摩擦力を超えると、物体は動き出し、その後は動摩擦力が働く。 | 2. 静止摩擦力は常に最大静止摩擦力と等しい。 | 3. 最大静止摩擦力は、物体が動いているときの動摩擦力よりも常に小さい。 | 4. 垂直抗力が大きくなると、最大静止摩擦力は小さくなる。 |
|--|-------------------------|--------------------------------------|-------------------------------|

問3 水平な床の上に置かれた質量Mの物体に、水平方向に力を加えていくとき、物体が滑り出す直前の静止摩擦力の最大値である最大静止摩擦力Fmaxを求める式として正しいものはどれか。ただし、床と物体との間の静止摩擦係数を μ 、重力加速度の大きさをgとする。（2005年 全国公立入試 類似）

- | | | | |
|-----------------------|------------------------|--------------------------|-----------------------------|
| 1. $F_{\max} = \mu M$ | 2. $F_{\max} = \mu Mg$ | 3. $F_{\max} = Mg / \mu$ | 4. $F_{\max} = M / (\mu g)$ |
|-----------------------|------------------------|--------------------------|-----------------------------|

問4 断熱変化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. 外部との熱の出入りがなければ、気体の内部エネルギーは常に一定である。 | 2. 気体が外部から圧縮される仕事を受けた場合、気体の内部エネルギーは減少し、温度は低下する。 | 3. 断熱変化では気体の温度変化は起こらず、常に一定の温度が保たれる。 | 4. 気体が外部に対して膨張する仕事をした場合、気体の内部エネルギーは減少し、温度は低下する。 |
|---------------------------------------|---|-------------------------------------|---|

問5 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。最も適当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. 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。 | 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. 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。 | 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6 屈折率 n_1 の媒質から屈折率 n_2 の媒質へ光が進むとき、全反射が起こるための条件として正しいものはどれか。ただし、 $n_1 > n_2$ とする。（2004年 全国公立入試 類似）

- | | | | |
|---|---|---|---|
| 1. 入射角が、 $\sin(\theta) = n_2 / n_1$ を満たす臨界角よりも大きいこと | 2. 入射角が、 $\sin(\theta) = n_1 / n_2$ を満たす臨界角よりも小さいこと | 3. 入射角が、 $\cos(\theta) = n_2 / n_1$ を満たす臨界角よりも大きいこと | 4. 入射角が、 $\cos(\theta) = n_1 / n_2$ を満たす臨界角よりも小さいこと |
|---|---|---|---|

問7 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8 エネルギー保存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. 摩擦力が働く場合、物体の力学的エネルギーは常に保存される。 | 2. 摩擦力による仕事は、熱エネルギーなどの他の形態のエネルギーへ変換される。 | 3. 位置エネルギーの減少分は、常に運動エネルギーの増加分と等しくなる。 | 4. 摩擦力は保存力であり、経路によらず仕事が一一定である。 |
|----------------------------------|---|--------------------------------------|--------------------------------|

問9 断熱された容器内の気体をピストンで静かに圧縮する過程において、気体の状態変化として正しい記述はどれか。（2005年 全国公立入試 類似）

- | | | | |
|--|------------------------------------|--|------------------------------------|
| 1. 外部から仕事が行なわれるが、内部エネルギーは変化せず、温度と圧力が一定に保たれる。 | 2. 外部へ仕事をし、内部エネルギーが減少し、温度と圧力が低下する。 | 3. 外部から仕事が行なわれ、内部エネルギーが増加し、温度と圧力が上昇する。 | 4. 外部へ仕事をし、内部エネルギーが増加し、温度と圧力が上昇する。 |
|--|------------------------------------|--|------------------------------------|

答え合わせ・解説 No.7

問1	答え 3 回路の電源電圧と抵抗による電圧降下およびダイオードの電圧が釣り合う点	ダイオードの動作点は、ダイオード自身の非線形な電流電圧特性と、外部回路（電源と抵抗）によって決まる負荷線の両方を同時に満たす点である。負荷線はキルヒホッフの電圧則（電源電圧＝抵抗の電圧降下＋ダイオードの電圧）をグラフ上に表現したものであり、その交点は回路全体としてエネルギーが保存され、電圧と電流の条件が両立する唯一の状態を示す。
問2	答え 1 物体に加える力が最大静止摩擦力を超えると、物体は動き出し、その後は動摩擦力が働く。	静止摩擦力は、物体に加わる外力と釣り合うように変化し、その最大値が最大静止摩擦力です。外力が最大静止摩擦力を超えると物体は滑り出し、以降は動摩擦力が作用します。一般に動摩擦力は最大静止摩擦力よりも小さく、また最大静止摩擦力は垂直抗力に比例するため、垂直抗力が大きくなれば最大静止摩擦力も大きくなります。
問3	答え 2 $F_{\max} = \mu Mg$	最大静止摩擦力は、物体が床から受ける垂直抗力 N と静止摩擦係数 μ の積で表されます。水平な床の上に置かれた物体の場合、鉛直方向の力のつり合いから垂直抗力 N は重力 Mg と等しくなります。したがって、 $F_{\max} = \mu N = \mu Mg$ という関係が導かれます。動摩擦係数や重力加速度の単位の混同に注意が必要です。
問4	答え 4 気体が外部に対して膨張する仕事をした場合、気体の内部エネルギーは減少し、温度は低下する。	断熱変化とは、外部との熱の出入りがない状態での気体の状態変化を指す。熱力学第一法則（ $Q = \Delta U + W$ ）において $Q=0$ となるため、気体が外部に対して仕事 W を行うと、その分だけ内部エネルギー ΔU が減少し、温度が低下する。逆に、外部から仕事をされると内部エネルギーが増加し、温度は上昇する。したがって、熱の出入りがないからといって温度が変化しないわけではない。
問5	答え 3 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6	答え 1 入射角が、 $\sin(\theta) = n_2 / n_1$ を満たす臨界角よりも大きいこと	スネルの法則により、屈折角が90度となる入射角を臨界角と呼ぶ。このとき $n_1 \cdot \sin(\theta) = n_2 \cdot \sin(90^\circ)$ が成立し、 $\sin(\theta) = n_2 / n_1$ となる。光が屈折率の大きい媒質から小さい媒質へ進む際、入射角がこの臨界角を超えると、境界で光はすべて反射される全反射が生じる。
問7	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8	答え 2 摩擦力による仕事は、熱エネルギーなどの他の形態のエネルギーへ変換される。	エネルギー保存則は、系全体でエネルギーの総和が一定であることを示す法則である。摩擦力が働く場合、力学的エネルギーは熱や音などの他のエネルギーに散逸するため、力学的エネルギー自体は保存されない。しかし、散逸したエネルギーを含めた総エネルギーは保存される。摩擦力は経路によって仕事異なるため、保存力ではなく非保存力に分類される。
問9	答え 3 外部から仕事が行なわれ、内部エネルギーが増加し、温度と圧力が上昇する。	熱力学第一法則によれば、断熱変化では外部との熱の出入りがないため、気体が外部から仕事を受けると、その分だけ内部エネルギーが増加します。理想気体において内部エネルギーは温度の関数であるため、内部エネルギーの増加は温度の上昇を意味します。また、ボイル・シャルルの法則に基づき、体積が減少して温度が上昇すれば、気体の圧力は元の状態よりも高くなります。