

高校物理プリント（過去問類似）

物理 I B（旧課程の過去問） No.6

名前

得点

／10

問1 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. 電源電圧がダイオードの順方向電圧と等しいため
2. ダイオードの内部抵抗が常にゼロであるため
3. 回路全体のエネルギー保存則を満たすため
4. 抵抗が電流を増幅させる役割を持つため

問2 音速が毎秒342メートル、振動数が300ヘルツである音波の波長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. 0.57メートル
2. 1.14メートル
3. 2.28メートル
4. 0.28メートル

問3 極板間隔が4dの平行板コンデンサーの内部に、厚さdの金属板を挿入する。金属板をx=0からdの領域からx=2dから3dの領域へ移動させたとき、極板間の電位分布の変化について述べたものとして正しいものはどれか。 （2005年 全国公立入試 類似）

1. 金属板内部の電位が変化し、極板間の電位差も変化する。
2. 電場が存在する領域の合計幅が変化するため、全体の電位分布が変化する。
3. 金属板の移動により、極板間の電位の傾きが変化する。
4. 電場が存在する領域の合計幅は変わらないため、極板間の電位差は変化しない。

問4 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5 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、 $\sin(\theta) = n_1 / n_2$ を満たす臨界角よりも小さいこと
2. 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
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6 電源電圧3.0ボルトの直流電源に、抵抗値50オームの抵抗とダイオードを直列に接続した回路がある。このダイオードの電流電圧特性において、電圧が1.0ボルトのときに電流が40ミリアンペア、電圧が2.0ボルトのときに電流が20ミリアンペア流れることがわかっている。この回路におけるダイオードの動作点として正しい電流値はどれか。 （2004年 全国公立入試 類似）

1. 10ミリアンペア
2. 40ミリアンペア
3. 30ミリアンペア
4. 20ミリアンペア

問7 気体がピストンを押す力と外部からの圧力が釣り合う状態において、ピストンを固定するために必要な力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. 気体の圧力と外部圧力の差に断面積を乗じた値である
2. 気体の圧力と外部圧力の和に断面積を乗じた値である
3. 気体の圧力と断面積の積に外部圧力を加えた値である
4. 気体の圧力と断面積の積から外部圧力を除いた値である

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. 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。
3. 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。
4. 摩擦力は保存力であり、経路によらず仕事が一様である。

問9 断面積Sのピストンで仕切られた容器A（体積 V_0 ）と容器B（体積 $V_0/2$ ）が連結されている。容器Aに圧力 P_0 の気体が封入され、容器Bは真空である。コックを開いて気体が全体に広がった後、ピストンを静止させるために必要な力の大きさはいくらか。ただし、外部の大気圧を P_0 とし、ピストンは容器Aの右側に位置しているものとする。 （2005年 全国公立入試 類似）

1. $(3/2)P_0S$
2. $(2/3)P_0S$
3. $(1/2)P_0S$
4. $(1/3)P_0S$

問10 ホイヘンスの原理に基づき、点波源から広がる波が平面状の壁で反射する現象を考える。このとき、反射波の波面が描く形状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. 入射波の波面をそのまま壁の向こう側へ延長した形状
2. 壁を対称軸として入射波の波面を折り返した形状
3. 壁面に対して常に垂直な方向に進む平行な直線状の波面
4. 波源を中心として壁の向こう側まで広がる円形の波面

答え合わせ・解説 No.6

問1	答え 3 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2	答え 2 1.14メートル	波長は波の速さを振動数で割ることで求められる。本問では音速342メートル毎秒を振動数300ヘルツで割るため、 $342 / 300 = 1.14$ メートルとなる。波長は波が繰り返す一周分の距離であり、この計算式によって音波の空間的な広がりを算出できる。
問3	答え 4 電場が存在する領域の合計幅は変わらないため、極板間の電位差は変化しない。	平行板コンデンサーの極板間に金属板を挿入すると、金属板内部の電場は0となる。このとき、電場が存在する領域の合計幅は（極板間隔 - 金属板の厚さ）となり、金属板を移動させてもこの合計幅は不変である。したがって、極板間の電位差や全体の電位分布の傾きは維持されたまま、電位が一定である平坦な部分だけが移動する。
問4	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5	答え 2 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 $n_1 * \sin(\theta) = n_2 * \sin(90度)$ 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6	答え 4 20ミリアンペア	回路方程式は、電源電圧をV、抵抗をR、電流をI、ダイオードの電圧をVdとすると、 $V = RI + Vd$ で表される。本問では $3.0 = 50I + Vd$ となる。選択肢の電流値を代入すると、Iが20ミリアンペア（0.02A）のとき、 $50 \times 0.02 + 2.0 = 3.0$ ボルトとなり、電源電圧と一致する。この交点が負荷線と特性曲線の交点であり、実際の動作点となる。
問7	答え 1 気体の圧力と外部圧力の差に断面積を乗じた値である	ピストンに働く力は、気体による右向きの力（圧力×断面積）と、外部からの左向きの力（圧力×断面積）の合力です。これらが釣り合っていない場合、その差分を補う力を加えることでピストンを静止させることができます。したがって、力の大きさは圧力差と断面積の積で表されます。
問8	答え 3 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 4 $(1/3)P_0S$	ボイルの法則より、気体が全体に広がった後の圧力Pは、 $P_0 * V_0 = P * (V_0 + V_0/2)$ から、 $P = (2/3)P_0$ となります。ピストンの右側からは大気圧 P_0 が左向きに、左側からは気体の圧力 $(2/3)P_0$ が右向きに働いています。ピストンを静止させるには、力の釣り合いから、左向きに $(P_0 - (2/3)P_0) * S = (1/3)P_0S$ の力を加える必要があります。
問10	答え 2 壁を対称軸として入射波の波面を折り返した形状	ホイヘンスの原理によれば、波面上の各点は新しい波源となり、そこから球面波が広がります。壁に到達した波面は、壁面を鏡面として反射します。このとき、反射波の波面は、壁の向こう側に仮想的な点波源（鏡像）があると考えた場合に描かれる波面と一致します。したがって、入射波の波面を壁に対して対称に折り返した形状が、反射波の波面となります。

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。

高校物理プリント（過去問類似）

物理 I B（旧課程の過去問） No.8

名前

得点

/10

問1 連通管を用いた圧力測定において、液柱の高さの差が生じる物理的な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. 管内の気体の圧力が大気圧と異なるため、液面にかかる力のつり合いが変化するから | 2. 液体の密度が場所によって変化する、重力加速度との積が一定にならなくなるから | 3. ガラス管の断面積が異なるため、液体の体積を保存するために液面が移動するから | 4. ゴム管内の摩擦力によって液体の流動が妨げられ、静水圧が打ち消されるから |
|---|--|--|--|

問2 ある物理量の次元が $M L^2 T^{-2}$ で表されるとき、この物理量として適切なものはどれか。（2005年 全国公立入試 類似）

- | | | | |
|--------|------|----------|-------|
| 1. 運動量 | 2. 力 | 3. エネルギー | 4. 速度 |
|--------|------|----------|-------|

問3 波長が一定の単色光を細い毛髪に照射する実験において、回折現象がより顕著に観測される条件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. 毛髪を光源から十分に遠ざけたとき | 2. 毛髪の太さが光の波長よりも十分に大きいとき | 3. 光の波長を極めて短くしたとき | 4. 毛髪の太さが光の波長と同程度であるとき |
|---------------------|--------------------------|-------------------|------------------------|

問4 x軸上の点Aに電荷 q_A 、点Bに電荷 q_B を置いたとき、電位がゼロとなる点が点Aと点Bの間の線分上にあり、かつその点が点Bに近い位置にある場合、電荷の大きさの比として正しいものはどれか。（2004年 全国公立入試 類似）

- | | | | |
|--------------------|--------------------|--------------------|---------------------|
| 1. $ q_A < q_B $ | 2. $ q_A > q_B $ | 3. $ q_A = q_B $ | 4. $ q_A = 2 q_B $ |
|--------------------|--------------------|--------------------|---------------------|

問5 電気容量がCと2Cの2つのコンデンサーを直列に接続し、全体に電圧Eを加えた。このとき、容量2Cのコンデンサーにかかる電圧として正しいものはどれか。（2004年 全国公立入試 類似）

- | | | | |
|----------|----------|-----------|------|
| 1. $E/3$ | 2. $E/2$ | 3. $2E/3$ | 4. E |
|----------|----------|-----------|------|

問6 密度 ρ の液体が入った連通管において、一端が閉じられた管Aの液面高さが a_0 、大気圧 p_0 に開放された管Bの液面高さが b_0 であるとき、管A内の気体の圧力 p を表す式として正しいものはどれか。ただし、重力加速度を g とする。（2004年 全国公立入試 類似）

- | | | | |
|----------------------------|----------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|
| 1. $p = \rho g(b_0 - a_0)$ | 2. $p = p_0 + \rho g(a_0 - b_0)$ | 3. $p = p_0 - \rho g(b_0 - a_0)$ | 4. $p = p_0 + \rho g(b_0 - a_0)$ |
|----------------------------|----------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|

問7 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 F_{max} 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. $F_{max} = Mg / \mu$ | 2. $F_{max} = \mu M$ | 3. $F_{max} = \mu Mg$ | 4. $F_{max} = M / (\mu g)$ |
|-------------------------|----------------------|-----------------------|----------------------------|

問8 音速が毎秒342メートル、振動数が300ヘルツである音波の波長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. 0.57メートル | 2. 1.14メートル | 3. 2.28メートル | 4. 0.28メートル |
|-------------|-------------|-------------|-------------|

問9 平行板コンデンサーの極板Aを接地し、極板Bに正電荷を与えた状態において、極板間に厚さdの金属板を挿入した。このとき、金属板内部の電場の強さはいくらになるか。（2005年 全国公立入試 類似）

- | | | | |
|---------|--------------------|------------------|--------------------|
| 1. 0である | 2. 極板間の電場の強さの2倍である | 3. 極板間の電場の強さと等しい | 4. 極板間の電場の強さの半分である |
|---------|--------------------|------------------|--------------------|

問10 ボイルの法則が成立する等温変化において、気体の分子運動論的な観点からその理由を説明するもの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. 体積が減少すると分子間の引力が強まり、分子が壁面を押し返す力が弱まるため圧力が減少する。 | 2. 体積が減少すると分子の平均運動エネルギーが増大し、壁面への衝突力が強まるため圧力が増大する。 | 3. 体積が減少すると単位体積あたりの分子数が増加し、壁面への衝突頻度が高まるため圧力が増大する。 | 4. 体積が減少しても分子の平均速度は変わらないため、壁面への衝突頻度と圧力は変化しない。 |
|---|---|---|---|

答え合わせ・解説 No.8

問1	答え 1 管内の気体の圧力が大気圧と異なるため、液面にかかる力のつり合いが変化するから	静止している液体において、ある水平面にかかる圧力は、その上部にある気体や液体の重さによって決まります。連通管の一端が密閉され、内部の気体圧力が大気圧と異なると、液面を押し下げる（あるいは押し上げる）力が変化します。この圧力差を補うために液柱の高さに差が生じ、最終的に重力による圧力と気体圧力のつり合いが取れる位置で静止します。
問2	答え 3 エネルギー	次元 $M L^2 T^{-2}$ は、仕事やエネルギーの単位であるジュール(J)に対応する。力は質量と加速度の積($M L T^{-2}$)、運動量は質量と速度の積($M L T^{-1}$)、速度は長さと時間の比($L T^{-1}$)である。したがって、提示された次元はエネルギーのみに該当する。
問3	答え 4 毛髪の太さが光の波長と同程度であるとき	回折現象は、障害物や隙間の大きさが波の波長と同程度か、それよりも小さいときに顕著に現れる。毛髪の太さが光の波長と比較して十分に大きい場合、光は直進性が強まり、回折による回り込みはほとんど観測されない。したがって、回折を明瞭に観測するためには、障害物のサイズと波長が近い値であることが重要である。
問4	答え 2 $ qA > qB $	電位がゼロとなる条件は、 $k \cdot qA / rA + k \cdot qB / rB = 0$ 、すなわち $ qA / rA = qB / rB$ である。電位がゼロとなる点が点Bに近いということは、 $rA > rB$ であることを意味する。この等式を満たすためには、分子である電荷の絶対値も $ qA > qB $ である必要がある。
問5	答え 1 $E/3$	直列接続されたコンデンサーには、蓄えられる電気量Qが等しく分配される。Q = CVの関係式より、電圧Vは容量Cに反比例する。容量Cと2Cのコンデンサーにかかる電圧をそれぞれV1, V2とすると、V1:V2 = 2:1となる。電源電圧Eが全体にかかっているため、V2はEを3等分したうちの1つ分となり、E/3と求められる。
問6	答え 4 $p = p_0 + \rho g(b_0 - a_0)$	連通管の原理により、同じ高さの液体内部では圧力が等しくなります。管Aの液面と高さa0で水平な面を考えると、管A側は気体の圧力p、管B側は高さ(b0 - a0)の液柱による圧力と大気圧p0の和が作用しています。液柱による圧力は密度ρ、重力加速度g、高さの差(b0 - a0)の積で表されるため、 $p = p_0 + \rho g(b_0 - a_0)$ が成り立ちます。
問7	答え 3 $F_{max} = \mu Mg$	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8	答え 2 1.14メートル	波長は波の速さを振動数で割ることで求められる。本問では音速342メートル毎秒を振動数300ヘルツで割るため、 $342 / 300 = 1.14$ メートルとなる。波長は波が繰り返す一周分の距離であり、この計算式によって音波の空間的な広がりを出算できる。
問9	答え 1 0である	金属板内部では、静電誘導によって自由電子が移動し、外部電場を打ち消す向きに内部電場が形成される。この結果、金属板内部の合成電場は常に0となる。これは導体の静電遮蔽の原理であり、金属板の厚さや配置場所には依存しない。
問10	答え 3 体積が減少すると単位体積あたりの分子数が増加し、壁面への衝突頻度が高まるため圧力が増大する。	気体の圧力は、分子が容器の壁面に衝突することで生じる。温度が一定であれば分子の平均運動エネルギー（平均速度）は変わらない。この状態で体積を減少させると、単位体積あたりの分子数（数密度）が増加し、壁面への単位時間あたりの衝突回数が増えるため、結果として圧力が上昇する。

高校物理プリント（過去問類似）
物理 I B（旧課程の過去問） No.9

名前

得点

/10

問1 質量Mの台が摩擦のない床の上にあり、質量mの小物体が高さhの点から滑り降りる。小物体が台から離れる瞬間の小物体の速さをv、台の速さをVとすると、力学的エネルギー保存則を表す式として正しいものはどれか。（2004年 全国公立入試 類似）

1. $\frac{1}{2}mv^2 + \frac{1}{2}MV^2 = mgh$ 2. $\frac{1}{2}MV^2 = mgh$ 3. $\frac{1}{2}mv^2 = mgh$ 4. $mv + MV = 0$

問2 質量 1.0 kg の小物体が、質量 3.0 kg の台の上を滑り、台に対して静止した。小物体が台の上を滑っている最中のある時刻において、小物体の台に対する速度が 4.0 m/s であったとき、その瞬間の台の対地速度の大きさは何 m/s か。（2004年 全国公立入試 類似）

1. 1.3 m/s 2. 1.0 m/s 3. 3.0 m/s 4. 4.0 m/s

問3 電気容量がCと2Cの2つのコンデンサーを直列に接続し、全体に電圧Eを加えた。このとき、容量2Cのコンデンサーにかかる電圧として正しいものはどれか。（2004年 全国公立入試 類似）

1. E 2. E/2 3. 2E/3 4. E/3

問4 振動数がわずかに異なる2つの音源から発せられる音を同時に聞いたとき、音の強弱が周期的に変化する現象を何というか。（2005年 全国公立入試 類似）

1. 共鳴 2. ドップラー効果 3. うなり 4. 回折

問5 質量2.0 kgの物体が水平な床の上に置かれている。床と物体との間の静止摩擦係数が0.50であるとき、この物体を水平方向に引いて滑り出させるために必要な最小の力は何Nか。ただし、重力加速度の大きさを9.8 m/s²とする。（2005年 全国公立入試 類似）

1. 4.9 N 2. 39.2 N 3. 19.6 N 4. 9.8 N

問6 複数の電池を並列接続する目的として、最も適切なものはどれか。（2005年 全国公立入試 類似）

1. 回路全体の起電力を大きくするため 2. 電池の内部抵抗を小さくし、大電流を取り出しやすくするため 3. 回路全体の合成抵抗を大きくするため 4. 回路に流れる電流を遮断するため

問7 うなりが発生する原理として、物理学的な説明として正しいものはどれか。（2004年 全国公立入試 類似）

1. 二つの音源の振動数の差が小さいとき、合成波の振幅がゆっくりと周期的に変化する。 2. 二つの音源の振動数の差が大きくなるほど、うなりの周期は長くなる。 3. 二つの音源の位相が常に逆になるため、干渉によって音が打ち消し合う。 4. 二つの音源から出る音の波長が異なるため、空間的に定常波が形成される。

問8 同一振動数の音波を放出する二つのスピーカーが向かい合って配置されているとき、空間内に生じる定常波の性質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. 波の腹となる場所は、時間とともに空間を移動する 2. 定常波の各点は、すべて同じ振幅で振動している 3. 波の節となる場所では、音の振幅が常にゼロになる 4. 定常波は、エネルギーを空間の遠方へ運ぶ性質がある

問9 x軸上の点Aに正の点電荷qA、点Bに負の点電荷qB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Bの右側のみに存在する。 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Aと点Bの間の線分上に必ず存在する。

問10 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. $M L^2 T^{-2}$ 2. $M L T^{-1}$ 3. $M L T^{-2}$ 4. $M L^2 T^{-1}$

答え合わせ・解説 No.9

問1	答え 1 $1/2mv^2 + 1/2MV^2 = mgh$	小物体が高さhから滑り降りる際、摩擦がないため力学的エネルギーは保存されます。減少した位置エネルギーmghは、小物体が持つ運動エネルギー $1/2mv^2$ と、台が持つ運動エネルギー $1/2MV^2$ の和に変換されます。したがって、エネルギー保存則の式は $1/2mv^2 + 1/2MV^2 = mgh$ となります。
問2	答え 2 1.0 m/s	系全体の運動量は保存され、初めに静止していたため常に0である。小物体の対地速度を v_1 、台の対地速度を v_2 とすると、 $m \cdot v_1 + M \cdot v_2 = 0$ が成り立つ。また、小物体の台に対する速度が 4.0m/s なので、 $v_1 - v_2 = 4.0$ である。これらを連立させると、 $1.0 \cdot v_1 + 3.0 \cdot v_2 = 0$ かつ $v_1 = v_2 + 4.0$ となり、 $v_2 = -1.0$ m/s を得る。大きさは 1.0 m/s である。
問3	答え 4 E/3	直列接続されたコンデンサーには、蓄えられる電気量Qが等しく分配される。Q = CVの関係式より、電圧Vは容量Cに反比例する。容量Cと2Cのコンデンサーにかかる電圧をそれぞれV1, V2とすると、V1:V2 = 2:1となる。電源電圧Eが全体にかかっているため、V2はEを3等分したうちの1つ分となり、E/3と求められる。
問4	答え 3 うなり	うなりとは、振動数がわずかに異なる2つの波が重なり合った際に、合成波の振幅が周期的に大きくなったり小さくなったりする現象です。この強弱の変化の回数（うなりの回数）は、2つの音源の振動数の差に等しくなります。一方、ドップラー効果は音源や観測者の相対的な運動によって振動数が変化して聞こえる現象であり、共鳴は固有振動数と一致する振動が与えられて振幅が増大する現象です。
問5	答え 4 9.8 N	物体が滑り出すためには、加える力が最大静止摩擦力を超える必要があります。最大静止摩擦力は静止摩擦係数 μ と垂直抗力Nの積であり、この場合Nは重力Mgに等しいため、 $F_{\max} = 0.50 \times 2.0\text{kg} \times 9.8 \text{ m/s}^2 = 9.8 \text{ N}$ となります。したがって、9.8 N以上の力を加えることで物体は滑り出します。
問6	答え 2 電池の内部抵抗を小さくし、大電流を取り出しやすくするため	電池を並列に接続すると、合成起電力は単一の電池と同じVのままであるが、合成内部抵抗は接続した個数で割った値となり小さくなる。内部抵抗が小さくなることで、外部抵抗Rが小さい場合でも、回路全体としてより大きな電流を流すことが可能になる。直列接続は起電力を大きくする目的で行われるが、並列接続は内部抵抗を下げて電流供給能力を高めるために用いられる。
問7	答え 1 二つの音源の振動数の差が小さいとき、合成波の振幅がゆっくりと周期的に変化する。	うなりは、振動数 f_1 と f_2 の波を重ね合わせた際、合成波の振幅が $ f_1 - f_2 $ の周期で変化することで生じる。振動数の差が小さいほど、この振幅の変化周期（ $1 / f_1 - f_2 $ ）は長くなり、ゆっくりとした音の強弱として知覚される。差が大きくなると周期は短くなり、人間の耳では個別の音の強弱として聞き分けることが困難になる。
問8	答え 3 波の節となる場所では、音の振幅が常にゼロになる	定常波において、合成波の振幅が常にゼロになる点を節、振幅が最大になる点を腹と呼ぶ。定常波は進行波とは異なり、エネルギーを空間的に輸送しないという特徴を持つ。各点は定まった振幅で振動し、節の位置は時間経過によらず空間的に固定されている。
問9	答え 4 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 1 $M L^2 T^{-2}$	エネルギーは仕事と等価であり、運動エネルギーの公式 $1/2 m v^2$ 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。

高校物理プリント（過去問類似）

物理 I B（旧課程の過去問） No.10

名前

得点

/10

問1 力学的エネルギー保存の法則が成立するための条件として、最も適切なものはどれか。（2005年 全国公立入試 類似）

1. 物体に働く摩擦力が一定であること
2. 物体に働く外力がすべて保存力であること
3. 物体の運動量が保存されていること
4. 物体が等速直線運動をしていること

問2 振動数440 Hzの音源と、振動数444 Hzの音源を同時に鳴らしたとき、1秒間に観測されるうなりの回数はいくらか。（2005年 全国公立入試 類似）

1. 2回
2. 8回
3. 4回
4. 884回

問3 波が障害物の背後に回り込む現象を何というか。また、赤色の単色光を細い毛髪に照射した際に、スクリーン上に明暗の縞模様が形成される主な要因はどれか。（2004年 全国公立入試 類似）

1. 回折と干渉
2. 屈折と分散
3. 偏光と反射
4. 分散と回折

問4 長さ 1.0 m、質量 2.0 kg の一様な棒の一端 A を壁に滑らかに回転できるように取り付け、他端 B に結んだ糸を水平方向から角度 30° の向きに引いて、棒を水平に静止させた。重力加速度の大きさを 9.8 m/s^2 とするとき、糸の張力 T の大きさは何 N か。（2004年 全国公立入試 類似）

1. 4.9 N
2. 9.8 N
3. 39.2 N
4. 19.6 N

問5 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。
2. 外部から仕事が行われ、内部エネルギーが増加し、温度と圧力が上昇する。
3. 外部から仕事が行われるが、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。
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。

問6 天井に固定された滑車に糸がかけられ、一方の端に質量mの容器が、もう一方の端に水平な床上の質量Mの物体が接続されている。糸と床のなす角が θ であり、物体が床の上で静止しているとき、物体が床から受ける静止摩擦力の大きさ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。（2005年 全国公立入試 類似）

1. $Mg \cos\theta$
2. $mg \sin\theta$
3. $mg \cos\theta$
4. $Mg \sin\theta$

問7 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. 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8 直流電源の電圧をV、直列に接続された抵抗の抵抗値をR、回路に流れる電流をIとする。この回路に接続された半導体ダイオードにかかる電圧Vdを正しく表す式はどれか。（2004年 全国公立入試 類似）

1. $V_d = V / RI$
2. $V_d = V + RI$
3. $V_d = RI - V$
4. $V_d = V - RI$

問9 光が屈折率1.0の空気中から、屈折率1.5のガラス中へ入射角30度で入射したとき、屈折角の正弦（sin）の値として正しいものはどれか。ただし、 $\sin 30^\circ = 0.5$ とする。（2004年 全国公立入試 類似）

1. 0.50
2. 0.33
3. 0.67
4. 0.75

問10 断熱された容器Aに気体が封入され、隣接する真空の容器Bとの間の栓を開いて気体が全体に広がったとき、気体の状態変化について述べたものとして正しいものはどれか。（2005年 全国公立入試 類似）

1. 気体の体積が増加し、圧力は上昇する。
2. 気体の体積は変化せず、圧力は減少する。
3. 気体の体積が増加し、圧力は減少する。
4. 気体の体積は変化せず、圧力は上昇する。

答え合わせ・解説 No.10

問1	答え 2 物体に働く外力がすべて保存力であること	力学的エネルギー保存の法則は、物体に働く力が重力や弾性力のような保存力のみである場合に成立する。摩擦力や空気抵抗のような非保存力が働くと、力学的エネルギーの一部が熱エネルギーなどに変換され、力学的エネルギーの総和は保存されない。運動量の保存は、外力が働かない系で成立する別の法則であり、力学的エネルギー保存の条件とは異なる。
問2	答え 3 4回	うなりの回数は、重なり合う2つの音源の振動数の差の絶対値として求められます。本問では、444Hzと440 Hzの差である $444 - 440 = 4 \text{ Hz}$ となるため、1秒間に4回のうなりが観測されます。振動数の和や平均値をとることは誤りであり、物理的な現象の定義に基づいた計算が必要です。
問3	答え 1 回折と干渉	波が障害物の背後に回り込む現象を回折という。単色光が細い毛髪のような障害物に当たると、回折によって光が回り込み、回り込んだ光同士が重なり合うことで干渉が生じる。この干渉の結果として、スクリーン上に明暗の縞模様が形成される。屈折は光が媒質の境界で折れ曲がる現象、分散は波長によって屈折率が異なるために光が分かれる現象、偏光は振動方向が偏る現象であり、本問の現象とは異なる。
問4	答え 4 19.6 N	端点 A のまわりの力のモーメントのつり合いより、張力 T、棒の質量 M、重力加速度 g、糸の角度 θ の間には、 $(T \sin \theta) * l = Mg * (l/2)$ すなわち $T = Mg / (2 \sin \theta)$ の関係が成り立つ。ここに $M = 2.0 \text{ kg}$ 、 $g = 9.8 \text{ m/s}^2$ 、 $\theta = 30^\circ$ ($\sin 30^\circ = 0.5$) を代入すると、 $T = (2.0 * 9.8) / (2 * 0.5) = 19.6 \text{ N}$ と計算される。
問5	答え 2 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。
問6	答え 3 $mg \cos \theta$	物体が静止しているとき、糸の張力は容器の重力 mg と等しい。この張力は物体に対して斜め上向きに作用しており、水平方向の成分は張力と $\cos \theta$ の積である $mg \cos \theta$ となる。物体が床上で静止し続けているため、水平方向の力のつり合いから、床から受ける静止摩擦力は、この張力の水平成分と大きさが等しく、向きが逆となる。したがって、静止摩擦力の大きさは $mg \cos \theta$ である。
問7	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8	答え 4 $V_d = V - RI$	キルヒホッフの第二法則（電圧則）により、閉回路における起電力の総和と電圧降下の総和は等しくなります。本回路では、直流電源の電圧 V は、抵抗による電圧降下 RI と半導体ダイオードにかかる電圧 V_d の和に等しいため、 $V = RI + V_d$ という関係が成り立ちます。したがって、ダイオードにかかる電圧 V_d は、電源電圧 V から抵抗の電圧降下 RI を差し引いた値となります。
問9	答え 2 0.33	スネルの法則によれば、入射角を i 、屈折角を r 、空気の屈折率を n_1 、ガラスの屈折率を n_2 とすると、 $n_1 \times \sin(i) = n_2 \times \sin(r)$ が成り立つ。数値を代入すると、 $1.0 \times \sin(30^\circ) = 1.5 \times \sin(r)$ となる。 $\sin(30^\circ) = 0.5$ であるから、 $0.5 = 1.5 \times \sin(r)$ となり、 $\sin(r) = 0.5 / 1.5 = 1/3 \approx 0.33$ と求められる。
問10	答え 3 気体の体積が増加し、圧力は減少する。	栓を開くことで気体が占める空間（体積）は容器Aと容器Bの合計分まで増加します。このとき、気体は外部に対して仕事を行わず、内部エネルギーも変化しないため温度は一定に保たれます。ボイルの法則（ $PV = \text{一定}$ ）に基づき、温度が一定の状態では体積が増加すれば、気体の圧力は減少することになります。