

問1 力学的エネルギー保存の法則に関する記述として、最も適切なものはどれか。（2020年 全国公立入試 類似）

1. 保存力のみが働く系では、運動エネルギーと位置エネルギーの和は一定に保たれる。
2. 摩擦力が働く場合、力学的エネルギーは常に保存される。
3. 弾性エネルギーは、物体の運動エネルギーにのみ変換される。
4. 重力による位置エネルギーは、基準点をどこに設定しても値は変わらない。

問2 物体に働く合力がゼロの状態から、一時的に合力がゼロでない状態を経て、再び合力がゼロになる運動の変化に関する記述として最も適切なものはどれか。（2022年 全国公立入試 類似）

1. 合力がゼロでない区間では、物体の速さは一定のまま上昇する。
2. 合力がゼロでない区間では、物体に加速度が生じ、速さが変化する。
3. 合力が再びゼロになった直後、物体は必ず静止する。
4. 合力がゼロでない区間では、物体は必ず減速する。

問3 質量Mの潜水艦が、密度 ρ の海水中で静止している。潜水艦の全容積をVとし、バラストタンクに海水を取り込むことで浮力を調整する場合、潜水艦が静止するために必要なバラストタンク内の海水の体積 V_w として正しい式はどれか。（2007年 全国公立入試 類似）

1. $V - M/\rho$ 2. $M/\rho - V$ 3. $\rho V - M$ 4. $M - \rho V$

問4 物体が流体中を落下する際、重力と空気抵抗が釣り合い、速度が一定になる現象を何と呼ぶか。（2023年 全国公立入試 類似）

1. 初速度 2. 終端速度 3. 平均の速さ 4. 自由落下速度

問5 厚さと密度が一樣な半径 3.0 cm の円板から、その中心 O から 1.0 cm 離れた点を中心とする半径 2.0 cm の円板を切り取った。残った部分の重心は、元の円板の中心 O から、切り取った円板の中心とは反対方向に何 cm 離れた位置にあるか。最も適切な数値を次のうちから一つ選べ。（2018年 全国公立入試 類似）

1. 0.40 cm 2. 0.80 cm 3. 1.2 cm 4. 1.6 cm

問6 円運動における向心力に関する記述として、物理学的な観点から最も適切なものはどれか。（2019年 全国公立入試 類似）

1. 向心力は物体に働く力の一種であり、常に速度ベクトルと平行に作用する。
2. 向心力は円運動の半径方向内向きに働く合力であり、物体の速さを変化させる役割を持つ。
3. 向心力は円運動の半径方向内向きに働く合力であり、物体の運動の向きを変化させる役割を持つ。
4. 向心力は慣性力の一種であり、円運動する観測者から見た場合のみ現れる力である。

問7 質量 2.0 kg の荷物を鉛直上向きに引き上げる際、速度が 2.0 m/s^2 の一定の割合で増加している加速期間において、ロープの張力 T の大きさは何 N か。ただし、重力加速度の大きさを 9.8 m/s^2 とする。（2008年 全国公立入試 類似）

1. 19.6 N 2. 23.6 N 3. 27.6 N 4. 39.2 N

問8 質量が等しい物体A、B、Cが滑車を介して連結され、全体が静止している状況を考える。このとき、物体Aを鉛直上向きに吊っているひもの張力と、物体Aにはたらく重力の関係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. 張力は重力と等しい 2. 張力は重力の3分の1である 3. 張力は重力の2分の1である 4. 張力は重力の2倍である

問9 質量 m の物体が、水平面から斜面を経て再び水平面へ移動する運動を考える。この物体が斜面を通過している間、鉛直上向きの運動量成分 p_z が時間 t とともにどのように変化するかを説明したものと最も適切なものはどれか。ただし、斜面では重力のみが物体に鉛直下向きの力を及ぼすものとする。（2005年 全国公立入試 類似）

1. 斜面通過中は重力による力積を受けて p_z が減少し、通過後は一定値となる
2. 斜面通過中は加速度が一定であるため p_z は時間とともに増加し続け、通過後は一定値となる
3. 斜面通過中は力学的エネルギーが保存されるため p_z は常に一定であり、通過後もその値を維持する
4. 斜面通過中は重力の影響で p_z は正から負へ急激に変化し、通過後は負の一定値となる

問10 高さ与时刻の関係を示すグラフにおいて、鉛直投げ上げ運動の放物線が描かれている。重力加速度の大きさが小さくなった場合、グラフの形状はどのように変化するか。（2006年 全国公立入試 類似）

1. 放物線の幅が広がり、頂点が高くなる 2. 放物線の幅が狭まり、頂点が高くなる 3. 放物線の幅が広がり、頂点が低くなる 4. 放物線の幅が狭まり、頂点が低くなる

答え合わせ・解説 No.1

問1	答え 1 保存力のみが働く系では、運動エネルギーと位置エネルギーの和は一定に保たれる。	力学的エネルギー保存の法則は、重力や弾性力のような保存力のみが仕事をする場合に成立する。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は熱エネルギーなどに変換され、力学的エネルギーの総量は保存されない。また、位置エネルギーの基準点は任意に設定できるが、その値自体は基準点によって変化する。
問2	答え 2 合力がゼロでない区間では、物体に加速度が生じ、速さが変化する。	ニュートンの運動の法則によれば、物体に働く合力がゼロのときは静止または等速直線運動を続ける。一方、合力がゼロでないときは、その合力の方向に加速度が生じ、物体の速度が変化する。したがって、合力がゼロでない区間では、物体は加速または減速し、速さが変化する。
問3	答え 1 $V - M/\rho$	潜水艦が静止しているとき、重力と浮力が釣り合っている。潜水艦の質量をM、バラストタンク内の水の質量を ρV_w とすると、全体の重力は $(M + \rho V_w)g$ となる。一方、浮力は排除した水の体積Vを用いて $\rho V g$ と表される。釣り合いの式 $(M + \rho V_w)g = \rho V g$ について解くと、 $V_w = V - M/\rho$ となる。
問4	答え 2 終端速度	物体が流体中を落下するとき、速度の増加に伴い空気抵抗（抗力）も増大する。重力と空気抵抗が等しくなると、合力がゼロとなり、物体は加速度を持たず等速直線運動を行うようになる。このときの一定の速度を終端速度と呼ぶ。落下距離と落下時間から平均の速さを算出し、その値が変化しなくなった状態を観測することで決定される。
問5	答え 2 0.80 cm	元の円板の面積を $9 * \pi$ 、切り取った円板の面積を $4 * \pi$ とすると、残った部分の面積は $5 * \pi$ である。元の円板の中心Oを原点とし、切り取った円板の中心の座標を -1.0 cm とすると、残った部分の重心の座標xは、合成重心の公式より、 $5 * \pi * x + 4 * \pi * (-1.0) = 0$ が成り立つ。これを解くと、 $x = 0.80$ cm となり、中心Oから反対方向に0.80 cm離れた位置にある。
問6	答え 3 向心力は円運動の半径方向内向きに働く合力であり、物体の運動の向きを変化させる役割を持つ。	向心力は、円運動を行う物体に対して中心方向へ働く合力です。この力は速度ベクトルに対して常に垂直に作用するため、物体の速さ（速度の大きさ）は変化させず、速度の向きのみを変化させて円軌道を維持します。慣性力ではなく、実在する力（重力、張力、摩擦力など）の合力として現れます。
問7	答え 2 23.6 N	運動方程式 $ma = T - mg$ に数値を代入する。 $m = 2.0$ kg, $a = 2.0$ m/s ² , $g = 9.8$ m/s ² を用いると、 $2.0 \times 2.0 = T - 2.0 \times 9.8$ となる。これを整理すると、 $4.0 = T - 19.6$ となり、 $T = 23.6$ N と求められる。加速期間においては、慣性力に抗して荷物を加速させる必要があるため、張力は重力よりも大きくなる。
問8	答え 1 張力は重力と等しい	物体が静止しているとき、その物体にはたらく力は釣り合っている。物体Aに注目すると、鉛直上向きの張力と鉛直下向きの重力が作用しており、これらが釣り合っているため、張力の大きさと重力の大きさは等しくなる。滑車の反対側に複数の物体が連結されていても、物体A単体にかかる力の釣り合い条件は変わらない。
問9	答え 1 斜面通過中は重力による力積を受けてpzが減少し、通過後は一定値となる	運動量と力積の関係より、物体に働く力と時間の積が運動量の変化量に等しい。斜面通過中、物体には鉛直下向きの重力が働くため、鉛直上向きの運動量成分pzに対して負の力積が作用し、pzは減少する。斜面を通過し終えると、水平面上では鉛直方向の合力がゼロとなるため、運動量は変化せず一定に保たれる。エネルギー保存則や加速度一定の条件とは異なり、力積による運動量の変化を正しく捉える必要がある。
問10	答え 1 放物線の幅が広がり、頂点が高くなる	高さsと時刻tのグラフにおいて、放物線の頂点は最高点に達する時刻と高さを表す。重力加速度が小さくなると、最高点に達するまでの時間（横軸）が増加するため放物線の幅が広がり、最高点の高さ（縦軸）も増加するため頂点は上方に移動する。この変化は、重力による引き戻す力が弱まることで運動の持続性が増すことを意味する。