

問1 液体中のある深さにおける圧力に関する記述として、最も適切なものはどれか。 (2016年 全国公立入試 類似)

1. 深さが深くなるほど、液体の密度に関わらず圧力は一定である。 2. 深さ h における圧力は、大気圧に液体の密度、重力加速度、深さの積を加えた値である。 3. 液体中の圧力は、大気圧の影響を受けない。 4. 液体中の圧力は、深さの2乗に比例して増加する。

問2 ある直線上を走行するバスの速度が 15m/s であり、その横を並行して走る列車が追い越していく状況を考える。バスに乗っている観測者から見て、列車が完全に通り過ぎるまでに 3.0 秒かかった。列車の長さが 120m であるとき、列車の速度は何 m/s か。 (2005年 全国公立入試 類似)

1. 55m/s 2. 40m/s 3. 25m/s 4. 70m/s

問3 ある物体が半径 2.0 m の円周上を、角速度 3.0 rad/s で等速円運動している。このとき、微小時間 0.01 s の間に生じる速度ベクトルの差の大きさは何 m/s か。 (2022年 全国公立入試 類似)

1. 0.06 m/s 2. 0.12 m/s 3. 0.18 m/s 4. 0.36 m/s

問4 等速直線運動をしている2つの物体において、相対速度が常に一定となる理由として、最も適切なものはどれか。 (2022年 全国公立入試 類似)

1. 両者の位置関係が常に変化しないため 2. 両者の速度が常に同じ向きを向いているため 3. 両者の加速度がともにゼロではないため 4. 両者の速度の差が時間とともに変化しないため

問5 質量 2m の小球Aが右向きに速さ v 、質量 m の小球Bが左向きに速さ $2v$ で衝突する状況において、衝突後の小球Aの速度ベクトルを v_A' 、小球Bの速度ベクトルを v_B' とする。運動量保存則を成分で表したとき、衝突前の全運動量の水平方向成分と垂直方向成分の組み合わせとして正しいものはどれか。 (2020年 全国公立入試 類似)

1. 水平方向成分：0、垂直方向成分： $2mv$ 2. 水平方向成分： $4mv$ 、垂直方向成分：0 3. 水平方向成分：0、垂直方向成分：0 4. 水平方向成分： $2mv$ 、垂直方向成分： $2mv$

問6 水平方向に速さ 10 m/s で走る台車から、台車に対して鉛直上向きに速さ 19.6 m/s で小球を打ち上げた。重力加速度の大きさを 9.8 m/s^2 とし、空気抵抗を無視できるものとするとき、小球が達する最高点の高さは何 m か。 (2018年 全国公立入試 類似)

1. 10.0 m 2. 19.6 m 3. 29.4 m 4. 39.2 m

問7 質量 2.0 kg のブロックが速度 5.0 m/s で、静止していた質量 3.0 kg のそりに滑り込み、一体となって運動した。このときの一体となった後の速度は何 m/s か。 (2023年 全国公立入試 類似)

1. 2.0 m/s 2. 2.5 m/s 3. 3.0 m/s 4. 5.0 m/s

問8 透明なパイプ内を落下するおもりBが、距離 H だけ移動するのに時間 T を要した。このおもりBが等速直線運動をしていると仮定した場合、その速さを表す式として適切なものはどれか。 (2025年 全国公立入試 類似)

1. $2 \times H / T$ 2. $g \times T$ 3. $H \times T$ 4. H / T

問9 大きさが無視できない物体（剛体）が回転せずに静止状態を保つための条件について考える。剛体に複数の力が働き、それらが釣り合っているとき、剛体が回転を始めないために必要な条件として最も適切なものを、次のうちから一つ選べ。 (2017年 全国公立入試 類似)

1. 剛体に働くすべての力のベクトルの和がゼロであること 2. 剛体の重心に働く力のモーメントが最大であること 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こと 4. 剛体の両端に働く力の大きさが等しいこと

問10 質量 2.0 kg の物体に鉛直上向きの力 F が働いている。この物体が静止している状態から、ある区間で力 F を 30 N に増加させたところ、鉛直上向きに加速度が生じた。このときの加速度の大きさは何 m/s^2 か。ただし、重力加速度の大きさを 9.8 m/s^2 とし、空気抵抗は無視できるものとする。 (2022年 全国公立入試 類似)

1. 9.8 m/s^2 2. 5.2 m/s^2 3. 15.0 m/s^2 4. 24.8 m/s^2

答え合わせ・解説 No.10

問1	答え 2 深さhにおける圧力は、大気圧に液体の密度、重力加速度、深さの積を加えた値である。	静止している液体中の圧力は、その点より上にある流体の重さによって生じます。深さhにおける圧力は、液面にかかる大気圧 P_0 に、深さhまでの液体柱の重さによる圧力（ ρgh ）を加えたものとなります。これはパスカルの原理や流体の静力学の基本法則に基づいています。
問2	答え 1 55m/s	バスから見た列車の相対速度は、列車の長さを通過時間で割ることで求められる。120mを3.0秒で割ると、相対速度は40m/sとなる。相対速度は（列車の速度）-（バスの速度）で表されるため、列車の速度は40m/sにバスの速度15m/sを加えて55m/sと算出できる。相対速度の概念を正しく理解し、観測者の速度を考慮することが重要である。
問3	答え 3 0.18 m/s	等速円運動の速さ v は、 $v = r\omega$ の関係式から求めることができる。半径 $r = 2.0$ m、角速度 $\omega = 3.0$ rad/sを代入すると、 $v = 2.0 \times 3.0 = 6.0$ m/sとなる。速度ベクトルの差の大きさは $v\omega\Delta t$ で与えられるため、 $6.0 \times 3.0 \times 0.01$ を計算すると0.18 m/sとなる。微小時間における速度の変化は、加速度の定義とも密接に関連している。
問4	答え 4 両者の速度の差が時間とともに変化しないため	等速直線運動では、物体の速度ベクトルは時間的に変化しない。相対速度は相手の速度ベクトルから自分の速度ベクトルを引いたものであり、両者の速度が一定であれば、その差である相対速度もまた時間的に変化せず一定となる。これはガリレイ変換における慣性系の性質に基づいている。
問5	答え 3 水平方向成分：0、垂直方向成分：0	運動量はベクトル量であるため、衝突前の各物体の運動量を成分ごとに計算する。小球Aの運動量は右向き（正の方向）に2mv、小球Bの運動量は左向き（負の方向）に2mvである。これらを合計すると、水平方向成分は $2mv + (-2mv) = 0$ となる。また、衝突前は両者とも水平面上を運動しており、垂直方向の速度成分は持たないため、垂直方向成分も0となる。
問6	答え 2 19.6 m	最高点の高さhは、鉛直方向の初速度 v_0 を用いて $h = v_0^2 / (2g)$ で求められます。本問では台車の水平速度に関わらず、鉛直方向の初速度成分は19.6 m/sです。これに $g = 9.8$ m/s ² を代入すると、 $h = (19.6^2) / (2 \times 9.8) = 384.16 / 19.6 = 19.6$ m となります。台車の水平方向の運動は最高点の高さに影響を与えないため、静止時と同じ計算結果が得られます。
問7	答え 1 2.0 m/s	運動量保存則より、衝突前の運動量の総和は衝突後の運動量の総和と等しくなります。衝突前の運動量は $2.0 \text{ kg} \times 5.0 \text{ m/s} = 10.0 \text{ kg} \cdot \text{m/s}$ です。衝突後は合計質量 $(2.0 \text{ kg} + 3.0 \text{ kg}) = 5.0 \text{ kg}$ が速度 V で動くと考え、 $5.0 \text{ kg} \times V = 10.0 \text{ kg} \cdot \text{m/s}$ となり、 $V = 2.0 \text{ m/s}$ と算出されます。
問8	答え 4 H / T	等速直線運動では、速さは移動距離をその移動に要した時間で割ることで算出できる。本問では、おもりBが移動した距離がHであり、要した時間がTであるため、速さはHをTで割ったH / Tとなる。重力加速度gや係数2などは、等速直線運動の定義には含まれない。
問9	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こと	剛体が平行移動しないための条件は、働くすべての力のベクトルの和（合力）がゼロであることである。これに対し、剛体が回転せずに静止状態を保つためには、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ことが必要となる。この2つの条件が同時に満たされることで、剛体は完全に静止する。
問10	答え 2 5.2 m/s ²	運動方程式 $F - mg = ma$ を用いる。 $F=30$ N、 $m=2.0$ kg、 $g=9.8$ m/s ² を代入すると、 $30 - 2.0 \times 9.8 = 2.0 \times a$ となる。これを計算すると $30 - 19.6 = 2.0a$ となり、 $10.4 = 2.0a$ から、加速度 a は5.2 m/s ² と求められる。