

高校物理プリント（過去問類似）

力学 No.5

名前

得点

/10

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

問2 ばね定数 k の同一のばね3本を並列に配置し、下端に水平な棒を固定した。この棒の中央から質量 m の物体を吊るして静止させたとき、各ばねの伸び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 とし、棒の質量およびばねの質量は無視できるものとする。 (2020年 全国公立入試 類似)

1. $mg/2k$ 2. $mg/3k$ 3. $2mg/k$ 4. $3mg/k$

問3 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. 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。
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. 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。

問4 平面上の二つの力 F_1 と F_2 の合力を求める際、各成分を足し合わせる手法が成り立つ物理的な根拠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. 合力の大きさは常に各力の大きさの和に等しく、成分の計算は不要だから
2. 力はスカラー量であり、すべての成分を単純に加算するだけで大きさが求まるから
3. 力はベクトル量であり、各軸方向の成分に分解して独立に扱うことができるから
4. 力は常に x 軸または y 軸のいずれか一方にのみ作用するため

問5 水平面上を一定の速度で進む台車の上に設置された発射装置から、小球を鉛直上向きに打ち出した。空気抵抗を無視できる場合、小球が落下する位置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. 発射装置の真上 2. 発射装置の進行方向前方 3. 発射装置の進行方向後方 4. 打ち出した瞬間の位置から後方にずれた地点

問6 水平な線路上で、機関車が質量 M の客車Aと質量 m の客車Bをひもで連結して右向きに一定の加速度で引いている。機関車が客車Aを引く力の大きさを F とし、客車Aと客車Bをつなぐひもが客車Bを引く力の大きさを f とする。このとき、 f を表す式として正しいものはどれか。 (2019年 全国公立入試 類似)

1. $f = (m / M) * F$ 2. $f = (M / (M + m)) * F$ 3. $f = (m / (M + m)) * F$ 4. $f = (M / m) * F$

問7 高さ 19.6 m の位置から、水平方向に異なる初速度で小球を投げ出す水平投射の実験を行う。このとき、小球が床に到達するまでの時間について最も適切な説明はどれか。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。 (2023年 全国公立入試 類似)

1. 初速度の大きさが大きいほど、落下時間は短くなる。
2. 初速度の大きさが小さいほど、落下時間は短くなる。
3. 初速度の大きさに関わらず、落下時間は常に 4.0 秒である。
4. 初速度の大きさに関わらず、落下時間は常に 2.0 秒である。

問8 高さ h から自由落下する小球Aと、床から鉛直投げ上げられた小球Bが同時に床に到達する状況を考える。小球Bの最高点の高さが h であるとき、床到達時の小球Aと小球Bの運動エネルギーの比較として正しいものはどれか。 (2023年 全国公立入試 類似)

1. 小球Aの運動エネルギーの方が大きい
2. 小球Aと小球Bの運動エネルギーは等しい
3. 小球Bの運動エネルギーの方が大きい
4. 小球の質量が不明であるため比較できない

問9 静止していた物体が一定の加速度で移動している。移動距離が2倍になったとき、その時点での速さは元の何倍になるか。 (2025年 全国公立入試 類似)

1. 2倍 2. 4倍 3. ルート2倍 4. 1/2倍

問10 物体が一定の速さで移動する等速直線運動において、移動距離を s 、経過時間を t としたとき、速さ v を表す式として正しいものはどれか。 (2025年 全国公立入試 類似)

1. $v = s \times t$ 2. $v = s / t$ 3. $v = t / s$ 4. $v = s + t$

答え合わせ・解説 No.5

問1	答え 1 19.6 m	最高点の高さhは、鉛直方向の初速度v0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 $g = 9.8 \text{ m/s}^2$ を代入すると、 $h = (19.6 * 19.6) / (2 * 9.8) = 384.16 / 19.6 = 19.6 \text{ m}$ 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2	答え 2 mg/3k	フックの法則 $F=kl$ に基づき、ばねの伸び l は F/k で表される。3本のばねが並列に接続されている場合、物体に働く重力 mg は3本のばねに均等に分散されるため、各ばねにかかる力は $mg/3$ となる。したがって、各ばねの伸びは $(mg/3)/k=mg/3k$ となる。力のつりあいの条件から、系全体が静止しているとき、各ばねの弾性力の和が重力とつりあっている。
問3	答え 4 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4	答え 3 力はベクトル量であり、各軸方向の成分に分解して独立に扱うことができるから	力は大きさだけでなく向きを持つベクトル量である。ベクトルは直交する成分に分解することが可能であり、分解された各成分は互いに独立して扱うことができる。そのため、複数のベクトルを合成する際には、各軸方向の成分ごとに代数和をとることで、合力の成分を正確に算出することができる。これはベクトル解析における基本的な性質である。
問5	答え 1 発射装置の真上	慣性の法則により、打ち出された小球は打ち出された瞬間に台車と同じ水平方向の速度成分を持っている。空気抵抗を無視できる環境下では、水平方向には力が働かないため、小球は台車と同じ水平速度で等速直線運動を続ける。その結果、小球は台車上の発射装置に対して相対的に静止したまま落下し、装置の真上に着地する。
問6	答え 3 $f = (m / (M + m)) * F$	系全体の加速度をaとすると、運動方程式より $F = (M + m)a$ が成り立ち、 $a = F / (M + m)$ と表せる。客車Bのみに着目すると、ひもが引く力 f は客車Bの質量 m と加速度 a の積であるため、 $f = ma$ となる。ここにaを代入すると、 $f = m * (F / (M + m)) = (m / (M + m)) * F$ が得られる。これは系全体の質量に対する客車Bの質量比が、力Fをどのように分配するかを示している。
問7	答え 4 初速度の大きさに関わらず、落下時間は常に 2.0 秒である。	水平投射における小球の運動は、水平方向の等速直線運動と、鉛直方向の自由落下運動に独立して分解できる。鉛直方向の運動は初速度がゼロの自由落下と同じであり、落下時間 t は高さ h と重力加速度 g を用いて $h = (1/2)gt^2$ と表される。この式から、落下時間は高さのみに依存し、水平方向の初速度には無関係であることがわかる。 $h = 19.6 \text{ m}$, $g = 9.8 \text{ m/s}^2$ を代入すると、 $t = 2.0 \text{ 秒}$ となる。
問8	答え 2 小球Aと小球Bの運動エネルギーは等しい	力学的エネルギー保存の法則によれば、床到達時の運動エネルギーは、落下開始時または投げ上げ時の力学的エネルギーに等しい。小球Aは高さ h での位置エネルギーを持ち、小球Bは最高点 h に達する初速度を持つ。両者の力学的エネルギーの総量は等しいため、床到達時の運動エネルギーも等しくなる。
問9	答え 3 ルート2倍	等加速度直線運動の公式 $v^2 = 2ax$ より、速さの2乗は移動距離に比例する。移動距離が2倍になると、速さの2乗も2倍になる。したがって、速さ v は元の値のルート2倍となる。この関係は、加速度が一定である限り、物体の質量や具体的な加速度の値によらず常に成立する。
問10	答え 2 $v = s / t$	等速直線運動とは、物体が一定の速さで一直線上を移動する運動である。このとき、速さは単位時間あたりに進む距離として定義され、移動距離を要した時間で割ることで求められる。したがって、速さ v は移動距離 s を時間 t で割った $v = s / t$ と表される。