

問1 なめらかな水平面上において、質量が等しい2つの物体B1とB2が軽いばねで結ばれて静止している。ここに、別の物体AがB1に衝突し、ばねを押し縮めながら一体となって運動を始めた。衝突後、ばねの縮みが最大となる瞬間の状態に関する記述として最も適当なものを、次のうちから一つ選べ。(2026年 全国公立入試 類似)

- | | | | |
|---|---|--|--|
| 1. B1とB2の速度が等しくなり、運動エネルギーの一部がばねの弾性エネルギーに最も多く変換された状態である。 | 2. B1の速度がゼロになり、すべての運動エネルギーがばねの弾性エネルギーに変換された状態である。 | 3. B1とB2の運動量の和が最大となり、ばねの弾性エネルギーが最小となった状態である。 | 4. B2の速度が最大となり、ばねの弾性エネルギーがゼロになった状態である。 |
|---|---|--|--|

問2 高さhの点から水平方向に初速度v0で投げ出された小球が、距離L離れた鉛直な壁に衝突するまでの時間として正しいものはどれか。ただし、空気抵抗は無視できるものとする。(2015年 全国公立入試 類似)

- | | | | |
|--------------|--------------|--------------|------------------|
| 1. L / v_0 | 2. v_0 / L | 3. $L * v_0$ | 4. $v_0 * g / L$ |
|--------------|--------------|--------------|------------------|

問3 水平でなめらかな床の上に質量Mの台があり、その上に質量mの小物体が載っている。台と小物体の間の動摩擦係数を μ 、重力加速度の大きさをgとする。台を水平右向きに大きさFの力で引いたとき、台と小物体がともに右向きに加速度aで運動している場合、この運動における加速度aを表す式として正しいものはどれか。ただし、小物体は台の上で滑っているものとする。

(2008年 全国公立入試 類似)

- | | | | |
|------------------|------------|-----------------------------|-----------------------------|
| 1. $F / (M + m)$ | 2. F / M | 3. $(F - \mu mg) / (M + m)$ | 4. $(F + \mu mg) / (M + m)$ |
|------------------|------------|-----------------------------|-----------------------------|

問4 ばね定数がkおよびKの二つのばねを並列に接続した系において、この系全体を一つのばねとみなしたときの合成ばね定数として適切なものはどれか。(2009年 全国公立入試 類似)

- | | | | |
|------------|----------------------|------------------|------------|
| 1. $k + K$ | 2. $k * K / (k + K)$ | 3. $1 / (k + K)$ | 4. $k * K$ |
|------------|----------------------|------------------|------------|

問5 平面上の二つの力F1とF2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. 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 | 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大きさが求まるから | 3. 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 | 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6 質量mのおもりが一端を固定された糸で吊るされ、水平方向に一定の加速度aで運動している。このとき、糸が鉛直方向となす角度を θ 、重力加速度をgとすると、加速度aとこれらの物理量の関係として正しいものはどれか。(2009年 全国公立入試 類似)

- | | | | |
|---------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|
| 1. $a = g * \tan(\theta)$ | 2. $a = g * \sin(\theta)$ | 3. $a = g * \cos(\theta)$ | 4. $a = g / \tan(\theta)$ |
|---------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|

問7 ある水力発電所において、高さ100 mの貯水槽から毎秒1000 kgの水が落下し、発電機を回している。このとき、水が持つ位置エネルギーの減少分をすべて電気エネルギーに変換できると仮定した場合の理論上の出力と、実際に得られた電力が431.2 kWであるときのエネルギー変換効率の組み合わせとして最も適当なものはどれか。ただし、重力加速度の大きさを9.8 m/s²とする。(2009年 全国公立入試 類似)

- | | | | |
|------------------------|------------------------|-------------------------|--------------------------|
| 1. 理論出力 980 kW、効率 44 % | 2. 理論出力 980 kW、効率 40 % | 3. 理論出力 1000 kW、効率 43 % | 4. 理論出力 9800 kW、効率 4.4 % |
|------------------------|------------------------|-------------------------|--------------------------|

問8 ばねに接続された物体が斜面を滑り降りる際、弾性エネルギー、重力による位置エネルギー、および運動エネルギーの総和(力学的エネルギー)が保存される条件として、最も適切なものはどれか。(2013年 全国公立入試 類似)

- | | | | |
|------------------|-----------------|------------------|-----------------|
| 1. 斜面に摩擦力が働かないとき | 2. ばねの伸びが自然長のとき | 3. 物体の速度が最大となるとき | 4. 斜面の傾斜角が0度のとき |
|------------------|-----------------|------------------|-----------------|

問9 質量2.0 kgの荷物を、摩擦のない高さ5.0 mの滑り台の頂上から静かに滑らせた。重力加速度の大きさを9.8 m/s²としたとき、地面に到達した直後の荷物の速さとして最も近い値はどれか。(2004年 全国公立入試 類似)

- | | | | |
|------------|------------|-------------|-------------|
| 1. 4.9 m/s | 2. 9.9 m/s | 3. 19.6 m/s | 4. 49.0 m/s |
|------------|------------|-------------|-------------|

答え合わせ・解説 No.2

| | | |
|----|---|--|
| 問1 | 答え 1 B1とB2の速度が等しくなり、運動エネルギーの一部がばねの弾性エネルギーに最も多く変換された状態である。 | 衝突後の2物体の運動において、ばねの縮みが最大となるのは、2物体の相対速度がゼロ、すなわちB1とB2の速度が等しくなった瞬間である。このとき、重心運動の運動エネルギーを除く相対運動のエネルギーがすべてばねの弾性エネルギーに変換されるため、弾性エネルギーは最大となる。運動量の総和は外力が働かないため常に一定である。 |
| 問2 | 答え 1 L / v_0 | 水平投射において、小球は水平方向には初速度 v_0 で等速直線運動を行う。壁までの水平距離が L であるとき、壁に到達するまでの時間は、水平方向の距離を水平方向の速度で割ることで求められる。鉛直方向には重力加速度の影響で自由落下運動を行うが、水平方向の移動距離と速度の関係には直接影響しないため、時間は L/v_0 となる。 |
| 問3 | 答え 3 $(F - \mu mg) / (M + m)$ | 台と小物体を一つの系として考えると、系全体に働く水平方向の外力は、引く力 F と、小物体が台から受ける動摩擦力 μmg の反作用である。小物体が台から受ける動摩擦力は μmg であり、その反作用として台は左向きに μmg の力を受ける。したがって、系全体の運動方程式は $F - \mu mg = (M + m)a$ となり、これを a について解くと $a = (F - \mu mg) / (M + m)$ となる。 |
| 問4 | 答え 1 $k + K$ | 並列接続されたばね系では、系全体に同じ伸び d が生じるとき、系全体の復元力 F は各ばねの復元力の和となります。 $F = kd + Kd = (k + K)d$ となるため、合成ばね定数は各ばね定数の和である $k + K$ となります。直列接続の場合とは異なり、並列ではばね定数が単純に加算される点が物理学上の重要な性質です。 |
| 問5 | 答え 1 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6 | 答え 1 $a = g * \tan(\theta)$ | おもりとともに運動する観測者から見ると、おもりには重力 mg 、糸の張力 T 、および水平方向に慣性力 ma が働いて静止している。鉛直方向の力のつり合いから $T * \cos(\theta) = mg$ 、水平方向の力のつり合いから $T * \sin(\theta) = ma$ が成り立つ。これら2式の比をとると、 $\tan(\theta) = a / g$ となり、整理すると $a = g * \tan(\theta)$ が導かれる。 |
| 問7 | 答え 1 理論出力 980 kW、効率 44 % | 位置エネルギーの減少分（仕事率）は、質量 m 、重力加速度 g 、高さ h を用いて mgh で求められる。毎秒1000 kgの水が100 m落下する場合、 $1000 \text{ kg} \times 9.8 \text{ m/s}^2 \times 100 \text{ m} = 980,000 \text{ J/s} = 980 \text{ kW}$ となる。実際の出力が431.2 kWであるため、効率は $431.2 / 980 = 0.44$ となり、44 %と算出される。 |
| 問8 | 答え 1 斜面に摩擦力が働かないとき | 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、その分だけ力学的エネルギーが熱エネルギー等に散逸し、総和は一定に保たれない。したがって、斜面において摩擦力が無視できる理想的な環境下でのみ、エネルギーの総和は保存される。 |
| 問9 | 答え 2 9.9 m/s | 力学的エネルギー保存の法則より、頂上での位置エネルギー mgh が、地面での運動エネルギー $(1/2)mv^2$ に変換されます。 $mgh = (1/2)mv^2$ より、 $v = \sqrt{2gh}$ となります。 $v = \sqrt{2 * 9.8 * 5.0} = \sqrt{98}$ となり、約9.9 m/sと求められます。 |