高校物理プリント（過去問類似）
力学 No.5

名前 ＿＿＿＿＿＿

得点 ／10

問1 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と小球Bの運動エネルギーは等しい
2. 小球Aの運動エネルギーの方が大きい
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2 鉛直上向きに加速度aで上昇するエレベーターの内部において、質量Mの物体がばね定数kのばねに吊るされて静止している。このとき、ばねの伸びx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。（2017年　全国公立入試　類似）

1. M(g+a)/k
2. Mg/k
3. M(g-a)/k
4. 2M(g+a)/k

問3 重力による位置エネルギー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. 位置エネルギーは物体の速度の2乗に比例する。
2. 位置エネルギーは基準面からの高さに比例する。
3. 位置エネルギーは物体の質量に関わらず常に一定である。
4. 位置エネルギーは重力加速度の大きさに反比例する。

問4 運動方程式に関する記述として最も適切なものはどれか。（2021年　全国公立入試　類似）

1. 物体の加速度は、物体にはたらく合力に比例し、質量に反比例する。
2. 物体の加速度は、物体にはたらく合力に反比例し、質量に比例する。
3. 物体の加速度は、物体にはたらく合力と質量に依存せず常に一定である。
4. 物体にはたらく合力がゼロのとき、物体は必ず静止し続ける。

問5 密度が1.0×10^3 kg/m^3である水が、断面積2.0×10^-4 m^2のノズルから速度20 m/sで噴出しているとき、このペットボトルロケットの質量流量は何kg/sか。（2024年　全国公立入試　類似）

1. 4.0 kg/s
2. 2.0 kg/s
3. 0.4 kg/s
4. 0.2 kg/s

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(θ)
2. a = g * sin(θ)
3. a = g * cos(θ)
4. a = g / tan(θ)

問7 剛体が回転運動をせず静止しているとき、任意の点を支点とした力のモーメントの和について正しい記述はどれか。（2010年　全国公立入試　類似）

1. 力のモーメントの和は常にゼロになる。
2. 力のモーメントの和は重力の大きさに依存する。
3. 力のモーメントの和は支点の位置によって変化する。
4. 力のモーメントの和は物体の質量に比例する。

問8 水平でなめらかな床面上において、質量mの小物体Aが速さvで運動し、静止していた質量3mの小物体Bと衝突して合体し、質量4mの小物体Cとなった。このとき、衝突後の小物体Cの速さVとして正しいものはどれか。（2020年　全国公立入試　類似）

1. v/4
2. v/2
3. v
4. 2v

問9 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. 両者の速度の差が時間とともに変化しないため
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. 両者の位置関係が常に変化しないため

問10 天井から吊り下げられた自然の長さhの軽いゴムひもの下端に、質量mの小球を取り付ける。小球を天井と同じ高さで静かに放したところ、小球は鉛直下向きに落下し、最下点z0（z0 < h）に達した。この間、ゴムひもはフックの法則に従うものとし、その比例定数をkとする。重力加速度の大きさをgとし、空気抵抗やゴムひもの質量は無視できるものとする。力学的エネルギー保存の法則を用いて、比例定数kを表す式として正しいものを、次のうちから一つ選べ。ただし、重力による位置エネルギーの基準は最下点z0とする。（2008年　全国公立入試　類似）

1. 2mg / (h - z0)
2. mg / (h - z0)
3. 2mg / (h - z0)^2
4. mg / (h - z0)^2

答え合わせ・解説 No.5

問1	**答え 1** **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2	**答え 1** **M(g+a)/k**	エレベーターと共に運動する観測者から見ると、物体には重力Mgのほかに、運動方向と逆向きに慣性力Maが働く。物体が静止しているとき、ばねの弾性力kxは、重力と慣性力の合力と釣り合う。したがって、kx = Mg + Ma = M(g+a)という関係式が成立し、これをxについて解くとx = M(g+a)/kとなる。慣性力は加速度運動をする系において現れる見かけの力であり、運動方程式を立てる際に重要となる。
問3	**答え 2** **位置エネルギーは基準面からの高さに比例する。**	重力による位置エネルギーは、物体が基準面からどれだけ高い位置にあるかを示す指標であり、式U=mghから明らかなように、質量m、重力加速度g、高さhの積で定義される。したがって、質量と重力加速度が一定であれば、位置エネルギーは高さhに比例する関係にある。
問4	**答え 1** **物体の加速度は、物体にはたらく合力に比例し、質量に反比例する。**	運動方程式 F = ma を変形すると a = F/m となる。この式から、加速度aは合力Fに比例し、質量mに反比例することがわかる。合力がゼロのときは加速度もゼロとなるが、これは静止状態だけでなく、等速直線運動を続ける状態も含まれるため、静止し続けるとは限らない。
問5	**答え 1** **4.0 kg/s**	質量流量は密度ρ、断面積A、噴出速度uの積（ρAu）で求められる。与えられた数値を代入すると、(1.0×10^3 kg/m^3) × (2.0×10^-4 m^2) × (20 m/s) = 4.0 kg/sとなる。単位の整合性を確認すると、(kg/m^3) × m^2 × (m/s) = kg/sとなり、質量流量の単位と一致する。
問6	**答え 1** **a = g * tan(θ)**	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(θ) = mg、水平方向の力のつり合いからT * sin(θ) = maが成り立つ。これら2式の比をとると、tan(θ) = a / g となり、整理すると a = g * tan(θ) が導かれる。
問7	**答え 1** **力のモーメントの和は常にゼロになる。**	剛体が静止しているとき、並進運動のつり合いだけでなく、回転運動のつり合いも成立しています。回転運動のつり合い条件とは、任意の点を支点とした力のモーメントの総和がゼロになることです。これは剛体上のどの点を支点に選んでも成立する物理的な法則であり、静止状態を維持するための必要十分条件です。
問8	**答え 1** **v/4**	衝突前後で外力が働かないため、運動量の総和は保存される。衝突前の運動量は小物体Aの質量mと速さvの積（mv）であり、衝突後の運動量は合体した小物体Cの質量4mと速さVの積（4mV）である。これらを等式で結ぶとmv = 4mVとなり、合体後の速さVはv/4と求められる。運動量保存の法則は、物体系に働く外力の和がゼロである場合に成立する重要な物理法則である。
問9	**答え 1** **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10	**答え 1** **2mg / (h - z0)**	最下点z0を基準とすると、小球を放した高さhでの力学的エネルギーは重力による位置エネルギーmg(h - z0)である。最下点z0では、小球の速度は0であり、ゴムひものの伸びはh - z0となるため、弾性エネルギーは1/2 * k * (h - z0)^2となる。力学的エネルギー保存の法則より、これらを等置してkについて解くと、k = 2mg / (h - z0)が得られる。