

問1 物体に働く力積と運動量の関係に関する記述として、物理学的に正しいものはどれか。（2021年 全国公立入試 類似）

1. 物体が静止している場合、物体に働く水平方向の力積の総和はゼロである。
2. 力積はスカラー量であり、その向きを考慮する必要はない。
3. 衝突において、物体が受ける力積の総和がゼロであれば、運動量は必ず変化する。
4. 力積の単位は N/s であり、運動量の単位である $\text{kg} \cdot \text{m/s}$ とは異なる。

問2 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/s^2 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

問3 あるモーターが一定の力で物体を動かし、10秒間で500ジュールの仕事をした。このモーターの仕事率は何ワットか。（2006年 全国公立入試 類似）

1. 50ワット 2. 5000ワット 3. 0.02ワット 4. 500ワット

問4 同一の作用点に複数の力が作用するとき、それらの合力を求める方法に関する記述として最も適切なものを、次のうちから一つ選べ。（2025年 全国公立入試 類似）

1. それぞれの力をベクトルとして表し、それらのベクトル和を求めよ。
2. すべての力の大きさの和を合力の大きさとし、最も大きい力と同じ向きを合力の向きとする。
3. それぞれの力の作用線の距離の比に応じて、大きさを比例配分して足し合わせる。
4. すべての力を水平方向と鉛直方向に分解し、それぞれの方向の最大値の差を合力とする。

問5 密度が ρ_0 の氷山が、密度が ρ の海水に浮いている。氷山全体の体積を V とし、海面上の体積が αV であるとき、この氷山にはたらく浮力の大きさ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。（2026年 全国公立入試 類似）

1. ρ_0 かける $(1-\alpha)$ かける V かける g
2. ρ_0 かける α かける V かける g
3. ρ かける α かける V かける g
4. ρ かける $(1-\alpha)$ かける V かける g

問6 2つの物体が衝突するとき、反発係数（はねかえり係数） e の値によって衝突の性質が分類される。 e の値と衝突前後の運動エネルギーの総和の変化に関する記述として最も適切なものはどれか。ただし、外部からの力は働かないものとする。（2026年 全国公立入試 類似）

1. $e = 1$ のときは弾性衝突と呼ばれ、衝突前後の運動エネルギーの総和は保存される。
2. $e = 0$ のときは完全非弾性衝突と呼ばれ、衝突後に2つの物体は合体せず、運動エネルギーの総和は増加する。
3. $0 < e < 1$ のときは非弾性衝突と呼ばれ、衝突後の運動エネルギーの総和は衝突前より増加する。
4. 反発係数 e の値に関わらず、衝突前後の運動エネルギーの総和は常に保存される。

問7 水平面上を滑る物体が動摩擦力のみを受けて減速運動をする際、その運動に関する記述として最も適切なものはどれか。（2011年 全国公立入試 類似）

1. 物体の質量が大きいほど、停止するまでの時間が長くなる。
2. 物体の初速度が大きいほど、停止するまでの加速度の大きさが大きくなる。
3. 動摩擦係数が大きいほど、停止するまでの時間が短くなる。
4. 物体に働く動摩擦力は、物体の速度が減少するにつれて小さくなる。

問8 断面積 S 、質量 m の円筒容器が、密度 ρ の液体に浮かんで静止している。容器の底面が液体表面から深さ h の位置にあるとき、容器にはたらく浮力の大きさとして正しい式はどれか。（2020年 全国公立入試 類似）

1. ρSg 2. ρShg 3. mSg 4. $\rho S/hg$

問9 機関車が客車を牽引する際、乾電池の化学エネルギーが運動エネルギーに変換される過程において、エネルギーの損失が生じる主な要因として最も適切なものはどれか。（2019年 全国公立入試 類似）

1. 電気回路やモーターにおける熱エネルギーへの散逸
2. 乾電池内部での光エネルギーの発生
3. 客車が運動することによる化学エネルギーの増加
4. 重力による位置エネルギーの完全な保存

答え合わせ・解説 No.3

問1	答え 1 物体が静止している場合、物体に働く水 平方向の力積の総和はゼロである。	力積 I は力 F と時間 t の積 ($I = Ft$) であり、運動量の変化量 (Δp) と等しい。物体が静止し続けている場合、その運動量は変化していないため、物体に働く力積の総和はゼロである。力積はベクトル量であり、向きを持つ。運動量の単位は $\text{kg} \cdot \text{m/s}$ であり、力積の単位 $\text{N} \cdot \text{s}$ と次元的に一致する。
問2	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。
問3	答え 1 50ワット	仕事率 (W) は、仕事 (J) を時間 (s) で割ることで求められる。本問では、500ジュールの仕事を10秒間で行っているため、 $500 \div 10$ を計算すると50となる。したがって、このモーターの仕事率は50ワットである。ジュールやニュートンなどの単位を混同せず、定義に基づいて計算することが重要である。
問4	答え 1 それぞれの力をベクトルとして表し、そ れらのベクトル和を求める。	複数の力が一点に作用する場合、それらの合力は、それぞれの力を表すベクトルの和 (ベクトル和) として求められます。力の大きさは単純に足し合わせることはできず、向きを考慮した合成が必要です。
問5	答え 1 ローかける(1-アルファ)かけるVかける g	アルキメデスの原理により、浮力の大きさは物体が押しよけている流体 (海水) の重さに等しい。氷山が海面下に沈んでいる部分の体積は、全体の体積 V から海面上の体積 αV を引いた、 V かける $(1-\alpha)$ となる。したがって、海水の密度を ρ 、重力加速度を g とすると、浮力は「海水の密度 \times 海面下の体積 \times 重力加速度」となり、ローかける $(1-\alpha)$ かける V かける g と表される。
問6	答え 1 $e = 1$ のときは弾性衝突と呼ばれ、衝突 前後の運動エネルギーの総和は保存され る。	反発係数 e が 1 の衝突は弾性衝突と呼ばれ、衝突の前後で運動エネルギーの総和が保存される。 $0 < e < 1$ の衝突は非弾性衝突 (特に $e = 0$ は完全非弾性衝突) と呼ばれ、衝突の際に熱や音などが発生するため、運動エネルギーの総和は減少する。運動量保存の法則は e の値に関わらず常に成り立つが、運動エネルギーは弾性衝突の場合のみ保存される。
問7	答え 3 動摩擦係数が大きいほど、停止するまで の時間が短くなる。	運動方程式 $ma = -\mu' mg$ より、加速度の大きさは $\mu' g$ であり、これは質量 m に依存しない。一方、停止までの時間 t ($t = v / (\mu' g)$) と表されるため、動摩擦係数 μ' が大きいほど分母が大きくなり、停止時間は短くなる。動摩擦力は速度に関わらず一定の値 $\mu' mg$ をとるため、速度の減少に伴って変化することはない。
問8	答え 2 ρShg	アルキメデスの原理により、液体に浮かぶ物体にはたらく浮力の大きさは、その物体が排除した液体の重さに等しい。円筒容器の底面が深さ h まで沈んでいるとき、排除された液体の体積は断面積 S と深さ h の積である Sh となる。これに液体の密度 ρ と重力加速度 g を乗じることで、浮力の大きさ ρShg が導かれる。静止状態では、この浮力と容器にはたらく重力 mg が釣り合っている。
問9	答え 1 電気回路やモーターにおける熱エネルギ ーへの散逸	エネルギー変換の過程では、すべてのエネルギーが目的とする運動エネルギーに変換されるわけではありません。電気回路の抵抗による発熱や、モーターの摩擦熱など、一部は熱エネルギーとして周囲に放出されます。これは熱力学の法則に従い、エネルギー変換効率が100%にならないことを示しており、現実の物理現象では不可避な損失です。