

問1 ばねの自然の長さからの伸び x とばね定数 k 、物体にはたらく重力 mg の関係について、物体が床から離れる瞬間の物理的な意味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. ばねの弾性エネルギーが重力による位置エネルギーと等しくなる。
2. 弾性力が重力よりも大きくなり、物体が加速し始める。
3. 重力が弾性力よりも大きくなり、物体が床に押し付けられる。
4. 弾性力が重力とつり合い、物体にはたらく合力がゼロになる。

問2 太陽の周りを公転する惑星が、太陽からの距離 r を増大させながら遠ざかっているとき、惑星の運動エネルギーと万有引力による位置エネルギー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、無限遠を位置エネルギーの基準点とする。（2018年 全国公立入試 類似）

1. 運動エネルギーは増加し、位置エネルギーは減少して負の方向に大きくなる。
2. 運動エネルギーは減少し、位置エネルギーは増加してゼロに近づく。
3. 運動エネルギーと位置エネルギーの両方が増加する。
4. 運動エネルギーと位置エネルギーの両方が減少する。

問3 風速が10 m/sから15 m/sの範囲において、出力が20 kWで一定となる風力発電機がある。この風力発電機が風速12 m/sの風を受けて1日（24時間）連続して稼働したとき、この風力発電機が得る発電量は、一般家庭の1日の消費電力量である18kWhの約何倍になるか。最も適切なものを、次のうちから一つ選べ。（2023年 全国公立入試 類似）

1. 10倍
2. 24倍
3. 27倍
4. 48倍

問4 長さ $2l$ の均質な棒が水平に保たれ、両端を鉛直上向きの糸で吊るされている。棒の重心が左端から距離 l の位置にあるとき、左端の糸の張力 T_A と右端の糸の張力 T_B の比 T_A/T_B はどのように表されるか。（2014年 全国公立入試 類似）

1. $(2l - l) / l$
2. $l / (2l - l)$
3. $l / 2l$
4. $2l / l$

問5 力学的エネルギーの損失に関する記述として最も適切なものはどれか。（2015年 全国公立入試 類似）

1. 壁との衝突において、反発係数が1より小さい場合、小球の運動エネルギーは保存される。
2. 壁との衝突において、水平方向の速度成分が変化しても、運動エネルギーは変化しない。
3. 壁との衝突において、力学的エネルギーの損失分は、主に衝突時の熱や音などのエネルギーに変換される。
4. 壁との衝突において、反発係数が0の場合、小球は衝突前の速度と同じ大きさで跳ね返る。

問6 断面積 S 、長さ L 、密度 ρ の円柱状の浮きの下端に質量 m のおもりが吊り下げられ、水面で静止している。このとき、水面から上の浮きの高さ x を求める式として正しいものはどれか。ただし、水の密度を ρ_0 、重力加速度の大きさを g とする。（2009年 全国公立入試 類似）

1. $x = L - (\rho * S * L + m) / (\rho_0 * S)$
2. $x = L - (\rho_0 * S * L) / (\rho * S + m)$
3. $x = (\rho * S * L + m) / (\rho_0 * S)$
4. $x = L - (\rho * S * L) / (\rho_0 * S + m)$

問7 水平な床にちょうつがい固定された、長さ L 、質量 m の一様な棒がある。棒は水平面から 30度の角度を保ち、先端に取り付けられた水平な糸によって引かれて静止している。糸の他端には滑車を介して質量 M のおもりが吊り下げられている。おもりの質量 M 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、重力加速度の大きさを g とし、糸と滑車の質量および摩擦は無視できるものとする。（2007年 全国公立入試 類似）

1. $\sqrt{3} * m$
2. $(\sqrt{3}/4) * m$
3. $(1/2) * m$
4. $(\sqrt{3}/2) * m$

問8 質量 m の物体が水平面上を速度 v_0 で進み、固定された鉛直な壁に反発係数 e で衝突した。この衝突によって失われた力学的エネルギーの量として正しいものはどれか。（2026年 全国公立入試 類似）

1. 二分の一 $m v_0$ の二乗 $(1 - e)$
2. 二分の一 $m v_0$ の二乗 $(1 - e)$ の二乗
3. 二分の一 $m v_0$ の二乗 $(1 + e)$
4. 二分の一 $m v_0$ の二乗 $(1 + e)$ の二乗

問9 質量 m の小球を鉛直上向きに投げ上げたとき、小球が上昇している最中に受ける空気抵抗の向きとして正しいものはどれか。（2023年 全国公立入試 類似）

1. 鉛直下向き
2. 鉛直上向き
3. 水平方向
4. 重力と同じ向き

答え合わせ・解説 No.4

問1	答え 4 弾性力が重力とつり合い、物体にはたらく合力がゼロになる。	物体が床から離れる瞬間とは、床からの垂直抗力がゼロになる境界の状態を指す。このとき、物体にはたらく力は鉛直下向きの重力と鉛直上向きの弾性力のみであり、これらがつり合うことで合力がゼロとなり、物体は静止または等速運動の状態を維持する。このつり合い条件がフックの法則における伸びを決定する物理的根拠である。
問2	答え 2 運動エネルギーは減少し、位置エネルギーは増加してゼロに近づく。	惑星が太陽から遠ざかる際、万有引力が運動方向と逆向きに働くため、惑星は減速し運動エネルギーは減少する。一方、万有引力による位置エネルギーは $U = -GMm/r$ で表され、距離 r が増加すると分母が大きくなるため、負の値である位置エネルギーは増加してゼロに近づく。力学的エネルギー保存則により、全エネルギーは一定に保たれる。
問3	答え 3 27倍	風速 12 m/s は 10 m/s から 15 m/s の範囲内であるため、風力発電機の出力は 20 kW で一定である。この発電機が 24 時間稼働したときの発電量は、20 kW に 24 時間を掛けた 480 kWh となる。一般家庭の 1 日の消費電力量 18 kWh で割ると、 $480 / 18 = 26.6\dots$ 倍となり、最も近い値は 27 倍である。
問4	答え 1 $(2l - l_1) / l_1$	棒が水平に静止しているとき、任意の点まわりの力のモーメントの和はゼロになる。重心まわりのモーメントのつりあいを考えると、左端の張力 TA によるモーメントと右端の張力 TB によるモーメントが釣り合う。左端から重心までの距離が l_1 であるため、右端から重心までの距離は $2l - l_1$ となる。したがって、 $TA \cdot l_1 = TB \cdot (2l - l_1)$ が成立し、張力の比 TA/TB は $(2l - l_1) / l_1$ と求められる。
問5	答え 3 壁との衝突において、力学的エネルギーの損失分は、主に衝突時の熱や音などのエネルギーに変換される。	力学的エネルギーが保存されるのは、保存力のみが働く場合である。壁との衝突のような非弾性衝突では、反発係数 e が 1 未満であれば運動エネルギーの一部が失われる。この失われたエネルギーは、衝突時の変形による熱エネルギーや音エネルギー、あるいは壁の振動エネルギーとして散逸する。したがって、力学的エネルギーは衝突前後で保存されない。
問6	答え 1 $x = L - (\rho \cdot S \cdot L + m) / (\rho_0 \cdot S)$	静止しているとき、浮きとおもりに働く重力の和 $(\rho \cdot S \cdot L \cdot g + m \cdot g)$ と、浮力 $(\rho_0 \cdot S \cdot (L - x) \cdot g)$ がつり合っている。この式から g を消去し、 $\rho_0 \cdot S \cdot (L - x) = \rho \cdot S \cdot L + m$ を導く。これを x について解くと、 $L - x = (\rho \cdot S \cdot L + m) / (\rho_0 \cdot S)$ となり、 $x = L - (\rho \cdot S \cdot L + m) / (\rho_0 \cdot S)$ が得られる。
問7	答え 4 $(\sqrt{3}/2) \cdot m$	棒のちょうつがいを回転軸として力のモーメントのつり合いを考える。重力 mg は棒の中心 $(L/2)$ に作用し、そのモーメントの大きさは $(L/2) \cdot mg \cdot \cos 30^\circ$ である。水平な糸の張力 T は棒の先端 (L) に作用し、そのモーメントの大きさは $L \cdot T \cdot \sin 30^\circ$ である。これらがつり合うため、 $(L/2) \cdot mg \cdot \cos 30^\circ = L \cdot T \cdot \sin 30^\circ$ が成り立つ。 $T = Mg$ を代入して整理すると、 $M = (\sqrt{3}/2) \cdot m$ となる。
問8	答え 2 二分の一 $m v_0$ の二乗 $(1 - e$ の二乗)	衝突前の運動エネルギーは二分の一 $m v_0$ の二乗である。衝突後の速度は反発係数 e を用いて ev_0 となるため、衝突後の運動エネルギーは二分の一 $m (ev_0)$ の二乗、すなわち二分の一 $m e$ の二乗 v_0 の二乗となる。失われたエネルギーは衝突前後の運動エネルギーの差であり、二分の一 $m v_0$ の二乗から二分の一 $m e$ の二乗 v_0 の二乗を引くことで、二分の一 $m v_0$ の二乗 $(1 - e$ の二乗) が導かれる。
問9	答え 1 鉛直下向き	物体が空気中を運動する際、空気抵抗は常に物体の運動方向とは逆向きに働きます。小球が鉛直上向きに運動しているとき、その運動を妨げる向きである鉛直下向きに空気抵抗が作用します。なお、重力も鉛直下向きに働くため、上昇中は重力と空気抵抗の両方が下向きに作用し、小球は減速します。