

問1 ばね定数 k のばねを自然長から x だけ引き伸ばした状態から、さらに x だけ引き伸ばして合計で $2x$ の伸びにした。このとき、蓄えられる弾性エネルギーは最初の状態（伸び x のとき）の何倍になるか。（2009年 全国公立入試 類似）

1. 4倍 2. 2倍 3. 8倍 4. 16倍

問2 地球の半径を R 、地球の質量を M 、万有引力定数を G とするとき、地表付近の物体に働く重力加速度 g 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. $g = G * M / R^2$ 2. $g = G * M / R$ 3. $g = G * M^2 / R^2$ 4. $g = G * M / R^3$

問3 フックの法則 $F = kx$ に従うばねにおいて、力 F と伸び x の関係を示すグラフの傾きが表す物理量として最も適切なものはどれか。（2017年 全国公立入試 類似）

1. ばねの弾性エネルギー 2. ばね定数 3. ばねの自然の長さ 4. ばねに加えた仕事率

問4 質量 M の台が摩擦のない床の上にあり、質量 m の小物体が高さ h の点から滑り降りる。小物体が台から離れる瞬間の小物体の速さを v 、台の速さを V とするとき、力学的エネルギー保存則を表す式として正しいものはどれか。（2004年 全国公立入試 類似）

1. $1/2mv^2 = mgh$ 2. $1/2MV^2 = mgh$ 3. $1/2mv^2 + 1/2MV^2 = mgh$ 4. $mv + MV = 0$

問5 初速度 19.6 m/s で小球を鉛直上向きに投げ上げたとき、高さ $y \text{ (m)}$ と時間 $t \text{ (s)}$ の関係を表す式として最も適切なものはどれか。ただし、重力加速度の大きさを 9.8 m/s^2 とし、投げ上げた位置を高さの基準とする。（2016年 全国公立入試 類似）

1. $y = 19.6t - 4.9t^2$ 2. $y = 19.6t - 9.8t^2$ 3. $y = 9.8t - 4.9t^2$ 4. $y = 19.6t + 4.9t^2$

問6 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られている。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. $(2l - l_1) / l_1$ 2. $l_1 / (2l - l_1)$ 3. $l_1 / 2l$ 4. $2l / l_1$

問7 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. 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。 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. 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。

問8 フックの法則が成り立つ弾性体において、ばねの伸びと加える力の関係について述べたもの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. ばねの伸びは、加える力の大きさに比例する。 2. ばねの伸びは、加える力の大きさに反比例する。 3. ばねの伸びは、加える力の大きさの2乗に比例する。 4. ばねの伸びは、加える力の大きさに関わらず一定である。

問9 加速度運動する台の上で物体が滑り出す現象について、慣性力と摩擦力の関係を説明した記述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. 慣性力は台の加速度と同じ向きに働き、摩擦力がこの慣性力に抗うことで物体は静止し続ける。 2. 物体が滑り出すのは、台の加速度によって生じる慣性力が、物体と台の間の最大静止摩擦力を下回ったときである。 3. 慣性力は架空の力であり、物体が滑り出すか否かの判定には、慣性力ではなく台から見た物体の運動方程式を用いるべきである。 4. 物体が滑り出す瞬間、物体に働く慣性力の大きさと最大静止摩擦力の大きさは等しくなる。

問10 天井から糸で吊り下げられた小球1と、その下方にばねを介して吊り下げられた小球2からなる系において、糸を切った直後に小球2の加速度が 0 となる理由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. 糸を切った直後はばねの伸びが瞬時には変化せず、小球2に働く上向きの弾性力と下向きの重力がつり合っているため。 2. 糸を切った直後はばねが瞬時に自然長に戻り、小球2に働く弾性力が 0 になるため。 3. 糸を切った直後は小球1のみに重力が働き、小球2には重力が働かなくなるため。 4. 糸を切ることでばねの弾性力が急激に増加し、重力よりも大きくなるため。

答え合わせ・解説 No.8

問1	答え 1 4倍	弾性エネルギーは伸びの二乗に比例する。伸びが x から $2x$ へと2倍になると、エネルギーは2の二乗である4倍になる。具体的には、伸び x のときのエネルギーは $(1/2)kx^2$ であり、伸び $2x$ のときのエネルギーは $(1/2)k(2x)^2 = (1/2)k(4x^2) = 2kx^2$ となり、元の値の4倍であることが確認できる。
問2	答え 1 $g = G * M / R^2$	地表付近の質量 m の物体に働く重力の大きさは、万有引力の法則より $F = G * (M * m) / R^2$ となる。一方で、運動方程式 $F = m * g$ を用いると、重力は $m * g$ と表される。これらを等置して $m * g = G * (M * m) / R^2$ となり、両辺を m で割ることで、重力加速度 $g = G * M / R^2$ が導かれる。
問3	答え 2 ばね定数	フックの法則 $F = kx$ において、力 F を縦軸、伸び x を横軸にとったグラフでは、傾きはばね定数 k に相当する。なお、このグラフの下側の面積は、ばねを x だけ伸ばすために外力がした仕事に等しく、それが弾性エネルギーとして蓄えられる。
問4	答え 3 $1/2mv^2 + 1/2MV^2 = mgh$	小物体が高さ h から滑り降りる際、摩擦がないため力学的エネルギーは保存されます。減少した位置エネルギー mgh は、小物体が持つ運動エネルギー $1/2mv^2$ と、台が持つ運動エネルギー $1/2MV^2$ の和に変換されます。したがって、エネルギー保存則の式は $1/2mv^2 + 1/2MV^2 = mgh$ となります。
問5	答え 1 $y = 19.6t - 4.9t^2$	鉛直投げ上げ運動における変位 y は、初速度 v_0 、重力加速度 g を用いて $y = v_0t - (1/2)gt^2$ と表される。本問では $v_0 = 19.6 \text{ m/s}$ 、 $g = 9.8 \text{ m/s}^2$ であるため、これらを代入すると $y = 19.6t - (1/2) * 9.8 * t^2 = 19.6t - 4.9t^2$ となる。この式は時間 t に関する二次関数であり、上に凸の放物線を描く。
問6	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 T_A によるモーメントと右端の張力 T_B 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、 $T_A * l_1 = T_B * (2l - l_1)$ が成立し、張力の比 T_A/T_B は $(2l - l_1) / l_1$ と求められる。
問7	答え 1 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、これらが釣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。この釣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8	答え 1 ばねの伸びは、加える力の大きさに比例する。	フックの法則は、弾性限度内において、ばねの伸び（または縮み）が加えた力の大きさに正比例するという物理法則である。この比例定数はばね定数と呼ばれ、ばねの硬さや形状に依存する。この法則は、力のつりあいや単振動の解析において基礎となる重要な関係式である。
問9	答え 4 物体が滑り出す瞬間、物体に働く慣性力の大きさと最大静摩擦力の大きさは等しくなる。	慣性力は非慣性系において運動方程式を立てる際に導入される見かけの力であり、加速度と逆向きに働く。物体が滑り出す限界状態では、慣性力と最大静摩擦力が釣り合っている。慣性力は加速度の向きと逆向きに作用し、この力が最大静摩擦力を超えたときに物体は滑り始めるため、境界条件として両者の大きさが等しい状態を考える。
問10	答え 1 糸を切った直後はばねの伸びが瞬時には変化せず、小球2に働く上向きの弾性力と下向きの重力がつり合っているため。	ばねの弾性力はばねの伸びに比例する。糸を切った直後の極めて短い時間では、小球の位置はほとんど移動しないため、ばねの伸びは変化しない。したがって、小球2に働くばねの弾性力は切る前と同じ大きさを維持する。切る前において小球2は重力と弾性力が釣り合って静止していたため、切った直後もこれらの力が釣り合った状態が維持され、合力が0となり加速度も0となる。