

問1 なめらかな円錐の斜面上において、小物体に水平方向の初速度 $v_0 = 4.9 \text{ m/s}$ を与えたところ、等速円運動を行った。重力加速度の大きさを $g = 9.8 \text{ m/s}^2$ 、円錐の頂角の半分を $\theta = 45^\circ$ ($\tan 45^\circ = 1.0$) とするとき、この等速円運動の回転半径 a の値として最も適切なものを、次のうちから一つ選べ。 (2017年 全国公立入試 類似)

1. 2.45 m 2. 1.23 m 3. 4.90 m 4. 0.50 m

問2 運動量保存の法則が成立する系において、導体棒の速度と時間の関係を示す状況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. 導体棒の速度は、時間が経過しても一定値に収束せず、無限に増加し続ける。
2. 導体棒の速度は、磁気力の影響により最終的に必ずゼロになる。
3. 導体棒の速度は、系の全運動量が保存される過程で、ある一定の値に漸近する。
4. 導体棒の速度は、磁場が存在する限り常に振動し続け、一定値にはならない。

問3 水平な実験台の上に置かれた台車に糸を取り付け、滑車を通して質量 0.2 kg のおもりを吊るした。おもりが落下する際、台車が受ける運動について最も適切な説明はどれか。 (2026年 全国公立入試 類似)

1. 台車は加速度が時間とともに増加する運動を行う
2. 台車は一定の速度で進む等速直線運動を行う
3. 台車は速度が徐々に減少する減速運動を行う
4. 台車は一定の加速度で加速する運動を行う

問4 風力発電のエネルギー変換の過程として、最も適切なものはどれか。 (2023年 全国公立入試 類似)

1. 風の熱エネルギーを回転運動に変え、発電機で電気エネルギーに変換する。
2. 風の力学的エネルギーを回転運動に変え、発電機で電気エネルギーに変換する。
3. 風の化学エネルギーを回転運動に変え、発電機で電気エネルギーに変換する。
4. 風の核エネルギーを回転運動に変え、発電機で電気エネルギーに変換する。

問5 ばね定数がそれぞれ k および $2k$ である二つのばねAとばねBがある。これら二つのばねを同じ長さ x だけ引き伸ばしたとき、ばねAに蓄えられる弾性エネルギー U_A と、ばねBに蓄えられる弾性エネルギー U_B の比 $U_A : U_B$ として正しいものはどれか。 (2009年 全国公立入試 類似)

1. $1 : 2$ 2. $1 : 4$ 3. $2 : 1$ 4. $4 : 1$

問6 水平でなめらかな床の上にある質量 2.0 kg の台車に、一定の力 4.0 N を加え続けた。このとき、台車に生じる加速度の大きさは何 m/s^2 か。 (2022年 全国公立入試 類似)

1. 0.5 m/s^2 2. 2.0 m/s^2 3. 4.0 m/s^2 4. 8.0 m/s^2

問7 質量のある物体が基準面に対して持つ位置エネルギーの定義として、最も適切なものはどれか。 (2004年 全国公立入試 類似)

1. 物体の質量と重力加速度の積を高さを割った値で表されるエネルギー
2. 物体の質量と速さの2乗の積を2で割った値で表されるエネルギー
3. 物体に加えた力と移動距離の積で表されるエネルギー
4. 物体の質量と重力加速度と高さの積で表されるエネルギー

問8 速度と時間の関係を表すグラフ (v - t グラフ) において、物体の移動距離はどのように表されるか。また、速度が一定の割合で増加する等加速度直線運動において、移動距離と時間の関係を表すグラフ (x - t グラフ) の形状はどうなるか。最も適当な組み合わせを次のうちから一つ選べ。 (2005年 全国公立入試 類似)

1. v - t グラフの傾きが移動距離を表し、 x - t グラフは下に凸の放物線 (二次関数) となる。
2. v - t グラフの下側の面積が移動距離を表し、 x - t グラフは直線 (一次関数) となる。
3. v - t グラフの下側の面積が移動距離を表し、 x - t グラフは下に凸の放物線 (二次関数) となる。
4. v - t グラフの傾きが移動距離を表し、 x - t グラフは直線 (一次関数) となる。

問9 水平で滑らかな床の上に置かれた質量 M の台があり、その上に質量 m の小物体が載っている。台と小物体の間の静止摩擦係数を μ 、重力加速度の大きさを g とする。台が右向きに加速度 a で加速しているとき、小物体が台の上で滑り出さないための条件として正しいものはどれか。 (2016年 全国公立入試 類似)

1. $a \geq \mu g$ 2. $a \geq \mu g$ 3. $a \leq \mu g$ 4. $a \leq \mu g$

答え合わせ・解説 No.7

問1	答え 1 2.45 m	等速円運動の回転半径aは、 $a = v_0^2 / (g \cdot \tan\theta)$ で表される。与えられた数値を代入すると、 $a = 4.9^2 / (9.8 \cdot 1.0) = 24.01 / 9.8 = 2.45 \text{ m}$ となる。これは、小物体に働く重力と垂直抗力の合力が向心力として作用することから導かれる。
問2	答え 3 導体棒の速度は、系の全運動量が保存される過程で、ある一定の値に漸近する。	運動量保存の法則が成り立つ系では、相互作用によって速度が変化しても、系の全運動量は一定に保たれます。電磁誘導によって導体棒間に磁気力が働く場合、速度差がある間は力が働き続け、速度が等しくなった時点で磁気力は消失します。このため、速度は急激に変化するのではなく、ある一定の値に向かって滑らかに近づく漸近的な挙動を示します。
問3	答え 4 台車は一定の加速度で加速する運動を行う	台車におもりを吊るした糸を取り付けると、おもりの重力によって糸に張力が生じ、台車は一定の力を受け続ける。ニュートンの運動方程式 $F=ma$ に従い、一定の力が加わる物体は一定の加速度で加速する。したがって、台車は等速直線運動や減速運動ではなく、一定の加速度で加速する運動を行う。
問4	答え 2 風の力学的エネルギーを回転運動に変え、発電機で電気エネルギーに変換する。	風力発電は、空気の流動が持つ運動エネルギー（力学的エネルギー）を風車の翼に作用させ、回転運動へと変換する。この回転を電磁誘導を利用した発電機に伝えることで、電気エネルギーを取り出す仕組みである。熱、化学、核エネルギーを利用する発電方式とは異なり、自然界の運動を直接利用する再生可能エネルギーに分類される。
問5	答え 1 1 : 2	弾性エネルギー U は、ばね定数 k と伸び x を用いて $U = (1/2)kx^2$ と表される。本問では伸び x が共通であるため、弾性エネルギーの比はばね定数の比に等しくなる。したがって、ばねAのばね定数 k とばねBのばね定数 $2k$ の比から、 $U_A : U_B = k : 2k = 1 : 2$ となる。
問6	答え 2 2.0 m/s²	運動方程式 $F=ma$ を用いて計算します。力 $F=4.0 \text{ N}$ 、質量 $m=2.0 \text{ kg}$ を代入すると、 $4.0 = 2.0 \times a$ となります。これを解くと、加速度 $a = 2.0 \text{ m/s}^2$ となります。質量が大きいほど加速度が小さくなるという反比例の関係が、この計算結果からも確認できます。
問7	答え 4 物体の質量と重力加速度と高さの積で表されるエネルギー	位置エネルギー（重力によるもの）は、物体が基準面からどれだけの高さにあるかによって蓄えられるエネルギーであり、式 $U = mgh$ で表されます。ここで m は質量、 g は重力加速度、 h は基準面からの高さを指します。これらは物体の運動状態ではなく、位置関係によって決まるエネルギーです。
問8	答え 3 v-tグラフの下側の面積が移動距離を表し、x-tグラフは下に凸の放物線（二次関数）となる。	速度と時間のグラフ（v-tグラフ）において、グラフの線と時間軸で囲まれた部分の面積（グラフの下側の面積）は物体の移動距離を表す。速度が一定の割合で増加する等加速度直線運動では、移動距離 x は時間 t の二次関数（ $x = v_0 \cdot t + 1/2 \cdot a \cdot t^2$ ）で表されるため、x-tグラフは下に凸の放物線を描く。
問9	答え 4 $a \leq \mu g$	加速度 a で運動する台を基準とすると、小物体には慣性力 ma が運動方向と逆向きに働く。小物体が滑り出さないためには、この慣性力が小物体に働く最大静止摩擦力 μmg 以下である必要がある。すなわち $ma \leq \mu mg$ が成り立ち、両辺を m で割ると $a \leq \mu g$ が得られる。慣性力の向きと摩擦力の釣り合いを正しく理解することが重要である。