

問1 液体中のある深さにおける圧力に関する記述として、最も適切なものはどれか。 (2016年 全国公立入試 類似)

1. 深さが深くなるほど、液体の密度に関わらず圧力は一定である。 2. 液体中の圧力は、大気圧の影響を受けない。 3. 深さ h における圧力は、大気圧に液体の密度、重力加速度、深さの積を加えた値である。 4. 液体中の圧力は、深さの2乗に比例して増加する。

問2 水平な線路上を走る質量 M の客車が、機関車から右向きに力 F で引かれ、同時に連結器から左向きに力 f で引かれながら距離 L だけ移動した。このとき、客車の運動エネルギーの増加量として正しい式はどれか。 (2019年 全国公立入試 類似)

1. $(F - f) \times L$ 2. $(F + f) \times L$ 3. $F \times L$ 4. $f \times L$

問3 質量 M の二つのおもりを定滑車でつないだ装置において、おもりが等速直線運動をしている理由として最も適切なものはどれか。 (2025年 全国公立入試 類似)

1. おもりに働く重力と糸の張力が釣り合っているから 2. 滑車が回転することで重力が打ち消されるから 3. 糸の張力が重力の2倍の大きさで作用しているから 4. 初速度を与えたことで慣性力が重力を上回ったから

問4 水平方向に初速度を与えて投射した小球の水平方向の位置を記録したところ、0.1秒ごとに0.39メートルずつ水平方向に移動していることがわかった。この小球の水平方向の速度として正しいものはどれか。 (2023年 全国公立入試 類似)

1. 0.39 m/s 2. 3.9 m/s 3. 0.039 m/s 4. 39 m/s

問5 水平な線路上で、機関車が質量 M の客車Aと質量 m の客車Bをひもで連結して右向きに一定の加速度で引いている。機関車が客車Aを引く力の大きさを F とし、客車Aと客車Bをつなぐひもが客車Bを引く力の大きさを f とする。このとき、 f を表す式として正しいものはどれか。 (2019年 全国公立入試 類似)

1. $f = (m / (M + m)) * F$ 2. $f = (M / (M + m)) * F$ 3. $f = (m / M) * F$ 4. $f = (M / m) * F$

問6 水平面に対して角度 θ をなすなめらかな斜面上において、質量 m の小物体を斜面に沿って高さ h だけ引き上げるために必要な仕事量はいくらか。 (2018年 全国公立入試 類似)

1. mgh 2. $mgh \sin \theta$ 3. $mgh \cos \theta$ 4. $mgh \tan \theta$

問7 質量 m の小物体を、同じ大きさの一定の力 F ($F > mg$) で引く3つの状況を考える。状況Aでは鉛直上向きに、状況Bではなめらかな傾き45度の斜面に沿って上向きに、状況Cではなめらかな水平面上で水平方向に、それぞれ静止した状態から力 F の方向に同じ距離 d だけ移動させた。移動後のそれぞれの運動エネルギーを K_A 、 K_B 、 K_C とするとき、これらの大小関係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 とする。 (2020年 全国公立入試 類似)

1. $K_C > K_B > K_A$ 2. $K_A > K_B > K_C$ 3. $K_A = K_B = K_C$ 4. $K_C > K_A > K_B$

問8 ばね定数が100 N/mのばねを自然の長さから0.20 mだけ伸ばしたとき、このばねに蓄えられる弾性エネルギーは何Jか。 (2017年 全国公立入試 類似)

1. 0.40 J 2. 1.0 J 3. 2.0 J 4. 4.0 J

問9 アルキメデスの原理に基づき、流体中の物体が受ける浮力について述べたもの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. 浮力の大きさは、物体が排除した流体の重さに等しい。 2. 浮力の大きさは、物体の密度が流体の密度より大きい場合にのみ働く。 3. 浮力の大きさは、物体が流体中で占める深さに比例して増加する。 4. 浮力の大きさは、物体の質量に比例し、流体の密度には依存しない。

問10 記録タイマーを用いて物体の運動を調べる際、記録テープ上に打たれた点の間隔と平均の速さの関係について述べた文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. 記録テープの打点間隔が広いほど、その区間の平均の速さは大きい。 2. 記録テープの打点間隔が狭いほど、その区間の平均の速さは大きい。 3. 記録テープの打点間隔に関わらず、平均の速さは常に一定である。 4. 記録テープの打点間隔が広いほど、その区間の平均の速さは小さい。

答え合わせ・解説 No.2

問1	答え 3 深さhにおける圧力は、大気圧に液体の密度、重力加速度、深さの積を加えた値である。	静止している液体中の圧力は、その点より上にある流体の重さによって生じます。深さhにおける圧力は、液面にかかる大気圧 P_0 に、深さhまでの液体柱の重さによる圧力 (ρgh) を加えたものとなります。これはパスカルの原理や流体の静力学の基本法則に基づいています。
問2	答え 1 $(F - f) \times L$	物体に働く合力は、右向きの方Fと左向きの方fの差である($F - f$)となる。仕事と運動エネルギーの定理によれば、運動エネルギーの増加量は合力がなした仕事に等しいため、合力($F - f$)に移動距離Lを掛けた値が運動エネルギーの増加量となる。機関車が引く力や連結器の力単独ではなく、すべての力を合計した合力を考慮する必要がある。
問3	答え 1 おもりに働く重力と糸の張力が釣り合っているから	等速直線運動とは加速度がゼロの状態を指す。ニュートンの運動の第2法則より、物体に働く合力がゼロであれば加速度はゼロとなる。本問の状況では、おもりに鉛直下向きに重力Mg、鉛直上向きに糸の張力Tが働いており、これらが釣り合っている ($T=Mg$) ため、合力はゼロとなり等速直線運動が維持される。
問4	答え 2 3.9 m/s	水平投射における水平方向の運動は等速直線運動である。速度をv、移動距離をx、経過時間をtとすると、 $v = x / t$ の関係が成り立つ。0.1秒間に0.39メートル移動しているため、 $v = 0.39 \text{ m} / 0.1 \text{ s} = 3.9 \text{ m/s}$ となる。
問5	答え 1 $f = (m / (M + m)) * F$	系全体の加速度をaとすると、運動方程式より $F = (M + m)a$ が成り立ち、 $a = F / (M + m)$ と表せる。客車Bのみに着目すると、ひもが引く力fは客車Bの質量mと加速度aの積であるため、 $f = ma$ となる。ここにaを代入すると、 $f = m * (F / (M + m)) = (m / (M + m)) * F$ が得られる。これは系全体の質量に対する客車Bの質量比が、力Fをどのように分配するかを示している。
問6	答え 1 mgh	斜面に沿って物体をゆっくり引き上げる場合、物体に加える力の大きさは重力の斜面方向成分である $mg \sin \theta$ と等しくなる。斜面に沿った移動距離は $h / \sin \theta$ であるため、仕事=力×距離の計算を行うと、 $(mg \sin \theta) \times (h / \sin \theta) = mgh$ となる。これは重力に逆らって高さhだけ持ち上げる仕事と等しい。
問7	答え 1 KC > KB > KA	仕事とエネルギーの関係より、移動後の運動エネルギーは合力がした仕事に等しい。移動距離dが共通であるため、合力が大きいほど運動エネルギーは大きくなる。各状況における運動方向の合力の大きさは、Aが $F - mg$ 、Bが $F - mg \sin 45^\circ$ 、Cが F となる。 $F > mg$ より合力の大きさはC、B、Aの順に大きいため、運動エネルギーの大小関係はKC > KB > KAとなる。
問8	答え 3 2.0 J	ばねの弾性エネルギーUは、ばね定数をk、伸びをxとすると $U = 1/2 * k * x^2$ の式で求められる。与えられた値 $k = 100 \text{ N/m}$ 、 $x = 0.20 \text{ m}$ を代入すると、 $U = 1/2 * 100 * (0.20)^2 = 50 * 0.04 = 2.0 \text{ J}$ となる。エネルギーの単位はジュール(J)である。
問9	答え 1 浮力の大きさは、物体が排除した流体の重さに等しい。	アルキメデスの原理によれば、流体中の物体が受ける浮力は、その物体が排除した流体の重さ (質量×重力加速度) と等しくなる。浮力は流体の密度と物体が水中にある体積の積に重力加速度を乗じた値であり、物体の深さや物体の密度そのものには直接依存しない。この原理は、物体が流体中で浮くか沈むかを決定する重要な物理法則である。
問10	答え 1 記録テープの打点間隔が広いほど、その区間の平均の速さは大きい。	記録タイマーは一定の時間間隔で打点を行うため、記録テープ上の打点間隔は、その時間内に物体が移動した距離に比例する。平均の速さは移動距離を時間で割った値であるため、同じ時間間隔であれば、移動距離が長いほど、すなわち打点間隔が広いほど平均の速さは大きくなる。