

問1 初速度ゼロで一定の加速度 a で運動する物体が、距離 h だけ移動したときの速さを v とする。このとき、加速度 a 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. v の2乗 / $2h$ 2. v の2乗 / h 3. $2v$ の2乗 / h 4. $4v$ の2乗 / h

問2 水平面上を一定の速度で直進する台車の上から、小球を台車に対して鉛直上向きに初速度 v で打ち出した。このとき、小球が達する最高点の高さについて、静止している台車から同じ初速度 v で打ち出した場合と比較した記述として最も適当なものはどれか。 (2018年 全国公立入試 類似)

1. 台車が動いているため、最高点の高さは静止時よりも高くなる。 2. 台車が動いているため、最高点の高さは静止時よりも低くなる。 3. 鉛直方向の初速度成分は変わらないため、最高点の高さは静止時と変わらない。 4. 水平方向の相対速度の影響により、最高点の高さは打ち出しの角度によって変化する。

問3 なめらかな水平面上に質量 M の物体Aと質量 m の物体Bが糸でつながれて置かれている。物体Aに水平方向に力 F が加えられ、系全体が等加速度運動をする際、糸が物体Bを引く張力の大きさとして正しいものはどれか。 (2017年 全国公立入試 類似)

1. $mF/(M+m)$ 2. $MF/(M+m)$ 3. $(M+m)F/m$ 4. $(M+m)F/M$

問4 鉛直方向に吊るされたばねの下端に質量 m の物体が接続されている。ばね定数を k 、重力加速度を g とする。物体が床から離れて静止しているとき、ばねの自然の長さからの伸び x 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. $x = mg/k$ 2. $x = k/mg$ 3. $x = m/kg$ 4. $x = k/g$

問5 物体が移動する際に、物体に働く合力がなす仕事と運動エネルギーの変化量が等しくなる理由として、最も適切な説明はどれか。 (2019年 全国公立入試 類似)

1. 運動方程式と等加速度直線運動の公式から導かれるエネルギー保存の法則の一形態であるため。 2. 物体に働く摩擦力が常に負の仕事を行い、エネルギーを熱として外部に放出するため。 3. 物体が移動する距離が長くなるほど、重力による位置エネルギーが運動エネルギーに変換されるため。 4. 合力がなす仕事が物体の質量に比例し、速度の2乗には依存しないため。

問6 断面積が一定ではない物体を水面に沈める場合、深さに対する浮力の変化率が一定にならない形状として、最も適切なものはどれか。 (2024年 全国公立入試 類似)

1. 円すい 2. 円柱 3. 直方体 4. 立方体

問7 等速直線運動をしている2つの物体において、相対速度が常に一定となる理由として、最も適切なものはどれか。 (2022年 全国公立入試 類似)

1. 両者の速度の差が時間とともに変化しないため 2. 両者の速度が常に同じ向きを向いているため 3. 両者の加速度がともにゼロではないため 4. 両者の位置関係が常に変化しないため

問8 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9 静止している物体にはたらく力のつり合いに関する記述として最も適当なものはどれか。 (2024年 全国公立入試 類似)

1. 物体にはたらくすべての力の合力がゼロである。 2. 物体にはたらく重力と浮力の大きさは常に等しい。 3. 物体にはたらく張力は、常に重力とつり合っている。 4. 物体が静止しているとき、物体にはたらく力は存在しない。

問10 小球を初速度 19.6 m/s で鉛直上向きに投げ上げたとき、この小球が最高点に到達するまでの時間は何秒か。ただし、重力加速度の大きさを 9.8 m/s^2 とする。 (2018年 全国公立入試 類似)

1. 1.0 秒 2. 2.0 秒 3. 4.0 秒 4. 9.8 秒

答え合わせ・解説 No.4

問1	答え 1 vの2乗 / $2h$	等加速度直線運動において、初速度が0のとき、速さ v 、加速度 a 、移動距離 h の間には v の2乗 = $2ah$ という関係式が成り立つ。この式を加速度 a について解くと、 $a = v$ の2乗 / $2h$ となる。これはエネルギー保存則や仕事と運動エネルギーの関係からも導くことができる物理学の基本的な関係式である。
問2	答え 3 鉛直方向の初速度成分は変わらないため、最高点の高さは静止時と変わらない。	小球の最高点の高さは、鉛直方向の初速度成分のみに依存します。台車が水平方向に一定の速度で運動していても、小球を打ち出す装置が台車に対して鉛直上向きに初速度を与えるならば、その鉛直成分は台車の運動の影響を受けません。したがって、小球の鉛直方向の運動は静止時と同一となり、最高点の高さも変化しません。水平方向の速度は相対速度として加わりますが、高さには影響を及ぼしません。
問3	答え 1 $mF/(M+m)$	系全体を一つの物体とみなすと、全体の質量は $M+m$ であり、運動方程式 $F = (M+m)a$ が成り立つ。これより加速度 $a = F/(M+m)$ が得られる。次に、物体Bのみに注目すると、物体Bを水平方向に加速させているのは糸の張力 T のみである。したがって、物体Bの運動方程式 $T = ma$ に先ほどの加速度 a を代入すると、 $T = m * (F/(M+m)) = mF/(M+m)$ となる。
問4	答え 1 $x = mg/k$	フックの法則により、ばねが物体を引く弾性力の大きさは kx と表される。物体が床から離れて静止しているとき、物体にはたらく重力 mg とばねの弾性力 kx はつり合っている。このつり合いの式は $mg = kx$ と記述できる。したがって、伸び x について解くと $x = mg/k$ となる。この関係は、弾性力が重力を支えるために必要な伸びを示している。
問5	答え 1 運動方程式と等加速度直線運動の公式から導かれるエネルギー保存の法則の一形態であるため。	運動方程式 $F=ma$ と、等加速度直線運動における速度と距離の関係式($v^2 - v_0^2 = 2aL$)を組み合わせることで、 $F \times L = (1/2)mv^2 - (1/2)mv_0^2$ という関係式が導かれる。これは合力がなした仕事と運動エネルギーの変化量に等しいことを示しており、力学における基本的なエネルギーの保存と変換の法則を表現している。
問6	答え 1 円すい	浮力は物体が排除した流体の体積に比例する。円柱や立方体、直方体は、底面に対して垂直に沈める場合、深さに対する断面積が一定であるため、浮力は深さに比例して変化する。一方、円すいのように深さによって断面積が変化する形状では、水面下にある体積の増加率が深さとともに変化するため、浮力の変化率も一定にはならない。
問7	答え 1 両者の速度の差が時間とともに変化しないため	等速直線運動では、物体の速度ベクトルは時間的に変化しない。相対速度は相手の速度ベクトルから自分の速度ベクトルを引いたものであり、両者の速度が一定であれば、その差である相対速度もまた時間的に変化せず一定となる。これはガリレイ変換における慣性系の性質に基づいている。
問8	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9	答え 1 物体にはたらくすべての力の合力がゼロである。	ニュートンの運動の第1法則（慣性の法則）により、静止している物体は、物体にはたらくすべての力の合力がゼロである状態にある。重力と浮力が等しくなるとは限らず、他に張力や垂直抗力などがはたらく場合もある。力が存在しないのではなく、それらの総和が打ち消し合っている状態を力のつり合いと呼ぶ。
問10	答え 2 2.0 秒	鉛直投げ上げ運動において、最高点では小球の速度は 0 m/s となる。速度の公式 $v = v_0 - gt$ を用いると、 $0 = 19.6 - 9.8 \times t$ となり、 $t = 19.6 / 9.8 = 2.0$ 秒と求められる。つまり、最高点に達するまでの時間は、初速度の大きさを重力加速度の大きさで割った値に等しい。