

問1 物体に3本のひもA、B、Cが接続され静止している。ひもAは水平左向き、ひもBは鉛直下向き、ひもCは水平面から45度上向きに引かれている。このとき、ひもAの張力をFA、ひもBの張力をFB、ひもCの張力をFCとすると、これらの力の大きさの比FA : FB : FC はいくらになるか。 (2018年 全国公立入試 類似)

1. 1 : 1 : 1 2. 1 : 1 : $\sqrt{2}$ 3. 1 : 2 : $\sqrt{2}$ 4. $\sqrt{2} : \sqrt{2} : 1$

問2 記録タイマーの打点間隔が一定であるとき、記録テープ上の隣り合う打点間の距離が徐々に長くなっている運動について、その物理的な意味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. 物体は一定の速さで運動している。 2. 物体は加速度運動をしており、速さが増加している。 3. 物体は加速度運動をしており、速さが減少している。 4. 物体は静止している。

問3 質量 m のおもりが、鉛直方向に張られたひもに吊るされ、一定の速さでゆっくりと下方に降ろされている。このとき、おもりの位置エネルギー、運動エネルギー、および力学的エネルギーの変化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. 位置エネルギーは減少し、運動エネルギーは一定で、力学的エネルギーは減少する 2. 位置エネルギーは減少し、運動エネルギーは増加し、力学的エネルギーは一定である 3. 位置エネルギーは一定で、運動エネルギーは増加し、力学的エネルギーは増加する 4. 位置エネルギーは減少し、運動エネルギーは一定で、力学的エネルギーは一定である

問4 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5 質量が等しい物体を、傾斜角の異なる2つのすべり台AとBの同じ高さから静かに放して滑らせる状況を考える。すべり台Aの傾斜角は30度、すべり台Bの傾斜角は60度である。このとき、物体が斜面をすべり落ちる加速度の大きさについて述べた文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. すべり台Aの方が加速度の大きさが大きい 2. すべり台Bの方が加速度の大きさが大きい 3. 両方のすべり台で加速度の大きさは等しい 4. どちらのすべり台でも加速度は重力加速度と等しい

問6 高さhから自由落下する小球Aと、床から鉛直投げ上げられた小球Bが同時に床に到達する状況を考える。小球Bの最高点の高さがhであるとき、床到達時の小球Aと小球Bの運動エネルギーの比較として正しいものはどれか。 (2023年 全国公立入試 類似)

1. 小球Aと小球Bの運動エネルギーは等しい 2. 小球Aの運動エネルギーの方が大きい 3. 小球Bの運動エネルギーの方が大きい 4. 小球の質量が不明であるため比較できない

問7 質量Mの物体Aと質量mの物体Bが糸で連結され、水平方向に引かれて等加速度直線運動をしている。このとき、物体Aの運動エネルギーと物体Bの運動エネルギーの比として正しいものはどれか。ただし、物体Aと物体Bの速さは常に等しいものとする。 (2017年 全国公立入試 類似)

1. 1 2. m/M 3. M/m 4. M^2/m^2

問8 質量がそれぞれ m である物体A、B、Cが滑車を介して連結され、全体が静止している。物体Aにはたらく重力の大きさを mg とするとき、物体Aを引くひもの張力の大きさとして正しいものはどれか。ただし、重力加速度の大きさを g とする。 (2018年 全国公立入試 類似)

1. mg 2. $mg/3$ 3. $mg/2$ 4. 2mg

問9 速度と時刻のグラフにおいて、直線の傾きが物理的に意味するものとして正しい記述はどれか。 (2026年 全国公立入試 類似)

1. 移動した距離 2. 加速度 3. 平均の速度 4. 変位の大きさ

問10 力のつり合いに関する記述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. 物体に働くすべての力の合力が0であるとき、物体は必ず静止している。 2. 物体に働くすべての力の合力が0であるとき、物体は等速直線運動または静止の状態にある。 3. 物体に働くすべての力の合力が0でないとき、物体は必ず等速直線運動をする。 4. 物体に働くすべての力の合力が0であるとき、物体には加速度が生じている。

答え合わせ・解説 No.1

問1	答え 2 1 : 1 : $\sqrt{2}$	物体が静止しているとき、物体に働く力のベクトル和はゼロとなる。力のつりあいを考えるため、ひもCの張力を水平方向と鉛直方向に成分分解する。水平方向のつりあいから $FA = FC \cos 45^\circ$ 、鉛直方向のつりあいから $FB = FC \sin 45^\circ$ が成り立つ。 $\cos 45^\circ$ と $\sin 45^\circ$ はともに $1/\sqrt{2}$ であるため、 $FA : FB : FC = (FC/\sqrt{2}) : (FC/\sqrt{2}) : FC$ となり、各項を FC で割り $\sqrt{2}$ をかけると $1 : 1 : \sqrt{2}$ が導かれる。
問2	答え 2 物体は加速度運動をしており、速さが増加している。	記録タイマーは一定時間ごとに打点するため、打点間の距離が徐々に長くなることは、同じ時間内に移動する距離が増えていることを意味する。これは物体の速さが時間とともに増加している状態であり、加速度が生じている加速度運動の典型的な例である。
問3	答え 1 位置エネルギーは減少し、運動エネルギーは一定で、力学的エネルギーは減少する	おもりが下降するため、高さに比例する位置エネルギーは減少する。一定の速さで移動しているため、速度に依存する運動エネルギーは変化しない。この過程では、ひもの張力が運動方向と逆向きに仕事をしており、非保存力である張力が負の仕事をするため、力学的エネルギー（位置エネルギーと運動エネルギーの和）は減少する。重力のみが仕事をする場合とは異なり、外部からの仕事がエネルギーを散逸させている。
問4	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 $v^2 = 2ah$ 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、 $a = v^2 / 2h$ 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5	答え 2 すべり台Bの方が加速度の大きさが大きい	斜面をすべり落ちる物体の加速度は、重力加速度の斜面方向成分である $g \sin \theta$ (g は重力加速度、 θ は傾斜角) で表される。傾斜角 θ が大きくなるほど $\sin \theta$ の値は大きくなるため、傾斜角が 60° であるすべり台Bの方が、 30° であるすべり台Aよりも加速度の大きさは大きくなる。結果として、すべり台Bの方が短い時間で床に到達する。
問6	答え 1 小球Aと小球Bの運動エネルギーは等しい	力学的エネルギー保存の法則によれば、床到達時の運動エネルギーは、落下開始時または投げ上げ時の力学的エネルギーに等しい。小球Aは高さ h での位置エネルギーを持ち、小球Bは最高点 h に達する初速度を持つ。両者の力学的エネルギーの総量は等しいため、床到達時の運動エネルギーも等しくなる。
問7	答え 3 M/m	運動エネルギー K は $K = 1/2mv^2$ で表される。物体Aの運動エネルギーを K_A 、物体Bの運動エネルギーを K_B とすると、 $K_A = 1/2Mv^2$ 、 $K_B = 1/2mv^2$ となる。同じ加速度で運動しているため、任意の時刻において両者の速さ v は共通である。したがって、比 K_A/K_B を計算すると、 $1/2$ と v^2 が相殺され、結果として質量の比である M/m が導かれる。
問8	答え 1 mg	物体Aが静止している状態では、物体Aにはたらく鉛直上向きの張力 T と、鉛直下向きの重力 mg がつり合っている。力のつり合いの式 $T - mg = 0$ より、張力 T は mg となる。滑車の反対側に連結された物体BとCの質量が合計で $2m$ であっても、物体Aが静止している限り、物体Aにかかる張力は自身の重力と等しい。
問9	答え 2 加速度	速度と時刻のグラフ (v - t グラフ) において、縦軸の速度 v を横軸の時刻 t で微分した値、すなわちグラフの傾きは加速度 a を表す。これに対し、グラフの下側の面積は、その時間内に物体が移動した距離 (変位) を表す。したがって、傾きは単位時間あたりの速度の変化率である加速度に対応する。
問10	答え 2 物体に働くすべての力の合力が0であるとき、物体は等速直線運動または静止の状態にある。	ニュートンの運動の第1法則 (慣性の法則) によれば、物体に働く力の合力が0であるとき、物体は静止しているか、あるいは等速直線運動を続ける。これは加速度が0であることを意味する。力のつり合いは、静止している状態だけでなく、速度が変化しない等速直線運動の状態でも成立する物理的な条件である。

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。

問1 カFと伸びxの関係が比例関係にあり、伸びが0.20メートルのとき力が20ニュートンであるばねがある。このばねを自然の長さから0.20メートル伸ばしたときに蓄えられる弾性エネルギーは何ジュールか。 (2017年 全国公立入試 類似)

1. 1.0 ジュール 2. 2.0 ジュール 3. 4.0 ジュール 4. 8.0 ジュール

問2 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。 2. 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。 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3 速度と時刻のグラフにおいて、直線の傾きが物理的に意味するものとして正しい記述はどれか。 (2026年 全国公立入試 類似)

1. 移動した距離 2. 加速度 3. 平均の速度 4. 変位の大きさ

問4 高さhから自由落下する小球Aと、床から初速度V0で鉛直投げ上げられた小球Bが、同時に床に到達する現象を考えます。小球Aが床に到達するまでの時間をt_A、小球Bが最高点に達するまでの時間をt_B_maxとすると、t_Aとt_B_maxの間に成り立つ関係式として正しいものを選択肢から選んでください。ただし、空気抵抗は無視できるものとします。 (2023年 全国公立入試 類似)

1. $t_A = 2 * t_{B_max}$ 2. $t_A = t_{B_max}$ 3. $t_A = 0.5 * t_{B_max}$ 4. $t_A = 4 * t_{B_max}$

問5 断面積が一定である円柱状の物体を、鉛直に立てた状態で水面にゆっくりと沈めていくとき、水面下にある物体の深さと浮力の関係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. 浮力は深さに比例して直線的に増加する 2. 浮力は深さの2乗に比例して増加する 3. 浮力は深さに関わらず一定である 4. 浮力は深さの平方根に比例して増加する

問6 質量Mの物体Aと質量mの物体Bが糸で連結され、水平方向に引かれて等加速度直線運動をしている。このとき、物体Aの運動エネルギーと物体Bの運動エネルギーの比として正しいものはどれか。ただし、物体Aと物体Bの速さは常に等しいものとする。 (2017年 全国公立入試 類似)

1. 1 2. m/M 3. M/m 4. M^2/m^2

問7 質量mの物体に一定の力Fを加えて、力の向きに距離xだけ移動させた。このとき、物体にはたらく合力がした仕事の総和と、物体の運動エネルギーの変化の関係について述べた文として最も適切なものを、次のうちから一つ選べ。ただし、摩擦や空気抵抗は無視できるものとする。 (2020年 全国公立入試 類似)

1. 合力がした仕事の総和は、物体の運動エネルギーの変化に等しい。 2. 合力がした仕事の総和は、物体の運動エネルギーの変化の2倍に等しい。 3. 合力がした仕事の総和は、物体の運動エネルギーの変化の平方根に等しい。 4. 合力がした仕事の総和と、物体の運動エネルギーの変化には直接の関係はない。

問8 天井から吊るされたばねAとばねBに、それぞれ同じ質量mのおもりを吊るして静止させた。ばねAは自然の長さからaだけ伸び、ばねBは自然の長さから2aだけ伸びた。このとき、ばねBの弾性力による位置エネルギーは、ばねAの弾性力による位置エネルギーの何倍になるか。 (2023年 全国公立入試 類似)

1. 1/2倍 2. 1倍 3. 2倍 4. 4倍

問9 物体が等速直線運動をしているとき、移動距離と経過時間の関係について最も適切な説明はどれか。 (2025年 全国公立入試 類似)

1. 移動距離は経過時間の2乗に比例する 2. 移動距離は経過時間に比例する 3. 移動距離は経過時間に関わらず一定である 4. 移動距離は経過時間の平方根に比例する

問10 火力発電のプロセスにおいて、エネルギーが変換される順序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. 化学エネルギー → 熱エネルギー → 運動エネルギー → 電気エネルギー 2. 熱エネルギー → 化学エネルギー → 運動エネルギー → 電気エネルギー 3. 運動エネルギー → 熱エネルギー → 化学エネルギー → 電気エネルギー 4. 化学エネルギー → 運動エネルギー → 熱エネルギー → 電気エネルギー

答え合わせ・解説 No.3

問1	答え 2 2.0 ジュール	フックの法則 $F = kx$ より、 $20 = k * 0.20$ となり、ばね定数 k は 100 ニュートン毎メートルと求められます。弾性エネルギー U の公式 $U = 0.5 * k * x^2$ に値を代入すると、 $U = 0.5 * 100 * (0.20)^2$ となります。これを計算すると、 $50 * 0.04 = 2.0$ となり、蓄えられるエネルギーは 2.0 ジュールです。
問2	答え 1 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3	答え 2 加速度	速度と時刻のグラフ（ v - t グラフ）において、縦軸の速度 v を横軸の時刻 t で微分した値、すなわちグラフの傾きは加速度 a を表す。これに対し、グラフの下側の面積は、その時間内に物体が移動した距離（変位）を表す。したがって、傾きは単位時間あたりの速度の変化率である加速度に対応する。
問4	答え 1 $t_A = 2 * t_{B_max}$	鉛直投げ上げ運動において、対称性から小球が最高点に達するまでの時間と、最高点から再び元の高さ（床）に戻るまでの時間は等しくなります。したがって、投げ上げられてから床に戻るまでの全運動時間は、最高点に達するまでの時間 t_{B_max} の2倍となります。自由落下する小球 A が床に到達する時間 t_A がこの全運動時間と等しいため、 $t_A = 2 * t_{B_max}$ という関係が成り立ちます。
問5	答え 1 浮力は深さに比例して直線的に増加する	アルキメデスの原理により、浮力は物体が排除した流体の体積に等しい重力に相当する。円柱状の物体を鉛直に沈める場合、深さが増すにつれて水面下にある体積は深さに比例して増加する。断面積が一定であるため、排除される水の体積と深さは線形関係にあり、結果として浮力も深さに比例して直線的に増加する。
問6	答え 3 M/m	運動エネルギー K は $K = 1/2mv^2$ で表される。物体 A の運動エネルギーを K_A 、物体 B の運動エネルギーを K_B とすると、 $K_A = 1/2Mv^2$ 、 $K_B = 1/2mv^2$ となる。同じ加速度で運動しているため、任意の時刻において両者の速さ v は共通である。したがって、比 K_A/K_B を計算すると、 $1/2$ と v^2 が相殺され、結果として質量の比である M/m が導かれる。
問7	答え 1 合力がした仕事の総和は、物体の運動エネルギーの変化に等しい。	物体に仕事がされると、その仕事の分だけ物体の運動エネルギーが変化する。これは「仕事とエネルギーの関係」と呼ばれ、物体にはたらく合力がした仕事の総和が、物体の運動エネルギーの変化量に等しくなることを示している。したがって、合力がした仕事の総和は運動エネルギーの変化に等しい。
問8	答え 3 2倍	つりあいの条件より、ばね A では $k_A * a = mg$ 、ばね B では $k_B * 2a = mg$ が成り立つ。これより $k_A = mg/a$ 、 $k_B = mg/(2a)$ となる。弾性力による位置エネルギー $U = 1/2 * k * x^2$ に代入すると、 $U_A = 1/2 * (mg/a) * a^2 = 1/2 * mga$ 、 $U_B = 1/2 * (mg/2a) * (2a)^2 = mga$ となり、 U_B は U_A の2倍となる。
問9	答え 2 移動距離は経過時間に比例する	等速直線運動では速さ v が一定であるため、移動距離 s と経過時間 t の関係は $s = vt$ という式で表される。この式は、 s が t に比例することを示しており、グラフに描くと原点を通る直線となる。したがって、移動距離は経過時間に比例するという記述が正しい。
問10	答え 1 化学エネルギー → 熱エネルギー → 運動エネルギー → 電気エネルギー	火力発電では、まず燃料が持つ化学エネルギーを燃焼によって熱エネルギーに変換します。その熱で水を沸騰させて蒸気を作り、蒸気の膨張力によってタービンを回転させることで運動エネルギーに変換します。最後に、タービンに連結された発電機が運動エネルギーを電気エネルギーに変換するという段階を踏みます。

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と割った値に等しい。

高校物理プリント（過去問類似）

力学 No.5

名前

得点

/10

問1 水平方向に速さ10 m/sで走る台車から、台車に対して鉛直上向きに速さ19.6 m/sで小球を打ち上げた。重力加速度の大きさを 9.8 m/s^2 とし、空気抵抗を無視できるものとするとき、小球が達する最高点の高さは何mか。 (2018年 全国公立入試 類似)

1. 10.0 m 2. 19.6 m 3. 29.4 m 4. 39.2 m

問2 ばね定数 k の同一のばね3本を並列に配置し、下端に水平な棒を固定した。この棒の中央から質量 m の物体を吊るして静止させたとき、各ばねの伸びとして正しいものはどれか。ただし、重力加速度の大きさを g とし、棒の質量およびばねの質量は無視できるものとする。 (2020年 全国公立入試 類似)

1. $mg/3k$ 2. $mg/2k$ 3. $2mg/k$ 4. $3mg/k$

問3 力学的エネルギー保存の法則に関する記述として、最も適切なものはどれか。 (2020年 全国公立入試 類似)

1. 保存力のみが働く系では、運動エネルギーと位置エネルギーの和は一定に保たれる。
2. 摩擦力が働く場合、力学的エネルギーは常に保存される。
3. 弾性エネルギーは、物体の運動エネルギーにのみ変換される。
4. 重力による位置エネルギーは、基準点をどこに設定しても値は変わらない。

問4 平面上の二つの力 F_1 と F_2 の合力を求める際、各成分を足し合わせる手法が成り立つ物理的な根拠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. 力はベクトル量であり、各軸方向の成分に分解して独立に扱うことができるから
2. 力はスカラー量であり、すべての成分を単純に加算するだけで大きさが求まるから
3. 合力の大きさは常に各力の大きさの和に等しく、成分の計算は不要だから
4. 力は常に x 軸または y 軸のいずれか一方にのみ作用するため

問5 水平面上を一定の速度で進む台車の上に設置された発射装置から、小球を鉛直上向きに打ち出した。空気抵抗を無視できる場合、小球が落下する位置として最も適切なものはどれか。 (2018年 全国公立入試 類似)

1. 発射装置の真上 2. 発射装置の進行方向前方 3. 発射装置の進行方向後方 4. 打ち出した瞬間の位置から後方にずれた地点

問6 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7 高さ 19.6 m の位置から、水平方向に異なる初速度で小球を投げ出す水平投射の実験を行う。このとき、小球が床に到達するまでの時間について最も適切な説明はどれか。ただし、重力加速度の大きさを 9.8 m/s^2 とし、空気抵抗は無視できるものとする。 (2023年 全国公立入試 類似)

1. 初速度の大きさが大きいほど、落下時間は短くなる。
2. 初速度の大きさが小さいほど、落下時間は短くなる。
3. 初速度の大きさに関わらず、落下時間は常に 2.0 秒である。
4. 初速度の大きさに関わらず、落下時間は常に 4.0 秒である。

問8 高さ h から自由落下する小球Aと、床から鉛直投げ上げられた小球Bが同時に床に到達する状況を考える。小球Bの最高点の高さが h であるとき、床到達時の小球Aと小球Bの運動エネルギーの比較として正しいものはどれか。 (2023年 全国公立入試 類似)

1. 小球Aと小球Bの運動エネルギーは等しい
2. 小球Aの運動エネルギーの方が大きい
3. 小球Bの運動エネルギーの方が大きい
4. 小球の質量が不明であるため比較できない

問9 静止していた物体が一定の加速度で移動している。移動距離が2倍になったとき、その時点での速さは元の何倍になるか。 (2025年 全国公立入試 類似)

1. 2倍 2. 4倍 3. ルート2倍 4. 1/2倍

問10 物体が一定の速さで移動する等速直線運動において、移動距離を s 、経過時間を t としたとき、速さ v 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. $v = s \times t$ 2. $v = s / t$ 3. $v = t / s$ 4. $v = s + t$

答え合わせ・解説 No.5

問1	答え 2 19.6 m	最高点の高さhは、鉛直方向の初速度v0を用いて $h = v_0^2 / (2g)$ で求められます。本問では台車の水平速度に関わらず、鉛直方向の初速度成分は19.6 m/sです。これに $g = 9.8 \text{ m/s}^2$ を代入すると、 $h = (19.6 * 19.6) / (2 * 9.8) = 384.16 / 19.6 = 19.6 \text{ m}$ となります。台車の水平方向の運動は最高点の高さに影響を与えないため、静止時と同じ計算結果が得られます。
問2	答え 1 $mg/3k$	フックの法則 $F = kl$ に基づき、ばねの伸び l は F/k で表される。3本のばねが並列に接続されている場合、物体に働く重力 mg は3本のばねに均等に分散されるため、各ばねにかかる力は $mg/3$ となる。したがって、各ばねの伸びは $(mg/3)/k = mg/3k$ となる。力のつりあいの条件から、系全体が静止しているとき、各ばねの弾性力の和が重力とつりあっている。
問3	答え 1 保存力のみが働く系では、運動エネルギーと位置エネルギーの和は一定に保たれる。	力学的エネルギー保存の法則は、重力や弾性力のような保存力のみが仕事をする場合に成立する。摩擦力や空気抵抗のような非保存力が働くと、力学的エネルギーの一部は熱エネルギーなどに変換され、力学的エネルギーの総量は保存されない。また、位置エネルギーの基準点は任意に設定できるが、その値自体は基準点によって変化する。
問4	答え 1 力はベクトル量であり、各軸方向の成分に分解して独立に扱うことができるから	力は大きさだけでなく向きを持つベクトル量である。ベクトルは直交する成分に分解することが可能であり、分解された各成分は互いに独立して扱うことができる。そのため、複数のベクトルを合成する際には、各軸方向の成分ごとに代数和をとることで、合力の成分を正確に算出することができる。これはベクトル解析における基本的な性質である。
問5	答え 1 発射装置の真上	慣性の法則により、打ち出された小球は打ち出された瞬間に台車と同じ水平方向の速度成分を持っている。空気抵抗を無視できる環境下では、水平方向には力が働かないため、小球は台車と同じ水平速度で等速直線運動を続ける。その結果、小球は台車上の発射装置に対して相対的に静止したまま落下し、装置の真上に着地する。
問6	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7	答え 3 初速度の大きさに関わらず、落下時間は常に 2.0 秒である。	水平投射における小球の運動は、水平方向の等速直線運動と、鉛直方向の自由落下運動に独立して分解できる。鉛直方向の運動は初速度がゼロの自由落下と同じであり、落下時間 t は高さ h と重力加速度 g を用いて $h = (1/2)gt^2$ と表される。この式から、落下時間は高さのみに依存し、水平方向の初速度には無関係であることがわかる。 $h = 19.6 \text{ m}$ 、 $g = 9.8 \text{ m/s}^2$ を代入すると、 $t = 2.0 \text{ 秒}$ となる。
問8	答え 1 小球Aと小球Bの運動エネルギーは等しい	力学的エネルギー保存の法則によれば、床到達時の運動エネルギーは、落下開始時または投げ上げ時の力学的エネルギーに等しい。小球Aは高さ h での位置エネルギーを持ち、小球Bは最高点 h に達する初速度を持つ。両者の力学的エネルギーの総量は等しいため、床到達時の運動エネルギーも等しくなる。
問9	答え 3 ルート2倍	等加速度直線運動の公式 $v^2 = 2ax$ より、速さの2乗は移動距離に比例する。移動距離が2倍になると、速さの2乗も2倍になる。したがって、速さ v は元の値のルート2倍となる。この関係は、加速度が一定である限り、物体の質量や具体的な加速度の値によらず常に成立する。
問10	答え 2 $v = s / t$	等速直線運動とは、物体が一定の速さで一直線上を移動する運動である。このとき、速さは単位時間あたりに進む距離として定義され、移動距離を要した時間で割ることで求められる。したがって、速さ v は移動距離 s を時間 t で割った $v = s / t$ と表される。