

問1 一定の重さの物体をある高さまで持ち上げる実験において、持ち上げる高さを変えずに、持ち上げるのにかかる時間をこれまでの2倍にした場合、仕事率はどのようになりますか。 (2015年 福井公立入試 類似)

1. もとの0.5倍になる      2. もとの2倍になる      3. もとの4倍になる      4. 変化しない

問2 なめらかな斜面上のレールを運動する小球が、レールの端から空中に放り出されたあと、最高点に達しました。この最高点に達した瞬間に小球にはたらく力の向きと名称について正しく述べたものはどれですか。ただし、空気の抵抗は考えないものとします。 (2017年 埼玉公立入試 類似)

1. 重力が鉛直下向きにはたらくている      2. 運動の向きである水平方向にはたらくている      3. 上向きにはたらく力と重力がつり合い、力ははたらくていない      4. 最高点では速さが一瞬ゼロになるため、力は完全にはたらくていない

問3 レールの途中に深くほみがあるコースを小球が転がるとき、水平な直線コースを転がる場合と比較して、小球の「平均の速さ」と「ゴールまでの所要時間」はどのように変化しますか。エネルギーの移り変わりの観点から適切なものを選びなさい。 (2015年 山梨公立入試 類似)

1. 位置エネルギーが運動エネルギーに変わることによって速い区間ができるため、平均の速さは大きくなり、所要時間は短くなる。      2. 運動エネルギーが位置エネルギーに変わることによって遅い区間ができるため、平均の速さは小さくなり、所要時間は長くなる。      3. 道のりが長くなる影響が速さの変化よりも大きいため、平均の速さは変わらず、所要時間は長くなる。      4. エネルギーの総和は一定に保たれるため、どのような形のレールであっても平均の速さと所要時間は一定である。

問4 環境保全の観点から太陽光発電を導入するメリットと、エネルギー利用上の課題を組み合わせた説明として、最も適切なものはどれですか。 (2019年 鳥取公立入試 類似)

1. 二酸化炭素や大気汚染物質を排出しない利点があるが、天候や時間帯によって発電量が大きく変動するという課題がある。      2. エネルギー効率が非常に高く無駄がない利点があるが、発電時に微量の温室効果ガスを放出するという課題がある。      3. 資源が枯渇しない利点があるが、火力発電よりも発電コストが大幅に低いために電力供給が過剰になるという課題がある。      4. 有害な廃棄物を全く出さない利点があるが、光エネルギーを一度熱エネルギーに変換してから電気を作るため効率が悪いという課題がある。

問5 1秒間に60回打点する記録タイマーを用いて、斜面を下る台車の運動を記録した。得られた記録テープを6打点ごとに切り取ったところ、ある区間のテープの長さが5.2cmであった。この区間における台車の平均の速さは何cm/sか、求めなさい。 (2017年 鳥取公立入試 類似)

1. 0.52 cm/s      2. 5.2 cm/s      3. 52 cm/s      4. 312 cm/s

問6 小球をはなす高さ、衝突した木片の移動距離の関係を調べる実験の結果について述べたものとして、適切なものはどれか。 (2022年 青森公立入試 類似)

1. グラフを作成すると、原点を通り右上がりの直線になる      2. グラフを作成すると、原点を通らずにある数値から始まる直線になる      3. グラフを作成すると、最初は急激に上がり、その後緩やかになる曲線になる      4. グラフを作成すると、高さが増すほど移動距離が減少する右下がりの直線になる

問7 摩擦や空気抵抗が無視できる斜面において、ある金属球を高さ20cmの地点から静かに離して転がしました。この金属球は、高さに比例して位置エネルギーが大きくなる性質があり、高さ20cmの地点での位置エネルギーの大きさは4であることがわかっています。金属球が斜面をくだり、高さ5cmの地点を通過する瞬間の運動エネルギーの値を求めなさい。ただし、地面にあたる高さ0cmの地点における位置エネルギーを0とします。 (2015年 千葉公立入試 類似)

1. 1      2. 3      3. 4      4. 5

問8 重りをつるした糸をプーリーにかけ、その重りが落下する力を利用して発電機を回す装置がある。この装置を作動させた際、糸とプーリー間に生じる摩擦によって、もともと持っていたエネルギーの一部が周囲に放出される。このとき、摩擦によって発生したエネルギーは何と呼ばれるか、最も適切なものを選びなさい。 (2024年 鹿児島公立入試 類似)

1. 熱エネルギー      2. 化学エネルギー      3. 光エネルギー      4. 弾性エネルギー

問9 同じ重さの物体を2本の糸で支える際、糸のなす角度を大きくすると、1本の糸にかかる力が大きくなる理由として最も適切な説明はどれですか。 (2020年 奈良公立入試 類似)

1. 物体を支えるために必要な上向きの合力の大きさが、角度とともに大きくなるため。      2. 一定の大きさの合力を生み出すために、角度が広がるほど1つの分力を大きくする必要があるため。      3. 角度が大きくなると重力が分散され、合力が小さくなるため。      4. 角度が大きくなると糸の張力の向きが重力と同じ向きに近づき、より大きな分力が必要になるため。

問10 支点からつるしたおもりを、ある高さの点Aから静かに放したところ、おもりは最下点を通過した直後に支点と最下点の間に設置された釘に当たり、短い半径で回転を続けた。摩擦や空気の抵抗を無視できる場合、おもりが反対側に到達する最高の高さについて正しく説明しているものはどれか。 (2022年 鳥取公立入試 類似)

1. 放した点Aよりも高い位置まで上がる      2. 放した点Aと同じ水平な高さまで上がる      3. 回転の半径が短くなるため、放した点Aよりも低い位置までしか上がらない      4. 釘に当たった衝撃でエネルギーが消費するため、釘と同じ高さで止まる

問11 質量1kg (重さ10N) の物体を、垂直に40cm引き上げる場合と、摩擦のないなめらかな斜面に沿って、垂直な高さで40cmとなる位置まで引き上げる場合を比較したとき、斜面を用いた際の仕事について述べたものとして正しいものはどれですか。 (2023年 青森公立入試 類似)

1. 斜面を使うと引く力の大きさは小さくなるが、移動させる距離が長くなるため、仕事の大きさは変わらない。      2. 斜面を使うと移動させる距離が長くなり、それだけ多くのエネルギーを消費するため、仕事の大きさは大きくなる。      3. 斜面を使うと引く力の大きさが小さくなり、楽に持ち上げることができるため、仕事の大きさは小さくなる。      4. 斜面を使うと垂直に引き上げるよりも短い距離で同じ高さに到達できるため、仕事の大きさは小さくなる。

問12 レールが水平になっている区間を金属球が移動しているとき、金属球にはたらく鉛直下向きの重力と、レールから受ける鉛直上向きの垂直抗力の関係として正しいものはどれですか。 (2020年 山梨公立入試 類似)

1. 重力と垂直抗力の大きさが等しく、つり合いの関係にある。      2. 重力のほうが垂直抗力よりも大きいため、下向きに力がはたらくている。      3. 垂直抗力のほうが重力よりも大きいため、上向きに力がはたらくている。      4. 水平方向に運動しているため、重力も垂直抗力もはたらくていない。

## 答え合わせ・解説

問1	答え 1 もとの0.5倍になる	仕事率は、仕事の量をかかった時間で割ることで求められます。同じ高さまで持ち上げる場合、仕事の量は一定ですが、分母となる時間が2倍になると、算出される仕事率はもとの値の1/2 (0.5倍) になります。つまり、同じ仕事をするのに時間をかけるほど、仕事率は小さくなります。
問2	答え 1 重力が鉛直下向きにはたらくている	空中に放り出された物体には、運動の状態や位置に関わらず、常に一定の重力が作用します。最高点においても物体には質量があるため、地球が中心に向かって引く「重力」が「鉛直下向き」にはたらくし続けます。運動の向きに力が必要であると誤解したり、最高点で力が消滅するとかえたりしないよう注意が必要です。
問3	答え 1 位置エネルギーが運動エネルギーが変わること で速い区間ができるため、平均の速さは大きくなり、所要時間は短くなる。	物体が低い位置へ移動すると、減少した位置エネルギーの分だけ運動エネルギーが増加し、速さが大きくなります。くぼみのあるレールでは、このエネルギーの移り変わりによって小球の速さが一時的に増大します。この速い区間が存在することで、コース全体の平均の速さは水平なコースよりも大きくなり、結果として同じ水平距離を移動するのにかかる所要時間は短くなります。
問4	答え 1 二酸化炭素や大気汚染物質を排出しない利点があるが、天候や時間帯によって発電量が大きく変動するという課題がある。	太陽光発電は、燃料を燃やさないため二酸化炭素や窒素酸化物などの汚染物質を排出しないという環境特性を持っています。しかし、光源を太陽に依存しているため、雨天時や夜間には発電できず、出力が不安定になるという物理的な課題を併せ持っています。また、光エネルギーから電気エネルギーへは直接変換されるため、熱エネルギーへの変換過程は経由しません。
問5	答え 3 52 cm/s	1秒間に60回打点する記録タイマーにおいて、6打点分が進むのにかかる時間は0.1秒に相当する。平均の速さは「移動した距離 ÷ かかった時間」という式で算出できるため、5.2cmを0.1秒で割る計算を行うことにより、52cm/sという値が導き出される。
問6	答え 1 グラフを作成すると、原点を通り右上がりの直線になる	小球をはなす高さが0cmのときは位置エネルギーも0であるため、木片は移動せず、移動距離も0cmとなります。そのため、グラフは必ず原点 (0, 0) を通ります。また、高さ移動距離は正比例の関係にあるため、グラフの形状は一定の割合で増加していく右上がりの直線となります。
問7	答え 2 3	物体の位置エネルギーは高さに比例するため、高さ20cmで位置エネルギーが4である場合、高さ5cmでの位置エネルギーは $4 \times (5 \div 20) = 1$ となります。力学的エネルギー保存の法則により、摩擦がない環境では「位置エネルギーと運動エネルギーの和 (力学的エネルギー)」は常に一定です。最高点 (20cm) での運動エネルギーは0なので、力学的エネルギーの合計は位置エネルギーと同じ4となります。したがって、高さ5cmでの運動エネルギーは、全エネルギーである4からその地点の位置エネルギー1を差し引いた、 $4 - 1 = 3$ と算出されます。
問8	答え 1 熱エネルギー	エネルギーが他の形態に変換される際、物体が接触して運動する場所には必ず摩擦が生じる。この摩擦によって、もともとのエネルギーの一部は熱エネルギーへと変換され、周囲の空間に拡散していく。これは、意図したエネルギー変換の効率を下げる要因となる。
問9	答え 2 一定の大きさの合力を生み出すために、角度が広がるほど1つの分力を大きくする必要があるため。	物体を静止させて支えるためには、2つの「分力」を合成した「合力」が、常に物体の重力とつり合う一定の大きさ (上向き) である必要があります。平行四辺形の対角線を合力として考えたとき、2辺のなす「角度」が大きくなるほど、対角線の長さを一定に保つためにはそれぞれの辺 (分力) を長くしなければならぬという原理に基づいています。
問10	答え 2 0 放した点Aと同じ水平な高さまで上がる	摩擦や空気の抵抗を無視できる条件では、物体が持つ位置エネルギーと運動エネルギーの和が常に一定に保たれる「力学的エネルギーの保存」が成り立つ。おもりが最高点に達した瞬間は速度がゼロになり、運動エネルギーがすべて位置エネルギーに変換される。途中で釘に当たって運動の軌道 (回転半径) が変化したとしても、エネルギーの総量は変わらないため、おもりは最初に持っていた位置エネルギーと同じ分だけ上昇し、点Aと同じ水平な高さまで到達する。
問11	答え 1 1 斜面を使うと引く力の大きさは小さくなるが、移動させる距離が長くなるため、仕事の大きさは変わらない。	仕事の大きさは、物体に加えた力の大きさと、力の向きに動かした距離の積 (力の大きさ × 距離) で決まります。斜面を利用すると、垂直に引き上げるよりも小さな力で物体を動かすことができますが、同じ高さまで運ぶためには、垂直方向の距離よりも長い斜面上の距離を移動させなければなりません。この「力が減った分だけ距離が増える」という関係により、計算される仕事の大きさは垂直に引き上げた場合と等しくなります。
問12	答え 1 2 重力と垂直抗力の大きさが等しく、つり合いの関係にある。	水平面上を運動する物体において、物体を地球が引く力である重力と、面が物体を押し返す力である垂直抗力は、向きが反対で大きさが等しい状態にあります。このように、1つの物体にはたらく2つの力が打ち消し合っている状態を力のつり合いと呼びます。