

高校物理プリント（過去問類似）

物理 I（旧課程の過去問） No.10

名前 _____

得点

/10

問1 質量 m の物体が、なめらかな斜面上の点Aから点Dまで移動する状況を考える。この間、物体には重力とばねの弾性力のみが働き、摩擦や空気抵抗は無視できるものとする。このとき、重力による位置エネルギーとばねの弾性エネルギーの和の変化として最も適切なものはどれか。 (2013年 全国公立入試 類似)

1. 物体の運動エネルギーの変化に応じて、和は常に増減を繰り返す。
2. 保存力のみが働くため、移動中に常に一定の値をとる。
3. 摩擦によるエネルギー損失があるため、移動とともに減少する。
4. 運動エネルギーが最大となる地点で、この和は最小となる。

問2 ばね定数 k のばねを自然長から x だけ伸ばしたときに蓄えられる弾性エネルギーの式として、正しいものはどれか。 (2013年 全国公立入試 類似)

1. $(1/2)kx$ 2. $(1/2)kx^2$ 3. kx 4. kx^2

問3 質量 m の小球が、自然の長さ h のゴムひもに吊るされ、高さ z の地点にある。鉛直上向きを正の向きとし、バネ定数を k 、重力加速度を g とすると、この小球の加速度 a を表す式として正しいものはどれか。 (2008年 全国公立入試 類似)

1. $k/m(h-z)-g$ 2. $k/m(z-h)-g$ 3. $k/m(h+z)-g$ 4. $k/m(h-z)+g$

問4 一端が閉じられたガラス管の開口部付近で振動数 425 Hz の音源を鳴らし、管内のピストンをゆっくりと移動させた。管の開口部からピストンまでの距離 L が 0.20 m のときに最初の共鳴が起こり、次に L が 0.60 m のときに二回目の共鳴が起こった。このとき、管内の音速として最も適切な値はどれか。 (2014年 全国公立入試 類似)

1. 255 m/s 2. 340 m/s 3. 425 m/s 4. 510 m/s

問5 力学的エネルギー保存の法則が成り立つ条件として、最も適切なものはどれか。 (2012年 全国公立入試 類似)

1. 物体に働く重力以外の力が仕事をしない場合
2. 物体が常に一定の速さで運動している場合
3. 物体に働く摩擦力が常に一定である場合
4. 物体の質量が時間とともに変化する場合

問6 断面積が一定のガラス管に閉じ込められた気体について、温度を一定に保ったまま、気体部分の長さを初期の20.0 cmから16.0 cmに圧縮した。このとき、気体の圧力は何倍になるか。 (2004年 全国公立入試 類似)

1. 1.25倍 2. 0.80倍 3. 1.50倍 4. 0.64倍

問7 天井から吊るされたばね定数 k のばねに質量 m の物体を取り付け、自然の長さから鉛直上向きに d だけ縮めた状態から静かに手を離れた。ばねが自然の長さになった瞬間の物体の運動エネルギーを表す式として最も適切なものはどれか。ただし、重力加速度の大きさを g とする。 (2012年 全国公立入試 類似)

1. $1/2kd^2 - mgd$ 2. $1/2kd^2 + mgd$ 3. $1/2kd^2 - 1/2mgd$ 4. $1/2kd^2 + 1/2mgd$

問8 二つの音源が等距離にある点Oにおいて、音源の位相が同じときは強め合っていた。このとき、音源の位相を逆転させると点Oではどのような現象が起こるか。 (2004年 全国公立入試 類似)

1. 点Oでは音波が弱め合い、音は小さくなる
2. 点Oでは音波が強め合い、音は大きくなる
3. 点Oまでの距離が等しいため、位相を逆転させても強め合う状態は変わらない
4. 点Oでは波の干渉が起こらなくなり、音は聞こえなくなる

問9 熱力学第二法則に関する記述として、最も適切なものはどれか。 (2006年 全国公立入試 類似)

1. 熱機関において、吸収した熱のすべてを仕事に変換することは不可能である。
2. 熱機関が外部から受け取る仕事の総量は、内部エネルギーの変化量と等しい。
3. 熱機関の効率は、高温熱源と低温熱源の温度差を大きくすることで常に100パーセントに達する。
4. 熱機関の内部で発生する熱量は、仕事に変換されるエネルギー量よりも常に大きくなる。

問10 水平な床の上に置かれた質量 m の物体が、ばね定数 k のばねで壁に接続されている。この物体を自然長の位置から右方向に距離 x だけゆっくりと引き伸ばす際、外力が物体に対して行う仕事 W を表す式として最も適切なものはどれか。ただし、物体と床との間の動摩擦係数を μ 、重力加速度の大きさを g とする。 (2006年 全国公立入試 類似)

1. $W = (1/2)kx^2 + \mu mgx$ 2. $W = (1/2)kx^2$ 3. $W = \mu mgx$ 4. $W = (1/2)kx^2 + \mu mg$

答え合わせ・解説 No.10

問1	答え 4 運動エネルギーが最大となる地点で、この和は最小となる。	力学的エネルギー保存の法則により、運動エネルギー、重力による位置エネルギー、および弾性エネルギーの総和は一定に保たれる。したがって、重力による位置エネルギーと弾性エネルギーの和は、力学的エネルギーから運動エネルギーを差し引いた値となる。物体が運動している間、運動エネルギーは正の値をとるため、運動エネルギーが最大となる地点で、残りのエネルギーの和は最小値をとる。
問2	答え 2 $(1/2)kx^2$	ばねの弾性エネルギーは、フックの法則 ($F=kx$) に従う力を位置 x で積分することで導かれる。自然長から x まで引き伸ばす際、力は距離に比例して増加するため、平均の力は $(1/2)kx$ となる。これに移動距離 x を乗じることで、蓄えられるエネルギーは $(1/2)kx^2$ と表される。これは保存力による位置エネルギーの一種である。
問3	答え 1 $k/m(h-z)-g$	小球には鉛直下向きに重力 mg 、鉛直上向きにゴムひもの弾性力 $k(h-z)$ が働いています。運動方程式 $ma=F$ において、鉛直上向きを正の向きとすると、 $ma=k(h-z)-mg$ となります。この両辺を質量 m で割ることで、加速度 a は $k/m(h-z)-g$ と導出されます。この式は、小球の位置 z に応じて加速度が変化し、復元力が働く様子を示しています。
問4	答え 2 340 m/s	気柱の共鳴において、隣り合う共鳴点の間隔は半波長 ($\lambda/2$) に相当する。本問では $0.60 \text{ m} - 0.20 \text{ m} = 0.40 \text{ m}$ が半波長であるため、波長 λ は 0.80 m となる。音速 v は $v = f\lambda$ の関係式により、振動数 425 Hz と波長 0.80 m を掛け合わせることで、 340 m/s と算出される。
問5	答え 1 物体に働く重力以外の力が仕事をしない場合	力学的エネルギー保存の法則は、物体に働く力が重力や弾性力などの保存力のみである場合に成立する。摩擦力や空気抵抗などの非保存力が仕事をすると、力学的エネルギーの一部が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。したがって、保存力以外の力が仕事をしないことが、法則が成り立つための根本的な条件となる。
問6	答え 1 1.25倍	ボイルの法則より、温度一定の条件下では圧力 P と体積 V の積は一定である。断面積を S とすると、体積 V は長さ L を用いて $V=SL$ と表せる。初期状態を $P_1, L_1=20.0 \text{ cm}$ 、変化後 $P_2, L_2=16.0 \text{ cm}$ とすると、 $P_1 \times S \times 20.0 = P_2 \times S \times 16.0$ が成り立つ。したがって、 $P_2/P_1 = 20.0/16.0 = 1.25$ 倍となる。
問7	答え 1 $1/2kd^2 - mgd$	力学的エネルギー保存の法則により、初期状態と自然の長さ d に達した瞬間のエネルギーを比較する。初期状態では、ばねの弾性エネルギー $1/2kd^2$ が蓄えられているが、重力による位置エネルギーは自然の長さの地点を基準とすると mgd だけ高い位置にある。ばねが自然の長さに戻ったとき、弾性エネルギーは0となり、物体は基準面まで落下しているため重力による位置エネルギーも0となる。したがって、減少した弾性エネルギーから増加した位置エネルギーを差し引いた $1/2kd^2 - mgd$ が運動エネルギーに変換される。
問8	答え 1 点Oでは音波が弱め合い、音は小さくなる	二つの音源からの距離が等しい点Oでは、音源の位相が同じであれば、二つの波は同位相で到達するため強め合います。しかし、一方の音源の位相を逆転させると、点Oに到達する二つの波は逆位相となり、打ち消し合って弱め合うこととなります。この結果、点Oにおける合成波の振幅は減少し、音は小さく聞こえるようになります。
問9	答え 1 熱機関において、吸収した熱のすべてを仕事に変換することは不可能である。	熱力学第二法則は、熱機関が吸収した熱エネルギーをすべて仕事に変換し、他に何の変化も残さないような過程は存在しないことを示している。これはエネルギー保存の法則（熱力学第一法則）とは異なり、エネルギーの変換効率に物理的な限界があることを意味する。したがって、熱機関の熱効率は常に100パーセント未満となる。
問10	答え 1 $W = (1/2)kx^2 + \mu mgx$	外力が物体に対して行う仕事は、物体に蓄えられる弾性エネルギーの増加分と、摩擦力に抗して移動させるために必要な仕事の和となります。ばねを自然長から距離 x だけ引き伸ばすとき、弾性エネルギーは $(1/2)kx^2$ 増加します。また、動摩擦力は μmg であり、距離 x だけ移動させるために必要な仕事は動摩擦力と移動距離の積である μmgx となります。したがって、これらを合計したものが外力のする仕事となります。