

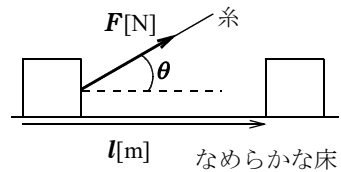
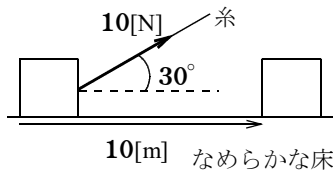
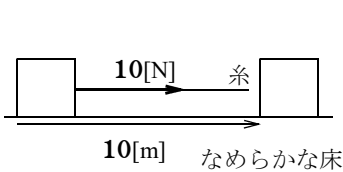
物理のこれだけはできないと「やばい」問題集

No.8

仕事とエネルギー編
フツリキョク

1 物体が図中の距離を移動したとき、指定された各力が物体にした仕事を求めよ。

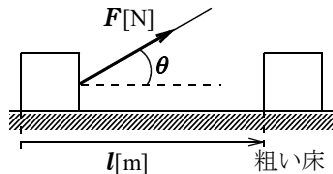
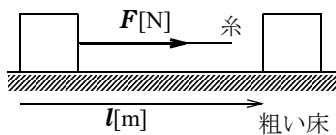
- (1) 重力, 張力, 垂直抗力 (2) 重力, 張力, 垂直抗力 (3) 重力, 張力, 垂直抗力



(4) 摩擦力 f , 張力, 垂直抗力

(5) 摩擦力 f , 張力, 垂直抗力

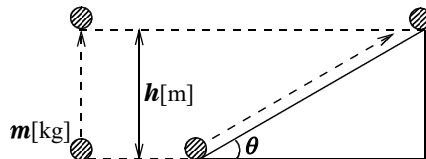
(6) ばね定数 k [N/m] のばねを自然長から l [m] 伸ばすときに、弾性力に抗してした仕事はいくらか。



(7) ばね定数 k [N/m] のばねを自然長から l [m] 伸ばした状態からさらに $3l$ [m] 伸ばしたときに、弾性力に抗してした仕事はいくらか。

2 次の文章を読み、空欄イ～トに適切な式、語句を入れよ。

質量 m [kg] の物体を鉛直上向きに移動させる場合 (過程 I) と傾角 θ のなめらかな斜面台を用いる場合 (過程 II) とで高さ h [m] まで持ち上げる。物体に働く重力の大きさは重力加速度を g [m/s²] とすると (イ) [N] なので、過程 I で物体をゆっくり移動させるには (ロ) 向きの大きさ (ハ) [N] の力が必要となる。これより、物体を運ぶのに必要な仕事は (ニ) [J] と求まる。過程 II では、重力の斜面上に平行な成分が (ホ) [N] で、高さ h [m] の場所まで運ぶのに斜面上を距離 (ヘ) [m] 移動させないといけない。これより、物体を運ぶのに必要な仕事は (ニ) [J] と求まる。このように、物体を持ち上げるのに必要な仕事は道具を用いても変わらない。これを (ト) の原理という。

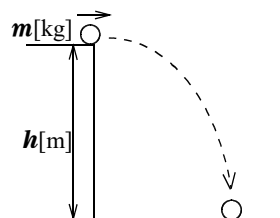
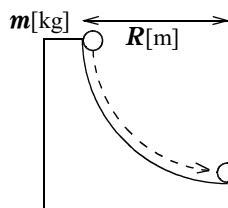
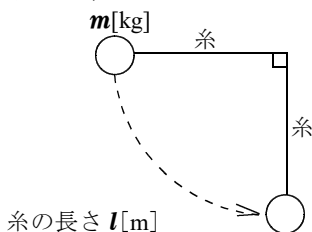


3 指定された各力が物体にした仕事を求めよ。

(1) 重力, 張力

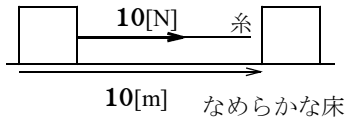
(2) 重力, 垂直抗力

(3) 重力



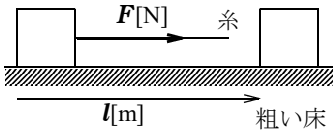
4 指定された各力が物体にした仕事率を求めよ。

(1) 張力



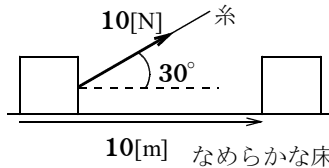
10[s]間で移動

(4) 摩擦力 f , 張力



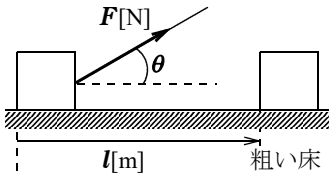
t[s]間で移動

(2) 張力



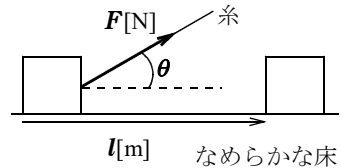
5[s]間で移動

(5) 摩擦力 f , 張力



t[s]間で移動

(3) 張力



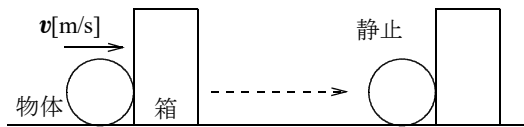
t[s]間で移動

(6) t[s]間ではばね定数 k[N/m]のばねを自然長から l[m]伸ばすときに、弾性力に抗してした仕事率はいくらか。

(7) t[s]間ではばね定数 k[N/m]のばねを自然長から l[m]伸ばした状態からさらに 3l[m]伸ばしたときに、弾性力に抗してした仕事率はいくらか。

5 次の文章を読み、各問いに答えよ。

物体が持つ仕事をする能力を (イ) という。一般に運動している物体が持つ (イ) を (ロ) といい、文字は (ハ) で表す。図のように、速さ v [m/s]で運動している質量 m [kg]の物体が持つ (ロ) について考えよう。右向きの速さ v [m/s]で動いていた物体が静止するまでの間に、軽い箱を右向きの一定の力 F [N]で押し続け、箱と床の摩擦により x [m]だけ移動して止まったとする。作用・反作用の法則から物体は箱から左向きに大きさ (ニ) [N]の力を受けている。物体の右向きの加速度を a [m/s²]とすると、運動方程式は (ホ) となる。速度、加速度と変位の関係式から $v^2 =$ (ヘ) となり、式変形すると $Fx =$ (ト) と求まる。これが物体の (ロ) である。



6 次の文章を読み、各問いに答えよ。

速さ v_0 [m/s]で運動していた質量 m [kg]物体が一定の力 F [N]を運動の方向に受け、 x [m]進んだときに速さが v [m/s]になったとする。

- (1) 物体について運動方程式を立てよ。ただし、運動方向の加速度を a [m/s²]とする。
- (2) 物体の加速度 a を求めよ。
- (3) $v^2 - v_0^2$ を m , F , x を用いて表せ。
- (4) 運動エネルギーの変化が物体のされた仕事に等しいこと (エネルギーの原理) を導け。

7 次の文章を読み、各問いに答えよ。

高いところにある物体は高さに応じたエネルギーを持っている。これを (1) といい、文字は (2) で表す。質量 m [kg]の物体が h [m]下の地面に落下するまでに重力のした仕事は (3) [J]となる。これが物体の (1) である。

8 次の文章を読み、各問いに答えよ。

縮んだばねはもとの長さ（自然長）に戻るときに仕事をすることができる。つまり、それだけのエネルギーを持つ。これを（ 1 ）といい、文字は（ 2 ）で表す。ばね定数 k [N/m] のばねの縮みが a [m] から自然長に戻るときを考える。縮みが x [m] のときの弾性力は（ 3 ）なので、 $0 \leq x \leq a$ の範囲で伸び変化したとき、縦軸を弾性力、横軸をばねの縮みとしたグラフは（ 4 ）となる。この面積から弾性力のした仕事が（ 5 ）と求まるのでこれが（ 1 ）である。

9 次の物理量を式で答えよ。ただし、使用した文字の物理量と単位を明記すること。

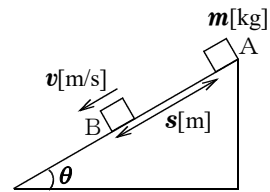
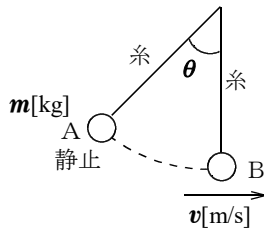
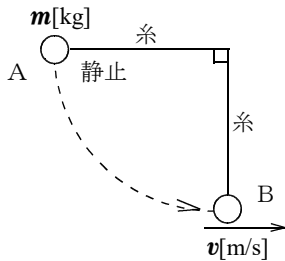
- (1) 運動エネルギー K
- (2) 重力による位置エネルギー U
- (3) 弾性力による位置エネルギー U

10 図中の点A, Bについて、力学的エネルギー保存則を立てよ。また、(1)~(3), (5)では点Bでの速さ, (4)では点Bでの高さを求めよ。ただし、基準点は図中のA, Bの低い方とし、物体の質量を m [kg] とする。

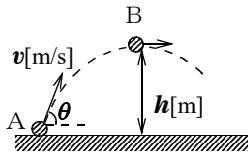
(1) 糸の長さ l [m]

(2) 糸の長さ l [m]

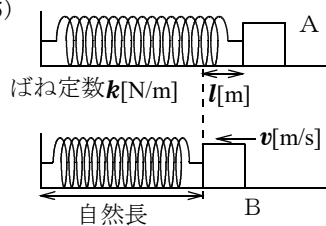
(3)



(4)



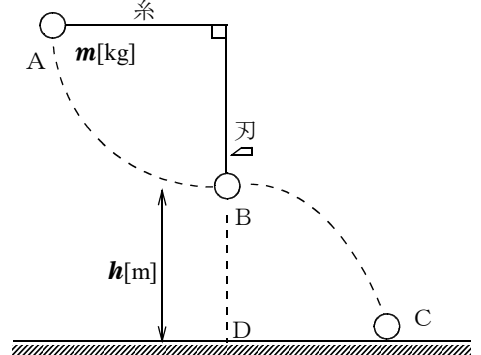
(5)



11 次の文章を読み、各問いに答えよ。

質量 m [kg] の物体に長さ l [m] の糸をとりつけ、その他端を固定した。図のように、糸を水平に保った点Aから静かに手を離したところ、最下点Bを通過した。このあと、取り付けおいた刃によって糸が切られ、物体は放物運動をし点Bから h [m] 下にある点Cに落下した。ただし、糸が刃に切られる前後で物体の速さは変わらず、また、重力加速度を g [m/s²] とする。

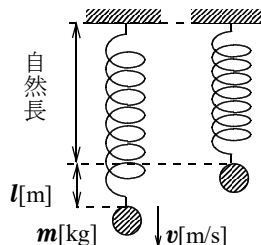
- (1) 点Bでの物体の速さを求めよ。
- (2) 点Cでの物体の速さを求めよ。
- (3) 点Bの真下で地面上の点Dから点Cまでの距離を求めよ。



12 次の文章を読み、後の問いに答えよ。

ばね定数 k [N/m] のばねの一端を天井に固定し鉛直につり下げた。このばねの他端に質量 m [kg] の物体をとりつけると、ばねが自然長から l [m] 伸びた状態で物体は静止した。この位置をつりあいの位置という。この位置からばねが自然長になるまで物体を手で持ち上げ静かに離し落としたところ、つりあいの位置を速さ v [m/s] で通過した。

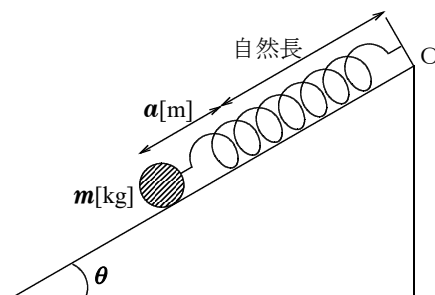
- (1) l を k , m , g を用いて表せ。
- (2) 物体を離れた直後とつりあいの位置での力学的エネルギー保存の式を立てよ。ただし、基準点をつりあいの位置とする。
- (3) v を k , l , m を用いて表せ。
- (4) 物体は折り返し再び上昇する。折り返す瞬間でのばねの伸びを求めよ。



13 次の文章を読み、後の問いに答えよ。

ばね定数 k [N/m] のばねの一端を傾角が θ なめらかな斜面台の上端 O に固定し斜面に平行にしてつり下げた。このばねの他端に質量 m [kg] の物体をとりつけると、ばねが自然長から a [m] 伸びた状態で物体は静止した。この位置をつりあいの位置という。この位置からばねが自然長になるまで物体を手で持ち上げ静かに離したところ、つりあいの位置を速さ v [m/s] で通過した。

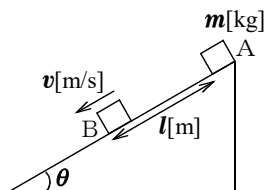
- (1) a を m , g , θ を用いて表せ。
- (2) 物体を離れた直後とつりあいの位置での力学的エネルギー保存の式を立てよ。ただし、基準点をつりあいの位置とする。
- (3) v を k , a , m を用いて表せ。
- (4) 物体は折り返し再び上昇する。折り返す瞬間でのばねの伸びを求めよ。



14 次の文章を読み、各問いに答えよ。

傾角 θ の傾斜面台の頂点 A から質量 m [kg] の物体を静かに離したところ、斜面に沿って l [m] 下にある点 B を通過した。ただし、物体と斜面との動摩擦係数を μ とし、重力加速度を g [m/s²] とする。

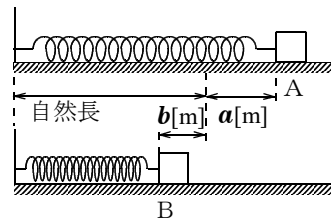
- (1) 位置エネルギーの基準点を点 B、点 B での速さを v [m/s] とし、点 A、B について力学的エネルギーをそれぞれ求めよ。
- (2) 物体が点 A から B に移動するまでに摩擦力がした仕事を求めよ。
- (3) v を求めよ。



15 次の文章を読み、各問いに答えよ。

質量 m [kg] の物体にばね定数 k [N/m] のばねをとりつけ、ばねの他端は壁に固定した。この物体に力を加え、ばねを自然長から a [m] 伸ばして手を離れたところ (点A)、物体は滑り始めた。この後、ばねが自然長から b [m] 縮んだときに物体は静止した (点B)。ただし、物体と床との動摩擦係数を μ とする。

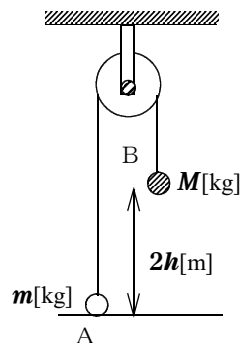
- (1) 物体が点Aと点Bにあるときの力学的エネルギーをそれぞれ求めよ。
- (2) 物体が点AからBに移動するまでに摩擦力がした仕事を求めよ。
- (3) b を求めよ。



16 次の文章を読み、各問いに答えよ。

天井につり下げた軽い滑車に糸をかけ、糸の両端にはそれぞれ質量が m, M [kg] の物体AとBをつけた ($m < M$)。はじめ、Aは地面の上に、Bは地面から高さ $2h$ [m] の場所になるように手で支えていた。手を静かに離すと、2つの物体は共に動きだした。この時刻を 0 [s] とする。ただし、重力加速度を g [m/s²] とする。

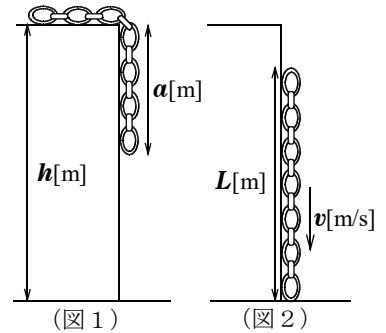
- (1) 物体A, Bの加速度の大きさを求めよ。
物体Bが床に衝突する寸前を考える。
- (2) 手を離してから、物体A, Bの変化した位置エネルギーをそれぞれ求めよ。
- (3) 物体A, Bの速さを求めよ。



【チャレンジ問題】

17 次の文章を読み、後の問いに答えよ。

(図1) のような全長が L [m] の一様な鎖が床から高さ h [m] の水平な台の上に置かれており、その一端の長さ a [m] の部分が鉛直に垂れている。この鎖を静かに離した後、(図2) のように鎖の最下部が床に到達した。このときの鎖の速さを求めよ。ただし、重力加速度を g [m/s²] とする。



18 次の文章を読み、各問いに答えよ。

ばね定数 k [N/m] のばねと質量 M [kg] の板を用いて、図のような物体を発射する装置を作った。質量 m [kg] の小球を板に触れさせ、ばねを l [m] 縮ませた状態で固定し、小球を発射するときには、この固定を外した。発射された後の小球は、点Aで半径 R [m] のなめらかな円柱の内側を通過し点Bから鉛直上向きに投射される。また、円柱の中心を点Oとすると、 $\angle AOB = 90^\circ$ となっている。ただし、重力加速度を g [m/s²] とする。



- (1) ばねの縮みが x [m] のとき、板が小球に及ぼす力を R [N]、板と小球の加速度をばねが縮む方向に a [m/s²] とし、板と小球についてそれぞれ運動方程式を立てよ。
- (2) R を m , M , k , x を用いて表せ。
- (3) 小球が板から離れるのはばねの伸び、又は、縮みがいくらのときか。
- (4) 小球が板から離れるときの速さ v [m/s] を求めよ。
- (5) 小球が点Bを通過する時の速さを、 v , R , g を使って表せ。
- (6) 点Bから打ち出された後、小球は最高点に到達した。このときの、地面からの高さを v , g を使って表せ。