

1.

次の各問いに対する最も適当な答えを、それぞれの解答群から1つ選べ。なお、答えが数値の場合には、最も近い値を解答群から選べ。ただし、ばねの質量は無視でき、物体Aは一様な密度をもつ円柱形の物体であるとする。なお、水の密度は 1.0 g/cm^3 とし、重力加速度の大きさは 9.8 m/s^2 とする。

- (1) 図1のように、自然の長さ5 cmのばねSに質量3 kgの物体Aをつり下げたところ、ばねSの全長は8 cmとなった。ばねSのばね定数は何N/mか。

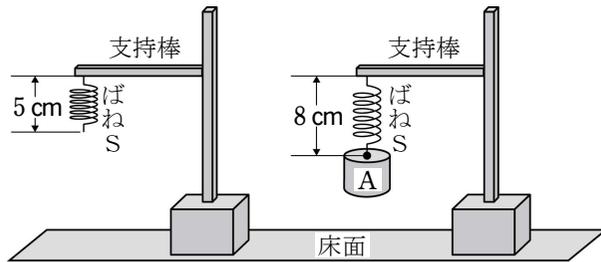


図1

解答群

- ① 9.8 ② 36.8 ③ 368 ④ 588 ⑤ 980

- (2) 図2のように、物体Aを水の入った容器に入れ、物体Aがすべて水に浸るように沈めたところ、ばねSの全長は6 cmとなった。物体Aにはたらく浮力は何Nか。ただし、物体Aは容器の底には接触していないものとする。

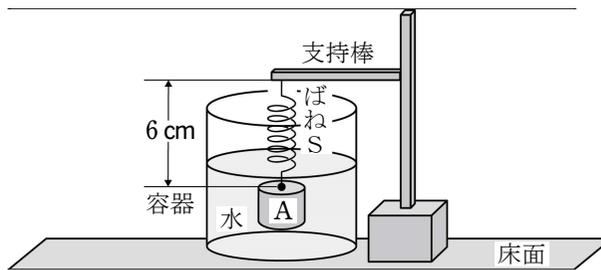


図2

解答群

- ① 0.196 ② 1.96 ③ 19.6 ④ 196 ⑤ 39.2 ⑥ 392

- (3) 物体Aの体積は何 m^3 か。

解答群

- ① 5×10^{-4} ② 2×10^{-3} ③ 5×10^{-3} ④ 2×10^{-2} ⑤ 5×10^{-2}
⑥ 2×10^{-1}

- (4) 次に、図3のように、片端が天井に固定されたばねUを用いて、水の入った容器を3本の伸び縮みしない丈夫な軽い糸でつるし、支持棒の高さを調節して、物体Aをすべて水に浸した。このとき、ばねUの伸びは何cmか。ただし水と容器の全質量は6 kgであり、物体Aは容器の底には接触していないものとする。

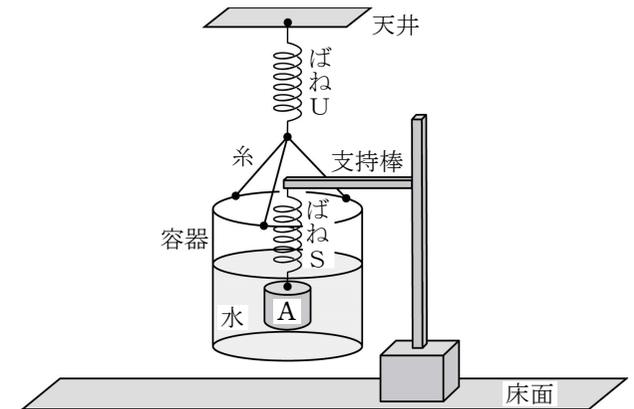


図3

解答群

- ① 0.5 ② 2.5 ③ 4 ④ 8 ⑤ 10

- (5) 次に、支持棒をゆっくりと持ち上げ、ばねSの全長が7 cmとなるように高さを調節した。このとき、物体Aの水面から出ている部分の体積は何 cm^3 か。

解答群

- ① 1×10^2 ② 2.5×10^2 ③ 1×10^3 ④ 2.5×10^3 ⑤ 1×10^4
⑥ 2.5×10^4

- (6) (5)のとき、ばねUの伸びは何cmか。

解答群

- ① 2.2 ② 4.5 ③ 5.7 ④ 7.0 ⑤ 10.2 ⑥ 12.4

- (7) 次に、容器中の水に食塩500 gを完全に溶かした後、物体Aが(5)と同じ体積だけ水面から出るように支持棒の高さを調節した。ばねSの伸びは何cmか。ただし、このときの食塩水の密度は 1.1 g/cm^3 であるものとする。

解答群

- ① 1.1 ② 1.3 ③ 1.6 ④ 1.9 ⑤ 2.2

- (8) (7)において、ばねUの伸びは何cmか。

解答群

- ① 6.0 ② 6.5 ③ 7.0 ④ 7.6 ⑤ 8.7

2.

図1のように、糸をつけた円盤が水槽内に置かれ、ばね定数 k のばねで水槽の底につながれている。円盤はつねに水中にあり、その動きは鉛直方向に限られ、速さ v に比例した摩擦力 Av を水から受ける。ただし、 A は定数である。なお、糸とばねの質量は無視できるとする。また、重力加速度の大きさを g とする。

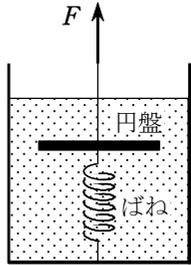


図1

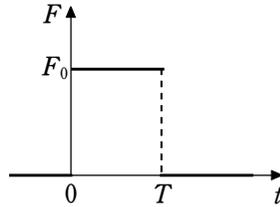


図2

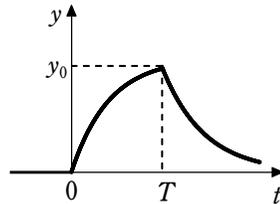


図3

(1) まず、糸を鉛直上向きに力 F で引く。このとき、ばねの伸びを y 、円盤の質量と加速度をそれぞれ m 、 a として、円盤の運動方程式を求めよ。

円盤が十分に軽い場合には、その質量 m を 0 としてよい。以下ではそのような場合を考える。図2に示すように、時刻 $t=0$ から $t=T$ の間、一定の力 F_0 を加えたところ、ばねの伸び y の時間変化は図3のようになった。時刻 $t=T$ のとき、ばねの伸びは y_0 であった。

(2) 時刻 $t=0$ の直後には、ばねの伸びは 0 とみなしてよい。このときの円盤の速さを求めよ。

(3) 時刻 $t=T$ の直前と直後の円盤の速さを求めよ。

(4) T をこえて十分に時間が経過した後の円盤の速さを求めよ。

(5) 円盤の速さ v の時間変化を表す概略図を描け。

(6) 時刻 $t=0$ から時刻 $t=T$ までに糸を引く力がする仕事のうち、一部はばねにたくわえられ、残りは摩擦力 Av に抗してなされる仕事 W と考えられる。 W を、 F_0 、 y_0 、 k を用いて表せ。