

次の ~ の解答を解答欄にマークしなさい。ただし、＜解答群＞のあるものはその中から最も適切な番号をマークしなさい。

必要なときは、重力加速度の大きさ $g = 9.80 \text{ m/s}^2$ 、円周率 $\pi = 3.14$ 、 $\sqrt{2} = 1.41$ 、 $\sqrt{3} = 1.73$ 、 $\sqrt{5} = 2.24$ 、 $\sqrt{7} = 2.65$ としなさい。ただし、問題文中に指示がある場合はそれに従いなさい。

〔I〕 以下の問いに答えなさい。

- (1) 高さ 20 m の建物の屋上から小球を水平方向に速さ 21 m/s で投げた。空気の影響がないとき、小球が地面に衝突するまでの水平方向の移動距離は [m] である。

＜解答群＞

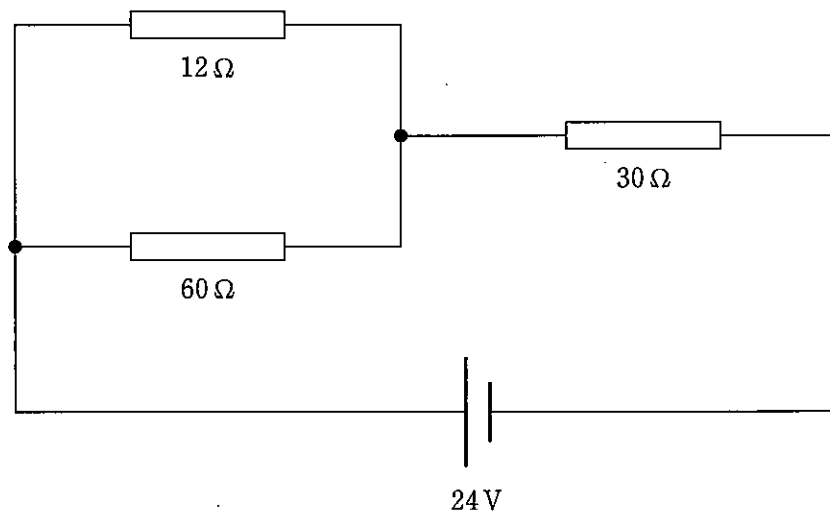
- ① 2.0 ② 4.0 ③ 8.0 ④ 16 ⑤ 21 ⑥ 42 ⑦ 84 ⑧ 1.3×10^2 ⑨ 2.6×10^2

- (2) 高さ 126 m の滝の上から水が落下するとき、水がもっていた重力による位置エネルギーがすべて熱として水に与えられるとすると、水温は [K] 上昇する。ただし、水の比熱は $4.2 \text{ J/(g} \cdot \text{K)}$ とする。

＜解答群＞

- ① 0.021 ② 0.025 ③ 0.029 ④ 0.21 ⑤ 0.25 ⑥ 0.29 ⑦ 2.1 ⑧ 2.5 ⑨ 2.9

- (3) 図のように、抵抗値 $12\ \Omega$ 、 $60\ \Omega$ 、 $30\ \Omega$ の 3 個の抵抗と内部抵抗が無視できる電圧 $24\ \text{V}$ の直流電源が接続された回路がある。 $30\ \Omega$ の抵抗の両端にかかる電圧は 3 [V] である。



<解答群>

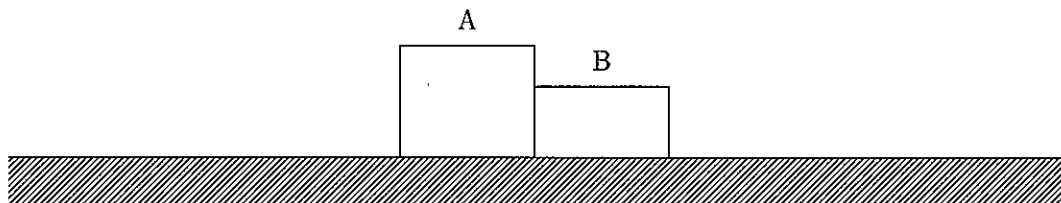
- ① 4.0 ② 6.0 ③ 8.0 ④ 9.0 ⑤ 10 ⑥ 12 ⑦ 18 ⑧ 24 ⑨ 30

- (4) 振動数の等しい 2 つのおんさを隣り合わせておき、一方のおんさを鳴らしたところ、もう 1 つのおんさも鳴る現象を 4 といい、振動数がわずかに異なる 2 つのおんさを同時に鳴らすと、「ウォーン、ウォーン」と音の大小が周期的にくり返されて聞こえる現象を 5 という。

< 4 , 5 の解答群 >

- ① 回折 ② 反射 ③ 屈折 ④ 干渉 ⑤ うなり ⑥ 共鳴

- 〔II〕 図のように、あらい水平面上に質量 6.00 kg の小物体 A と質量 4.00 kg の小物体 B を接触させて置いた。
A および B と水平面との間の動摩擦係数は等しいものとして、以下の問いに答えなさい。



- (1) A を B の方へ水平方向に大きさ 59.0 N の力で押し続けたところ、両物体は大きさ 1.00 m/s^2 の加速度で運動した。A および B と水平面との間の動摩擦係数は であり、A と B が互いに押し合っている力の大きさは $[\text{N}]$ である。

< の解答群 >

- ① 0.100 ② 0.200 ③ 0.300 ④ 0.400 ⑤ 0.500 ⑥ 0.600 ⑦ 0.700 ⑧ 0.800 ⑨ 0.900

< の解答群 >

- ① 10.0 ② 11.8 ③ 18.8 ④ 20.6 ⑤ 23.6 ⑥ 27.6 ⑦ 30.6 ⑧ 35.4 ⑨ 40.0

- (2) 接触させたまま A および B を初速度の大きさ 7.00 m/s で水平面上を同じ方向にすべらせた。その後、両物体は接した状態で静止した。両物体がすべり始めてから止まるまでに、動摩擦力が両物体にした仕事は $[\text{J}]$ であり、すべった距離は $[\text{m}]$ である。

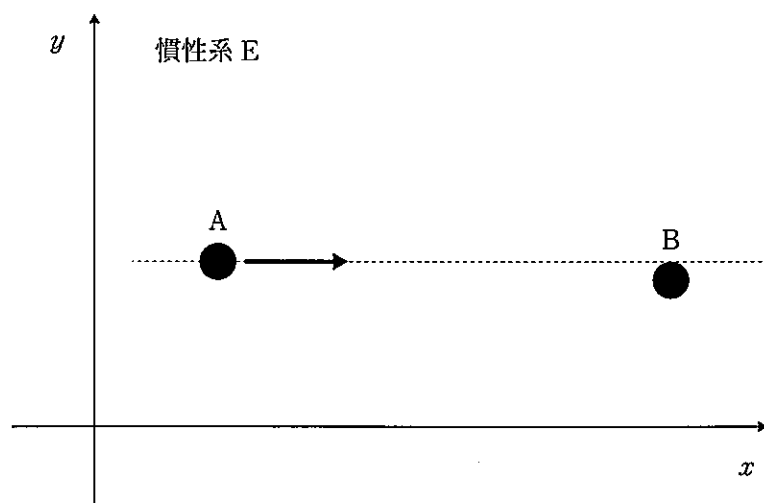
< の解答群 >

- ① -490 ② -295 ③ -245 ④ -177 ⑤ -135 ⑥ 177 ⑦ 245 ⑧ 295 ⑨ 490

< の解答群 >

- ① 1.00 ② 2.40 ③ 3.60 ④ 4.20 ⑤ 5.00 ⑥ 6.00 ⑦ 7.20 ⑧ 8.00 ⑨ 9.00

- 〔III〕 図のように、摩擦のない水平面上に質量 0.50 kg の小球 B を置き、質量 0.10 kg の小球 A を速さ 12.0 m/s で B に衝突させる。この水平面に x - y 座標を設定し、衝突前の A の進行方向を x 軸の正の向きとして、A の速度を $(12.0, 0.0) \text{ [m/s]}$ と表す。この慣性系を慣性系 E とする。A と B の全運動量を全質量で割ったものを A と B の重心速度と定義する。衝突前の A と B の重心が静止した慣性系 G において、衝突後の A の速度が $(3.0, 4.0) \text{ [m/s]}$ であった。以下の問いに答えなさい。ただし、慣性系 E と G において x 軸と y 軸の向きはそれぞれ同じである。なお、一般に 2 物体の衝突では、運動エネルギーが保存されない場合でも、運動量は保存される。



- (1) 衝突前の小球 A と小球 B の重心速度は、慣性系 E において (,) [m/s] である。

< , の解答群 >

- ① -12.0 ② -6.0 ③ -4.0 ④ -2.0 ⑤ 0.0 ⑥ 2.0 ⑦ 4.0 ⑧ 6.0 ⑨ 12.0

- (2) 衝突後の小球 B の速度は、慣性系 E において (,) [m/s] である。

< , の解答群 >

- ① $+$ ② $-$

< , の解答群 >

- ① 0.20 ② 0.40 ③ 0.60 ④ 0.80 ⑤ 1.0 ⑥ 1.2 ⑦ 1.4 ⑧ 1.6 ⑨ 1.8 ⑩ 2.0

(3) 衝突後の小球 B に対する小球 A の相対速度の大きさは、衝突前の相対速度の大きさの 16 倍である。

<解答群>

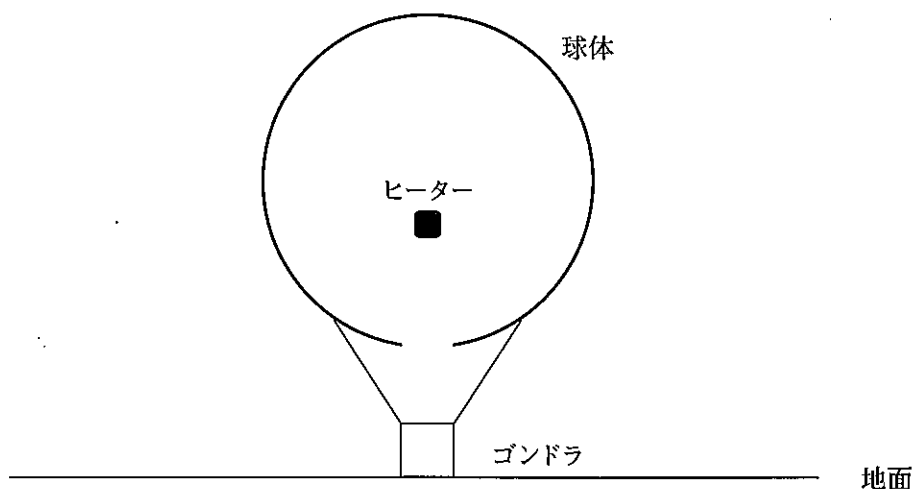
① 0.0 ② 0.10 ③ 0.20 ④ 0.25 ⑤ 0.50 ⑥ 0.60 ⑦ 0.75 ⑧ 0.80 ⑨ 1.0

(4) この衝突で失われた運動エネルギーは 17 [J] である。

<解答群>

① 0.0 ② 1.5 ③ 2.5 ④ 3.5 ⑤ 4.5 ⑥ 5.5 ⑦ 6.5 ⑧ 7.5 ⑨ 8.5

〔IV〕 図のように，熱気球が地面に接して静止している。この熱気球は，断熱性の素材で作られた伸び縮みしない面をもつ球体と，その内部の空気を一様に加熱できるヒーターおよびゴンドラで構成されている。球体内の空気を除いた熱気球全体の質量は M である。空気は球体下端の穴を通じて自由に出入りでき，球体内外の空気の圧力は常に等しく，球体内の空気の体積は V で一定とする。空気は理想気体とみなすことができ，球体外部の空気は高度によらず絶対温度が T_0 であり密度が ρ_0 である。ゴンドラとヒーターの体積および熱気球にはたらく空気抵抗は無視できるものとして，以下の問いに答えなさい。



- (1) ヒーターを用いて球体内の空気をゆっくり加熱したところ，球体内の空気の絶対温度が T_1 になった。この状態のとき，熱気球にはたらく浮力の大きさは 18 で，球体内の空気の密度は 19 である。

< 18 の解答群 >

- | | | |
|------------------------------------|------------------------------------|------------------------------------|
| ① $\rho_0 Vg + Mg$ | ② $\rho_0 Vg$ | ③ $\rho_0 Vg - Mg$ |
| ④ $\frac{\rho_0 T_1}{T_0} Vg + Mg$ | ⑤ $\frac{\rho_0 T_1}{T_0} Vg - Mg$ | ⑥ $\frac{\rho_0 T_0}{T_1} Vg - Mg$ |

< 19 の解答群 >

- | | | |
|------------------------------------|------------------------------------|------------------------------------|
| ① $\frac{\rho_0 (T_1 + T_0)}{T_0}$ | ② $\frac{\rho_0 (T_1 - T_0)}{T_0}$ | ③ $\frac{\rho_0 T_1}{T_0}$ |
| ④ $\frac{\rho_0 T_0}{T_1}$ | ⑤ $\frac{\rho_0 (T_1 + T_0)}{T_1}$ | ⑥ $\frac{\rho_0 (T_1 - T_0)}{T_1}$ |

(2) さらにヒーターを用いて球体内の空気を加熱すると、球体内の空気の絶対温度が T_2 のときに熱気球はゆっくりと上昇し始めた。このときの T_2 は 20 である。

<解答群>

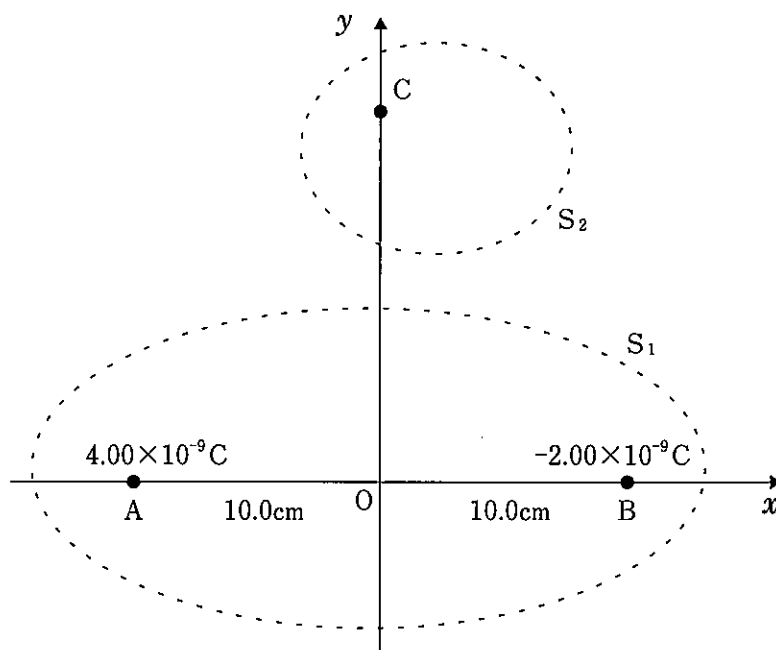
- | | | |
|--|--|--|
| ① $\frac{\rho_0 T_0 V}{\rho_0 V - M}$ | ② $\frac{T_0(\rho_0 V + M)}{\rho_0 V - M}$ | ③ $\frac{T_0(\rho_0 V - M)}{\rho_0 V}$ |
| ④ $\frac{T_0(\rho_0 V + M)}{\rho_0 V}$ | ⑤ $\frac{T_0(\rho_0 V - M)}{\rho_0 V + M}$ | ⑥ $\frac{\rho_0 T_0 V}{\rho_0 V + M}$ |

(3) 球体内の体積や球体外の空気の密度などの値は $V = 500 \text{ m}^3$, $M = 40 \text{ kg}$, $T_0 = 300 \text{ K}$, $\rho_0 = 1.2 \text{ kg/m}^3$ である。球体内の空気の絶対温度が 400 K で熱気球が鉛直方向に上昇しているとき、熱気球の加速度の大きさは 21 $[\text{m/s}^2]$ である。

<解答群>

- ① 1.0 ② ~~1.2~~ 1.4 ③ 1.6 ④ 1.8 ⑤ 2.0 ⑥ 2.2 ⑦ 2.4 ⑧ 2.6 ⑨ 2.8

- 〔V〕 図のように、 x 軸上の点 A と点 B のそれぞれに $4.00 \times 10^{-9} \text{ C}$ 、 $-2.00 \times 10^{-9} \text{ C}$ の点電荷が固定されている。点 A、点 B の原点 O からの距離はともに 10.0 cm である。また、 y 軸上には点 C があり、点 A、B、C は正三角形の頂点に位置する。ここで、2 つの閉曲面（閉じた曲面） S_1 、 S_2 を考える。 S_1 は点 A と点 B を内側に含むが点 C は含まず、閉曲面 S_2 は点 C を内側に含むが点 A と点 B は含まない。電位の基準を無限遠にとり、クーロンの法則の比例定数を $9.00 \times 10^9 \text{ N} \cdot \text{m}^2/\text{C}^2$ として、以下の問いに答えなさい。



- (1) 点 A にある点電荷から点 B にある点電荷にはたらく力は 22 の向きであり、その大きさは 23 $\times$ 24 [N] である。

< 22 の解答群 >

- ① x 軸方向の正 ② x 軸方向の負 ③ y 軸方向の正 ④ y 軸方向の負

< 23 の解答群 >

- ① 1.00 ② 1.80 ③ 2.00 ④ 3.60 ⑤ 4.00 ⑥ 4.50 ⑦ 5.40 ⑧ 7.20 ⑨ 9.00

< 24 の解答群 >

- ① 10^{-1} ② 10^{-2} ③ 10^{-3} ④ 10^{-4} ⑤ 10^{-5} ⑥ 10^{-6} ⑦ 10^{-7} ⑧ 10^{-8} ⑨ 10^{-9}

(2) 点Cにおける、電場の強さは $\boxed{25} \times 10^3$ [N/C] であり、電位は $\boxed{26}$ [V] である。

< $\boxed{25}$ の解答群 >

① 0.635 ② 0.779 ③ 1.01 ④ 1.19 ⑤ 1.27 ⑥ 1.56 ⑦ 2.02 ⑧ 2.38 ⑨ 3.14

< $\boxed{26}$ の解答群 >

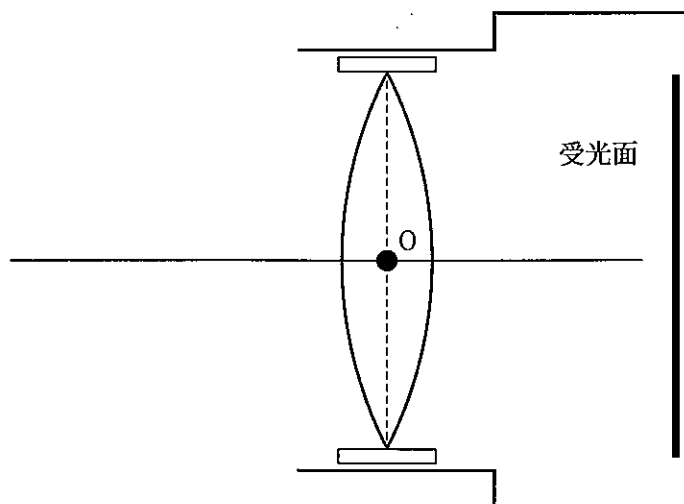
① 15.0 ② 18.0 ③ 36.0 ④ 45.0 ⑤ 72.0 ⑥ 90.0 ⑦ 120 ⑧ 160 ⑨ 180

(3) 閉曲面 S_1 を貫く電気力線の総本数は $\boxed{27}$ であり、閉曲面 S_2 を貫く電気力線の総本数は $\boxed{28}$ である。なお、閉曲面を貫く電気力線の総本数とは、閉曲面の内から外へ出る電気力線の本数から、外から内へ入る電気力線の本数を引いた数である。

< $\boxed{27}$, $\boxed{28}$ の解答群 >

① 113 ② 180 ③ 226 ④ 313 ⑤ 452 ⑥ 628 ⑦ 720 ⑧ 900 ⑨ 939 ⑩ 0

- 〔VI〕 図のように、焦点距離 12 mm の凸レンズを備えたカメラがある。レンズは、受光面からレンズの中心 O までの距離を 9.0 mm ～ 15 mm の範囲で、図の左右方向に動かすことができる。以下の問いに答えなさい。



- (1) レンズからの距離が無限遠の距離にある物体を撮影するとき、受光面に実像ができるようにするには、レンズの中心 O の位置を受光面から [mm] にする必要がある。

＜解答群＞

- ① 9.0 ② 10 ③ 11 ④ 12 ⑤ 13 ⑥ 14 ⑦ 15

- (2) レンズの位置を調節したところ、レンズの中心 O からの距離が 180 mm の距離にある物体の実像が受光面にできた。このときの O の位置は、受光面から [mm] である。

＜解答群＞

- ① 9.0 ② 10 ③ 11 ④ 12 ⑤ 13 ⑥ 14 ⑦ 15

(3) このカメラで物体に最も近づいて鮮明な像が撮影できるのは、レンズの中心 O と物体の距離が [mm] のときであり、このときの倍率は である。

< の解答群 >

- ① 10 ② 20 ③ 30 ④ 40 ⑤ 50 ⑥ 60 ⑦ 70

< の解答群 >

- ① 0.20 ② 0.25 ③ 0.33 ④ 0.50 ⑤ 1.0 ⑥ 2.0 ⑦ 3.0 ⑧ 4.0 ⑨ 5.0

物理おわり