

2018年度 センター試験 本試験 物理

作成日：2018年1月14日（日）

第1問 小問集合

出題範囲	運動エネルギー・運動量保存則・音の性質・電場・気体の分子運動・剛体
難易度	★★★☆☆
所要時間	10分
傾向と対策	<p>問1 運動量保存則と運動エネルギーの式を扱う問題。これは落とさないでほしい。</p> <p>問2 音の性質に関する正誤問題。消去法ではなく積極的に正答を選びにいきたい。</p> <p>問3 点電荷によって生じる電場の問題。きちんと図示すれば時間をかけずに解けるだろう。</p> <p>問4 気体の運動エネルギーの問題。ボルツマン定数を用いた表式は覚えておこう。</p> <p>問5 重心の位置を求める問題。円板Aが負の質量をもつとして扱うと楽に解ける。</p>

問1 正解は⑤

難易度 ★★★☆☆

ポイント

運動量保存則：複数の物体のまとまり（系という）に対して外力がはたらいっていないとき、系全体の運動量は変化しない。つまり、以下の式が成り立つ。

$$m_1v_1 + m_2v_2 + \dots = \text{一定}$$

解説

一体となったあとの速度を V とおくと、右向きを正として、運動量保存則より、

$$mv = (M + m)V$$

$$\therefore (M + m)^2V^2 = m^2v^2$$

よって、求める運動エネルギーは、

$$\begin{aligned} \frac{1}{2}(M + m)V^2 &= \frac{1}{2(M + m)} \cdot (M + m)^2V^2 \\ &= \frac{1}{2(M + m)} \cdot m^2v^2 \\ &= \frac{m^2v^2}{2(M + m)} \end{aligned}$$

以上より、答えは⑤。

問2 2 正解は③

難易度 ★★☆☆☆

ポイント

波の基本式 : 波の速さを v [m/s], 振動数を f [Hz = s⁻¹], 波長を λ [m] とすると, 以下の関係式が成り立つ。

$$v = f\lambda$$

うなり : 2つの音源から振動数がわずかに異なる音を出すと音の大小が周期的に繰り返される現象のことをうなりという。2つの音源の振動数をそれぞれ f_1, f_2 [Hz] とすると, うなりの回数 f [Hz] は次のようになる。

$$f = |f_1 - f_2|$$

音源が動くときのドップラー効果 : 空気中の音速を V とする。振動数 f の音源が速度 v (音源から観測者に向かう方向を正とする) で動いていたとする。このとき, 静止した観測者には振動数 $\frac{V}{V-v}f$ の音が聞こえる。

解説

- ① 音速は媒質の種類と温度に依存し, 振動数にはよらないため不適。
- ② 音を1オクターブ高くすると, 振動数は2倍になる。よって, 波の基本式 $v = f\lambda$ より波長は半分になるので不適。
- ③ この記述は正しい。
- ④ うなりが生じるのは, 振動数が少し異なる2つの波が重なったときなので不適。
- ⑤ ドップラー効果より, 音源が近づく速さが大きいほど, 波長が短くなる。よって, $v = f\lambda$ より振動数は大きくなるので不適。

以上より, 答えは③。

問3 3 正解は⑦

難易度 ★★★★★

ポイント

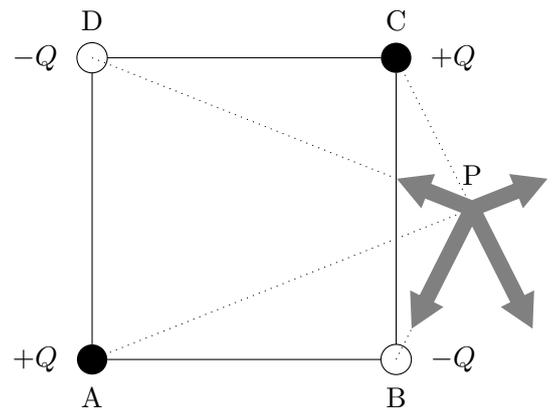
点電荷のつくる電場 : 電気量 Q をもつ点電荷が, 点電荷から距離 r の位置につくる電場の大きさ E は次のように表される (ただし k はクーロンの法則の比例定数)。

$$E = k \frac{Q}{r^2}$$

解説

ある位置での電場の向きと大きさは、そこに+1Cの電荷をおいたときに、その電荷が受ける力の向きと大きさに等しい。よって、点電荷によって生じる電場の向きは、正電荷なら反発する方向、負電荷なら引き寄せる方向になる。また、その大きさは点電荷の電気量に比例し、距離の2乗に反比例する。よって、それぞれの点電荷によって生じる電場を描くと右図のようになり、ベクトルを合成すると下向きになる。

以上より、答えは⑦。



問4 4 正解は①

難易度 ★★☆☆☆

ポイント

気体の運動エネルギー : 理想気体では、気体分子がもつ運動エネルギーの平均は気体の種類によらず、絶対温度に比例する。単原子分子理想気体では、

$$(\text{気体分子の平均運動エネルギー}) = \frac{3}{2}kT$$

が成り立つ。 T は絶対温度であり、 k は気体定数をアボガドロ定数で割ったもので、ボルツマン定数という。

解説

単原子分子理想気体では、気体分子の平均運動エネルギーは、ボルツマン定数を k 、絶対温度を T とすると、 $\frac{3}{2}kT$ で与えられる。よって、**ア** は**比例**が、**イ** は**分子量によらない**が当てはまる。

また、気体分子の質量を m 、2乗平均速度を $\overline{v^2}$ とすると、気体分子の平均運動エネルギーは $\frac{1}{2}m\overline{v^2}$ とも書ける。この式と先の式より、 $\overline{v^2} = \frac{3kT}{m}$ となる。よって、2乗平均速度は質量に反比例し、ヘリウムの方がネオンより軽いことから、**ウ** には**ヘリウムの方が大きい**が当てはまる。

以上より、答えは①。

問5 5 正解は②

難易度 ★★★☆☆

ポイント

重心の位置の求め方 : 質量がそれぞれ m_1 , m_2 の物体がそれぞれ位置 x_1 , x_2 にあるとき, 重心の位置は,

$$x_G = \frac{m_1 x_1 + m_2 x_2}{m_1 + m_2}$$

で表される。

解説

円板 A と物体 B を合わせた元の円板を円板 C とする。厚さが一樣なので, 面積比と質量比は等しくなる。よって, 円板 A と円板 C の質量比が 4.0 : 9.0 となることから, M を正の定数として, 円板 A が負の質量 $-4.0M$, 円板 C が質量 $9.0M$ をもつとする。O を原点, 右向きを正, 重心 G の位置を R として, 重心の公式より,

$$R = \frac{9.0M \times 0 \text{ cm} + (-4.0M) \times (-1.0 \text{ cm})}{9.0M + (-4.0M)} = 0.8 \text{ cm}$$

よって, 重心 G の位置は**点 O の右側**, OG 間の距離 [cm] は **0.8** cm とわかる。

以上より, 答えは②。