

2023年度大学入学共通テスト 解説 〈物理基礎〉

第1問 小問集合

問1 箱Bが右向きに一定の加速度で運動をしているので、 $f_1 > f_2$ である。

(答) …②

問2 ばねAとBのばね定数をそれぞれ k_A 、 k_B 、重力加速度の大きさを g とすると、力のつり合いより、

$$k_A a = mg, \quad k_B \cdot 2a = mg$$

弾性力による位置エネルギーをそれぞれ U_A 、 U_B とすると、

$$U_A = \frac{1}{2} k_A a^2 = \frac{1}{2} m g a, \quad U_B = \frac{1}{2} k_B (2a)^2 = m g a$$

よって、

$$\frac{U_B}{U_A} = \frac{m g a}{\frac{1}{2} m g a} = 2$$

(答) …⑤

問3 圧力が一定のもとで気体が膨張したことから、お湯につけることで気体の温度が上昇したことがわかり、内部エネルギーが増加_(答イ)したことがわかる。また、内部エネルギーの変化量を ΔU として、熱力学の第一法則は、

$$Q = W' + \Delta U$$

ここで、 $\Delta U > 0$ より、 $Q > W'$ _(答ア)の関係が求まる。

(答) …③

問4 1秒間に2回のうなりが聞こえ、また、ギターの高さのほうが高いことから、ギターの音の振動数は438 Hz_(答ウ)とわかる。また、波の基本式より振動数は波の速さに比例すること、弦の張力の大きさが大きいほど波の速さは大きくなることから、振動数を大きくしてうなりが聞こえなくするには弦の張力を大きく_(答エ)すればよい。

(答) …④

第2問 力学

問1 水平方向の速度は常に一定であり、0.1 s で 0.39 m 進んでいることから、0.3 s の間に水平方向に進む距離は、

$$0.39 \times 3 = \underline{1.17} \text{ m}$$

(答) 5 …④

問2 鉛直方向には重力加速度の大きさ g の加速度で、等加速度運動をするので、

$$v = gt$$

これを表すグラフは①である。

(答) 6 …①

問3 すべての実験において、鉛直方向の運動は初速度 0、加速度の大きさが g の運動なので、床に到達するまでの時間は等しい。

(答) 7 …④

はじめの床からの高さを h 、小球の質量を m 、水平方向の初速度の大きさを v_0 、床に到達したときの速さを v として力学的エネルギー保存の法則より、

$$\frac{1}{2}mv_0^2 + mgh = \frac{1}{2}mv^2 \quad \therefore v = \sqrt{v_0^2 + 2gh}$$

よって、初速度の大きさが大きいほど床に到達したときの速さも大きくなる。

(答) 8 …②

問4 小球 A と B が運動をはじめた時刻を $t = 0$ として、小球 A と B が床に到達する時刻を t_0 とすると、小球 A は h 落下したので、

$$h = \frac{1}{2}gt_0^2$$

また、床に到達するときの小球 B が下向きに速さ V_0 なので、

$$-V_0 = V_0 - gt_0$$

2式より t_0 を消去して、

$$V_0 = \sqrt{\frac{gh}{2}}$$

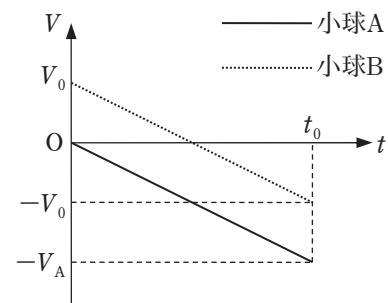
【別解】

速度を上向きに正として、小球 A と B の速度と時間の関係を表すグラフは図のようになる。小球 A が床に到達するときの速さを V_A とすると、同じ時刻に小球 A と B が床に到達するためには、図より $V_0 = \frac{V_A}{2}$ であればよいことがわかる。また小球 A は自由落下なので、

$$V_A^2 - 0^2 = 2gh \quad \therefore V_A = \sqrt{2gh}$$

よって、

$$V_0 = \frac{V_A}{2} = \sqrt{\frac{gh}{2}}$$



(答) 9 …⑥

問5 小球Bの最高点から床までにかかる時間は、小球Aが運動を開始してから床に到達するまでの時間よりも短いことから、 $h > h_B$ (答7) である。また、力学的エネルギーを考慮すると、速度が0の時の床の位置を基準とした重力による位置エネルギーが、床に到達する時点での運動エネルギーと等しいので、

$$K_A = mgh, \quad K_B = mgh_B$$

よって、 $K_A > K_B$ (答1) である。

(答) 10 …⑦

第3問 エネルギーの利用, 電気

問1 風力発電は、空気のもつ力学的エネルギー(運動エネルギー)を利用して風車を回し、接続された発電機を回転させて発電する。

(答) 11 …①

太陽光発電はシリコンなどの半導体が光を吸収したときに生じる電子を、電流として取り出す仕組みを利用して、光エネルギーを直接電気エネルギーに変換している。

(答) 12 …④

問2 グラフより、風速が10 m/s ~ 15 m/sでは、風力発電機の電力は18 kWであり、24時間での電力量は、 $18 \text{ kW} \times 24 \text{ h} = 432 \text{ kWh}$ となる。1日の消費電力量は18 kWhなので、求める解は $432 \div 18 = 24$ 倍である。

(答) 13 …⑥

問3 抵抗での消費電力を P_r とすると、

$$P_r = I^2 r$$

なので、電力損失を 10^{-6} 倍にするには、 I を 10^{-3} 倍にすればよい。

(答) 14 …②

発電所での供給電力を P とすると、

$$P = IV$$

なので、 I が 10^{-3} 倍のときに、同じ電力を供給するためには、 V を 10^3 倍にすればよい。

(答) 15 …③

問4 変圧器では、一次コイルに交流電圧を加えて電流を流すと、鉄心の中に変動する磁場が生じる。この結果、電磁誘導 (答7) によって二次コイルに一次コイルと同じ周期で変動する電圧が生じる。コイルを貫く磁場は共通であり、一次コイルと二次コイルの電圧の比は巻き数の比と一致するので、

$$V_1 : V_2 = N_1 : N_2 \quad \therefore V_2 = \frac{N_2}{N_1} V_1$$

(答) 16 …⑥