

2024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 求める温度を T とすると、熱量保存則より、

$$4 \times 160 \times (80 - T) = 160 \times (T - 20) \quad \therefore T = 68 \text{ }^\circ\text{C}$$

(答) …⑤

問2 (力学的エネルギーの変化) = (非保存力のした仕事) なので、求める運動エネルギーを K とすると、

$$(K + mgh) - 0 = Fh \quad \therefore K = (F - mg)h$$

(答) …④

問3 単位時間あたりに電流計を通過する電気量が電流値 1.0 A なので、160 秒間に通過した電気量は、

$$1.0 \times 160 = 160 \text{ C}$$

電子 1 個あたりの電気量の大きさが $1.6 \times 10^{-19} \text{ C}$ なので、電子の個数は、

$$160 \div (1.6 \times 10^{-19}) = 1.0 \times 10^{21} \text{ 個}$$

(答) …⑥

問4 1時間あたりの電力量が Wh なので、消費電力が 60 W の電球が1時間の間に放出する光エネルギーは、

$$60 \times 1 \times 0.1 = \underline{6.0} \text{ Wh} \text{ (答ア)}$$

消費電力が 15 W の電球は、1時間あたりの電力量が 60 W の電球の $\frac{1}{4}$ 倍なので、同じ量の光エネルギーを放出するためには効率が 4 倍である必要がある。よって効率は 40 % (答イ)。

(答) …①

第2問 力学

問1 物体の密度を $\rho = 2.0 \times 10^3 \text{ kg/m}^3$ 、質量を $m = 1.0 \text{ kg}$ 、体積を $V [\text{m}^3]$ 、水の密度を $\rho_0 = 1.0 \times 10^3 \text{ kg/m}^3$ 、重力加速度の大きさを $g = 9.8 \text{ m/s}^2$ とすると、物体にはたらく重力は、

$$\rho V g = m g$$

よって求める浮力の大きさを F とすると、アルキメデスの原理より、

$$F = \rho_0 V g = \rho_0 \frac{m}{\rho} g = \frac{1.0 \times 10^3 \times 1.0 \times 9.8}{2.0 \times 10^3} = 4.9 \text{ N}$$

(答) …①

問2 浮力と張力が上向きに、重力が下向きにはたらくので力のつり合いより、

$$T + F = W \quad \therefore F = W - T \quad (\text{答ア})$$

ばねばかりの値は張力の大きさ T と等しい。「ア」の結果より、

$$T = W - F$$

であり、重力の大きさ W は常に一定なので、浮力の大きさ F の増加量が張力の大きさ T の減少量となる。よって、グラフよりジャガイモ全体が水に沈んだときの浮力の大きさは 1.0 N (答イ) とわかる。

(答) …②

問3 水、ジャガイモ、計量カップを一体とみなすと内力である浮力を無視することができるので、これらにはたらく重力を糸の張力(ばねばかりの値)とキッチンばかりからの垂直抗力(キッチンばかりの値)で支えていることとなる。重力の大きさは変化しないため、ばねばかりの値とキッチンばかりの値の合計は一定となる。キッチンばかりの値が大きくなるとばねばかりの値が小さくなることからグラフは④とわかる。

(答) …④

問4 ばねばかりの値が水面からの深さに比例して一定の割合で減少していることから浮力の大きさが一定に上昇していることになる。よって断面が一定の形状の②が正解とわかる。

(答) …②

問5 ジャガイモにはたらく力は計量カップの底からはたらく垂直抗力、水からの浮力、および重力であるので正解は (b) (答ウ) である。水がない場合、ジャガイモにはたらく重力を垂直抗力のみで支えるが、水がある場合は浮力と垂直抗力で支えることになるので垂直抗力は小さくなる (答エ)。

(答) …⑥

第3問 波動

問1 温度 t [°C] のときの音の速さを V [m/s] とすると、

$$V = 331.5 + 0.6t \text{ [m/s]}$$

である。よって、30 °C のときの方が大きい (答ア)。

また、振動数を f [Hz], 波長を λ [m] とすると波の基本式より、

$$V = f\lambda \quad \therefore \lambda = \frac{V}{f}$$

これより、同じ振動数の音の場合、波長は音の速さに比例する。よって 30 °C のときの方が長い (答イ)。

(答) …①

問2 一定の速さなので、

$$\frac{140 \text{ m}}{0.42 \text{ s}} = 333.33 \dots \text{ m/s} \doteq 3.3 \times 10^2 \text{ m/s}$$

(答) …③, …③, …②

問3 音の速さが小さくなったので、実際の時間より長く測定していたことになる。よって③が正解とわかる。

(答) …③

問4 メトロノームから生じる音波の周期を T とすると、

$$T = \frac{60 \text{ s}}{300 \text{ 回}} = 0.2 \text{ s}$$

音が 70 m の距離を伝わるのにかかる時間がパルスの 1 周期に相当するので、音の速さを V [m/s] とすると、

$$V = \frac{70 \text{ m}}{0.2 \text{ s}} = 350 \text{ m/s}$$

(答) …④

問5 はじめて共鳴したときの位置と、2 回目に共鳴したときの位置の差が半波長に相当するので、求める波長を λ [m] とすると、

$$\frac{\lambda}{2} = 34 \text{ cm} = 0.34 \text{ m} \quad \therefore \lambda = 0.34 \times 2 = \underline{0.68 \text{ m}}$$

求める音の速さを V [m/s] とすると、波の基本式より、

$$V = 500 \times 0.68 = \underline{340 \text{ m/s}}$$

(答) …⑧

問6 超音波は可聴域よりも高周波の音波を指すので、波長はヒトの聴くことのできる音の波長よりも短い (答ウ)。

求める波長を λ [m] として音速は問5の解を用いると、波の基本式より、

$$\lambda = \frac{340 \text{ m/s}}{34000 \text{ Hz}} = \underline{1 \text{ cm}} \text{ (答エ)}$$

(答) …②