

令和4年度 後期日程入学試験 総合問題B (イ) <物理>

【出題の意図とポイント】

高等学校の物理基礎・物理で学ぶ基礎的内容を十分理解しているか問うことを意図して、熱、力と運動、波、電磁気から出題した。解答では、答えを導く過程を記述させる、制限字数内で説明させる、グラフや図で示させることによって、論理的思考力やその表現力が身についているかを総合的に評価することとした。

文章で解答する設問については、解答の一例をあげている。文章が解答例と同等の場合は正答とした。また、誤字脱字なども採点の対象である。

I

問1

- (1) 液体や気体中の物体が受ける浮力の大きさは、物体の形によらず、物体が排除した液体や気体の重さに等しいという原理である。(58字)
- (2) $F = \rho Vg$

問2

- (1) 水中にある部分の体積 V は、底面積を S 、底面から水面までの高さを d とすると、 $V = Sd$ 。よって $F = \rho Vg$ より、
$$F = \rho Sdg = 1.0 \times 10^3 \times 3 \times 1 \times 9.8 = 2.94 \times 10^4 \text{ N}$$
- (2) 物体の質量 m は、密度 \times 体積より、四角柱の高さを h とすると、 $m = \rho' Sh$ 。よって、四角柱に働く重力の大きさ W は、
$$W = mg = \rho' Shg = 0.5 \times 10^3 \times 3 \times 2 \times 9.8 = 2.94 \times 10^4 \text{ N}$$
(四角柱に働く浮力と同じになるから $2.94 \times 10^4 \text{ N}$ も可)

II

問 1

- (1) c : 正孔
- (2) d : 電子
- (3) a : 順

問 2

(1)

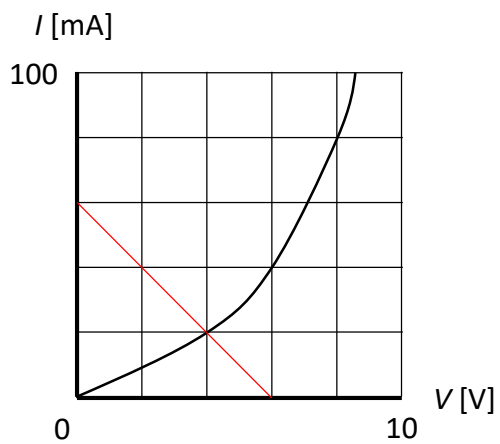
第一法則：回路中の任意の分岐点に流れ込む電流の総和と、流れ出る電流の総和は等しい。

第二法則：回路中の任意の閉じた経路に沿って一周するとき、電池の起電力の総和は抵抗による電圧降下の総和に等しい。

(2) ダイオードの両端にかかる電圧と、抵抗による電圧降下の和は、電池の起電力に等しいことから、

$$V + 100I = 6.0$$

(3)



(4)(3)で記入した線との交点を読み取ると、電流は 20 mA、電圧は 4 V だから、

$$P = IV = 20 \times 4 = 80 \text{ mW}$$

III

問 1

気体の状態方程式は $pV=nRT$ で表され、水飲み鳥では、気体の体積 V は密封状態のため一定で、 n と R も一定である。頭部のフェルトからの水の蒸発によって、気体の蒸気圧 p および温度 T は変化する。尾部の気体の蒸気圧を p_1 、温度を T_1 とし、頭部の気体の蒸気圧を p_2 、温度を T_2 とすると、 $T_2 < T_1$ のとき $p_2 < p_1$ となる。(141 字)

問 2

1, 2

問 3

フェルトを濡らすための水がないと、頭部と尾部の温度が等しくなり、頭部と尾部の蒸気圧が等しくなるため運動が止まる。(56 字)

問 4

巨大な水飲み鳥を用意し、フェルト部分を湿らすための水が絶えず供給される海辺や川辺に設置する。水飲み鳥の首の部分にロープを繋ぎ歯車を回し、歯車に接続された発電機を回転させて発電する。(90 字)

IV

問 1

(1) 凸レンズ

$$(2) \quad 1/a + 1/b = 1/f$$

$$b = \infty \quad a = f = 1$$

$$1 \text{ m}$$

$$(3) \quad 1/a + 1/b = 1/f$$

$$a = \infty \quad b = f = 1.5$$

$$1.5 \text{ m}$$

問 2

歯車の歯と溝の間隔は歯と歯の間隔(1/720)の半分(1/720×2)。一方、歯車は一秒間に12.1回転するので、溝（光あり）から歯（光なし）の回転に要する時間は

$$\frac{1}{720 \times 2} \times \frac{1}{12.6} \text{ s}$$

また、光が往復する時間は

$$\frac{2l}{c} = \frac{2 \times 8633}{c} [\text{s}]$$

これらの時間は等しいため、

$$c = 2 \times 8633 \times 720 \times 2 \times 12.6 = 3.13 \times 10^8 \text{ m/s}$$

問 3

$$c = v \lambda = 2.998 \times 10^8 \text{ m/s}$$