

2008年度大学入試センター試験 解説 〈物理 I〉

第1問 小問集合

問1 衝突直前、直後の速さをそれぞれ v, v' とする。落としてから衝突するまでと、衝突してから最高点に達するまでの力学的エネルギー保存則は、小球の質量を m として

$$\begin{cases} \frac{1}{2}mv^2 = mgh \\ \frac{1}{2}mv'^2 = mg\frac{h}{2} \end{cases} \quad \text{これより運動エネルギーの比は} \quad \frac{\frac{1}{2}mv'^2}{\frac{1}{2}mv^2} = \frac{1}{2}$$

(答) ③

衝突直前に対する直後の速さの比は $\frac{v'}{v} = \frac{\sqrt{gh}}{\sqrt{2gh}} = \frac{1}{\sqrt{2}}$

(答) ②

問2 発電所では重油を燃焼し、化学エネルギーを熱に変換して水を沸騰させる。さらに生じた水蒸気がタービンを回すことで力学的エネルギーに変換され、発電機によって電気エネルギーを得る。

(答) ⑥

(答) ③

問3 電磁波の波長について、赤外線 (10^{-6} [m] ~ 10^{-4} [m] 程度) を λ_A 、電波 (10^{-4} [m] 以上) を λ_B 、ナトリウムランプ (10^{-7} [m] 程度の可視光) を λ_C とすると、これらの長短の関係は

$$\lambda_C < \lambda_A < \lambda_B$$

(答) ⑤

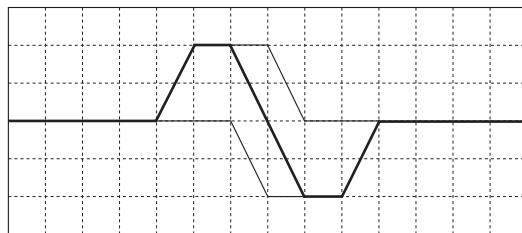
問4 台が床から受ける垂直抗力の大きさ N は鉛直方向のつり合いより $N = (M+m)g$ である。

台は水平方向に、左向きの力 F と、右向きに床から大きさ $\mu N = \mu(M+m)g$ の動摩擦力を受けるので、運動方程式

$$Ma = F - \mu(M+m)g \quad \text{より} \quad a = \frac{F - \mu(M+m)g}{M}$$

(答) ⑦

問5 左右への逆行波形をそれぞれ3目盛ずつ平行移動させ、変位を重ね合わせればよい。適切な合成波形は②



(答) ②

問6 $v^2 = \frac{1}{2\pi} g^b \lambda^a$ の関係を、物理量の単位に注目して確認する。

速さ v の単位は [m/s]、重力加速度 g の単位は [m/s²]、波長 λ の単位は [m] であり、 π は無次元量だから

$$[m^2 \cdot s^{-2}] = [m^p \cdot s^{-2p}] \times [m^q] \text{ より } \begin{cases} p+q=2 \\ -2p=-2 \end{cases} \therefore p=1, q=1$$

(答) ①

第2問 電磁気

A

問1 12×1 マスあたりの抵抗を r とする。これを M 個並列接続したときの合成抵抗 R は

$$\frac{1}{R} = \frac{1}{r} \times M \text{ より } R = \frac{r}{M}$$

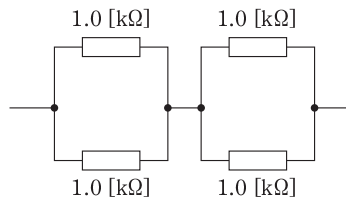
$M=2, 3, \dots, 6$ とすると、反比例曲線上の飛び飛びの点になる。

(答) ④

問2 針金を渡す位置は2本の太線上で電位が等しい点であり、針金を追加していても合成抵抗は変化しない。

(答) ③

問3 $r=3.0$ [k Ω] とすると、図4の配置での合成抵抗は $\frac{r}{3}=1.0$ [k Ω] の抵抗を下図のように組み合わせたものから決まる。



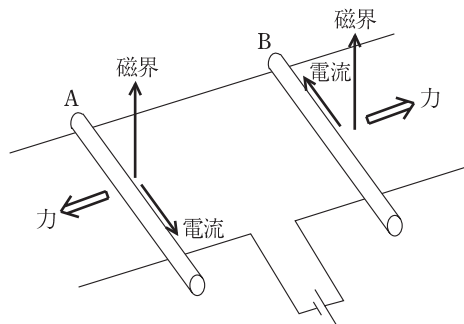
2本の1.0 [k Ω] の並列合成抵抗が $\frac{1}{\frac{1}{1.0} + \frac{1}{1.0}}$ [k Ω] = 0.50 [k Ω] なので、全体の合成抵抗は

$$2 \times (0.50 \text{ [k}\Omega\text{)}) = 1.0 \text{ [k}\Omega\text{]}$$

(答) ⑤

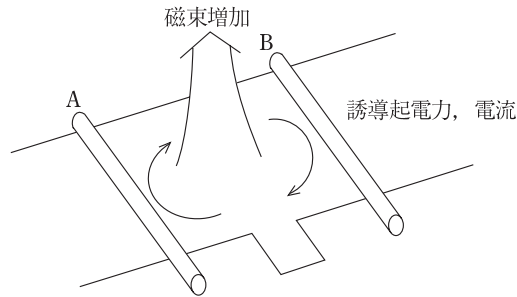
B

問4 スイッチを a に接続すると、レールと棒 A、棒 B、電池からなる閉回路に図の向きの電流が流れる。電磁石は上向きの磁界を作っているので、棒が受ける電磁力の向きは棒 A が左向き、棒 B が右向きとなり、それぞれこの向きに動き始める。



(答) ③

問5 スイッチを b 側に入れた状態で上向きの磁界が強くなっていくと、レンツの法則により誘導起電力および電流が上から見て時計回りに生じる。また、この電流によって受ける電磁力の向きは棒 A が右向き、棒 B が左向きとなる。



(答) ②

第3問 波動

A

問1 レンズを通してスクリーン上には倒立実像が得られる。物体の各点から発した光は光軸に対して逆側に像を結ぶので、カメラの後ろから観察した時の図は④

(答) ④

問2 $a=600$ [mm], $f=100$ [mm] として、レンズの決像公式

$$\frac{1}{a} + \frac{1}{x} = \frac{1}{f} \text{ より } \frac{1}{x} = \frac{1}{100 \text{ [mm]}} - \frac{1}{600 \text{ [mm]}} = \frac{5}{600} \text{ [mm}^{-1}\text{]}$$

$$\therefore x = 120 \text{ [mm]}$$

(答) ④

問3 レンズの一部を覆うと通る光の量が減るので、像全体が暗くなる (像が欠けたり、大きさが変わることはない)。

(答) ③

B

問4 音速を V 、救急車の速さを v とすると、Pさんが聞く振動数 f は

$$\text{救急車が遠ざかる場合 } f = \frac{V}{V+v} f_0 (< f_0)$$

$$\text{救急車が近づく場合 } f = \frac{V}{V-v} f_0 (> f_0)$$

となる。

(i) 領域 A に停車するとき

救急車は P さんから遠ざかる向きに動き出し、一定速度で走ったのちに停車するので、P さんにはある時間内で振動数 $f < f_0$ の音が聞こえる。

(答) ②

(ii) 領域 C に停車するとき

救急車は P さんへ近づく向きに動き出すが、家を通り過ぎてからは遠ざかっていき、やがて領域 C で停車する。したがって P さんにはある時間までは振動数 $f > f_0$ の音が聞こえたのち、 $f < f_0$ になってからしばらくして $f = f_0$ となる。

(答) ③

問5 救急車が一定速度で走行する間に発した波の数は $f_0 T_0$ 個であり、これはPさんが時間 T_1 の間に受けた波の数 $f_1 T_1$ 個に等しいので、

$$f_1 T_1 = f_0 T_0 \quad \therefore \frac{T_1}{T_0} = \frac{f_0}{f_1}$$

(答) ④

第4問 力学・エネルギー

A

問1 求める速さを v_0 とする。高さ h の位置を通過するまではゴムひもがたるんでいるので、力学的エネルギー保存則は

$$\frac{1}{2} m v_0^2 + mgh = mg \cdot 2h \quad \therefore v_0 = \sqrt{2gh}$$

(答) ③

問2 高さ z ($< h$) の位置ではゴムひもは自然長から $h-z$ だけ伸びている。鉛直上向きを正とした運動方程式

$$ma = k(h-z) - mg \quad \text{より} \quad a = \frac{k}{m}(h-z) - g$$

(答) ②

問3 最下点では小球の運動エネルギーはゼロになる。重力の位置エネルギーとゴムひもの弾性エネルギーを考え、力学的エネルギー保存則は最下点とA点とで

$$mgz_0 + \frac{1}{2} k(h-z_0)^2 = mg \cdot 2h$$

$$\text{これより} \quad k = 2mg \frac{2h-z_0}{(h-z_0)^2}$$

(答) ④

B

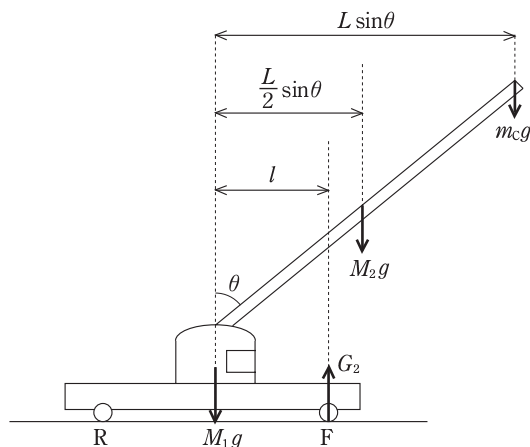
問4 鉛直方向の力のつり合いを考えて、

$$G_1 + G_2 = M_1 g + M_2 g + mg$$

(答) ①

問5 前輪Fまわりの力のモーメントのつり合いを考える。Fを通る鉛直線から測ったうでの長さは、クレーン車の重力 $M_1 g$ まで l 、アームの重力 $M_2 g$ まで $\frac{L}{2} \sin \theta - l$ 、ロープからの張力 $m_c g$ まで $L \sin \theta - l$ である。後輪Rで $G_1 = 0$ となるので、向きも考えて求める式は

$$M_1 g l = M_2 g \left(\frac{L}{2} \sin \theta - l \right) + m_c g (L \sin \theta - l)$$



(答) ③

問6 鉛直上向きの加速度を a とすると、荷物の運動方程式 $ma = T - Mg$ より

$$T = m(g + a)$$

図4の速度変化のグラフより a は $0 \leq t < t_1$ で正の一定値、 $t_1 \leq t < t_2$ でゼロ、 $t_2 \leq t \leq t_3$ で負の一定値とわかるので、 T のグラフは①のような階段状になる。

(答) ①

問7 張力が荷物にした仕事 W は力学的エネルギー変化に等しい。鉛直上方への変位が

$h = 1$ [m] だから、

$$W = mgh = 500 \text{ [kg]} \times 9.8 \text{ [m/s}^2\text{]} \times 1 \text{ [m]} = 4.9 \times 10^3 \text{ [J]}$$

(答) ④