

物理 講評

全体として、問題の質は昨年より高かった。難易度自体は昨年よりもやや上がっている。直観で選択肢を選んでしまいそう設問が多い印象。その割に、その直観が外れてしまう問題が多かったようである。このため、平均点はやや下がりそうだ。(1/22改訂しました。)

第2問の電磁誘導、第4問の慣性力をあからさまに扱う出題では、過去問学習・研究の有無で差がついただろう。(ちなみに慣性力は昨年の追試、電磁誘導は16年追試の出題と形式がよく似ている。)また、第3問は図形的に答えさせる出題もあり興味深い。

各設問の詳細は以下を参照。

受験生の皆様はお疲れ様でした。

第1問

問1 知識問題 正解②

迷ったときは④かと思うが、運動量がベクトル量であることに注意すれば、 $m\vec{v}$ の \vec{v} 、すなわち速度の向きが変われば「保存」ではないとわかる。等速円運動の場合、 $|\vec{v}|$ は一定だが、 \vec{v} はつねに変化している。

問2 正解⑥

Q に誘電場 $k \frac{Q}{d^2}$ 右向き

Q に誘電場 $k \frac{Q}{(2d)^2} = k \frac{Q}{4d^2}$ 右向き

これをゼロにするには $Q = -4Q$ である。

問3 正解①

レンズ中央に、焦点거리の2倍の位置に物体、スクリーンを置くと、倍率1倍の実像となる。また、実像は上下、左右が入れかわるので、

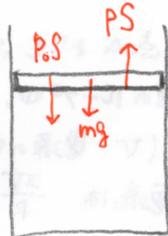
$\alpha: 0.25, \quad \gamma: (A)$

問4 正解⑤

まず、圧力 P はピストンの力であり、

$P S = P_0 S + mg$

$\therefore P = P_0 + \frac{mg}{S}$



次に理想気体の状態方程式から、

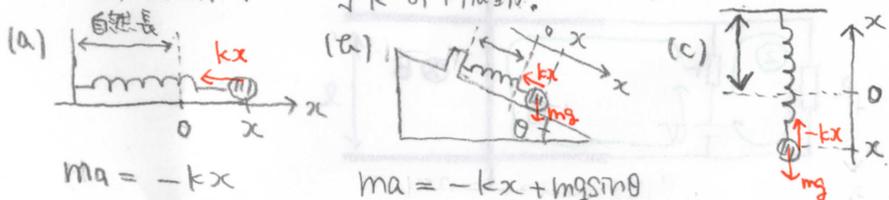
$P V = n R T \quad (V = S h)$

$\therefore h = \frac{n R T}{P S} = \frac{n R T}{P_0 S + mg}$

問5 単振動 正解④

運動方程式が $M a = -k x + \text{定数}$ の形になる物体

は、周期 $T = 2\pi \sqrt{\frac{M}{k}}$ の単振動。



$m a = -k x$

$T_a = 2\pi \sqrt{\frac{m}{k}}$

$m a = -k x + m g \sin \theta$

$T_b = 2\pi \sqrt{\frac{m}{k}}$

$m a = -k x - m g$

$T_c = 2\pi \sqrt{\frac{m}{k}}$

すなわち、 $T_a = T_b = T_c$

第2周

A 問1: 正解 ③

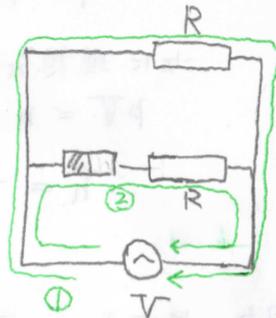
知識問題のようになりましたが、半導体の要がホールと電子であること、電子は負極から流れることが整理できれば、答は出せたろう。

問2: 正解 ⑤

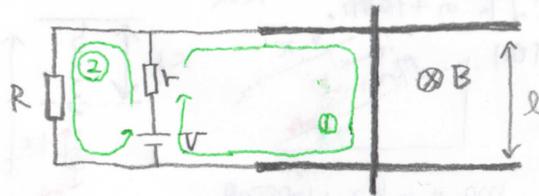
点aよりも点bの方が電位が高い場合、
 図のループ①、②とも電流 $\frac{V}{R}$ が流れ、
 (V: 電源の電圧, R: 抵抗値) Pを流れる電流は $\frac{2V}{R}$ である。

一方、点aよりも点bの方が電位が低い場合、ループ①には電流が流れず、Pを流れる電流は $\frac{V}{R}$ である。

これを表しているのは⑤



B 問3: 正解 ②



このとき、ループ②には電流は流れない。
 (導体棒とレールの抵抗は無視できるため)
 対し、導体棒は止まっているため、誘導起電力はゼロ

ループ①の回路の式

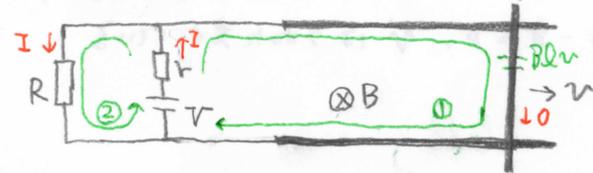
$$V = rI \Leftrightarrow I = \frac{V}{r}$$

この判、導体棒にはたらくアンペール力

$$IBl = \frac{VBl}{r} \quad (\text{右向き})$$

このと同じ大きさの外力を左向きに加えることになる

問4: 正解 ⑤



ループ①の回路の式

$$V - Blv = rI$$

ループ②の回路の式

$$V = rI + RI$$

これを解くと、

$$v = \frac{VR}{Bl(r+R)}$$

第3問

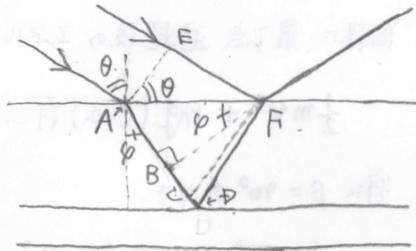
A 問1 1 ①

屈折の法則より

$$1 \cdot \sin \theta = n \cdot \sin \varphi$$

$$\therefore \frac{EF}{AF} = n \cdot \frac{AB}{AF}$$

$$\Leftrightarrow n = \frac{EF}{AB}$$



まず、上図のように図形的に理解

2 ③

$$\text{光路長} = n(BD + \varphi F)$$

φ, Fの位相差に注意すると、これは波長の自然数倍であればよく、

$$n(BD + \varphi F) = m\lambda$$

問2 7 ④

屈折の法則より 壁側の方が屈折角/入射角は大きくなるので、ここにあてはまるのは ④

4 ②

観測者は光は直進してくると認識する。したがって、弟からは姉は上にずれて、姉からは弟は下にずれて観測される。

B 問3 5 ④

sin で表すと、初期位置 ($t=0$ のとき) $\frac{\pi}{2}$

あとは波の式の基本に代入すれば、

$$x = A \sin \left(2\pi \frac{t}{T} + \frac{\pi}{2} \right)$$

問4 6 ③

最も振動数が高くなるのは、音源の速度が最大となるときであるから、(正の向きに最も速く動いているとき)

それは R である。

第4問

A 見かけの重力

加速度 a で加速度運動する系では、質量 m の物体に慣性力 $-ma$ がはたらいていると考えることができる。

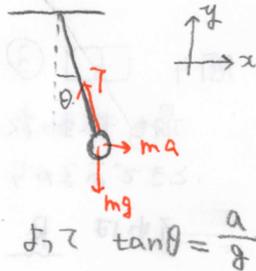
問1 正解③

おもりについて、右図のように考えれば、

$$x: 0 = ma - T \sin \theta$$

$$y: 0 = mg - T \cos \theta$$

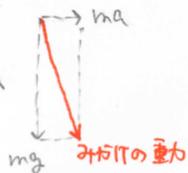
$$\therefore \sin \theta = \frac{ma}{T}, \quad \cos \theta = \frac{mg}{T} \quad \text{よって} \quad \tan \theta = \frac{a}{g}$$



問2 正解⑤

慣性力を考える問題では、重力と慣性力の合力の方向を「見かけの重力」方向と考えると、うまく解けることがある。

本問でも、同様にと考えると、右図のようになり、「しずかにはなした」物体はこの方向へ「自由落下」のように運動する。



B エネルギー

問3 正解⑤

力学的エネルギー保存則

$$\frac{1}{2}mv^2 + \underbrace{mg(l - sm\alpha)}_{\text{最下点からの高さ}} = \text{一定} = \underbrace{mgl}_{\text{さいしよ}}$$

より、

$$\frac{1}{2}mv^2 = \underline{mgl sm\alpha} \quad \text{このグラフは⑤}$$

問4 正解⑥

同様に、最下点通過後のエネルギー保存則

$$\frac{1}{2}mv^2 + mg(l-a)(1 - \cos \beta) = \text{一定} = \underline{mgl}_{\text{さいしよ}}$$

特に $\beta = 90^\circ$ のとき、

$$\frac{1}{2}mv^2 + mg(l-a) = mgl$$

$$\therefore \frac{1}{2}mv^2 = mga$$

$$v^2 = 2ga$$

ここで、円運動の運動方程式

$$m \frac{v^2}{l-a} = T - mg \cos \beta$$

$\beta = 90^\circ$ のとき

$$m \frac{v^2}{l-a} = T = \frac{2mga}{l-a} = \underline{\underline{\frac{2a}{l-a} mg}}}$$



第5問

問1: 正解 ①

Aでの温度を $T_A = T_0$ とすると、状態方程式より、

Bでの温度 $T_B = 2T_0$

よって、内部エネルギーは 増加する

ここで、 $A \rightarrow B$ は定積変化であり、仕事はゼロ

すると、熱力学第一法則より、

気体は 熱を外部から吸収している

問2: 正解 ③

p - V グラフの囲む面積を求めればよく、

$$(2p_0 - p_0) \cdot (3V_0 - V_0) = \underline{2p_0V_0}$$

問3: 正解 ⑥

理想気体の状態方程式 $pV = nRT$ より、

定積変化のとき、 p は T に比例し、

定圧変化のとき、 p は一定で T のみ変化する。

よってあてはまるのは、⑥のみ。

第6問

問1: 正解 ①

ア 電子 e が電圧 V で加速されるため、 eV

イ λ はシュレインの解釈 (光量子論) によれば、 $E = h\nu$ であるので、本問の場合 $\nu = \frac{E}{h}$

問2: 正解 ②

ウ 知識問題 特性X線

エ エネルギー準位の低い軌道にうつり、その差分のエネルギーが何らかの形で放出される。すなわち、

$$\underline{E = E_1 - E_0}$$

問3: 正解 ⑤

オ どの波長から連続X線の放出がはじまるかは、加速電圧による。すなわち (B), (C)。

カ 特性X線は元素が同じならば同じになる。すなわち (A), (B)。