

入試問題研究 第124回 2005年 センター試験 ① 小問集合

※ 選択肢省略するため改作

問1 水面波が、点Pから広がり壁に入射して反射する。ある時点における入射波の波面は図1のようである。この時点における反射波の波面を描きなさい。

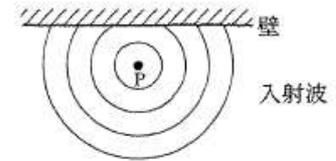


図 1

問2 質量 M 、太さおよび密度が一樣で長さが L の角棒が図2のように水平に置かれている。支点Aは角棒の左端から $0.1L$ 、支点Bは支点Aから $0.7L$ の距離にある。この角棒の右端に質量 m のおもりを、質量が無視できる糸を用いてつり下げたところ、角棒は水平のままであった。このとき、支点A、Bで支点が角棒におよぼす力は鉛直上向きである。その大きさをそれぞれ F_A 、 F_B とする。角棒が支点Bの周りに回転しないことを表す式はどうか。ただし、重力加速度を g とする。

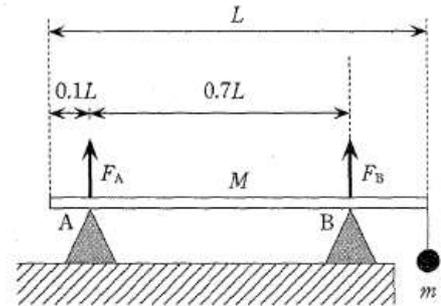


図 2

問3 物理量の次元を考える。力学的な量の次元は、質量[M]、長さ[L]、時間[T]の組み合わせで表現できる。たとえば、速さの次元は $[LT^{-1}]$ 、運動量の次元は $[MLT^{-1}]$ である。エネルギーの次元はどうなるか。

問4 図3のように、AB間に半導体ダイオードを置き、Bに対するAの電位を V としたとき、AからBに流れる電流 I と V の関係は図4のように与えられる。AB間に図5のように時間変化する電圧 V [V] をかけたときに流れる電流 I [mA] と時間 t [s] との関係グラフを表しなさい。

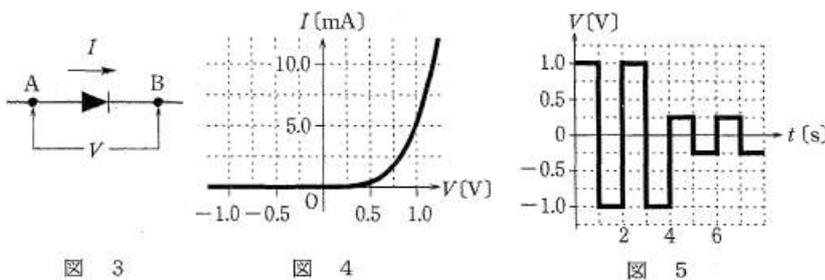


図 3

図 4

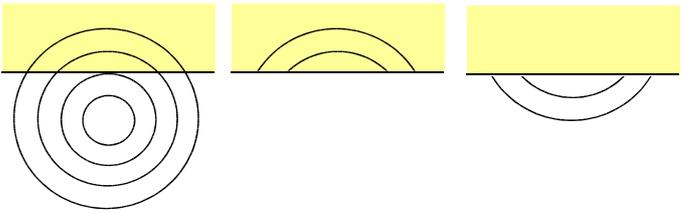
図 5

問5 ウラン ${}_{92}^{235}\text{U}$ の原子核は α 崩壊と β 崩壊を何度か繰り返して、安定な鉛 ${}_{82}\text{Pb}$ の原子核になる。この原子核崩壊によって生じる鉛の同位体を示しなさい。

入試問題研究 第124回 2005年 センター試験 ① 小問集合 解答・解説

問1 反射波は「反射面を通過した波を反射面に対して折り返せばよい」と覚えておけばよい。

右の図に示すようにすればよい。反射面が固定端の場合、反射波は位相が逆転(位相ずれが π)するので、山谷の位置が入れ替わることに注意しよう。



波源から広がったとする波の波面を描く

反射面を行過ぎた波(反射される波面に相当)の波面に注目

反射面に対称に折り返された波面が反射波の波面(自由端の場合)

問2 「角棒が支点Bの周りに回転しない」とき、点Bを中心とするモーメント和がゼロになることを使えばよい!

① おもりが棒を引く力は下向きに mg だから、モーメントが $mg \times 0.2L$ (時計回り)である。

② 点Bにかかる垂直抗力 F_B によるモーメントは $F_B \times 0$ である。

③ 棒の重さは下向きに Mg であるので、モーメントが $Mg \times 0.3L$ (反時計回り)である。

④ 点Aにかかる垂直抗力 F_A によるモーメントは $F_A \times 0.7L$ (時計回り)である。

以上より、 $-mg \times 0.2L + F_B \times 0 + Mg \times 0.3L - F_A \times 0.7L = 0$ が成立すればよい。

よって、 $0.3LMg - 0.7LF_A - 0.2Lmg = 0$ である。

問3 物理量の次元を考えるときは、定義に基づく「単位」、「公式」を使えばよい。

重力による位置エネルギー $U = mgh$ 、運動エネルギー $K = \frac{1}{2}mv^2$ を使うのだ。

① 公式 $U = mgh$ 場合、右辺の物理量の次元は、質量 m の次元は単位が kg だから $[M]$ 、重力加速度の次元は加速度の単位が m/s^2 だから $[L T^{-2}]$ 、高さ h の単位が m だから、 $[L]$ である。以上より、エネルギーの次元は $[M] \cdot [L T^{-2}] \cdot [L]$ になるから $[M L^2 T^{-2}]$ だ。

② 公式 $K = \frac{1}{2}mv^2$ の場合、質量の単位は kg だから、 $[M]$ 、速度の単位は m/s だから、 $[L T^{-1}]$ である。よって、エネルギーの次元は $[M] \cdot ([L T^{-1}])^2$ だから $[M L^2 T^{-2}]$ だ。

問4 図4に当てはめればよいだけの問題で簡単にもとまる。

図4に示すように、AがBより電位が高いとき電流が流れる。

時刻が0~1秒のとき、AがBより電位が高いため、図4から5.0 mAの電流が流れる。

時刻が1~2秒のとき、AがBより電位が低いので電流は流れないので、0 mAである。

時刻が2~3秒のとき、AがBより電位が高いため、図4から5.0 mAの電流が流れる。

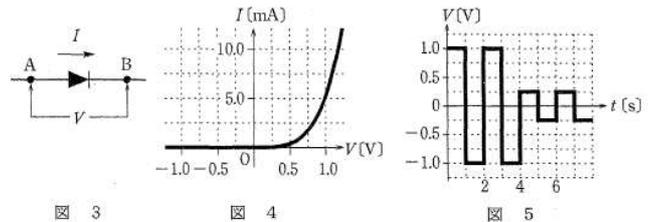
時刻が3~4秒のとき、AがBより電位が低いので電流は流れないので、0 mAである。

時刻が4~5秒のとき、AがBより電位が0.25V高いが、図4から、電流は0 mAである。

時刻が5~6秒のとき、AがBより電位が低いので電流は流れないので、0 mAである。

時刻が6~7秒のとき、AがBより電位が0.25V高いが、図4から、電流は0 mAである。

時刻が7~8秒のとき、AがBより電位が低いので電流は流れないので、0 mAである。



問5 「 α 崩壊:原子番号が2減、質量数が4減。 β 崩壊:原子番号が1増、質量数は変わらない」を使えばよい。

以上より、鉛の質量数を P 、 α 崩壊が A 回、 β 崩壊が B 回とすると、 $82 = 92 - 2A + B \dots \textcircled{1}$ が成立する。また、 $P = 235 - 4A \dots \textcircled{2}$ も成立する。これに代入してチェックすればよい。②より、鉛の質量数は奇数のはずだから、チェックするのは2つだけだ。どちらかのチェックは、質量数の差が4の倍数であるかどうかをチェックすれば解答にいたることができる。