

医学部専門予備校 クエスト 解答速報

杏林大学 (医) 物理

試験日 1 月 23 日 (木)



I

(a)  $^{12}_6\text{C}$  の質量を  $12\text{u}$  とすると、

$$12\text{u} = \frac{12 \times 10^{-3} \text{ kg}}{6.02 \times 10^{23}}$$

$$\therefore 1\text{u} \approx \underline{1.66 \times 10^{-27} \text{ kg}}$$

(核子 1 個の質量)

$$\begin{aligned} (b) \Delta m &= m_p + m_n - m_H \\ &= (1.00728 + 1.00866) - (2.01356) \\ &= \underline{2.38 \times 10^{-3} \text{ u}} \end{aligned}$$

$$B = \Delta m \cdot c^2 \text{ [J]}$$

$$= \frac{\Delta m \cdot c^2}{e \times 10^6} \text{ [MeV]}$$

$$= \frac{2.38 \times 10^{-3} \times (3 \times 10^8)^2}{1.6 \times 10^{-19} \times 10^6}$$

$$\approx \underline{2.22 \text{ MeV}}$$

$1\text{u}$  は何 MeV に相当するかを計算すると、

$$\frac{1.66 \times 10^{-27} \times (3 \times 10^8)^2}{1.6 \times 10^{-19} \times 10^6} \approx \underline{933.7 \text{ MeV}}$$

これを使うと (b) と (c) の計算が楽になる。

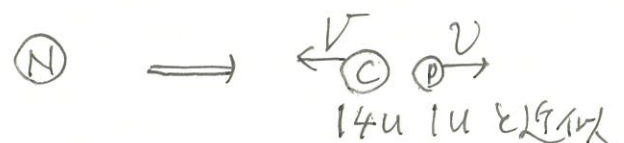
(c) 質量変化  $\Delta m$  を計算すると、

$$\begin{aligned} \Delta m &= (13.99925 + 1.00866) \\ &\quad - (13.99996 + 1.00728) \\ &= \underline{6.7 \times 10^{-4} \text{ u}} \end{aligned}$$

$\therefore$  放出されるエネルギー  $Q$  は、

$$Q = 6.7 \times 10^{-4} \times 933.7$$

$$\approx \underline{6.3 \times 10^{-1} \text{ MeV}}$$



$$\begin{cases} K_e + K_p = Q \\ 14v = 1v \end{cases}$$

$$K = \frac{1}{2} m v^2 = \frac{(m v)^2}{2m}$$

と、分子が

同じとき (つまり、両者の運動量が  $0$  のとき)、

$K$  は質量の逆比になる。

$$\begin{aligned}
 K_c &= \frac{1}{14+1} Q \\
 &= \frac{1}{15} \times \underline{6.3 \times 10^{-1}} \\
 &= \underline{4.2 \times 10^{-2} \text{ MeV}} \\
 (\sim &= 6.25 \text{ を使った方がよい})
 \end{aligned}$$

ひねりもない「普通」の内容ではあるが、数値計算が大変である。\$u=931 \text{ MeV}\$ を覚えていない人がいるかもしれないが、本内では \$u=933.7 \text{ MeV}\$ である。この方がいいかの \$\approx 934\$

値による。

できれば完答したい。

(d) 75% が別の \$\alpha\$ 原子核になった  
 = 25% 残った

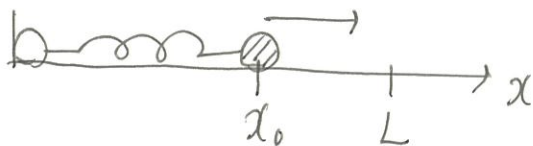
$$\begin{aligned}
 \frac{25}{100} N_0 &= N_0 \left( \frac{1}{2} \right)^{\frac{30}{T}} \\
 \Leftrightarrow \frac{1}{4} &= \left( \frac{1}{2} \right)^{\frac{30}{T}} \\
 \Leftrightarrow \left( \frac{1}{2} \right)^2 &= \left( \frac{1}{2} \right)^{\frac{30}{T}} \\
 \therefore T &= \underline{15 \text{ 時間}}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \frac{1}{6} N_0 &= N_0 \left( \frac{1}{2} \right)^{\frac{t}{15}} \\
 \Leftrightarrow \log_{10} 6 &= \frac{t}{15} \log 2 \\
 \therefore t &\approx \underline{39 \text{ 時間}}
 \end{aligned}$$

II

(a)

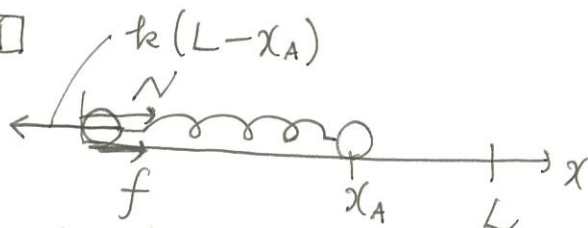
[P]



$x$  が最小値からスタート

⇒  $-\cos$  型 だと判断できる (5)

[I]



まわつ力をこの向きとしてみる。

運動方程式 (以下、EOM. と略記) より、

$$0 = N + f - k(L - x_A)$$

$$\therefore N + f = k(L - x_A)$$

ここで [P] より、

$$x_A = -(L - x_0) \cos \omega t$$

と表せる。

$$\therefore N + f = k(L + (L - x_0) \cos \omega t)$$

よって、

$$\text{力の大きさ} = k |L + (L - x_0) \cos \omega t|$$

$$|N + f|$$

∴ (2)

[V]

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

[E]

$$v_A = \frac{dx_A}{dt}$$

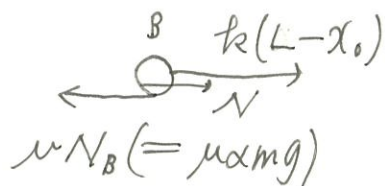
$$= \omega(L - x_0) \sin \omega t$$

$$|v_A| \text{ の最大値} = \omega(L - x_0)$$

$$= \sqrt{\frac{k}{m}} (L - x_0)$$

[オカ]

ばねが縮んでいるときは B が壁から離れることはないので、ばねが伸びているときを考える。  
題意より、ばねの伸びが最大  $\alpha$  ときを考えればよい (このときでさえ、B が動かないければよい)。

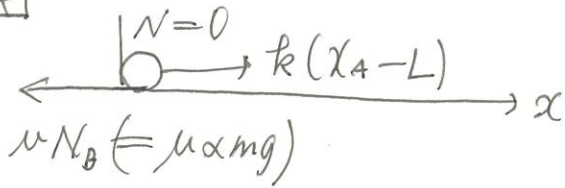


$$N = \mu \alpha mg - k(L - x_0) > 0$$

$$\therefore x_0 > L - \frac{\mu \alpha mg}{k}$$

(b)

③



$$0 = k(x_A - L) - \mu\alpha mg$$

$$\therefore x_A = L + \frac{\mu\alpha mg}{k}$$

④

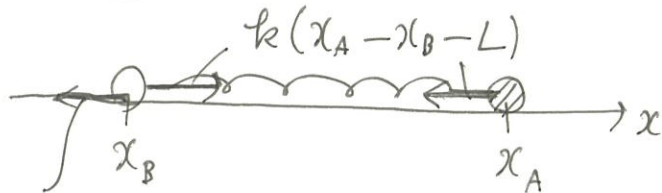
⑤ + ⑥

$$ma_A + \alpha ma_B = -\mu'\alpha mg$$

$$\therefore a_G \equiv \frac{ma_A + \alpha ma_B}{m + \alpha m} = \frac{-\mu'\alpha mg}{m + \alpha m}$$

$$= -\frac{\mu'\alpha}{1 + \alpha} g$$

⑦ ~ ⑩



$$\begin{cases} ma_A = -k(x_A - x_B - L) \dots \textcircled{7} \\ \alpha ma_B = k(x_A - x_B - L) - \mu'\alpha mg \dots \textcircled{8} \end{cases}$$

⑪

大変丁寧な誘導

(この誘導をいも式変形できなければならぬ)

$$\begin{cases} \frac{\textcircled{7}}{m} : a_A = -\frac{k}{m} X \dots \textcircled{7}' \\ \frac{\textcircled{8}}{\alpha m} : a_B = \frac{k}{m} X - \mu'g \dots \textcircled{8}' \end{cases}$$

$$(X \equiv x_A - x_B - L)$$

$$\textcircled{8}' - \textcircled{7}' :$$

$$a_B - a_A = \frac{k}{\alpha m} X + \frac{k}{m} X - \mu'g$$

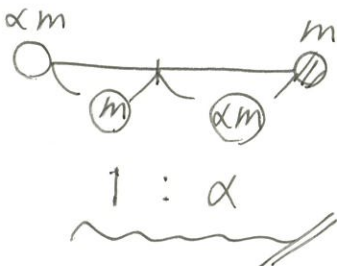
$$= \frac{(1 + \alpha)k}{\alpha m} X - \mu'g$$

$$= -\frac{(1 + \alpha)k}{\alpha m} (x_B - x_A - L) - \mu'g$$

$$T' = \frac{2\pi}{\omega'}$$

$$= 2\pi \sqrt{\frac{\alpha}{1 + \alpha} \frac{m}{k}}$$

⑫



(b)

換算質量  $M$  を使う  $\alpha$  が 5 以下.

$$M = \frac{m \cdot \alpha m}{m + \alpha m} = \frac{\alpha}{1 + \alpha} m$$

$$\begin{aligned} \therefore T' &= 2\pi \sqrt{\frac{M}{k}} \\ &= 2\pi \sqrt{\frac{\alpha}{1 + \alpha} \frac{m}{k}} \end{aligned}$$

力の図示は正否確にできにどううか?

図ではそれが「向われている」.  
[オ][カ]には適切な状況と考えられにどううか?

(b) はごく普通の問題である.

(c) はやや厄介しかろうにどううか: エネルギー保存則が正否確に立てられにどううか素晴かしい.

(b) まで完答したい.

(c)

[セ] 道  $\alpha y$  道

$$\Rightarrow W = \mu \alpha mg \text{ 道}$$

[ヤ] エネルギー保存則より.

$$\underbrace{\frac{1}{2} k A^2}_{\text{右}} - \underbrace{\frac{1}{2} k (L - \beta L)^2}_{\text{左}} = -W$$

$$\therefore A = L \sqrt{(1 - \beta)^2 - \frac{2W}{kL^2}}$$

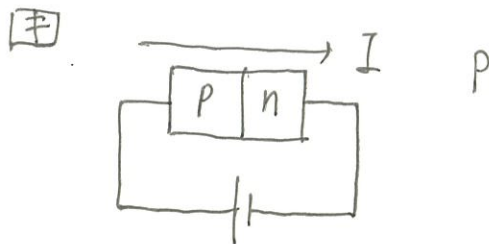
III

(1) 知識問題

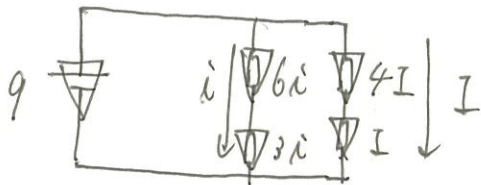
ア 5 イ 3

ウ 正孔 エ 同じ

オ 電子 カ 逆



(2) ①と②を考える



キルヒホッフ第2法則 (以下、キ.2と略記) より、

$$\begin{cases} 6\lambda + 3\lambda = 9 \\ 4I + I = 9 \end{cases}$$

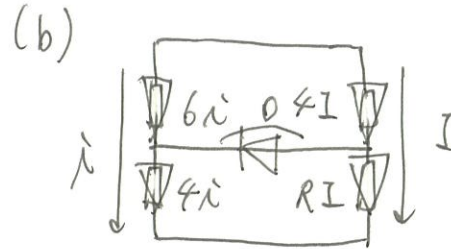
$$\therefore \lambda = 1A, I = 1.8A$$



$$\phi_b - \phi_a = -1.2V$$

( $\phi_a > \phi_b$  より、①と②を考える)  
 ①から②へと電流が流れる。

$$I + \lambda = 2.8A$$

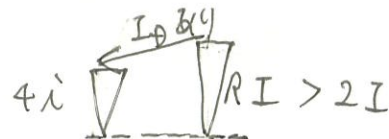


$V_D = 0$  と考えて、キ.2と立式する。

$$\begin{cases} \text{上半分: } 6\lambda = 4I \\ \text{下半分: } 4\lambda = RI \end{cases}$$

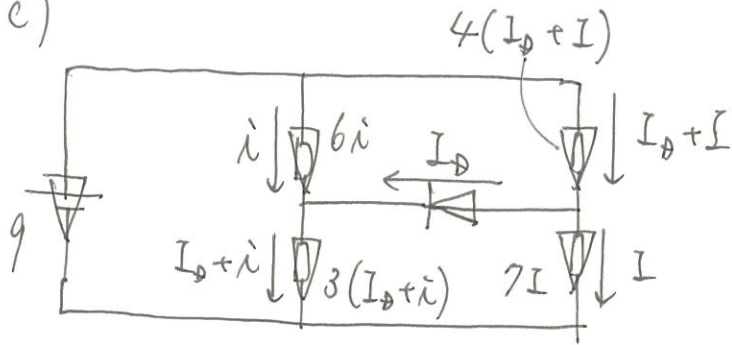
$$\therefore R = 2\Omega$$

Rがこれよりも大きいと①に電流が流れる。



$$R > 2.0\Omega$$

(c)



キ・2. 81,

$$\begin{cases} \text{右上: } 6\lambda = 4(I_D + I) \\ \text{右下: } 3(I_D + \lambda) = 7I \\ \text{大外: } 9 = 4(I_D + I) + 7I \end{cases}$$

この2式から  $I$  と  $\lambda$  を消し、

$$I_D = 0.6 \text{ A}$$

この2式から  $I$  と  $\lambda$  を消し、  
 $4V_D + 20I_D = 15$

図2のグラフを式にすると、

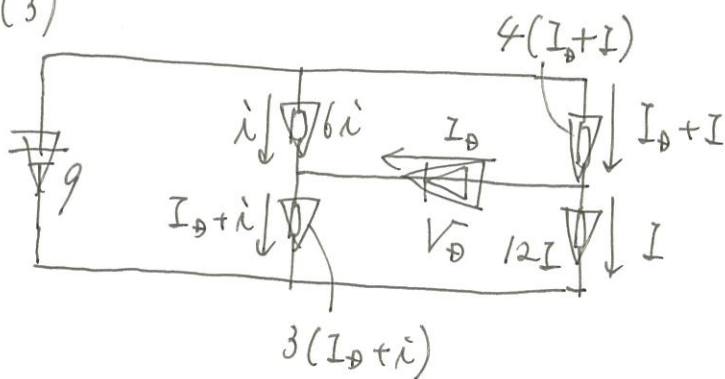
$$I_D = \frac{0.03}{0.5} (V_D - 0.5)$$

$$\Leftrightarrow 50I_D = 3(V_D - 0.5)$$

以上の2式から  $V_D$  を消し、

$$I_D = 0.15 \text{ A}$$

(3)



キ・2. 81,

$$\begin{cases} \text{右上: } 6\lambda = 4(I_D + I) + V_D \\ \text{右下: } 3(I_D + \lambda) + V_D = 12I \\ \text{大外: } 9 = 4(I_D + I) + 12I \end{cases}$$

(1) 知識問題は完答したい。

この辺りの知識問題は、  
 計算は結構大変であり、(2)(a)(b)  
 までで終わりにした方がよい。

ダイオードの扱いは分かっているが、  
 (解けているか) 安心である。